

การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์
แบบ 2I3C สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษาคุณวุฒิบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา
สิงหาคม 2558

การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์
แบบ 2I3C สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษาคุณวุฒิบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา

สิงหาคม 2558

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์
แบบ 2I3C สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษาคุณวุฒิปบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา
สิงหาคม 2558

ประภา สมสุข. (2558). การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ที่ใช้การโต้แย้ง

เชิงวิทยาศาสตร์ แบบ 2I3C สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย.

ปริญญาานิพนธ์ กศ.ด. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. คณะกรรมการควบคุม: ดร.กมลวรรณ กันยาประสิทธิ์,
รองศาสตราจารย์ ดร.ณสรณ์ ผลโภาค, ว่าที่ร้อยตรี ดร.มนัส บุญประกอบ.

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ที่ใช้การโต้แย้ง
เชิงวิทยาศาสตร์ แบบ 2I3C สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย 2) เพื่อศึกษาผลของ
การใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ แบบ 2I3C สำหรับ
นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย กลุ่มตัวอย่าง เป็น นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
จำนวน 2 ห้องเรียน เป็นกลุ่มทดลอง 1 ห้อง และกลุ่มควบคุม 1 ห้อง เครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูล
ประกอบด้วย แบบทดสอบ ความเข้าใจโมโนทัศน์ แรงและการเคลื่อนที่ แบบทดสอบความสามารถ
ในการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ แบบประเมินความสามารถในการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์
แบบประเมินการเรียนรู้ร่วมกัน แบบสังเกตชั้นเรียน และแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ สถิติที่ใช้
ในการวิเคราะห์ข้อมูล ประกอบด้วย ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที่
(t – test for one sample, t – test for dependent samples และ t – test for independent samples)

ผลการวิจัย พบว่า

1. รูปแบบการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับชั้น
มัธยมศึกษาตอนปลาย ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นนำเข้าสู่ประเด็น(Introduce the issues :I)
2) ขั้นกำหนดหัวข้อในการโต้แย้ง (Identify the point :I) 3) ขั้นเก็บรวบรวมหลักฐาน (Collect the
evidences :C) 4) ขั้นสร้างการโต้แย้ง (Construct the argumentation :C) และ 5) ขั้นสื่อสาร
คำอธิบายไปยังผู้อื่น (Communicate the explanation to others :C) ในงานวิจัยนี้เรียกูปแบบนี้ว่า
2I3C

2. ผลของการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ แบบ
2I3C สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่า

2.1 กลุ่มทดลอง มีคะแนนเฉลี่ยความเข้าใจ โมโนทัศน์ แรงและการเคลื่อนที่ หลังเรียน
สูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยเนื้อหาที่มีร้อยละ
ของคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงที่สุด คือ แรง มวล และน้ำหนัก ส่วนเนื้อหาที่มีร้อยละของคะแนนเฉลี่ย
ต่ำที่สุด คือ การเคลื่อนที่ 1 มิติด้วยความเร่งคงที่ในแนวตั้ง

2.2 กลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ หลัง
เรียนสูงกว่าก่อนเรียนและสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยสถานการณ์
การสวมหมวกนิรภัย มีคะแนนเฉลี่ยสูงสุด และรูปแบบของการแสดงการให้เหตุผลอย่างไม่เป็น
ทางการที่มีคะแนนเฉลี่ยสูงสุดคือ การ แสดงแนวคิด ส่วนการสร้างข้อโต้แย้งกลับ มีคะแนนเฉลี่ย
ต่ำสุด

2.3 กลุ่มทดลอง มีคะแนนเฉลี่ยความสามารถใน การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ โดยใน ภาพรวม อยู่ในระดับที่สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (ระดับดี) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.4 กลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยการเรียนรู้ร่วมกัน ในภาพรวมสูงกว่าเก ณฑ์ที่กำหนด (ระดับ ดี) ขึ้นไป อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยประเด็นที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ ด้านความร่วมมือ ในการทำงาน ส่วนประเด็นที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด คือ ด้านความสำเร็จของผลงาน

2.5 กลุ่มทดลองค่าเฉลี่ยเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ในภาพรวมและรายด้าน สูงกว่า เกณฑ์ที่ กำหนด(ระดับดี) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05



DEVELOPMENT OF THE 213C PHYSICS INSTRUCTIONAL MODEL
USING SCIENTIFIC ARGUMENTATION FOR UPPER SECONDARY SCHOOL STUDENTS



Presented in Partial Fulfillment of the Requirements for the
Doctor of Education degree in Science Education
at Srinakharinwirot University

August 2015

Prapa Somsuk. (2015). *Development of the 2I3C Physics Instructional Model Using Scientific Argumentation for Upper Secondary School Students*. Dissertation, Ed.D. (Science Education). Bangkok: Graduate School, Srinakharinwirot University. Advisor Committee: Dr. Kamonwan Kanyaprasith, Assoc. Prof. Dr. Nason Phonphok, Acting Sub Lt. Dr. Manat Boonprakob.

The purposes of this study were to; 1) develop the 2I3C physics instructional model using the scientific argumentation for upper secondary school students, 2) study the effects of the 2I3C physics instructional model using scientific argumentation for upper secondary school students. The samples were two classrooms of tenth grade students. One classroom was serving as an experimental group where as the other was serving as a control group. The research instruments consisted of the conceptual understanding test, informal reasoning ability test, scientific argumentation ability assessment form, collaborative learning assessment form, classroom observation form, and attitude towards science measure. The data were analyzed by using mean values, standard deviation, t – test for one sample, t – test for dependent samples, and t – test for independent samples. The research results indicated that :

1. The physics instructional model using scientific argumentation for upper secondary school students consisted of 5 steps; 1) introduce the issues (I) 2) identify the point (I) 3) collect the evidences (C) 4) construct the argumentation (C) and 5) communicate the explanation to others (C) which was called the 2I3C model.

2. The implementation of the 2I3C instructional model found that;

- 2.1 The posttest score on force and motion conceptual understanding of the experimental group were higher than pretest and higher than control group at a .05 level of significance.

- 2.2 The posttest score on informal reasoning ability of the experimental group were higher than pretest and higher than control group at a .05 level of significance.

- 2.3 The mean score on scientific argumentation ability of the experimental group was higher than the criteria (high level) at a .05 level of significance.

- 2.4 The mean score on collaborative learning of the experimental group was higher than the criteria (high level) at a .05 level of significance.

- 2.5 The mean score on attitude towards science of the experimental group was higher than the criteria (high level) at a .05 level of significance in overall and all aspects.

ปริญญานิพนธ์
เรื่อง
การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้อิทธิพลที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์
แบบ 2I3C สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย
ของ
ประภา สมสุข

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย สันติวัฒนกุล)
วันที่ เดือน สิงหาคม พ.ศ. 2558

อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ คณะกรรมการสอบปากเปล่า
..... ที่ปรึกษาหลัก ประธาน
(อาจารย์ ดร.กมลวรรณ กันยาประสิทธิ์) (ดร.ณัฐธิดา พรหมยอด)
..... ที่ปรึกษาร่วม กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ณสรณ์ ผลโภค) (อาจารย์ ดร.กมลวรรณ กันยาประสิทธิ์)
..... ที่ปรึกษาร่วม กรรมการ
(ว่าที่ร้อยตรี ดร.มนัส บุญประกอบ) (รองศาสตราจารย์ ดร.ณสรณ์ ผลโภค)
..... กรรมการ(ว่าที่
ร้อยตรี ดร.มนัส บุญประกอบ)
..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร.ธีรพงษ์ แสงประดิษฐ์)

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัย
จาก

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
และบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ด้วยความเมตตากรุณา และเอาใจใส่อย่างยิ่งจาก อาจารย์ ดร. กมลวรรณ กันยาประสิทธิ์ รองศาสตราจารย์ ดร. ณสเรศ ผลโภาค และว่าที่ร้อยตรี ดร. มนัส บุญประกอบ อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ ที่ได้ให้ความช่วยเหลือ ให้คำแนะนำ ข้อเสนอแนะ ตลอดจนให้กำลังใจเป็นอย่างดี อันเป็นประโยชน์ต่อการทำวิจัยตลอดมา ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ ดร. ณัฐธิดา พรหมยอต ที่ได้กรุณาเป็นประธานกรรมการและ อาจารย์ ดร.ธีรพงษ์ แสงประดิษฐ์ กรรมการในการสอบปากเปล่า และให้คำแนะนำต่างๆ ให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญทุกท่านที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบและพัฒนาเครื่องมือวิจัย ตลอดจนให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ต่อการวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณคณะผู้บริหาร คณะครู และนักเรียน โรงเรียนเฉลิมพระเกียรติ สมเด็จพระศรีนครินทร์ ศรีสะเกษ ในพระราชูปถัมภ์สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ที่ได้ให้ความช่วยเหลือในการนำเครื่องมือวิจัยไปศึกษานำร่อง ยิ่งไปกว่านั้นขอขอบพระคุณคณะผู้บริหาร และคณะครูโรงเรียนสตรีสิริเกศ ที่ได้อนุญาตให้ผู้วิจัยลาศึกษาต่อและให้ความช่วยเหลือผู้วิจัยระหว่างลาศึกษาต่อ และขอขอบใจนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ทุกคนที่ให้ความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลงานวิจัยสำเร็จลุล่วงด้วยดี

ขอขอบคุณมิตรภาพ กำลังใจ ความห่วงใย และความช่วยเหลือจากเพื่อน พี่ น้อง และเจ้าหน้าที่ศูนย์วิทยาศาสตร์ศึกษา ทุกคน ที่มอบให้แก่ผู้วิจัย จนทำให้เกิดความสำเร็จในครั้งนี้ได้

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่ ที่ให้ชีวิต อบรมสั่งสอนให้ลูกเป็นคนดี และเฝ้ามองความรู้ เสนอมา ขอขอบคุณชีวิตและญาติพี่น้องทุกคน ที่ดูแลทั้งกายและใจ สนับสนุน และเป็นกำลังใจตลอดมา คุณงามความดีและประโยชน์อันพึงมี ที่เกิดจากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณ บพการี บุรพาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่าน

ประกาศ สมสุข

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ	1
ภูมิหลัง	1
คำถามงานวิจัย.....	6
ความมุ่งหมายของการวิจัย	7
ความสำคัญของการวิจัย.....	7
ขอบเขตของการวิจัย	7
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	9
กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	11
สมมติฐานการวิจัย.....	12
2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	13
แนวคิดเกี่ยวกับทฤษฎีสมรรถนียม.....	14
การเรียนรู้ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์.....	23
การเรียนการสอน เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ วิชาฟิสิกส์.....	50
การให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ.....	63
การเรียนรู้ร่วมกัน.....	70
เจตคติต่อวิทยาศาสตร์.....	77
เทคนิคที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้.....	80
3 วิธีดำเนินการวิจัย	89
ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาเอกสาร แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย.....	91
ขั้นตอนที่ 2 การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้การโต้แย้ง เชิงวิทยาศาสตร์.....	93
ขั้นตอนที่ 3 การทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้การโต้แย้ง เชิงวิทยาศาสตร์โดยการศึกษาในห้อง.....	106
ขั้นตอนที่ 4 การนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ ไปทดลองใช้จริง.....	107

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	111
ตอนที่ 1 ผลการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ที่ใช้การโต้แย้ง เชิงวิทยาศาสตร์.....	111
ตอนที่ 2 ผลจากการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ที่ใช้การโต้แย้งเชิง วิทยาศาสตร์	
1. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทดสอบสมมติฐาน.....	112
2. ข้อค้นพบเพิ่มเติมจากการศึกษาผลจากการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ วิชาฟิสิกส์ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ แบบ 2I3C.....	126
5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	133
คำถามงานวิจัย.....	133
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	133
สมมติฐานในการวิจัย.....	133
วิธีดำเนินการวิจัย.....	134
สรุปผลการวิจัย.....	135
อภิปรายผล.....	137
ข้อเสนอแนะ.....	148
บรรณานุกรม	150
ภาคผนวก	161
ภาคผนวก ก.....	162
ภาคผนวก ข.....	164
ภาคผนวก ค.....	218
ภาคผนวก ง.....	233
ประวัติย่อผู้วิจัย.....	242

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 แสดงลักษณะกิจกรรมการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ใช้ในชั้นเรียน	21
2 การแบ่งประเภทและระดับของการสืบเสาะหาความรู้ ตามการให้ข้อมูลแก่ผู้เรียน...	23
3 องค์ประกอบของการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์.....	35
4 การใช้กรอบแนวคิดเพื่อพัฒนาการสร้างการโต้แย้งในรูปแบบกิจกรรมต่าง ๆ	36
5 รูปแบบและขั้นตอนในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ด้วยการโต้แย้ง.....	40
6 ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์แบบ 213C.....	41
7 ผลการประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ ตามโครงการ PISA.....	53
8 ผลการประเมินผลสัมฤทธิ์ในการเรียนรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ ตามโครงการ TIMSS	53
9 มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและมโนทัศน์ที่ถูกต้องเกี่ยวกับแรงและการเคลื่อนที่ จำแนกตามหมวดหมู่.....	57
10 การจำแนกรูปแบบของความสามารถในการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ จากข้อความที่ปรากฏ.....	66
11 การสร้างคำถามปลายเปิดเพื่อประเมินความสามารถในการให้เหตุผล อย่างไม่เป็นทางการ.....	68
12 บทบาทของนักเรียน ครู ของการเรียนรู้ร่วมกัน.....	74
13 ขั้นตอนของการโต้แย้งในการวิจัย	87
14 การกำหนดเนื้อหาในแผนการจัดการเรียนรู้ และเวลาที่ใช้.....	96
15 การกำหนดกิจกรรมการเรียนการสอน ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้.....	97
16 เครื่องมือในการเก็บข้อมูลในการวิจัยกับเวลาที่น่าสนใจในกระบวนการ จัดการเรียนรู้.....	105
17 แบบแผนการทดลอง Nonrandomized Control Group Pretest - Posttest Design	108
18 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของความเข้าใจมโนทัศน์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ และความสามารถในการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ ก่อนเรียนของกลุ่ม ทดลองและกลุ่มควบคุม.....	113
19 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความเข้าใจมโนทัศน์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง และหลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและ กลุ่มควบคุม.....	114
20 ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยความเข้าใจมโนทัศน์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่จำแนก ตามเนื้อหา.....	115

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
21 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง และหลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและ กลุ่มควบคุม.....	116
22 คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ ของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม จำแนกตามสถานการณ์.....	118
23 การจำแนกรูปแบบของการแสดงการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการด้วย คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง.....	118
24 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์กับ เกณฑ์ระดับดี.....	119
25 ค่าเฉลี่ยความสามารถในการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ จำแนกตามกลุ่ม.....	121
26 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการเรียนรู้ร่วมกันกับเกณฑ์ระดับดีขึ้นไป.....	121
27 ค่าเฉลี่ยการเรียนรู้ร่วมกันจำแนกตามกลุ่ม.....	122
28 ค่าเฉลี่ยการเรียนรู้ร่วมกันจำแนกตามประเด็นที่ใช้ในการประเมิน.....	123
29 ข้อมูลจากแบบสังเกตชั้นเรียน.....	123
30 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเจตคติต่อวิทยาศาสตร์กับเกณฑ์ระดับดีขึ้นไป.....	125
31 ค่าเฉลี่ยเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ จำแนกตามรายด้านและภาพรวม.....	126
32 รูปแบบของเหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ.....	127
33 จำแนกตามรูปแบบของเหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ.....	129
34 รายละเอียดข้อมูลทั่วไปของแต่ละกลุ่ม.....	130
35 บทบาทครูและบทบาทนักเรียนตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ที่ใช้ การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ แบบ 2I3C.....	174
36 แสดงผลการประเมินความสอดคล้องของรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ที่ใช้ การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ แบบ 2I3C สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยผู้เชี่ยวชาญ.....	219
37 แสดงผลการประเมินความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยผู้เชี่ยวชาญ....	220
38 แสดงผลการประเมินความสอดคล้องของแบบประเมินความสามารถในการโต้แย้ง เชิงวิทยาศาสตร์ โดยผู้เชี่ยวชาญ.....	224
39 แสดงผลการประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้ เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยผู้เชี่ยวชาญ.....	225

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
40 แสดงค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) รายข้อ และค่าความเชื่อมั่นของ แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ.....	228
41 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) รายข้อและค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความเข้าใจ เรื่อง แรงและ การเคลื่อนที่.....	228
42 แสดงผลการประเมินความสอดคล้องของแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ โดยผู้เชี่ยวชาญ.....	230
43 แสดงผลการประเมินความสอดคล้องของแบบประเมินการเรียนรู้ร่วมกัน โดยผู้เชี่ยวชาญ.....	231
44 แสดงผลการประเมินความสอดคล้องของแบบสังเกตชั้นเรียน โดยผู้เชี่ยวชาญ.....	231



บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	11
2 ความสัมพันธ์ของลักษณะการทำงานของนักวิทยาศาสตร์.....	27
3 แบบแผนข้อโต้แย้งของทูลมิน.....	29
4 แบบแผนการโต้แย้งของชวาร์ซและคณะ.....	30
5 องค์ประกอบของการโต้แย้งของเคลลีและทาคาโอะ.....	31
6 องค์ประกอบของการโต้แย้งที่เน้นความตรงของสมมติฐานแบบนิรนัยของลอร์สัน...	32
7 องค์ประกอบของการโต้แย้งที่เน้นลักษณะของมโนทัศน์และญาณวิทยา ของชันโดวาล.....	33
8 โครงสร้างที่ใช้แสดงองค์ประกอบและเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมิน การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์.....	34
9 ผลการประเมิน O-NET วิชาวิทยาศาสตร์ สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6.....	52
10 ตัวอย่างผังมโนทัศน์.....	81
11 ตัวอย่างของการ์ตูนเชิงมโนทัศน์ The snowman.....	83
12 แผนดำเนินการวิจัย.....	90
13 รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ แบบ 2I3C.....	94
14 การจัดประเภทระดับความสามารถในการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม.....	117
15 คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ ในแต่ละครั้ง.....	120
16 รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ แบบ 2I3C.....	170

บทที่ 1

บทนำ

1. ภูมิหลัง

ฟิสิกส์นับเป็นวิชาพื้นฐานทางความรู้ของวิทยาศาสตร์กายภาพที่มีความสำคัญต่อวงการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตั้งแต่อดีต ปัจจุบัน และอนาคต ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับหลากหลายสาขาวิชา อาทิ วิศวกรรมศาสตร์ เทคโนโลยี ดาราศาสตร์ ชีววิทยา เคมี และธรณีวิทยา ถึงแม้ว่าจะมีเพียงแนวคิด หรือทฤษฎีจำนวนไม่มากแต่ก็สามารถใช้อธิบายขยายความได้ครอบคลุมสิ่งต่างๆ ที่อยู่รอบโลกได้ วิชาฟิสิกส์เป็นที่รู้จักแก่บุคคลทั่วไปเมื่อนิวตันได้นำเสนอถึงกฎการเคลื่อนที่ (Law of Motion) และกฎความโน้มถ่วง (Law of Gravity) และก่อให้เกิดวิชากลศาสตร์และแคลคูลัสตามมา ทำให้มนุษย์ได้เข้าใจปรากฏการณ์ทางธรรมชาติมากขึ้น (Jewett; & Serway. 2006: 1-2) ดังนั้น จึงอาจกล่าวได้ว่าการเรียนการสอนเกี่ยวกับแรงและการเคลื่อนที่ (Force and Motion) มานานกว่า 300 ปีมาแล้ว

องค์การส่งเสริมการศึกษาวิทยาศาสตร์และวัฒนธรรมแห่งสหประชาชาติ (UNESCO) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการเตรียมความพร้อมทางการศึกษาให้แก่ปวงชนเพื่อให้เป็นผู้มีความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (Scientific and technological literacy) ในการประชุมระดับโลกว่าด้วยการศึกษาเพื่อปวงชน เมื่อปี ค.ศ. 1990 ระบุว่า ทุกคนต้องสามารถเข้าถึงและได้รับโอกาสทางการศึกษาที่เป็นพื้นฐานอันจำเป็นต่อการเรียนรู้เพื่อนำไปสู่การพัฒนาคุณภาพชีวิต ใช้ในการแก้ปัญหาทางสังคมที่มีจำนวนมากขึ้น เช่น ปัญหาเกี่ยวกับประชากร สุขภาพ โภชนาการ และสิ่งแวดล้อม เป็นต้น นอกจากนั้นการศึกษายังสร้างการตัดสินใจและเป็นพื้นฐานในการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง (UNESCO. 2000: 1) สำหรับประเทศไทยเองได้เล็งเห็นถึงความสำคัญของวิทยาศาสตร์และบรรจุเนื้อหาวิทยาศาสตร์ไว้ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ที่กล่าวถึงความสำคัญของการเรียนวิทยาศาสตร์ไว้ว่า วิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของทุกคน ไม่ว่าจะเป็นเทคโนโลยีหรืออุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ช่วยอำนวยความสะดวกอันเป็นผลที่เกิดจากวิทยาศาสตร์ทั้งสิ้น ดังนั้นการเรียนวิทยาศาสตร์ช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาความคิดที่เป็นเหตุเป็นผล มีความคิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิจัย ตีความจนช่วยพัฒนาให้มีทักษะในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ไขปัญหา และตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประสิทธิภาพที่ตรวจสอบได้ ทั้งนี้การนำความรู้ไปใช้นั้นควรเป็นไปอย่างสร้างสรรค์ และมีคุณธรรม(กระทรวงศึกษาธิการ. 2551: 92) และตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 วิชาฟิสิกส์นั้นได้รับการบรรจุไว้ในสาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่ และ สาระที่ 5 พลังงาน ของตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

สภาพการเรียนรู้การสอนวิชาฟิสิกส์ในปัจจุบันนั้นยังนับว่าประสบปัญหาอยู่ ซึ่งเกิดจากสาเหตุหลายอย่าง และสาเหตุประการหนึ่งนั้นเกิดจากกระบวนการเรียนการสอนของครูไม่ได้เป็นการปลูกฝังกระบวนการเรียนรู้เท่าที่ควร แต่เป็นการเน้นการบรรยายเพื่อถ่ายโอนความรู้ให้แก่ผู้เรียน เน้นการท่องจำสูตรให้ได้ และการแทนค่าให้ถูกต้อง จึงส่งผลให้ผู้เรียนไม่สามารถสร้างคำอธิบาย ในการตอบคำถามเชิงการให้เหตุผลได้ หรือคำตอบที่แสดงเหตุผลประกอบมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (Misconception) รวมอยู่ด้วย (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). 2554: 40; & Jimoyiannis; & Komis. 2003: 376) มีนักวิจัยหลายท่านได้ทำการศึกษาสภาพปัญหาการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ พบว่า การเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์พื้นฐานในโรงเรียนมัธยมศึกษาหรือมหาวิทยาลัยนั้นส่วนใหญ่อยู่ภายใต้สมการกฎข้อที่ 2 ของนิวตัน ที่มีการกำหนดโจทย์และสถานการณ์ที่มีลักษณะตายตัว การทดลองที่ไม่ซับซ้อน เพื่อหลีกเลี่ยงผลที่เกิดจากตัวแปรอื่นๆ ที่ยากแก่การอธิบายให้เข้าใจ ส่งผลให้ผู้เรียนไม่ได้เรียนรู้จากสภาพปัญหาจริงที่มีอยู่จริงในชีวิตประจำวัน (Helm. 1980: 92) สอดคล้องกับ ไคอารี (Khaiary. 2011: 10) ที่พบว่า การเรียน เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน เป็นหัวข้อสำคัญในการเรียน เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ แต่การหาวิธีการสอนเพื่อสร้างความเข้าใจในความหมายของปริมาณความเฉื่อยและแรงนั้นเป็นเรื่องยาก และผลจากการสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของผู้เรียนที่เรียน เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ของบาร์คตาร์ (Bayraktar. 2009: 273-274) จิโมเยียนนิส และคอมิส (Jimoyiannis; & Komis. 2003: 375) พบว่า ผู้เรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนจำนวนมาก เกี่ยวกับผลของการออกแรงดลกระทำต่อวัตถุแล้วแรงนั้นยังติดอยู่กับวัตถุในขณะที่วัตถุเคลื่อนที่ นอกจากนี้ยังพบว่าหากผู้เรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับแรงและการเคลื่อนที่ จะส่งผลให้ไม่สามารถอธิบายเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ในระดับสูงได้ เห็นได้จากผู้เรียนไม่สามารถนำความรู้เกี่ยวกับแรงและการเคลื่อนที่ มาประยุกต์ใช้ในการอธิบายแรงทางไฟฟ้าและแม่เหล็กได้ (ศุภชัย ทวี. 2548: 5; อ้างอิงจาก Maloney; et al. 2001) จากความสำคัญและสภาพปัญหาในการเรียนวิชาฟิสิกส์ ผู้วิจัยจึงเลือกที่จะพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อที่จะให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในมโนทัศน์ สามารถให้เหตุผล และนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องตามเป้าหมายของการพัฒนาการศึกษา

เป้าหมายการพัฒนาการศึกษาชาติเป็นไปเพื่อเตรียมกำลังคนให้มีความพร้อมในอนาคตสำหรับประเทศไทยได้กำหนดทิศทางการพัฒนาประเทศในแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 11 (พ.ศ. 2555-2559) ให้ความสำคัญในการยกระดับคุณภาพของคนด้วยการพัฒนาและเสริมสร้างองค์ความรู้ควบคู่การพัฒนาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี นวัตกรรมและความคิดสร้างสรรค์ให้เป็นพลังขับเคลื่อนการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมไทยสู่สังคมโลกให้สอดคล้องกับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ซึ่งเป็นการเรียนรู้ภายใต้ชีวิตจริง เพื่อการใช้ชีวิตอยู่ในสังคมอย่างมีความสุขและรู้เท่าทันการเปลี่ยนแปลงของสังคม ดังนั้นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของครูจึงต้องเปลี่ยนแปลงไป โดยครูต้องไม่เป็นผู้ถ่ายทอดความรู้ แต่เปลี่ยนบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวกและเป็นผู้ออกแบบกิจกรรมให้ผู้เรียนได้ลงมือทำ แล้วเกิดการเรียนรู้ภายในใจและสมองของผู้เรียนเอง (วิจารณ์ พานิช. 2555: 5-17) ซึ่งสอดคล้องกับ พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2553 มาตรา 24

ว่าด้วยการจัดกระบวนการเรียนรู้ ที่มุ่งเน้นให้จัดกระบวนการเรียนรู้ในรูปแบบการฝึกทักษะ กระบวนการคิด การจัดการการเผชิญสถานการณ์ และประยุกต์ใช้ความรู้เพื่อแก้ปัญหาได้ ภายใต้ ประสบการณ์จริง โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีสมรรถนิยม (Constructivism) อย่างเหมาะสม

ทฤษฎีสมรรถนิยม มีแนวคิดว่าการเรียนรู้ของผู้เรียนต้องเกิดจากการที่ผู้เรียนเป็นผู้กระทำ (Active) และสร้างองค์ความรู้ขึ้นด้วยตนเอง ผ่านกิจกรรมทางสังคม การเรียนรู้เกิดขึ้นเมื่อมีการรับ ข้อมูลใหม่เข้าไปสัมพันธ์กับความรู้เดิมที่มีอยู่ ทำให้เกิดการปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญา และการแปลความหมายของสิ่งต่าง ๆ อาจแตกต่างกันไปในแต่ละบุคคล (ทิตินา แซมมณี. 2553: 90-94; สุรางค์ ไคว์ตระกูล. 2553: 210; & Pitsoe. 2007: 135-136) โดยแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การสอน ครูผู้สอนควรให้ความสำคัญของกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติจริง ค้นหาความรู้ ใช้ความคิดพิจารณา และค้นพบความรู้ด้วยตนเอง ทั้งนี้การเรียนรู้จะมีความหมายก็ต่อเมื่อสิ่งที่กำลังเรียนรู้นั้นมีความหมายต่อผู้เรียนเอง ดังนั้นกิจกรรมการเรียนรู้จึงต้องเกี่ยวข้องและสัมพันธ์กับชีวิตจริง โดยผ่านการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม ด้วยการทำงานเป็นกลุ่ม (ชนัท ธาตุทอง. 2554: 182-185; นุชลี อุปภัย. 2555: 164; & Bolliger. 2006: 120) รูปแบบการเรียนการสอนที่สนับสนุนแนวคิดนี้ได้เหมาะสมโดยเฉพาะการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ คือ การเรียนรู้ที่ใช้การสืบเสาะหาความรู้เป็นฐาน (Inquiry-based learning)

การสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry) เป็นวิธีการ หรือแนวทางการเรียนการสอนที่สนับสนุน ทฤษฎีสมรรถนิยม (Bass; Contant; & Carin. 2009: 4-5) ที่ผู้เรียนต้องเรียนรู้ผ่านกระบวนการสืบค้น เสาะหา สืบถาม ตรวจสอบ ค้นคว้าด้วยวิธีการที่หลากหลายจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ จนเกิดความเข้าใจ และสร้างเป็นองค์ความรู้ที่มีความหมายของผู้เรียนเอง และสามารถนำความรู้นั้นมาใช้ได้เมื่อ เผชิญสถานการณ์ใด ๆ และบทบาทของครูในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นั้น ครูต้องออกแบบกิจกรรมและประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริง ส่งเสริมให้เกิดการถาม-ตอบ ระหว่างครูกับผู้เรียน หรือผู้เรียนด้วยกันเอง และกิจกรรมต่าง ๆ นั้น ต้องท้าทายให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ที่ หลากหลาย ครูต้องคอยให้คำแนะนำและช่วยเหลือในการสร้างความหมายของข้อมูล สร้างคำอธิบาย ทางวิทยาศาสตร์โดยให้ความสำคัญกับหลักฐานหรือประจักษ์พยาน ตลอดจนฝึกฝนการสื่อสารองค์ ความรู้ที่มีเหตุผล เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ในหลักการ ทฤษฎี และมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ สำคัญ (ประมวล ศิริผั่นแก้ว. 2552: 1-2)

การพัฒนาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มีเป้าหมายเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (Scientific literacy) โดยผู้เรียนสามารถนำความรู้ไปใช้ได้อย่างมีเหตุผล มีวิจารณญาณ สร้างสรรค์ มีคุณธรรม จริยธรรมทั้งในการดำรงชีวิต การประกอบอาชีพ และการดูแลรักษาสภาพแวดล้อม ธรรมชาติอย่างยั่งยืน (สสวท. 2552: 8-9; & Osborne. 2007: 173-176) ซึ่งสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของ การประเมินนานาชาติตามโครงการ PISA (Programme for International Student Assessment) จะเน้นการประเมินสมรรถนะของผู้เรียนในการใช้ความรู้และทักษะที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริงสำหรับการ เรียนรู้ตลอดชีวิต สำหรับการประเมินการรู้วิทยาศาสตร์นั้นเน้นการใช้ความรู้ในการระบุประเด็น

ปัญหา อธิบายปรากฏการณ์ และตัดสินใจต่อประเด็นที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์บนพื้นฐานของประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ และโครงการTIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study) เป็นการประเมินด้านเนื้อหาสาระ (Content domain) และด้านพฤติกรรมการเรียนรู้ (Cognitive domain) ซึ่งผลการประเมินทั้งสองโครงการนั้นเป็นตัวบ่งชี้ความสำเร็จของการพัฒนาการศึกษาชาติ และจากผลการประเมินทั้งโครงการ PISA และ TIMSS ปี 2009 พบว่าประเทศไทยยังมีผลการประเมินต่ำกว่าค่าเฉลี่ย OECD (Organization for Economic Cooperation and Development) (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. 2554: 1-12) จึงแสดงให้เห็นว่าการพัฒนาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ของไทยจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาและแก้ไข เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหาสามารถให้เหตุผลและสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์บนพื้นฐานของประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ และเชื่อมโยงสู่ชีวิตจริง จากการเรียนรู้ร่วมกันผ่านกิจกรรมกลุ่มได้ รูปแบบการเรียนการสอนรูปแบบหนึ่งที่นักการศึกษาและนักวิจัยได้นำเสนอไว้และสนับสนุนการแก้ไขปัญหาดังกล่าวได้อย่างเหมาะสม คือ การโต้แย้ง (Argumentation) (Jiménez-Aleixandre; & Erduran. 2008: 5; citing Bo'ttcher; & Meisert. 2011: 104; Duschl. 2008: 277; citing Sampson; Grooms; & Walker. 2010: 218; & Dawson; & Venville. 2010: 134)

การโต้แย้งเป็นรูปแบบหนึ่งของการแสดงออกโดยใช้เหตุผลของแต่ละบุคคลในการคัดค้านหรือโต้ว่าที่ระหว่างบุคคลในกรณีที่มีความคิดเห็นที่ขัดแย้งกัน (Jiménez-Aleixandre; & Erduran. 2008; citing Simon. 2011: 71) อาจเป็นกิจกรรมส่วนบุคคลหรือกิจกรรมทางสังคมที่แสดงออกทางความคิด ด้วยวาจา การเขียน หรือการกระทำที่มีเหตุผล โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อสร้างความรู้ ตัดสินข้อสรุป คำอธิบาย การคาดเดา หรือข้อกล่าวอ้าง ด้วยเหตุผลและการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Cavagnetto. 2011: 35; Osborne. 2007: 178; Sampson; & Blanchard. 2012: 1123; & Venville; & Dawson. 2010: 954) การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific argumentation) มีความโดดเด่นในการส่งเสริมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เห็นได้จากสภาวิจัยแห่งชาติสหรัฐอเมริกา (NRC. 2013) ได้เสนอมาตรฐานวิทยาศาสตร์ศึกษายุคใหม่ (NGSS) ได้นำแนวปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ที่เชื่อว่านักเรียนจะเข้าใจได้ก็ต่อเมื่อได้ลงมือใช้ความรู้และทักษะต่าง ๆ ในการปฏิบัติจริง จึงได้กำหนดให้การร่วมสนใจในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้หลักฐานที่หามาได้ เป็นหนึ่งในแนวทางในการปฏิบัติสำหรับห้องเรียนวิทยาศาสตร์ ดังนั้นจึงสามารถพัฒนาทักษะการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific reasoning) และการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ (Informal reasoning) ส่งเสริมให้เกิดความเข้าใจมโนทัศน์ (Conceptual understanding) และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกัน (Collaborative learning) เพื่อประเมินความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยใช้หลักฐาน (Evidences) เป็นสำคัญ นอกจากนี้ยังเป็นการฝึกทักษะการสร้างการตัดสินใจ ส่งเสริมให้เกิดการแก้ปัญหา การเรียนรู้ที่มีความหมาย ตลอดจนความเข้าใจในวิธีการนำหลักฐานมาใช้ประกอบการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ (Scientific explanation)

ทั้งนี้บทบาทที่สำคัญของการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์เป็นการเรียนรู้ผ่านบริบทที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์กับสังคม (Socio-scientific contexts) ทำให้การเรียนรู้ที่มีความหมายกับผู้เรียนอย่างแท้จริง (Sampson; & Blanchard. 2012: 1123; & Simon. 2011: 71) สอดคล้องกับ ซีดเลอร์และคณะ (Zeidler; et al. 2003: 98) กล่าวว่า การโต้แย้งเป็นรูปแบบที่ส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (Scientific literacy) ส่งเสริมการใช้ความรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ พัฒนาพฤติกรรมและเจตคติเชิงบวกต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ เป็นการเชื่อมโยงระหว่างความรู้และบริบทแวดล้อม นอกจากนี้ยังเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนสร้างคำถามที่มีความหมายในโลกความจริง เป็นการเรียนรู้ที่สมาชิกภายในกลุ่มร่วมกันอภิปรายด้วยการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล ซึ่งผู้เรียนมีรูปแบบแนวคิดในการหาเหตุผล และหลักฐานเพื่อแก้ปัญหา นำไปสู่คำตอบของคำถามได้อย่างอิสระ

องค์ประกอบของการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ประกอบด้วยข้อกล่าวอ้าง (Claims) หลักฐาน (Evidences) และการให้เหตุผล (Reasoning) โดยมีความสัมพันธ์กันคือจะใช้หลักฐานที่มีอยู่เพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง และหลักฐานที่นำมาใช้ประกอบนั้นต้องแสดงถึงควมมีเหตุผล ทั้งนี้สิ่งที่จะนำมาเป็นหลักฐานในการโต้แย้งได้นั้นต้องได้มาจากการวัด การสังเกต หรือข้อค้นพบที่ได้มีการบันทึก วิเคราะห์ และตีความ จากผู้ค้นพบนั้นแล้ว ส่วนองค์ประกอบของเหตุผลในการโต้แย้งนั้นอาจอยู่ในรูปของความขัดแย้ง หรือแสดงให้เห็นถึงลักษณะเฉพาะของหลักฐานที่นำมาใช้เป็นตัวเลือก ตลอดจนแสดงถึงความเชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างและหลักฐานที่มาสสนับสนุนนั้น (Sampson; et al. 2011; citing Sampson; & Blanchard. 2012: 1123) ส่วนการวิเคราะห์คุณภาพของการโต้แย้งนั้น รูปแบบที่มักนำมาใช้คือ TAP (Toulmin's argument pattern) ซึ่งประกอบด้วยข้อกล่าวอ้าง(Claims) ข้อมูล (Data) การรับรอง(Warrants) และการสนับสนุน (Backing) (Simon. 2011: 72)

นักวิจัยได้ทำการศึกษาการใช้รูปแบบการโต้แย้งในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนทางวิทยาศาสตร์อย่างกว้างขวาง เช่น คูห์น และยูเดลล์ (Kuhn; & Udell. 2003: 1245) พบว่าหากเพิ่มกิจกรรมที่ส่งเสริมการโต้แย้งมากขึ้นประสิทธิภาพของการโต้แย้งก็เพิ่มขึ้นเช่นกัน ลีและเกรส (Lee; & Grace. 2012: 787) ได้ใช้การโต้แย้งในการพัฒนาการให้เหตุผลของนักเรียนต่อประเด็นไข้หวัดนกในประเทศจีน โดยเปรียบเทียบความแตกต่างของทักษะในการให้เหตุผล การนำหลักฐานมาใช้ในการสร้างเกณฑ์ในการตัดสินใจ และนำไปสู่การตัดสินใจ ระหว่างนักเรียนในเมืองกว้างโจว และฮ่องกง พบว่า การโต้แย้งส่งผลให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาการสร้างการตัดสินใจและมุมมองในการให้เหตุผล ตลอดจนการสะท้อนความคิดที่หลากหลาย ทั้งนี้เพราะการโต้แย้งเป็นการพิสูจน์ให้เห็นข้อเท็จจริงด้วยหลักฐาน ซึ่งจำนวนของหลักฐานจะนำไปสู่ปริมาณข้อเท็จจริง และจำนวนของเหตุผลที่นำมาใช้ในการกล่าวอ้าง แต่ความสามารถในการสร้างการตัดสินใจและมุมมองในการให้เหตุผลมีความแตกต่างกันระหว่างผู้เรียนที่มาจากบริบทต่างกัน เอสกิน และเบกิโรกลู (Eskin; & Bekiroglu. 2009: 63) ได้นำการโต้แย้งมาสสนับสนุนในกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ และได้นำ TAP มาใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพของการโต้แย้ง พบว่าการโต้แย้งทำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ และคุณภาพของการโต้แย้งไม่ขึ้นกับจำนวนหลักฐานที่นำมาสนับสนุน

ข้อกล่าวอ้างนั้น แฮนด์ และชอย (Hand; & Choi. 2010: 29) ได้นำรูปแบบการเขียนรายงานผลการทดลองที่ใช้คำถามนำการโต้แย้งอย่างมีโครงสร้างด้วย Science Writing Heuristic (SWH) เป็นการส่งเสริมการเขียนตัวแทนทางความคิดได้เป็นอย่างดี (Evagorou; & Osborne. 2012: 232) ได้ทำการศึกษาผู้เรียนที่มีภูมิหลังทางสังคมและวัฒนธรรมที่แตกต่างพบว่าผู้เรียนควรได้รับความช่วยเหลือให้มีความรู้สึกถึงความสำเร็จในการโต้แย้งร่วมกัน ดังนั้นการโต้แย้ง จึงเป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้พัฒนาความเข้าใจในมโนทัศน์ ทักษะการให้เหตุผล การเรียนรู้ร่วมกันในการทำงานเป็นกลุ่ม การสื่อสาร ตลอดจนทักษะทางสังคมให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น โดยมีครูเป็นผู้จัดการสิ่งแวดล้อมในการเรียนรู้ให้นักเรียน ถึงแม้ว่าการนำเอาการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์เข้าสู่ห้องเรียนนั้นจะเป็นการส่งเสริมความเข้าใจในมโนทัศน์และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้ดีกว่าแต่ก็ยังพบอุปสรรคสำคัญจากงานวิจัยของ แซมป์สัน และบลันชาร์ด (Sampson; & Blanchard. 2012: 1122) ได้ทำการฝึกอบรมครูเพื่อพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนด้วยการโต้แย้งพบว่า ครูยังใช้ความรู้เดิมเพื่ออธิบายเหตุการณ์มากกว่าใช้หลักฐานที่ให้ไปในการตอบคำถาม นอกจากนี้แล้วการส่งเสริมการใช้การโต้แย้ง ในกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ยังมีจำนวนน้อย

จากเหตุผลและความสำคัญดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริม ความสามารถในการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ ความเข้าใจมโนทัศน์ วิชาฟิสิกส์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ตลอดจนส่งเสริมการเรียนรู้ร่วมกันในการทำงานร่วมกับผู้อื่น และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ด้วยรูปแบบการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ โดยใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์กับสังคม หรือเหตุการณ์ สถานการณ์ ที่เกิดขึ้นหรือมีอยู่ในบริบทสังคมไทย ที่เอื้อต่อการนำมาเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียนกับชีวิตประจำวัน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างเข้าใจและมีความหมาย เช่น การคาดเข็มขัดนิรภัย การสวมหมวกนิรภัย การจุดพลุ การจุดบั้งไฟ เป็นต้น แล้วมีผลกระทบต่อสังคม ทั้งเชิงบวกและเชิงลบ นอกจากนี้เพื่อนำความรู้และความเข้าใจไปใช้ในการแก้ปัญหาและเป็นทักษะในการดำเนินชีวิตในสังคมได้อย่างมีความสุขต่อไป

2. คำถามงานวิจัย

2.1 รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ส่งผลต่อความเข้าใจมโนทัศน์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ หรือไม่ อย่างไร

2.2 รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ส่งผลต่อความสามารถในการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ และการเรียนรู้ร่วมกันหรือไม่ อย่างไร

3. ความมุ่งหมายของการวิจัย

3.1 พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริม ความเข้าใจในทศน์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ความสามารถในการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ ความสามารถในการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ การเรียนรู้ร่วมกัน และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

3.2 เพื่อศึกษาผลจากการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ ในด้าน

3.2.1 ความเข้าใจในทศน์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่

3.2.2 ความสามารถในการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ

3.2.3 ความสามารถในการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์

3.2.4 การเรียนรู้ร่วมกัน

3.2.5 เจตคติต่อวิทยาศาสตร์

4. ความสำคัญของการวิจัย

ผลจากการวิจัยในครั้งนี้จะทำให้ได้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ ความเข้าใจในทศน์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ วิชาฟิสิกส์ การเรียนรู้ร่วมกัน และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ นอกจากนั้นยังเป็นแนวทางในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ทั้งในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นและตอนปลาย ที่ต้องการมุ่งเน้นพัฒนาให้ผู้เรียนสามารถให้เหตุผลในการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างประจักษ์พยาน หรือหลักฐานเพื่อใช้ในการสรุปข้อมูล และการตัดสินใจ ทั้งในชั้นเรียนและบริบทแวดล้อมทั้งเหตุการณ์ สถานการณ์ ที่มีความเกี่ยวข้องและสัมพันธ์กับผู้เรียนทั้งทางตรงและทางอ้อม ตลอดจนสามารถเรียนรู้ร่วมกันกับผู้อื่นได้เป็นอย่างดีเมื่อต้องทำงานร่วมกัน

5. ขอบเขตการศึกษา

การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมความเข้าใจในทศน์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ความสามารถในการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ ความสามารถในการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ การเรียนรู้ร่วมกัน และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ มีขอบเขตดังนี้

5.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

5.1.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 28

5.1.2 กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสตรีศรีสะเกษ จังหวัดศรีสะเกษ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 2 ห้องเรียน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 1 ห้อง และกลุ่มควบคุม 1 ห้อง ได้มาจากการเลือกโรงเรียนแบบเจาะจง (Purposive sampling) และเลือกห้องทดลองด้วยการสุ่มอย่างง่ายด้วยการจับสลาก

5.2 ตัวแปรที่ศึกษา

5.2.1 ตัวแปรอิสระ : การใช้รูปแบบการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ แบบ 2I3C

5.2.2 ตัวแปรตาม : ผลของการเรียนรู้ของผู้เรียนในด้านต่าง ๆ ดังนี้

- 1) ความเข้าใจในทฤษฎี เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ วิชาฟิสิกส์
- 2) ความสามารถในการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ
- 3) ความสามารถในการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์
- 4) การเรียนรู้ร่วมกัน
- 5) เจตคติต่อวิทยาศาสตร์

5.3 เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

ครอบคลุมเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ (เพิ่มเติม) เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ซึ่งจำแนกหัวข้อย่อยตามหน่วยการเรียนรู้ได้ดังนี้

1. การเคลื่อนที่ใน 1 มิติ
 - 1.1 ปริมาณที่เกิดจากการเคลื่อนที่ของวัตถุ
 - 1.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ปริมาณการเคลื่อนที่
 - 1.3 การเคลื่อนที่ 1 มิติด้วยความเร่งคงที่ในแนวราบ
 - 1.4 การเคลื่อนที่ 1 มิติด้วยความเร่งคงที่ในแนวดิ่ง
2. มวล แรง และกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน
 - 2.1 แรง มวล น้ำหนัก และกฎแรงดึงดูดระหว่างมวล
 - 2.2 กฎการเคลื่อนที่ข้อที่หนึ่งของนิวตัน
 - 2.3 กฎการเคลื่อนที่ข้อที่สองของนิวตัน
 - 2.4 กฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตัน
 - 2.5 แรงเสียดทาน

5.4 ระยะเวลาในการเก็บข้อมูลวิจัย

ระยะเวลาในการดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยใช้เวลา รวม 34 คาบ โดยทำการทดสอบก่อนเรียน 2 คาบ ดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน 30 คาบ โดยแบ่งเป็นแผนการจัดการเรียนรู้สำหรับเตรียมความพร้อมให้นักเรียนมีทักษะที่จำเป็นต่อการเรียนรู้ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ 5 คาบ และเรียนรู้เนื้อหา แรงและการเคลื่อนที่ 25 คาบ และทดสอบหลังเรียน 2 คาบ

6. นิยามศัพท์เฉพาะ

6.1 รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ แบบ 2I3C สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย หมายถึง กระบวนการจัดการเรียนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น โดยมีแนวคิดพื้นฐานมาจากทฤษฎีสมรรถนะ และการเรียนรู้แบบการสืบเสาะหาความรู้ ที่เป็นกระบวนการสร้างองค์ความรู้จากการใช้หลักฐานที่รวบรวมได้จากข้อมูลในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อนำไปใช้ในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง โดยใช้เหตุผลในการอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างหลักฐานกับข้อกล่าวอ้างนั้น และนำไปสู่การลงข้อสรุป ด้วยการทำงานเป็นกลุ่ม ภายใต้บริบททางวิทยาศาสตร์ และบริบททางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ผ่านกิจกรรมการเรียนการสอนทั้งในรูปแบบการคิด การเขียน การทดลอง การนำเสนอ การโต้แย้ง โดยมีเป้าหมายเพื่อตัดสินใจอย่างมีเหตุผลที่จะยอมรับความคิดเห็นหนึ่ง ๆ ซึ่งรูปแบบของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์นั้น แบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 นำเข้าสู่ประเด็น (Introduce the issues) เป็นการนำเสนอประเด็นหรือสถานการณ์ ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันหรือเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ ด้วยภาพข่าว บทความ หรือวีดิทัศน์ โดยผู้เสนอประเด็นอาจเป็นครูหรือผู้เรียน แล้วให้ผู้เรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็น

ขั้นตอนที่ 2 กำหนดหัวข้อในการโต้แย้ง (Identify the point) ระบุประเด็นที่จะนำมาโต้แย้ง ที่ได้มาจากการแสดงความคิดเห็นต่อประเด็นที่นำเสนอ ซึ่งอาจมีความหลากหลาย โดยประเด็นที่เลือกนั้นต้องสามารถตรวจสอบ หรือหาคำตอบได้

ขั้นตอนที่ 3 เก็บรวบรวมหลักฐาน (Collect the evidences) เป็นการสำรวจตรวจสอบ ทดลอง หรือสืบค้นข้อมูล แล้วทำการบันทึกข้อมูลที่ได้จากการวัดและการสังเกต เพื่อนำไปวิเคราะห์ แล้วใช้เป็นหลักฐาน ซึ่งมีได้หลากหลายรูปแบบ เช่น ข้อมูลเชิงตัวเลข กราฟ ภาพถ่าย ภาพเคลื่อนไหว ข้อความบรรยาย หรืออื่น ๆ

ขั้นตอนที่ 4 สร้างการโต้แย้ง (Construct the argumentation) เป็นกิจกรรมในส่วนของการโต้แย้ง โดยเริ่มจากการอภิปรายในกลุ่มของตนเอง แล้วนำเสนอข้อโต้แย้งของกลุ่มต่อเพื่อนในชั้นเรียน โดยมีขั้นย่อย ๆ 5 ขั้น ดังนี้

ขั้น 1 แต่ละกลุ่มสร้างข้อกล่าวอ้างของตนเอง

ขั้น 2 แต่ละกลุ่มตรวจสอบข้อกล่าวอ้างของกลุ่มตนเองที่สร้างขึ้น

ขั้น 3 แต่ละกลุ่มนำเสนอข้อโต้แย้งของตนเอง

ขั้น 4 กลุ่มที่มีแนวคิดแตกต่างทำการซักค้านเพื่ออภิปรายร่วมกัน

ขั้น 5 หากกลุ่มยังคงยืนยันในแนวคิดเดิมต้องทำการแย้งกลับด้วยเหตุผลและหลักฐานที่สามารถหักล้างแนวคิดที่แตกต่างได้ แต่หากเห็นว่าข้อโต้แย้งของกลุ่มตนเองมีข้อบกพร่อง ก็ทำการแก้ไขข้อโต้แย้งของตนเองต่อไป

ในขั้นตอนนี้ครูมีบทบาทในการชี้แจงบทบาทของสมาชิกแต่ละคนภายในกลุ่มให้ชัดเจน และบทบาทของแต่ละกลุ่มในการอภิปรายทั้งชั้น ตลอดจนพิจารณาและตัดสินใจโต้แย้งของแต่ละกลุ่มว่ามีความถูกต้องมากน้อยเพียงใด

ขั้นตอนที่ 5 สื่อสารคำอธิบายไปยังผู้อื่น (Communicate the explanation to others)

เป็นการสื่อสารเพื่อแสดงถึง ความเข้าใจส่วนบุคคลในการศึกษาในแต่ละเรื่อง ทั้งในรูปแบบการเขียนรายงาน การเขียนผังมโนทัศน์ หรือการนำเสนอด้วยวาจา โดยครูอาจมีแบบฟอร์มในการเขียนรายงาน หรือหัวข้อในการนำเสนอหรือไม่ก็ได้

6.2 ความเข้าใจมโนทัศน์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ วิชาฟิสิกส์ หมายถึง ความสามารถในการอธิบาย จับใจความสำคัญ เปรียบเทียบ ยกตัวอย่าง นิยาม เลือกแผนภาพแสดง มโนทัศน์ แปลความหมาย โดยใช้แบบทดสอบความเข้าใจมโนทัศน์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบ ชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น

6.3 ความสามารถในการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ หมายถึง ทักษะที่ใช้ในการอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างหลักฐานกับข้อกล่าวอ้าง และนำไปสู่การลงข้อสรุป เพื่อตัดสินใจในสถานการณ์ต่าง ๆ โดยประเมินจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ ซึ่งเป็นคำถามปลายเปิด มีคำตอบและวิธีแก้ปัญหาได้อย่างหลากหลาย จาก 3 สถานการณ์ แต่ละสถานการณ์จะมีคำถามย่อย 4 ข้อเพื่อให้นักเรียนแสดงแนวคิด การสร้างข้อโต้แย้งสนับสนุน การสร้างข้อโต้แย้งกลับ และการสร้างข้อคัดค้าน ซึ่งผู้วิจัยพัฒนาขึ้น โดยดัดแปลงมาจากงานวิจัยของวูและไช่ (Wu; & Tsai. 2007; citing Wu; & Tsai. 2011: 777) ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น

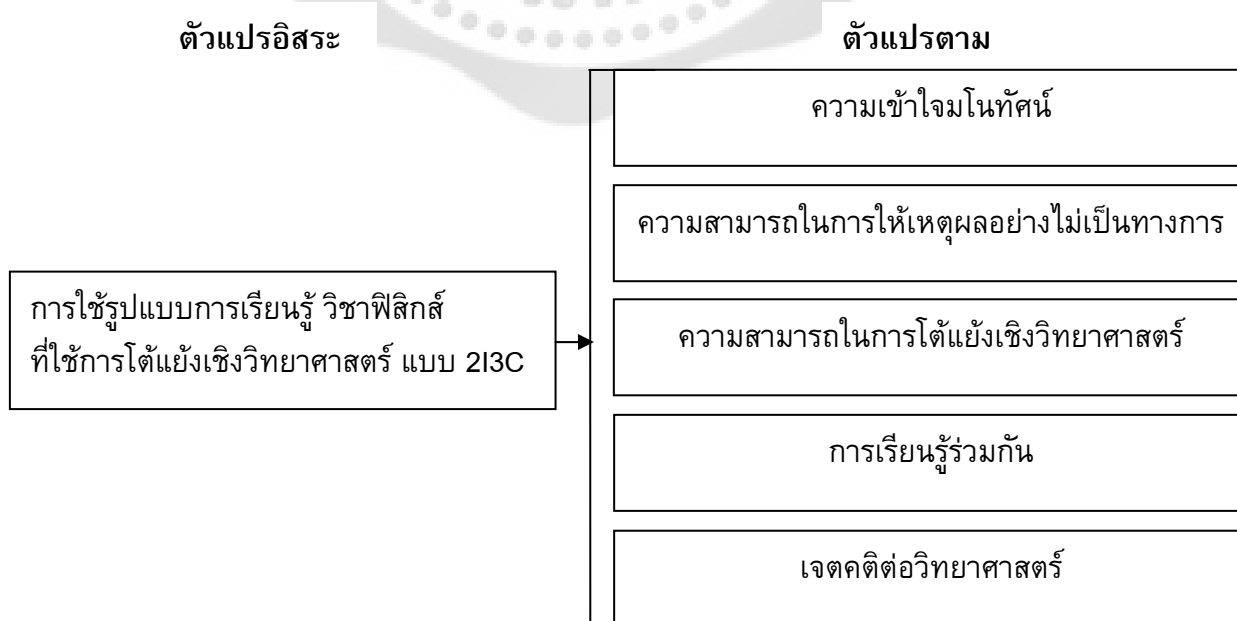
6.4 ความสามารถในการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง ทักษะที่ใช้ในการสำรวจ ตรวจสอบ พิสูจน์ และยืนยัน ด้วยการแสดงเหตุผลในการอธิบายความเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างหลักฐานและข้อกล่าวอ้าง และนำไปสู่การลงข้อสรุป โดยมีเป้าหมายเพื่อตัดสินใจอย่างมีเหตุผลที่จะยอมรับความคิดเห็นหนึ่ง ๆ ด้วยการสื่อสารผ่านการเขียน การนำเสนอด้วยวาจา การโต้แย้งที่ด้วยการทำงานเป็นกลุ่ม ภายใต้บริบททางวิทยาศาสตร์กับสังคม ซึ่งประเมินทั้งการสร้างข้อโต้แย้งและกระบวนการสร้างข้อโต้แย้ง โดยใช้แบบบันทึกการสร้างข้อโต้แย้งที่เป็นคำถามปลายเปิดจำนวน 7 ข้อ เป็นตัวช่วยในการนำทางสู่การเขียนข้อโต้แย้ง ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น

6.5 การเรียนรู้ร่วมกัน หมายถึง กระบวนการที่ผู้เรียนใช้ในการสืบเสาะหาคำตอบในประเด็นที่สมาชิกในกลุ่มสนใจร่วมกัน และเกี่ยวข้องกับกระบวนการสร้างข้อกล่าวอ้าง การหาข้อมูลเพื่อนำไปใช้เป็นหลักฐานในการอธิบายเพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้างของกลุ่มร่วมกัน โดยที่สมาชิกแต่ละคนจะได้รับบทบาทและหน้าที่ที่แตกต่างกันตามความถนัดและความสนใจ ตลอดจนร่วมแสดงความคิดเห็น แลกเปลี่ยนแนวคิด และช่วยเหลือซึ่งกันและกัน ประเมินโดยใช้แบบประเมินการเรียนรู้ร่วมกัน และแบบสังเกตชั้นเรียน ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น

6.6 เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ หมายถึง อารมณ์และความรู้สึกนึกคิดที่มีต่อการทำกิจกรรมการเรียนรู้ เกี่ยวกับความสนใจ ความชอบ ความเชื่อและค่านิยม การมีคุณธรรมจริยธรรม และการยึดถือในคุณค่าของงานด้านวิทยาศาสตร์ ที่มีผลกระทบต่อบุคคลและสังคม ซึ่งวัดจากแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ เป็นแบบสอบถามชนิดมาตราส่วนประมาณค่า ตามวิธีของลิเคอร์ท ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้นและดัดแปลงมาจาก สสวท. (2555: 169) และอารยา ปาละโชติ (2551: 150-153)

7. กรอบแนวคิดในการวิจัย

กรอบแนวคิดการวิจัยในครั้งนี้เกิดจากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีสรณนิยม (Constructivism) การเรียนรู้ที่ใช้การสืบเสาะหาความรู้เป็นฐาน (Inquiry-based learning) การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific argumentation) และการเรียนการสอน เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ วิชาฟิสิกส์ พบว่า การเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์นั้น ครูยังเน้นการบรรยาย การท่องจำสูตร และการกำหนดโจทย์ปัญหาและแทนค่าให้ถูกต้อง จึงส่งผลให้ผู้เรียนไม่ได้เรียนรู้จากสภาพปัญหาจริงที่มีอยู่จริงในชีวิตประจำวันและไม่สามารถสร้างคำอธิบายในการตอบคำถามเชิงการให้เหตุผลได้ (สสวท. 2554: 40; & Jimoyiannis & Komis. 2003: 376) การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นอีกหนึ่งรูปแบบของการเรียนรู้แบบการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry) เป็นการเรียนรู้ผ่านบริบทที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์กับสังคม ทำให้การเรียนนั้นมีความหมายกับผู้เรียนอย่างแท้จริง (Sampson; & Blanchard. 2012: 1123; & Simon. 2011: 71) สามารถพัฒนาทักษะการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ และการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ ส่งเสริมให้เกิดความเข้าใจในโมทัศน์ ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกัน (Collaborative learning) เพื่อประเมินความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยใช้หลักฐาน (Evidences) เป็นสำคัญ จึงสรุปเป็นกรอบแนวคิดในการวิจัยได้ดังภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

8. สมมติฐานในการวิจัย

8.1 นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยความเข้าใจโน้ตส้น เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและสูงกว่ากลุ่มควบคุม

8.2 นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและสูงกว่ากลุ่มควบคุม

8.3 นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ อยู่ในระดับดีขึ้น

8.4 นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยการเรียนรู้ร่วมกันอยู่ในระดับดีขึ้น

8.5 นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยเจตคติต่อวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดีขึ้น



บทที่ 2

เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และได้นำเสนอตามหัวข้อดังต่อไปนี้

1. แนวคิดเกี่ยวกับทฤษฎีสมรรถนียม

1.1 ทฤษฎีสมรรถนียม

1.2 แนวทางการจัดการเรียนการสอนตามทฤษฎีสมรรถนียม

1.3 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

2. การเรียนรู้ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์

2.1 ความหมายของการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์

2.2 ความสำคัญของการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์

2.3 องค์ประกอบของการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์

2.4 รูปแบบและขั้นตอนการเรียนรู้ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์

2.5 การวัดและประเมินผลการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์

2.6 งานวิจัยเกี่ยวกับการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์

3. การเรียนการสอน เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ วิชาฟิสิกส์

3.1 สภาพการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์

3.2 ความเข้าใจในทศน์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ วิชา ฟิสิกส์

3.3 งานวิจัยเกี่ยวกับการเรียนการสอน เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ วิชาฟิสิกส์

4. การให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ

4.1 ความสำคัญของการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ

4.2 ความหมายของการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ

4.3 องค์ประกอบของการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ

4.4 ประเภทและรูปแบบของการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ

4.5 การประเมินความสามารถในการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ

4.6 งานวิจัยเกี่ยวกับการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ

5. การเรียนรู้ร่วมกัน

5.1 ความหมายของการเรียนรู้ร่วมกัน

5.2 ความสำคัญของการเรียนรู้ร่วมกัน

5.3 ลักษณะของการเรียนรู้ร่วมกัน

- 5.4 องค์ประกอบของการเรียนรู้ร่วมกัน
- 5.5 บทบาทของนักเรียน ครู ของการเรียนรู้ร่วมกัน
- 5.6 การประเมินการเรียนรู้ร่วมกัน
- 5.7 งานวิจัยเกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ร่วมกัน
- 6. เจตคติต่อวิทยาศาสตร์
 - 6.1 ความหมายของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์
 - 6.2 องค์ประกอบของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์
 - 6.3 การประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์
- 7. เทคนิคที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
 - 7.1 ผังมโนทัศน์
 - 7.2 การ์ตูนเชิงมโนทัศน์
 - 7.3 การโต้แย้ง

1. แนวคิดเกี่ยวกับทฤษฎีสรคณิยม

1.1 ทฤษฎีสรคณิยม (Constructivism)

ทฤษฎีสรคณิยม หรือทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) เชื่อว่าความรู้ของคนเรานั้น สามารถสร้างขึ้นได้จากกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียนเอง ด้วยการมีปฏิสัมพันธ์กับบุคคลและบริบทที่แวดล้อม โดยขึ้นอยู่กับประสบการณ์เดิมที่มีต่อสิ่งนั้น และสิ่งแวดล้อมหรือบริบททางสังคมของแต่ละคน (ทิสนา แคมมณี. 2553: 90-91; ซาตรี ฝ่ายคำตา. 2551: 34; & Pitsoe. 2007: 136) สอดคล้องกับ ฌ็อง ฌาค็อง (2554: 182-185) กล่าวถึงรูปแบบการเรียนการสอนตามทฤษฎีสรคณิยม ไว้ว่าความรู้เกิดจากผู้เรียนเป็นผู้สร้างโดยการรับข้อมูลใหม่เข้าไปสัมพันธ์กับความรู้เดิมที่มีอยู่ ทำให้เกิดการปรับเปลี่ยนโครงสร้างปัญญา และการเรียนรู้ลักษณะนี้จึงอยู่บนพื้นฐานของการแปลความหมายของสิ่งต่าง ๆ ที่แตกต่างกันไปในแต่ละบุคคล ทั้งนี้เพราะความรู้ทำให้สิ่งต่าง ๆ มีความหมายทั้งในแง่สาระวิชาและโลกความเป็นจริง ที่สร้างจากประสบการณ์ ถ่ายทอดไม่ได้และมีคุณค่าต่อการนำไปใช้ในชีวิตจริง (Pitsoe. 2007: 140-141)

การสร้างความรู้มีองค์ประกอบที่สำคัญ 3 ประการ ได้แก่ 1) โครงสร้างทางปัญญา (Schema) หรือความรู้เดิม 2) กระบวนการทางปัญญา (Cognitive process) และ 3) ข้อมูลหรือประสบการณ์ใหม่ (ชนาธิป พรกุล. 2554: 73) โดยรากฐานความเชื่อของทฤษฎีการเรียนรู้เกิดจากแนวคิดของนักจิตวิทยาชาวรัสเซีย 2 ท่าน คือ ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญา (Cognitive developmental theory) ของเพียเจต์ (Piaget) และทฤษฎีสรคณิยมเชิงสังคม (Social constructivism theory) ของไวทสกี้ (Vygotsky) (สุรางค์ โค้วตระกูล. 2553: 210) โดยเพียเจต์อธิบายว่าพัฒนาการเกิดขึ้นเมื่อบุคคลรับและซึมซับข้อมูลหรือประสบการณ์ใหม่ ซึ่งเรียกกระบวนการนี้ว่ากระบวนการซึมซับหรือดูดซึม (Assimilation) แล้วนำไปสัมพันธ์กับโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่เดิม

หากเกิดความไม่สัมพันธ์กัน จะเกิดภาวะไม่สมดุล (Disequilibrium) บุคคลจะพยายามปรับสภาวะสมดุล (Equilibrium) ทำให้เกิดกระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา (Accommodation) ส่วนไวทกอสกี อธิบายว่าบุคคลมีความสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมตั้งแต่แรกเกิดทั้งสิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมทางวัฒนธรรม ดังนั้น เซอร์วิญญาของบุคคลจึงเริ่มขึ้นที่บ้านและพัฒนาต่อเมื่อบุคคลมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่นและสัมผัสกับสิ่งแวดล้อม ไวทกอสกี ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับ “Zone of Proximal Development: ZPD” ซึ่งเป็นการอธิบายถึงช่วงห่างระหว่างระดับพัฒนาการทางเซอร์วิญญาที่บุคคลเป็นอยู่กับระดับพัฒนาการทางเซอร์วิญญาที่แต่ละบุคคลจะพัฒนาไปถึง ดังนั้นแต่ละคนจะมี ZPD ที่ไม่เท่ากัน ด้วยเหตุนี้ครูจึงควรให้ความช่วยเหลือผู้เรียนในลักษณะฐานการช่วยเหลือ (Scaffolding) และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ต้องดำเนินไปภายใต้บริบทใดบริบทหนึ่ง การเรียนรู้นั้นจึงเกิดความหมายสำหรับผู้เรียน (ทศนา แซมมณี. 2553: 90-93)

สรวงศ์ โค้วตระกูล (2553: 211) ได้กล่าวถึง การเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพของกลุ่มสรรคนิยมเชิงสติปัญญา (Cognitive constructivists) และกลุ่มสรรคนิยมเชิงสังคม (Social constructivists) ที่มีความคิดเห็นสอดคล้องกันในลักษณะของการเรียนรู้ตามทฤษฎีสรรคนิยม คือ

- 1) ผู้เรียนสร้างความเข้าใจในสิ่งที่เรียนรู้ด้วยตนเอง
- 2) การเรียนรู้สิ่งใหม่ขึ้นกับความรู้เดิมและความเข้าใจที่มีอยู่ในปัจจุบัน
- 3) การมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมมีความสำคัญต่อการเรียนรู้
- 4) การจัดสิ่งแวดล้อม บริบทที่คล้ายคลึงกับชีวิตจริง ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้

อย่างมีความหมาย

โจแนสเซน (Jonassen. 1992: 138-139; อ้างอิงจาก ทศนา แซมมณี. 2553: 93-94) กล่าวว่า การแปลความหมายเหตุการณ์หรือสิ่งต่าง ๆ ของแต่ละบุคคลแตกต่างกัน ขึ้นกับการรับรู้ประสบการณ์ ค่านิยม ความเชื่อ ความสนใจ และภูมิหลังของแต่ละบุคคล โดยถือว่าสมองเป็นเครื่องมือที่สำคัญในการแปลความหมายดังกล่าว ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมายของออสซูเบล (Ausubel) ที่เชื่อว่าการเรียนรู้ที่มีความหมายของผู้เรียนนั้นเกิดจากการรับข้อมูลหรือประสบการณ์ใหม่มาจากครูผู้สอนหรือจากสิ่งแวดล้อมแล้วเห็นความสัมพันธ์ของข้อมูลใหม่กับโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่เดิม และสามารถนำไปใช้ในอนาคตได้ และทฤษฎีการเรียนรู้โดยการค้นพบของบรุนเนอร์ (Bruner) เชื่อว่า การเรียนรู้จะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมแล้วให้ความสนใจต่อสิ่ง ๆ นั้น แล้วประมวลข้อมูลจนนำไปสู่การค้นพบในท้ายที่สุด (สรวงศ์ โค้วตระกูล. 2553: 212-219)

ดังนั้นทฤษฎีสรรคนิยม ที่มีพื้นฐานแนวคิดตามความเชื่อว่าความรู้ของบุคคลนั้นเกิดขึ้นได้จากกระบวนการที่บุคคลมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม โดยขึ้นกับความรู้เดิมของแต่ละบุคคล ภายใต้เงื่อนไขที่แต่ละคนมีกระบวนการเรียนรู้และศักยภาพในการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน จึงกล่าวได้ว่า ความรู้เป็นกระบวนการทั้งทางด้านสติปัญญาและสังคมควบคู่กัน

1.2 แนวทางการจัดการเรียนการสอนตามทฤษฎีสรณนิยม

นักการศึกษาได้เสนอแนวทางในการนำทฤษฎีสรณนิยมมาประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอน (ทศนา แชนมณ. 2553: 94-95; และสรณค โค้วตระกุล. 2553: 319) ดังนี้

1) เป้าหมายของการเรียนรู้จะมุ่งเน้นที่กระบวนการสร้างองค์ความรู้ ดังนั้นครูจึงทำหน้าที่ในการฝึกฝนกระบวนการเรียนรู้เพื่อสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง และเข้าใจกระบวนการคิดของผู้เรียนเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนคิดเป็น และคิดอย่างมีประสิทธิภาพ

2) เป้าหมายของการสอนเปลี่ยนแปลงจากการถ่ายทอดความรู้ไปเป็นการอำนวยความสะดวก ช่วยเหลือในกระบวนการเรียนรู้ สาคิตให้เห็นถึงกระบวนการแปลและสร้างความหมายที่หลากหลาย จัดเตรียมกิจกรรมการเรียนรู้ที่ตรงกับความสนใจของผู้เรียน ตลอดจนให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ทักษะต่าง ๆ ได้จนสามารถแก้ปัญหาในสถานการณ์จริงได้

3) ผู้เรียนต้องได้เรียนรู้ด้วยการมีปฏิสัมพันธ์กับสื่อ เหตุการณ์ อุปกรณ์ หรือข้อมูลต่าง ๆ ซึ่งเป็นบริบทจริง ด้วยความตื่นตัว และผู้เรียนต้องจัดกระทำกับข้อมูล ไม่ใช่เพียงรับข้อมูลเข้ามา (Fosnot. 1992: 171; อ้างอิงจาก ทศนา แชนมณ. 2553: 94) การจัดกระทำสามารถเป็นไปได้อย่างหลากหลาย เช่น ศึกษา ส้ารวจ วิเคราะห์ ทดลอง ลองผิดลองถูก จนผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจมากขึ้น

4) ครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สัมผัสบรรยากาศที่เอื้อต่อการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม ทั้งกับบุคคล สิ่งแวดล้อม และวัฒนธรรม เพื่อให้เกิดการร่วมมือ การแลกเปลี่ยนทางความคิด และวัฒนธรรม ที่หลากหลายในชีวิตจริง

5) กิจกรรมการเรียนรู้ผู้เรียนมีบทบาทในการนำและควบคุมตนเอง ในแต่ละขั้นตอนของกิจกรรม ดังนั้นครูควรส่งเสริมให้ผู้เรียนมีแรงจูงใจภายใน ทำให้ผู้เรียนมีความมั่นใจ และภูมิใจว่าตนเองมีความสามารถในการทำงานให้มีประสิทธิภาพได้

6) การประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนควรใช้วิธีที่หลากหลาย และควรได้รับการประเมินจากเพื่อน ครู ตนเอง รวมทั้งผู้ปกครอง นอกจากนั้นสิ่งที่ใช้ในการประเมินควรมีความหลากหลายเช่นกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งการนำความรู้ไปใช้ได้จริงในเหตุการณ์จริง

นอกจากนี้ ชนาธิป พรกุล (2554: 89) และพิทโซย์ (Pitsoe. 2007: 157-158) ได้กล่าวถึงแนวทางในการจัดการเรียนการสอนตามทฤษฎีสรณนิยมไว้ว่า การสร้างความรู้ด้วยตนเองของผู้เรียนนั้นต้องดำเนินไปด้วยความตื่นตัว ในสถานการณ์และประสบการณ์ต่าง ๆ ที่แวดล้อม โดยครูต้องคำนึงถึงบทบาทและเข้าใจในแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ดังนี้

- 1) ครูต้องเชื่อว่าผู้เรียนแต่ละคนมีแนวทางในการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน
- 2) ครูต้องกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการถาม-ตอบ เพื่อแลกเปลี่ยนแนวคิดและประสบการณ์กับครู และเพื่อน ตลอดจนสร้างความมั่นใจให้แก่ผู้เรียนว่าทุกคนสามารถทำได้
- 3) ครูต้องคอยช่วยให้ผู้เรียนสามารถสร้างความหมายของสิ่งต่าง ๆ ด้วยความเข้าใจของผู้เรียนเอง

4) ครูต้องให้กำลังใจหากผู้เรียนตอบผิดหรือไม่เข้าใจด้วยการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนแสดงความคิดเห็นออกมา และเห็นคุณค่าของความคิดของผู้เรียน

5) ครูควรให้ความสำคัญต่อกระบวนการคิดของผู้เรียนมากกว่าคำตอบ

ชนัท ธาตุทอง (2554: 182-185) ได้เสนอแนะขั้นตอนในการจัดการเรียนการสอนตามทฤษฎีสรณนิยมนที่กิจกรรมการเรียนรู้มีความเกี่ยวข้องและสัมพันธ์กับชีวิตจริง โดยผ่านการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม ด้วยการทำงานเป็นกลุ่มมีขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน ดังนี้

1) ขั้นนำ (Orientation) เป็นการรับรู้จุดมุ่งหมายและแรงจูงใจในการเรียน
 2) ขั้นทบทวนความรู้เดิม (Elicitation of the prior knowledge) เป็นการให้ผู้เรียนได้แสดงถึงความรู้เดิมที่มีอยู่ด้วยกิจกรรมต่าง ๆ ในขั้นนี้ผู้เรียนจะเกิดภาวะไม่สมดุลทางโครงสร้างปัญญา

3) ขั้นปรับเปลี่ยนความคิด (Turning restructuring of ideas) ด้วยการทำความเข้าใจและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างกัน การสร้างความคิดใหม่ และการประเมินความคิดใหม่

4) ขั้นนำความคิดไปใช้ (Application of ideas) ผู้เรียนใช้ความรู้ที่เรียนผ่านมาไปอธิบายเหตุการณ์ใหม่

5) ขั้นทบทวน (Review) เป็นการเปรียบเทียบระหว่างความคิดเริ่มต้นกับความคิดเมื่อสิ้นสุดบทเรียน

จากแนวทางในการจัดการเรียนการสอนตามทฤษฎีสรณนิยมน ที่มีเป้าหมายเพื่อให้ผู้เรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเองนั้น ทำให้บทบาทของครูเปลี่ยนจากผู้ถ่ายทอดความรู้ไปเป็นผู้ทำหน้าที่คอยอำนวยความสะดวก ช่วยเหลือผู้เรียนในลักษณะฐานการช่วยเหลือ ด้วยการจัดกิจกรรมที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม ทั้งในรูปแบบสื่อ อุปกรณ์ สถานการณ์ ด้วยการทำงานเป็นกลุ่ม โดยมุ่งเน้นให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย ทั้งนี้ครูต้องตระหนักว่าผู้เรียนแต่ละคนเรียนเรียนรู้ด้วยวิธีการและกระบวนการที่แตกต่างกัน และแต่ละคนเรียนรู้ได้ไม่เท่ากัน ดังนั้นการวัดประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนแต่ละคนจึงแตกต่างกัน ครูจึงต้องมีวิธีการประเมินผลและผู้ประเมินที่หลากหลาย

1.3 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

1.3.1 ความหมายและความสำคัญของการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry-based learning) ที่ใช้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์นั้นเกิดขึ้นจากการตีความของคำว่า การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific inquiry) ซึ่งมีความหมายโดยตรงได้ 2 ประเด็น คือ วิธีการหรือแนวทางที่หลากหลายที่นักวิทยาศาสตร์ ใช้ในการศึกษาและอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติโดยอาศัยข้อมูลหลักฐานหรือประจักษ์พยาน และอีกนัยหนึ่ง การสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง กิจกรรมที่นักเรียนปฏิบัติเพื่อพัฒนาความรู้และความเข้าใจของตนเองเกี่ยวกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ (National Research Council. 1996: 23; citing Settlage; & Southerland. 2012: 193) ซึ่งสอดคล้องกับ ทิศนา แคมมณี (2553: 141)

ที่ให้ความหมายของการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง การดำเนินการเรียนการสอน ที่ได้รับการกระตุ้นให้เกิดการตั้งคำถาม การคิด และลงมือปฏิบัติในการเสาะแสวงหาความรู้ เพื่อนำมาอธิบายและลงข้อสรุปของตนเอง โดยผู้สอนเป็นผู้คอยอำนวยความสะดวกให้แก่ผู้เรียนในด้านต่าง ๆ ดังนั้น การเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ จึงหมายถึง การเรียนการสอนที่กระตุ้นให้ผู้เรียนได้หลอมรวมกระบวนการต่าง ๆ ทั้ง การตั้งคำถาม การค้นคว้าหาข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ การออกแบบและใช้อุปกรณ์ในการทดลอง การเก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูล และลงข้อสรุปของตนเอง ทั้งนี้เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจแก่นิทัศน์ (Concept) ทางวิทยาศาสตร์ การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Science process skills) และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ (Scientific attitude) (ประมวล ศิริพันธ์แก้ว, ม.ป.ป.: ออนไลน์)

สิ่งสำคัญที่ครูต้องตระหนักในการนำการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้มาใช้ได้อย่างถูกต้องเหมาะสม และเกิดประสิทธิภาพและประสิทธิผลนั้น สสวท. (2552: 9-10) ได้เสนอแนวคิดไว้ดังนี้

1) การสืบเสาะหาความรู้ เป็นกิจกรรมที่ผู้เรียนได้พัฒนาความรู้ ความเข้าใจในแนวคิด และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพราะการเข้าใจวิทยาศาสตร์นั้นไม่เพียงแค่ว่าในข้อเท็จจริงเท่านั้น แต่ยังสามารถใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เช่นเดียวกับนักวิทยาศาสตร์ ใช้ทำความเข้าใจปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ

2) การเรียนวิทยาศาสตร์ทุกเรื่องสามารถใช้การสืบเสาะหาความรู้ได้ สิ่งสำคัญคือการคิดเพื่อให้ได้ความรู้ใหม่เกิดขึ้นนั้นเกิดจากการปรับประยุกต์ความรู้เดิมและเติมความรู้ใหม่ด้วยตัวของผู้เรียนเอง

3) การตั้งคำถามของผู้เรียนเป็นหัวใจสำคัญที่จะนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบเพื่อไขปัญหาเหล่านั้น แล้วกลายเป็นความรู้ใหม่ของผู้เรียนที่สร้างจากความเชื่อของผู้เรียน

4) การเรียนรู้ที่เกิดจากการลงมือปฏิบัติ (Hands on activity) และการได้สัมผัสโดยตรงกับประสบการณ์จะช่วยให้ผู้เรียนมีความเข้าใจยิ่งขึ้น

5) การสืบเสาะหาความรู้ ผู้เรียนต้องได้ร่วมมือกัน ทำงานและเรียนรู้ร่วมกัน ตลอดจนแลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างเพื่อน ครู และผู้อื่น ทั้งนี้เพราะการเรียนรู้จะเกิดขึ้นเมื่อใช้วัฒนธรรมทางสังคมเป็นสื่อกลางให้ผู้เรียนนั้นมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น

6) ความสามารถในการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ใหม่ของ ผู้เรียนนั้นขึ้นอยู่กับระดับความเข้าใจของผู้เรียนแต่ละคน

การนำรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในชั้นเรียน มีความสำคัญต่อความเข้าใจในความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ตลอดจนเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ดังนั้นไม่เพียงแต่เป็นการพัฒนาการเรียนรู้อิวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวกับเนื้อหาเท่านั้นแต่ยังรวมเอากระบวนการและเจตคติเข้าไปด้วย จึงกล่าวได้ว่า วิทยาศาสตร์เป็นการสืบเสาะหาความรู้ (Science as Inquiry)

1.3.2 ลักษณะสำคัญของการสืบเสาะหาความรู้ (Essential features of inquiry)

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นวิธีการ หรือแนวทาง (Approach) ที่ทำให้ผู้เรียนมีความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยการสำรวจตรวจสอบ (Investigation) ซึ่งลักษณะสำคัญของการสืบเสาะหาความรู้ ดังนี้ (ประมวล ศิริพันธ์แก้ว. ม.ป.ป.: ออนไลน์; ชาตรี ฝ่ายคำตา. 2551: 36-38; กมลวรรณ กันยาประสิทธิ์. 2556: 15-19; BSCS. 2005: 24-25; & Settlage; & Southerland. 2012: 195)

1) ตั้งคำถามเชิงวิทยาศาสตร์

คำถามเชิงวิทยาศาสตร์เป็นคำถามเกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ รอบตัว เช่น วัสดุ สิ่งมีชีวิต สถานการณ์ และปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ที่นำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ และ นำข้อมูลไปสู่การสร้างคำอธิบายเพื่อสื่อสารให้ผู้อื่นรับทราบต่อไป โดยการตั้งคำถามเชิง วิทยาศาสตร์นั้นอาจเกิดจากตัวผู้เรียนเอง ครู เพื่อน หรือสื่อการเรียนการสอน ดังนั้นครูจึงมีบทบาท กระตุ้นให้ผู้เรียนสร้างคำถาม แนะนำให้ผู้เรียนใช้กระบวนการคิดหรือปรับคำถามให้เป็นคำถามที่ สามารถตรวจสอบได้

2) ให้ความสำคัญกับหลักฐานที่สอดคล้องกับคำถามที่สร้างขึ้น

ความรู้วิทยาศาสตร์ได้มาจากหลักฐานหรือประจักษ์พยานที่เกิดจากการ สังเกต การวัด การจัดจำแนก การสำรวจตรวจสอบ การทดลอง และการรวบรวมข้อมูลเพื่อนำข้อมูล ที่ได้มาสร้างคำอธิบายว่าสิ่งต่าง ๆ ที่กำลังสนใจศึกษาอยู่นั้นเกิดขึ้นได้อย่างไร และมีพฤติกรรม อย่างไร ดังนั้นครูจึงควรฝึกให้ผู้เรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการได้มา ซึ่งหลักฐานและประจักษ์พยาน ตลอดจนการจัดการกับข้อมูลเพื่อใช้เป็นหลักฐานต่อไป

3) สร้างคำอธิบายจากหลักฐานที่มี

การสร้างคำอธิบายเพื่อตอบคำถามที่สงสัยตั้งอยู่บนพื้นฐานของเหตุและ ผล และการแสดงความสัมพันธ์ที่สอดคล้องกันของเหตุและผลนั้นอาศัยหลักฐานหรือประจักษ์พยาน และการโต้แย้งอย่างเหตุผล ทั้งนี้การอธิบายต้องใช้กระบวนการทางความคิดที่หลากหลาย เช่น การ จำแนก การวิเคราะห์ การลงความเห็น การทำนาย เป็นต้น การอธิบายนั้นเป็นการเชื่อมโยงความรู้ เดิมที่มีอยู่แล้วเข้ากับหลักฐาน หรือข้อมูลที่ได้รวบรวมจากสิ่งที่ยังไม่รู้ ไม่คุ้นเคย ดังนั้นจึงนับได้ว่าเป็น การสร้างความรู้ใหม่ของผู้เรียน

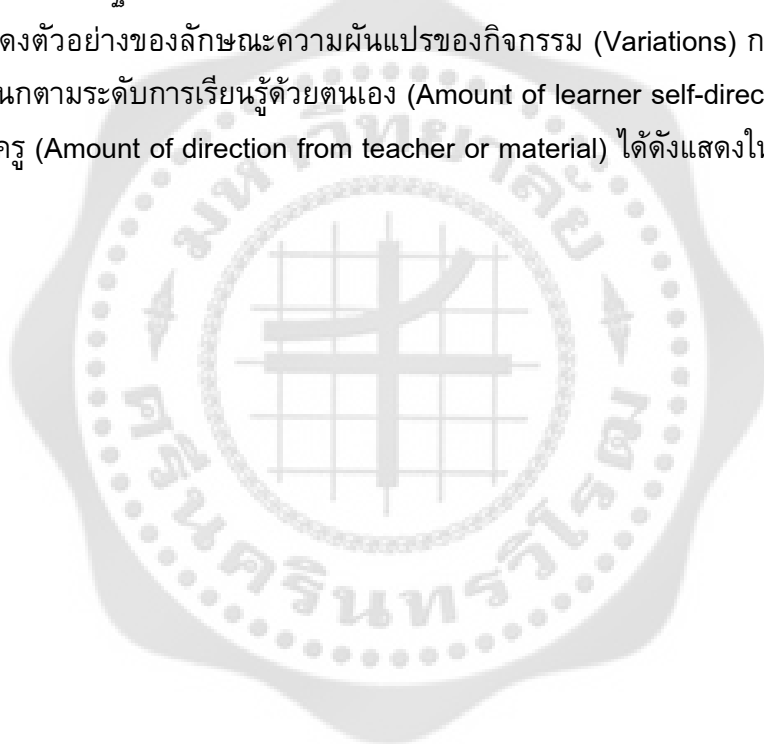
4) ประเมินคำอธิบายเพื่อเชื่อมโยงไปสู่ความรู้ทางวิทยาศาสตร์

เมื่อผู้เรียนได้สร้างคำอธิบายขึ้นแล้ว คำอธิบายนั้นควรได้รับการแก้ไข ปรับปรุง ลดทอน หรือเพิ่มเติม การประเมินคำอธิบายนั้นจะตรวจสอบว่าคำอธิบายที่สร้างขึ้นมี หลักฐานมาสนับสนุนสิ่งที่อธิบายนั้นมากน้อยเพียงใด คำอธิบายเพียงพอที่จะสามารถตอบคำถามได้ หรือไม่ มีคำอธิบายอื่นที่สอดคล้องมากกว่าหรือไม่ ทั้งนี้คำอธิบายของผู้เรียนที่สร้างขึ้นอาจได้รับการ ตรวจสอบจากครู เพื่อน หลักการทางวิทยาศาสตร์ในตำรา หรือสื่อการเรียนการสอนอื่น ๆ ซึ่งจะทำ ให้ผู้เรียนรู้ความสามารถในการอธิบายของตนเองกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์

5) สื่อสารคำอธิบายไปยังผู้อื่นอย่างมีเหตุผล

การเสนอคำอธิบายของผู้เรียนให้ผู้อื่นรับฟังนั้นต้องมีความชัดเจนตั้งแต่การตั้งคำถาม การหาและเก็บรวบรวมหลักฐานและประจักษ์พยาน การสร้างและประเมินคำอธิบาย ดังนั้นการนำเสนอคำอธิบายของผู้เรียนควรเปิดโอกาสให้มีการซักถาม การตรวจสอบหลักฐาน วิพากษ์วิจารณ์ การแสดงความคิดเห็นของเพื่อนร่วมชั้นที่อาจจะสนับสนุน หรือโต้แย้งต่อคำอธิบายของผู้เรียน ทั้งนี้เพราะคำอธิบายของผู้เรียนอาจมีส่วนผิดพลาด หรือคำอธิบายเกินกว่าหลักฐานหรือประจักษ์พยานที่มี ซึ่งจากคำอธิบายที่ผู้เรียนสร้างขึ้นอาจนำไปสู่คำถามเชิงวิทยาศาสตร์อื่น ๆ ต่อไป

ดังนั้นลักษณะสำคัญของการสืบเสาะหาความรู้ เป็นการมุ่งเน้นให้ผู้เรียนสามารถตั้งคำถามเชิงวิทยาศาสตร์ได้ หาและรวบรวมหลักฐานที่สอดคล้องกับคำถามที่สร้างขึ้น สามารถสร้างคำอธิบายจากหลักฐานที่มี ประเมินคำอธิบาย และสื่อสารคำอธิบายไปยังผู้อื่นอย่างมีเหตุผล ซึ่งสามารถแสดงตัวอย่างของลักษณะความผันแปรของกิจกรรม (Variations) การเรียนการสอนในชั้นเรียนที่จำแนกตามระดับการเรียนรู้ด้วยตนเอง (Amount of learner self-direction) และระดับการช่วยเหลือจากครู (Amount of direction from teacher or material) ได้ดังแสดงในตาราง 1



ตาราง 1 ลักษณะกิจกรรมการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ใช้ในชั้นเรียน

ลักษณะความผันแปรของกิจกรรม				
	มาก ←-----	ระดับการเรียนรู้ด้วยตนเอง	-----→	น้อย
	น้อย ←-----	ระดับการช่วยเหลือจากครู	-----→	มาก
ลักษณะสำคัญ	ระดับ 4	ระดับ 3	ระดับ 2	ระดับ 1
1.การตั้งคำถามเชิงวิทยาศาสตร์	ผู้เรียนเป็นผู้เสนอคำถาม	ผู้เรียนเลือกใช้ระหว่างคำถามที่มีอยู่หรือสร้างคำถามใหม่	คำถามของผู้เรียนถูกแก้ไขให้มีความชัดเจนจากครู	คำถามเกิดจากครูสื่อหรือแหล่งการเรียนรู้อื่น ๆ
2. การให้ความสำคัญกับหลักฐานที่สอดคล้องกับคำถามที่สร้างขึ้น	ผู้เรียนกำหนดหลักฐาน และวิธีการเก็บข้อมูล	ผู้เรียนเก็บข้อมูลดิบอย่างสม่ำเสมอ	ผู้เรียนมีการให้ข้อมูลแต่ต้องถามถึงวิเคราะห์	ผู้เรียนมีการให้ข้อมูลแต่ต้องบอกวิธีการวิเคราะห์
3. การสร้างคำอธิบายจากหลักฐานที่มี	ผู้เรียนสร้างคำอธิบายหลังการรวบรวมหลักฐาน	ผู้เรียนแนะนำขั้นตอนการสร้างคำอธิบายจากหลักฐาน	ผู้เรียนให้แนวทางที่เป็นไปได้ในการใช้หลักฐานสร้างคำอธิบาย	ผู้เรียนแสดงหลักฐาน
4. การประเมินคำอธิบายเพื่อเชื่อมโยงไปสู่ความรู้ทางวิทยาศาสตร์	ผู้เรียนตรวจสอบคำอธิบายที่สร้างขึ้นจากหลายแหล่ง	ผู้เรียนสามารถบอกแหล่งหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	ผู้เรียนให้แนวทางที่เป็นไปได้ในการเชื่อมโยงข้อมูล	
5. การสื่อสารคำอธิบายไปยังผู้อื่นอย่างมีเหตุผล	ผู้เรียนสื่อสารเพื่ออธิบายอย่างมีเหตุผลและโต้แย้งเชิงตรรกะ	ผู้เรียนมีพัฒนาการสื่อสาร	ผู้เรียนให้แนวทางในการสื่อสารที่ชัดเจนขึ้น	ผู้เรียนให้ขั้นตอนและกระบวนการในการสื่อสาร

ที่มา: NRC.1996; citing BSCS. (2005). *Doing Science: The Process of Scientific Inquiry*. p. 26; & John Settlage; & Sherry A. Southerland. (2012). *Teaching Science to Every Child: Using Culture As a Starting Point*. p. 195

1.3.3 ประเภทของการสืบเสาะหาความรู้ (Types of inquiry)

การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ที่นำมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การสอนสามารถทำได้หลากหลายแนวทาง (Various forms) และหลายระดับ (Many levels) ซึ่งหากจัดประเภทของการสืบเสาะหาความรู้ แบ่งออกเป็น 4 ประเภท ตามมาตราส่วนของเฮร์รอน (Herron's scale) ที่จำแนกตามจำนวนข้อมูล (กำหนดคำถาม ให้วิธีตรวจสอบ และคำตอบที่คาดหวัง) ที่ให้แก่ผู้เรียน (สสวท. 2552: 17-18; Banchi; & Bell. 2008: 26-28; Settlage; & Southerland. 2012: 192-194; & Lederman. 2011) ดังนี้

1) การสืบเสาะหาความรู้แบบยืนยัน (Confirmation inquiry) เป็นการสืบเสาะหาความรู้ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ตรวจสอบความรู้ แนวคิด หลักการ ทฤษฎี หรือกฎ เพื่อยืนยันว่าแนวคิดเหล่านั้นเป็นจริงตามที่ถูกค้นพบหรือไม่ และมีลักษณะเป็นอย่างไร โดยครูเป็นผู้กำหนดปัญหา วิธีการตรวจสอบ และคำตอบหรือองค์ความรู้ที่คาดหวังให้ผู้เรียนค้นพบ และผู้เรียนมีหน้าที่ทำตามที่ครูบอก คำสั่งตามใบงาน หรือใบกิจกรรม อาจใช้กับการสอนที่ครูต้องการนำเข้าสู่ประเด็นที่กำลังจะศึกษา หรือต้องการฝึกทักษะการสืบเสาะหาความรู้ บางทักษะ เช่น การเก็บข้อมูล การบันทึกข้อมูล

2) การสืบเสาะหาความรู้แบบกำหนดวิธีการ (Structured inquiry) เป็นการสืบเสาะหาความรู้ที่ผู้เรียนเป็นผู้ค้นพบองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง โดยครูเป็นผู้กำหนดปัญหา สาธิตและอธิบายวิธีการตรวจสอบ และให้ผู้เรียนลงมือตรวจสอบตามวิธีที่ครูกำหนด แต่ผู้เรียนเป็นผู้สร้างคำอธิบายเพื่อสนับสนุนผลการค้นพบ จากหลักฐานและข้อมูลที่เก็บรวบรวม ซึ่งการสืบเสาะหาความรู้แบบยืนยันและแบบกำหนดวิธีการมีความสำคัญมาก เพราะจะพัฒนาไปสู่การสืบเสาะหาความรู้ในระดับที่สูงขึ้น

3) การสืบเสาะหาความรู้แบบชี้แนะแนวทาง (Guided inquiry) เป็นการสืบเสาะหาความรู้ที่ผู้เรียนเป็นผู้ค้นพบองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง โดยครูเป็นผู้เสนอแนะประเด็นปัญหา และอำนวยความสะดวกในการจัดหาวัสดุ อุปกรณ์ หรือสื่ออื่น ๆ ที่จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถใช้เพื่อหาคำตอบของปัญหาที่สนใจศึกษาได้ แต่ผู้เรียนเป็นผู้ออกแบบและคิดหาวิธีที่จะตรวจสอบเพื่อหาคำตอบด้วยตนเอง

4) การสืบเสาะหาความรู้แบบเปิด (Open inquiry) เป็นการสืบเสาะหาความรู้ในระดับสูงสุด กระบวนการขั้นตอนคล้ายการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ ที่ผู้เรียนเป็นผู้ค้นพบองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง โดยผู้เรียนมีอิสระในการคิด กำหนดปัญหา ออกแบบ เก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล สร้างข้อสรุปจากหลักฐานที่เก็บรวบรวม ด้วยตนเอง

จากการแบ่งประเภทและระดับของการสืบเสาะหาความรู้ข้างต้นสามารถสรุปประเภทและระดับของการสืบเสาะหาความรู้ ตามจำนวนการกำหนดคำถาม การให้วิธีตรวจสอบ และให้คำตอบที่คาดหวัง ที่ให้แก่ผู้เรียน ดังตาราง 2

ตาราง 2 การแบ่งประเภทและระดับของการสืบเสาะหาความรู้ ตามการให้ข้อมูลแก่ผู้เรียน

ระดับ-ประเภท	การให้ข้อมูลแก่ผู้เรียน		
	คำถาม	วิธีการ	คำตอบ
0 - การสืบเสาะหาความรู้แบบยืดยุ่น	✓	✓	✓
1 - การสืบเสาะหาความรู้แบบกำหนดวิธีการ	✓	✓	
2 - การสืบเสาะหาความรู้แบบชี้แนะแนวทาง	✓		
3 - การสืบเสาะหาความรู้แบบเปิด			

ที่มา: Heather Banchi; & Randy Bell. (2008). *The Many Levels of Inquiry*. p. 27;
& John Settlage; & Sherry A. Southerland. (2012). *Teaching Science to Every Child: Using Culture As a Starting Point*. p.192.

