ใบรับรองวิทยานิพนธ์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา)

ปริญญา

วิทยาศาสตร์ศึกษา การศึกษา

สาขา **ภาควิชา**

เรื่อง การพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ด้วยรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง

The Development of Grade 9 Students' Ability in Making Scientific Explanation Using Argumentation and Inquiry Approach

นามผู้วิจัย นางสาวอรยา แจ่มใจ

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก .....

(อาจารย์เอกภูมิ จันทรขันตี, ปร.ด.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม .....

(อาจารย์เฉลิมพล กาญจนวรินทร์, วท.ด.)

หัวหน้าภาควิชา .....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สิทธิกร สุมาลี, ศษ.ด.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

.....

(รองศาสตราจารย์กัญจนา ธีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ ..... **เดือน** ..... **พ.ศ.** .....

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ด้วยรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง

The Development of Grade 9 Students' Ability in Making Scientific Explanation Using Argumentation and Inquiry Approach

โดย

นางสาวอรยา แจ่มใจ

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา)
พ.ศ. 2557

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อรยา แจ่มใจ 2557: การพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ด้วยรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา) สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา ภาควิชาการศึกษา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: อาจารย์เอกภูมิ จันทรขันตี, ปร.ด. 170 หน้า

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน และเพื่อศึกษารูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งที่ส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ กลุ่มที่ศึกษาเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตแห่งหนึ่ง สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา เขตกรุงเทพมหานคร จำนวน 37 คน ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลของนักเรียนโดยใช้แบบทดสอบการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ แบบประเมินการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ บันทึกหลังสอนของครู แบบสัมภาษณ์ และใบกิจกรรม โดยทำการวิเคราะห์ข้อมูลทั้งในเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ

ผลการวิจัยพบว่า หลังผ่านการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งส่งผลให้นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในระดับดีมาก ซึ่งรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งที่ส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์มีดังนี้ 1) ขั้นการระบุภาระงาน ครูต้องมีเทคนิคการใช้คำถามและสื่อที่มีความหลากหลาย 2) ขั้นการสรรสร้างและการวิเคราะห์ข้อมูล ครูต้องให้นักเรียนทำงานเป็นกลุ่มและควรมีเทคนิคในการจัดกลุ่มที่มีความหลากหลาย 3) ขั้นการสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว ครูต้องกำหนดเวลาในการสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวให้เหมาะสมกับเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และครูมีบทบาทสำคัญในการกระตุ้นให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการใช้หลักฐานและการให้เหตุผลเพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง 4) ขั้นกิจกรรมการโต้แย้ง ครูต้องกำหนดประเด็นการโต้แย้งและกำหนดเวลาในการโต้แย้งให้ชัดเจน 5) ขั้นการเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ ครูต้องตรวจอย่างละเอียดโดยใช้เกณฑ์การประเมินที่ตั้งไว้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ พร้อมส่งรายงานผลการสำรวจตรวจสอบกลับคืนนักเรียนทันที เพื่อให้นักเรียนได้รับทราบว่ามีข้อปรับปรุงอะไรบ้าง

_____ _____ ___ / ___ / ___

ลายมือชื่อนิสิต ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Oraya Jamjai 2014: The Development of Grade 9 Students' Ability in Making Scientific Explanation Using Argumentation and Inquiry Approach. Master of Education (Science Education), Major Field: Science Education, Department of Education. Thesis Advisor: Mr. Ekgapoom Jantarakantee, Ph.D. 170 pages.

The purposes of this study were to study the students' ability in making scientific explanation and to study argumentation and the inquiry approach which could promote the ability in making scientific explanation of Grade 9 students. The subject of this study was 37 ninth grade students from a secondary school in Bangkok. The research instruments were the scientific explanation ability test in the topic of "Force and Motion" , scientific argumentation Evaluation form, teacher's journal, students' interview and worksheets. The data were analyzed by qualitative and quantitative methods.

The results of the study found that argumentation and Inquiry approach influenced the students' ability in making scientific explanation in very good level. Moreover the result also showed that inquiry approach with argumentation influenced the ability in scientific explanation making as follows 1) Identification of the Task; Teacher should have variety set of questions and materials to encourage student' thought 2) Generation and Analysis of Data; Teacher should stimulated students to work as a group and apply different grouping techniques. 3) Production of a Tentative Argument; Teacher is the key person to encourage students to concern an important of scientific explanation making through the temporary argumentation 4) Argumentation Session; Teacher played an important role as an argumentation leader and should define the proper time 5) Write up Investigation Report; Teacher should finely check students report by using lessons plan' criteria. At last teacher needs to return the feedback and score to students immediately in order to understand their false and the way of improvement.

_____ _____ ___ / ___ / ___

Student's signature Thesis Advisor's signature

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กิตติกรรมประกาศ

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ ประธานกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ดร.เอกภูมิ จันทรขันตี และกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ดร.เฉลิมพล กาญจนวรินทร์ ที่ท่านได้ทุ่มเทเวลาในการให้คำแนะนำแนวทางในการศึกษาให้คำปรึกษาเมื่อพบปัญหา ช่วยเหลือและตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์เล่มนี้ให้เสร็จสมบูรณ์ รวมทั้งให้กำลังใจในการทำงานแก่ผู้วิจัยตลอดมา

ขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์เสารรัตน์ ภัทรฐิตินันท์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์สมศักดิ์ เตชะโกสิต และอาจารย์โกเมศ นาแจ้ง ที่ท่านให้คำแนะนำ ตรวจแก้ไข ให้ข้อเสนอแนะต่างๆ เกี่ยวกับการทำการวิจัย และเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ขอขอบคุณผู้บริหารสถานศึกษาโรงเรียนที่ท่านกรุณาให้ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยในโรงเรียนครั้งนี้ ขอขอบคุณอาจารย์สันติชัย อนุวรชัย อาจารย์กฤษณา โภคพันธ์ และอาจารย์สโรชินี จิตกิจติจำรัส และเพื่อนครูในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ รวมทั้งนักเรียนทุกคนที่เข้าใจและให้ความร่วมมือในการวิจัยครั้งนี้

สุดท้ายนี้กราบขอบพระคุณอาจารย์สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษาทุกท่านที่ทำให้ข้าพเจ้าได้พัฒนาตนเอง และเพื่อนๆ ในสาขาวิทยาศาสตร์ศึกษาทุกคนที่ช่วยเหลือ ครอบครัวของข้าพเจ้าที่ให้กำลังใจและให้การสนับสนุนตลอดระยะเวลาในการศึกษา คุณค่า และประโยชน์อันเกิดจากงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยขอมอบให้กับบิดา มารดา บูรพาคณาจารย์และผู้มีพระคุณทุกท่าน

อรยา แจ่มใจ

มิถุนายน 2557

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญ

หน้า

สารบัญตาราง	(3)
สารบัญภาพ	(6)
บทที่ 1 บทนำ	1
ความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	4
คำถามของการวิจัย	4
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
ขอบเขตของการวิจัย	5
นิยามศัพท์เฉพาะ	5
บทที่ 2 การตรวจเอกสาร	7
ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์	8
การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์	21
รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง	31
บทที่ 3 วิธีการวิจัย	39
รูปแบบการวิจัย	39
กลุ่มที่ศึกษา	39
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	39
การเก็บรวบรวมข้อมูล	46
การวิเคราะห์ข้อมูล	48
บทที่ 4 ผลการวิจัยและการอภิปรายผล	51
คำถามวิจัยข้อที่ 1 ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง	51

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

คำถามวิจัยข้อที่ 2 รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งควรมีลักษณะอย่างไร ที่ส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องแรงและการเคลื่อนที่	84
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	117
สรุปผลการวิจัย	117
ข้อเสนอแนะ	124
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	126
ภาคผนวก	133
ภาคผนวก ก แบบทดสอบการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์	134
ภาคผนวก ข แบบประเมินการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์	139
ภาคผนวก ค ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง แรงเสียดทาน	141
ภาคผนวก ง บันทึกหลังสอนของครู	157
ภาคผนวก จ แบบสัมภาษณ์	159
ภาคผนวก ฉ ตัวอย่างผลงานของนักเรียน	161
ภาคผนวก ช ตัวอย่างบทสนทนาระหว่าง ครูกับนักเรียน/นักเรียนกับนักเรียน ในขณะจัดการเรียนการสอน	163
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	170

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	เกณฑ์การประเมินคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์	16
2	เกณฑ์การประเมินคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เรื่อง สารตั้งต้นและคุณสมบัติของสาร	17
3	แบบสังเกตพฤติกรรมเพื่อประเมินการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน	29
4	บทบาทของครูและนักเรียนในการระบุภาระงาน	36
5	บทบาทของครูและนักเรียนในการสรรสร้างและการวิเคราะห์ข้อมูล	37
6	บทบาทของครูและนักเรียนในการสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว	37
7	บทบาทของครูและนักเรียนในกิจกรรมการโต้แย้ง	37
8	บทบาทของครูและนักเรียนในการเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ	38
9	แผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่	45
10	แสดงคำถามวิจัย สิ่งที่ศึกษา เครื่องมือและการเก็บข้อมูล	47
11	เกณฑ์แสดงระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์	49
12	ความถี่และร้อยละของนักเรียนจำแนกตามระดับคะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบทดสอบเรื่องแรงและการเคลื่อนที่ ข้อที่ 1 เรื่องความเร่ง	52

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
13	ความถี่และร้อยละของนักเรียนจำแนกตามระดับคะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบทดสอบเรื่องแรงและการเคลื่อนที่ ข้อที่ 2 เรื่องแรงกิริยา แรงปฏิกิริยา	57
14	ความถี่และร้อยละของนักเรียนจำแนกตามระดับคะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบทดสอบแรงและการเคลื่อนที่ ข้อที่ 3 เรื่อง แรงพยุง	60
15	ความถี่และร้อยละของนักเรียนจำแนกตามระดับคะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบทดสอบ แรงและการเคลื่อนที่ ข้อที่ 4 เรื่อง แรงเสียดทาน	65
16	ความถี่ของนักเรียนจากแบบประเมินการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ผลของแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุ	06
17	ความถี่จากแบบประเมินการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ความเร็วเฉลี่ยและความเร็วขณะหนึ่ง	73
18	ค่าถี่จากแบบประเมินการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์	75
19	ความถี่จากแบบประเมินการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง แรงกิริยา แรงปฏิกิริยา	77
20	ความถี่จากแบบประเมินการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง แรงพยุง	79

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
21	ความถี่จากแบบประเมินการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง แรงเสียดทาน	81
22	จำนวนและร้อยละของนักเรียน ก่อน-หลัง จำแนกตามระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องแรงและการเคลื่อนที่	82

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ตัวอย่างภาระงานสำหรับการประเมินการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องสารตั้งต้นและคุณสมบัติของสาร	20
2	ตัวอย่างการเขียนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่มีคุณภาพ เรื่องสารตั้งต้นและคุณสมบัติของสาร	20
3	ตัวอย่างการเขียนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ยังไม่มีคุณภาพ เรื่องสารตั้งต้นและคุณสมบัติของสาร	21
4	ตัวอย่างคู่มือ (Hand out) ในการแนะนำนักเรียนเพื่อช่วยให้นักเรียนเกิดการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์	25
5	กรอบประเมินการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์	30
6	ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน เลขที่ 27	86
7	ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน เลขที่ 2	87
8	ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน เลขที่ 5	88
9	ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน เลขที่ 30	91
10	ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน เลขที่ 21	92
11	ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน เลขที่ 19	93
12	ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน เลขที่ 34	95

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
13	ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน เลขที่ 16	96
14	ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน เลขที่ 7	97
15	ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน เลขที่ 31	100
16	ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน เลขที่ 18	101
17	ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน เลขที่ 37	102
18	ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน เลขที่ 6	104
19	ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน เลขที่ 19	105
20	ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน เลขที่ 7	106
21	ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน เลขที่ 22	109
22	ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน เลขที่ 36	110

ภาพผนวกที่

1	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับเวลาในการขับรถทั้ง 2 คัน ออกจากท่ารถ	125
2	แสดงการจัดกลุ่มทำกิจกรรมของนักเรียน	162
3	แสดงผลงานนักเรียน	162

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บทที่ 1

บทนำ

ความสำคัญของปัญหา

องค์การส่งเสริมการศึกษาวิทยาศาสตร์และวัฒนธรรมแห่งสหประชาชาติได้กำหนดเป้าหมายของการศึกษาในศตวรรษที่ 21 ให้เป็นการศึกษาเพื่อปวงชน (Education for All) ซึ่งมีเป้าหมายในการส่งเสริมความเสมอภาคทางการศึกษาของหญิง ชาย ในทุกระดับและทุกรูปแบบการศึกษา คือการศึกษาในและนอกระบบโรงเรียน และการศึกษาตามอัธยาศัย เพื่อให้เข้าถึงผู้ที่ด้อยโอกาสทางสังคม เป็นการเน้นย้ำความสำคัญของการศึกษาเพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน The North Central Regional Educational Laboratory (2003) ได้กำหนดความรอบรู้ที่จำเป็นสำหรับนักเรียนในศตวรรษที่ 21 ไว้ด้วยกัน 8 ประการ ซึ่งหนึ่งในความรอบรู้ที่สำคัญก็คือความรอบรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นความรอบรู้ที่จำเป็นและมีส่วนสำคัญในการพัฒนาคุณภาพชีวิตของมนุษย์ โดยความสามารถและคุณลักษณะประการหนึ่งที่สะท้อนให้เห็นถึงความรอบรู้ทางวิทยาศาสตร์ก็คือความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ตามตัวบ่งชี้ขององค์กรเพื่อความร่วมมือและพัฒนาทางเศรษฐกิจ (Organization for Economic Co-operation and Development: OECD) ซึ่งนำมาใช้เป็นกรอบในการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ (Program for International Student Assessment: PISA) ที่มีการประเมินสมรรถนะที่เรียกว่า การรู้เรื่อง (Literacy) ใน 3 ด้าน คือ (1) การรู้เรื่องการอ่าน (Reading Literacy) (2) การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ (Mathematical Literacy) และ (3) การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) ซึ่งการประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์นั้นจะเน้นการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนใน 3 ประเด็น ได้แก่ (1) การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ (Identifying Scientific Issue) โดยประเมินจากความสามารถในการตั้งคำถามที่สามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (2) การอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ (Explain Phenomena Scientifically) โดยประเมินจากความสามารถในการนำความรู้เชิงวิทยาศาสตร์มาใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ที่กำหนด (3) การใช้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์ (Using Scientific Evidence) โดยประเมินจากข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ การสร้างข้อโต้แย้งและข้อสรุปที่มีหลักฐานเชิงประจักษ์ แต่ผลการสอบ PISA ในปี 2011 จำนวน 57 ประเทศ ในภาพรวมพบว่า นักเรียนไทยมีผลการประเมินต่ำลงทุกด้าน เมื่อเทียบกับการประเมินครั้งแรกของ PISA ในปี 2000 (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2555) โดยผลการจัดอันดับประเทศไทยอยู่อันดับที่ 51 จากทั้งหมด 57 ประเทศ ในขณะที่ประเทศอื่นๆ ในเอเชียอยู่ใน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อันดับต้นๆ จากผลการประเมินของ PISA สามารถสะท้อนคุณภาพการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทย ถึงกระบวนการเรียนการสอนในห้องเรียนที่ยังล้าหลัง ไม่สามารถส่งเสริมให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิด และเน้นการวัดผลที่ความจำเพียงอย่างเดียว ลักษณะของแบบทดสอบส่วนใหญ่เป็นแบบปรนัย ทำให้นักเรียนไทยไม่เคยชินกับแบบทดสอบในรูปแบบเดียวกับของ PISA ซึ่งมีลักษณะของการเขียนตอบหรือให้คำอธิบาย การคิดวิเคราะห์ การสะท้อนความคิดหรือแสดงปฏิกิริยาตอบสนองต่อข้อความที่กำหนดให้ (กรุงเทพธุรกิจ, 2555) นอกจากความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์จะถูกกำหนดให้เป็นองค์ประกอบหนึ่งในการประเมินความรอบรู้ทางวิทยาศาสตร์ในระดับนานาชาติแล้ว National Science Education Standards (1996) ยังกล่าวไว้ว่า "คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์นั้นมีความสำคัญในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เพราะเป็นความสามารถและความเข้าใจพื้นฐานของการสืบเสาะเชิงวิทยาศาสตร์" ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ควรส่งเสริมหรือพัฒนาให้นักเรียนมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

จากประสบการณ์ในการสอนของผู้วิจัยเองพบว่า ผู้วิจัยพยายามจัดการเรียนการสอนตามแนวทางที่สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้กำหนดไว้ คือเน้นการจัดการเรียนการสอนที่ให้นักเรียนเกิดการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยการให้นักเรียนสืบค้นเสาะหาและสำรวจตรวจสอบด้วยวิธีการต่างๆ เช่น การจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะ หรือการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นต้น สิ่งเหล่านี้จะทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและเกิดการรับรู้ความรู้นั้นอย่างมีความหมาย ถึงแม้ว่าผู้วิจัยจะมีการจัดการเรียนการสอนตามแนวทางของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี แต่เนื่องด้วยเวลาในการจัดการเรียนการสอนที่ไม่เพียงพอกับจำนวนเนื้อหาที่มีมาก ทำให้นักเรียนขาดโอกาสในการอภิปรายและโต้แย้งซึ่งกันและกัน ผู้วิจัยมักจะเป็นผู้นำนักเรียนในการอภิปรายผลการทดลองในเฉพาะประเด็นที่ถูกต้อง ทำให้นักเรียนแต่ละกลุ่มไม่มีโอกาสอภิปรายข้อมูลของกลุ่มตนเองที่เหมือนหรือแตกต่างกับเพื่อนๆ กลุ่มอื่นให้เพื่อนกลุ่มอื่นฟัง หรือในบางครั้งที่ผู้วิจัยสุ่มเรียกให้นักเรียน พูดอภิปรายผลที่ได้จากการทดลองนักเรียนมักจะไม่สามารถอภิปรายได้โดยมีพฤติกรรมที่จะแสดงออกคือ การหันไปถามเพื่อนนักเรียนที่อยู่ด้านข้าง มีการหยิบหนังสือเรียนของตนเองขึ้นมาอ่านเพื่อที่จะตอบคำถาม และถ้าผู้วิจัยมีการใช้แบบทดสอบข้อเขียนเพื่อให้เขียนอธิบาย หรือคิดวิเคราะห์เพื่อสะท้อนความคิดเกี่ยวกับสิ่งที่ได้เรียนในห้องเรียน นักเรียนมักจะเกิดปัญหาในการเขียนอธิบายโดยใช้เหตุผลหรือแสดงหลักฐานประกอบ นักเรียนไม่รู้ว่าการเขียนอธิบายเป็นอย่างไร โดยเฉพาะในการสอนเรื่องการเคลื่อนที่นักเรียนจะไม่สามารถเขียนอธิบายได้ว่าระยะทางกับเวลามีความเกี่ยวข้องกับอัตราเร็วอย่างไร หรือความเร็วกับเวลามีความเกี่ยวข้องกับความเร่งอย่างไร นักเรียนมักจะเขียนอธิบายโดยการแทนตัวเลขในสูตรแล้วตอบออกมาเท่านั้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากการศึกษาแนวคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า การโต้แย้ง (Argumentation) เป็นกระบวนการหนึ่งที่มีประสิทธิภาพในการพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เนื่องจากการโต้แย้งเป็นกระบวนการในการสร้างองค์ความรู้ที่ต้องอาศัยการคิดและการปฏิบัติ (Bricker and Bell, 2008) นอกจากนี้ Sampson (2009) ได้นำเสนอขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการการเรียนการสอนแบบสืบเสาะเข้ากับกลวิธีการโต้แย้งเพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนซึ่งประกอบไปด้วย 7 ขั้นตอน ได้แก่ (1) การระบุภาระงาน คือการนำเข้าสู่ภาระงานของเรื่องที่ต้องการให้นักเรียนศึกษาโดยมีการสร้างความสนใจและเชื่อมโยงความรู้เดิมกับเรื่องที่จะศึกษาก่อนที่จะมีการระบุภาระงาน (2) การสรรสร้างและการวิเคราะห์ข้อมูล คือ การทำงานเป็นกลุ่มขนาดเล็กเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล จัดกระทำ วิเคราะห์และนำเสนอข้อมูลที่ได้จากการสังเกต ทดลองหรือสำรวจตรวจสอบ (3) การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว คือการให้นักเรียนสร้างข้อโต้แย้งสำหรับใช้ในกิจกรรมการโต้แย้ง ซึ่งเป็นคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ชั่วคราวที่มีองค์ประกอบ 3 ประการ ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล (4) กิจกรรมการโต้แย้ง คือ การโต้แย้งระหว่างกลุ่มทั้งห้องเรียน (5) การเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบคือการให้นักเรียนเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบเป็นรายบุคคล (6) การตรวจสอบโดยเพื่อนคือการให้นักเรียนตรวจสอบและประเมินรายงานผลการสำรวจตรวจสอบของเพื่อน โดยใช้เกณฑ์การตรวจสอบโดยครูผู้สอน และมีการให้ข้อมูลย้อนกลับ (7) การปรับปรุงรายงาน คือการแก้ไขและปรับปรุงรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ เพิ่มคำแนะนำของเพื่อน จากผลการประเมินที่ได้จากกิจกรรมการตรวจสอบโดยเพื่อนและจากปัญหาที่ผู้วิจัยพบในห้องเรียนจึงทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะนำรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งมาใช้ในการพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนของระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในเรื่องแรงและการเคลื่อนที่ เพราะกลวิธีการโต้แย้งจะช่วยให้นักเรียนรู้จักการใช้หลักฐานและเหตุผลเพื่อมาเชื่อมโยงกับข้อกล่าวอ้างซึ่งเป็นส่วนสำคัญของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และโดยเฉพาะในเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ที่นักเรียนมักจะใช้ในการท่องจำสูตรแล้วไปเขียนตอบ นักเรียนมักจะไม่ค่อยรู้ที่มาและความสัมพันธ์ของสูตรเหล่านั้น แต่เนื่องด้วยเวลาที่จำกัดคือมีชั่วโมงในการจัดการเรียนการสอนที่เป็นคาบเรียนเดี่ยวไม่มีคาบเรียนคู่และเพื่อปรับให้เข้ากับบริบทสภาพแวดล้อมภายในห้องเรียนซึ่งมีระดับความสามารถในการเรียนรู้ที่หลากหลาย จำนวนนักเรียนในห้องค่อนข้างมาก นักเรียนไม่ค่อยแสดงความคิดเห็น การจัดการเรียนการสอนด้วยวิธีนี้จะทำให้เอื้ออำนวยต่อการจัดการเรียนการสอนเป็นกลุ่ม เพราะสมาชิกทุกคนในกลุ่มจะได้มีโอกาสในการแสดงความคิดเห็น ผู้วิจัยจึงได้นำกรอบแนวคิดของ Sampson, Grooms and Walker (2009) มาปรับขั้นตอนให้เป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้ (1) การระบุภาระงาน คือการนำเข้าสู่ภาระงานของเรื่องที่ต้องการให้นักเรียนศึกษาโดยมีการสร้างความสนใจและเชื่อมโยงความรู้เดิมกับเรื่องที่จะศึกษาก่อนที่จะมีการระบุภาระงาน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

(2) การสรรสร้างและการวิเคราะห์ข้อมูล คือ การให้นักเรียนทำงานเป็นกลุ่มขนาดเล็กเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล จัดกระทำ วิเคราะห์และนำเสนอข้อมูลที่ได้จากการสังเกต ทดลองหรือสำรวจตรวจสอบ (3) การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว คือการให้นักเรียนสร้างข้อโต้แย้งโดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากการสังเกต ทดลองหรือสำรวจตรวจสอบ ในขั้นตอนที่สอง สำหรับใช้ในกิจกรรมการโต้แย้ง ซึ่งเป็นคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ชั่วคราวที่มีองค์ประกอบ 3 ประการ ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐานและการให้เหตุผล (4) กิจกรรมการโต้แย้ง คือ การโต้แย้งระหว่างกลุ่มทั้งห้องเรียน โดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอข้อโต้แย้งของตนเอง และ ครูเป็นผู้กำหนดประเด็นการโต้แย้ง จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มแสดงความคิดเห็นว่าเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยต่อการนำเสนอของเพื่อนกลุ่มอื่นพร้อมให้เหตุผลประกอบ (5) การเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบคือการให้นักเรียนเขียนรายงานและให้ผู้วิจัยเป็นผู้ตรวจพร้อมกับให้ข้อมูลย้อนกลับเป็นรายบุคคล

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง

2. เพื่อศึกษารูปแบบที่เหมาะสมของการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งที่ส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

คำถามของการวิจัย

1. นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เป็นอย่างไร

2. รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งที่ส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ว่าควรมีลักษณะอย่างไร

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์และผู้เกี่ยวข้องได้แนวทางในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งเพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

และสามารถนำไปปรับใช้ในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งในเนื้อหาวิทยาศาสตร์เรื่องอื่นๆ ต่อไป

ขอบเขตของการวิจัย

สถานที่ดำเนินการวิจัย คือ โรงเรียนสาธิตแห่งหนึ่ง สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา เขตกรุงเทพมหานคร

กลุ่มที่ศึกษา คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ 5 ในหน่วยการเรียนรู้เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 จำนวน 1 ห้องเรียน (จำนวน 37 คน) โดยแบ่งเป็นนักเรียนชาย 20 คน นักเรียนหญิง 17 คน ในจำนวนนี้มีนักเรียนจำนวน 3 คน เป็นนักเรียนที่บกพร่องในการเรียนรู้

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย คือ หน่วยการเรียนรู้เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ซึ่งครอบคลุม 5 แนวคิดย่อย คือ 1) ผลของแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุ 2) ความเร็วเฉลี่ย และความเร็วขณะหนึ่ง 3) การเคลื่อนที่ในแนวดิ่ง 4) แรงกิริยาและแรงปฏิกิริยา 5) แรงพยุง 6) แรงเสียดทาน

ระยะเวลา คือ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 ระหว่างเดือนตุลาคม - เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2556

นิยามศัพท์เฉพาะ

คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง การสร้างข้อกล่าวอ้างทางวิทยาศาสตร์ โดยอยู่บนพื้นฐานของการให้เหตุผล และเชื่อมโยงกับหลักฐานที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบ ค้นคว้า ซึ่งประกอบไปด้วย 3 องค์ประกอบ คือ (1) ข้อกล่าวอ้าง คือ ข้อยืนยันหรือคำตอบของคำถามที่นักเรียนต้องการค้นคว้าหาคำตอบ (2) หลักฐาน คือ ข้อมูลเชิงวิทยาศาสตร์ที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง โดยหลักฐานนี้ได้มาจากการสังเกตปรากฏการณ์ในธรรมชาติ การทดลอง การอ่านเอกสารที่เกี่ยวข้อง และการอภิปราย เป็นต้น (3) การให้เหตุผล คือ ข้อความที่แสดงความเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานกับข้อกล่าวอ้าง สามารถวัดได้โดยใช้แบบทดสอบการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นแบบทดสอบแบบความเรียง (Essay Test) ซึ่งใช้ในการทดสอบก่อนและหลังจากเรียนจบครบทุกหน่วยการเรียนรู้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง การสร้างและตรวจสอบความถูกต้องของข้อกล่าวอ้าง ซึ่งอยู่บนพื้นฐานของการให้เหตุและผล โดยการโต้แย้งประกอบไปด้วย 3 ขั้นตอน ได้แก่ (1) ครูกำหนดประเด็นการโต้แย้ง (2) ครูนิยามคำสำคัญของการโต้แย้งให้เข้าใจตรงกันซึ่งเป็นคำสำคัญที่อยู่ในหัวข้อที่จะใช้โต้แย้ง (3) นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอข้อโต้แย้งและแสดงความเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยต่อข้อโต้แย้งที่นำเสนอ พร้อมให้เหตุผลประกอบ กรณีถ้ามีบางกลุ่มเห็นขัดแย้งกัน ครูควรแนะให้นักเรียนแสดงหลักฐานและให้เหตุผลเพิ่มเติมโดยนำทฤษฎีมาเกี่ยวข้อง พร้อมด้วยการใช้ประเด็นคำถามมากขึ้นในเรื่องที่เกี่ยวข้องเพื่อนำไปสู่การสร้างข้อสรุปร่วมกัน

การเรียนการสอนด้วยรูปแบบการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง โดยใช้กรอบแนวคิดของ Sampson *et al.* (2009) หมายถึง วิธีการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้กลวิธีการโต้แย้ง ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้ (1) การระบุภาระงาน คือการนำเข้าสู่ภาระงานของเรื่องที่ต้องการให้นักเรียนศึกษาโดยมีการสร้างความสนใจและเชื่อมโยงความรู้เดิมกับเรื่องที่จะศึกษาก่อนที่จะมีการมอบหมายงานให้นักเรียนปฏิบัติ (2) การสรรสร้างและการวิเคราะห์ข้อมูล คือ การให้นักเรียนทำงานเป็นกลุ่มขนาดเล็กเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล จัดกระทำ วิเคราะห์และนำเสนอข้อมูลที่ได้จากการสังเกต ทดลองหรือสำรวจตรวจสอบ (3) การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว คือ การให้นักเรียนสร้างข้อโต้แย้งโดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากการสังเกต ทดลองหรือสำรวจตรวจสอบ ในขั้นตอนที่สอง สำหรับใช้ในกิจกรรมการโต้แย้ง ซึ่งข้อโต้แย้งชั่วคราวจะเป็นคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่มีองค์ประกอบ 3 ประการ ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล (4) กิจกรรมการโต้แย้ง คือ การโต้แย้งระหว่างกลุ่มทั้งห้องเรียน โดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอข้อโต้แย้งของตนเอง และ ครูเป็นผู้กำหนดประเด็นการโต้แย้ง จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มแสดงความคิดเห็นว่าเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยต่อการนำเสนอของเพื่อนกลุ่มอื่น พร้อมให้เหตุผลประกอบ (5) การเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ คือ การให้นักเรียนเขียนรายงานและให้ผู้วิจัยเป็นผู้ตรวจพร้อมกับให้ข้อมูลย้อนกลับเป็นรายบุคคล

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

การวิจัยครั้งนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาการพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ด้วยรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวกับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง และนำผลการศึกษามากำหนดกรอบแนวคิดในการวิจัย โดยรายละเอียดของการศึกษาในแต่ละหัวข้อ มีดังต่อไปนี้

1. ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

    1.1 ความสำคัญของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

    1.2 ความหมายของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

    1.3 องค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

    1.4 แนวทางการวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

2. การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์

    2.1 ความหมายของการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์

    2.2 ความสำคัญของการโต้แย้งในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

    2.3 ลักษณะของการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์

    2.4 ประโยชน์ของการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.5 แนวทางการประเมินการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์

3. รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง

3.1 ขั้นตอนการเรียนการสอนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง

3.2 เป้าหมายและวิธีการจัดการเรียนการสอนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง

3.3 บทบาทครูและนักเรียนในการเรียนการสอนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง

ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวกับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ มีประเด็นที่นำเสนอ 4 ประเด็น ได้แก่ (1) ความสำคัญของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (2) ความหมายของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (3) องค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และ (4) แนวทางการวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งแต่ละประเด็นมีรายละเอียดดังนี้

ความสำคัญของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

The national Science Education Standards [NSES] (1996) มีการให้ความสำคัญของการสร้างและพัฒนาคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์โดยการใช้หลักฐานผ่านการสืบเสาะเชิงวิทยาศาสตร์ เพราะนักวิทยาศาสตร์มีการประเมินคำอธิบายโดยพิจารณาจากหลักฐาน การเปรียบเทียบหลักฐาน และระบุให้เห็นถึงการให้เหตุผลที่อาจมีข้อผิดพลาด หรือการมุ่งไปที่ข้อความที่นอกเหนือจากหลักฐานที่มีอยู่ ดังตัวอย่างมาตรฐานที่ถูกอธิบายใน Benchmarks for Scientific Literacy (AAAS, 1993) กล่าวไว้ว่า “การสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ปกติแล้วจะประกอบไปด้วยการคัดเลือกหลักฐาน และการให้เหตุผลที่มีความสำคัญ สอดคล้องกับ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี [สสวท.] (2551) ที่มุ่งหวังให้นักเรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สืบเสาะเชิงวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ Bayer and Davis (2008) กล่าวไว้ว่า “การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ถือว่าเป็นหัวใจที่สำคัญของการสืบเสาะเชิงวิทยาศาสตร์” เพราะในการสร้างคำอธิบายนักเรียนจะต้องมีการใช้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์ในการอธิบายปรากฏการณ์ที่แตกต่างกันทำให้นักเรียนเกิดการพัฒนาความเข้าใจที่ลึกซึ้งในส่วนของเนื้อหา นอกจากนี้การสร้างคำอธิบายยังช่วยทำให้นักเรียนเกิดการเปลี่ยนมุมมองทางวิทยาศาสตร์ (Bell and Linn, 2000) เพราะปกติแล้วนักเรียนจะคิดว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีลักษณะคล้ายกับความหมายของข้อเท็จจริงที่ไม่อาจเปลี่ยนแปลงได้ โดยนักเรียนไม่เข้าใจว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ตลอดเวลา ซึ่งการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์นั้นจะช่วยให้นักเรียนทราบว่าการที่ความรู้ทางวิทยาศาสตร์จะเกิดขึ้นได้นั้นจะต้องมีการค้นพบ การพิสูจน์ ซึ่งจะต้องใช้ความพยายามในการหาหลักฐานหรือเหตุผลมาใช้ในการสนับสนุน เพราะหลักฐานและการให้เหตุผลเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของการสร้างคำอธิบาย และเมื่อมีการค้นพบความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ก้าวหน้ากว่าคำอธิบายเดิมก็จะถูกเปลี่ยนแปลง การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ จึงเป็นสิ่งที่สำคัญช่วยสนับสนุนว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้นน่าเชื่อถือและสามารถเปลี่ยนแปลงได้ตลอดเวลา ดังนั้นความสำคัญของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์จึงนำมาสู่การเปลี่ยนแปลงเป้าหมายของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จากการให้นักเรียนเก็บรวบรวมข้อเท็จจริงมาเป็นการสร้างความเข้าใจในสิ่งที่ศึกษา (Bayer and Davis, 2008) นอกจากนี้ความสำคัญของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ยังสะท้อนได้จากจำนวนงานวิจัยเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีมากขึ้นตามลำดับ เช่น งานวิจัยกึ่งทดลองของ Sandoval *et al.* (2003) กล่าวว่าการให้นักเรียนได้มีโอกาสสร้างคำอธิบายจะช่วยในการสนับสนุนการเรียนรู้ในวิชาพันธุศาสตร์และช่วยให้นักเรียนได้พัฒนากรอบแนวคิดเกี่ยวกับวิชาพันธุศาสตร์ได้ดีขึ้น นอกจากนี้งานวิจัยของ McNeill and Krajcik (2006) ได้แสดงให้เห็นว่าการให้นักเรียนสร้างคำอธิบายมีประโยชน์ต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์หลายประการ อาทิ ความเข้าใจในแนวคิด ความสามารถในการให้เหตุผลและการลงข้อสรุป ส่งเสริมความเข้าใจทั้งในเนื้อหาและกระบวนการ รวมถึงการเปลี่ยนแปลงมุมมองที่มีต่อธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

จากที่กล่าวมาข้างต้น พอสรุปได้ว่า การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์มีความสำคัญต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้งในด้านการพัฒนาความเข้าใจที่ลึกซึ้งในส่วนของเนื้อหาและช่วยในการพัฒนาความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ที่ศึกษาด้วยการใช้หลักฐานเชิงประจักษ์และมีการให้เหตุผลที่เหมาะสม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ความหมายของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

จากการสืบค้นเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่ามีหน่วยงาน นักวิชาการและนักวิทยาศาสตร์ศึกษาให้ความหมายของคำว่า “คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์” ไว้ดังนี้

McNeill and Krajcik (2006) กล่าวว่า คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ คือ การรายงานเหตุผลของปรากฏการณ์

Bayer and Davis (2008) กล่าวว่า คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง การรายงานผลของปรากฏการณ์ โดยรายงานนี้จะต้องเชื่อมโยงกับหลักฐานซึ่งได้มาจากการสำรวจตรวจสอบ หรือการอ่านเอกสารที่เกี่ยวข้อง

National Research Council (1996 cited in Berland and Reiser, 2009) ให้ความหมายของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ว่า คือ การรายงานผลของปรากฏการณ์ที่ศึกษา โดยต้องเชื่อมโยงกับหลักฐานที่ได้มาจากการสำรวจ และการอ่านเอกสารที่เกี่ยวข้อง

สภาการวิจัยแห่งชาติประเทศสหรัฐอเมริกา (National Research Council) ได้ระบุลักษณะสำคัญของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ว่ามีความแตกต่างกับคำอธิบายอื่นๆ คือ คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์จะต้องเป็นคำอธิบายที่ถูกต้อง สะท้อนผลการสังเกตและการทดลองในเชิงประจักษ์ และคำอธิบายที่สร้างขึ้นนั้นต้องมาจากการให้เหตุผลในเชิงตรรกะและสอดคล้องกับหลักฐานซึ่งได้มาจากการสำรวจตรวจสอบ ค้นคว้า การอ่านเอกสารที่เกี่ยวข้อง เป็นต้น (สันติชัย อนุวรชัย, 2553 อ้างใน Chiappetta and Koballa, 2010)

ดังนั้นความหมายของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ โดยสรุปหมายถึง การสร้างข้อกล่าวอ้างทางวิทยาศาสตร์ โดยอยู่บนพื้นฐานของการให้เหตุผล และเชื่อมโยงกับหลักฐานที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบ ค้นคว้า

องค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

นักวิทยาศาสตร์ศึกษาได้พัฒนาและกำหนดกรอบแนวคิดเกี่ยวกับองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ดังต่อไปนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Kuhn and Reiser (2004) กล่าวถึงองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ว่ามี 3 องค์ประกอบ คือ (1) ข้อกล่าวอ้าง (Claim) (2) หลักฐาน (Evidence) (3) การให้เหตุผล (Reasoning) โดยยึดกรอบแนวคิดของ McNeill (2003) ในการพัฒนากรอบแนวคิด ซึ่งทั้งสามองค์ประกอบมีรายละเอียดสรุปได้ดังนี้

1. ข้อกล่าวอ้าง คือ คำตอบของคำถาม ซึ่งอยู่ในรูปของข้อสรุป โดยข้อสรุปนี้เป็นการอธิบายสิ่งที่เกิดขึ้นหรือสิ่งที่เป็นสาเหตุ

2. หลักฐาน คือ ข้อมูลเชิงวิทยาศาสตร์ที่เก็บรวบรวมเพื่อนำไปสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง โดยหลักฐานอาจอยู่ในรูปของ ข้อมูลเชิงปริมาณ ข้อมูลที่ได้จากการอ่าน และจากการสังเกต

3. การให้เหตุผล คือ การเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานกับข้อกล่าวอ้าง โดยอยู่บนพื้นฐานของทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

Toulmin (1958) กล่าวถึงองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ว่ามี 3 องค์ประกอบคือ (1) ข้อกล่าวอ้าง (Claim) (2) ข้อสนับสนุน (Support) (3) ส่วนขยาย (Qualifier) โดยทั้งสามองค์ประกอบมีรายละเอียดสรุปได้ดังนี้

1. ข้อกล่าวอ้าง คือ ข้อความที่ต้องได้รับการยืนยัน และยอมรับโดยบุคคลอื่นๆ การสร้างข้อกล่าวอ้างควรจะอธิบายได้ด้วยข้อมูลที่มีอยู่ โดยข้อมูลต้องประกอบไปด้วยข้อเท็จจริง หรือบางทีข้อมูลอาจประกอบด้วยข้อมูลที่ผ่านการพิสูจน์แล้วจากผู้เชี่ยวชาญ

2. ข้อสนับสนุน เป็นการแสดงให้เห็นถึงการเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลที่มีอยู่กับข้อกล่าวอ้าง

3. ส่วนขยาย เป็นการแสดงให้เห็นว่าเหตุผลที่มีอยู่สนับสนุนกับข้อกล่าวอ้างและข้อสนับสนุนได้อย่างไร

Sampson and Clark (2009A) กล่าวถึงองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ว่ามี 3 องค์ประกอบคือ (1) คำอธิบาย (Explanation) (2) หลักฐาน (Evidence) (3) การให้เหตุผล (Reasoning) โดยยึดกรอบแนวคิดของ Toulmin (Toulmin's Argumentation Pattern: TAP) (1958) ในการพัฒนากรอบแนวคิด ซึ่งทั้งสามองค์ประกอบ มีรายละเอียดสรุปได้ดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1. คำอธิบาย (Explanation) คือ คำตอบจากคำถาม โดยคำอธิบายนี้สามารถใช้เป็นแนวทางในการแก้ปัญหา หรืออธิบายสาเหตุของกระบวนการที่เกิดขึ้น

2. หลักฐาน (Evidence) คือ สิ่งที่นักเรียนรวบรวมได้ เพื่อนำไปสนับสนุนคำอธิบาย โดยหลักฐานได้มาจาก การสังเกต การวัด การศึกษาหาความรู้ ซึ่งอาจอยู่ในรูปของข้อมูลเชิงปริมาณหรือข้อมูลเชิงคุณภาพ

3. การให้เหตุผล คือ การแสดงให้เห็นถึงเหตุผลที่เลือกใช้หลักฐานในการสนับสนุนคำอธิบาย

McNeill (2006) กล่าวถึงองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ว่ามี 3 องค์ประกอบคือ (1) ข้อกล่าวอ้าง (Claim) (2) หลักฐาน (Evidence) (3) การให้เหตุผล (Reasoning) โดยยึดกรอบแนวคิดของ Toulmin (Toulmin's Agrumentation Pattern: TAP, 1958) ในการพัฒนากรอบแนวคิด ซึ่งทั้งสามองค์ประกอบมีรายละเอียดสรุปได้ดังนี้

1. ข้อกล่าวอ้าง คือ ข้อยืนยันหรือคำตอบของคำถาม

2. หลักฐาน คือ ข้อมูลเชิงวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง ซึ่งหลักฐานนี้มาจากการสำรวจตรวจสอบ การสังเกต การอ่านเอกสารที่เกี่ยวข้อง เป็นต้น

3. การให้เหตุผล คือ ข้อความที่แสดงถึงเหตุผลที่เลือกใช้หลักฐานในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง

ดังนั้น สรุปได้ว่าคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์มีองค์ประกอบ 3 ประการ ซึ่งผู้วิจัยได้สรุปความหมายและเลือกใช้คำแทนแต่ละองค์ประกอบ ดังต่อไปนี้

1. ข้อกล่าวอ้าง คือ ข้อยืนยันหรือคำตอบของคำถามที่นักเรียนต้องการค้นคว้าหาคำตอบ

2. หลักฐาน คือ ข้อมูลเชิงวิทยาศาสตร์ที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง โดยหลักฐานนี้ได้มาจากการสังเกตปรากฏการณ์ในธรรมชาติ การทดลอง การอ่านเอกสารที่เกี่ยวข้อง และการอภิปรายเป็นต้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. การให้เหตุผล คือ ข้อความที่แสดงความเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานกับข้อกล่าวอ้าง

แนวทางในการวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

McNeill and Krajcik (2008C) ระบุว่าความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์มีลักษณะเป็นการเรียนรู้ด้วยการปฏิบัติงาน (Learning Performance) ซึ่งต้องประเมินทั้งความเข้าใจในเนื้อหาและการปฏิบัติงานในการสืบเสาะเชิงวิทยาศาสตร์ สอดคล้องกับ (สันติชัย อนุวรชัย, 2553 อ้างใน Nitko and Brookhart, 2007) ที่อธิบายการประเมินการปฏิบัติงาน (Performance Assessment) ว่า "เป็นการประเมินที่มีการให้ภาระงานที่ต้องการให้นักเรียนทำ ซึ่งการประเมินการปฏิบัติงานของนักเรียนมีองค์ประกอบสำคัญ 2 ประการคือภาระงานที่ต้องการให้ปฏิบัติ และเกณฑ์การให้คะแนน โดยที่ (1) ภาระงานที่ต้องการให้ปฏิบัติ (Performance Tasks) คือการประเมินกิจกรรมที่ต้องการให้นักเรียนแสดงถึงการประยุกต์ความรู้ตามเป้าหมายการเรียนรู้ที่กำหนด โดยอาจใช้การประเมินผลงาน (Product) ที่นักเรียนสร้าง และ/หรือการประเมินกระบวนการ (Process) ที่นักเรียนใช้ในการสร้างผลงานจนสำเร็จ ทั้งนี้จะประเมิน ประการใดประการหนึ่งหรือทั้งสองประการขึ้นอยู่กับเป้าหมายของการเรียนรู้ที่กำหนด (2) เกณฑ์การให้คะแนน (Scoring Rubrics) คือเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินคุณภาพการปฏิบัติงานของนักเรียน โดยเกณฑ์ดังกล่าว ใช้ในการตัดสินและเป็นการเพิ่มความเชื่อมั่นในการตัดสินที่สอดคล้องกันตามเป้าหมายที่กำหนดโดยที่ลักษณะของเกณฑ์อาจปรากฏอยู่ในแบบการประเมินแบบมาตรประมาณค่าหรือแบบตรวจสอบรายการ"

จากแนวทางการวัดและประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ข้างต้น สรุปได้ว่า การประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ จะใช้วิธีประเมินผลการเรียนรู้ที่นักเรียนได้จากการปฏิบัติงาน ซึ่งอาจประเมินโดยใช้การประเมินผลงาน (Product) ที่นักเรียนสร้าง และ/หรือการประเมินกระบวนการ (Process) ที่นักเรียนใช้ในการสร้างผลงานจนสำเร็จ ผนวกกับเกณฑ์การให้คะแนน (Scoring Rubrics) เพื่อใช้ในการประเมินคุณภาพการปฏิบัติงานของนักเรียน ซึ่งจากการศึกษาแนวทางการประเมินการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้นำเสนอ การวัดและประเมินคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. การวัดและประเมินคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

การวัดและประเมินคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์สามารถใช้วิธีการประเมิน ด้วยการใช้แบบทดสอบความเรียง (Essay Test) โดยใช้ข้อคำถามแบบปลายเปิด (The Open-Ended

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Explanation Items) (McNeill and Krajcik 2008A; Sampson and Clark, 2009A) ซึ่งมีองค์ประกอบ 2 ส่วน คือ แบบทดสอบและเกณฑ์การให้คะแนน ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1.1 แบบทดสอบ (Test) ประกอบด้วยข้อสอบที่มีองค์ประกอบสำคัญคือ (1) สถานการณ์ที่ต้องการให้นักเรียนสร้างคำอธิบาย (2) ข้อมูลประกอบสถานการณ์ ซึ่งอาจอยู่ใน รูป แผนภูมิ ตาราง กราฟ ภาพจากการทดลอง ฯลฯ เพื่อให้นักเรียนใช้เป็นข้อมูลในการอ้างอิงเป็นหลักฐานในการสร้างคำอธิบาย (3) คำสั่งหรือคำถามที่ให้นักเรียนสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์โดยระบุว่าต้องการ ให้นักเรียนสร้างคำอธิบายในเรื่องใดหรือเกี่ยวกับเรื่องอะไร ส่วนจำนวนข้อสอบในแบบสอบและเวลาที่ใช้ในการทำแบบสอบนั้นแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับผู้สอน (สันติชัย อนุวรชัย, 2553) ดังตัวอย่างต่อไปนี้

Sandoval (2004) สร้างแบบทดสอบเพื่อวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นข้อมูล ประกอบสถานการณ์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 1 เรื่อง คือเรื่องการถ่ายทอดลักษณะด้อย 3 ชั่วรุ่น

McNeill and Krajcik (2006) สร้างแบบทดสอบเพื่อวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นจำนวน 3 เรื่อง ได้แก่สารและสมบัติของสาร ปฏิกิริยาเคมีและการอนุรักษ์มวล เป็นจำนวน 3 ข้อ ซึ่งมีลักษณะเป็นข้อมูลประกอบสถานการณ์ จำนวน 2 ข้อ และภาพแสดงการทดลอง 1 ข้อ

Harris (2006) สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นจำนวน 1 เรื่อง คือ ปฏิกิริยาเคมี โดยกำหนดสถานการณ์มาให้ว่าถ้านำสารตั้งต้นที่มีอยู่ผสมกับไขมันแล้วปล่อยให้ทำปฏิกิริยากันสารตั้งต้นใหม่ที่เกิดขึ้นจะมีลักษณะอย่างไร

Sampson and Clark (2009A) สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจำนวน 3 เรื่อง ได้แก่ การถ่ายทอดพลังงาน สมดุลความร้อนและการนำความร้อน เป็นจำนวน 3 ข้อ โดยกำหนดเวลาในการทำข้อสอบทั้งหมด 40 นาที

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กล่าวโดยสรุป คือจำนวนข้อและลักษณะของแบบทดสอบจะขึ้นอยู่กับลักษณะและปริมาณของเนื้อหา ว่าครอบคลุมกับจุดประสงค์ที่ต้องการวัดหรือไม่ ส่วนจำนวนข้อของแบบทดสอบก็จะขึ้นอยู่กับเวลาในการทำแบบทดสอบและความสามารถในการทำแบบทดสอบของนักเรียน

1.2 เกณฑ์การให้คะแนน (Scoring Rubrics)

ในการวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์จะใช้มาตรประมาณค่า (รูบริคส์) ในการประเมินคำอธิบาย ซึ่งมีลักษณะเป็นคะแนนที่มีลักษณะแตกต่างกันตามเนื้อหาและภาระงาน โดยเกณฑ์การให้คะแนนขึ้นอยู่กับครูผู้สอนดังตัวอย่างต่อไปนี้

Sandoval (2004) มีการประเมินคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ซึ่งจะประกอบไปด้วย 3 องค์ประกอบ คือ (1) ข้อกล่าวอ้าง (2) หลักฐาน และ (3) การให้เหตุผล โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนแบบมาตรประมาณค่า (รูบริคส์) โดยมีช่วงคะแนนตั้งแต่ 0–4

Sampson and Clark (2009A) มีการประเมินคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ซึ่งประกอบไปด้วย 4 องค์ประกอบ คือ (1) ความเพียงพอของคำอธิบาย (2) คุณภาพของคำอธิบาย (3) คุณภาพของหลักฐาน (4) ความเพียงพอของการให้เหตุผล โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนแบบมาตรประมาณค่า (รูบริคส์) โดยมีช่วงคะแนนตั้งแต่ 0-4

Harris *et al.* (2006); McNeill and Krajcik (2006) มีการประเมินคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ซึ่งประกอบไปด้วย 3 องค์ประกอบ คือ (1) ข้อกล่าวอ้าง (2) หลักฐาน และ (3) การให้เหตุผล และแต่ละองค์ประกอบจะมีระดับของคะแนนที่มีความแตกต่างกันซึ่งแสดงให้เห็นถึงระดับของการประสบความสำเร็จขององค์ประกอบแต่ละส่วน แสดงดังตารางที่ 1

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 1 เกณฑ์การประเมินคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

องค์ประกอบ	ระดับคะแนน		
	0	**1**	**2**
ข้อกล่าวอ้าง คือ ข้อยืนยันหรือคำตอบของคำถาม	ไม่เขียนข้อกล่าวอ้าง หรือ เขียนข้อกล่าวอ้างไม่ถูกต้อง	เขียนข้อกล่าวอ้างถูกต้อง แต่ไม่ชัดเจน	เขียนข้อกล่าวอ้างได้ถูกต้องและชัดเจน
หลักฐาน คือ ข้อมูลเชิงประจักษ์ที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง	ไม่มีการแสดงหลักฐาน หรือ แสดงหลักฐานที่ไม่เหมาะสม กล่าวคือเป็นหลักฐานที่ไม่สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง	แสดงหลักฐานได้เหมาะสมแต่ไม่เพียงพอ และอาจมีหลักฐานบางประการที่ไม่เหมาะสม	แสดงหลักฐานได้เหมาะสมและมีจำนวนเพียงพอต่อการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง
การให้เหตุผล คือ ข้อความที่เชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างกับหลักฐาน	ไม่แสดงเหตุผลหรือแสดง เหตุผลที่ไม่เชื่อมโยงหลักฐานกับข้อกล่าวอ้าง	แสดงเหตุผลที่เชื่อมโยง กับข้อกล่าวอ้าง แต่มีการ ใช้หลักฐานซ้ำ และ/หรือ มีการใช้หลักฐานเชิงวิทยาศาสตร์บ้าง แต่ไม่เพียงพอ	แสดงเหตุผลที่เป็นการเชื่อมโยงหลักฐานไปสู่ข้อกล่าวอ้าง รวมถึงใช้หลักการเชิงวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสมและเพียงพอ

ที่มา: Harris *et al*. (2006: 73); McNeill and Krajcik (2006: 28)

ปกติแล้ว มาตรประมาณค่า (รูบริคส์) จะต้องมีการปรับหรือสร้างให้มีความเฉพาะเจาะจง เพราะรูบริคส์ที่มีความเฉพาะเจาะจงจะสามารถช่วยพัฒนาการประเมินความเข้าใจของนักเรียนในด้านเนื้อหาและการให้เหตุผลได้ดีขึ้น (McNeill and Krajcik, 2006) นอกจากนี้ National Science Education Standards (1996) มีการอภิปรายว่า การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เป็นลักษณะที่สำคัญของการสืบเสาะ การใช้รูบริคส์สามารถที่จะช่วยแสดงรายละเอียดเกี่ยวกับความก้าวหน้าของนักเรียนเป็นรายบุคคลเมื่อนักเรียนมีการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และระบุให้เห็นถึงการคิดของนักเรียน นอกจากนี้ยังเป็นตัวอย่างที่แสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงและพัฒนาการของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในตอนสุดท้ายของหน่วยการเรียนรู้ รูบริคส์ที่มีความเฉพาะเจาะจง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

(specific rubric) จะต้องประกอบไปด้วย 2 ส่วน คือ (1) โครงสร้างโดยทั่วไปของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบไปด้วย 1) ข้อกล่าวอ้าง 2) หลักฐาน 3) การให้เหตุผล (2) ความเหมาะสมของเนื้อหา ซึ่งจากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประเมินเนื้อหาความรู้และการให้เหตุผลผ่านการเขียนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในวิชาเคมีของนักเรียนระดับอายุ 11-14 ปี ที่เรียนหลักสูตรวิทยาศาสตร์ในโรงเรียน ครูมีการสร้างหรือออกแบบรูบริคส์ที่มีความเฉพาะเจาะจงกับภาระงานที่เกี่ยวข้องกับวิชาเคมีโดยมุ่งศึกษาเรื่อง สารตั้งต้นและคุณสมบัติของสาร การเกิดปฏิกิริยาเคมี และกฎทรงมวล (McNeill *et al.* 2004) โดยสิ่งที่ครูต้องการให้นักเรียนได้รับจากการประเมินภาระงานคือการที่นักเรียนสามารถประยุกต์หลักการทางวิทยาศาสตร์กับเรื่องชนิดของสารตั้งต้นว่า สารทุกชนิดถึงแม้มวลของสารจะไม่เท่ากัน แต่ถ้ามีคุณสมบัติเหมือนกัน สารตั้งต้นนั้นก็เป็นชนิดเดียวกัน จากนั้นครูจะสร้างหรือออกแบบ และปรับเกณฑ์การประเมินรูบริคส์แบบเฉพาะเจาะจงให้สอดคล้องกับภาระงานโดยยึดรูปแบบของเกณฑ์การประเมินคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 เกณฑ์การประเมินคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เรื่อง สารตั้งต้นและคุณสมบัติของสาร

องค์ประกอบ	**ระดับคะแนน**		
	0	**1**	**2**
ข้อกล่าวอ้าง	ไม่เขียนข้อกล่าวอ้าง หรือ เขียนข้อกล่าวอ้างไม่ถูกต้อง (ไม่มีการระบุว่าของเหลวที่แสดงในตารางชนิดใดบ้างที่เป็นชนิดเดียวกัน)	เขียนข้อกล่าวอ้างถูกต้องแต่ไม่ชัดเจน (ของเหลวบางชนิดเหมือนกัน)	เขียนข้อกล่าวอ้างได้ถูกต้องและชัดเจน (ของเหลวชนิดที่ 1 และชนิดที่ 4 เป็นสารชนิดเดียวกัน)
หลักฐาน	ไม่มีการแสดงหลักฐานหรือ แสดงหลักฐานที่ไม่เหมาะสม กล่าวคือ เป็นหลักฐานที่ไม่สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง (แสดงหลักฐานไม่เหมาะสม โดยเขียนว่า	แสดงหลักฐานได้เหมาะสมแต่ไม่เพียงพอ และบางทีอาจมีหลักฐานบางประการที่ไม่เหมาะสมอยู่ด้วย มีการแสดงหลักฐานหนึ่งหรือ สองหลักฐาน (เช่น ความหนาแน่น จุดหลอดเหลว และสีของ	แสดงหลักฐานได้เหมาะสมและมีจำนวนเพียงพอต่อการสนับสนุน ข้อกล่าวอ้าง (มีการแสดงหลักฐานครบทั้งหมด: ความหนาแน่นจุดหลอมเหลว และสีของของเหลว

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 2 (ต่อ)

องค์ประกอบ	ระดับคะแนน		
	0	**1**	**2**
	"เพราะมวลเท่ากัน" หรือเขียนว่า ตารางนี้คือหลักฐาน)	ของเหลวชนิดที่ 1 และชนิดที่ 4 เป็นสารชนิดเดียวกันหรือบางทีอาจจะแสดงหลักฐานที่ไม่เหมาะสมโดยการนำเรื่องมวลเข้ามาเกี่ยวข้อง เช่น ของเหลวชนิดที่ 1 และชนิดที่ 2 มีมวลเท่ากัน)	ชนิดที่ 1 และ ชนิดที่ 4 เป็นสารชนิดเดียวกัน)
การให้เหตุผล	ไม่แสดงเหตุผลหรือหรือแสดงเหตุผลที่ไม่เชื่อมโยงหลักฐาน กับข้อกล่าวอ้าง (มีการให้เหตุผลที่ไม่เหมาะสม เช่นมีลักษณะคล้ายไขมันและสบู่ ที่พวกเราใช้กันในห้องเรียน หรือไม่มีการให้เหตุผล)	แสดงเหตุผลที่เชื่อมโยงกับข้อกล่าวอ้าง แต่มีการใช้หลักฐานซ้ำ และ/หรือมีการใช้หลักฐานเชิงวิทยาศาสตร์บ้าง แต่ไม่เพียงพอ (มีการกล่าวถึงความหนาแน่น จุดหลอมเหลวแต่ไม่ได้กล่าวถึงสี เป็นต้น ซึ่งเป็นการแสดงให้เห็นว่าสารตั้งต้นเป็นสารชนิดเดียวกัน หรืออาจจะมีการให้เหตุผลที่ไม่ชัดเจนเกี่ยวกับคุณสมบัติของสาร เช่นมวลไม่ใช่คุณสมบัติของสาร)	แสดงเหตุผลที่เชื่อมโยงหลักฐานไปสู่ ข้อกล่าวอ้าง รวมถึงใช้ หลักการเชิงวิทยาศาสตร์ ได้อย่างเหมาะสมและ เพียงพอ (มีการให้เหตุผล ที่ชัดเจนที่ประกอบด้วย ความหนาแน่น จุดหลอมเหลวและสี ซึ่งเป็นคุณสมบัติทั้งหมด โดยสารตั้งต้นชนิดเดียวกัน จะมีคุณสมบัติเหมือนกัน และของเหลวชนิดที่ 1 และชนิดที่ 4 มีคุณสมบัติเหมือนกัน ดังนั้น ของเหลวชนิดที่ 1 และชนิดที่ 4 จึงเป็นสารชนิดเดียวกัน)

ที่มา: McNeill and Krajcik (2008C: 116)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากนั้น ครูจะนำเกณฑ์การประเมินคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เรื่อง สารตั้งต้นและคุณสมบัติของสารที่สร้างไว้มาใช้ในการประเมินภาระงานของนักเรียน แสดงดังรูปภาพที่ 1 โดยการเขียนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่มีคุณภาพ แสดงดังรูปภาพที่ 2 นักเรียนจะได้รับคะแนน 2 คะแนนในส่วนของข้อกล่าวอ้าง เมื่อมีการเขียนไว้ได้อย่างถูกต้องและชัดเจน คือ ของเหลวชนิดที่ 1 และชนิดที่ 4 เป็นสารชนิดเดียวกัน และนักเรียนจะได้รับ 2 คะแนน ในส่วนของหลักฐาน เมื่อนักเรียนมีการเขียนโดยใช้ข้อมูล 3 ส่วนในตารางที่ประกอบไปด้วย ความหนาแน่น สี และจุดหลอมเหลว และจะได้ 2 คะแนน สำหรับการให้เหตุผล เมื่อนักเรียน มีการเชื่อมโยงหลักฐานของตนเองกับข้อกล่าวอ้าง โดยนักเรียนเขียนว่า “สารตั้งต้นที่เหมือนกันจะมีมีคุณสมบัติที่เหมือนกัน ในขณะที่สารตั้งต้นที่แตกต่างกันจะมีคุณสมบัติที่แตกต่างกัน และการที่ของเหลวชนิดที่ 1 และชนิดที่ 4 มีคุณสมบัติเหมือนกัน แปลว่าสาร 2 ชนิดเป็นสารชนิดเดียวกัน และของเหลวอีก 2 ชนิดเป็นสารคนละชนิดกัน เพราะของเหลวนั้น มีคุณสมบัติที่แตกต่างกัน” นอกจากนี้การประเมินการเขียนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ยังไม่มีคุณภาพ แสดงได้ดังรูปภาพที่ 3 นักเรียนจะได้ 2 คะแนน สำหรับข้อกล่าวอ้าง เมื่อมีการเขียนข้อกล่าวอ้างได้ถูกต้องและชัดเจน แต่นักเรียนยังขาดการเขียนแสดงให้เห็นถึงการสนับสนุนข้อกล่าวอ้างด้วยหลักฐานและการให้เหตุผลที่เหมาะสม โดยนักเรียนมีการแสดงหลักฐานแค่ 2 ส่วน คือ ของเหลวชนิดที่ 1 และชนิดที่ 4 มีความหนาแน่นและจุดหลอมเหลวเท่ากัน แต่ยังขาดการกล่าวถึง สีของของเหลว นักเรียนจึงได้รับ 1 คะแนน สำหรับหลักฐาน เพราะยังไม่เพียงพอ และในส่วนของการให้เหตุผลได้ 0 คะแนน เพราะนักเรียนไม่สามารถเชื่อมโยงได้ว่าทำไมความหนาแน่นและจุดหลอมเหลวจึงเป็นหลักฐานที่จะมาสนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้ โดยนักเรียนเขียนว่า ของเหลวชนิดที่ 1 และชนิดที่ 4 เป็นสารชนิดเดียวกัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

	ความหนาแน่น	สี	มวล	จุดหลอมเหลว
ของเหลว 1	0.93 g/ cm3	ไม่มีสี	38 g	-98 oC
ของเหลว 2	0.79 g/ cm3	ไม่มีสี	38 g	26 oC
ของเหลว 3	13.6 g/ cm3	สีเงิน	21 g	-39 oC
ของเหลว 4	0.93 g/ cm3	ไม่มีสี	16 g	-98 oC

ให้นักเรียนเขียนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นข้อความที่ระบุให้เห็นว่าของเหลวชนิดใดที่มีสารตั้งต้นเป็นสารชนิดเดียวกัน

ภาพที่ 1 ตัวอย่างภาระงานสำหรับการประเมินการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องสารตั้งต้นและคุณสมบัติของสาร

ที่มา: McNeill and Krajcik (2008: 104-105)

ของเหลวชนิดที่ 1 และชนิดที่ 4 มีสารตั้งต้นเป็นสารชนิดเดียวกัน โดยของเหลวทั้งสองมีความหนาแน่นเท่ากันคือ 0.93 g/ cm^3 ไม่มีสี และมีจุดหลอมเหลวเริ่มที่ -98 °C เหมือนกัน การที่สารตั้งต้นจะเป็นชนิดเดียวกันได้สารทั้งสองชนิดนี้จะต้องมีคุณสมบัติเหมือนกัน และของเหลวชนิดที่ 1 และชนิดที่ 4 ก็มีคุณสมบัติเหมือนกัน ส่วนของเหลวอื่นๆอีก 2 ชนิด มีสารตั้งต้นคนละชนิดกันเพราะว่ามีคุณสมบัติที่แตกต่างกัน

ภาพที่ 2 ตัวอย่างการเขียนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่มีคุณภาพ เรื่องสารตั้งต้นและคุณสมบัติของสาร

ที่มา: McNeill and Krajcik (2008: 104-105)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ของเหลวทั้งสองชนิดมีสารตั้งต้นชนิดเดียวกันเพราะของเหลวชนิดที่ 1 และชนิดที่ 4 มีความหนาแน่น และมีจุดหลอมเหลวเท่ากันโดยที่ไม่เกี่ยวกับมวล และนอกจากนี้คิดว่าของเหลวชนิดที่ 1ควรจะมีน้ำมากกว่าของเหลวชนิดที่ 4

ภาพที่ 3 ตัวอย่างการเขียนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ยังไม่มีคุณภาพ เรื่องสารตั้งต้นและคุณสมบัติของสาร

ที่มา: McNeill and Krajcik (2008: 104-105)

การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์

การศึกษาเกี่ยวกับการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ มีประเด็นนำเสนอ 4 ประเด็น ได้แก่ (1) ความหมายของการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ (2) ความสำคัญของการโต้แย้งในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ (3) ลักษณะของการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ และ (4) ประโยชน์ของการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ซึ่ง แต่ละประเด็นมีรายละเอียดดังนี้

ความหมายของการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์

นักวิชาการและนักการศึกษาได้ให้ความหมายของการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ไว้ดังต่อไปนี้

Stark *et al*. (2009) การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง กระบวนการสร้างข้อกล่าวอ้างจากข้อเท็จจริงหรือข้อมูลที่มีอยู่”

Sampson and Gerbino (2010) อ้างคำนิยามของ Norris *et al*. (2007) โดยกล่าวว่า การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความพยายามในการตรวจสอบข้อกล่าวอ้างบนพื้นฐานของการให้เหตุผล

Berland and Reiser (2011) กล่าวว่า การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง กระบวนการที่สมาชิกในสังคมสร้างความเข้าใจต่อปรากฏการณ์โดยผ่านการวิพากษ์และวิจารณ์เพื่อมาปรับปรุงข้อกล่าวอ้าง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากความหมายของการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ที่นำเสนอข้างต้น สรุปว่าการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง การสร้างและตรวจสอบความถูกต้องของข้อกล่าวอ้างซึ่งอยู่บนพื้นฐานของการให้เหตุและผล โดยอาศัยข้อเท็จจริง ข้อมูล หรือหลักฐานจากการศึกษาค้นคว้า ทดลอง

ความสำคัญของการโต้แย้งในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

Douglas and Victor (2007) กล่าวว่า การที่นักเรียนจะทราบว่าความรู้ใหม่ๆ ที่เกิดขึ้น ไม่ว่าจะเป็น ทฤษฎี กฎ หรือแนวคิด จะมีความถูกต้องมากน้อยเพียงใด นักเรียนมีความจำเป็นที่จะต้องได้รับการพัฒนาความสามารถในการสร้างและการสนับสนุนข้อกล่าวอ้างผ่านทางการโต้แย้ง เพราะการโต้แย้งจะช่วยเป็นกรอบให้กับนักเรียนในการฝึกการให้เหตุผลในการสนับสนุนความเชื่อที่สำคัญทางวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้การโต้แย้งยังสามารถนำไปสู่เป้าหมายของการศึกษาวิทยาศาสตร์เนื่องจาก เป้าหมายของการศึกษาวิทยาศาสตร์เน้นการรู้วิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) ซึ่งการโต้แย้งจะทำให้นักเรียนเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์เพราะจะเป็นตัวช่วยให้นักเรียนเข้าใจวิธีการสร้างความรู้ การอธิบายและการประเมินความรู้ของนักวิทยาศาสตร์ (Driver *et al*., 2000; Duschi and Osborne, 2002 อ้างใน Sampson and Clark, 2009A)

ในปัจจุบัน นักวิทยาศาสตร์ศึกษาพยายามที่จะเปลี่ยนมุมมองใหม่ โดยเน้นว่าวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการสร้างความรู้ทางสังคม (Social Process of Knowledge Construction) โดยมีการโต้แย้งเป็นกิจกรรมสำคัญเพื่อนำเสนอความรู้สู่สาธารณะ ดังเช่น Millar and Driver (1998 อ้างใน Driver *et al*., 2000) ที่กล่าวว่า กระบวนการสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการทางสังคม และกิจกรรมหลักของวิทยาศาสตร์คือ การโต้แย้ง เพราะปกติแล้วนักวิทยาศาสตร์จะมีการนำเสนอสิ่งที่ได้จากการสังเกต หรือการอ้างอิงจากทฤษฎี และจัดการกับหลักฐานผ่านทางการโต้แย้ง ร่วมกับผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิทยาศาสตร์ สิ่งเหล่านี้ถือเป็นกระบวนการสำคัญในการสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้นความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์จึงมาจากการโต้แย้ง นอกจากนี้ Osborne *et al.* (2004 อ้างใน Sampson and Clark, 2009A) ให้ข้อแนะนำว่า การโต้แย้งนี้จะช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพราะได้พัฒนาการเรียนที่สะท้อนถึงความรู้และความเข้าใจในแนวคิด เนื่องจากผลที่ได้จากการโต้แย้งจะสะท้อนการเรียนรู้ของนักเรียนเองว่ามีความรู้ถูกต้องหรือไม่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

โดยสรุป การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ มีความสำคัญในการสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เพราะการโต้แย้งจะช่วยให้นักเรียนได้ฝึกการใช้เหตุผลและเป็นตัวช่วยให้นักเรียนเข้าใจ และอธิบายวิธีการสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ลักษณะของการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์

การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์มีความแตกต่างจากการโต้แย้งโดยทั่วไปที่ทุกคนใช้ในชีวิตประจำวัน ไม่ว่าจะในบริบทของเนื้อหา หรือรูปแบบอื่นๆ โดยเป็นการแสดงให้เห็นถึง ความพยายามในการสร้างความถูกต้องให้กับข้อกล่าวอ้างที่อยู่บนพื้นฐานของการให้เหตุผล (Norris *et al*., 2007) หรือเป็นกระบวนการในการนำเสนอ สนับสนุนหรือการประเมิน เพื่อทำให้ข้อกล่าวอ้างนั้นดีขึ้น ซึ่งเป็นการสะท้อนให้เห็นถึงคุณค่าของสังคมวิทยาศาสตร์ (Kuhn, 1993) สอดคล้องกับ (Boulter and Gilbert, 1995) ที่กล่าวว่า การโต้แย้งไม่ใช่การตะโกนเพื่อต่อสู้แต่เป็นการโต้แย้งที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่แสดงให้เห็นถึงความเชื่อมโยงของข้อความหรือมุมมอง การโต้แย้งจะเป็นกรอบให้นักเรียนฝึกการให้เหตุผลเพื่อสนับสนุนความเชื่อที่สำคัญทางวิทยาศาสตร์ (Bricker and Bell, 2008) นอกจากนี้การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ยังได้รับการพิจารณาว่าเป็นหนทางในการแก้ไขประเด็นที่ยังหาข้อยุติไม่ได้ เพราะการที่คนเรามีมุมมองที่แตกต่างกันและความหลากหลายทางความคิด ส่งผลทำให้คนเราพยายามหาหนทางที่จะแก้ปัญหาเพื่อที่จะหาข้อยุติ การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์จึงเป็นสิ่งที่สำคัญที่จะช่วยในการแก้ปัญหาเหล่านั้น (Kuhn, 1993) รวมทั้งเป็นการปฏิบัติทางสังคมที่แสดงถึงกระบวนการที่สมาชิกในสังคมสร้างความเข้าใจต่อปรากฏการณ์โดยใช้การศึกษา ประเมินผล วิพากษ์วิจารณ์และปรับปรุงข้อกล่าวอ้างร่วมกัน (Berland and Reiser, 2011) ตัวอย่างการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับแนวคิดวิวัฒนาการ โดย ชอง ลามาร์ก (Jean Larmark) นักวิทยาศาสตร์ชาวฝรั่งเศสได้เสนอแนวคิด เพื่ออธิบายว่าสิ่งมีชีวิตมีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างให้เข้ากับสภาพแวดล้อมขณะเกิดวิวัฒนาการ แนวคิดของลามาร์กมีดังนี้ “อวัยวะส่วนใดที่มีการใช้งานมากในการดำรงชีวิตจะมีขนาดใหญ่และแข็งแรงขึ้น ขณะที่อวัยวะที่ไม่ค่อยได้ใช้งานจะอ่อนแอและเสื่อมลงไป” แนวคิดดังกล่าวนี้เรียกว่า กฎการใช้และ ไม่ใช้ (Law of Use and Disuse) และ “การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของสิ่งมีชีวิตที่เกิดขึ้นภายในชั่วรุ่นนั้น สามารถถ่ายทอดไปยังรุ่นลูกได้” แนวคิดดังกล่าวนี้เรียกว่า กฎการถ่ายทอดลักษณะที่เกิดขึ้นมาใหม่ (Law of Inheritance of Actuired Characteristic) โดยลามาร์กได้ใช้แนวคิดนี้ในการอธิบายเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของยีราฟที่มีลักษณะคอและขายาวในปัจจุบัน ซึ่งจากการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ทำให้สรุปได้ว่าข้อกล่าวอ้างของลามาร์กคืออวัยวะส่วนใดที่มีการใช้งานมากในการดำรงชีวิตจะมีขนาดใหญ่และแข็งแรงขึ้น ขณะที่อวัยวะที่ไม่ค่อยได้ใช้งานจะอ่อนแอและเสื่อมลงไปและการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สิ่งมีชีวิตที่เกิดขึ้นภายในชั่วรุ่นนั้น สามารถถ่ายทอดไปยังรุ่นลูกได้ ถึงแม้ลามาร์กจะพยายามหาหลักฐานเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของยีราฟมาอธิบายเพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้างแต่ก็เป็นแค่การใช้การสังเกตเท่านั้น นอกจากนี้หลักฐานที่จะมาสนับสนุนว่าลักษณะที่เกิดขึ้นมาใหม่ในชั่วชีวิตนั้นสามารถถ่ายทอดไปยังรุ่นต่อไปได้ลามาร์กก็ไม่สามารถที่จะอธิบายหรือพิสูจน์ให้เห็นได้ ทำให้แนวคิดของลามาร์กไม่ได้รับการยอมรับจากนักวิทยาศาสตร์ในสมัยนั้น ต่อมาดาร์วินได้จัดพิมพ์ผลงานของตนเองดังที่กล่าวไปแล้ว ซึ่งมีลำดับความคิดเป็นขั้นตอนสมเหตุสมผล และมีหลักฐานประกอบหลายอย่างตามวิธีทางวิทยาศาสตร์จึงทำให้ความเชื่อของคนในสมัยนั้นเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตเปลี่ยนไปและยังคงได้รับการยอมรับจนถึงปัจจุบัน (สสวท., 2548)

โดยสรุปลักษณะของการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์จะมีความแตกต่างจากการโต้แย้งโดยทั่วไปเพราะการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์จะต้องอยู่บนพื้นฐานของการใช้หลักฐานและการให้เหตุผลที่เหมาะสมเพื่อมาสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ที่ดีจะนำไปสู่คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่มีความน่าเชื่อถือ และเป็นที่ยอมรับ

การที่จะสอนให้นักเรียนเกิดการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ได้นั้น ครูต้องสอนให้นักเรียนรู้จักการนำหลักฐานและทฤษฎีหรือข้อมูลอื่นๆ มาสนับสนุนหรือปฏิเสธคำอธิบาย การทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจว่า ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ถูกสร้างขึ้นมาและมีความถูกต้องได้อย่างไรนั้น ครูจำเป็นต้องเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ประเมินข้อกล่าวอ้างและฝึกการโต้แย้งผ่านการใช้หลักฐานและการให้เหตุผล (Suppe, 1998) นอกจากนี้ครูควรคำนึงว่าทักษะการสร้างข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ไม่ได้แสดงออกมาได้โดยธรรมชาติ ครูจำเป็นต้องช่วยนักเรียนในการทำให้นักเรียนเกิดการคิด เกิดความชัดเจนและเห็นรูปร่างของการให้เหตุผลภายใต้มาตรฐานและเกณฑ์ที่กำหนด (Hogan and Maglienti, 2001) โดยการโต้แย้งที่ดีจะประกอบไปด้วย 2 สิ่งหลักๆ คือ ความรู้ในเนื้อหา และความรู้เกี่ยวกับการโต้แย้ง (Simon, Erduran and Osborne, 2002) โดยรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง Sampson *et al.* (2009) ซึ่ง ประกอบด้วย 7 ขั้นตอน คือ (1) การระบุภาระงาน (2) การสรรสร้างและวิเคราะห์ข้อมูล (3) การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว (4) กิจกรรมการโต้แย้ง (5) การเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ (6) การตรวจสอบโดยเพื่อน (7) การปรับปรุงรายงาน และขั้นตอนที่ (4) กิจกรรมการโต้แย้ง จะเป็นขั้นตอนที่ครูจะทำให้นักเรียนเกิดการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีทั้งหมด 3 ขั้นตอน ได้แก่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1. กำหนดประเด็นการโต้แย้ง

ครูเป็นผู้นำในการกำหนดประเด็นในการโต้แย้ง พร้อมทั้งใช้คู่มือ (Hand Out) แจกเพื่อแนะนำนักเรียนเป็นรายบุคคล ซึ่งในคู่มือประกอบไปด้วย ภาระงานหรือกิจกรรมที่นักเรียนต้องปฏิบัติ ข้อกล่าวอ้างที่จะใช้ในการโต้แย้ง ข้อโต้แย้งของนักเรียน และส่วนประกอบที่สำคัญของข้อมูล ที่นักเรียนจะต้องใช้ในการพัฒนาข้อกล่าวอ้างและการโต้แย้ง แสดงดังตารางที่ 3

ชื่อ..... นามสกุล..... เลขที่.....

กิจกรรมที่.... เรื่อง.....

ข้อกล่าวอ้างที่จะใช้ในการโต้แย้งคืออะไร:

.....

.....

ข้อโต้แย้งของนักเรียนคืออะไร:

.....

.....

.....

ส่วนประกอบที่สำคัญของข้อมูลที่นักเรียนต้องปฏิบัติตามในการเขียนข้อโต้แย้ง ซึ่งเป็นสิ่งที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง เพื่อความถูกต้องและเป็นที่ยอมรับ มีดังนี้

- ข้อกล่าวอ้างของนักเรียนต้องมีสิ่งที่จะนำมาสนับสนุน
- หลักฐานที่นำมาใช้ต้องมีความเหมาะสมและเพียงพอ
- ใช้คำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ที่เคยเรียนมาประกอบการเขียนข้อโต้แย้ง
- แน่ใจว่าการเขียนของนักเรียนมีความสอดคล้องกัน
- มีการสะกดคำได้ถูกต้อง และวรรคตอนเหมาะสม
- จัดระบบข้อความที่นักเรียนเขียนลงในกระดาษหรือสื่อที่ครูจัดให้ ให้มีความง่ายต่อการอ่าน
- ใช้คำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ที่เคยเรียนมาประกอบการเขียนข้อโต้แย้ง
- แน่ใจว่าการเขียนของนักเรียนมีความสอดคล้องกัน
- มีการใช้การสะกดคำให้ถูกต้อง และวรรคตอนให้เหมาะสม

ภาพที่ 4 ตัวอย่างคู่มือ (Hand out) ในการแนะนำนักเรียนเพื่อช่วยให้นักเรียนเกิดการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์

ที่มา: Sampson and Gerbino (2010)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. ครูนิยามคำสำคัญของการโต้แย้งให้เข้าใจตรงกันซึ่งเป็นคำสำคัญที่อยู่ในหัวข้อที่จะใช้โต้แย้ง เช่น เมื่อครูกำหนดประเด็นในการโต้แย้งสำหรับวันนี้คือ ความเร็วกับการตกของวัตถุอย่างอิสระในแนวดิ่งโดยคำสำคัญเกี่ยวกับประเด็นในการโต้แย้งคือ ความหมายของความเร็ว และการตกของวัตถุอย่างอิสระ

3. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอข้อโต้แย้งและแสดงความเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยต่อข้อโต้แย้งที่เพื่อนกลุ่มอื่นนำเสนอ คือ การโต้แย้งระหว่างกลุ่มทั้งห้องเรียน โดยครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอข้อโต้แย้ง ซึ่งขั้นตอนนี้นักเรียนจะมีโอกาสได้สื่อสารความคิดของกลุ่มตนเองให้เพื่อนกลุ่มอื่นฟัง มีการประเมินข้อมูลของกลุ่มเพื่อนที่นำเสนอเพื่อจะช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจว่าเป้าหมายของการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ไม่ใช่เพื่อการเอาชนะ หรือต่อสู้กัน แต่เป็นการพัฒนาความเข้าใจปรากฏการณ์ภายใต้การสำรวจตรวจสอบ (Erduran and Jimenez-Aleixandre, 2007) สิ่งสำคัญในขั้นตอนนี้คือ ครูควรให้เวลาที่เพียงพอในการให้นักเรียนอภิปรายข้อโต้แย้งของแต่ละกลุ่มและเวลาสำหรับการแสดงความเห็นว่าเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยต่อข้อโต้แย้งที่นำเสนอ

โดยสรุป การที่จะสอนให้นักเรียนเกิดการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ได้นั้น ครูต้องเปิดโอกาสให้นักเรียนประเมินข้อกล่าวอ้างและฝึกการโต้แย้งผ่านการใช้หลักฐาน และการให้เหตุผล นอกจากนี้ครูควรกำหนดประเด็นการโต้แย้ง นิยามคำสำคัญของการโต้แย้ง และให้แต่ละกลุ่มนำเสนอข้อโต้แย้งและแสดงความคิดเห็นเพื่อนำไปสู่การสร้างข้อสรุปที่ถูกต้องร่วมกัน

ประโยชน์ของการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์

Dawson and Venville (2010) กล่าวถึงประโยชน์ของการใช้การโต้แย้งในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. การโต้แย้งเป็นกระบวนการที่ช่วยในการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และช่วยฝึกการตัดสินใจของผู้เรียน

2. การโต้แย้งเป็นกระบวนการที่ช่วยในการพัฒนาและตรวจสอบความถูกต้องในความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. การโต้แย้งช่วยในการฝึกปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ เพราะนักวิทยาศาสตร์มีการนำเสนอและจัดการกับหลักฐาน เพื่อสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยผ่านการสังเกต หรือการใช้ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

4. การโต้แย้งจะช่วยฝึกให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการพูดเพื่อแสดงถึงความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ หรือกล่าวได้ว่าการโต้แย้งจะช่วยพัฒนาความสามารถในการเรียนวิทยาศาสตร์ให้มากขึ้น เพราะนักเรียนได้มีโอกาสในการฝึกเขียนและพูดในประเด็นที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์

5. การโต้แย้งช่วยในการอธิบายแนวคิดและการสนับสนุนการตัดสินใจเกี่ยวกับประเด็นทางสังคมวิทยาศาสตร์

6. การโต้แย้งเป็นการแสดงให้เห็นถึงความสอดคล้องของกันของความเป็นเหตุเป็นผลระหว่างการเขียนและการพูดของสังคมประชาธิปไตย

สันติชัย อนุวรชัย (2553 อ้างใน Jimnez-Aleixandre and Erduran, 2007) ได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยต่างๆ แล้วสรุป ประโยชน์ของการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ในห้องเรียนวิทยาศาสตร์ดังนี้

1. การโต้แย้งส่งเสริมการรู้คิดซึ่งเป็นลักษณะสำคัญของผู้ที่มีความเชี่ยวชาญ เพราะการรู้คิด คือการที่นักเรียนจะต้องรู้อยู่ตลอดเวลาว่ากำลังคิดอะไร และเวลาที่นักเรียนมีการโต้แย้งและเวลาเพื่อนๆ เกิดการแสดงความไม่เห็นด้วยกับข้อกล่าวอ้าง นักเรียนก็จะต้องมีการลำดับความคิดหรือสิ่งที่จะต้องพูดออกมาว่าจะทำอย่างไรต่อไป

2. การโต้แย้งส่งเสริมสมรรถนะของการสื่อสารและการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

3. การโต้แย้งส่งเสริมความรอบรู้ทางวิทยาศาสตร์และเป็นกระบวนการที่ส่งเสริม การพูดและการ เขียนเชิงวิทยาศาสตร์ เพราะการโต้แย้งจะช่วยทำให้นักเรียนมีความเข้าใจว่า วิทยาศาสตร์คืออะไร การทำงานของนักวิทยาศาสตร์เป็นอย่างไร และวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนและช่วยพัฒนาการตอบสนองทางวัฒนธรรมได้อย่างไร

4. การโต้แย้งส่งเสริมพัฒนาการของการให้เหตุผล โดยเฉพาะการให้เหตุผลกับทฤษฎีหรือเมื่อมีมุมมองที่แตกต่างกัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

โดยสรุป การโต้แย้งมีประโยชน์ในการช่วยให้นักเรียนฝึกพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนจะได้ทราบว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้มาอย่างไร นอกจากนี้การโต้แย้งยังช่วยให้นักเรียนรู้จักการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ และลักษณะของสังคมวิทยาศาสตร์

แนวทางการประเมินการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์

Enderle *et al.* (2010) กล่าวว่า การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ถือว่าเป็นที่รู้จักกันมากในการวิจัยทางวิทยาศาสตร์ศึกษา การโต้แย้งที่เกิดขึ้นในห้องเรียนเปรียบเหมือนการใช้ยานพาหนะที่มีกำลังมากในการที่จะช่วยให้นักเรียนได้รับความเข้าใจทางด้านแนวคิด ฝึกทักษะการให้เหตุผลที่ดีขึ้น และวิธีการวัดที่จะใช้ในการประเมินคุณภาพของกระบวนการโต้แย้งที่เกิดขึ้นในห้องเรียนนั้นจะต้องมีการพัฒนาการวัดที่ไม่ใช่วัดแค่ความสัมพันธ์และโครงสร้างของผลจากการโต้แย้งเท่านั้น แต่จะต้องเป็นการวัดโดยใช้การสังเกตปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นจากบทสนทนาของนักเรียนด้วย ซึ่งจากการศึกษากรอบการประเมินการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ (Berland and Reiser, 2009) จึงนำไปสู่การกำหนดหัวข้อที่ใช้ในการประเมินการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ซึ่งมีทั้งหมด 3 หัวข้อด้วยกัน คือ (1) ด้านกระบวนการคิด (Cognitive) (2) ด้านการให้เหตุผล (The Epistemic) (3) ด้านสังคม (The Social) นอกจากนี้ Duschl (2008) ยังกล่าวไว้ว่า การประเมินการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์จะใช้แบบประเมินที่มีลักษณะเป็น แบบสังเกตพฤติกรรมเพื่อประเมินการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยสิ่งที่ประเมินประกอบไปด้วย แสดงดังตารางที่ 3 และ ภาพที่ 5

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 3 แบบสังเกตพฤติกรรมเพื่อประเมินการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

ด้านกระบวนการคิด	ด้านการให้เหตุผล	ด้านสังคม
- การมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหา - การมีส่วนร่วมในการประเมินข้อกล่าวอ้างของกลุ่มตนเองและกลุ่มอื่นๆ - มีการตอบสนองต่อข้อมูลที่มีการเปลี่ยนแปลงไป - แสดงความสงสัยใคร่รู้เกี่ยวกับข้อกล่าวอ้างที่เพื่อนกลุ่มอื่นนำเสนอ - มีการแสดงเหตุผลเพื่อมาสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง - มีการใช้เหตุผลที่หลากหลายในการประเมินข้อกล่าวอ้าง	- มีการใช้หลักฐานในการทำความเข้าใจปรากฏการณ์ - มีการประเมินความเป็นไปได้ของหลักฐานที่ใช้ - มีการใช้ทฤษฎี กฎหรือแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการให้ เหตุผล - มีการสื่อสารโดยใช้ภาษาทางวิทยาศาสตร์ - ไม่ใช้ถ้อยคำที่โน้มน้าวโอ้อวดเกินจริงในการทำให้บุคคลอื่นยอมรับข้อกล่าวอ้างของกลุ่มตนเอง	- มีส่วนร่วมในการสะท้อนสิ่งที่เพื่อนพูด - มีการแสดงความเคารพซึ่งกันและกัน - มีความพยายามในการมีส่วนร่วมที่จะเสนอความคิดเห็น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 5 กรอบประเมินการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง

การศึกษาเกี่ยวกับรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง มีประเด็นที่นำเสนอ 3 ประเด็น ได้แก่ (1) ขั้นตอนการเรียนการสอนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง (2) เป้าหมายและวิธีการจัดการเรียนการสอนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง และ (3) บทบาทครูและนักเรียนในการเรียนการสอนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง แต่ละประเด็นมีรายละเอียด ดังนี้

ขั้นตอนการเรียนการสอนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง

รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง ประกอบด้วย 7 ขั้นตอน ดังนี้ (Sampson *et al*., 2009: 43; Walker *et al*., 2010)

1. การระบุภาระงาน (Identification of the Task) คือ ครูแนะนำหัวข้อสำคัญที่นักเรียนจะต้องเรียนรู้ โดยมีวัตถุประสงค์หลักคือ สร้างความสนใจและให้นักเรียนรู้จักการเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ที่จะเกิดขึ้น จากนั้นจึงนำเข้าสู่การระบุภาระงานให้นักเรียน พร้อมกับกำหนดและชี้แจงกิจกรรมที่นักเรียนจะต้องทำ

2. การสรรสร้างและวิเคราะห์ข้อมูล (Generation and Analysis of Data) คือ การที่นักเรียนทำงานเป็นกลุ่มขนาดเล็กโดยสมาชิกในกลุ่มประมาณ 3-4 คน พร้อมกับใช้เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยครูมีความสำคัญที่จะกระตุ้นให้นักเรียนเขียนวิธีการสำรวจตรวจสอบโดยย่อเพื่อการเก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์และนำเสนอข้อมูลที่ได้จากการสังเกต ทดลองหรือสำรวจตรวจสอบได้อย่างถูกต้อง แล้วใช้ข้อมูลดังกล่าวนั้นในการสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว

3. การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว (Production of a Tentative Argument) คือ การให้นักเรียนสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวเป็นกลุ่ม เพื่ออธิบายผลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบ แล้วเขียนลงในกระดาษหรือกระดาน โดยข้อโต้แย้งชั่วคราวนี้ คือ คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่มีองค์ประกอบ 3 ประการ ได้แก่ (1) ข้อกล่าวอ้าง คือ คำตอบของคำถามที่นักเรียนต้องการค้นคว้าหาคำตอบ (2) หลักฐาน คือ ข้อมูลเชิงวิทยาศาสตร์ที่นำมาสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง โดยหลักฐานนี้ได้มาจากการวัด หรือการสังเกต การ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ทดลอง การอ่านเอกสารที่เกี่ยวข้อง (3) การให้เหตุผล คือ ข้อความที่แสดงความเชื่อมโยงว่าทำไมหลักฐานจึงสนับสนุนกับข้อกล่าวอ้าง

4. กิจกรรมการโต้แย้ง (Argumentation Sesson) คือ การโต้แย้งระหว่างกลุ่มทั้งห้องเรียน โดยที่นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอข้อโต้แย้งที่สำรวจตรวจสอบ ขั้นตอนนี้มีความสำคัญที่ครูจะได้ประเมินความก้าวหน้าและการคิดของนักเรียน โดยการโต้แย้งระหว่างกลุ่มทั้งห้องเรียนมีขั้นตอน 3 ขั้นตอน ได้แก่ (1) ครูกำหนดประเด็นการโต้แย้ง (2) ครูนิยามคำสำคัญของการโต้แย้ง (3) นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอข้อและแสดงความเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยต่อข้อโต้แย้งที่นำเสนอ พร้อมให้เหตุผลประกอบ

5. การเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ (Write up Investigation Report) คือ การให้นักเรียนเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบเป็นรายบุคคล ซึ่งเป็นรายงานที่ออกแบบมาเพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้ว่า นักเรียนจะรู้อะไรบ้าง นักเรียนจะรู้ได้อย่างไร แล้วทำไมนักเรียนถึงเชื่อในสิ่งนั้น ในขั้นนี้นักเรียนจะได้เรียนรู้ว่าการเขียนเป็นส่วนหนึ่งในการทำงานของนักวิทยาศาสตร์

6. การตรวจสอบโดยเพื่อน (Double-blind Peer Review) คือ การให้นักเรียนประเมินรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ โดยใช้เกณฑ์การประเมินที่กำหนดให้พร้อมกับการให้ข้อมูลป้อนกลับ (Feedback) โดยครูมีหน้าที่เป็นผู้รวบรวมรายงานแล้วแจกรายงานของนักเรียนทุกคนกลับให้กับเพื่อนในกลุ่ม

7. การปรับปรุงรายงาน (Revision of the Report) คือ การให้นักเรียนแก้ไขและปรับปรุงรายงานผลการสำรวจตรวจสอบตามคำแนะนำของเพื่อน จากผลการประเมินที่ได้จากกิจกรรมการตรวจสอบโดยเพื่อน

แต่เนื่องด้วยเวลาที่จำกัดและเพื่อปรับให้เข้ากับบริบทสภาพแวดล้อมภายในห้องเรียน ผู้วิจัยจึงได้นำกรอบแนวคิดของ (Sampson *et al*., 2009: 43) มาปรับขั้นตอนให้เป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. การระบุภาระงาน คือการนำเข้าสู่ภาระงานของเรื่องที่ต้องการให้นักเรียนศึกษาโดยมีการสร้างความสนใจและเชื่อมโยงความรู้เดิมกับเรื่องที่จะศึกษาก่อนที่จะมีการระบุภาระงาน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. การสรรสร้างและการวิเคราะห์ข้อมูล คือ การให้นักเรียนทำงานเป็นกลุ่มขนาดเล็กเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล จัดกระทำ วิเคราะห์และนำเสนอข้อมูลที่ได้จากการสังเกต ทดลองหรือสำรวจตรวจสอบให้นักเรียนในห้องเรียนและครูผู้สอนฟัง

3. การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว คือการให้นักเรียนสร้างข้อโต้แย้งเป็นกลุ่มโดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากการสังเกต ทดลองหรือสำรวจตรวจสอบ ในขั้นตอนที่สอง สำหรับใช้ในกิจกรรมการโต้แย้ง ซึ่งเป็นคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ชั่วคราวที่มีองค์ประกอบ 3 ประการ ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล

4. กิจกรรมการโต้แย้ง คือ การโต้แย้งระหว่างกลุ่มทั้งห้องเรียน โดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอข้อโต้แย้งของตนเอง และ ครูเป็นผู้กำหนดประเด็นการโต้แย้ง จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มแสดงความคิดว่าเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยต่อการนำเสนอของเพื่อนกลุ่มอื่น พร้อมให้เหตุผลประกอบ

5. การเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบคือการให้นักเรียนเขียนรายงานและให้ผู้วิจัยเป็นผู้ตรวจพร้อมกับให้ข้อมูลป้อนกลับเป็นรายบุคคลซึ่งจะนำไปสู่การเขียนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

โดยในขั้นการตรวจสอบโดยเพื่อน และขั้นการปรับปรุงรายงาน ผู้วิจัยมีการปรับมาไว้รวมกันในขั้นการเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ และเปลี่ยนจากให้เพื่อนประเมินรายงานผลการสำรวจตรวจสอบมาเป็นครูเป็นผู้ประเมินพร้อมกับส่งรายงานผลการสำรวจตรวจสอบกลับให้กับนักเรียนทันที

เป้าหมายและวิธีการจัดการเรียนการสอนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง

ประกอบด้วยเป้าหมายและวิธีการจัดการเรียนการสอนใน 7 ขั้นตอน แต่ผู้วิจัยได้นำกรอบแนวคิดของ (Sampson *et al*., 2009: 43-47) มาปรับเป้าหมายและวิธีการจัดการเรียนการสอนให้เป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1. การระบุภาระงาน (Identification of the Task) เป้าหมายสำคัญของขั้นตอนนี้คือ การสร้างความสนใจให้กับนักเรียนโดยครูจะเป็นผู้กำหนดประเด็นหรือหัวข้อที่จะศึกษา โดยมีการลำดับการเรียนรู้ที่คล้ายกับรูปแบบการสอนอื่นๆ (Wallace, Hand and Yang, 2005) หรือวงจรการเรียนรู้แบบ 5E (Bybee *et al*., 2006) โดยในขั้นตอนนี้ครูจะต้องให้นักเรียนเชื่อมโยงประสบการณ์การเรียนรู้ทั้งในอดีตและปัจจุบัน (เช่น นักเรียนรู้อะไรมาบ้าง แล้วนักเรียนจะต้องค้นพบข้อเท็จจริงซึ่งเป็นสิ่งที่ได้จากการสังเกต การทดสอบ เป็นต้น และสามารถนำมาใช้เป็นหลักฐานเพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง) Sampson *et al*. (2009: 43-47) แนะนำว่าครูควรใช้คู่มือ (hand Out) ที่ภายในประกอบไปด้วย ภาระงานหรือกิจกรรมที่นักเรียนต้องปฏิบัติ ข้อกล่าวอ้างที่จะใช้ในการโต้แย้ง ข้อโต้แย้งของนักเรียน และส่วนประกอบที่สำคัญของข้อมูล ที่นักเรียนจะต้องใช้ในการพัฒนาข้อกล่าวอ้างและการโต้แย้ง นอกจากนี้ในคู่มืออาจจะมีข้อมูลอื่นๆ ที่สำคัญสำหรับนักเรียนเพราะอาจเป็นข้อมูลที่นักเรียนจะใช้ได้ในระหว่างขั้นตอนที่ 2 ของการสอนต่อไป