การสืบเสาะหาความรู้ทั้ง 4 ประเภทนี้ ไม่มีข้อกำหนดจำเพาะว่าการสืบเสาะหาความรู้แต่ละระดับหรือประเภทเหมาะสมกับการสอนเนื้อหาใด หรือระดับใด ดังนั้นในการออกแบบจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นั้น ครูผู้สอนต้องคำนึงข้อดี ข้อจำกัดในแต่ละประเภท ตลอดจนความยากง่ายของเนื้อหา ความพร้อมและความสามารถของผู้เรียน ความพร้อมของวัสดุ อุปกรณ์ สื่อ และสภาพห้องเรียน ดังนั้นเพื่อให้การเรียนรู้การสอนมีความเหมาะสมกับครูผู้เรียน ครูควรออกแบบกิจกรรมโดยคำนึงถึงปัจจัยที่กล่าวมาแล้วข้างต้น

2. การเรียนรู้ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์

การโต้แย้งในวิทยาศาสตร์ (Arguments in science) เป็นรูปแบบหนึ่งของการแสดงออกทางความคิดอย่างมีเหตุผล ที่เกิดจากการพัฒนาความสามารถทางการคิดเชิงวิพากษ์ (Critical thinking) (Budgen. 2010: 1; & Osborne. 2007: 178) และเกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2549: 11) ได้ให้ความหมายของการคิดเชิงวิพากษ์ หมายถึง ความตั้งใจที่จะพิจารณาตัดสินเรื่องใดเรื่องหนึ่ง โดยการไม่เห็นคล้อยตามข้ออ้างที่น่าเสนอ แต่ตั้งคำถามท้าทาย หรือโต้แย้งข้ออ้างนั้น เพื่อเปิดแนวทางความคิดออกสู่ทางต่าง ๆ ที่แตกต่าง อันนำไปสู่การแสวงหาคำตอบที่สมเหตุสมผลมากกว่าข้ออ้างเดิม ข้อดีของการคิดเชิงวิพากษ์ มีดังนี้

- 1) เป็นแนวทางในการสืบค้นความจริงแทนการคล้อยตามความเชื่อแบบผิด ๆ
- 2) ช่วยให้เกิดการสังเกตความแตกต่างของสิ่งต่าง ๆ ท่ามกลางความเหมือน
- 3) ช่วยให้เห็นในสิ่งที่ถูกต้องมากกว่าคำโฆษณาชวนเชื่อ
- 4) ช่วยให้เห็นตามข้อเท็จจริง โดยไม่ใช้อารมณ์ความรู้สึก
- 5) ช่วยให้เกิดการพัฒนาทางความคิดจากการพิจารณาหลักฐานอย่างครบถ้วน
- 6) เป็นจุดเริ่มต้นของความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ เพราะไม่ปักใจเชื่อแต่สิ่งเดิม ๆ

ลักษณะของประเด็นหรือสิ่งต่าง ๆ ที่จะมาวิพากษ์ (เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. 2549: 29-36) มีดังนี้

1) เกิดจากความสงสัยที่ไม่เชื่อหรือไม่ยอมรับ ในข้อสมมติที่ยอมรับกันทั่วไป ส่งผลให้เกิดการแสดงออกทางความคิด

2) เป็นการอ้างเหตุผลที่ตรวจสอบความถูกต้องได้ ในการเสนอแนวคิดเกี่ยวกับเรื่องใดก็ตาม มักจะประกอบด้วยการอ้างเหตุผลและหลักฐานเพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้างนั้น ดังนั้นเหตุผลที่อ้างนั้นต้องได้รับการวิพากษ์ว่ามีความสมเหตุสมผลหรือไม่ เป็นจริงตามหลักฐานที่นำมาสนับสนุนมากน้อยเพียงใด

3) เป็นคำกล่าวอ้างที่สามารถตรวจสอบความจริงได้ นักวิพากษ์ที่ดีนั้นต้องสามารถตั้งคำถาม และสร้างคำกล่าวอ้างที่นำไปสู่การตรวจสอบ และหาเหตุผลเพื่อพิสูจน์ข้อเท็จจริงได้

ดังนั้นการคิดเชิงวิพากษ์เป็นเสมือนจุดเริ่มต้นสำหรับการโต้แย้ง ที่มีแนวคิดไม่ให้เชื่อหรือคล้อยตามข้อกล่าวอ้างที่มีอยู่โดยปราศจากการตรวจสอบ ค้นหา พิสูจน์ให้เห็นจริง หรือยืนยันได้ว่ามีสิ่งอื่นที่ดีกว่า เหมาะสมกว่า ทั้งนี้เพื่อการตัดสินใจที่ถูกต้อง อย่างไรก็ตามถึงแม้ว่าการโต้แย้งจะเป็นรูปแบบที่มีความโดดเด่นในการคิดเชิงวิพากษ์ แต่ในทางวิทยาศาสตร์ศึกษาก็ยังมีการนำมาใช้ในการเรียนการสอนเพียงเล็กน้อยเท่านั้น

2.1 ความหมายของการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์

2.1.1 ความหมายของการโต้แย้งและข้อโต้แย้ง

การโต้แย้ง การโต้เถียง การถกเถียง ภาษาอังกฤษใช้คำว่า Argumentation หมายถึง กระบวนการในการสร้างข้อโต้แย้ง ส่วนคำว่า ข้อโต้แย้ง ข้อโต้เถียง ข้อถกเถียง ภาษาอังกฤษใช้คำว่า Argument หมายถึง ข้อความที่สร้างขึ้นมาเพื่อสื่อสารการแสดงผลสำหรับ ข้อกล่าวอ้างหรือการอธิบาย (Sampson; Grooms; & Walker. 2010: 217; บรรจง อมรชีวิน. 2556: 88; ลือชา ลดาชาติ. 2556: ออนไลน์; และสันติชัย อนุราชย์. 2555: 69) เพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกันในงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้คำว่า การโต้แย้ง (Argumentation) และข้อโต้แย้ง (Argument) ดังนั้นนิยามความหมายจึงแบ่งได้เป็น 2 ลักษณะ ได้แก่ ความหมายในรูปแบบของกระบวนการสร้างข้อโต้แย้ง และความหมายในรูปแบบของข้อโต้แย้ง ดังนี้

การโต้แย้ง (Argumentation) เป็นกระบวนการภายใต้บริบททางสังคมที่เกิดขึ้นเมื่อบุคคลพยายามแสดงให้เห็นว่าข้อกล่าวอ้าง (Claims) ที่ยังไม่มีความจริงนั้น ต้องได้รับการสนับสนุน (Support) จากข้อมูล (Data) ที่นำมาเป็นหลักฐาน (Evidences) จึงจะกลายเป็นข้อสรุป (Conclusion) และข้อมูลที่นำมาสนับสนุนนั้นต้องได้รับการชี้แจงเพื่อรับรอง (Warrant) ว่าสนับสนุนข้อกล่าวอ้างนั้นอย่างไรโดยการโต้แย้งนั้นมีเป้าหมายเพื่อตัดสินใจอย่างมีเหตุผลที่จะยอมรับความคิดเห็นหนึ่ง ๆ โดยใช้แนวคิดของกลุ่มหรือข้อเสนอจำนวนมากเพื่ออธิบายความคิดเห็นนั้น (Osborne. 2007: 178; Osborne; & Patterson. 2011: 448; & Evagorou; & Osborne. 2013: 209)

ข้อโต้แย้ง (Argument) คือสิ่งต่าง ๆ ที่ผู้เรียนสร้างขึ้นมาเพื่อใช้ในการสื่อสารและการยืนยันข้อกล่าวอ้างด้วยการพิสูจน์ให้เห็นจากเหตุผลและข้อเท็จจริงหรือลงข้อสรุปที่ได้รับการสนับสนุนจากเหตุผล โดยผ่านกระบวนการทำงานเป็นกลุ่มในการเสนอ วิจารณ์ และประเมินแนวคิด (Kuhn. 1991: 12; citing Dawson; & Venville. 2010: 134; Means; & Voss. 1996: 141; citing Dawson; & Venville. 2010: 134; & Sampson; & Clark. 2008: 447)

นอกจากนั้น คูห์นและยูเดลล์ (Kuhn. 2010: 810; & Kuhn; & Udell. 2003:1245) กล่าวว่า กิจกรรมการโต้แย้ง เป็นเสมือนแบบฝึกหัดที่รวมเอาทั้งมโนทัศน์เชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific concepts) และวิธีการสอนเข้าด้วยกัน เป็นกระบวนการที่บุคคลตั้งแต่ 2 คนขึ้นไป สร้างข้อโต้แย้งเพื่อโต้เถียงในประเด็นที่มีความคิดเห็นตรงกันข้าม ส่วนการวิเคราะห์รูปแบบของการโต้แย้งสามารถแสดงในรูปการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ

2.1.2 ความหมายของการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์

การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific argumentation) หมายถึง กระบวนการสร้างองค์ความรู้และการให้เหตุผลในบริบททางวิทยาศาสตร์ที่เป็นกฎ ทฤษฎี หรือแนวคิดต่าง ๆ ตลอดจนสถานการณ์ต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน ซึ่งเป็นความพยายามส่วนบุคคลที่จะสร้างข้อสรุปการอธิบาย หรือข้อกล่าวอ้าง บนพื้นฐานของการให้เหตุผล (Sampson; & Blanchard. 2012: 1123) สอดคล้องกับไดรเวอร์และคณะ (Driver; et al. 2000; citing Sampson; & Blanchard. 2012: 1123) ที่กล่าวว่า การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์เป็นทั้งกิจกรรมส่วนบุคคลและกิจกรรมทางสังคมโดยผ่านการคิดและเขียน และการทำงานร่วมกับผู้อื่น ตามลำดับ

ดังนั้นในงานวิจัยนี้ การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง กระบวนการสร้างองค์ความรู้จากการใช้หลักฐานที่รวบรวมจากข้อมูลในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อนำไปใช้สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง โดยใช้เหตุผลในการอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างหลักฐานกับข้อกล่าวอ้างนั้น และนำไปสู่การลงข้อสรุปด้วยการทำงานเป็นกลุ่ม ภายใต้บริบททางวิทยาศาสตร์และสังคม ผ่านกิจกรรมการเรียนการสอนทั้งในรูปแบบการคิด การเขียน การทดลอง การนำเสนอ การโต้แย้ง โดยมีเป้าหมายเพื่อตัดสินใจอย่างมีเหตุผลที่จะยอมรับความคิดเห็นหนึ่ง ๆ ซึ่งทั้งแนวคิดและการปฏิบัตินี้สอดคล้องกับการทำงานของนักวิทยาศาสตร์

2.2 ความสำคัญของการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์

แนวคิดของนักการศึกษาที่สนับสนุนการบูรณาการเอาการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์เข้าไปสู่การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์นั้นเชื่อว่า การศึกษาเป็นเรื่องที่ซับซ้อนและเกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ในหลายมิติ ไม่เพียงแต่มุ่งเน้นในเนื้อหาเท่านั้น แต่ยังให้ความสำคัญกับการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นที่แตกต่างของสมาชิกภายในกลุ่ม ซึ่งจะส่งผลให้เกิดการเรียนรู้ร่วมกันภายในกลุ่ม (Collaborative groups) (Sampson; & Clark. 2008: 449) ครุจึงไม่สามารถที่จะถ่ายทอดความรู้ทั้งหมดให้แก่ผู้เรียนได้ ออสบอร์น (Osborne. 2007: 178) กล่าวว่า เป้าหมายที่สำคัญอย่างหนึ่งในการสอนวิทยาศาสตร์คือการพัฒนาให้ผู้เรียนสามารถให้เหตุผลได้ ซึ่งการให้เหตุผลเกี่ยวข้องกับการใช้หลักฐานเพื่อตัดสินใจข้อกล่าวอ้าง ซึ่งรูปแบบการสอนที่ส่งเสริมการให้เหตุผลในปัจจุบันได้แก่การโต้แย้ง

การโต้แย้งเป็นรูปแบบการสอนที่มีทั้งกระบวนการด้านพุทธิปัญญาและจิตวิทยาสังคม ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลและการสื่อสารในบริบททางวิทยาศาสตร์ จึงเป็นกิจกรรมทางสังคมที่ฝึกให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะการคิดเพื่อให้ผู้เรียนเป็นผู้มีความสามารถในการวิเคราะห์วิจารณ์ เข้าใจธรรมชาติของความรู้อย่างแท้จริง โดยการมุ่งเน้นให้ผู้เรียนสามารถอธิบายและแสดงเหตุผลเพื่อป้องกันคำอธิบายที่สร้างขึ้น ด้วยการอภิปรายร่วมกับเพื่อน ๆ จึงกล่าวได้ว่าสิ่งสำคัญของการโต้แย้งคือ หลักฐาน และคำอธิบาย (Kuhn; & Udell. 2003: 1245; & Kuhn. 2010: 811-812) ซึ่งข้อโต้แย้ง (Arguments) นั้นแตกต่างจากคำอธิบาย (Explanations) ที่ผลลัพธ์ที่คาดหวังจากคำอธิบายคือการอธิบายเหตุผลซึ่งแจ้งข้อเท็จจริง แต่ข้อสรุปของข้อโต้แย้งยังไม่แน่นอนและต้องการการพิสูจน์ให้เห็นจริงโดยหากผู้เรียนได้รับการพัฒนาทักษะการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ผู้เรียนจะได้ฝึกกระบวนการให้เหตุผล การมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น ส่งเสริมความสัมพันธ์ด้านมิติทางสังคม ตลอดจนพัฒนาองค์ความรู้ ความเชื่อ และค่านิยม (Nussbaum; & Sinatra. 2003: 385-386; & Eskin; & Ogan. 2009: 63)

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องได้กล่าวถึงบทบาทและความสำคัญของการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ ไว้ดังนี้ (Jimine'z-Aleixandre; & Erduran. 2008: 5; citing Bo'ttcher; & Meisert. 2011: 104; Duschl. 2008: 277; citing Sampson; Grooms; & Walker. 2010: 218; & Dawson; & Venville. 2010: 134)

1) สนับสนุนให้เกิดกระบวนการทำงานเช่นเดียวกันกับนักวิทยาศาสตร์ ที่ใช้ในการสร้างข้อเสนอด่าง ๆ และใช้หลักฐานในการอภิปราย ทบทวน และวิพากษ์ โดยเป็นการผสมผสานระหว่างการใช้กระบวนการคิดและอภิปัญญาเข้าด้วยกัน

2) สนับสนุนการพัฒนาความสามารถในการสื่อสารและให้เกิดการพัฒนาความสามารถในการใช้ภาษาในการพูดและเขียนเพื่อสื่อสารทางวิทยาศาสตร์

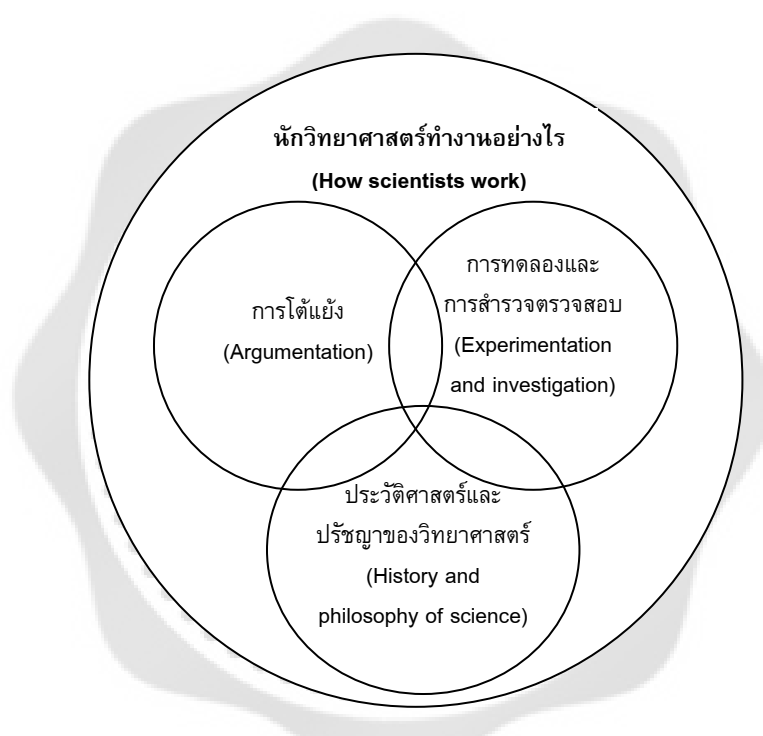
3) สนับสนุนให้เกิดการรู้วิทยาศาสตร์สูงขึ้น ตลอดจนสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน เพื่อแสดงเหตุผล การคิดเชิงวิพากษ์ การสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับสาระความรู้ หรือสิ่งต่าง ๆ ด้วยการนำเสนอต่อผู้อื่นในรูปแบบทั้งการพูดและการเขียน

4) สนับสนุนให้เกิดการปรับตัวเข้ากับสังคมทางวิทยาศาสตร์และพัฒนาเกณฑ์ในการประเมินองค์ความรู้ตลอดจนสามารถใช้กรอบแนวคิดในการพัฒนาและประเมินข้อกล่าวอ้างได้

5) สนับสนุนการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผล และนำไปสู่การตัดสินใจในประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม (Socioscientific issues) ต่อไป

หลักสูตรวิทยาศาสตร์ชาติของอังกฤษ ได้ปรับปรุงแก้ไขในปี 2006 สำหรับผู้เรียนในระดับช่วงชั้นที่ 4 (Key stage 4) และปี 2008 สำหรับผู้เรียนในระดับช่วงชั้นที่ 3 (Key stage 3) ให้มีการเปลี่ยนแปลงจากการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่มุ่งเน้นเนื้อหาไปเป็นมุ่งเน้นกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ภายใต้แนวคิดที่ว่า วิทยาศาสตร์ทำงานอย่างไร (How science works?) โดยการพัฒนาแนวคิดนี้เป็นหัวใจสำคัญของการอธิบายปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวัน ให้มีความสำคัญกับการวิเคราะห์อย่างมีวิจารณญาณ และเชื่อมโยงหลักฐานที่สนับสนุนหรือปฏิเสธแนวคิดหรือทฤษฎี

ซึ่งคล้ายการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ (Wellington; & Ireson. 2012: 185) ซึ่งสอดคล้องกับ แซมป์สัน และบลันชาร์ด (Sampson; & Blanchard. 2012: 1124) กล่าวถึง การใช้การโต้แย้งในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ไว้ว่าเป็นการส่งเสริมการเรียนรู้ที่มีความหมาย มุ่งเน้นให้ผู้เรียนสามารถแก้ปัญหา และสร้างองค์ความรู้ได้ ไม่เพียงแต่มุ่งเน้นการอธิบายจากทฤษฎี กฎ แบบจำลอง และโมทัศน์ต่าง ๆ เท่านั้น แต่ครูต้องจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจในกระบวนการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ว่า นักวิทยาศาสตร์ทำงานอย่างไร (How scientists know?) และ นักวิทยาศาสตร์รู้อะไร (What scientists know?) และวิลเลียมส์ (Williams. 2008; citing Wellington; & Ireson. 2012: 188) ได้แสดงภาพความสัมพันธ์ของลักษณะการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ ดังภาพประกอบ 2



ภาพประกอบ 2 ความสัมพันธ์ของลักษณะการทำงานของนักวิทยาศาสตร์

ที่มา: Williams. 2008; citing Jerry Wellington; & Gren Ireson. (2012). *Science Learning, Science Teaching*. p. 188.

นอกจากนั้นการโต้แย้งแบบร่วมมือ (Collaborative argumentation) ยังส่งเสริมให้เกิดการแลกเปลี่ยนแนวคิด และปรับเปลี่ยนโครงสร้างของความรู้ใหม่บนพื้นฐานของความสนใจของกลุ่ม ได้เรียนรู้ประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม โดยนำเอาเหตุผลทางจริยธรรม (Ethic) ศีลธรรม (Moral) ใช้ประกอบการตัดสินใจ (Judgment) ผ่านกิจกรรมการโต้แย้ง และประสิทธิภาพของการเรียนรู้นอกจากจะขึ้นกับความสามารถเฉพาะบุคคลแล้วยังเกี่ยวข้องกับปัจจัยต่าง ๆ เช่น อายุ เพศ และความสามารถในการรับรู้ของสมาชิกภายในกลุ่ม (Evagorou; & Osborne. 2013: 212-213)

ดังนั้น การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์นั้นควรต้องใช้ทั้งความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคนิคการสอนในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนจึงนับได้ว่าการเรียนการสอนที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญมากที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจและตระหนักถึงการแสดงความคิดเห็นต่อสาธารณชนด้วยการโต้แย้ง เช่น ในสหรัฐอเมริกาได้นำประเด็นการถกเถียงเกี่ยวกับนโยบายการออกกฎหมายให้มีการสร้างบ่อเก็บนิวเคลียร์ที่ใช้แล้วไปเก็บไว้ที่ Yucca Mountains ในรัฐเนวาดา โดยพลเมืองของประเทศก็มีความคิดเห็นที่แตกต่างกันออกไป ตามความรู้ ค่านิยม ความเชื่อทางสังคมและศาสนา (Endres. 2012: 187) ซึ่งการนำประเด็นปัญหาที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และสังคมในชีวิตจริงของผู้เรียนจะทำให้ผู้เรียนเรียนรู้อย่างมีความหมาย ดังนั้นการเรียนการสอนที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์จึงเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ฝึกกระบวนการเรียนรู้ร่วมกันกับผู้อื่นในสังคม เกิดการแลกเปลี่ยนประสบการณ์ และรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น (Simon. 2011: 71-72)

ดังนั้น การเรียนด้วยการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์จึงเป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการสำรวจตรวจสอบ พิสูจน์ และยืนยัน แล้วแสดงเหตุผลอธิบายความเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างหลักฐานและข้อกล่าวอ้าง ซึ่งมีความสำคัญอย่างมากต่อการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผล (Reasoning ability) ความเข้าใจในทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ (Scientific conceptual understanding) และการเรียนรู้ร่วมกันจากการทำงานเป็นกลุ่ม (Collaborative learning) ผ่านการเรียนรู้ประเด็นหรือบริบทวิทยาศาสตร์กับสังคมที่เกิดขึ้นจริงหรือมีอยู่จริง จึงนับได้ว่าเป็นการเรียนรู้ที่มีความหมาย และสอดคล้องกับรูปแบบการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้และทฤษฎีการเรียนรู้แบบสรุคนิยมอย่างยิ่ง

2.3 องค์ประกอบของการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์

การโต้แย้งเป็นรูปแบบของการสื่อความหมายและให้เหตุผล เพื่อให้ผู้อื่นเห็นพ้องกับทฤษฎีและวิธีการพิสูจน์ที่ได้กระทำไป (สุรพงษ์ โสธนะเสถียร. 2552: 436) หากจะพิจารณาถึงองค์ประกอบของการโต้แย้งแล้วมีรูปแบบที่หลากหลายขึ้นอยู่กับประเด็นที่สนใจจะศึกษา (Sampson; & Clark. 2008: 449-468) ซึ่งสรุปโดยสังเขปดังนี้

2.3.1 องค์ประกอบของการโต้แย้งที่เน้นแบบแผนการโต้แย้งของทูลมิน (TAP) ยังเป็นที่นิยมในวงการวิทยาศาสตร์ศึกษาอย่างมาก ซึ่งนักวิจัยได้นำกรอบโครงสร้างดังกล่าวไปปรับใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพข้อโต้แย้ง ซึ่งประกอบด้วย ข้อกล่าวอ้าง (Claims: C) ข้อมูล (Data: D) คำรับรอง (Warrants: W) คำสนับสนุน (Backing: B) ข้อคัดค้าน (Rebuttals: R) และคุณสมบัติ (Qualifiers: Q) (Simon. 2011: 72; Macagno; & Konstantinidou. 2012: 8-9; Sampson; & Clark. 2008: 449-450; & Dawson; & Venville. 2010: 134-135) ซึ่งแต่ละองค์ประกอบของข้อโต้แย้งมีลักษณะดังต่อไปนี้

1) ข้อกล่าวอ้าง (Claims) หมายถึง ประโยคสรุปที่ได้มาจากการสื่อสารหรือการอนุมานจากข้อเท็จจริง อยู่ในรูปของ ข้อสรุป ข้อเสนอ หรือคำยืนยัน

2) ข้อมูล (Data) หมายถึง สิ่งต่างๆ ที่เป็นประจักษ์พยาน ซึ่งได้จากการวัด การสังเกต หรือสำรวจค้นหา โดยอาจอยู่ในรูปข้อมูลทางสถิติ เหตุการณ์ ประวัติศาสตร์ ข้อพิจารณา เปรียบเทียบจากผู้รู้ ที่จะใช้เป็นหลักฐานในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง

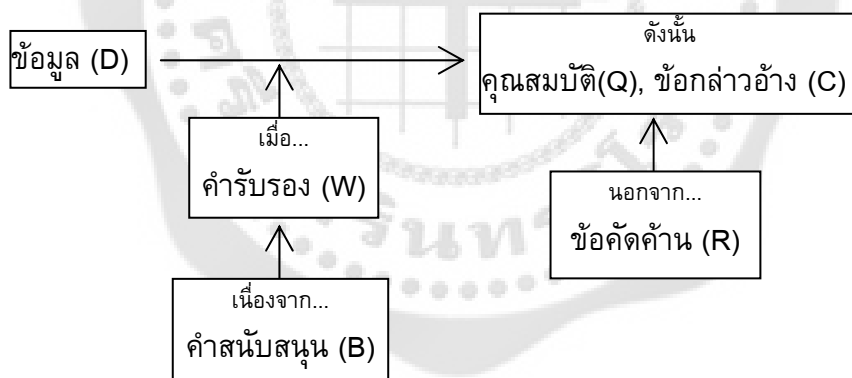
3) คำรับรอง (Warrants) หมายถึง คำอธิบายเพื่อแสดงเหตุผลในการประเมิน ข้อมูลหรือหลักฐาน เพื่อให้หลักฐานนั้นเป็นที่ยอมรับว่าจำเป็นและเพียงพอที่จะนำไปสู่การนำไปใช้ เป็นข้ออ้างต่อไป

4) คำสนับสนุน (Backing) หมายถึง ข้อตกลงพื้นฐานที่ใช้ในการสนับสนุน คำรับรอง หรือเรียกว่า การตรวจพิสูจน์ (Verification)

5) ข้อคัดค้าน (Rebuttals) หมายถึง เป็นเงื่อนไขที่เกิดขึ้นเมื่อตรวจพบว่ามี เงื่อนไขที่ไม่ตรงกับข้อกล่าวอ้าง ซึ่งคุห์น (Kuhn, 1991; citing Venville; & Dawson, 2010: 954) กล่าวว่า การคัดค้านคล้ายกับกระบวนการที่เกิดขึ้นในการโต้แย้งที่เรียกว่าการแย้งกลับ (Counter-argument) มีจุดประสงค์เพื่อแย้งทฤษฎีหรือแนวคิดนั้น แต่การแย้งข้อกล่าวอ้าง (Counter-claim) มีจุดประสงค์เพื่อแย้งเจ้าของทฤษฎีหรือแนวคิดนั้น

6) คุณสมบัตินี้ (Qualifiers) หมายถึง เงื่อนไขที่ใช้ในการแสดงหลักฐานเพื่อ นำไปใช้พิสูจน์ข้อกล่าวอ้างว่าเป็นจริง

โดยองค์ประกอบแต่ละตัวนั้นสามารถแสดงความสัมพันธ์กันดังภาพประกอบ 3

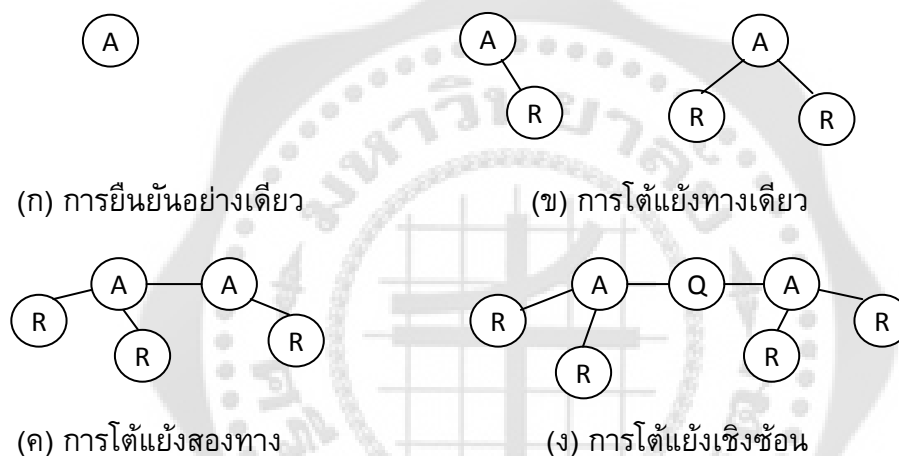


ภาพประกอบ 3 แบบแผนข้อโต้แย้งของทูลมิน (Toulmin's argument pattern (1958): TAP)

ที่มา: Victor Sampson; & Douglas B. Clark. (2008). *Assessment of the Ways Students Generate Arguments in Science Education: Current Perspectives and Recommendations for Future Directions*. p. 450.

ดังนั้นองค์ประกอบของข้อโต้แย้งตามแบบแผนข้อโต้แย้งของทูลมิน ประกอบด้วย ข้อกล่าวอ้าง ข้อมูล คำรับรอง คำสนับสนุน ข้อคัดค้าน และคุณสมบัติ ในการสร้างข้อโต้แย้งแต่ละครั้ง อาจจะมีองค์ประกอบที่แตกต่างกันออกไปตามบริบทของสิ่งที่กำลังศึกษาอยู่หรือประเภทของ ข้อโต้แย้ง อาจจะมีครบหรือไม่ครบทุกองค์ประกอบ ซึ่งนักวิจัยนิยมใช้แบบแผนนี้ไปใช้ในการวิเคราะห์ คุณภาพของข้อโต้แย้ง ที่สร้างขึ้น

2.3.2 องค์ประกอบของการโต้แย้งที่เน้นโครงสร้างและการเห็นด้วยในเหตุผลของการ โต้แย้งของชาร์ซและคณะ (Schwarz; et al. 2003) เป็นรูปแบบที่ผู้เรียนสร้างข้อโต้แย้งจากการ สัมภาษณ์แบบมีโครงสร้างหรือการเขียนความเรียง เน้นการประเมินการโต้แย้งที่มีโครงสร้างซับซ้อน และธรรมชาติของการแสดงเหตุผล มากกว่าเนื้อหา ประกอบด้วย คำยืนยัน (Assertion: A) เหตุผล (Reason: R) และคุณสมบัติ (Qualifier: Q)



ภาพประกอบ 4 แบบแผนการโต้แย้งของชาร์ซและคณะ (Schwarz; et al. 2003)

ที่มา: Victor Sampson; & Douglas B. Clark (2008). *Assessment of the Ways Students Generate Arguments in Science Education: Current Perspectives and Recommendations for Future Directions*. p. 453.

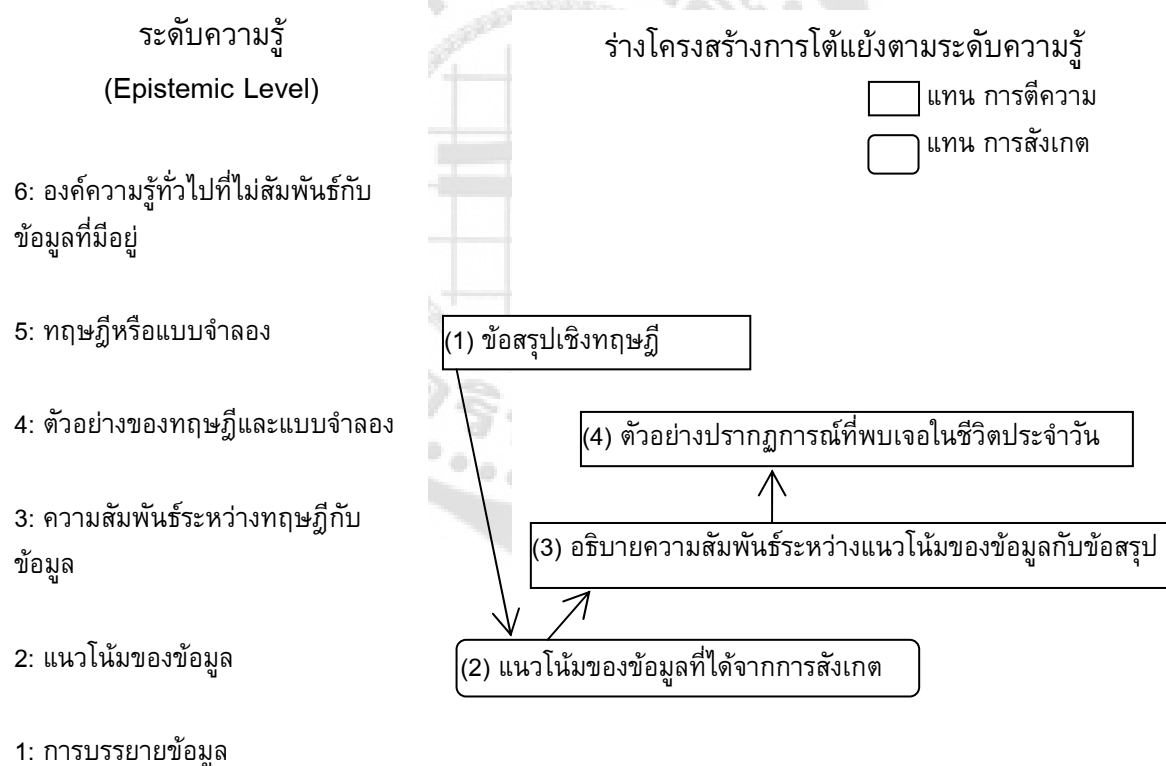
โครงสร้างการโต้แย้งเริ่มจากการยืนยันอย่างง่ายไปจนถึงการโต้แย้งเชิงซ้อน จากภาพประกอบ 4 แสดงให้เห็นถึงแต่ละองค์ประกอบตามประเภทของการโต้แย้งดังนี้

- 1) การยืนยันอย่างง่าย (Simple assertions) ประกอบด้วยข้อสรุปเพียงอย่างเดียว โดยไม่มีการสนับสนุนใด ๆ จากเหตุผลทุกประเภท
- 2) การโต้แย้งทางเดียว (One-sided arguments) ประกอบด้วยเพียงหนึ่ง ข้อสรุป และเหตุผลสนับสนุนตั้งแต่หนึ่งเหตุผลหรือมากกว่า
- 3) การโต้แย้งสองทาง (Two-sided arguments) ประกอบด้วยเหตุผลทั้งที่ สนับสนุนและขัดแย้งกับข้อสรุป แต่ไม่ได้แสดงให้เห็นว่านักเรียนคนใดหรือกลุ่มไหนที่ต้องทำการ วิเคราะห์ข้อดีและข้อเสียที่ต้องใช้แก้ปัญหา

4) การโต้แย้งเชิงซ้อน (Compounded arguments) เป็นประเภทของการโต้แย้งที่มีวลี “สิ่งหนึ่งที่ขึ้นกับ.....ถ้า.....,แต่ถ้า.....” เป็นเงื่อนไขที่ต้องการระบุคุณสมบัติ

2.3.3 องค์ประกอบของการโต้แย้งที่เน้นเนื้อหาการให้เหตุผลของโซฮาร์และเนเมท (Zohar; & Nemet. 2002) เป็นรูปแบบที่ประเมินการสร้างข้อโต้แย้งของผู้เรียนจากการเขียน ที่เน้นการแสดงผลให้กับเนื้อหา ซึ่งประกอบด้วย ข้อยืนยันหรือข้อสรุป และเหตุผลเพื่อสนับสนุนและโต้แย้ง การโต้แย้งเป็นรูปแบบหนึ่งของการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ (Informal reasoning) เพราะการโต้แย้งได้รวมเอาเหตุผลเกี่ยวกับเหตุและผล ประโยชน์และโทษ ข้อดีและข้อเสีย ของข้อเสนอและทางเลือกในการตัดสินใจ

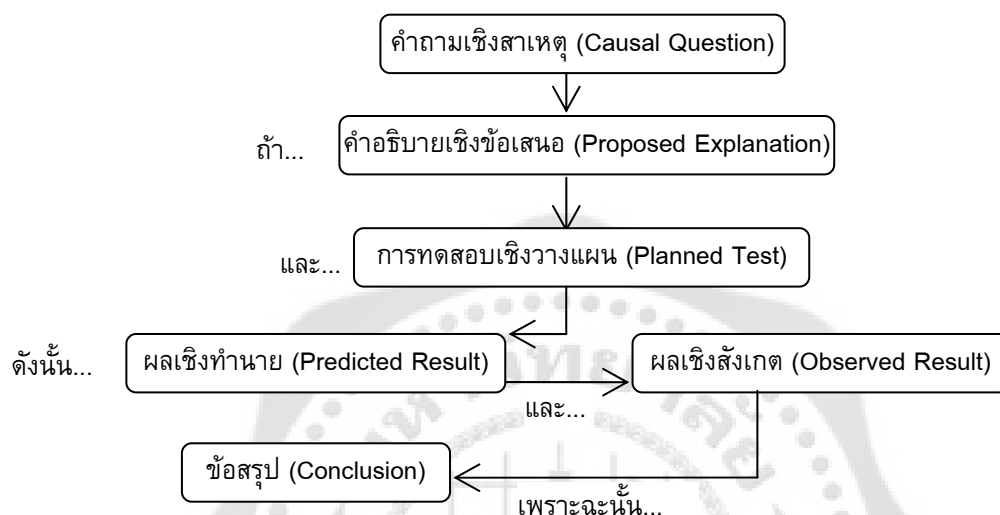
2.3.4 องค์ประกอบของการโต้แย้งที่เน้นระดับความรู้ของเคลลีและทาคาโอ (Kelly; & Takao. 2002) เป็นรูปแบบที่ต้องใช้เวลานานและการเขียนที่ซับซ้อน มุ่งเน้นให้ผู้เรียนสามารถแสดงตัวแทนของข้อมูลและข้อเสนอที่หลากหลายเพื่ออธิบายสนับสนุนข้อสรุป แสดงความสัมพันธ์ระหว่างสถานะทางความรู้กับข้อเสนอ ตลอดจนแสดงว่าทำไมข้อเสนอที่แสดงออกไปจึงสร้างการโต้แย้งได้ แสดงความสัมพันธ์ดังภาพประกอบ 5



ภาพประกอบ 5 องค์ประกอบของการโต้แย้งของเคลลีและทาคาโอ

ที่มา: Victor Sampson; & Douglas B. Clark. (2008). *Assessment of the Ways Students Generate Arguments in Science Education: Current Perspectives and Recommendations for Future Directions*. p. 458.

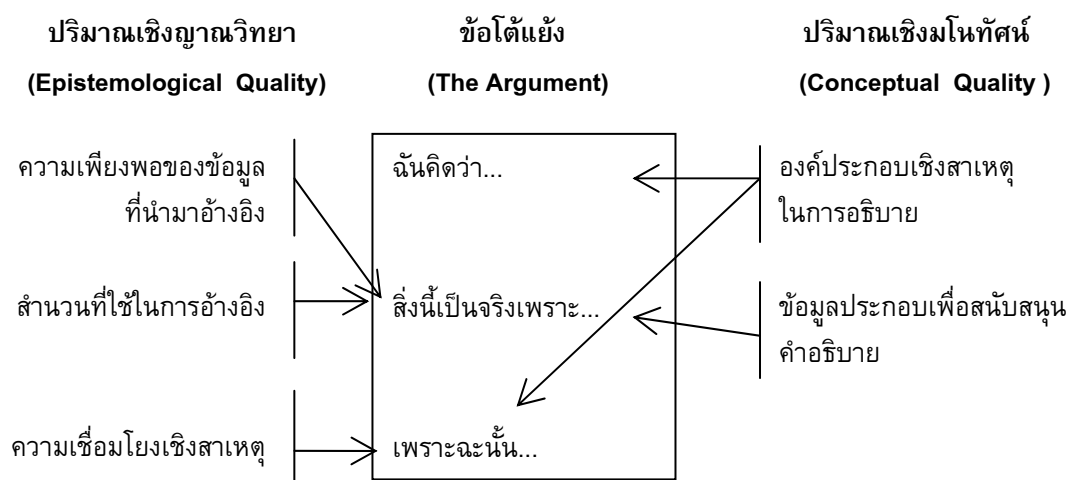
2.3.5 องค์ประกอบของการโต้แย้งที่เน้นความตรงของสมมติฐานแบบนิรนัยของลอว์สัน (Lawson. 2003) รูปแบบที่มุ่งพัฒนาการโต้แย้งในวิทยาศาสตร์ที่ให้ผู้เรียนค้นพบการเสนอข้อกล่าวอ้างที่มีทั้งส่วนที่ถูกต้องและส่วนที่ไม่ถูกต้องบนพื้นฐานของการสร้าง การทำนายและการวิเคราะห์หลักฐาน เป็นการประเมินการอธิบายด้วยเหตุผลเชิงสมมติฐานแบบนิรนัย ที่ลอว์สันเชื่อว่าจะมีความสะดวกกว่าการประเมินด้วยหลักฐาน การรับรอง และการสนับสนุน แสดงความสัมพันธ์ ดังภาพประกอบ 6



ภาพประกอบ 6 องค์ประกอบของการโต้แย้งที่เน้นความตรงของสมมติฐานแบบนิรนัยของลอว์สัน

ที่มา: Victor Sampson; & Douglas B. Clark. (2008). *Assessment of the Ways Students Generate Arguments in Science Education: Current Perspectives and Recommendations for Future Directions*. p. 459.

2.3.6 องค์ประกอบของการโต้แย้งที่เน้นลักษณะของมโนทัศน์และญาณวิทยาของซันโดวาล (Sandoval. 2003) เป็นรูปแบบที่ใช้เกณฑ์โดยรวม (Field-dependent criteria) ที่ประกอบด้วยปริมาณเชิงมโนทัศน์และเชิงญาณวิทยา ที่เน้นให้ผู้เรียนสะท้อนสิ่งที่เกี่ยวข้องกับญาณวิทยาที่แฝงอยู่ออกมา โดยแต่ละคนมีส่วนร่วมในความรับผิดชอบในกิจกรรม เช่น การระดมความคิดเพื่อสร้างคำถามที่เมื่อถามแล้วเกิดประโยชน์ สามารถหาคำตอบได้ และมีวิธีในการหาคำตอบได้ แสดงความสัมพันธ์ดังภาพประกอบ 7



ภาพประกอบ 7 องค์ประกอบของการโต้แย้งที่เน้นลักษณะของมโนทัศน์และญาณวิทยาของชั้นไควาล

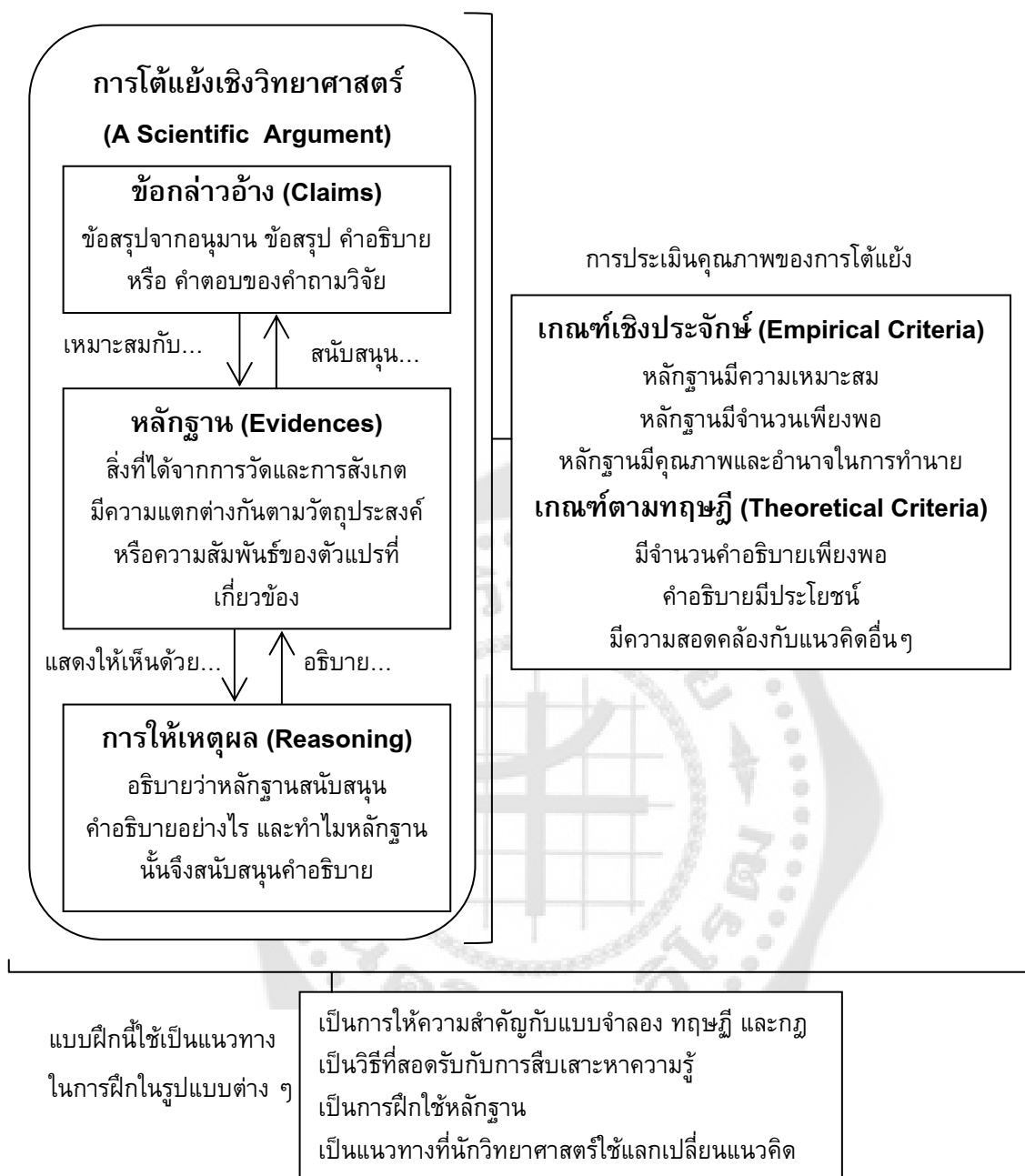
ที่มา: Victor Sampson; & Douglas B. Clark (2008). *Assessment of the Ways Students Generate Arguments in Science Education: Current Perspectives and Recommendations for Future Directions*. p. 463.

2.3.7 องค์ประกอบของการโต้แย้งของแซมป์สันและคลาร์ก (Sampson; & Clark. 2008: 456-457) ได้แสดงองค์ประกอบของการโต้แย้งในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีนักวิจัยหลายท่าน (Kuhn; & Reiser. 2005; Lizotte; et al. 2004; McNeill; & Krajcik. 2007; & Osborne; et al. 2004) ได้ใช้โครงสร้างการโต้แย้งของทูลมิน เป็นฐานในการปรับโครงสร้างการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ที่มีองค์ประกอบที่สำคัญ 3 ประการ ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง (Claims) การให้เหตุผล (Reasoning) และหลักฐาน (Evidences) โดยองค์ประกอบตามโครงสร้างนี้หากเปรียบเทียบกับองค์ประกอบของการโต้แย้งของทูลมินมีลักษณะดังต่อไปนี้

1) ข้อกล่าวอ้าง (Claims) ซึ่งตรงกับข้อกล่าวอ้างของทูลมิน ซึ่งคาดหวังให้ผู้เรียนสามารถสร้างหรือหาคำตอบของคำถามจากการสำรวจตรวจสอบ โดยคำถามจะเป็น ตัวชี้นำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ และข้อกล่าวอ้างดังกล่าวต้องสามารถหาคำตอบได้

2) หลักฐาน (Evidences) ซึ่งคล้ายกับข้อมูลของทูลมิน ซึ่งคาดหวังให้ผู้เรียนสามารถนำข้อมูลที่ได้จากการวัด และการสังเกต มาใช้สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง ทั้งนี้ข้อมูลที่นำมาใช้เป็นหลักฐานสามารถแสดงได้ทั้งรูปแบบของ แนวโน้มตามเวลา ความแตกต่างระหว่างกลุ่ม และความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร

3) การให้เหตุผล (Reasoning) ซึ่งเป็นการรวมเอาการรับรองและการสนับสนุนของทูลมินเข้าด้วยกัน นอกจากนั้นยังแสดงให้เห็นว่าหลักฐานที่นำมาจึงสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง และทำไมจึงนับว่าหลักฐานที่สนับสนุนนั้นสามารถเป็นหลักฐานได้ว่าการโต้แย้งต้องใช้เหตุผลในการตัดสินใจ ซึ่งแต่ละองค์ประกอบมีความสัมพันธ์กันดังภาพประกอบ 8



ภาพประกอบ 8 โครงสร้างที่ใช้แสดงองค์ประกอบและเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์

ที่มา : Victor Samson; et al. (2010). *Argument-Driven Inquiry as a Way to Help Students Learn How to Participate in Scientific Argumentation and Craft Written Arguments : An Exploratory Study*. p.221.

จากแนวคิดของนักการศึกษาที่ได้กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยได้สรุปองค์ประกอบของการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ รายละเอียดดังตาราง 3

ตาราง 3 องค์ประกอบของการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์

นักการศึกษา	องค์ประกอบที่ปรากฏ						เหตุผล
	ข้อกล่าวอ้าง	ข้อมูล	คำรับรอง	คำสนับสนุน	ข้อคัดค้าน	คุณสมบัติ	
ทูลมิน	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
ชาร์ลและคณะ	✓					✓	✓
โซฮาร์และเนเมท	✓						✓
เคลลีและทาคาโอะ	✓	✓		✓			
ลอร์สัน	✓	✓					✓
ชันโดวาล	✓	✓		✓			✓
แฮมป์สันและคลาร์ก	✓	✓					✓

จากตาราง เมื่อพิจารณาองค์ประกอบของการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ จึงประกอบด้วย 3 ส่วนที่สำคัญ ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง ข้อมูล และการอ้างเหตุผล ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้ จึงกำหนดองค์ประกอบของการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ ดังต่อไปนี้

1) ข้อกล่าวอ้าง (Claims) หรือคำยืนยัน เป็นคำตอบของคำถามที่เกิดจากการสำรวจตรวจสอบ โดยคำถามจะเป็น ตัวชี้นำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ และข้อกล่าวอ้างดังกล่าวต้องสามารถหาคำตอบได้

2) หลักฐาน (Evidences) เป็นการนำข้อมูลที่ได้จากการวัด และการสังเกตมาวิเคราะห์ หรือสังเคราะห์เพื่อหาแนวโน้มของข้อมูลแล้วนำไปใช้สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง

3) การให้เหตุผล (Reasoning) เป็นการแสดงให้เห็นว่าหลักฐานที่นำมาแสดงสนับสนุนข้อกล่าวอ้างนั้นเป็นจริง

2.4 รูปแบบและขั้นตอนการเรียนรู้ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์

2.4.1 รูปแบบของกิจกรรมที่ส่งเสริมการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์

โครงการวิจัย The European Quality in Social Services (EQUASS) ของ ออสบอร์นและคณะ (Osborne; et al. 2004; citing Simon. 2011: 73-74) ได้พัฒนากรอบแนวคิด เพื่อเป็นตัวเลือกให้ครูได้นำไปใช้ในการพัฒนากิจกรรมการโต้แย้งที่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ขึ้นกับ ความพร้อมของแต่ละโรงเรียน ตามกรอบแนวคิดดังนี้

ตาราง 4 การใช้กรอบแนวคิดเพื่อพัฒนาการสร้างการโต้แย้งในรูปแบบกิจกรรมต่าง ๆ

ที่	กรอบแนวคิด	ลักษณะกิจกรรม
1	ตารางสถานการณ์	ผู้เรียนเสนอสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับประเด็นทางวิทยาศาสตร์ แล้วให้ผู้เรียนแสดงความเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วย
2	ผังมโนทัศน์ความคิดของผู้เรียน	ผู้เรียนเขียนผังมโนทัศน์สถานการณ์ที่แบ่งตามมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน พร้อมทั้งอภิปรายเพื่อเชื่อมโยงเหตุผลในการเลือก
3	รายงานผลการทดลองของนักเรียน	เขียนรายงานการทดลองให้มีความชัดเจน หากข้อสรุปไม่สอดคล้องกับหลักฐาน นักเรียนต้องอภิปรายว่าจะปรับปรุงอย่างไร
4	การแข่งขันทางทฤษฎีโดยใช้การตั้ง	ผู้เรียนนำเสนอแนวคิดตั้งแต่ 2 แนวคิดเพื่อแข่งขันโดยใช้การตั้ง แล้วถามว่าแนวคิดใดถูกต้องเพราะอะไร
5	การแข่งขันทางทฤษฎีโดยใช้เรื่องราว	ผู้เรียนนำเสนอแนวคิดเพื่อแข่งขันโดยใช้เรื่องราว แล้วถามว่าเชื่อตามแนวคิดใดพร้อมแสดงหลักฐานและเหตุผล
6	การแข่งขันทางทฤษฎีโดยใช้แนวคิดและหลักฐาน	ผู้เรียนนำเสนอปรากฏการณ์ทางธรรมชาติและแข่งขันกันอธิบาย แล้วถามว่าสถานการณ์ที่ยกมาควรได้รับการสนับสนุนจากทฤษฎีใด หลังจากนั้นให้สร้างข้อโต้แย้งจากหลักฐาน
7	การสร้างข้อโต้แย้ง	ผู้เรียนนำเสนอข้อมูลเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ และให้ข้อโต้แย้ง
8	ทำนาย สังเกต และอธิบาย	ให้ผู้เรียนนำเข้าสู่ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติและสร้างการทำนายว่าจะเกิดอะไรจากการสาธิตให้เหตุผล ถามเพื่อประเมินข้อโต้แย้งเริ่มต้น อภิปรายถึงทฤษฎีและหลักฐานที่ใช้ประกอบการทำนาย
9	ออกแบบการทดลอง	จับคู่เพื่อออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐาน แล้วเปลี่ยนคู่เพื่ออภิปรายการออกแบบ นำไปสู่การเสนอทางเลือกและโต้แย้งตลอดจนข้อดีที่ได้รับ

ดังนั้นรูปแบบของกิจกรรมที่จะส่งเสริมการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ นั้นควรเริ่มต้นด้วยการสนทนาในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์แล้วให้ผู้เรียนแสดงความคิดเห็นว่าเห็นด้วยหรือไม่ เพราะเหตุใด และบทบาทให้ผู้เรียนเป็นผู้เสนอประเด็นในการอภิปรายบ้าง ต่อจากนั้นสร้างความเข้าใจในรูปแบบการโต้แย้งด้วยเทคนิคและวิธีต่าง ๆ และฝึกการบันทึกข้อมูลเพื่อนำไปวิเคราะห์และใช้เป็นหลักฐานต่อไป ตลอดจนการสร้างข้อกล่าวอ้างและการแสดงเหตุผลในการอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างข้อกล่าวอ้างและหลักฐาน และฝึกให้ผู้เรียนสามารถป้องกันข้อกล่าวอ้างของตนเองด้วยการแย้งกลับได้ ในรูปของการสื่อสารผ่านการเขียน หรือการแสดงออกทางวาจา

2.4.2 ขั้นตอนของการเรียนด้วยการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์

มีนักการศึกษาได้ทำการวิจัยที่ใช้การโต้แย้งเป็นรูปแบบในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ โดยมีรูปแบบและขั้นตอนที่สำคัญดังต่อไปนี้

1) ไซมอน (Simon, 2011: 76-77) ได้เสนอกรอบแนวคิดในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยการโต้แย้ง ตลอดจนการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนทั้งชั้นหรือระหว่างกลุ่มย่อย เพื่อให้ผู้เรียนสามารถแสดงการให้เหตุผลด้วยหลักฐานได้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ตามลำดับนี้

ขั้นตอนที่ 1 การสนทนาและรับฟังความคิดเห็นของผู้เรียน เพื่อเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็นอย่างอิสระต่อประเด็นที่กำลังสนทนา และสร้างความสนใจและคาดเดาคำตอบ เป็นการสะท้อนความรู้เดิมทั้งด้านแนวคิด และการโต้แย้ง

ขั้นตอนที่ 2 เรียนรู้ความหมายของการโต้แย้ง เพื่อให้ผู้เรียนรู้และเข้าใจความหมาย องค์ประกอบและรูปแบบการเรียนด้วยการโต้แย้ง ตลอดจนเข้าใจในบทบาทของผู้เรียนในการดำเนินกิจกรรม

ขั้นตอนที่ 3 กำหนดมุมมองหรือประเด็นที่จะโต้แย้ง จากการสนทนาทำให้เกิดมุมมองและประเด็นที่หลากหลาย ครูจึงมีหน้าที่นำผู้เรียนเข้าสู่ประเด็นที่เรียนรู้ในขอบเขตที่กำหนด

ขั้นตอนที่ 4 แสดงการให้เหตุผลโดยใช้หลักฐาน ผู้เรียนทำการวางแผนและออกแบบการทดลอง ตรวจสอบ และค้นหา เพื่อให้ได้ข้อมูลมาใช้เพื่อเป็นหลักฐาน

ขั้นตอนที่ 5 สร้างข้อโต้แย้ง เป็นการนำเสนอข้อกล่าวอ้าง โดยใช้หลักฐานในการสนับสนุนและใช้เหตุผลในการอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างหลักฐานและข้อกล่าวอ้าง

ขั้นตอนที่ 6 ปกป้องข้อกล่าวอ้างด้วยการแย้งกลับ (Counter-arguments)

ขั้นตอนที่ 7 การสะท้อนผลของกระบวนการโต้แย้ง

2) แซมป์สันและคณะ (Sampson; et al. 2010: 219-223) ได้ใช้รูปแบบการสอนสืบเสาะหาความรู้ที่ขับเคลื่อนกลวิธีการโต้แย้ง (The Argument-Driven Inquiry instructional model: ADI) ในการพัฒนาการมีส่วนร่วมในการโต้แย้งและเพิ่มทักษะการเขียนรายงานการโต้แย้ง (Craft written arguments) ในการเรียนการสอนปฏิบัติการ โดยรูปแบบการสอนแบบ ADI ประกอบด้วยกิจกรรม 7 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การระบุภาระงาน (Identification of the task) เป็นการนำเข้าสู่ภาระงานด้วยการสร้างความสนใจและเชื่อมโยงความรู้ในเรื่องที่จะศึกษา

ขั้นตอนที่ 2 การสร้างและวิเคราะห์ข้อมูล (The generation of data) เป็นการร่วมกันทำงานกลุ่มขนาดเล็กเพื่อหาวิธีและออกแบบการทดลอง เก็บรวบรวม จัดกระทำ วิเคราะห์ และนำเสนอข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบ

ขั้นตอนที่ 3 การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว (Production of a tentative argument) เป็นการสร้างข้อโต้แย้งที่ประกอบด้วย ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และเหตุผลแบบชั่วคราวที่สามารถแก้ไขได้ และแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนภายในกลุ่มด้วยการเขียนลงบนกระดาน หรือ กระดาษฟลิค

ขั้นตอนที่ 4 กิจกรรมการโต้แย้ง (Argumentation session) เป็นการแลกเปลี่ยนข้อโต้แย้งระหว่างกลุ่มทั้งห้อง ตลอดจนวิพากษ์งานของกลุ่มอื่นเพื่อหาข้อสรุปที่เหมาะสมกว่า

ขั้นตอนที่ 5 การเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ (Creation of a written investigation report) หลังจากที่ได้รับการวิพากษ์จากเพื่อนแล้ว สมาชิกในกลุ่มร่วมกันอภิปรายเพื่อหาข้อสรุปของกลุ่มตนเอง พร้อมทั้งเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบตามความเข้าใจของตนเองเป็นรายบุคคล

ขั้นตอนที่ 6 การตรวจสอบจากเพื่อน (Double-blind peer review) เป็นการตรวจสอบรายงานผลการสำรวจตรวจสอบโดยเพื่อนเป็นผู้สะท้อนข้อมูลย้อนกลับ

ขั้นตอนที่ 7 การปรับปรุงรายงาน (Revision of the report) เป็นการแก้ไขปรับปรุงรายงานตามคำแนะนำของเพื่อน

3) อีวาโกรูและออสบอร์น (Evagorou; & Osborne. 2013: 209) ได้ศึกษาการสร้างข้อโต้แย้งและลักษณะการเขียนรายงานการโต้แย้งจากการทำงานร่วมกันเป็นคู่โดยให้ผู้เรียนศึกษาประเด็นปัญหาทางสิ่งแวดล้อมในคอมพิวเตอร์ด้วยระบบออนไลน์ด้วยเครื่องมือที่เรียกว่า Argue-WISE (Web-based Inquiry Science Environment) ประกอบด้วยกิจกรรม 2 ขั้นตอน คือ ก่อนการเรียนรู้การโต้แย้ง และเรียนรู้การโต้แย้ง รายละเอียดดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ก่อนการเรียนรู้การโต้แย้ง โดยมีกิจกรรม 2 กิจกรรมคือ

1) การประเมินการโต้แย้งก่อนเรียนด้วยแบบทดสอบ เพื่อให้ทราบข้อมูลเกี่ยวกับความรู้และความสามารถในการโต้แย้งเดิมของผู้เรียน

2) การนำเสนอการเรียนด้วยการโต้แย้ง เพื่อให้ทราบวิธีการ ขั้นตอน และองค์ประกอบของการโต้แย้ง

ขั้นตอนที่ 2 เรียนรู้การโต้แย้ง ประกอบด้วยการเรียนรู้ตามบทเรียน 4 บท ดังนี้

1) บทที่ 1 ครูแนะนำให้แต่ละคู่รู้จักวิธีเข้าสู่บทเรียนในคอมพิวเตอร์ หลังจากนั้นศึกษาประเด็นที่นำมาใช้ในการเรียนการสอน เพื่อสร้างข้อกล่าวอ้างกับคู่ของตนเอง

2) บทที่ 2 แต่ละคู่หาหลักฐานเพื่อนำไปสนับสนุนข้อกล่าวอ้างด้วยการทำงานเป็นคู่เหมือนเดิม

3) บทที่ 3 แต่ละคู่กรอกข้อมูลลงในคอมพิวเตอร์

4) บทที่ 4 แต่ละคู่นำเสนอแนวคิดที่คู่ของตนเองเห็นด้วย และร่วมอภิปรายในชั้นเรียนโดยครูเป็นผู้อำนวยความสะดวก

4) เลเวลลินและราเยส (Llewellyn; & Rajesh. 2011: 23-27) ได้นำประเด็นที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน เช่น สภาพดินที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของพืช มาทำการเรียนการสอนที่ใช้การโต้แย้ง โดยมีขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 นำเข้าสู่บทเรียน ด้วยการร่วมกันอภิปรายเพื่อสร้างความสนใจและอยากรู้ ด้วยการตั้งคำถาม (Question) และข้อกล่าวอ้าง (Claim)

ขั้นตอนที่ 2 วางแผน ทดลอง และสืบค้นเพื่อหาข้อมูล และนำข้อมูลไปวิเคราะห์เพื่อใช้เป็นหลักฐาน

ขั้นตอนที่ 3 นำข้อมูลตั้งแต่ขั้นเริ่มต้นของการเรียนมาเติมในแบบบันทึก QCEE (Question- Claim-Evidence-Explanation)

ขั้นตอนที่ 4 อภิปรายภายในกลุ่มเพื่อเตรียมนำเสนอ ที่ใช้การโต้แย้ง

ขั้นตอนที่ 5 นำเสนอสิ่งที่ทำการศึกษาโดยใช้ข้อมูลจากแบบบันทึก QCEE ตลอดจนชี้ให้เห็นถึงจุดแข็ง และข้อจำกัดที่ค้นพบ

5) โอลิเวียร์ เอเคอร์สันและโอลด์ฟิลด์ (Oliveira; Akerson; & Oldfield. 2012: 873-874) ได้นำประเด็นความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อมมาใช้ในการโต้แย้งกับนักเรียนเกรด 4 ตามขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ครูอ่านเนื้อหาที่เป็นประเด็นให้นักเรียนทุกคนฟังทั้งชั้น

ขั้นตอนที่ 2 ผู้เรียนอภิปรายแต่ละเรื่อง เพื่อสร้างความเข้าใจ

ขั้นตอนที่ 3 ผู้เรียนเขียนบรรยายเพื่อแสดงความคิดเห็นต่อประเด็นที่ครูนำมาเสนอลงบนกระดาน

6) ฟอร์ดและวาร์โก (Ford; & Wargo. 2012; citing Osborne; & Patterson. 2012: 815) ได้เสนอขั้นตอนในการช่วยให้ผู้เรียนสามารถสร้างข้อโต้แย้งได้ตามลำดับดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 สร้างความสนใจในประเด็นที่จะเรียนรู้

ขั้นตอนที่ 2 สร้างคำอธิบาย

ขั้นตอนที่ 3 เปรียบเทียบคำอธิบายที่สร้างขึ้น

ขั้นตอนที่ 4 ประเมินคำอธิบายที่เลือก

ซึ่งความสามารถในแต่ละขั้นนั้นต้องมีความสามารถจากขั้นที่ต่ำกว่าเช่นนั้น คือผู้เรียนต้องสามารถสร้างคำอธิบายปรากฏการณ์ได้ก่อนที่จะไปทำการโต้แย้ง

จากรูปแบบและขั้นตอนในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ด้วยการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ของนักวิจัยหลาย ๆ ท่าน ผู้วิจัยจึงได้สรุปดังตาราง 5

ตาราง 5 รูปแบบและขั้นตอนในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ด้วยการโต้แย้ง

ขั้น ที่	ไซมอน (2011)	แซมปสัน และคณะ (2010)	อีวาโกรูและ ออสบอร์น (2013)	เลเวลลิน และราเยส (2011)	โอลิเวียร์ เอเคอร์สัน และโอลด์ ฟิลด์ (2012)	ฟอร์ต และวาร์โก (2012)	รูปแบบ2I3C ที่ผู้วิจัย พัฒนาขึ้น
1	นำเข้าสู่ ประเด็น ด้วยการ สนทนา	ระบุภาระ งาน	ประเมิน ความรู้เดิม เกี่ยวกับ การโต้แย้ง	นำเข้าสู่ ประเด็น ด้วยคำถาม	บอกประเด็น ด้วยการอ่าน	สร้างความ สนใจใน ประเด็น	นำเข้าสู่ ประเด็น
2	เรียนรู้ รูปแบบ การโต้แย้ง	สร้างและ วิเคราะห์ ข้อมูล	สร้างความ เข้าใจการ เรียนด้วย การโต้แย้ง	สร้าง หลักฐาน	อภิปราย	สร้าง คำอธิบาย	กำหนด หัวข้อใน การโต้แย้ง
3	กำหนด ประเด็นใน การโต้แย้ง	สร้าง ข้อโต้แย้ง ชั่วคราว	ศึกษา ประเด็นเพื่อ สร้างข้อกล่าว อ้าง	สร้าง ข้อกล่าวอ้าง	เขียน บรรยาย	เปรียบเทียบ คำอธิบายที่ สร้างขึ้น	เก็บรวบรวม หลักฐาน
4	ให้เหตุผล โดยใช้ หลักฐาน	กิจกรรม การโต้แย้ง	หาหลักฐาน สนับสนุนข้อ กล่าวอ้าง	อภิปราย ภายในกลุ่ม		ประเมิน คำอธิบายที่ เลือก	สร้าง การโต้แย้ง
5	สร้างข้อ โต้แย้ง	เขียน รายงานผล สำรวจ ตรวจสอบ	บันทึกสิ่งที่ได้ เรียนรู้	นำเสนอสิ่งที่ ค้นพบต่อ ชั้นเรียน			สื่อสาร คำอธิบายไป ยังผู้อื่น
6	ปกป้องข้อ กล่าวอ้าง	ตรวจสอบ จากเพื่อน	อภิปราย ในทั้งเรียน				
7	สะท้อนผล การโต้แย้ง	ปรับปรุง รายงาน					

จากแนวคิดของนักการศึกษาแต่ละท่านเกี่ยวกับรูปแบบและขั้นตอนในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ สามารถสังเคราะห์รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ที่ใช้งานการวิจัยครั้งนี้ได้ 5 ขั้นตอน สรุปได้ดังตาราง 6 ดังนี้

ตาราง 6 ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์แบบ 2I3C

ขั้นที่	รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ 2I3C	ที่มาของขั้นตอน	ความสำคัญของขั้นตอน
1	นำเข้าสู่ประเด็น (Introduce the issues)	ขั้นนำเข้าสู่ประเด็นจากทั้งของ ไซมอน (2011) เลเวลลีนและราเยส (2011) และฟอร์ดและวาร์โก (2012)	กระตุ้นความสนใจและ สร้างการสนทนา
2	กำหนดหัวข้อในการโต้แย้ง (Identify the point)	1) ขั้นกำหนดประเด็นใน การโต้แย้งของไซมอน (2011) 2) ขั้นศึกษาประเด็นของอีวาโกรู และออสบอร์น (2013) 3) ขั้นบอกประเด็นของโอลิเวียร์ เอเคอร์สันและโอลด์ฟิลด์ (2012)	ระบุประเด็นที่นำไปสู่ การโต้แย้งและการเรียนรู้ ด้วยคำถาม
3	เก็บรวบรวมหลักฐาน (Collect the evidences)	1) ขั้นให้เหตุผล โดยใช้หลักฐาน ของไซมอน (2011) 2) ขั้นสร้างและวิเคราะห์ข้อมูล ของแซมปีสันและคณะ (2010) 3) ขั้นหาหลักฐานของอีวาโกรู และออสบอร์น (2013) 4) ขั้นสร้างหลักฐานของ เลเวลลีนและราเยส (2011)	สร้างข้อมูล/หลักฐานจาก การสำรวจตรวจสอบ

ตาราง 6 (ต่อ)

ขั้นที่	รูปแบบการจัดการเรียนรู้ แบบ 2I3C	ที่มาของขั้นตอน	ความสำคัญของขั้นตอน
4	สร้างการโต้แย้ง (Construct the argumentation)	1) ขั้นสร้างและปกป้องข้อโต้แย้ง ของไซมอน (2011) 2) ขั้นสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว กิจกรรมการโต้แย้ง เขียน รายงานผลการสำรวจตรวจสอบ และการตรวจสอบจากเพื่อนของ แฮมป์สันและคณะ (2010) 3) ขั้นอภิปรายกลุ่มและทั้งชั้น ของอีวาโกรูและออสบอร์น (2013) เลเวลลินและราเยส (2011) และโอลิเวียร์ เอเคอร์สัน และโอลด์ฟิลด์ (2012) 4) ขั้นสร้าง เปรียบเทียบ และ ประเมินคำอธิบายที่สร้างขึ้นของ ฟอร์ดและวาร์โก (2012)	1) สร้างข้อกล่าวอ้าง 2) ตรวจสอบข้อกล่าว อ้างด้วยตนเอง 3) ปกป้องข้อกล่าวอ้าง 4) อภิปรายต่อชั้นเรียน 5) ตรวจสอบจากเพื่อน
5	สื่อสารคำอธิบายไปยังผู้อื่น (Communicate the explanation to others)	1) ขั้นสะท้อนผลการโต้แย้งของ ไซมอน (2011) 2) ขั้นปรับปรุงรายงานของ แฮมป์สันและคณะ (2010) 3) ขั้นบันทึกสิ่งที่ได้เรียนรู้ของ อีวาโกรูและออสบอร์น (2013) 4) ขั้นนำเสนอข้อค้นพบของ เลเวลลินและราเยส (2011) 4) ขั้นเขียนบรรยายของ โอลิเวียร์ เอเคอร์สันและ โอลด์ฟิลด์ (2012)	สะท้อนการเรียนรู้ ด้วยการเขียน การพูด

สำหรับรายละเอียดของขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ แบบ 2I3C มีดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 นำเข้าสู่ประเด็น (Introduce the issues) เป็นการนำเสนอประเด็นหรือสถานการณ์ ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันหรือเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ ด้วยภาพข่าว บทความ หรือ วิดีทัศน์ โดยผู้เสนอประเด็นอาจเป็นครูหรือผู้เรียน แล้วให้ผู้เรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็น

ขั้นตอนที่ 2 กำหนดหัวข้อในการโต้แย้ง (Identify the point) ระบุประเด็นที่จะนำมาโต้แย้ง ที่ได้มาจากการแสดงความคิดเห็นต่อประเด็นที่นำเสนอ ซึ่งอาจมีความหลากหลาย โดยประเด็นที่เลือกนั้นต้องสามารถตรวจสอบ หรือหาคำตอบได้

ขั้นตอนที่ 3 เก็บรวบรวมหลักฐาน (Collect the evidences) เป็นการสำรวจตรวจสอบ ทดลอง หรือสืบค้นข้อมูล แล้วทำการบันทึกข้อมูลที่ได้จากการวัดและการสังเกต วิเคราะห์แล้วใช้เป็นหลักฐาน ซึ่งมีได้หลากหลายรูปแบบ เช่น ข้อมูลเชิงตัวเลข กราฟ ภาพถ่าย ภาพเคลื่อนไหว ข้อความบรรยาย หรืออื่น ๆ

ขั้นตอนที่ 4 สร้างการโต้แย้ง (Construct the argumentation) เป็นกิจกรรมในส่วนของการโต้แย้ง โดยเริ่มจากการอภิปรายในกลุ่มของตนเอง แล้วนำเสนอข้อโต้แย้งของกลุ่มต่อเพื่อนในชั้นเรียน โดยมีขั้นย่อย ๆ 5 ขั้น ดังนี้

ขั้น 1 แต่ละกลุ่มสร้างข้อกล่าวอ้างของตนเอง

ขั้น 2 แต่ละกลุ่มตรวจสอบข้อกล่าวอ้างของกลุ่มตนเองที่สร้างขึ้น

ขั้น 3 แต่ละกลุ่มนำเสนอข้อโต้แย้งของตนเอง

ขั้น 4 กลุ่มที่มีแนวคิดแตกต่างทำการซักค้านเพื่ออภิปรายร่วมกัน

ขั้น 5 หากกลุ่มยังคงยืนยันในแนวคิดเดิมต้องทำการแย้งกลับด้วยเหตุผลและหลักฐานที่สามารถหักล้างแนวคิดที่แตกต่างได้ แต่หากเห็นว่าข้อโต้แย้งของกลุ่มตนเองมีข้อบกพร่อง ก็ทำการแก้ไขข้อโต้แย้งของกลุ่มตนเองต่อไป

ในขั้นตอนนี้ครูมีบทบาทในการชี้แจงบทบาทของสมาชิกแต่ละคนภายในกลุ่มให้ชัดเจน และบทบาทของแต่ละกลุ่มในการอภิปรายทั้งชั้น ตลอดจนพิจารณาและตัดสินใจข้อโต้แย้งของแต่ละกลุ่มว่ามีความถูกต้องมากน้อยเพียงใด

ขั้นตอนที่ 5 สื่อสารคำอธิบายไปยังผู้อื่น (Communicate the explanation to others) เป็นการสื่อสารเพื่อแสดงถึง ความเข้าใจส่วนบุคคลในการศึกษาในแต่ละเรื่อง ทั้งในรูปแบบการเขียนรายงาน การเขียนผังมโนทัศน์ หรือการนำเสนอด้วยวาจา โดยครูอาจมีแบบฟอร์มในการเขียนรายงาน หรือหัวข้อในการนำเสนอหรือไม่ก็ได้

ซึ่งกิจกรรมทั้ง 5 ขั้นตอนนี้จะปรากฏอยู่ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ทุกเนื้อหา หากแต่การประเมินความรู้เดิมเกี่ยวกับความสามารถและความเข้าใจเกี่ยวกับการโต้แย้ง และการเรียนรู้ความหมาย องค์ประกอบ และรูปแบบของการโต้แย้งนั้นจะมีดำเนินกิจกรรมดังกล่าวเฉพาะ ช่วงต้นของการเรียนรู้ด้วยการโต้แย้ง

2.5 การวัดและประเมินผลการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์

การวัดและประเมินผลการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์นั้น สามารถประเมินได้จากผลงาน (Product of scientific argumentation) ซึ่งอยู่ในรูปการแสดงออกทางวาจา (Oral argumentation) หรือการเขียนเป็นลายลักษณ์อักษร (Written arguments) และกระบวนการเรียนรู้ร่วมกันในการโต้แย้ง (Collaborative scientific argumentation) ซึ่งจากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่านักการศึกษาใช้วิธีและเกณฑ์ในการประเมินที่แตกต่างกัน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องนิยามวิธีที่ใช้ในการวิเคราะห์และเกณฑ์ในการประเมินการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ให้ชัดเจน (Garcia-Mila; et al. 2013: 500) ซึ่งผู้วิจัยได้รวบรวมผลงานที่เกี่ยวข้องไว้ดังนี้

รูปแบบการโต้แย้งของทูลมิน (TAP) ยังได้รับความนิยมมากในการนำมาใช้วิเคราะห์คุณภาพของการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ศึกษา มุ่งเน้นวิเคราะห์องค์ประกอบตามโครงสร้างของการโต้แย้งเป็นสำคัญ ซึ่งประกอบด้วย ข้อกล่าวอ้าง ข้อมูล การรับรอง การสนับสนุน คุณสมบัติ และข้อคัดค้าน ซึ่งเป็นการเป็นวิเคราะห์การโต้แย้งเชิงบุคคลมากกว่าเชิงปฏิสัมพันธ์ มีจุดเด่นคือสามารถวิเคราะห์ข้อโต้แย้ง สั้น ๆ แทนการบรรยายได้เป็นอย่างดี เช่น ออสบอร์นและคณะ (Osborne; et al. 2004; citing Simon. 2011: 80) ได้ใช้แบบจำลองการโต้แย้งของทูลมิน (TAP) ในการวิเคราะห์วิธีการโต้แย้งด้วยการเขียน โดยข้อโต้แย้งที่ดีและมีคุณภาพนั้นต้องประกอบด้วย การรับรองและการสนับสนุนเสมือนเป็นการใช้หลักฐานในการให้เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้ดีขึ้นแต่อย่างไรก็ตาม มีงานวิจัยของดัชชี ซีดเลอร์และคณะ และเออดูรัน (Duschl. 2008: 160; citing Garcia-Mila; et al. 2013: 501; Zeidler; et al. 2003: 107; & Erduran. 2008; citing Garcia-Mila; et al. 2013: 501) ที่เห็นว่ารูปแบบการวิเคราะห์การโต้แย้งตามองค์ประกอบของโครงสร้างของทูลมินมีข้อจำกัด เช่น ถ้อยคำที่ใช้มีความไม่ชัดเจน สามารถตีความได้หลากหลายไม่คงที่ และการใช้การรับรองและการสนับสนุนยังไม่มีน้ำหนักเชื่อถือมากพอ ยากต่อการใช้ จึงมีนักวิจัยหลายท่าน (Zeidler; et al. 2003: 107; & Erduran; et al. 2004; citing Simon. 2011: 80) ไม่ใช้รูปแบบของทูลมินโดยตรงแต่นำไปประยุกต์ใช้ตามจุดประสงค์ของงานตนเอง และสร้างเกณฑ์ ในการประเมินระดับคุณภาพของการโต้แย้ง ด้วยการกำหนดระดับ โดยให้ความสำคัญกับข้อกล่าวอ้างตรงข้าม (Counter-claim) และข้อคัดค้าน (Rebuttal) มาใช้ในการเทียบระดับคุณภาพ (Erduran; et al. 2004) ดังนี้

ระดับ 1 หมายถึง ข้อโต้แย้งประกอบด้วยข้อกล่าวอ้างเพียงอย่างเดียว

ระดับ 2 หมายถึง ข้อโต้แย้งประกอบด้วยข้อกล่าวอ้าง ข้อมูล การรับรอง หรือการสนับสนุน แต่ไม่มีข้อคัดค้าน

ระดับ 3 หมายถึง ข้อโต้แย้งประกอบด้วยชุดของข้อกล่าวอ้าง หรือชุดของข้อกล่าวอ้างตรงข้าม ที่มีทั้งข้อมูล การรับรอง หรือการสนับสนุน และข้อคัดค้านที่ไม่ชัดเจนมากนัก

ระดับ 4 หมายถึง ข้อโต้แย้งประกอบด้วยข้อกล่าวอ้างและข้อคัดค้านที่ชัดเจน

ระดับ 5 หมายถึง ข้อโต้แย้งประกอบด้วยข้อมูล และการรับรองที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้างและมีข้อคัดค้านมากกว่า 1 ข้อคัดค้าน

ในการทำนองเดียวกันเวนวิลล์ และดอร์สัน (Venville; & Dawson. 2010: 960-962) ได้กำหนดเกณฑ์ในการวิเคราะห์ความซับซ้อนของการโต้แย้ง และวิเคราะห์คุณภาพของการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ (Informal reasoning) ที่ใช้ในระหว่างการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ โดยใช้ TAP ในการประเมินโครงสร้างของการโต้แย้งจากการเขียนตอบคำถามเป็นรายบุคคล ซึ่งงานวิจัยนี้จะไม่นำองค์ประกอบ ข้อคัดค้าน (Rebuttals) มาพิจารณาเนื่องจากผู้เรียนไม่เข้าใจความคิดของคนอื่นได้ และได้นำรูปแบบของ ออสบอร์น เออดูรัน และไซมอน (Osborne, Erduran; & Simon. 2004b) มาปรับใช้ในการประเมินบทสนทนาที่ผู้เรียนแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันภายในกลุ่มซึ่งเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงข้อคัดค้านได้ โดยได้จำแนกระดับคุณภาพของการโต้แย้งออกเป็น 4 ระดับตามการปรากฏหรือไม่ปรากฏของ ข้อกล่าวอ้าง ข้อมูล การสนับสนุน และคุณสมบัติ ดังนี้

ระดับ 1 หมายถึง ข้อโต้แย้งที่ประกอบด้วยข้อกล่าวอ้างเพียงอย่างเดียว

ระดับ 2 หมายถึง ข้อโต้แย้งที่ประกอบด้วยข้อกล่าวอ้าง ข้อมูล และ/หรือการรับรอง

ระดับ 3 หมายถึง ข้อโต้แย้งที่ประกอบด้วยข้อกล่าวอ้าง ข้อมูล การรับรองหรือการสนับสนุน หรือคุณสมบัติ

ระดับ 4 หมายถึง ข้อโต้แย้งที่ประกอบด้วยข้อกล่าวอ้าง ข้อมูลหรือการรับรอง การสนับสนุน คุณสมบัติ

การ์เซีย-มิลลา และคณะ (Garcia-Milla; et al. 2013: 505) ได้จำแนกรูปแบบตามข้อความที่ปรากฏในกระบวนการของการโต้แย้งจากการรวมองค์ประกอบการโต้แย้งของทูลมิน ข้อกล่าวอ้าง (C) ข้อมูล (D) การรับรอง (W) การสนับสนุน (B) และข้อคัดค้าน (R) ออกเป็น 11 รูปแบบ ประกอบด้วย 1) ข้อกล่าวอ้างอย่างเดียว (C) 2) ข้อกล่าวอ้างกับข้อมูล (CD) 3) ข้อกล่าวอ้างกับการสนับสนุน (CB) 4) ข้อกล่าวอ้างกับข้อคัดค้าน (CR) 5) ข้อกล่าวอ้าง ข้อมูล และการรับรอง (CDW) 6) ข้อกล่าวอ้าง ข้อมูล และการสนับสนุน (CDB) 7) ข้อกล่าวอ้าง การสนับสนุน และข้อคัดค้าน (CBR) 8) ข้อกล่าวอ้าง ข้อมูล การรับรอง และการสนับสนุน (CDWB) 9) ข้อกล่าวอ้าง ข้อมูล การรับรอง และข้อคัดค้าน (CDWR) 10) ข้อกล่าวอ้าง ข้อมูล การสนับสนุน และข้อคัดค้าน CDBR 11) ข้อกล่าวอ้าง ข้อมูล การรับรอง การสนับสนุน และข้อคัดค้าน (CDWBR) ซึ่งการใส่รหัสให้กับรูปแบบการโต้แย้งนี้เพื่อนำไปวิเคราะห์เพื่อระบุระดับคุณภาพของการโต้แย้งจากขั้นต่ำสุดไปถึงสูงสุดตามเกณฑ์ของ เออดูรัน และคณะ (Erduran; et al. 2004) ต่อไป

นอกจากนั้นการใช้รูปแบบ Science Writing Heuristic (SWH) ยังสามารถส่งเสริมการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ได้โดยการบันทึกผลการทำทดลองแบบสืบเสาะหาความรู้ไปแล้วนั้นด้วยการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างคำถาม ข้อกล่าวอ้าง และการสะท้อนความคิด เพื่อสร้างการเรียนรู้ที่มีความหมาย โดยผ่านทั้งกระบวนการการเจรจาด้วยวาจาในระหว่างทำการทดลองและกระบวนการเขียนรายงาน ซึ่งชอย (Choi. 2008; citing Hand; & Choi. 2010: 33-34) ได้พัฒนาเกณฑ์การประเมินการโต้แย้งในภาพรวม ดังนี้

- 1) ผู้เรียนสามารถพัฒนาข้อโต้แย้งที่ดีได้อย่างไร
- 2) มีการเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลจาก SWH ไปยังแหล่งอื่นหรือไม่
- 3) คำถาม ข้อกล่าวอ้าง และการสะท้อนความคิด เข้ากันได้ดีหรือไม่

แซมป์สันและคลาร์ก (Sampson; & Clark. 2008: 462-463) ได้กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนผลงานการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้เกณฑ์ในการพิจารณา 4 ลักษณะ ดังนี้

- 1) ความเพียงพอของคำอธิบาย
- 2) คุณภาพของคำอธิบาย
- 3) คุณภาพของหลักฐาน
- 4) ความเหมาะสมของเหตุผล

อีวาโกรูและออสบอร์น (Evagorou; & Osborne. 2013: 218-222) ได้ประเมินการโต้แย้งในด้านต่าง ๆ ดังนี้

1) คุณภาพของการโต้แย้งจากการเขียน เป็นการประเมินผลงานจากการโต้แย้งซึ่งอยู่ในรูปการเขียน โดยใช้เกณฑ์การประเมินของเออดูรัน และคณะ (Erduran; et al. 2004) ที่เป็นการปรับประยุกต์จาก TAP มาใช้เพื่อความสะดวกทั้งนี้ควรตระหนักว่า TAP มีความเหมาะสมในการประเมินการโต้แย้งทางวาทะมากกว่า โดยเฉพาะการสร้างข้อคัดค้านในการเขียน

2) คุณภาพของการโต้แย้งในขณะอภิปรายกับคู่ของตนเอง

3) ลักษณะของการโต้แย้งอย่างร่วมมือ (Collaborative argumentation) โดยได้นำบทสนทนาที่บันทึกไว้มาทำการวิเคราะห์เพื่อค้นหาการสร้างข้อกล่าว และหลักฐาน และใส่รหัสให้กับประโยคในการสนทนา แล้วทำการวิเคราะห์องค์ประกอบและโครงสร้างโดยใช้ TAP และระบุระดับคุณภาพด้วยเกณฑ์การประเมินของ เออดูรัน และคณะ (Erduran; et al. 2004)

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าการวัดและประเมินผลการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์นั้นสามารถวัดและประเมินได้จาก 2 มิติ โดยใช้วิธีและเกณฑ์ในการประเมินดังนี้

1) ประเมินจากผลงาน ซึ่งวัดจากการเขียนหรือการพูด โดยเครื่องมือที่ใช้วัดมีได้หลากหลายรูปแบบ เช่น แบบบันทึกผลการทดลอง แบบรายงานการโต้แย้ง แบบบันทึกความเรียงสำหรับการเขียน และการบันทึกภาพเคลื่อนไหวการนำเสนอการโต้แย้งภายในกลุ่มหรือหน้าชั้นเรียน ส่วนเกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินหรือระดับคุณภาพนั้น ครูผู้สอนสามารถใช้รูปแบบ TAP หรือเกณฑ์ของเออดูรัน และคณะ (Erduran; et al. 2004) หรือเกณฑ์อื่น ๆ ตามความเหมาะสม

2) ประเมินจากกระบวนการ ซึ่งวัดจากการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มทำให้เกิดการแบ่งหน้าที่หรือร่วมกันอภิปรายเพื่อหาคำตอบ โดยการใช้แบบสังเกตชั้นเรียนดูเหตุการณ์ในชั้นเรียนระหว่างทำการเรียนการสอน หรือระหว่างที่ผู้เรียนสนทนา อภิปรายกันภายในกลุ่ม แล้วนำวิเคราะห์ลักษณะการทำงานเป็นกลุ่ม ส่วนเกณฑ์ที่ใช้ในระดับคุณภาพนั้น สามารถใช้ TAP หรือ เกณฑ์ของเออดูรัน และคณะ (Erduran; et al. 2004) หรือเกณฑ์อื่น ๆ ตามความเหมาะสม

ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้การวัดและประเมินการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์กำหนดให้มีการประเมินทั้งด้านผลงาน ซึ่งก็คือ การเขียนและการโต้ว่าที่ และด้านกระบวนการ

2.6 งานวิจัยเกี่ยวกับการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ทั้งในประเทศและต่างประเทศ พบว่ามีลักษณะที่แสดงให้เห็นว่ารูปแบบการเรียนการสอนที่ใช้การโต้แย้งนั้นแบ่งออกเป็น 3 ลักษณะ คือ การศึกษาผลจากการนำรูปแบบการโต้แย้งมาใช้ในการเรียนการสอน การศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการโต้แย้ง และการพัฒนารูปแบบการสอนที่ส่งเสริมคุณภาพของการโต้แย้ง ดังนี้

2.6.1 งานวิจัยเกี่ยวกับการศึกษาผลจากการนำรูปแบบ (Model) การโต้แย้งมาใช้ในการเรียนการสอน เป็นการนำรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ขับเคลื่อนกลวิธีการโต้แย้ง (Argument-Driven Inquiry: ADI) มาใช้แล้วศึกษาผลที่เกิดขึ้น เช่น ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ความมีเหตุผล ความสามารถในการโต้แย้ง และเจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ผลงานวิจัยของ สันติชัย อนุราชัย (2553) แซมป์สัน กรูมส์ และวอล์คเกอร์ (Sampson; Grooms; & Walker. 2010) และเดเมอร์ซิโอกูและอูการ์ (Demircioğlu; & Uçar. 2012) ซึ่งผลงานวิจัยแต่ละฉบับมีรายละเอียดพอสังเขปดังนี้

สันติชัย อนุราชัย (2553) ได้ศึกษาผลของการใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ขับเคลื่อนกลวิธีการโต้แย้ง (ADI) ในวิชาชีววิทยาที่มีต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และความมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยกลุ่มทดลองเรียนด้วยรูปแบบ ADI ส่วนกลุ่มควบคุมเรียนด้วยรูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E พบว่า หลังการทดลองกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และคะแนนเฉลี่ยการทดสอบความมีเหตุผลสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

แซมป์สัน กรูมส์ และวอล์คเกอร์ (Sampson; Grooms; & Walker. 2010) ได้ศึกษาผลของการใช้ชุดปฏิบัติการด้วยรูปแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง (ADI) ที่มีต่อความสามารถในการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์และคุณภาพของการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ผ่านการเขียนรายงานการทดลอง โดยทำปฏิบัติการ 15 กิจกรรม และทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มขนาดเล็ก พบว่า หลังจากใช้เวลาเรียน 18 สัปดาห์ พบว่านักเรียนมีความรับผิดชอบสูงขึ้น และสามารถสร้างข้อโต้แย้งได้ดีขึ้น

เดเมอร์ซิโอกู และอูการ์ (Demircioğlu; & Uçar. 2012) ได้ทำการศึกษาผลของ ADI ในการทำปฏิบัติการทางฟิสิกส์ของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา ที่มีต่อเจตคติต่อการทำปฏิบัติการทางฟิสิกส์และคุณภาพของการโต้แย้ง โดยแบ่งนักศึกษาออกเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยรูปแบบ ADI และกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยการเรียนรูปแบบเดิม พบว่า เจตคติต่อการทำปฏิบัติการทางฟิสิกส์ก่อนเรียนและหลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ และรูปแบบ ADI สามารถพัฒนาประสิทธิภาพของคุณภาพการโต้แย้งได้ดีกว่าการเรียนรูปแบบเดิม

2.6.2 งานวิจัยเกี่ยวกับการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการโต้แย้งเป็นการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการโต้แย้ง ประกอบด้วย ผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพศ การกำหนดเป้าหมายของภาระงาน ได้แก่ ผลงานวิจัยของ กงมณีย์ เกษตระ (2554) ประภัสสร กองแก้ว (2554) เสาวนีย์ โคตรชมพู (2554) และการ์เซีย-มิลลา และคณะ (Garcia-Mila; et al. 2013) ซึ่งผลงานวิจัยแต่ละฉบับมีรายละเอียดโดยสังเขปดังนี้

กงมณีย์ เกษตระ (2554) ได้เปรียบเทียบผลการเรียนโดยใช้ประเด็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่มีต่อความสามารถในการโต้แย้งและการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีผลการเรียนวิทยาศาสตร์ต่างกัน โดยใช้เรื่อง การถ่ายฝากตัวอ่อน การโคลนนิ่ง และพืช GMOs ในการเรียนการสอน โดยจำแนกนักเรียนเป็นกลุ่มที่มีผลการเรียนวิทยาศาสตร์สูง 18 คน และกลุ่มที่มีผลการเรียนวิทยาศาสตร์ต่ำ 17 คน พบว่า หลังเรียน ทั้งสองกลุ่มมีการพัฒนาความสามารถในการโต้แย้งและมีคะแนนเฉลี่ยการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนโดยรวมและรายด้านทั้ง 5 ด้านเพิ่มขึ้น แต่กลุ่มที่มีผลการเรียนวิทยาศาสตร์สูงมีความสามารถในการโต้แย้งและการคิดอย่างมีวิจารณญาณโดยรวมมากกว่ากลุ่มที่มีผลทางการเรียนวิทยาศาสตร์ต่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ประภัสสร กองแก้ว (2554) ได้เปรียบเทียบผลการเรียนโดยใช้ประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่มีต่อความสามารถในการโต้แย้งและการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีเพศต่างกัน โดยใช้เรื่อง การตัดต้นไม้เพื่อสร้างถนน การผลิตสิ่งมีชีวิตจีเอ็มโอ การสร้างโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ ในการเรียนการสอน พบว่า นักเรียนที่มีเพศต่างกันมีความสามารถในการโต้แย้งไม่ต่างกัน และทั้งเพศชาย และเพศหญิง หลังเรียนมีความสามารถในการคิดวิพากษ์วิจารณ์โดยรวม และเป็นรายด้าน ทั้ง 5 ด้าน เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เสาวนีย์ โคตรชมพู (2554) ได้เปรียบเทียบผลการเรียนประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับการใช้วิทยาศาสตร์ที่มีต่อการโต้แย้งและการคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่มีเพศต่างกัน โดยใช้เรื่อง การปลูกถ่ายอวัยวะ การสร้างอวัยวะจากเซลล์ต้นกำเนิด และการทำเด็กหลอดแก้ว ในการเรียนการสอน พบว่า นักเรียนที่มีเพศต่างกันมีความสามารถในการโต้แย้งไม่ต่างกัน มีการคิดวิพากษ์วิจารณ์หลังเรียนโดยรวมเป็นรายด้านทั้ง 4 ด้าน ไม่แตกต่างกัน แต่นักเรียนเพศชายมีการคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์ด้านการนิรนัยมากกว่านักเรียนเพศหญิง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

การ์เซีย-มิลลา และคณะ (Garcia-Mila; et al. 2013) ได้ศึกษาผลของกำหนดเป้าหมายของภาระงานที่มีต่อคุณภาพของการโต้แย้ง โดยได้แบ่งกิจกรรมการโต้แย้งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ การคัดค้าน (Dispute) ที่มีเป้าหมายในการปกป้องข้อสรุปด้วยการลดทางเลือก (Undermining alternative) และการหารือ (Deliberation) ที่มีเป้าหมายในการเข้าถึงข้อสรุปด้วยการเสนอทางเลือกที่แตกต่าง (Contrasting alternative) ใช้ประเด็นแหล่งกำเนิดพลังงาน ในการเรียนการสอน พบว่ากลุ่มที่ใช้การถามความคิดเห็นจากคนส่วนใหญ่หรือกลุ่มการหารือ มีคะแนนการโต้แย้งสูงกว่ากลุ่มที่ใช้การโน้มน้าวผู้อื่นให้คล้อยตามหรือกลุ่มการคัดค้าน

2.6.3 งานวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนารูปแบบการสอนที่ส่งเสริมคุณภาพของการโต้แย้ง เป็นคิดและสร้างรูปแบบการจัดกิจกรรมการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์แล้ว แล้วติดตามลักษณะของการ มีปฏิสัมพันธ์ภายในกลุ่มและในชั้นเรียน ตลอดจนความสามารถในการโต้แย้ง และพฤติกรรมอื่น ๆ ที่แสดงออกในขณะปฏิบัติ ได้แก่ ผลงานวิจัยของ อีวาโกรูและออสบอร์น (Evagorou; & Osborne. 2013) โอลิเวียร์ เอเคอร์สันและโอลด์ฟิลด์ (Oliveira; Akerson; & Oldfield. 2012) ดอร์สันและเวนไวล์ (Dawson; & Venville. 2010) เอสกิน และออร์แกน-เบคิโรกลู (Eskin; & Ogan-Bekiroglu. 2009) และเอการ์ และแพทตัน (Acar; & Patton. 2012) ซึ่งผลงานวิจัยแต่ละฉบับมีรายละเอียดพอสังเขป ดังนี้

อีวาโกรู และออสบอร์น (Evagorou; & Osborne. 2013) ได้ศึกษาว่าเมื่อผู้เรียนมี การทำงานเป็นคู่จะมีวิธีการสร้างข้อโต้แย้งอย่างไร และลักษณะของการมีปฏิสัมพันธ์ของผู้เรียนเป็น อย่่างไรและส่งผลให้ผู้เรียนสามารถโต้แย้งด้วยการเขียนดีขึ้นอย่างไร โดยใช้กรณีศึกษาจากผู้เรียน 2 คู่ พบว่า มีผู้เรียน 1 คู่ ที่มีระดับความสามารถในการโต้แย้งด้วยการเขียนสูงขึ้น ส่วนอีกคู่มีการ อภิปรายที่แตกต่างออกไป ซึ่งผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าสำหรับคู่ที่มีคะแนนสูงขึ้นเพราะมีการนำ ประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์กับสังคมหลาย ๆ เรื่อง มาใช้ประกอบการโต้แย้ง ซึ่งแตกต่าง จากอีกคู่ที่ใช้เพียงความรู้ที่เกี่ยวข้องกับตนเองเท่านั้น ดังนั้น จึงชี้ให้เห็นว่าครูจึงควรศึกษาภูมิหลัง สังคม วัฒนธรรม ความเข้าใจ ของผู้เรียนให้ชัดเจนเพื่อใช้ออกแบบกิจกรรมที่ผู้เรียนทุกคนเข้าใจใน ประเด็นที่ครูนำมาเสนอได้

โอลิเวียร์ เอเคอร์สันและโอลด์ฟิลด์ (Oliveira; Akerson; & Oldfield. 2012) ได้ ศึกษาวิธีที่นักเรียนจะแสดงออกต่อสิ่งแวดล้อม ในประเด็นต่าง ๆ ได้แก่ การอนุรักษ์พลังงาน การนำ อีทว่นามาเลี้ยง และการเลือกที่จะกระทำเมื่อเข้าไปเจอลูกกวางในป่า ด้วยการสร้างการรับรอง และ ข้อกล่าวอ้าง ด้วยวาจา จากผลการสำรวจพบว่าภายใต้พื้นฐานทางสังคมผู้เรียนที่เป็นชาวบราซิล ครูจำเป็นต้องเน้นให้ผู้เรียนเกิดความใส่ใจสิ่งแวดล้อม ด้วยการสร้างวัฒนธรรมทางสังคมการโต้แย้ง ภายในชั้นเรียน สนับสนุนให้เกิดการให้เหตุผลและแสดงเหตุผลโดยปราศจากการกดดันและการ แทรกแซงทางสังคม

ดอร์สันและเวนไวล์ (Dawson; & Venville. 2010) ได้สำรวจผลของการโต้แย้งที่ ใช้ชั้นเรียนเป็นฐานที่มีต่อทักษะการโต้แย้ง การให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ และความเข้าใจใน มโนทัศน์ เรื่อง พันธุศาสตร์ ของนักเรียนเกรด 10 โดยแบ่งกลุ่มเป็นห้องทดลอง 2 ห้อง และ ห้องควบคุม 2 ห้อง วัดผลในรูปแบบการเขียน พบว่า กลุ่มทดลองมีระดับคุณภาพของข้อโต้แย้ง และการอธิบายเพื่อแสดงเหตุผลอย่างไม่เป็นทางการดีขึ้น ทั้งสองกลุ่มมีความเข้าใจในมโนทัศน์ เรื่อง พันธุศาสตร์ ดีขึ้น แต่กลุ่มทดลองมีคะแนนสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญ

เอสกิน และออร์แกน-เบคิโรกลู (Eskin; & Ogan-Bekiroglu. 2009) ได้ศึกษา รูปแบบการโต้แย้งกับความเข้าใจวิทยาศาสตร์ และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพของ การโต้แย้งกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ในวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนเกรด 10 จำนวน 4 คน พบว่า การใช้การโต้แย้งและความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กันอย่างไม่มีความสำคัญ

เอการ์ และแพทตัน (Acar; & Patton. 2012) ได้ใช้เทคนิคการฝึกปฏิบัติและการแข่งขันทางทฤษฎีด้วยการนำไปใช้ในการนำเข้าสู่บทเรียนในรูปแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นฐาน ในวิชาฟิสิกส์ เพื่อพัฒนาทักษะการโต้แย้งและความสามารถในการให้เหตุผลให้สูงขึ้นได้

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ เพื่อพัฒนาความสามารถในการโต้แย้ง ความสามารถในการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ ความเข้าใจมโนทัศน์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ วิชาฟิสิกส์ และการเรียนรู้ร่วมกัน ทั้งนี้ เพราะการโต้แย้งเป็นรูปแบบที่ส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ส่งเสริมการใช้ความรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ พัฒนาพฤติกรรมและเจตคติเชิงบวกต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ เป็นการเชื่อมโยงระหว่างความรู้และบริบทแวดล้อม และกิจกรรมที่นำมาเป็นประเด็นในการโต้แย้งนั้น งานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศเห็นสอดคล้องกันว่าการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์นั้นควรเรียนรู้ผ่านประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์กับสังคม หรือปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน โดยประเด็นที่นำมาใช้ประกอบการเรียนนั้นต้องมีความหมายกับผู้เรียนทุกคน นั้นหมายความว่า ครูควรตรวจสอบให้แน่ใจก่อนว่าประเด็นดังกล่าวผู้เรียนรู้จักหรือคุ้นเคยมาก่อนแล้วบ้าง และรูปแบบของการโต้แย้งนั้นอาจจะอยู่ในรูปของการสื่อสารผ่านการเขียน เช่น เขียนรายงานการทดลอง เขียนบันทึกการเรียนรู้ ซึ่งอาจจะอยู่ในลักษณะมีโครงสร้างในการเขียน หรือเขียนบรรยาย หรืออยู่ในรูปแบบการแสดงออกทางวาจา เช่น การโต้ว่าที่ การอภิปราย การนำเสนอ

3. การเรียนการสอน เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ วิชาฟิสิกส์

3.1 สภาพการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์

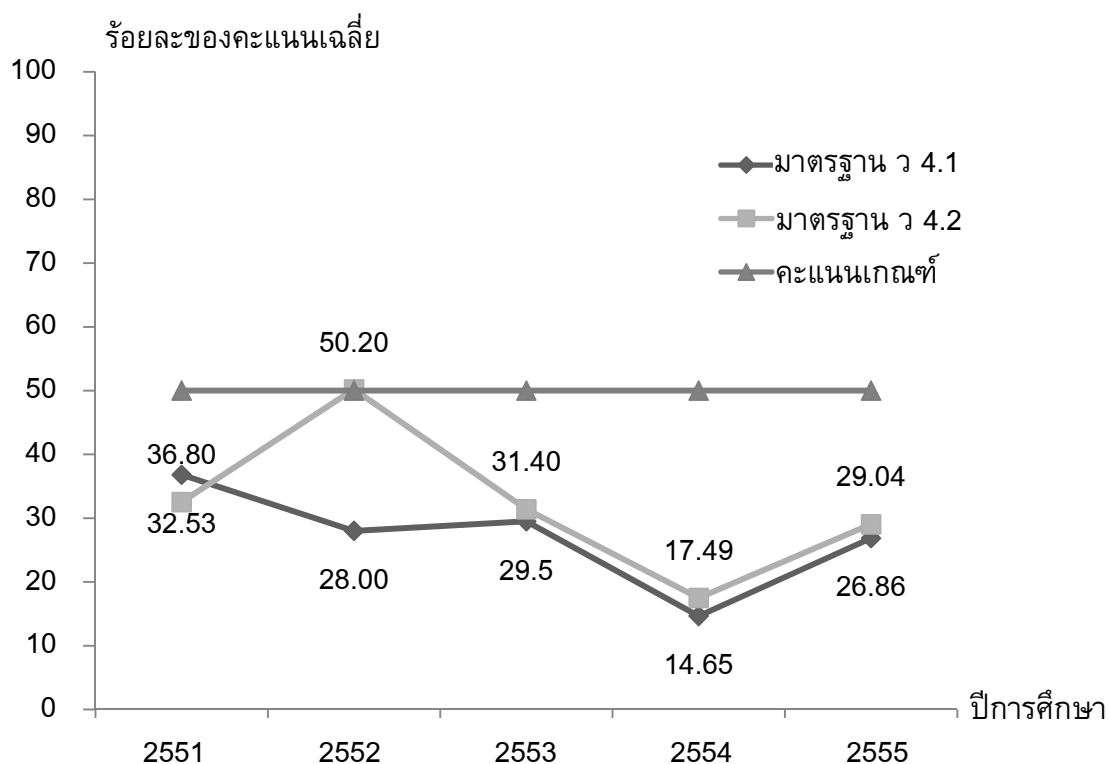
การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มีเป้าหมายเพื่อพัฒนานุชนวัยให้เป็นผู้มีความคิดที่เป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิเคราะห์ ตลอดจนมีทักษะในการค้นคว้าหาความรู้ สามารถแก้ปัญหาได้ ตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ (กระทรวงศึกษาธิการ. 2551: 1) วิชาฟิสิกส์ สาขาหนึ่งของวิทยาศาสตร์ที่มีความหลากหลายของประเด็นปัญหาและคำถามที่ท้าทายต่อความอยากรู้อยากเห็นของผู้เรียน ดังนั้นการตอบคำถามของผู้เรียนจึงไม่ใช่เพียงแค่คำว่า ถูกหรือผิด โดยใช้การเดา หากแต่ต้องผ่านกระบวนการแก้ปัญหา หรือกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้นคำถามหรือปัญหาที่น่าสนใจย่อมกระตุ้นให้ผู้เรียนได้สนใจศึกษา ค้นคว้าทั้งในด้านมโนทัศน์ กฎ และทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง อันจะนำไปสู่การปรับประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันต่อไป ซึ่งวิธีการสอนหรือเทคนิคต่าง ๆ ที่ใช้ในการเรียนการสอนฟิสิกส์นั้นยังเน้นไปในลักษณะการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (ศิลปชัย บุรณพานิช. 2547: 322)

สาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้บรรจุเนื้อหา เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ไว้ในสาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่ โดยมีมาตรฐานการเรียนรู้ดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ. 2551: 114-116)

มาตรฐาน ว.4.1 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม

มาตรฐาน ว.4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุในธรรมชาติ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

หากแบ่งการวัดและประเมินผลคุณภาพการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ออกเป็น 2 ระดับ ได้แก่ ระดับชาติ และระดับนานาชาติ การทดสอบการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน หรือ O-NET (Ordinary National Educational Test) เป็นการประเมินคุณภาพผู้เรียนตามมาตรฐานการเรียนรู้ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน ที่ผู้เรียนทุกคนต้องได้รับการประเมินเพื่อวัดระดับความรู้ทางการศึกษาขั้นพื้นฐานของผู้เรียน ประเมินโดยใช้แบบสอบทางการศึกษาแห่งชาติขั้นพื้นฐาน จากสถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์มหาชน) ซึ่งจะทำการทดสอบกับผู้เรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ครอบคลุมเนื้อหาวิชา 8 กลุ่มสาระการเรียนรู้ และจากสถิติผลการทดสอบ O-NET วิชาวิทยาศาสตร์ สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2551-2555 พบว่า ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศ มาตรฐาน ว.4.1 เท่ากับ 36.80 28.00 29.50 14.65 และ 26.86 ตามลำดับ และมาตรฐาน ว.4.2 เท่ากับ 32.53 50.20 31.40 17.49 และ 29.04 ตามลำดับ ซึ่งยังต่ำกว่าเกณฑ์ คือ ต่ำกว่าร้อยละ 50 ยกเว้น มาตรฐาน ว.4.2 ปีการศึกษา 2552 (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. 2556. ออนไลน์; สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. 2552: 83-84) ถึงแม้ว่าคะแนนเฉลี่ยของปีการศึกษา 2555 จะมีแนวโน้มสูงขึ้นก็ตาม ดังภาพประกอบ 9



ภาพประกอบ 9 ผลการประเมิน O-NET วิชาวิทยาศาสตร์ สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ส่วนการวัดและประเมินผลคุณภาพระดับนานาชาติในประเทศไทยเข้าร่วมเป็นสมาชิก ได้แก่ การประเมินนานาชาติตามโครงการ PISA (Programme for International Student Assessment) โดยองค์การเพื่อความร่วมมือและพัฒนาทางเศรษฐกิจ หรือ OECD (Organization for Economic Cooperation and Development) จะเน้นการประเมินสมรรถนะของผู้เรียนในการใช้ความรู้และทักษะที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริงสำหรับการเรียนรู้ตลอดชีวิตและการใช้ชีวิตในสังคมยุคใหม่ เพื่อการศึกษาต่อในระดับสูง การงานอาชีพ และการดำเนินชีวิต โดยประเมินสมรรถนะ 3 ด้าน คือ (1) การรู้เรื่องการอ่าน (Reading Literacy) (2) การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ (Mathematics Literacy) และ (3) การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) สำหรับการประเมินการรู้วิทยาศาสตร์นั้นเน้นการใช้ความรู้ในการระบุประเด็นปัญหา อธิบายปรากฏการณ์ และตัดสินใจเรื่องที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์บนพื้นฐานของประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะมีการประเมินผู้เรียนที่มีอายุ 15 ปี สำหรับประเทศไทยนั้นส่วนใหญ่เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และนักศึกษาอาชีวศึกษาชั้นปีที่ 1 ในระยะเวลาทุก ๆ 3 ปี สำหรับประเทศไทยได้เข้าร่วมรับการประเมินเริ่มตั้งแต่ปี 2000 (พ.ศ. 2543) เป็นต้นมา (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. 2554: 2-8) ผลการประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ดังตาราง 7

ตาราง 7 ผลการประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ ตามโครงการ PISA

คะแนนเฉลี่ย	ปี 2000 (พ.ศ. 2543)	ปี 2003 (พ.ศ. 2546)	ปี 2006 (พ.ศ. 2549)	ปี 2009 (พ.ศ. 2552)
กลุ่มประเทศ OECD	500	500	500	501
ไทย	421	429	421	425

ส่วนการประเมินตามโครงการ TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study) โดยสมาคมนานาชาติเพื่อประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษา หรือ IEA (The International Association for the Evaluation of Educational Achievement) มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินผลสัมฤทธิ์ในการเรียนรู้ของผู้เรียนในวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรที่กำลังศึกษาอยู่ในสถานศึกษา ทำการประเมินผู้เรียนที่กำลังศึกษาอยู่ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 (เกรด 4) และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (เกรด 8) ในระยะเวลาทุก ๆ 4 ปี โดยยกเว้นปี 2003 (พ.ศ. 2546) ซึ่งกรอบในการประเมินวิชาวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย ด้านเนื้อหาสาระ (Content domain) ได้แก่ ชีววิทยา เคมี ฟิสิกส์ และโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ และด้านพฤติกรรมการเรียนรู้ (Cognitive domain) ได้แก่ ความรู้/ความเข้าใจ การประยุกต์ใช้ความรู้ และการบูรณาการความรู้และการให้เหตุผล (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. 2554: 8-11; สสวท. 2555: ออนไลน์) ผลการประเมินผลสัมฤทธิ์ในการเรียนรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ ดังตาราง 8

ตาราง 8 ผลการประเมินผลสัมฤทธิ์ในการเรียนรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ ตามโครงการ TIMSS

คะแนนเฉลี่ย	ปี 1999 (พ.ศ. 2542)	ปี 2007 (พ.ศ. 2550)	ปี 2011 (พ.ศ. 2554)
ค่ากลาง TIMSS	500	500	500
ไทย	482	471	451

การประเมินโครงการ PISA ได้กำหนดระดับความรู้และทักษะไว้เป็น 6 ระดับ โดยระดับต่ำสุดเท่ากับระดับ 1 และกำหนดให้ระดับ 2 เป็นระดับพื้นฐานที่ผู้เรียนเริ่มแสดงว่ารู้และพอจะใช้ประโยชน์จากความรู้ในการดำรงชีวิตได้ ซึ่งผลการประเมินผู้เรียนไทยส่วนใหญ่อยู่ในระดับต่ำกว่า 2 นั่นคือ อยู่ในระดับต่ำกว่าพื้นฐาน ส่วนการประเมินโครงการ TIMSS นั้น ได้กำหนดระดับความรู้และทักษะวิชาวิทยาศาสตร์ออกเป็น 5 ชั้น โดยระดับต่ำกว่าระดับ 1 เป็นระดับต่ำสุด และผลการประเมินผู้เรียนไทยมากกว่าครึ่งอยู่ในระดับ 1 หรือระดับต่ำ นอกจากนั้นยังพบว่าคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนจากการประเมินจากทั้งสองโครงการมีค่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ยกลางของประเทศในกลุ่มสมาชิก

ดังนั้นการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ของไทยจึงควรได้รับการพัฒนาและส่งเสริมให้เกิดความรู้ ความเข้าใจ ทั้งในส่วนของเนื้อหา การประยุกต์ใช้องค์ความรู้กับชีวิตประจำวัน การให้เหตุผล รวมทั้งกระตุ้นให้มีการใช้ความรู้ในการระบุประเด็นปัญหา อธิบายปรากฏการณ์ และตัดสินใจเรื่องที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์บนพื้นฐานของประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความเข้าใจในมโนทัศน์วิชาฟิสิกส์ และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ที่ใช้การโต้แย้งเป็นฐาน ที่ผู้เรียนสามารถนำสถานการณ์ในชีวิตประจำวันมาใช้ในการเรียนด้วยกิจกรรมการโต้แย้งซึ่งเป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมให้มีการใช้หลักฐานเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ โดยใช้เหตุผลได้อย่างเหมาะสม

3.2 ความเข้าใจมโนทัศน์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ วิชา ฟิสิกส์

3.2.1 ความหมายของความเข้าใจมโนทัศน์

ความเข้าใจมโนทัศน์ (Conceptual understanding) นอกจากนี้ยังมีคำอื่น ๆ ที่มีความหมายเดียวกันอีกหลายคำ เช่น ความเข้าใจมโนคติ ความเข้าใจความคิดรวบยอด เป็นต้น ทั้งนี้ขึ้นกับการนิยามคำว่า Concept ที่แตกต่างกัน แต่ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้คำว่า ความเข้าใจมโนทัศน์ ซึ่งมีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้นิยามความหมายของคำว่า ความเข้าใจ (Understanding) และมโนทัศน์ (Concept) ไว้ดังนี้

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2546: 2) กล่าวว่า มโนทัศน์ หมายถึง หมวดหมู่ของวัตถุหรือเหตุการณ์ หรือแนวความคิดที่มีองค์ประกอบพื้นฐานใกล้เคียงกันหมวดหมู่หนึ่ง แต่ละสิ่งในหมวดหมู่นั้นอาจมีความแตกต่าง หลากหลาย แต่มีลักษณะใกล้เคียงกันมากพอที่จะบอกได้ว่าสิ่งนั้นคืออะไร ซึ่งสอดคล้องกับ ชนาธิป พรกุล (2554: 123) และเบส คอนแทนท์ และเคริน (Bass; Contant; & Carin. 2009: 13) ที่เห็นว่า มโนทัศน์ หมายถึง ข้อความที่แสดงแก่นของเรื่องใดเรื่องหนึ่ง หรือความคิดรวบยอดที่ได้มาจากการสังเกต หรือข้อเท็จจริงที่มีอยู่ แล้วจัดการกับลักษณะที่เหมือน ๆ กันของสิ่งของ เหตุการณ์ ประสบการณ์ หรือกระบวนการเข้าด้วยกันเป็นหมวดหมู่ ส่วน สสวท. (2552: 247) นิยามคำว่า มโนทัศน์ หมายถึง ความเข้าใจต่อวัตถุหรือปรากฏการณ์ที่ได้จากการสังเกต รับรู้ และเชื่อมโยงกับประสบการณ์ของบุคคลนั้น ซึ่งการเรียนรู้มโนทัศน์นั้นเป็นการค้นหาคุณสมบัติเฉพาะที่สำคัญของสิ่งนั้น เพื่อใช้เป็นเกณฑ์ในการจำแนกสิ่งที่ใช่และไม่ใช่สิ่งนั้นออกจากกัน เพื่อช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้มโนทัศน์ของเนื้อหาสาระต่าง ๆ อย่างเข้าใจ และสามารถนิยามมโนทัศน์นั้นด้วยตนเอง (Bruner; et al. 1967: 233; อ้างอิงจาก ทิศนา ขัมมณี. 2553: 225)

ชวาล แพรัตกุล (2552: 153) กล่าวว่า ความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการดัดแปลง แล้วแปล และย่อรวมกัน และชนาธิป พรกุล (2554: 123) เห็นว่าหมายถึงความสามารถในการกำหนดเกณฑ์ที่จะใช้แบ่งประเภทสรรพสิ่งรอบตัวที่เป็นสิ่งของ วัตถุ พฤติกรรม และสิ่งที่เป็นนามธรรม ส่วน สสวท. (2552: 245) นิยามคำว่า ความเข้าใจ หมายถึง ระดับของผลการเรียนรู้ที่ผู้เรียนสามารถอธิบาย หรือให้เหตุผลเปรียบเทียบ ยกตัวอย่าง นิยาม เขียนแผนภาพ แปลความหมาย เลือกรับ เกี่ยวกับเรื่องต่าง ๆ

ดังนั้นความเข้าใจในทศน์ หมายถึง ความสามารถในการอธิบาย หรือให้เหตุผล เปรียบเทียบ ยกตัวอย่าง นิยาม เขียนแผนภาพ แปลความหมาย เลือก ระบุ เกี่ยวกับวัตถุ สิ่งของ เหตุการณ์ ประสบการณ์ หรือ เรื่องราวต่าง ๆ โดยใช้เกณฑ์ในการจำแนกประเภท หรือหมวดหมู่

3.2.2 การวัดและประเมินผลความเข้าใจในมโนทัศน์ของผู้เรียน

การวัดและประเมินผลความเข้าใจเป็นส่วนหนึ่งของการประเมินการเรียนรู้ด้าน พุทธิพิสัย (Cognitive Domain) ของบลูม (Benjamin S. Bloom) เพื่อวัดระดับความรู้ความสามารถ ของผู้เรียนจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน (ชวลิต ชูกำแพง. 2550: 89-91)ตามลำดับขั้น 6 ขั้น ดังนี้ จำ (Remembering) เข้าใจ (Understanding) ประยุกต์ใช้ (Applying) วิเคราะห์ (Analyzing) ประเมินค่า (Evaluating) และคิดสร้างสรรค์ (Creating) จะเห็นได้ว่ากระบวนการทางปัญญาใหม่ ของบลูมนี้ มีการปรับเปลี่ยนขั้นความเข้าใจ (Comprehension) เป็นความเข้าใจ (Understanding) และขั้นการสังเคราะห์ (Synthesis) เป็นคิดสร้างสรรค์(Creating) ซึ่ง ชวาล แพรัตกุล (2552: 153-154) กล่าวว่า การวัดความเข้าใจนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสอบวัดว่า ผู้เรียนสามารถจับใจความสำคัญของประเด็นต่าง ๆ ที่ได้รับการสื่อสารทุกช่องทาง ด้วยการเขียน การพูด ทั้งในรูปแบบประโยค ภาษา รหัส หรือสัญลักษณ์ โดยกระบวนการสร้างความเข้าใจนั้นเกิดจากการดัดแปลงประสบการณ์ ใหม่ที่กำลังประสบให้กลายเป็นรูปแบบที่คล้ายกับรูปแบบเดิมที่ตนเองรู้ และมีความหมายต่อกับ ตนเองมากขึ้น ดังนั้น คำถามเพื่อวัดความเข้าใจ จึงควรเป็นข้อความใหม่ ๆ ที่กำหนดสถานการณ์ หรือข้อความที่แตกต่างไปจากที่ผู้เรียนเคยเห็นมาแล้ว โดยเลียนแบบข้อความเดิม หรืออาจใช้ เนื้อความเดิมแต่สร้างรูปแบบประโยคใหม่

เบส คอนแทนท์ และเคริน (Bass; Contant; & Carin. 2009: 13) กล่าวว่า พฤติกรรมที่บ่งบอกว่ามีความเข้าใจในทศน์ทางวิทยาศาสตร์นั้น ผู้เรียนต้องสามารถแสดงสิ่งต่าง ๆ ต่อไปนี้ได้

- 1) ดีความคำถามเพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบและแสดงเป็นภาษาของตนเองได้
- 2) ดีความสิ่งต่าง ๆ ที่ได้เรียนรู้และแสดงเป็นคำพูดของตนเองได้
- 3) แสดงความเชื่อมโยงมโนทัศน์สู่สถานการณ์จริงได้
- 4) ดีความความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่บันทึกไว้จากเหตุการณ์จริง และหา รูปแบบของข้อมูล เปรียบเทียบข้อมูลที่มีกับข้อมูลอื่น ๆ
- 5) ประยุกต์ใช้ความรู้ที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบเพื่อทำนายเหตุการณ์ สร้างคำอธิบาย และแก้ปัญหาในรูปแบบที่แตกต่าง

สำหรับเครื่องมือที่ใช้ในการวัดและประเมินความเข้าใจนั้น สสวท. (2555: 24) และ ชวลิต ชูกำแพง (2550: 94-99) ได้เสนอแนะไว้ดังนี้

- 1) ข้อสอบแบบเลือกตอบ ได้แก่ ข้อสอบเลือกตอบแบบคำถามเดียว ข้อสอบ เลือกตอบแบบคำถามชุด และข้อสอบเลือกตอบแบบคำถาม 2 ชั้น
- 2) ข้อสอบแบบถูกหรือผิด

3) ข้อสอบแบบจับคู่

4) ข้อสอบเขียนตอบแบบเติมคำหรือเขียนตอบอย่างสั้น

5) ข้อสอบเขียนตอบแบบอธิบาย

และการวัดผลเรียนรู้มนทัศน์สามารถวัดได้หลายระดับ ตามลำดับดังต่อไปนี้

- 1) ระบุลักษณะสำคัญ และไม่ใช่ลักษณะสำคัญ 2) จำแนกสิ่งที่เป็นตัวอย่าง และสิ่งที่ไม่ใช่ตัวอย่าง
- 3) ระบุกฎของมนทัศน์ 4) ใช้มนทัศน์ในสถานการณ์อื่น ชนาธิป พรกุล (2554: 132-133)

ดังนั้น การวัดและประเมินผลความเข้าใจมนทัศน์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ วิชา ฟิสิกส์ นั้น เป็นการสอบวัดว่าจากกิจกรรมการเรียนการสอนที่ครูจัดให้ผู้เรียนสามารถจับใจความสำคัญได้ดีเพียงใดด้วยการแสดงออกด้วยการพูด การเขียน โดยคำถามที่ครูจะใช้วัดและประเมินความเข้าใจต้องใช้ภาษาหรือถ้อยคำ รวมทั้งสถานการณ์ที่กำหนดให้แตกต่างจากเดิมแต่ยังคงเนื้อความเดิมไว้ และเครื่องมือที่ใช้วัดนั้นอาจจะใช้ข้อสอบประเภทต่าง ๆ หรือการถามให้ตอบก็ได้

3.2.3 มโนทัศน์ของผู้เรียนจากการเรียน เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ วิชา ฟิสิกส์

การเรียนการสอนเพื่อให้ผู้เรียนมีความเข้าใจในมนทัศน์ วิชาฟิสิกส์นั้นมีอยู่หลากหลายรูปแบบ ไนท์ (Knight. 2004: 4-5) ได้เสนอแนวทางในการสอนฟิสิกส์ให้ได้ประสิทธิภาพไว้ 5 ประการ ได้แก่ 1) ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมอย่างตื่นตัวและสามารถโต้ตอบกับครูได้ 2) ให้ความสำคัญกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติมากกว่าสิ่งที่เป็นนามธรรม 3) จัดการกับมนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของผู้เรียนให้ชัดเจน 4) ฝึกและใช้ทักษะและกลยุทธ์ในการแก้ปัญหา และ 5) การบ้านและแบบทดสอบไม่ควรมุ่งเน้นที่สัญลักษณ์เพียงอย่างเดียวแต่มีการผสมผสานทั้งตัวเลขและการบรรยายปรากฏการณ์ แต่ถึงอย่างไรก็ตามก็มีงานวิจัยหลายฉบับระบุว่าผู้เรียนมีมนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (Misconception) ในการเรียนเรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ทั้งนี้สาเหตุอาจเกิดจากการตีความที่ผิดไปจากคำสอนของครู หรือจากข้อความที่ปรากฏในตำราของผู้เรียนเอง หรืออีกนัยหนึ่งก็เกิดจากครูผู้สอน หรือตำราที่ใช้ในการศึกษา (Knight. 2004: 26)

จากการศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดของผู้เรียนในการเรียน เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ของโครงการประเมินความรู้ทางวิทยาศาสตร์ปี 2061 สมาคมเพื่อการพัฒนาวิทยาศาสตร์แห่งอเมริกา (American Association for the Advancement of Science: AAAS) (AAAS. 2013: online) ไนท์ (Knight. 2004: 4-5) เดเมอร์ซี (Demirci. 2005) อลอนโซ และ สตีเดิล (Alonzo; & Steedle. 2008) บาร์คตาร์ (Bayraktar. 2009) ขจรศักดิ์ บัวระพันธ์ และเพ็ญจันทร์ ชิงห์ (2550) และนิวัฒน์ ศรีสวัสดิ์ และคณะ (2548) แล้วพบว่า สามารถแบ่งหมวดหมู่มนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของผู้เรียน ได้ 5 หมวดหมู่ ได้แก่ 1) การใช้ปริมาณทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้องกับแรงและการเคลื่อนที่ 2) แรงขับภายในของวัตถุ 3) แรงจากการกระทำ 4) แรงคู่กิริยา-ปฏิกิริยา และ 5) อิทธิพลอื่น ๆ ที่มีต่อการเคลื่อนที่ แต่ละหมวดหมู่แสดงมนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของผู้เรียน ดังตาราง 9

ตาราง 9 มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและมโนทัศน์ที่ถูกต้องเกี่ยวกับแรงและการเคลื่อนที่
จำแนกตามหมวดหมู่

หมวดหมู่	มโนทัศน์เกี่ยวกับแรงและการเคลื่อนที่	
	มโนทัศน์ของผู้เรียน	มโนทัศน์ที่ถูกต้อง
1. การใช้ปริมาณทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้องกับแรงและการเคลื่อนที่	1) ตำแหน่งกับความเร็ว เมื่อวัตถุอยู่ในตำแหน่งเดียวกัน แสดงว่ามีความเร็วเท่ากัน	1) ตำแหน่งเป็นการบอกจุดที่วัตถุอยู่โดยการบอกพิกัดและตำแหน่งอ้างอิง หากวัตถุอยู่ในตำแหน่งเดียวกันนั้นหมายถึงอยู่ในพิกัดเดียวกัน แต่ไม่จำเป็นต้องมีความเร็วเท่ากัน
	2) ความเร็วกับความเร่ง ถ้าวัตถุ 2 อันมีความเร็วเท่ากัน ดังนั้น ย่อมมีความเร่งเท่ากันด้วย	2) ความเร็ว คือ การกระจัดที่เกิดขึ้นต่อช่วงเวลาที่ใช้ ส่วนความเร่ง คือการเปลี่ยนแปลงความเร็วต่อช่วงเวลาที่ใช้ หากวัตถุ 2 อัน มีความเร็วเท่ากัน ต้องเท่ากันทั้งขนาดและทิศทาง
	3) ปริมาณที่เป็นและไม่เป็นเวกเตอร์ เช่น ความเร็วและอัตราเร็ว	3) ความเร็ว เป็นปริมาณเวกเตอร์ที่ต้องประกอบด้วยขนาดและทิศทาง และเกิดจากการกระจัดหารด้วยเวลา แต่อัตราเร็วเป็นปริมาณสเกลาร์มีเฉพาะขนาดเกิดจากระยะทางหารด้วยเวลา แต่ในบางสถานการณ์ ความเร็วและอัตราเร็วอาจมีขนาดเท่ากันได้
	4) การรวมแรง 2 แรงที่มีทิศตรงข้ามกันและมีขนาดต่างกัน แรงลัพธ์มีขนาดเท่ากับแรงที่มีขนาดมากกว่า	4) แรงเป็นปริมาณเวกเตอร์ การรวมแรงตั้งแต่ 2 แรงขึ้นไป ต้องรวมแบบเวกเตอร์ ที่พิจารณาทั้งขนาดและทิศทาง

ตาราง 9 (ต่อ)

หมวดหมู่	มโนทัศน์เกี่ยวกับแรงและการเคลื่อนที่	
	มโนทัศน์ของผู้เรียน	มโนทัศน์ที่ถูกต้อง
2. แรงขับเคลื่อนในของวัตถุ (Impetus)	1) แรงขับเคลื่อนภายในของวัตถุเป็นแรงที่แฝงหรืออาศัยอยู่ในวัตถุเพื่อรักษาสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุหลังจากเคลื่อนที่ออกจากตัวกระทำแรง	1) แรงเกิดจากอันตรกิริยาระหว่างวัตถุ เมื่ออันตรกิริยาลิ้นสุดลงก็ไม่มีแรงกระทำระหว่างวัตถุอีกต่อไป กล่าวคือไม่มีแรงขับเคลื่อนภายในแฝงหรืออาศัยอยู่ในวัตถุรักษาสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุ
3. แรงจากการกระทำ	1) มีแต่สิ่งมีชีวิตเท่านั้นที่สามารถเป็นตัวกระทำแรงได้ 2) ถ้าวัตถุเคลื่อนที่แสดงว่าต้องมีแรงมากระทำต่อวัตถุนั้น หรือถ้าวัตถุไม่เคลื่อนที่แสดงว่าไม่มีแรงมากระทำต่อวัตถุ 3) ความเร็วของวัตถุแปรผันตรงกับขนาดของแรงที่กระทำต่อวัตถุนั้น	1) แรงเกิดจากอันตรกิริยาระหว่างวัตถุซึ่งไม่จำกัดว่าต้องเป็นสิ่งมีชีวิตเท่านั้น 2) เมื่อแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุเท่ากับศูนย์วัตถุจะรักษาสภาพการเคลื่อนที่ กล่าวคือ วัตถุจะอยู่นิ่งหรือเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว 3) เมื่อมีแรงลัพธ์ที่ไม่เท่ากับศูนย์มากระทำต่อวัตถุ วัตถุนั้นจะเคลื่อนที่ด้วยความเร่ง โดยความเร่งของวัตถุจะแปรผันตรงกับขนาดของแรงที่มากกระทำและแปรผกผันกับมวลของวัตถุ
4. แรงคู่กิริยา-ปฏิกิริยา	1) แรงสองแรงที่มีขนาดเท่ากันและกระทำต่อวัตถุเดียวกันในทิศตรงกันข้ามเป็นแรงคู่กิริยา-ปฏิกิริยา เสมอ	1) ทุกแรงปฏิกิริยาต้องมีแรงปฏิกิริยาที่มีขนาดเท่ากันในทิศทางตรงกันข้ามกันเสมอ โดยแรงกิริยา คือ แรงที่กระทำต่อวัตถุ และแรงปฏิกิริยา คือ แรงที่วัตถุกระทำโต้ตอบ ดังนั้นแรงกิริยาและแรงปฏิกิริยาจะกระทำต่อวัตถุคนละก้อน

ตาราง 9 (ต่อ)

หมวดหมู่	มโนทัศน์เกี่ยวกับแรงและการเคลื่อนที่	
	มโนทัศน์ของผู้เรียน	มโนทัศน์ที่ถูกต้อง
4. แรงคู่กิริยา-ปฏิกิริยา	1) แรงสองแรงที่มีขนาดเท่ากัน และกระทำต่อวัตถุเดียวกันในทิศตรงกันข้ามเป็นแรงคู่กิริยา-ปฏิกิริยา เสมอ	1) ทุกแรงปฏิกิริยาต้องมีแรงปฏิกิริยาที่มีขนาดเท่ากันในทิศทางตรงกันข้ามกันเสมอโดยแรงกิริยา คือ แรงที่กระทำต่อวัตถุ และแรงปฏิกิริยา คือ แรงที่วัตถุกระทำโต้ตอบ ดังนั้นแรงกิริยาและแรงปฏิกิริยาจะกระทำต่อวัตถุคนละก้อน
5. อิทธิพลอื่น ๆ ที่มีต่อการเคลื่อนที่	1) ความโน้มถ่วงไม่มีจริง เพราะวัตถุตกลงสู่พื้นโลกด้วยธรรมชาติของมันเอง 2) วัตถุที่หนักกว่าย่อมตกถึงก่อนวัตถุที่เบากว่า 3) ความโน้มถ่วงกระทำต่อวัตถุด้วยแรงขนาดคงที่ แต่ไม่ทำให้วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร่งคงที่ 4) อิทธิพลของความโน้มถ่วงจะส่งผ่านตัวกลางเสมอ ดังนั้นในสุญญากาศหรืออวกาศ ซึ่งไม่มีตัวกลาง จึงไม่มีความโน้มถ่วง 5) การไม่ตระหนักถึงการมีอยู่ของแรงเสียดทาน หรือไม่ สามารถระบุทิศของแรงเสียดทานที่กระทำต่อวัตถุได้	1) ความโน้มถ่วงเป็นผลมาจากแรงดึงดูดระหว่างมวลที่ทำให้วัตถุตกลงสู่พื้นโลกด้วยความเร่งคงตัว ไม่ว่าวัตถุนั้นจะมีมวลต่างกันเท่าใดก็ตาม เมื่อปล่อย ณ ระดับความสูงเดียวกัน จะตกถึงพื้นพร้อมกันเสมอ โดยความโน้มถ่วงนี้ไม่จำเป็นต้องอาศัยตัวกลางในการกระทำ 5) แรงเสียดทานเกิดขึ้นระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุคู่หนึ่ง ๆ โดยแรงเสียดทานที่เกิดขึ้นเมื่อวัตถุไม่เคลื่อนที่ เรียกว่า แรงเสียดทานสถิต และแรงเสียดทานที่เกิดขึ้นเมื่อวัตถุเคลื่อนที่ เรียกว่า แรงเสียดทานจลน์ ซึ่งแรงเสียดทานจะมีทิศตรงข้ามกับทิศการเคลื่อนที่ของวัตถุเสมอ

ดังนั้นการออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอนครูผู้สอนต้องศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับ มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของผู้เรียนที่อาจเกิดขึ้นจากประเด็นต่าง ๆ เช่น การใช้ปริมาณทางฟิสิกส์ ที่เกี่ยวข้องกับแรงและการเคลื่อนที่ แรงขับเคลื่อนในของวัตถุ แรงจากการกระทำ แรงคู่กิริยา-ปฏิกิริยา และอิทธิพลอื่น ๆ ที่มีต่อการเคลื่อนที่ เพื่อวางแผนในการป้องกันปัญหาดังกล่าวขึ้น ที่มีสาเหตุมาจากการตีความที่ผิดไปจากคำสอนของครู การสอนผิดของครูผู้สอน หรือข้อความที่ปรากฏในตำรา ที่ใช้ในการศึกษาผิด

3.3 งานวิจัยเกี่ยวกับการเรียนการสอน เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ วิชา ฟิสิกส์

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอน เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ วิชาฟิสิกส์ ทั้งในประเทศและต่างประเทศ พบว่างานวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ การสำรวจ เพื่อศึกษาแนวคิดของผู้เรียน ตลอดจนปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดของผู้เรียน และการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความเข้าใจมโนทัศน์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถด้านอื่น ๆ จากการเรียน เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ดังนี้

3.3.1 งานวิจัยเกี่ยวกับการสำรวจเพื่อศึกษาแนวคิดของผู้เรียน ตลอดจนปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดของผู้เรียน ได้แก่ ผลงานวิจัยของ นิวัฒน์ ศรีสวัสดิ์ และคณะ (2548) บาร์คตาร์ (Bayraktar. 2009) ไซมอเยียนนิส และคอมิส (Jimoyiannis; & Komis. 2003) และทาเนล (Tanel. 2013) ซึ่งผลงานวิจัยแต่ละฉบับมีรายละเอียดพอสังเขปดังนี้

นิวัฒน์ ศรีสวัสดิ์ และคณะ (2548) ได้ศึกษาความเข้าใจมโนคติ การปรับเปลี่ยนมโนทัศน์และความคิดเห็นของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้บนเครือข่ายที่พัฒนาตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึมเรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ วิชาฟิสิกส์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า หลังจากที่ได้รับการจัดการเรียนรู้บนเครือข่ายที่พัฒนาตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึมแล้วพบว่านักเรียนมีความเข้าใจมโนทัศน์ที่ถูกต้องมากขึ้น และมีคะแนนความเข้าใจมโนทัศน์เฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และนักเรียนมีการปรับเปลี่ยนมโนทัศน์ ทั้ง 3 ลักษณะตามกรอบแนวคิดของ Dykstra และคณะ นอกจากนั้นความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้บนเครือข่ายที่พัฒนาตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม พบว่ามีความคิดเห็นในระดับ “เห็นด้วย” ด้านเนื้อหา ด้านคุณลักษณะสื่อการเรียนรู้ และด้านสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ โดยคิดเป็นร้อยละ 63.64 63.67 และ 60.32 ตามลำดับ

บาร์คตาร์ (Bayraktar. 2009) ได้ศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักศึกษาวิชาชีพครูชาวตุรกีเกี่ยวกับแรงและการเคลื่อนที่ และศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนมีค่าผันแปรตาม อายุ ระดับการศึกษา และวัฒนธรรม หรือไม่ โดยทำการสำรวจจากนักศึกษาวิชาชีพครูจำนวน 79 คน โดยใช้แบบทดสอบ Force concept inventory (FCI) พบว่า มโนทัศน์ที่มีความคลาดเคลื่อนสูงได้แก่ แรงขับเคลื่อนในของวัตถุ และแรงจากการกระทำ โดยเพศชายกับเพศหญิงมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ แต่พบว่ามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนลดลงเมื่อเรียนในระดับชั้นที่สูงขึ้น และเมื่อเทียบกับงานวิจัยในประเทศอื่น ๆ พบว่านักศึกษาชาวตุรกีมีความเข้าใจกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 3 ของนิวตัน สูงกว่าประเทศสหรัฐอเมริกา และฟินแลนด์

จิโมยิยนิส และคอมิส (Jimoyiannis; & Komis. 2003) ได้ทำการสำรวจเพื่อศึกษาแนวคิดและรูปแบบความคิดของผู้เรียนระดับมัธยมศึกษาเกี่ยวกับแรงและการเคลื่อนที่ ภายใต้อิทธิพลของแรงโน้มถ่วงเพียงอย่างเดียว และแสดงให้เห็นถึงแนวคิดทางเลือกของผู้เรียน โดยทำการสำรวจจากผู้เรียนที่มีอายุ 15-16 ปี จำนวน 146 คน พบว่า รูปแบบการสอนยังเป็นแบบเดิมขณะที่หลักสูตรฟิสิกส์ใหม่ยังไม่ถูกใช้ในโรงเรียน โดยแนวคิดส่วนใหญ่ของผู้เรียนคิดว่า “แรงที่กระทำต่อลูกบอลในตอนเริ่มต้นยังคงออกกระทำต่อลูกบอลขณะเคลื่อนที่ด้วย” สามารถจำแนกแนวคิดออกเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มแรก ผู้เรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน กลุ่มที่สอง ผู้เรียนมีความเข้าใจที่ถูกต้อง และกลุ่มที่สาม ผู้เรียนไม่ได้นำประเด็นของแรงโน้มถ่วงมาพิจารณา แต่แสดงเหตุผลเพียงว่าแรงกิริยาเท่ากับแรงปฏิกิริยาที่ออกกระทำขณะลูกบอลเคลื่อนที่

ทาเนล (Tanel. 2013) ได้ทำการสำรวจความเชื่อในความสามารถของตนเองของครูฟิสิกส์ และความเข้าใจมโนทัศน์ รวมทั้งผลจากลำดับของการสอน เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ พบว่า ความคาดหวังของครูฟิสิกส์เกี่ยวกับความเข้าใจมโนทัศน์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ยังไม่เพียงพอ ถึงแม้ว่าความเชื่อต่อความสามารถในการสอนมีมากก็ตาม และลำดับในการสอนนำไปสู่ความสอดคล้องของตัวแปร

3.3.2 งานวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความเข้าใจมโนทัศน์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถด้านอื่น ๆ จากการเรียน เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ได้แก่ ผลงานวิจัยของ ศุภชัย ทวี (2548) จูตินันท์ โจณะสิทธิ์ (2549) ศินุพล พิมพ์พุก (2549) สมสุข แสงปราบ (2553) และกิตติมา พันธุ์พุกษา (2555) ซึ่งผลงานวิจัยแต่ละฉบับมีรายละเอียดพอสังเขปดังนี้

ศุภชัย ทวี (2548) ได้ทำการสร้างบทเรียน เรื่อง การเคลื่อนที่ของนิวตัน และศึกษาการเรียนรู้และผลการเรียนรู้ด้านแนวคิดและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จากการสอนตามแบบจำลองเชิงความคิดด้วยคอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์แบบปฏิสัมพันธ์ โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 1 โดยผู้วิจัยเป็นผู้พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์แบบปฏิสัมพันธ์ด้วยตนเอง พบว่า นักศึกษาสามารถโต้ตอบกับโปรแกรมคอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์แบบปฏิสัมพันธ์ได้เป็นอย่างดีและเลือกใช้ตัวแปรได้อย่างเหมาะสม หลังเรียนแนวคิดทางฟิสิกส์ เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน สูงกว่าก่อนเรียน และจำนวนนักศึกษาที่มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แต่ละทักษะส่วนใหญ่เกินร้อยละ 50

จูตินันท์ โจณะสิทธิ์ (2549) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ โดยใช้กิจกรรมโครงงาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า คะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์ของนักเรียน ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 70 แต่จำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์รอบรู้ ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด ส่วนคะแนนเฉลี่ยของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์รอบรู้ ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 70 และคะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการแก้ปัญหา ของนักเรียนทั้งชั้น ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 70

คินุพล พิมพ์พก (2549) ได้สร้างบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ และศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากใช้บทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 พบว่า บทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ที่สร้างขึ้น มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 80/80 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สมสุข แสงปราบ (2553) ได้พัฒนากระบวนการคิดแบบสืบเสาะหาความรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (5Es) โดยใช้ชุดสถานการณ์สร้างความสนใจในศูนย์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 6 ชุด ประกอบด้วย จรวดออตลมโพรเจกไทล์ กระชำน้าวงกลม ชิงช้า-ตุ้กดาสปริง SHM สามใบเถาอิเล็กทรอนิกส์ หุ่นโมเมนต์ และอิเล็กทรอนิกส์ เบี่ยงเบนอย่างไรในสนามแม่เหล็ก พบว่า กระบวนการคิดแบบสืบเสาะหาความรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (5Es) ทุกชุดสถานการณ์สร้างความสนใจได้มากกว่าระดับ 3 ขึ้นไป ส่วนคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดเฉลี่ยทั้งชั้นผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 70 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อรูปแบบการสอนอยู่ในระดับมาก

กิตติมา พันธุ์พุกษา (2555) ได้การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ที่เน้นวิธีการสอนโดยใช้บริบทเพื่อส่งเสริมการคิดวิเคราะห์และการนำความรู้ไปใช้ ครอบคลุมเนื้อหา เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ โดยรูปแบบการสอนนี้เรียกว่า FEACA model กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยแบ่งเป็นห้องทดลอง 1 ห้องเรียน ที่เรียนด้วย FEACA model และอีก 1 ห้องเรียนที่เรียนด้วยการสอนปกติ พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วย FEACA model มีคะแนนความเข้าใจโมทัศน์และการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ และส่งเสริมความเข้าใจโมทัศน์ การคิดวิเคราะห์ และการนำไปใช้ของนักเรียนได้ดีกว่าการเรียนการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญ อีกทั้งนักเรียนมีความคิดเห็นต่อ FEACA model อยู่ในระดับสูง

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน เพื่อพัฒนาความเข้าใจโมทัศน์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ (Force and Motion) ด้วยการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้เพราะการโต้แย้งนั้นเป็นการใช้หลักฐานหรือประจักษ์พยานในการแสดงผลเพื่ออธิบายสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง หรือข้อยืนยัน ดังนั้นผู้เรียนสามารถตรวจสอบความเข้าใจที่ตนเองเข้าใจได้ด้วยการโต้แย้งได้ แต่ทั้งนี้ครูผู้สอนต้องศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนที่อาจเกิดขึ้นได้ เพื่อออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอนให้เกิดประสิทธิผลสูงสุด

4. การให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ (Informal reasoning)

4.1 ความสำคัญของการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ

การให้เหตุผล (Reasoning) เป็นองค์ประกอบที่สำคัญของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical thinking) เป็นกระบวนการคิดที่เชื่อมโยงเหตุและผลที่เกิดขึ้น ในการพิจารณาสถานการณ์ต่าง ๆ ด้วยความรอบคอบไตร่ตรองอย่างถี่ถ้วน โดยมีข้อมูลหลักฐานที่เชื่อถือได้มาสนับสนุนมากที่สุด เพื่อประเมินทางเลือกในการตัดสินใจ (สสวท. 2552: 30) และนอกจากนี้ยังเป็นหนึ่งในกรอบการประเมินผู้เรียนตามโครงการ TIMSS ที่ได้รับการประเมินด้านการบูรณาการความรู้และการให้เหตุผล ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการประเมินด้านพฤติกรรมการเรียนรู้ (Cognitive domain) (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. 2554: 9) โดยเฉพาะอย่างยิ่งการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ (Informal reasoning) นั้น มีบทบาทสำคัญมากในกระบวนการสร้าง ประเมินแนวคิด และตัดสินใจต่อประเด็นทางวิทยาศาสตร์กับสังคม หรือในสถานการณ์ที่ซับซ้อน ซึ่งแซดเลอร์ (Sadler. 2004: 513) ได้สรุปความสำคัญของการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการไว้ดังนี้

- 1) มีความเกี่ยวข้องกับการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์
- 2) แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้าใจในทศน์ทางวิทยาศาสตร์กับการตัดสินใจในประเด็นทางวิทยาศาสตร์กับสังคม
- 3) เป็นการประเมินข้อมูลสารสนเทศเพื่อนำไปใช้เป็นหลักฐานในการตัดสินใจในประเด็นทางวิทยาศาสตร์กับสังคม
- 4) ความเข้าใจในทศน์ทางวิทยาศาสตร์ของแต่ละบุคคลส่งผลต่อความสามารถในการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ

ดังนั้นการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการจึงมีความสำคัญทั้งต่อสาธารณชนประชาชนทั่วไปที่ต้องสามารถนำการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการมาใช้ในการสร้างความความชัดเจนในการตัดสินใจ หรือการโต้แย้งในสถานการณ์เฉพาะหน้าได้อย่างมีเหตุผล และต่อวงการวิทยาศาสตร์ศึกษา ที่ต้องส่งเสริมให้เกิดการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการด้วยกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ ผ่านประเด็นทางวิทยาศาสตร์กับสังคม อย่างต่อเนื่อง เพื่อเป็นการวางรากฐานของการใช้ดุลยพินิจที่ดีที่จะนำไปสู่การมีชีวิตอย่างมีเหตุมีผลต่อไป

4.2 ความหมายของการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ

การให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ (Informal reasoning) มีนักการศึกษาได้ให้นิยามความหมายไว้หลากหลายดังนี้

การให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ เป็นรูปแบบการแสดงความคิดของการโต้แย้งอันเกิดจากความพยายามที่จะแสดงให้เห็นว่าข้อสรุปเป็นข้อกล่าวอ้างที่ได้รับการสนับสนุนจากข้อมูลที่ได้รับการรับรองแล้ว และอธิบายเพื่อสร้างความเข้าใจขณะที่พิจารณาประเด็นทางวิทยาศาสตร์กับสังคมด้วยวิธีการที่หลากหลาย (Osborne; & Patterson. 2011: 633; & Means; & Voss. 1996; citing Venville; & Dawson. 2010: 954)

ส่วนคุห์น (Kuhn. 1991; citing Venville & Dawson. 2010: 954) และแซดเลอร์และซีตเลอร์ (Sadler; & Zeidler. 2005; citing Topçu; Yılmaz-Tüzün; & Sadler. 2010: 314) ได้ให้ความหมายของการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการไว้ว่า เป็นกระบวนการทางความคิดเกี่ยวกับความรู้สึก การสื่อสาร วิธีแก้ปัญหา และการตัดสินใจต่อประเด็นปัญหาที่ไม่มีโครงสร้าง มีลักษณะปลายเปิด ไม่มีนิยาม และไม่มีคำตอบที่ตายตัวมีเพียงความเป็นไปได้ของคำตอบตลอดจนการยอมรับหรือปฏิเสธต่อแนวคิดหรือวิธีการ

จากนิยามความหมายข้างต้น สรุปได้ว่า การให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ หมายถึงกระบวนการทางความคิดที่เกี่ยวข้องกับความรู้สึก การสื่อสาร และการตัดสินใจ ที่จะยอมรับหรือปฏิเสธต่อแนวคิดหรือวิธีการที่มีต่อประเด็นทางวิทยาศาสตร์กับสังคมหรือสถานการณ์ต่าง ๆ ในรูปแบบการโต้แย้ง ซึ่งกระบวนการดังกล่าวไม่มีโครงสร้างที่แน่นอนมีลักษณะปลายเปิด มีคำตอบและวิธีแก้ปัญหาได้อย่างหลากหลาย

4.3 องค์ประกอบของการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ

มีนักการศึกษาได้ระบุถึงองค์ประกอบของการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ ซึ่งผู้วิจัยสรุปได้ 2 ลักษณะ คือ องค์ประกอบเชิงพฤติกรรม (Sadler. 2004: 514; & Lee & Grace. 2012: 788) และองค์ประกอบเชิงตัวชี้วัด (Sadler; & Zeidler. 2004; citing Wu; & Tsai. 2011: 785) ดังนี้

1) องค์ประกอบเชิงพฤติกรรม ระบุว่า การให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการประกอบด้วย การสร้าง ประเมิน และปรับเปลี่ยนแนวคิดที่จะใช้ในการตอบสนองต่อประเด็นปัญหา หรือสถานการณ์ ตลอดจนการวิเคราะห์และปรับโครงสร้างของข้อมูล เป็นกระบวนการที่ไม่มีโครงสร้างหรือวิธีแก้ไขปัญหาย่างชัดเจน ทั้งนี้ผู้เรียนต้องพิจารณาถึงเหตุและผล ข้อดีและข้อเสีย และความหลากหลายของวิธีแก้ปัญหา (Sadler. 2004: 514; & Lee; & Grace. 2012: 788)

2) องค์ประกอบเชิงตัวชี้วัด เสนอแนวคิดโดยแซดเลอร์ และซีตเลอร์ (Sadler; & Zeidler. 2004; citing Wu; & Tsai. 2011: 785) ที่กล่าวว่าพัฒนาการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการในประเด็นทางวิทยาศาสตร์กับสังคม ที่จะประสบผลสำเร็จได้นั้นควรประกอบด้วย การสร้างข้อโต้แย้งสนับสนุน (Supportive argument construction) การสร้างข้อโต้แย้งกลับ (Counter-argument construction) และการสร้างข้อคัดค้าน (Rebuttal construction) ซึ่งความสามารถในการสร้างข้อคัดค้านนี้เองที่เป็นตัวแสดงให้เห็นถึงความสามารถในการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ แต่อย่างไรก็ตามงานวิจัยก่อนหน้านี้ (Wu; & Tsai. 2007; citing Wu; & Tsai. 2011:772) ที่ชี้ให้เห็นว่าการพัฒนาให้ผู้เรียนสามารถสร้างข้อคัดค้านได้นั้นเป็นเรื่องยาก จึงมีข้อเสนอแนะให้มีการพัฒนาความเข้าใจมโนทัศน์เพราะสามารถนำไปสู่การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการตามมา

ดังนั้น องค์ประกอบของการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการประกอบด้วยองค์ประกอบเชิงพฤติกรรม และองค์ประกอบเชิงตัวชี้วัด ซึ่งการวิจัยครั้งนี้จึงเลือกที่ศึกษาองค์ประกอบเชิงตัวชี้วัดนี้ที่ประกอบด้วย การสร้างข้อโต้แย้งสนับสนุน การสร้างข้อโต้แย้งกลับ และการสร้างข้อคัดค้าน ซึ่งจะนำไปสู่การสร้างคำถามที่จะใช้ในการวัดและประเมินความสามารถในการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ

4.4 ประเภทและรูปแบบของการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ

การจำแนกประเภทของการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการนั้นมีหลากหลายรูปแบบ ดังนี้

ประเภทของการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการจำแนกตามลักษณะของการโต้แย้งแบ่งได้เป็น 4 ประเภท (Patronis; Potari; & Spiliotopoulou. 1999; citing Lee; & Grace. 2012: 788) ได้แก่ เหตุผลเชิงสังคม (Social reason) เหตุผลเชิงนิเวศวิทยา (Ecological reason) เหตุผลเชิงเศรษฐศาสตร์ (Economic reason) และเหตุผลเชิงการปฏิบัติ (Practical reason) คล้ายกัน Wu และ Tsai (Wu; & Tsai. 2011: 777) ได้จำแนกประเภทของการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการออกเป็น 4 ประเภท ได้แก่ เหตุผลเชิงสังคม (Social-oriented) เหตุผลเชิงนิเวศวิทยา (Ecology-oriented) เหตุผลเชิงเศรษฐศาสตร์ (Economic-oriented) และเหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หรือเทคโนโลยี (Science or technology-oriented)

ส่วนรูปแบบการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการนั้น เวนไวน์และดอร์สัน (Venville; & Dawson. 2010: 962-963) ได้ใช้วิธีของแซดเลอร์และซีดเลอร์ (Sadler; & Zeidler. 2005) และวิธีของเวนไวน์และดอร์สัน (Venville; & Dawson. 2009) ในการประเมินความสามารถในการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ และสามารถจำแนกเป็นเหตุผลที่เป็นเหตุเป็นผล (Rationalistic reasoning) เหตุผลเชิงอารมณ์ (Emotive reasoning) และเหตุผลเชิงสัญชาตญาณ (Intuitive reasoning) และเหตุผลที่ผสมผสานกันทั้งสามแบบที่เกิดจากการซ้อนทับกัน (Overlapping patterns) ซึ่งงานวิจัยในครั้งนี้ไม่ได้นำเหตุผลที่มีการซ้อนทับกันมารวมพิจารณา รูปแบบของการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ และหากผู้เรียนไม่เขียนข้อความใด ๆ หรือบางข้อความไม่สามารถจำแนกรูปแบบได้ ก็จะจัดอยู่ในรูปแบบไม่สามารถจำแนกได้ (Not able to classify: NA) รายละเอียดดังตาราง 10

ตาราง 10 การจำแนกรูปแบบของความสามารถในการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ
จากข้อความที่ปรากฏ

ระดับ-รูปแบบ	รายละเอียดที่ปรากฏในข้อความ
3 - เหตุผลที่เป็นเหตุเป็นผล	สอดคล้องกับเหตุผล โดยอธิบายด้วยความเข้าใจและใช้ภาษาทางวิทยาศาสตร์ พินิจพิเคราะห์ถึงอันตรายและผลประโยชน์ และประโยชน์และโทษ
2 - เหตุผลเชิงอารมณ์	ตอบโดยใช้อารมณ์ต่อผู้เกี่ยวข้อง มีความห่วงใย ใส่ใจ และเห็นใจ ต่อความรู้สึกในสภาพที่เลวร้ายของผู้อื่น
1 - เหตุผลเชิงสัญชาตญาณ	ตอบโดยใช้สัญชาตญาณ ตอบในทันทีทันใด มักเป็นการตอบในแง่ลบ และใช้อารมณ์ก่อนเหตุผล
0 - ไม่สามารถจำแนกประเภทได้	ไม่เขียนข้อความ หรือไม่เกี่ยวกับข้อความ

ที่มา: Grady J. Venville; & Vaille M. Dawson. (2010). *The Impact of a Classroom Intervention on Grade 10 Students' Argumentation Skills, Informal Reasoning, and Conceptual Understanding of Science*. p. 963; & Mustafa Sami Topçu; Özgül Yılmaz-Tüzün; & Troy D. Sadler. (2011). *Turkish Preservice Science Teachers' Informal Reasoning Regarding Socioscientific Issues and the Factors Influencing Their Informal Reasoning*. p.321-323.

การจำแนกรูปแบบของการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการอยู่บนพื้นฐานการใช้เหตุผลที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์มากกว่าการใช้อารมณ์ หรือสัญชาตญาณ และการให้เหตุผลเชิงอารมณ์นั้นอยู่บนพื้นฐานความห่วงใย ใส่ใจต่อความรู้สึกของผู้อื่น ซึ่งนับว่าอยู่ในระดับที่สูงกว่าการให้เหตุผลโดยใช้สัญชาตญาณที่ตอบสนองในทันทีต่อประเด็นปัญหา โดยคุณค่าและประโยชน์ที่ได้รับจากการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการนั้น เริ่มจากการให้เหตุผลที่เป็นเหตุเป็นผล เหตุผลเชิงอารมณ์ และเหตุผลเชิงสัญชาตญาณ ตามลำดับ

ส่วนลักษณะของการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการนั้น ลีและเกรส (Lee; & Grace. 2012: 788) ได้ทำการสรุปไว้ 2 ลักษณะดังนี้

1) เป็นการใช้หลักฐานหรือประจักษ์พยานเป็นพื้นฐานในการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการและการโต้แย้ง โดยให้ผู้เรียนได้เผชิญสถานการณ์หรือเรียนรู้ผ่านประเด็นทางวิทยาศาสตร์กับสังคม แล้วทำการค้นหาหลักฐานเพื่อนำไปสู่การตัดสินใจ นอกจากนั้นครูผู้สอนยังสามารถนำไปใช้ในการวิเคราะห์แนวคิดของผู้เรียนได้

2) การพิจารณามุมมองที่หลากหลายต่อคุณค่าของประเด็นที่ศึกษา เช่นการศึกษา ประเด็นที่เกี่ยวกับเทคโนโลยีชีวภาพนั้น ผู้เรียนอาจต้องใช้การพิจารณาถึงการให้เหตุผลเชิงศีลธรรม และจริยธรรมด้วย

ดังนั้นลักษณะของการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการไม่เพียงแต่ให้ความสำคัญกับ กระบวนการคิด หรือการตัดสินใจเท่านั้น แต่ยังต้องคำนึงถึงประสบการณ์ของผู้เรียนต่อประเด็นที่ ศึกษา และบริบทที่นำมาใช้มีผลต่อการตัดสินใจของผู้เรียน เพราะความเข้าใจในบริบทช่วยให้ผู้เรียน สร้างการตัดสินใจต่อประเด็นทางวิทยาศาสตร์กับสังคม ก่อนทำการเรียนการสอนครูผู้สอนจึงควร ศึกษาของประเด็นหรือสถานการณ์ที่นำมาใช้ประกอบการเรียนการสอนอย่างละเอียด

4.5 การประเมินความสามารถในการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ

การวัดและประเมินผลความสามารถในการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการเป็นการ ประเมินจากวิธีคิด และการแสดงหลักฐานในการสนับสนุนแนวคิด (Sadler. 2004: 515) ซึ่งสามารถใช้เครื่องมือและวิธีวัดที่หลากหลาย ดังนี้

นอร์ริส (Norris. 1988: 8) กล่าวว่า การประเมินความสามารถในการให้เหตุผลอย่าง ไม่เป็นทางการด้วยการเขียนข้อความเพื่อแสดงความคิดเห็นนั้นประกอบด้วย ความรู้ กลยุทธ์ และหลักการ ของเหตุผลที่ผู้ตอบ ทั้งนี้เพราะการประเมินไม่สามารถสังเกตกระบวนการให้เหตุผลอย่างมีความหมาย ได้โดยตรง แต่การเขียนสามารถอ้างอิงเหตุผลได้ดีกว่าการทดสอบด้วยการเลือกตอบ เช่นเดียวกับ เวินไวน์และดอร์สัน (Venville; & Dawson. 2010: 962-963) ได้ประเมินความสามารถในการให้ เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ โดยการพิจารณาจากข้อความที่ผู้เรียนเขียนสื่อสารออกมา ซึ่งสามารถ ประเมินได้ทั้งก่อนและหลังเรียน และโซฮาร์และเนเมท (Zohar; & Nemet. 2002; citing Topçu; Yılmaz-Tüzün; & Sadler. 2010: 315) ได้เสนอให้ใช้คำถามปลายเปิด หรือการโต้ว่าที่ ในการประเมิน ความสามารถในการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ

วูและไช่ (Wu; & Tsai. 2007; citing Wu; & Tsai. 2007. 2011: 777) ได้พัฒนาแบบทดสอบ ปลายเปิดเพื่อประเมินความสามารถในการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ เกี่ยวกับประเด็นพลังงาน ไฟฟ้านิวเคลียร์ ตามแนวคิดของแซดเลอร์ และซีดเลอร์ (Sadler; & Zeidler. 2004; citing Wu; & Tsai. 2011: 785) ซึ่งสามารถสรุปลักษณะประเด็นของคำถามปลายเปิดและสิ่งที่ต้องการวัด ดังตาราง 11

ตาราง 11 การสร้างคำถามปลายเปิดเพื่อประเมินความสามารถในการให้เหตุผล
อย่างไม่เป็นทางการ (Wu; & Tsai. 2007; citing Wu; & Tsai. 2011: 777)

ลักษณะของคำถามปลายเปิด	สิ่งที่ต้องการวัด
(1) ถามความคิดเห็นว่าเห็นด้วยหรือไม่ ต่อประเด็นทาง วิทยาศาสตร์กับสังคมที่นำมาใช้ในการเรียนการสอน เพราะเหตุใด	แนวคิดของผู้เรียน
(2) ผู้เรียนจะใช้ข้อโต้แย้งอะไรในการโน้มน้าวให้คนอื่น เห็นด้วยกับความคิดของผู้เรียน	การสร้างข้อโต้แย้งสนับสนุน
(3) หากมีคนที่ไม่เห็นด้วยกับความคิดของผู้เรียน เขาควรมีข้อโต้แย้งอะไร	การสร้างข้อโต้แย้งกลับ
(4) จากข้อโต้แย้งในข้อ 3 สามารถเขียนแนวคิดตรงข้าม เพื่อแสดงจุดยืนของตนเอง	การสร้างข้อคัดค้าน

นอกจากนั้น วูและไซ (Wu; & Tsai. 2011: 777-778) ได้ทำการวิเคราะห์ความสามารถในการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ ประกอบด้วยตัวชี้วัด 2 ด้าน คือ ตัวชี้วัด เชิงคุณภาพ และตัวชี้วัด เชิงปริมาณ (Wu; & Tsai. 2011: 777-778) รายละเอียดดังนี้

1) ตัวชี้วัดเชิงคุณภาพ ประกอบด้วย คุณภาพของเหตุผล และรูปแบบของเหตุผล ที่แสดงให้เห็นในข้อโต้แย้ง

2) ตัวชี้วัดเชิงปริมาณ ประกอบด้วย จำนวนข้อโต้แย้งสนับสนุน จำนวนข้อโต้แย้งกลับ จำนวนข้อคัดค้าน จำนวนทั้งหมดของข้อโต้แย้ง (ข้อโต้แย้งสนับสนุน ข้อโต้แย้งกลับ และข้อคัดค้าน) และจำนวนของรูปแบบเหตุผล

ดังนั้นการวัดและประเมินความสามารถในการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการสามารถวัดได้หลายวิธี เช่น การได้วาที่ การนำเสนอความคิดด้วยวาจา แต่วิธีที่ได้รับความนิยมมากที่สุดคือ การใช้คำถามปลายเปิดเกี่ยวกับสถานการณ์ หรือประเด็นทางวิทยาศาสตร์กับสังคม ซึ่งงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยมีแนวคิดที่จะใช้แบบทดสอบที่เป็นคำถามปลายเปิด ในการประเมินความสามารถในการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการของผู้เรียน และใช้เกณฑ์ตามวิธีของ เวนไวน์และดอร์สัน (Venville; & Dawson. 2010: 962-963) ที่ประเมินความสามารถในการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ โดยพิจารณาจากข้อความที่ผู้เรียนเขียนสื่อสารออกมา แล้วแบ่งเป็น 1) เหตุผลที่เป็นเหตุเป็นผล 2) เหตุผลเชิงอารมณ์ และ 3) เหตุผลเชิงสัญชาตญาณ และวูและไซ (Wu; & Tsai. 2011: 777-778) ที่ได้ทำการวิเคราะห์ความสามารถในการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ จากตัวชี้วัด 2 ด้าน คือ 1) ตัวชี้วัดเชิงคุณภาพ ได้แก่ คุณภาพของเหตุผล และรูปแบบของเหตุผลที่แสดงให้เห็นในข้อโต้แย้ง และ 2) ตัวชี้วัดเชิงปริมาณ ได้แก่ จำนวนของข้อโต้แย้งสนับสนุน ข้อโต้แย้งกลับ และข้อคัดค้าน

4.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ

งานวิจัยเกี่ยวกับการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการที่ได้ทำการศึกษาทั้ง 4 เรื่อง พบว่างานวิจัยแต่ละเรื่อง (Lee; & Grace. 2012; Wu; & Tsai. 2011; Venville; & Dawson. 2010; & Topçu; Yilmaz-Tüzün; & Sadler. 2010) นั้น ได้นำประเด็นทางวิทยาศาสตร์กับสังคมเช่น ใช้วัตถุดิบพลังงานไฟฟ้านิวเคลียร์ เทคโนโลยีชีวภาพ และภาวะโลกร้อน เป็นต้น มาใช้เป็นสถานการณ์ในการเรียนรู้ ซึ่งล้วนแล้วแต่เกี่ยวข้องกับชีวิตของผู้เรียนและเป็นประเด็นที่กำลังมีการถกเถียง หรือวิพากษ์วิจารณ์ในสังคม อันจะนำไปสู่การแสดงผล แนวคิด ของผู้เรียนจากการเรียนรู้ผ่านการโต้แย้ง ซึ่งงานวิจัยดังกล่าวให้ความสนใจในการศึกษาในประเด็นต่าง ๆ ดังนี้ 1) ความสามารถในการโต้แย้ง 2) ความสามารถในการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ 3) รูปแบบของการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ 4) ความเข้าใจมโนทัศน์วิทยาศาสตร์ 5) โครงสร้างทางความคิด และ 6) ปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ ซึ่งรายละเอียดของงานวิจัยแต่ละฉบับมีดังนี้

ลีและเกรส (Lee; & Grace. 2012) ได้ใช้การโต้แย้งในการพัฒนาการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการของนักเรียนต่อประเด็นใช้วัตถุดิบในประเทศจีน โดยเปรียบเทียบความแตกต่างของการให้เหตุผล การนำหลักฐานมาใช้ การสร้างเกณฑ์ในการตัดสินใจ และนำไปสู่การตัดสินใจระหว่างนักเรียนในเมืองกว้างโจว และฮ่องกง ที่นับว่าอยู่ในบริบทที่แตกต่าง พบว่า ผู้เรียนที่อยู่ในบริบทต่างกันมีผลต่อแนวคิดในการให้เหตุผล ความเข้าใจในการใช้หลักฐาน และการตัดสินใจ โดยทั้งสองบริบทนั้นการเสนอกรอบแนวคิดในการสร้างการตัดสินใจสามารถสะท้อนให้เห็นถึงผลที่มีต่อแนวคิดในการให้เหตุผล และการรู้คิดของผู้เรียน

วูและไช่ (Wu; & Tsai. 2011) ได้ทำการสำรวจผลจากการจัดกิจกรรมการสืบค้นแบบออนไลน์ที่แตกต่างเพื่อศึกษาโครงสร้างทางความคิดและการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มแรกได้รับการแนะนำในการสืบค้นภาระงาน ส่วนอีกกลุ่มหนึ่งไม่ได้รับการแนะนำในการสืบค้นภาระงาน โดยทำการสืบค้นจากอินเทอร์เน็ตเป็นเวลา 2 คาบ ในเรื่อง พลังงานไฟฟ้านิวเคลียร์ พบว่า กลุ่มที่ได้รับการแนะนำการสืบค้นภาระงานมีการพัฒนาด้านขนาดและความหลากหลายของโครงสร้างทางความคิด และกระบวนการในการใช้ข้อมูลในการเปรียบเทียบ อนุมาน หรือการอธิบาย ขึ้นมากกว่าอีกกลุ่ม นอกจากนี้ยังพบว่าการเพิ่มขึ้นของจำนวนโครงสร้างทางความคิดนั้นสนับสนุนเพียงความสามารถในการสร้างข้อโต้แย้งเท่านั้น โดยที่ไม่สนับสนุนความสามารถในการสร้างข้อคัดค้านได้เพราะระยะเวลาที่ใช้ในการทดลองสั้นจึงไม่เกิดการพัฒนา

เวนไวน์และดอร์สัน (Venville; & Dawson. 2010) ได้ทำการศึกษาผลการจัดการเรียนการสอนที่ใช้การโต้แย้งที่มีต่อความสามารถในการโต้แย้ง การให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ และความเข้าใจมโนทัศน์ เรื่อง พันธุศาสตร์ โดยแบ่งออกเป็นกลุ่มทดลอง 2 ห้องเรียน และ ห้องควบคุม 2 ห้องเรียน พบว่า กลุ่มทดลองได้พัฒนาความสามารถในการโต้แย้ง และสามารถสร้างคำอธิบายเพื่อแสดงผลอย่างไม่เป็นทางการ ได้ดีขึ้นอย่างชัดเจน โดยทั้งสองกลุ่มมีการพัฒนาความเข้าใจมโนทัศน์ เรื่อง พันธุศาสตร์ ดีขึ้น แต่กลุ่มทดลองมีคะแนนสูงกว่า

ท็อปคู ยิวมาส-ทูซัน และแซดเลอร์ (Topçu; Yılmaz-Tüzün; & Sadler. 2010) ได้ทำการสำรวจเพื่อศึกษารูปแบบและปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการของนักศึกษาวิชาชีพครู สาขาวิทยาศาสตร์ ชาวตุรกี ในการใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์กับสังคม 7 หัวข้อ ประกอบด้วยหัวข้อ การใช้ยีนในการรักษา 3 หัวข้อ การโคลนนิ่งมนุษย์ 3 หัวข้อ และปัญหา โลกร้อน 1 หัวข้อ ด้วยการสัมภาษณ์เพื่อวัดความสามารถในการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ และการตัดสินใจเชิงศีลธรรม พบว่า สามารถจำแนกรูปแบบของการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่ เหตุผลที่เป็นเหตุเป็นผล (Rationalistic reasoning) เหตุผลเชิงอารมณ์ (Emotive reasoning) และเหตุผลเชิงสัญชาตญาณ (Intuitive reasoning) และปัจจัยที่ส่งผลต่อการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ ได้แก่ ประสบการณ์เดิม สิ่งแวดล้อมทางสังคม สิ่งแวดล้อมเชิงศีลธรรมและจริยธรรม และความเกี่ยวข้องกับเทคโนโลยี

ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ เพื่อพัฒนาความสามารถในการโต้แย้ง ความสามารถในการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ การเรียนรู้ร่วมกัน และความเข้าใจในทัศนคติ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ (Force and Motion) วิชาฟิสิกส์ เนื่องจากรูปแบบการเรียนการสอนด้วยการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์นั้นส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการได้เป็นอย่างดี โดยเลือกที่จะศึกษารูปแบบการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการโดยใช้วิธีการจำแนกรูปแบบของ เวนไวน์และดอร์สัน (Venville; & Dawson. 2010: 962-963) และความสามารถในการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการตามวิธีของ วูและไซ (Wu; & Tsai. 2011: 777-778)

5. การเรียนรู้ร่วมกัน (Collaborative Learning)

การร่วมมือกับผู้อื่น (Collaboration) เป็นทักษะสำคัญที่จะใช้ในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เพราะการเรียนรู้นั้นไม่เพียงแต่เรียนรู้ในเนื้อหาวิชาเท่านั้นที่จะทำผู้เรียนประสบผลสำเร็จได้ ควรมีการผสมผสานองค์ความรู้ เข้ากับทักษะที่จำเป็นสำหรับสังคมแห่งการเรียนรู้ยุคใหม่ ดังนั้นทักษะการเรียนรู้ร่วมกัน จึงเป็นการแสดงความสามารถในการทำงานที่ให้เคารพและให้เกียรติทีมงาน ประนีประนอมเพื่อบรรลุเป้าหมาย รับผิดชอบร่วมกันในงานที่ต้องทำร่วมกันเป็นทีมและเห็นคุณค่าของบทบาทของผู้ร่วมทีมคนอื่น ๆ (วิจารณ์ พานิช. 2555: 19)

5.1 ความหมายของการเรียนรู้ร่วมกัน

การเรียนรู้ร่วมกัน ตามคำศัพท์ภาษาอังกฤษที่ใช้ในลักษณะคล้ายกันมี 2 คำ คือ การเรียนรู้ร่วมกัน (Collaborative learning) และคำว่า การเรียนรู้แบบร่วมมือ (Cooperative learning) ซึ่งทั้งสองคำนี้มีฐานคิดเดียวกัน แต่การวิจัยครั้งนี้มุ่งศึกษาการเรียนรู้ร่วมกัน จากการให้ความหมายของการเรียนรู้ร่วมกัน ผู้วิจัยขอสรุปความหมายไว้ 2 ลักษณะ คือ ความหมายเชิงกระบวนการ และความหมายเชิงวิธีการ ดังนี้

5.1.1 ความหมายของการเรียนรู้ร่วมกันเชิงกระบวนการ

การเรียนรู้ร่วมกันในบริบทการโต้แย้ง หมายถึง กระบวนการของการโต้แย้งที่สมาชิกทุกคนใช้ในการสนทนาเพื่อถามตอบในขณะที่ทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มเกี่ยวกับการสร้างและนำเสนอข้อโต้แย้ง พัฒนาผลการเรียนรู้ เพราะการรวมกลุ่มทำให้การแลกเปลี่ยนแนวคิดและการปรึกษาหารือกัน (Evagorou; & Osborne. 2013: 213; Rozenszayn; & Ben-Zvi Assaraf. 2011; & Sampson; & Clark. 2009: 449)

นอกจากนั้นการเรียนรู้ร่วมกัน ยังหมายถึง กระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกันที่สมาชิกทุกคนในกลุ่มมีปฏิสัมพันธ์กัน สมาชิกแต่ละคนช่วยเหลือซึ่งกันและกัน แลกเปลี่ยนประสบการณ์ การร่วมมือกันทำงาน ทำให้เกิดการค้นพบที่มีความหมาย แล้วกลายเป็นความรู้ (อังคินันท์ อินทรกำแหง. 2547: 53; และ ไพบุลย์ วิริยะวัฒน์. 2547: 24)

5.1.2 ความหมายของการเรียนรู้ร่วมกันเชิงวิธีการ

การเรียนรู้ร่วมกัน หมายถึง วิธีการเรียนรู้ของผู้เรียนที่รวมกลุ่มขนาดเล็กที่ใช้ในศึกษาสิ่งที่สนใจเหมือนกันผ่านการสร้างสรรค์ชิ้นงาน ด้วยการลงมือกระทำหรือปฏิบัติด้วยตนเอง ผ่านกระบวนการคิดและตรวจสอบของกลุ่ม แล้วนำเสนอความรู้ที่ได้จากการศึกษาร่วมกัน ทำให้เกิดปฏิสัมพันธ์กันภายในกลุ่มและสร้างความสัมพันธ์นอกกลุ่ม (เชมณัฐ มิ่งศิริธรรม. 2554: 439; และ สุพิน ดิษฐสกุล. 2543: 2)

ดังนั้น ความหมายของการเรียนรู้ร่วมกันในการวิจัยครั้งนี้มุ่งศึกษาในบริบทการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ จึงหมายถึง กระบวนการที่ผู้เรียนใช้ในการสืบเสาะหาคำตอบในประเด็นที่สมาชิกในกลุ่มสนใจร่วมกัน และเกี่ยวข้องกับกระบวนการสร้างข้อกล่าวอ้าง การหาข้อมูลเพื่อนำไปใช้เป็นหลักฐานในการอธิบายเพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้างของกลุ่มร่วมกัน โดยที่สมาชิกแต่ละคนจะได้รับบทบาทและหน้าที่ที่แตกต่างกันตามความถนัดและความสนใจ ตลอดจนร่วมแสดงความคิดเห็น แลกเปลี่ยนแนวคิด และช่วยเหลือซึ่งกันและกัน

5.2 ความสำคัญของการเรียนรู้ร่วมกัน

การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ไม่เพียงส่งเสริมความเข้าใจในทัศนทัศน์เท่านั้นแต่ยังส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้ร่วมกัน โดยเมื่อผู้เรียนใช้การเรียนรู้ร่วมกันในการโต้แย้งจะส่งผลให้การโต้แย้งนั้นมีคุณภาพสูงขึ้น ทั้งในกระบวนการโต้แย้ง (Process of argumentation) และข้อโต้แย้งที่สร้างขึ้น (Products of argumentation) (Evagorou; & Osborne. 2013: 210; & Sampson; & Clark. 2009: 458) กราชาและไรช์แมน (Grasha; & Reichmann. 1975; อ้างอิงจาก ชวลิต ชูกำแพง. 2550: 78) กล่าวว่า ผู้เรียนแต่ละคนจะมีแบบแผนการเรียนรู้ (Learning style) ที่แตกต่างกัน และชอบวิธีเรียนที่แตกต่างกัน ดังวีณา ประชากุล และประสาธ เมืองเฉลิม (2554: 44-45) ได้กล่าวถึงแบบแผนการเรียนรู้ตามแนวคิดของ กราชาและไรช์แมน ไว้ว่า แนวคิดนี้มุ่งเน้นการเรียนรู้ตามความชอบและทัศนคติ ของนักเรียนในการมีปฏิสัมพันธ์กับครูและเพื่อน ซึ่งแบ่งเป็น 6 แบบ ดังนี้

1) แบบมีส่วนร่วม (Participant) เป็นนักเรียนที่สนใจอยากเรียนรู้ในเนื้อหา สนุกกับการเรียนในชั้นเรียน คล้อยตามทิศทางของกิจกรรมการเรียนรู้

2) แบบหลีกเลี่ยง (Avoidant) เป็นนักเรียนที่ไม่สนใจอยากเรียนรู้ในเนื้อหา ไม่ชอบเข้าเรียนไม่สนใจเข้าเรียนในชั้นเรียน รู้สึกต่อต้านทิศทางของกิจกรรมการเรียนรู้

3) แบบร่วมมือ (Collaborative) เป็นนักเรียนที่ชอบกิจกรรมการเรียนรู้ อยากมีส่วนร่วมและร่วมมือกัน ชอบมีปฏิสัมพันธ์กัน รู้สึกสนุกกับการทำงานกลุ่ม

4) แบบแข่งขัน (Competitive) เป็นนักเรียนที่ชอบการแข่งขันและยึดตัวเองเป็นศูนย์กลาง โดยมีแรงจูงใจในการเอาชนะผู้อื่น สนุกกับเกมที่เล่นเป็นกลุ่มแล้วรู้แพ้-ชนะ

5) แบบอิสระ (Independent) เป็นผู้ที่ชอบทำงานด้วยตนเอง สามารถทำงานให้เสร็จสมบูรณ์ได้อย่างรวดเร็ว และมีความคิดอิสระเป็นของตัวเอง

6) แบบพึ่งพา (Dependent) เป็นผู้ที่ต้องอาศัยคนคอยชี้แนะ ต้องการความช่วยเหลือ และต้องการแรงจูงใจภายนอกในการเรียน ตอบสนองต่อการโต้ตอบช้า มีความกระตือรือร้นไม่มาก และมักจะทำตามความคิดของผู้นำ

ดังนั้นการเรียนรู้ร่วมกันจึงเป็นกระบวนการทำงานร่วมกันที่ผู้เรียนจะได้เรียนรู้กลยุทธ์ และองค์ความรู้ใหม่ ๆ ทั้งในด้านเนื้อหาวิชา และแนวความคิด ตลอดจนเป็นการส่งเสริมการเรียนรู้ในบริบททางสังคม โดยการอยู่ร่วมกันสังคมนี้องค์ที่จะทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนแนวคิด เพื่อหาข้อสรุปของกลุ่มภายใต้บริบททางสังคม (Slavin. 1995; citing Summers; et al. 2005: 168-170; Psycharis. 2008: 119-120) และสรุปความสำคัญของการเรียนรู้ร่วมกันไว้ดังนี้

1) ทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนประสบการณ์ระหว่างสมาชิกภายในกลุ่ม ด้วยการแสดงความคิดเห็นของตนเองเสนอเพื่อขอความคิดเห็นจากกลุ่ม และเปลี่ยนบทบาทจากผู้ฟังเป็นผู้สอนเพื่อนด้วยตนเอง

2) ทำให้เกิดการจัดระบบการทำงานภายในกลุ่ม ด้วยการวางแผน แลกเปลี่ยนความคิดเห็น สร้างข้อตกลง แบ่งหน้าที่ตามความถนัดและความสามารถของแต่ละบุคคล ซึ่งเป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ใช้พหุปัญญาของตนเอง

3) ส่งเสริมความเป็นประชาธิปไตยด้วยการเลือกประเด็นที่ตนเองสนใจ

4) ทำให้เกิดการพัฒนาทักษะต่าง ๆ เช่น ทักษะการร่วมมือกันระหว่างบุคคล ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ทักษะการสื่อสาร

5) ส่งเสริมความมีวินัย ความรับผิดชอบต่อตนเอง และมีความเป็นผู้นำ

6) ส่งเสริมบรรยากาศในการเรียนการสอนให้เกิดความสนุก และน่าสนใจ

การเรียนรู้ร่วมกันจึงมีความสำคัญต่อการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ในแง่ของเป็นการทำงานร่วมกันของสมาชิกภายในกลุ่ม แสดงความคิดเห็น สร้างข้อตกลงภายในกลุ่ม ซึ่งทำให้เกิดปฏิสัมพันธ์ทางสังคมและเรียนรู้เนื้อหาวิชาไปพร้อม ๆ กัน

5.3 ลักษณะของการเรียนรู้ร่วมกัน

ลักษณะของการเรียนรู้ร่วมกันเป็นรูปแบบที่ผู้เรียนหลาย ๆ คนมีปฏิสัมพันธ์กันภายในกลุ่มและนอกกลุ่ม โดยสมาชิกของกลุ่มมีเป้าหมายร่วมกัน และแลกเปลี่ยนแนวคิดเพื่อหาข้อสรุปของกลุ่ม โดยมีลักษณะดังนี้ (Goodnough. 2005: 89; Psycharis. 2008: 127; อังคินันท์ อินทรกำแหง. 2547: 53-54; เขมณัญญ์ มิ่งศิริธรรม. 2554. 441; และ สุพิน ดิษฐสกุล. 2543: 2)

1) เป็นการทำงานเป็นกลุ่มที่มีความสนใจในเรื่องเดียวกัน ดังนั้นขนาดของกลุ่มอาจจะไม่เท่ากัน อาจจะประกอบด้วยสมาชิก 2-10 คนและสมาชิกภายในกลุ่มอาจมีความสามารถที่เหมือนกันหรือแตกต่างกันก็ได้ โดยแต่ละคนได้สลับหน้าที่ในการเป็นผู้นำ

2) ลักษณะของงาน เป็นความเห็นชอบของสมาชิกภายในกลุ่ม ที่จะร่วมกันวางแผน ค้นคว้า แลกเปลี่ยนแนวคิดหรือประสบการณ์ ในการถ่ายทอดเนื้อหาและสร้างความรู้ของสมาชิกภายในกลุ่มและลงมือปฏิบัติหรือดำเนินงานตามที่กลุ่มสนใจ

3) การเรียนรู้ร่วมกันนี้สามารถพัฒนาการเรียนรู้ได้มากกว่าความเข้าใจในเนื้อหาของผู้เรียนเท่านั้น แต่ยังเป็นเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ฝึกการแสดงความคิดเห็นและแลกเปลี่ยนแนวคิดต่อสาธารณชน

4) กระบวนการปฏิสัมพันธ์ภายในกลุ่มเป็นแบบเปิดกว้าง

5.4 องค์ประกอบของการเรียนรู้ร่วมกัน

จอห์นสันและจอห์นสัน (Johnson; & Johnson; อ้างอิงจาก ทิศนา แคมมณี. 2553: 99-100) และ University Teaching Services (1997: 1) กล่าวถึง องค์ประกอบของการเรียนรู้ร่วมกันไว้ดังนี้

- 1) มีการฟังและเกื้อกูลกัน
- 2) มีการปรึกษาหารือกันอย่างใกล้ชิด เช่น การพูด การอภิปราย การช่วยเหลือซึ่งกันและกันในการทำงาน
- 3) การวางแผนและสร้างข้อตกลงร่วมกันรับผิดชอบ
- 4) ใช้ความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล และทักษะการสื่อสารที่ใช้ในกลุ่มย่อย
- 5) การวิเคราะห์กระบวนการกลุ่ม

5.5 บทบาทของนักเรียน ครู ของการเรียนรู้ร่วมกัน

ครูสามารถนำหลักการของการเรียนรู้ร่วมกันไปปรับใช้ในการจัดการเรียนรู้ได้และเพื่อให้มีประสิทธิภาพต้องคำนึงถึงองค์ประกอบทั้ง 5 ประการ ที่กล่าวมาแล้ว ดังนั้นบทบาทของนักเรียนและครู ในการเรียนรู้แบบเรียนรู้ร่วมกัน (ทิศนา แคมมณี. 2553: 103-104; และ สุพิน ดิษฐสกุล. 2543: 4) ผู้วิจัยได้สรุปดังตาราง 12

ตาราง 12 บทบาทของนักเรียน ครู ของการเรียนรู้ร่วมกัน

บทบาทของนักเรียน	บทบาทของครูผู้สอน
1) เป็นผู้สร้างจุดมุ่งหมายในการเรียนรู้	1) เป็นผู้อำนวยความสะดวก โดยทำหน้าที่
2) เป็นผู้วางแผนในการศึกษาค้นคว้า และแก้ปัญหาต่าง ๆ ด้วยตนเอง	บริการ ให้ความสะดวก และจัดหาอุปกรณ์หรือสื่อที่นักเรียนมีความจำเป็นต้องใช้
3) เป็นผู้ดำเนินการในการจัดทำข้อมูลสารสนเทศ และสร้างชิ้นงานหรือโครงการ	2) เป็นผู้ให้คำแนะนำ โดยเป็นผู้ให้ข้อมูลที่จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถจัดการกับความคิดบางอย่างที่อาจจะอยู่นอกประเด็นที่จะศึกษา
4) รับผิดชอบในการนำเสนองานของตนเอง ตลอดจนตรวจสอบงานของเพื่อนกลุ่มอื่น ให้นำเสนอเพื่อนมีความเข้าใจที่ถูกต้อง	3) เป็นผู้จัดการ โดยวางแผนและสร้างข้อตกลงในการดำเนินกิจกรรม การใช้เวลาในแต่ละขั้นตอนของกิจกรรม
	4) เป็นผู้ประเมินผล โดยการประเมินจากความเข้าใจในทศน์ และบทบาทในการเรียนรู้ร่วมกันของผู้เรียน

5.6 การประเมินการเรียนรู้ร่วมกัน

ทิตนา แคมมณี (2553: 105) กล่าวว่า การประเมินผลการเรียนรู้ร่วมกันนั้น ต้องประเมินทั้งผลการเรียนรู้ กระบวนการทำงาน และกระบวนการเรียนรู้ร่วมกัน ซึ่งต้องประเมินทั้งด้านปริมาณ และคุณภาพ ด้วยวิธีที่หลากหลาย อีกทั้งต้องให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการประเมินตนเองและประเมินเพื่อน ซึ่งสอดคล้องกับ สุพิน ดิษฐสกุล (2543: 5) กล่าวถึงการประเมินผลการเรียนรู้ร่วมกันไว้ตามปัจจัยที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ กระบวนการทำงานร่วมกัน (Collaboration) ผลงาน (Task) และการแสดงออก (Performance) ซึ่งสามารถประเมินการเรียนรู้ร่วมกันตามประเด็นที่เกี่ยวข้องดังนี้

5.5.1 การประเมินกระบวนการทำงานร่วมกัน ประเมินโดยครู เพื่อน หรือตนเอง ในหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย หรือบทบาทในการดำเนินงาน

5.5.2 การประเมินผลงานหรือชิ้นงานที่นำเสนอ ประเมินจากความถูกต้องของข้อมูล มโนทัศน์ที่เกี่ยวข้อง และการสื่อความหมายที่ชัดเจนและถูกต้อง

5.5.3 การประเมินการแสดงออก ครูจะทำการประเมินพฤติกรรมหรือการกระทำของผู้เรียนขณะที่มีการทำงานร่วมกัน ซึ่งประเมินเป็นรายบุคคล โดยใช้วิธีการสังเกต การสัมภาษณ์ หรือการเขียนอนุทิน

ดังนั้นการประเมินการเรียนรู้ร่วมกันนั้น จึงควรประกอบด้วย กระบวนการทำงานร่วมกัน ผลงาน และการแสดงออก แต่จะใช้วิธีการวัดและประเมินผลอย่างใดนั้นครูต้องพิจารณาให้ครอบคลุมประเด็นที่ต้องการศึกษา

5.7 งานวิจัยเกี่ยวกับการเรียนรู้ร่วมกัน

จากการศึกษางานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ร่วมกันพบว่า สามารถแบ่งกลุ่มของการศึกษาออกเป็น 2 ประเภท คือ กลุ่มแรกเป็นการศึกษาเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มที่เรียนและไม่ได้เรียนด้วยการเรียนรู้ร่วมกัน (Sampson; & Clark. 2009; & Psycharis. 2008) และกลุ่มที่สองเป็นการศึกษาผลที่เกิดขึ้นจากการเรียนรู้ร่วมกัน (Evagorou; & Osborne. 2013; Rozenszayn; & Ben-Zvi Assaraf. 2011; & Taylor; Lucas; & Watters. 1999; สุริยะ ป้องพันธ์. 2550; และไพบุลย์ วิริยะวัฒนะ. 2547) และตัวแปรตามที่งานวิจัยดังกล่าวมีการศึกษานั้น เป็นลักษณะของการมีปฏิสัมพันธ์ที่มีต่อคุณภาพของงาน ซึ่งคุณภาพของงานหรือประเด็นที่สนใจ เช่น ความสามารถในการเขียนแสดงการโต้แย้ง (Evagorou; & Osborne. 2013; & Sampson; & Clark. 2009) ความสำเร็จในการทำโครงการนิเวศวิทยา (Rozenszayn; & Ben-Zvi Assaraf. 2011) ความสามารถในการแก้ปัญหา (Sampson; & Clark. 2009; & Psycharis. 2008) ความเข้าใจในโมโนทัศน์ (Taylor; Lucas; & Watters. 1999; และไพบุลย์ วิริยะวัฒนะ. 2547) ซึ่งงานวิจัยแต่ละเรื่องมีรายละเอียดดังนี้

อีวาโกรู และออสบอร์น (Evagorou; & Osborne. 2013) ได้ศึกษาว่าเมื่อผู้เรียนมีการทำงานเป็นคู่จะมีวิธีการสร้างข้อโต้แย้งอย่างไร และลักษณะของการมีปฏิสัมพันธ์ของผู้เรียนเป็นอย่างไรและส่งผลให้ผู้เรียนสามารถแสดงการโต้แย้งด้วยการเขียนดีขึ้นอย่างไร โดยใช้กรณีศึกษาจากผู้เรียน 2 คู่ พบว่า มีผู้เรียน 1 คู่ ที่มีระดับความสามารถในการโต้แย้งด้วยการสื่อสารผ่านการเขียนสูงขึ้น ส่วนอีกคู่มีการอภิปรายที่แตกต่างออกไป ซึ่งพบว่าสำหรับคู่ที่มีคะแนนสูงขึ้นนั้นเป็นเพราะมีการนำประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์กับสังคมหลาย ๆ เรื่อง มาใช้ประกอบในการเขียนแสดงการโต้แย้ง ซึ่งแตกต่างจากอีกคู่ที่ใช้เพียงความรู้ที่เกี่ยวข้องกับตนเองเท่านั้น ดังนั้น จึงชี้ให้เห็นว่าครูจึงควรศึกษาภูมิหลัง สังคม วัฒนธรรม ความเข้าใจ ของผู้เรียนให้ชัดเจนเพื่อใช้ออกแบบกิจกรรมที่ผู้เรียนทุกคนเข้าใจในประเด็นที่ครูนำมาเสนอได้

โรเซนสเซน และเบ็น-สวี่ แอสราฟ (Rozenszayn; & Ben-Zvi Assaraf. 2011) ได้ศึกษาผลของการใช้การเรียนรู้ร่วมกันกับนักเรียนเกรด 12 เพื่อพัฒนาความสำเร็จในการทำโครงการนิเวศวิทยา พบว่า นักเรียนมีความสนใจและตั้งใจในการอภิปรายวิธีการวัดและการสังเกตจากแหล่งเรียนรู้ภายนอกห้องเรียน มากกว่าการรับความรู้ในชั้นเรียนหรือการทดลอง ซึ่งการอภิปรายนั้นนำมาซึ่งการสร้างองค์ความรู้ โดยครูได้ตรวจสอบและป้องกันไม่ให้ผู้เรียนเกิดโมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนตลอดจนกำจัดช่องว่างระหว่างผู้เรียนที่มีความสามารถสูงกับต่ำ ทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย

แซมป์สัน และคลาร์ก (Sampson; & Clark. 2009) ได้ทำการศึกษาผลของการเรียนรู้ร่วมกันที่มีต่อผลของการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่เรียนวิชาเคมี พบว่า กลุ่มที่โต้แย้งแบบเรียนรู้ร่วมกัน (Collaborative argumentation) ไม่ได้สร้างข้อโต้แย้งที่ดีไปกว่ากลุ่มที่โต้แย้งด้วยตัวเอง (Individual argumentation) แต่กลุ่มที่โต้แย้งแบบเรียนรู้ร่วมกันแสดงออกถึงความสามารถในการแก้ปัญหาได้ดีกว่า และแสดงให้เห็นว่าการเรียนรู้ร่วมกันมีประโยชน์ต่อการเรียนรู้ของแต่ละบุคคลแต่ไม่ส่งผลต่อความสำเร็จขั้นต้นของผลงาน

ไซชาร์ิส (Psycharis. 2008) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างของงานกับปฏิสัมพันธ์อย่างร่วมมือของกลุ่ม ในบริบทที่เอื้อต่อการมีปฏิสัมพันธ์การเรียนรู้ร่วมกัน โดยใช้ผังโนทัศน์ (Concept map: Cmap) ในการเรียนวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนเกรด 12 โดยทำการเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มที่ใช้ Cmap กับงานที่มีเพียงคำตอบ กับอีกกลุ่มที่ใช้ Cmap กับงานที่มีหลายคำตอบ ที่แสดงให้เห็นถึงความแตกต่างของโครงสร้างของงานนั้นจะส่งผลต่อปฏิสัมพันธ์ภายในกลุ่มและความสำเร็จความผลงานอย่างไร พบว่า การเรียนรู้ร่วมกันนั้น การสนทนาสามารถส่งเสริมทักษะการรู้คิด (Metacognitive skill) ของผู้เรียนให้ดีขึ้นได้ การตอบคำถามที่มีหลายคำตอบ โดยใช้ Cmap ของผู้เรียนนั้น เกิดความขัดแย้งขึ้นในระหว่างการเรียนรู้ร่วมกันแต่ผู้เรียนสามารถแก้ไขความขัดแย้งได้ดีกว่ากลุ่มที่ตอบคำถามที่มีเพียงคำตอบเดียว

เทเลอร์ ลูกัส และวัตเทอร์ (Taylor; Lucas; & Watters. 1999) ได้ศึกษาผลของการใช้กิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์อย่างร่วมมือและความเข้าใจในโนทัศน์ของวิทยาศาสตร์กายภาพ โดยใช้กระบวนการทางสังคมของนักศึกษาวิชาชีพครูในประเทศฟิจิ พบว่า การเรียนรู้ร่วมกันด้วยการทำงานกลุ่มเป็นปัจจัยที่กระตุ้นให้เกิดการอภิปรายมากขึ้นและสนับสนุนให้เกิดความเข้าใจในมโนทัศน์มากขึ้นเช่นกัน

สุริยะ บ้องขันท์ (2550) ได้ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เรื่อง สมบัติของคลื่น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การเรียนรู้ร่วมกัน พบว่า การเรียนรู้ร่วมกันเป็นวิธีการเรียนที่ให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมร่วมกัน เลือกเนื้อหาที่สนใจตามหัวข้อที่ครูกำหนดร่วมกันวางแผนศึกษาค้นคว้า โดยมีครูเป็นที่ปรึกษาและให้ความช่วยเหลือ ทำให้ผู้เรียนไม่เคร่งเครียด สนุกสนาน กล้าแสดงออก เกิดทักษะการค้นคว้าหาข้อมูล สร้างชิ้นงานและนำเสนอผลงานด้วยวิธีที่หลากหลายตลอดจนเรียนรู้นิสัยของเพื่อนและเกิดการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น

ไพบูลย์ วิริยะวัฒน์ (2547) ได้พัฒนารูปแบบวิธีการเรียนรู้ร่วมกันโดยการทำโครงงานและศึกษามโนทัศน์และการแก้ปัญหาโจทย์วิชาฟิสิกส์ เรื่อง ปรากฏการณ์คลื่น โดยนำไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า รูปแบบวิธีการเรียนรู้ร่วมกันโดยการทำโครงงานส่งผลให้มีความเข้าใจมโนทัศน์เพิ่มขึ้น และสามารถแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ได้

ดังนั้นงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ เพื่อพัฒนาความสามารถในการโต้แย้ง ความสามารถในการให้เหตุผล การเรียนรู้ร่วมกัน และความเข้าใจในมโนทัศน์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ (Force and Motion) ทั้งนี้เพราะการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ทำงานเป็นกลุ่มตามประเด็นที่สนใจ ส่งเสริมให้เกิดการแลกเปลี่ยนแนวคิดหรือประสบการณ์ ตลอดจนการร่วมมือกันในการสร้างข้อสรุปของกลุ่มตนเอง ซึ่งมีความสอดคล้องและสนับสนุนให้เกิดการเรียนรู้ร่วมกันเป็นอย่างยิ่ง ซึ่งผลที่ตามมาคือ ผู้เรียนสามารถพัฒนาความสามารถในการโต้แย้ง ความสามารถในการให้เหตุผลและความเข้าใจในมโนทัศน์

6. เจตคติต่อวิทยาศาสตร์

การวัดและประเมินผลการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์นั้น แบ่งออกเป็น 3 ด้าน คือ ด้านพุทธิพิสัย (Cognitive domain) ด้านทักษะพิสัย (Psychomotor domain) และด้านจิตพิสัย (Affective domain) (พิชิต ฤทธิ์จัญญ. 2552: 31) ซึ่งจิตพิสัยที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์นั้นสามารถจัดกลุ่มได้ 2 ประเภท ตามแนวคิดของการ์ดเนอร์ (Gardner. 1975; อ้างอิงจาก สสวท. 2555: 148) คือ เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ (Attitudes towards science) และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ (Scientific attitudes) ซึ่งงานวิจัยนี้ผู้วิจัยมุ่งศึกษาเจตคติต่อวิทยาศาสตร์เพียงอย่างเดียว ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

6.1 ความหมายของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ เป็นความรู้สึก ความเชื่อ และการยึดถือในคุณค่าของงานด้านวิทยาศาสตร์ ที่มีผลกระทบต่อบุคคลและสังคมในด้านต่าง ๆ อันเป็นผลจากการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยผ่านกิจกรรมที่หลากหลาย (สสวท. 2555: 148-151; วรนุช แหยมแสง. 2554: 30) ดังนั้น การประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ หมายถึง การประเมินอารมณ์และความรู้สึกนึกคิดที่มีต่อการทำกิจกรรมการเรียนรู้ เกี่ยวกับความสนใจ ความชอบ ความเชื่อและค่านิยม การมีคุณธรรมจริยธรรม และการยึดถือในคุณค่าของงานด้านวิทยาศาสตร์ ที่มีผลกระทบต่อบุคคลและสังคมในด้านต่าง ๆ

6.2 องค์ประกอบของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

แม็คไกวีย์ (MacGuire. 1969: 155-156; อ้างอิงจาก บุญมี พันธุ์ไทย. 2544: 164-165) กล่าวว่า เจตคติมีองค์ประกอบพื้นฐาน 3 ด้าน ดังนี้

(1) องค์ประกอบด้านพุทธิปัญญา (Cognitive component) เป็นความเข้าใจต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ที่ใช้ในการคิด ตอบสนองรับรู้ และวินิจฉัยข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้รับ ซึ่งสามารถบอกได้ว่าสนใจหรือไม่สนใจ ชอบหรือไม่ชอบ เป็นต้น

(2) องค์ประกอบด้านจิตพิสัย (Affective component) เป็นลักษณะทางอารมณ์ของบุคคลที่จะคล้อยตามความคิด ถ้าบุคคลมีความคิดที่ดีต่อสิ่งใดก็จะแสดงความรู้สึกที่ดีต่อสิ่งนั้น เช่น ความชอบ ความรัก ความพอใจหรือไม่พอใจ เป็นต้น

(3) องค์ประกอบด้านพฤติกรรม (Behavior component) เป็นความพร้อมที่จะกระทำการต่าง ๆ อันเป็นผลมาจากความคิดและความรู้สึก ซึ่งจะแสดงออกในรูปแบบการยอมรับหรือการปฏิเสธ เป็นต้น

ส่วนคลอฟเฟอร์ (Klopfer. 1971; อ้างอิงจาก สสวท. 2555: 148; & Osborne; & Simon. 2003: 1053) จัดหมวดหมู่ของพฤติกรรมด้านจิตพิสัยตามแนวคิดของบลูม ได้ 6 ประเภท ดังนี้

- (1) การแสดงออกถึงเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์และนักวิทยาศาสตร์
- (2) การยอมรับกระบวนการสืบค้นทางวิทยาศาสตร์มาเป็นวิถีแห่งความคิด
- (3) การรับเอาเจตคติทางวิทยาศาสตร์มาใช้
- (4) การพึงพอใจในประสบการณ์การเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

(5) การพัฒนาความสนใจในวิทยาศาสตร์ และกิจกรรมที่มีความเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

(6) การพัฒนาความสนใจที่จะมุ่งไปสู่อาชีพทางวิทยาศาสตร์หรืออาชีพที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

ดังนั้นการประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ จึงเป็นการประเมินเจตคติด้านจิตพิสัยที่แสดงออกเป็นพฤติกรรมต่าง ๆ เช่น พอใจ สนใจ ศรัทธา ซาบซึ้ง เห็นคุณค่าและประโยชน์มีคุณธรรม จริยธรรมและค่านิยมทางวิทยาศาสตร์

6.3 การประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

การประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์นั้นไม่สามารถกระทำได้โดยตรง โดยทั่วไปทำได้โดยการตรวจสอบพฤติกรรมภายนอกที่ปรากฏให้เห็นในลักษณะของคำพูด การแสดงความคิดเห็นหรือพฤติกรรมบ่งชี้ที่สามารถสังเกตหรือวัดได้ และแปลผลเจตคติที่แสดงออกทางพฤติกรรมเหล่านั้น (สสวท. 2555: 152) ซึ่งวรรณุช แหยมแสง (2554: 86) ได้กล่าวถึง พฤติกรรมที่สามารถบ่งชี้ถึงเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย

- (1) พอใจในประสบการณ์การเรียนรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์
- (2) ศรัทธาและซาบซึ้งในผลงานทางวิทยาศาสตร์
- (3) เห็นคุณค่าและประโยชน์ของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
- (4) ตระหนักในคุณและโทษของการใช้เทคโนโลยี
- (5) เรียนหรือเข้าร่วมกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์อย่างสนุกสนาน
- (6) เลือกใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการคิดและปฏิบัติ
- (7) ตั้งใจเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
- (8) ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมีคุณธรรม
- (9) ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีโดย ไตร่ตรองถึงผลดีและผลเสีย

สำหรับวิธีการประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์นั้นสามารถแบ่งออกเป็น 2 รูปแบบตามลักษณะลักษณะวิธีการและเครื่องมือที่ใช้ประเมิน คือ การประเมินโดยบุคคลภายนอก และการประเมินตนเอง (สสวท. 2555: 152-) มีรายละเอียดดังนี้

(1) การประเมินโดยบุคคลภายนอก ได้แก่ ครูผู้สอน เพื่อน หรือผู้ปกครอง เป็นผู้ประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ผ่านการสัมภาษณ์ หรือการสังเกตพฤติกรรมที่แสดงออก โดยมีวิธีการดังนี้

1) การสัมภาษณ์หรือสอบถามโดยตรง เป็นลักษณะคำถามปลายเปิดที่มีข้อความบ่งชี้ถึงพฤติกรรมที่แสดงออกทางเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ โดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็นหรือความรู้สึกที่แท้จริง วิธีนี้จัดว่าเป็นการประเมินที่ง่ายที่สุดและตรงไปตรงมาที่สุดแต่ใช้ระยะเวลานาน โดยมีหลักการในการสร้างข้อคำถาม ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 กำหนดลักษณะที่ต้องการวัด

ขั้นตอนที่ 2 วิเคราะห์พฤติกรรมบ่งชี้ของคุณลักษณะที่ต้องการวัด

ขั้นตอนที่ 3 สร้างข้อคำถามในการสัมภาษณ์

2) การสังเกตพฤติกรรมที่แสดงออก เป็นการใช้ประสาทสัมผัสทางตา และหู ในการสังเกตเพื่อบันทึกและรวบรวมข้อมูล จากพฤติกรรมการแสดงออก เป็นวิธีที่ง่าย สะดวก และ ได้รายละเอียดอย่างชัดเจนเป็นรูปธรรม แต่มีข้อจำกัดคืออาจต้องใช้ผู้สังเกตหลายคนเพื่อให้ได้ข้อมูล ครบถ้วน โดยสามารถใช้เครื่องมือในการสังเกต ดังนี้

1. ระเบียนพฤติกรรมหรือแบบบรรยายพฤติกรรม
2. แบบบันทึกการสังเกตที่มีรูปแบบเป็นแบบสำรวจรายการ
3. แบบบันทึกการสังเกตที่มีรูปแบบเป็นมาตราส่วนประมาณค่า

(2) การประเมินตนเอง เป็นการให้ผู้เรียนรายงานความคิดเห็นหรือความรู้สึก ของตนเองต่อข้อความหรือสถานการณ์ที่กำหนด โดยมีข้อดี คือ ผู้เรียนสามารถตอบคำถาม หรือ แสดงออกได้โดยอิสระทำให้ได้ข้อมูลที่แท้จริง และใช้เวลาไม่นาน แต่ข้อจำกัดคือหากคำตอบของผู้เรียนตอบไม่ใช่คำตอบที่แท้จริงอาจทำให้การแปลผลผิดหรือคลาดเคลื่อนไป เครื่องมือที่ใช้ในการ ประเมินตนเอง มีดังนี้

1) การใช้แบบสอบถาม มี 2 ลักษณะ ได้แก่ แบบสอบถามที่มีรูปแบบเป็นแบบ สำรวจรายการ และ แบบสอบถามที่มีรูปแบบเป็นมาตราส่วนประมาณค่า ซึ่งแบบสอบถามนั้นต้อง ประกอบไปด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนคำถาม และส่วนคำตอบ

2) การใช้แบบประเมินสถานการณ์ เป็นการยกสถานการณ์ที่คล้ายคลึง หรือ เลียนแบบสถานการณ์จริง หรือภาพเหตุการณ์ ให้ผู้เรียนพิจารณา และตอบคำถาม ด้วยการเขียน ตอบหรือเลือกตัวเลือกคำตอบ ในลักษณะของการแสดงอารมณ์ความรู้สึก ความคิดเห็นต่อ สถานการณ์ หรือการกระทำของบุคคล

ดังนั้นการประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์นั้นจึงเป็นการประเมินความรู้สึกนึกคิดของผู้เรียน ที่มีต่อการทำกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งแสดงออกมาเป็นพฤติกรรมที่วัดและสังเกตได้ เช่น ความสนใจ ความชอบ ความพอใจ เห็นคุณค่า หรือมีค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ เป็นต้น โดยการ ประเมินนั้นสามารถกระทำได้โดยบุคคลอื่น ด้วยการใช้แบบสัมภาษณ์ หรือแบบสังเกตพฤติกรรม และการประเมินตนเอง ด้วยการใช้แบบสอบถาม หรือแบบประเมินสถานการณ์ แล้วนำข้อมูลที่ได้ นั้นไปทำการแปลความหมายของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ทั้งในรูปแบบวิเคราะห์องค์ประกอบและ แบบองค์รวม

7. เทคนิคที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ในการวิจัยครั้งนี้ ได้เลือกใช้เทคนิคการสอนที่หลากหลายในแต่ละขั้นตอนของกิจกรรมที่แตกต่างกัน โดยเทคนิคการสอนที่ผู้วิจัยเลือกใช้ คือ ผังมโนทัศน์ (Concept map) การ์ตูนเชิงมโนทัศน์ (Concept cartoons) และการโต้วาที (Debate) รายละเอียดดังนี้

7.1 ผังมโนทัศน์

7.1.1 ความหมายของผังมโนทัศน์

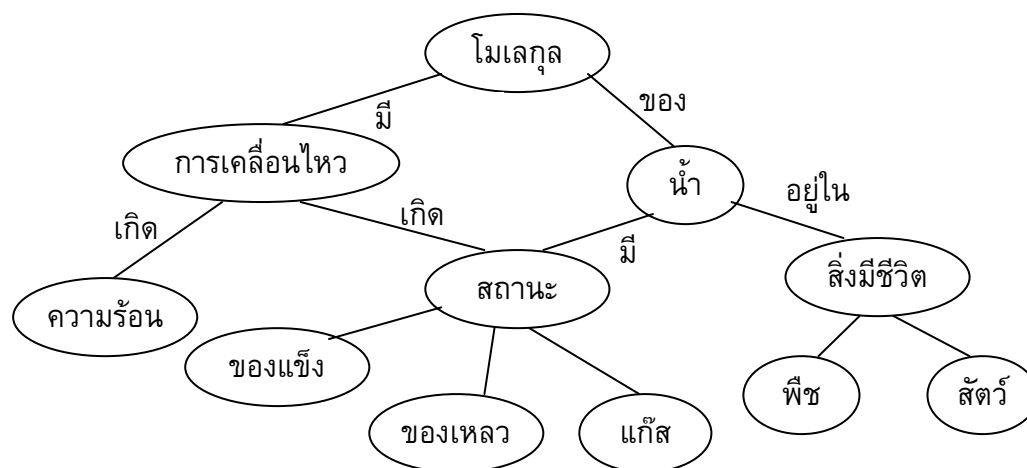
ผังมโนทัศน์ ภาษาอังกฤษใช้คำว่า Concept map คือ การนำเสนอแผนภูมิที่ใช้รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าหรือวงกลมเป็นตัวแทนของมโนทัศน์ต่างๆ ที่รวมกันอยู่อย่างมีความหมาย โดยมโนทัศน์ที่มีความหมายกว้างที่สุด เรียกว่า มโนทัศน์หลัก และมโนทัศน์ที่แยกย่อยลงไปเรียกว่า มโนทัศน์รอง มโนทัศน์ย่อย และมโนทัศน์เฉพาะ ซึ่งการสร้างนั้นจะวางมโนทัศน์หลักไว้ตรงกลาง และแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง มโนทัศน์หลักและมโนทัศน์ที่แยกย่อยลงมาเป็นลำดับชั้นด้วยเส้นตรงหรือเส้นโค้ง อาจเป็นทางเดียว หรือสองทาง หรือไร้ทิศทาง (ทศนา แคมมณี. 2553: 393; สสวท. 2555: 50; & Novak; & Gowin. 1984: 15-16)

7.1.2 ลักษณะของผังมโนทัศน์

การเขียนตอบข้อสอบหรือคำถามแบบอธิบายโดยใช้ผังมโนทัศน์ของผู้เรียนเป็นการแสดงถึงความเข้าใจเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ในกระบวนการสร้างองค์ความรู้ การวิเคราะห์องค์ประกอบ การให้นิยามหรือให้ความหมายของสิ่งหนึ่งสิ่งใด (สสวท. 2555: 49) โดยมีหลักในการสร้างผังมโนทัศน์ดังนี้

- 1) ตำแหน่งเริ่มต้นหรือตรงกลาง อาจเป็นวลี หรือประโยค แทนมโนทัศน์หรือกระบวนการมากกว่าหนึ่งประเด็นได้
- 2) การแตกแขนงหรือการแผ่กระจายออกของมโนทัศน์อื่น ๆ ที่อยู่รายรอบมโนทัศน์หลักอาจกระจายรอบทิศทางแบบรัศมี หรือจากบนลงล่างก็ได้
- 3) จะใช้สีระบายหรือเขียนหรือไม่ก็ได้
- 4) ไม่นิยมนำภาพมาใช้ เพราะถือว่าสำคัญกว่า
- 5) ใช้การตีกรอบหรือล้อมวงคำ หรือมโนทัศน์
- 6) นิยมใช้เส้นตรงในการเชื่อมโยงระหว่างมโนทัศน์ โดยความยาวของเส้นไม่จำเป็นต้องสัมพันธ์กับคำที่มันเป็นตัวแทน

โดยเกณฑ์การประเมินนั้น จะเกี่ยวข้องประเด็นต่าง ๆ ดังนี้ การนำเสนอ (Proposition) การลำดับชั้น (Hierarchy) ความสัมพันธ์ข้ามสาย (Cross links) และการยกตัวอย่าง (Examples) (Novak; & Gowin. 1984: 36) ซึ่งแสดงตัวอย่างผังมโนทัศน์ ดังภาพประกอบ 10



ภาพประกอบ 10 ตัวอย่างผังมโนทัศน์

ที่มา: สสวท. (2555). การวัดผลประเมินผลวิทยาศาสตร์. หน้า. 50.

7.1.3 ข้อดีและข้อจำกัดของผังมโนทัศน์

ผังมโนทัศน์มีข้อดีและข้อจำกัดเมื่อนำไปใช้ในการประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (สสวท. 2555: 53) ดังนี้

7.1.3.1 ข้อดีของผังมโนทัศน์

- 1) ใช้สำหรับวัดและประเมินผลเพื่อวินิจฉัยความรู้ ประสพการณ์เดิม และความสามารถจัดลำดับ จัดกลุ่ม หรือเชื่อมโยงความคิดต่าง ๆ ของผู้เรียน
- 2) ส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนากระบวนการคิด การบูรณาการความรู้ การอภิปราย การวิเคราะห์ และการสังเคราะห์

7.1.3.2 ข้อจำกัดของผังมโนทัศน์

- 1) การสร้างผังมโนทัศน์ให้ประสบความสำเร็จ ผู้เรียนต้องเข้าใจแต่ละมโนทัศน์อย่างชัดเจน จึงจะสามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของมโนทัศน์เหล่านั้นได้

ดังนั้นผังมโนทัศน์จึงเป็นเทคนิคหนึ่งของการประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยส่งเสริมความเข้าใจมโนทัศน์ และความสามารถในการจัดกลุ่ม หรือเชื่อมโยงความคิดของผู้เรียน

7.2 การ์ตูนเชิงมโนทัศน์ (Concept cartoons)

7.2.1 ความหมายของการ์ตูนเชิงมโนทัศน์

การ์ตูนเชิงมโนทัศน์ ภาษาอังกฤษใช้คำว่า Concept cartoons เป็นการนำภาพการ์ตูนลายเส้น (Drawing style) ในการนำเสนอแนวคิดทางทางเลือก (Alternative ideas) หรือปัญหาทางวิทยาศาสตร์ (Scientific problems) ในรูปแบบของการสนทนาเกี่ยวกับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน ซึ่งไม่ใช้การ์ตูนที่ทำให้เกิดอารมณ์ขัน หรือล้อเลียน โดยนำเสนอผ่านความคิดของตัวละคร เพื่อกระตุ้นให้เกิดการอภิปรายและแสดงแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ (Keogh; & Naylor. 1999: 436; & Balim; et al. 2008: 2)

7.2.2 ลักษณะของการ์ตูนเชิงมโนทัศน์

การ์ตูนเชิงมโนทัศน์ พัฒนาขึ้นโดย เคิกห์ และเนย์เลอร์ (Keogh and Naylor) ในปี 1992 เป็นการแสดงปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันผ่านบทสนทนาที่อภิปรายกันระหว่างตัวการ์ตูนตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไปที่มีบุคลิกและลักษณะและมุมมองต่อปัญหาแตกต่างกัน ซึ่งปัญหาที่นำมาเสนออาจจะมีคำตอบที่ถูกต้องมากกว่าหนึ่งคำตอบ โดยจุดมุ่งหมายของการ์ตูนเชิงมโนทัศน์เพื่อกระตุ้นความคิด การใช้บทสนทนาของตัวการ์ตูนนั้นเป็นการนำเสนอแนวคิดที่หลากหลายที่จะเป็นไปได้ ซึ่งประกอบด้วยแนวคิดที่เป็นที่ยอมรับได้ตั้งแต่หนึ่งแนวคิดขึ้นไป กระตุ้นให้เกิดการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพ จากกระบวนการเรียนรู้ที่สนับสนุนให้เกิดการไตร่สวนความรู้ ด้วยการอภิปรายด้วยแนวคิดที่หลากหลาย ซึ่งนับเป็นเทคนิคการเรียนรู้หนึ่งที่สนับสนุนทฤษฎีสรณินิยม โดยการ์ตูนเชิงมโนทัศน์มีลักษณะสำคัญ (Keogh; & Naylor. 1999: 431-432; & Balim; et al. 2008: 3) ดังนี้

- 1) ควรมีจำนวนข้อความให้น้อยที่สุด ดังนั้นจึงสามารถใช้ได้กับทุกวัย
- 2) แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่นำมาใช้มาจากสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน จึงจะทำให้เกิดความท้าทายผู้เรียนให้เชื่อมโยงระหว่างแนวคิดทางวิทยาศาสตร์กับชีวิตประจำวันได้
- 3) แนวคิดทางเลือกนั้นต้องมาจากความเข้าใจของคนทั่วไป เมื่อนำมาใช้เป็นตัวลงจึงจะมีความน่าเชื่อถือ
- 4) มุมมองทางวิทยาศาสตร์ที่ยอมรับได้จะอยู่ท่ามกลางมุมมองทางเลือก
- 5) ในสถานการณ์ที่นำเสนอผู้เรียนไม่สามารถที่จะทำให้แนวคิดทางเลือกกลายเป็นแนวคิดที่ถูกต้องได้

เคิกห์ และเนย์เลอร์ (Keogh; & Naylor. 1999: 431-432) กล่าวถึงจุดมุ่งหมายของการ์ตูนเชิงมโนทัศน์เพื่อพัฒนาทักษะการอ่าน ทักษะการคิด การแก้ปัญหา ส่งเสริมแรงจูงใจ ขจัดข้อขัดแย้ง และดึงเอาแนวคิดของผู้เรียนออกมา โดยการใช้บทสนทนาเป็นการสร้างโอกาสที่จะนำเสนอทางความคิด ดังตัวอย่างการ์ตูนเชิงมโนทัศน์ ตุ๊กตาหิมะ (The snowman) (Keogh; & Naylor. 1997) ดังภาพประกอบ 12



ภาพประกอบ 12 ตัวอย่างของการ์ตูนเชิงมโนทัศน์ The snowman

ที่มา: Brenda Keogh; & Stuart Naylor. (1999). *Concept Cartoons, Teaching and Learning in Science: An Evaluation*. p.433.

7.2.3 ความสำคัญของการ์ตูนเชิงมโนทัศน์

การ์ตูนเชิงมโนทัศน์เป็นกลยุทธ์หนึ่งที่ได้รับ ความสนใจในการนำมาเป็นเครื่องมือ ในการสร้างการสนทนา แลกเปลี่ยนความคิด แนวคิดของผู้เรียนที่แตกต่างกัน โดยใช้ภาพวาดเป็น สื่อ ภายใต้สถานการณ์ในชีวิตประจำวันของผู้เรียนคุ้นเคย ในซึ่งมีความสำคัญต่อการพัฒนาการเรียน การสอนวิทยาศาสตร์ ดังนี้ (Khalid; Meerah; & Halim. 2010: 539; & Balim; et al. 2008: 3)

- 1) เพื่อแก้ไขและหามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของผู้เรียน
- 2) ส่งเสริมความเข้าใจ และความสนใจต่อเนื้อหามากขึ้น
- 3) เพิ่มแรงจูงใจต่อการเรียนรู้ เสริมสร้างเจตคติ และความคิดสร้างสรรค์ให้มากขึ้น
- 4) ลดความกังวล ความตึงเครียด ความเบื่อหน่าย และความสับสน
- 5) ส่งเสริมให้เกิดกระบวนการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วม
- 6) เพื่อเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาวิชาและเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง
- 7) สร้างบรรยากาศการอภิปราย และการแสดงออกทางความคิดของผู้เรียน

ดังนั้นการบูรณาการเชิงมนทัศน์จึงส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยการกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน ด้วยภาพวาดการ์ตูนลายเส้น ที่สนทนากับแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นในสถานการณ์ในชีวิตประจำวันที่นำไปสู่การโต้แย้ง การอภิปราย ในมุมมองที่แตกต่างกันออกไป ส่งผลให้เกิดความกล้าแสดงความคิดเห็น มีความมั่นใจเพิ่มขึ้น และมีปฏิสัมพันธ์กันกับเพื่อนรวมถึงครูผู้สอนอีกด้วย

7.3 การโต้วาทิ

การโต้วาทิที่ใช้ในรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์นั้น ผู้วิจัยได้ใช้รูปแบบการโต้วาทิทั่วไป ร่วมกับรูปแบบของการแข่งขันฟิสิกส์สัประยุทธ์เข้าด้วยกัน จึงคล้ายการโต้วาทิฟิสิกส์ โดยเป็นการนำประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคมที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันที่มีการถกเถียง หรือโต้แย้งกันในสังคม มาให้ผู้เรียนโต้วาทิ เพื่อให้สามารถโต้แย้งได้อย่างมีเหตุผล ดังนั้นรายละเอียดของการโต้วาทิที่จะนำเสนอต่อไปนี้ เป็นการโต้วาทิที่มุ่งเน้นให้ผู้สามารถแสดงเหตุผลเพื่อตัดสินใจยอมรับหรือปฏิเสธต่อประเด็นต่าง ๆ ด้วยการใช้หลักฐานในการสนับสนุน ตามรูปแบบของการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์เป็นสำคัญ

7.3.1 ความหมายของการโต้วาทิ

การโต้วาทิ ภาษาอังกฤษใช้คำว่า Debate ซึ่งวันชาติ (2546: 20) ให้ความหมายของการโต้วาทิไว้ว่า หมายถึง การพูดโต้แย้งกันในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง แสดงเหตุผลเพื่อเอาชนะกันและกัน ในขณะที่ปิยนารถ พัททองพรรณ (2555: 2) ให้ความหมายไว้ว่า การโต้วาทิ หมายถึง การโต้ตอบกันระหว่างบุคคลสองคนหรือสองกลุ่มโดยการพิสูจน์หรือคัดค้านข้อเท็จจริงด้วยคำพูดอย่างมีวาทศิลป์ เพื่อโน้มน้าวให้ผู้อื่นคล้อยตามด้วยการนำเสนอหลักการ พร้อมแสดงเหตุผล และตัวอย่างประกอบ เพื่อสนับสนุนแนวคิดของฝ่ายตน และหักล้างแนวคิดของฝ่ายตรงข้าม ดังนั้น การโต้วาทิในการวิจัยครั้งนี้จึงหมายถึง การนำเสนอแนวคิด หลักการ หรือข้อค้นพบ ด้วยการแสดงเหตุผล และยกตัวอย่างประกอบ เพื่อสนับสนุนแนวคิดของฝ่ายตนเอง และหักล้างหรือแสดงให้เห็นถึงจุดอ่อนของฝ่ายตรงข้าม โดยนำหลักฐานมาจากการสำรวจตรวจสอบ สืบค้น และทดลอง

7.3.2 ความสำคัญของการโต้วาทิ

การโต้วาทิเป็นหนึ่งในกระบวนการพัฒนาการทางศึกษาที่ดี โดยการโต้วาทิมีความสำคัญต่อการศึกษามากหลายประการ (ปิยนารถ พัททองพรรณ. 2555: 7; & Freeley. 1966: 19-24) ดังนี้

- 1) การโต้วาทิเป็นการฝึกการมีส่วนร่วมต่อสาธารณชน ฝึกภาวะความเป็นผู้นำ
- 2) การโต้วาทิส่งเสริมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ และเป็นการฝึกการโต้แย้ง
- 3) การโต้วาทิใช้กระบวนการสำรวจตรวจสอบและวิเคราะห์ปัญหาอย่างลึกซึ้ง
- 4) การโต้วาทิเป็นการพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
- 5) การโต้วาทิทำให้เกิดกระบวนการรวบรวมองค์ความรู้ และความสามารถในการตัดสินใจ
- 6) การโต้วาทิสนับสนุนการแสดงหลักฐานและเหตุผลที่เป็นจริงและเที่ยงตรง

7) การโต้ว่าที่พัฒนาความกล้าแสดงออก และการใช้ไหวพริบ

8) การโต้ว่าที่สนับสนุนพัฒนาการทางสังคม และการพูดเพื่อสื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพ

9) การโต้ว่าที่ส่งเสริมทักษะการทำงานเป็นกลุ่ม

การโต้ว่าที่เป็นเทคนิคการสอนอย่างหนึ่งที่ฝึกการสืบเสาะหาความรู้อย่างลึกซึ้ง การคิดวิเคราะห์ และสังเคราะห์ด้วยเหตุผล ความกล้าแสดงออก การใช้ไหวพริบในการตัดสินใจ ตลอดจนสื่อสารเพื่อยืนยันแนวคิดให้ผู้อื่นคล้อยตาม

7.3.3 องค์ประกอบของการโต้ว่าที่

การโต้ว่าที่ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย ผู้เกี่ยวข้องข้องกับการโต้ว่าที่ เนื้อหา วิธีการนำเสนอ แสดงรายละเอียด(นฤมล สุวรรณจันทร์ดี. 2556: 10; ปิยนารถ พักทองพรรณ. 2555: 2, 30; และวันชาติ. 2546: 84-88) ดังนี้

7.3.3.1 ผู้เกี่ยวข้องข้องกับการโต้ว่าที่ ได้แก่ ประธานหรือผู้ดำเนินรายการฝ่ายนำเสนอ ฝ่ายซักค้าน และคณะกรรมการตัดสินโดยแต่ละคนมีหน้าที่ ดังนี้

1) ประธานหรือผู้ดำเนินรายการ ทำหน้าที่ในการคุมการโต้ว่าที่ให้ดำเนินไป ด้วยความเรียบร้อยให้ดีที่สุด ด้วยการแนะนำยุติในการโต้ว่าที่ คณะกรรมการตัดสิน ฝ่ายซักค้าน และฝ่ายนำเสนอ ตลอดจนควบคุมเวลาของแต่ละฝ่าย และสรุปผลการตัดสินและการให้คะแนนของ คณะกรรมการ

2) ฝ่ายนำเสนอ ประกอบด้วยหัวหน้าและผู้สนับสนุนไม่เกิน 4 คน ทำหน้าที่ในการนำเสนอสิ่งที่ได้ทำการศึกษา ทฤษฎีที่ใช้อธิบาย ผลการทดลองหรือการสืบเสาะหาความรู้ โดยต้องโน้มน้าวให้ผู้ฟังยอมรับในแนวคิดและข้อค้นพบที่นำเสนอ

3) ฝ่ายซักค้าน ประกอบด้วยหัวหน้าและผู้สนับสนุนไม่เกิน 4 คน ทำหน้าที่ในการกล่าวถึงข้อดีและข้อเสียของฝ่ายนำเสนอ ถามคำถามผู้นำเสนอ และวิจารณ์สิ่งที่ฝ่ายนำเสนอ นำมาเสนอ ซึ่งประเด็นที่เป็นจุดอ่อน หรือไม่ถูกต้อง จากการตีความโจทย์หรือเหตุการณ์ โดยคำถามนำไปสู่การอภิปราย

4) คณะกรรมการตัดสิน อาจเป็นคนเดียวหรือคณะกรรมการทำหน้าที่พิจารณาและตัดสินชี้ขาดให้ฝ่ายนำเสนอหรือฝ่ายซักค้าน โดยยึดเกณฑ์การให้คะแนนที่เกี่ยวข้องกับ เนื้อหา และวิธีการนำเสนอ ดังนั้นจึงใช้ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์เป็นหลักเนื่องจาก การวิจัยครั้งนี้ไม่ได้ให้คะแนนในส่วนของภาษาและลีลาการนำเสนอ

7.3.3.2 เนื้อหา

เนื้อหา ในที่นี้หมายถึง เนื้อความทั้งหมดของถ้อยคำทั้งการพูดและการเขียน ที่ผู้พูดแต่ละคนกล่าว ทั้งฝ่ายนำเสนอและฝ่ายค้าน เพื่อแสดงแนวคิดหรือหักล้างแนวคิด โดยเนื้อหา นี้มีลักษณะสำคัญ คือ มีเหตุผล และสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับยุติ ประกอบด้วย 5 ส่วน ดังนี้

1) นิยามยุติ เป็นการแปล นิยาม ตีความ หรือให้คำจำกัดความถ้อยคำใน ยุติหรือประเด็นที่ศึกษา เพื่อกำหนดขอบเขตในการโต้ว่าที่

2) ความคิดรวบยอดของแต่ละฝ่าย

3) ข้อโต้แย้ง เป็นแนวคิด ความคิดเห็น ทศนะ ข้อวินิจฉัย ที่นำเสนอ ควรมีความทันเหตุการณ์ และน่าสนใจ มีการวิเคราะห์อย่างลึกซึ้ง มีหลักฐานประกอบอย่างสมบูรณ์ มีความเกี่ยวข้องกับเหตุผลที่ใช้ประกอบการอธิบายเพื่อสนับสนุนหรือหักล้างอย่างชัดเจน

4) ข้อคัดค้าน หรือข้อหักล้าง เป็นการโจมตีโดยชี้จุดบกพร่อง ข้อโต้แย้งของฝ่ายตรงข้าม และปกป้องข้อโต้แย้งของฝ่ายตนเอง สิ่งสำคัญในการคัดค้านคือการมองต่างมุม

5) บทสรุป เป็นการนำเสนอภาพรวมของประเด็น ที่ผู้อภิปรายกล่าวไปแล้ว

7.3.3.3 วิธีการนำเสนอ

วิธีการนำเสนอ เป็นกระบวนการหรือกลยุทธ์ที่ผู้พูดแต่ละฝ่าย และสมาชิกภายในทีมจัดระบบ เรียบเรียงข้อมูล รูปแบบการนำเสนอ การใช้เหตุผล การยกตัวอย่าง และการทำหน้าที่ของแต่ละคนในทีม ตลอดจนกลยุทธ์ในการโต้ตอบฝ่ายตรงข้าม ซึ่งวิธีการนำเสนอที่มีประสิทธิภาพนั้นควรพิจารณาใน 4 ด้าน ดังนี้

1) การนำเสนอของทีม โดยแต่ละคนต้องเรียบเรียงความคิดรวบยอดของทีมให้ชัดเจน แจกแจงบทบาทหน้าที่และเนื้อหาของแต่ละคนให้เหมาะสม นำเสนอประเด็นชัดเจน และพัฒนาประเด็นด้วยการอธิบาย ยกตัวอย่าง หรือหลักฐาน ในการสนับสนุนหรือหักล้าง

2) รูปแบบการนำเสนอ เป็นการตัดสินใจของกลุ่มที่จะเลือกใช้รูปแบบการนำเสนอ เช่น การใช้ภาพเหตุการณ์ทั้งภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหว การนำเสนอด้วยตาราง กราฟ แผนผัง หรืออื่นๆ ตลอดจนอาจมีการนำบทร้อยกรอง หรือบทเพลง มาใช้ประกอบการนำเสนอ เพื่อแสดงแนวคิดและโน้มน้าวให้ผู้อื่นเชื่อและคล้อยตามแนวคิดของกลุ่ม

3) การมีปฏิริยาโต้ตอบทันที โดยเป็นการติดตามกระบวนการโต้ว่าที่ตลอดเวลา และตอบกลับข้อคัดค้านหรือโจมตีได้อย่างตรงประเด็นและทันที่

7.3.4 ขั้นตอนของการโต้ว่าที่

ขั้นตอนของการโต้ว่าที่ในการวิจัยครั้งนี้มีลำดับขั้นตอนตามบทบาทและหน้าที่ของผู้โต้ว่าที่ และการใช้เวลาในการนำเสนอและซักค้านดังนี้ (นฤมล สุวรรณจันทร์ดี. 2556: 10; ปิยนารถ พักทองพรรณ. 2555: 53-64; และสวัสดี บันเทิงสุข. 2551: 218) แสดงดังตาราง 13

ตาราง 13 ขั้นตอนของการโต้ว่าที่ในการวิจัยครั้งนี้

ขั้นที่	หน้าที่	เวลา (นาที)
1	ผู้พูดฝ่ายนำเสนอคนที่ 1 1) กล่าวนำความสำคัญของเรื่องและโยงความสัมพันธ์กับญัตติ 2) แจกแจงประเด็นที่ผู้พูดแต่ละคนจะนำเสนอ 3) นำเสนอความคิดเห็น เหตุผล และหลักฐานจากสิ่งที่ได้ทำการศึกษา ในประเด็นที่ได้รับมอบหมาย 4) กล่าวสรุปประเด็นที่นำเสนอและโยงประเด็นไปยังผู้พูดคนที่สอง ของฝ่ายนำเสนอ	5
2	ใครก็ได้ในฝ่ายซักค้าน 1) ถามคำถามต่อผู้พูดฝ่ายนำเสนอคนที่ 1	2
3	ผู้พูดฝ่ายซักค้านคนที่ 1 1) ระบุขอบข่ายของแนวคิดที่ขัดแย้งเบื้องต้น 2) นำเสนอข้อโต้แย้งประเด็นที่ผู้พูดฝ่ายนำเสนอคนที่ 1 นำเสนอ โดยหาข้อพิสูจน์ และหลักฐานเพื่อหักล้าง	5
4	ผู้พูดฝ่ายนำเสนอคนที่ 2 1) นำเสนอภาพรวมของฝ่ายตนเอง 2) สรุปและตีประเด็นที่ผู้พูดฝ่ายซักค้านคนที่ 1 โต้แย้ง 3) โต้แย้งเพื่อป้องกันประเด็นของตนเอง และโต้กลับฝ่ายซักค้าน 4) กล่าวสรุปประเด็นที่นำเสนอและโยงประเด็นไปยังผู้พูดคนต่อไป	5
5	ใครก็ได้ในฝ่ายซักค้าน 1) ถามคำถามต่อผู้พูดฝ่ายนำเสนอคนที่ 2	2
6	ผู้พูดฝ่ายซักค้านคนที่ 2 1) สรุปแนวคิดที่ขัดแย้งเบื้องต้น 2) นำเสนอข้อโต้แย้งประเด็นที่ผู้พูดฝ่ายนำเสนอคนที่ 2 นำเสนอ โดยหาข้อพิสูจน์ และหลักฐานเพื่อหักล้าง	5
7	ผู้พูดฝ่ายนำเสนอคนที่ 3 1) นำเสนอประเด็นขัดแย้ง 2) สรุปประเด็นทั้งหมดที่โต้แย้งกัน เปรียบเทียบแนวคิดของฝ่ายตนเอง กับฝ่ายซักค้านพร้อมแสดงหลักฐาน 3) สรุปแนวคิดที่เป็นจุดยืนของฝ่ายนำเสนอ	3

ตาราง 13 (ต่อ)

ชั้นที่	หน้าที่	เวลา (นาที)
8	ผู้พูดฝ่ายชักค้ำคนที่ 3 1) นำเสนอประเด็นขัดแย้ง 2) สรุปประเด็นทั้งหมดที่ได้แย้งกัน เปรียบเทียบแนวคิดของฝ่ายตนเอง กับฝ่ายนำเสนอพร้อมแสดงหลักฐาน 3) สรุปแนวคิดที่เป็นจุดยืนของฝ่ายชักค้ำ	3
รวม		30

ส่วนสมาชิกคนที่เหลือของทีมทำหน้าที่ในการจดบันทึกข้อคัดค้าน หรือข้อขัดแย้ง
 ที่แต่ละฝ่ายเห็นตรงข้าม และหาข้อมูลเพื่อสนับสนุนการนำเสนอ

7.3.5 การตัดสินการโต้ว่าที่

การตัดสินการโต้ว่าที่อาจมีได้หลากหลายวิธีตามจุดประสงค์ ซึ่งโดยทั่วไปนิยมใช้
 3 วิธี คือ การตัดสินโดยผู้ทรงคุณวุฒิ การตัดสินโดยคณะกรรมการ และการตัดสินโดยผู้ฟัง (สวัสดี
 บันเทิงสุข. 2551: 219-222) รายละเอียดดังนี้

1) การตัดสินโดยผู้ทรงคุณวุฒิ อาจใช้ผู้ทรงคุณวุฒิ 2-3 ท่าน เป็นผู้พิจารณา
 ให้ความเห็นหรือชี้ขาดว่าฝ่ายใดเป็นฝ่ายชนะ ซึ่งการตัดสินด้วยวิธีนี้มักไม่มีแบบฟอร์มในการให้
 คะแนน

2) การตัดสินโดยคณะกรรมการ อาจเป็นผู้ที่มีความเชี่ยวชาญจากหลายสาขา
 เช่น ผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหา ผู้เชี่ยวชาญทางด้านการใช้ภาษา เป็นต้น มาเป็นผู้ตัดสินฝ่ายแพ้
 หรือชนะ ซึ่งการตัดสินด้วยวิธีนี้มักใช้แบบฟอร์มในการให้คะแนน

3) การตัดสินโดยผู้ฟัง ทำได้โดยการให้ผู้ฟังได้แสดงความคิดเห็นลงในบัตร
 แสดงความคิดเห็น ทั้งก่อนและหลังการโต้ว่าที่ โดยนับคะแนนให้กับฝ่ายที่สามารถโน้มน้าวผู้ฟังให้
 เปลี่ยนแปลงความคิดเห็นได้

จะเห็นได้ว่าการโต้ว่าที่จึงเป็นอีกหนึ่งเทคนิคการสอนที่สามารถพัฒนาความสามารถ
 ในการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ การเรียนรู้กัน
 และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ได้เป็นอย่างดี จากลักษณะของกิจกรรมที่มีการพัฒนาข้อโต้แย้งด้วยการ
 ให้เหตุผล และหาหลักฐานในการสนับสนุน และการป้องกันข้อโต้แย้งที่สร้างขึ้น

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ เป็นการดำเนินการโดยใช้กระบวนการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) ซึ่งผู้วิจัย ได้ดำเนินการวิจัยด้วยขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาเอกสาร แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย

ขั้นตอนที่ 2 การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้อาฟิสิกส์ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์

ขั้นตอนที่ 3 การทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้อาฟิสิกส์ที่ใช้การโต้แย้งเชิง

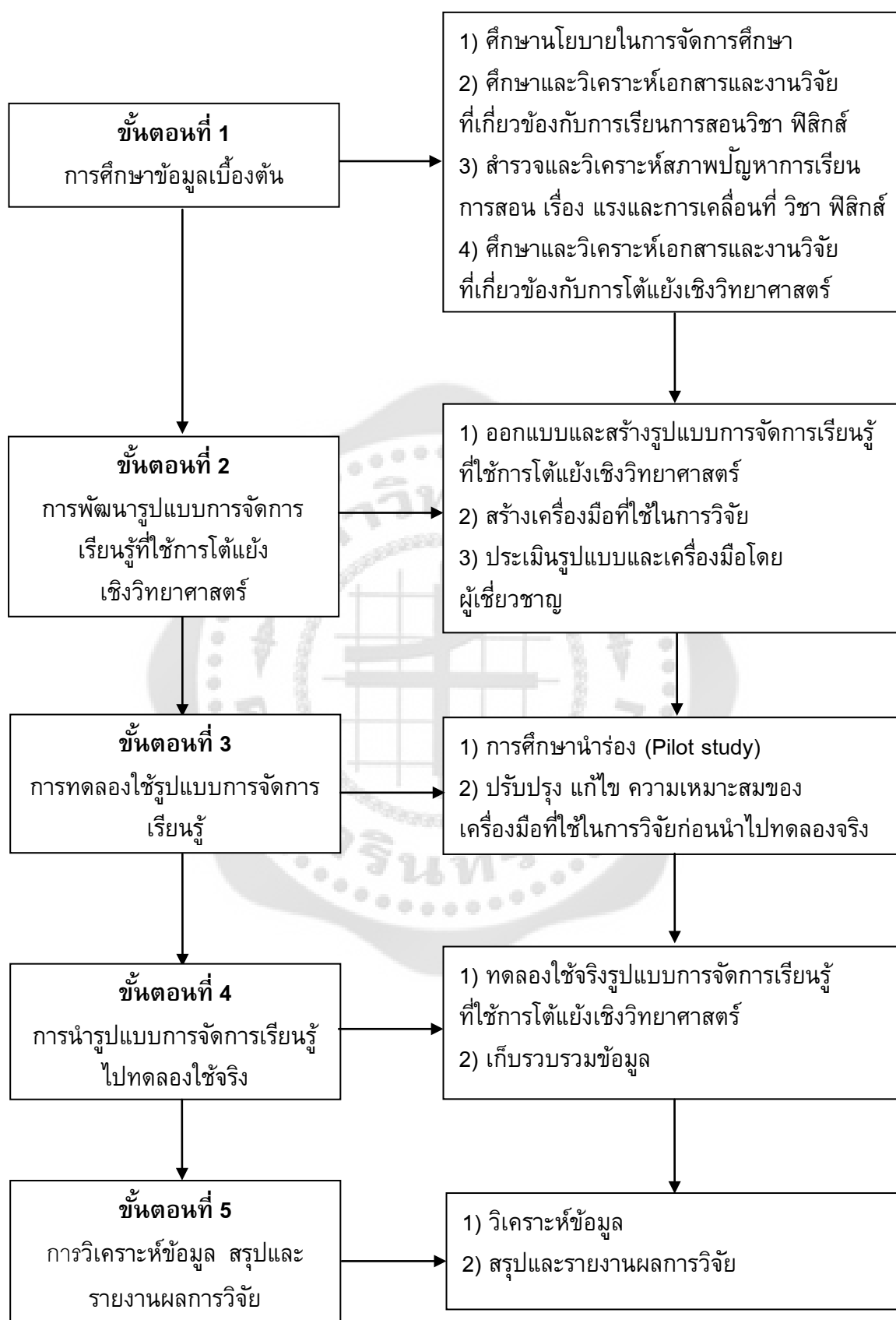
วิทยาศาสตร์โดยการศึกษานำร่อง

ขั้นตอนที่ 4 การนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้อาฟิสิกส์ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์

ไปทดลองใช้จริง

ขั้นตอนที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูล สรุปและรายงานผลการวิจัย

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยได้แสดงดัง ภาพประกอบ 12



ภาพประกอบ 12 แผนดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาเอกสาร แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย

ในขั้นตอนนี้เป็นการศึกษาข้อมูลเบื้องต้น จากการศึกษาเอกสารเกี่ยวกับ แนวคิด ทฤษฎี นโยบายต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างกรอบแนวคิด ในการศึกษารูปแบบการจัดการเรียนรู้อิฟฟิสิกส์ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ โดยดำเนินการดังนี้

1. ศึกษานโยบายและแนวคิดในการจัดการศึกษาในระดับชาติและระดับนานาชาติ

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ รายงานการประชุมระดับโลกว่าด้วยการศึกษาเพื่อปวงชน ปี ค.ศ. 1990 (UNESCO. 2000) รายงานการประชุมระดับนานาชาติตามโครงการ PISA และ TIMSS (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา . 2554) แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 11 (พ.ศ. 2555-2559) พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2553 มาตรา 24 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (กระทรวงศึกษาธิการ . 2551) และมาตรฐานวิทยาศาสตร์ศึกษายุคใหม่ (Next Generation Science Standards : NGSS) แล้วนำมาวิเคราะห์ เพื่อกำหนดแนวทาง ตลอดจนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อให้สอดคล้องและบรรลุตามเป้าหมายของนโยบาย ดังกล่าว ซึ่งสรุปได้ดังนี้ การจัดกระบวนการเรียนรู้นั้นควรมุ่งเน้นให้จัดกระบวนการเรียนรู้ในรูปแบบการฝึกทักษะกระบวนการคิด ทักษะในการค้นคว้าหาความรู้ ใช้ความรู้ในการระบุประเด็นปัญหา อธิบายปรากฏการณ์ การเผชิญสถานการณ์ ประยุกต์ใช้ความรู้ เพื่อแก้ปัญหา และตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ ภายใต้ประสบการณ์จริง โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล

2. ศึกษาสภาพการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ วิชาฟิสิกส์ โดยได้ทำการศึกษาจาก 2 กิจกรรม ดังนี้

2.1 ศึกษาจากเอกสาร หนังสือ บทความ และงานวิจัย ที่เกี่ยวข้องกับ สภาพการเรียนรู้ การสอน รูปแบบการจัดการเรียนรู้ การพัฒนาความเข้าใจในทฤษฎี ลักษณะของกิจกรรม และแนวทางการวัดและประเมินผล แล้วทำการวิเคราะห์เพื่อสร้างรูปแบบของ การจัดการเรียนรู้ที่สามารถพัฒนาและส่งเสริมความเข้าใจในทฤษฎี เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ วิชาฟิสิกส์ ให้ดียิ่งขึ้น

2.2 สืบค้นแนวคิดของผู้เรียนเกี่ยวกับความเข้าใจในทฤษฎี เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ วิชา ฟิสิกส์ และแบบสอบถามสภาพการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของครูผู้สอน ซึ่งแสดงรายละเอียดได้ดังนี้

2.2.1 สืบค้นแนวคิดของผู้เรียนเกี่ยวกับความเข้าใจในทฤษฎี เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ วิชา ฟิสิกส์ โดยผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบชนิด เลือกตอบแบบคำถาม 2 ชั้นโดยคำถามส่วนแรกเป็นชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก และคำถามส่วนที่สองเป็นการอธิบายเหตุผลที่ใช้ในการเลือกคำตอบในคำถามส่วนแรก จำนวน 20 ข้อ มีขั้นตอนในการดำเนินการดังนี้

(1) ทบทวนเอกสาร หนังสือ บทความ และงานวิจัยเพื่อสังเคราะห์แนวคิดที่ถูกต้องและมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ วิชา ฟิสิกส์ แล้วนำมาสร้างแบบทดสอบเพื่อวัดความเข้าใจ จำนวน 20 ข้อ ให้ครอบคลุมประเด็นที่ต้องการวัด

(2) นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน พิจารณา ตรวจสอบ ความเที่ยงตรงตามเนื้อหา และความเที่ยงตรงตามโครงสร้าง และความเหมาะสมของ ภาษา แล้วนำไปหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) โดยค่าเฉลี่ยในแต่ละข้อต้องมีค่าตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป จึงจะถือว่ามีความสอดคล้อง

(3) ปรับปรุง แก้ไข แบบทดสอบ ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

(4) นำแบบทดสอบไปทำการทดสอบกับผู้เรียน ที่เป็นอาสาสมัคร จำนวน 118 คน จากโรงเรียน 4 โรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 28 โดยนักเรียน ที่ทำแบบทดสอบนั้นเรียน เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ มาแล้ว ทุกคน

(5) เก็บรวบรวมแบบทดสอบกลับเพื่อทำการวิเคราะห์แนวคิด เกี่ยวกับ ความเข้าใจโน้ตชน เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ วิชาฟิสิกส์ และนำไปเป็นข้อมูลใช้ในการวางแผนการวิจัยต่อไป

2.2.2 สำนวจสภาพการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของครูผู้สอนวิชา ฟิสิกส์ เรื่อง แรง และการเคลื่อนที่

(1) ผู้วิจัยได้สร้างแบบสอบถามเพื่อสำวจสภาพการจัดกิจกรรม การเรียนรู้ ของครูผู้สอนวิชา ฟิสิกส์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ จำนวน 10 ข้อ

(2) นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน พิจารณา ตรวจสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อหา และความเที่ยงตรงตามโครงสร้าง และความเหมาะสมของ ภาษา แล้วนำไปหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) โดยค่าเฉลี่ยในแต่ละข้อต้องมีค่าตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป จึงจะถือว่ามีความสอดคล้อง

(3) ปรับปรุง แก้ไข แบบทดสอบ ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

(4) นำแบบสำวจสภาพการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของครูผู้สอน ไปทำการ สอบถามกับครู จำนวน 8 คน จาก 8 โรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 28 และ เขต 29 โดยเป็นครูที่มีประสบการณ์ในการสอน เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ วิชาฟิสิกส์ ไม่ต่ำกว่า 5 ปี

(5) เก็บรวบรวมแบบ สอบถามกลับ เพื่อทำการวิเคราะห์ สภาพปัญหาการ เรียนการสอน เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ วิชาฟิสิกส์ เพื่อนำไปใช้เป็นข้อมูล ในการพัฒนารูปแบบ การจัดการเรียนรู้ และออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ต่อไป

3. ศึกษาเอกสาร แนวคิด ทฤษฎี บทความ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบ การ จัดการเรียนรู้ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ ทฤษฎีสรคนิยม การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหา ความรู้ แนวปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์และวิศวกรรม ตาม NGSS และการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ใช้การ โต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ โดยทำการวิเคราะห์ ความหมาย องค์ประกอบ รูปแบบและขั้นตอน การวัด และประเมินการโต้แย้ง เชิงวิทยาศาสตร์ เพื่อนำผลการศึกษามาประกอบการ สังเคราะห์รูปแบบการ จัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์

ขั้นตอนที่ 2 การพัฒนา รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์

ในขั้นตอนนี้เป็นการพัฒนา รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 การสร้างรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ และส่วนที่ 2 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

2.1 การสร้างรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์

2.1.1 นำผลที่ได้จากการศึกษาเอกสาร แนวคิด ทฤษฎี งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ตลอดจนการสำรวจมโนทัศน์ของนักเรียน และสำรวจสภาพการจัดการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ของครู ในขั้นตอนที่ 1 มาสังเคราะห์ ทำให้ได้รูปแบบ การจัดการเรียนรู้ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งเรียกรูปแบบที่พัฒนาขึ้นนี้ว่า “แบบ 2I3C” ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ซึ่งสรุปที่มาและความสำคัญของแต่ละขั้นตอน ดังนี้

1) ขั้นนำเข้าสู่ประเด็น (Introduce the issues : I) ที่มาของขั้นตอน คือ ขั้นนำเข้าสู่ประเด็น (Simon. 2011; Llewellyn; & Rajesh. 2011; & Ford; & Wargo. 2012) เพื่อกระตุ้นความสนใจและสร้างการสนทนา

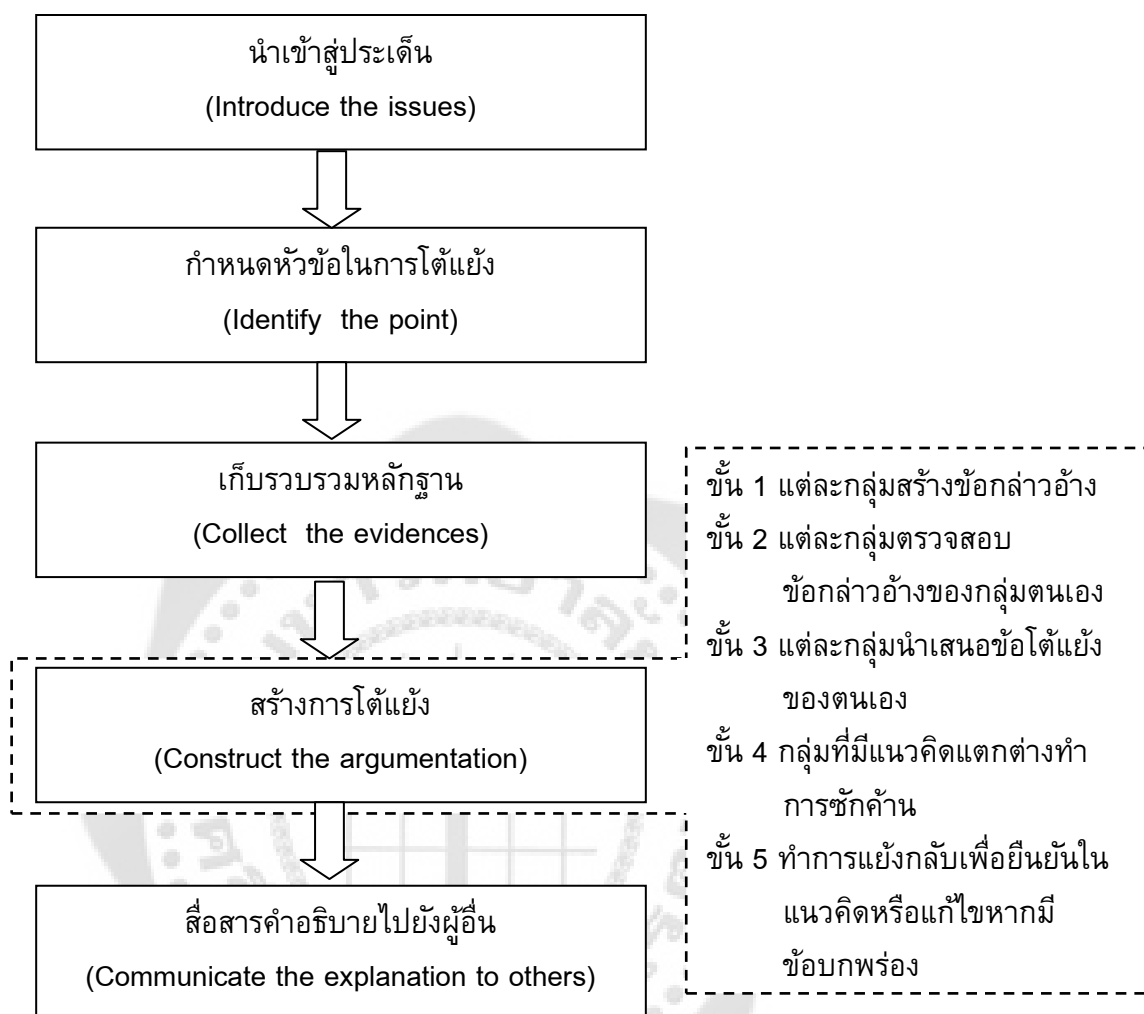
2) ขั้นกำหนดหัวข้อในการโต้แย้ง (Identify the point : I) ที่มาของขั้นตอน คือ ขั้นศึกษาและกำหนดประเด็น ในการโต้แย้ง (Simon. 2011; Evagorou; & Osborne. 2013; & Oliveira; Akerson; & Oldfield. 2012) เพื่อระบุประเด็นที่นำไปสู่การโต้แย้งด้วยคำถาม

3) ขั้นเก็บรวบรวมหลักฐาน (Collect the evidences :C) ที่มาของขั้นตอน คือ ขั้นสร้างและวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อ ใช้เป็นหลักฐาน(Simon. 2011; Sampson; et al. 2010; Evagorou; & Osborne. 2013; & Llewellyn; & Rajesh. 2011) เพื่อสร้างข้อมูลหรือเก็บหลักฐานจากการสำรวจตรวจสอบ

4) ขั้นสร้างการโต้แย้ง (Construct the argumentation : C) ที่มาของขั้นตอน คือ ขั้นสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวนำไปสู่ข้ออภิปรายภายในกลุ่มและทั้งชั้นแล้วทำการเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบและประเมินคำอธิบายที่สร้าง ขึ้นจากเพื่อน (Simon. 2011; Sampson; et al. 2010; Evagorou; & Osborne. 2013; Llewellyn; & Rajesh. 2011; Oliveira; Akerson; & Oldfield. 2012; & Ford; & Wargo. 2012) เพื่อสร้าง ตรวจสอบ และปกป้องข้อกล่าวอ้างของตนเอง ตลอดจนร่วมอภิปรายต่อชั้นเรียนและรับการตรวจสอบจากเพื่อน

5) ขั้นสื่อสารคำอธิบายไปยังผู้อื่น (Communicate the explanation to others : C) ที่มาของขั้นตอน คือ ขั้นสะท้อนผลการโต้แย้งด้วยการเขียนและนำเสนอด้วยวาจา (Simon. 2011; Sampson; et al. 2010; Evagorou; & Osborne. 2013; Llewellyn; & Rajesh. 2011; Oliveira; Akerson; & Oldfield. 2012) เพื่อสะท้อนการเรียนรู้ด้วยการเขียนหรือการพูด

สามารถแสดงลำดับขั้นตอนดังภาพประกอบ 13



ภาพประกอบ 13 รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ แบบ 213C

ซึ่งรายละเอียดของแต่ละขั้นตอนมีดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 นำเข้าสู่ประเด็น (Introduce the issues) เป็นการนำเสนอประเด็นปัญหาหรือสถานการณ์ ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันหรือเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ ด้วยภาพข่าว บทความ หรือวีดิทัศน์ โดยผู้เสนอประเด็นอาจเป็นครูหรือผู้เรียน แล้วให้ผู้เรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็น

ขั้นตอนที่ 2 กำหนดหัวข้อในการโต้แย้ง (Identify the point) ระบุประเด็นที่จะนำมาโต้แย้ง ที่ได้มา จากการแสดงความคิดเห็น ต่อประเด็นที่นำเสนอ ซึ่งอาจมีความหลากหลาย โดยประเด็นที่เลือกนั้นต้องสามารถตรวจสอบ หรือหาคำตอบได้

ขั้นตอนที่ 3 เก็บรวบรวมหลักฐาน (Collect the evidences) เป็นการสำรวจตรวจสอบ ทดลอง หรือสืบค้นข้อมูล แล้วทำการบันทึกข้อมูลที่ได้จากการวัดและการสังเกต เพื่อนำไปวิเคราะห์ แล้วใช้เป็นหลักฐาน ซึ่งมีได้หลากหลายรูปแบบ เช่น ข้อมูลเชิงตัวเลข กราฟ ภาพถ่าย ภาพเคลื่อนไหว ข้อความบรรยาย หรืออื่น ๆ

ขั้นตอนที่ 4 สร้างการโต้แย้ง (Construct the argumentation) เป็นกิจกรรมในส่วนของการโต้แย้ง โดยเริ่มจากการอภิปรายในกลุ่มของตนเอง แล้วนำเสนอข้อโต้แย้งของกลุ่มต่อเพื่อน ในชั้นเรียน โดยมีชั้นย่อย ๆ 5 ชั้น ดังนี้

ชั้น 1 แต่ละกลุ่มสร้างข้อกล่าวอ้างของตนเอง

ชั้น 2 แต่ละกลุ่มตรวจสอบข้อกล่าวอ้างของกลุ่มตนเองที่สร้างขึ้น

ชั้น 3 แต่ละกลุ่มนำเสนอข้อโต้แย้งของตนเอง

ชั้น 4 กลุ่มที่มีแนวคิดแตกต่างทำการซักค้านเพื่ออภิปรายร่วมกัน

ชั้น 5 หากกลุ่มยังคงยืนยันในแนวคิดเดิมต้องทำการแย้งกลับด้วยเหตุผลและหลักฐานที่สามารถหักล้างแนวคิดที่แตกต่างได้ แต่หากเห็นว่าข้อโต้แย้งของกลุ่มตนเองมีข้อบกพร่อง ก็ทำการแก้ไขข้อโต้แย้งของตนเองต่อไป

ขั้นตอนที่ 5 สื่อสารคำอธิบายไปยังผู้อื่น (Communicate the explanation to others) เป็นการสื่อสารเพื่อแสดงถึง ความเข้าใจส่วนบุคคลในการศึกษาในแต่ละเรื่อง ทั้งในรูปแบบ การเขียน รายงาน การเขียนผังมโนทัศน์ หรือการนำเสนอด้วยวาจา โดยครูอาจมีแบบฟอร์มในการเขียน รายงาน หรือหัวข้อในการนำเสนอหรือไม่ก็ได้

2.1.2 นำเสนอรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ ที่พัฒนาขึ้นต่อคณะอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อประเมินความเหมาะสมและความสอดคล้องของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น

2.1.3 แก้ไขและปรับปรุงตามคำแนะนำของคณะอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