2. การสรรสร้างและวิเคราะห์ข้อมูล (Generation and Analysis of Data) เป้าหมายสำคัญของขั้นตอนนี้คือ ต้องการให้นักเรียนมีการทำงานแบบร่วมมือในการพัฒนาและจัดเตรียมเครื่องมือที่เหมาะสมในการแก้ไขปัญหา โดยครูมีหน้าที่ให้คำแนะนำรายการวัสดุอุปกรณ์ อาจรวมไปถึงการใช้สารเคมีที่เป็นอันตรายที่จะต้องใช้ในระหว่างการสำรวจตรวจสอบ และให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเขียนโครงสร้างการสำรวจตรวจสอบในการอธิบายถึงวิธีการที่ใช้ สิ่งเหล่านี้จะช่วยให้ครูสามารถตรวจสอบโครงร่างของแต่ละกลุ่มได้อย่างรวดเร็วว่านักเรียนมีการออกแบบการสำรวจตรวจสอบได้อย่างสมบูรณ์และมีความปลอดภัยหรือไม่ สิ่งที่จำเป็นสำหรับครูผู้ทำการสอนก็คือการ เดินสำรวจนักเรียนทุกกลุ่ม เวลานักเรียนทำงาน เพราะถือเป็นสิ่งสำคัญสำหรับครูในการที่จะแน่ใจว่านักเรียนกำลังครุ่นคิดอยู่ว่าจะทำอะไร ทำไปเพื่ออะไร โดยครูอาจจะใช้คำถามว่า “นักเรียนทราบได้อย่างไรว่าข้อมูลที่นักเรียนมีอยู่มีความน่าเชื่อถือ” หรือ “นักเรียนมีข้อมูลเพียงพอในการสนับสนุนความคิดของนักเรียนหรือไม่” คำถามเหล่านี้จะช่วยนำทางการทำงานให้กับนักเรียนได้

3. การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว (Production of a Tentative Argument) เป้าหมายสำคัญของขั้นตอนนี้คือ ต้องการให้นักเรียนเห็นความสำคัญของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีองค์ประกอบ 3 ประการ คือ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐานและการให้เหตุผล ผ่านการสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว เช่น การแสดงให้เห็นถึงความถูกต้องในการสรุปผลที่อยู่บนพื้นฐานของการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ หรือในทางกลับกัน นักเรียนต้องมีความเข้าใจว่า วิทยาศาสตร์ไม่ใช่ความคิดเห็นที่ไร้ข้อพิสูจน์ และวิทยาศาสตร์ ต้องมีการสนับสนุนคำอธิบายด้วยการใช้หลักฐานและเหตุผลที่เหมาะสม ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนได้รู้จักใช้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องและน่าเชื่อถือมาสนับสนุนคำอธิบาย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อย่างไรก็ตามสิ่งที่ครูควรจะคำนึงมากที่สุดคือ ปกติแล้วนักเรียนในห้องจะขาดการมีปฏิสัมพันธ์ ไม่ค่อยกล้าแสดงแนวคิด หรือมีความกลัวว่าการแสดงแนวคิดที่ไม่สอดคล้องกับนักเรียนคนอื่นๆ จะถูกวิจารณ์ เพราะฉะนั้นการที่จะทำให้ปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนในห้องเพิ่มขึ้นเพื่อก่อให้เกิดการสร้างข้อโต้แย้งได้นั้น ครูควรให้นักเรียนเขียนลงในกระดาน หรือกระดาษขนาดใหญ่ สิ่งเหล่านี้จะช่วยให้นักเรียนมุ่งในการประเมินหลักฐานและการให้เหตุผลประกอบการวิจารณ์มากกว่าจะวิจารณ์แนวคิดของนักเรียนกลุ่มอื่นอย่างเดียว

4. กิจกรรมการโต้แย้ง (Argumentation Session) เป้าหมายของขั้นตอนนี้ คือนักเรียนมีโอกาสในการนำเสนอ การวิจารณ์ หรือพิจารณาคำอธิบายของกลุ่มตนเองทั้งชั้นเรียน หรือกลุ่มขนาดเล็ก โดยขั้นตอนนี้นักเรียนจะได้เรียนรู้มากขึ้นเมื่อนักเรียนได้มีโอกาสแสดงแนวคิดของตนเองต่อคนอื่นๆ ได้รู้จักการตอบคำถามซึ่งจะทำให้เกิดความท้าทาย และก่อให้เกิดการเชื่อมโยงมากกว่าการให้เหตุผลที่มากมาย (Linn and Eylon, 2006; National Research Council, 2007) นอกจากนี้กิจกรรมการโต้แย้งยังช่วยเปิดโอกาสให้ครูได้ประเมินความก้าวหน้าในการคิดของนักเรียนโดยเฉพาะประเด็นที่นักเรียนอาจจะยังละเลยไปและยังนำมาสู่การหาข้อสรุปของสิ่งที่ศึกษาร่วมกัน

5. การเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ (Write up Investigation Report) สำหรับขั้นตอนนี้ เป็นการนำการเขียนเข้ามาใช้จัดการเรียนการสอน เนื่องจากการเขียนมีความสำคัญในประเด็นที่ว่า การเขียนเป็นส่วนหนึ่งของการทำงานแบบวิทยาศาสตร์ เช่น นักวิทยาศาสตร์จะมีการเผยแพร่ผลงานวิจัยของตนเองโดยผ่านการเขียน (Sual, 2004) นอกจากนี้กระบวนการนี้จะช่วยปลุกการรู้คิดและช่วยพัฒนาความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับสิ่งที่ต้องศึกษา (Wallace, Hand and Prain, 2004) ผลที่ได้จากการเขียนจะช่วยเพิ่มโอกาสให้นักเรียนได้เรียนรู้และจดจำความสำคัญของแนวคิด หรือหลักการทางวิทยาศาสตร์ และปลุกใจให้นักเรียนได้เรียนรู้ว่าจะเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบในเชิงวิทยาศาสตร์ได้อย่างไร (Indrisano and Paratore, 2005) Sampson *et al.* (2009) เสนอว่า “รายงานที่นักเรียนเขียนในขั้นตอนนี้ เป็นรายงานที่นักเรียนได้อธิบายถึงสิ่งที่ทำและกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดว่ารู้อะไร (What they know) รู้ได้อย่างไร (How they know it) และเพราะเหตุใดจึงเชื่อสิ่งนั้น (Why they belive it) เรียกรายงานนี้ว่า “รายงานผลการสำรวจตรวจสอบ (Investigation Report)” โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้นักเรียนตอบคำถาม 3 ข้อ ได้แก่ (1) นักเรียนต้องการศึกษาอะไรและเพราะเหตุใด (2) วิธีการปฏิบัติของนักเรียนเป็นอย่างไรและเพราะเหตุใดจึงปฏิบัติเช่นนั้น (3) ข้อโต้แย้งของนักเรียนกล่าวไว้ว่าอย่างไร ซึ่งเป็นข้อโต้แย้งภายหลังจากที่มีการโต้แย้งกับกลุ่มอื่นๆ” จากนั้นครูรวบรวมแล้วให้คะแนนรายงานโดยใช้เกณฑ์ที่ใช้ในการประเมิน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

คุณภาพของรายงานพร้อมทั้งให้ข้อมูลย้อนกลับ แล้วแจกกลับให้นักเรียน เป้าหมายของกิจกรรมนี้ คือ การกระตุ้นให้นักเรียนได้พัฒนาและใช้มาตรฐานที่เหมาะสมในการประเมินคุณภาพของรายงานหลังจากที่มีการตรวจให้คะแนนแล้ว ครูต้องทำหน้าที่สะท้อนผลการประเมินด้วยการให้นักเรียนได้พูดเกี่ยวกับสิ่งที่ได้ศึกษาผ่านมา เพื่อให้นักเรียนร่วมกันตรวจสอบการศึกษา อีกทั้งครูยังสามารถตรวจสอบแนวคิดที่ผิดและสามารถแก้ไขให้ถูกต้องได้

บทบาทครูและนักเรียนในการเรียนการสอนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง

รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง ประกอบด้วยขั้นตอนการจัดการเรียนการสอน 7 ขั้นตอนได้แก่ (1) การระบุภาระงาน (Identification of the Task) (2) การสรรสร้างและวิเคราะห์ข้อมูล (Generation and Analysis of Data) (3) การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว (Production of a Tentative Argument) (4) กิจกรรมการโต้แย้ง (Argumentation Sesson) (5) การเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ (Write up Investigation Report) (6) การตรวจสอบโดยเพื่อน (Double-blind Peer Review) (7) การปรับปรุงรายงาน (Revision of the Report) ผู้วิจัยได้นำกรอบแนวคิดของ (Sampson *et al*., 2009) มาปรับบทบาทครูและนักเรียนในการเรียนการสอนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งให้เป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. การระบุภาระงาน (Identification of the Task)

ตารางที่ 4 บทบาทของครูและนักเรียนในการระบุภาระงา

บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
กระตุ้นความสนใจในเรื่องที่จะศึกษา/ประเด็นปัญหา โดยการใช้คำถาม/การนำเสนอปัญหาที่น่าสนใจ/การระบุภาระงาน ที่ต้องการให้นักเรียนทำ	มีสมาธิและมีความตั้งใจในประเด็นที่ครูนำเสนอ และคิดเชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เคยเรียนมา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. การสรรสร้างและการวิเคราะห์ข้อมูล (Generation and Analysis of Data)

ตารางที่ 5 บทบาทของครูและนักเรียนในการสรรสร้างและการวิเคราะห์ข้อมูล

บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
ครูนั้นทำหน้าที่เป็นผู้อำนวยความสะดวกให้กับนักเรียน เช่น จัดวัสดุอุปกรณ์ให้นักเรียน หรือมีการให้คำแนะนำนักเรียนบ้าง ในตอนที่เริ่มคิดแก้ปัญหา และคอยเดินตรวจตรานักเรียนทุกกลุ่ม	นักเรียนต้องทำงานเป็นกลุ่มแบบร่วมมือ โดยนักเรียนต้องเป็น ผู้คิด วางแผน ออกแบบ ดำเนินการตามแผน จัดกระทำ วิเคราะห์และนำเสนอข้อมูล

3. การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว (Production of a Tentative Argument)

ตารางที่ 6 บทบาทของครูและนักเรียนในการสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว

บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
ครูเป็นผู้คอยแนะนำและเน้นย้ำให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการใช้หลักฐานและการให้เหตุผลในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง	นักเรียนร่วมกันสร้างข้อโต้แย้งซึ่งนำไปสู่การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่ประกอบด้วยข้อกล่าวอ้าง หลักฐานและการให้เหตุผลโดยเขียนลงในวัสดุขนาดที่ครูผู้สอนคิดว่าเหมาะสมสำหรับนักเรียนในห้องจะมองเห็น

4. กิจกรรมการโต้แย้ง (Argumentation Sesson)

ตารางที่ 7 บทบาทของครูและนักเรียนในกิจกรรมการโต้แย้ง

บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
ครูมีบทบาทในการเป็นผู้นำการโต้แย้ง มีการกำหนดประเด็นการโต้แย้งให้ชัดเจน และเปิดโอกาสให้สมาชิกของทุกกลุ่มมีโอกาสในการโต้แย้ง ครูควรมีการจัดการและควบคุมเวลาในการโต้แย้งให้เหมาะสม	นำเสนอข้อโต้แย้งกลุ่มของตนเองต่อเพื่อนร่วมชั้นเรียน มีการร่วมกันอภิปรายเพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นในประเด็นเดียวกันเพื่อนำมาสู่การหาข้อสรุปของสิ่งที่ศึกษาร่วมกัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5. การเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ (Write up Investigation Report)

ตารางที่ 8 บทบาทของครูและนักเรียนในการเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ

บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
ครูเก็บรวบรวมรายงานของนักเรียน พร้อมทั้งตรวจโดยการใช้เกณฑ์คะแนน และให้ข้อมูลป้อนกลับเป็นรายบุคคล	นักเรียนเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบเป็นรายบุคคลซึ่งในรายงานประกอบไปด้วย 3ส่วน คือ 1) วัตถุประสงค์ของการศึกษา 2) วิธีการบันทึกผลการทดลอง 3) คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (ข้อกล่าวอ้าง, หลักฐาน, การให้เหตุผล)

โดยสรุป รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง เป็นรูปแบบที่เหมาะสมในการนำมาพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยเฉพาะการนำมาใช้จัดการเรียนการสอนในวิชาฟิสิกส์ระดับมัธยมต้น ซึ่งเนื้อหาส่วนใหญ่จะเน้นการคำนวณ นักเรียนส่วนใหญ่ขาดความเข้าใจหลักการ และทฤษฎีและที่มาของความสัมพันธ์เหล่านั้น นอกจากนี้การนำรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งมาใช้ในวิชาฟิสิกส์ถือว่าเป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่แตกต่างไปจากเดิม เพราะยังไม่มีผู้วิจัยอื่นๆ ทั้งในประเทศและต่างประเทศได้ทดลองนำไปใช้ในเนื้อหาวิชาฟิสิกส์มาก่อน จึงทำให้ผู้วิจัยเห็นความสำคัญของการค้นหาแนวทางการจัดการเรียนการเรียนการสอนที่เหมาะสมกับเนื้อหาวิชาดังกล่าว

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บทที่ 3

วิธีการวิจัย

รูปแบบการวิจัย

การวิจัยนี้มีรูปแบบเป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ด้วยรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งเรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ โดยนำเสนอวิธีการวิจัย ตามหัวข้อดังนี้

1. กลุ่มที่ศึกษา
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การวิเคราะห์ข้อมูล

กลุ่มที่ศึกษา

กลุ่มที่ศึกษาคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ 5 ในหน่วยการเรียนรู้เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ จำนวน 1 ห้องเรียน (จำนวน 37 คน) โดยแบ่งเป็นนักเรียนชาย 20 คน นักเรียนหญิง 17 คน ในจำนวนนี้มีนักเรียนจำนวน 3 คน เป็นนักเรียนที่บกพร่องในการเรียนรู้

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้แบ่งออกเป็น 2 แบบ

1. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ในการตอบคำถามวิจัยข้อที่ 1 คือ แบบทดสอบการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และแบบประเมินการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์

1.1 แบบทดสอบการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

แบบทดสอบการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ คือ แบบทดสอบที่ใช้วัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นแบบทดสอบความเรียง (Essay Test) ในสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ มีการสร้างเครื่องมือ ดังนี้

1.1.1 ศึกษาและวิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ พุทธศักราช 2551 แผนการจัดการเรียนรู้แบบการเรียนการสอนสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ (สสวท.) ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 5 และแนวทางการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

1.1.2 สร้างแบบทดสอบ เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ โดยผู้วิจัยสร้างแบบทดสอบจำนวน 4 ข้อ ให้เวลาในการทำ 50 นาที โดยแต่ละข้อประกอบไปด้วย 1) สถานการณ์ 2) ข้อมูลประกอบสถานการณ์ เช่นตารางข้อมูลและแผนภาพ 3) ข้อคำถาม เพื่อให้นักเรียนสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

1.1.3 กำหนดเกณฑ์การประเมินแบบทดสอบ โดยศึกษาจากงานวิจัยของ Mcneill and Krajcik (2009)

1.1.4 นำเกณฑ์การประเมินที่กำหนดมาสร้างเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริกส์ ซึ่งประกอบด้วยรายการประเมิน 3 รายการ คือ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล พร้อมกับกำหนดเกณฑ์การประเมินเป็น 3 ระดับคะแนน สรุปคะแนนที่ได้จากการประเมินแบบทดสอบการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ระหว่าง 0-24 คะแนน

1.1.5 กำหนดการแปลผลคะแนนเป็นระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ โดยอ้างอิงเกณฑ์จากของ Sampson *et al.* (2009) ซึ่งแบ่งออกเป็นทั้งหมด 3 ระดับ คือ ระดับ ควรปรับปรุง ระดับ ดี และระดับ ดีมาก ทำให้ได้เกณฑ์การแปลผลคะแนน ดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ช่วงคะแนน	ระดับความสามารถ
17-24	ดีมาก
9-16	ดี
0-8	ควรปรับปรุง

1.1.6 นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจความถูกต้องของเนื้อหา ภาษาที่ใช้ และความเหมาะสมของข้อคำถาม แล้วนำข้อบกพร่องมาปรับปรุงแก้ไข

1.1.7 นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา จำนวน 3 ท่านตรวจสอบอีกครั้งเพื่อพิจารณาความตรงของเนื้อหา ความถูกต้องในการใช้ภาษา และความเหมาะสมของข้อคำถาม และนำแบบสอบมาปรับปรุงแก้ไขอีกครั้งตามที่ผู้เชี่ยวชาญเสนอแนะ

1.1.8 นำแบบทดสอบมาปรับปรุงแก้ไขและนำแบบสอบไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มที่ศึกษาจำนวน 1 ห้องเรียน ซึ่งนักเรียนได้เรียนในเนื้อหาเรื่องแรงและการเคลื่อนที่ไปแล้ว

1.1.9 นำแบบทดสอบไปใช้กับกลุ่มที่ศึกษา

1.2 แบบประเมินการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์

แบบประเมินการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ คือ แบบประเมินที่มีลักษณะเป็น แบบสังเกตพฤติกรรมเพื่อประเมินการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยใช้วิธีการประเมินจากพฤติกรรมระหว่างการเรียน ซึ่งจะประเมินพฤติกรรมทั้ง 3 ด้าน คือ 1) ด้านกระบวนการคิด 2) ด้านเหตุผล 3) ด้านสังคม ลักษณะของแบบประเมินการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์เป็นแบบตรวจสอบรายการ (Checklist) คือ ปฏิบัติ และไม่ปฏิบัติ ที่ประกอบด้วยรายการพฤติกรรมที่ใช้ในการสังเกตซึ่งสอดคล้องกับพฤติกรรมการโต้แย้งทั้งหมด 14 ข้อ โดยนำแบบประเมินการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ ไปใช้กับกลุ่มที่ศึกษาระหว่างการจัดการเรียนรู้ในแต่ละแผน โดยผู้วิจัยมีขั้นตอนในการสร้างแบบประเมินการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ ดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.2.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับแนวทางการประเมินการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ของ (Berland and Reiser, 2009)

1.2.2 กำหนดเกณฑ์การประเมินและพฤติกรรมที่ต้องการวัด และรายการประเมินให้สอดคล้องกับขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนของรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง

1.2.3 กำหนดลักษณะของมาตรวัดสำหรับสังเกตพฤติกรรมแบบตรวจสอบรายการ (Checklist) เนื่องจากบันทึกการสังเกตได้ง่ายและมีความแม่นยำ โดยกำหนดการตรวจสอบพฤติกรรม เป็น 2 แบบ คือ ปฏิบัติ และ ไม่ปฏิบัติ

1.2.4 ดำเนินการสร้างแบบประเมินการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์จากนั้นนำแบบประเมินที่สร้างเสร็จให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความเหมาะสมของรายการประเมินและภาษาที่ใช้

1.2.5 นำแบบประเมินที่ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่านเพื่อตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ด้วยการพิจารณาความสอดคล้องระหว่างรายการประเมินกับเกณฑ์การประเมิน รวมทั้งให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับความชัดเจน ของการใช้ภาษาและความเหมาะสมของเกณฑ์การประเมิน

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ในการตอบคำถามวิจัยข้อที่ 2 คือ บันทึกหลังสอนของครู แบบสัมภาษณ์ และใบกิจกรรม

1.3 บันทึกหลังสอนของครู

บันทึกหลังสอนของครู เป็นเครื่องมือที่ผู้วิจัยใช้เพื่อศึกษารูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งที่ส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ว่าควรมีลักษณะอย่างไร ในเนื้อหาเรื่องแรงและการเคลื่อนที่ โดยผู้วิจัยทำการบันทึกทุกครั้งหลังจากที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้ เป็นเครื่องมือที่ผู้วิจัย บันทึกเหตุการณ์ต่างๆที่เกิดขึ้นระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อให้เกิดคุณภาพและความเชื่อมั่นของข้อมูล โดยผู้วิจัยมีขั้นตอนในการสร้างบันทึกหลังสอนของครู ดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.3.1 ศึกษาแนวทางในการเขียนบันทึกสะท้อนความคิดจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.3.2 กำหนดประเด็นที่จะเขียนสะท้อน ได้แก่

1) ผลการจัดการเรียนรู้ ที่มีต่อการพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

2) ปัญหา/อุปสรรค

3) ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

1.3.3 นำประเด็นที่จะบันทึกหลังสอนให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์พิจารณาความเหมาะสมของสิ่งที่จะบันทึกว่าเพียงพอหรือไม่ในการตอบคำถามวิจัยแล้วนำข้อเสนอแนะไปปรับปรุงแก้ไขก่อนนำไปใช้เป็นกรอบแนวคิดในการเขียนบันทึกหลังสอนของครู

1.4 แบบสัมภาษณ์

แบบสัมภาษณ์นักเรียน เป็นเครื่องมือที่ผู้วิจัยใช้เพื่อเป็นข้อมูลในการวิเคราะห์รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งที่ส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ว่าควรมีลักษณะอย่างไร โดยเมื่อสิ้นสุดในแต่ละคาบเรียนผู้วิจัยจะเรียกนักเรียนออกมาสัมภาษณ์ครั้งละ 5 คน โดยจัดกลุ่มคละตามระดับความสามารถ โดยผู้วิจัยมีขั้นตอนในการสร้างแบบสัมภาษณ์ ดังนี้

1.4.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยต่างๆที่เกี่ยวข้อง

1.4.2 กำหนดประเด็นในการเขียนโครงสร้างแบบสัมภาษณ์ โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้นักเรียนสะท้อนผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง ประกอบด้วย

1) ความรู้ที่นักเรียนได้รับในวันนี้ มีอะไรบ้าง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2) นักเรียนมีปัญหาหรือประเด็นที่สงสัย อะไรบ้าง

3) ความรู้สึกและความคิดเห็นและข้อเสนอแนะต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวันนี้

1.4.3 สร้างข้อคำถามตามประเด็นต่างๆที่กำหนด จากนั้นให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความเหมาะสมของข้อคำถามที่ใช้ในการเขียน นำข้อเสนอแนะไปปรับปรุงแก้ไข

1.4.4 นำข้อคำถามในแบบสัมภาษณ์ไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มที่ศึกษาเพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของข้อคำถาม ภาษาที่ใช้ และเวลา นำข้อคำถามมาปรับปรุงแก้ไข ก่อนนำไปใช้เก็บข้อมูลกับกลุ่มที่ศึกษา

1.5 ใบกิจกรรมของนักเรียน

ใบกิจกรรม เป็นเครื่องมือที่ผู้วิจัยใช้เพื่อต้องการวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อเป็นการตรวจสอบความเข้าใจ และความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ที่นักเรียนได้เรียนรู้ จากกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง

2. เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ คือ แผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง ซึ่งมีทั้งหมด 6 แผนการจัดการเรียนรู้ ดังตารางที่ 9

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 9 แผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่

แนวคิดเรื่อง	จำนวนแผน	จำนวนคาบ
1. ผลของแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุ	1	2
2. ความเร็วเฉลี่ยและความเร็ว	1	2
3. การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์	1	2
4. แรงกิริยาและแรงปฏิกิริยา	1	2
5. แรงพยุง	1	2
6. แรงเสียดทาน	1	2

ขั้นตอนในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง ซึ่งผู้วิจัยมีลำดับในการสร้างและพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

2.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ตัวชี้วัด สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ พ.ศ. 2551 (สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่) หลักสูตรสถานศึกษา คู่มือครู หนังสือเรียนและเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสอนในเรื่องแรงและการเคลื่อนที่

2.2 ศึกษาลักษณะสำคัญของการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง จาก (Sampson et al., 2009) และเอกสารงานวิจัยอื่นๆ ที่เกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง

2.3 ออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ตามกรอบแนวคิดของการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งของ (Sampson et al., 2009) จำนวน 6 แผนการจัดการเรียนรู้ใช้เวลาสอนทั้งหมด 12 คาบเรียน คาบเรียนละ 50 นาที

2.4 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความถูกต้องด้านเนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้ แล้วนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปปรับปรุง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 คน ตรวจสอบ แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

2.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ไปใช้กับนักเรียนที่เป็นกลุ่มที่ศึกษาจำนวน 1 ห้องเรียน โดยทำการปรับปรุงแผนตามวงจรการปฏิบัติ (The Action Research Spiral) ในทุกครั้งหลังการสอนจบแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยมีวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

ระยะที่ 1 วิเคราะห์ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยทำการวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ โดยใช้แบบทดสอบการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ จำนวน 4 ข้อ ประกอบด้วย เรื่องความเร่ง แรงกิริยาและแรงปฏิกิริยา แรงพยุง และแรงเสียดทาน โดยให้นักเรียนสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยนำคำตอบของนักเรียนมาวิเคราะห์โดยการหาค่าร้อยละที่ได้จากการคะแนนเต็มทั้งหมดเป็นรายบุคคล แล้วแปลผลคะแนนเป็นระดับความสามารถทั้งหมด 3 ระดับ คือ ระดับ ควรปรับปรุง ระดับ ดี และระดับ ดีมาก

โดยข้อมูลที่ได้จากการวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยนำไปใช้ในการพัฒนาแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง

ระยะที่ 2 ศึกษาแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ของนักเรียน ด้วย รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง

เครื่องมือที่ใช้ คือ บันทึกหลังสอนของครู แบบสัมภาษณ์นักเรียน แบบประเมินการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ ใบกิจกรรม ในการเก็บรวบรวมข้อมูลผู้วิจัยเป็นผู้จัดกิจกรรมการเรียนรู้และทำการสอนเองทุกคาบ โดยผู้วิจัยจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ให้กับกลุ่มที่ศึกษา ตามแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ จำนวน 6 แผน เป็นเวลา 12 คาบ คาบละ 50 นาที

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผู้วิจัยจดบันทึกหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ในประเด็นที่กำหนดไว้ ตรวจสอบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และความคิดเห็นของนักเรียนจากใบกิจกรรมและแบบสัมภาษณ์นักเรียน

ระยะที่ 3 ผลของการพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง

เมื่อจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ ครบทุกหน่วยการเรียนรู้แล้ว ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูล โดยใช้แบบทดสอบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ โดยผู้วิจัยทำการวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนภายหลังจากเรียนจบทุกหน่วยการเรียนรู้ นำคำตอบของนักเรียนมาวิเคราะห์โดยการหาค่าร้อยละที่ได้จากการคะแนนเต็มทั้งหมดเป็นรายบุคคล แล้วแปลผลคะแนนเป็นระดับความสามารถทั้งหมด 3 ระดับ

ตารางที่ 10 แสดงคำถามวิจัย สิ่งที่ศึกษา เครื่องมือและการเก็บข้อมูล

คำถามวิจัย	สิ่งที่ศึกษา	เครื่องมือ	การเก็บข้อมูล
1. นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เป็นอย่างไร	ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง	แบบทดสอบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์	นักเรียนทุกคน วัดก่อนเรียนและหลังเรียน นักเรียน
		แบบประเมินการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์	ผู้วิจัยประเมินทุกครั้งในระหว่างจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 10 (ต่อ)

คำถามวิจัย	สิ่งที่ศึกษา	เครื่องมือ	การเก็บข้อมูล
2. รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งที่ส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ว่าควรมีลักษณะอย่างไร	รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งที่ส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์	บันทึกหลังสอนของครู	ผู้วิจัยจดบันทึกทุกคาบเรียนภายหลังจากสอนจบ
		แบบสัมภาษณ์นักเรียน	ผู้วิจัยเรียกนักเรียนมาสัมภาษณ์ครั้งละ 5 คนทุกคาบ ภายหลังจากสอนจบ
		ใบกิจกรรม	นักเรียนทุกกลุ่มทำใบกิจกรรมในขณะจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละคาบ

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวมด้วยเครื่องมือต่างๆมาทำการวิเคราะห์ข้อมูล ทั้งในเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ ดังต่อไปนี้

1. การวิเคราะห์ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง
ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากแบบทดสอบการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และแบบประเมินการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ โดยผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ดังนี้

1.1 แบบทดสอบการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ที่ประกอบไปด้วย ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล ก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มาทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการอ่านคำตอบของนักเรียนอย่างละเอียด แปรผลออกมาในรูปของคะแนนและนำมาจำแนกเป็นระดับความสามารถเป็นรายบุคคลทั้งหมด 3 ระดับ คือ ระดับ ควรปรับปรุง ระดับ ดี และระดับ ดีมาก เพื่อหาค่าความถี่และร้อยละในแต่ละระดับ โดยพิจารณาจากเกณฑ์แสดงระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ แสดงดังตารางที่ 11

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 11 เกณฑ์แสดงระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

องค์ประกอบ	ระดับคะแนน		
	0	**1**	**2**
ข้อกล่าวอ้าง	ไม่เขียนข้อกล่าวอ้าง หรือ เขียนข้อกล่าวอ้างไม่ถูกต้อง	เขียนข้อกล่าวอ้างถูกต้อง แต่ไม่ชัดเจน	เขียนข้อกล่าวอ้างได้ถูกต้องและชัดเจน
หลักฐาน	ไม่มีการแสดงหลักฐาน หรือ แสดงหลักฐานที่ไม่เหมาะสม กล่าวคือ เป็นหลักฐานที่ไม่สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง	แสดงหลักฐานได้เหมาะสมแต่ไม่เพียงพอ และบางทีอาจมีหลักฐานบางประการที่ไม่เหมาะสมอยู่ด้วย	แสดงหลักฐานได้เหมาะสมและมีจำนวนเพียงพอต่อการสนับสนุน ข้อกล่าวอ้าง
การให้เหตุผล	ไม่แสดงเหตุผลหรือแสดงเหตุผลที่ไม่เชื่อมโยงหลักฐานกับข้อกล่าวอ้าง	แสดงเหตุผลที่เชื่อมโยงกับข้อกล่าวอ้าง แต่มีการใช้หลักฐานซ้ำหรือมีการใช้หลักฐานเชิง	แสดงเหตุผลที่เชื่อมโยงหลักฐานไปสู่ข้อกล่าวอ้าง รวมถึงใช้หลักการเชิงวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสมและ
การให้เหตุผล		วิทยาศาสตร์บ้างแต่ไม่เพียงพอ	เพียงพอ

1.2 แบบประเมินการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ โดยผู้วิจัยรวบรวบข้อมูลจากการประเมินจากการสังเกตพฤติกรรมในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ในทุกแผน ร่วมกับการสังเกตวิดิทัศน์ นำข้อมูลที่ได้รายบุคคลมาแปลผลเพื่อหาความถี่ของนักเรียนที่ปฏิบัติและไม่ปฏิบัติในแต่ละด้านของแบบประเมินการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์

2. การวิเคราะห์รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งที่ส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ว่าควรมีลักษณะอย่างไร

ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์โดยใช้ข้อมูลที่ได้จาก บันทึกหลังสอนของครู แบบสัมภาษณ์นักเรียน และใบกิจกรรม โดยผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.1 บันทึกหลังสอนของครู ผู้วิจัยนำข้อมูลจากบันทึกหลังสอน ในประเด็น 1) ผลการจัดการเรียนรู้ ที่มีต่อการพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ 2) ปัญหา/อุปสรรค 3) ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์เชิงคุณภาพโดยใช้การวิเคราะห์เนื้อหา เพื่อสรุปรูปแบบในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง ว่ามีวิธีการอย่างไร มีขั้นตอนสำคัญอย่างไร ใช้เทคนิคการสอนอะไร มีข้อจำกัดอย่างไร และจะแก้ไขข้อจำกัดที่เกิดขึ้นได้อย่างไร

2.2 แบบสัมภาษณ์นักเรียน โดยผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลจากการสัมภาษณ์หลังจากการจัดการเรียนรู้ในแต่ละคาบ วิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพโดยจัดกลุ่มคำตอบของนักเรียนตามประเด็นต่อไปนี้ ความรู้ที่นักเรียนได้รับ ประเด็นที่สงสัย และ ความรู้สึกและความคิดเห็นและข้อเสนอแนะต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

2.3 ใบกิจกรรม จะนำไปสู่การเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ โดยผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลจากการเขียนรายงาน ตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และนำผลที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลเป็นรายบุคคล และแปลงเป็นระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ที่ประกอบไปด้วย ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล ทั้ง 3 ระดับ คือ ระดับควรปรับปรุง ระดับ ดี และระดับ ดีมาก จากนั้นนำระดับของนักเรียนที่ได้มาหาความถี่และร้อยละ

เพื่อคุณภาพของงานวิจัย ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากแบบทดสอบการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ แบบประเมินการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ บันทึกหลังการสอนของครู แบบสัมภาษณ์นักเรียน ผลงานของนักเรียน ใบกิจกรรมและรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ มาเชื่อมโยงข้อมูลแบบสามเส้า (Triangulation) เพื่อสะท้อนให้เห็นหลักฐานและผลการวิจัยที่มีความเชื่อมั่นถูกต้องตรงตามความจริง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บทที่ 4

ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง และเพื่อศึกษารูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งที่ส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ว่าควรมีลักษณะอย่างไร โดยผลการวิจัยจะรายงานตามคำถามวิจัยดังนี้

คำถามวิจัยข้อที่ 1 นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เป็นอย่างไร

คำถามวิจัยข้อที่ 2 รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งที่ส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ว่าควรมีลักษณะอย่างไร

คำถามวิจัยข้อที่ 1 ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังเรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง

ผลการวิจัยคำถามวิจัยข้อที่ 1

ในการตอบคำถามวิจัยข้อที่ 1 ผู้วิจัยทำการทดสอบการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 37 คน ของโรงเรียนสาธิตแห่งหนึ่ง สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา เขตกรุงเทพมหานคร ในเรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 โดยใช้แบบทดสอบการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังเรียน จำนวน 1 ฉบับ จากนั้นทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการอ่านคำตอบของนักเรียนอย่างละเอียดแปลผลออกมาในรูปของคะแนนและนำมาจำแนกเป็นระดับความสามารถเป็นรายบุคคลเพื่อหาค่าความถี่และร้อยละ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตอนที่ 1 ความถี่และร้อยละของนักเรียนจำแนกตามระดับคะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบทดสอบเรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ จำนวน 4 ข้อ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล จากแบบทดสอบเรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ แสดงเป็นความถี่และร้อยละของนักเรียน ก่อนและหลังเรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ ข้อที่ 1 เรื่องความเร่ง แสดงดังตารางที่ 12

ตารางที่ 12 ความถี่และร้อยละของนักเรียนจำแนกตามระดับคะแนนความสามารถในสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบทดสอบเรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ข้อที่ 1 เรื่องความเร่ง

(N = 37)

องค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์	ก่อนการจัดการเรียนรู้			หลังการจัดการเรียนรู้		
	ดีมาก	ดี	ควรปรับปรุง	ดีมาก	ดี	ควรปรับปรุง
	จำนวน (ร้อยละ)			จำนวน (ร้อยละ)		
ข้อกล่าวอ้าง	4 (10.81)	7 (18.91)	26 (70.28)	27 (72.97)	6 (16.21)	4 (10.82)
หลักฐาน	0 (0.00)	9 (24.32)	28 (75.67)	18 (59.45)	12 (32.43)	7 (8.12)
การให้เหตุผล	0 (0.00)	5 (13.51)	32 (86.48)	26 (70.27)	7 (18.91)	4 (10.81)

จากตารางที่ 12 เมื่อสำรวจความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบไปด้วย ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล จากคำถามที่ว่า “รถคันใดมีการเหยียบเบรกบ่อยที่สุด และการเหยียบเบรกมีความสัมพันธ์กับความเร่งของรถอย่างไร” พบว่าก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการสร้างข้อกล่าวอ้าง อยู่ในระดับ ควรปรับปรุง จำนวน 26 คน คิดเป็นร้อยละ 70.28 และรองลงมาคือระดับ ดี จำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 18.91 โดยนักเรียนเขียนข้อกล่าวอ้าง ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ระดับ ควรปรับปรุง

“รถคัน A เหยียบเบรกบ่อยที่สุด”

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

"รถคัน B ถึงที่หมายก่อนรถคัน A"

จะเห็นได้ว่านักเรียนที่เขียนข้อกล่าวอ้างอยู่ในระดับ ควรปรับปรุง เพราะเขียนข้อกล่าวอ้างไม่ถูกต้อง หรือเขียนข้อกล่าวอ้างไม่ชัดเจน และไม่เขียนอธิบายว่าการเหยียบเบรกมีความสัมพันธ์กับความเร่งของรถอย่างไร

ระดับ ดี

"รถคัน B เหยียบเบรกบ่อยที่สุด"

"การเหยียบเบรกทำให้ความเร่งของรถลดลง"

จะเห็นได้ว่านักเรียนที่เขียนข้อกล่าวอ้างอยู่ในระดับ ดี เพราะ นักเรียนเขียนข้อกล่าวอ้างโดยระบุได้ถูกต้องว่ารถคันใดมีการเหยียบเบรกบ่อยที่สุด หรือนักเรียนบางคนเขียนข้อกล่าวอ้างเฉพาะส่วนที่อธิบายว่าการเหยียบเบรกมีความสัมพันธ์กับความเร่งของรถอย่างไร แต่ไม่เขียนว่ารถคันใดเหยียบเบรกบ่อยที่สุด

นอกจากนี้ยังพบว่าก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการแสดงหลักฐาน อยู่ในระดับ ควรปรับปรุง จำนวน 28 คน คิดเป็นร้อยละ 75.67 และรองลงมาคือระดับ ดี จำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 24.32 โดยนักเรียนเขียนแสดงหลักฐาน ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ระดับ ควรปรับปรุง

"หลักฐานคือจากกราฟการแข่งรถทั้ง 2 คัน"

"ไม่มีการเขียนแสดงหลักฐาน"

จะเห็นได้ว่านักเรียนที่แสดงหลักฐาน อยู่ในระดับ ควรปรับปรุง เพราะไม่มีการเขียนแสดงหลักฐาน หรือเขียนแสดงหลักฐานที่ไม่เหมาะสม โดยเขียนแค่เพียงว่า จากกราฟที่กำหนดให้คือหลักฐาน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ระดับ ดี

จากกราฟ รถคัน B กราฟเวลาเหยียบคันเร่งจะตกบ่อยกว่ารถคัน A”

จะเห็นได้ว่านักเรียนที่แสดงหลักฐานอยู่ในระดับ ดี เพราะนักเรียนเขียนแสดงหลักฐานได้อย่างเหมาะสมแต่ยังไม่เพียงพอในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง ซึ่งยังขาดในส่วนของการกล่าวถึงความสัมพันธ์ของกราฟกับเวลา

และการให้เหตุผลพบว่าก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการให้เหตุผล อยู่ในระดับ ควรปรับปรุง จำนวน 32 คน คิดเป็นร้อยละ 86.48 และรองลงมาคือระดับ ดี จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 13.51 โดยนักเรียนเขียนแสดงเหตุผล ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ระดับ ควรปรับปรุง

“ไม่เขียนแสดงเหตุผล”

“การเหยียบเบรกทำให้เส้นกราฟตก”

จะเห็นได้ว่านักเรียนมีการให้เหตุผลอยู่ในระดับ ควรปรับปรุง เพราะนักเรียนไม่แสดงเหตุผลหรือแสดงเหตุผลที่ไม่เชื่อมโยงหลักฐาน กับข้อกล่าวอ้าง โดยยังขาดการกล่าวถึงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับเวลา และความสัมพันธ์ของการเหยียบเบรกกับความเร่ง

ระดับ ดี

“การเหยียบเบรกส่งผลทำให้เครื่องยนต์มีความเร็วที่ลดลง จึงส่งผลให้ความเร่งลดลงด้วย**”**

จะเห็นได้ว่านักเรียนมีการให้เหตุผลอยู่ในระดับ ดี เพราะนักเรียนแสดงเหตุผลที่เชื่อมโยงกับข้อกล่าวอ้าง มีการใช้หลักการเชิงวิทยาศาสตร์บ้าง แต่ไม่เพียงพอ โดยยังขาดการกล่าวถึงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับเวลา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้ใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1-3 และได้วัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ผ่านการเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบเกี่ยวกับ ความเร็วในการตกของวัตถุ ความเร็วเฉลี่ย และการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ โดยในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ผู้วิจัยให้นักเรียน พิจารณาภาพกระถางต้นไม้เพื่อศึกษาสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุ เพื่อนำเข้าสู่ความหมายของคำว่าแรงลัพธ์ และให้ทำกิจกรรมกลุ่มเพื่อศึกษาความเร็วในการตกของวัตถุ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ผู้วิจัยให้นักเรียนสังเกตภาพตัวอย่างความยาวของแถบกระดาษแต่ละช่วงจุดที่เกิดจากการปล่อยถุงทราย และให้ทำกิจกรรมกลุ่มเพื่อหาขนาดความเร็วเฉลี่ย และความเร็วขณะหนึ่ง และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 ผู้วิจัยให้นักเรียนสังเกตวิดิทัศน์การชู้ทลูกบาสเกตบอลเข้าห่วง และให้ทำกิจกรรมกลุ่มเพื่อศึกษาการเคลื่อนที่แบบวิถีโค้ง โดยใช้การปฏิบัติการทดลองและการคำนวณ ซึ่งในแต่ละขั้น ผู้วิจัยกระตุ้นให้นักเรียนได้อภิปรายแลกเปลี่ยนความรู้ แสดงความคิดเห็น และเน้นย้ำให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการใช้หลักฐานและการให้เหตุผลในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง แล้วนำเสนอผลการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ โดยผู้วิจัยเป็นผู้นำการโต้แย้งและให้สมาชิกของทุกกลุ่มมีโอกาสในการโต้แย้ง เพื่อนำไปสู่การเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบในแต่ละแผน โดยทั้ง 3 แผนการจัดการเรียนรู้นี้ นักเรียนจะได้ความรู้ คำอธิบายและความหมายของ ความเร็ว ความเร่ง เพื่อนำไปสู่การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในแบบทดสอบหลังเรียนที่ประกอบไปด้วย ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล

ภายหลังจากจัดกิจกรรมการเรียนรู้ พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์มากขึ้น โดยนักเรียนสามารถสร้างข้อกล่าวอ้าง อยู่ในระดับ ดีมาก จำนวน 27 คน คิดเป็นร้อยละ 72.97 เพิ่มขึ้นจากก่อนการจัดการเรียนรู้ เพราะนักเรียนสามารถตอบได้ตรงคำถามครบทั้ง 2 ประเด็น คือ รถคันใดเหยียบเบรกบ่อยที่สุด แล้วการเหยียบเบรกมีความสัมพันธ์กับความเร่งของรถอย่างไร ซึ่งแตกต่างจากก่อนการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนส่วนใหญ่อ่านกราฟไม่เป็นและไม่ทราบว่า ความเร็วกับเวลามีความสัมพันธ์กันอย่างไร หรือตอบได้ไม่ครบทั้ง 2 ประเด็น โดยหลังจากจัดกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนส่วนใหญ่เขียนข้อกล่าวอ้าง ดังตัวอย่างต่อไปนี้

"รถคัน B เหยียบเบรกบ่อยที่สุด และการเหยียบเบรกส่งผลทำให้ความเร่งลดลง"

ในส่วนของการแสดงหลักฐาน อยู่ในระดับ ดีมาก จำนวน 18 คน คิดเป็นร้อยละ 59.45 ซึ่งแตกต่างจากก่อนการจัดการเรียนรู้เพราะนักเรียนสามารถแสดงหลักฐานได้เหมาะสมและมีจำนวนเพียงพอต่อการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง โดยนักเรียนเขียนแสดงหลักฐาน ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

"จากกราฟ รถคัน B มีการเหยียบเบรกบ่อยที่สุดเพราะจากจุดที่แสดงกราฟของรถคัน B ตกลงมากกว่ารถคัน A ในเวลาที่เท่ากัน"

"จากกราฟเมื่อนำมาทำเป็นตาราง ภายใน12 นาที รถคัน A สามารถวิ่งเร็วได้มากกว่ารถคัน B โดยรถคัน A เหยียบเบรกทั้งหมด 2 ครั้งในขณะที่รถคัน B เหยียบเบรกทั้งหมด 4 ครั้ง"

และการให้เหตุผล อยู่ในระดับดีมาก จำนวน 26 คน คิดเป็นร้อยละ 70.27 ซึ่งแตกต่างจากก่อนการจัดการเรียนรู้ที่ไม่มีนักเรียนได้คะแนนอยู่ในระดับนี้เลย เพราะนักเรียนสามารถแสดงเหตุผลที่เชื่อมโยงหลักฐานไปสู่ข้อกล่าวอ้างรวมถึงใช้ หลักการเชิงวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม มีการแสดงให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างความเร็ว เวลา กับความเร่งได้ โดยนักเรียนเขียนแสดงเหตุผล ดังตัวอย่างต่อไปนี้

"การเหยียบเบรกเป็นการชะลอความเร็วหรือลดความเร็ว ส่งผลทำให้เครื่องยนต์มีความเร็วที่ลดลง โดยมีความสัมพันธ์กับความเร่งคือ ความเร็วที่เปลี่ยนไปใน 1 หน่วยเวลา เมื่อความเร็วลดลงความเร่งก็จะลดลงไปด้วย เมื่อความเร็วและความเร่งลดลงจะทำให้รถคัน B เคลื่อนที่ไปได้ช้ากว่ารถคัน A"

"รถคันใดเหยียบเบรกบ่อยความเร็วของรถคันนั้นก็จะลดลงตามจำนวนครั้งที่เหยียบเบรกและเมื่อความเร็วลดลงความเร่งก็จะลดลงตามด้วย"

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล จากแบบทดสอบเรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ แสดงเป็นความถี่และร้อยละของนักเรียน ก่อนและหลังเรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ ข้อที่ 2 เรื่องแรงกิริยา แรงปฏิกิริยา แสดงดังตารางที่ 13

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 13 ความถี่และร้อยละของนักเรียนจำแนกตามระดับคะแนนความสามารถในสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบทดสอบเรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ข้อที่ 2 เรื่อง แรงกิริยา แรงปฏิกิริยา

(N = 37)

องค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์	ก่อนการจัดการเรียนรู้			หลังการจัดการเรียนรู้		
	ดีมาก	ดี	ควรปรับปรุง	ดีมาก	ดี	ควรปรับปรุง
	จำนวน (ร้อยละ)			จำนวน (ร้อยละ)		
ข้อกล่าวอ้าง	2 (5.41)	0 (0.00)	35 (94.59)	24 (64.86)	8 (21.62)	5 (13.52)
หลักฐาน	0 (0.00)	1 (2.71)	36 (97.29)	21 (56.75)	10 (27.00)	6 (8.10)
การให้เหตุผล	0 (0.00)	0 (0.00)	37 (100)	19 (56.75)	14 (32.43)	4 (10.82)

จากตารางที่ 13 เมื่อสำรวจความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบไปด้วย ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล จากคำถามที่ว่า “แรงใดเป็นแรงคู่กิริยา-ปฏิกิริยาของแรงดึงดูดของโลกที่กระทำต่อแก้วน้ำ” พบว่าก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการสร้างข้อกล่าวอ้าง อยู่ในระดับ ควรปรับปรุง จำนวน 35 คน คิดเป็นร้อยละ 94.59 และรองลงมาคือระดับ ดีมาก จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 5.41 โดยนักเรียนเขียนข้อกล่าวอ้าง ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ระดับ ควรปรับปรุง

“แรงดึงดูดที่แก้วน้ำกระทำกับโต๊ะ”

จะเห็นได้ว่านักเรียนที่เขียนข้อกล่าวอ้างอยู่ในระดับ ควรปรับปรุง เพราะเขียนข้อกล่าวอ้างไม่ถูกต้อง ซึ่งนักเรียนจะต้องเขียนข้อกล่าวอ้างว่า แรงที่เป็นแรงคู่กิริยา-ปฏิกิริยา ของแรงดึงดูดของโลกที่กระทำต่อแก้วน้ำ คือ แรงดึงดูดที่แก้วน้ำกระทำต่อโลก

ระดับ ดีมาก

“แรงดึงดูดที่แก้วน้ำกระทำต่อโลก”

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นอกจากนี้ยังพบว่าก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการแสดงหลักฐาน อยู่ในระดับ ควรปรับปรุง จำนวน 36 คน คิดเป็นร้อยละ 97.29 และรองลงมาคือระดับ ดี จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 2.71 โดยนักเรียนเขียนแสดงหลักฐาน ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ระดับ ควรปรับปรุง

"จากภาพที่กำหนดให้คือหลักฐาน"

จะเห็นได้ว่านักเรียนที่แสดงหลักฐานอยู่ในระดับ ควรปรับปรุง เพราะนักเรียนเขียนแสดงหลักฐานไม่เหมาะสมแต่ยังไม่เพียงพอในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง โดยเขียนว่าจากภาพที่กำหนดให้นี้คือหลักฐาน

ระดับ ดี

" แรงดึงดูดของโลกที่กระทำต่อแก้วน้ำลูกศรมีทิศลงด้านล่าง"

จะเห็นได้ว่านักเรียนที่แสดงหลักฐานอยู่ในระดับ ดี เพราะนักเรียนเขียนแสดงหลักฐานไม่เหมาะสมและยังไม่เพียงพอโดยมีการแสดงหลักฐานแค่เพียงหนึ่งหลักฐานจากทั้งหมด 2 หลักฐาน

และการให้เหตุผลพบว่าก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการให้เหตุผล อยู่ในระดับควรปรับปรุง จำนวน 37 คน คิดเป็นร้อยละ 100 โดยนักเรียนเขียนแสดงเหตุผล ดังตัวอย่างต่อไปนี้

"ไม่เขียนแสดงเหตุผล"

"แรงกิริยา ที่กระทำนั้นคือ แรงที่แก้วกระทำต่อโต๊ะ เพราะแรงดึงดูดของโลกดึงแก้วเอาไว้และสาเหตุที่แก้วไม่ทะลุโต๊ะเพราะมีแรงปฏิกิริยาของโต๊ะที่กระทำต่อแก้วอยู่"

"น้ำหนักของแก้วน้ำ ที่กระทบกับโต๊ะส่งผลให้เกิดแรงปฏิกิริยากลับต่อแก้วน้ำทำให้แก้วตั้งได้"

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จะเห็นได้ว่านักเรียนมีการให้เหตุผลอยู่ในระดับ ควรปรับปรุง เพราะนักเรียนไม่แสดงเหตุผล หรือแสดงเหตุผลที่ไม่เชื่อมโยงหลักฐาน กับข้อกล่าวอ้าง โดยยังขาดการกล่าวถึง การให้เหตุผลที่ชัดเจนว่าทำไมแรงกิริยาและแรงปฏิกิริยาจึงมีขนาดเท่ากัน แต่มีทิศทางตรงกันข้าม

ในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้ใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 และได้วัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ผ่านการเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบเกี่ยวกับ แรงกิริยา แรงปฏิกิริยา โดยในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 ผู้วิจัยให้ตัวแทนนักเรียน 1 คนออกมายืนบนสเกตแล้วออกแรงเอามือผลักกำแพง แล้วนำนักเรียนอภิปรายโดยใช้คำถามดังนี้ ทิศทางการเคลื่อนที่ของเพื่อนที่อยู่บนสเกตเป็นอย่างไร ในการเคลื่อนที่ของเพื่อนที่อยู่บนสเกต มีแรงอะไรเกิดขึ้นบ้าง และให้ทำกิจกรรมกลุ่ม เรื่องแรงกิริยา-แรงปฏิกิริยา เพื่อศึกษาว่าในการออกแรงดึงเครื่องชั่งสปริงแต่ละครั้ง ขนาดและทิศทางของแรงทั้งสองเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร และ แรงใดเป็นแรงกิริยา แรงปฏิกิริยา ผ่านการทำกิจกรรมกลุ่ม ซึ่งในแต่ละขั้น ผู้วิจัยกระตุ้นให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการปฏิบัติการทดลอง อภิปรายแลกเปลี่ยนความรู้ แสดงความคิดเห็น และเน้นย้ำให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการใช้หลักฐานและการให้เหตุผลในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง แล้วนำเสนอผลการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ โดยผู้วิจัยเป็นผู้นำการโต้แย้งและให้สมาชิกของทุกกลุ่มมีโอกาสในการโต้แย้ง เพื่อนำไปสู่การเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ โดยในแผนการจัดการเรียนรู้นี้ นักเรียนจะได้คำอธิบายจากการทดลองว่าแรงกิริยามีขนาดเท่ากับแรงปฏิกิริยาและทุกแรงกิริยาที่กระทำต่อวัตถุจะต้องเกิดแรงปฏิกิริยาขนาดเท่ากันแต่ทิศทางตรงกันข้ามเกิดขึ้นพร้อมกันเสมอและเกิดบนวัตถุคนละก้อน เพื่อนำไปสู่การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์จากแบบทดสอบหลังเรียนที่ประกอบไปด้วย ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล

หลังจากจัดกิจกรรมการเรียนรู้ พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์พัฒนาขึ้น โดยนักเรียนสามารถสร้างข้อกล่าวอ้าง อยู่ในระดับ ดีมาก จำนวน 24 คน คิดเป็นร้อยละ 64.86 เพิ่มขึ้นจากก่อนการจัดการเรียนรู้ เพราะนักเรียนสามารถตอบข้อกล่าวอ้างได้อย่างถูกต้อง คือ แรงใดเป็นแรงคู่กิริยา-ปฏิกิริยา ของแรงดึงดูดของโลกที่กระทำต่อแก้วน้ำ ซึ่งแตกต่างจากก่อนการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนส่วนใหญ่คิดว่าแก้วน้ำอยู่บนโต๊ะได้แรงคู่กิริยา-ปฏิกิริยาควรจะเป็นแรงที่โต๊ะกระทำกลับกับแก้วน้ำ โดยนักเรียนเขียนแสดงข้อกล่าวอ้าง ดังตัวอย่างต่อไปนี้

"แรงดึงดูดของแก้วน้ำที่กระทำต่อโลก"

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

และการให้เหตุผล อยู่ในระดับดีมาก จำนวน 19 คน คิดเป็นร้อยละ 56.75 ซึ่งแตกต่างจากก่อนการจัดการเรียนรู้ที่ไม่มีนักเรียนได้คะแนนอยู่ในระดับนี้เลย เพราะนักเรียนสามารถแสดงเหตุผลที่เชื่อมโยงหลักฐานไปสู่ข้อกล่าวอ้างรวมถึงใช้ หลักการเชิงวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม มีการแสดงให้เห็นการให้เหตุผลที่ชัดเจนว่าทำไมแรงกิริยาและแรงปฏิกิริยาจึงมีขนาดเท่ากัน แต่มีทิศทางตรงกันข้าม โดยนักเรียนเขียนแสดงการให้เหตุผล ดังตัวอย่างต่อไปนี้

"แรงที่แก้วน้ำดึงดูดโลกที่เป็นแรงคู่กิริยา-ปฏิกิริยา กับแรงดึงดูดของโลกที่กระทำต่อแก้วน้ำนั้นเพราะแรงทั้งสองมีขนาดเท่ากันแต่มีทิศทางตรงกันข้าม โดยแรงทั้งสองเกิดขึ้นพร้อมกันและเกิดบนวัตถุคนละก้อน"

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล จากแบบทดสอบเรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ แสดงเป็นความถี่และร้อยละของนักเรียน ก่อนและหลังเรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ ข้อที่ 3 เรื่องแรงพยุง แสดงดังตารางที่ 14

ตารางที่ 14 ความถี่และร้อยละของนักเรียนจำแนกตามระดับคะแนนความสามารถในสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบทดสอบ แรงและการเคลื่อนที่ ข้อที่ 3 เรื่องแรงพยุง

(N = 37)

องค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์	ก่อนการจัดการเรียนรู้			หลังการจัดการเรียนรู้		
	ดีมาก	ดี	ควรปรับปรุง	ดีมาก	ดี	ควรปรับปรุง
	จำนวน (ร้อยละ)			จำนวน (ร้อยละ)		
ข้อกล่าวอ้าง	4 (10.81)	2 (5.40)	31 (83.79)	24 (64.86)	8 (21.62)	2 (13.52)
หลักฐาน	0 (0.00)	2 (5.40)	35 (94.60)	21 (56.75)	13 (27.00)	4 (8.10)
การให้เหตุผล	0 (0.00)	1 (2.70)	36 (97.30)	19 (56.75)	12 (32.43)	1 (10.82)

จากตารางที่ 14 เมื่อสำรวจความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบไปด้วย ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล จากคำถามที่ว่า "เมื่อนำวัตถุ A, B และ C ไปใส่ในถ้วยยูเรก้าที่มีน้ำอยู่ผลปรากฏว่า วัตถุ A ปริมาตรของน้ำที่ล้นออกมาเป็น 2 เท่าของวัตถุ C และวัตถุ B มีน้ำหนักเท่ากับวัตถุ C แต่มีขนาดใหญ่กว่าวัตถุ C และเมื่อนำวัตถุทั้งสามไปลอยน้ำ พบว่าวัตถุ C

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ลอยน้ำ เมื่อเทียบกับวัตถุ C แล้ว วัตถุ A และ B ควรอยู่ในตำแหน่งรูปใด” พบว่าก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ในส่วนของข้อกล่าวอ้าง อยู่ในระดับ ควรปรับปรุง จำนวน 31 คน คิดเป็นร้อยละ 83.79 และรองลงมาคือระดับ ดีมาก จำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 10.81 โดยนักเรียนเขียนข้อกล่าวอ้าง ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ระดับ ควรปรับปรุง

“วัตถุ A คือ ภาพที่ 3 และวัตถุ B คือ ภาพที่ 1”

“วัตถุ A คือ ภาพที่ 2 และวัตถุ B คือ ภาพที่ 1”

จะเห็นได้ว่านักเรียนที่เขียนข้อกล่าวอ้างอยู่ในระดับ ควรปรับปรุง เพราะเขียนข้อกล่าวอ้างไม่ถูกต้อง ซึ่งนักเรียนจะต้องเขียนข้อกล่าวอ้างว่า “วัตถุ A คือ ภาพที่ 1 และวัตถุ B คือ ภาพที่ 3”

ระดับ ดีมาก

“วัตถุ A คือ ภาพที่ 1 และวัตถุ B คือ ภาพที่ 3”

นอกจากนี้ยังพบว่าก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการแสดงหลักฐาน อยู่ในระดับ ควรปรับปรุง จำนวน 35 คน คิดเป็นร้อยละ 94.60 และรองลงมาคือระดับ ดี จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 5.40 โดยนักเรียนเขียนแสดงหลักฐาน ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ระดับ ควรปรับปรุง

“รูปภาพและข้อมูลที่โจทย์ให้”

“ภาพการลอยน้ำของวัตถุ C”

“วัตถุ A มีน้ำล้นออกมามากกว่าวัตถุ C“

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จะเห็นได้ว่านักเรียนที่แสดงหลักฐานอยู่ในระดับ ควรปรับปรุง เพราะ ไม่มีการแสดงหลักฐาน หรือแสดงหลักฐานที่ไม่เหมาะสมกล่าวคือ นักเรียนยังขาดการเขียนอธิบายหลักฐานเพื่อวิเคราะห์ภาพว่าทำไมวัตถุ A และวัตถุ B จึงเป็นดังรูปที่นักเรียนเขียนข้อกล่าวอ้าง ซึ่งนักเรียนจะเขียนแต่ว่า จากภาพคือหลักฐาน หรือเขียนแสดงหลักฐานแค่เพียงสั้นๆ

ระดับ ดี

"ภาพวัตถุ C มีส่วนที่ลอยอยู่เหนือน้ำเล็กน้อยส่วนที่เหลือจมน้ำ และวัตถุ A ปริมาตรของน้ำที่ล้นออกมาเป็น 2 เท่าของวัตถุ C ดังนั้น วัตถุ A มีน้ำหนักมากกว่าวัตถุ C"

จะเห็นได้ว่านักเรียนที่แสดงหลักฐานอยู่ในระดับ ดี เพราะ มีการแสดงหลักฐาน แต่หลักฐานที่ได้ไม่เพียงพอ คือ นักเรียนยังขาดการเขียนอธิบายหลักฐานเพื่อวิเคราะห์ภาพของวัตถุ B ว่ามีความสัมพันธ์กับวัตถุ A และวัตถุ B อย่างไร

และการให้เหตุผลพบว่าก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการให้เหตุผล อยู่ในระดับควรปรับปรุง จำนวน 36 คน คิดเป็นร้อยละ 97.30 และรองลงมาคือระดับ ดี จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 2.70 โดยนักเรียนเขียนแสดงเหตุผล ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ระดับ ควรปรับปรุง

"ไม่มีการเขียนแสดงเหตุผล"

"จากการทดลองพบว่า วัตถุ A มีน้ำหนักมากกว่าวัตถุ C เพราะน้ำล้นออกมามากกว่า"

"จากภาพพบว่า วัตถุ A มีน้ำหนักมากที่สุดน้ำจึงล้นออกมามาก ในขณะที่ วัตถุ B มีขนาดใหญ่กว่า จึงจมมากกว่า"

จะเห็นได้ว่านักเรียนที่เขียนแสดงเหตุผลอยู่ในระดับ ควรปรับปรุง เพราะไม่แสดงเหตุผลหรือแสดงเหตุผลที่ไม่เชื่อมโยงหลักฐานกับข้อกล่าวอ้าง โดยนักเรียนยังขาดการให้เหตุผลในส่วนของความสัมพันธ์ของความหนาแน่นของวัตถุกับการลอยหรือจมในของเหลวกับน้ำหนักของวัตถุกับปริมาตรของน้ำที่ล้นออกมาจากถ้วยยูเรก้า

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ระดับ ดี

"วัตถุใดก็ตามที่มีปริมาตรน้ำที่ล้นออกมาจากถ้วยยูเรก้าที่มากวัตถุนั้นก็จะจมลงไปในน้ำได้มาก ซึ่งสอดคล้องกับวัตถุ A ที่จมลงไปมากกว่าวัตถุ C และการที่วัตถุ Bและ C เป็นภาพเดียวกันก็เพราะมีน้ำหนักเท่ากัน แรงพยุงก็จะเท่ากันด้วย"

จะเห็นได้ว่านักเรียนที่เขียนแสดงเหตุผลอยู่ในระดับ ดี เพราะแสดงเหตุผลที่เชื่อมโยงกับข้อกล่าวอ้าง แต่มีการใช้หลักฐานซ้ำ และ/ หรือมีการใช้หลักการเชิงวิทยาศาสตร์บ้าง แต่ไม่เพียงพอ ไม่แสดงเหตุผลหรือแสดงเหตุผลที่ไม่เชื่อมโยงหลักฐานกับข้อกล่าวอ้าง โดยนักเรียนยังขาดการให้เหตุผลในส่วนของความสัมพันธ์ของความหนาแน่นของวัตถุกับการลอยหรือจมในของเหลว

ในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้ใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 และได้วัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ผ่านการเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบเกี่ยวกับ แรงพยุง โดยผู้วิจัยให้ตัวแทนนักเรียน ใช้เครื่องชั่งสปริงเกี่ยวน๊อต แล้วให้นักเรียนอ่านค่าน้ำหนักของน๊อต จากนั้นนำนักเรียนอภิปรายโดยใช้คำถามว่า ถ้าชั่งน๊อตในน้ำ น้ำหนักของน๊อตที่อ่านจากเครื่องชั่งอันเดียวกันจะเท่ากันหรือไม่ เพราะเหตุใด และให้ทำกิจกรรมกลุ่มเพื่อศึกษาเรื่อง แรงพยุง ซึ่งในแต่ละขั้นผู้วิจัยกระตุ้นให้นักเรียนได้อภิปรายแลกเปลี่ยนความรู้ พยายามให้นักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมในการทำการทดลอง แสดงความคิดเห็น และเน้นย้ำให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการใช้หลักฐานและการให้เหตุผลในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง แล้วนำเสนอผลการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ โดยผู้วิจัยเป็นผู้นำการโต้แย้งและให้สมาชิกของทุกกลุ่มมีโอกาสในการโต้แย้ง เพื่อนำไปสู่การเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ โดย แผนการจัดการเรียนรู้นี้ นักเรียนจะได้รู้ว่าน้ำหนักของน๊อตเมื่อชั่งในน้ำและน้ำหนักของน๊อตเมื่อชั่งในอากาศมีค่าไม่เท่ากัน โดยในน้ำ น้ำหนักของน๊อตที่อ่านได้จะมีค่าน้อยกว่าเพราะมีน้ำเป็นตัวช่วยพยุง ซึ่งนักเรียนจะนำความรู้ คำอธิบายและความหมายของ แรงพยุง ไปสู่การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์จากแบบทดสอบหลังเรียนที่ประกอบไปด้วย ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล

ภายหลังจากจัดกิจกรรมการเรียนรู้ พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์มากขึ้น โดยนักเรียนสามารถสร้างข้อกล่าวอ้าง อยู่ในระดับ ดีมาก จำนวน 27 คน คิดเป็นร้อยละ 64.86 เพิ่มขึ้นจากก่อนการจัดการเรียนรู้ เพราะนักเรียนสามารถตอบได้ตรงคำถามที่ว่า เมื่อเทียบกับวัตถุ C แล้ว วัตถุ A และ B ควรอยู่ในตำแหน่งตามรูปใด ตามลำดับ ได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ครบถ้วน ซึ่งแตกต่างจากก่อนการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนส่วนใหญ่จะตอบผิด เพราะนักเรียนไม่มีความรู้ ความเข้าใจเรื่องของแรงพยุง โดยหลังจากจัดกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนส่วนใหญ่เขียนข้อกล่าวอ้าง ดังตัวอย่างต่อไปนี้

"วัตถุ A คือ ภาพที่ 1 และวัตถุ B คือ ภาพที่ 3"

ในส่วนของการแสดงหลักฐาน อยู่ในระดับ ดีมาก จำนวน 20 คน คิดเป็นร้อยละ 56.75 ซึ่งแตกต่างจากก่อนการจัดการเรียนรู้เดิมที่ไม่มีนักเรียนอยู่ระดับนี้เลย เพราะนักเรียนสามารถแสดงหลักฐานได้เหมาะสมและมีจำนวนเพียงพอต่อการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง รู้จักการเขียนอธิบายจากภาพที่แสดงถึงความเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาและการทดลองที่เคยเรียนในคาบเรียนปกติกับสถานการณ์ที่กำหนดให้โดยนักเรียนเขียนแสดงหลักฐาน ดังตัวอย่างต่อไปนี้

"จากภาพวัตถุ C ส่วนที่ลอยอยู่เหนือน้ำมีเพียงเล็กน้อยส่วนที่เหลือจะจมน้ำ และวัตถุ A ปริมาตรของน้ำที่ล้นออกมาเป็น 2 เท่าของวัตถุ C สิ่งนี้แสดงให้เห็นว่า วัตถุ A มีน้ำหนักมากกว่าวัตถุ C จึงเป็นไปได้ตามภาพที่ 1 และนอกจากนี้การที่วัตถุ B มีน้ำหนักเท่ากับวัตถุ C ถึงแม้จะมีขนาดใหญ่กว่าวัตถุ C ภาพที่ได้ เมื่อนำวัตถุ Bไปลอยในน้ำก็คือภาพที่ 2 เหมือนกับภาพของวัตถุ C"

"วัตถุ A เมื่อใส่ลงไปในถ้วยยูเรก้าจะมีน้ำล้นออกมาเป็น 2 เท่าของวัตถุ C และวัตถุ B มีน้ำหนักเท่ากับวัตถุ A ดังนั้นวัตถุ A ต้องหนักกว่าวัตถุ B เมื่อนำไปใส่น้ำวัตถุ A ต้องจมน้ำมากกว่าวัตถุ B วัตถุ A จึงเป็นรูปที่ 1 ส่วนวัตถุ B จึงเป็นรูปที่ 3 เพราะปริมาณน้ำที่ออกมาจากถ้วยยูเรก้าจะเท่ากับมวลของวัตถุที่ใส่ลงไป"

และการให้เหตุผล อยู่ในระดับดีมาก จำนวน 24 คน คิดเป็นร้อยละ 56.75 ซึ่งแตกต่างจากก่อนการจัดการเรียนรู้ที่ไม่มีนักเรียนได้คะแนนอยู่ในระดับนี้เลย เพราะนักเรียนสามารถแสดงเหตุผลที่เชื่อมโยงหลักฐานไปสู่ข้อกล่าวอ้างรวมถึงใช้หลักการเชิงวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม มีการแสดงให้เห็นความสัมพันธ์ของของเหลวที่กระทำต่อวัตถุได้ โดยนักเรียนเขียนแสดงเหตุผล ดังตัวอย่างต่อไปนี้

"ปกติแล้วขนาดของแรงพยุงจะเท่ากับขนาดของของเหลวที่ถูกวัตถุแทนที่ซึ่งถ้าวัตถุใดมีน้ำหนักมากขนาดของของเหลวที่ถูกวัตถุแทนที่ก็จะมากด้วยซึ่งแสดงให้เห็นถึงปริมาตรน้ำที่ล้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ออกมาจากถ้วยยูเรก้าที่มากตามไปด้วยซึ่งสอดคล้องกับวัตถุ A ที่จมลงไปมากกว่าวัตถุ C และการที่วัตถุ B และ C เป็นภาพเดียวกันก็เพราะมีน้ำหนักเท่ากัน แรงพยุงก็จะเท่ากันด้วย

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล จากแบบทดสอบเรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ แสดงเป็นความถี่และร้อยละของนักเรียน ก่อนและหลังเรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ ข้อที่ 4 เรื่องแรงเสียดทาน ดังตารางที่ 15

ตารางที่ 15 ความถี่และร้อยละของนักเรียนจำแนกตามระดับคะแนนความสามารถในสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบทดสอบ แรงและการเคลื่อนที่ ข้อที่ 4 เรื่องแรงเสียดทาน

(N = 37)

องค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์	ก่อนการจัดการเรียนรู้			หลังการจัดการเรียนรู้		
	ดีมาก	ดี	ควรปรับปรุง	ดีมาก	ดี	ควรปรับปรุง
	จำนวน (ร้อยละ)			จำนวน (ร้อยละ)		
ข้อกล่าวอ้าง	11 (29.72)	6 (16.21)	20 (54.07)	30 (64.86)	4 (21.62)	3 (13.52)
หลักฐาน	0 (0.00)	2 (5.40)	35 (94.59)	28 (56.75)	5 (27.00)	4 (8.10)
การให้เหตุผล	0 (0.00)	3 (8.10)	34 (91.90)	26 (56.75)	9 (32.43)	2 (10.82)

จากตารางที่ 15 เมื่อสำรวจความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ พบว่าก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ซึ่งประกอบไปด้วยข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล จากคำถามที่ว่า “นักเรียนคิดว่าการเพิ่มจำนวนถุงทรายที่มากขึ้นจะส่งผลทำให้แรงเสียดทานมากขึ้นหรือน้อยลง” พบว่าก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบไปด้วยข้อกล่าวอ้าง อยู่ในระดับ ควรปรับปรุง จำนวน 20 คน คิดเป็นร้อยละ 54.07 และรองลงมาคือ ระดับ ดีมาก จำนวน 11 คน คิดเป็นร้อยละ 29.72 โดยนักเรียนเขียนข้อกล่าวอ้าง ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ระดับ ควรปรับปรุง

"จำนวนถุงทรายที่มากขึ้น ส่งผลต่อแรงเสียดทานมากขึ้นหรือน้อยลง"

"จำนวนถุงทรายที่มากขึ้น ส่งผลทำให้ลากได้ช้าขึ้นเพราะมีแรงเสียดทานมาเกี่ยวข้อง"

"จำนวนถุงทรายที่มากขึ้นส่งผลทำให้แรงเสียดทานน้อยลง"

"ไม่เขียนข้อกล่าวอ้าง"

จะเห็นได้ว่านักเรียนที่เขียนข้อกล่าวอ้างอยู่ในระดับ ควรปรับปรุง เพราะไม่เขียนข้อกล่าวอ้างหรือเขียนข้อกล่าวอ้างไม่ถูกต้อง และไม่ชัดเจน ซึ่งนักเรียนจะต้องเขียนข้อกล่าวอ้างว่า "จำนวนถุงทรายที่มากขึ้น ส่งผลต่อแรงเสียดทานที่มากขึ้น"

ระดับ ดีมาก

"จำนวนถุงทรายที่มากขึ้น ส่งผลต่อแรงเสียดทานที่มากขึ้นด้วย"

นอกจากนี้ยังพบว่าก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการแสดงหลักฐาน อยู่ในระดับ ควรปรับปรุง จำนวน 35 คน คิดเป็นร้อยละ 94.59 และรองลงมาคือระดับ ดี จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 5.40 โดยนักเรียนเขียนแสดงหลักฐาน ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ระดับ ควรปรับปรุง

"ไม่เขียนแสดงหลักฐาน"

"จากตารางที่กำหนดให้คือหลักฐาน"

"จากตารางการเพิ่มจำนวนถุงทรายที่มากขึ้นส่งผลทำให้ค่าแรงที่อ่านได้จากถุงทรายมีค่ามากขึ้น"

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จะเห็นได้ว่านักเรียนที่แสดงหลักฐาน อยู่ในระดับ ควรปรับปรุง เพราะไม่มีการแสดงหลักฐาน หรือแสดงหลักฐานที่ไม่เหมาะสมกล่าวคือ นักเรียนยังขาดการนำข้อมูลตัวเลขจากในตารางมาเขียนอธิบายให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของจำนวนถุงทรายกับแรงที่อ่านได้อย่างถูกต้อง

ระดับ ดี

"จากตารางการเพิ่มจำนวนถุงทรายที่มากขึ้นส่งผลทำให้ค่าแรงที่อ่านได้จากถุงทรายมีค่ามากขึ้นด้วยเนื่องจากน้ำหนักที่มากจึงไม่เกิดความเร่ง"

จะเห็นได้ว่านักเรียนที่แสดงหลักฐาน อยู่ในระดับ ดี เพราะมีการแสดงหลักฐานได้เหมาะสมแต่ไม่เพียงพอ คือ นักเรียนมีการแสดงหลักฐานที่แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของน้ำหนักกับความเร่งที่ส่งผลต่อแรงเสียดทานแต่ขาดการนำข้อมูลตัวเลขจากในตารางมาเขียนอธิบายให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของจำนวนถุงทรายกับแรงที่อ่านได้อย่างถูกต้อง

และการให้เหตุผลพบว่าก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการให้เหตุผล อยู่ในระดับควรปรับปรุง จำนวน 34 คน คิดเป็นร้อยละ 91.90 และรองลงมาคือระดับ ดี จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 8.10 โดยนักเรียนเขียนแสดงเหตุผล ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ระดับ ควรปรับปรุง

"ไม่เขียนแสดงเหตุผล"

"แรงเสียดทานมากขึ้นเพราะลักษณะของผิวสัมผัสที่หยาบ"

"แรงเสียดทานไม่มีความเกี่ยวข้องกับน้ำหนักของถุงทรายที่มากขึ้น แต่มีความเกี่ยวข้องกับแรงที่อ่านได้เพราะมีค่ามากขึ้น"

จะเห็นได้ว่านักเรียนมีการให้เหตุผล อยู่ในระดับควรปรับปรุง เพราะ ไม่เขียนแสดงเหตุผลหรือแสดงเหตุผลที่ไม่เชื่อมโยงกับหลักฐานและข้อกล่าวอ้าง โดยยังขาดการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างแรงเสียดทานกับแรงที่อ่านได้จากเครื่องชั่งสปริงว่ามีความเกี่ยวข้องกันอย่างไร แล้วทำไมแรงที่อ่านได้จึงมีค่ามากขึ้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ระดับ ดี

"แรงเสียดทานเป็นแรงที่ต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุ เกิดขึ้นระหว่างผิวสัมผัส ซึ่งแรงดึงยิ่งมากแรงเสียดทานจะมากตามไปด้วย"

จะเห็นได้ว่านักเรียนมีการให้เหตุผลอยู่ในระดับ ดี เพราะ นักเรียนสามารถแสดงเหตุผลที่เชื่อมโยงกับข้อกล่าวอ้าง แต่ยังไม่เพียงพอ โดยยังขาดการการให้เหตุผลว่าการเพิ่มจำนวนถุงทรายมีผลทำให้แรงเสียดทานมีค่ามากขึ้นเนื่องจากเมื่อเพิ่มจำนวนถุงทราย จะทำให้แรงกดบนพื้นมากขึ้น ในขณะเดียวกันแรงที่พื้นกระทำต่อถุงทรายจะมีค่ามากขึ้น ดังนั้นขนาดของแรงเสียดทานจึงมีค่าเพิ่มขึ้น

ในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้ใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 และได้วัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ผ่านการเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบเกี่ยวกับ แรงเสียดทาน โดยในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 ผู้วิจัยให้ตัวแทนนักเรียนออกแรงผลักโต๊ะเรียนไปตามพื้นราบในแนวระดับ จากนั้นนำนักเรียนอภิปรายโดยใช้คำถามว่า จากการที่เพื่อนออกมาผลักโต๊ะ นักเรียนสังเกตเห็นอะไรบ้าง ทำไมวัตถุจึงหยุดการเคลื่อนที่ นักเรียนคิดว่าขนาดของแรงต้านการเคลื่อนที่ขึ้นอยู่กับปัจจัยใด และมีทิศทางอย่างไร และให้ทำกิจกรรมกลุ่มเพื่อศึกษาเรื่อง แรงเสียดทาน ซึ่งในแต่ละขั้น ผู้วิจัยกระตุ้นให้นักเรียนได้อภิปรายแลกเปลี่ยนความรู้ พยายามให้นักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมในการทำการทดลอง แสดงความคิดเห็น และเน้นย้ำให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการใช้หลักฐานและการให้เหตุผลในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง แล้วนำเสนอผลการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ โดยผู้วิจัยเป็นผู้นำการโต้แย้งและให้สมาชิกของทุกกลุ่มมีโอกาสในการโต้แย้ง เพื่อนำไปสู่การเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ โดย แผนการจัดการเรียนรู้นี้ นักเรียนจะได้รู้ว่าแรงเสียดทานจะมีทิศตรงข้ามกับทิศทางการเคลื่อนที่" โดยการนำกระดาษขนาดเล็กไปแปะไว้ใต้กล่อง แล้วออกแรงดึงเชือกที่ยึดติดกับกล่องไปข้างหน้าจะพบว่ากระดาษที่ติดอยู่ใต้กล่องจะลู่ไปคนละด้านกับการเคลื่อนที่ของกล่อง นอกจากนี้นักเรียนจะได้รู้ว่ามีปัจจัยใดบ้างที่ส่งผลต่อแรงเสียดทานผ่านการทดลอง ซึ่งนักเรียนจะนำความรู้ คำอธิบายและความหมายของ แรงเสียดทาน ไปสู่การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์จากแบบทดสอบหลังเรียนที่ประกอบไปด้วย ข้อกล่าวอ้าง หลักฐานและการให้เหตุผล

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภายหลังจากจัดกิจกรรมการเรียนรู้ พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์มากขึ้น โดยนักเรียนสามารถสร้างข้อกล่าวอ้าง อยู่ในระดับ ดีมาก จำนวน 30 คน คิดเป็นร้อยละ 64.86 เพิ่มขึ้นจากก่อนการจัดการเรียนรู้ นักเรียนสามารถตอบได้ตรงคำถามที่ว่า นักเรียนคิดว่าการเพิ่มจำนวนถุงทรายที่มากขึ้นจะส่งผลทำให้แรงเสียดทานมากขึ้นหรือน้อยลงได้อย่างครบถ้วนและถูกต้อง ซึ่งแตกต่างจากก่อนการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนส่วนใหญ่จะไม่ตอบหรือนำคำถามมาเขียนตอบในข้อกล่าวอ้าง และบางส่วนตอบผิด โดยหลังจากจัดกิจกรรมการเรียนรู้นักเรียนส่วนใหญ่เขียนข้อกล่าวอ้าง ดังตัวอย่างต่อไปนี้

"จำนวนถุงทรายที่มากขึ้น ส่งผลต่อแรงเสียดทานที่มากขึ้นด้วย"

ในส่วนของการแสดงหลักฐาน อยู่ในระดับ ดีมาก จำนวน 28 คน คิดเป็นร้อยละ 56.75 ซึ่งแตกต่างจากก่อนการจัดการเรียนรู้ที่ไม่มีนักเรียนอยู่ระดับนี้เลย เพราะนักเรียนสามารถแสดงหลักฐานได้เหมาะสมและมีจำนวนเพียงพอต่อการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง รู้จักการนำข้อมูลตัวเลขจากในตารางมาเขียนอธิบายให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของจำนวนถุงทรายกับแรงที่อ่านได้อย่างถูกต้อง โดยนักเรียนเขียนแสดงหลักฐาน ดังตัวอย่างต่อไปนี้

"จากตารางการเพิ่มจำนวนถุงทรายที่มากขึ้น จาก 1 ถุงเป็น 4 ถุงจะส่งผลทำให้ค่าแรงที่อ่านได้จากถุงทรายมีค่ามากขึ้นด้วย"

"จากตารางการเพิ่มจำนวนถุงทรายจาก 1 ถุง เป็น 2 ถุงไปจนถึง 4 ถุงตามลำดับ จะส่งผลทำให้แรงที่อ่านได้จากการดึงถุงทรายด้วยเครื่องชั่งสปริงมีค่ามากขึ้นตามลำดับ สอดคล้องกับการที่จำนวนถุงทรายที่มากขึ้นแรงเสียดทานก็จะมีค่ามากขึ้นด้วย เพราะแรงที่อ่านได้มีค่ามากขึ้น"

และการให้เหตุผล อยู่ในระดับดีมาก จำนวน 26 คน คิดเป็นร้อยละ 56.75 ซึ่งแตกต่างจากก่อนการจัดการเรียนรู้ที่ไม่มีนักเรียนได้คะแนนอยู่ในระดับนี้เลย เพราะนักเรียนสามารถแสดงเหตุผลที่เชื่อมโยงหลักฐานไปสู่ข้อกล่าวอ้างรวมถึงใช้ หลักการเชิงวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม มีการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างแรงเสียดทานกับแรงที่อ่านได้จากเครื่องชั่งสปริงว่ามีความเกี่ยวข้องกันอย่างไร แล้วทำไมแรงที่อ่านได้จึงมีค่ามากขึ้น โดยนักเรียนเขียนแสดงเหตุผล ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

"แรงเสียดทานเป็นแรงที่ต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุ เกิดขึ้นระหว่างผิวสัมผัส มีทิศทางตรงข้ามกับทิศทางที่ผิวสัมผัสเคลื่อนที่ซึ่งการเพิ่มจำนวนถุงทรายมีผลทำให้แรงเสียดทานมีค่ามากขึ้น เนื่องจากเมื่อเพิ่มจำนวนถุงทราย จะทำให้แรงกดบนพื้นมากขึ้น ในขณะเดียวกันแรงที่พื้นกระทำต่อถุงทรายจะมีค่ามากขึ้น ดังนั้นขนาดของแรงเสียดทานจึงมีค่าเพิ่มขึ้น"

"จากผลการทดลองในตาราง จำนวนถุงทรายที่มากขึ้น แรงที่ใช้ดึงก็มากขึ้นด้วย เนื่องจากมีมวลมาก แรงที่กดลงบนพื้นตามแรงโน้มถ่วงของโลกก็ยิ่งมาก เมื่อแรงกดมากทำให้ต้องใช้แรงมากจึงส่งผลทำให้แรงเสียดทานมากขึ้นด้วย เพราะแรงเสียดทานคือแรงที่ต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุ เมื่อมวลมากแรงเสียดทานก็มากเช่นกัน"

ตอนที่ 2 ความถี่จากแบบประเมินการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล จากแบบประเมินการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ แสดงเป็นความถี่ของนักเรียนที่ปฏิบัติและไม่ปฏิบัติ ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องผลของแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุ แสดงดังตารางที่ 16

ตารางที่ 16 ความถี่ของนักเรียนจากแบบประเมินการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ผลของแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุ

พฤติกรรมที่ประเมิน	ผลการประเมิน	
	ปฏิบัติ (คน)	ไม่ปฏิบัติ (คน)
ด้านกระบวนการคิด		
1. มีส่วนร่วมในการแก้ปัญหา	32	5
2. มีส่วนร่วมในการประเมินข้อกล่าวอ้างของกลุ่มตนเองและกลุ่มอื่นๆ	11	26
3. มีการตอบสนองต่อข้อมูลที่มีการเปลี่ยนแปลงไป	9	28
4. แสดงความสงสัยใคร่รู้เกี่ยวกับข้อกล่าวอ้างที่เพื่อนกลุ่มอื่นนำเสนอ	8	29
5. มีการแสดงเหตุผลเพื่อมาสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง	11	26
6. มีการใช้เหตุผลที่หลากหลายในการประเมินข้อกล่าวอ้าง	7	30

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 16 (ต่อ)

พฤติกรรมที่ประเมิน	ผลการประเมิน	
	ปฏิบัติ (คน)	ไม่ปฏิบัติ (คน)
ด้านการให้เหตุผล		
7. มีการใช้หลักฐานในการทำความเข้าใจปรากฏการณ์	21	16
8. มีการประเมินความเป็นไปได้ของหลักฐานที่ใช้	18	19
9. มีการใช้ทฤษฎี กฎหรือแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการให้เหตุผล	23	14
10. มีการสื่อสารโดยใช้ภาษาทางวิทยาศาสตร์	31	6
11. ไม่ใช้ถ้อยคำที่โน้มน้าว โอ้อวดเกินจริงในการทำให้บุคคลอื่นยอมรับข้อกล่าวอ้างของกลุ่มตนเอง	35	2
ด้านสังคม		
12. มีส่วนร่วมในการสะท้อนสิ่งที่เพื่อนพูด	11	26
13. มีการแสดงความเคารพซึ่งกันและกัน	37	0
14. มีความพยายามในการมีส่วนร่วมที่จะเสนอความคิดเห็น	11	26

จากตารางที่ 16 เมื่อสังเกตความสามารถในการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องผลของแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุพบว่า

ด้านกระบวนการคิด หัวข้อที่นักเรียนปฏิบัติมากที่สุด คือ การมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหา จำนวน 32 คน เนื่องจากนักเรียนมีความเคยชินกับการทำกิจกรรมกลุ่มในวิชาวิทยาศาสตร์มาก่อน และผู้วิจัยใช้เทคนิคการจัดกลุ่มแบบคละจึงส่งผลทำให้นักเรียนในกลุ่มไม่สนิทกันจึงลดพฤติกรรมการคุยกันภายในกลุ่มได้ โดยสังเกตพฤติกรรมจากวิดิทัศน์การอภิปรายร่วมกันเพื่อวางแผนการแก้ปัญหา และพฤติกรรมในหัวข้อที่นักเรียนปฏิบัติน้อยที่สุด คือ มีการใช้เหตุผลที่หลากหลายในการประเมินข้อกล่าวอ้าง จำนวน 7 คน เนื่องจากเป็นคาบเรียนแรก ความพยายามที่จะแสดงเหตุผลจากกิจกรรมที่ปฏิบัติยังน้อยมาก ขาดความกล้าแสดงออก และยังขาดการพูดอภิปราย โดยสังเกตจากคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนสร้างในแต่ละคาบเรียน ในส่วนที่เป็นการให้เหตุผล หรือสถานการณ์ที่กำหนดในแต่ละคาบเรียนของนักเรียนภายในกลุ่ม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ด้านการให้เหตุผล หัวข้อที่นักเรียนปฏิบัติมากที่สุด คือ ไม่ใช้ถ้อยคำที่โน้มน้าว โอ้อวดเกินจริงในการทำให้บุคคลอื่นยอมรับข้อกล่าวอ้างของกลุ่มตนเอง จำนวน 35 คน เนื่องจากเป็นคาบเรียนแรก ผู้วิจัยมีการชี้แจงวิธีการออกมานำเสนอผลการสำรวจตรวจสอบในกระดาษฟลิปชาร์ตว่านักเรียนจะต้องไม่ใช้ถ้อยคำโอ้อวดจนเกินจริง พยายามพูดให้เหตุผลสอดคล้องกับหลักฐานที่ตนเองมีอยู่ โดยสังเกตพฤติกรรมจากคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนสร้างในแต่ละคาบเรียน และพฤติกรรมในหัวข้อที่นักเรียนปฏิบัติน้อยที่สุดในส่วนที่เป็นการให้เหตุผล คือ มีการประเมินความเป็นไปได้ของหลักฐานที่ใช้ จำนวน 18 คน เนื่องจากเป็นคาบเรียนแรก นักเรียนยังคงมีความตื่นเต้นจนลืมไปว่าผู้วิจัยมีการกำหนดเวลาในการปฏิบัติกิจกรรมการทดลอง ส่งผลทำให้นักเรียนยังขาดการอภิปรายเพื่อดูความเหมาะของหลักฐานที่นำมาแสดง โดยสังเกตจากคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนสร้างในแต่ละคาบเรียน ในส่วนที่เป็นหลักฐาน

ด้านสังคม หัวข้อที่นักเรียนปฏิบัติมากที่สุด คือ มีการแสดงความเคารพซึ่งกันและกัน จำนวน 37 คน เนื่องจาก เวลาที่นักเรียนในห้องจะนำเสนอหรือพูดอภิปราย ผู้วิจัยจะเน้นย้ำมารยาทในการฟัง และการแสดงความคิดเห็น และการรู้จักเคารพซึ่งกันและกัน โดยสังเกตพฤติกรรมจากวิดิทัศน์การพูดโต้แย้งเมื่อกลุ่มเพื่อนออกมานำเสนอหน้าชั้น และพฤติกรรมในหัวข้อที่นักเรียนปฏิบัติน้อยที่สุด คือ มีส่วนร่วมในการสะท้อนสิ่งที่เพื่อนพูด และมีความพยายามในการมีส่วนร่วมที่จะเสนอความคิดเห็น จำนวน 11 คน เนื่องจาก นักเรียนไทยส่วนใหญ่ยังขาดความกล้าแสดงออก นั่งเงียบ ไม่กล้าอภิปรายเพราะกลัวว่าจะผิด โดยสังเกตจากสังเกตจาก วิดิทัศน์การพูดโต้แย้งเมื่อกลุ่มเพื่อนออกมานำเสนอหน้าชั้น

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล จากแบบประเมินการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ แสดงเป็นความถี่ของนักเรียนที่ปฏิบัติและไม่ปฏิบัติ ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ความเร็วเฉลี่ยและความเร็วขณะหนึ่ง แสดงดังตารางที่ 17

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 17 ความถี่จากแบบประเมินการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ความเร็วเฉลี่ยและความเร็วขณะหนึ่ง

พฤติกรรมที่ประเมิน	ผลการประเมิน	
	ปฏิบัติ (คน)	ไม่ปฏิบัติ (คน)
ด้านกระบวนการคิด		
1. มีส่วนร่วมในการแก้ปัญหา	35	2
2. มีส่วนร่วมในการประเมินข้อกล่าวอ้างของกลุ่มตนเองและกลุ่มอื่นๆ	18	19
3. มีการตอบสนองต่อข้อมูลที่มีการเปลี่ยนแปลงไป	20	17
4. แสดงความสงสัยใคร่รู้เกี่ยวกับข้อกล่าวอ้างที่เพื่อนกลุ่มอื่นนำเสนอ	11	26
5. มีการแสดงเหตุผลเพื่อมาสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง	21	16
6. มีการใช้เหตุผลที่หลากหลายในการประเมินข้อกล่าวอ้าง	16	21
ด้านการให้เหตุผล		
7. มีการใช้หลักฐานในการทำความเข้าใจปรากฏการณ์	24	13
8. มีการประเมินความเป็นไปได้ของหลักฐานที่ใช้	10	27
9. มีการใช้ทฤษฎี กฎหรือแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการให้เหตุผล	33	4
10. มีการสื่อสารโดยใช้ภาษาทางวิทยาศาสตร์	35	2
11. ไม่ใช้ถ้อยคำที่โน้มน้าว โอ้อวดเกินจริงในการทำให้บุคคลอื่นยอมรับข้อกล่าวอ้างของกลุ่มตนเอง	37	0
ด้านสังคม		
12. มีส่วนร่วมในการสะท้อนสิ่งที่เพื่อนพูด	18	19
13. มีการแสดงความเคารพซึ่งกันและกัน	35	2
14. มีความพยายามในการมีส่วนร่วมที่จะเสนอความคิดเห็น	18	19

จากตารางที่ 17 เมื่อสังเกตความสามารถในการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องความเร็วเฉลี่ย และความเร็วขณะหนึ่ง ที่กระทำต่อวัตถุพบว่า

ด้านกระบวนการคิด หัวข้อที่นักเรียนปฏิบัติมากที่สุด คือ การมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหา จำนวน 35 คน ซึ่งเหตุผลและพฤติกรรมที่สังเกตได้สอดคล้องกับตารางที่ 16 และรองลงมาพฤติกรรมในหัวข้อที่นักเรียนปฏิบัติ คือ มีการแสดงเหตุผลเพื่อมาสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง จำนวน 21 คน เนื่องจาก นักเรียนมีประสบการณ์ในการเขียนแสดงการให้เหตุผล ในคาบเรียนที่ 1 พร้อมกับ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ได้มีโอกาสเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบและผู้วิจัยมีการตรวจรายงานกลับเพื่อให้นักเรียนแก้ไขให้ถูกต้อง โดยสังเกตจาก คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนสร้างในแต่ละคาบเรียน ในส่วนที่เป็นการให้เหตุผล

ด้านการให้เหตุผล หัวข้อที่นักเรียนปฏิบัติมากที่สุด คือ ไม่ใช้ถ้อยคำที่โน้มน้าว โอ้อวดเกินจริงในการทำให้บุคคลอื่นยอมรับข้อกล่าวอ้างของกลุ่มตนเอง จำนวน 37 คน เนื่องจากเป็นคาบเรียนที่สอง ผู้วิจัยมีการชี้แจงวิธีการออกมานำเสนอผลการสำรวจตรวจสอบในกระดาษฟลิปชาร์ตว่า นักเรียนจะต้องไม่ใช้ถ้อยคำโอ้อวดจนเกินจริง พยายามพูดให้เหตุผลสอดคล้องกับหลักฐานที่ตนเองมีอยู่อีกรอบ โดยพฤติกรรมที่สังเกตได้สอดคล้องกับตารางที่ 16 และรองลงมาพฤติกรรมในหัวข้อที่นักเรียนปฏิบัติ คือ มีการสื่อสารโดยใช้ภาษาทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 35 คน เนื่องจากนักเรียนได้ผ่านการเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ และสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ลงไปในกระดาษฟลิปชาร์ต และครูตรวจพร้อมให้ข้อมูลป้อนกลับในทันทีเมื่อนักเรียนสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ไม่ถูกต้องหรือใช้ภาษาทางวิทยาศาสตร์ที่ไม่เป็นสากล ผู้วิจัยก็จะให้นักเรียนแก้ไขให้ถูกต้อง โดยสังเกตจากคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนสร้างในแต่ละคาบเรียน ในทุกองค์ประกอบ

ด้านสังคม หัวข้อที่นักเรียนปฏิบัติมากที่สุด คือ มีการแสดงความเคารพซึ่งกันและกัน จำนวน 35 คน เนื่องจาก เวลาที่นักเรียนในห้องจะนำเสนอหรือพูดอภิปราย ผู้วิจัยจะเน้นย้ำมารยาทในการฟัง และการแสดงความคิดเห็น และการรู้จักเคารพซึ่งกันและกัน และรองลงมาพฤติกรรมในหัวข้อที่นักเรียนปฏิบัติ คือ มีส่วนร่วมในการสะท้อนสิ่งที่เพื่อนพูด และมีความพยายามในการมีส่วนร่วมที่จะเสนอความคิดเห็น จำนวน 18 คน เนื่องจาก ในคาบเรียนที่1 ผู้วิจัยชี้แจงนักเรียนว่าการแสดงความคิดเห็น และการมีส่วนร่วมในการสะท้อนสิ่งที่เพื่อนพูด จะมีความสำคัญในการนำไปใช้ประเมิน และมีคะแนนเข้ามาเกี่ยวข้อง ในคาบเรียนนี้นักเรียนจึงกล้าแสดงออกมากขึ้น โดยพฤติกรรมที่สังเกตได้สอดคล้องกับตารางที่ 16

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล จากแบบประเมินการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ แสดงเป็นความถี่ของนักเรียนที่ปฏิบัติและไม่ปฏิบัติ ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องการเคลื่อนที่แบบโพรเจคไทล์ แสดงดังตารางที่ 18

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 18 ความถี่จากแบบประเมินการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

พฤติกรรมที่ประเมิน	ผลการประเมิน	
	ปฏิบัติ (คน)	ไม่ปฏิบัติ (คน)
ด้านกระบวนการคิด		
1. มีส่วนร่วมในการแก้ปัญหา	35	2
2. มีส่วนร่วมในการประเมินข้อกล่าวอ้างของกลุ่มตนเองและกลุ่มอื่นๆ	19	18
3. มีการตอบสนองต่อข้อมูลที่มีการเปลี่ยนแปลงไป	16	21
4. แสดงความสงสัยใคร่รู้เกี่ยวกับข้อกล่าวอ้างที่เพื่อนกลุ่มอื่นนำเสนอ	21	16
5. มีการแสดงเหตุผลเพื่อมาสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง	33	4
6. มีการใช้เหตุผลที่หลากหลายในการประเมินข้อกล่าวอ้าง	27	10
ด้านการให้เหตุผล		
7. มีการใช้หลักฐานในการทำความเข้าใจปรากฏการณ์	29	8
8. มีการประเมินความเป็นไปได้ของหลักฐานที่ใช้	20	17
9. มีการใช้ทฤษฎี กฎหรือแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการให้เหตุผล	27	10
10. มีการสื่อสารโดยใช้ภาษาทางวิทยาศาสตร์	35	2
11. ไม่ใช้ถ้อยคำที่โน้มน้าว โอ้อวดเกินจริงในการทำให้บุคคลอื่นยอมรับข้อกล่าวอ้างของกลุ่มตนเอง	35	2
ด้านสังคม		
12. มีส่วนร่วมในการสะท้อนสิ่งที่เพื่อนพูด	20	17
13. มีการแสดงความเคารพซึ่งกันและกัน	35	2
14. มีความพยายามในการมีส่วนร่วมที่จะเสนอความคิดเห็น	21	16

จากตารางที่ 18 เมื่อสังเกตความสามารถในการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ พบว่า

ด้านกระบวนการคิด หัวข้อที่นักเรียนปฏิบัติมากที่สุด คือ การมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหา จำนวน 35 คน โดยเหตุผลและพฤติกรรมที่สังเกตได้สอดคล้องกับตารางที่ 16 และพฤติกรรมในหัวข้อที่นักเรียนปฏิบัติน้อยที่สุด คือ มีการตอบสนองต่อข้อมูลที่มีการเปลี่ยนแปลงไป จำนวน 16 คน เนื่องจาก เวลาที่ตัวแทนเพื่อนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอ มีนักเรียนบางกลุ่มที่นำเสนอผลการสำรวจ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตรวจสอบโดยเฉพาะในส่วนของการให้เหตุผลที่ไม่ถูกต้อง และเมื่อเปิดโอกาสให้เกิดการโต้แย้ง นักเรียนส่วนใหญ่จะนั่งอยู่เฉย ไม่มีการโต้แย้งเกิดขึ้น โดยสังเกต จากวิดิทัศน์การพูดโต้แย้งเมื่อกลุ่มเพื่อนออกมานำเสนอหน้าชั้น