2.1.4 นำรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ ที่พัฒนาขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ประเมินความสอดคล้อง โดยเป็นแบบสอบถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า 3 ระดับ คือ สอดคล้อง ไม่น่าสนใจ และไม่สอดคล้อง จำนวน 8 ข้อ และข้อเสนอแนะแบบปลายเปิด แล้วนำคะแนนที่ได้มาคำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ซึ่งผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญพบว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น มี ค่าดัชนีความสอดคล้อง แต่ละข้อ อยู่ระหว่าง 0.6 – 0.8 ซึ่งมีค่าสูงกว่า 0.5 จึงจะถือว่ายอมรับรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น (รายละเอียดดังภาคผนวก ค, ตาราง 36)

2.1.5 แก้ไขและปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญก่อนนำไปทดลองใช้

2.2 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ วิชาฟิสิกส์ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบวัดความเข้าใจโมโนทัศน์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ แบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ แบบประเมินความสามารถในการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ แบบประเมินการเรียนรู้ร่วมกัน แบบวัดเจตคติต่อ วิทยาศาสตร์ และแบบ สังเกตชั้นเรียน ซึ่งรายละเอียดขั้นตอนในการสร้างและพัฒนา ดังนี้

2.3.1 แผนการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์

การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์นั้น เป็นแผนที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาความคิดที่เป็นเหตุเป็นผล คิดวิเคราะห์ วิเคราะห์ ใช้ความรู้ในการระบุประเด็นปัญหา อธิบายปรากฏการณ์ มีทักษะในการค้นคว้าหาความรู้ สามารถในการแก้ไขปัญหา และตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ โดยดำเนินการดังนี้

2.3.1.1 ศึกษาและวิเคราะห์หลักสูตร คำอธิบายรายวิชาฟิสิกส์ เพื่อ ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ให้สอดคล้องและเหมาะสม

2.3.1.2 กำหนดเนื้อหา และระยะเวลาในการจัดกิจกรรมดังตาราง 14

ตาราง 14 การกำหนดเนื้อหาในแผนการจัดการเรียนรู้ และเวลาที่ใช้

หน่วยที่	แผนการจัดการเรียนรู้	เวลา (คาบ)
การเตรียมความพร้อม ของนักเรียน	ทักษะทางวิทยาศาสตร์ที่จำเป็นต่อการเรียนรู้ที่ใช้ การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์	5
1	1. ปริมาณที่เกิดจากการเคลื่อนที่ของวัตถุ	3
การเคลื่อนที่ใน 1 มิติ	2. กราฟแสดงความสัมพันธ์ปริมาณการเคลื่อนที่	3
	3. การเคลื่อนที่ 1 มิติด้วยความเร่งคงที่ ในแนวราบ	4
	4. การเคลื่อนที่ 1 มิติด้วยความเร่งคงที่ ในแนวดิ่ง	2
2	5. แรง มวล น้ำหนักและกฎแรงดึงดูดระหว่างมวล	3
มวล แรง และ กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน	6. กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน	5
	7. แรงเสียดทาน	3
	8. โต้แย้งที่ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์	2
รวม		30

2.3.1.3 จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ โดยในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วยองค์ประกอบที่สำคัญดังนี้

(1) จุดประสงค์การเรียนรู้ เป็นข้อความที่แสดงถึง ความรู้ ทักษะและ คุณลักษณะที่ต้องการให้เกิดกับผู้เรียนเมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนการสอน นำไปสู่การกำหนดผล การเรียนรู้ในรูปพฤติกรรมที่สามารถวัดและประเมินผลได้

(2) สารการเรียนรู้ เป็นแนวคิด หลักการ ข้อเท็จจริง กฎ ทฤษฎี ที่ ต้องการให้ผู้เรียนเรียนรู้

(3) กิจกรรมการเรียนรู้ เป็นขั้นตอนของการเรียนรู้ตามรูปแบบการ จัดการเรียนรู้ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ประกอบด้วยขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนที่ 1 นำเข้าสู่ประเด็น ขั้นตอนที่ 2 กำหนดหัวข้อในการโต้แย้ง ขั้นตอนที่ 3 เก็บรวบรวมหลักฐาน ขั้นตอนที่ 4 สร้างการโต้แย้ง ขั้นตอนที่ 5 สื่อสารคำอธิบายไปยังผู้อื่น

(4) สื่อและแหล่งเรียนรู้ เป็นวัสดุ อุปกรณ์ เอกสาร หรือแหล่งเรียนรู้ ต่าง ๆ ที่ใช้ประกอบการจัดการเรียนรู้ทั้งที่ใช้ในเวลาที่ทำการเรียนการสอนและนอกเวลาเรียน

(5) การวัดและประเมินผล เป็นการระบุสิ่งที่ต้องการวัด เครื่องมือที่ใช้ วัด วิธีการวัด และเกณฑ์ในการประเมิน

(6) บันทึกหลังการสอน เป็นส่วนที่ให้ครูผู้สอนใช้สำหรับบันทึกสภาพ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นระหว่างทำการ เรียนการสอน ตลอดจนข้อเสนอแนะที่จะใช้เพื่อปรับปรุงแก้ไขสำหรับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และ จัดเตรียมสื่อที่จำเป็นไว้ล่วงหน้า

ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ โดย ผู้วิจัยได้มุ่งเน้นที่จะนำประเด็น หรือเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน เข้ามาใช้ในการกำหนด สถานการณ์ ที่จะนำไปสู่การสร้างข้อโต้แย้ง ดังตาราง 15

ตาราง 15 การกำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

เนื้อหา	กิจกรรม
0. การเตรียมความพร้อมของนักเรียน	ใช้แนวคิดทางเลือกจากการ์ตูนเชิงมโนทัศน์ เรื่อง การจม-ลอย และการเคลื่อนที่ของเพนดูลัม แล้วให้เลือก ว่ามีแนวคิดนักเรียนตรงกับการ์ตูนตัวไหน เพราะอะไร
1. ปริมาณที่เกิดจากการเคลื่อนที่ ของวัตถุ	ใช้แนวคิดทางเลือกจากสถานการณ์ “ตามรอยผู้สื่อข่าว” โดยเป็นการรายงานข่าวของผู้สื่อข่าว แต่ละคน เกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของรถที่ต้องสงสัย แล้วให้เลือกว่าแนวคิด ของนักเรียนตรงกับผู้สื่อข่าวคนใด เพราะอะไร

ตาราง 15 (ต่อ)

เนื้อหา	กิจกรรม
2. กราฟแสดงความสัมพันธ์ ปริมาณการเคลื่อนที่	ใช้แนวคิดทางเลือกจากสถานการณ์ “ตามารถไฟ” โดยเป็น การเล่าเหตุการณ์การเดินทางโดยรถไฟของคุณตาเพื่อมาหา หลาน 3 คน ในรูปแบบกราฟ แล้วให้เลือกว่าแนวคิดของ นักเรียนตรงกับคำกล่าวของหลานคนใด เพราะอะไร
3. การเคลื่อนที่ 1 มิติ ด้วยความเร่งคงที่ในแนวราบ	สถานการณ์ใช้ชื่อว่า “ป้ายนี้มีคำตอบ” เป็นการบรรยาย สถานการณ์การเดินทางของครอบครัวหนึ่ง เมื่อเห็นป้าย จำกัดความเร็วริมทาง จึงต้องตัดสินใจระหว่างขึ้นแซง หรือไม่ขึ้นแซงรถคันหน้า เพราะอะไร
4. การเคลื่อนที่ 1 มิติ ด้วยความเร่งคงที่ในแนวตั้ง	ใช้แนวคิดทางเลือกจากสถานการณ์ “เรือเล็กควรออกจากฝั่ง” เป็นสถานการณ์ที่ชายคนหนึ่งต้องการปล่อยแอปเปิ้ลให้ตกลง ในตะกร้าของชายอีกคนหนึ่งพอดี โดยเรือของคนที่มีตะกร้า อยู่กำลังถูกพายออกจากฝั่งด้วยความเร็วคงที่ให้นักเรียน เลือกว่าจะต้องปล่อยแอปเปิ้ลเมื่อไหร่ เพราะอะไร
5. แรง มวล และน้ำหนัก	ใช้แนวคิดทางเลือกจากสถานการณ์ “มองต่างมุม” เป็น สถานการณ์ที่การ์ตูน 4 ตัว ที่พูดถึง แรง มวล น้ำหนัก และ แรงดึงดูดระหว่างมวล ให้เลือกว่าแนวคิดของนักเรียนตรงกับ การ์ตูนตัวไหน เพราะอะไร
6. กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน	ใช้แนวคิดทางเลือกจากสถานการณ์ “สิ่งนี้ที่นิวตันค้นพบ” เป็นการอธิบายประกอบภาพ 5 สถานการณ์ ให้เลือก ว่าแนวคิดของนักเรียนตรงกับภาพใดบ้าง เพราะอะไร
7. แรงเสียดทาน	ใช้แนวคิดทางเลือกจากสถานการณ์ “แรงเสียดทานด้านการ เคลื่อนที่” เป็นการอธิบายประกอบภาพ 4 สถานการณ์ ให้ เลือกว่าแนวคิดของนักเรียนตรงกับภาพใดบ้าง เพราะอะไร
8. การประยุกต์ใช้ความเข้าใจ เกี่ยวกับ การเคลื่อนที่และ กฎการเคลื่อนที่	โต้วาทีใน 4 ญัตติ เกี่ยวกับสถานการณ์ที่มีการถกเถียงใน ชีวิตประจำวัน ดังนี้ 1. จะกินข้าวไม่เกี้ยวถ้าทางคดเคี้ยวแล้วอันตราย 2. ภัยใกล้ตัวจริงหรือเมื่อคุณคือคนที่ยืนบนรถตู้ 3. ประเพณีบุญบั้งไฟอุบัติน้ำที่ไม่ทันระวังตัว 4. ยางรถดีถึง 5 ปีค่อยเปลี่ยนใหม่

2.3.1.4 การหาคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ โดย ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

(1) นำแผนการจัดการเรียนรู้เสนอต่อ อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญา นิพนธ์ พิจารณาความเหมาะสมของภาษาและเนื้อหา การลำดับเนื้อหา ความยากง่ายและความถูกต้องของเนื้อหา บทบาทของครูผู้สอนและผู้เรียนในแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ จากนั้นปรับปรุงและแก้ไข ตามคำแนะนำของคณะอาจารย์ที่ปรึกษา

(2) นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ประเมินความสอดคล้อง โดยเป็นแบบสอบถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า 3 ระดับ คือ สอดคล้อง ไม่แน่ใจ และไม่สอดคล้อง จำนวน 8 ข้อ และข้อเสนอแนะแบบปลายเปิด แล้วนำคะแนนที่ได้มา คำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ซึ่งผลการประเมินของผู้ เชี่ยวชาญพบว่า แผนการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น ทั้ง 9 แผน มีค่าดัชนีความสอดคล้องแต่ละข้อ อยู่ระหว่าง 0.6 – 0.8 ซึ่งมีค่าสูงกว่า 0.5 จึงจะถือว่ายอมรับแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น(รายละเอียดดังภาคผนวก ก ตาราง 37)

2.3.2 แบบทดสอบวัดความเข้าใจโน้ตส์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ วิชา ฟิสิกส์

การสร้างแบบทดสอบวัดความเข้าใจโน้ตส์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ นั้น เป็นการทดสอบวัดว่าจากกิจกรรมการเรียนการสอนที่ครูจัดให้ผู้เรียนสามารถจับใจความสำคัญได้ดีเพียงใดด้วยการการอธิบาย เปรียบเทียบ ยกตัวอย่าง นิยาม เลือกแผนภาพ แสดงมโนทัศน์ แปลความหมาย ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

2.3.2.1 ศึกษา หลักสูตร หนังสือเรียน บทความและงานวิจัยเพื่อใช้สำหรับ วิเคราะห์โน้ตส์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบวัด ความเข้าใจโน้ตส์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ วิชา ฟิสิกส์

2.3.2.2 สร้างแบบทดสอบวัดความเข้าใจโน้ตส์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ วิชา ฟิสิกส์ ซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบ ชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ที่สอดคล้องกับ จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้ โดยคำถามและคำตอบต้องมีความชัดเจน ใช้ ภาษาที่เข้าใจง่าย และต้องมีเพียงคำตอบเดียว

2.3.2.3 การหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดความเข้าใจโน้ตส์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ วิชา ฟิสิกส์ โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการ ตามขั้นตอน ดังนี้

(1) นำแบบทดสอบวัดความเข้าใจโน้ตส์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ วิชา ฟิสิกส์ เสนอต่อคณะอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญา นิพนธ์พิจารณา ตรวจสอบความถูกต้องและเหมาะสมของภาษา ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา การเรียงลำดับคำถาม จากนั้นปรับปรุงและแก้ไข ตามคำแนะนำของคณะอาจารย์ที่ปรึกษา

(2) นำแบบทดสอบวัดความเข้าใจโน้ตส์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ วิชา ฟิสิกส์ ที่พัฒนาขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน พิจารณาตรวจสอบ ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ประเมินความสอดคล้อง โดยใช้แบบสอบถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า 3 ระดับ คือ สอดคล้อง ไม่แน่ใจ และไม่สอดคล้อง จำนวน 30 ข้อ และข้อเสนอแนะแบบปลายเปิด แล้วนำไปหา

ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ซึ่งผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญพบว่าแบบทดสอบ ทั้ง 30 ข้อ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง อยู่ระหว่าง 0.67 – 1.0 ซึ่งมีค่าสูงกว่า 0.5 จึงจะถือว่าแบบทดสอบที่สร้างขึ้นสามารถนำไปใช้ได้ จากนั้นผู้วิจัยดำเนินการปรับปรุงและแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

(3) นำแบบทดสอบที่ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญแล้วไปทดลองใช้กับผู้เรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างที่เรียนวิชาฟิสิกส์เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ มาแล้ว เพื่อหาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) โดยวิเคราะห์เป็นรายข้อ ใช้เทคนิคร้อยละ 25 คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.20-0.83 และข้อที่มีค่าอำนาจจำแนก อยู่ระหว่าง 0.23-0.70

(4) นำแบบทดสอบที่คัดเลือกไว้มาหาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder Richardson) พบว่าค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.81 เมื่อได้แบบทดสอบที่มีคุณภาพเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 30 ข้อ ซึ่งนำไปใช้วัด ความเข้าใจ มโนทัศน์กับกลุ่มทดลองต่อไป

2.3.3 สร้างแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ

การสร้าง แบบทดสอบ ความสามารถในการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ นั้น เป็นการวัด ความสามารถในการอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างหลักฐานกับข้อกล่าวอ้าง และนำไปสู่การลงข้อสรุป เพื่อตัดสินใจ ที่จะยอมรับหรือปฏิเสธต่อแนวคิดหรือวิธีการที่มีต่อประเด็น ทางวิทยาศาสตร์กับสังคมหรือสถานการณ์ต่าง ๆ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

2.3.3.1 ศึกษาเอกสาร บทความและงานวิจัย ที่เกี่ยวข้องกับการประเมินความสามารถในการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ เพื่อใช้ในการกำหนดกรอบแนวคิดของแบบทดสอบโดยอ้างอิงกรอบแนวคิดของ วู และไช่ (Wu; & Tsai. 2007; citing Wu; & Tsai. 2011: 777) และ เวนไวล์และดอร์สัน (Venville; & Dawson. 2010: 962-963)

2.3.3.2 สร้างแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ ซึ่งเป็นแบบทดสอบ ปลายเปิดให้เขียนตอบ ประกอบด้วย 1) สถานการณ์ 2) ข้อมูลประกอบสถานการณ์ เช่น ตารางข้อมูล แผนภาพ หรือกราฟ เป็นต้น 3) คำถามเพื่อให้ผู้เรียนแสดงการให้เหตุผลในรูปแบบ การสร้างข้อโต้แย้งสนับสนุน การสร้างข้อโต้แย้งกลับ และการสร้างข้อคัดค้าน จำนวน 3 สถานการณ์ โดยแต่ละข้อจะมีคำถามย่อย 4 ข้อ

2.3.3.3 การหาคุณภาพของแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการ ตามขั้นตอน ดังนี้

(1) นำแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการเสนอต่อคณะอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโทพิจารณา ตรวจสอบความถูกต้องและเหมาะสมของภาษา ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา จากนั้นปรับปรุงและแก้ไข ตามคำแนะนำ

(2) นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการที่พัฒนาขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน พิจารณาตรวจสอบ ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ประเมินความสอดคล้องโดยใช้แบบสอบถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า 3 ระดับ คือ สอดคล้อง ไม่น่าสนใจ และไม่สอดคล้อง และข้อเสนอแนะแบบปลายเปิด แล้วนำไปหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)

ซึ่งผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญพบว่าแบบทดสอบ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง อยู่ระหว่าง 0.8 – 1.0 ซึ่งมีค่าสูงกว่า 0.5 จึงจะถือว่าแบบทดสอบที่สร้างขึ้นสามารถนำไปใช้ได้ จากนั้นผู้วิจัยดำเนินการปรับปรุงและแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

(3) นำแบบทดสอบที่ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญแล้วไป ทดลองใช้กับผู้เรียนที่ไม่ใช่ กลุ่มตัวอย่าง เพื่อหาค่า ความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) โดยวิเคราะห์เป็นรายข้อ โดยคัดเลือกข้อสอบที่มี ค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.44-0.71 และมีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.22-0.58

(4) นำแบบทดสอบที่คัดเลือกไว้มาหาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ โดยใช้วิธีการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha-coefficient) ตามวิธีของครอนบาค (Cronbach) พบว่าค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.75 เมื่อได้แบบทดสอบที่มีคุณภาพเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด นำไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

2.3.4 แบบประเมินความสามารถในการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์

การสร้างแบบประเมินความสามารถในการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์นั้น เพื่อเป็นการประเมินความสามารถในการสำรวจตรวจสอบ พิสูจน์ และยืนยัน ด้วยการแสดงผลในการอธิบายความเชื่อ มโยงความสัมพันธ์ระหว่างหลักฐานและข้อกล่าวอ้าง และนำไปสู่การลงข้อสรุป ด้วยการสื่อสารผ่านการเขียน การนำเสนอด้วยวาจา การโต้แย้ง ด้วยการทำงานเป็นกลุ่ม ภายใต้บริบททางวิทยาศาสตร์กับสังคม เป็นเครื่องมือที่ใช้เก็บข้อมูลในระหว่างทำการเรียนการสอน ทั้งนี้ ผู้วิจัยทำการประเมินความสามารถในการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนของการประเมินการสร้างข้อโต้แย้ง และส่วนของการประเมินกระบวนการสร้างข้อโต้แย้ง ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

2.3.4.1 ศึกษา เอกสาร บทความและงานวิจัย ที่เกี่ยวข้องกับการประเมินความสามารถในการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ เพื่อใช้ในการกำหนดกรอบแนวคิดของแบบประเมิน (Venville; & Dawson. 2010: 960-962; Choi. 2008; citing Hand; & Choi. 2010: 33-34; Sampson; & Clark. 2008: 462-463; & Erduran; et al. 2004)

2.3.4.2 สร้าง แบบประเมินความสามารถในการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งออกแบบตามกรอบเนื้อหาที่ใช้สอน ตามแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 8 แผน ซึ่งแต่ละแผนอาจมีรายละเอียดในการประเมินที่แตกต่างกันไปตามกิจกรรม แต่อยู่ภายใต้องค์ประกอบดังต่อไปนี้

(1) การประเมินการสร้างข้อโต้แย้ง เป็นการประเมินจากการเขียนหรือการพูด โดยใช้แบบบันทึกการสร้างโต้แย้ง ซึ่งแตกต่างกันออกไปในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ รายการที่ประเมิน ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล โดยเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินประกอบด้วย ความเพียงพอของ คำอธิบายและหลักฐาน คุณภาพของคำอธิบายและหลักฐาน และความเหมาะสมของเหตุผล

(2) การประเมินกระบวนการสร้างข้อโต้แย้ง เป็นการประเมิน ทักษะที่ใช้ในการสำรวจตรวจสอบ พิสูจน์ และยืนยัน ด้วยการแสดงผลในการอธิบายความเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างหลักฐานและข้อกล่าวอ้าง และนำไปสู่การลงข้อสรุป ด้วยการสื่อสารผ่านการเขียน การนำเสนอด้วยวาจา การโต้แย้ง ด้วยการทำงานเป็นกลุ่ม โดยใช้แบบบันทึกการสร้างข้อโต้แย้งที่เป็นคำถามปลายเปิดจำนวน 7 ข้อ เป็นตัวช่วยในการนำทางสู่การเขียนข้อโต้แย้งให้ได้ดังนี้

1. จากสถานการณ์ที่นำเสนอให้นักเรียนมีคำถามเกี่ยวกับสถานการณ์
นี้อย่างไร

2. สิ่งที่นักเรียนต้องทำเพื่อหาคำตอบของข้อ 1 คืออะไร
3. จากผลการสืบค้น และตรวจสอบของนักเรียนพบว่า
4. จากสถานการณ์ ที่นำเสนอ ข้อกล่าวอ้างของนักเรียนคืออะไร
5. หลักฐานที่นักเรียนนำมาใช้สนับสนุนข้อกล่าวอ้างมีอะไรบ้าง
6. เหตุผลที่นักเรียนจะใช้แสดงความเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานกับ

ข้อกล่าวอ้างคืออะไร

7. ข้อโต้แย้งของนักเรียนคืออะไร

2.3.4.3 การหาคุณภาพของ แบบประเมินความสามารถในการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการ ตามขั้นตอน ดังนี้

(1) นำแบบประเมินความสามารถในการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ เสนอต่อคณะอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโทพิจารณา ตรวจสอบ ความถูกต้องและเหมาะสมของภาษา ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา จากนั้นปรับปรุงและแก้ไข ตามคำแนะนำของคณะอาจารย์ที่ปรึกษา

(2) นำแบบประเมินความสามารถในการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ ที่พัฒนาขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน พิจารณาตรวจสอบ ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ประเมินความสอดคล้อง โดยใช้แบบสอบถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า 3 ระดับ คือ สอดคล้อง ไม่แน่ใจ และไม่สอดคล้อง จำนวน 5 ข้อ และข้อเสนอแนะแบบปลายเปิด แล้วนำไปหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ซึ่งผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญพบว่าแบบทดสอบ มี ค่าดัชนีความสอดคล้อง อยู่ระหว่าง 0.8 – 1.0 ซึ่งมีค่าสูงกว่า 0.5 จึงจะถือว่าแบบประเมินที่สร้างขึ้นสามารถนำไปใช้ได้ จากนั้นดำเนินการปรับปรุงและแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ (รายละเอียดดังภาคผนวก ค, ตาราง 38)

(3) นำแบบประเมินความสามารถในการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ ที่ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อหาค่าความเชื่อมั่น โดยใช้วิธีการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha-coefficient) ตามวิธีของครอนบาค (Cronbach) พบว่า ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.66 เมื่อได้แบบ แบบประเมินความสามารถในการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ ที่มีคุณภาพเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด นำไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

2.3.5 แบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

การสร้างแบบ วัดเจตคติต่อ วิทยาศาสตร์ นั้น เป็นการประเมินอารมณ์และความรู้สึกนึกคิดที่มีต่อการทำกิจกรรมการเรียนรู้ เกี่ยวกับความสนใจ ความชอบ ความเชื่อและค่านิยม การมีคุณธรรมจริยธรรม และการยึดถือในคุณค่าของงานด้านวิทยาศาสตร์ที่มีผลกระทบต่อบุคคลและสังคมในด้านต่าง ๆ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

2.3.5.1 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับวิธีการ สร้างแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของสสวท. (2555: 156-177) เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

2.3.5.2 สร้างแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ โดย ให้ครอบคลุม องค์ประกอบ ทั้ง 4 ด้าน คือ ความสนใจในวิทยาศาสตร์ การเห็นคุณค่าทางวิทยาศาสตร์ ความเชื่อและค่านิยมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ และคุณธรรมและจริยธรรมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ โดยรายการที่ประเมินนั้น อยู่ในรูปแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ คือ เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง จำนวน 20 ข้อ ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้นและดัดแปลงมาจาก สสวท. (2555: 169) และอารยา ปาละโชติ (2551: 150-153)

2.3.5.3 การหาคุณภาพของแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

(1) นำแบบวัดเจตคติต่อ วิทยาศาสตร์ เสนอต่อคณะอาจารย์ที่ ปรึกษาปริญญาโทพิจารณาความเหมาะสมของรายการที่ประเมิน ความเหมาะสมและถูกต้องของภาษา จากนั้นปรับปรุงและแก้ไข ตามคำแนะนำของคณะอาจารย์ที่ปรึกษา

(2) นำแบบวัดเจตคติต่อ วิทยาศาสตร์ ที่พัฒนาขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อประเมินความสอดคล้อง แล้วนำคะแนนที่ได้เป็นค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ซึ่งผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญพบว่าแบบ วัดเจตคติ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง อยู่ระหว่าง 0.67 – 1.0 ซึ่งมีค่าสูงกว่า 0.5 จึงจะถือว่ายอมรับแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ที่สร้างขึ้น

(3) นำแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ที่ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญแล้วไปทดลองใช้กับผู้เรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง แล้วนำมาหาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ โดยใช้วิธีการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha-coefficient) ตามวิธีของครอนบาค (Cronbach) พบว่าค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.84 เมื่อได้แบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ที่มีคุณภาพเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดแล้ว นำไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

2.3.6 แบบประเมินการเรียนรู้ร่วมกัน

การสร้างแบบประเมินการเรียนรู้ร่วมกัน นั้น เพื่อประเมิน กระบวนการที่ผู้เรียนใช้ในการสืบเสาะหาคำตอบในประเด็นที่สมาชิกในกลุ่มสนใจร่วมกัน โดยที่สมาชิกแต่ละคนจะได้รับบทบาทและหน้าที่ที่แตกต่างกันตามความถนัดและความสนใจ ตลอดจนร่วมแสดงความคิดเห็น แลกเปลี่ยนแนวคิด และช่วยเหลือซึ่งกันและกัน ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

2.3.6.1 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับ การเรียนรู้ร่วมกัน วิธีการวัดและประเมิน การเรียนรู้ร่วมกัน การ สร้าง แบบประเมินการเรียนรู้ร่วมกัน เพื่อเป็นแนวทางในการสร้าง แบบ ประเมินการเรียนรู้ร่วมกัน

2.3.6.2 สร้างแบบประเมินการเรียนรู้ร่วมกัน ของผู้เรียนให้ครอบคลุม ปัจจัยที่ เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ 4 ด้าน ได้แก่ ด้านการวางแผนการทำงาน การแบ่งหน้าที่ในการทำงาน ความร่วมมือในการทำงาน และความสำเร็จของผลงาน ที่ปรากฏให้เห็นในขณะเรียนรู้ด้วยรูปแบบ การจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ โดยคะแนนการประเมินในแต่ละด้าน บันทึกลงในรูปแบบมาตราส่วนประมาณค่า 4 ระดับ คือ 4 หมายถึง ดีมาก 3 หมายถึง ดี 2 หมายถึง พอใช้ และ 1 หมายถึง ต้องปรับปรุง และการบันทึกพฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออกในชั้นเรียน เพิ่มเติม โดยผู้วิจัยสร้างขึ้นและดัดแปลงมาจาก ไพบูลย์ วิริยะวัฒน์ (2547: 199-214)

2.3.6.3 การหาคุณภาพของ แบบ ประเมินการเรียนรู้ร่วมกัน โดย ผู้วิจัยได้ ดำเนินการ ตามขั้นตอน ดังนี้

(1) นำแบบประเมินการเรียนรู้ร่วมกัน เสนอต่อคณะอาจารย์ที่ปรึกษา ปริญญาโทพิจารณาความเหมาะสมของรายการที่ ประเมิน ความเหมาะสมและถูกต้องของภาษา จากนั้นปรับปรุงและแก้ไข ตามคำแนะนำของคณะอาจารย์ที่ปรึกษา

(2) นำแบบประเมินการเรียนรู้ร่วมกัน ที่พัฒนาขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน เพื่อประเมินความสอดคล้อง แล้วนำคะแนนที่ได้เป็นหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) โดยต้องมีค่าตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป จึงจะถือว่ายอมรับแบบประเมินการเรียนรู้ร่วมกันที่สร้างขึ้น

(3) นำแบบประเมินการเรียนรู้ร่วมกัน ไปทดลองใช้กับ นักเรียน ที่ไม่ใช่ กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 6 กลุ่ม โดยโดยใช้ผู้สังเกต 2 คน คือ ผู้วิจัยกับครูผู้สอนวิชาฟิสิกส์ เป็นผู้ประเมิน แล้วนำมาคำนวณหาความเชื่อมั่นในการสังเกตของผู้สังเกต (Intra and Inter Observer Reliability) ตามวิธีของสก็อตต์ (Scott) ซึ่งได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบประเมินการเรียนรู้ร่วมกัน เท่ากับ 0.94 เมื่อได้ผลการวิเคราะห์คุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด คือ มีค่าความเชื่อมั่นตั้งแต่ 0.90 ขึ้นไป จึง สามารถนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

2.3.7 แบบสังเกตชั้นเรียน

การสร้างแบบ สังเกต ชั้นเรียนนั้น มีวัตถุประสงค์เพื่อรวบรวม ข้อมูลโดยรวม ภายใน ห้องเรียนขณะที่กำลังดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ที่ใช้การโต้แย้ง เชิงวิทยาศาสตร์ ตลอดจนบรรยากาศในการเรียนรู้ร่วมกัน โดยผู้ช่วยวิจัยจะเป็นผู้บันทึกข้อมูลนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการ สร้าง ตามขั้นตอนดังนี้

2.3.7.1 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง กับ วิธีการสร้าง แบบ สังเกต ชั้นเรียน และ วิธีการสังเกตพฤติกรรม เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบสำรวจชั้นเรียนของผู้เรียน

2.3.7.2 สร้างแบบสังเกตชั้นเรียนให้ครอบคลุม ปัจจัยที่ส่งผลต่อการ เรียนรู้ของ ผู้เรียน ซึ่งผู้วิจัยแบ่งออกเป็น 4 ด้าน คือ ด้าน บรรยากาศในชั้นเรียน ด้านผู้เรียน ด้านรูปแบบ กิจกรรมการเรียนรู้ และด้านสื่อและอุปกรณ์ ซึ่งจะบันทึกเหตุการณ์ หรือบรรยากาศ ในขณะทำการ

เรียนการสอนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ โดยรายการที่สำรวจนั้นจะบันทึกในรูปแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ คือ ดีมาก ดี ปานกลาง พอใช้ ปรับปรุง และบันทึกเพิ่มเติม จำนวน 20 ข้อ

2.3.7.3 การหาคุณภาพของ แบบสังเกตชั้นเรียน โดยดำเนินการ ตามขั้นตอน ดังนี้

(1) นำแบบสังเกตชั้นเรียนเสนอต่อคณะอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโทพิจารณาความเหมาะสมของรายการที่สำรวจ ความเหมาะสมและถูกต้องของภาษา จากนั้นปรับปรุงและแก้ไข ตามคำแนะนำของคณะอาจารย์ที่ปรึกษา

(2) นำแบบสังเกตชั้นเรียนที่พัฒนาขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน เพื่อประเมินความสอดคล้อง แล้วนำคะแนนที่ได้เป็นหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) โดยต้องมีค่าตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป จึงจะถือว่ายอมรับแบบสำรวจชั้นเรียนที่สร้างขึ้น

(3) นำแบบสังเกตชั้นเรียนไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง โดยให้ครูผู้สอนวิชาฟิสิกส์จำนวน 2 คน โดยเป็นครูประจำวิชาคนหนึ่ง และครูหัวหน้าสายการสอนวิชาฟิสิกส์อีกคนหนึ่ง เป็นผู้สังเกต

(4) นำผลการสังเกตจากครูทั้งสองคน มาหาค่าความเชื่อมั่นในการสังเกตของผู้สังเกต ตามวิธีของสก็อตต์ (Scott) ซึ่งได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบประเมินการเรียนรู้อยู่ร่วมกันเท่ากับ 0.96 เมื่อได้ผลการวิเคราะห์คุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด คือ มีค่าความเชื่อมั่นตั้งแต่ 0.90 ขึ้นไป จึงสามารถนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

ซึ่งสามารถสรุปการใช้เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังตาราง 16

ตาราง 16 เครื่องมือในการเก็บข้อมูลในการวิจัยกับเวลาที่ใช้ในกระบวนการจัดการเรียนรู้

เครื่องมือ	เวลาที่ใช้เก็บข้อมูล		
	ก่อนสอน	ระหว่างสอน	หลังสอน
1) แบบประเมินความสามารถในการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์		✓	
2) แบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ	✓		✓
3) แบบทดสอบความเข้าใจโมทัศน์เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ วิชาฟิสิกส์	✓		✓
4) แบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์			✓
5) แบบประเมินการเรียนรู้ร่วมกัน		✓	
6) แบบสังเกตชั้นเรียน		✓	

ขั้นตอนที่ 3 การทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ วิชาฟิสิกส์ ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์โดยการศึกษาในห้อง

นำรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ ที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขแล้วมาทำการศึกษานำร่องกับผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 โรงเรียนเฉลิมพระเกียรติพระศรีนครินทร์ ศรีสะเกษ ในพระราชูปถัมภ์สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี สังกัดสำนักงานเขตมัธยมศึกษา เขต 28 จำนวน 1 ห้องเรียน

3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษานำร่อง

3.1.1 แผนการจัดการเรียนรู้

3.1.2 แบบประเมินความสามารถในการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์

3.1.3 แบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ

3.1.4 แบบทดสอบความเข้าใจแนวคิด เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ วิชาฟิสิกส์

3.1.5 แบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

3.1.6 แบบประเมินการเรียนรู้ร่วมกัน

3.1.7 แบบสังเกตชั้นเรียน

3.2 ความมุ่งหมายในการศึกษานำร่อง

3.2.1 เพื่อพิจารณาความเหมาะสมของเนื้อหา ลำดับขั้นตอนของการนำเสนอ เวลาในการจัดกิจกรรม สื่อและอุปกรณ์ บรรยากาศในชั้นเรียน และปัญหาและอุปสรรคที่อาจเกิดขึ้นระหว่างทำการเรียนการสอน

3.2.2 นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองใช้ไปวิเคราะห์และแปลความหมายเพื่อ ตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ ซึ่งหากมีข้อบกพร่องผู้วิจัยจะได้ทำการปรับปรุงและแก้ไขต่อไป

3.2.3 ผลการวิเคราะห์ข้อบกพร่องจากการศึกษานำร่อง

จากการนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ ไปทำการศึกษานำร่องกับนักเรียน จำนวน 30 คน โดยทำการศึกษานำร่อง เป็นเวลา 20 ชั่วโมง ระหว่างวันที่ 13 มกราคม – วันที่ 27 กุมภาพันธ์ 2557 พบว่าปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นระหว่างจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งผู้วิจัยจะได้ทำการสรุปเพื่อนำไปปรับปรุงและแก้ไขก่อนนำไปทดลองเก็บข้อมูลจริง ดังนี้

(1) ครูจำเป็นต้องรู้พื้นฐานทางทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน ก่อนการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ เพราะผู้วิจัยพบว่า กิจกรรมที่ ออกแบบไว้ผู้เรียนไม่สามารถลงมือปฏิบัติได้อย่างมีความหมาย เพราะนักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในระดับต่ำ ดังนั้นครูจึงต้องทำการฝึกหรือทบทวนให้ผู้เรียนทุกครั้ง ทำให้กิจกรรมดำเนินไม่ครบตามลำดับขั้นตอนที่วางไว้ในแต่ละวัน เช่น การเขียนและแปลความหมายจาก กราฟ การวัดระยะทางโดยการจับเวลา ซึ่งใช้เวลามากกว่าปกติ

(2) การเก็บรวบรวมหลักฐานที่เปิดโอกาสให้นักเรียนมีวิธีการที่หลากหลาย แต่พบว่า กรณีที่นักเรียนคิดเห็นแตกต่างจากวิธีการทดลองที่ครูออกแบบไว้นั้นมีปัญหา เพราะครูไม่สามารถรู้ก่อนล่วงหน้าว่านักเรียนจะคิดหาหลักฐานด้วยวิธีใด ดังนั้น ผู้วิจัยจึงแก้ปัญหาด้วยการให้นักเรียนเสนอแนวคิดที่จะเป็นไปได้ในการหาหลักฐานในทุก ๆ วิธี แต่ครูใช้วิธีอธิบายและดึงเข้าสู่การหาหลักฐานในวิธีที่ครูได้ออกแบบไว้ก่อนแล้ว ซึ่งเริ่มใช้วิธี นี้ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 ซึ่งพบว่า การดำเนินกิจกรรมเป็นไปด้วยความเรียบร้อย

(3) กิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการเก็บรวบรวมหลักฐานไม่ควรเกิน 1 กิจกรรมต่อแผนการจัดการเรียนรู้ เพราะนักเรียนอาจจะเบื่อและสับสนได้

(4) แผนการจัดการเรียนรู้ ที่ให้ความรู้เกี่ยวกับการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ต้องเพิ่มเวลาจาก 2 ชั่วโมง เป็น 4 ชั่วโมง เพื่อให้นักเรียนฝึกสร้างข้อกล่าวอ้าง หาหลักฐานสนับสนุน และให้เหตุผล โดยอาจเป็นสถานการณ์ง่าย ๆ สามารถอ่านแล้ว ตอบได้เลย เพราะผู้วิจัยพบว่า นักเรียน มีความพยายามที่จะสร้างข้อโต้แย้งแต่สร้างไม่ เป็น เมื่อเรียนผ่านไป 4-5 ครั้ง ผู้เรียนสามารถสร้าง ข้อกล่าวอ้างได้ ให้เหตุผลได้แต่ยังไม่สมบูรณ์ ส่วนหลักฐานที่นำมาสนับสนุน ยังไม่ปรากฏ

ขั้นตอนที่ 4 การนำ รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ไปทดลองใช้จริง

ขั้นตอนนี้เป็นการนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์มาทดลองจริงกับกลุ่มตัวอย่างเพื่อเก็บข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย เนื่องจากในการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยเป็นผู้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ ห้องทดลองด้วยตนเอง และครูผู้ร่วมวิจัย จัดกิจกรรมการเรียนรู้ ห้องควบคุม ผู้วิจัยจึงได้ป้องกันความลำเอียงในการเก็บข้อมูลด้วยวิธีต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1) ผู้วิจัยสร้างความเข้าใจในหลักการ รูปแบบ และวิธีการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ให้ครูประจำวิชา ซึ่งทำหน้าที่เป็นผู้ร่วมวิจัย ได้เข้าใจ โดยผู้ร่วมวิจัยสำเร็จการศึกษา ระดับปริญญาโท สาขาการสอนฟิสิกส์ และปฏิบัติการสอนวิชาฟิสิกส์มาเป็นเวลา 15 ปี

2) ก่อนการดำเนินการเก็บข้อมูล วิจัย ผู้วิจัยเข้าสังเกตการสอนของครูประจำวิชาทั้งในห้องทดลองและห้องควบคุม

3) ผู้วิจัยและครูประจำวิชาได้ร่วมกัน กำหนดผลการเรียนรู้ที่ต้องการให้กลุ่มตัวอย่างได้หลังเรียนเรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ โดยผู้วิจัยสอนห้องทดลอง ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ แบบ 2I3C ส่วนครูประจำวิชาสอนห้องควบคุมด้วยรูปแบบ 5E ซึ่งมีการแลกเปลี่ยนแผนการจัดการเรียนรู้กันระหว่างผู้วิจัยและครูประจำวิชา

4) ระหว่างผู้วิจัยทำการ จัดกิจกรรมการเรียนรู้ ครูประจำวิชาทำหน้าที่ในการสังเกตชั้นเรียนตลอดจนคอยช่วยเหลือ และอำนวยความสะดวกในการเก็บข้อมูล

5) หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ทุกครั้ง ผู้วิจัยจะร่วมปรึกษากับครูประจำวิชา เพื่อสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในทุกด้าน ๆ และเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

4.1 แบบแผนการทดลอง

การทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น เป็นการทดลองแบบกึ่งทดลอง (Quasi-Experiment Design) โดยผู้วิจัยเป็นผู้สอน แบบแผนการทดลองในขั้นนี้เป็นแบบ กลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมที่ไม่เท่าเทียมกัน วัดผลก่อนและหลังการทดลอง (Nonrandomized Control Group Pretest - Posttest Design) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ 2528: 219) รายละเอียดดังตาราง 17

ตาราง 17 แบบแผนการทดลอง Nonrandomized Control Group Pretest - Posttest Design

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

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง

E แทน กลุ่มทดลอง

C แทน กลุ่มควบคุม

X แทน การเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์

-X แทน การเรียนรู้ด้วยรูปแบบ 5E

T₁ แทน การทดสอบก่อนเรียน

T₂ แทน การทดสอบหลังเรียน

4.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

4.2.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 28 จากผลการสำรวจสภาพการจัด กิจกรรม การเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ของครู พบว่า เนื้อหาเรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ มีการบรรจุไว้ในระดับชั้นที่แตกต่างกัน ซึ่งมีตั้งแต่ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 ดังนั้นผู้วิจัยจึงกำหนดประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

4.2.2 กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสตรีสิริเกศ จังหวัดศรีสะเกษ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 2 ห้องเรียน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 1 ห้อง และกลุ่มควบคุม 1 ห้อง

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสตรีสิริเกศ ทั้งนี้เพราะโครงสร้างหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสตรีสิริเกศ ได้บรรจุเนื้อหาเรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ไว้ในสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม ภาคเรียนที่ 1 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งเป็นการเลือกโรงเรียนแบบเจาะจง (Purposive sampling) เพราะโรงเรียนสตรีสิริเกศ เป็นโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่พิเศษ และนักเรียนที่เข้ามาเรียนมีภูมิลำเนามาจากทุกอำเภอใน

จังหวัดศรีสะเกษ รวมทั้งมีนักเรียนบางส่วนมาจากจังหวัดใกล้เคียง ได้แก่ ยโสธร สุรินทร์ และ อุบลราชธานี จึงเป็นตัวแทนของโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 28 ได้เป็นอย่างดี

การเลือกกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ ซึ่งแบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 1 ห้อง จำนวน 44 คน และกลุ่มควบคุม 1 ห้อง จำนวน 45 คน รวมทั้งสิ้น 89 คน การเลือก 2 ห้องนี้ใช้เกณฑ์การสอบคัดเลือกเข้าเรียนต่อระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สำหรับห้องเรียนปกติ โดยทั้งสองห้องนี้เป็นห้องที่นักเรียนมีคะแนนสูงกว่าห้องเรียนอื่น ๆ และจัดเป็นห้องเรียนดี ทั้งสองห้อง ดังนั้นการเลือกห้องทดลอง จึงใช้การสุ่มอย่างง่ายด้วยการจับสลาก เหตุผลในการเลือกกลุ่มตัวอย่างนี้เพราะ มีงานวิจัยหลาย ฉบับได้รายงานผลการ ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้าใจโน้ตส์และการ ให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ ไว้ว่าหากผู้เรียนขาดความเข้าใจในโน้ตส์ก็จะส่งผลกระทบต่อความสามารถ ในการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ (Tytler; et al. 2001; & Fleming. 1986b; citing Sadler. 2004: 531) และการสร้างหลักฐานเพื่อสนับสนุนแนวคิดมีความสัมพันธ์กับความเข้าใจโน้ตส์และการ ให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ (Hogan. 2002; & Zeidler; & Schafer. 1984; citing Sadler. 2004: 531) ดังนั้นการเลือกกลุ่มตัวอย่างที่มีพื้นฐาน ความรู้เดิมเกี่ยวกับความเข้าใจโน้ตส์ทาง วิทยาศาสตร์ที่ดี จะส่งผลดีต่อพฤติกรรมที่ต้องการศึกษาของผู้เรียนที่เรียนรู้ด้วยการโต้แย้งเชิง วิทยาศาสตร์ (Evagorou; & Osborne. 2013: 215) ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้จึงใช้แนวคิดตามวิจัย ข้างต้นในการเลือกกลุ่มตัวอย่าง

4.3 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

4.3.1 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ และ แบบทดสอบวัดความเข้าใจโน้ตส์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ วิชาฟิสิกส์ ไปให้ผู้เรียนทั้ง กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมดำเนินการทดสอบก่อนเรียน

4.3.2 ดำเนินการทดลอง ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่วางแผนไว้จำนวน 9 แผน ใน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 เป็นเวลา 30 ชั่วโมง โดยผู้วิจัยดำเนินการสอนกลุ่มทดลอง และครู ประจำวิชาสอนห้องควบคุม ทั้งนี้ผู้วิจัยต้อง สร้างความเข้าใจในหลักการ รูปแบบ และวิธีการจัดการ เรียนรู้ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ให้ครูประจำ วิชาได้เข้าใจเพื่อร่วมเป็นผู้ช่วยวิจัยในการร่วม บันทึกแบบสังเกตชั้นเรียนตลอดจนคอยช่วยเหลือ และอำนวยความสะดวกในการเก็บข้อมูล

4.3.3 ในระหว่างดำเนินการจัดกิจกรรม การเรียนรู้ที่ใช้โต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ทำการ เก็บข้อมูลโดยใช้แบบประเมินความสามารถในการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ แบบประเมิน การเรียนรู้ ร่วมกัน และแบบสังเกตชั้นเรียนกับกลุ่มทดลอง

4.3.4 เมื่อดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ครบทุกแผนทำการเก็บข้อมูล การทดสอบหลังเรียน โดยใช้สร้างแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ แบบทดสอบวัดความเข้าใจโน้ตส์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ วิชาฟิสิกส์ และแบบวัดเจตคติต่อ วิทยาศาสตร์ กับทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม เพื่อนำไปใช้ในการหาประสิทธิภาพของรูปแบบการ เรียนรู้ต่อไป

4.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำผลการทดลองมาวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติ ดังนี้

4.4.1 สถิติพื้นฐานที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

4.4.1.1 ร้อยละ

4.4.1.2 ค่าเฉลี่ย

4.4.1.3 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

4.4.2 สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน

4.4.2.1 ทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ ของกลุ่มทดลอง ด้วยสถิติ t – test for one sample

4.4.2.2 ทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนของ ความเข้าใจ มโนทัศน์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ วิชาฟิสิกส์ และความสามารถในการให้ เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมด้วยสถิติ t – test for independent samples หากพบความแตกต่างจะทดสอบสมมติฐานต่อด้วยสถิติแบบ ANCOVA (Analysis of Covariance)

4.4.2.3 ทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนของ ความเข้าใจ มโนทัศน์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ วิชาฟิสิกส์ และความสามารถในการให้ เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมด้วยสถิติ t – test for independent samples

4.4.2.4 ทดสอบความแตกต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนกับหลังเรียนของ ความเข้าใจมโนทัศน์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ วิชาฟิสิกส์ และความสามารถในการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ ของกลุ่มทดลองด้วยสถิติ t – test for dependent samples

4.4.2.5 ทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ย ของการเรียนรู้ร่วมกัน และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลอง ด้วยสถิติ t – test for one sample

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลในบทนี้ ผู้วิจัยได้แบ่งออกเป็น 2 ตอน ตามลำดับดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์

ตอนที่ 2 ผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์

1. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทดสอบสมมติฐาน

2. ข้อค้นพบเพิ่มเติมจากการศึกษาผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์

การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ วิชาฟิสิกส์ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ แบบ 213C สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ดำเนินการโดยใช้กระบวนการวิจัยและพัฒนาโดย มีวิธีดำเนินการวิจัย 5 ขั้นตอน ดังรายละเอียดในบทที่ 3 ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิดและทฤษฎีที่สำคัญ คือ ทฤษฎีสรณนิคม การเรียนรู้ที่ใช้การสืบเสาะหาความรู้เป็นฐาน และ มาตรฐานวิทยาศาสตร์ ศึกษา ยุคใหม่ ซึ่งนำมาใช้เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้อย่างเป็นขั้นตอน ตลอดจนนำผลการสำรวจสภาพการจัดการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ของครู และผลการสำรวจความเข้าใจโมทัศน์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จากโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่ การศึกษามัธยมศึกษา เขต 28 จำนวน 4 โรงเรียน โดยนำผลการศึกษามาเป็นแนวทางในการพัฒนา รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับ ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย นั้น เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นนำเข้าสู่ ประเด็น (Introduce the issues) 2) ขั้นกำหนดหัวข้อในการโต้แย้ง (Identify the point) 3) ขั้นเก็บ รวบรวมหลักฐาน (Collect the evidences) 4) ขั้นสร้างการโต้แย้ง (Construct the argumentation) และ 5) ขั้นสื่อสารคำอธิบายไปยังผู้อื่น (Communicate the explanation to others) ซึ่งเรียกรูปแบบ นี้ว่า 213C โดยรายละเอียดของขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 นำเข้าสู่ประเด็น (Introduce the issues) เป็นการนำเสนอประเด็นหรือ สถานการณ์ ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันหรือเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ ด้วยภาพข่าว บทความ หรือ วิดีทัศน์ โดยผู้เสนอประเด็นอาจเป็นครูหรือนักเรียน แล้วให้นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็น

ขั้นตอนที่ 2 กำหนดหัวข้อในการโต้แย้ง (Identify the point) ระบุประเด็นที่จะนำมาโต้แย้งที่ ได้มาจากการแสดงความคิดเห็นต่อประเด็นที่นำเสนอ ซึ่งอาจมีความหลากหลาย โดยประเด็นที่ เลือกนั้นต้องสามารถตรวจสอบ หรือหาคำตอบได้

ขั้นตอนที่ 3 เก็บรวบรวมหลักฐาน (Collect the evidences) เป็นการสำรวจตรวจสอบ ทดลอง หรือสืบค้นข้อมูล แล้วทำการบันทึกข้อมูลที่ได้จาก การวัดและการสังเกต วิเคราะห์แล้วใช้เป็นหลักฐาน ซึ่งมีได้หลากหลายรูปแบบ เช่น ข้อมูลเชิงตัวเลข กราฟ ภาพถ่าย ภาพเคลื่อนไหว ข้อความบรรยาย สมการการคำนวณ หรืออื่น ๆ

ขั้นตอนที่ 4 สร้างการโต้แย้ง (Construct the argumentation) เป็นกิจกรรมในส่วนของการโต้แย้ง โดยเริ่มจากการอภิปรายในกลุ่มของตนเอง แล้วนำเสนอข้อโต้แย้งของกลุ่มต่อเพื่อนในชั้นเรียน โดยมีขั้นตอนย่อย ๆ 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้น 1 แต่ละกลุ่มสร้างข้อกล่าวอ้างของตนเอง

ขั้น 2 แต่ละกลุ่มตรวจสอบข้อกล่าวอ้างของกลุ่มตนเองที่สร้างขึ้น

ขั้น 3 แต่ละกลุ่มนำเสนอข้อโต้แย้งของตนเอง

ขั้น 4 กลุ่มที่มีแนวคิดแตกต่างทำการซักค้านเพื่ออภิปรายร่วมกัน

ขั้น 5 หากกลุ่มยังคงยืนยืนในแนวคิดเดิมต้องทำการแย้งกลับด้วยเหตุผลและหลักฐานที่สามารถหักล้างแนวคิดที่แตกต่างได้ แต่หากเห็นว่าข้อโต้แย้งของกลุ่มตนเองมีข้อบกพร่อง ก็ทำการแก้ไขข้อโต้แย้งของกลุ่มตนเองต่อไป

ในขั้นตอนนี้ครูมีบทบาทในการชี้แจงบทบาทของสมาชิกแต่ละคนภายในกลุ่มให้ชัดเจน และบทบาทของแต่ละกลุ่มในการอภิปรายทั้งชั้น ตลอดจนพิจารณาและตัดสินข้อโต้แย้งของแต่ละกลุ่มว่ามีความถูกต้องมากน้อยเพียงใด และครูสามารถอธิบายโน้ตทัศน์ที่สำคัญและให้โจทย์ปัญหาเพิ่มเติมให้กับนักเรียนได้

ขั้นตอนที่ 5 สื่อสารคำอธิบายไปยังผู้อื่น (Communicate the explanation to others) เป็นการสื่อสารเพื่อแสดงถึง ความเข้าใจส่วนบุคคลในการศึกษาในแต่ละเรื่อง ทั้งในรูปแบบการเขียน รายงาน การเขียนผังมโนทัศน์ หรือการนำเสนอด้วยวาจา โดยครูอาจมีแบบฟอร์มในการเขียนรายงาน หรือหัวข้อในการนำเสนอหรือไม่ก็ได้

ตอนที่ 2 ผล การใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ วิชาฟิสิกส์ ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์

1. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทดสอบสมมติฐาน

การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลในตอนนี้เป็นผลการวิเคราะห์เพื่อทดสอบสมมติฐาน 5 ข้อ ดังนี้

1.1 นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยความเข้าใจมโนทัศน์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและสูงกว่ากลุ่มควบคุม

1.2 นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้ที่ใช้ การโต้แย้ง เชิงวิทยาศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่ากลุ่มควบคุม

1.3 นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้ที่ใช้ การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์มี คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ อยู่ในระดับดีขึ้นไป

1.4 นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์มีค่าเฉลี่ยการเรียนรู้ร่วมกันอยู่ในระดับดีขึ้นไป

1.5 นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้ที่ใช้ การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์มีค่าเฉลี่ยเจตคติต่อวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดีขึ้นไป

การทดสอบความเท่าเทียมกันของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

โดยก่อนทำการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทดสอบสมมติฐานนั้น ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบความเท่าเทียมกันของกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้แบบทดสอบวัดความเข้าใจโนทัศน์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ ไปให้นักเรียนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมทำการทดสอบก่อนเรียน แล้วทำการทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ย ($\bar{X}$) ด้วยการทดสอบค่าที (t – test for independent samples) ผลดังตาราง 18

ตาราง 18 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของความเข้าใจโนทัศน์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ และความสามารถในการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ ก่อนเรียน ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

การทดสอบ	$\bar{X}$	N	S.D.	t	p-value
ความเข้าใจโนทัศน์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่					
กลุ่มทดลอง	13.09	44	2.044	-1.002	.319 [*]
กลุ่มควบคุม	13.58	45	2.509		
ความสามารถในการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ					
กลุ่มทดลอง	20.25	44	4.121	1.406	.163 [*]
กลุ่มควบคุม	19.11	45	3.498		

* $p > .05$

จากตาราง 18 แสดงว่า คะแนนเฉลี่ยของความเข้าใจโนทัศน์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ และความสามารถในการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ ก่อนเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แตกต่างกัน อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ หรือเรียกว่าค่าเฉลี่ยของทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน

สมมติฐานข้อที่ 1 นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้ที่ใช้ การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ แบบ 2I3C มีคะแนนเฉลี่ยความเข้าใจมโนทัศน์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่ากลุ่มควบคุม

สมมติฐานข้อนี้เป็นการทดสอบว่านักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้ที่ใช้ การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ มี คะแนนเฉลี่ยของ ความเข้าใจ มโนทัศน์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ วิชาฟิสิกส์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนด้วยสถิติ t – test for dependent samples และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม ด้วยสถิติ t – test for independent samples ผลดังตาราง 19

ตาราง 19 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความเข้าใจมโนทัศน์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง และหลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองกลุ่มควบคุม

การทดสอบ	$\bar{X}$	N	S.D.	t	p-value
กลุ่มทดลอง					
ก่อนเรียน	13.09	44	2.044	-23.283	.000*
หลังเรียน	20.30	44	2.141		
กลุ่มทดลอง-กลุ่มควบคุม					
กลุ่มทดลอง	20.30	44	2.141	2.019	.047*
กลุ่มควบคุม	19.36	45	2.248		

* $p < .05$

จากตาราง 20 พบว่า คะแนนเฉลี่ยของความเข้าใจมโนทัศน์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ก่อนเรียนและหลังเรียน ของกลุ่มทดลองแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ สูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่าการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ แบบ 2I3C ส่งผลให้นักเรียนมีความเข้าใจ มโนทัศน์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ สูงขึ้น

เมื่อเปรียบเทียบร้อยละของคะแนนเฉลี่ย ความเข้าใจมโนทัศน์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ก่อนเรียนและหลังเรียน ของกลุ่มทดลองจำแนกตามเนื้อหา ผลปรากฏดังตาราง 20

ตาราง 20 ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยความเข้าใจโมทศน์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่
จำแนกตามเนื้อหา

เนื้อหา	ก่อนเรียน		หลังเรียน		ร้อยละ ความก้าวหน้า
	ร้อยละของ คะแนนเฉลี่ย	S.D.	ร้อยละของ คะแนนเฉลี่ย	S.D.	
ปริมาณที่เกิดจากการเคลื่อนที่ของวัตถุ	68.18	3.61	81.82	5.57	13.64
กราฟแสดงความสัมพันธ์ของปริมาณการเคลื่อนที่	46.59	3.54	63.64	5.66	17.05
การเคลื่อนที่ 1 มิติด้วย ความเร่งคงที่ ในแนวราบ	42.05	2.12	72.73	4.24	30.68
การเคลื่อนที่ 1 มิติด้วย ความเร่งคงที่ ในแนวตั้ง	36.36	2.83	50.00	4.24	13.64
แรง มวล และน้ำหนัก	55.30	3.21	86.36	4.58	32.57
กฎการเคลื่อนที่ข้อที่หนึ่งของนิวตัน	46.59	3.54	69.32	4.95	22.73
กฎการเคลื่อนที่ข้อที่สองของนิวตัน	40.91	3.91	62.12	5.42	21.21
กฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตัน	34.09	2.50	55.30	6.15	21.21
กฎแรงดึงดูดระหว่างมวล	38.64	2.83	71.59	4.95	32.95
แรงตึงในเส้นเชือก	38.64	2.86	81.82	7.09	43.18
แรงเสียดทาน	31.06	3.06	50.76	3.21	19.70

จากตาราง 20 พบว่า ความเข้าใจโมทศน์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ของนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้ที่ใช้ การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ แบบ 2I3C เนื้อหาที่มีร้อยละของคะแนนเฉลี่ยความเข้าใจโมทศน์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ หลังเรียนมากที่สุด คือ แรง มวล และน้ำหนัก รองลงมาคือ ปริมาณที่เกิดจากการเคลื่อนที่ของวัตถุ และแรงตึงในเส้นเชือก ส่วนเนื้อหาที่มีร้อยละของคะแนนเฉลี่ยต่ำที่สุด คือ การเคลื่อนที่ 1 มิติด้วยความเร่งคงที่ในแนวตั้ง รองลงมา คือ แรงเสียดทาน และกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตัน และเมื่อพิจารณาจาก ร้อยละของความก้าวหน้า พบว่า เนื้อหาที่มีร้อยละ ความก้าวหน้า ของคะแนนเฉลี่ยมากที่สุด คือ แรงตึงในเส้นเชือก ส่วนเนื้อหาที่มีความก้าวหน้าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ ปริมาณที่เกิดจากการเคลื่อนที่ของวัตถุ และการเคลื่อนที่ 1 มิติด้วยความเร่งคงที่ ในแนวตั้ง

สมมติฐานข้อที่ 2 นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้ที่ใช้ การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ แบบ 2I3C มีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการให้ เหตุผลอย่างไม่มีเป็นทางการหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและสูงกว่ากลุ่มควบคุม

สมมติฐานข้อนี้เป็นการทดสอบว่านักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้ที่ใช้ การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ มีคะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการให้ เหตุผลอย่างไม่มีเป็นทางการ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนด้วยสถิติ t – test for dependent samples และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม ด้วยสถิติ t – test for independent samples ผลดังตาราง 21

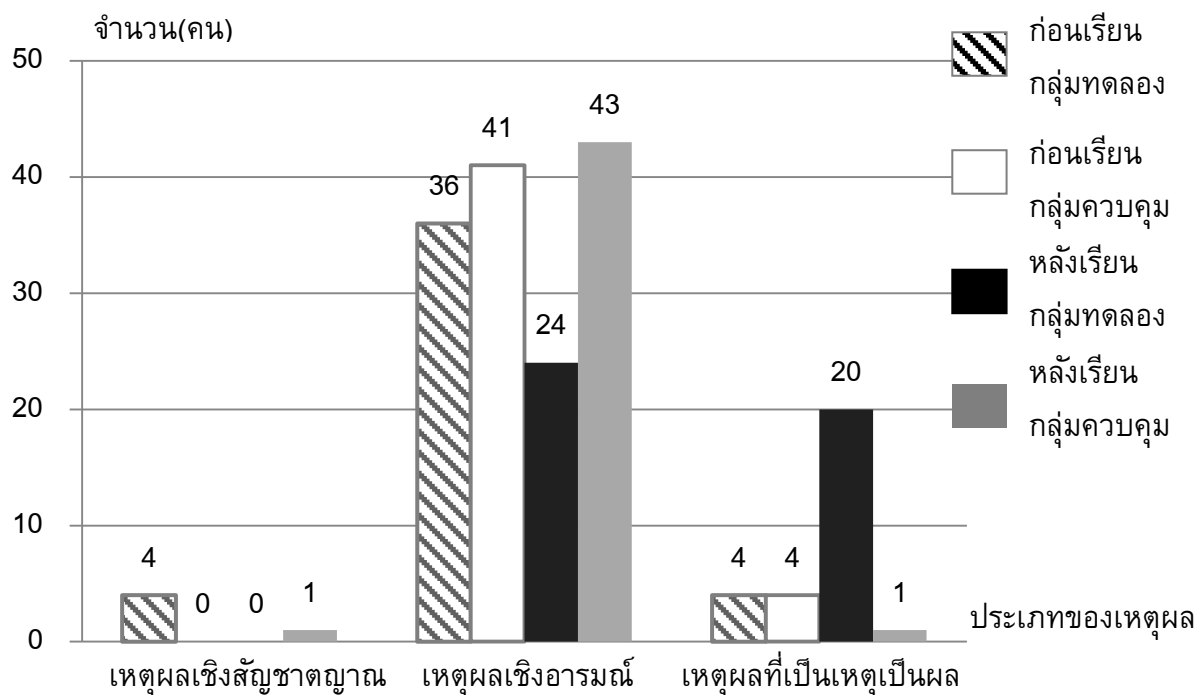
ตาราง 21 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการให้เหตุผลอย่างไม่มีเป็นทางการ ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง และหลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองกลุ่มควบคุม

การทดสอบ	$\bar{X}$	N	S.D.	t	p-value
กลุ่มทดลอง					
ก่อนเรียน	20.25	44	4.121	-3.940	.000*
หลังเรียน	23.16	44	4.793		
กลุ่มทดลอง-กลุ่มควบคุม					
กลุ่มทดลอง	23.16	44	4.793	4.772	.000*
กลุ่มควบคุม	19.00	45	3.268		

* $p < .05$

จากตาราง 21 พบว่า คะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการให้เหตุผลอย่างไม่มีเป็นทางการ ก่อนเรียนและหลังเรียน ของกลุ่มทดลองแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ สูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่าการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ แบบ 2I3C ส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลอย่างไม่มีเป็นทางการสูงขึ้น

เมื่อเปรียบเทียบ ระดับความสามารถในการให้เหตุผลอย่างไม่มีเป็นทางการ ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม จากการให้นักเรียนแสดงการให้เหตุผล ต่อสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน 3 สถานการณ์ โดยแต่ละ สถานการณ์จะมีคำถามย่อย 4 ข้อ สามารถจำแนกเป็นเหตุผลที่เป็นเหตุเป็นผล (Rationalistic reasoning) เหตุผลเชิงอารมณ์ (Emotive reasoning) และเหตุผลเชิงสัญชาตญาณ (Intuitive reasoning ดังภาพประกอบ 14



ภาพประกอบ 14 การจัดประเภทระดับความสามารถในการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

จากภาพประกอบ 14 แสดงการจัดประเภท ระดับความสามารถในการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ ตามความถี่ของจำนวนนักเรียน ก่อนเรียนและ หลังเรียน ของทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม พบว่าหลังเรียนกลุ่มทดลองมีระดับการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ ที่สูงขึ้น โดยไม่มีนักเรียนที่อยู่ในระดับสัญชาตญาณ ระดับเชิงอารมณ์จำนวน 24 คน (ร้อยละ 54.55) และระดับที่เป็นเหตุเป็นผล จำนวน 20 คน (ร้อยละ 45.45) ซึ่งจำนวนนักเรียนที่มีระดับการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ ระดับสูง มีมากกว่ากลุ่มควบคุม โดยกลุ่มควบคุมมีจำนวนนักเรียนในระดับสัญชาตญาณจำนวน 1 คน (ร้อยละ 2.22) ระดับเชิงอารมณ์ จำนวน 43 คน (ร้อยละ 95.56) และระดับที่เป็นเหตุเป็นผล จำนวน 1 คน (ร้อยละ 2.22) แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ แบบ 2I3C ส่งผลให้นักเรียนมีระดับการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการสูงขึ้น

เมื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ หลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม จำแนกตามสถานการณ์ ดังตาราง 22

ตาราง 22 คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ ของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม จำแนกตามสถานการณ์

สถานการณ์	กลุ่มทดลอง (N=44)		กลุ่มควบคุม (N=45)		คะแนนเฉลี่ย
	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	
การสวมหมวกนิรภัย	2.18	0.324	1.93	0.271	2.06
การใช้โทรศัพท์ขณะขับรถ	2.17	0.197	1.93	0.099	2.05
การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ	1.44	0.249	0.91	0.217	1.18

จากตาราง 22 พบว่า สถานการณ์ ที่มีคะแนนเฉลี่ย ความสามารถในการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ จากมากไปน้อยตามลำดับ ดังนี้ การสวมหมวกนิรภัยขณะใช้รถจักรยานยนต์ การใช้โทรศัพท์ขณะขับรถ และการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

เมื่อทำการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ย เพื่อจำแนกรูปแบบของการแสดง การให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ ตามรูปแบบการแสดงแนวคิด การสร้างข้อโต้แย้งสนับสนุน การสร้างข้อโต้แย้งกลับ และการสร้างข้อคัดค้าน ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง ดังตาราง 23

ตาราง 23 การจำแนกรูปแบบของการแสดงการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ ด้วยคะแนนเฉลี่ย ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง

รูปแบบของการแสดงการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ	ก่อนเรียน		หลังเรียน		ร้อยละความก้าวหน้า
	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	
การแสดงแนวคิด	1.96	0.428	2.23	0.382	9.00
การสร้างข้อโต้แย้งสนับสนุน	1.75	0.233	2.03	0.518	9.33
การสร้างข้อโต้แย้งกลับ	1.46	0.203	1.67	0.324	7.00
การสร้างข้อคัดค้าน	1.62	0.406	1.80	0.499	6.00

จากตาราง 23 พบว่า รูปแบบของการแสดงการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ ที่มีคะแนนเฉลี่ย หลังเรียน จากมากไปน้อย ตามลำดับ ดังนี้ การแสดงแนวคิด การสร้างข้อโต้แย้งสนับสนุน การสร้างข้อคัดค้าน และการสร้างข้อโต้แย้งกลับ เมื่อพิจารณาถึงร้อยละของความก้าวหน้าพบว่า นักเรียนสามารถพัฒนาการสร้างข้อโต้แย้งสนับสนุนได้ดีที่สุด และตามด้วยการแสดงแนวคิด การสร้างข้อคัดค้าน ตามลำดับ

สมมติฐานข้อที่ 3 นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้ที่ใช้ การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ แบบ 2I3C มีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ อยู่ในระดับดีขึ้นไป

สมมติฐานข้อนี้เป็นการทดสอบว่านักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้ที่ใช้ การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ มีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นการประเมินผลงานรายกลุ่ม จำนวน 8 กลุ่ม ในระหว่างทำการเรียนการสอน ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ข้อโต้แย้ง และกระบวนการสร้างข้อโต้แย้ง ว่าอยู่ในระดับใดเมื่อเทียบกับเกณฑ์ ผลดังตาราง 24

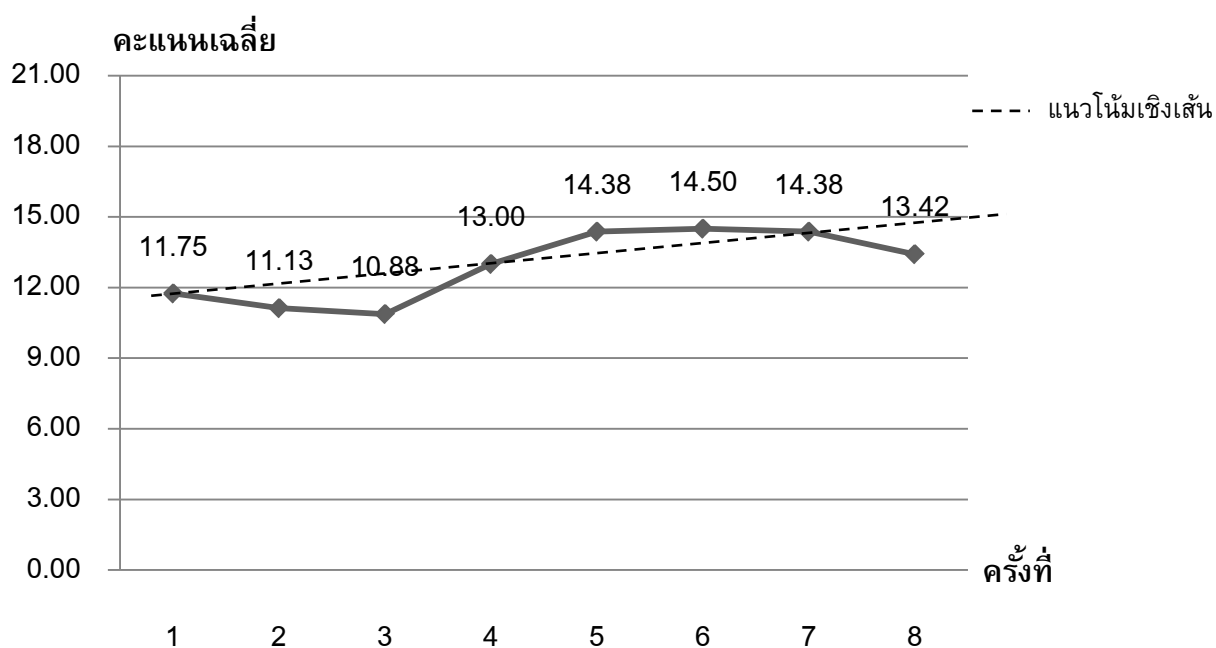
ตาราง 24 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ กับเกณฑ์ระดับดี (10.51)

การทดสอบ	N	$\bar{X}$	S.D.	t	p-value
ความสามารถในการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์	8	12.93	1.500	4.563	.003 *

* $p < .05$

จากตาราง 24 พบว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ ระหว่างเรียน ของนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้ที่ใช้ การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ มีค่าเท่ากับ 12.93 จากคะแนนเต็ม 21 คะแนน ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

หากพิจารณาคะแนนความสามารถในการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ ของแต่ละกลุ่ม ตามแผนการจัดการเรียนรู้ แสดงให้เห็นดังภาพประกอบ 15



ภาพประกอบ 15 คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ ในแต่ละครั้ง

จากภาพประกอบ 15 พบว่า คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้ที่ใช้ การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ ในภาพรวมมีแนวโน้มสูงขึ้น แต่หากพิจารณาเป็นรายครั้งพบว่า มีแนวโน้มลดลง 2 ช่วง คือ ครั้งที่ 1-3 โดยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 11.75, 11.13 และ 10.88 ตามลำดับ และครั้งที่ 7-8 โดยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 14.38 และ 13.42 ตามลำดับ และมีแนวโน้ม สูงขึ้นจากครั้งที่ 4 -7 โดยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 13.00, 14.38 และ 14.50 ตามลำดับ จากคะแนนเต็ม 21 คะแนน

หากพิจารณาคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ จำแนกตามกลุ่มในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้แสดงให้เห็นดังตาราง 25

ตาราง 25 คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ จำแนกรายกลุ่ม

กลุ่มที่	แผนการจัดการเรียนรู้ที่								เฉลี่ย	ระดับ
	1	2	3	4	5	6	7	8		
1	17	13	8	16	16	16	17	9.33	14.04	3
2	9	9	9	9	10	9	10	15.75	10.09	2
3	14	9	9	14	19	16	17	13.42	13.93	3
4	13	11	11	14	16	15	16	18.08	14.26	3
5	12	12	10	17	13	17	15	9.92	13.24	3
6	10	16	12	10	12	12	13	18.08	12.89	3
7	12	10	17	14	15	15	13	11.08	13.39	3
8	7	9	11	10	14	16	14	11.67	11.58	3

จากตาราง 25 พบว่า คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ จำแนกรายกลุ่ม ซึ่งเมื่อประเมินในภาพรวมแล้วกลุ่มส่วนใหญ่อยู่ในระดับ 3 (ระดับดี หมายถึง คะแนนเฉลี่ย 10.51) ขึ้นไป ยกเว้นกลุ่มที่ 2 อยู่ในระดับ 2 (พอใช้) โดยมีคะแนนเฉลี่ย 10.09

สมมติฐานข้อที่ 4 นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้ที่ใช้ การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ แบบ 2I3C มีค่าเฉลี่ยการเรียนรู้ร่วมกันอยู่ในระดับดีขึ้นไป

สมมติฐานข้อนี้เป็นทดสอบว่านักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้ที่ใช้ การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ มีค่าเฉลี่ยการเรียนรู้ร่วมกันอยู่ในระดับดีขึ้นไป (9.00) จากคะแนนเต็ม 16 คะแนน ด้วยสถิติ t – test for one sample ผลดังตาราง 26

ตาราง 26 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการเรียนรู้ร่วมกันกับเกณฑ์ระดับดีขึ้นไป

การทดสอบ	N	$\bar{X}$	S.D.	t	p-value
การเรียนรู้ร่วมกัน	8	12.22	0.766	11.893	.000*

* $p < .05$

จากตาราง 26 พบว่า ค่าเฉลี่ยการเรียนรู้ร่วมกันระหว่างการทำกิจกรรม ของนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้ที่ใช้ การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ ทั้ง 8 กลุ่ม มีค่าสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (9.00 หรือระดับดี) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

หากพิจารณาค่าเฉลี่ยการเรียนรู้ร่วมกัน จำแนกตาม กลุ่มในแต่ละ แผนการจัดการเรียนรู้ แสดงให้เห็นดังตาราง 27

ตาราง 27 ค่าเฉลี่ยการเรียนรู้ร่วมกันจำแนกรายกลุ่ม

กลุ่มที่	แผนการจัดการเรียนรู้ที่								เฉลี่ย
	1	2	3	4	5	6	7	8	
1	11	12	12	12	12	14	14	9	12.00
2	9	13	11	10	11	11	11	12	11.00
3	12	11	12	11	11	12	12	14	11.88
4	10	13	13	12	15	15	16	16	13.75
5	14	15	13	13	15	15	12	12	13.63
6	15	13	13	12	15	16	13	16	14.13
7	12	11	11	11	12	12	12	14	11.88
8	8	12	9	8	8	11	8	12	9.50
เฉลี่ย	11.38	12.50	11.75	11.13	12.38	13.25	12.25	13.13	12.22

จากตาราง 27 พบว่า ทุกกลุ่มมีค่าเฉลี่ยการประเมินการเรียนรู้ร่วมกันอยู่ในระดับดี (9.00) ขึ้นไป โดยมี 3 กลุ่ม ที่มีค่าเฉลี่ยการเรียนรู้ร่วมกันสูงกว่าค่าเฉลี่ย (12.22) นั่นคือกลุ่มที่ 4, 5 และ 6 โดยมีค่าเฉลี่ย 13.75, 13.63 และ 14.13 ตามลำดับ ส่วนกลุ่มที่เหลือต่ำกว่าค่าเฉลี่ย

เมื่อพิจารณาจากประเด็นที่ใช้ในการประเมินทั้ง 4 ด้าน ได้แก่ ด้านการวางแผนการทำงาน ด้านการแบ่งหน้าที่ในการทำงาน ด้านความร่วมมือในการทำงาน และด้านความสำเร็จของผลงาน คะแนนเฉลี่ยการเรียนรู้ร่วมกันของแต่ละกลุ่ม จำแนกตามประเด็นที่ใช้ในการประเมิน แสดงให้เห็นดังตาราง 28

ตาราง 28 ค่าเฉลี่ยการเรียนรู้ร่วมกันจำแนกตามประเด็นที่ใช้ในการประเมิน

ประเด็นที่ใช้ ในการประเมิน	กลุ่มที่								เฉลี่ย
	1	2	3	4	5	6	7	8	
1. การวางแผน การทำงาน	2.88	2.63	3.13	3.38	3.50	3.50	3.00	2.38	3.05
2. การแบ่ง หน้าที่ใน การทำงาน	2.88	2.75	3.13	3.50	3.50	3.50	3.00	2.50	3.10
3. ความร่วมมือ ในการทำงาน	3.13	3.00	3.00	3.63	3.63	3.88	3.13	2.38	3.22
4. ความสำเร็จ ของผลงาน	3.13	2.63	2.63	3.25	3.00	3.25	2.75	2.25	2.86
เฉลี่ย	3.01	2.75	2.97	3.44	3.41	3.53	2.97	2.38	3.06

จากตาราง 28 พบว่า ค่าเฉลี่ยการประเมินการเรียนรู้ร่วมกัน โดยรวมและรายด้านอยู่ในระดับดี ขึ้นไป โดยด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ ด้านความร่วมมือในการทำงาน มีค่าเฉลี่ย 3.22 และด้านที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด คือ ด้านความสำเร็จของผลงาน มีค่าเฉลี่ย 2.86

เมื่อพิจารณาข้อมูลจาก แบบสังเกตชั้นเรียน ในขณะที่ทำการเรียนการสอนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ โดยครูผู้ร่วมวิจัยเป็นผู้สังเกต ดังตาราง 29

ตาราง 29 ข้อมูลจากแบบสังเกตชั้นเรียน

รายการ	ค่าเฉลี่ย	ระดับการประเมิน
ด้านบรรยากาศในชั้นเรียน	4.28	ดี
1. กิจกรรมทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความสุข	4.38	ดี
2. กิจกรรมกระตุ้นความสนใจให้ลงมือปฏิบัติ	4.13	ดี
3 จัดการชั้นเรียนให้มีบรรยากาศแห่งการเรียนรู้	4.25	ดี
4. กิจกรรมดำเนินตามขั้นตอนของแผนการจัดการเรียนรู้	4.13	ดี
5. พื้นที่เหมาะสำหรับการทำกิจกรรมของผู้เรียน	4.50	ดี

ตาราง 29 (ต่อ)

รายการ	ค่าเฉลี่ย	ระดับการประเมิน
ด้านผู้เรียน	4.00	ดี
6. มีความกระตือรือร้นในการศึกษาหาความรู้	4.13	ดี
7. มีการโต้ตอบสื่อสารกับครู	4.13	ดี
8. ให้ความร่วมมือในการทำงานเป็นกลุ่ม	4.00	ดี
9. มีการแบ่งงานและหน้าที่ของสมาชิกในกลุ่ม	3.88	ดี
10. มีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย	3.88	ดี
ด้านรูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้	4.13	ดี
11. กิจกรรมมีความเหมาะสมกับเนื้อหา	4.25	ดี
12. กิจกรรมมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ฝึกค้นคว้า รวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ และแปลความหมายข้อมูล	4.63	ดีมาก
13. มุ่งเน้นให้เกิดการแสดงความคิดเห็นที่หลากหลาย	4.13	ดี
14. กิจกรรมมีความเชื่อมโยง ประยุกต์ใช้หมัคโนทัศน์ เพื่อแก้ปัญหา และให้เหตุผลต่อสถานการณ์	3.63	ดี
15. มีการประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนด้วยวิธีที่หลากหลาย	4.00	ดี
ด้านสื่อและอุปกรณ์	4.53	ดีมาก
16. มีสื่อประกอบการจัดการเรียนรู้ที่หลากหลาย	4.63	ดีมาก
17. สื่อที่ใช้สามารถเชื่อมโยงกับเนื้อหาที่สอนให้นักเรียน เกิดการเรียนรู้ได้ดีขึ้น	4.38	ดี
18. นำเทคโนโลยีมาใช้ในการเรียนการสอนอย่างมี ประสิทธิภาพ	4.50	ดี
19. สื่อที่นำมาใช้มีความเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน	4.63	ดีมาก
20. นักเรียนสามารถเข้าถึงสื่อได้ และใช้งานเองได้	4.50	ดี
ภาพรวม	4.23	ดี

จากตาราง 29 พบว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนการสังเกตชั้นเรียนของครูผู้ร่วมวิจัยที่เข้าร่วมสังเกตชั้นเรียนขณะผู้วิจัยดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนรู้ที่ใช้ การโต้แย้ง เชิงวิทยาศาสตร์ แบบ 2I3C โดยในภาพรวมผลการประเมินอยู่ในระดับดี คะแนนเฉลี่ย 4.23 เมื่อจำแนกรายด้านแล้ว จะเห็นว่า ด้านบรรยากาศในชั้นเรียน ด้านผู้เรียน และด้านรูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้ ผลการประเมินอยู่ในระดับดี มีคะแนนเฉลี่ย 4.28, 4.00 และ 4.13 ตามลำดับ ส่วน ด้านสื่อและอุปกรณ์ ผลการประเมินอยู่ในระดับดีมาก คะแนนเฉลี่ย 4.53 และหัวข้อการประเมินที่มีคะแนนเฉลี่ย

สูงสุดมี 3 รายการได้แก่ 1) กิจกรรมมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ฝึกค้นคว้ารวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ และแปลความหมายข้อมูล 2) มีสื่อประกอบการจัดการเรียนรู้ที่หลากหลาย และ 3) สื่อที่นำมาใช้มีความเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน โดยมีคะแนนเฉลี่ย 4.63 และหัวข้อการประเมินที่มีคะแนนเฉลี่ยต่ำสุดคือ กิจกรรมมีความเชื่อมโยง ประยุกต์ใช้มโนทัศน์เพื่อแก้ปัญหา และให้เหตุผล ต่อสถานการณ์ มีคะแนนเฉลี่ย 3.63

สมมติฐานข้อที่ 5 นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้ที่ใช้ การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ มีค่าเฉลี่ยเจตคติต่อวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดีขึ้นไป

สมมติฐานข้อนี้เป็นการทดสอบว่านักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้ที่ใช้ การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ มีค่าเฉลี่ยเจตคติต่อวิทยาศาสตร์หลังเรียน ด้วยสถิติ $t - \text{test for one sample}$ ผลดังตาราง 30

ตาราง 30 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเจตคติต่อวิทยาศาสตร์กับเกณฑ์ระดับดีขึ้นไป (3.51)

การทดสอบ	N	$\bar{X}$	S.D.	t	p-value
เจตคติต่อวิทยาศาสตร์	44	4.22	0.470	9.996	.000*

* $p < .05$

จากตาราง 30 พบว่า ค่าเฉลี่ยเจตคติต่อวิทยาศาสตร์หลังเรียน ของนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (3.51 หรือระดับดี) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

นอกจากนั้นแล้ว เมื่อวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยและแปลความหมายตามแบบของ Likert จำแนกตามรายด้านและภาพรวม ผลปรากฏดังตาราง 31

ตาราง 31 ค่าเฉลี่ยเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ จำแนกตามรายด้านและภาพรวม

รายการ	ค่าเฉลี่ย	ระดับความรู้สึก ของนักเรียน
1. ด้านความสนใจในวิทยาศาสตร์	4.22	มาก
2. ด้านการเห็นคุณค่าทางวิทยาศาสตร์	4.26	มาก
3. ด้านความเชื่อและค่านิยมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์	4.18	มาก
4. ด้านคุณธรรมและจริยธรรมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์	4.34	มาก
ภาพรวม	4.22	มาก

จากตาราง 31 พบว่า ค่าเฉลี่ยเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ เมื่อจำแนกทั้งในภาพรวมและรายด้านแล้ว จะเห็นว่าในทุกด้านและในภาพรวมมีค่าเฉลี่ย สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (3.51) แสดงว่าการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ แบบ 2I3C ส่งผลให้นักเรียนมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ในระดับดีขึ้น

2. ข้อค้นพบเพิ่มเติมจากการศึกษาผล จากการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ วิชาฟิสิกส์ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์

การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลในตอนนี้เป็นผลการวิเคราะห์จากข้อมูลเชิงคุณภาพ ใน 3 ด้าน ดังนี้

- (1) ความสามารถในการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ
- (2) ความสามารถในการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์
- (3) การเรียนรู้ร่วมกัน

2.1 ความสามารถในการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ

2.1.1 จำแนกตามประเภท ของการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ ได้แก่ การให้เหตุผลที่เป็นเหตุเป็นผล (Rationalistic reasoning) การให้เหตุผลเชิงอารมณ์ (Emotive reasoning) และการให้เหตุผลเชิงสัญชาตญาณ (Intuitive reasoning) ผู้วิจัยขอยกตัวอย่างการแสดงแนว คิดของนักเรียนที่มีต่อสถานการณ์ปลอดภัยไว้ก่อน กับคำถามที่ว่า นักเรียนเห็นด้วยหรือไม่ กับการรณรงค์ เพื่อสร้างความตระหนักในการสวมหมวกนิรภัยขณะใช้รถจักรยานยนต์ เพราะเหตุใด รายละเอียดดังตาราง 32

ตาราง 32 ประเภทของการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ

ประเภทของการให้เหตุผล อย่างไม่เป็นทางการ	รายละเอียดที่ปรากฏในข้อความ
เหตุผลที่เป็นเหตุเป็นผล	“เห็นด้วย เพราะการรณรงค์ให้ทุกคนที่ขับหรือขี่รถจักรยานยนต์สวมหมวกนิรภัย เป็นการลดจำนวนผู้เสียชีวิตลงได้ นอกจากนั้นเป็นการลดแรงกระแทกที่ศีรษะ” (นักเรียนคนที่ 41) “เห็นด้วย เพราะในทุกๆ ปี มีผู้เสียชีวิตจากอุบัติเหตุบนท้องถนนจำนวนมาก ประเทศไทยร้อยละ 70-90 ผู้ได้รับบาดเจ็บและเสียชีวิตบนท้องถนนส่วนใหญ่เป็นผู้ใช้รถจักรยานยนต์ เพราะต้องใช้ร่วมกับรถชนิดอื่นที่วิ่งด้วยความเร็วสูง ดังนั้นการสวมหมวกนิรภัยจึงสามารถป้องกันการสัมผัสโดยตรงระหว่างกะโหลกศีรษะกับสิ่งที่มากระทบ” (นักเรียนคนที่ 44)
เหตุผลเชิงอารมณ์	“เห็นด้วย เพราะปัจจุบันอุบัติเหตุเกิดขึ้นได้ง่าย การสวมหมวกนิรภัยจึงมีส่วนลดความสูญเสีย” (นักเรียนคนที่ 39) “เห็นด้วย เพราะในการขับรถจักรยานยนต์ในปัจจุบันไม่ว่าจะขับออกไปไกลหรือใกล้ ทุกคนมักจะไม่นสวมหมวกนิรภัย เพราะคิดว่าคงไม่เกิดอุบัติเหตุง่าย ๆ” (นักเรียนคนที่ 20)
เหตุผลเชิงสัญชาตญาณ	“เห็นด้วย คนที่ตายส่วนมากไม่สวมหมวกนิรภัยอยู่แล้ว” (นักเรียนคนที่ 18) “เห็นด้วย เพื่อความปลอดภัย” (นักเรียนคนที่ 29)

2.1.2 จำแนกตามรูปแบบของการแสดงการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ ได้แก่ การแสดงแนวคิด การสร้างข้อโต้แย้งสนับสนุน การสร้างข้อโต้แย้งกลับ และการสร้างข้อคัดค้าน ผู้วิจัยขอยกตัวอย่างการแสดงการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการของนักเรียนที่มีต่อสถานการณ์ปลอดภัยไว้ก่อน ด้วยคำถามและคำตอบดังต่อไปนี้

คำถามที่ 1 (การแสดงแนวคิด) : นักเรียนเห็นด้วยหรือไม่ กับการรณรงค์เพื่อสร้างความตระหนักในการสวมหมวกนิรภัยขณะใช้รถจักรยานยนต์ เพราะเหตุใด

“เห็นด้วย เพราะ ทุกปีมีผู้เสียชีวิตจากอุบัติเหตุบนถนนทั่วโลก เกือบ 1.2 ล้านคน ซึ่งสาเหตุของการเสียชีวิตของผู้ขับหรือขี่รถจักรยานยนต์ คือ ไม่สวมหมวกนิรภัย เพราะหมวกนิรภัยสามารถป้องกันและลดแรงกระแทกที่จะเกิดกับศีรษะได้ จึงอาจลดความเสี่ยงจากการเสียชีวิตได้” (นักเรียนคนที่ 21)

คำถามที่ 2 (การสร้างข้อโต้แย้งสนับสนุน) : หากเพื่อนของนักเรียนต้องขับรถจักรยานยนต์ไปส่งน้องที่เรียนอยู่ชั้นอนุบาลทุกวัน ซึ่งบ้านของเพื่อนนักเรียนก็อยู่ไม่ไกลจากโรงเรียน ทั้งเพื่อนของนักเรียนและน้องของเขาจึงไม่เคยสวมหมวกนิรภัยเลย นักเรียนจะเสนอข้อคิดเห็นอะไรบ้างเพื่อให้เพื่อนและน้องของเพื่อนสวมหมวกนิรภัยขณะขับและนั่งซ้อนท้ายรถจักรยานยนต์

“การสวมหมวกนิรภัย นอกจากจะช่วยลดกระแทกที่จะไปกระทบกะโหลกของแล้ว ยังช่วยป้องกันฝุ่นละอองที่จะเข้าตาเรารวมทั้งลดความจ้าของแสงแดดได้ แม้เราจะขับไถ่อย่างระมัดระวัง แต่คนที่ใช้ถนนร่วมกับเราอาจจะขับเร็ว หรือเป็นรถบรรทุกขนาดใหญ่ที่มองไม่เห็นรถของเราได้ ”
(นักเรียนคนที่ 20)