ด้านการให้เหตุผล หัวข้อที่นักเรียนปฏิบัติมากที่สุด คือ ไม่ใช้ถ้อยคำที่โน้มน้าว โอ้อวดเกินจริงในการทำให้บุคคลอื่นยอมรับข้อกล่าวอ้างของกลุ่มตนเอง และมีการสื่อสารโดยใช้ภาษาทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 35 คน เนื่องจากในแผนการจัดการเรียนรู้นี้ นักเรียนเกิดความเคยชินจากการได้นำเสนอผลการสำรวจตรวจสอบและเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบมาแล้วในแผนการจัดการเรียนรู้ก่อนหน้า โดยพฤติกรรมที่สังเกตได้สอดคล้องกับตารางที่ 16 1 และรองลงมาพฤติกรรมในหัวข้อที่นักเรียนปฏิบัติ คือ มีการใช้หลักฐานในการทำความเข้าใจปรากฏการณ์ จำนวน 29 คน เนื่องจากในแผนการจัดการเรียนรู้นี้ นักเรียนมีการควบคุมเวลาในการปฏิบัติการทดลองได้อย่างดี และมีเวลาเพียงพอให้นักเรียนในกลุ่มได้อภิปรายหลักฐานร่วมกัน โดยสังเกตจากคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนสร้างในแต่ละคาบเรียน ในส่วนที่เป็นหลักฐาน

ด้านสังคม หัวข้อที่นักเรียนปฏิบัติมากที่สุด คือ มีการแสดงความเคารพซึ่งกันและกัน จำนวน 35 คน เนื่องจากนักเรียนเกิดความเคยชินจากแผนการจัดการเรียนรู้ก่อนหน้า เพราะผู้วิจัยมีการเน้นย้ำอย่างสม่ำเสมอ ส่งผลทำให้นักเรียนรู้ว่าจะประพฤติอย่างไรเมื่อถึงเวลาที่เพื่อนจะนำเสนอหรือเมื่อเกิดการโต้แย้ง และพฤติกรรมในหัวข้อที่นักเรียนปฏิบัติ น้อยที่สุด คือ มีส่วนร่วมในการสะท้อนสิ่งที่เพื่อนพูด จำนวน 21 คน เนื่องจาก การปฏิบัติการทดลองเรื่องการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ นักเรียนอาจจะเห็นภาพไม่ชัดเจนว่าทำไมแนวการเคลื่อนที่รวมจึงเป็นวิถีโค้ง ทำให้เมื่อถึงขั้นตอนการโต้แย้งนักเรียนส่วนใหญ่จะนั่งเงียบ ไม่แสดงเหตุผล โดยพฤติกรรมที่สังเกตได้สอดคล้องกับตารางที่ 16

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล จากแบบประเมินการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ แสดงเป็นความถี่ของนักเรียนที่ปฏิบัติและไม่ปฏิบัติ ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง แรงกิริยา แรงปฏิกิริยา แสดงดังตารางที่ 19

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 19 ความถี่จากแบบประเมินการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง แรงกิริยา แรงปฏิกิริยา

พฤติกรรมที่ประเมิน	ผลการประเมิน	
	ปฏิบัติ (คน)	ไม่ปฏิบัติ (คน)
ด้านกระบวนการคิด		
1. มีส่วนร่วมในการแก้ปัญหา	35	2
2. มีส่วนร่วมในการประเมินข้อกล่าวอ้างของกลุ่มตนเองและกลุ่มอื่นๆ	20	17
3. มีการตอบสนองต่อข้อมูลที่มีการเปลี่ยนแปลงไป	17	20
4. แสดงความสงสัยใคร่รู้เกี่ยวกับข้อกล่าวอ้างที่เพื่อนกลุ่มอื่นนำเสนอ	17	20
5. มีการแสดงเหตุผลเพื่อมาสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง	34	3
6. มีการใช้เหตุผลที่หลากหลายในการประเมินข้อกล่าวอ้าง	29	8
ด้านการให้เหตุผล		
7. มีการใช้หลักฐานในการทำความเข้าใจปรากฏการณ์	33	4
8. มีการประเมินความเป็นไปได้ของหลักฐานที่ใช้	17	20
9. มีการใช้ทฤษฎี กฎหรือแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการให้เหตุผล	34	3
10. มีการสื่อสารโดยใช้ภาษาทางวิทยาศาสตร์	34	3
11. ไม่ใช้ถ้อยคำที่โน้มน้าว โอ้อวดเกินจริงในการทำให้บุคคลอื่นยอมรับข้อกล่าวอ้างของกลุ่มตนเอง	37	0
ด้านสังคม		
12. มีส่วนร่วมในการสะท้อนสิ่งที่เพื่อนพูด	27	10
13. มีการแสดงความเคารพซึ่งกันและกัน	37	0
14. มีความพยายามในการมีส่วนร่วมที่จะเสนอความคิดเห็น	19	18

จากตารางที่ 19 เมื่อสังเกตความสามารถในการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่องแรงกิริยา แรงปฏิกิริยา

ด้านกระบวนการคิด หัวข้อที่นักเรียนปฏิบัติมากที่สุด คือ การมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหา จำนวน 35 คน โดยเหตุผลและพฤติกรรมที่สังเกตได้สอดคล้องกับตารางที่ 17 และพฤติกรรมในหัวข้อที่นักเรียนปฏิบัติในอันดับถัดขึ้นจากที่ปฏิบัติน้อยที่สุด คือ มีส่วนร่วมในการประเมินข้อกล่าวอ้างของกลุ่มตนเองและกลุ่มอื่นๆ จำนวน 20 คน เนื่องจากแผนการจัดการเรียนรู้นี้นักเรียนทุกกลุ่ม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จะได้ผลการสำรวจตรวจสอบที่คล้ายคลึงกัน แต่อาจจะมีแตกต่างกันเล็กน้อยในส่วนของการให้เหตุผล นอกจากนี้นักเรียนส่วนใหญ่ยังขาดความรู้ในเชิงลึกของเรื่องที่ศึกษาทำให้นักเรียนส่วนใหญ่ไม่ค่อยโต้แย้ง โดยสังเกตจาก สังเกตจากวีดิทัศน์การพูดโต้แย้งเมื่อกลุ่มเพื่อนออกมานำเสนอหน้าชั้น

ด้านการให้เหตุผล หัวข้อที่นักเรียนปฏิบัติมากที่สุด คือ ไม่ใช้ถ้อยคำที่โน้มน้าว โอ้อวดเกินจริงในการทำให้บุคคลอื่นยอมรับข้อกล่าวอ้างของกลุ่มตนเอง จำนวน 37 คน โดยเหตุผลและพฤติกรรมที่สังเกตได้สอดคล้องกับตารางที่ 18 และรองลงมาพฤติกรรมในหัวข้อที่นักเรียนปฏิบัติ คือ มีการใช้ทฤษฎี กฎหรือแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการให้เหตุผล จำนวน 34 คน เนื่องจาก นักเรียนมีโอกาสฝึกการเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบที่มีคุณภาพ และการนำเสนอมาในแผนการจัดการเรียนรู้ก่อนหน้า จึงส่งผลให้นักเรียนรู้จักการนำ ทฤษฎี กฎมาเขียนเชื่อมโยงกับการให้เหตุผล โดยสังเกตจากคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนสร้างในแต่ละคาบเรียน ในส่วนที่เป็นการให้เหตุผล และมีการสื่อสารโดยใช้ภาษาทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 34 คน โดยมีเหตุผลที่สอดคล้องกับการใช้ทฤษฎี กฎหรือแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการให้เหตุผล โดยพฤติกรรมที่สังเกตได้สอดคล้องกับตารางที่ 17

ด้านสังคม หัวข้อที่นักเรียนปฏิบัติมากที่สุด คือ มีการแสดงความเคารพซึ่งกันและกัน จำนวน 37 คน และพฤติกรรมในหัวข้อที่นักเรียนปฏิบัติ น้อยที่สุด คือ มีความพยายามในการมีส่วนร่วมที่จะเสนอความคิดเห็น จำนวน 19 คน โดยพฤติกรรมที่สังเกตได้สอดคล้องกับตารางที่ 16

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล จากแบบประเมินการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ แสดงเป็นความถี่ของนักเรียนที่ปฏิบัติและไม่ปฏิบัติ ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง แรงพยุง แสดงดังตารางที่ 20

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 20 ความถี่จากแบบประเมินการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง แรงพยุง

พฤติกรรมที่ประเมิน	ผลการประเมิน	
	ปฏิบัติ (คน)	ไม่ปฏิบัติ (คน)
ด้านกระบวนการคิด		
1. มีส่วนร่วมในการแก้ปัญหา	34	3
2. มีส่วนร่วมในการประเมินข้อกล่าวอ้างของกลุ่มตนเองและกลุ่มอื่นๆ	26	11
3. มีการตอบสนองต่อข้อมูลที่มีการเปลี่ยนแปลงไป	28	9
4. แสดงความสงสัยใคร่รู้เกี่ยวกับข้อกล่าวอ้างที่เพื่อนกลุ่มอื่นนำเสนอ	30	7
5. มีการแสดงเหตุผลเพื่อมาสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง	35	2
6. มีการใช้เหตุผลที่หลากหลายในการประเมินข้อกล่าวอ้าง	27	10
ด้านการให้เหตุผล		
7. มีการใช้หลักฐานในการทำความเข้าใจปรากฏการณ์	31	6
8. มีการประเมินความเป็นไปได้ของหลักฐานที่ใช้	28	9
9. มีการใช้ทฤษฎี กฎหรือแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการให้เหตุผล	35	2
10. มีการสื่อสารโดยใช้ภาษาทางวิทยาศาสตร์	34	3
11. ไม่ใช้ถ้อยคำที่โน้มน้าว โอ้อวดเกินจริงในการทำให้บุคคลอื่นยอมรับข้อกล่าวอ้างของกลุ่มตนเอง	37	0
ด้านสังคม		
12. มีส่วนร่วมในการสะท้อนสิ่งที่เพื่อนพูด	25	12
13. มีการแสดงความเคารพซึ่งกันและกัน	37	0
14. มีความพยายามในการมีส่วนร่วมที่จะเสนอความคิดเห็น	22	15

จากตารางที่ 20 เมื่อสังเกตความสามารถในการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่องแรงพยุง พบว่า

ด้านกระบวนการคิด ของนักเรียนหัวข้อที่ปฏิบัติมากที่สุด คือ มีการแสดงเหตุผลเพื่อมาสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง มีส่วนร่วมในการแก้ปัญหา จำนวน 35 คน โดยเหตุผลและพฤติกรรมที่สังเกตได้สอดคล้องกับตารางที่ 16 และพฤติกรรมในหัวข้อที่นักเรียนปฏิบัติน้อยที่สุด คือ มีการตอบสนองต่อข้อมูลที่มีการเปลี่ยนแปลงไป เนื่องจาก จำนวน 28 คน เนื่องจากแผนการจัดการ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เรียนรู้นี้ นักเรียนทุกกลุ่มจะได้ผลการสำรวจตรวจสอบที่คล้ายคลึงกัน และนักเรียนส่วนใหญ่ยังขาดความรู้ในเชิงลึกของเรื่องที่ศึกษา จึงส่งผลให้เมื่อถึงขั้นตอนการโต้แย้งนักเรียน จึงไม่ค่อยเสนอความคิดเห็นเท่าที่ควร โดยสังเกตพฤติกรรมจากสังเกตจากวิดิทัศน์ในขั้นตอนการโต้แย้ง

ด้านการให้เหตุผล หัวข้อที่นักเรียนปฏิบัติมากที่สุด คือ ไม่ใช้ถ้อยคำที่โน้มน้าว โอ้อวดเกินจริงในการทำให้บุคคลอื่นยอมรับข้อกล่าวอ้างของกลุ่มตนเอง จำนวน 37 คน โดยพฤติกรรมที่สังเกตได้สอดคล้องกับตารางที่ 16 และ 18 และพฤติกรรมในหัวข้อที่นักเรียนปฏิบัติน้อยที่สุด คือ มีการประเมินความเป็นไปได้ของหลักฐานที่ใช้ จำนวน 28 คน เนื่องจากการทดลองเรื่องแรงพยุงอุปกรณ์ที่ใช้ในบางกลุ่มเกิดปัญหาชำรุด ทำให้เกิดความล่าช้า จึงต้องรอใช้อุปกรณ์จากเพื่อนกลุ่มอื่น ทำให้เวลาในการอภิปรายเพื่อประเมินความเป็นไปได้ของหลักฐานที่ใช้น้อยลง โดยพฤติกรรมที่สังเกตได้สอดคล้องกับตารางที่ 16

ด้านสังคม หัวข้อที่นักเรียนปฏิบัติมากที่สุด คือ มีการแสดงความเคารพซึ่งกันและกัน จำนวน 37 คน เนื่องจากนักเรียนเกิดความเคยชินจากสิ่งที่ควรปฏิบัติเวลาเพื่อนนำเสนอ หรือเกิดการโต้แย้ง และพฤติกรรมในหัวข้อที่นักเรียนปฏิบัติ น้อยที่สุด คือ มีความพยายามในการมีส่วนร่วมที่จะเสนอความคิดเห็น จำนวน 22 คน เนื่องจากนักเรียนทุกกลุ่มได้ผลการสำรวจตรวจสอบที่คล้ายคลึงกัน จึงทำให้นักเรียนไม่ค่อยเสนอความคิดเห็นในขั้นการโต้แย้ง โดยพฤติกรรมที่สังเกตได้สอดคล้องกับตารางที่ 16

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล จากแบบประเมินการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ แสดงเป็นความถี่ของนักเรียนที่ปฏิบัติและไม่ปฏิบัติ ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง แรงเสียดทาน แสดงดังตารางที่ 21

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 21 ความถี่จากแบบประเมินการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง แรงเสียดทาน

พฤติกรรมที่ประเมิน	ผลการประเมิน	
	ปฏิบัติ (คน)	ไม่ปฏิบัติ (คน)
ด้านกระบวนการคิด		
1. มีส่วนร่วมในการแก้ปัญหา	37	0
2. มีส่วนร่วมในการประเมินข้อกล่าวอ้างของกลุ่มตนเองและกลุ่มอื่นๆ	29	8
3. มีการตอบสนองต่อข้อมูลที่มีการเปลี่ยนแปลงไป	28	9
4. แสดงความสงสัยใคร่รู้เกี่ยวกับข้อกล่าวอ้างที่เพื่อนกลุ่มอื่นนำเสนอ	31	6
5. มีการแสดงเหตุผลเพื่อมาสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง	34	3
6. มีการใช้เหตุผลที่หลากหลายในการประเมินข้อกล่าวอ้าง	32	5
ด้านการให้เหตุผล		
7. มีการใช้หลักฐานในการทำความเข้าใจปรากฏการณ์	34	3
8. มีการประเมินความเป็นไปได้ของหลักฐานที่ใช้	34	3
9. มีการใช้ทฤษฎี กฎหรือแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการให้เหตุผล	35	2
10. มีการสื่อสารโดยใช้ภาษาทางวิทยาศาสตร์	34	3
11. ไม่ใช้ถ้อยคำที่โน้มน้าว โอ้อวดเกินจริงในการทำให้บุคคลอื่นยอมรับข้อกล่าวอ้างของกลุ่มตนเอง	37	0
ด้านสังคม		
12. มีส่วนร่วมในการสะท้อนสิ่งที่เพื่อนพูด	28	9
13. มีการแสดงความเคารพซึ่งกันและกัน	37	0
14. มีความพยายามในการมีส่วนร่วมที่จะเสนอความคิดเห็น	25	12

จากตารางที่ 21 เมื่อสังเกตความสามารถในการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง แรงเสียดทาน พบว่า

ด้านกระบวนการคิด ของนักเรียนหัวข้อที่ปฏิบัติมากที่สุด คือ การมีส่วนร่วมในการแก้ไขปัญหา จำนวน 37 คน โดยเหตุผลและพฤติกรรมที่สังเกตได้สอดคล้องกับตารางที่ 16 และพฤติกรรมในหัวข้อที่นักเรียนปฏิบัติน้อยที่สุด คือ มีการตอบสนองต่อข้อมูลที่มีการเปลี่ยนแปลงไป จำนวน 28 คน เนื่องจากแผนการจัดการเรียนรู้นี้ นักเรียนทุกกลุ่มจะได้ผลการสำรวจตรวจสอบที่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

คล้ายคลึงกัน และนักเรียนส่วนใหญ่ยังขาดความรู้ในเชิงลึกของเรื่องที่จะศึกษา จึงส่งผลให้เมื่อถึงขั้นตอนการโต้แย้งนักเรียน จึงไม่ค่อยเสนอความคิดเห็นเท่าที่ควร โดยพฤติกรรมที่สังเกตได้สอดคล้องกับตารางที่ 20

ด้านการให้เหตุผล หัวข้อที่นักเรียนปฏิบัติมากที่สุด คือ ไม่ใช้ถ้อยคำที่โน้มน้าว โอ้อวดเกินจริงในการทำให้บุคคลอื่นยอมรับข้อกล่าวอ้างของกลุ่มตนเอง จำนวน 37 คน โดยเหตุผลพฤติกรรมที่สังเกตได้สอดคล้องกับตารางที่ 16 และ 18 และรองลงมาพฤติกรรมในหัวข้อที่นักเรียนปฏิบัติมากที่สุด คือ มีการใช้ทฤษฎี กฎหรือแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการให้เหตุผล จำนวน 35 คน เนื่องจากแผนการจัดการเรียนรู้นี้เป็นแผนการจัดการเรียนรู้สุดท้าย ซึ่งนักเรียนมีโอกาสฝึกการเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ มีโอกาสนำเสนอ และฝึกการโต้แย้งมาหลายครั้ง จึงส่งผลให้นักเรียนหลายคนรู้จักการนำทฤษฎี กฎ มาเป็นส่วนหนึ่งในการเขียนให้เหตุผลได้ดี โดยพฤติกรรมที่สังเกตได้สอดคล้องกับตารางที่ 19

ด้านสังคม หัวข้อที่นักเรียนปฏิบัติมากที่สุด คือ มีการแสดงความเคารพซึ่งกันและกัน จำนวน 37 คน เนื่องจากนักเรียนเกิดความเคยชินจากสิ่งที่ควรปฏิบัติเวลาเพื่อนนำเสนอ หรือเกิดการโต้แย้ง และพฤติกรรมในหัวข้อที่นักเรียนปฏิบัติ น้อยที่สุด คือ มีความพยายามในการมีส่วนร่วมที่จะเสนอความคิดเห็น จำนวน 25 คน เนื่องจากนักเรียนทุกกลุ่มได้ผลการสำรวจตรวจสอบที่คล้ายคลึงกัน จึงทำให้นักเรียนไม่ค่อยเสนอความคิดเห็นในขั้นการโต้แย้ง โดยพฤติกรรมที่สังเกตได้สอดคล้องกับตารางที่ 16

อภิปรายผลคำถามวิจัยข้อที่ 1

ตารางที่ 22 จำนวนและร้อยละของนักเรียน ก่อน-หลัง จำแนกตามระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องแรงและการเคลื่อนที่

(N = 37)

คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องแรงและการเคลื่อนที่	จำนวนและร้อยละของนักเรียนจำแนกตามระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์					
	ดีมาก		ดี		ควรปรับปรุง	
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
	-	19 (51.40)	17 (45.90)	15 (40.50)	20 (54.10)	3 (8.10)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากตารางที่ 22 เมื่อสำรวจความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบทดสอบ เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ ก่อน-หลัง พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในระดับ ดีมาก จำนวน 19 คน คิดเป็นร้อยละ 51.40 หลังผ่านการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง ซึ่งเดิมไม่มีนักเรียนที่อยู่ในระดับนี้เลย และอยู่ในระดับดี ลดลงจากก่อนเรียนเหลือ จำนวน 15 คน คิดเป็นร้อยละ 40.50 ส่วนระดับที่ ควรปรับปรุง ลดลงจากก่อนเรียนเหลือ จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 8.10

จากการวิเคราะห์ ตารางข้อมูลในตอนที่ 1 ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้การสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งร่วมกับ ตารางข้อมูลในตอนที่ 2 ความถี่จากแบบประเมินการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ผลการวิจัยสรุปว่า นักเรียนที่ผ่านการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียน เนื่องมาจากรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งส่งเสริมให้นักเรียนได้สร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ถึงสองครั้ง คือในขั้นการโต้แย้ง และในขั้นการเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ โดยองค์ประกอบที่สำคัญของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ คือ ข้อกล่าวอ้าง เป็นข้อยืนยันหรือคำตอบของคำถามที่นักเรียนต้องการค้นคว้าหาคำตอบ หลักฐาน เป็นข้อมูลเชิงวิทยาศาสตร์ที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง และการให้เหตุผล เป็นข้อความที่แสดงการเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานกับข้อกล่าวอ้าง การโต้แย้งถือเป็นกระบวนการที่สำคัญที่จะช่วยส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ให้มากขึ้น สอดคล้องกับ Bricker and Bell (2008) ที่กล่าวว่า การโต้แย้งเป็นกระบวนการในการสร้างองค์ความรู้ที่ต้องอาศัยการคิดและการปฏิบัติ ดังนั้นพฤติกรรมการโต้แย้งที่มากขึ้นจึงเป็นกระบวนการที่มีประสิทธิภาพในการพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้สูงขึ้นด้วย เพราะการโต้แย้งเป็นการแสดงให้เห็นถึงความพยายามในการสร้างความถูกต้องให้กับข้อกล่าวอ้างที่อยู่บนพื้นฐานของการให้เหตุและผล (Norris *et al*., 2007) ดังนั้นรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งจึงช่วยในการส่งเสริมให้นักเรียนสร้างข้อกล่าวอ้าง พยายามหาหลักฐานเชิงประจักษ์ และรู้จักการให้เหตุผลที่สอดคล้อง และเชื่อมโยงกับหลักฐานและข้อกล่าวอ้างที่มี สอดคล้องกับงานวิจัยของ Kelly *et al*. (2007) ที่กล่าวไว้ว่า รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งช่วยให้นักเรียนรู้จักการใช้ข้อมูลที่เหมาะสมเพื่อมาประกอบการเขียนรายงานการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ Sampson *et al*. (2010) พบว่านักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งได้คะแนนจากการเขียนเชิงวิทยาศาสตร์ในวิชาเคมีสูงกว่าระหว่างเขียนรายงานจำนวน 5 ครั้งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และนักเรียนที่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เรียนชีววิทยาด้วยรูปแบบการเรียนการสอนสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนชีววิทยาด้วยรูปแบบการเรียนรู้ 5E อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (สันติชัย อนุวรชัย, 2553)

คำถามวิจัยข้อที่ 2 รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง ควรมีลักษณะอย่างไร ที่ส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบาย เชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องแรงและการเคลื่อนที่

ผลการวิจัยคำถามวิจัยข้อที่ 2

ในการตอบคำถามวิจัยข้อที่ 2 ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้บันทึกหลังสอน การสัมภาษณ์นักเรียน และข้อมูลจากใบกิจกรรม หลังจัดการเรียนการสอนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งเสร็จสิ้นในแต่ละแผน จำนวน 6 แผน จากนั้นทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้ในแต่ละแผนโดยใช้การวิเคราะห์เนื้อหา

ผลการวิจัยจากการใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ผลของแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุ

ขั้นที่ 1 การระบุภาระงาน

ครูทบทวนความรู้เดิมโดยใช้คำถามที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน และนำเข้าสู่บทเรียนโดยการให้นักเรียนพิจารณาสภาพการเคลื่อนที่ของกระถางต้นไม้ในหนังสือเรียนเพื่อนำเข้าสู่ประเด็นแรงลัพธ์ของวัตถุ และให้นักเรียนแบ่งกลุ่มโดยใช้การนับตัวเลข 1-8 และระบุภาระงานในการสำรวจตรวจสอบเรื่อง การศึกษาความเร็วในการตกของวัตถุ

ขั้นที่ 2 การสรรสร้างและวิเคราะห์ข้อมูล

ครูให้นักเรียนทำกิจกรรมเพื่อศึกษาความเร็วในการตกของวัตถุโดยให้สังเกตการเปลี่ยนแปลงในประเด็นต่างๆ ได้แก่ 1) ระยะห่างระหว่างจุดบนแถบกระดาษแต่ละช่วงเป็นอย่างไร 2) ความยาวของแถบกระดาษแต่ละช่วงมีค่าเท่ากับเท่าใด และให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับกิจกรรมที่ศึกษาเพื่อออกแบบและวางแผนการวาดกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของแถบกระดาษแต่ละช่วงจุดกับช่วงเวลา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ขั้นที่ 3 การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว

ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสร้างคำอธิบายเรื่อง ความเร็วที่เปลี่ยนแปลงกับการตกของวัตถุอย่างอิสระในแนวดิ่งโดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการทำการทดลอง เขียนลงในกระดาษฟลิปชาร์ตที่ครูแจกให้ โดยระบุองค์ประกอบของคำอธิบายให้ครบถ้วน

ขั้นที่ 4 กิจกรรมการโต้แย้ง

ครูจัดกิจกรรมการโต้แย้ง โดยกำหนดประเด็นในการโต้แย้ง คือ ความเร็วกับการตกของวัตถุอย่างอิสระในแนวดิ่ง

ขั้นที่ 5 เขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ

ครูมอบหมายให้นักเรียนแต่ละคนเขียนรายงานผลการศึกษาเรื่องความเร็วในการตกของวัตถุลงในกระดาษขนาด A4 เรื่อง ความเร็วกับการตกของวัตถุอย่างอิสระในแนวดิ่ง

ผลการจัดการเรียนรู้

เนื่องจากแผนการจัดการเรียนรู้นี้เป็นแผนการจัดการเรียนรู้แผนที่ 1 ทำให้กิจกรรมโดยรวมประสบผลสำเร็จในระดับต่ำ คือในทุกขั้นตอนครูต้องชี้แจงนักเรียนหลายรอบ และภาระงานที่มอบหมายให้นักเรียนยังไม่ค่อยประสบผลสำเร็จ คือนักเรียนยังไม่สามารถเขียนการให้เหตุผลได้และเขียนข้อกล่าวอ้างและหลักฐานได้ถูกต้องเป็นบางคน นักเรียนแต่ละคนมีส่วนร่วมในการทำงานกลุ่มเพราะครูใช้วิธีการแบ่งกลุ่มแบบนับตัวเลข 1-8 ไม่ให้นักเรียนในห้องจับกลุ่มกันเองจึงทำให้ทุกคนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมเนื่องจากนักเรียนจะไม่สนิทกันจึงลดปัญหาการคุยเล่นกันได้บ้าง ในแผนการจัดการเรียนรู้นี้นักเรียน จำนวน 9 คน (24.3 %) สามารถเขียนรายงานผลการศึกษาเรื่องความเร็วในการตกของวัตถุ อยู่ในระดับดีมากคือ สามารถตอบข้อกล่าวอ้างจากคำถามที่ถามว่า “ความเร็วมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไรเมื่อปล่อยวัตถุให้ตกอย่างอิสระในแนวดิ่ง”ได้อย่างถูกต้องและครบถ้วน ในส่วนของหลักฐานนักเรียนสามารถเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของแถบกระดาษแต่ละช่วงจุด (cm.) กับเวลาหนึ่งช่วงจุด (วินาที) ที่แสดงให้เห็นถึงระยะเวลาที่มากขึ้นกับความยาวของแถบกระดาษที่ยาวขึ้น นอกจากนี้ในส่วนของการให้เหตุผล นักเรียนสามารถ

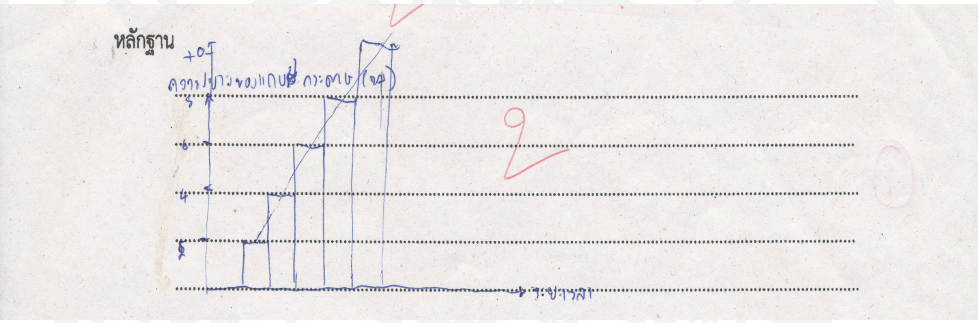
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เขียนอธิบายจากที่นักเรียนสรุปเพื่อให้เหตุผลว่าเพราะเหตุใดความเร็วเมื่อปล่อยวัตถุให้ตกอย่างอิสระในแนวดิ่งจึงมีการเปลี่ยนแปลงได้อย่างครบถ้วน ดังแสดงตัวอย่างคำตอบของนักเรียน เลขที่ 27

ข้อกล่าวอ้าง

"เมื่อปล่อยวัตถุให้ตกลงในแนวดิ่งอย่างอิสระ วัตถุจะตกด้วยความเร็วที่เพิ่มขึ้น"

หลักฐาน



ภาพที่ 6 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน เลขที่ 27

การให้เหตุผล

จากกราฟ ความยาวของแถบกระดาษที่มีความยาวเพิ่มมากขึ้น และระยะห่างระหว่างจุดบนแถบกระดาษที่มีระยะห่างเพิ่มมากขึ้น แสดงให้เห็นว่า เมื่อปล่อยวัตถุให้ตกลงมาในแนวดิ่งวัตถุจะมีความเร็วเพิ่มมากขึ้น

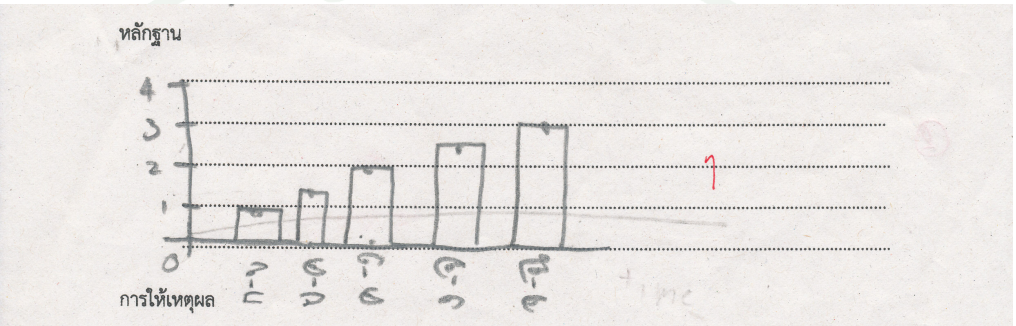
และนักเรียนอีก 23 คน (62.1%) เขียนรายงานผลการศึกษาเรื่อง ความเร็วในการตกของวัตถุอยู่ในระดับดี เพราะนักเรียนส่วนใหญ่แสดงหลักฐานไม่ครบ ขาดการเขียนกำกับการแสดงแนวแกน X และแนวแกน Y นักเรียนมีการให้เหตุผลที่เชื่อมโยงกับข้อกล่าวอ้าง แต่มีการใช้หลักฐานซ้ำ และ/หรือ มีการใช้หลักฐานเชิง วิทยาศาสตร์บ้าง แต่ไม่เพียงพอ ดังแสดงตัวอย่างคำตอบของนักเรียน เลขที่ 2

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ข้อกล่าวอ้าง

"เมื่อปล่อยวัตถุให้ตกอย่างอิสระในแนวดิ่ง วัตถุจะตกลงพื้นด้วยความเร็วที่มากขึ้น"

หลักฐาน



ภาพที่ 7 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน เลขที่ 2

การให้เหตุผล

"จากการทดลอง ความเร็วเมื่อปล่อยวัตถุให้ตกอย่างอิสระในแนวดิ่งมากขึ้นเนื่องจากระยะทางที่กระดาษเคลื่อนที่ได้ยาวขึ้น ใน 1 ช่วงเวลา แสดงว่ากระดาษเคลื่อนที่ผ่านเครื่องเคาะสัญญาณด้วยความเร็วที่มากขึ้น"

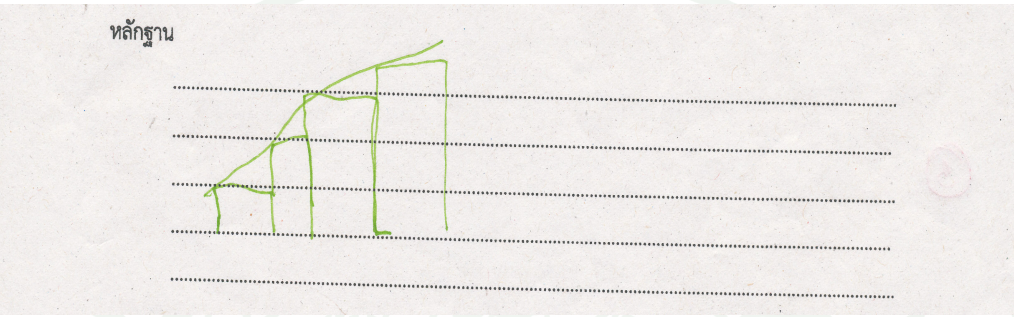
นอกจากนี้มีนักเรียนจำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 13.6 ที่เขียนรายงานผลการศึกษาอยู่ในระดับ ควรปรับปรุง เพราะไม่ได้เขียนข้อกล่าวอ้าง หรือเขียนข้อกล่าวอ้างไม่ถูกต้อง ในส่วนของการแสดงหลักฐาน นักเรียนใช้การวาดรูปแถบกระดาษคาร์บอนที่มีความยาวเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ แต่ไม่มีการเขียนกำกับแสดงแนวแกน X และแนวแกน Y นอกจากนี้นักเรียนไม่มีการให้เหตุผล หรือให้เหตุผลที่ไม่ถูกต้อง และไม่ครบถ้วน สาเหตุอาจเป็นเพราะนักเรียนทั้ง 5 คนนี้ติดตามขั้นตอนในการจัดการเรียนการสอนได้ช้า ขาดสมาธิในการเรียนและขาดการมีส่วนร่วมในการโต้แย้ง นักเรียนจำนวน 3 คน จากทั้งหมด 5 คนเป็นนักเรียนที่บกพร่องในการเรียนรู้ ดังแสดงตัวอย่างของนักเรียนเลขที่ 5

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ข้อกล่าวอ้าง

"ความเร็วเมื่อปล่อยวัตถุให้ตกอย่างอิสระในแนวดิ่งมีความเร็วที่สูง"

หลักฐาน



ภาพที่ 8 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน เลขที่ 5

การให้เหตุผล

"ไม่มีการเขียนแสดงเหตุผล"

ปัญหา และ แนวทางแก้ไข

1. ขั้นที่ 1 การระบุภาระงาน ในส่วนของขั้นนำครูใช้ภาพกระถางต้นไม้ในหนังสือเรียน ซึ่งยากต่อการสังเกตสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุทำให้นักเรียนบางส่วนตอบได้ไม่ตรงกับคำตอบที่คาดหวังไว้ ซึ่งสอดคล้องกับการสัมภาษณ์นักเรียน โดยนักเรียนมีความคิดเห็นว่า "ในขั้นนำครูควรใช้ภาพเคลื่อนไหวได้จะทำให้นักเรียนเห็นภาพที่ชัดเจนมากกว่าการใช้ภาพนิ่งจากในหนังสือเรียน" นอกจากนี้ในขั้นตอนย่อยที่ระบุภาระงานสำหรับการสำรวจตรวจสอบ ครูจะต้องแจกใบกิจกรรมและนำนักเรียนอภิปรายวิธีทำกิจกรรมก่อนการทดลอง นักเรียนหลายคนไม่ใส่ใจว่าจะต้องทำการทดลองอย่างไร หรือมีขั้นตอนใดบ้าง และไม่ทราบว่าครูให้สังเกตสิ่งใดจากการทดลอง ทำให้ไม่ทราบว่าต้องทำการทดลองไปเพื่อวัตถุประสงค์ใด ดังนั้นเวลาครูแจกใบกิจกรรมให้นักเรียนทุกคนเสร็จเรียบร้อยแล้วครูควรให้นักเรียนทุกคนในห้องเรียนหันหน้ามาทางครูที่อยู่หน้าห้องทั้งหมด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพื่อให้หยุดการสนทนาภายในกลุ่มและเพื่อตรวจสอบว่านักเรียนเข้าใจสิ่งที่อภิปรายหรือไม่ ครูควรสุ่มเรียกนักเรียน 1-2 คนเพื่อถาม

2. ขั้นที่ 3 การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสร้างคำอธิบายเรื่องความเร็วที่เปลี่ยนแปลงกับการตกของวัตถุอย่างอิสระในแนวดิ่งโดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการทำการทดลอง เขียนลงในกระดาษฟลิปชาร์ตที่ครูแจกให้ ซึ่งจะต้องระบุองค์ประกอบให้ครบถ้วน ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล ซึ่งนักเรียนแต่ละกลุ่มจะต้องสร้างกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของแถบกระดาษกับช่วงเวลาแต่ละช่วงจุดลงไปในกระดาษ A4 ที่ครูเตรียมไว้ให้ แต่เนื่องจากนักเรียนหลายคนไม่ฟังการอภิปรายในขั้นตอนที่ 1 จึงส่งผลทำให้นักเรียนหลายกลุ่มต้องเสียเวลาในการวาดกราฟลงไปในหลักฐานใหม่แทนที่จะนำกระดาษ A4 ที่นักเรียนสร้างกราฟเสร็จแล้วมาติด ดังนั้นครูจึงต้องใช้คำพูดกระตุ้นให้นักเรียนฟังคำชี้แจงใหม่อีกรอบจากใบกิจกรรมเพื่อความเข้าใจที่ตรงกัน

3. ขั้นที่ 4 กิจกรรมการโต้แย้ง นักเรียนเกือบ 90 เปอร์เซ็นต์ของทั้งหมดยังขาดความกล้าแสดงออก ครูต้องสุ่มตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอ และเมื่อให้ร่วมกันอภิปรายทั้งห้องนักเรียนมักจะนั่งเงียบ ครูต้องคอยกระตุ้นหรือเรียกชื่ออยู่ตลอดเวลา ดังนั้นในคาบเรียนต่อไปครูผู้สอนควรจะกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความกล้าแสดงออกโดยการชี้แจงให้นักเรียนทราบว่าในแต่ละขั้นตอนการสอนของแผนการจัดการเรียนรู้ครูจะมีการประเมินการใช้แบบประเมินการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ที่เป็นส่วนหนึ่งของคะแนนเพื่อสังเกตนักเรียนในด้านต่างๆ และการที่นักเรียนมีความกล้าแสดงออก กล้าที่จะอภิปรายแสดงความคิดเห็น นักเรียนจะสามารถเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบได้อย่างถูกต้อง ซึ่งก็จะได้รับคะแนนในการประเมินในระดับที่สูงด้วยเช่นกัน

ผลการวิจัยจากการใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ความเร็วเฉลี่ย และความเร็วขณะหนึ่ง

ขั้นที่ 1 การระบุภาระงาน

ครูทบทวนความรู้เดิมจากคาบเรียนที่แล้วโดยใช้ประเด็นคำถามว่า วัตถุที่ตกอย่างอิสระในแนวดิ่งมีการเคลื่อนที่ด้วยความเร็วที่เปลี่ยนแปลงอย่างไร จากนั้นครูให้นักเรียนสังเกตภาพตัวอย่างความยาวของแถบกระดาษแต่ละช่วงจุดที่เกิดจากการปล่อยถุงทราย พร้อมใช้ประเด็นคำถาม ครูระบุภาระงานในการสำรวจตรวจสอบโดย แสดงวิธีคำนวณหาขนาดของความเร็วเฉลี่ย และหาขนาดความเร็วที่จุดใดจุดหนึ่ง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ขั้นที่ 2 การสรรสร้างและวิเคราะห์ข้อมูล

ครูให้นักเรียนทำกิจกรรมเพื่อศึกษาการหาความเร็วเฉลี่ยและความเร็วขณะหนึ่ง โดยให้สังเกตการเปลี่ยนแปลงในประเด็นต่างๆ ได้แก่ 1) ขนาดของความเร็วเฉลี่ย 2) ขนาดของความเร็วที่จุด B เมื่อเทียบกับจุด E และให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับกิจกรรมที่ศึกษาเพื่อแสดงการคำนวณหา ขนาดของความเร็วเฉลี่ย และความเร็วขณะหนึ่ง

ขั้นที่ 3 การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว

ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสร้างคำอธิบายเรื่อง ความเร็วเฉลี่ยกับความเร็วขณะหนึ่ง แล้วเขียนลงในกระดาษฟลิปชาร์ตที่ครูแจกให้ โดยระบุองค์ประกอบของคำอธิบายให้ครบถ้วน

ขั้นที่ 4 กิจกรรมการโต้แย้ง

ครูจัดกิจกรรมการโต้แย้ง โดยกำหนดประเด็นในการโต้แย้งสำหรับวันนี้คือ ความเร็วเฉลี่ยกับความเร็วขณะหนึ่งมีความเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร

ขั้นที่ 5 เขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ

ครูมอบหมายให้นักเรียนแต่ละคนเขียนรายงานผลการศึกษาเรื่อง ความเร็วเฉลี่ย และความเร็วขณะหนึ่ง ในกระดาษ A4

ผลการจัดการเรียนรู้

ผลการจัดการเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 นี้ นักเรียนสามารถพัฒนาได้มากขึ้นกว่าแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เล็กน้อย ในส่วนของขั้นนำสอดคล้องกับการสัมภาษณ์นักเรียนที่ว่า “การที่ครูให้นักเรียนสังเกตภาพตัวอย่างความยาวของแถบกระดาษแต่ละช่วงจุดที่เกิดจากการปล่อยถุงทรายทำให้นักเรียนเห็นภาพชัดเจนมากกว่าการดูวิดิทัศน์ที่แสดงภาพเคลื่อนไหว เพราะเมื่อนักเรียนสังเกตระยะห่างระหว่างจุดแล้วนักเรียนสามารถตอบคำถามที่ครูถามได้อย่างถูกต้อง” นอกจากนี้ในขั้นตอนย่อยที่ระบุภาระงานสำหรับการสำรวจตรวจสอบ ครูมีการนำแนวทางแก้ไขจากแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 มาปรับ คือ เวลาครูแจกใบกิจกรรมให้นักเรียนทุกคนเสร็จเรียบร้อย ครูให้นักเรียนทุกคนใน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

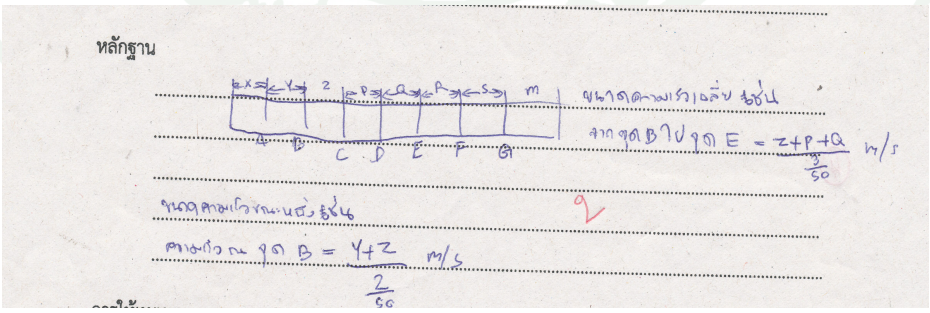
ห้องเรียนหันหน้ามาทางครูที่อยู่หน้าห้องทั้งหมดทำให้นักเรียนเข้าใจกิจกรรมและขั้นตอนอย่างชัดเจน นอกจากนี้ครูพบว่าใบกิจกรรมการหาความเร็วเฉลี่ย และความเร็วขณะหนึ่ง ซึ่งเป็นการคำนวณ การให้นักเรียนในกลุ่มทำใบกิจกรรมทุกคนแล้วค่อยมาหาข้อสรุปร่วมกันเป็นสิ่งที่ดีมากกว่าแจกใบกิจกรรมเพียงใบเดียวหรือสองใบแล้วค่อยมาหาข้อสรุป เพราะนักเรียนทุกคนจะได้มีโอกาสแสดงวิธีคิดและคำนวณ

แผนการจัดการเรียนรู้นี้มี นักเรียนจำนวน 10 คน (27.02%) สามารถเขียนรายงานผลการศึกษาเรื่อง ความเร็วเฉลี่ย และความเร็วขณะหนึ่งได้ในระดับ ดีมาก เพราะนักเรียนสามารถเขียนข้อกล่าวอ้างที่ว่าความเร็วเฉลี่ยกับความเร็วขณะหนึ่งมีความเหมือนหรือแตกต่างกันได้อย่างถูกต้อง นอกจากนี้ในส่วนของหลักฐานและการให้เหตุผล นักเรียนสามารถแสดงการคำนวณหาขนาดของความเร็วเฉลี่ย และความเร็วขณะหนึ่ง พร้อมกับแสดงเหตุผลที่เชื่อมโยงหลักฐานไปสู่ ข้อกล่าวอ้าง รวมถึงใช้หลักการเชิงวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสมและเพียงพอและมีการให้เหตุผลที่ชัดเจน ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียนเลขที่ 30

ข้อกล่าวอ้าง

"ขนาดของความเร็วเฉลี่ยจะแตกต่างกับขนาดของความเร็วขณะหนึ่ง"

หลักฐาน



ภาพที่ 9 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน เลขที่ 30

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การให้เหตุผล

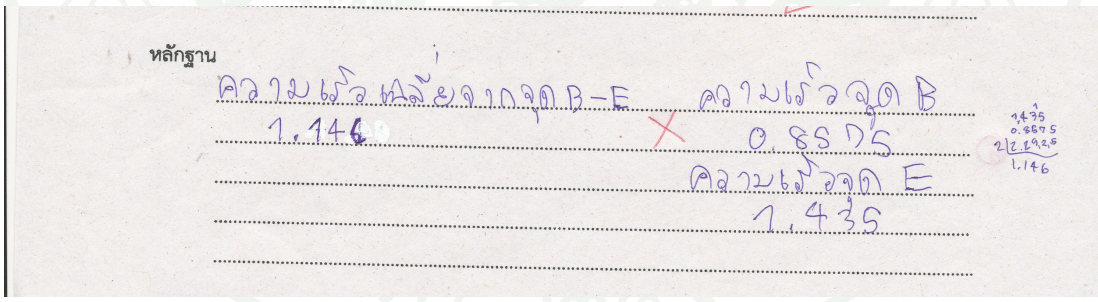
"จากการทดลองความเร็วเฉลี่ยแตกต่างจากความเร็วขณะหนึ่งเพราะ ขนาดความเร็วเฉลี่ยคือ ความเร็วที่หาได้จากความเร็วหลายช่วงเวลามาบวกกันและหารด้วยช่วงเวลาทั้งหมด แต่ความเร็วขณะหนึ่งคือ ความเร็วที่หาได้จากความเร็วในช่วงเวลาสั้นๆหารกับเวลาในช่วงเวลาสั้นๆ ขนาดของความเร็วเฉลี่ยจึงมีค่าไม่เท่ากับขนาดของความเร็วขณะหนึ่ง"

นักเรียนจำนวน 23 คน (62.1%) เขียนรายงานผลการศึกษาอยู่ในระดับ ดี เพราะ นักเรียนบางคนไม่มีการแสดงหลักฐาน หรือแสดงหลักฐานที่ไม่เหมาะสมกล่าวคือ หลักฐานนั้นไม่สนับสนุนกับข้อกล่าวอ้างและนักเรียนส่วนใหญ่สามารถแสดงเหตุผลได้แต่เหตุผลส่วนใหญ่ไม่เหมาะสมและไม่เพียงพอ ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียนเลขที่ 21

ข้อกล่าวอ้าง

"ความเร็วเฉลี่ยแตกต่างจากความเร็วขณะหนึ่ง"

หลักฐาน



ภาพที่ 10 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน เลขที่ 21

การให้เหตุผล

" ความเร็วขณะหนึ่ง คือ ความเร็วที่จุดนั้นๆ ส่วนความเร็วเฉลี่ยคือ การนำความเร็วในหลายๆ ช่วงจุดมาเฉลี่ยกัน"

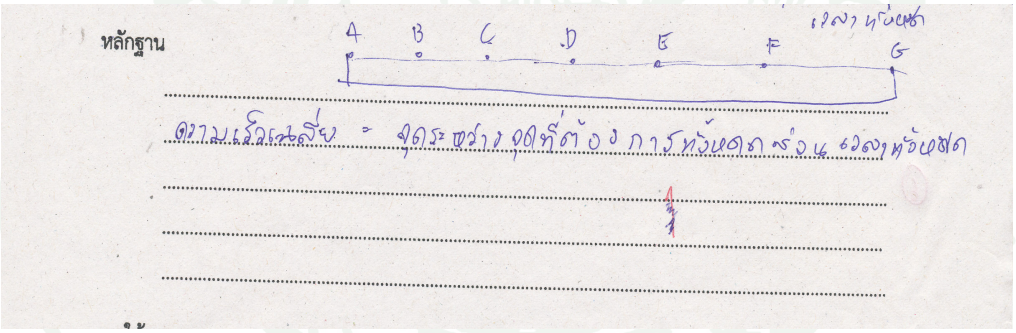
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ส่วนนักเรียนอีก 5 คน เขียนรายงานผลการศึกษาอยู่ในระดับ ควรปรับปรุงเพราะ นักเรียนส่วนใหญ่ไม่เขียนตอบข้อกล่าวอ้าง หรือ เขียนข้อกล่าวอ้างผิด นอกจากนี้ยังมีการแสดงหลักฐานที่ไม่ถูกต้องโดยไม่มีการแสดงวิธีการคำนวณหาขนาดของความเร็วเฉลี่ยและความเร็วขณะหนึ่ง แต่เป็นการวาดรูปแสดงความยาวของแถบกระดาษคาร์บอนแทน ในส่วนของการให้เหตุผล นักเรียนส่วนใหญ่ไม่มีการให้เหตุผลหรือแสดงการให้เหตุผลที่ไม่ถูกต้อง หรือถูกต้องบางส่วน ดังแสดงตัวอย่างคำตอบของนักเรียนเลขที่ 19 ซึ่งในจำนวน 5 คน มีนักเรียนจำนวน 3 คนมีเป็นนักเรียนที่บกพร่องในการเรียนรู้

ข้อกล่าวอ้าง

"ความเร็วเฉลี่ยแตกต่างจากความเร็วขณะหนึ่ง"

หลักฐาน



ภาพที่ 11 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน เลขที่ 19

การให้เหตุผล

"จากการทดลองพบว่า ความเร็วเฉลี่ยมีความแตกต่างกับความเร็วขณะหนึ่ง เพราะว่าความเร็วเฉลี่ยคือทั้งหมด แต่ความเร็วขณะหนึ่ง คือ ช่วงเวลาหนึ่งหรือระยะทางใดระยะทางหนึ่ง"

ปัญหาและข้อเสนอแนะ

ไม่มี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

ขั้นที่ 1 การระบุภาระงาน

ครูฉายวิดิทัศน์ “ชู้ทบาสขั้นเทพ” จากนั้นครูใช้คำถามเพื่อนำเข้าสู่บทเรียน และแบ่งนักเรียนออกเป็น 8 กลุ่ม กลุ่มละ 4-5 คนโดยการแจกลูกอมแบบคละสีคนละ 1 เม็ด จากนั้นใครที่ได้สีลูกอมสีเดียวกันจะมาอยู่ในกลุ่มเดียวกัน และครูระบุภาระงานในการสำรวจตรวจสอบ เรื่องการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

ขั้นที่ 2 การสรรสร้างและวิเคราะห์ข้อมูล

ครูให้นักเรียนทำการทดลองเรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ และ ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับกิจกรรมที่ศึกษาเพื่อออกแบบและวางแผนเพื่อวาดรูปแสดงการเคลื่อนที่ของเหรียญบาทและเขียนเวกตอร์ของความเร็วของเหรียญบาทและแรงโน้มถ่วงของโลกที่กระทำต่อเหรียญบาท ณ ตำแหน่งต่างๆ ได้

ขั้นที่ 3 การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว

ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสร้างคำอธิบายเรื่อง ลักษณะของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ เขียนลงในกระดาษฟลิปชาร์ตที่ครูแจกให้โดยระบุองค์ประกอบของคำอธิบายให้ครบถ้วน

ขั้นที่ 4 กิจกรรมการโต้แย้ง

ครูจัดกิจกรรมการโต้แย้ง โดยกำหนดประเด็นในการโต้แย้งสำหรับวันนี้คือ ลักษณะของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

ขั้นที่ 5 เขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ

ครูมอบหมายให้นักเรียนแต่ละคนเขียนรายงานผลการศึกษาเรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ลงในกระดาษขนาด A4

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

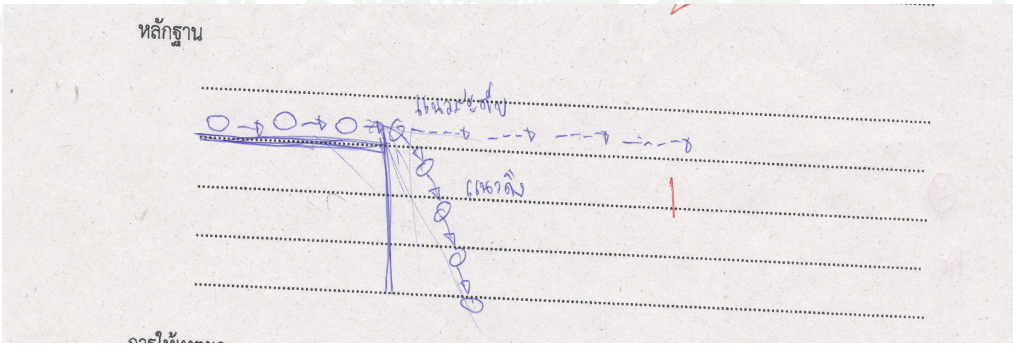
ผลการจัดกิจกรรม

ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ นักเรียนสามารถเขียนรายงานผลการศึกษาเรื่อง ลักษณะการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์อยู่ในระดับดีมาก จำนวน 15 คน (40.5%) เพราะนักเรียนสามารถเขียนข้อกล่าวอ้างจากคำถามที่ว่า “การเคลื่อนที่ของเหรียญบาทเมื่อหลุดออกจากขอบโต๊ะแล้ว ลักษณะการเคลื่อนที่ของเหรียญบาทที่ถูกดีดออกไปเป็นอย่างไร” ได้อย่างถูกต้อง ในส่วนของการแสดงหลักฐานนักเรียนสามารถวาดรูปแสดงการเคลื่อนที่ของเหรียญบาทและเขียนเวกเตอร์ของความเร็วและแรงโน้มถ่วงของโลกที่กระทำต่อเหรียญบาทได้อย่างถูกต้องแต่อาจจะมีบางคนที่อาจจะเขียนเวกเตอร์ของความเร็วกำกับได้ไม่ครบทั้งหมด นอกจากนี้นักเรียนมีการเขียนแสดงการให้เหตุผลที่เชื่อมโยงหลักฐานไปสู่ ข้อกล่าวอ้าง รวมถึงใช้หลักการเชิงวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสมและเพียงพอ มีการให้เหตุผลที่ชัดเจน ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียนเลขที่ 34

ข้อกล่าวอ้าง

“ลักษณะการเคลื่อนที่ของเหรียญบาทที่ถูกยิงออกไปมีลักษณะเป็นแนวโค้ง”

หลักฐาน



ภาพที่ 12 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน เลขที่ 34

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การให้เหตุผล

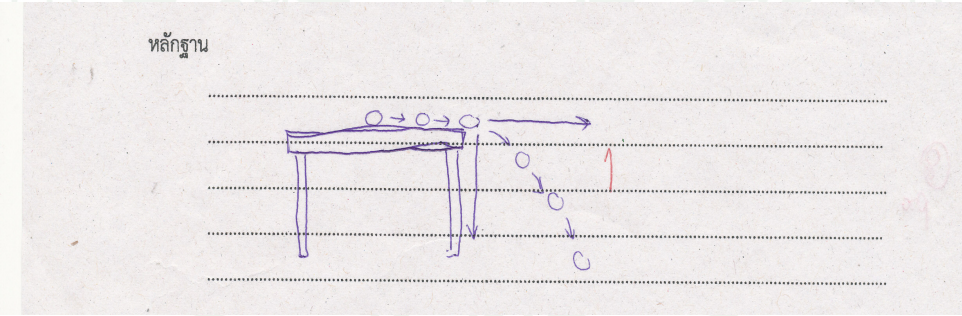
"การที่เหรียญบาทมีการเคลื่อนที่เป็นแนววิถีโค้งเพราะเมื่อเหรียญบาทถูกดีดหลุดออกจากขอบโต๊ะ การเคลื่อนที่ของเหรียญบาทในแนวระดับมีอัตราเร็วคงที่ ส่วนในแนวดิ่งจะมีอัตราเร็วเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ และเมื่อมีการเคลื่อนที่ทั้งในแนวระดับและในแนวดิ่งภายในเวลาเดียวกันจึงทำให้เกิดแรงลัพธ์แนวการเคลื่อนที่รวมจึงเป็นวิถีโค้ง"

และนักเรียนจำนวน 18 คน (48.6%) สามารถเขียนรายงานการศึกษาอยู่ในระดับดี เพราะนักเรียนส่วนใหญ่มีการแสดงหลักฐานการวาดรูปแสดงการเคลื่อนที่ของเหรียญบาทในแนววิถีโค้งได้อย่างถูกต้องแต่ขาดการเขียนเวกเตอร์ของความเร็วและแรงโน้มถ่วงของโลกกำกับ และมีการแสดงการให้เหตุผลที่ไม่เพียงพอ ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน เลขที่ 16

ข้อกล่าวอ้าง

"การเคลื่อนที่ของเหรียญบาทเมื่อหลุดออกจากขอบโต๊ะจะเป็นแนววิถีโค้ง"

หลักฐาน



ภาพที่ 13 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน เลขที่ 16

การให้เหตุผล

"วัตถุมีการเคลื่อนที่ทั้งแนวระดับและแนวดิ่งในเวลาเดียวกัน แนวการเคลื่อนที่รวมจึงเป็นแนวโค้ง"

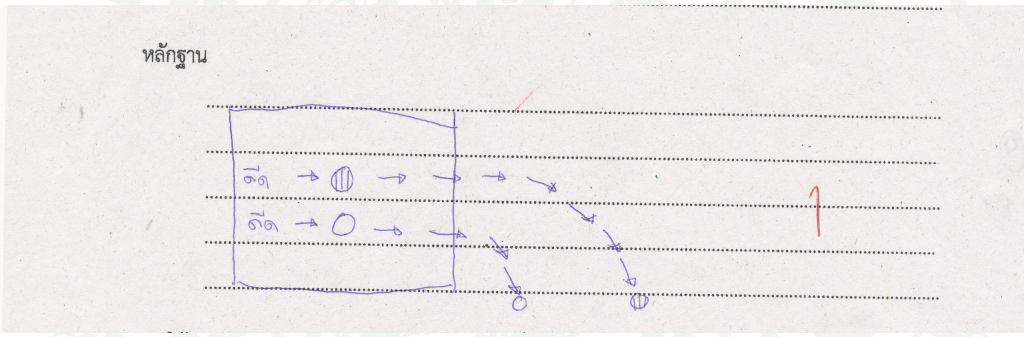
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ส่วนนักเรียนอีก 4 คน (10.9%) เขียนรายงานการศึกษาอยู่ในระดับ ควรปรับปรุง เพราะนักเรียนส่วนใหญ่แสดงหลักฐานการวาดรูปแสดงการเคลื่อนที่ของเหรียญบาทในแนววิถีโค้งได้อย่างถูกต้องแต่ขาดการเขียนเวกเตอร์ของความเร็วและแรงโน้มถ่วงของโลกกำกับ และขาดการให้เหตุผล หรือแสดงเหตุผลที่ไม่เชื่อมโยงกับหลักฐานและข้อกล่าวอ้าง มีการให้เหตุผลที่ไม่เหมาะสม ซึ่งนักเรียนจำนวน 3 คนจาก 4 คน เป็นนักเรียนที่บกพร่องในการเรียนรู้ ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียนเลขที่ 7

ข้อกล่าวอ้าง

"การเคลื่อนที่ของเหรียญบาทเป็นแนววิถีโค้ง"

หลักฐาน



ภาพที่ 14 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน เลขที่ 7

การให้เหตุผล

"การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์เกิดจากแรงโน้มถ่วงของโลกเท่านั้น"

ปัญหาและข้อเสนอแนะ

1. ขั้นตอนที่ 3 การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสร้างคำอธิบายเรื่อง ลักษณะของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ เขียนลงในกระดาษฟลิปชาร์ต ซึ่งนักเรียนสามารถเขียนข้อกล่าวอ้างได้อย่างถูกต้องแต่นักเรียนส่วนใหญ่ยังเขียนการให้เหตุผลและแสดงหลักฐานที่ผิดบางส่วนโดยยังขาดการเขียนเวกเตอร์แสดงความเร็วของเหรียญบาทและแรง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

โน้มถ่วงของโลกที่กระทำต่อเหรียญบาท ณ ตำแหน่งต่างๆ จึงส่งผลทำให้คะแนนในส่วนนี้ลดลงไป ซึ่งข้อมูลนี้ไปสอดคล้องกับการสัมภาษณ์นักเรียนที่ว่าการใช้เหรียญ 2 เหรียญดีดพร้อมกันเพื่อทดลองการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์อาจจะยังไม่เพียงพอให้นักเรียนเขียนเวกเตอร์ในการระบุความเร็วของเหรียญบาททั้งในแนวระดับและแนวดิ่ง ดังนั้นครูควรปรับปรุงโดยหลังจากที่นักเรียนทดลองแล้วครูควรฉายวิดิทัศน์แสดงการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทด์กำกับด้วยเพื่อให้นักเรียนเห็นภาพแนวการเคลื่อนที่มากขึ้น

2. ขั้นที่ 4 กิจกรรมการโต้แย้ง ในขั้นนี้มีนักเรียนบางคนไม่ให้ความร่วมมือในการโต้แย้ง ครูยังต้องกระตุ้นให้นักเรียนร่วมกันฟังเพื่อนเวลาเพื่อนออกมาอภิปราย นักเรียนบางคนใช้เวลานี้ในการทำงานวิชาอื่นๆทำให้ไม่ทราบว่าทำไมเหรียญบาทจึงมีลักษณะการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ดังนั้นครูควรปรับปรุงโดยการเดินสำรวจนักเรียนแต่ละกลุ่มบ่อยๆ และกระตุ้นให้นักเรียนที่กำลังทำงานอื่นๆ ใส่ใจในวิชาที่เรียน

ผลการวิจัยจากการใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง แรงกิริยา แรงปฏิกิริยา

ขั้นที่ 1 การระบุภาระงาน

ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยการให้ตัวแทนนักเรียน 1 คนออกมายืนบนสเกตแล้วออกแรงเอามือผลักกำแพง แบ่งนักเรียนออกเป็น 8 กลุ่ม กลุ่มละ 5-6 คน โดยใช้วิธีการนับตัวเลข1-8 จากนั้นครูระบุภาระงานในการสำรวจตรวจสอบ

ขั้นที่ 2 การสรรสร้างและวิเคราะห์ข้อมูล

ครูให้นักเรียนทำกิจกรรมเพื่อศึกษาเรื่อง แรงกิริยาและแรงปฏิกิริยา และให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับกิจกรรมที่ศึกษาเพื่อออกแบบตารางบันทึกผลการทดลอง เรื่อง แรงกิริยาและแรงปฏิกิริยา

ขั้นที่ 3 การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว

ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสร้างคำอธิบายเรื่อง ลักษณะของแรงกิริยา และแรงปฏิกิริยา เขียนลงในกระดาษฟลิปชาร์ตที่ครูแจกให้โดยระบุองค์ประกอบของคำอธิบายให้ครบถ้วน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ขั้นที่ 4 กิจกรรมการโต้แย้ง

จัดกิจกรรมการโต้แย้ง โดย ครูกำหนดประเด็นในการโต้แย้งสำหรับวันนี้คือ ลักษณะของแรงกิริยาและแรงปฏิกิริยา

ขั้นที่ 5 เขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ

ครูมอบหมายให้นักเรียนแต่ละคนเขียนแรงกิริยาและแรงปฏิกิริยา ลงในกระดาษขนาด A4

ผลการจัดการเรียนรู้

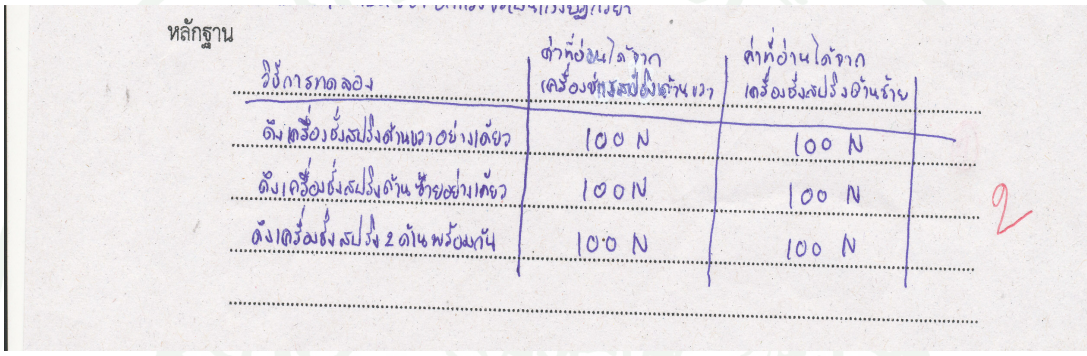
ผลการจัดการเรียนรู้ในวันนี้สามารถบรรลุวัตถุประสงค์ได้ในบางข้อ คือ ขั้นนำนักเรียนให้ความสนใจมากเพราะครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยการให้ตัวแทนนักเรียน 1 คนออกมายืนบนสเกตแล้วออกแรงเอามือผลักกำแพงทำให้นักเรียนเห็นภาพลักษณะของแรงกิริยาและแรงปฏิกิริยาชัดเจนมากกว่าการดูภาพนิ่งหรือการฉายวิดิทัศน์ นักเรียนแต่ละกลุ่มมีส่วนร่วมในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และสามารถเขียนแสดงข้อกล่าวอ้าง หลักฐานและการให้เหตุผลได้ดีขึ้น ในแผนการจัดการเรียนรู้นี้ นักเรียนจำนวน 20 คน (54.0 %) สามารถเขียนรายงานผลการศึกษาเรื่อง แรงกิริยาและแรงปฏิกิริยา อยู่ในระดับดีมากคือ สามารถตอบข้อกล่าวอ้างจากคำถามที่ว่า “ในการออกแรงดึงเครื่องชั่งสปริงแต่ละครั้ง ขนาดและทิศทางของแรงทั้งสอง เหมือนกัน หรือต่างกันอย่างไร และแรงใดเป็นแรงกิริยา และแรงปฏิกิริยา” ได้อย่างถูกต้องและครบถ้วน ในส่วนของหลักฐานนักเรียนสามารถแสดงหลักฐานได้เหมาะสมและมีจำนวนเพียงพอต่อการสนับสนุน ข้อกล่าวอ้าง มีการแสดงหลักฐานครบทั้ง 3 หลักฐาน: 1. มือซ้ายออกแรงดึงเครื่องชั่งสปริงค่าที่อ่านได้จากเครื่องชั่งสปริงของมือขวามีค่าเท่ากับมือซ้าย 2. มือขวาออกแรงดึงเครื่องชั่งสปริงค่าที่อ่านได้จากเครื่องชั่งสปริงของมือมือซ้ายมีค่าเท่ากับมือขวา 3. มือขวาและมือซ้ายออกแรงพร้อมกันค่าที่อ่านได้จากเครื่องชั่งสปริงมีค่าเท่ากัน และในส่วนของการให้เหตุผล แสดงเหตุผลที่เชื่อมโยงหลักฐานไปสู่ ข้อกล่าวอ้าง รวมถึงใช้หลักการเชิงวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสมและเพียงพอ โดยมีการให้เหตุผลที่ชัดเจน ที่ประกอบด้วย แรงกิริยาและแรงปฏิกิริยามีขนาดเท่ากัน แต่มีทิศทางตรงกันข้าม ซึ่งสังเกตได้จากไม่ว่ามือซ้ายหรือมือขวา หรือทั้งสองมือออกแรงดึงเครื่องชั่งสปริงค่าที่อ่านได้จะมีค่าเท่ากัน ซึ่งสิ่งเหล่านี้แสดงให้เห็นว่าทุกแรงกิริยาที่กระทำต่อวัตถุจะต้องเกิดแรงปฏิกิริยาขนาดเท่ากันแต่ทิศทางตรงกันข้ามเกิดขึ้นพร้อมกันเสมอ ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียนเลขที่ 31

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ข้อกล่าวอ้าง

"การออกแรงดึงเครื่องชั่งสปริงแต่ละครั้ง ขนาดของแรงทั้งสองมีค่าเท่ากัน แต่ทิศทางของแรงทั้งสองตรงกันข้ามกัน โดยสังเกตได้จากแรงกิริยาและแรงปฏิกิริยาจะเป็นแรงที่เรากำหนดโดยแรงใดเป็นแรงกิริยาตรงข้ามก็จะเป็นแรงปฏิกิรยา"

หลักฐาน



หลักฐาน

วิธีการทดลอง	ค่าที่อ่านได้จากเครื่องชั่งสปริงด้านขวา	ค่าที่อ่านได้จากเครื่องชั่งสปริงด้านซ้าย
ดึงเครื่องชั่งสปริงด้านขวาอย่างเดียว	100 N	100 N
ดึงเครื่องชั่งสปริงด้าน ซ้ายอย่างเดียว	100 N	100 N
ดึงเครื่องชั่งสปริง 2 ด้าน พร้อมกัน	100 N	100 N

2

ภาพที่ 15 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน เลขที่ 31

การให้เหตุผล

"จากการทดลองเมื่อเราดึงเครื่องชั่งสปริงจากฝั่งหนึ่ง อีกฝั่งหนึ่งก็จะส่งแรงกลับมาในขนาดที่เท่ากัน แต่มีทิศทางตรงกันข้าม ซึ่งแสดงให้รู้ว่าทุกแรงกิริยาที่กระทำต่อวัตถุจะต้องเกิดแรงปฏิกิริยาขนาดเท่ากันแต่ทิศทางตรงกันข้ามเกิดขึ้นพร้อมกันเสมอ"

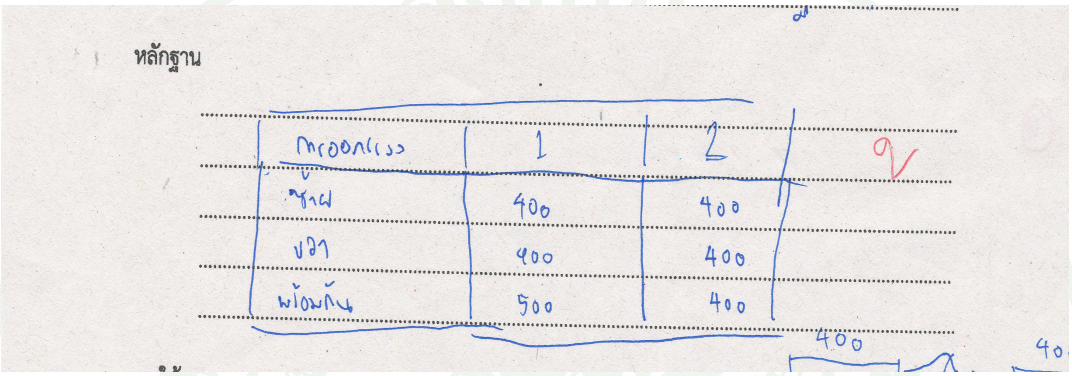
นอกจากนี้ นักเรียนจำนวน 12 คน (34.2%) เขียนรายงานการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับ ดี นักเรียนสามารถเขียนข้อกล่าวอ้างได้แต่ไม่ครบถ้วน ซึ่งยังขาดประเด็นที่ว่า นักเรียนจะทราบได้อย่างไรว่า แรงใดเป็นแรงกิริยา-ปฏิกิริยา มีการแสดงหลักฐานได้ครบถ้วนและถูกต้อง แต่ขาดการให้เหตุผลที่ไม่เพียงพอ และไม่ครบถ้วน ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียนเลขที่ 18

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ข้อกล่าวอ้าง

"การออกแรงดึงเครื่องชั่งสปริงแต่ละครั้ง ขนาดของแรงทั้งสองมีค่าเท่ากัน แต่ทิศทางของแรงทั้งสองตรงกันข้ามกัน"

หลักฐาน



ภาพที่ 16 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน เลขที่ 18

การให้เหตุผล

"จากการทดลองเมื่อเราดึงเครื่องชั่งสปริงจากฝั่งหนึ่ง อีกฝั่งหนึ่งก็จะส่งแรงกลับมาในขนาดที่เท่ากัน คือ แรงกิริยาจะเท่ากับแรงปฏิกิริยา"

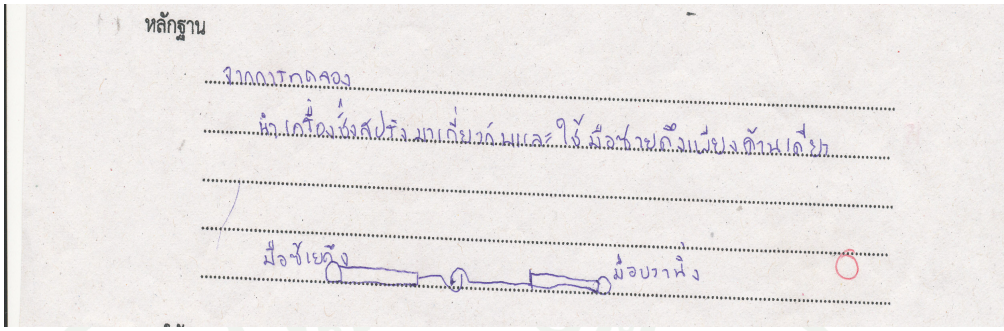
ส่วนนักเรียนอีก 5 คน (11.8%) เขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบได้ในระดับ ควรปรับปรุง เพราะนักเรียนส่วนใหญ่เขียนตอบข้อกล่าวอ้างผิด หรือเขียนไม่ครบ ในส่วนของหลักฐานนักเรียนใช้การวาดรูปเครื่องชั่งสปริงที่มาเกี่ยวกัน หรือบางคนเขียนวิธีการทดลองแทนการออกแบบตาราง และในส่วนของการให้เหตุผลนักเรียนบางคนไม่แสดงเหตุผล หรือแสดงเหตุผลที่ไม่เชื่อมโยงกับหลักฐานและข้อกล่าวอ้าง มีการใช้หลักฐานซ้ำ ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียนเลขที่ 37

ข้อกล่าวอ้าง

"การออกแรงดึงเครื่องชั่งสปริงแต่ละครั้งขนาดและทิศทางของแรงทั้งสองเหมือนกัน"

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

หลักฐาน



ภาพที่ 17 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน เลขที่ 37

“

การให้เหตุผล

“แรงกิริยา = แรงที่ใช้ดึง เนื่องจากเป็นแรงที่กระทำต่อวัตถุ ส่วนแรงปฏิกิริยา = แรงที่เกิดขึ้นตามมาในด้านขวา เพราะแรงทั้ง 2 มีขนาดเท่ากัน และก็ไปในทิศทางเดียวกันด้วย”

ปัญหาและข้อเสนอแนะ

1. ขั้นที่ 2 การสรรสร้างและวิเคราะห์ข้อมูล ในขั้นนี้เกิดปัญหาขึ้นในระหว่างที่ใช้เครื่องชั่งสปริง เนื่องมาจากเครื่องชั่งสปริงบางตัวเกิดการชำรุดทำให้อ่านค่าได้ไม่เท่ากันในบางตัว ทำให้เกิดความล่าช้าในการทำกิจกรรม ครูปรับปรุงโดยการนำเครื่องชั่งสปริงของกลุ่มที่ไม่ชำรุดที่ทำกิจกรรมเสร็จเรียบร้อยมาให้กับกลุ่มที่เครื่องชั่งสปริงชำรุด

2. ขั้นที่ 3 การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว ในขั้นนี้นักเรียนในกลุ่มจะต้องช่วยกันสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ลงไปในกระดาษฟลิปชาร์ต แต่เนื่องจากจะมีนักเรียนบางกลุ่มที่มีนักเรียนที่บกพร่องในการเรียนรู้ ทำให้เพื่อนในกลุ่มไม่เห็นความสำคัญ นักเรียนเหล่านี้ก็จะไม่มีกิจกรรมให้ทำแล้วก็จะนั่งเฉยๆ ซึ่งสอดคล้องจากการที่สัมภาษณ์นักเรียน ครูจึงหาทางแก้ไขโดยเดินเข้าไปกระตุ้นนักเรียนที่บกพร่องในการเรียนรู้ให้มีสมาธิและคอยเตือนเพื่อนในกลุ่มให้เห็นความสำคัญและรู้จักการมอบหมายงานให้เพื่อนที่มีปัญหาได้ทำ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง แรงพยุง

ขั้นที่ 1 การระบุภาระงาน

ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยการใช้เครื่องชั่งสปริงเกี่ยวนอต แล้วให้นักเรียนอ่านค่าน้ำหนักของน๊อต ครูระบุภาระงานสำหรับการสำรวจตรวจสอบ เรื่อง แรงพยุง และแบ่งนักเรียนออกเป็น 7 กลุ่ม กลุ่มละ 5-6 คน โดยใช้วิธีการใครที่เกิดวันเดียวกัน (จันทร์-อาทิตย์) ให้มาอยู่ในกลุ่มเดียวกัน

ขั้นที่ 2 การสรรสร้างและวิเคราะห์ข้อมูล

ครูให้นักเรียนทำกิจกรรมเพื่อศึกษาเรื่อง แรงพยุง และให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับกิจกรรมที่ศึกษาเพื่อออกแบบตารางบันทึกผลการทดลอง เรื่อง แรงพยุง

ขั้นที่ 3 การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว

ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสร้างคำอธิบายเรื่อง น้ำหนักของน๊อตเมื่อชั่งในอากาศกับในน้ำโดยใช้หลักการของแรงพยุง เขียนลงในกระดาษฟลิปชาร์ตที่ครูแจกให้โดยระบุองค์ประกอบของคำอธิบายให้ครบถ้วน

ขั้นที่ 4 กิจกรรมการโต้แย้ง

ครูจัดกิจกรรมการโต้แย้ง โดยกำหนดประเด็นในการโต้แย้งสำหรับวันนี้คือ น้ำหนักของน๊อตเมื่อชั่งในอากาศกับในน้ำ

ขั้นที่ 5 เขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ

ครูมอบหมายให้นักเรียนแต่ละคนเขียนรายงานผลการศึกษาเรื่อง แรงพยุง ลงในกระดาษขนาด A4

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

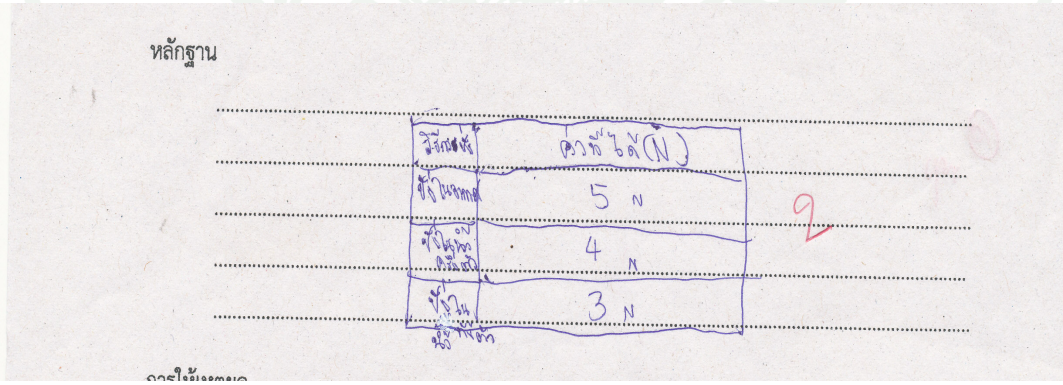
ผลการจัดการเรียนรู้

ผลการจัดการเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้นี้ประสบความสำเร็จในระดับหนึ่ง นักเรียนมีการโต้แย้งระหว่างกลุ่มเพื่อหาข้อสรุปมากขึ้นโดยที่ครูไม่ต้องกระตุ้น มีนักเรียนที่สามารถเขียนรายงานผลการศึกษาเรื่อง แรงพยุงได้ในระดับดีมาก จำนวน 27 คน (72.97%) ระดับดีจำนวน 7 คน (18.9%) และควรปรับปรุง 3 คน (8.13%) โดยนักเรียนที่อยู่ในระดับดีมากส่วนใหญ่สามารถตอบข้อกล่าวอ้างจากคำถามที่ว่า “น้ำหนักของน๊อตเมื่อชั่งในอากาศกับในน้ำมีค่าเท่ากันหรือไม่” ได้อย่างครบถ้วนและถูกต้อง และในส่วนของหลักฐานและการให้เหตุผล นักเรียนสามารถออกแบบตารางแสดงน้ำหนักของน๊อตเมื่อชั่งในอากาศและในน้ำได้สอดคล้องกับการทดลองที่ว่า น้ำหนักของน๊อตเมื่อชั่งในอากาศจะต้องมีค่ามากกว่าน้ำหนักของน๊อตเมื่อชั่งในน้ำ และเหตุผลของการที่น้ำหนักของน๊อตเมื่อชั่งในอากาศมีค่ามากกว่าชั่งน๊อตในน้ำในขณะที่น๊อตมีมวลเท่าเดิมเนื่องมาจากมีแรงเนื่องจากของเหลวกระทำต่อน๊อต ดังแสดงตัวอย่างคำตอบของนักเรียนเลขที่ 6

ข้อกล่าวอ้าง

“น้ำหนักของน๊อตเมื่อชั่งในอากาศกับในน้ำมีค่าไม่เท่ากัน”

หลักฐาน



ภาพที่ 18 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน เลขที่ 6

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การให้เหตุผล

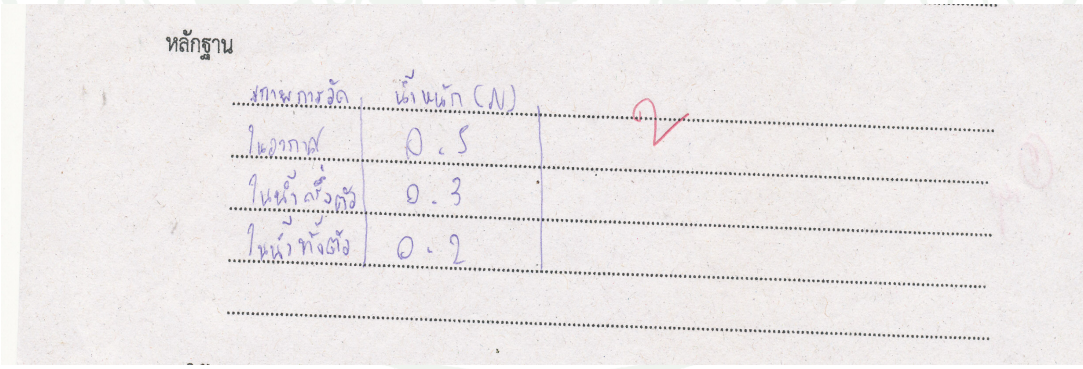
"จากหลักฐานแสดงให้เห็นว่า แรงจากเครื่องชั่งสปริงเมื่อชั่งน๊อตในอากาศมีค่ามากกว่าชั่งในน้ำ เนื่องจากแรงในแนวระดับจากทั้งสองฝั่งมีค่าเท่ากัน ในทิศทางตรงกันข้าม ทำให้แรงลัพธ์เท่ากับ 0 ในขณะที่ในแนวดิ่งมีแรงในการดันขึ้นมากกว่าดันลง จึงทำให้แรงลัพธ์ที่ออกมามีผลในการดันขึ้น ส่งผลให้ช่วยพยุงตัวน๊อตเอาไว้จึงทำให้ออกแรงน้อยลง ซึ่งแรงๆ นี้ที่ช่วยพยุงวัตถุไว้เรียกว่า แรงพยุง"

มีนักเรียนทั้งหมด 7 คนเขียนรายงานผลการศึกษาเรื่อง แรงพยุงอยู่ในระดับดี เพราะนักเรียนเขียนการให้เหตุผลไม่เพียงพอและไม่สอดคล้องกับข้อกล่าวอ้างและหลักฐาน คือนักเรียนเขียนว่า เพราะความหนาแน่นในน้ำมากกว่าในอากาศ ดังแสดงตัวอย่างคำตอบของนักเรียนเลขที่ 19

ข้อกล่าวอ้าง

"น้ำหนักของน๊อตเมื่อชั่งในอากาศมีค่าไม่เท่ากับชั่งในน้ำ"

หลักฐาน


หลักฐาน

สภาพการชั่ง	น้ำหนัก (N)
ในอากาศ	0.5
ในน้ำ ครึ่งตัว	0.3
ในน้ำ ทั้งตัว	0.2

ภาพที่ 19 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน เลขที่ 19

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การให้เหตุผล

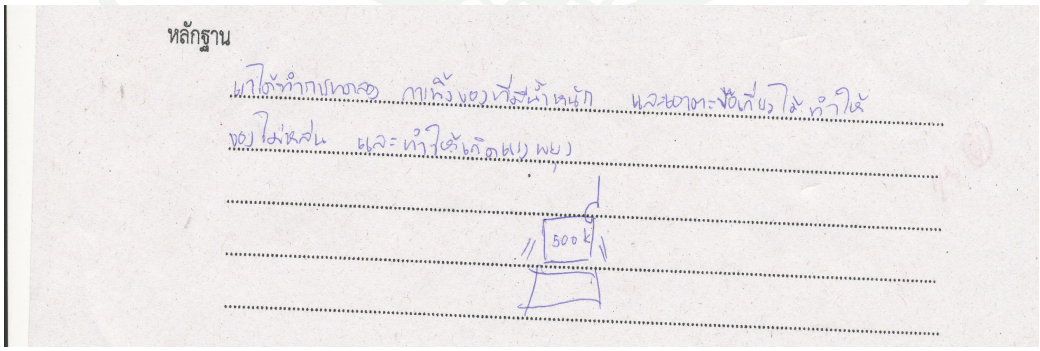
"การที่น้ำหนักของน๊อตเมื่อชั่งในอากาศมีค่ามากกว่าชั่งน๊อตในน้ำเพราะน้ำมีความหนาแน่นมากกว่าอากาศ"

ส่วนนักเรียนอีก 3 คน ที่เขียนรายงานผลการศึกษาอยู่ในระดับ ควรปรับปรุง เพราะนักเรียนไม่เขียนข้อกล่าวอ้าง หลักฐานและการให้เหตุผลหรือเขียนแต่ผิดและไม่มีความสอดคล้องกันเลย นักเรียนไม่มีการออกแบบตารางการทดลอง และให้เหตุผลที่ขาดการเชื่อมโยงหลักฐานกับข้อกล่าวอ้าง นอกจากนี้สาเหตุอาจเป็นเพราะนักเรียนทั้ง 3 คนนี้ติดตามขั้นตอนในการจัดการเรียนการสอนได้ช้า เพราะนักเรียนทั้ง 3 คนนี้เป็นนักเรียนที่บกพร่องในการเรียนรู้ ไม่สามารถเชื่อมโยงเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ได้ ยังขาดทักษะในการทดลองและลงความเห็นข้อมูลที่ถูกต้อง ครูจำเป็นต้องกระตุ้นและเรียกชื่อตลอดเวลา ถ้าครูไม่กระตุ้นนักเรียนก็จะมีอาการเหม่อลอยไม่ติดตามการจัดการเรียนการสอนของครู ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียนเลขที่ 7

ข้อกล่าวอ้าง

"แรงพยุง เกิดจากการที่เราทิ้งของที่มีน้ำหนักลงจากอากาศและมีตะขอมาเกี่ยวสิ่งของนั้นทำให้เกิดแรงพยุง"

หลักฐาน



ภาพที่ 20 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน เลขที่ 7

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การให้เหตุผล

"การที่เราทิ้งของที่มีน้ำหนัก จะมีแรงดึงดูดโลกมาเกี่ยวข้อง แต่เรามีแรงพยุงที่ต้านแรงดึงดูดโลกจึงทำให้วัตถุไม่ตกลงมา"

ปัญหาและข้อเสนอแนะ

1. ขั้นที่ 1 การระบุภาระงาน ขั้นนำในแผนการจัดการเรียนรู้นี้ครูเรียกตัวแทนนักเรียนออกมา 1 คนพร้อมใช้เครื่องชั่งสปริงเกี่ยวน๊อต แล้วให้นักเรียนอ่านค่าน้ำหนักของน๊อต พร้อมใช้ประเด็นคำถาม ในขั้นนำนี้สอดคล้องกับการสัมภาษณ์นักเรียนที่ว่า การเรียกตัวแทนนักเรียนออกมาอ่านค่านำน้ำหนักของน๊อตแค่เพียง 1 คน ส่งผลทำให้นักเรียนหลายๆคนที่อยู่ด้านหลังไม่เห็นค่าน้ำหนักของน๊อต ทำให้ขั้นนำขาดความน่าสนใจไป ดังนั้นครูปรับปรุงโดยการใช้เครื่องฉายภาพไปบนหน้าจอ ทำให้นักเรียนที่อยู่หลังห้องและด้านข้างมองเห็นการสาธิตไปด้วยกัน

2. ขั้นที่ 2 การสรรสร้างและวิเคราะห์ข้อมูล ในขั้นนี้นักเรียนจะต้องทำกิจกรรมเพื่อศึกษาเรื่องแรง พยุง แต่เนื่องจากน้ำหนักของน๊อตที่ใช้มีน้ำหนักที่เบาเกินไป สอดคล้องกับการสัมภาษณ์นักเรียน ที่ว่าการที่น้ำหนักน๊อตเบาเกินไปทำให้ยากต่อการอ่านค่าจากเครื่องชั่งสปริง แยกความแตกต่างไม่ออกระหว่างการชั่งในอากาศกับการชั่งในน้ำ ครูปรับปรุงโดยการนำดินน้ำมันขนาดปริมาตรเท่ากันมาให้นักเรียนชั่งด้วยเครื่องชั่งสปริงแทน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง แรงเสียดทาน

ขั้นที่ 1 การระบุภาระงาน

ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยการให้ตัวแทนนักเรียนออกแรงผลักโต๊ะเรียนไปตามพื้นราบในแนวระดับ พร้อมกับใช้ประเด็นคำถาม ครูระบุภาระงานสำหรับการสำรวจตรวจสอบ เรื่อง แรงเสียดทาน แจกใบกิจกรรม7 เรื่อง แรงเสียดทาน และแบ่งนักเรียนออกเป็น 8 กลุ่ม กลุ่มละ 4-5 คน โดยใช้วิธีการนับตัวเลข 1-8 จากนั้นใครที่นับหมายเลยเดียวกันจะมาอยู่ในกลุ่มเดียวกัน จากนั้นครูสาธิตให้นักเรียนดูในประเด็นที่ว่า "แรงเสียดทานจะมีทิศตรงข้ามกับทิศทางการเคลื่อนที่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ขั้นที่ 2 การสรรสร้างและวิเคราะห์ข้อมูล

ครูให้นักเรียนทำกิจกรรมเพื่อศึกษาเรื่อง แรงเสียดทาน จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับกิจกรรมที่ศึกษาเพื่อออกแบบตารางบันทึกผลการทดลอง เรื่อง แรงเสียดทาน

ขั้นที่ 3 การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว

ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสร้างคำอธิบายเรื่อง ทิศทางของแรงเสียดทาน และปัจจัยที่ส่งผลต่อแรงเสียดทาน เขียนลงในกระดาษฟลิปชาร์ตที่ครูแจกให้โดยระบุองค์ประกอบของคำอธิบายให้ครบถ้วน

ขั้นที่ 4 กิจกรรมการโต้แย้ง

ครูจัดกิจกรรมการโต้แย้ง และกำหนดประเด็นในการโต้แย้งสำหรับวันนี้คือ ทิศทางของแรงเสียดทาน และปัจจัยที่ส่งผลต่อแรงเสียดทาน

ขั้นที่ 5 เขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ

ครูมอบหมายให้นักเรียนแต่ละคนเขียนรายงานผลการศึกษาเรื่อง แรงเสียดทาน ลงในกระดาษขนาด A4

ผลการจัดการเรียนรู้

ผลจากการจัดการเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้นี้ประสบความสำเร็จมาก ครูสามารถจัดการเรียนการสอนให้นักเรียนประสบความสำเร็จและสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ และวัตถุประสงค์การเรียนรู้ทั้งหมด 7 ข้อ ในส่วนของขั้นนำสอดคล้องจากการสัมภาษณ์นักเรียนที่ว่าครูสาธิตให้นักเรียนดูในประเด็นที่ว่า “แรงเสียดทานจะมีทิศตรงข้ามกับทิศทางการเคลื่อนที่” โดยการนำกระดาษขนาดเล็กไปแปะไว้ใต้กล่องดังภาพ แล้วออกแรงดึงเชือกที่ยึดติดกับกล่องไปข้างหน้าจะพบว่ากระดาษที่ติดอยู่ใต้กล่องจะลู่ไปคนละด้านกับการเคลื่อนที่ของกล่อง นักเรียนจะได้เห็นภาพทิศทางของแรงเสียดทานจริง ในแผนการจัดการเรียนรู้นี้ นักเรียนจำนวน 34 คน (91.8 %) สามารถเขียนรายงานผลการศึกษาเรื่อง แรงเสียดทานอยู่ในระดับดีมากคือ สามารถตอบข้อกล่าวอ้างจากคำถามที่

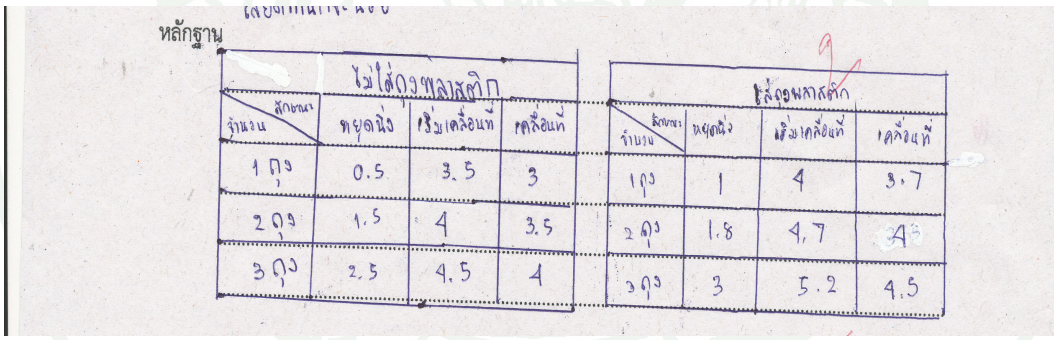
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ถามว่า “ทิศทางของแรงเสียดทานเป็นอย่างไร และปัจจัยใดที่ส่งผลต่อแรงเสียดทานบ้าง”ได้อย่างถูกต้องและครบถ้วน ในส่วนของหลักฐานนักเรียนสามารถออกแบบตารางแสดงแรงดึงถุงทรายด้วยเครื่องชั่งสปริง กรณีดึงถุงทรายไปบนพื้นโต๊ะโดยตรงและกรณีหุ้มถุงทรายที่อยู่ล่างสุดด้วยพลาสติกแล้วจึงดึงไปบนพื้นโต๊ะ ได้อย่างถูกต้อง นอกจากนี้ในส่วนของการให้เหตุผลนักเรียนสามารถเขียนอธิบายจากที่นักเรียนสรุปเพื่อให้เหตุผลว่าเพราะเหตุใดแรงเสียดทานจึงมีทิศทางเป็นเช่นนั้นและปัจจัยใดบ้างที่ส่งผลต่อแรงเสียดทานได้อย่างครบถ้วน ดังแสดงตัวอย่างคำตอบของนักเรียน เลขที่ 22

ข้อกล่าวอ้าง

“แรงเสียดทานจะมีทิศทางตรงข้ามกับทิศทางการเคลื่อนที่ของถุงทราย และปัจจัยที่ส่งผลต่อแรงเสียดทาน คือ มวลของวัตถุ และลักษณะของผิวสัมผัส”

หลักฐาน



หลักฐาน

ไม่ใส่ถุงพลาสติก			
จำนวน \ ลักษณะ	หยุดนิ่ง	เริ่มเคลื่อนที่	เคลื่อนที่
1 ถุง	0.5	3.5	3
2 ถุง	1.5	4	3.5
3 ถุง	2.5	4.5	4

ใส่ถุงพลาสติก			
จำนวน \ ลักษณะ	หยุดนิ่ง	เริ่มเคลื่อนที่	เคลื่อนที่
1 ถุง	1	4	3.7
2 ถุง	1.8	4.7	4
3 ถุง	3	5.2	4.5

ภาพที่ 21 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน เลขที่ 22

การให้เหตุผล

“การที่แรงเสียดทานมีทิศทางตรงข้ามกับทิศทางการเคลื่อนที่ เพราะในการออกแรงกระทำกับเครื่องชั่งสปริงเพื่อลากถุงทรายไปบนพื้นนั้น จะมีแรงต้านเกิดขึ้นที่ผิวสัมผัสโดยแรงนี้มีทิศทางตรงกันข้ามกับแรงที่ทำให้วัตถุเคลื่อนที่ นอกจากนี้ปัจจัยที่ส่งผลต่อแรงเสียดทาน คือ มวลของวัตถุและลักษณะของผิวสัมผัส เพราะการเพิ่มมวลของวัตถุจะทำให้แรงกดบนพื้นมากขึ้น แรงเสียดทานจึงมีขนาดเพิ่มขึ้น และลักษณะของผิวสัมผัสจะมีผลต่อขนาดของแรงเสียดทานด้วยเพราะถ้า

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

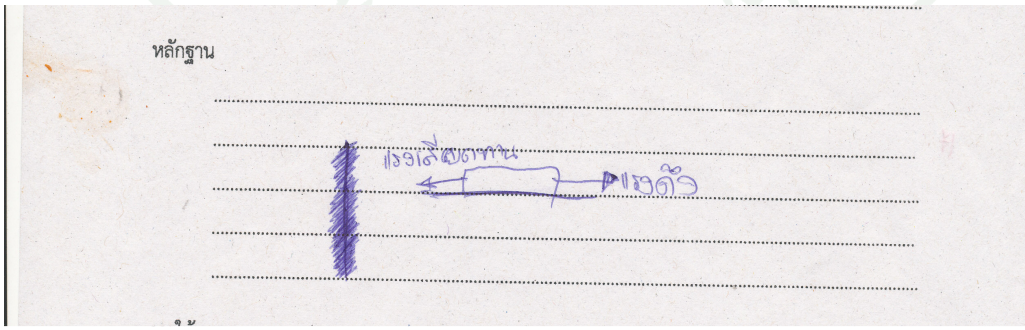
ผิวสัมผัสหยาบหรือขรุขระมาก แรงเสียดทานจะมีค่ามาก แต่ถ้าผิวสัมผัสเรียบหรือลื่นแรงเสียดทานจะมีค่าน้อย”