คำถามที่ 3 (การสร้างข้อโต้แย้งกลับ) : หากป้าสมศรีใช้รถจักรยานยนต์แค่เพียงขับไปซื้อของภายในซอยหมู่บ้านของตนเองเท่านั้น จึงไม่เห็นด้วยกับการสวมหมวกนิรภัยขณะใช้รถจักรยานยนต์จนยกตัวอย่างข้อโต้แย้งของป้าสมศรี

“ป้าขับช้าๆ ในซอยที่คุ้นเคย ย่อมไม่เกิดเหตุอันตรายใดๆ อีกทั้งถ้า ป้าซื้อของจำนวนมากที่บรรจุจนล้นตะกร้า จนต้องแขวนที่ คันบังคับรถ เวลาสวมหมวกนิรภัยมันก็อึดอัดมอง ถนนไม่ชัดกังวลอยู่กับหมวกนิรภัย” (นักเรียนคนที่ 5)

คำถามที่ 4 (การสร้างข้อคัดค้าน) : หากนักเรียนต้องการคัดค้านแนวคิดของป้าสมศรี ข้อคัดค้านของนักเรียนคืออะไร

“ถ้าขณะที่ป้าขับรถไปนั้นมีเด็ก หรือสุนัขวิ่งตัดหน้ารถแล้วรถล้ม แล้วศีรษะกระทบกับถนนหรือก้อนหิน สมองอาจได้รับแรงกระแทกอย่างแรง ถ้าไม่ถึงตายก็อาจพิการหรือทุพพลภาพทำให้ครอบครัว ญาติ พี่น้อง เดือดร้อน ดังนั้นการสวมหมวกนิรภัยจึงดีกับทั้งตัวเราและครอบครัว ”
(นักเรียนคนที่ 16)

2.2 ความสามารถในการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์

จากข้อความที่นักเรียนได้เขียนในแบบบันทึกการสร้างข้อโต้แย้ง ที่มีองค์ประกอบ 2 ส่วน คือ ข้อโต้แย้ง และกระบวนการสร้างข้อโต้แย้งผู้วิจัยยกตัวอย่างเฉพาะการแสดงข้อโต้แย้งกรณีของกลุ่มที่ 5 รายละเอียดดังตาราง 33

ตาราง 33 จำแนกตามประเภทของการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ

ที่	สถานการณ์	ข้อโต้แย้ง	ระดับฯ
1	ตามรอยผู้สื่อข่าว	“เปรมสุดา รายงานถูกต้อง ดูได้จากการกระจัด ความเร็ว และความเร่ง”	1 (พอใช้)
2	ตามรถไฟ	“คุณตาเดินทางจากอุบลราชธานีถึงศรีสะเกษได้ ระยะทางทั้งสิ้น 3,000 กิโลเมตร ”	1 (พอใช้)
3	ป้ายนี้มีคำตอบ	“รถมีความเร็วปลาย 72 กิโลเมตรต่อชั่วโมงในการ แซง ซึ่งเกิน 50 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ที่ป้ายกำหนด”	1 (พอใช้)
4	เรือเล็กควรรอก จากฝั่ง	“แอปเปิ้ลใช้เวลาในการตก 8 วินาที (จากการ คำนวณในข้อ 5) อาแปะใช้เวลาในการเดินทาง 50 วินาที จึงจะถึงหน้าผา ดังนั้นอาแปะต้องพายเรือออก จากฝั่งมาแล้ว 42 วินาที จึงจะปล่อยแอปเปิ้ลลงมา”	3 (ดีมาก)
5	มองต่างมุม	“แม้วัตถุจะอยู่นิ่ง ก็ไม่ได้หมายความว่าไม่มีแรงมา กระทำต่อวัตถุนั้น และน้ำหนักของวัตถุจะเปลี่ยนไป ตามค่าความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของแต่ละที่”	2 (ดี)
6	สิ่งนี้ที่นิวตันค้นพบ	“จากสถานการณ์ที่ 2 น่าจะผิด เพราะเมื่อรถเคลื่อนที่ ไปข้างหน้าด้วยความเร็วคงที่เมื่อรถถูกเบรก เราจะ เซไปข้างหน้า ไม่ใช่เซไปข้างหลัง”	2 (ดี)
7	แรงเสียดทาน ต้านการเคลื่อนที่	“จากภาพที่ 1 นาย A น่าจะไปได้ไกลกว่านาย B เพราะนาย B โดนหญ้าเสียดทานทำให้ไปใกล้กว่า”	2 (ดี)
8	โต้วาทีในญาติติ “จะก็ ชั้นไม่เกี่ยวถ้าทางคด เคี้ยวแล้วอันตราย” เป็นฝ่ายเสนอ	“จากข่าวเมื่อวันที่ 24 มีนาคม 2557 รายงานว่ารถ พาเจ้าหน้าที่ อบต. ไปทัศนศึกษา แหกโค้งทำให้มี ผู้เสียชีวิต นั้นแสดงว่าถนนที่มีความคดโค้ง ประกอบ กับมีหลุมมีบ่อ เป็นสาเหตุของการเกิดอุบัติเหตุ”	2 (ดี)

จากตาราง 33 พบว่าคุณภาพของข้อโต้แย้งของกลุ่มมีการพัฒนาขึ้น โดยสังเกตได้จาก ข้อความที่เขียนขึ้นมีการปรากฏของ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และเหตุผล ชัดเจนขึ้น เรื่อย ๆ แต่ในภาพรวมยังมีระดับคุณภาพที่ไม่ดีมากนัก ทั้งนี้พบว่าองค์ประกอบของข้อโต้แย้งที่มีความไม่สมบูรณ์มากที่สุด คือ หลักฐาน แสดงว่านักเรียนยังไม่สามารถแสดงหลักฐานเพื่อเชื่อมโยงระหว่างและ เหตุผลได้ดีเท่าที่ควร และเมื่อพิจารณาภาพประกอบ 15 และตาราง 33 พบว่า นักเรียนเริ่มมีความเข้าใจในรูปแบบการเรียนรู้ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ แบบ 2I3C มากขึ้น ตั้งแต่แผนการจัดการเรียนที่ 4 หรือจากชั่วโมงที่ 12 เป็นต้นไป โดยพิจารณาจากการเปลี่ยนแปลงของคะแนนความสามารถในการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์และคุณภาพของข้อโต้แย้งที่นักเรียนสร้างขึ้น

2.3 การเรียนรู้ร่วมกัน

จากข้อมูลการบันทึกผลการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ร่วมกันของแต่ละกลุ่ม ระหว่างดำเนินกิจกรรมของผู้วิจัย สามารถแสดงรายละเอียดข้อมูลของแต่ละกลุ่มดังตาราง 34

ตาราง 34 รายละเอียดข้อมูลทั่วไปของแต่ละกลุ่ม

กลุ่มที่	สมาชิก	ข้อมูลทั่วไป
1	6 คน (ผู้ชาย 2 คน และ ผู้หญิง 4 คน)	● ชอบทำกิจกรรมมากกว่าการนั่งฟังบรรยาย ● ต้องการความช่วยเหลือและให้ครูคอยชี้แนะตลอดเวลา ● ผู้นำกลุ่มจะคอยดูแลและแบ่งงานแก่สมาชิก ● สมาชิกทุกคนให้ร่วมมือกันทำงานดี และมีความรับผิดชอบ ต่องานที่มอบหมาย แต่มีความกระตือรือร้นน้อย
2	6 คน (ผู้ชาย 2 คน และ ผู้หญิง 4 คน)	● ชอบการเรียนรู้ที่ไม่ต้องทำกิจกรรมเยอะ เช่น นั่งฟังเฉยๆ ● ต้องการความช่วยเหลือจากเพื่อนมากกว่าครู ● ไม่มีผู้นำกลุ่มชัดเจน ● สมาชิกแต่ละคนแบ่งหน้าที่กันทำโดยไม่แสดงความร่วมมือ กันทำงานเท่าที่ควร มีความรับผิดชอบต่องานน้อยมาก และมีความกระตือรือร้นน้อยเช่นกัน
3	6 คน (ผู้หญิง 6 คน)	● ชอบทำกิจกรรมมากกว่าการนั่งฟังบรรยาย ● กล้าแสดงความคิดเห็น ● เมื่อต้องการความช่วยเหลือจะซักถามสิ่งที่ไม่เข้าใจจากครู ● ไม่มีผู้นำกลุ่มชัดเจน ● สมาชิกทุกคนให้ร่วมมือกันทำงานดี และมีความรับผิดชอบ ต่องานที่มอบหมาย มีความกระตือรือร้น
4	5 คน (ผู้หญิง 5 คน)	● ชอบทั้งการบรรยายเนื้อหาและการทำกิจกรรม สนุกสนาน กับการเรียนในห้องเรียน ● กล้าแสดงความคิดเห็น ● ต้องการคำชี้แนะจากครูเล็กน้อยก็สามารถทำงานได้ ● ไม่มีผู้นำกลุ่มชัดเจน แต่ทุกคนแบ่งหน้าที่ตามความถนัด ● สมาชิกทุกคนให้ร่วมมือกันทำงานดี และมีความรับผิดชอบ ต่องานที่มอบหมาย ● มีความกระตือรือร้นมาก

ตาราง 34 (ต่อ)

กลุ่มที่	สมาชิก	ข้อมูลทั่วไป
5	5 คน (ผู้ชาย 1 คน และ ผู้หญิง 4 คน)	● ชอบทั้งการบรรยายเนื้อหาและการทำกิจกรรม ● กล้าแสดงความคิดเห็น ● ต้องการคำชี้แนะจากครูเล็กน้อยก็สามารถทำงานได้ ● ผู้นำกลุ่มจะคอยแบ่งหน้าที่ให้สมาชิก ● สมาชิกทุกคนให้ร่วมมือกันทำงานดี และมีความรับผิดชอบ ต่องานที่มอบหมาย ● มีความกระตือรือร้น
6	6 คน (ผู้ชาย 2 คน และ ผู้หญิง 4 คน)	● ชอบทั้งการบรรยายเนื้อหาและการทำกิจกรรม ● กล้าแสดงความคิดเห็น ● ต้องการคำชี้แนะจากครูเล็กน้อยก็สามารถทำงานได้ ● ผู้นำกลุ่มจะคอยแบ่งหน้าที่และวางแผนการทำกิจกรรมให้ สมาชิกแต่ละคน ● สมาชิกทุกคนให้ร่วมมือกันทำงานดี และมีความรับผิดชอบ ต่องานที่มอบหมาย ● มีความกระตือรือร้นมาก
7	5 คน (ผู้ชาย 3 คน และ ผู้หญิง 2 คน)	● ชอบทำกิจกรรมมากกว่าการนั่งฟังบรรยาย ● ต้องการความช่วยเหลือและให้ครูคอยชี้แนะบางครั้ง ● ผู้นำกลุ่มจะคอยดูแลและแบ่งงานแก่สมาชิก ● สมาชิกทุกคนให้ร่วมมือกันทำงานดี และมีความรับผิดชอบ ต่องานที่มอบหมาย ● มีความกระตือรือร้น
8	5 คน (ผู้ชาย 1 คน และ ผู้หญิง 4 คน)	● ชอบการเรียนรู้ที่ไม่ต้องทำกิจกรรมเยอะ เช่น นั่งฟังเฉยๆ ● ต้องการความช่วยเหลือแต่ไม่ขอความช่วยเหลือ จะคอย สังเกตและทำตามกลุ่มอื่น ● ผู้นำกลุ่มจะทำเองทุกอย่างโดยแบ่งหน้าที่ให้สมาชิกคนอื่น ● สมาชิกแต่ละคนไม่ค่อยรู้บทบาทของตนเอง มีความ รับผิดชอบต่องานน้อยมาก และมีความกระตือรือร้นน้อย คอยต้องคอยกระตุ้นและให้ความช่วยเหลือ

จากตาราง 25, 27 และ 34 พบว่า ลักษณะพฤติกรรมของกลุ่มที่ส่งผลเชิงบวกต่อความสามารถในการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ และการเรียนรู้ร่วมกัน มีลักษณะดังนี้ ชอบทั้งการเรียนด้วยการรับฟังการบรรยายเนื้อหาและการทำกิจกรรม สนุกสนานกับการเรียนในห้องเรียน กล้าแสดงความคิดเห็น มีความกระตือรือร้น สมาชิกทุกคนให้ร่วมมือกันทำงานดี และมีความรับผิดชอบต่องานที่มอบหมาย จะมีหรือไม่มีผู้นำกลุ่มก็ได้ ซึ่งในทางตรงกันข้ามลักษณะของกลุ่มที่ไม่เอื้อต่อการพัฒนาความสามารถในการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ และการเรียนรู้ร่วมกัน มีลักษณะดังนี้ ชอบการเรียนรู้ที่ไม่ต้องทำกิจกรรมเยอะ ชอบนั่งฟังเฉยๆ สมาชิกแต่ละคนไม่รับบทบาทของตนเอง มีความรับผิดชอบต่องานน้อยมาก ไม่มีความกระตือรือร้น และต้องการผู้นำกลุ่ม



บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) มีสาระสำคัญของการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. คำถามงานวิจัย

1. รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ส่งผลต่อความเข้าใจมโนทัศน์เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ หรือไม่ อย่างไร
2. รูปแบบการจัดการเรียนรู้ วิชาฟิสิกส์ ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ส่งผลต่อความสามารถในการให้เหตุผลอย่างไม่มีเป็นทางการ ความสามารถในการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ การเรียนรู้ร่วมกัน และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์หรือไม่ อย่างไร

2. ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ วิชาฟิสิกส์ ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมความเข้าใจมโนทัศน์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ความสามารถในการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการให้เหตุผลอย่างไม่มีเป็นทางการ การเรียนรู้ร่วมกัน และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์
2. เพื่อศึกษาผลจากการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ วิชาฟิสิกส์ ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ในด้าน
 - 2.1 ความเข้าใจมโนทัศน์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่
 - 2.2 ความสามารถในการให้เหตุผลอย่างไม่มีเป็นทางการ
 - 2.3 ความสามารถในการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์
 - 2.4 การเรียนรู้ร่วมกัน
 - 2.5 เจตคติต่อวิทยาศาสตร์

3. สมมติฐานในการวิจัย

1. นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้ วิชาฟิสิกส์ ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยความเข้าใจมโนทัศน์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและสูงกว่ากลุ่มควบคุม
2. นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้ วิชาฟิสิกส์ ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการให้เหตุผลอย่างไม่มีเป็นทางการหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและสูงกว่ากลุ่มควบคุม

3. นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้ วิชาฟิสิกส์ ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ มีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ อยู่ในระดับดีขึ้นไป

4. นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้ วิชาฟิสิกส์ ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ มีค่าเฉลี่ยการเรียนรู้ร่วมกันอยู่ในระดับดีขึ้นไป

5. นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้ วิชาฟิสิกส์ ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ มีค่าเฉลี่ยเจตคติต่อวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดีขึ้นไป

4. วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยดำเนินการโดยใช้กระบวนการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) ประกอบด้วย 4 ขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาเอกสารแนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย

1. ศึกษานโยบายและแนวคิดในการจัดการศึกษาในระดับชาติและระดับนานาชาติ
2. ศึกษาสภาพการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่วิชาฟิสิกส์ โดยได้ทำการศึกษาจาก 3 กิจกรรม ดังนี้

2.1 ศึกษาจากเอกสาร หนังสือ บทความและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสภาพการเรียนรู้ การสอน รูปแบบการจัดการเรียนรู้การพัฒนาความเข้าใจโน้ตส์ ลักษณะของกิจกรรม และแนวทางการวัดและประเมินผล

2.2 สัมภาษณ์ของผู้เรียนเกี่ยวกับความเข้าใจโน้ตส์ แรงและการเคลื่อนที่

2.3 สัมภาษณ์สภาพการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของครูผู้สอน แรงและการเคลื่อนที่

3. ศึกษาเอกสาร แนวคิด ทฤษฎี บทความ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับ การพัฒนาความเข้าใจโน้ตส์ วิชา ฟิสิกส์ การพัฒนาการให้เหตุผล และ รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์

ขั้นตอนที่ 2 การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ วิชาฟิสิกส์ ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์

1. การสร้างรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์
2. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. ประเมินรูปแบบและเครื่องมือโดยผู้เชี่ยวชาญ

ขั้นตอนที่ 3 การทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ วิชาฟิสิกส์ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์โดยศึกษานำร่อง

นำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไข แล้วมาทำการศึกษานำร่องกับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 โรงเรียนเฉลิมพระเกียรติพระศรีนครินทร์ ศรีสะเกษ ในพระราชูปถัมภ์สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี สังกัดสำนักงานเขตมัธยมศึกษาเขต 28 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 30 คน

โดยทำการศึกษานำร่อง เป็นเวลา 7 สัปดาห์ ระหว่างวันที่ 13 มกราคม – วันที่ 27 กุมภาพันธ์ 2557 ทั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพิจารณาความเหมาะสมของเนื้อหา ลำดับขั้นตอนของการนำเสนอ เวลาในการจัดกิจกรรม สื่อและอุปกรณ์ บรรยากาศในชั้นเรียน และปัญหาและอุปสรรคที่อาจเกิดขึ้นระหว่างทำการเรียนการสอนซึ่งหากมีข้อบกพร่องผู้วิจัยจะได้ทำการปรับปรุงและแก้ไขก่อนนำไปทดลองเก็บข้อมูลจริง

ขั้นตอนที่ 4 การนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ วิชาฟิสิกส์ ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ไปทดลองใช้จริง

เป็นการนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์มาทดลองจริง เพื่อเก็บข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยโดยเป็นการทดลองแบบกึ่งทดลอง และมีแบบแผนการทดลองแบบกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมที่ไม่เท่าเทียมกัน วัดผลก่อนและหลังการทดลอง กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสตรีศรีสุริโยทัย สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 28 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 2 ห้องเรียนแบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 1 ห้อง จำนวน 44 คน และกลุ่มควบคุม 1 ห้อง จำนวน 45 คน ในการเก็บรวบรวมข้อมูลวิจัย ดำเนินการโดยใช้เวลา 10 สัปดาห์ ระหว่างวันที่ 3 มิถุนายน – วันที่ 16 กันยายน 2557

5. สรุปผลการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ สามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

5.1 ผลการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ แบบ 2I3C สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

จากการพัฒนาจึงทำให้ได้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) หลักการของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ 2) จุดมุ่งหมายของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ 3) กระบวนการเรียนการสอนตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์และ 4) การวัดและประเมินผล เป็นการจัดการเรียนรู้ ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นนำเข้าสู่ประเด็น (Introduce the issues : I) 2) ขั้นกำหนดหัวข้อในการโต้แย้ง (Identify the point : I) 3) ขั้นเก็บรวบรวมหลักฐาน (Collect the evidences :C) 4) ขั้นสร้างการโต้แย้ง (Construct the argumentation : C) และ 5) ขั้นสื่อสารคำอธิบายไปยังผู้อื่น (Communicate the explanation to others : C) จึงเรียกรูปแบบที่พัฒนาขึ้นนี้ว่า “แบบ 2I3C”

นอกจากนี้ยังได้ คู่มือการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ และสื่อประกอบการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ ที่ประกอบด้วยใบความรู้ ใบกิจกรรม ใบงาน แบบบันทึกการสร้างข้อโต้แย้ง ใบสถานการณ์ที่ใช้ในการกำหนดหัวข้อในการโต้แย้ง คลิปข่าว หรือสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน ซึ่งสามารถนำไปใช้จัดการเรียนรู้ได้

5.2 ผลการทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ แบบ 2I3C สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

เมื่อนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ ไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง ปรากฏผลดังนี้

5.2.1 ด้านความเข้าใจในทศน์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่

รูปแบบการจัดการเรียนรู้ วิชา ฟิสิกส์ ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ แบบ 2I3C ส่งผลให้นักเรียนมีความเข้าใจในทศน์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ สูงขึ้นโดยคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน และหลังเรียนของกลุ่มทดลองแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้เนื้อหาที่มีร้อยละของคะแนนเฉลี่ยความเข้าใจในทศน์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ หลังเรียนมากที่สุด คือ แรง มวล และน้ำหนัก รองลงมาคือ ปริมาณที่เกิดจากการเคลื่อนที่ของวัตถุ และแรงตึงในเส้นเชือก ส่วนเนื้อหาที่มีร้อยละของคะแนนเฉลี่ยต่ำที่สุด คือ การเคลื่อนที่ 1 มิติด้วยความเร่งคงที่ในแนวดิ่ง รองลงมา คือ แรงเสียดทาน และกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตันและเมื่อพิจารณาจากร้อยละของความก้าวหน้า พบว่าเนื้อหาที่มีร้อยละความก้าวหน้าของคะแนนเฉลี่ยมากที่สุด คือ แรงตึงในเส้นเชือก ส่วนเนื้อหาที่มีความก้าวหน้าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ ปริมาณที่เกิดจากการเคลื่อนที่ของวัตถุ และการเคลื่อนที่ 1 มิติด้วยความเร่งคงที่ ในแนวดิ่ง

5.2.2 ด้านความสามารถในการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ

รูปแบบการจัดการเรียนรู้ วิชา ฟิสิกส์ ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ แบบ 2I3C ส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ สูงขึ้น โดยคะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนั้นยังส่งผลต่อระดับการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการสูงขึ้น โดยหลังเรียนจำนวนนักเรียนที่ให้เหตุผลในระดับที่เป็นเหตุเป็นผล มีมากขึ้น

ส่วนสถานการณ์ที่นักเรียนสามารถ แสดงการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการได้ดี คือ สถานการณ์การสวมหมวกนิรภัย ขณะใช้รถจักรยานยนต์ การใช้โทรศัพท์ขณะขับรถ และการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศตามลำดับ และเมื่อพิจารณาจากรูปแบบของการแสดงการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย มากไปน้อยใน การแสดงแนวคิด การสร้างข้อโต้แย้ง สนับสนุนการสร้างข้อคัดค้านและการสร้างข้อโต้แย้งกลับตามลำดับ

5.2.3 ด้านความสามารถในการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์

นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้ วิชา ฟิสิกส์ ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ แบบ 2I3C จากการประเมินระหว่างเรียน 8 ครั้ง ตามจำนวนแผนการจัดการเรียนรู้ พบว่า คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ โดยภาพรวม อยู่ในระดับที่สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (ระดับดี) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีแนวโน้มสูงขึ้น แต่หากพิจารณาเป็นรายครั้ง

พบว่า มีแนวโน้มลดลง 2 ช่วง คือ ครั้งที่ 1-3 และครั้งที่ 7-8 และมีแนวโน้มสูงขึ้นในครั้งที่ 4 -6 เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยตามกลุ่ม พบว่า ทุกกลุ่มอยู่ในระดับ ดี (คะแนนเฉลี่ย 10.51) ขึ้นไป ยกเว้นกลุ่มที่ 2 อยู่ในระดับพอใช้ โดยมีคะแนนเฉลี่ย 10.09

5.2.4 ด้านการเรียนรู้ร่วมกัน

นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้วิชา ฟิสิกส์ ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ มีค่าเฉลี่ยการเรียนรู้ร่วมกันโดยภาพรวมสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (ระดับดี) ขึ้นไป อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยกลุ่มที่มีการเรียนรู้ร่วมกันสูงกว่าค่าเฉลี่ยโดยรวม ได้แก่ กลุ่มที่ 4, 5 และ 6 ส่วนอีก 5 กลุ่มที่เหลือมีคะแนนต่ำกว่า ค่าเฉลี่ยโดยรวม เมื่อพิจารณาจากประเด็นที่นำมาใช้เป็นเกณฑ์ในการประเมิน พบว่า ประเด็นที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ ด้านความร่วมมือในการทำงาน ส่วนประเด็นที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด คือ ด้านความสำเร็จของผลงาน

จากข้อมูลค่าเฉลี่ยของการสังเกตชั้นเรียนของครูผู้ร่วมวิจัยที่เข้าร่วมสังเกตการดำเนินกิจกรรมระหว่างที่นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ โดยในภาพรวมผลการประเมินการดำเนินกิจกรรมอยู่ในระดับดี เมื่อจำแนกรายด้านแล้ว พบว่า การประเมินด้านสื่อและอุปกรณ์ อยู่ในระดับดีมาก ส่วนด้านบรรยากาศในชั้นเรียน ด้านผู้เรียน และด้านรูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้ อยู่ในระดับดี และหัวข้อการประเมินที่มีคะแนนเฉลี่ยสูงสุดมี 3 รายการได้แก่ 1) กิจกรรมมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ฝึกค้นคว้ารวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ และแปลความหมายข้อมูล 2) มีสื่อประกอบการจัดการเรียนรู้ที่หลากหลายและ 3) สื่อที่นำมาใช้มีความเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน และหัวข้อการประเมินที่มีคะแนนเฉลี่ยต่ำสุด คือ กิจกรรมมีความเชื่อมโยง ประยุกต์ใช้กับนวัตกรรมเพื่อแก้ปัญหา และให้เหตุผลต่อสถานการณ์

5.2.5 ด้านเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ มีค่าเฉลี่ยเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ในภาพรวมและรายด้าน สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (ระดับดี) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

6. อภิปรายผล

6.1 การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์

รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์แบบ 2I3C ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นสามารถนำไปใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้เป็นอย่างดี ทั้งนี้เพราะการพัฒนารูปแบบนั้นดำเนินอย่างเป็นขั้นตอน กล่าวคือ ผู้วิจัยได้เริ่มพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้จากการศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ภายใต้ทฤษฎีสรคนิยม (Constructivism) และการเรียนรู้ที่ใช้การสืบเสาะหาความรู้เป็นฐาน โดยใช้เนบริบทที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์กับสังคมซึ่งจะทำให้การเรียนรู้ที่มีความหมายกับผู้เรียนอย่างแท้จริง นอกจากนั้นผู้วิจัยทำการสำรวจความเข้าใจทัศนคติของนักเรียน และสำรวจสภาพการจัดการเรียนรู้ของครู เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ แล้ว ทำการวิเคราะห์เพื่อใช้เป็นกรอบใน

การพัฒนา รูปแบบการจัดการเรียนรู้ ซึ่งทำให้ได้รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ที่ใช้ การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ซึ่งเรียกว่า แบบ 213C ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ชี้นำเข้าสู่ประเด็น (Introduce the issues) 2) ชี้นำกำหนดหัวข้อในการโต้แย้ง (Identify the point) 3) ชี้นำเก็บรวบรวมหลักฐาน (Collect the evidences) 4) ชี้นำสร้างการโต้แย้ง (Construct the argumentation) และ 5) ชี้นำสื่อสารคำอธิบายไปยังผู้อื่น (Communicate the explanation to others) สอดคล้องกับแนวคิดในการพัฒนา รูปแบบการจัดการเรียนรู้ของ จอยซ์และวิล (Joyce; & Weil. 1996: 80-88; อ้างอิงจาก ทิศนา ขัมมณี. 2553: 248-250) แนวทางในการพัฒนาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามตัวชี้วัดในสาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (กระทรวงศึกษาธิการ. 2551) และแนวปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์และวิศวกรรม ตาม NGSS (NRC. 2013) ที่ให้ความสำคัญกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งพัฒนาปฏิสัมพันธ์ทางสังคม เพื่อฝึกให้นักเรียนสามารถอยู่ร่วมกันในสังคมโดยการเรียนรู้ร่วมกัน ซึ่งเป็นเป็นทักษะที่สำคัญที่จะใช้ในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 และมุ่งพัฒนากระบวนการคิดเพื่อฝึกให้นักเรียนมีทักษะในการสืบเสาะหาข้อมูล พัฒนาความสามารถทางสมองโดยเฉพาะการมีเหตุผล และการลงข้อสรุปจากข้อค้น พบด้วยตนเอง (วิถิณา ประชากุล ; และประสาท เนื่องเฉลิม . 2554: 112)

รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์แบบ 213C ได้รับการประเมินความสอดคล้องและความเหมาะสมของรูปแบบโดยผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งผู้วิจัยได้ปรับปรุงและแก้ไขตามข้อเสนอแนะ เพื่อให้รูปแบบการจัดการเรียนรู้มีคุณภาพ และมีการนำไปศึกษานำร่อง เพื่อพิจารณาความเป็นไปได้ของรูปแบบ ความเหมาะสมของเวลาและกิจกรรมการเรียนรู้ ก่อนนำไปทดลองใช้จริง ดังนั้นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น จึงมีความเหมาะสมนำไปใช้ได้ตามวัตถุประสงค์

6.2 ผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ที่มีต่อความเข้าใจโมทัศน์เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลสรุปว่านักเรียนที่เรียนจากรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ แบบ 213C มีคะแนนเฉลี่ยความเข้าใจโมทัศน์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่หลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียนและสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เพราะการใช้กิจกรรมการโต้แย้งในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์นั้น มุ่งส่งเสริมการเรียนรู้ที่มีความหมาย โดยกิจกรรมการเรียนรู้ต้องมีความเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันของนักเรียน จึงจะทำให้ นักเรียนใช้ความเข้าใจเกี่ยวกับโมทัศน์ต่าง ๆ เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา หรือการตัดสินใจยอมรับหรือปฏิเสธต่อประเด็นที่เกี่ยวข้อง ด้วยการนำเสนอต่อผู้อื่นในรูปแบบทั้งการพูดและการเขียน (Sampson; & Blanchard. 2012: 1124) โดยผู้วิจัยได้ออกแบบกิจกรรมที่มุ่งเน้นให้นักเรียนนำความเข้าใจโมทัศน์ มาใช้ในการตัดสินใจที่จะยอมรับหรือเชื่อตามแนวคิดทางเลือกใดทางเลือก หนึ่ง จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ โดยในขั้นที่ 4 ขั้นการสร้าง

การโต้แย้ง นักเรียนได้ร่วมอภิปรายภายในกลุ่มและนำเสนอแนวคิดที่กลุ่มตนเองเลือกผ่านการนำเสนอหน้า ชั้นเรียนเพื่อแลกเปลี่ยนแนวคิด และในขั้นที่ 5 ขั้นการสื่อสารคำอธิบายไปยังผู้อื่น นักเรียนต้องสรุปความเข้าใจโมทัศน์ที่ได้เรียนรู้ในรูปแบบผังมโนทัศน์ ดังนั้นการที่นักเรียนจะสามารถตัดสินใจเลือกแนวคิดทางเลือกใดก็ตามนักเรียนต้องใช้ความเข้าใจ โมทัศน์เป็นเหตุผลประกอบการตัดสินใจ หากนักเรียนคนใดมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนครูสามารถแก้ไขให้นักเรียนเข้าใจอย่างถูกต้องได้ทันที จึงส่งผลให้นักเรียนมีความเข้าใจโมทัศน์สูงขึ้น เพราะการใช้การโต้แย้งในการเรียนการสอนฟิสิกส์นั้น ไม่เพียงแต่มุ่งเน้นการอธิบายจากทฤษฎี กฎ แบบจำลอง และโมทัศน์ต่าง ๆ เท่านั้น แต่ครูต้องจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจในกระบวนการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ด้วย (Sampson; & Blanchard. 2012: 1124) สอดคล้องกับ ผลการวิจัยของ ดอร์สัน และเวนไวล์ (Dawson; & Venville. 2010) ได้สำรวจผลของการใช้กิจกรรมการโต้แย้งที่ใช้ชั้นเรียนเป็นฐานที่มีต่อความเข้าใจโมทัศน์ เรื่อง พันธุศาสตร์ ของนักเรียนเกรด 10 โดยแบ่งเป็นห้องทดลอง 2 ห้อง และห้องควบคุม 2 ห้อง พบว่า นักเรียนทั้งสองกลุ่มมีความเข้าใจโมทัศน์ เรื่อง พันธุศาสตร์สูงขึ้น แต่กลุ่มทดลองมีคะแนนสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญซหาร์และเนเมท (Zohar; & Nemet. 2002) ได้ศึกษาผลจากการใช้กิจกรรมการโต้แย้งในประเด็นที่มีการถกเถียงเกี่ยวกับ พันธุกรรมมนุษย์ ที่มีต่อความเข้าใจโมทัศน์วิชาชีววิทยา ของนักเรียนเกรด 9 พบว่า กิจกรรมการเรียนรู้อันที่ใช้การโต้แย้งส่งเสริมทั้งความเข้าใจโมทัศน์วิชาชีววิทยาและความสามารถในการโต้แย้ง โดยนักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนความเข้าใจโมทัศน์วิชาชีววิทยาสูงกว่าก่อนเรียนและสูงกว่ากลุ่มควบคุมและนักเรียนที่มีคะแนนความเข้าใจโมทัศน์สูงจะสามารถสร้างข้อโต้แย้งที่ดีด้วยเช่นกัน ทำนองคล้ายกัน กิตติมา พันธุ์พุกษา (2555) ได้การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน วิทยาศาสตร์ที่เน้นวิธีการสอนโดยใช้บริบทเพื่อส่งเสริมการคิดวิเคราะห์และการนำความรู้ไปใช้ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วย รูปแบบFEACA มีคะแนนความเข้าใจโมทัศน์และการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ และสูงกว่าการเรียนการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญ

เมื่อพิจารณารายเนื้อหา พบว่าเนื้อหาที่มีร้อยละของคะแนนเฉลี่ยความเข้าใจโมทัศน์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ หลังเรียนสูงที่สุด คือ แรง มวล และน้ำหนัก ทั้งนี้เพราะผู้วิจัยได้ออกแบบกิจกรรมให้มีการทดลองที่ใกล้เคียงกับเหตุการณ์ในชีวิตประจำวัน กล่าวคือ กิจกรรมเป็นการชั่งมวลจากเครื่องชั่ง ชั่งน้ำหนักจากเครื่องชั่งสปริง และวัดขนาดของแรงและแรงลัพธ์ด้วยเครื่องชั่งสปริง นอกจากนั้นในขั้นการสร้างการโต้แย้งจากสถานการณ์ที่มีชื่อว่า “มองต่างมุม” ซึ่งมีแนวคิดทางเลือก 4 แนวคิด จึงทำให้เกิดประเด็นการอภิปรายเพื่อสร้างความเข้าใจอย่างลึกซึ้ง ส่วนเนื้อหาที่มีร้อยละของคะแนนเฉลี่ยต่ำที่สุด คือ การเคลื่อนที่ 1 มิติด้วยความเร่งคงที่ในแนวตั้ง ทั้งนี้เพราะจากกิจกรรมในขั้นการเก็บรวบรวมหลักฐาน ผู้วิจัยได้ กำหนดข้อมูลสมมติในการปล่อยวัตถุให้ตกอย่างอิสระจากหน้าผาสูง โดยกำหนดค่าเวลาและระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ได้ ณ เวลาที่ต่างกัน แล้ว ให้นักเรียนคำนวณหาอัตราเร็วเฉลี่ยในแต่ละจุด หลังจากนั้นนำอัตราเร็วเฉลี่ยในแต่ละจุดไปเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเร็วเฉลี่ยกับเวลา เพื่อหาความชันของกราฟ ต่อไป ซึ่งความชันของกราฟ

จากสถานการณ์ที่แทนความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก (g) ซึ่งพบว่านักเรียนมีปัญหาเกี่ยวกับการเขียนกราฟ ประกอบกับกิจกรรมการเรียนรู้มีความเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ในชีวิตประจำวันน้อย จึงส่งผลต่อความเข้าใจในมโนทัศน์นี้ค่อนข้างต่ำ และเมื่อพิจารณาจากร้อยละของความก้าวหน้า พบว่าเนื้อหาที่มีร้อยละความก้าวหน้าของคะแนนเฉลี่ยมากที่สุด คือ แรงดึงในเส้นเชือก ทั้งนี้เพราะ นอกเหนือจากกิจกรรมการทดลองแล้วผู้วิจัยได้เพิ่มเติมตัวอย่าง การเขียน และวิเคราะห์แรงที่เกี่ยวข้องกับวัตถุ ด้วยการแผนภาพอิสระ (Free Body Diagram) จึงทำให้นักเรียนมีความเข้าใจมากขึ้น ส่วนเนื้อหาที่มีความ ก้าวหน้าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยต่ำ ที่สุด คือ ปริมาณที่เกิดจากการเคลื่อนที่ของวัตถุ ทั้งนี้เพราะในขั้นการเก็บรวบรวมหลักฐาน กิจกรรมเป็นการให้สมาชิกแต่ละคนในกลุ่มไปศึกษาความหมาย และทำความเข้าใจวิธีการคำนวณหาปริมาณต่าง ๆ จากกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ โดยที่แต่ละกลุ่มจะทำหน้าที่ในการเป็นผู้เชี่ยวชาญในแต่ละเรื่องที่แตกต่างกัน ประกอบด้วย 4 กลุ่มผู้เชี่ยวชาญตามปริมาณการเคลื่อนที่ ได้แก่ ตำแหน่ง ระยะทางและการกระจัด อัตราเร็วและความเร็ว และความเร่ง ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้พบว่า นักเรียนมีความเข้าใจในตำแหน่ง และ ระยะทาง และการกระจัด ส่วนอัตราเร็วและความเร็ว และความเร่ง นักเรียนมีความเข้าใจไม่มากนัก ดังนั้นครู จึงต้องมีการอธิบายเพิ่มเติม และอีกหนึ่งมโนทัศน์ที่มีร้อยละความก้าวหน้าของคะแนนเฉลี่ยต่ำที่สุด คือ การเคลื่อนที่ 1 มิติด้วยความเร่งคงที่ ในแนวตั้งซึ่งทั้งก่อนเรียนและหลังเรียนต่างมีคะแนนเฉลี่ยค่อนข้างต่ำ ทั้งนี้เพราะส่วนหนึ่งมาจากกิจกรรมที่ไม่ใช้สถานการณ์ในชีวิตประจำวันหรือสถานการณ์จริงนักเรียนจึง ไม่เข้าใจเท่าที่ควร เพราะผู้วิจัยพบว่าหากมีการนำเสนอสถานการณ์ที่ใกล้เคียงกับชีวิตประจำวันมาให้นักเรียนศึกษาจะทำให้นักเรียนเข้าใจมโนทัศน์ได้ดีกว่าการกำหนดข้อมูลสมมติ แล้วทำการคำนวณ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของแซมป์สัน และบลันชาร์ด (Sampson; & Blanchard. 2012: 1124) จากผลการศึกษา ด้านมโนทัศน์ เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ พบว่าความเข้าใจของนักเรียนมีลักษณะคล้ายคลึงกับผล การศึกษาของ ขจรศักดิ์ บัวระพันธ์ และ เพ็ญจันทร์ ชิงห์ (2550) และนิวัฒน์ ศรีสวัสดิ์ และคณะ (2548) ที่พบว่า นักเรียนอาจมี มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในประเด็นดังต่อไปนี้ การใช้ปริมาณทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้องกับแรงและการเคลื่อนที่ แรงขับภายในของวัตถุ แรงจากการกระทำแรงคู่กิริยา- ปฏิกิริยา และอิทธิพลจากแรงเสียดทานหรือแรงโน้มถ่วงของโลก ที่มีต่อการเคลื่อนที่ การศึกษาของบารัคตาร์ (Bayraktar. 2009) พบว่ามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักศึกษาวิชาชีพครูชาวตุรกี ได้แก่ แรงขับภายในของวัตถุและแรงจากการกระทำ และการสำรวจแนวคิดและรูปแบบความคิดของผู้เรียนระดับมัธยมศึกษาของ ไจมอเยียนนิส และคอมิส (Jimoyiannis; & Komis. 2003) เกี่ยวกับแรงและการเคลื่อนที่ ภายใต้อิทธิพลของแรงโน้มถ่วงเพียงอย่างเดียว พบว่าแนวคิดส่วนใหญ่ของผู้เรียนคิดว่า แรงที่กระทำต่อลูกบอลในตอนเริ่มต้นยังคงออกกระทำต่อลูกบอลขณะเคลื่อนที่ด้วย

6.3 ผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลสรุปว่านักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้ วิชาฟิสิกส์ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เพราะกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์มุ่งเน้นการฝึกนักเรียนตามลักษณะของการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยการสร้างคำอธิบายที่ตั้งอยู่บนพื้นฐานของเหตุและผล และการแสดงความสัมพันธ์ที่สอดคล้องกันของเหตุและผลโดยอาศัยหลักฐานหรือประจักษ์พยาน สนับสนุนให้เกิดกระบวนการทำงานเช่นเดียวกันกับนักวิทยาศาสตร์ (Wellington; & Ireson. 2012: 185) พัฒนาความสามารถในการสื่อสาร และพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลที่นำไปสู่การตัดสินใจในประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม (BSCS. 2005: 24-25) นอกจากนั้นยังถือได้ว่าเป็นกิจกรรมทางสังคมที่ฝึกให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะการคิดเพื่อให้ผู้เรียนเป็นผู้มีความสามารถในการวิเคราะห์วิจารณ์ เข้าใจธรรมชาติของความรู้อย่างแท้จริง โดยการมุ่งเน้นให้ผู้เรียนสามารถอธิบายและแสดงเหตุผลเพื่อป้องกันคำอธิบายที่สร้างขึ้น ด้วยการอภิปรายร่วมกับเพื่อน ๆ (Kuhn. 2010: 811-812) อีกทั้งในทุกขั้นตอนของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ได้กำหนดแนวทางให้ครูได้ตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นอย่างสม่ำเสมอ รวมทั้งในกระบวนการสร้าง ข้อโต้แย้งในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้นั้น มีแบบบันทึกการสร้างข้อโต้แย้งที่เป็นคำถามปลายเปิดจำนวน 7 ข้อเป็นตัวช่วยในการนำทางสู่การเขียนข้อโต้แย้งที่ดีได้ และสุดท้ายนักเรียนสามารถใช้ทักษะการสร้างข้อโต้แย้งดังกล่าว มาใช้ในการแสดงการให้เหตุผลในรูปแบบ การแสดงแนวคิดของตนเอง การสร้างข้อโต้แย้งสนับสนุน การสร้างข้อโต้แย้งกลับ และการสร้างข้อคัดค้าน ได้ดีขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ดอร์สันและเวนไวล์ (Dawson; & Venville. 2010) ได้สำรวจผลของการโต้แย้งที่ใช้ชั้นเรียนเป็นฐานที่มีต่อการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ ของนักเรียนเกรด 10 พบว่า กลุ่มทดลองมีการอธิบายเพื่อแสดงเหตุผลอย่างไม่เป็นทางการดีขึ้น และสันติชัย อนุวรชัย (2553) ได้ศึกษาผลของใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง (Argument-Driven Inquiry : ADI) ในวิชาชีววิทยาที่มีต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และความมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยกลุ่มทดลองเรียนด้วยรูปแบบ ADI ส่วนกลุ่มควบคุมเรียนด้วยรูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E พบว่า หลังการทดลองกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และคะแนนเฉลี่ยการทดสอบความมีเหตุผลสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

การจำแนกประเภทของการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการหลังเรียนพบว่า ในภาพรวมอยู่ในระดับเหตุผลเชิงอารมณ์ (Emotive reasoning) ทั้งนี้เพราะการให้เหตุผลที่เกี่ยวข้องกับการใช้ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ จัดอยู่ในระดับการให้เหตุผลสูงสุด และการให้เหตุผลที่อยู่บนพื้นฐานของความห่วงใย ใส่ใจต่อความรู้สึกของผู้อื่น จัดอยู่ในระดับการให้เหตุผลรองลงมา ส่วนการให้เหตุผลที่ตอบสนองในทันทีต่อประเด็นปัญหา จัดเป็นระดับการให้เหตุผลที่ต่ำสุด การที่นักเรียนจะสามารถให้เหตุผลในระดับสูงได้จำเป็นต้องใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ร่วมด้วย เพราะการให้เหตุผลนั้นเป็นการอธิบายเพื่อแสดงความเชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างและหลักฐานประจักษ์ ทรัพยากรที่มีอยู่ให้สอดคล้องกัน ซึ่งหากผู้เรียนขาดความเข้าใจในโมโนทัศน์ก็จะส่งผลต่อความสามารถในการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ (Tytler; et al. 2001; & Fleming. 1986b; citing Sadler. 2004: 531) และการสร้างหลักฐานเพื่อสนับสนุนแนวคิดมีความสัมพันธ์กับความเข้าใจโมโนทัศน์และการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ (Hogan. 2002; & Zeidler; & Schafer. 1984; citing Sadler. 2004: 531) จากการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยไม่ได้มุ่งหาความสัมพันธ์ระหว่างโมโนทัศน์ กับการให้เหตุผลแต่จากผลการสังเกตพบว่าระดับของความเข้าใจโมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ส่งผลต่อระดับของการให้เหตุผลแต่ทั้งนี้ก็ขึ้นกับอีกหลายปัจจัยได้แก่ ประสบการณ์เดิม สิ่งแวดล้อมทางสังคม สิ่งแวดล้อมเชิงศีลธรรมและจริยธรรม และความเกี่ยวข้องกับเทคโนโลยี (Topçu, Yilmaz-Tüzün; & Sadler. 2010)

สำหรับการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการต่อ สถานการณ์ต่าง ๆ พบว่า สถานการณ์การสวมหมวกนิรภัยขณะใช้รถจักรยานยนต์ การใช้โทรศัพท์ขณะขับรถ และการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ มีคะแนนเฉลี่ยของการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการมากไปน้อย ตามลำดับ สำหรับการกำหนดสถานการณ์เพื่อให้ให้นักเรียนแสดงการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการนั้น ผู้วิจัยใช้เกณฑ์ในการสร้างแบบทดสอบดังนี้ 1) ต้องเป็นสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริงในสังคม และส่งผลกระทบต่อสังคมในวงกว้าง 2) องค์ความรู้หรือโมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการอธิบายต่อสถานการณ์ต้องไม่เกินระดับความรู้ตามตัวชี้วัดกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 สำหรับ สถานการณ์ การสวมหมวกนิรภัยขณะใช้รถจักรยานยนต์ มีคะแนนเฉลี่ยสูงสุดเพราะเป็นสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับนักเรียนโดยตรงเพราะกลุ่มตัวอย่างมีการใช้รถจักรยานยนต์ในชีวิตประจำวันเป็นประจำ จึงให้เหตุผลได้ดี ส่วนสถานการณ์การใช้โทรศัพท์ขณะขับรถ นั้นรองลงมาเพราะกลุ่มตัวอย่างมีอายุ 15-16 ปี ซึ่งกฎหมายของประเทศไทยพลเมืองต้องมีอายุ 18 ปี ขึ้นไปจึงจะขับรถยนต์ได้นักเรียนจึง ให้เหตุผลได้ไม่ดีเท่าที่ควร ส่วนสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ นักเรียนเห็นว่าเป็นเรื่องไกลตัว และส่งผลกระทบทางอ้อมต่อนักเรียน จึงทำให้มีข้อจำกัดในการแสดงเหตุผล ซึ่งเป็นไปตามคำกล่าวของ ลีและเกรส (Lee; & Grace. 2012: 788) ที่กล่าวว่าลักษณะของการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการไม่เพียงแต่ให้ความสำคัญกับกระบวนการคิด หรือการตัดสินใจเท่านั้น แต่ยังต้องคำนึงถึงประสบการณ์ของผู้เรียนต่อประเด็นที่ศึกษา และบริบทที่นำมาใช้ เพราะความเข้าใจในบริบทช่วยให้ผู้เรียนสร้างการตัดสินใจต่อประเด็นทางวิทยาศาสตร์กับสังคมโดยหลายงานวิจัยได้เลือกประเด็นทางวิทยาศาสตร์กับสังคม มาใช้ในการศึกษา เช่น ไข้หวัดนก พลังงานไฟฟ้านิวเคลียร์ เทคโนโลยีชีวภาพ และภาวะโลกร้อน เป็นต้น

การจำแนกระดับความสามารถในการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการโดยใช้ รูปแบบของการแสดงการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ เป็นเกณฑ์นั้น พบว่า การแสดงแนวคิด การสร้างข้อโต้แย้งสนับสนุน การสร้างข้อคัดค้าน และการสร้างข้อโต้แย้งกลับ มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนจากมากไปน้อยตามลำดับ ทั้งนี้เพราะการพัฒนาการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการในประเด็นทางวิทยาศาสตร์กับสังคม ที่จะประสบผลสำเร็จได้นั้นควรประกอบด้วย การสร้างข้อโต้แย้งสนับสนุน การสร้างข้อโต้แย้งกลับ และการสร้างข้อคัดค้าน ซึ่งความสามารถในการสร้างข้อคัดค้านนี้เองที่เป็นตัวแสดงให้เห็นถึงความสามารถในการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ (Sadler; & Zeidler. 2004; citing Wu; & Tsai. 2011: 785) เมื่อพิจารณาถึงร้อยละของความก้าวหน้าพบว่า นักเรียน มีการพัฒนาการสร้างข้อคัดค้านต่ำที่สุด เพราะการพัฒนาให้ผู้เรียนสามารถสร้างข้อคัดค้านได้นั้นเป็นเรื่องยาก เพราะการที่นักเรียนจะสามารถสร้างข้อคัดค้านได้ดีเกี่ยวข้องกับ ความเข้าใจโมทัศน์ และนอกจากนั้นยังเกี่ยวข้องกับประสบการณ์เดิมของนักเรียนที่มีต่อสถานการณ์หรือประเด็นนั้น จึงมีข้อเสนอแนะให้มีการพัฒนาความเข้าใจโมทัศน์เพราะสามารถนำไปสู่การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการตามมา (Wu; & Tsai. 2007; citing Wu; & Tsai. 2011: 772)

6.4 ผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ที่มีต่อความสามารถในการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์

ผลการทดลองสรุป ได้ว่า นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้ วิชาฟิสิกส์ ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ จากการประเมินระหว่างเรียน 8 ครั้ง ตามแผนการจัดการเรียนรู้ นั้น คะแนนเฉลี่ย ความสามารถในการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นคะแนนรายกลุ่ม โดยภาพรวมอยู่ในระดับสูงกว่าระดับดี ซึ่งเป็นเกณฑ์ที่กำหนด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีแนวโน้มสูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เพราะรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ได้ พัฒนากิจกรรมที่มุ่งส่งเสริมกระบวนการหาคำตอบหรือลงข้อสรุปที่ต้องการการพิสูจน์ ซึ่งคำตอบของสถานการณ์อาจมีได้หลายอย่าง ทั้งนี้เพื่อให้นักเรียนได้เข้าใจธรรมชาติของความรู้อย่างแท้จริง ตลอดจนพัฒนาข้ออธิบายและแสดงเหตุผลเพื่อป้องกันข้ออธิบายที่สร้างขึ้น ด้วยการอภิปรายร่วมกับเพื่อน ๆ ได้ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดที่ว่า การเรียนรู้ด้วยรูปแบบการโต้แย้ง นอกเหนือจากนักเรียนจะได้พัฒนาทักษะการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ และการให้เหตุผลแล้ว ยังเป็นสร้างการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น ส่งเสริมความสัมพันธ์ด้านมิติทางสังคม ความเชื่อ ค่านิยมที่นำไปสู่การตัดสินใจต่อประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคมต่อไป (Nussbaum; & Sinatra. 2003: 385-386; & Eskin; & Ogan. 2009: 63) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ แซมป์สัน กรูมส์ และวอล์คเกอร์ (Sampson; Grooms; & Walker. 2010) ที่ได้ศึกษาผลของการใช้ชุดปฏิบัติการด้วยรูปแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง (ADI) ที่มีต่อความสามารถในการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์และคุณภาพของการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ผ่านการเขียนรายงานการทดลอง โดยทำปฏิบัติการ 15 กิจกรรม และทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มขนาดเล็ก พบว่า หลังจากใช้เวลาเรียน 18 สัปดาห์ พบว่านักเรียนมีความรับผิดชอบสูงขึ้น และสามารถสร้างข้อโต้แย้งได้ดีขึ้น

โดยเมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยความสา มารถในการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ ตามช่วง เวลา พบว่า คะแนนเฉลี่ยมีแนวโน้มลดลง 2 ช่วง คือ ครั้งที่ 1-3 และครั้งที่ 7-8 ทั้งนี้เพราะ ในช่วงที่ มีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1-3 นั้น เนื้อหาและสาระการเรียนรู้เกี่ยวกับ ปริมาณทางฟิสิกส์ และความสัมพันธ์กันของปริมาณการเคลื่อนที่ทางฟิสิกส์ในทั้งในรูปแบบสมการ และกราฟ ซึ่งนักเรียนต้องใช้เวลาในการสร้างความเข้าใจมากพอสมควร เนื่องจากในแผนการจัดการ เรียนรู้ที่ 2-3 ในขั้นที่ 3 การเก็บรวบรวมหลักฐาน นักเรียนต้องทำการทดลองแล้วนำผลที่ได้มาแสดง ความสัมพันธ์ในรูปแบบของกราฟ กล่าวคือ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง กราฟแสดงความสัมพันธ์ ปริมาณการเคลื่อนที่ กิจกรรมการทดลองเป็นการให้นักเรียนจับเวลาในการเดินไปข้างหน้าเป็นระยะ 4 เมตร แล้วหยุดเดินเป็นเวลา 4 วินาที หลังจากนั้นเดินถอยหลังมายังจุดเริ่มต้นแล้วหยุดเดิน 4 วินาที และเดินถอยหลังอีก 1 เมตร แล้วให้นำเวลากับระยะทางและการกระทำมาเขียนความสัมพันธ์ใน รูปแบบกราฟ แล้วทำการหาความชันของกราฟเพื่อแสดงอัตราเร็วเฉลี่ยและความเร็วเฉลี่ย ซึ่งพบว่า นักเรียนไม่เข้าใจการระบุค่าบนแกน x และแกน y จึงไม่สามารถลงพิกัดบนระนาบ xy ได้ นั่นเป็น เพราะนักเรียนมีทักษะต่ำในการกำหนดตัวแปร ซึ่งเป็นอุปสรรคต่อการสร้างความเข้าใจ ในทำนอง เดียวกัน แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การเคลื่อนที่ 1 มิติด้วยความเร่งคงที่ ในแนวราบ กิจกรรม การทดลองออกแบบให้นักเรียนจับเวลาในการเคลื่อนที่ของรถของเล่นบนราง PVC แล้วทำการบันทึก ข้อมูลระหว่างระยะทางที่รถของเล่นเคลื่อนที่ได้กับเวลา แล้วทำการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ เช่นเดียวกับแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ซึ่งเกิดปัญหาเช่นเดียวกัน จึงส่งผลให้นักเรียนเขียนข้อ โต้แย้งได้ไม่ดี รวมทั้งกระบวนการสร้างข้อโต้แย้งก็ไม่ได้ดีเท่าที่ควรด้วยเช่นกัน ส่วนในแผนการจัดการ เรียนรู้ที่ 7-8 นั้น ในกิจกรรมที่ผู้วิจัยได้ออกแบบไว้ให้นักเรียนมีการนำเสนอข้อโต้แย้งของตนเองใน รูปแบบที่หลากหลายมากขึ้น กล่าวคือ นอกจากนักเรียนต้องใช้กระบวนการสืบเสาะหาหลักฐาน และ ให้เหตุผล เพื่ออธิบายความสัมพันธ์ในรูปแบบการเขียนแล้ว นักเรียนต้องนำเสนอด้วยวาจาใน รูปแบบการโต้เถียง ซึ่งนักเรียนแต่ละกลุ่มต้องมีการวางแผนการทำงาน การมอบหมายบทบาทและ หน้าที่ผู้นำเสนอเป็นอย่างดี ตลอดจนรูปแบบของการแสดงหลักฐานต้องมีความชัดเจนและ เกิดขึ้น จริงในเหตุการณ์ในชีวิตประจำวัน ดังนั้นการนำเสนอข้อโต้แย้งในรูปแบบนี้นักเรียนจึงยังทำได้ไม่ดี เท่าที่ควร ส่วนคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ ที่มีแนวโน้มสูงขึ้นในครั้งที่ 4 -6 นั้น เพราะนักเรียนมีความเข้าใจในรูปแบบการเรียนรู้ที่ใช้กา รโต้แย้งมากขึ้น ประกอบกับมีช่วง ระยะเวลาเรียนที่ต่อเนื่อง โดยไม่มีกิจกรรมอื่นมากระทบกับเวลาเรียน จึงส่งผลให้นักเรียนมีคะแนน เฉลี่ยสูงขึ้น

โดยเมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ ตามกลุ่ม พบว่า เกือบทุกกลุ่มมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในระดับดี ขึ้นไป ยกเว้นกลุ่มที่ 2 มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในระดับ พอใช้ ทั้งนี้เพราะ การโต้แย้งแบบร่วมมือ (Collaborative argumentation) ที่สมาชิกภายในกลุ่ม ร่วมกันแลกเปลี่ยนแนวคิด และปรับเปลี่ยนโครงสร้างของความรู้ใหม่บนพื้นฐานของความสนใจของ กลุ่ม ซึ่งความสำเร็จและ ประสิทธิภาพของการเรียนรู้นอกจากจะขึ้นกับความสามารถเฉพาะบุคคล แล้วยังเกี่ยวข้องกับ อายุ เพศ และความสามารถในการรับรู้ของสมาชิกภายในกลุ่ม (Evagorou; &

Osborne. 2013: 212-213) โดยกลุ่มที่มีคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าเกณฑ์นั้นพบว่า สมาชิกภายในกลุ่มไม่สนใจอยากเรียนรู้ในเนื้อหา ขอบการเรียนรู้ที่ไม่ต้องทำกิจกรรมเยอะ ถึงแม้สมาชิกแต่ละคนจะแบ่งหน้าที่กันทำ แต่ยังมีความร่วมมือกันทำงานรับผิดชอบต่องาน และความกระตือรือร้นน้อยมาก จึงส่งผลให้คะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

6.5 ผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ที่มีต่อการเรียนรู้ร่วมกัน

ผลการทดลองสรุปได้ว่า นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ จากการประเมินการทำงานร่วมกันของสมาชิกภายในกลุ่ม โดยทำการประเมิน ระหว่างเรียนจำนวน 8 ครั้ง ตามแผนการจัดการเรียนรู้นั้น ค่าเฉลี่ยการเรียนรู้ร่วมกันโดยภาพรวมสูงกว่าระดับดีขึ้นไป ซึ่งเป็นเกณฑ์ที่กำหนด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เพราะรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ แบบ 2I3C นั้น มุ่งเน้นให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการที่สมาชิกทุกคนใช้ในการ สืบเสาะหาความรู้ร่วมกัน ร่วมกันสนทนาเพื่อถามตอบในขณะที่ทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มเกี่ยวกับการวางแผนการทำงาน กำหนดบทบาท และหน้าที่ ในการหาคำตอบ การ สร้างและนำเสนอข้อโต้แย้ง และนำไปสู่การลงข้อสรุปในท้ายที่สุด โดยสมาชิกทุกคนในกลุ่มต้องมีปฏิสัมพันธ์กัน สมาชิกแต่ละคนช่วยเหลือซึ่งกันและกัน แลกเปลี่ยนประสบการณ์ การร่วมมือกันทำงาน จึงจะส่งผลต่อความสำเร็จของผลงาน (Evagorou; & Osborne. 2013: 213; Rozenszayn; & Ben-Zvi Assaraf. 2011; & Sampson; & Clark. 2009: 449) ซึ่งรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์นี้ สนับสนุนแนวคิดที่เชื่อว่าการศึกษาคือเรื่องที่ซับซ้อนและเกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ในหลายมิติ และเป็นทักษะที่สำคัญที่จะใช้ในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เพราะการเรียนรู้นั้น ไม่เพียงแต่มุ่งเน้นในเนื้อหาเท่านั้น แต่ยังให้ความสำคัญกับการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นที่แตกต่างของสมาชิกภายในกลุ่ม สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นให้เคารพและให้เกียรติทีมงาน ประนีประนอมเพื่อบรรลุเป้าหมาย รับผิดชอบร่วมกันในงานที่ต้องทำร่วมกันเป็นทีมและเห็นคุณค่าของบทบาทของผู้ร่วมทีมคนอื่น ๆ ซึ่งจะส่งผลให้เกิดการเรียนรู้ร่วมกันภายในกลุ่ม (วิจารณ์ พานิช. 2555: 19; Sampson; & Clark. 2008: 449) และสอดคล้องกับงานวิจัยของ เทเลอร์ ลูกัส และวัตเทอร์ (Taylor; Lucas; & Watters. 1999) ได้ศึกษาผลของการใช้กิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์อย่างร่วมมือและความเข้าใจในโมทัศน์ของวิทยาศาสตร์กายภาพ พบว่า การเรียนรู้ร่วมกันด้วยการทำงานกลุ่มเป็นปัจจัยที่กระตุ้นให้เกิดการอภิปรายมากขึ้นและสนับสนุนให้เกิดความเข้าใจในโมทัศน์มากขึ้นเช่นกัน และงานวิจัยของไซซาริส (Psycharis. 2008) ระบุว่า การเรียนรู้ร่วมกันนั้น การสนทนาสามารถส่งเสริมทักษะการรู้คิดของผู้เรียนให้ดีขึ้นได้ การตอบคำถามที่มีหลายคำตอบโดยใช้ Cmap ของผู้เรียนนั้น ทำให้เกิดความขัดแย้งขึ้นในระหว่างการเรียนรู้ร่วมกัน แต่ผู้เรียนสามารถแก้ไขความขัดแย้งได้ดีกว่ากลุ่มที่ตอบคำถามที่มีเพียงคำตอบเดียว นอกจากนี้ การเรียนรู้ร่วมกัน เป็นวิธีการเรียนที่ทำให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมร่วมกัน ร่วมกันวางแผนศึกษาค้นคว้า โดยมีครูเป็นที่ปรึกษาและให้ความช่วยเหลือ ทำให้ผู้เรียนไม่ เคร่งเครียด สนุกสนาน กล้า

แสดงออก เกิดทักษะการค้นคว้าหาข้อมูล สร้างชิ้นงานและนำเสนอผลงานด้วยวิธีที่หลากหลาย ตลอดจนเรียนรู้นิสัยของเพื่อนและเกิดการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ซึ่งกันและกัน และสามารถแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ได้ (สุริยะ ป้องพันธ์. 2550; ไพบุลย์ วิริยะวัฒน์. 2547)

เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยการเรียนรู้ร่วมกันตามรายกลุ่ม พบว่า มีเพียง 3 กลุ่มเท่านั้นจากทั้งหมด 8 กลุ่ม ที่มีค่าเฉลี่ย การเรียนรู้ร่วมกันสูงกว่าค่า เฉลี่ยโดยรวม ทั้งนี้เพราะทั้งสามกลุ่ม มีลักษณะและความสัมพันธ์ของสมาชิกภายในกลุ่ม ดังนี้ มีความกระตือรือร้น กล้าแสดงความคิดเห็น ชอบทั้งการบรรยายเนื้อหาและการทำกิจกรรม สนุกสนานกับการเรียนในห้องเรียน สมาชิกทุกคนให้ร่วมมือกันทำงานดี และมีความรับผิดชอบต่องานที่มอบหมาย ต้องการคำชี้แนะจากครูเพียงเล็กน้อย ก็สามารถทำงานให้สำเร็จได้ และมีหรือไม่มีผู้นำกลุ่มก็ได้ ซึ่งกลุ่มที่มีคะแนนสูงนั้นมีลักษณะแบบแผนการเรียนรู้ ตรงกับแบบแผนการเรียนรู้ตามแนวคิดของ กราชาและไรซ์แมน คือ การเรียนรู้ในแบบมีส่วนร่วม แบบร่วมมือ และแบบพึ่งพา (วิชา ประชากุล; และประสาท เนืองเฉลิม 2554: 44-45) และเมื่อพิจารณาจากประเด็นที่นำมาใช้เป็นเกณฑ์ในการประเมิน พบว่า ประเด็น ที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ ด้านความร่วมมือในการทำงาน ส่วนประเด็น ที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด คือ ด้านความสำเร็จของผลงาน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ แซมป์สัน และคลาร์ก (Sampson; & Clark. 2009) ที่ได้ทำการศึกษา ผลของการเรียนรู้ร่วมกันที่มีต่อผลของการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่เรียนวิชาเคมี พบว่า กลุ่มที่ได้แย้งแบบเรียนรู้ร่วมกัน ไม่ได้สร้างข้อโต้แย้งที่ดีไปกว่ากลุ่มที่ได้แย้งด้วยตัวเอง แต่กลุ่มที่ได้แย้งแบบเรียนรู้ร่วมกันแสดงออกถึงความสามารถในการแก้ปัญหาได้ดีกว่า และแสดงให้เห็นว่าการเรียนรู้ร่วมกันมีประโยชน์ต่อการเรียนรู้ของแต่ละบุคคลแต่ไม่ส่งผลต่อความสำเร็จขั้นต้นของผลงาน

จากข้อมูลแบบสังเกตชั้นเรียนของครูผู้ร่วมวิจัยที่เข้าร่วม สังเกตการดำเนินกิจกรรมในระหว่างที่นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ โดยในภาพรวมผลการประเมินการดำเนินกิจกรรมอยู่ในระดับดี เมื่อจำแนกรายด้านแล้ว พบว่า การประเมินด้านสื่อและอุปกรณ์ อยู่ในระดับดีมาก ส่วนด้านบรรยากาศในชั้นเรียน ด้านผู้เรียน และด้านรูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้ อยู่ในระดับดี และหัวข้อการประเมินที่มีค่า เฉลี่ยสูงสุดมี 3 รายการได้แก่ 1) กิจกรรมมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ฝึกค้นคว้ารวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ และแปลความหมายข้อมูล 2) มีสื่อประกอบการจัดการเรียนรู้ที่หลากหลาย และ 3) สื่อที่นำมาใช้มีความเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน ส่วนหัวข้อการประเมินที่มีค่า เฉลี่ยต่ำสุด คือ กิจกรรมมีความเชื่อมโยง ประยุกต์ใช้มโนทัศน์เพื่อแก้ปัญหา และให้เหตุผลต่อสถานการณ์ ซึ่งแสดงให้เห็นว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์แบบ 2I3C นั้น กิจกรรมส่งเสริมให้เกิดการสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง ผ่านกระบวนการคิดและตรวจสอบของกลุ่ม แล้วนำเสนอความรู้ที่ได้จากการศึกษาร่วมกัน ทำให้เกิดปฏิสัมพันธ์กันภายในกลุ่มและสร้างความสัมพันธ์นอกกลุ่ม สอดคล้องกับงานวิจัยของ เขมณัญญ์ มิ่งศิริธรรม (2554: 439) นอกจากนั้นการจัดเตรียมสื่อประกอบกิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปอย่างเหมาะสม และสอดคล้องกับชีวิตประจำวัน สอดคล้องกับแนวคิดของไซมอน (Simon. 2011: 71-72) ที่กล่าวถึงการนำประเด็นปัญหาที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และสังคมในชีวิตจริงของผู้เรียนจะทำให้ผู้เรียนเรียนรู้อย่างมีความหมาย

แต่สถานการณ์ และกิจกรรมการทดลองที่ผู้วิจัยกำหนดในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ยังไม่เชื่อมโยงกับมโนทัศน์โดยตรง เพราะบางสถานการณ์และบางกิจกรรมจำเป็นต้องใช้มโนทัศน์หลายนามโนทัศน์ในการอธิบายและเหตุผล ดังนั้น การเรียนรู้ร่วมกันจึงมีความสำคัญต่อการโต้แย้งเชิงวิ ทยาศาสตร์ในแง่ของเป็นการทำงานร่วมกันของสมาชิกภายในกลุ่ม แสดงความคิดเห็น สร้างข้อตกลงภายในกลุ่ม ซึ่งทำให้เกิดปฏิสัมพันธ์ทางสังคมและเรียนรู้เนื้อหาวิชาไปพร้อม ๆ กัน

6.6 ผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ที่มีต่อเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

ผลการทดลองสรุปได้ว่า นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ แบบ 2I3C มีคะแนนเฉลี่ยเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ในภาพรวมและรายด้าน ในระดับดีขึ้นไป ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เพราะรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นนั้น ได้ออกแบบกิจกรรมที่กระตุ้นให้เกิดการตั้งคำถาม การคิด อภิปราย การค้นคว้าหาข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ การออกแบบและใช้อุปกรณ์ในการทดลอง การเก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูล เพื่อนำมาอธิบายและลงข้อสรุปของตนเอง จึงส่งผลให้นักเรียนเกิดความรู้สึกว่าเขา สามารถเข้าใจเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ได้โดยไม่ต้องคำนวณเพียงอย่างเดียว เกิดความสนุกสนานและอยากมีส่วนร่วมกับการทดลอง เกิดความภาคภูมิใจที่ได้แสดงความคิดเห็น แม้ความคิดนั้นจะแตกต่างจากกลุ่มอื่น และครูได้เปิดโอกาสให้แสดงเหตุผลทั้งที่เห็นด้วยและไม่เห็นด้วยกับประเด็นที่ครูนำเสนอในชั้นเรียนเห็นความสำคัญและตระหนักว่าเนื้อหาที่เรียนมีความสัมพันธ์และเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันอย่างไร สอดคล้องกับคำกล่าวของ ประมวล ศิริพันธ์แก้ว (ออนไลน์) ที่กล่าวว่า การนำรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในชั้นเรียน ไม่เพียงแต่เป็นการพัฒนาการเรียนรู้นิเทศศาสตร์ที่เกี่ยวกับเนื้อหาเท่านั้นแต่ยังรวมเอากระบวนการและเจตคติเข้าไปด้วย และ สสวท. (2555: 148-151) ได้กล่าวถึง เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ไว้ว่า เป็นความรู้สึก ความเชื่อ และการยึดถือในคุณค่าของงานด้านวิทยาศาสตร์ ที่มีผลกระทบต่อบุคคลและสังคมในด้านต่าง ๆ อันเป็นผลจากการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยผ่านกิจกรรมที่หลากหลาย สอดคล้องกับงานวิจัยของ เดเมร์ซิโอกลู และอูการ์ (Demircioğlu; & Uçar. 2012) ได้ทำการศึกษาผลของ ADI ในการทำปฏิบัติการทางฟิสิกส์ของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา ที่มีต่อเจตคติต่อการทำปฏิบัติการทางฟิสิกส์ โดยแบ่งนักศึกษาออกเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยรูปแบบ ADI และกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยการเรียนรูปแบบเดิม พบว่า เจตคติต่อการทำปฏิบัติการทางฟิสิกส์ ก่อนเรียนและหลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ

7. ข้อเสนอแนะ

จากผลการนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ แบบ 2I3C ไปใช้ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้และการวิจัยในครั้งต่อไปดังนี้

1. ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 ข้อเสนอแนะสำหรับผู้บริหารสถานศึกษา รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นนี้ สอดรับกับนโยบาย การพัฒนาผู้เรียนให้มีทั้งความรู้ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่ง สามารถใช้เป็นแนวทางในการปรับใช้กับทั้ง นักเรียนที่เรียนวิทยาศาสตร์ทั่วไปและเหมาะสมอย่างยิ่งสำหรับนักเรียนห้องเรียน พิเศษทางวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้ เพราะกิจกรรม ที่ผู้วิจัย ได้ออกแบบ ไว้ นั้นไม่เพียงส่งเสริมความเข้าใจเนื้อหาเท่านั้นแต่ยังให้ ความสำคัญกับการร่วมกันทำงานเป็นทีม ซึ่งเป็นทักษะที่จำเป็นสำหรับศตวรรษที่ 21 แต่หาก นักเรียนมีพื้นฐานด้านมโนทัศน์ ทางฟิสิกส์อยู่ในระดับที่ไม่ดี อาจมีการ ปรับลดระดับความยาก และ ความซับซ้อนของเนื้อหาลงได้ ดังนั้นผู้บริหารจึงสามารถสนับสนุนให้ครูนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ นี้ไปใช้ในห้องเรียนวิทยาศาสตร์ได้

1.2 ข้อเสนอแนะสำหรับครูวิทยาศาสตร์หรือผู้ที่สนใจนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิชา ฟิสิกส์ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ แบบ 2I3C ไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ นั้น ครูจำเป็นต้อง มีการเตรียมความพร้อมของนักเรียนในด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อน ซึ่งอย่างน้อย นักเรียนควรมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน 8 ขั้น เพราะกิจกรรมที่ผู้วิจัยได้ออกแบบ ไว้ได้มุ่งเน้นให้นักเรียนสามารถหาคำตอบได้หลากหลาย และผู้วิจัยได้ปรับให้เข้ากับนักเรียนกลุ่ม ตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักเรียนห้องเรียนดี ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่านักเรียน จำเป็นต้องมีทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์มาก่อน ไม่เช่นนั้นแล้วอาจใช้เวลามากเกินไปในการเรียน ซึ่งอาจทำให้นักเรียน เกิดความกังวลได้ อีกทั้งครูต้องเตรียมสื่อ และอุปกรณ์ที่ต้องใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ดังนั้น ครูจำเป็นต้องศึกษาขั้นตอนการใช้ และทดสอบความพร้อมในการใช้งานก่อนการนำไปใช้จริง และ สถานการณ์ที่นำมาใช้ในการสร้างการโต้แย้งครูสามารถเปลี่ยนแปลงได้ตามความเหมาะสม

1.3 ข้อเสนอแนะในการวัดและประเมินผลความสามารถในการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีการประเมินทั้งกระบวนการ ในการสร้างข้อโต้แย้ง และข้อโต้แย้ง ซึ่งจากการวิจัยครั้งนี้ มีข้อสังเกตจากการสร้างข้อโต้แย้งของนักเรียน ในภาพรวม ยังมีระดับคุณภาพที่ไม่ดีมากนัก ทั้งนี้ พบว่าองค์ประกอบของข้อโต้แย้งที่มีความไม่สมบูรณ์มากที่สุด คือ หลักฐาน กล่าวคือ นักเรียนยังไม่ สามารถแสดงหลักฐานเพื่อเชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างและเหตุผลได้ดีเท่าที่ควร ผู้วิจัยได้ทำการ แก้ไขด้วยการตรวจแบบบันทึกการสร้างข้อโต้แย้งอย่างละเอียด เพื่อเป็นก ารยกระดับความสามารถ ในการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ให้ดียิ่งขึ้น นักเรียนจึงต้องมีความเข้าใจต่อลักษณะการเขียนข้อโต้แย้ง ที่สมบูรณ์ จึงควรมีการฝึกเขียนข้อโต้แย้งอย่างต่อเนื่อง และครูต้องให้ข้อมูลย้อนกลับแก่นักเรียนทุก ครั้ง รวมทั้งอาจมีตัวอย่างของการสร้างข้อโต้แย้ง ที่สมบูรณ์ให้หลังตรวจ และให้ข้อเสนอแนะแก่นักเรียนเพื่อปรับปรุงการเขียนในครั้งต่อไปให้ดียิ่งขึ้น

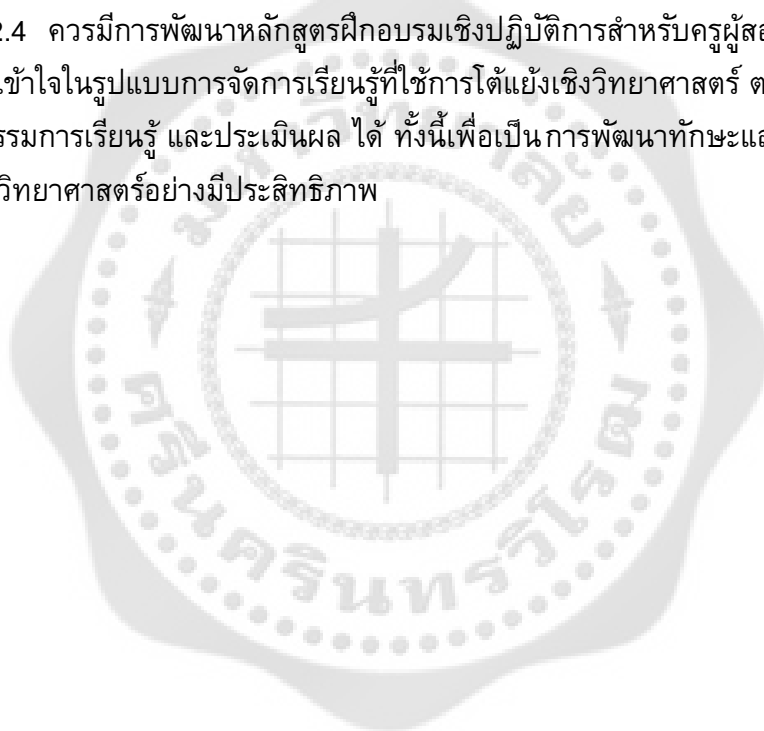
2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยในครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง ความเข้าใจในทศน์ ความสามารถในการให้เหตุผล ความสามารถในการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ การเรียนรู้ร่วมกัน และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ว่าส่งผลต่อกันมากน้อยเพียงใด

2.2 ควรมีการศึกษาตัวแปรที่มีความเกี่ยวข้องกับ ความเข้าใจในทศน์ ความสามารถในการให้เหตุผล ความสามารถในการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ การเรียนรู้ร่วมกัน และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ เช่น เพศ ช่วงวัย ภูมิสำเนา แบบแผนการเรียนรู้ (Learning Style) ของนักเรียนแต่ละคน ซึ่งผู้วิจัยพบว่าตัวแปรดังกล่าวมีอิทธิพลต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนด้วยเช่นกัน

2.3 ควรมีการศึกษา ความสามารถในการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ และการเรียนรู้ร่วมกัน เป็นรายบุคคล เพราะจะสามารถเข้าใจและพัฒนาความสามารถของนักเรียนได้ดียิ่งขึ้น

2.4 ควรมีการพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการสำหรับครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ เพื่อให้มีความเข้าใจในรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ ตลอดจนสามารถออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ และประเมินผล ได้ ทั้งนี้เพื่อเป็นการพัฒนาทักษะและความสามารถในการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์อย่างมีประสิทธิภาพ





บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กมลณีย์ เกษตระ. (2554). การเปรียบเทียบผลการเรียนโดยใช้ประเด็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับ
วิทยาศาสตร์ที่มีต่อความสามารถในการโต้แย้งและการคิดอย่างมีวิจารณญาณของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีผลการเรียนวิทยาศาสตร์ต่างกัน. วิทยานิพนธ์ กศ.ม.
(วิทยาศาสตร์ศึกษา). มหาสารคาม: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ถ่ายเอกสาร.
- กมลวรรณ กันยาประสิทธิ์. (2556). 5 คุณลักษณะสำคัญของการสืบเสาะหาความรู้. ใน เอกสาร
ประกอบการอบรมการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์. หน้า 15-19. กรุงเทพฯ:
ศูนย์วิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.
กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภา.
- กิตติมา พันธุ์พุกษา. (2555). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นวิธีการสอน
โดยใช้บริบทเพื่อส่งเสริมการคิดวิเคราะห์และการนำความรู้ไปใช้ สำหรับนักเรียนระดับ
ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น. วิทยานิพนธ์ กศ.ด. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ:
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. (2546). การคิดเชิงมโนทัศน์. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ: ชัดเชสมิเดีย.
----- (2549). การคิดเชิงวิพากษ์. พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพฯ: ชัดเชสมิเดีย.
- ขจรศักดิ์ บัวระพันธ์, และ เพ็ญจันทร์ ชิงห์. (2550). แนวคิดคลาตเคลื่อนจากแนวคิดทาง
วิทยาศาสตร์เกี่ยวกับแรงและการเคลื่อนที่. ศึกษาศาสตร์ปริทัศน์. 22(3): 49-63.
- เขมณัฐ มิ่งศิริธรรม. (2554, พฤษภาคม-สิงหาคม). การบูรณาการวิธีการเรียนแบบร่วมมือกับ
การเรียนร่วมกัน. *Veridian E-Journal SU*. 4(1).
- ฉันท ชาติทอง. (2554). สอนคิด : การจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาการคิด. พิมพ์ครั้งที่ 2. นครปฐม:
สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชนาธิป พรกุล. (2554). การสอนกระบวนการคิด : ทฤษฎีและการนำไปใช้. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์
แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชวลิต ชูกำแหง. (2550). การประเมินการเรียนรู้. มหาสารคาม: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัย
มหาสารคาม.
- ชวาล แพรัตกุล. (2552). เทคนิคการวัดผล พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
- ชาติรี ฝ่ายคำตา. (2551, มกราคม-เมษายน). การจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการสืบเสาะหา
ความรู้. ศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยนเรศวร. 11(2): 33-45.

- จิตินันท์ โจนะสิทธิ์. (2549). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ โดยใช้กิจกรรมโครงงาน. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). ขอนแก่น: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ถ่ายเอกสาร.
- ทิตนา แคมมณี. (2553). ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ. พิมพ์ครั้งที่ 13. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ธัญญา ผลอนันต์; และ ขวัญฤดี ผลอนันต์ (2550). [ไมด์ แมป] Mind Map® กับการศึกษาและการจัดการความรู้. กรุงเทพฯ: ขวัญข่าว 94.
- นฤมล สุวรรณจันทร์ดี. (2556). International Young Physics' Tournament (IYPT) or Physics World Cup. ใน เอกสารประกอบการประชุมปฏิบัติการพัฒนาทักษะการทำวิจัยฟิสิกส์สัปดาห์หน้า 8-12. กรุงเทพฯ กลุ่มพัฒนาการศึกษาสำหรับผู้มีความสามารถพิเศษกระทรวงศึกษาธิการ นิวัฒน์ ศรีสวัสดิ์; และคนอื่น ๆ. (2548, กรกฎาคม-ธันวาคม). การปรับเปลี่ยนมโนคติ เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ โดยใช้การจัดการเรียนรู้บนเครือข่ายที่พัฒนาตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม. วารสารวิจัย มข.(ฉบับบัณฑิตศึกษา). 5(2): 152-164.
- นุชลี อุปภัย. (2555). จิตวิทยาการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- บรรจง อมรชีวิน. (2556). การคิดอย่างมีวิจารณญาณ. กรุงเทพฯ: อมรินทร์ บুক เซนเตอร์.
- บุญมี พันธุ์ไทย. (2544). การประเมินผลวิชาวิทยาศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- เบลลังกา, เจมส์; และแบรนต์, รอน. (2556). ทักษะแห่งอนาคตใหม่ : การศึกษาเพื่อศตวรรษที่ 21. แปลโดย วรพจน์ วงศ์กิจรุ่งเรือง และอชิป จิตตฤกษ์. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: โอเพ่นเวิลด์ส์ : ซีเอ็ดยูเคชั่น.
- ประภัสสร กองแก้ว. (2554). การเปรียบเทียบผลการเรียนโดยใช้ประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับการใช้วิทยาศาสตร์ที่มีต่อความสามารถการโต้แย้งและการคิดวิพากษ์วิจารณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีเพศต่างกัน วิทยานิพนธ์ศษ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). มหาสารคาม: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. ถ่ายเอกสาร.
- ประมวล ศิริพันธ์แก้ว. (2552). การจัดการเรียนการสอนที่ยึดแนวทางการสืบเสาะหาความรู้. สืบค้นเมื่อ 12 กรกฎาคม 2556, จาก http://www3.ipst.ac.th/stat/assets/journal/j02_7Jan.pdf.
- ปิยนารถ พักทองพรรณ. (2555). ได้สาระวาทีเบื้องต้นฉบับไทยและเทศ. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: คอมเมอร์เชียล เวิลด์ มีเดีย.
- แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ (ฉบับที่ 11) พ.ศ.2555 - 2559. (2554, 14 ธันวาคม). ราชกิจจานุเบกษา. เล่ม 128 ตอนพิเศษ 152 ง. หน้า 8-10
- พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2553. (2553, 22 กรกฎาคม). ราชกิจจานุเบกษา เล่ม 127 ตอนที่ 45ก. หน้า 8.

- พิชิต ฤทธิ์จัญญ. (2552). *หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา*. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: แฮัส ออฟ เคอร์มิสท์.
- ไพบุลย์ วิริยะวัฒน์. (2547). *การเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง ปฏิกิริยาการเคลื่อนที่ ด้วยวิธีการเรียนรู้ร่วมกันโดยการทำโครงงาน*. วิทยานิพนธ์ ศษ.ด. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.
- ล้วน สายยศ; และอังคณา สายยศ. (2528). *หลักการวิจัยทางการศึกษา*. กรุงเทพฯ: ศึกษาพร.
- ลือชา ลดาชาติ. (2556). *การสร้างข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตครูเอกชีววิทยา*. สืบค้นเมื่อ 13 สิงหาคม 2556, จาก <http://www.inquiringmind.in.th>
- วรรณช แหลมแสง. (2554). *การวิจัยและประเมินผลวิชาวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- วันชาติ. (2546). *ชุดเพื่อช่วยชนะแบบนักพูดนักโต้วาที*. กรุงเทพฯ: คนทำหนังสือ.
- วิจารณ์ พานิช. (2555). *วิธีสร้างการเรียนรู้เพื่อศิษย์ในศตวรรษที่ 21*. กรุงเทพฯ: มูลนิธิสดศรี-สฤษดิ์วงศ์.
- วีณา ประชากุล; และประสาธน์ เนื่องเฉลิม. (2554). *รูปแบบการเรียนการสอน*. พิมพ์ครั้งที่ 2. มหาสารคาม: สำนักพิมพ์แห่งมหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ศินุพล พิมพ์ปก. (2549). *ผลการพัฒนาบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ สำหรับ นักเรียนช่วงชั้นที่ 4*. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). เชียงใหม่: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ศิลปชัย บุรณพานิช. (2547). *การพัฒนากิจกรรมและเทคนิคการสอนฟิสิกส์. ใน การประชุมทางวิชาการ การวิจัยเกี่ยวกับการปฏิรูปการเรียนรู้ (19-20 กรกฎาคม 2547)*. หน้า 321-324. สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ.
- ศุภชัย ทวี. (2548). *การสอนตามแบบจำลองเชิงความคิดด้วยคอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์แบบ ปฏิสัมพันธ์ เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน*. วิทยานิพนธ์ ปร.ด. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน). (2556). *รายงานผลการทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐาน(O-NET)*. สืบค้นเมื่อ 6 กันยายน 2556, จาก <http://www.niets.or.th/>
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2552). *กระบวนการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหาตามมาตรฐานหลักสูตร*. กรุงเทพฯ.
- (2554, กรกฎาคม-สิงหาคม). *สอนฟิสิกส์อย่างไรให้ผู้เรียนเข้าใจจริง*. สสวท. 39(172): 40-43.
- (2555ก). *การวัดผลและประเมินผลวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- (2555ข). *บทสรุปผลการวิจัย TIMSS 2011 (ด้านนักเรียนและครูผู้สอน)*. กรุงเทพฯ: โครงการวิจัยนานาชาติ TIMSS 2011. สืบค้นเมื่อ 1 กันยายน 2556, จาก http://www.ipst.ac.th/files/executive%20TIMSS%202011_PPT.pdf

- สมสุข แสงปราบ. (2553). การพัฒนากระบวนการคิดแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้ชุดสถานการณ์สร้างความสนใจในศูนย์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (หลักสูตรและการสอน). บุรีรัมย์: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์. ถ่ายเอกสาร.
- สวัสดิ์ บันเทิงสุข. (2551). เทคนิคการพูด. กรุงเทพฯ: ไทยควอลิตี้บุ๊คส์ (2006).
- สันติชัย อำนวยชัย. (2553). ผลของการเรียนการสอนชีววิทยาด้วยรูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งที่มีต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และความมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายวิทยานิพนธ์ค.ม. (การศึกษาวิทยาศาสตร์) กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- (2555, มีนาคม-มิถุนายน). ผลของการเรียนการสอนชีววิทยาด้วยรูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งที่มีต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และความมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. วารสารครุศาสตร์. 39(3): 66-82.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2552). สภาพการณ์การศึกษาไทยในเวทีโลก พ.ศ. 2550. กรุงเทพฯ.
- (2554). คู่มือสร้างความรู้ความเข้าใจแก่ผู้บริหาร ครู และนักเรียน เพื่อเตรียมความพร้อมรองรับการประเมินตามโครงการวิจัยนานาชาติ (PISA และ TIMSS). กรุงเทพฯ: สำนักนโยบายด้านการศึกษามหาภาค.
- สุพิน ดิษฐสกุล. (2543). การเรียนรู้ร่วมกัน. ศึกษาศาสตร์ปริทัศน์. 15(2).
- สุรพงษ์ โสธนะเสถียร. (2552). วิทยปริญญ. กรุงเทพฯ: ประสิทธิ์ภัตย์ แอนด์ พรีนติ้ง.
- สุรางค์ ไคว์ตระกูล. (2553). จิตวิทยาการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 9. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุริยะ ป้องพันธ์ (2550). การศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่อง สมบัติของคลื่นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การเรียนรู้ร่วมกัน. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). ขอนแก่น: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ถ่ายเอกสาร.
- เสาวนีย์ โคตรชมพู. (2554). การเปรียบเทียบผลการเรียนประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับการใช้วิทยาศาสตร์ที่มีต่อการโต้แย้งและการคิดวิพากษ์วิจารณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่มีเพศต่างกัน. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). มหาสารคาม: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. ถ่ายเอกสาร.
- อังศินันท์ อินทรกำแหง. (2547). การเรียนรู้ร่วมกันสู่ความสำเร็จตามเป้าหมาย. วารสารพฤติกรรมศาสตร์. 10(1): 52-58.