ส่วนนักเรียนอีก 3 คน (8.2%) ที่เขียนรายงานผลการศึกษาเรื่อง แรงเสียดทานอยู่ในระดับควรปรับปรุง เพราะนักเรียนทั้ง 3 คนนี้ไม่ได้เขียนตอบข้อกล่าวอ้าง หรือเขียนคำถามแทนลงไปในข้อกล่าวอ้างแทนคำตอบ ในส่วนของการแสดงหลักฐาน นักเรียนใช้การวาดรูปเครื่องชั่งสปริงกำลังดึงถุงทรายแต่ไม่มีการออกแบบตารางแสดงแรงดึงถุงทรายด้วยเครื่องชั่งสปริง นอกจากนี้นักเรียนมีการให้เหตุผลที่ไม่ถูกต้อง และไม่ครบถ้วน โดยไม่เขียนว่าเพราะเหตุใดแรงเสียดทานจึงมีทิศทางเป็นดังคำตอบของข้อกล่าวอ้าง หรือมีการเขียนปัจจัยที่ส่งผลต่อแรงเสียดทานแต่ไม่ถูกต้องหรือไม่ครบถ้วน โดยเขียนว่าการเสียดสี หรือมวลที่มากส่งผลทำให้แรงเสียดทานยิ่งมากเท่านั้น ดังแสดงตัวอย่างคำตอบของนักเรียน เลขที่ 36 สาเหตุอาจเป็นเพราะนักเรียนทั้ง 3 คนนี้ติดตามขั้นตอนในการจัดการเรียนการสอนได้ช้า เพราะนักเรียนทั้ง 3 คนนี้เป็นนักเรียนที่บกพร่องในการเรียนรู้ ไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ได้ ยังขาดทักษะในการทดลองและลงความเห็นข้อมูลที่ถูกต้อง ครูจำเป็นต้องกระตุ้นและเรียกชื่อตลอดเวลา ถ้าครูไม่กระตุ้นนักเรียนก็จะมีอาการเหม่อลอยไม่ติดตามการจัดการเรียนการสอนของครู

ข้อกล่าวอ้าง

“ไม่เขียนข้อกล่าวอ้าง”

หลักฐาน



ภาพที่ 22 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน เลขที่ 36

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การให้เหตุผล

"เพราะมวลยิ่งมากส่งผลทำให้แรงเสียดทานยิ่งมากขึ้น"

ปัญหาและข้อเสนอแนะ

1. ในขั้นที่ 1 การระบุภาระงาน ครูใช้วิธีการแบ่งกลุ่มนักเรียนโดยการนับตัวเลข 1-8 เนื่องมาจากในแผนการจัดการเรียนรู้นี้นักเรียนต้องปฏิบัติกิจกรรมการทดลองเป็นเวลานาน การแบ่งกลุ่มโดยวิธีนี้จึงเป็นวิธีที่เร็วที่สุด แต่เป็นวิธีการที่ซ้ำเดิม ซึ่งข้อมูลนี้สอดคล้องกับการสัมภาษณ์นักเรียนโดยนักเรียนแสดงความเห็นว่าควรจะเปลี่ยนวิธีการในการจัดกลุ่มใหม่ไม่ควรจะใช้วิธีการที่ซ้ำเดิม ครูจึงควรปรับปรุงโดยเปลี่ยนวิธีในการจับกลุ่มให้เร็วแต่ไม่ใช่วิธีเดิมเพราะนักเรียนจะเกิดความเบื่อ

2. ขั้นที่ 2 การสรรสร้างและวิเคราะห์ข้อมูล นักเรียนแต่ละกลุ่มจะต้องใช้ถุงทรายดึงเครื่องชั่งสปริงขณะถุงทรายหยุดนิ่ง แล้วอ่านค่าที่ได้จากการดึง แต่นักเรียนบางกลุ่มเข้าใจผิดว่าการอ่านค่าที่ได้จากการดึงขณะถุงทรายหยุดนิ่งคือการไม่ดึงเครื่องชั่งสปริงเลยทำให้ค่าที่อ่านได้มีค่าเป็นศูนย์ ครูจึงควรปรับปรุงโดยการสาธิตให้นักเรียนดูว่าการดึงเครื่องชั่งสปริง ขณะถุงทรายหยุดนิ่งคือการออกแรงดึงแต่เมื่อออกแรงแล้วถุงทรายก็ยังคงไม่เคลื่อนที่ นอกจากนี้ครูควรเขียนอธิบายวิธีการดึงเพิ่มเติมลงไปในใบกิจกรรมด้วย

2. การอภิปรายผลคำถามวิจัยข้อที่ 2

ผู้วิจัยจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ จำนวน 6 แผน ใช้เวลาเรียนทั้งหมด 12 คาบ โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง ผู้วิจัยปรับมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งของ (Sampson *et al.*, 2009: 43) โดยปรับให้เหมาะกับเนื้อหา เวลา และบริบทของการสอน โดยมีขั้นตอนประกอบด้วย 5 ขั้น ดังนี้

ขั้นที่ 1 การระบุภาระงาน (Identification of the Task)

ขั้นที่ 2 การสรรสร้างและวิเคราะห์ข้อมูล (Generation and Analysis of Data)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ขั้นที่ 3 การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว (Production of a Tentative Argument)

ขั้นที่ 4 กิจกรรมการโต้แย้ง (Argumentation Session)

ขั้นที่ 5 เขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ (Write up Investigation Report)

จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้ลักษณะในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง ดังนี้

ขั้นที่ 1 การระบุภาระงาน

การระบุภาระงาน คือ การนำเข้าสู่ภาระงานของเรื่องที่ต้องการให้นักเรียนศึกษาโดยมีการสร้างความสนใจและเชื่อมโยงความรู้เดิมกับเรื่องที่จะศึกษาก่อนที่จะมีการระบุภาระงาน ให้นักเรียนสังเกตภาพ ได้ดูวิดิทัศน์ หรือการให้นักเรียนได้มีโอกาสสาธิตให้เพื่อนสังเกต

ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ในขั้นระบุภาระงาน พบว่า เทคนิคการใช้คำถาม เป็นเทคนิคที่เหมาะสำหรับนำมาใช้ในการสำรวจความรู้เดิม หรือเพื่อให้นักเรียนเชื่อมโยงประสบการณ์การเรียนรู้ทั้งในอดีตและปัจจุบันกับเรื่องที่จะศึกษา ลักษณะของคำถามที่ใช้ ควรจะเป็นคำถามที่กระตุ้นให้นักเรียนพยายามคิด และควรเป็นคำถามที่นักเรียนสามารถหาคำตอบได้ เพื่อจะได้ทราบว่านักเรียนมีความรู้เดิมในระดับใด นอกจากนี้สื่อที่มีความหลากหลาย จะกระตุ้นให้นักเรียนพยายามคิด สร้างความสนใจ และช่วยส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่มากขึ้น สอดคล้องกับ (พอรินทร์ พุกพูนธนพัฒน์, 2555 อ้างใน เมธา สีหานาท, 2546) กล่าวว่า การใช้สื่อในการสอนเพิ่มเติมจะช่วยกระตุ้นความสนใจประกอบกับการสร้างปัญหาในขั้นนำของกิจกรรมการสอน ได้แก่ จากการสังเกตภาพจากสื่อต่างๆ แต่ภาพที่จะให้นักเรียนสังเกตควรจะเป็นภาพที่มีความน่าสนใจ เห็นชัดเจน ในส่วนของสื่อวิดิทัศน์ควรเป็นสื่อที่มีความสอดคล้องกับเนื้อหาที่สอนและใช้เวลาไม่มาก นักเรียนให้ความสนใจ ซึ่งข้อสรุปนี้สอดคล้องกับ กฤษณา โภคพันธ์ (2554) ที่กล่าวถึงการใช้สื่อประเภทวิดิทัศน์ว่า สื่อที่มีความน่าสนใจ จะทำให้นักเรียนเห็นภาพ เห็นกระบวนการ ทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจที่คงทนของการเรียนรู้เนื้อหา หรือสังเกตจากการที่ตัวแทนนักเรียนออกไปสาธิต

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ซึ่งในขั้นระบุภาระงาน วิธีการที่เหมาะสมในการสร้างความสนใจให้กับนักเรียนขึ้นอยู่กับเรื่องที่ต้องการให้นักเรียนศึกษา เช่น การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทด์ ครูควรสร้างความสนใจให้กับนักเรียนโดยการใช้วิดิทัศน์ที่แสดงภาพเคลื่อนไหวเพราะจะดึงดูดความสนใจให้กับนักเรียนมากกว่าการให้สังเกตภาพนิ่ง หรือถ้าเรื่องที่ต้องการให้นักเรียนศึกษาเป็นเรื่องที่ยากต่อการกระตุ้นให้นักเรียนพยายามคิดหาคำตอบผ่านการดูวิดิทัศน์หรือภาพนิ่ง ครูควรใช้วิธีการให้ตัวแทนนักเรียนออกมาสาธิตให้เพื่อนในห้องดูแต่ควรจะออกมาสาธิตมากกว่า 1 คน เพื่อนักเรียนคนอื่นจะได้สังเกตชัดเจนเท่าเทียมกัน ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากการสัมภาษณ์ ดังนี้

"วันนี้ได้ดูวิดิทัศน์ ชู้ทบาสขั้นเทพ ทำให้ผมรู้สึกตื่นเต้น แม้กระทั่งเพื่อนๆในห้องรีบหันมาดูที่หน้าจอทันที นอกจากนี้ทำให้ผมเห็นแนวการเคลื่อนที่ของลูกบาสเกตบอลเป็นแบบวิถีโค้งที่ชัดเจนมาก" (บันทึกจากแบบสัมภาษณ์นักเรียนครั้งที่ 3)

"การออกมาเลื่อนโต๊ะหน้าห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ทำให้พวกเราเห็นภาพของแรงเสียดทานอย่างชัดเจน มากกว่าการสังเกตภาพนิ่ง เพราะเราจะไม่ทราบเลยว่าการที่โต๊ะที่หน้าห้องลากไม่ค่อยไปนั้นมีสาเหตุมาจากแรงเสียดทาน" (บันทึกจากแบบสัมภาษณ์นักเรียนครั้งที่ 6)

ขั้นที่ 2 การสรรสร้างและการวิเคราะห์ข้อมูล

การให้นักเรียนทำงานเป็นกลุ่มขนาดเล็กเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล จัดกระทำ วิเคราะห์และนำเสนอข้อมูลที่ได้จากการสังเกต ทดลองหรือสำรวจตรวจสอบให้นักเรียนในห้องเรียนและครูผู้สอนฟัง

ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ในขั้นการสรรสร้างและการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่าการให้นักเรียนทำงานเป็นกลุ่มจะช่วยกระตุ้นให้นักเรียนรู้จักการทำงานแบบร่วมมือ รู้จักการอภิปราย เพื่อให้ได้ออกมาซึ่งผลงานผ่านการปฏิบัติการทดลอง สอดคล้องกับ พอรินทร์ พุกพูนธนพัฒน์ (2555 อ้างใน นิภาพร เฉลิมฉัตร, 2547) ที่ทำการวิจัยกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เพื่อพัฒนาแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์โดยใช้กิจกรรมกลุ่มและพบว่ากิจกรรมที่ส่งเสริมให้นักเรียนแสดงความสามารถแลกเปลี่ยนความคิดเห็นได้รับการยอมรับ และปลอดภัยจากการถูกวิจารณ์สามารถทำให้นักเรียนมีความเชื่อมั่น และให้ความร่วมมือในกิจกรรม นอกจากนี้เทคนิคการจัดกลุ่มโดยครูผู้สอนเป็นสิ่งที่สำคัญที่จะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนทุกคนมีความกระตือรือร้น ทุกคนจะมีความสำคัญอย่างเท่าเทียมกันในการช่วยให้กิจกรรมของกลุ่มเกิดความสำเร็จ ซึ่งการใช้เทคนิคการจัดกลุ่มที่มีความ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

หลากหลายจะช่วยลดปัญหาการพูดคุยกันเองภายในกลุ่ม ลดปัญหาเพื่อนนักเรียนที่มีความสนิทกันมาอยู่ในกลุ่มเดียวกัน นอกจากนี้ในขั้นตอนนี้ครูควรจะเดินสำรวจนักเรียนทุกกลุ่ม เวลานักเรียนทำงาน เพราะถือเป็นสิ่งสำคัญสำหรับครูในการที่จะแน่ใจว่านักเรียนกำลังครุ่นคิดอยู่ว่าจะทำอะไร และเพื่อเป็นการแก้ปัญหาได้อย่างรวดเร็วเมื่อเครื่องมือที่ใช้ในการปฏิบัติการทดลองเกิดปัญหา ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากการสัมภาษณ์ ดังนี้

"ดิฉันคิดว่า การทำกิจกรรมกลุ่ม โดยที่ครูเป็นผู้จัดกลุ่มให้จะดีกว่าให้เพื่อนจัดกลุ่มกันเอง เพราะเพื่อนในกลุ่มจะได้ช่วยกันเรียนรู้ ไม่คุยเล่นกัน" (บันทึกจากการสัมภาษณ์ ครั้งที่ 1)

"การให้นักเรียนได้มีการทดลอง จะทำให้นักเรียนเห็นภาพชัด เกิดความเข้าใจได้มากกว่าการสอนแบบบรรยาย เพราะการสอนแบบบรรยาย ผมรู้สึกว่าสอนไปไม่นานก็ลืม แต่การทดลองจะช่วยให้ผมชัดเจนมากกว่า" (บันทึกจากการสัมภาษณ์นักเรียน ครั้งที่ 5)

ขั้นที่ 3 การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว

การให้นักเรียนสร้างข้อโต้แย้งเป็นกลุ่มโดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากการสังเกต ทดลองหรือสำรวจตรวจสอบ ในขั้นตอนที่สอง สำหรับใช้ในกิจกรรมการโต้แย้ง ซึ่งเป็นคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ชั่วคราวที่มีองค์ประกอบ 3 ประการ ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล

ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ในขั้นการสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว พบว่า ครูเป็นบุคคลที่สำคัญที่จะช่วยกระตุ้นให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ผ่านการโต้แย้งชั่วคราวภายในกลุ่ม และเพื่อช่วยให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์ กล้าแสดงแนวความคิด และมีความมั่นใจมากขึ้น สอดคล้องกับ สันติชัย อนุวรชัย (2553) ที่กล่าวว่า การที่นักเรียนมีโอกาสฝึกสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ร่วมกันในกลุ่มก่อนที่จะนำมาสู่การโต้แย้งเพื่อสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เป็นรายบุคคล อาจมีส่วนทำให้นักเรียนได้เรียนรู้และพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายของนักเรียนแต่ละบุคคลได้ดีขึ้น ผ่านการเขียนลงไปในกระดาษ ครูต้องเน้นย้ำให้นักเรียนรู้จักการใช้หลักฐานและเหตุผลที่เหมาะสม นอกจากนี้ ขนาด สีของกระดาษและปากกาเมจิก ก็เป็นสิ่งที่สำคัญ ครูควรใช้ขนาดกระดาษที่มีความพอดีไม่ใหญ่จนเกินไปหรือไม่เล็กจนเกินไปและเน้นว่าควรจะเป็นกระดาษสีขาวหรือกระดาษฟลิปชาร์ตจะเหมาะสมที่สุด ส่วนสีของปากกาเมจิกควรจะเป็นสีที่เข้มจะช่วยให้การมองเห็นในระยะไกลของเพื่อนกลุ่มอื่นๆ ชัดเจนขึ้น ในขั้นนี้แนะนำว่าครูควรกำหนดเวลาในการสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวให้เหมาะสมกับเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

และให้นักเรียนแต่ละกลุ่มได้นำผลงานการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของกลุ่มตนเองมาติดที่กระดานหน้าห้องหรือรอบๆกำแพงห้อง

ขั้นที่ 4 กิจกรรมการโต้แย้ง

การโต้แย้งระหว่างกลุ่มทั้งห้องเรียน โดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอข้อโต้แย้งของตนเอง และ ครูเป็นผู้กำหนดประเด็นการโต้แย้ง จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มแสดงความคิดว่าเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยต่อการนำเสนอของเพื่อนกลุ่มอื่น พร้อมให้เหตุผลประกอบ

ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ในขั้นกิจกรรมการโต้แย้ง พบว่า ครูมีบทบาทในการเป็นผู้นำการโต้แย้งได้ดีที่สุด เพราะด้วยบริบทนักเรียนไทยส่วนใหญ่จะขาดความกล้าแสดงออก โดยเฉพาะการโต้แย้งที่จะเกิดขึ้นระหว่างกลุ่มทั้งห้องเรียน นักเรียนมักจะนั่งเงียบ ดังนั้นครูควรกระตุ้นนักเรียนโดยการเรียกชื่อสมาชิกภายในกลุ่มที่ไม่กล้าแสดงออก ถ้าจำเป็นที่จะต้องใช้คะแนนมามีส่วนร่วมในการประเมินการโต้แย้งครูก็ควรที่จะรีบชี้แจงนักเรียน นอกจากนี้ครูควรกำหนดประเด็นการโต้แย้งและกำหนดเวลาในการโต้แย้งให้ชัดเจน จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มแสดงความคิดว่าเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยต่อการนำเสนอของเพื่อนกลุ่มอื่น แต่สิ่งสำคัญที่สุดคือ ครูต้องพยายามทำความเข้าใจกับนักเรียนทั้งห้องว่า การโต้แย้งต่างจากการโต้เถียง การโต้แย้งจะต้องอยู่บนพื้นฐานของการแสดงหลักฐานและการให้เหตุผลที่เหมาะสม เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อสรุปของสิ่งที่ศึกษาร่วมกัน สอดคล้องกับ Suppe (1998) ที่ได้กล่าวไว้ว่า ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ถูกสร้างขึ้นมาและมีความถูกต้องได้อย่างไรนั้น ครูจำเป็นต้องเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ประเมินข้อกล่าวอ้างและฝึกการโต้แย้งผ่านการใช้หลักฐาน และการให้เหตุผล ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากการสัมภาษณ์ ดังนี้

"การเปิดโอกาสให้เพื่อนๆในห้องมีการอภิปราย จะช่วยฝึกความกล้าแสดงออกให้เพื่อนที่ไม่ค่อยพูดมากขึ้น" (บันทึกจากการสัมภาษณ์ครั้งที่ 3)

"ผมคิดว่า การโต้แย้งเป็นคุณสมบัติที่สำคัญของการเป็นนักวิทยาศาสตร์ เพราะกว่า ความรู้ใหม่ๆ ทฤษฎี กฎ กว่าจะได้มานั้นก็ต้องผ่านการโต้แย้งที่จะต้องนำ หลักฐาน รู้จักนำเหตุผลมายืนยัน" (บันทึกจากการสัมภาษณ์ครั้งที่ 6)

"การโต้แย้งทำให้พวกเราได้ข้อสรุปร่วมกัน ว่าสิ่งที่ถูกต้องคืออะไร และจะได้นำข้อสรุปเหล่านี้ไปเขียนรายงานการสำรวจตรวจสอบได้อย่างถูกต้อง" (บันทึกจากการสัมภาษณ์ครั้งที่ 5)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ขั้นที่ 5 การเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ

การให้นักเรียนเขียนรายงานและให้ผู้วิจัยเป็นผู้ตรวจพร้อมกับให้ข้อมูลป้อนกลับเป็นรายบุคคลซึ่งจะนำไปสู่การเขียนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ในขั้นการเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ พบว่าในขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญสำหรับครูที่จะตรวจสอบว่านักเรียนสามารถสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้หรือไม่ ดังนั้นครูควรกระตุ้นให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการเขียนเนื่องจากการเขียนเป็นส่วนหนึ่งของการทำงานแบบวิทยาศาสตร์ และจะช่วยเพิ่มโอกาสให้นักเรียนได้เรียนรู้และจดจำความสำคัญของแนวคิด หรือหลักการทางวิทยาศาสตร์ และปลุกใจให้นักเรียนได้เรียนรู้ว่าจะเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบในเชิงวิทยาศาสตร์ได้อย่างไร (Indrisano and Paratore, 2005) โดยเริ่มต้นครูควรจะแจกแบบฟอร์มการเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบขนาด A4 1 แผ่น ที่ประกอบไปด้วย วัตถุประสงค์ วิธีการทดลอง ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผลก่อนประมาณสองถึงสามครั้ง จากนั้นในครั้งต่อไปนักเรียนก็จะทราบเองว่าควรจะต้องเขียนหัวข้อใดบ้าง เมื่อนักเรียนเริ่มเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบครูควรกำหนดเวลาส่งให้ชัดเจนและเมื่อนักเรียนส่งรายงานครูควรตรวจอย่างละเอียดโดยใช้เกณฑ์การประเมินที่ครูตั้งไว้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ พร้อมรีบส่งรายงานผลการสำรวจตรวจสอบกลับให้นักเรียนทันทีเพื่อให้นักเรียนได้รับทราบว่ามีข้อปรับปรุงอะไรบ้าง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

คำถามของการวิจัย

1. นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เป็นอย่างไร

2. รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งที่ส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ว่าควรมีลักษณะอย่างไร

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง

2. เพื่อศึกษารูปแบบที่เหมาะสมของการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งที่ส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

กลุ่มที่ศึกษา

กลุ่มที่ศึกษา คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ 5 ในหน่วยการเรียนรู้เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 จำนวน 1 ห้องเรียน (จำนวน 37 คน) โดยแบ่งเป็นนักเรียนชาย 20 คน นักเรียนหญิง 17 คน ในจำนวนนี้มีนักเรียนจำนวน 3 คน เป็นนักเรียนที่บกพร่องในการเรียนรู้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้เครื่องมือวิจัยเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับรูปแบบในการจัดการการเรียนการสอน เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง ประกอบด้วย แบบทดสอบการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ แบบประเมินการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ บันทึกหลังสอนของครู แบบสัมภาษณ์นักเรียน และใบกิจกรรม

1. แบบทดสอบการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อใช้ศึกษาพัฒนาการในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ ที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง ลักษณะเป็นแบบทดสอบความเรียง โดยการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ประกอบไปด้วย ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล จำนวน 4 ข้อ ครอบคลุมเนื้อหา เรื่อง ผลของแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุ การเคลื่อนที่ในแนวดิ่ง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทด์ แรงกิริยาและแรงปฏิกิริยา แรงพยุง และแรงเสียดทาน โดยนำไปใช้ทดสอบการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ของกลุ่มที่ศึกษาทั้งก่อนจัดกิจกรรมการเรียนรู้และหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

2. แบบประเมินการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นแบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อประเมินการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน มีลักษณะเป็น แบบสังเกตพฤติกรรม โดยจะประเมินพฤติกรรมทั้ง 3 ด้าน คือ 1) ด้านกระบวนการคิด 2) ด้านเหตุผล 3) ด้านสังคม ลักษณะของแบบประเมินการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์เป็นแบบตรวจสอบรายการ (Checklist) คือ ปฏิบัติ และไม่ปฏิบัติ ที่ประกอบด้วยรายการพฤติกรรมที่ใช้ในการสังเกต ซึ่งสอดคล้องกับพฤติกรรมการโต้แย้งทั้งหมด 14 ข้อ โดยนำแบบประเมินการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ ไปใช้กับกลุ่มที่ศึกษาระหว่างการจัดการเรียนรู้ในแต่ละแผน

3. บันทึกหลังสอนของครู เป็นเครื่องมือที่ผู้วิจัยใช้เพื่อศึกษารูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งที่ส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ว่าควรมีลักษณะอย่างไร ในเนื้อหาเรื่องแรงและการเคลื่อนที่ โดยผู้วิจัยทำการบันทึกทุกครั้งหลังจากที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้ เป็นเครื่องมือที่ผู้วิจัย บันทึกเหตุการณ์ต่างๆที่เกิดขึ้นระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อให้เกิดคุณภาพและความเชื่อมั่นของข้อมูล โดยผู้วิจัยจดบันทึกสิ่งที่ได้จากการสังเกตอย่างละเอียดภายหลังจากที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้ทันทีเมื่อจบคาบเรียน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4. แบบสัมภาษณ์นักเรียน เป็นเครื่องมือที่ผู้วิจัยใช้เพื่อเป็นข้อมูลในการวิเคราะห์รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งที่ส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ว่าควรมีลักษณะอย่างไร โดยเมื่อสิ้นสุดในแต่ละคาบเรียนผู้วิจัยจะเรียกนักเรียนออกมาสัมภาษณ์ครั้งละ 5 คน โดยจัดกลุ่มคละตามระดับความสามารถ ซึ่งมีประเด็นในการสัมภาษณ์ ดังนี้ 1) ความรู้ที่นักเรียนได้รับในวันนี้ มีอะไรบ้าง 2) นักเรียนมีปัญหาหรือประเด็นที่สงสัย อะไรบ้าง 3) ความรู้สึกและความคิดเห็นและข้อเสนอแนะต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวันนี้

5. ใบกิจกรรม เป็นเครื่องมือที่ผู้วิจัยใช้เพื่อต้องการวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อเป็นการตรวจสอบความเข้าใจ และความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ที่นักเรียนได้เรียนรู้ จากกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยทำการทดสอบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนที่จะจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้แบบทดสอบการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ จัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ จำนวน 6 แผนเป็นเวลา 12 คาบ ในระหว่างทำกิจกรรมการเรียนรู้ ให้นักเรียนทำใบกิจกรรมและเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ ใช้แบบประเมินการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์เพื่อร่วมในการประเมินแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ และผู้วิจัยจดบันทึกหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทุกครั้ง เมื่อจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครบทุกหน่วยการเรียนรู้แล้ว ผู้วิจัยใช้แบบทดสอบการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เพื่อตรวจสอบความเข้าใจและวัดพัฒนาการความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวมด้วยเครื่องมือต่างๆ มาทำการวิเคราะห์ข้อมูล ทั้งในเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ ดังต่อไปนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1. การวิเคราะห์นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เป็นอย่างไร

ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากแบบทดสอบการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และแบบประเมินการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ โดยผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ดังนี้

1.1 แบบทดสอบการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ที่ประกอบไปด้วย ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล ก่อนการจัดการเรียนรู้และหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มาทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการอ่านคำตอบของนักเรียนอย่างละเอียด แปรผลออกมาในรูปของคะแนนและนำมาจำแนกเป็นระดับความสามารถเป็นรายบุคคลทั้งหมด 3 ระดับ คือ ระดับ ควรปรับปรุง ระดับ ดี และระดับ ดีมาก เพื่อหาค่าความถี่และร้อยละในแต่ละระดับ

1.2 แบบประเมินการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ โดยผู้วิจัยรวบรวบข้อมูลจากการประเมินจากการสังเกตพฤติกรรมในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ในทุกแผน ร่วมกับการสังเกตวิดิทัศน์ นำข้อมูลที่ได้รายบุคคลมาแปรผลเพื่อหาความถี่ของนักเรียนที่ปฏิบัติและไม่ปฏิบัติในแต่ละด้านของแบบประเมินการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์

2. การวิเคราะห์รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งที่ส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ว่าควรมีลักษณะอย่างไร

ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์โดยใช้ข้อมูลที่ได้จาก บันทึกหลังสอนของครู แบบสัมภาษณ์นักเรียน และใบกิจกรรม โดยผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ดังนี้

2.1 บันทึกหลังสอนของครู ผู้วิจัยนำข้อมูลจากบันทึกหลังสอน ในประเด็น 1) ผลการจัดการเรียนรู้ ที่มีต่อการพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ 2) ปัญหา/อุปสรรค 3) ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์เชิงคุณภาพโดยใช้การวิเคราะห์เนื้อหา เพื่อสรุปรูปแบบในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง ว่ามีวิธีการอย่างไร มีขั้นตอนสำคัญอย่างไร ใช้เทคนิคการสอนอะไร มีข้อจำกัดอย่างไร และจะแก้ไขข้อจำกัดที่เกิดขึ้นได้อย่างไร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.2 แบบสัมภาษณ์นักเรียน โดยผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลจากการสัมภาษณ์หลังจากการจัดการเรียนรู้ในแต่ละคาบ วิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพโดยจัดกลุ่มคำตอบของนักเรียนตามประเด็นต่อไปนี้ ความรู้ที่นักเรียนได้รับ ประเด็นที่สงสัย และ ความรู้สึกและความคิดเห็นและข้อเสนอแนะต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

2.3 ใบกิจกรรม จะนำไปสู่การเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ โดยผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลจากการเขียนรายงาน ตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และนำผลที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลเป็นรายบุคคล และแปลงเป็นระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ที่ประกอบไปด้วย ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล ทั้ง 3 ระดับ คือ ระดับควรปรับปรุง ระดับ ดี และระดับ ดีมาก จากนั้นนำระดับของนักเรียนที่ได้มาหาความถี่และร้อยละ

ดังนั้นเพื่อคุณภาพของงานวิจัย ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากแบบทดสอบการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ แบบประเมินการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ บันทึกหลังการสอนของครู แบบสัมภาษณ์นักเรียน ผลงานของนักเรียน ใบกิจกรรมและรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ มาเชื่อมโยงข้อมูลแบบสามเส้า (Triangulation) เพื่อสะท้อนให้เห็นหลักฐานและผลการวิจัยที่มีความเชื่อมั่นถูกต้องตรงตามความจริง

ผลการวิจัย

ผลการวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน โดยส่วนแรกคือ นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เป็นอย่างไร ส่วนที่สองคือ รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งที่ส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ว่าควรมีลักษณะอย่างไร

1. นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เป็นอย่างไร

จากการวิเคราะห์ แบบทดสอบการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ร่วมกับแบบประเมินการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ ก่อนและหลัง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในภาพรวมทั้งหมดพบว่า เมื่อสำรวจความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบทดสอบ นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในระดับ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ดีมาก จำนวน 19 คน คิดเป็นร้อยละ 51.40 หลังผ่านการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง ซึ่งเดิมไม่มีนักเรียนที่อยู่ในระดับนี้เลย และอยู่ในระดับดี ลดลงจากก่อนเรียนเหลือ จำนวน 15 คน คิดเป็นร้อยละ 40.50 ส่วนระดับที่ ควรปรับปรุง ลดลงจากก่อนเรียนเหลือ จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 8.10

จากการวิเคราะห์ร่วมกับแบบประเมินการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ความถี่จากแบบสังเกตพฤติกรรมเพื่อประเมินการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ พบว่าพฤติกรรมการโต้แย้งที่มากขึ้นเป็นกระบวนการที่มีประสิทธิภาพในการพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้สูงขึ้นด้วย เพราะการโต้แย้งเป็นการแสดงให้เห็นถึงความพยายามในการสร้างความถูกต้องให้กับข้อกล่าวอ้างที่อยู่บนพื้นฐานของการให้เหตุและผล ดังนั้น นักเรียนที่ผ่านการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียน เนื่องมาจากรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งส่งเสริมให้นักเรียนได้สร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

2. รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งที่ส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ว่าควรมีลักษณะอย่างไร

รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งที่ส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ควรมีลักษณะดังนี้

2.1 ขั้นการระบุภาระงาน เทคนิคการใช้คำถาม เป็นเทคนิคที่เหมาะสำหรับนำมาใช้ในการสำรวจความรู้เดิม หรือเพื่อให้นักเรียนเชื่อมโยงประสบการณ์การเรียนรู้ทั้งในอดีตและปัจจุบันกับเรื่องที่จะศึกษา สื่อที่มีความหลากหลาย เช่น สื่อสิ่งพิมพ์ที่น่าสนใจ สื่อเคลื่อนไหวจากอินเทอร์เนต ตัวอย่างจริง จะกระตุ้นให้นักเรียนพยายามคิด สร้างความสนใจ และช่วยส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่มากขึ้น

2.2 ขั้นการสรรสร้างและการวิเคราะห์ข้อมูล การให้นักเรียนทำงานเป็นกลุ่มจะช่วยกระตุ้นให้นักเรียนรู้จักการทำงานแบบร่วมมือ ครูผู้สอนควรมีเทคนิคในการจัดกลุ่มที่มีความหลากหลาย ครูควรจะเดินสำรวจนักเรียนทุกกลุ่ม เวลานักเรียนทำงาน เพราะถือเป็นสิ่งสำคัญ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สำหรับครูในการที่จะแน่ใจว่านักเรียนกำลังครุ่นคิดอยู่ว่าจะทำอะไร และเพื่อเป็นการแก้ปัญหาได้อย่างรวดเร็วเมื่อเครื่องมือที่ใช้ในการปฏิบัติการทดลองเกิดความเสียหาย หรือในกรณีที่นักเรียนมีข้อสงสัยในขณะปฏิบัติกิจกรรม

2.3 ขั้นการสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว ครูเป็นบุคคลที่สำคัญที่จะช่วยกระตุ้นให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ผ่านการโต้แย้งชั่วคราวภายในกลุ่ม ขนาด สีของกระดาษและปากกาเมจิกก็เป็นสิ่งที่สำคัญ ครูควรใช้ขนาดกระดาษที่มีความพอดีไม่ใหญ่จนเกินไปหรือไม่เล็กจนเกินไปเพราะ ถ้ากระดาษมีขนาดใหญ่จนเกินไปนักเรียนบางคนในกลุ่มจะเห็นเป็นพื้นที่ว่างแล้วก็จะวาดรูปหรือเขียนข้อความอื่นๆ นอกจากที่ให้เขียนลงไป แต่ถ้ากระดาษมีขนาดเล็กเกินไป นักเรียนก็จะสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ไม่เพียงพอ เขียนตัวหนังสือเล็กลงจนส่งผลทำให้เพื่อนกลุ่มอื่นมองไม่เห็นเวลาอภิปราย และเน้นว่าควรจะเป็นกระดาษสีขาวหรือกระดาษฟลิปชาร์ตจะเหมาะสมที่สุด ส่วนสีของปากกาเมจิกควรจะเป็นสีที่เข้มจะช่วยให้การมองเห็นในระยะไกลของเพื่อนกลุ่มอื่นๆ ชัดเจนขึ้น ครูควรกำหนดเวลาในการสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวให้เหมาะสมกับเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และให้นักเรียนแต่ละกลุ่มได้นำผลงานการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของกลุ่มตนเองมาติดที่กระดานหน้าห้องหรือรอบๆ กำแพงห้อง

2.4 ขั้นกิจกรรมการโต้แย้ง ครูมีบทบาทในการเป็นผู้นำการโต้แย้งได้ดี กำหนดประเด็นการโต้แย้งและกำหนดเวลาในการโต้แย้งให้ชัดเจน และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ประเมินข้อกล่าวอ้างและฝึกการโต้แย้งผ่านการใช้หลักฐาน และการให้เหตุผล

2.5 ขั้นการเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ ครูควรกระตุ้นให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการเขียน โดยเริ่มต้นครูควรจะแจกแบบฟอร์มการเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ ขนาด A4 1 แผ่น ที่ประกอบไปด้วย วัตถุประสงค์ วิธีการทดลอง ข้อกล่าวอ้าง หลักฐานและการให้เหตุผล กำหนดเวลาส่งให้ชัดเจน และเมื่อนักเรียนส่งรายงานครูควรตรวจอย่างละเอียดโดยใช้เกณฑ์การประเมินที่ครูตั้งไว้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ พร้อมรีบส่งรายงานผลการสำรวจตรวจสอบกลับคืนนักเรียนทันทีเพื่อให้นักเรียนได้รับทราบว่ามีข้อปรับปรุงอะไรบ้าง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาในครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะ สำหรับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะที่ได้จากการทำวิจัย

1.1 จากผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง พบว่ามีผลต่อการพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ดังนั้น ครูผู้สอน หรือผู้มีหน้าที่เกี่ยวข้องกับการจัดการศึกษา ควรส่งเสริมให้นำไปปรับใช้ในกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อที่จะพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ให้สูงขึ้น

1.2 การโต้แย้งที่เกิดขึ้นไม่จำเป็นจะต้องเป็นประเด็นที่ขัดแย้งกันเสมอไป แต่อาจหมายถึงการโต้แย้งกันในประเด็นที่เห็นสอดคล้องกันอยู่แล้วเพื่อนำไปสู่การสร้างข้อสรุปที่ถูกต้องร่วมกัน

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยในครั้งต่อไป

2.1 ควรศึกษาแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ในเนื้อหาอื่นของวิทยาศาสตร์ เพื่อเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ให้ครอบคลุมทุกเนื้อหาและในบริบทอื่นๆ เช่น ศึกษาในกลุ่มนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่เรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์

2.2 ควรนำกลวิธีการโต้แย้งไปใช้ร่วมกับรูปแบบการเรียนการสอนอื่นๆ เพื่อทำให้เกิดความหลากหลายในการจัดการเรียนการสอน และเพื่อฝึกให้นักเรียนรู้จักพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ให้มากขึ้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.3 ควรนำรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ศึกษาปัจจัยจำกัดที่มีผลต่อการโต้แย้ง และพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กระทรวงศึกษาธิการ. 2551. **หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.** กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

กฤษณา โภคพันธ์. 2554. **การพัฒนาแนวคิดเรื่องดาราศาสตร์และอวกาศ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน.** วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พอรินทร์ พุกพูนธนพัฒน์. 2555. **การพัฒนาแนวคิดเรื่อง ยีนและโครโมโซมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองร่วมกับเทคนิคอุปมาอุปไมย.** วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตรศึกษา, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2552. **โครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ OECD/PISA** (Online). http://www.ipst.ac.th/pisa/index.html, 6 มีนาคม 2556.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2546. **คู่มือวัดและประเมินผลวิทยาศาสตร์.** กรุงเทพมหานคร: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

_____. 2553. **ผลการประเมิน pisa 2009 อ่านคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ บทสรุปเพื่อการบริหาร** (Online). www.3ipst.ac.th/file/pisa 2009_A.pdf, 5 พฤษภาคม 2556.

สุมาลี จันทร์ชลอ. 2542. **การวัดและการประเมินผล.** กรุงเทพมหานคร: พิมพ์ดี.

สันติชัย อนุวรชัย. 2553. **ผลของการเรียนการสอนชีววิทยาด้วยรูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งที่มีต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และความมีเหตุผลของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย.** วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการศึกษาวิทยาศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา และสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. 2552. **เอกสารประกอบหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 แนวปฏิบัติการวัดและประเมินผลการเรียนรู้**. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

American Association for the Advancement of Science [AAAS]. 1993. **Benchmarks for Science literacy**. New York: Oxford University Press.

Beyer, C.J. and E.A. Davis. 2008. "Fostering Second Graders'Scientific Explanations: A beginning Elementary Teacher's knowledge, Beliefs, and Practice". **The Journal of the Learning Science** 17: 381 - 414.

Bell, P. and M. C. Linn. 2000. "Scientific arguments as learning artifacts: designing for learning from the web with KIE". **International Journal of Science Education** 22(8): 797 – 817.

Berland, L.K. and B.J. Reiser. 2009. "Making Sense of Argumentation and Explanation". **Science Education** 93: 26-55.

Berland, L.K. and B.J. Reiser. 2011. Classroom Communities' Adaptations of the Practice of Sciencetific Argumentation. **Science Education** 95: 191-216.

Boulter, C. J. and J.K. Gilbert. 1995. "Argument and science education". In P. J. M. Costello and S. Mitchell. (eds.). **Competing and consensual voices: The theory and practices of argument**. Clevedon: Multilingual Matters Ltd.

Bricker, L.A. and P. Bell. 2008. "Conceptualizations of Argumentation from Science Studies and the learning Sciences and Their Implications for the Practices". **Science Education.** 92: 473-498.

Bybee, R.W. 2006. **The BSCS 5E Instructional Model: Origins, Effectiveness, and Application** (Online). www.bscs.org/pdf/bscs5eexecsummary.pdf, April 23, 2011.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Dawson, V.M. and G. Venville. 2010. "Teaching Strategies for Developing Students' Argumentation Skills About Socioscientific Issues in High School Genetics". **Research in Science Education** 40: 133 - 148.

Driver, R., P. Newton and J. Osborne. 2000. "Establishing the norms of scientific argumentation in classroom". **Science Education** 84(3): 287 - 312.

Duschl, R. 2008. "Science education in three-part harmony: Balancing conceptual, epistemic, and social learning goals". **Review of Research in Education** 32: 268 - 291.

Douglas, C.Y. and S. Victor. 2007. **Scaffolding Scientific Argumentation Between Multiple Students in Online Learning Environments to support the development of 21st century skills** (Online). http://www.researchgate.net/publication/258210582_ Scaffolding_scientific_argumentation_between_multiple_students_in_online_learning_ environments_to_support_the_development_of_21st_century_skills, April 23, 2011.

Erduran, S. and M.P. Jimenez. 2007. "Argumentation in Science Education. Perspectives from Classroom-Bassed Research". **Science and Technology Education Library** 35: 294.

Enderle, P. *et al*. 2010. **Assessment of Scientific Argumentation in the Classroom: An Observation Protocol**. Paper presented at the 2010 Annual International Conference of the National Association of Research in Science Teaching (NARST). Philadelphia, PA, March 22, 2010.

Harris, C.J. *et al*. 2006. "Usable Assessments for Teaching Science Content and Inquiry Standards". In M. McMahon. (ed.). **Assessment in Science: Practical Experiences and Educational Research**. Virginia: NSTA Press, 67-87.

Hogan, K. and M. Maglienti. 2001. "Comparing the epistemological underpinnings of pupils' and scientists' reasoning about conclusions". **Journal of Research in Science Teaching** 38(6): 63 - 87.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Indrisano, R. and J. Paratore. 2005. **Learning to write and Writing To Learn: Theory and Research in Practice**. Newark, DE: International Reading Association.

Kuhn, D. 1993. "Science as Argument: Implications for Teaching and Learning Scientific Thinking". **Science Education** 77: 319 - 337.

Kuhn, L. and B. Reiser. 2004. **Students Constructing and Defending Evidence-Based Scientific Explanation** (Online). http://p2061.org/documents/students_ Evidence_Based_Scientific_Explanations.Pdf, March 6, 2013.

Jimnez-Aleixandre, M.P. and S. Erduran. 2007. **Argumentation in Science Education: Perspectives from Classroom-based Research**. Dordrecht, **NL**: Springer.

Linn, M.C. and B.S. Eylon. 2006. "Science education: Integrating views of learning and instruction". In P. Alexander and P.H. Winne. (eds.). **Handbook of educational psychology**. Mahwah, NJ: Erlbaum, 511-544.

McNeill, K.L. and J.S. Krajcik. 2006. **Supporting Students' Construction of Scientific Explanation through Generic versus Context_Specific Written Scaffdds**. Paper presented at the annual meeting of the American Educational Research Association, San Francisco, April 5, 2006.

_____. 2008A. "Scientific Explanations : Characterizing and Evaluating the Effects of Teachers' Instructional Practices on Student Learning". **Journal of Research in Science Teaching** 45(1):55 - 78.

_____. 2008B. **Inquiry and Scientific Explanations: Helping Students Use Evidence and Reasoning** (Online). www.nsta.org/permissions, August 6, 2010.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

McNeill, K. L. and J. S. Krajcik. 2008C. "Assessing Middle School Student' Content Knowledge and Reasoning through Written Scientific Explanations". In National Science Teacher Association. **Assessing Science Learning**. Virginia: NSTA Press, 101-116.

McNeill, K.L. 2009. "Teacher Use of Curriculum to support Student in Writing Scientific Arguments to Explain Phenomena". **Science Education** 93: 233-268.

National Research Council. 1996. **National science education standards**. Washington, DC: National Academy Press.

Nitko, A.J. and S.M. Brookhart. 2007. **Educational Asessment of Students**. 5th ed. NewJersey: Pearson Mewill Prentic Hall.

Norris, S., L. Philips and J. Osborne. 2007. "Scientific inquiry: the place of interpretation and argumentation". In J. Luft, R. Bell and J. Gess-Newsome. (eds.). **Science as Inquiry in the Secondary Setting**. Arlington, VA: NSTA Press.

North Central Regional Education Laboratory and Metiri group. 2003. **The enGauge 21st Century Skills for 21st Century Learners** (Online). www.ncrel.org/engauge, July 3, 2010.

Okada, A. and S.B. Shum. 2008. "Evidence-based Dialogue Maps as a Research Tool to Investigate the Quality of School Pupils' Scientific Argumentation". **International Journal of Research and Method in Education** 31: 291-315.

Organization for Economic Co-operation and Development. 2009. **Assessment Framework: Key competencies in Reading, mathematics and Science** (Online). http://www.oecd.org/data oecd //11/40/44455820.pdf, May 16, 2013.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Sampson, V., J. Grooms and J. Walker, 2009. "Argument-Driven Inquiry: Way to Promote Learning during Laboratory Activities". **The Science Teacher 11**: 42-47.

Sampson, V. and D.V. Clark. 2009. "The Impact of Collaboration on The Outcomes of Scientific Argumentation". **Science Education** 93: 448 - 484.

Sampson, V. *et al*. 2010. **Learning to Write in Under graduate Chemistry: The Impact of Argument-Driven Inquiry**. Paper presented at the 2010 Annual International Conference of the National Association of Reseaarch in Science Teaching (NARST), Phiiladelphia, PA, March 15, 2010.

Sampson, V.Y. and F. Gerbino. 2010. "Two instructional models that teachers can use to promote and support scientific argumentation in the biology classroom". **The American biology teacher** 72: 427-431.

Sandoval, W.A. *et al*. 2003. "Conceptual and epistemic aspects of students'scientific Explanations". **Journal of the Learning Sciences** 12(1): 5 – 51.

. 2004. **Effects of Explanation support on learning genetics** (Online). http://www.gseis.ucla.edu/Sandoval/part/Sandoval-etal-narsto3.pdf, April 7, 2013.

Simon, S., S. Erduran and J. Osborne. 2002. **Enhancing the quality of argumentation in school science**. Paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching, in New Orleans, LA, April 7-10, 2002.

Stark, R. *et al*. 2009. "Improving Scientific Argumentation Skills by a Problem-Based Learning Environment: Effects of an Elaboration Tool and Relevance of Student Characteristics". **Evaluation and Research in Education** 22(1): 51 - 68.

Suppe, F. 1998. "The structure of a scientific paper". **Philosophy of Science** 65(3): 381 – 405.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Toulmin, S. 1958. **The uses of argument**. UK: Cambridge University Press.

Wallace, C., B. Hand and V. Prain. 2004. **Writing and Learning in the Science Classroom**. Boston, MA: Kluwer Academic Publishers.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก ก

แบบทดสอบการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แบบทดสอบเพื่อประเมินคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่

วิชา วิทยาศาสตร์ 5 ว23101 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคปลาย ปีการศึกษา 2556

ชื่อ.....นามสกุล..... ชั้น ม.3/..... เลขที่.....

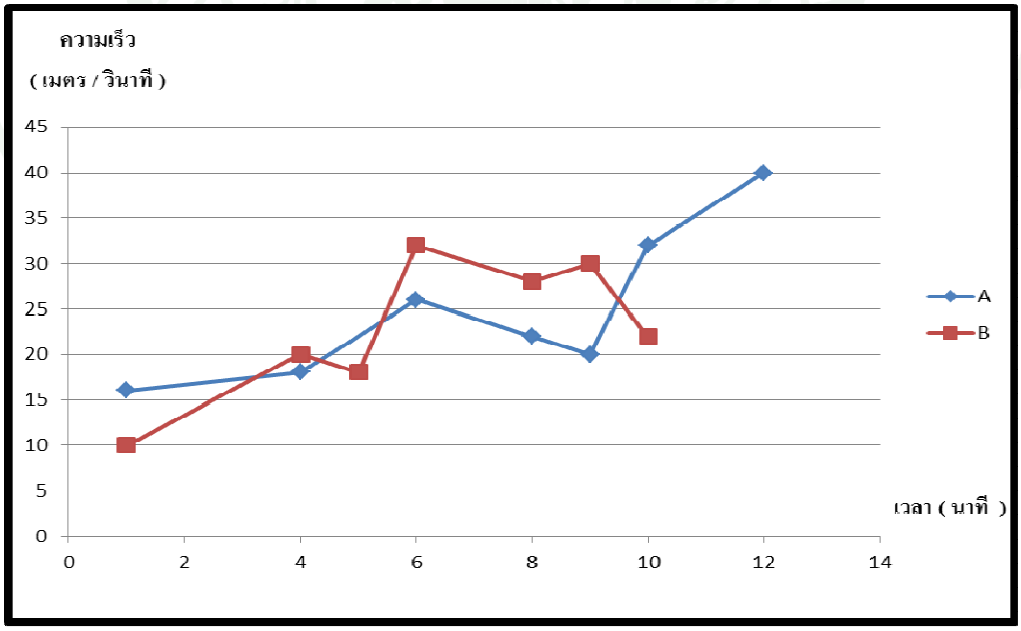
คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นข้อสอบแบบเขียนตอบ จำนวน 4 ข้อ คะแนนเต็ม 24 คะแนน

2. เวลาที่ใช้ในการสอบ 50 นาที

3. ให้ตอบคำถามลงในช่องว่างที่กำหนดให้ในแบบทดสอบ ให้ผู้ตอบแบบทดสอบเขียนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เต็มอย่างละเอียด

4. ขอให้นักเรียนทุกคนทำข้อสอบด้วยความตั้งใจเต็มความสามารถของตนเอง



ภาพผนวกที่ 1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับเวลาในการขับรถทั้ง 2 คัน ออกจากท่ารถ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากกราฟที่กำหนดให้รถคันใดที่คนขับเหยียบเบรกบ่อยที่สุด แล้วการเหยียบเบรกมีความสัมพันธ์กับความเร่งของรถอย่างไร จงอธิบาย

.....

.....

.....