- Acar, Omer; & Patton, Bruce R. (2012). Argumentation and Formal Reasoning Skills in an Argumentation-Based Guided Inquiry Course. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*. 46(0): 4756-4760. Retrieved January 28, 2013, from <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042812020678>
- Alonzo, Alicia C.; & Steedle, Jeffrey T. (2008). Developing and Assessing a Force and Motion Learning Progression. *Science Education*. 93: 389-421.
- American Association for the Advancement of Science. (2013). *AAAS Project 2061 Science Assessment*. Retrieved August 26, 2013, from <http://assessment.aaas.org>.
- Balim, Ali Gunay; et al. (2008). The Use of Concept Cartoons in Constructive Science and Technology Education: "The Examples About the Subject of Pressure". *XIII. IOSTE Symposium, The Use of Science and Technology Education for Peace and Sustainable Development*. September, 21-26.
- Banchi, Heather; & Bell, Randy. (2008, October). The Many Levels of Inquiry. *Science and Children*. 46(2): 26-29.
- Bass, Joel E.; Contant, Terry L.; & Carin, Arthur A. (2009). *Teaching Science as Inquiry*. 11th ed. United States of America: Pearson Education.
- Bayraktar, Sule. (2009). Misconceptions of Turkish Pre-Service Teachers About Force and Motion. *International Journal of Science and Mathematics Education*. 7: 273-291.
- Biological Science Curriculum Study. (2005). *Doing Science: The Process of Scientific Inquiry*. Colorado Springs.
- Bo'ttcher, Florian; & Meisert, Anke. (2011). Argumentation in Science Education: A Model-Based Framework. *Sci & Educ*. 20: 103-140.
- Bolliger, Doris U. (2006). Creating Constructivist Learning Environments. *Educational Media & Technology Yearbook*. 31: 119-126. Retrieved June 18, 2013, from <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=ehh&AN=20426513&site=ehost-live>
- Brink-Budgen, Roy van den. (2011). *Critical Thinking for Students: Learn the Skills of Analysing, Evaluating and Producing Arguments*. 4th ed. Oxford, UK: How To Book.
- Cavagnetto, Andy. (2011). The Multifaces of Argument in School Science. *Science Scope*. 35(1): 34-37. Retrieved January 18, 2013, from <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=ehh&AN=66680571&site=ehost-live>
- Dawson, Vaille Maree; & Venville, Grady. (2010). Teaching Strategies for Developing Students' Argumentation Skills About Socioscientific Issues in High School Genetics. *Res Sci Educ*. 40: 133-148.

- Demirci, Neşet. (2005). A Study About Students' Misconceptions in Force and Motion Concepts by Incorporating a Web-Assisted Physics Program. *Turkish Online Journal of Educational Technology*. 4(3): 40-48. Retrieved February 3, 2013, from <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=ehh&AN=17769393&site=ehost-live>
- Demircioğlu, Tuba; & Uçar, Sedat. (2012). The Effect of Argument-Driven Inquiry on Pre-Service Science Teachers' Attitudes and Argumentation Skills. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*. 46(0): 5035-5039. Retrieved January 28, 2013, from <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042812021180>
- Endres, Danielle. (2010). Expanding Notions of Scientific Argument: A Case Study of the Use of Scientific Argument by American Indians. In *Understanding and Communicating Science: New Agendas in Communication*. Edited by Kahlor, LeeAnn; & Stout, Patricia A. New York, USA: Routledge.
- Eskin, Handan; & Ogan-Bekiroglu, Feral. (2009). Investigation of a Pattern between Students' Engagement in Argumentation and Their Science Content Knowledge: A Case Study *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*. 5(1): 63-70.
- Evagorou, Maria; & Osborne, Jonathan. (2013). Exploring Young Students' Collaborative Argumentation within a Socioscientific Issue. *Journal of Research in Science Teaching*. 50(2): 209-237.
- Freeley, Austin J. (1966). *Argumentation and Debate*. 2 ed. Belmont, California: Wadsworth Publishing.
- Garcia-Mila, Merce; et al. (2013). The Effect of Argumentative Task Goal on the Quality of Argumentative Discourse. *Science Education*. 97(4): 497-523.
- Goodnough, Karen. (2005). Fostering Teacher Learning through Collaborative Inquiry. *The Clearing House: A Journal of Educational Strategies, Issues and Ideas* 79(2): 88-92.
- Hand, Brian; & Choi, Aeran. (2010). Examining the Impact of Student Use of Multiple Modal Representations in Constructing Arguments in Organic Chemistry Laboratory Classes. *Res Sci Educ*. 40: 29-44.
- Helm, H. (1980). Misconceptions in Physics Amongst South African Students. *Phys.Educ*. 15: 92-105.
- Jimoyiannis, Athanassios; & Komis, Vassilis. (2003). Investigating Greek Students' Ideas About Forces and Motion. *Research in Science Education*. 33(3): 375-392.

- Keogh, Brenda; & Naylor, Stuart. (1999). Concept Cartoons, Teaching and Learning in Science: An Evaluation. *International Journal of Science Education*. 21(4): 431-446.
- Khalid, Hamidon; Meerah, T. Subahan; & Halim, Lilia. (2010). Teachers' Perception Towards Usage of Cartoon in Teaching and Learning Physics. *Procedia Social and Behavioral Sciences*. 7(C): 538-545.
- Khiari, Chams-eddine. (2011, March). Newton's Laws of Motion Revisited: Some Epistemological and Didactic Problems. *Lat. Am. J. Phys. Educ.* 5(1): 10-15.
- Knight, Randall D. (2004). *Five Easy Lessons Strategies for Successful Physics Teaching*. San Francisco, CA: Pearson Education.
- Kuhn, Deanna. (2010). Teaching and Learning Science as Argument. *Science Education*. 94: 810-824.
- Kuhn, Deanna; & Udell, Wadiya. (2003). The Development of Argument Skills. *Child Development*. 74(5): 1245-1260. Retrieved July 12, 2013, from <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=ehh&AN=10832777&site=ehost-live>
- Lederman, Judith Sweeney. (2011). Levels of Inquiry and the 5 E's Learning Cycle Model. *National Geographic*.
- Llewellyn, Douglas; & Rajesh, Hema. (2011, September). Fostering Argumentation Skills: Doing What Real Scientists Really Do *Science Scope*. 35(1): 22-28.
- Macagno, Fabrizio; & Konstantinidou, Aikaterini. (2012). What Students' Arguments Can Tell Us: Using Argumentation Schemes in Science Education. *Argumentation*. 1-19. Retrieved August 18, 2013, from <http://dx.doi.org/10.1007/s10503-012-9284-5>
- National Research Council. (2013). *Next Generation Science Standards: For States, By States*. Washington, DC: The National Academies Press.
- Norris, Stephen P. (1988). Informal Reasoning Assessment: Using Verbal Reports of Thinking to Improve Multiple-Choice Test Validity *The Social Science and Humanities Research Council of Canada*. 410(83).
- Novak, Joseph D.; & Gowin, D. Bob. (1984). *Learning How to Learn*. NY, United States of America: The Press Syndicate of the University of Cambridge
- Nussbaum, E. Michael; & Sinatra, Gale M. (2003). Argument and Conceptual Engagement. *Contemporary Educational Psychology*. 28(3): 384-395. Retrieved October 14, 2012, from <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0361476X02000383>

- Oliveira, Alandeom W.; Akerson, Valarie L.; & Oldfield, Martha. (2012). Environment Argumentation as Sociocultural Activity. *Journal of Research in Science Teaching*. 49(7): 869-897.
- Osborne, Jonathan. (2007). Science Education for the Twenty First Century. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*. 3(3): 173-184.
- Osborne, Jonathan; & Patterson, Alexis. (2011). Scientific Argument and Explanation: A Necessary Distinction? *Science Education*. 95: 627-638.
- (2012). Authors' Response to "For Whom Is Argument and Explanation a Necessary Distinction? A Response to Osborne and Patterson" by Berland and McNeill. *Science Education*. 96(5): 814-817.
- Osborne, Jonathan; & Simon, Shirley. (2003). Attitudes Towards Science: A Review of the Literature and Its Implications. *International Journal of Science Education*. 25(9): 1049-1079.
- Pitsoe, Victor Justice. (2007). *A Conceptual Analysis of Constructivist Classroom Management*. University of Pretoria.
- Psycharis, Sarantos. (2008). The Relationship between Task Structure and Collaborative Group Interactions in a Synchronous Peer Interaction Collaborative Learning Environment for a Course of Physics. *Education and Information Technologies*. 13(2): 119-128.
- Rozenszayn, Ronit; & Ben-Zvi Assaraf, Orit. (2011). When Collaborative Learning Meets Nature: Collaborative Learning as a Meaningful Learning Tool in the Ecology Inquiry Based Project. *Research in Science Education*. 41(1): 123-146.
- Sadler, Troy D. (2004). Informal Reasoning Regarding Socioscientific Issues: A Critical Review of Research. *Journal of Research in Science Teaching*. 41(5): 513-536.
- Sampson, Victor; & Blanchard, Margaret R. (2012). Science Teachers and Scientific Argumentation: Trends in Views and Practice. *Research in Science Teaching*. 49(9): 1122-1148.
- Sampson, Victor; & Clark, Douglas B. (2008). Assessment of the Ways Students Generate Arguments in Science Education: Current Perspectives and Recommendations for Future Directions. *Science Education*. 92(3): 447-472. Retrieved February 2, 2013, from <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=ehh&AN=31893191&site=ehost-live>.
- (2009). The Impact of Collaboration on the Outcomes of Scientific Argumentation. *Science Education*. 93(3): 448-484.

- Sampson, Victor; Grooms, Jonathon; & Walker, Joi Phelps. (2010). Argument-Driven Inquiry as a Way to Help Students Learn How to Participate in Scientific Argumentation and Craft Written Arguments: An Exploratory Study. *Science Education*. 95: 217-257.
- Serway, Raymond A.; & Jewett, John W. (2006). *Principles of Physics*. 4th ed. Singapore: Thomson Learning.
- Settlage, John; & Southerland, Sherry A. (2012). *Teaching Science to Every Child: Using Culture As a Starting Point*. 2nd ed. New York, USA: Routledge.
- Simon, Shirley. (2011). Argumentation. In *How Science Works : Exploring Effective Pedagogy and Practice*. Edited by Toplis, Rob. New York, USA: Routledge.
- Summers, Jessica J.; et al. (2005). Evaluating Collaborative Learning and Community. *The Journal of Experimental Education*. 73(3): 165-188.
- Tanel, Rabia. (2013). Prospective Physics Teachers' Self-Efficacy Beliefs About Teaching and Conceptual Understandings for the Subjects of Force and Motion. *Journal of Baltic Science Education*. 12(1): 6-20.
- Taylor, Neil; Lucas, Keith B.; & Watters, James J. (1999). Collaborative Science Activities and the Social Construction of Understanding of Physical Science Concepts by Pre-Service Teachers in Fiji. *Research in Science Education*. 29(4): 479-500.
- Topçu, Mustafa Sami; Yılmaz-Tüzün, Özgül ; & Sadler, Troy D. (2011). Turkish Preservice Science Teachers' Informal Reasoning Regarding Socioscientific Issues and the Factors Influencing Their Informal Reasoning. *Journal of Science Teacher Education*. 22(4): 313-332.
- UNESCO. (2000). *Scientific and Technological Literacy for All*. New Delhi, India: UNESCO-ICASE-CSEC. Retrieved August 20, 2013, from <http://unesdoc.unesco.org/images/0012/001200/120041eo.pdf>
- University Teaching Services. (1997). *Collaborative Learning Activities*. Manitoba: The University of Manitoba.
- Venville, Grady J.; & Dawson, Vaille M. (2010). The Impact of a Classroom Intervention on Grade 10 Students' Argumentation Skills, Informal Reasoning, and Conceptual Understanding of Science. *Journal of Research in Science Teaching*. 47(8): 952-977. Retrieved August 17, 2013, from <http://dx.doi.org/10.1002/tea.20358>
- Wellington, Jerry; & Ireson, Gren. (2012). *Science Learning, Science Teaching*. 3rd ed. New York, USA: Routledge.

- Wu, Ying-Tien; & Tsai, Chin-Chung. (2011). The Effects of Different on-Line Searching Activities on High School Students' Cognitive Structures and Informal Reasoning Regarding a Socio-Scientific Issue. *Research in Science Education*. 41(5): 771-785.
- Yeung, Chung Lee; & Grace, Marcus. (2012). Students' Reasoning and Decision Making About a Socioscientific Issue: A Cross-Context Comparison. *Science Education*. 96(5): 787-807.
- Yorks, Lyle; & Kasl, Elizabeth. (2002). Collaborative Inquiry as a Strategy for Adult Learning. In *New Directions For Adult and Continuing Education*, no.94. Imel, Susan. San Francisco, California: Jossey-Bass.
- Zeidler, Dana L.; et al. (2003). The Role of Argument During Discourse About Socioscientific Issues. Edited by Zeidler, Dana L. V. 19. pp. 97-116. Springer Netherlands.
- Zohar, A.; & Nemet, F. (2002). Fostering Student's Knowledge and Argumentation Skills Through Dilemmas in Human Genetics. *Journal of Research in Science Teaching*. 399(1): 35-62.



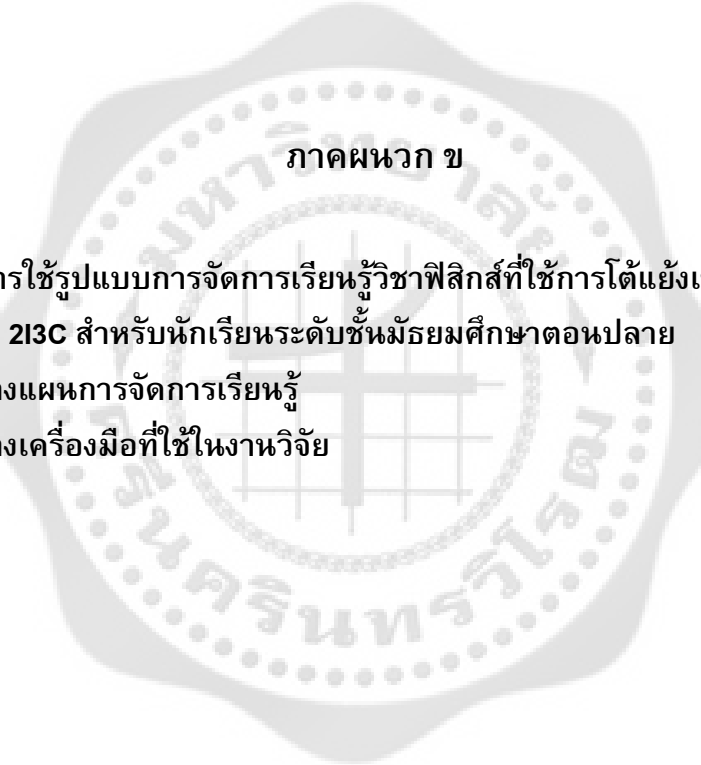


รายนามผู้เชี่ยวชาญ

- | | |
|--|---|
| 1. รองศาสตราจารย์ ดร. ประสาท เนืองเฉลิม | ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม |
| 2. ดร. อารยา ลี | คณะครุศาสตร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา |
| 3. ดร. อภิสัทธิ ธงไชย | สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์
และเทคโนโลยี |
| 4. ดร. ณัฐธิดา พรหมยอด | สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์
และเทคโนโลยี |
| 5. ดร. ชนินันท์ พฤกษ์ประมุล | ศูนย์วิทยาศาสตร์ศึกษา
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ |
| 6. รองศาสตราจารย์ ดร. สุรสิงห์ ไชยคุณ | ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยบูรพา |
| 7. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อุดม ทิพรราช | ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี |
| 8. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ บัญชา ศิลป์สกุลสุข | ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ |
| 9. ดร.สมปรารถนา วงศ์บุญหนัก | มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ |
| 10. ดร. พินิจ ขำวงษ์ | ศูนย์วิทยาศาสตร์ศึกษา
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ |
| 11. ดร. กัลยาณี พันโบ | ครู โรงเรียนสตรีรัตนบุรี |

หมายเหตุ

1. การประเมินความเหมาะสมและความสอดคล้องของรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ที่ใช้
การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ แบบ 213C การประเมินความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้
แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ และแบบประเมิน
ความสามารถในการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญในลำดับที่ 1-5
2. การประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดความเข้าใจโมโนทัศน์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่
วิชาฟิสิกส์ ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญในลำดับที่ 6-8
3. การประเมินความสอดคล้องของแบบวัดเจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ แบบประเมินการเรียนรู้
ร่วมกัน และแบบสังเกตชั้นเรียน ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญในลำดับที่ 9-11



ภาคผนวก ข

- คู่มือการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์
แบบ 2I3C สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย
- ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้
- ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

คู่มือการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์
แบบ 2I3C สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

สภาพปัญหาและความจำเป็น

สภาพการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ในปัจจุบันนั้นยังนับว่าประสบปัญหาอยู่ ซึ่งเกิดจากสาเหตุหลายอย่าง และสาเหตุประการหนึ่งนั้นเกิดจากกระบวนการเรียนการสอนของครูไม่ได้เป็นการปลูกฝังกระบวนการเรียนรู้เท่าที่ควร แต่เป็นการเน้นการบรรยายเพื่อถ่ายโอนความรู้ให้นักเรียน เน้นการท่องจำสูตรให้ได้ และการแทนค่าให้ถูกต้อง จึงส่งผลให้นักเรียนไม่สามารถสร้างคำอธิบาย ในการตอบคำถามเชิงการให้เหตุผลได้ หรือคำตอบที่แสดงเหตุผลประกอบมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน รวมอยู่ด้วย ดังนั้นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของครูจึงต้องเปลี่ยนแปลงไป โดยครูต้องไม่เป็นผู้ถ่ายทอดความรู้ แต่เปลี่ยนบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวก ออกแบบกิจกรรมให้นักเรียนได้ลงมือทำโดยมุ่งเน้นให้จัดกระบวนการเรียนรู้ในรูปแบบการฝึกทักษะ กระบวนการคิด การจัดการการเผชิญสถานการณ์ และประยุกต์ใช้ความรู้เพื่อแก้ปัญหาได้ ภายใต้ประสบการณ์จริง โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล แล้วเกิดการเรียนรู้ภายในใจและสมองของนักเรียนเอง ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีสรคินิยม (Constructivism) และรูปแบบการเรียนการสอนที่สนับสนุนแนวคิดนี้ได้เป็นอย่างดี ได้แก่ การเรียนรู้ที่ใช้การสืบเสาะหาความรู้เป็นฐาน (Inquiry-based learning)

ผลการประเมินนานาชาติตามโครงการ PISA และ TIMSS เป็นตัวบ่งชี้ความสำเร็จของการพัฒนาการศึกษาชาติ ซึ่งในครั้งที่ผ่าน ๆ มา พบว่าประเทศไทยยังมีคะแนนการประเมินต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของกลุ่มประเทศสมาชิก จึงแสดงให้เห็นว่าการพัฒนาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ของประเทศไทยจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาและแก้ไข เพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหา สามารถให้เหตุผลและสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์บนพื้นฐานของประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ และเชื่อมโยงสู่ชีวิตจริง จากการเรียนรู้ร่วมกันผ่านกิจกรรมกลุ่มได้ ซึ่งรูปแบบการเรียนการสอนที่นักการศึกษาและนักวิจัยได้เสนอและสนับสนุนเพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าวและส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 นี้ คือ การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific argumentation) เป็นรูปแบบที่ส่งเสริมให้เกิดการรู้วิทยาศาสตร์ (Scientific literacy) ส่งเสริมการใช้ความรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ พัฒนาพฤติกรรมและเจตคติเชิงบวกต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ เป็นการเชื่อมโยงระหว่างความรู้และบริบทแวดล้อม นอกจากนั้นยังเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนสร้างคำถามที่มีความหมายในโลกความจริง เป็นการเรียนรู้ที่สมาชิกภายในกลุ่มร่วมกันอภิปรายด้วยการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล ซึ่งนักเรียนมีรูปแบบแนวคิดในการหาเหตุผล และหลักฐานเพื่อแก้ปัญหา นำไปสู่คำตอบของคำถามได้อย่างอิสระ

สภาวิจัยแห่งชาติสหรัฐอเมริกา (NRC) ได้เสนอมาตรฐานวิทยาศาสตร์ศึกษายุคใหม่ (Next Generation Science Standards : NGSS) ที่ให้ความสำคัญกับแนวคิดแกนหลักของสาขาวิชา (Disciplinary Core Ideas) แนวคิดเชื่อมโยงระหว่างสาขาวิชา (Crosscutting Concepts) และแนวปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์และวิศวกรรม (Science and Engineering Practices) โดยที่แนวปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมนี้เองที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Inquiry) ซึ่งนักเรียนจะเข้าใจได้ก็ต่อเมื่อได้ลงมือใช้ความรู้และทักษะต่าง ๆ ในการปฏิบัติจริง และได้กำหนดให้การร่วมสนใจในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์จากหลักฐานที่หามาได้ เป็นหนึ่งในแนวทางในการปฏิบัติสำหรับห้องเรียนวิทยาศาสตร์

จากสภาพปัญหาและความจำเป็นดังกล่าว จึงได้พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ วิชาฟิสิกส์ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์แบบ 2I3C สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายขึ้น เพื่อส่งเสริมความสามารถในการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ ความเข้าใจในทศน์ วิชาฟิสิกส์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ตลอดจนส่งเสริมการเรียนรู้ร่วมกันในการทำงานร่วมกับผู้อื่น และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ โดยใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์กับสังคม หรือเหตุการณ์ สถานการณ์ ที่เกิดขึ้นหรือมีอยู่ในบริบทสังคมไทย ที่เอื้อต่อการนำมาเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียนกับชีวิตประจำวัน เพื่อให้การเรียนรู้เข้าใจและมีความหมาย ตลอดจนนำความรู้และความเข้าใจไปใช้ในการแก้ปัญหาและเป็นทักษะในการดำเนินชีวิตในสังคมได้อย่างมีความสุขต่อไป

แนวคิดพื้นฐาน

แนวคิดพื้นฐานของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ วิชาฟิสิกส์ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์แบบ 2I3C สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ประกอบด้วยแนวคิดและทฤษฎีที่สำคัญ คือ ทฤษฎีสมรรถนียม การเรียนรู้ที่ใช้การสืบเสาะหาความรู้เป็นฐาน และมาตรฐานวิทยาศาสตร์ศึกษายุคใหม่ ซึ่งนำมาใช้เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้อย่างเป็นขั้นตอน โดยมุ่งเน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติเพื่อหาคำตอบด้วยการสืบเสาะหาความรู้ผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และนำเสนอผลการสืบเสาะด้วยการแสดงออกทางทางวาจา ลายลักษณ์อักษร เพื่อแลกเปลี่ยนแนวคิดกับผู้อื่น โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อตัดสินใจสรุปหรือข้อกล่าวอ้าง ด้วยเหตุผล ผ่านการคิดอย่างมีวิจารณญาณในบริบทที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์กับสังคม

หลักการจัดการเรียนรู้

เพื่อให้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ วิชาฟิสิกส์ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ แบบ 2I3C สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ส่งผลให้นักเรียนสามารถพัฒนาความสามารถในการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ ความเข้าใจในทศน์ วิชาฟิสิกส์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ และเรียนรู้ร่วมกันผ่านการทำงานกลุ่ม จึงกำหนดหลักการดังนี้

1. เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะในการสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง ในการแสวงหาคำตอบ จากสถานการณ์หรือประเด็นที่ครูจัดให้นักเรียนได้เผชิญ
2. เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะในการคิดอย่างมีวิจารณญาณในการตัดสินใจสรุปหรือข้อกล่าวอ้างด้วยเหตุผล ผ่านประเด็นที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์กับสังคม
3. เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการแลกเปลี่ยนแนวคิดกับผู้อื่น ทั้งที่คิดเห็นตรงกันและที่เห็นขัดแย้งกัน ด้วยการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์จากหลักฐานที่หามาได้
4. เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ร่วมกันจากการทำงานเป็นทีม
5. เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในทศน์ทางฟิสิกส์ และนำความรู้ไปประยุกต์ใช้กับเหตุการณ์ในชีวิตประจำวันได้

จุดมุ่งหมายของรูปแบบการจัดการเรียนรู้

รูปแบบการจัดการเรียนรู้ วิชาฟิสิกส์ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ แบบ 2I3C มีจุดมุ่งหมายของการจัดการเรียนรู้ดังนี้

1. เพื่อให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติในการสำรวจ ค้นคว้า สืบค้น ทดลอง เพื่อแสวงหาคำตอบของสถานการณ์หรือประเด็นที่ครูจัดให้นักเรียนได้เผชิญด้วยตนเอง
2. เพื่อให้นักเรียนได้แสดงผลในการอธิบายความเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานที่หามาได้ และข้อกล่าวอ้าง แล้วนำไปสู่การลงข้อสรุป ด้วยการทำงานเป็นกลุ่ม
3. เพื่อให้นักเรียนได้มีโอกาสในการนำเสนอและแลกเปลี่ยนแนวคิดกับผู้อื่น
4. เพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในทศน์ทางฟิสิกส์ที่ถูกต้อง และนำความรู้ไป ใช้อธิบายและแก้ปัญหาเหตุการณ์ในชีวิตประจำวันได้
5. เพื่อให้นักเรียนเกิดเจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์

รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ แบบ 2I3C

รูปแบบการจัดการเรียนรู้ วิชาฟิสิกส์ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ แบบ 2I3C สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย นั้น เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นนำเข้าสู่ประเด็น (Introduce the issues) 2) ขั้นกำหนดหัวข้อในการโต้แย้ง (Identify the point) 3) ขั้นเก็บรวบรวมหลักฐาน (Collect the evidences) 4) ขั้นสร้างการโต้แย้ง (Construct the argumentation) และ 5) ขั้นสื่อสารคำอธิบายไปยังผู้อื่น (Communicate the explanation to others) โดยรายละเอียดของขั้นตอนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ แบบ 2I3C มีดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 นำเข้าสู่ประเด็น (Introduce the issues) เป็นการนำเสนอประเด็นหรือสถานการณ์ ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันหรือเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ ด้วยภาพข่าว บทความ หรือ วิดีทัศน์ โดยผู้เสนอประเด็นอาจเป็นครูหรือนักเรียน แล้วให้นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็น

ขั้นตอนที่ 2 กำหนดหัวข้อในการโต้แย้ง (Identify the point) ระบุประเด็นที่จะนำมาโต้แย้ง ที่ได้มาจากการแสดงความคิดเห็นต่อประเด็นที่นำเสนอ ซึ่งอาจมีความหลากหลาย โดยประเด็นที่เลือกนั้นต้องสามารถตรวจสอบ หรือหาคำตอบได้

ขั้นตอนที่ 3 เก็บรวบรวมหลักฐาน (Collect the evidences) เป็นการสำรวจตรวจสอบ ทดลอง หรือสืบค้นข้อมูล แล้วทำการบันทึกข้อมูลที่ได้จากการวัดและการสังเกต วิเคราะห์แล้วใช้เป็นหลักฐาน ซึ่งมีได้หลากหลายรูปแบบ เช่น ข้อมูลเชิงตัวเลข กราฟ ภาพถ่าย ภาพเคลื่อนไหว ข้อความบรรยาย หรืออื่น ๆ

ขั้นตอนที่ 4 สร้างการโต้แย้ง (Construct the argumentation) เป็นกิจกรรมในส่วนของ การโต้แย้ง โดยเริ่มจากการอภิปรายในกลุ่มของตนเอง แล้วนำเสนอข้อโต้แย้งของกลุ่มต่อเพื่อนในชั้นเรียน โดยมีขั้นย่อย ๆ 5 ขั้น ดังนี้

ขั้น 1 แต่ละกลุ่มสร้างข้อกล่าวอ้างของตนเอง

ขั้น 2 แต่ละกลุ่มตรวจสอบข้อกล่าวอ้างของกลุ่มตนเองที่สร้างขึ้น

ขั้น 3 แต่ละกลุ่มนำเสนอข้อโต้แย้งของตนเอง

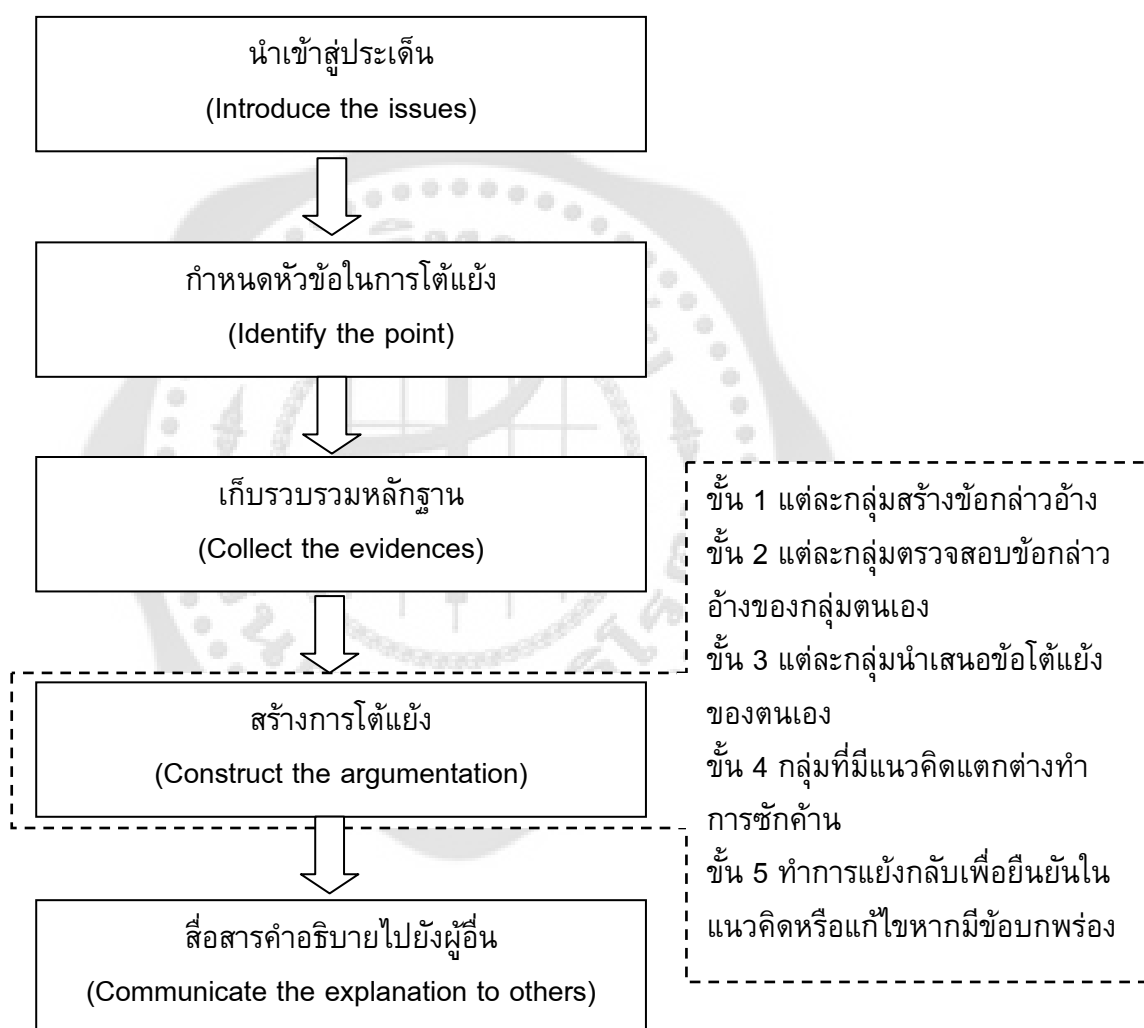
ขั้น 4 กลุ่มที่มีแนวคิดแตกต่างทำการซักค้านเพื่ออภิปรายร่วมกัน

ขั้น 5 หากกลุ่มยังคงยืนยันในแนวคิดเดิมต้องทำการแย้งกลับด้วยเหตุผลและหลักฐานที่สามารถหักล้างแนวคิดที่แตกต่างได้ แต่หากเห็นว่าข้อโต้แย้งของกลุ่มตนเองมีข้อบกพร่อง ก็ทำการแก้ไขข้อโต้แย้งของกลุ่มตนเองต่อไป

ในขั้นตอนนี้ครูมีบทบาทในการชี้แจงบทบาทของสมาชิกแต่ละคนภายในกลุ่มให้ชัดเจน และบทบาทของแต่ละกลุ่มในการอภิปรายทั้งชั้น ตลอดจนพิจารณาและตัดสินข้อโต้แย้งของแต่ละกลุ่มว่ามีความถูกต้องมากน้อยเพียงใด

ขั้นตอนที่ 5 สื่อสารคำอธิบายไปยังผู้อื่น (Communicate the explanation to others) เป็นการสื่อสารเพื่อแสดงถึง ความเข้าใจส่วนบุคคลในการศึกษาในแต่ละเรื่อง ทั้งในรูปแบบการเขียน รายงาน การเขียนผังมโนทัศน์ หรือการนำเสนอด้วยวาจา โดยครูอาจมีแบบฟอร์มในการเขียน รายงาน หรือหัวข้อในการนำเสนอหรือไม่ก็ได้

ซึ่งกิจกรรมทั้ง 5 ขั้นตอนนี้จะปรากฏอยู่ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ทุกเนื้อหา ซึ่งสามารถแสดงภาพลำดับขั้นตอนในการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ แบบ 2I3C ได้ดังนี้



ภาพประกอบ 16 รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ แบบ 2I3C

แนวปฏิบัติของการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้

แนวปฏิบัติของการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ แบบ 2I3C สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีแนวปฏิบัติดังนี้

1. ผู้ที่นำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ แบบ 2I3C ไปใช้ : ครูผู้สอนควรมีความเชื่อในแนวคิดพื้นฐานของรูปแบบการจัดการเรียนรู้นี้ โดยการศึกษาขั้นตอนของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ทบทวนเทคนิควิธีการสอนที่ต้องใช้ ทำความเข้าใจต่อสถานการณ์หรือประเด็นที่ต้องนำมาให้นักเรียนต้องศึกษาเพื่อนำไปสู่การปรับประยุกต์สถานการณ์ที่ครูเห็นว่าเหมาะสมกับบริบท ตลอดจนจัดเตรียมสื่อ และอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่จำเป็นต้องใช้ จากคู่มือการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์แบบ 2I3C สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

2. กลุ่มเป้าหมาย : นักเรียนที่เป็นกลุ่มเป้าหมายของรูปแบบการเรียนรู้ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ แบบ 2I3C คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่เรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ซึ่งครูผู้สอนสามารถปรับใช้กับเนื้อหาหรือสาขาวิชาอื่น ๆ ได้ตามความเหมาะสม

3. ระยะเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จำนวน 30 คาบ คาบละ 55 นาที แบ่งเป็น 2 ช่วง ได้แก่ 1) ช่วงเตรียมความพร้อมเพื่อให้มีทักษะทางวิทยาศาสตร์ที่จำเป็นต่อการเรียนรู้ด้วยการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ ใช้เวลา 5 คาบ โดยเรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบ 5E และ 2) ช่วงการจัดการเรียนรู้ วิชาฟิสิกส์ ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ แบบ 2I3C ใช้เวลา 25 คาบ

4. รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ แบบ 2I3C นี้ใช้ควบคู่กับแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งมีเอกสารประกอบการเรียนรู้และเอกสารครูผู้สอน

5. เพื่อให้การใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ แบบ 2I3C นี้ประสบผลสำเร็จสูงสุด ครูผู้สอนจำเป็นต้องศึกษากระบวนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบนี้ อย่างละเอียดก่อนดำเนินการ ดังนี้

5.1 ศึกษาคู่มือการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ วิชาฟิสิกส์ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ แบบ 2I3C ว่าประกอบด้วยเอกสารต่าง ๆ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ ใบความรู้ ใบกิจกรรม ใบงาน รวมทั้งแบบประเมินต่าง ๆ

5.2 ศึกษาเนื้อหาในเอกสาร ให้เข้าใจก่อนจะดำเนินการใช้

5.3 จัดเตรียมอุปกรณ์ และบรรยากาศ สภาพชั้นเรียน ให้พร้อม ก่อนการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ วิชาฟิสิกส์ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ แบบ 2I3C

5.4 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ วิชาฟิสิกส์ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ แบบ 2I3C ใช้แผนการจัดการเรียนรู้เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งครูผู้สอนสามารถปรับใช้ประเด็น หรือสถานการณ์ที่เหมาะสมกับบริบทของสังคม นอกจากนั้นครูสามารถเลือกใช้สื่อ ที่เหมาะสมได้

การเตรียมความพร้อม

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ วิชาฟิสิกส์ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ แบบ 2I3C สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ประกอบด้วยหน่วยการเรียนรู้ สื่อวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ และเครื่องมือที่ใช้สำหรับประเมินผลให้ครูใช้ได้ทันที หรือครูสามารถที่จะนำไปปรับประยุกต์ใช้ได้อย่างเหมาะสม และเพื่อให้การเรียนรู้เกิดประโยชน์และประสิทธิภาพสูงสุด ครูผู้สอนควรเตรียมความพร้อมดังนี้

การเตรียมนักเรียน

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ วิชาฟิสิกส์ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ แบบ 2I3C สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เป็นการมุ่งเน้นให้นักเรียนมีทักษะในการสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง ในการแสวงหาคำตอบ ด้วยการลงมือปฏิบัติในการสำรวจ ค้นคว้า สืบค้น ทดลอง ให้ได้ข้อมูลแล้วทำการวิเคราะห์ และแปลความหมายของข้อมูลเหล่านั้น เพื่อนำไปใช้เป็นหลักฐานและประจักษ์พยานในการตัดสินใจ หรือลงข้อสรุป ต่อสถานการณ์หรือประเด็นที่นักเรียนต้องเผชิญ ดังนั้นครูจึงจำเป็นต้องตรวจสอบความพร้อมของทักษะทางวิทยาศาสตร์ที่จำเป็นต่อการเรียนรู้ด้วยการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนเบื้องต้น ซึ่งหากพบว่านักเรียนยังขาดหรือไม่เพียงพอ ครูจำเป็นต้องจัดกิจกรรมเพื่อเตรียมความพร้อมให้แก่นักเรียน ซึ่งรูปแบบการจัดการเรียนรู้ วิชาฟิสิกส์ที่ใช้ การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ แบบ 2I3C สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายนี้ ได้จัดกิจกรรมสำหรับเตรียมความพร้อมให้แก่นักเรียนไว้ 2 กิจกรรม ได้แก่ การจม-ลอย ของมิสเตอร์แอนมัสแคน และการเคลื่อนที่ของเพนดูลัม

การเตรียมสื่อการเรียนรู้

กิจกรรมการเรียนรู้มีความหลากหลายและมุ่งเน้นให้นักเรียนได้เรียนรู้จากสิ่งของ อุปกรณ์จริง เหตุการณ์หรือสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวัน ดังนั้นสื่อและอุปกรณ์จึงมีความหลากหลายด้วยเช่นกัน ได้แก่ คลิปวีดิทัศน์ข่าวหรือเหตุการณ์จริง ข้อความเกี่ยวกับสถานการณ์ที่นักเรียนต้องตัดสินใจหรือลงข้อสรุป ใบความรู้ ใบกิจกรรม ใบงาน ฟิล์มนำเสนอ และอุปกรณ์ที่ใช้ประกอบการทดลอง ครูผู้สอนจึงควรเตรียมสื่อและวัสดุอุปกรณ์ให้อยู่ในสภาพที่ใช้การได้ดี และมีจำนวนเพียงพอต่อนักเรียน ตลอดจนครูต้องทดลองด้วยตนเองก่อนเพื่อตรวจสอบเหมาะสม

การเตรียมเครื่องมือการวัดและประเมินผล

การวัดและประเมินผลตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์แบบ 2I3C นี้ มีการประเมินผลทั้งด้านผลงาน และกระบวนการ ดังนั้นครูพึงตระหนักว่าเพื่อให้ข้อมูลที่สะท้อนถึงความสามารถที่แท้จริงของนักเรียนจึงต้องใช้เครื่องมือและวิธีการที่หลากหลาย เช่น แบบสังเกตชั้นเรียน แบบประเมินการเรียนรู้ร่วมกัน แบบประเมินความสามารถในการโต้แย้ง และแบบทดสอบต่าง ๆ ครูจึงจำเป็นต้องศึกษาและทำความเข้าใจในเครื่องมือวัดและวิธีการวัดให้ชัดเจน เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ตรงกับความเป็นจริง และนำไปสู่การแปลผลและลงข้อสรุปที่สมเหตุสมผล

บทบาทครูผู้สอน

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ แบบ 2I3C นี้ มีเป้าหมายเพื่อให้ นักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง ดังนั้นบทบาทของครูจึงเป็นผู้นำหน้าที่คอยอำนวยความสะดวก ช่วยเหลือนักเรียนในลักษณะฐานการช่วยเหลือ มุ่งเน้นให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม และเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย โดยดำเนินการดังนี้

1) ฝึกฝนกระบวนการเรียนรู้ให้กับนักเรียนเพื่อให้นักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยเน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง

2) กระตุ้นให้นักเรียนเกิดการถาม-ตอบ เพื่อแลกเปลี่ยนแนวคิดและประสบการณ์กับครู และเพื่อน ให้กำลังใจหากนักเรียนตอบผิดหรือไม่เข้าใจด้วยการเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นออกมา ตลอดจนรับฟังความคิดเห็นของนักเรียนและสร้างความมั่นใจให้แก่ นักเรียนว่าทุกคนสามารถทำได้และเป็นส่วนหนึ่งของความสำเร็จของกลุ่ม

3) คอยช่วยให้นักเรียนสามารถสร้างความหมายของสิ่งต่าง ๆ ด้วยความเข้าใจของนักเรียนเอง สานิดให้เห็นถึงกระบวนการแปลและสร้างความหมายที่หลากหลาย

4) จัดเตรียมกิจกรรมการเรียนรู้และจัดหาสื่อและอุปกรณ์ที่หลากหลายและตรงกับ ความสนใจของนักเรียน และออกแบบกิจกรรมที่มีปฏิสัมพันธ์กับสื่อ เหตุการณ์ อุปกรณ์ หรือข้อมูลต่าง ๆ ซึ่งเป็นบริบทจริง

5) เปิดโอกาสให้นักเรียนได้สัมผัสบรรยากาศที่เอื้อต่อการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม ทั้งกับบุคคล สิ่งแวดล้อม และวัฒนธรรม เพื่อให้เกิดการร่วมมือ การแลกเปลี่ยนทางความคิดและ วัฒนธรรม ที่หลากหลายในชีวิตจริง

6) อธิบายขั้นตอนการทำกิจกรรมให้นักเรียนเข้าใจอย่างชัดเจน และปฏิบัติได้อย่างถูกต้อง ด้วยภาษาที่เข้าใจ นุ่มนวลและให้กำลังใจ

7) ดูแลการทำกิจกรรมของนักเรียนให้ดำเนินไปตามแนวทาง อย่างถูกต้อง เหมาะสม และอำนวยความสะดวกเพื่อให้การทำกิจกรรมบรรลุวัตถุประสงค์

8) ควรให้กำลังใจและกล่าวชมเชยเมื่อให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรม แม้ว่าผลลัพธ์ที่ออกมาจะถูกต้องหรือไม่ถูกต้องก็ตาม

บทบาทนักเรียน

บทบาทนักเรียนที่ต้องปฏิบัติตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ แบบ 2I3C นี้ ครูควรชี้แจงบทบาทให้นักเรียนเข้าใจว่าในแต่ละขั้นตอนของกิจกรรมนักเรียนมีบทบาทอย่างไรบ้าง พร้อมทั้งชี้แนะการทำหน้าที่ของสมาชิกแต่ละคนที่มีต่อความสำเร็จของกลุ่ม โดยในแต่ละขั้นตอนนักเรียนปฏิบัติดังนี้

- 1) ร่วมแสดงความคิดเห็น มีการถาม-ตอบ ต่อคลิปวิดีโอ หรือข่าวเกี่ยวกับประเด็น หรือสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันที่คุณนำมาเสนอ
- 2) ร่วมกันอภิปรายภายในกลุ่ม และในชั้นเรียน ต่อสถานการณ์ที่คุณยกมาเพื่อให้ นักเรียนร่วมกันหาคำตอบ
- 3) ร่วมมือกับสมาชิกภายในกลุ่มทำการตั้งปัญหา และสร้างแนวคิดในการแก้ปัญหา ตลอดจนศึกษาค้นคว้า สำรวจ ทดลอง ให้ได้ข้อมูลนำไปสู่การลงสรุปหรือตัดสินใจต่อสถานการณ์ที่คุณยกมา
- 4) นำเสนอข้อค้นพบของกลุ่มให้เพื่อน ๆ ในชั้นเรียนได้รับทราบ ตลอดจนร่วมแสดง ข้อโต้แย้งทั้งที่เห็นด้วยและไม่เห็นด้วยกับข้อค้นพบของกลุ่มอื่น ๆ
- 5) สื่อสารความเข้าใจในโมโนทัศน์ทางฟิสิกส์ที่ได้จากการเรียนรู้ในรูปแบบที่หลากหลายให้ผู้อื่นได้รับทราบ

เพื่อให้ง่ายต่อการทำความเข้าใจ และสามารถนำไปปฏิบัติได้อย่างถูกต้อง จึงขอแสดง บทบาทครูและบทบาทนักเรียนในแต่ละขั้นตอนให้เห็นอย่างชัดเจน ดังตาราง 1

ตาราง 35 บทบาทครูและบทบาทนักเรียนตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ แบบ 2I3C

ขั้นตอน	กิจกรรมการเรียนรู้	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
1 นำเข้าสู่ประเด็น (Introduce the issues)	▪ นำเสนอประเด็นหรือ เหตุการณ์ ที่เกี่ยวข้องกับ ชีวิตประจำวันด้วยภาพ ข่าว หรือวิดีโอ	▪ ครูใช้คำถามกระตุ้นความ สนใจว่าเหตุการณ์ที่คุณนำมา เสนอเกี่ยวข้องกับการเรียน วิชาฟิสิกส์อย่างไร	▪ นักเรียนร่วมกันตอบ คำถามและอภิปราย ต่อเหตุการณ์ที่คุณ นำมาเสนอ
2 กำหนดหัวข้อ ใน การโต้แย้ง (Identify the point)	▪ นักเรียนร่วมกันศึกษา สถานการณ์ที่จะให้หา คำตอบและระบุประเด็นที่ นำไปสู่การโต้แย้ง	▪ ครูตั้งคำถามเกี่ยวกับเหตุผล หรือปัจจัย ที่นักเรียนใช้ในการ การพิจารณาและตัดสินใจ เลือกตัวเลือก ▪ ครูทบทวนความรู้เดิม	▪ นักเรียนร่วมกัน แสดงความคิดเห็นใน การตัดสินใจเลือก ตัวเลือกพร้อมทั้งระบุ เหตุผลประกอบการ ตัดสินใจ

ตาราง 35 (ต่อ)

ขั้นตอน	กิจกรรมการเรียนรู้	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
3 เก็บรวบรวม หลักฐาน (Collect the evidences)	สร้างข้อมูล/หลักฐานจากการศึกษา สํารวจ ตรวจสอบ ค้นคว้า ทดลอง	ครูชี้แจงลำดับและขั้นตอนในการศึกษา สํารวจตรวจสอบ ค้นคว้า ทดลอง วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูล ก่อนทำการเก็บรวบรวมหลักฐาน	- นักเรียนรับฟังลำดับขั้นตอนในการศึกษา สํารวจตรวจสอบ ค้นคว้า ทดลอง วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูล - นักเรียน ศึกษา สํารวจตรวจสอบ ค้นคว้า ทดลอง วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูล
4 สร้างการโต้แย้ง (Construct the argumentation)	- นำเสนอข้อค้นพบของกลุ่มต่อชั้นเรียน - ร่วมแสดงข้อโต้แย้งทั้งที่เห็นด้วยและไม่เห็นด้วยกับข้อค้นพบของกลุ่มอื่น	- ครูคอยดูแลให้การนำเสนอของแต่ละกลุ่มดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย - ครูกระตุ้นให้กลุ่มที่มีแนวคิดที่แตกต่างได้ร่วมแลกเปลี่ยนแนวคิด - ครูอธิบายเนื้อหาบางส่วนที่มีความซับซ้อนและแสดงตัวอย่างการคำนวณโจทย์ปัญหาจากใบความรู้ ใบงาน และอธิบายความเชื่อมโยงกับสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน	- นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอข้อค้นพบของกลุ่มต่อชั้นเรียน - นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมแสดงข้อโต้แย้งทั้งที่เห็นด้วยและไม่เห็นด้วยกับข้อค้นพบของกลุ่มอื่น - นักเรียนตั้งคำถามเกี่ยวกับข้อสงสัยในใบความรู้หรือใบงาน
5 สื่อสารคำอธิบาย ไปยังผู้อื่น (Communicate the explanation to others)	เป็นการสะท้อนการเรียนรู้ด้วยการเขียน การวาดภาพหรือ การพูด	ครูสรุปมโนทัศน์ที่สำคัญให้นักเรียนได้เข้าใจ และให้นักเรียนแสดงความเข้าใจในมโนทัศน์ทางฟิสิกส์ที่ได้เรียนรู้ในรูปแบบที่หลากหลาย	นักเรียนเขียน วาดภาพ หรือพูดเพื่อแสดงถึงความเข้าใจในมโนทัศน์ทางฟิสิกส์ที่ได้เรียนรู้

โครงสร้างเนื้อหา

เนื้อหาสาระของหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เป็นส่วนหนึ่งของรายวิชา ฟิสิกส์ (เพิ่มเติม) ตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ดังนี้

สาระที่ 4 : แรงและการเคลื่อนที่

มาตรฐาน ว.4.1 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์ การสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ อย่างถูกต้อง

ตัวชี้วัดที่ ว.4.1 ม. 4-6/1 ทดลองและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับการเคลื่อนที่ของวัตถุในสนามโน้มถ่วง และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว.4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุในธรรมชาติ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัดที่ ว.4.2 ม. 4-6/1 อธิบายและทดลองความสัมพันธ์ระหว่างการกระจัด เวลา ความเร็ว ความเร่งของการเคลื่อนที่ในแนวตรง

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่า วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

ตัวชี้วัดที่ ว8.1 ม. 4-6/1 ตั้งคำถามที่กำหนดประเด็นหรือตัวแปรที่สำคัญในการสำรวจตรวจสอบหรือศึกษาค้นคว้าเรื่องที่สนใจได้อย่างครอบคลุม และเชื่อถือได้

ตัวชี้วัดที่ ว8.1 ม. 4-6/3 ค้นคว้ารวบรวมข้อมูลที่ต้องพิจารณาปัจจัยหรือตัวแปรสำคัญ ปัจจัยที่มีผลต่อปัจจัยอื่น ปัจจัยที่ควบคุมไม่ได้ และจำนวนครั้งของการสำรวจตรวจสอบ เพื่อให้ได้ผลที่มีความเชื่อมั่นอย่างเพียงพอ

ตัวชี้วัดที่ ว8.1 ม. 4-6/5 รวบรวมข้อมูลและบันทึกผลการสำรวจตรวจสอบอย่างเป็นระบบถูกต้องครอบคลุมทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ โดยตรวจสอบความเป็นไปได้ ความเหมาะสม หรือความผิดพลาดของข้อมูล

ตัวชี้วัดที่ ว8.1 ม. 4-6/7 วิเคราะห์ข้อมูล แปลความหมายข้อมูล และประเมินความสอดคล้องของข้อสรุป หรือสาระสำคัญเพื่อตรวจสอบกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

ตัวชี้วัดที่ ว8.1 ม. 4-6/9 นำผลของการสำรวจตรวจสอบที่ได้ทั้งวิธีการและองค์ความรู้ที่ได้ไปสร้างคำถามใหม่ นำไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่และในชีวิตจริง

ตัวชี้วัดที่ ว8.1 ม. 4-6/10 ตระหนักถึงความสำคัญในการที่จะต้องมีส่วนร่วมรับผิดชอบ การอธิบายการลงความเห็น และการสรุปผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่นำเสนอต่อสาธารณชนด้วยความถูกต้อง

ตัวชี้วัดที่ ว8.1 ม. 4-6/11 บันทึกและอธิบายผลการสำรวจตรวจสอบอย่างมีเหตุผล ใช้ พยานหลักฐานอ้างอิงหรือค้นคว้าเพิ่มเติมเพื่อหาหลักฐานอ้างอิงที่เชื่อถือได้ และยอมรับว่าความรู้ เดิมอาจมีการเปลี่ยนแปลงได้ เมื่อมีข้อมูลและประจักษ์พยานใหม่เพิ่มเติมหรือโต้แย้งจากเดิมซึ่งทำ ทายให้มีการตรวจสอบอย่างระมัดระวังอันจะนำมาสู่การยอมรับเป็นความรู้ใหม่

เวลาที่ใช้สอน 30 คาบ รายละเอียดตามแผนการจัดการเรียนรู้ดังนี้

การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ วิชาฟิสิกส์ที่ใช้การโต้แย้ง เชิงวิทยาศาสตร์ แบบ 2I3C สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายนั้น มุ่งเน้นให้นักเรียน สามารถพัฒนาความคิดที่เป็นเหตุเป็นผล คิดวิเคราะห์ วิจัย ใช้ความรู้ในการระบุประเด็นปัญหา อธิบายปรากฏการณ์ มีทักษะในการค้นคว้าหาความรู้ สามารถในการแก้ไขปัญหา และตัดสินใจโดย ใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ มีทั้งสิ้น 8 แผน และแผนการจัดการ เรียนรู้สำหรับเตรียมความพร้อมให้นักเรียนมีทักษะที่จำเป็นต่อการเรียนรู้ที่ใช้การโต้แย้งเชิง วิทยาศาสตร์อีก 1 แผน ดังนี้

หน่วยที่	แผนการจัดการเรียนรู้	เวลา (คาบ)
การเตรียมความพร้อม ของนักเรียน	ทักษะทางวิทยาศาสตร์ที่จำเป็นต่อการเรียนรู้ที่ใช้ การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์	5
1	1. ปริมาณที่เกิดจากการเคลื่อนที่ของวัตถุ	3
การเคลื่อนที่ใน 1 มิติ	2. กราฟแสดงความสัมพันธ์ปริมาณการเคลื่อนที่	3
	3. การเคลื่อนที่ 1 มิติด้วยความเร่งคงที่ในแนวราบ	4
	4. การเคลื่อนที่ 1 มิติด้วยความเร่งคงที่ในแนวดิ่ง	2
2	5. แรง มวล น้ำหนักและกฎแรงดึงดูดระหว่างมวล	3
มวล แรง และ	6. กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน	5
กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน	7. แรงเสียดทาน	3
	8. การโต้ว่าที่ประเด็นทางสังคม ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์	2
รวม		30

จุดประสงค์การเรียนรู้

- 1 อธิบายความหมายของระยะทาง การกระจัด อัตราเร็ว ความเร็ว ความเร่งได้
- 2 บอกความแตกต่างของระยะทางกับการกระจัด อัตราเร็วกับความเร็ว ได้
- 3 สร้างและนำเสนอข้อโต้แย้งเกี่ยวกับปริมาณที่เกิดจากการเคลื่อนที่ของวัตถุด้วยการทำงานเป็นกลุ่มได้
- 4 แปลความหมายลักษณะการเคลื่อนที่จากกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณต่าง ๆ ในการเคลื่อนที่แนวตรงได้
- 5 เขียนกราฟ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณต่าง ๆ ในการเคลื่อนที่แนวตรงได้
- 6 คำนวณหาปริมาณต่าง ๆ ในการเคลื่อนที่แนวตรงได้
- 7 สร้างและนำเสนอข้อโต้แย้งเกี่ยวกับกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณต่าง ๆ ในการเคลื่อนที่แนวตรง ด้วยการทำงานเป็นกลุ่มได้
- 8 อธิบายความสัมพันธ์ระหว่าง ความเร็วต้น ความเร็วสุดท้าย ความเร่งคงตัว การกระจัด และเวลาในการเคลื่อนที่ในแนวตรงด้วยความเร่งคงตัวได้
- 9 ทดลองและสรุปผลการทดลองเกี่ยวกับการเคลื่อนที่แนวตรงได้
- 10 คำนวณหาปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ในแนวตรงด้วยความเร่งคงตัวได้
- 11 สร้างและนำเสนอข้อโต้แย้งเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ในแนวตรงด้วยความเร่งคงตัว ด้วยการทำงานเป็นกลุ่มได้
- 12 อธิบายการตกของวัตถุอย่างอิสระภายใต้สนามความโน้มถ่วงโลกได้
- 13 คำนวณหาความสัมพันธ์ของปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการตกของวัตถุอย่างอิสระภายใต้สนามความโน้มถ่วงโลกได้
- 14 สร้างและนำเสนอข้อโต้แย้งเกี่ยวกับการการตกของวัตถุอย่างอิสระภายใต้สนามความโน้มถ่วงของโลกด้วยการทำงานเป็นกลุ่มได้
- 15 บอกความหมายของ แรง มวล และน้ำหนักได้
- 16 อธิบายความแตกต่างของแรง มวล และน้ำหนัก ได้
- 17 คำนวณหาขนาดและทิศทางของแรงลัพธ์ได้
- 18 อธิบายและคำนวณเกี่ยวกับกฎแรงดึงดูดระหว่างมวลของนิวตันได้
- 19 สร้างและนำเสนอข้อโต้แย้งเกี่ยวกับแรง มวล น้ำหนัก และกฎแรงดึงดูดระหว่างมวลได้
- 20 อธิบายกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันได้
- 21 ใช้กฎการเคลื่อนที่ของนิวตันอธิบายสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันได้
- 22 คำนวณโดยใช้กฎการเคลื่อนที่ของนิวตันเพื่อแก้โจทย์ปัญหาได้
- 23 สร้างและนำเสนอข้อโต้แย้งเกี่ยวกับกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันได้
- 24 อธิบายผลของการเคลื่อนที่สัมพัทธ์กันระหว่างวัตถุกับผิวสัมผัสได้

- 25 ระบุปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับแรงเสียดทานได้
- 26 คำนวณหาแรงเสียดทานได้
- 27 สร้างและนำเสนอข้อโต้แย้งเกี่ยวกับแรงเสียดทานได้
- 28 สำรวจและสืบค้นประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ในชีวิตประจำวันได้
- 29 เก็บรวบรวม และวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อใช้เป็นหลักฐานเกี่ยวกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ในชีวิตประจำวันได้
- 30 สร้างข้อโต้แย้งเกี่ยวกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ในชีวิตประจำวันได้
- 31 โต้แย้งเกี่ยวกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ในชีวิตประจำวันได้
- 32 ตั้งคำถามที่อยู่บนพื้นฐานของความสนใจหรือจากสถานการณ์ที่เกิดขึ้นที่และสามารถทำการสำรวจตรวจสอบหรือศึกษาค้นคว้าด้วยการทำงานร่วมกันได้
- 33 ค้นคว้า รวบรวมข้อมูลและบันทึกผลการสำรวจตรวจสอบอย่างเป็นระบบ
- 34 วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลจากการสำรวจตรวจสอบ เพื่อนำไปใช้เป็นหลักฐาน และประเมินความสอดคล้องของหลักฐานกับคำถามที่ตั้งไว้ และนำเสนอข้อมูลด้วยวิธีที่เหมาะสม
- 35 อธิบายผลการสำรวจตรวจสอบอย่างมีเหตุผล โดยใช้ประจักษ์พยานหรือหลักฐาน และโต้แย้งเพื่อเปลี่ยนแปลงความรู้เดิม ด้วยประจักษ์พยานใหม่ที่เชื่อถือได้มากกว่า



ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

รายวิชา ฟิสิกส์ 1

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

เรื่อง กราฟแสดงความสัมพันธ์ปริมาณการเคลื่อนที่

วันที่ 24,26 มิถุนายน 2557

เวลา 3 คาบ

1. มาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 4 : แรงและการเคลื่อนที่

มาตรฐาน ว.4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุในธรรมชาติ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัดที่ ว.4.2 ม. 4-6/1 อธิบายและทดลองความสัมพันธ์ระหว่างการกระจัด เวลา ความเร็ว ความเร่งของการเคลื่อนที่ในแนวตรง

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้อข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่า วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

ตัวชี้วัดที่ ว8.1 ม. 4-6/1 ตั้งคำถามที่กำหนดประเด็นหรือตัวแปรที่สำคัญในการสำรวจตรวจสอบหรือศึกษาค้นคว้าเรื่องที่สนใจได้อย่างครอบคลุม และเชื่อถือได้

ตัวชี้วัดที่ ว8.1 ม. 4-6/5 รวบรวมข้อมูลและบันทึกผลการสำรวจตรวจสอบอย่างเป็นระบบถูกต้องครอบคลุมทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ โดยตรวจสอบความเป็นไปได้ ความเหมาะสม หรือความผิดพลาดของข้อมูล

ตัวชี้วัดที่ ว8.1 ม. 4-6/7 วิเคราะห์ข้อมูล แปลความหมายข้อมูล และประเมินความสอดคล้องของข้อสรุป หรือสาระสำคัญเพื่อตรวจสอบกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

ตัวชี้วัดที่ ว8.1 ม. 4-6/10 ตระหนักถึงความสำคัญในการที่จะต้องมีส่วนร่วมรับผิดชอบการอธิบายการลงความเห็น และการสรุปผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่นำเสนอต่อสาธารณชนด้วยความถูกต้อง

ตัวชี้วัดที่ ว8.1 ม. 4-6/11 บันทึกและอธิบายผลการสำรวจตรวจสอบอย่างมีเหตุผล ใช้พยานหลักฐานอ้างอิงหรือค้นคว้าเพิ่มเติมเพื่อหาหลักฐานอ้างอิงที่เชื่อถือได้ และยอมรับว่าความรู้เดิมอาจมีการเปลี่ยนแปลงได้ เมื่อมีข้อมูลและประจักษ์พยานใหม่เพิ่มเติมหรือโต้แย้งจากเดิม ซึ่งท้าทายให้มีการตรวจสอบอย่างระมัดระวังอันจะนำมาสู่การยอมรับเป็นความรู้ใหม่

2. สารสำคัญ

กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณต่างๆ ของการเคลื่อนที่ในแนวตรง ได้แก่

1. กราฟความสัมพันธ์ระหว่างการกระจัดกับเวลา ความชันของกราฟ คือ ความเร็ว
2. กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับเวลา ความชันของกราฟ คือ ความเร่ง ส่วนพื้นที่ใต้กราฟ คือ ขนาดของการกระจัด
3. กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร่งกับเวลา พื้นที่ใต้กราฟ คือ ความเร็วที่เปลี่ยนไปในช่วงเวลานั้น

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. แปลความหมายลักษณะการเคลื่อนที่จากกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณต่าง ๆ ในการเคลื่อนที่แนวตรงได้
2. เขียนกราฟ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณต่าง ๆ ในการเคลื่อนที่แนวตรงได้
3. คำนวณหาปริมาณต่าง ๆ ในการเคลื่อนที่แนวตรงได้
4. สร้างและนำเสนอข้อโต้แย้งเกี่ยวกับกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณต่าง ๆ ในการเคลื่อนที่แนวตรง ด้วยการทำงานเป็นกลุ่มได้

4. กระบวนการจัดการเรียนรู้

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	เวลา (นาที)	กิจกรรม
ขั้นตอนที่ 1 นำเข้าสู่ประเด็น	15	1. ครูให้นักเรียนชม simulation เรื่อง moving – man แล้วถามนักเรียนว่า “จากการเคลื่อนที่ของผู้ชายคนนี้มีลักษณะอย่างไรบ้าง นักเรียนคิดว่า ปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่จะสัมพันธ์กันอย่างไร” 2. ครูให้นักเรียนศึกษาการเล่าเหตุการณ์การเดินทางของคุณตาที่เดินทางมาหาหลาน ๆ ด้วยรถไฟ จากสถานีอุบลราชธานีถึงสถานีศรีสะเกษ จากสถานการณ์ “ตามารถไฟ” แล้วให้แต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายโดยใช้คำถามว่า “นักเรียนคิดว่าการสรุปการเดินทางของคุณตาของหลานคนใดไม่ถูกต้อง” 3. ครูให้แต่ละกลุ่มร่วมกันแสดงเหตุผลในการตัดสินใจสรุปว่าหลานคนใดสรุปการเดินทางของคุณตาผิดและแสดงเหตุผลที่ไม่เลือกการสรุปของหลานคนที่เหลือ ลงในกระดานไวท์บอร์ด

ขั้นตอนการ จัดการเรียนรู้	เวลา (นาที)	กิจกรรม
ขั้นตอนที่ 2 กำหนดหัวข้อใน การโต้แย้ง	25	1. ครูร่วมแสดงความคิดเห็นกับผู้เรียน โดยให้แต่ละกลุ่มร่วมกันกำหนดหัวข้อหรือประเด็นที่จะนำไปสู่การโต้แย้ง โดยแนวคิดควรครอบคลุมประเด็นดังนี้ • กราฟความสัมพันธ์ระหว่างการกระจัดกับเวลา • กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับเวลา • กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร่งกับเวลา 2. นักเรียนรับฟังการนำเสนอความเชื่อมโยงระหว่างสถานการณ์ “ตามารถไฟ” กับกราฟแสดงความสัมพันธ์ปริมาณการเคลื่อนที่ที่จะให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าจากกิจกรรม เพื่อบอกความหมายและความสัมพันธ์ของปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับเคลื่อนที่ของวัตถุ 3. นักเรียนบันทึกสิ่งที่อยากรู้ด้วยการตั้งคำถามลงในแบบบันทึกการสร้างข้อโต้แย้งข้อ 1 4. นักเรียนร่วมกันวางแผนเพื่อหาคำตอบลงในแบบบันทึกการสร้างข้อโต้แย้งข้อ 2
ขั้นตอนที่ 3 เก็บรวบรวม หลักฐาน	70	1. แต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษาไปความรู้และทำไปกิจกรรมดังนี้ • ไปความรู้ที่ 2.1 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างการกระจัดกับเวลา ไปกิจกรรมที่ 2.1 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างการกระจัดกับเวลา • ไปความรู้ที่ 2.2 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับเวลา ไปกิจกรรมที่ 2.2 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับเวลา • ไปความรู้ที่ 2.3 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร่งกับเวลา ไปกิจกรรมที่ 2.3 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร่งกับเวลา 2. นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการบันทึกผลที่พบจากการสืบค้น และตรวจสอบลงในแบบบันทึกการสร้างข้อโต้แย้งข้อ 3
ขั้นตอนที่ 4 สร้างการโต้แย้ง	45	1. นักเรียนดำเนินการในขั้นตอนการสร้างข้อโต้แย้งตามลำดับขั้นต่อไปนี้ ขั้น 1 นักเรียนแต่ละกลุ่มสร้างข้อกล่าวอ้างของกลุ่มตนเอง ลงในแบบบันทึกการสร้างข้อโต้แย้งข้อ 4 และใช้หลักฐานอะไรบางมาสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง และบันทึกลงในแบบบันทึกการสร้างข้อโต้แย้งข้อ 5 แล้วแสดงเหตุผลเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานกับข้อกล่าวอ้าง ลงในแบบบันทึกการสร้างข้อโต้แย้งข้อ 6 และร่วมกันสร้างข้อโต้แย้ง ลงในแบบบันทึกการสร้างข้อโต้แย้งข้อ 7

ขั้นตอนการ จัดการเรียนรู้	เวลา (นาที)	กิจกรรม
ขั้นตอนที่ 4 สร้างการโต้แย้ง (ต่อ)		ขั้น 2 แต่ละกลุ่มตรวจสอบข้อกล่าวอ้างของกลุ่มตนเองที่สร้างขึ้นว่าแนวคิดที่ร่วมกันสร้างขึ้นเปลี่ยนแปลงจากแนวคิดตอนแรกเริ่มที่ได้ตัดสินใจสรุปว่าหลานคนใดสรุปการเดินทางของคุณตาผิดไป เหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร ขั้น 3 ครูให้แต่ละกลุ่มนำเสนอข้อกล่าวอ้างของกลุ่มตนเองด้วยการนำเสนอด้วยการเขียนลงในกระดาษฟลิปชาร์ต ให้กับเพื่อนกลุ่มอื่นได้รับฟังแนวคิดที่ได้จากการศึกษา ขั้น 4 แต่ละกลุ่มที่มีแนวคิดหรือข้อค้นพบที่แตกต่างทำการซักค้านเพื่ออภิปรายร่วมกัน ขั้น 5 หากกลุ่มใดยังคงยืนยันในแนวคิดเดิมต้องทำการแย้งกลับด้วยเหตุผลและหลักฐานที่สามารถหักล้างแนวคิดที่แตกต่างได้แต่หากเห็นว่าข้อโต้แย้งของกลุ่มตนเองมีข้อบกพร่อง ก็ทำแก้ไข และปรับปรุงข้อโต้แย้งของกลุ่มใหม่ 2. ครูทำการเฉลยว่าหลานคนใดที่สรุปการเดินทางของคุณตาผิดไปตลอดจนแนะนำการปรับปรุงแก้ไขข้อโต้แย้งให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้นในครั้งต่อไป 3. ครูสรุปเนื้อหาเพิ่มเติม และเฉลยโจทย์ในใบกิจกรรมบางข้อโดยละเอียด
ขั้นตอนที่ 5 สื่อสาร คำอธิบายไปยัง ผู้อื่น	10	1. นักเรียนแต่ละคนเขียนสรุปความรู้ที่ได้รับ ในรูปแบบผังมโนทัศน์ นักเรียนคนใดที่มีข้อสงสัยหรือคำถามเพิ่มเติมสามารถสอบถามครูได้

5. สื่อ อุปกรณ์ และแหล่งการเรียนรู้

1. ใบความรู้ที่ 2.1 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างการกระทำกับเวลา
2. ใบความรู้ที่ 2.2 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับเวลา
3. ใบความรู้ที่ 2.3 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร่งกับเวลา
4. ใบกิจกรรมที่ 2.1 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างการกระทำกับเวลา
5. ใบกิจกรรมที่ 2.2 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับเวลา
6. ใบกิจกรรมที่ 2.3 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร่งกับเวลา
7. สถานการณ์ “ตามารถไฟ”
8. สถานการณ์จำลอง (Simulation) เรื่อง moving – man

6. การวัดและประเมินผล

6.1 วิธีการวัดและประเมินผล

6.1.1 วัดความเข้าใจ

6.1.2 ประเมินความสามารถในการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์

6.1.3 ประเมินการเรียนรู้ร่วมกัน

6.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวัดผลและประเมินผล

6.2.1 ผังมโนทัศน์

6.2.2 แบบบันทึกการสร้างข้อโต้แย้ง

6.2.3 แบบประเมินการเรียนรู้ร่วมกัน

6.3 เกณฑ์การประเมินผล

6.3.1 มีคะแนนการสร้างผังมโนทัศน์ ในระดับดี ขึ้นไป

6.3.2 ความสามารถในการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ อยู่ในระดับดี ขึ้นไป

6.3.4 ประเมินการเรียนรู้ร่วมกัน อยู่ในระดับดี ขึ้นไป



เกณฑ์การให้คะแนนการสร้างผังมโนทัศน์

ปรับมาจากโนแวกและโกวิน Novak; & Gowin. 1984: 36 ที่มีองค์ประกอบในการให้คะแนน ประกอบด้วย การนำเสนอ (Proposition) การลำดับชั้น (Hierarchy) ความสัมพันธ์ข้ามสาย (Cross links) และการยกตัวอย่าง (Examples) มีดังนี้

คะแนน	ระดับ	ลักษณะที่ปรากฏ
4	ดีมาก	เขียนมโนทัศน์หลักครบ (1. กราฟความสัมพันธ์ระหว่างการกระทำกับเวลา ความชันของกราฟ คือ ความเร็ว 2. กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับเวลา ความชันของกราฟ คือ ความเร่ง ส่วนพื้นที่ใต้กราฟ คือขนาดของการกระจัด 3. กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร่งกับเวลา พื้นที่ใต้กราฟ คือ ความเร็วที่เปลี่ยนไปในช่วงเวลานั้น) มีการแสดงให้เห็นถึงมโนทัศน์รอง และมโนทัศน์ย่อยของมโนทัศน์หลักแต่ละตัว พร้อมทั้งยกตัวอย่างประกอบ และแสดงความสัมพันธ์ของมโนทัศน์หลักกับมโนทัศน์หลัก หรือมโนทัศน์รองของสายอื่นๆ
3	ดี	เขียนมโนทัศน์หลักครบ (กราฟความสัมพันธ์ระหว่างการกระทำกับเวลา กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับเวลา กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร่งกับเวลา) มีการแสดงให้เห็นถึงมโนทัศน์รอง และมโนทัศน์ย่อยของมโนทัศน์หลักแต่ละตัว ยกตัวอย่างประกอบแต่ไม่ครบทุกมโนทัศน์ และแสดงความสัมพันธ์ของ มโนทัศน์หลักกับมโนทัศน์หลัก หรือมโนทัศน์รองของสายอื่นๆ บางมโนทัศน์
2	พอใช้	เขียนมโนทัศน์หลักครบ มีการแสดงให้เห็นถึงมโนทัศน์รอง และมโนทัศน์ย่อย บางตัว ยกตัวอย่างประกอบแต่ไม่ครบทุกมโนทัศน์ และไม่แสดงความสัมพันธ์ ของมโนทัศน์ไปยังสายอื่นๆ
1	ปรับปรุง	เขียนมโนทัศน์หลักไม่ครบ แสดงให้เห็นถึงมโนทัศน์รอง และมโนทัศน์ย่อยบางตัว ไม่ยกตัวอย่างประกอบ และไม่แสดงความสัมพันธ์ ของมโนทัศน์ไปยังสายอื่นๆ

กลุ่ม.....

**แบบบันทึก
การสร้างข้อโต้แย้ง**

คำชี้แจง จากสถานการณ์ “ตามารถไฟ” จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. จากสถานการณ์ “ตามารถไฟ” นักเรียนมีคำถามเกี่ยวกับสถานการณ์นี้อย่างไร

.....

.....

.....

2. สิ่ง que นักเรียนต้องทำเพื่อหาคำตอบของข้อ 1 คืออะไร

.....

.....

.....

3. จากผลการสืบค้น และตรวจสอบของนักเรียนพบว่า

.....

.....

.....

4. จากสถานการณ์ “ตามารถไฟ” ข้อกล่าวอ้างของนักเรียนคืออะไร

.....

.....

.....

5. หลักฐานที่นักเรียนนำมาใช้สนับสนุนข้อกล่าวอ้างมีอะไรบ้าง

.....

.....

.....

6. เหตุผลที่นักเรียนจะใช้แสดงความเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานกับข้อกล่าวอ้างคืออะไร

.....

.....

.....

7. ข้อโต้แย้งของนักเรียนคือ

.....

.....

.....

**เกณฑ์การประเมินความสามารถในการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์
ด้านผลงานการสร้างข้อโต้แย้ง ตามแบบบันทึกการสร้างข้อโต้แย้ง**

1. การสร้างคำถาม	
คะแนน	ตัวบ่งชี้
3	คำถามสามารถหาคำตอบได้ และแสดงตัวแปรที่สนใจ
2	คำถามสามารถหาคำตอบได้ แต่ไม่แสดงถึงตัวแปรที่สนใจ
1	คำถามไม่เกี่ยวกับสถานการณ์ที่น่าเสนอ
0	ไม่เขียนคำถาม
2. การวางแผนการทำงาน	
คะแนน	ตัวบ่งชี้
3	แสดงวิธี และขั้นตอน ในการสำรวจตรวจสอบ อย่างครบถ้วนและเป็นลำดับ
2	แสดงวิธี และขั้นตอน ในการสำรวจตรวจสอบ แต่ขาดลำดับ
1	แสดงวิธี และขั้นตอน ในการสำรวจตรวจสอบ แต่ไม่ครบถ้วน
0	ไม่แสดงขั้นตอนและวิธีการวางแผนในการสำรวจตรวจสอบ
3. ผลการสำรวจตรวจสอบ	
คะแนน	ตัวบ่งชี้
3	แสดงข้อมูลครบถ้วน แปลความหมาย และแสดงความสัมพันธ์อย่างสมบูรณ์
2	แสดงข้อมูลครบถ้วน แต่การแปลความหมายและการแสดงความสัมพันธ์ไม่สัมพันธ์กัน
1	แสดงข้อมูลไม่ครบและขาดการแปลความหมายและการแสดงความสัมพันธ์
0	ไม่แสดงข้อมูลใดๆ
4. ข้อกล่าวอ้าง	
คะแนน	ตัวบ่งชี้
3	ข้อกล่าวอ้างชัดเจน
2	ข้อกล่าวอ้างไม่ชัดเจน
1	ข้อกล่าวอ้างไม่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์
0	ไม่เขียนข้อกล่าวอ้าง
5. หลักฐาน	
คะแนน	ตัวบ่งชี้
3	หลักฐานที่นำมาสนับสนุนสัมพันธ์กับข้อกล่าวอ้างและเหตุผลที่ใช้อธิบายอย่างครบถ้วน
2	หลักฐานที่นำมาสนับสนุนสัมพันธ์กับข้อกล่าวอ้างและเหตุผลที่ใช้อธิบายแต่ไม่ครบถ้วน
1	หลักฐานที่นำมาใช้สนับสนุนไม่เกี่ยวข้องกับข้อกล่าวอ้างและเหตุผลที่ใช้อธิบาย
0	ไม่แสดงหลักฐานใดๆ

**เกณฑ์การประเมินความสามารถในการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์
ด้านผลงานการสร้างข้อโต้แย้ง ตามแบบบันทึกการสร้างข้อโต้แย้ง
(ต่อ)**

6. เหตุผล	
คะแนน	ตัวบ่งชี้
3	คำอธิบายสัมพันธ์กับคำถาม ข้อกล่าวอ้าง และหลักฐาน อย่างชัดเจน
2	คำอธิบายสัมพันธ์กับคำถาม ข้อกล่าวอ้าง และหลักฐาน แต่ไม่ชัดเจน
1	คำอธิบายไม่สัมพันธ์กับคำถาม ข้อกล่าวอ้าง และหลักฐาน
0	ไม่เขียนแสดงคำอธิบาย
7. ข้อโต้แย้ง	
คะแนน	ตัวบ่งชี้
3	ข้อกล่าวอ้างมีความชัดเจน หลักฐานที่นำเสนอมีความเหมาะสมและเพียงพอต่อการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง และเหตุผลที่ใช้อธิบาย มีความเชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างและหลักฐาน และใช้หลักการเชิงวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม
2	ข้อกล่าวอ้างที่มีความชัดเจน หลักฐานที่นำเสนอมีความเหมาะสมแต่ไม่เพียงพอต่อการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง และเหตุผลที่ใช้อธิบาย ความเชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างและหลักฐาน ยังไม่เหมาะสม
1	ข้อกล่าวอ้างที่มีความชัดเจน หลักฐานที่นำเสนอยังไม่สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง และเหตุผลที่ใช้อธิบายไม่มีความเชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างและหลักฐาน
0	ไม่แสดงข้อกล่าวอ้างหรือข้อกล่าวอ้างไม่ชัดเจน ไม่แสดงหลักฐานหรือ หลักฐานไม่มีความเกี่ยวข้อง และไม่แสดงเหตุผลหรือเหตุผลไม่มีความเชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างและหลักฐาน

การแปลผลระดับความสามารถในการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์

คะแนน (21 คะแนน)	ระดับความสามารถ
15.76 – 21.00	ดีเยี่ยม
10.51 – 15.75	ดี
5.26 – 10.50	พอใช้
0 – 5.25	ปรับปรุง

**เกณฑ์การประเมินความสามารถในการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์
ด้านข้อโต้แย้งที่สร้างขึ้น**

คะแนน	ระดับ	เกณฑ์การประเมิน	ตัวอย่างคำตอบ
3	ดีมาก	ข้อกล่าวอ้างมีความชัดเจน หลักฐานที่นำเสนอมีความเหมาะสมและเพียงพอต่อการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง และเหตุผลที่ใช้อธิบาย มีความเชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างและหลักฐาน และใช้หลักการเชิงวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม	การสรุปการเดินทางของคุณตาบุญมีของหลานน้อยไม่ถูกต้องเพราะจากข้อความที่กล่าวว่า รถไฟจอดนั้นหมายถึงมีอัตราเร็วเป็นศูนย์ซึ่งในช่วงเวลาที่หนอยกล่าวถึง คือในนาที่ที่10-30 และนาที่ที่ 60-70 นั้นเป็นช่วงที่รถไฟเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วคงที่ไม่ใช่อัตราเร็วเป็นศูนย์
2	ดี	ข้อกล่าวอ้างที่มีความชัดเจน หลักฐานที่นำเสนอมีความเหมาะสมแต่ไม่เพียงพอต่อการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง และเหตุผลที่ใช้อธิบาย ความเชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างและหลักฐาน ยังไม่เหมาะสม	การสรุปการเดินทางของคุณตาบุญมีของหลานน้อยไม่ถูกต้องเพราะ ในนาที่ที่ 10-30 และนาที่ที่ 60-70 นั้นรถไฟยังวิ่งด้วยอัตราเร็วคงที่อยู๋ ไม่ใช่จอด
1	พอใช้	ข้อกล่าวอ้างที่มีความชัดเจน หลักฐานที่นำเสนอยังไม่สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง และเหตุผลที่ใช้อธิบายไม่มีความเชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างและหลักฐาน	การสรุปการเดินทางของคุณตาบุญมีของหลานน้อยไม่ถูกต้องเพราะรถไฟจอดนั้นหมายถึงมีอัตราเร็วเป็นศูนย์ ดังนั้นที่หนอยพูดจึงไม่ถูกต้อง
0	ปรับปรุง	ไม่แสดงข้อกล่าวอ้างหรือข้อกล่าวอ้างไม่ชัดเจน ไม่แสดงหลักฐานหรือ หลักฐานไม่มีความเกี่ยวข้อง และไม่แสดงเหตุผลหรือเหตุผลไม่มีความเชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างและหลักฐาน	หนอยพูดไม่ถูกต้อง เพราะกราฟมันสูงแสดงว่าเคลื่อนที่

7. บันทึกผลการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

8. ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

9. ข้อเสนอแนะและแนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

.....

.....

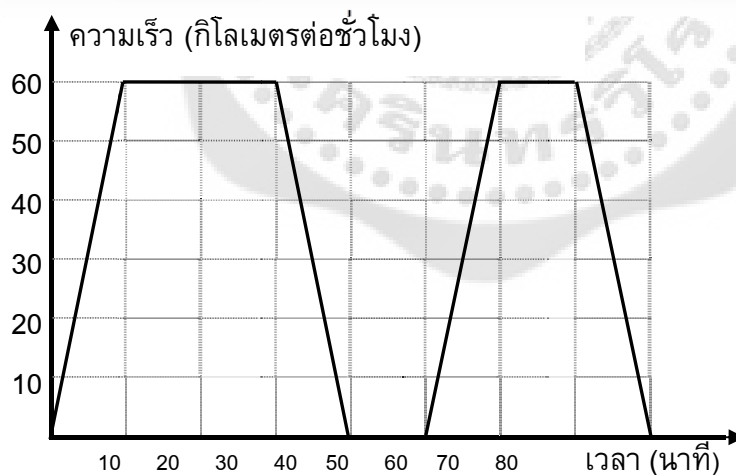
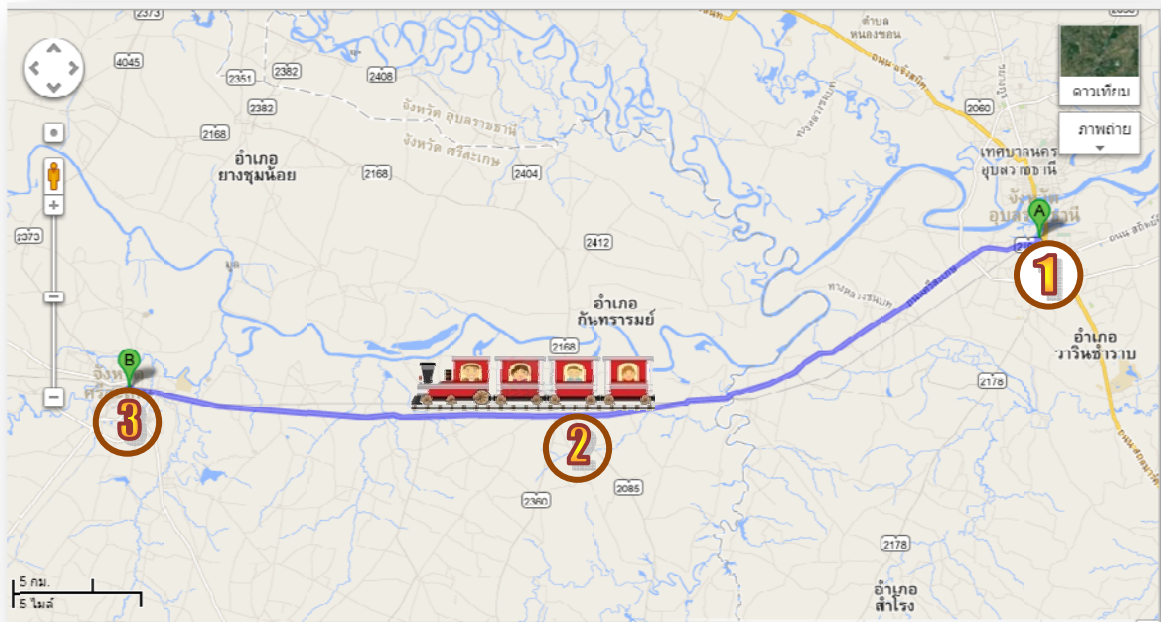
ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางประภา สมสุข)

วันที่ เดือน พ.ศ.....

ตามารถไฟ

คุณตาบุญมีเดินทางมากับรถไฟขบวนท้องถิ่นจากสถานีรถไฟอุบลราชธานีเพื่อมาหาหลานๆ ที่ศรีสะเกษ เส้นทางเดินทางดังกล่าว โดยเมื่อรถไฟเข้าถึงชานชาลาสถานีรถไฟศรีสะเกษ คุณตาบุญมีจึงเล่าเรื่องราวการเดินทางให้หลาน ๆ ฟัง รายละเอียดดังกราฟต่อไปนี้



จากกราฟแสดงปริมาณการเคลื่อนที่ของคุณตาบุญมีที่เล่าให้หลาน ๆ ฟัง หลานแต่ละคนจึงสรุปการเดินทางของคุณตาดังนี้

นิต : คุณตาเดินทางได้ระยะทาง 50 กิโลเมตร

หน้อย : รถไฟจอดสถานี 2 ช่วง คือ ในนาทีที่ 10-30 และนาทีที่ 60-70

โหน่ง : ในตั้งแต่นาทีที่ 1-10 และนาทีที่ 50-60 คุณตาเคลื่อนที่ด้วยความเร่งที่มีขนาดเท่ากัน

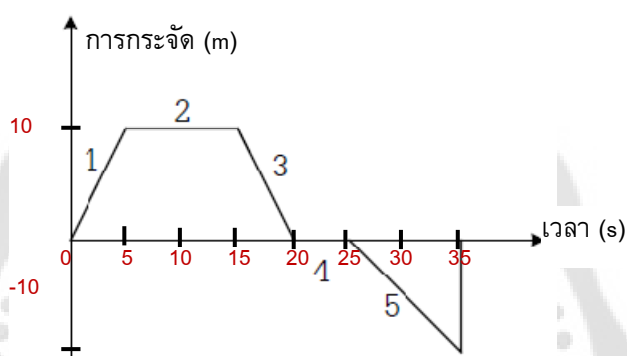
การสรุปการเดินทางของคุณตาของหลานคนใดไม่ถูกต้อง

ใบความรู้ที่ 2.1 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างการกระจัดกับเวลา

กราฟความสัมพันธ์ระหว่างการกระจัดกับเวลา สามารถแปลความหมายจากกราฟโดย

1. ความชันของกราฟการกระจัดกับเวลาคือความเร็วในการเคลื่อนที่
2. การหาความเร็วเฉลี่ยระหว่าง 2 จุดใดๆ หาจากความชันของเส้นตรงที่ลากจากจุดทั้งสองบนกราฟตรงช่วงเวลานั้น ความชันจะแทนความเร็วเฉลี่ย

ตัวอย่างการแปลความหมายและหาค่าความชันกราฟ ระหว่างการกระจัดกับเวลา ของการเดินทางของชายคนหนึ่งในเวลา 35 วินาที ดังนี้



จากกราฟ ลักษณะการเคลื่อนที่ของชายนี้เป็นดังนี้

ช่วงที่ 1 ชายคนนี้มีความเร็วคงที่ค่าหนึ่ง เคลื่อนที่ไปข้างหน้า

ช่วงที่ 2 ชายคนนี้อยู่นิ่งชั่วขณะ

ช่วงที่ 3 ชายคนนี้เคลื่อนที่ย้อนกลับทางเดิมด้วยความเร็วคงที่ค่าหนึ่ง

ช่วงที่ 4 ชายคนนี้กลับมาที่จุดเริ่มต้นและหยุดนิ่งชั่วขณะ

ช่วงที่ 5 ชายคนนี้เคลื่อนที่ถอยหลังเลยตำแหน่งเริ่มต้นเดิมไป ด้วยความเร็วคงที่

และในตอนท้ายชายคนนี้อยู่ห่างจากจุดเริ่มต้นไปข้างหลังของจุดเริ่มต้นเป็นระยะ 10 เมตร

การคำนวณหาความชันของกราฟ

จากกราฟความชันของกราฟ คือ ความเร็วเฉลี่ยของการเคลื่อนที่ สามารถคำนวณได้จาก

$$\text{ความชันของกราฟ (m)} = \text{ความเร็วเฉลี่ย (v}_{av}) = \frac{\Delta y}{\Delta t} = \frac{y_2 - y_1}{t_2 - t_1}$$

$$\text{ความเร็วเฉลี่ยในช่วงเวลา } t = 0 \text{ วินาที ถึง } t = 35 \text{ วินาที คือ } v_{av} = \frac{(-10) - (0)}{35 - 0} = \frac{-10}{35} = -0.28 \text{ m/s}$$

$$\text{ความเร็วเฉลี่ยในช่วงเวลา } t = 0 \text{ วินาที ถึง } t = 5 \text{ วินาที คือ } v_{av} = \frac{(10) - (0)}{5 - 0} = \frac{10}{5} = 2.0 \text{ m/s}$$

$$\text{ความเร็วเฉลี่ยในช่วงเวลา } t = 5 \text{ วินาที ถึง } t = 15 \text{ วินาที คือ } v_{av} = \frac{(10) - (10)}{15 - 5} = \frac{0}{10} = 0 \text{ m/s}$$

จากการคำนวณพบว่าเราสามารถหาความเร็วเฉลี่ยได้ทั้งตลอดการเคลื่อนที่หรือบางช่วงเวลาได้

ใบกิจกรรมที่ 2.1

กราฟความสัมพันธ์ระหว่างการกระจัดกับเวลา

คำชี้แจง ให้นักเรียนทำกิจกรรมตามขั้นตอนต่อไปนี้ แล้วทำการบันทึกข้อมูล เพื่อนำไปเขียนกราฟ แล้วตอบคำถาม

ขั้นตอนการทำกิจกรรม

1. ให้นักเรียนจับเวลาในการเดินไปข้างหน้าเป็นระยะ 4 เมตร แล้วหยุดเดินเป็นเวลา 4 วินาที หลังจากนั้นเดินถอยหลังมายังจุดเริ่มต้นแล้วหยุดเดิน 4 วินาที และเดินถอยหลังอีก 1 เมตร
2. จงเขียนแผนภาพแสดงการเดินทางของนักเรียนจากจุดเริ่มต้นถึงจุดสิ้นสุด พร้อมทั้งแสดงเวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งต่าง ๆ

พื้นที่สำหรับเขียนแผนภาพ

3. นำการกระจัดกับเวลาไปเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ โดยให้เวลาเป็นแกนนอน (x) และการกระจัดเป็นแกนตั้ง (y) โดยกำหนดให้การเดินไปข้างหน้ามีการกระจัดเป็นบวก ส่วนการเดินไปข้างหลังมีการกระจัดเป็นลบ

พื้นที่สำหรับติดกราฟ

คำถาม

1. จงแสดงวิธีหาความชันของกราฟในช่วงการเดินไปข้างหน้า

.....

.....

.....

.....

2. จงแสดงวิธีหาความชันของกราฟจากเวลาเริ่มต้นถึงเวลาสิ้นสุด

.....

.....

.....

.....

3. ความเร็วเฉลี่ยตลอดการเคลื่อนที่เป็นเท่าใด

.....

.....

.....

.....

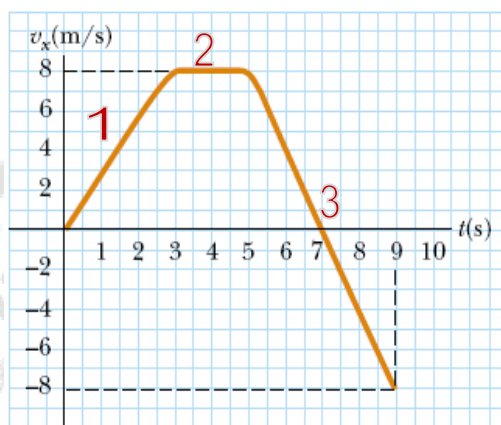


ใบความรู้ที่ 2.2 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับเวลา

กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับเวลา สามารถแปลความหมายจากกราฟโดย

1. ความชันของกราฟความเร็วกับเวลาเป็นค่าความเร่ง
2. พื้นที่ใต้กราฟระหว่างความเร็วกับเวลาสามารถเป็นการกระจัด

ตัวอย่างการแปลความหมายและหาค่าความชันกราฟ ระหว่างความเร็วกับเวลาของการเคลื่อนที่ของรถยนต์คันหนึ่งในเวลา 9 วินาที ดังนี้



จากกราฟ ลักษณะการเคลื่อนที่ของรถยนต์คันนี้เป็นดังนี้

ช่วงที่ 1 รถยนต์คันนี้เคลื่อนที่ด้วยความเร่งค่าหนึ่ง

ช่วงที่ 2 รถยนต์คันนี้เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ หรือความเร่งเป็นศูนย์

ช่วงที่ 3 รถยนต์คันนี้เคลื่อนที่ด้วยความหน่วงค่าหนึ่ง

การคำนวณหาค่าความชันและพื้นที่ใต้กราฟ

จากกราฟความชันของกราฟ คือ ความเร่งเฉลี่ยของการเคลื่อนที่ สามารถคำนวณได้จาก

$$\text{ความชันของกราฟ (m)} = \text{ความเร่งเฉลี่ย (a}_{av}) = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1}$$

ความเร่งเฉลี่ยในช่วงเวลา $t = 0$ วินาทีถึง $t = 9$ วินาที คือ $a_{av} = \frac{(-8) - (0)}{9 - 0} = \frac{-8}{9} = -0.89 \text{ m/s}^2$

ความเร่งเฉลี่ยในช่วงเวลา $t = 0$ วินาทีถึง $t = 3$ วินาที คือ $a_{av} = \frac{(8) - (0)}{3 - 0} = \frac{8}{3} = 2.67 \text{ m/s}^2$

พื้นที่ใต้กราฟ คือ การกระจัดของการเคลื่อนที่ สามารถคำนวณได้จาก

พื้นที่ใต้กราฟ = การกระจัด = (พ.ท.สามเหลี่ยม 1 + พ.ท.สี่เหลี่ยม + พ.ท.สามเหลี่ยม 2 + พ.ท.สามเหลี่ยม 3)

$$\text{การกระจัด} = \left\{ \left(\frac{1}{2} \times \text{ฐาน} \times \text{สูง} \right) + (\text{กว้าง} \times \text{ยาว}) + \left(\frac{1}{2} \times \text{ฐาน} \times \text{สูง} \right) + \left(\frac{1}{2} \times \text{ฐาน} \times \text{สูง} \right) \right\}$$

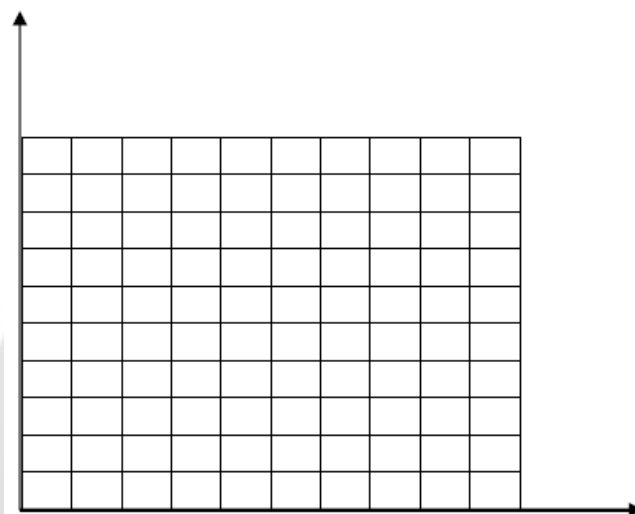
$$\text{การกระจัด} = \left\{ \left(\frac{1}{2} \times 3 \times 8 \right) + (2 \times 8) + \left(\frac{1}{2} \times 2 \times 8 \right) + \left(\frac{1}{2} \times 2 \times (-8) \right) \right\}$$

$$\text{การกระจัด} = 28 \text{ เมตร}$$

ใบกิจกรรมที่ 2.2
กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับเวลา

คำชี้แจง ให้นักเรียนนำข้อมูลแสดงความเร็วในการเคลื่อนที่ของรถยนต์คันหนึ่งกับเวลาที่เปลี่ยนไปที่กำหนดให้ไปเขียนกราฟ แล้วตอบคำถาม

เวลา (s)	0	10	20	30	40
ความเร็ว (m/s)	0	30	30	30	0



1. การกระจัดที่เคลื่อนที่ได้ในช่วง 30 วินาทีแรกเป็นเท่าใด

.....

.....

.....

2. ความเร่งเฉลี่ยในวินาทีที่ 0 - 10

.....

.....

.....

3. ในช่วงวินาทีที่ 10 - 30 มีการเคลื่อนที่อย่างไร

.....

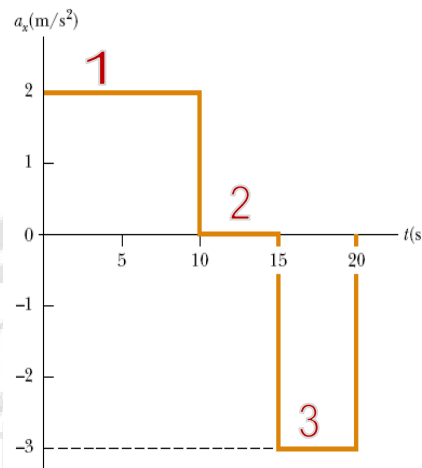
.....

.....

ใบความรู้ที่ 2.3
กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร่งกับเวลา

จากกราฟความเร่งกับเวลา พื้นที่ใต้กราฟ คือ **ความเร็วที่เปลี่ยนไปในช่วงเวลานั้น**

ตัวอย่างการแปลความหมาย ระหว่างความเร่งกับเวลา ของการเคลื่อนที่ของรถยนต์คันหนึ่งในเวลา 20 วินาที ดังนี้



จากกราฟ ลักษณะการเคลื่อนที่ของรถยนต์คันนี้เป็นดังนี้

ช่วงที่ 1 รถยนต์คันนี้เคลื่อนที่ด้วยความเร่งคงตัว 2 m/s^2

ช่วงที่ 2 รถยนต์คันนี้เคลื่อนที่ด้วยความเร่งเป็นศูนย์ หรือความเร็วคงตัว

ช่วงที่ 3 รถยนต์คันนี้เคลื่อนที่ด้วยความเร่งคงตัว -3 m/s^2

การคำนวณหาพื้นที่ใต้กราฟ

พื้นที่ใต้กราฟ คือ ความเร็วเฉลี่ยของการเคลื่อนที่ สามารถคำนวณได้จาก

พื้นที่ใต้กราฟ = ความเร็วเฉลี่ย = (พ.ท.สี่เหลี่ยม 1 + พ.ท.สี่เหลี่ยม 2)

ความเร็วเฉลี่ย = $\{(\text{กว้าง} \times \text{ยาว}) + (\text{กว้าง} \times \text{ยาว})\}$

ความเร็วเฉลี่ย = $\{(10 \times 2) + (5 \times (-3))\}$

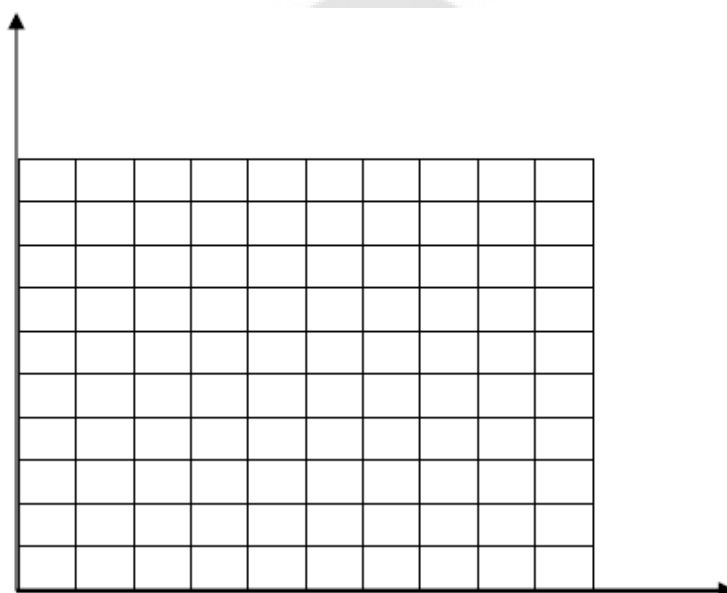
ความเร็วเฉลี่ย = $20 + (-15)$

ความเร็วเฉลี่ย = 5 เมตรต่อวินาที

ใบกิจกรรมที่ 2.3
กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร่งกับเวลา

คำชี้แจง ให้นักเรียนนำข้อมูลแสดงความเร่งในการเคลื่อนที่ของรถยนต์ 3 คันกับเวลาที่เปลี่ยนไป ไปเขียนลงบนกราฟเดียวกัน แล้วตอบคำถาม

เวลา (s)	0	1	2	3	4
ความเร่งรถคันที่ 1 (m/s^2)	2	2	2	2	2
ความเร่งรถคันที่ 2 (m/s^2)	0	0	0	0	0
ความเร่งรถคันที่ 3 (m/s^2)	0	-2	-2	-2	-2



1. รถแต่ละคันมีการเคลื่อนที่อย่างไร

.....

.....

.....

2. ความเร็วเฉลี่ยของรถยนต์แต่ละคันมีค่าเท่าใด

.....

.....

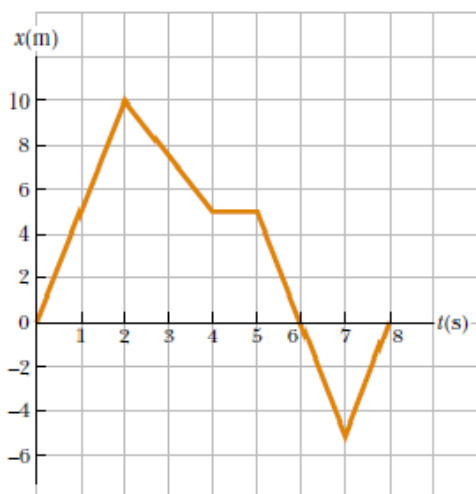
.....

ชื่อ-สกุล กลุ่ม

ใบงาน 2

กราฟแสดงความสัมพันธ์ของปริมาณการเคลื่อนที่

1. กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างการกระจัดกับเวลาของการเคลื่อนที่ของอนุภาคในเวลา 8 วินาที ดังนี้



1.1 จงหาความเร็วเฉลี่ยในช่วงเวลา $t = 0$ วินาที ถึง $t = 2$ วินาที

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

1.2 จงหาความเร็วเฉลี่ยตลอดการเคลื่อนที่

.....

.....

.....

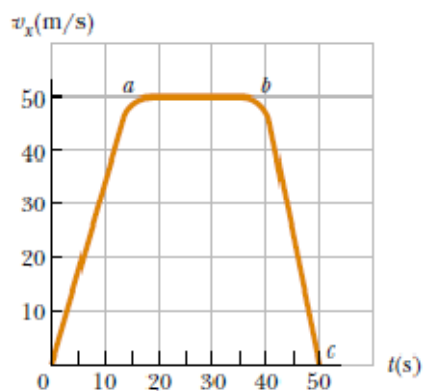
.....

.....

.....

.....

2. กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับเวลาของการเคลื่อนที่ของอนุภาคในเวลา 50 วินาที ดังนี้



2.1 จงหาการกระจัดตลอดการเคลื่อนที่

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2.2 จงบรรยายลักษณะการเคลื่อนที่ในช่วง a-b

.....

.....

.....

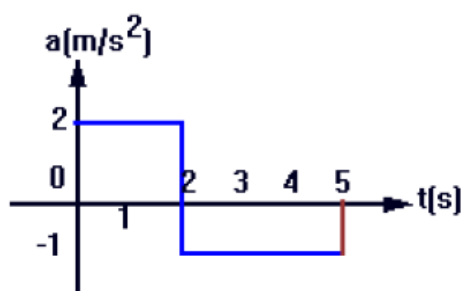
.....

.....

2.3 จงหาความเร่งเฉลี่ยในช่วงเวลา $t = 0$ วินาทีถึง $t = 20$ วินาที



3. วัตถุอันหนึ่งเคลื่อนที่จากนิ่งด้วยความเร่ง a ที่เวลา t แสดงดังกราฟ จงหาความเร็วเฉลี่ยของวัตถุ ในช่วงเวลา 0-5 วินาที

[illegible]

ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

- แบบทดสอบวัดความเข้าใจโน้ตสน์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่
- แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ
- แบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์
- แบบประเมินการเรียนรู้ร่วมกัน
- แบบสังเกตชั้นเรียน

ตัวอย่างแบบทดสอบวัดความเข้าใจ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ วิชาฟิสิกส์

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้มีจำนวน 30 ข้อ ใช้เวลา 1 ชั่วโมง
2. ให้นักเรียนพิจารณาคำตอบที่ถูกต้องที่สุด เพียงคำตอบเดียว
แล้วทำเครื่องหมายกากบาท (X) ลงในกระดาษคำตอบ
3. เขียน ชื่อ – นามสกุล เลขที่ ระดับชั้น โรงเรียน ลงในกระดาษคำตอบให้เรียบร้อย

กำหนดให้

ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลกมีค่าเท่ากับ $10 \text{ เมตรต่อ(วินาที)}^2$

$$\sin 30^\circ = \frac{1}{2} \quad \cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$\sin 37^\circ = \frac{3}{5} \quad \cos 37^\circ = \frac{4}{5}$$

$$\sin 53^\circ = \frac{4}{5} \quad \cos 53^\circ = \frac{3}{5}$$

$$\pi = \frac{22}{7}$$

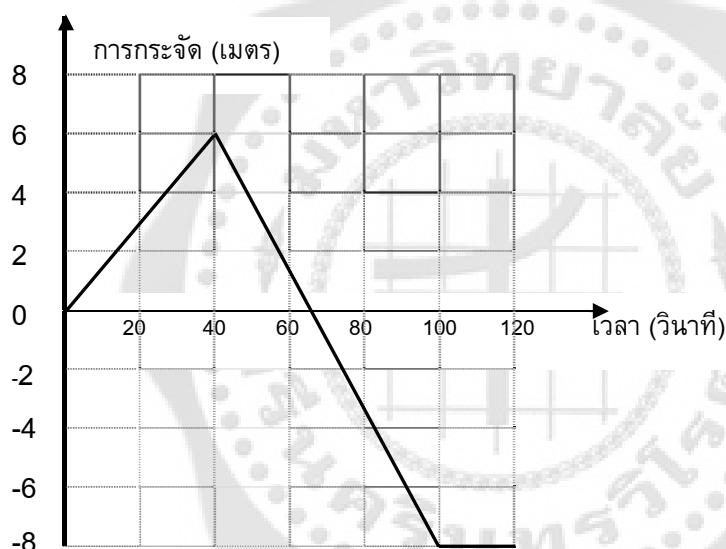
1. กี้ ขับรถยนต์ไปบนถนนตรง กำหนดให้การเคลื่อนที่ไปข้างหน้ามีการกระจัดเป็นบวกและการเคลื่อนที่ถอยหลังมีการกระจัดเป็นลบ หากพบว่ารถยนต์มีความเร็วเป็นค่าบวกแต่มีความเร่งเป็นค่าลบ สภาพการเคลื่อนที่ของรถยนต์เป็นอย่างไร

1. รถยนต์กำลังแล่นไปข้างหน้า แต่ถูกเบรกเพื่อให้รถช้าลง
2. รถยนต์กำลังแล่นถอยหลัง แต่ถูกเบรกเพื่อให้รถช้าลง
3. รถยนต์กำลังแล่นถอยหลัง และถูกเร่งให้รถถอยหลังเร็วขึ้น
4. รถยนต์กำลังแล่นไปข้างหน้า และถูกเร่งให้รถเดินทางเร็วขึ้น

2. บอม วิ่งรอบสระน้ำที่เป็นวงกลมรัศมี 7 เมตร เมื่อวิ่งไปได้ระยะหนึ่ง บอมหยุดยืนในตำแหน่งที่อยู่ตรงข้ามกับจุดเริ่มออกวิ่งพอดี บอมมีขนาดของการกระจัดเป็นเท่าใด

1. 0 เมตร
2. 7 เมตร
3. 14 เมตร
4. 22 เมตร

4. จงพิจารณากาฟความสัมพันธ์ระหว่างการกระจัดกับเวลา



กำหนดให้การเคลื่อนที่ไปทางทิศไปทางทิศตะวันออกเป็นบวก จากกราฟแสดงการเดินทางของชายคนหนึ่งที่กำลังมุ่งหน้าไปทางทิศตะวันออกและหยุดเดินเมื่อเวลาผ่านไป 120 วินาที ข้อใดถูกต้อง

1. ในช่วงเวลา 0 – 40 วินาที ชายคนนี้เดินด้วยความเร่ง
2. ในช่วงเวลา 0 – 40 วินาที ชายคนนี้เดินด้วยความเร็วคงที่
3. เมื่อหยุดเดินชายคนนี้อยู่ห่างจากจุดเริ่มต้น 2 เมตร ในทิศตะวันตก
4. เมื่อหยุดเดินชายคนนี้อยู่ห่างจากจุดเริ่มต้น 6 เมตร ในทิศตะวันตก

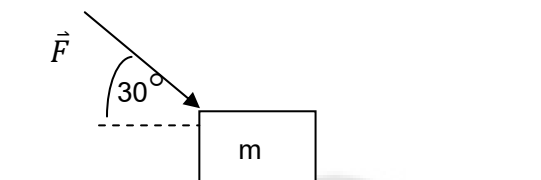
8. ลูกบอล 2 ลูก มีขนาดเท่ากัน ลูกแรกทำมาจากไม้มีมวลน้อยกว่าอีกลูกหนึ่งซึ่งทำมาจากเหล็ก ถ้าปล่อยลูกบอลทั้งสองลงจากยอดตึกพร้อมกัน ข้อใดกล่าวผิด

1. ลูกบอลทั้งสองมีความเร่งเท่ากัน
2. ลูกบอลทั้งสองมีความเร็วต้นเท่ากัน
3. ลูกบอลเหล็กตกถึงพื้นก่อนเพราะมีน้ำหนักมากกว่า
4. ขนาดของแรงดึงดูดระหว่างโลกกับลูกบอลเหล็กมีค่ามากกว่า

13. ลูกบอลวางนิ่งบนพื้นราบลื่น ข้อใดกล่าวผิด

1. ไม่มีแรงกระทำต่อลูกบอล
2. ลูกบอลอยู่ในสภาพสมดุล
3. ลูกบอลนิ่งอยู่ได้ตามกฎข้อที่ 1 ของนิวตัน
4. แรงดึงดูดระหว่างโลกกับลูกบอลมีขนาดเท่ากับแรงลัพธ์ที่พื้นกระทำต่อลูกบอลในแนวตั้ง

จากภาพต่อไปนี้ใช้ตอบคำถามข้อ 18



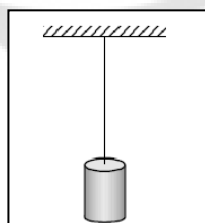
18. กล่องมวล m วางบนพื้นราบลื่น มีแรง $\vec{F}$ กระทำดังภาพ ขนาดของแรงที่พื้นดันกล่องในแนวตั้งมีค่าเท่าใด

1. mg
2. $F \sin 30^\circ$
3. $mg - F \sin 30^\circ$
4. $mg + F \sin 30^\circ$

21. ดาวเทียม A มีมวล m มีรัศมีวงโคจร R ดาวเทียม B มีมวล $2m$ มีรัศมีวงโคจร $2R$ ดาวเทียมทั้งสองดวงโคจรรอบโลก ซึ่งมีมวล M ด้วยความเร็วขนาดคงที่ เมื่อกำหนดให้ G เป็นค่าคงที่โน้มถ่วงสากล ข้อใดถูกต้อง

1. ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลกของดาวเทียมทั้งสองดวงเท่ากัน
2. ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลกของดาวเทียม A น้อยกว่า ดาวเทียม B
3. แรงดึงดูดระหว่างโลกและดาวเทียม A มีค่าเป็น 2 เท่า ของแรงที่กระทำกับดาวเทียม B
4. แรงดึงดูดระหว่างโลกและดาวเทียม B มีค่าเป็น 2 เท่า ของแรงที่กระทำกับดาวเทียม A

จากภาพต่อไปนี้ใช้ตอบคำถามข้อ 24



24. ผูกตุ้มไว้ด้วยเชือกเบา และแขวนติดกับเพดาน ดังภาพ แรงในข้อใดเป็นคู่กิริยา-ปฏิกิริยากับน้ำหนักของตุ้มน้ำหนัก

1. แรงที่ตุ้มน้ำหนักดึงเชือก
2. แรงดึงเชือกที่ดึงเพดาน
3. แรงที่ตุ้มน้ำหนักดึงดูดโลก
4. แรงดึงเชือกที่ดึงตุ้มน้ำหนัก

**ตัวอย่างแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย**

ชื่อ นามสกุล เลขที่..... ระดับชั้น
โรงเรียน จังหวัด.....

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้ประกอบด้วยข้อความแสดงสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม จำนวน 3 สถานการณ์ และในแต่ละสถานการณ์จะประกอบด้วยคำถาม 4 ข้อ ใช้เวลา 1 ชั่วโมง โดยรายละเอียดของแต่ละคำถามมีดังนี้
 - ☐ คำถามข้อที่ 1 ถามความคิดเห็นว่าเห็นด้วยหรือไม่ ต่อสถานการณ์นั้น ๆ เพราะเหตุใด
 - ☐ คำถามข้อที่ 2 นักเรียนจะใช้ข้อโต้แย้งอะไรในการโน้มน้าวให้คนอื่นเห็นด้วยกับความคิดของนักเรียน
 - ☐ คำถามข้อที่ 3 หากมีคนที่ไม่เห็นด้วยกับความคิดของนักเรียน เขาจะมีแนวคิดอย่างไร
 - ☐ คำถามข้อที่ 4 จากแนวคิดของคนที่ไม่เห็นด้วยกับนักเรียน นักเรียนจะมีข้อโต้แย้งใดบ้างที่จะแสดงจุดยืนของตนเอง
2. แบบทดสอบเป็นคำถามปลายเปิดให้เขียนตอบในลักษณะความเรียงพร้อมทั้งอธิบายเหตุผล
3. เขียน ชื่อ – นามสกุล เลขที่ ระดับชั้น โรงเรียน ลงในแบบทดสอบให้เรียบร้อย
4. ส่งแบบทดสอบคืนทันทีเมื่อกรรมการคุมสอบบอกหมดเวลา

2. หยุดความเสี่ยงเลี่ยงการโทร (Stop the Risk with Avoid Using a Mobile Phone)

จงอ่านข้อความจากสถานการณ์ต่อไปนี้แล้วตอบคำถาม

ปัจจุบันสาเหตุสำคัญ ที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุบนถนนมากขึ้นก็คือ การใช้โทรศัพท์มือถือขณะขับรถ แล้วโทรศัพท์มือถือจะเป็นต้นเหตุที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุได้อย่างไร ในเมื่อผู้ขับขี่ไม่ได้เมาหรือหลับขณะขับรถ แต่พบว่า จำนวนอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นจากการใช้โทรศัพท์มือถือขณะนั้น มีมากกว่าการเมาแล้วขับ และนอกจากพฤติกรรมการคุยโทรศัพท์ขณะขับรถแล้ว ยังพบว่าผู้ขับขี่ในทุกช่วงอายุ มีการใช้โทรศัพท์มือถือเพื่อส่งข้อความขณะขับที่สูงถึง 34% ของจำนวนผู้ขับขี่ทั้งหมด และโดยเฉพาะในกลุ่มผู้ที่ขับขี่ที่มีอายุเฉลี่ยระหว่าง 18-29 ปี พบว่าเป็นกลุ่มที่มีพฤติกรรมการส่งข้อความขณะขับที่สูงถึง 68% รวมไปถึงพฤติกรรมอื่น ๆ เช่น การท่องเว็บ 48% ล็อกอินเข้าใช้งานโซเชียลมีเดีย 37% อัพเดทข้อมูลผ่านโซเชียลมีเดีย 33%



การพิมพ์ข้อความบนมือถือแต่ละครั้ง จะต้องละสายตาจากถนนเฉลี่ย 4.6 วินาที ดังนั้น หากขับรถด้วยความเร็ว 80 กิโลเมตรต่อชั่วโมง จะเท่ากับการละสายตาจากถนนขณะขับรถเป็นระยะทาง 100 เมตร นั้นหมายความว่า ถึงแม้ผู้ขับขี่ จะไม่ได้เมา หรือหลับระหว่างขับรถ แต่การใช้โทรศัพท์มือถือระหว่างขับรถ ก็เปรียบเสมือนการที่เรากำลังหลับอยู่นั่นเอง นอกจากนั้นพบว่าหากมีการใช้โทรศัพท์มือถือเกิน 5 นาที จะเป็นการเพิ่มปัจจัยเสี่ยงในการเกิดอุบัติเหตุถึง 3.91 เท่า เนื่องจากการใช้โทรศัพท์ขณะขับรถเป็นการเพิ่มภาระทางสมองและทำให้เกิดความพิการทางสายตา อันเกิดจากความเสียสมาธิ

ที่มา :

กาญจนา ศรีสวัสดิ์ และคณะ (2552). การสำรวจความเสี่ยงจากการใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่ขณะขับรถยนต์ ในประเทศไทย พ.ศ. 2552. กรุงเทพมหานคร: กองทุนเพื่อความปลอดภัยในการใช้รถบนถนน.

<http://www.techmoblog.com/avoid-using-mobile-phone-while-driving/>

<http://thumbsup.in.th/2013/04/cell-phones-and-driving-dangerous-combination-2/>

จากสถานการณ์ เรื่อง หยุดความเสี่ยงเสี่ยงการโทร จงตอบคำถามที่ 1-4

คำถามที่ 1 : นักเรียนเห็นด้วยหรือไม่ กับการรณรงค์เพื่อให้หลีกเลี่ยงการใช้โทรศัพท์ขณะขับรถ
เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

.....

คำถามที่ 2 : หากนักเรียนต้องการให้คนอื่นเห็นด้วยแนวคิดของนักเรียน จะใช้ข้อโต้แย้งสนับสนุนใด
ในการโน้มน้าวให้คนอื่นเห็นด้วยกับการหลีกเลี่ยงการใช้โทรศัพท์ขณะขับรถ

.....

.....

.....

.....

คำถามที่ 3 : หากมีคนอื่นที่เขาไม่เห็นด้วยกับแนวคิดของนักเรียนในหลีกเลี่ยงการใช้โทรศัพท์
ขณะขับรถ ข้อคิดเห็นของเขาคืออะไรบ้าง

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามที่ 4 : หากนักเรียนต้องการคัดค้านแนวคิดของคนอื่นตามข้อ 3 ข้อคัดค้านของนักเรียน
คืออะไร

.....

.....

.....

.....

.....

เกณฑ์การประเมิน
แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ
เรื่อง หยุดความเสี่ยงเลี้ยงการโทร

ข้อที่	สิ่งที่ต้องการวัด	คะแนน	เกณฑ์การประเมิน	ตัวอย่างคำตอบ
1	แนวคิด ของผู้เรียน	NA	ไม่ตอบ	-
		0	คำตอบไม่เกี่ยว	ก็แล้วแต่เขา ถ้าคิดว่าดีก็ทำต่อไป แต่อย่ามาเป็นภาระให้คนอื่น
		1	เห็นด้วย/ไม่เห็นด้วย เป็นการให้เหตุผลเชิงสัญชาตญาณและไม่ได้อ้างอิงหลักฐานเชิงประจักษ์	เห็นด้วย เพราะมีประโยชน์และเป็นเรื่องใกล้ตัว อาจเกิดอุบัติเหตุได้ตลอดเวลา
		2	เห็นด้วย/ไม่เห็นด้วย เป็นการให้เหตุผลเชิงอารมณ์ อธิบายถึงข้อดีหรือข้อเสียได้ และมีการอ้างอิงถึงหลักฐานเชิงประจักษ์	เห็นด้วย เพราะการใช้โทรศัพท์ขณะขับรถไม่ว่าจะเป็นการโทรการพิมพ์หรือส่งข้อความทางไลน์ เฟสบุค ดูอินสตราแกรมหรือเล่นเกม ทำให้เราเสียสมาธิ อาจเกิดอุบัติเหตุและสร้างความเสียหายแก่ตนเองและผู้อื่นได้
		3	เห็นด้วย/ไม่เห็นด้วย เป็นการให้เหตุผลที่เป็นเหตุเป็นผล อธิบายด้วยความเข้าใจ และอ้างอิงถึงหลักฐานเชิงประจักษ์	เห็นด้วย เพราะการใช้โทรศัพท์ขณะขับรถ เราต้องละสายตาเพื่่อมองโทรศัพท์ ซึ่งเท่ากับการหลับตาขับรถ รวมทั้งให้ความสนใจถนนน้อยลง จึงทำให้เสียสมาธิและการตัดสินใจน้อยลง ทำให้เกิดอุบัติเหตุได้

ข้อที่	สิ่งที่ต้องการวัด	คะแนน	เกณฑ์การประเมิน	ตัวอย่างคำตอบ
2	การสร้างข้อโต้แย้งสนับสนุน	NA	ไม่ตอบ	-
		0	คำตอบไม่เกี่ยว	การใช้โทรศัพท์ขณะขับรถอาจทำให้แบตเตอรี่โทรศัพท์หมดเมื่อจำเป็นต้องใช้จะใช้ไม่ได้
		1	เหตุผลที่ใช้อธิบายข้อโต้แย้งที่สร้างขึ้นเป็นเชิงสัญชาตญาณ	มันจะเป็นการเพิ่มภาระให้คนอื่น ถ้ามีว่แต่เล่นโทรศัพท์แล้วไปชนคนอื่น
		2	เหตุผลที่ใช้อธิบายข้อโต้แย้งที่สร้างขึ้นเป็นเชิงอารมณ์	การใช้โทรศัพท์ขณะขับรถ ต้องตระหนักถึงความปลอดภัยของตนเอง คนที่นั่งมากับเราและคนที่ใช้ถนนร่วมกัน เพราะอุบัติเหตุขึ้นในชั่วพริบตา ถ้าเราว่แต่เล่นโทรศัพท์ อาจสร้างความเสียหายได้ ดังนั้นให้อดทนเมื่อถึงที่หมายแล้วค่อยโทรหรือเล่นให้คิดดูก่อนว่ระหว่างความบันเทิงกับความตายจะเลือกอันไหน
		3	เหตุผลที่ใช้อธิบายข้อโต้แย้งที่สร้างขึ้นเป็นเหตุเป็นผล	การใช้โทรศัพท์ขณะขับรถ ในการพิมพ์หรือส่งข้อความแต่ละครั้งต้องละสายตาจากถนน 4.6 วินาที เท่ากับการหลับตาขับรถซึ่งเสี่ยงมากกว่าการเมาแล้วขับ ทั้งยังเป็นการเพิ่มภาระให้สมอง ถ้ามีเด็กข้ามถนน สุนัขวิ่งตัดหน้า หรือรถจักรยานยนต์วิ่งสวนทางมา อาจตัดสินใจเหยียบเบรกไม่ทัน จึงนับได้ว่เป็นการเพิ่มความเสี่ยงในการเกิดอุบัติเหตุ

ข้อที่	สิ่งที่ต้องการวัด	คะแนน	เกณฑ์การประเมิน	ตัวอย่างคำตอบ
3	การสร้าง ข้อโต้แย้งกลับ	NA	ไม่ตอบ	-
		0	คำตอบไม่เกี่ยว	เราไม่สามารถรู้ได้ว่าใครจะโทรหาเราเวลาไหน เขาโทรมาเมื่อไหร่ก็ต้องรับต่อนั่น
		1	เหตุผลที่ใช้อธิบายข้อโต้แย้งกลับที่สร้างขึ้นเป็นเชิงสัญชาตญาณ	ใครๆ ก็ใช้ไม่เป็นไร อุบัติเหตุไม่ได้เกิดขึ้นง่าย ๆ ที่สำคัญบ้านเราถนไม่ได้ค้ำคั่งมากพอที่จะเกิดอุบัติเหตุอย่างกะทันหันกับเรา
		2	เหตุผลที่ใช้อธิบายข้อโต้แย้งกลับที่สร้างขึ้นเป็นเชิงอารมณ์	การใช้โทรศัพท์ขณะขับรถ อาจเกิดขึ้นได้ในระหว่างทางที่ถนนโล่ง หรือขณะหยุดรถติดไฟแดงซึ่งมันก็ไม่เสี่ยงมาก ที่สำคัญเราใช้เวลาแค่นิดเดียว และเรามีสติในการขับรถอยู่แล้ว
		3	เหตุผลที่ใช้อธิบายข้อโต้แย้งกลับที่สร้างขึ้นเป็นเหตุเป็นผล	การใช้โทรศัพท์ขณะขับรถ เพราะอาจมีความจำเป็นเร่งด่วน สามารถใช้อุปกรณ์เสริม เช่น Small Talk หรือ Bluetooth ได้ โดยไม่ต้องหยิบโทรศัพท์ ประสิทธิภาพในการขับรถจึงไม่ได้ลดลง

ข้อที่	สิ่งที่ต้องการวัด	คะแนน	เกณฑ์การประเมิน	ตัวอย่างคำตอบ
4	การสร้าง ข้อคัดค้าน	NA	ไม่ตอบ	-
		0	คำตอบไม่เกี่ยว	มันเป็นเรื่องของเขา เราอย่าไปยุ่ง
		1	เหตุผลที่ใช้อธิบายข้อคัดค้านที่สร้างขึ้นเป็นเชิงสัญญาตญาณ	หากมีธุระด่วน ควรหยุดรถข้างทางแล้วโทร ไม่ใช่ขับไปคุยไป
		2	เหตุผลที่ใช้อธิบายข้อคัดค้านที่สร้างขึ้นเป็นเชิงอารมณ์	การใช้โทรศัพท์ขณะขับรถ นอกจากเป็นการเพิ่มภาระทางสมองแล้ว หากขณะใช้งานอยู่ทะเลาะหรือโมโหให้กับคู่สนทนา ยิ่งเป็นการเพิ่มความเสี่ยงในการเกิดอุบัติเหตุได้
		3	เหตุผลที่ใช้อธิบายข้อคัดค้านที่สร้างขึ้นเป็นเหตุเป็นผล	การใช้โทรศัพท์ขณะขับรถ ทั้งการโทรหรือการกระทำอื่นๆ แม้จะใช้อุปกรณ์เสริม แต่ความสนใจยังคงอยู่ที่โทรศัพท์ และคู่สนทนาจึงเป็นการเพิ่มภาระทางสมอง ลดความใส่ใจต่อสภาพการจราจร ประสิทธิภาพในการตัดสินใจลดลงเพราะเสียสมาธิ ทำให้เกิดอุบัติเหตุได้ง่ายกว่าเมาแล้วขับ

ตัวอย่างแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

คำชี้แจง

แบบสอบถามฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นความรู้สึกที่นักเรียนที่มีต่อการทำกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนอ่านข้อความต่อไปนี้แล้วทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงความเห็น หรือความรู้สึกของนักเรียน โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

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

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

ชื่อ-นามสกุล เลขที่.....
ชั้น.....โรงเรียน.....

ตอนที่ 2 ความเห็นหรือความรู้สึกของนักเรียน

ที่	รายการประเมิน	ระดับการประเมิน				
		5	4	3	2	1
ด้านความสนใจในวิทยาศาสตร์						
1	นักเรียนชอบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์					
2	การเรียนวิชาวิทยาศาสตร์มีความสนุกสนาน					
3	การได้ปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่น่าตื่นเต้น					
4	นักเรียนชอบดูรายการโทรทัศน์หรือสารคดีที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์					
5	นักเรียนมีความต้องการจะประกอบอาชีพที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์					
ด้านการเห็นคุณค่าทางวิทยาศาสตร์						
6	การได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ทำให้นักเรียนได้ค้นพบสิ่งใหม่ ๆ					
7	การเรียนวิทยาศาสตร์ทำให้เข้าใจปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ					
8	การเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ทำให้สามารถคิดสร้างเทคโนโลยีใหม่ ๆ					
9	วิทยาศาสตร์มีความสำคัญกับทุกอาชีพในสังคม					
10	วิทยาศาสตร์ทำให้มีแนวทางในการดำรงชีวิตได้อย่างปลอดภัย					

ตัวอย่างแบบประเมินการเรียนรู้ร่วมกัน

กลุ่มที่

สมาชิกภายในกลุ่ม 1. 2.

3. 4.

5. 6.

ครั้งที่	เรื่อง	พฤติกรรมการเรียนรู้ร่วมกัน				คะแนน	ระดับ	ข้อสังเกตเพิ่มเติม
		วางแผน	แบ่งหน้าที่	ร่วมมือ	ความสำเร็จ ของงาน			
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
รวม								
เฉลี่ย								

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

ตำแหน่ง.....

การแปลผลระดับการเรียนรู้ร่วมกัน

คะแนน (16 คะแนน)	ระดับ
13 - 16	ดีมาก
9 - 12	ดี
5 - 8	พอใช้
1 - 4	ปรับปรุง

เกณฑ์การประเมินการเรียนรู้ร่วมกัน

คำชี้แจง โปรดให้คะแนนตามความเป็นจริง โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนมีดังนี้

1. ด้านการวางแผนการทำงาน	
คะแนน	พฤติกรรมที่แสดงออก
4	มีการปรึกษาและวางแผนร่วมกันครอบคลุมกระบวนการทำงานทุกขั้นตอน
3	มีการปรึกษาและวางแผนร่วมกันแต่ไม่ครอบคลุมกระบวนการทำงาน
2	มีการปรึกษาและวางแผนร่วมกันที่นำไปปฏิบัติไม่ชัดเจน
1	ไม่มีการปรึกษาและวางแผนร่วมกัน
2. ด้านการแบ่งหน้าที่ในการทำงาน	
คะแนน	พฤติกรรมที่แสดงออก
4	มีการแบ่งหน้าที่แก่สมาชิกทุกคนตรงตามความสามารถและความถนัด
3	มีการแบ่งหน้าที่แก่สมาชิกทุกคนแต่ไม่ตรงตามความถนัด
2	มีการแบ่งหน้าที่แก่สมาชิกแต่มีความซ้ำซ้อน
1	ไม่มีการแบ่งหน้าที่แก่สมาชิก ต่างคนต่างทำ
3. ด้านความร่วมมือในการทำงาน	
คะแนน	พฤติกรรมที่แสดงออก
4	รับผิดชอบต่อหน้าที่อย่างครบถ้วน แสดงความคิดเห็นและรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น
3	รับผิดชอบต่อหน้าที่อย่างครบถ้วน รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นแต่ไม่แสดงความคิดเห็น
2	รับผิดชอบต่อหน้าที่แต่ไม่ครบถ้วน ไม่รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นหรือไม่แสดงความคิดเห็น
1	ไม่รับผิดชอบต่อหน้าที่ ไม่แสดงความคิดเห็นและไม่รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น
4. ด้านความสำเร็จของผลงาน	
คะแนน	พฤติกรรมที่แสดงออก
4	ผลงานมีองค์ประกอบครบถ้วน เสร็จทันเวลาและนำเสนอน่าสนใจ
3	ผลงานมีองค์ประกอบครบถ้วน เสร็จทันเวลาแต่นำเสนอไม่น่าสนใจ
2	ผลงานมีองค์ประกอบไม่ครบ เสร็จไม่ทันเวลาหรือนำเสนอไม่น่าสนใจ
1	ผลงานมีองค์ประกอบไม่ครบถ้วน เสร็จไม่ทันเวลาและนำเสนอไม่น่าสนใจ

ตัวอย่างแบบสังเกตชั้นเรียน (Classroom Observation)
ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา ๒๕๕๗

คำชี้แจง

แบบสังเกตชั้นเรียนนี้ เป็นแบบสังเกตการจัดการเรียนการสอนของผู้วิจัย ในขณะที่ทำการเรียนการสอนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ โดยครูผู้ร่วมวิจัยเป็นผู้สังเกต กรณำบันทึกข้อมูลจากการสังเกตและทำเครื่องหมาย ✓ ในแบบสังเกตทุกข้อ

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

1. กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ วิชาฟิสิกส์
2. เรื่องที่สอน ชั้น.....คาบที่.....
3. วันที่สังเกตการสอน.....

ตอนที่ 2 ข้อมูลชั้นเรียน

1. จำนวนนักเรียนในชั้นเรียน
เป็นชาย.....คน หญิง.....คน มาเรียน.....คน
2. รูปแบบห้องเรียน
☐ แบบธรรมดา ☐ ห้อง Lab ☐ อื่น ๆ ระบุ.....
3. รูปแบบกิจกรรมการเรียนการสอน

4. รูปแบบการจัดห้องเรียน
☐ นั่งเรียงแถวแบบชั้นเรียนทั่วไป ☐ จัดโต๊ะเป็นกลุ่ม ☐ อื่น ๆ ระบุ.....
5. ผังห้องเรียน

	กระดาน	
--	--------	--

ตอนที่ 3 ผลการสังเกตการเรียนรู้การสอนตามสภาพจริง

เกณฑ์การให้คะแนน 5 หมายถึง ระดับดีมาก

4 หมายถึง ระดับดี

3 หมายถึง ระดับปานกลาง

2 หมายถึง ระดับพอใช้

1 หมายถึง ระดับปรับปรุง

ที่	รายการประเมิน	ระดับการประเมิน					ข้อสังเกตเพิ่มเติม
		5	4	3	2	1	
ด้านบรรยากาศในชั้นเรียน							
1	กิจกรรมทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความสุข						
2	กิจกรรมกระตุ้นความสนใจให้ลงมือปฏิบัติ						
3	จัดการชั้นเรียนให้มีบรรยากาศแห่งการเรียนรู้						
4	กิจกรรมดำเนินตามขั้นตอนของแผนการจัดการเรียนรู้						
5	พื้นที่เหมาะสำหรับการทำกิจกรรมของผู้เรียน						
ด้านผู้เรียน							
6	มีความกระตือรือร้นในการศึกษาหาความรู้						
7	มีการโต้ตอบสื่อสารกับครู						
8	ให้ความร่วมมือในการทำงานเป็นกลุ่ม						
9	มีการแบ่งงานและหน้าที่ของสมาชิกในกลุ่ม						
10	มีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย						

ภาคผนวก ค
ผลการหาคุณภาพเครื่องมือ

- ผลการประเมินความเหมาะสมส่วนประกอบของโครงร่างรูปแบบการเรียนการสอนโดย ผู้เชี่ยวชาญ
- ผลการประเมินความสอดคล้องของส่วนประกอบของโครงร่างรูปแบบการเรียนการสอนโดย ผู้เชี่ยวชาญ
- ผลการประเมินความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้โดยผู้เชี่ยวชาญ
- ผลการประเมินความสอดคล้องของแบบประเมินความสามารถในการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ โดยผู้เชี่ยวชาญ
- แสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) รายข้อ และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความเข้าใจโน้ตส์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ วิชาฟิสิกส์
- แสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) รายข้อ และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผล
- แสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) และค่าอำนาจจำแนก (t) ของแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์
- ผลการประเมินความสอดคล้องของแบบประเมินการเรียนรู้ร่วมกันโดยผู้เชี่ยวชาญ
- ผลการประเมินความสอดคล้องของแบบสังเกตชั้นเรียนโดยผู้เชี่ยวชาญ

ตาราง 36 แสดงผลการประเมินความสอดคล้องของรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ที่ใช้
การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ แบบ 2I3C สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย
โดยผู้เชี่ยวชาญ

ข้อ ที่	รายการประเมิน	ผลการประเมิน ของผู้เชี่ยวชาญคนที่					IOC	ผลการ ประเมิน
		1	2	3	4	5		
1	รูปแบบการจัดการเรียนรู้มีความ สอดคล้องกับแนวการจัดการเรียนรู้ ตามทฤษฎีสมรรถนะ	1	1	1	1	0	0.8	สอดคล้อง
2	รูปแบบการจัดการเรียนรู้มีความ สอดคล้องกับการเรียนรู้ที่ใช้การสืบ เสาะหาความรู้เป็นฐาน	1	1	1	1	0	0.8	สอดคล้อง
3	รูปแบบการจัดการเรียนรู้สามารถ ส่งเสริมความสามารถในการโต้แย้ง เชิงวิทยาศาสตร์	1	1	1	1	0	0.8	สอดคล้อง
4	รูปแบบการจัดการเรียนรู้สามารถ ส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผล อย่างไม่เป็นทางการ	1	1	1	1	0	0.8	สอดคล้อง
5	รูปแบบการจัดการเรียนรู้สามารถ พัฒนาความเข้าใจในทศน์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ วิชา ฟิสิกส์	1	1	1	1	0	0.8	สอดคล้อง
6	รูปแบบการจัดการเรียนรู้มีความ ชัดเจน	1	1	1	1	0	0.8	สอดคล้อง
7	รูปแบบการจัดการเรียนรู้มีลำดับ ขั้นตอนต่อเนื่อง	1	1	0	1	0	0.6	สอดคล้อง
8	รูปแบบการจัดการเรียนรู้มีความ เหมาะสมต่อการนำไปใช้	1	1	0	1	0	0.6	สอดคล้อง

ตาราง 37 แสดงผลการประเมินความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยผู้เชี่ยวชาญ

ข้อที่	รายการประเมิน	ผลการประเมิน ของผู้เชี่ยวชาญคนที่					IOC	ผลการ ประเมิน
		1	2	3	4	5		
แผนที่ 1 ปริมาณที่เกิดจากการเคลื่อนที่ของวัตถุ								
1	แผนการจัดการเรียนรู้มีองค์ประกอบครบ	1	1	1	1	0	0.8	สอดคล้อง
2	ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้มีความถูกต้อง	1	1	1	1	0	0.8	สอดคล้อง
3	จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับตัวชี้วัด	1	1	1	1	0	0.8	สอดคล้อง
4	กระบวนการจัดการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์	1	1	1	1	0	0.8	สอดคล้อง
5	กระบวนการจัดการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับรูปแบบ 213C ที่พัฒนาขึ้น	1	1	1	1	0	0.8	สอดคล้อง
6	เนื้อหามีความถูกต้องตามสาระการเรียนรู้	1	1	1	1	0	0.8	สอดคล้อง
7	สื่อและแหล่งการเรียนรู้ที่ใช้สอดคล้องกับกระบวนการจัดการเรียนรู้	1	1	1	1	0	0.8	สอดคล้อง
8	การวัดและประเมินผลสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1	0	0.8	สอดคล้อง
แผนที่ 2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ปริมาณการเคลื่อนที่								
1	แผนการจัดการเรียนรู้มีองค์ประกอบครบ	1	1	1	1	0	0.8	สอดคล้อง
2	ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้มีความถูกต้อง	1	1	1	1	0	0.8	สอดคล้อง
3	จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับตัวชี้วัด	1	1	1	1	0	0.8	สอดคล้อง
4	กระบวนการจัดการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์	1	1	1	1	0	0.8	สอดคล้อง
5	กระบวนการจัดการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับรูปแบบ 213C ที่พัฒนาขึ้น	1	1	1	1	0	0.8	สอดคล้อง
6	เนื้อหามีความถูกต้องตามสาระการเรียนรู้	1	1	0	1	0	0.6	สอดคล้อง
7	สื่อและแหล่งการเรียนรู้ที่ใช้สอดคล้องกับกระบวนการจัดการเรียนรู้	1	1	0	1	0	0.6	สอดคล้อง
8	การวัดและประเมินผลสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1	0	0.8	สอดคล้อง

ตาราง 37 (ต่อ)

ข้อที่	รายการประเมิน	ผลการประเมิน ของผู้เชี่ยวชาญคนที่					IOC	ผลการ ประเมิน
		1	2	3	4	5		
แผนที่ 3 การเคลื่อนที่ 1 มิติด้วยความเร่งคงตัวในแนวราบ								
1	แผนการจัดการเรียนรู้มีองค์ประกอบครบ	1	1	1	1	0	0.8	สอดคล้อง
2	ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้มีความถูกต้อง	1	1	1	1	0	0.8	สอดคล้อง
3	จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับตัวชี้วัด	1	1	0	1	0	0.6	สอดคล้อง
4	กระบวนการจัดการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์	1	1	1	1	0	0.8	สอดคล้อง
5	กระบวนการจัดการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับรูปแบบ 213C ที่พัฒนาขึ้น	1	1	1	1	0	0.8	สอดคล้อง
6	เนื้อหามีความถูกต้องตามสาระการเรียนรู้	1	1	1	1	0	0.8	สอดคล้อง
7	สื่อและแหล่งการเรียนรู้ที่ใช้สอดคล้องกับกระบวนการจัดการเรียนรู้	1	1	0	1	0	0.6	สอดคล้อง
8	การวัดและประเมินผลสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	0	1	0	0.6	สอดคล้อง
แผนที่ 4 การเคลื่อนที่ 1 มิติด้วยความเร่งคงตัวในแนวดิ่ง								
1	แผนการจัดการเรียนรู้มีองค์ประกอบครบ	1	1	1	1	0	0.8	สอดคล้อง
2	ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้มีความถูกต้อง	1	1	1	1	0	0.8	สอดคล้อง
3	จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับตัวชี้วัด	1	1	1	1	0	0.8	สอดคล้อง
4	กระบวนการจัดการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์	1	1	1	1	0	0.8	สอดคล้อง
5	กระบวนการจัดการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับรูปแบบ 213C ที่พัฒนาขึ้น	1	1	1	1	0	0.8	สอดคล้อง
6	เนื้อหามีความถูกต้องตามสาระการเรียนรู้	1	1	1	1	0	0.8	สอดคล้อง
7	สื่อและแหล่งการเรียนรู้ที่ใช้สอดคล้องกับกระบวนการจัดการเรียนรู้	1	1	1	1	0	0.8	สอดคล้อง
8	การวัดและประเมินผลสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1	0	0.8	สอดคล้อง

ตาราง 37 (ต่อ)

ข้อที่	รายการประเมิน	ผลการประเมิน ของผู้เชี่ยวชาญคนที่					IOC	ผลการ ประเมิน
		1	2	3	4	5		
แผนที่ 5 แร่ง มวล น้ำหนักและกฎแรงดึงดูดระหว่างมวล								
1	แผนการจัดการเรียนรู้มีองค์ประกอบครบ	1	1	1	1	0	0.8	สอดคล้อง
2	ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้มีความถูกต้อง	1	1	1	1	0	0.8	สอดคล้อง
3	จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับตัวชี้วัด	1	1	1	1	0	0.8	สอดคล้อง
4	กระบวนการจัดการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์	1	1	1	1	0	0.8	สอดคล้อง
5	กระบวนการจัดการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับรูปแบบ 213C ที่พัฒนาขึ้น	1	1	1	1	0	0.8	สอดคล้อง
6	เนื้อหามีความถูกต้องตามสาระการเรียนรู้	1	1	1	1	0	0.8	สอดคล้อง
7	สื่อและแหล่งการเรียนรู้ที่ใช้สอดคล้องกับกระบวนการจัดการเรียนรู้	1	1	1	1	0	0.8	สอดคล้อง
8	การวัดและประเมินผลสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1	0	0.8	สอดคล้อง
แผนที่ 6 กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน								
1	แผนการจัดการเรียนรู้มีองค์ประกอบครบ	1	1	1	1	0	0.8	สอดคล้อง
2	ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้มีความถูกต้อง	1	1	1	1	0	0.8	สอดคล้อง
3	จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับตัวชี้วัด	1	1	1	1	0	0.8	สอดคล้อง
4	กระบวนการจัดการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์	1	1	0	1	0	0.6	สอดคล้อง
5	กระบวนการจัดการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับรูปแบบ 213C ที่พัฒนาขึ้น	1	1	0	1	0	0.6	สอดคล้อง
6	เนื้อหามีความถูกต้องตามสาระการเรียนรู้	1	1	1	1	0	0.8	สอดคล้อง
7	สื่อและแหล่งการเรียนรู้ที่ใช้สอดคล้องกับกระบวนการจัดการเรียนรู้	1	1	1	1	0	0.8	สอดคล้อง
8	การวัดและประเมินผลสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1	0	0.8	สอดคล้อง

ตาราง 37 (ต่อ)

ข้อที่	รายการประเมิน	ผลการประเมิน ของผู้เชี่ยวชาญคนที่					IOC	ผลการ ประเมิน
		1	2	3	4	5		
แผนที่ 7 แรงเสียดทาน								
1	แผนการจัดการเรียนรู้มีองค์ประกอบครบ	1	1	1	1	0	0.8	สอดคล้อง
2	ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้มีความถูกต้อง	1	1	1	1	0	0.8	สอดคล้อง
3	จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับตัวชี้วัด	1	1	1	1	0	0.8	สอดคล้อง
4	กระบวนการจัดการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์	1	1	1	1	0	0.8	สอดคล้อง
5	กระบวนการจัดการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับรูปแบบ 213C ที่พัฒนาขึ้น	1	1	0	1	0	0.6	สอดคล้อง
6	เนื้อหามีความถูกต้องตามสาระการเรียนรู้	1	1	1	1	0	0.8	สอดคล้อง
7	สื่อและแหล่งการเรียนรู้ที่ใช้สอดคล้องกับกระบวนการจัดการเรียนรู้	1	1	1	1	0	0.8	สอดคล้อง
8	การวัดและประเมินผลสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1	0	0.8	สอดคล้อง
แผนที่ 8 การโต้วาทีประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์								
1	แผนการจัดการเรียนรู้มีองค์ประกอบครบ	1	1	1	1	0	0.8	สอดคล้อง
2	ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้มีความถูกต้อง	1	1	1	1	0	0.8	สอดคล้อง
3	จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับตัวชี้วัด	1	1	0	1	0	0.6	สอดคล้อง
4	กระบวนการจัดการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์	1	1	1	1	0	0.8	สอดคล้อง
5	กระบวนการจัดการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับรูปแบบ 213C ที่พัฒนาขึ้น	1	1	0	1	0	0.6	สอดคล้อง
6	เนื้อหามีความถูกต้องตามสาระการเรียนรู้	1	1	1	1	0	0.8	สอดคล้อง
7	สื่อและแหล่งการเรียนรู้ที่ใช้สอดคล้องกับกระบวนการจัดการเรียนรู้	1	1	1	1	0	0.8	สอดคล้อง
8	การวัดและประเมินผลสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	0	1	0	0.6	สอดคล้อง

ตาราง 38 แสดงผลการประเมินความสอดคล้องของแบบประเมินความสามารถในการโต้แย้ง
เชิงวิทยาศาสตร์ โดยผู้เชี่ยวชาญ

ข้อ ที่	รายการประเมิน	ผลการประเมิน ของผู้เชี่ยวชาญคนที่					IOC	ผลการ ประเมิน
		1	2	3	4	5		
1	แบบประเมินสอดคล้องกับจุดประสงค์ ในการวัด	1	1	1	1	1	1	สอดคล้อง
2	แบบประเมินครอบคลุมพฤติกรรมที่ ต้องการวัด	0	1	1	1	1	0.8	สอดคล้อง
3	รายการที่ประเมินสะท้อนสามารถวัด ความสามารถในการโต้แย้ง เชิงวิทยาศาสตร์	1	1	1	1	1	1	สอดคล้อง
4	รายการประเมินครอบคลุมทั้งข้อ โต้แย้งที่สร้างขึ้น และกระบวนการ สร้างข้อโต้แย้ง	1	1	1	1	1	1	สอดคล้อง
5	แบบประเมินมีความเหมาะสมต่อการ นำไปใช้งาน	1	1	1	1	1	1	สอดคล้อง

ตาราง 39 แสดงผลการประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผล
อย่างไม่เป็นทางการ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยผู้เชี่ยวชาญ

ข้อที่	สิ่งที่ต้องการวัด	รายละเอียดแบบทดสอบ	ผลการประเมิน ของผู้เชี่ยวชาญคนที่					IOC	ผลการ ประเมิน	
			1	2	3	4	5			
สถานการณ์ที่ 1 ปลดภัยไว้ก่อน (Safety First)										
1	แนวคิดของ ผู้เรียน	นักเรียนเห็นด้วยหรือไม่ กับการ รณรงค์เพื่อสร้างความตระหนักใน การสวมหมวกนิรภัยขณะขับรถ จักรยานยนต์ เพราะเหตุใด	0	1	1	1	1	0.8	สอดคล้อง	
2	การสร้าง ข้อโต้แย้ง สนับสนุน	หากเพื่อนของนักเรียนต้องขับ รถจักรยานยนต์ไปส่งน้องที่เรียน อยู่ชั้นอนุบาลทุกวันซึ่งบ้านของ เพื่อนนักเรียนก็อยู่ไม่ไกลจาก โรงเรียน ทั้งเพื่อนของนักเรียน และน้องของเขาจึงไม่เคยสวม หมวกนิรภัยเลย นักเรียนจะเสนอ ข้อคิดเห็นอะไรบ้างเพื่อให้เพื่อน และน้องของเพื่อนสวมหมวก นิรภัยขณะขับและนั่งซ้อนท้าย รถจักรยานยนต์	0	1	1	1	1	0.8	สอดคล้อง	
3	การสร้าง ข้อโต้แย้งกลับ	หากป้าสมศรีใช้รถจักรยานยนต์ แค่เพียงขับไปซื้อของภายใน ซอยหมู่บ้านของตนเองเท่านั้น ไม่เห็นด้วยกับการสวมหมวก นิรภัยขณะขับรถ จักรยานยนต์ จงยกตัวอย่างข้อคิดเห็นของ ป้าสมศรีที่จะเป็นไปได้ว่ามี อะไรบ้าง	1	1	1	1	1	1	สอดคล้อง	
4	การสร้าง ข้อคัดค้าน	หากนักเรียนต้องการคัดค้าน แนวคิดของป้าสมศรี ข้อคัดค้าน ของนักเรียนคืออะไร	1	1	1	1	1	1	สอดคล้อง	

ตาราง 39 (ต่อ)

ข้อที่	สิ่งที่ต้องการวัด	รายละเอียดแบบทดสอบ	ผลการประเมิน ของผู้เชี่ยวชาญคนที่					IOC	ผลการ ประเมิน	
			1	2	3	4	5			
สถานการณ์ที่ 2 หยุดความเสี่ยงเลี่ยงการใช้โทร (Stop the Risk with Avoid Using a Mobile Phone)										
1	แนวคิดของ ผู้เรียน	นักเรียนเห็นด้วยหรือไม่ กับการ รณรงค์เพื่อให้หลีกเลี่ยงการใช้ โทรศัพท์ขณะขับรถ เพราะเหตุใด	1	1	1	1	1	1	สอดคล้อง	
2	การสร้าง ข้อโต้แย้ง สนับสนุน	หากนักเรียนต้องการให้คนอื่น เห็นด้วยกับแนวคิดของนักเรียน จะใช้ข้อโต้แย้งสนับสนุนใด โน้มน้าวให้คนอื่นเห็นด้วยกับ การหลีกเลี่ยงการใช้โทรศัพท์ ขณะขับรถ	1	1	1	1	1	1	สอดคล้อง	
3	การสร้าง ข้อโต้แย้งกลับ	หากมีคนอื่นที่เขาไม่เห็นด้วยกับ แนวคิดของนักเรียนในหลีกเลี่ยง การใช้โทรศัพท์ขณะขับรถ ข้อคิดเห็นของเขาคืออะไรบ้าง	1	1	1	1	1	1	สอดคล้อง	
4	การสร้าง ข้อคัดค้าน	หากนักเรียนต้องการคัดค้าน แนวคิดของคนอื่นตามข้อ 3 ข้อ คัดค้านของนักเรียนคืออะไร	1	1	1	1	1	1	สอดคล้อง	

ตาราง 39 (ต่อ)

ข้อที่	สิ่งที่ต้องการวัด	รายละเอียดแบบทดสอบ	ผลการประเมิน ของผู้เชี่ยวชาญคนที่					IOC	ผลการ ประเมิน	
			1	2	3	4	5			
สถานการณ์ที่ 3 การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate Change)										
1	แนวคิดของ ผู้เรียน	นักเรียนเห็นด้วยหรือไม่ กับข้อสรุปของนายวิจารณ์ เพราะเหตุใด	1	1	1	1	1	1	สอดคล้อง	
2	การสร้าง ข้อโต้แย้ง สนับสนุน	หากนายวิจารณ์ต้องการให้คน อื่นเห็นด้วยกับข้อสรุปของเขา ข้อโต้แย้งสนับสนุนใดบ้างที่เขา จะนำเสนอเพื่อโน้มน้าวคนอื่น ให้คล้อยตาม	1	1	1	1	1	1	สอดคล้อง	
3	การสร้าง ข้อโต้แย้งกลับ	ถ้านายสุจริต ไม่เห็นด้วยกับ ข้อสรุปของนายวิจารณ์ และให้ เหตุผลว่าข้อสรุปของนาย วิจารณ์ยังไม่ครอบคลุมปัจจัย ทั้งหมดที่เกี่ยวข้องจง ยกตัวอย่างปัจจัยที่นายสุจริต กล่าวถึงพร้อมทั้งอธิบาย คำตอบ	1	1	1	1	1	1	สอดคล้อง	
4	การสร้าง ข้อคัดค้าน	หากนายวิจารณ์ต้องการยืนยัน ข้อสรุปของตนเอง ข้อคัดค้าน ของเขามีสต่อข้อโต้แย้ง ของ นายสุจริต คืออะไร	1	1	1	1	1	1	สอดคล้อง	

ตาราง 40 แสดงค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) รายข้อ และค่าความเชื่อมั่น
ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ

แบบทดสอบข้อที่	ค่า IOC	ค่าความยาก (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
1.1	0.8	0.65	0.23
1.2	0.8	0.58	0.27
1.3	1	0.44	0.58
1.4	1	0.50	0.51
2.1	1	0.62	0.24
2.2	1	0.58	0.30
2.3	1	0.71	0.22
2.4	1	0.58	0.37
3.1	1	0.70	0.20
3.2	1	0.50	0.20
3.3	1	0.50	0.33
3.4	1	0.66	0.22

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ เท่ากับ 0.79

ตาราง 41 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) รายข้อ
และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความเข้าใจ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่

ข้อที่	ผลการประเมิน ของผู้เชี่ยวชาญคนที่			ค่า IOC	ผลการ ประเมิน	ค่าความยาก (p)	ค่าอำนาจ จำแนก (r)
	1	2	3				
1	1	1	1	1	สอดคล้อง	0.83	0.27
2	1	1	1	1	สอดคล้อง	0.68	0.63
3	1	1	0	0.67	สอดคล้อง	0.73	0.27
4	1	1	1	1	สอดคล้อง	0.32	0.30
5	1	1	1	1	สอดคล้อง	0.58	0.23
6	1	1	0	0.67	สอดคล้อง	0.48	0.50
7	1	1	1	1	สอดคล้อง	0.73	0.47
8	1	1	1	1	สอดคล้อง	0.47	0.27

ตาราง 41 (ต่อ)

ข้อที่	ผลการประเมิน ของผู้เชี่ยวชาญคนที่			ค่า IOC	ผลการ ประเมิน	ค่าความยาก (p)	ค่าอำนาจ จำแนก (r)
	1	2	3				
9	1	1	1	1	สอดคล้อง	0.45	0.50
10	1	1	1	1	สอดคล้อง	0.78	0.37
11	1	1	0	0.67	สอดคล้อง	0.52	0.70
12	1	0	1	0.67	สอดคล้อง	0.53	0.42
13	1	1	1	1	สอดคล้อง	0.38	0.30
14	1	1	1	1	สอดคล้อง	0.47	0.63
15	1	1	1	1	สอดคล้อง	0.32	0.30
16	1	1	1	1	สอดคล้อง	0.32	0.43
17	1	1	1	1	สอดคล้อง	0.35	0.30
18	1	1	1	1	สอดคล้อง	0.45	0.37
19	1	1	1	1	สอดคล้อง	0.48	0.37
20	1	1	1	1	สอดคล้อง	0.45	0.37
21	1	1	1	1	สอดคล้อง	0.38	0.30
22	1	1	1	1	สอดคล้อง	0.42	0.70
23	1	1	1	1	สอดคล้อง	0.40	0.53
24	1	1	1	1	สอดคล้อง	0.30	0.40
25	1	1	1	1	สอดคล้อง	0.20	0.33
26	1	1	0	0.67	สอดคล้อง	0.43	0.47
27	1	1	1	1	สอดคล้อง	0.25	0.23
28	1	1	1	1	สอดคล้อง	0.43	0.27
29	1	1	1	1	สอดคล้อง	0.25	0.50
30	1	0	1	0.67	สอดคล้อง	0.40	0.40

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความเข้าใจ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ วิชาฟิสิกส์ เท่ากับ 0.81

ตาราง 42 แสดงผลการประเมินความสอดคล้องของแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ โดยผู้เชี่ยวชาญ

ข้อที่	ผลการประเมิน ของผู้เชี่ยวชาญคนที่			ค่า IOC	ผลการประเมิน
	1	2	3		
1	1	1	0	0.67	สอดคล้อง
2	1	1	1	1	สอดคล้อง
3	1	0	1	0.67	สอดคล้อง
4	1	1	1	1	สอดคล้อง
5	0	1	1	0.67	สอดคล้อง
6	1	1	1	1	สอดคล้อง
7	1	0	1	0.67	สอดคล้อง
8	0	1	1	0.67	สอดคล้อง
9	0	1	1	0.67	สอดคล้อง
10	1	1	1	1	สอดคล้อง
11	0	1	1	0.67	สอดคล้อง
12	1	1	1	1	สอดคล้อง
13	1	0	1	0.67	สอดคล้อง
14	1	0	1	0.67	สอดคล้อง
15	0	1	1	0.67	สอดคล้อง
16	1	0	1	0.67	สอดคล้อง
17	1	0	1	0.67	สอดคล้อง
18	1	0	1	0.67	สอดคล้อง
19	1	1	1	1	สอดคล้อง
20	1	1	1	1	สอดคล้อง

ตาราง 43 แสดงผลการประเมินความสอดคล้องของแบบประเมินการเรียนรู้ร่วมกัน โดยผู้เชี่ยวชาญ

ข้อที่	รายละเอียด	ผลการประเมิน ของผู้เชี่ยวชาญคนที่			ค่า IOC	ผลการประเมิน
		1	2	3		
1	แบบประเมินสอดคล้องกับ จุดประสงค์ในการวัด	1	0	1	0.67	สอดคล้อง
2	แบบประเมินครอบคลุม พฤติกรรมที่ต้องการวัด	1	0	1	0.67	สอดคล้อง
3	รายการที่ประเมินสะท้อน ถึงการเรียนรู้ร่วมกัน	1	0	1	0.67	สอดคล้อง
4	มีการประเมินการมีส่วนร่วม ของสมาชิกภายในกลุ่ม	1	1	1	1	สอดคล้อง
5	แบบประเมินมีความ เหมาะสมแก่การนำไปใช้งาน	1	0	1	0.67	สอดคล้อง

ตาราง 44 แสดงผลการประเมินความสอดคล้องของแบบสังเกตชั้นเรียน โดยผู้เชี่ยวชาญ

ข้อที่	ผลการประเมิน ของผู้เชี่ยวชาญคนที่			ค่า IOC	ผลการประเมิน
	1	2	3		
ตอนที่ 1	1	1	1	1	สอดคล้อง
ตอนที่ 2	1	1	1	1	สอดคล้อง
ตอนที่ 3					
1	1	1	0	0.67	สอดคล้อง
2	1	1	1	1	สอดคล้อง
3	1	0	1	0.67	สอดคล้อง
4	1	1	1	1	สอดคล้อง
5	1	1	1	1	สอดคล้อง
6	1	1	0	0.67	สอดคล้อง
7	1	0	1	0.67	สอดคล้อง
8	1	1	1	1	สอดคล้อง
9	1	1	1	1	สอดคล้อง
10	1	1	0	0.67	สอดคล้อง

ตาราง 44 (ต่อ)

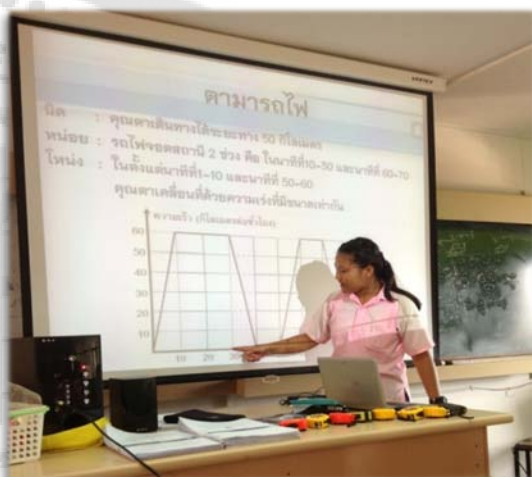
ข้อที่	ผลการประเมิน ของผู้เชี่ยวชาญคนที่			ค่า IOC	ผลการประเมิน
	1	2	3		
11	1	0	1	0.67	สอดคล้อง
12	1	1	1	1	สอดคล้อง
13	1	1	1	1	สอดคล้อง
14	1	1	1	1	สอดคล้อง
15	1	1	1	1	สอดคล้อง
16	1	1	1	1	สอดคล้อง
17	1	1	1	1	สอดคล้อง
18	1	0	1	0.67	สอดคล้อง
19	1	1	1	1	สอดคล้อง
20	1	1	1	1	สอดคล้อง



ภาคผนวก ง
ภาพกิจกรรมและตัวอย่างผลงานนักเรียน



นักเรียนชมคลิปข่าวที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันหรือเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ ในขั้นนำเข้าสู่ประเด็น



นักเรียนนำเสนอแนวคิดของกลุ่มตนเอง ในขั้นกำหนดหัวข้อในการโต้แย้ง



นักเรียนทำการทดลองเพื่อใช้เป็นหลักฐาน ในขั้นเก็บรวบรวมหลักฐาน



อภิปรายภายในกลุ่มเพื่อสร้างข้อโต้แย้ง ในขั้นสร้างการโต้แย้ง



นำเสนอข้อโต้แย้งของแต่ละกลุ่มให้เพื่อนร่วมชั้นร่วมกันอภิปราย ในขั้นสร้างการโต้แย้ง



การโต้แย้งที่ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

กลุ่ม the star 10 ★

แบบบันทึก
การสร้างข้อโต้แย้ง

คำชี้แจง จากสถานการณ์ "ตามรอยผู้สื่อข่าว" จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. จากสถานการณ์ "ตามรอยผู้สื่อข่าว" นักเรียนมีคำถามเกี่ยวกับสถานการณ์นี้อย่างไร

การเคลื่อนที่ของรถมีลักษณะอย่างไร ?

2. สิ่งที่นักเรียนต้องทำเพื่อหาคำตอบของข้อ 1 คืออะไร

สังเกตสิ่งหนึ่งรอบๆตัวว่ารถที่วิ่งช้าหรือเร็ว
สังเกตการเคลื่อนที่ของรถ แล้วดูว่ารถวิ่งเร็วหรือช้า
เกี่ยวกับทิศทาง การเคลื่อนที่ของรถในทิศทางใด

3. จากผลการสืบค้น และตรวจสอบของนักเรียนพบว่า

คันแรกเริ่ม นมาจนถึง การบอกที่อยู่ของจุด
รถวิ่ง นมาจนถึง เป็นรถ จ. 1 ที่รถเคลื่อนที่ไปจริง
การวิ่ง นมาจนถึง รถจอดไม่ขยับไปขยับจุดจุดที่รถเคลื่อนที่

4. จากสถานการณ์ "ตามรอยผู้สื่อข่าว" ข้อกล่าวอ้างของนักเรียนคืออะไร

แปรผลค่า รายงานข่าวรถต้อง

5. หลักฐานที่นักเรียนนำมาใช้สนับสนุนข้อกล่าวอ้างมีอะไรบ้าง

สรุป $A \rightarrow F$ คือ $30 + 53$ (จาก -53 เป็น 53 เพราะ $-$ ไม่ใช้กับ 53) ส่วนความเร็วจากจุด
 $C \rightarrow D$ คือ 1.66 m/s แล้วความเร็วจากจุด $D \rightarrow E$ ค่าสุด คือ 0.5 m/s
 3.8 m/s Great! 0.01 m/s^2

6. เหตุผลที่นักเรียนจะใช้แสดงความเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานกับข้อกล่าวอ้างคืออะไร

เพราะ รถยนต์วิ่งและเคลื่อนที่จากจุดแล้วเป็นอย่างไรแปรผลค่าคือ $A \rightarrow F$ เป็นค่าที่จริง
 $C \rightarrow D$ เป็นความเร็วจึงสุด เพราะ $D \rightarrow E$ มีความเร็วต่ำสุด หรือ ความหน่วง

7. ข้อโต้แย้งของนักเรียนคือ

จากสิ่งที่แปรผลค่าออกมาเป็นค่าจริง เพราะ $A \rightarrow F$ เป็นค่าที่จริง $C \rightarrow D$ คือความเร็วสูงสุด
ของรถ แล้ว $D \rightarrow E$ มีความเร็วต่ำสุด ค่าที่จริง $A \rightarrow F$ คือ 83 ความเร็วสูงสุด
คือ 1.66 m/s ความเร็ว คือ 0.5 m/s^2

21.11.17

กลุ่ม..... ๖๐๑ ได้ บอช หัสชาติ ใต้ทช

แบบบันทึก
การสร้างข้อโต้แย้ง

คำชี้แจง จากสถานการณ์ "ป้ายนี้มีคำตอบ" จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. จากสถานการณ์ "ป้ายนี้มีคำตอบ" นักเรียนมีคำถามเกี่ยวกับสถานการณ์นี้อย่างไร

กรอบ กรวย แล่นสูงๆ การเบรหรือไหม

2. สิ่งที่นักเรียนต้องทำเพื่อหาคำตอบของข้อ 1 คืออะไร

ทำให้ รถ เบรจนลงบน ๖๐๐ ไร่ให้ดูที่รถ ตามเร็ว กับ เวลา

3. จากผลการสืบค้น และตรวจสอบของนักเรียนพบว่า

๑. อัตราเร่งของรถ ๑ ตัว คือ 1- $a = 10 \text{ m/s}$ ๒. $v =$ นำจากข้อ ๑ ๗๕ เมตร

๓. $a =$ ความเร็ว ๕ m/s^2 ให้ใช้สูตร $v^2 = u^2 + 2as$

4. จากสถานการณ์ "ป้ายนี้มีคำตอบ" ข้อกล่าวอ้างของนักเรียนคืออะไร

ใช้ กรวย เบร เพราะ มันน่าจะเบรได้ ความเร็วที่ ขึ้นอยู่กับรถ

5. หลักฐานที่นักเรียนนำมาใช้สนับสนุนข้อกล่าวอ้างมีอะไรบ้าง

สูตร ความเร็วของเวลา $v^2 = u^2 + 2as$ $v = 20 \text{ m/s}$
 $v^2 = 10^2 + 2(2)(175)$ $\frac{20 \times 3600}{1} = 72,000 \text{ m}$
 $v^2 = 100 + 700$ $\rightarrow 72 \text{ km/h}$
 $v^2 = 400$

6. เหตุผลที่นักเรียนจะใช้แสดงความเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานกับข้อกล่าวอ้างคืออะไร

เหตุผล จากผลคำนวณ ค่าของ v ในข้อ ๕ คือ ๗๕ km/h ซึ่งโดยรถที่เบรจนลงบน ๖๐๐ km/h หรือ m/s หรือ ความเร็วของรถเป็น ๖๐ m/s นำมาคูณกับ ๓๖๐๐ $= \frac{20 \times 3600}{1} = 72,000 \text{ m}$ คิดเป็น ๗๒ km/h

7. ข้อโต้แย้งของนักเรียนคือ

กรอบ กรวย แล่นสูงๆ จะไม่เบรเพราะมันจะตามที่คำนวณเอาไว้ ๗๒ km/h จะเบรเพราะ เสิมเบรตอนลงตาม ๕๐ km/h

รถที่เบรลง ๖๐ km/h

๗๒ km/h

Mobile Phone

ใบกิจกรรมที่ 6 กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน

1. วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาลักษณะการเคลื่อนที่ตามกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน

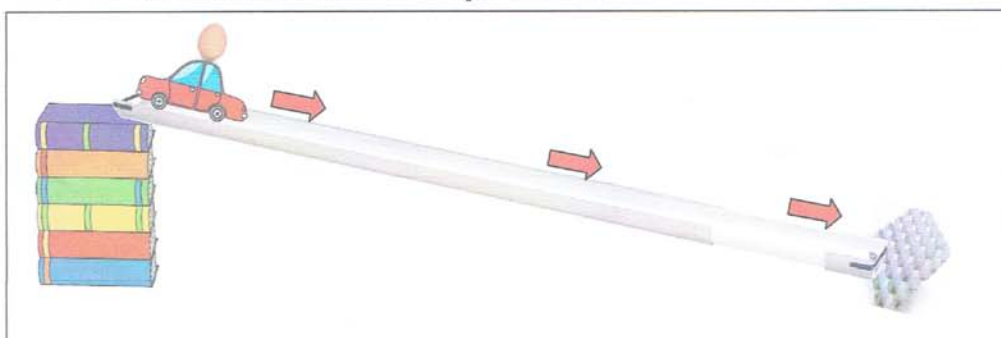
2. อุปกรณ์

1. นาฬิกาจับเวลา
2. ลูกโป่ง
3. ราง PVC
4. ไข่
5. ถาดไข่
6. รถทดลอง

3. วิธีการทดลอง

ตอนที่ 1 ความเฉื่อยของวัตถุ

1. ให้นักเรียนนำไข่ไก่วางลงในช่องบนรถที่ทำจากขวดพลาสติก แล้วทำการปล่อยรถบนราง PVC โดยมีถาดกระดาษสำหรับใส่ไข่ไก่กันอยู่ที่ส่วนปลายของราง ดังภาพ



2. สังเกตลักษณะการเคลื่อนที่ของรถ และไข่

คำถามท้ายกิจกรรม

1. จากการสังเกตขณะรถวิ่งอยู่บนราง รถมีการเคลื่อนที่อย่างไร

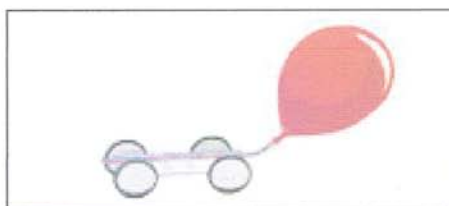
รถเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว เพราะ ราง มีหน้า
ทาง ลวดชัน

2. จากการสังเกตขณะรถวิ่งอยู่บนราง ไข่มีการเคลื่อนที่อย่างไร

ไข่ก็เคลื่อนที่ด้วยความเร็วของรถ เพราะมีความเร็ว
เท่ากันรถ

3. ลักษณะการเคลื่อนที่ของรถเป็นอย่างไรเมื่อชนเข้ากับถาดกระดาษ
 รถได้รับการกระแทก ทำให้นักกระเด็นก็มีมากขึ้นแล้ว หักหนึ่ง
 รถก็เคลื่อนมาจกถาดกระดาษ แล้วรถก็หยุดนิ่ง ✓
4. ลักษณะการเคลื่อนที่ของไข่เป็นอย่างไรเมื่อรถชนเข้ากับถาดกระดาษ
 ไข่ก็ได้รับการกระแทก ไข่ก็กระเด็นไม่ขยับนิ่ง ✓
5. นักเรียนคิดว่าเหตุใดการเคลื่อนที่ของไข่เมื่อรถชนเข้ากับถาดกระดาษ จึงเป็นเช่นนั้น
 เพราะ ไข่ลอยอยู่บนรถ เมื่อรถได้รับการกระแทก
 ทำไข่ก็ลอยขึ้นรถ ไข่ก็กระเด็นขึ้นจากถาดกระดาษ
 ก็ทำให้นักกระเด็น ออกมา จากถาดกระดาษ ✓

ตอนที่ 2 กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 3 ของนิวตัน



- ให้นักเรียนทำการสูบลมเข้าลูกโป่งที่ติดอยู่กับรถ จนลูกโป่งมีขนาดใหญ่พอสมควร แล้วทำการปล่อยรถให้เคลื่อนที่โดยอิสระ
- สังเกตการเคลื่อนที่ของรถ

คำถามท้ายกิจกรรม

- จากการสังเกต รถมีการเคลื่อนที่อย่างไร
 รถมีการเคลื่อนที่ ไม่ขยับนิ่ง ไม่ทอดีเสียก็เห็น ก็นึก
 ก็มีลูกโป่ง ✓
- ทิศทางการเคลื่อนที่ของลมที่ดันออกจากลูกโป่งกับทิศทางการเคลื่อนที่ของรถมีความสัมพันธ์กันอย่างไร
 เมื่อลมไม่ดันลมออก ทำให้ลมก็ดันออกมา มีทิศทาง
 ทิศทางตรงข้ามกับลมที่ดันออกมา ลมที่ดันออกมา ออก
 ไปทำให้รถมีการเคลื่อนที่ไป ✓

ผู้
 อ. น. น. น.

ชื่อ-สกุล นางสาว สันหา ประสงค์จันทร์

กลุ่ม สาขา

ใบงานที่ 5.1

แรง มวล น้ำหนัก และกฎแรงดึงดูดระหว่างมวลของนิวตัน

คำชี้แจง ให้นักเรียนพิจารณาข้อความต่อไปนี้แล้วทำเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่คิดว่าถูกต้อง และทำเครื่องหมาย ✗ หน้าข้อความที่คิดว่าผิด พร้อมทั้งแสดงเหตุผล

ข้อความ	เหตุผล
..... ✗ 1. เมื่อมีแรงกระทำต่อวัตถุย่อมทำให้วัตถุเคลื่อนที่เสมอ	หากแรงที่กระทำต่อวัตถุมีค่ามากกว่าแรงต้าน ทำให้วัตถุเคลื่อนที่ไป
..... ✓ 2. แรงทำให้วัตถุเปลี่ยนแปลงสภาพการเคลื่อนที่ได้	แรงสามารถทำให้วัตถุเปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่ได้
..... ✗ 3. วัตถุที่วางนิ่งอยู่แสดงว่าไม่มีแรงมากระทำต่อวัตถุนั้น	ไม่จริง ท่อสุญญากาศทำให้วัตถุตกอย่างอิสระ
..... ✓ 4. หากมีแรง 2 แรงที่มีขนาดเท่ากันแต่ทิศทางตรงกันข้ามกับกระทำกับวัตถุชิ้นเดียวกัน วัตถุจะไม่เปลี่ยนแปลงสภาพการเคลื่อนที่	จริง เพราะแรงทั้งสองจะหักล้างกัน
..... ✓ 5. วัตถุทุกชนิดต้องมีมวล	มวลเป็นปริมาณที่สสารมีอยู่ทุกชนิด
..... ✗ 6. มวลมีค่าเปลี่ยนแปลงไปเมื่อเปลี่ยนตำแหน่งที่อยู่	ไม่จริง ค่ามวลจะไม่เปลี่ยนแปลง
..... ✓ 7. วัตถุที่มีมวลมากจะต้านการเปลี่ยนแปลงสภาพการเคลื่อนที่มาก	มวลมีผลต่อการต้านการเปลี่ยนแปลงสภาพการเคลื่อนที่
..... ✓ 8. น้ำหนักของวัตถุใดๆ คือแรงดึงดูดของโลกกระทำต่อวัตถุนั้น	น้ำหนักคือแรงดึงดูดของโลกที่มีต่อวัตถุ
..... ✗ 9. แรงดึงดูดระหว่างมวลขึ้นกับมวลของวัตถุเท่านั้น	แรงดึงดูดขึ้นกับมวลและระยะห่าง
..... ✗ 10. ถ้าวัตถุห่างกันเป็นระยะ 2 เท่าของระยะเดิม แรงดึงดูดระหว่างมวลจะลดลง 2 เท่า	แรงดึงดูดจะลดลง 4 เท่า

9

ห.ส. วิชา ฟิสิกส์ ม.๔/๕

กลุ่ม สาม

ใบงานที่ 3

การคำนวณหาปริมาณต่าง ๆ ของการเคลื่อนที่ 1 มิติด้วยความเร่งคงตัว

1. รถจักรยานยนต์คันหนึ่งเคลื่อนที่จากจุดหยุดนิ่งด้วยความเร่ง 2 เมตรต่อวินาที² เป็นเวลา 5 วินาที จงหา

ก. สิ่งที่เกี่ยวข้องกำหนดให้

$$u = 0 \text{ m/s}$$

$$a = 2 \text{ m/s}^2$$

$$t = 5 \text{ s}$$

ข. ระยะทางที่รถเคลื่อนที่ได้

$$s = ut + \frac{1}{2}at^2$$

$$s = 0(5) + \frac{1}{2} \times 2(5)^2$$

$$s = 25 \text{ m}$$

ค. ความเร็วเมื่อสิ้นวินาทีที่ 5

$$① \quad v = u + at$$

$$v = 0 + (2 \times 5)$$

$$v = 10 \text{ m/s}$$

$$② \quad v^2 = u^2 + 2as$$

$$v^2 = 0 + 2 \times 2 \times 25$$

$$v^2 = 100$$

$$v = 10 \text{ m/s}$$

ใช้สูตรใดทศอง

โดยให้หาคะ

ผิด?

2. รถยนต์คันหนึ่งเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 2 เมตรต่อวินาที และเพิ่มความเร็วจนมีความเร่งเป็น 2 เมตรต่อวินาที² จนเคลื่อนที่ได้ระยะทาง 35 เมตร จงหา

ก. สิ่งที่เกี่ยวข้องกำหนดให้

$$u = 2 \text{ m/s}$$

$$a = 2 \text{ m/s}^2$$

$$s = 35 \text{ m}$$

ข. เวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่

$$s = ut + \frac{1}{2}at^2$$

$$35 = 2t + \frac{1}{2} \times 2t^2$$

$$35 = 2t + t^2$$

$$t^2 + 2t - 35 = 0$$

$$(t+7)(t-5) = 0$$

$$t = -7, 5$$

เลือกค่าที่เป็นบวก.

$$\therefore t = 5 \text{ s}$$

ประวัติย่อผู้วิจัย



ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ ชื่อสกุล	นางประภา สมสุข
วันเดือนปีเกิด	10 เมษายน 2523
สถานที่เกิด	จังหวัดศรีสะเกษ
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	5 หมู่ 3 บ้านแสนแก้ว ตำบลหนองหมี่ อำเภอราษีไศล จังหวัดศรีสะเกษ
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	ครู วิทยฐานะครูชำนาญการ
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนสตรีศรีเกษ ถนนปลัดมณฑล ตำบลเมืองใต้ อำเภอเมือง จังหวัดศรีสะเกษ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 28
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2546	วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาฟิสิกส์ (เกียรตินิยม อันดับ 2) จาก สถาบันราชภัฏอุบลราชธานี
พ.ศ. 2547	ประกาศนียบัตรบัณฑิต วิชาชีพครู จาก สถาบันราชภัฏอุบลราชธานี
พ.ศ. 2551	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา จาก มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
พ.ศ. 2558	การศึกษาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา จาก มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