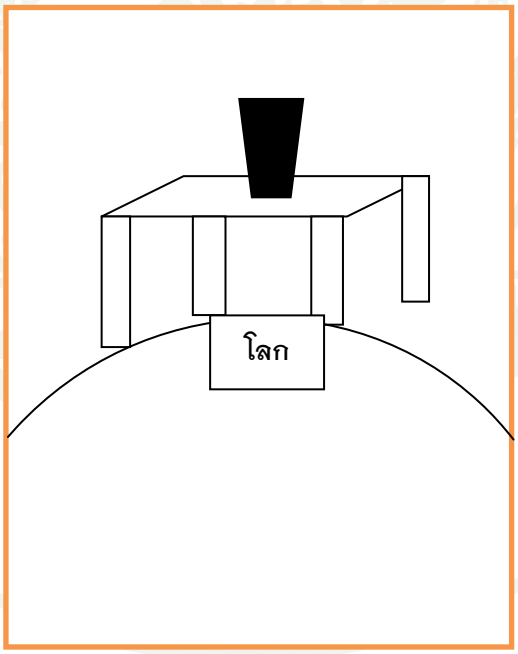
.....

.....

.....

.....

2. จากภาพแก้วน้ำที่วางอยู่บนโต๊ะ นักเรียนคิดว่ามีแรงใดเป็นแรงคู่กิริยา-ปฏิกิริยา ของแรงดึงดูดของโลกที่กระทำต่อแก้วน้ำ จงอธิบาย (เขียนลูกศรแสดงทิศทางของแรงคู่กิริยา-ปฏิกิริยา กำกับในภาพด้วย)



.....

.....

.....

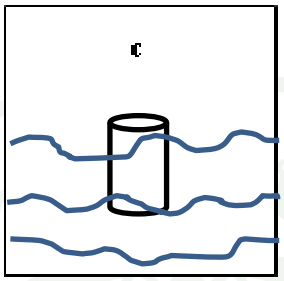
.....

.....

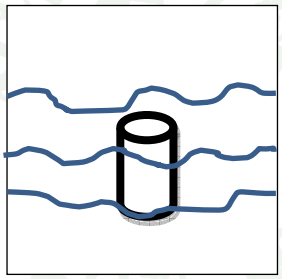
.....

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

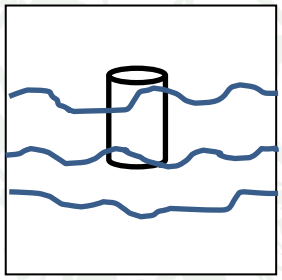
3. นำวัตถุ A ,B และ C ไปใส่ในถ้วยยูเรก้าที่มีน้ำอยู่ผลปรากฏว่า วัตถุ A ปริมาตรของน้ำที่ล้นออกมาเป็น 2 เท่าของวัตถุ C และวัตถุ B มีน้ำหนักเท่ากับวัตถุ C แต่มีขนาดใหญ่กว่าวัตถุ C และเมื่อนำวัตถุทั้งสามไปลอยน้ำ พบว่าวัตถุ C ลอยน้ำ ดังภาพ



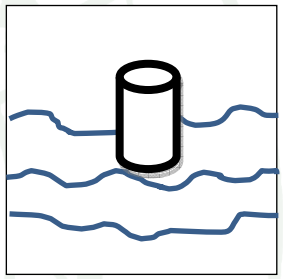
เมื่อเทียบวัตถุ C แล้ว วัตถุ A และ B ควรอยู่ในตำแหน่งรูปใด ตามลำดับ จงอธิบาย



รูปภาพที่ 1



รูปภาพที่ 2



รูปภาพที่ 3

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4. ในการทดลองลากถุงทราย ขนาด 1 กิโลกรัม ด้วยเครื่องชั่งสปริงจนถุงทรายเคลื่อนที่ บันทึกค่าแรงที่อ่านได้เมื่อถุงทรายเริ่มเคลื่อนที่ ดังตาราง

จำนวนถุงทราย (ถุง)	แรงที่อ่านได้ (N)
1	5
2	10
3	15
4	20

นักเรียนคิดว่าการเพิ่มจำนวนถุงทรายที่มากขึ้นจะส่งผลทำให้แรงเสียดทานมากขึ้นหรือน้อยลง จงอธิบาย

……
……
……
……
……
……

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก ข

แบบประเมินการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แบบประเมินการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์

ชื่อ……ชั้น ม.3/…….. เลขที่……

ภาคเรียนที่…….... วันที่ …… เดือน……พ.ศ. ……

พฤติกรรมที่ต้องการประเมิน	ปฏิบัติ	ไม่ปฏิบัติ	หมายเหตุ
ด้านกระบวนการคิด			
1. มีส่วนร่วมในการแก้ปัญหา			
2. มีส่วนร่วมในการประเมินข้อกล่าวอ้างของกลุ่มตนเองและกลุ่มอื่นๆ			
3. มีการตอบสนองต่อข้อมูลที่มีการเปลี่ยนแปลงไป			
4. แสดงความสงสัยใคร่รู้เกี่ยวกับข้อกล่าวอ้างที่เพื่อนกลุ่มอื่นนำเสนอ			
5. มีการแสดงเหตุผลเพื่อมาสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง			
6. มีการใช้เหตุผลที่หลากหลายในการประเมินข้อกล่าวอ้าง			
ด้านการให้เหตุผล			
7. มีการใช้หลักฐานในการทำความเข้าใจปรากฏการณ์			
8. มีการประเมินความเป็นไปได้ของหลักฐานที่ใช้			
9. มีการใช้ทฤษฎี กฎหรือแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการให้เหตุผล			
10. มีการสื่อสารโดยใช้ภาษาทางวิทยาศาสตร์			
11. ไม่ใช้ถ้อยคำที่โน้มน้าว โอ้อวดเกินจริงในการทำให้บุคคลอื่นยอมรับข้อกล่าวอ้างของกลุ่มตนเอง			
ด้านสังคม			
12. มีส่วนร่วมในการสะท้อนสิ่งที่เพื่อนพูด			
13. มีการแสดงความเคารพซึ่งกันและกัน			
14. มีความพยายามในการมีส่วนร่วมที่จะเสนอความคิดเห็น			

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก ค

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง แรงเสียดทาน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง
เรื่อง แรงเสียดทาน

สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ **รหัสวิชา ว23101 วิชาวิทยาศาสตร์ 5 ระดับ**
มัธยมศึกษาปีที่ 3 **จำนวน 2 คาบ เวลา 100 นาที**
นางสาว อรยา แจ่มใจ (ผู้สอน)

มาตรฐานและตัวชี้วัด

มาตรฐาน ว 4. 1 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม

ตัวชี้วัด

ว 4.1 ม. 3/1 อธิบายความเร่งและผลของแรงลัพธ์ที่ทำต่อวัตถุ

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

ตัวชี้วัด

ว 8.1 ม.3/1 ตั้งคำถามที่กำหนดประเด็นหรือตัวแปรที่สำคัญในการสำรวจตรวจสอบ หรือศึกษาค้นคว้าเรื่องที่สนใจได้อย่างครอบคลุมและเชื่อถือได้

ว 8.1 ม.3/8 บันทึกและอธิบายผลการสังเกตการสำรวจตรวจสอบค้นคว้าเพิ่มเติมจากแหล่งความรู้ต่างๆ ให้ได้ข้อมูลที่เชื่อถือได้และยอมรับการเปลี่ยนแปลงความรู้ที่ค้นพบเมื่อมีข้อมูลและประจักษ์พยานใหม่เพิ่มขึ้นหรือโต้แย้งจากเดิม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ว 8.1 ม.3/9 จัดแสดงผลงาน เขียนรายงาน และ/หรืออธิบายเกี่ยวกับแนวคิด กระบวนการ และผลของโครงงานหรือชิ้นงานให้ผู้อื่นเข้าใจ

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนสามารถอธิบายทิศทางของแรงเสียดทานและปัจจัยที่ส่งผลต่อแรงเสียดทานได้

2. นักเรียนสามารถออกแบบตารางบันทึกผลการทดลอง เรื่องแรงเสียดทานได้

3. นักเรียนสามารถทำการทดลองเพื่อศึกษาเรื่องแรงเสียดทานได้

4. นักเรียนสามารถสร้างคำอธิบาย ทิศทางของแรงเสียดทาน และปัจจัยที่ส่งผลต่อแรงเสียดทานได้

5. นักเรียนสามารถนำเสนอและโต้แย้งคำอธิบายเกี่ยวกับ ทิศทางของแรงเสียดทาน และปัจจัยที่ส่งผลต่อแรงเสียดทานได้

6. นักเรียนสามารถเขียนรายงานผลการศึกษาเรื่องแรงเสียดทานได้

7. นักเรียนสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้

สาระ

แรงเสียดทาน (frictional force) คือ แรงที่ต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุซึ่งเกิดขึ้นระหว่างผิววัตถุกับพื้นที่สัมผัสและมีทิศตรงกันข้ามกับทิศการเคลื่อนที่ของวัตถุเสมอ แรงเสียดทานแบ่งเป็น 2 ชนิด คือ

1. แรงเสียดทานสถิตเป็นแรงเสียดทานที่เกิดขึ้นในขณะที่วัตถุอยู่นิ่ง

2. แรงเสียดทานจลน์ เป็นแรงเสียดทานที่เกิดขึ้นในขณะที่วัตถุกำลังเคลื่อนที่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

และปัจจัยที่ส่งผลต่อแรงเสียดทาน คือ มวลของวัตถุ และลักษณะของผิวสัมผัส เพราะการเพิ่มมวลของวัตถุจะทำให้แรงกดบนพื้นมากขึ้น แรงปฏิกิริยาตั้งฉากที่พื้นกระทำโต้ตอบถุงทรายซึ่งเป็นแรงคู่ปฏิกิริยาของแรงที่ถุงทรายกดลงบนพื้นมีขนาดมากขึ้น แรงเสียดทานจึงมีขนาดเพิ่มขึ้น และลักษณะของผิวสัมผัสจะมีผลต่อขนาดของแรงเสียดทานด้วยเพราะถ้าผิวสัมผัสหยาบหรือขรุขระมาก แรงเสียดทานจะมีค่ามาก แต่ถ้าผิวสัมผัสเรียบหรือลื่นแรงเสียดทานจะมีค่าน้อย

กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 การระบุภาระงาน (Identification of the Task)

1. ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยการให้ตัวแทนนักเรียนออกแรงผลักโต๊ะเรียนไปตามพื้นราบในแนวระดับ พร้อมกับใช้ประเด็นคำถาม ดังนี้

1.1 จากการที่เพื่อนออกมาผลักโต๊ะ นักเรียนสังเกตเห็นอะไรบ้าง (โต๊ะเคลื่อนที่ไปแล้วจึงหยุด)

1.2 นักเรียนคิดว่า ทำไมวัตถุจึงหยุดการเคลื่อนที่ (มีแรงต้านการเคลื่อนที่กระทำระหว่างผิววัตถุกับพื้นและผิววัตถุกับอากาศ)

1.3 นักเรียนคิดว่าขนาดของแรงต้านการเคลื่อนที่ขึ้นอยู่กับปัจจัยใด และมีทิศทางอย่างไร โดยครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายและให้นักเรียนร่วมกันหาคำตอบจากการทำกิจกรรมเรื่อง แรงเสียดทาน

2. ครูระบุภาระงานสำหรับการสำรวจตรวจสอบ เรื่อง แรงเสียดทาน ตามขั้นตอนดังนี้

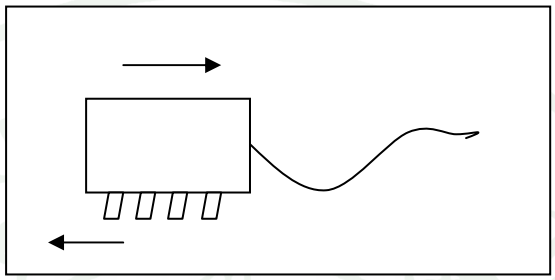
2.1 แจกใบกิจกรรมที่ 6 เรื่อง แรงเสียดทาน

2.2 แบ่งนักเรียนออกเป็น 8 กลุ่ม กลุ่มละ 4-5 คน โดยใช้วิธีการนับตัวเลข 1-8 จากนั้นใครที่นับหมายเลขเดียวกันจะมาอยู่ในกลุ่มเดียวกัน

2.3 ครูนำนักเรียนอภิปรายวิธีทำกิจกรรมก่อนการทดลองดังในใบกิจกรรมที่ 6

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.4 ครูสาธิตให้นักเรียนดูในประเด็นที่ว่า “แรงเสียดทานจะมีทิศตรงข้ามกับทิศทางการเคลื่อนที่” โดยการนำกระดาษขนาดเล็กไปแปะไว้ใต้กล่องดังภาพ แล้วออกแรงดึงเชือกที่ยึดติดกับกล่องไปข้างหน้าจะพบว่ากระดาษที่ติดอยู่ใต้กล่องจะลู่ไปคนละด้าน สิ่งนี้แสดงให้เห็นว่าแรงเสียดทานมีทิศตรงข้ามกับทิศทางการเคลื่อนที่



3. ครูระบุภาระงานในการสำรวจตรวจสอบครั้งนี้ให้นักเรียนทราบ ดังนี้

3.1 ออกแบบตารางบันทึกผลการทดลอง เรื่อง แรงเสียดทาน

3.2 สร้างคำอธิบายเรื่อง ทิศทางของแรงเสียดทาน และปัจจัยที่ส่งผลต่อแรงเสียดทาน

ขั้นที่ 2 การเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล (Generation and Analysis of Data)

1. ครูให้นักเรียนทำกิจกรรมเพื่อศึกษาเรื่อง แรงเสียดทาน โดยให้สังเกตการเปลี่ยนแปลงในประเด็นต่างๆ ได้แก่ 1) แรงดึงถุงทรายขณะที่ถุงทราย หยุดนิ่ง 2) แรงดึงถุงทรายขณะที่ถุงทรายเริ่มจะเคลื่อนที่ 3) แรงดึงถุงทรายขณะที่ถุงทราย เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว

2. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับกิจกรรมที่ศึกษาเพื่อออกแบบตารางบันทึกผลการทดลอง เรื่อง แรงเสียดทาน

ขั้นที่ 3 การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว (Production of a Tentative Argument)

ครูถามนักเรียนว่า “เมื่อนำเครื่องชั่งสปริงเกี่ยวหูถุงทราย แล้วค่อยๆออกแรงดึงโดยให้เครื่องชั่งสปริงอยู่ในแนวขนานกับพื้นโต๊ะ ค่าแรงที่อ่านได้ตั้งแต่เริ่มออกแรง ถุงทรายเริ่มเคลื่อนที่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

และถุงทรายเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว มีค่าแตกต่างกันอย่างไร” จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสร้างคำอธิบายเรื่อง ทิศทางของแรงเสียดทาน และปัจจัยที่ส่งผลต่อแรงเสียดทาน เขียนลงในกระดาษฟลิปชาร์ตที่ครูแจกให้โดยระบุองค์ประกอบของคำอธิบายให้ครบถ้วน

คำตอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในกระดาษฟลิปชาร์ต
เรื่องแรงเสียดทาน

ข้อสรุป	แรงเสียดทานจะมีทิศทางตรงข้ามกับทิศทางการเคลื่อนที่ของถุงทราย และปัจจัยที่ส่งผลต่อแรงเสียดทาน คือ มวลของวัตถุ และลักษณะของผิวสัมผัส
หลักฐาน	**ตารางแสดงแรงดึงถุงทรายด้วยเครื่องชั่งสปริง**

กรณีดึงถุงทรายไปบนพื้นโต๊ะโดยตรง

จำนวนถุงทราย (ถุง)	แรงดึงถุงทราย (N) ขณะที่ถุงทราย				
	หยุดนิ่ง			เริ่มจะเคลื่อนที่	เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว
1	0	0.5	1.0	1.6	1.4
2	0	1.0	2.5	3.0	2.6
3	0	1.5	3.0	3.9	3.3

กรณีหุ้มถุงทรายที่อยู่ล่างสุดด้วยพลาสติกแล้วจึงดึงไปบนพื้นโต๊ะ

จำนวนถุงทราย (ถุง)	แรงดึงถุงทราย (N) ขณะที่ถุงทราย				
	หยุดนิ่ง			เริ่มจะเคลื่อนที่	เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว
1	0	0.5	1.0	1.2	1.0
2	0	1.0	2.5	2.6	2.3
3	0	1.5	3..0	3.6	3.0

หมายเหตุ ค่าตัวเลขที่ได้อาจแตกต่างกันไปในแต่ละกลุ่ม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

คำตอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในกระดาษฟลิปชาร์ต เรื่องแรงเสียดทาน (ต่อ)	
การให้เหตุผล	แรงเสียดทานจะมีทิศทางตรงข้ามกับทิศทางการเคลื่อนที่เสมอ เพราะในการออกแรงกระทำกับเครื่องชั่งสปริงเพื่อลากถุงทรายไปบนพื้นนั้น จะมีแรงต้านเกิดขึ้นที่ผิวสัมผัส และแรงนี้มีทิศทางตรงกันข้ามกับแรงพยายามที่ทำให้วัตถุเคลื่อนที่ และปัจจัยที่ส่งผลต่อแรงเสียดทาน คือ มวลของวัตถุ และลักษณะของผิวสัมผัส เพราะการเพิ่มมวลของวัตถุจะทำให้แรงกดบนพื้นมากขึ้น แรงปฏิกิริยาตั้งฉากที่พื้นกระทำโต้ตอบถุงทรายซึ่งเป็นแรงคู่ปฏิกิริยาของแรงที่ถุงทรายกดลงบนพื้นมีขนาดมากขึ้น แรงเสียดทานจึงมีขนาดเพิ่มขึ้น และลักษณะของผิวสัมผัสจะมีผลต่อขนาดของแรงเสียดทานด้วยเพราะถ้าผิวสัมผัสหยาบหรือขรุขระมาก แรงเสียดทานจะมีค่ามาก แต่ถ้าผิวสัมผัสเรียบหรือลื่นแรงเสียดทานจะมีค่าน้อย

ขั้นที่ 4 กิจกรรมการโต้แย้ง (Argumentation Session)

1. จัดกิจกรรมการโต้แย้ง โดยดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

1.1 ครูกำหนดประเด็นในการโต้แย้งสำหรับวันนี้คือ ทิศทางของแรงเสียดทาน และปัจจัยที่ส่งผลต่อแรงเสียดทาน

1.2 ให้นักเรียนตัวแทนกลุ่มละ 2 คน ออกมานำเสนอ คำอธิบายที่สร้างขึ้นโดยกำหนดเวลาในการนำเสนอกลุ่มละ 2 นาที จากนั้นให้นักเรียนกลุ่มที่เหลือฟังเพื่อนนำเสนอ และโต้แย้งเพื่อแสดงความเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยพร้อมให้เหตุผลกระกอบ

2. ครูใช้คำถามเพื่อสรุปการโต้แย้ง ดังนี้

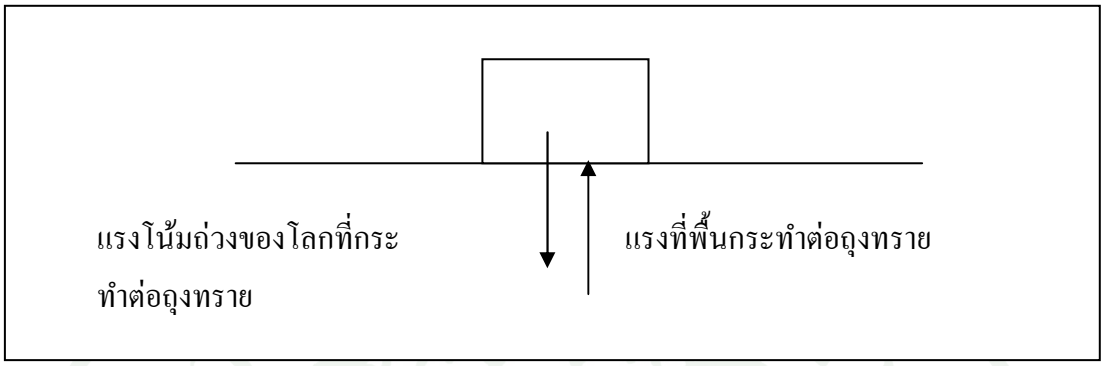
2.1 ประเด็นการนำเสนอที่ทุกกลุ่มเห็นตรงกัน คืออะไร

2.2 ประเด็นการนำเสนอที่นักเรียนเห็นขัดแย้งกัน คืออะไร

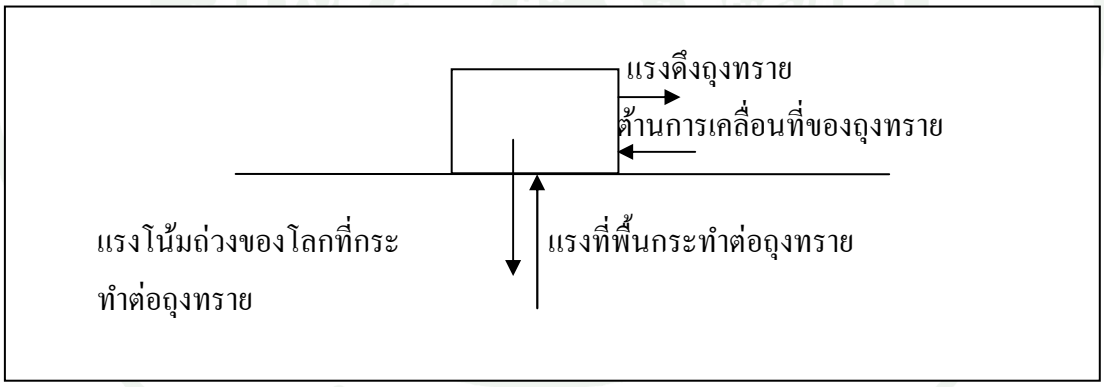
2.3 ขณะถุงทรายวางนิ่งบนพื้นโต๊ะ โดยที่ยังไม่ออกแรงดึงถุงทราย มีแรงใดกระทำต่อถุงทรายบ้าง (แรงโน้มถ่วงของโลก แรงที่พื้นกระทำต่อถุงทราย)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.4 จากแผนภาพในตอนที่ 2 ข้อที่ 1 เมื่อถุงทรายวางนิ่งบนพื้นโต๊ะ แรงลัพธ์ที่กระทำต่อถุงทรายเป็นเท่าใด (จากแผนภาพแรงลัพธ์ที่กระทำต่อถุงทรายเป็นศูนย์)

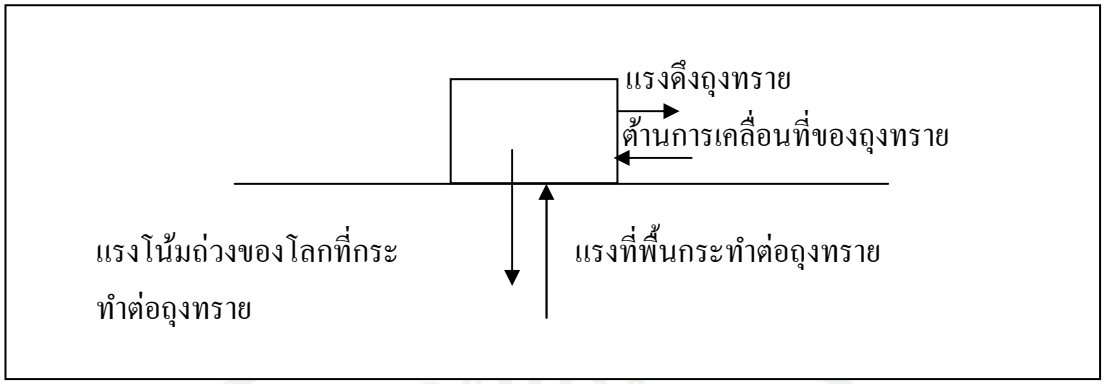


2.5 จากแผนภาพ ขณะออกแรงดึงถุงทราย แต่ถุงทรายไม่เคลื่อนที่ มีแรงใดกระทำต่อถุงทรายบ้าง และแรงลัพธ์ที่กระทำต่อถุงทรายเป็นเท่าใด (จากแผนภาพแรงลัพธ์ที่กระทำต่อถุงทรายเป็นศูนย์



2.6 จากแผนภาพ ขณะออกแรงดึงถุงทราย ให้เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว มีแรงใดกระทำต่อถุงทรายบ้าง และแรงลัพธ์ที่กระทำต่อถุงทรายเป็นเท่าใด (จากแผนภาพแรงลัพธ์ที่กระทำต่อถุงทรายเป็นศูนย์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



2.7 แรงเสียดทานเกิดขึ้นตรงส่วนใดของถุงทรายและมีทิศทางอย่างไร (ระหว่างผิวถุงทรายกับพื้น และมีทิศทางตรงกันข้ามกับทิศทางการเคลื่อนที่ของถุงทราย ณ บริเวณผิวสัมผัส)

2.8 ขนาดของแรงที่ใช้ดึงถุงทรายมีค่าสูงสุดเท่าใด ขณะนั้นถุงทรายเคลื่อนที่หรือไม่อย่างไร (ดูจากผลในตารางบันทึกผลการทดลอง ขณะนั้นถุงทรายยังไม่เคลื่อนที่ แต่กำลังจะเคลื่อนที่ แรงเสียดทานมีค่าสูงสุด)

2.9 ขณะที่แรงดึงถุงทรายมีค่าสูงสุด แรงเสียดทานที่กระทำต่อถุงทรายมีค่าเท่าใด ทราบได้อย่างไร (ขณะที่ออกแรงดึงถุงทรายมีค่าสูงสุด แรงเสียดทานจะมีค่ามากที่สุด และทราบได้จากการอ่านจากเครื่องชั่งสปริง)

2.10 การเพิ่มมวลของวัตถุ มีผลต่อแรงเสียดทานที่พื้นกระทำต่อวัตถุอย่างไรบ้าง (การเพิ่มมวลของวัตถุจะทำให้เกิดแรงกดบนพื้นมากขึ้น แรงปฏิกิริยาตั้งฉากที่พื้นกระทำโต้ตอบถุงทรายซึ่งเป็นแรงคู่ปฏิกิริยาของแรงที่ถุงทรายกดลงบนพื้นมีขนาดมากขึ้น แรงเสียดทานจึงมีขนาดเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตาม ขนาดของแรงเสียดทานไม่ขึ้นกับขนาดของพื้นที่ผิวสัมผัส)

3. ครูกล่าวเพิ่มเติมว่า แรงเสียดทานแบ่งเป็น 2 ชนิดคือ แรงเสียดทานที่เกิดขึ้นในขณะที่วัตถุยังอยู่นิ่งหรือไม่เคลื่อนที่ เรียกว่าแรงเสียดทานสถิตย์ และแรงเสียดทานในขณะที่วัตถุกำลังเคลื่อนที่ เรียกว่า แรงเสียดทานจลน์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ขั้นที่ 5 เขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ (Write up Investigation Report)

1. ครูมอบหมายให้นักเรียนแต่ละคนเขียนรายงานผลการศึกษาเรื่อง แรงเสียดทาน ลงในกระดาษขนาด A4 โดยมีองค์ประกอบ 3 ส่วน ดังนี้ 1) วัตถุประสงค์ของการศึกษา 2) วิธีการบันทึกผลการทดลอง 3) คำอธิบายเรื่อง ทิศทางของแรงเสียดทาน และปัจจัยที่ส่งผลต่อแรงเสียดทาน

2. จากนั้นครูรวบรวมรายงานของนักเรียนทุกคน เพื่อพิจารณาผลการตรวจสอบแล้วให้นักเรียนแก้ไขหรือปรับปรุงตามคำแนะนำของครูผู้สอน แล้วส่งรายงานอีกครั้งตามวันและเวลาที่ครูกำหนด

สื่อการเรียนรู้

1. ใบกิจกรรมที่ 6 เรื่องแรงเสียดทาน จำนวน 37 ฉบับ
2. ถุงทราย
3. เครื่องชั่งสปริง
4. ตารางบันทึกผลการทดลอง เรื่องแรงเสียดทาน 1 แผ่น/กลุ่ม
5. ปากกาเมจิก 1 แท่ง/ กลุ่ม
6. กระดาษฟลิปชาร์ต จำนวน 1 แผ่น/ กลุ่ม
7. เทปกาว
8. กระดาษ A4 จำนวน 37 แผ่น
9. แบบประเมินรายงาน เรื่อง แรงเสียดทาน
10. ถุงพลาสติก 1 ถุง/กลุ่ม
11. กล่องขนม 1 กล่อง
12. เศษกระดาษ ขนาด 3 x 8 เซนติเมตร จำนวน 6 ชิ้น
13. เชือก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือที่ใช้วัด	เกณฑ์การวัดและประเมิน
1. นักเรียนสามารถอธิบายทิศทางของแรงเสียดทานและปัจจัยที่ส่งผลต่อแรงเสียดทานได้	สังเกตจากการมีส่วนร่วมในการตอบคำถาม/การอภิปรายภายในกลุ่ม	แบบประเมินการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์	ปฏิบัติ กับ ไม่ปฏิบัติ
2. นักเรียนสามารถออกแบบตารางบันทึกผลการทดลอง เรื่องแรงเสียดทานได้	วัดจากการออกแบบตารางบันทึกผลการทดลอง เรื่องแรงเสียดทาน	แบบประเมินรายงานเรื่องแรงเสียดทาน	เกณฑ์ในการให้คะแนน คะแนน 5-6 ดีมาก คะแนน 3-4 ดี คะแนน 0-2 พอใช้ หรือผ่านเกณฑ์
3. นักเรียนสามารถทำการทดลองเพื่อศึกษาเรื่องแรงเสียดทานได้	วัดพฤติกรรมที่สังเกตได้กับรายการพฤติกรรมการเรียนของนักเรียน	แบบประเมินทักษะการทดลอง	เกณฑ์ในการให้คะแนน คะแนน 13-18 ดีมาก คะแนน 7-12 ดีคะแนน 0-6 พอใช้ หรือผ่านเกณฑ์
4. นักเรียนสามารถสร้างคำอธิบายเกี่ยวกับ ทิศทางของแรงเสียดทาน และปัจจัยที่ส่งผลต่อแรงเสียดทานได้	วัดจากการเขียนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องทิศทางของแรงเสียดทานและปัจจัยที่ส่งผลต่อแรงเสียดทานลงในกระดาษฟลิปชาร์ต	แบบประเมินรายงานเรื่อง แรงเสียดทาน	เกณฑ์ในการให้คะแนน คะแนน 5-6 ดีมาก คะแนน 3-4 ดี คะแนน 0-2 พอใช้ หรือผ่านเกณฑ์
5. นักเรียนสามารถนำเสนอและโต้แย้งคำอธิบาย ทิศทางของแรงเสียดทาน และปัจจัยที่ส่งผลต่อแรงเสียดทานได้	สังเกตจากการมีส่วนร่วมในการนำเสนอ และอภิปรายภายในกลุ่มและระหว่างกลุ่มได้	แบบประเมินการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์	ปฏิบัติ กับ ไม่ปฏิบัติ
6. นักเรียนสามารถเขียนรายงานผลการศึกษาเรื่องแรงเสียดทานได้	วัดจากการเขียนรายงานผลการศึกษาเรื่อง แรงเสียดทาน ลงในกระดาษขนาด A4	แบบประเมินรายงานเรื่อง แรงเสียดทาน	เกณฑ์ในการให้คะแนน คะแนน 5-6 ดีมาก คะแนน 3-4 ดี คะแนน 0-2 พอใช้ หรือผ่านเกณฑ์
7. นักเรียนสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้	วัดพฤติกรรมที่สังเกตได้	แบบประเมินการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์	ปฏิบัติ กับ ไม่ปฏิบัติ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ใบกิจกรรมที่ 6
การศึกษาเรื่อง แรงเสียดทาน

ชื่อ-สกุล..... ชั้น..... เลขที่..... กลุ่มที่.....

วัตถุประสงค์ของกิจกรรม

เพื่อทดลอง และอธิบายทิศทางของแรงเสียดทานและปัจจัยที่ส่งผลต่อแรงเสียดทานได้

คำถามชี้แนะการศึกษา

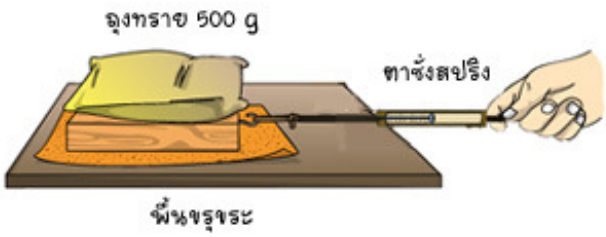
เมื่อนำเครื่องชั่งสปริงเกี่ยวหูถุงทราย แล้วค่อยๆออกแรงดึงโดยให้เครื่องชั่งสปริงอยู่ในแนวขนานกับพื้นโต๊ะ ค่าแรงที่อ่านได้ตั้งแต่เริ่มออกแรง ถุงทรายเริ่มเคลื่อนที่ และถุงทรายเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว มีค่าแตกต่างกันอย่างไร

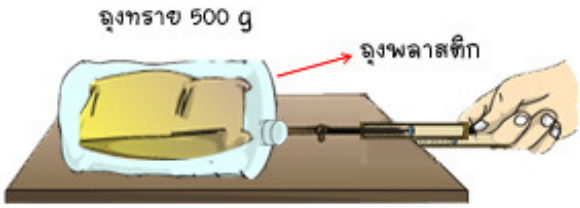
วัสดุและอุปกรณ์

1. ถุงทราย 3 ถุง/ กลุ่ม
2. เครื่องชั่งสปริง 1 เครื่อง/ กลุ่ม
3. ถุงพลาสติก 1 ถุง/ กลุ่ม
4. แบบบันทึกผลการทดลอง เรื่องแรงเสียดทาน
5. แบบประเมินรายงาน เรื่องแรงเสียดทาน
6. ปากกาเมจิก 1 แท่ง/ กลุ่ม
7. กระดาษฟลิปชาร์ต จำนวน 1 แผ่น/ กลุ่ม
8. เทปกาว

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิธีทำกิจกรรม





1. วางถุงทราย 1 ถุง บนพื้นโต๊ะ ใช้เครื่องชั่งสปริงเกี่ยวหูถุงทราย แล้วค่อยๆออกแรงดึง โดยให้เครื่องชั่งสปริงอยู่ในแนวขนานกับพื้นโต๊ะ บันทึกค่าแรงที่อ่านได้ตั้งแต่เริ่มออกแรง ถุงทรายเริ่มจะเคลื่อนที่ และถุงทรายเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว

2. ทำซ้ำข้อ 1 แต่เพิ่มจำนวนถุงทรายเป็น 2 ถุง และ 3 ถุงตามลำดับ

3. ทำซ้ำข้อ 1 และข้อ 2 แต่หุ้มถุงทรายที่อยู่ล่างสุดด้วยพลาสติก

4. ออกแบบตารางบันทึกผลการทดลอง เรื่องแรงเสียดทาน

5. ให้นักเรียนร่วมกันตอบคำถามและเขียนแผนภาพประกอบในตอนที่ 1 และตอนที่ 2

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตอนที่ 1 ให้นักเรียนร่วมกันตอบคำถามและเขียนแผนภาพประกอบ

1. ขณะที่ถุงทรายวางอยู่นิ่งบนพื้นโต๊ะ โดยที่ยังไม่ออกแรงดึงถุงทราย มีแรงใดกระทำต่อถุงทรายบ้าง

2. ขณะออกแรงดึงถุงทราย แต่ถุงทรายไม่เคลื่อนที่ มีแรงใดกระทำต่อถุงทรายบ้าง และแรงลัพธ์ที่กระทำต่อถุงทรายเป็นเท่าใด

3. ขณะออกแรงดึงถุงทรายให้เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว มีแรงใดกระทำต่อถุงทรายบ้าง และแรงลัพธ์ที่กระทำต่อถุงทรายเป็นเท่าใด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตอนที่ 2 ให้นักเรียนสร้างคำอธิบายเรื่องทิศทางของแรงเสียดทาน และปัจจัยที่ส่งผลต่อแรงเสียดทาน เขียนลงในกระดาษฟลิปชาร์ตที่ครูแจกให้กลุ่มละ 1 แผ่น โดยกำหนดโครงร่างของคำอธิบายดังนี้

ชื่อคำอธิบาย

ชื่อสมาชิกกลุ่ม

วัตถุประสงค์ของการศึกษา

ข้อกล่าวอ้าง

ให้นักเรียนเขียนข้อความสรุปว่าทิศทางของแรงเสียดทานเป็นอย่างไร และปัจจัยใดที่ส่งผลต่อแรงเสียดทาน

หลักฐาน

ให้นักเรียนนำตารางบันทึกผลการทดลองเรื่องแรงเสียดทานมาติด

การให้เหตุผล

ให้นักเรียนเขียนอธิบายจากที่นักเรียนสรุปเพื่อให้เหตุผลว่าเพราะเหตุใดแรงเสียดทานจึงมีทิศทางเป็นเช่นนั้นและปัจจัยนั้นส่งผลต่อแรงเสียดทานอย่างไร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางบันทึกผลการทดลอง เรื่องแรงเสียดทาน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก ง

บันทึกหลังสอนของครู

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แบบบันทึกหลังการสอนของครู

ชื่ออาจารย์ผู้สอน : อาจารย์อรยา แจ่มใจ

สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ รหัสวิชา ว23101 วิชาวิทยาศาสตร์ 5

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/……. วัน เวลา ที่สอน.....

ภาคการศึกษาที่..... ปีการศึกษา .....

ผลการจัดการเรียนรู้ที่มีต่อการพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

……

……

……

……

……

……

ปัญหา / อุปสรรค

……

……

……

……

……

……

ข้อเสนอแนะ / แนวทางแก้ไข

……

……

……

……

……

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

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

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก จ

แบบสัมภาษณ์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แบบสัมภาษณ์

1. ความรู้ที่นักเรียนได้รับในวันนี้ มีอะไรบ้าง

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

2. นักเรียนมีปัญหาหรือประเด็นที่สงสัย อะไรบ้าง

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

3. ความรู้สึกและความคิดเห็น / ข้อเสนอแนะต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวันนี้

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

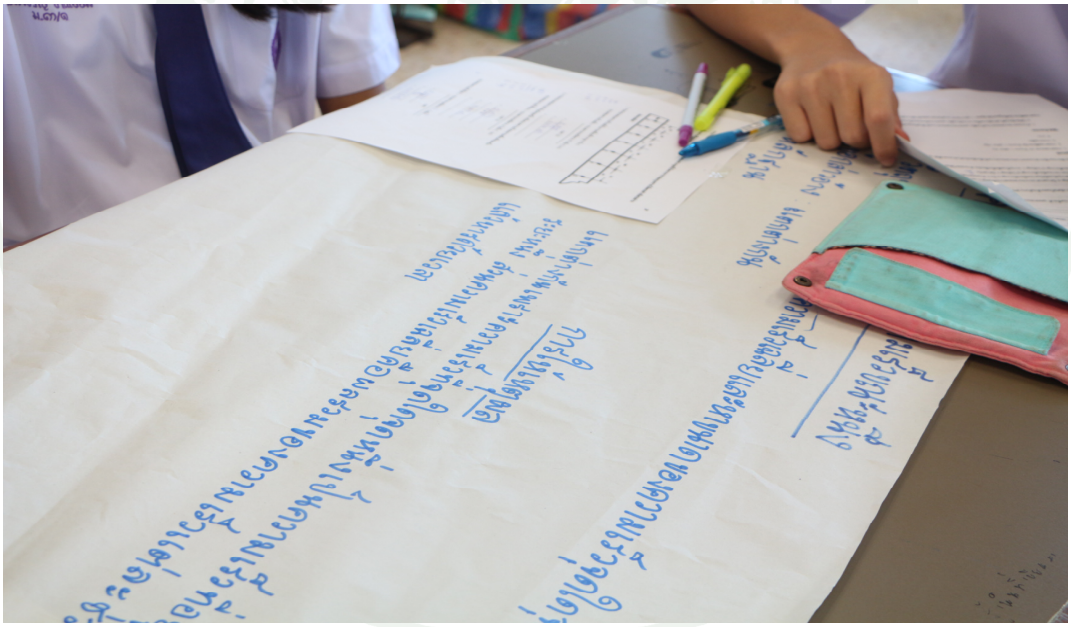
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก ฉ

ตัวอย่างผลงานของนักเรียน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพผนวกที่ 2 แสดงการจัดกลุ่มทำกิจกรรมของนักเรียน



ภาพผนวกที่ 3 แสดงผลงานนักเรียน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก ช

ตัวอย่างบทสนทนาระหว่าง ครูกับนักเรียน/

นักเรียนกับนักเรียน ในขณะจัดการเรียนการสอน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง
เรื่อง ผลของแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุ (วัตถุที่ตกอย่างอิสระในแนวดิ่ง)

กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 การระบุภาระงาน (Identification of the Task)

1. ครูทบทวนความรู้เดิมโดยใช้ประเด็นคำถามดังต่อไปนี้

1.1 ครู : ในชีวิตประจำวันนักเรียนเคยเห็นอะไรเคลื่อนที่บ้าง

นักเรียน : รถ คนปั่นจักรยาน คนเดิน

1.2 ครู : การที่เราสามารถเคลื่อนที่ได้ หรือสังเกตเห็นยานพาหนะหรือสิ่งของอื่นๆ เคลื่อนที่ได้นั้น เป็นเพราะอะไร

นักเรียน : มีแรงกระทำให้เกิดการเคลื่อนที่

1.3 ครู : นักเรียนทราบหรือไม่ว่า แรงหมายถึงอะไร

นักเรียน : แรงหมายถึงสิ่งที่ทำให้วัตถุเกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพ

1.4 ครู : นอกจากแรงจะทำให้วัตถุเกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพแล้วนักเรียนคิดว่ามีประเด็นอื่นๆอีกหรือไม่

นักเรียน : นอกจากนี้ดิฉันคิดว่า แรงยังทำให้วัตถุเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่ ขนาดของอัตราเร็ว และรูปร่างของวัตถุค่ะ

2. ครูให้นักเรียนพิจารณาภาพในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ 5 (ภาพ 1.1 และ 1.2) จากนั้นครูใช้คำถามเพื่อนำเข้าสู่บทเรียนดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.1 ครู : สภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุในตัวอย่างที่ 1 และตัวอย่างที่ 2 เหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร

นักเรียน : ภาพ 1.1 กระถางต้นไม้อยู่นิ่ง ส่วนภาพ 1.2 กระถางเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัวครับ

2.2 ครู : นักเรียนทราบได้อย่างไรว่า วัตถุในตัวอย่างที่ 2 เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคง

นักเรียน : เพราะไม่มีแรงกระทำในแนวระดับ มีแต่แรงกระทำในแนวดิ่ง

2.3 ครู : ถ้าสภาพการเคลื่อนที่ดังกล่าวเกี่ยวข้องกับแรงลัพธ์ จากความรู้เดิมที่นักเรียนเคยเรียนมาแรงลัพธ์หมายถึงอะไร แล้ววัตถุในตัวอย่างที่ 1 และวัตถุในตัวอย่างที่ 2เกี่ยวข้องกับแรงลัพธ์อย่างไร

นักเรียน : ผลรวมของแรงหลายๆแรงที่เกิดขึ้นกระทำทั้งหมดจะส่งผลเสมือนเกิดจากแรงๆ เดียว และผมคิดว่าวัตถุในตัวอย่างที่ 1 อยู่นิ่ง แรงลัพธ์จึงเท่ากับศูนย์ ส่วนวัตถุในตัวอย่างที่ 2 เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว แรงลัพธ์เท่ากับศูนย์ด้วย)

3. ครูกล่าวเพิ่มเติมว่า “ถ้าแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุเป็นศูนย์ วัตถุจะคงสภาพการเคลื่อนที่ กล่าวคือ วัตถุจะคงสภาพนิ่ง หรือคงสภาพการเคลื่อนที่ตลอดไป ซึ่งเป็นไปตามกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 1 ของนิวตัน วัตถุจะหยุดนิ่ง หรือเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ตลอดไปเมื่อแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุเท่ากับศูนย์ จากนั้นครูใช้คำถามดังนี้

3.1 ครู : ให้นักเรียนยกตัวอย่าง แรงที่กระทำบนวัตถุในทุกทิศทางที่มีความสมดุล สภาวะการเคลื่อนที่ของวัตถุจะอยู่ในสภาพหยุดนิ่ง หรือเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว

นักเรียน : รถยนต์เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 100 กิโลเมตรต่อชั่วโมงตลอดเวลา)

3.2 ครู : แล้วถ้าแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุไม่เท่ากับศูนย์ สภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุเปลี่ยนไปหรือไม่ อย่างไร โดยครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายและให้นักเรียนร่วมกันหาคำตอบจากการทำกิจกรรมเรื่องการศึกษาความเร็วในการตกของวัตถุ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ขั้นที่ 2 การสรรสร้างและวิเคราะห์ข้อมูล (Generation and analysis of Data)

1. ครูให้นักเรียนทำกิจกรรมเพื่อศึกษาความเร็วในการตกของวัตถุ โดยให้สังเกตการเปลี่ยนแปลงในประเด็นต่างๆ ได้แก่ 1) ระยะห่างระหว่างจุดบนแถบกระดาษแต่ละช่วงเป็นอย่างไร 2) ความยาวของแถบกระดาษแต่ละช่วงมีค่าเท่ากับเท่าใด

2. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับกิจกรรมที่ศึกษาเพื่อออกแบบและวางแผนการวาดกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของแถบกระดาษแต่ละช่วงจุดกับช่วงเวลา

ขั้นที่ 3 การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว (Production of a Tentative Argument)

ครูถามนักเรียนว่า “เมื่อปล่อยวัตถุให้ตกอย่างอิสระในแนวดิ่งแล้วความเร็วของวัตถุนั้นมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร” จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสร้างคำอธิบายเรื่อง ความเร็วที่เปลี่ยนแปลงกับการตกของวัตถุอย่างอิสระในแนวดิ่งโดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการทำการทดลอง เขียนลงในกระดาษฟลิปชาร์ตที่ครูแจกให้ โดยระบุองค์ประกอบของคำอธิบายให้ครบถ้วน

ขั้นที่ 4 กิจกรรมการโต้แย้ง (Argumentation Session)

1. จัดกิจกรรมการโต้แย้ง โดยดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

1.1 ครู : ประเด็นในการโต้แย้งสำหรับวันนี้ก็คือ ความเร็วกับการตกของวัตถุอย่างอิสระในแนวดิ่ง

1.2 ครู : นักเรียนทราบหรือไม่ว่า ความเร็ว หมายถึงอะไร

นักเรียน : ความเร็วหมายถึง อัตราการเปลี่ยนแปลงของตำแหน่งต่อหน่วยเวลา

1.3 ครู : แล้วการตกของวัตถุอย่างอิสระ หมายถึงอะไร

นักเรียน : การเคลื่อนที่ของวัตถุในแนวดิ่ง ซึ่งเป็นการเคลื่อนที่ภายใต้แรงดึงดูดของโลก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. ครูกล่าวเพิ่มเติมว่า การเคลื่อนที่ของวัตถุในแนวดิ่งเป็นการเคลื่อนที่ที่ไม่คิดแรงต้านอากาศ ซึ่งสามารถเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า การตกอย่างเสรี ซึ่งการตกอย่างเสรีถ้าวัตถุที่ตกลงมามีน้ำหนักที่มากแรงต้านของอากาศจะมีผลน้อยมากต่อการตก ดังนั้นนักวิทยาศาสตร์จึงกล่าวไว้ว่าแรงต้านอากาศมีผลน้อยมากในการตกของวัตถุจึงตัดแรงต้านอากาศออกไป

3. ให้นักเรียนตัวแทนกลุ่มละ 2 คน ออกมานำเสนอ คำอธิบายที่สร้างขึ้นโดยกำหนดเวลาในการนำเสนอกลุ่มละ 2 นาที จากนั้นให้นักเรียนกลุ่มที่เหลือฟังเพื่อนนำเสนอ และโต้แย้งเพื่อแสดงความเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยพร้อมให้เหตุผลกระกอบ

3.1 ครู : ความเร็วมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไรเมื่อปล่อยวัตถุให้ตกอย่างอิสระในแนวดิ่ง (ข้อกล่าวอ้าง)

นักเรียน : ความเร็วเพิ่มขึ้น

3.2 ครู : แล้วกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของแถบกระดาษแต่ละช่วงจุด กับเวลาหนึ่งช่วงจุด เป็นอย่างไร (หลักฐาน)

นักเรียน : ระยะห่างระหว่างจุดที่กระดาษคาร์บอนเพิ่มขึ้น

นักเรียน : เส้นแนวโน้มที่ได้จากการลากเส้นเชื่อมต่อระหว่างจุดกึ่งกลางด้านกว้างของแถบกระดาษแต่ละแถบแสดงให้เห็นถึงความเร็วที่เพิ่มขึ้นเพราะมีระยะห่างกันมากขึ้น

3.3 ครู : เพราะเหตุใดความเร็วเมื่อปล่อยวัตถุให้ตกอย่างอิสระในแนวดิ่งจึงมีการเปลี่ยนแปลง (การให้เหตุผล)

นักเรียน : เพราะวัตถุตกถึงพื้นภายในเวลาอันรวดเร็ว

นักเรียน : การที่ความเร็วของวัตถุเพิ่มขึ้นเมื่อปล่อยเพราะมีแรงโน้มถ่วงเข้ามาเกี่ยวข้อง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นักเรียน : เพราะระยะทาง ระยะทางระหว่างจุดบนแถบกระดาษแต่ละช่วงเพิ่มขึ้นอย่างสม่ำเสมอและนอกจากนี้ความยาวของแถบกระดาษแต่ละช่วงก็มีขนาดยาวขึ้นอย่างสม่ำเสมอ สิ่งเหล่านี้แสดงให้เห็นว่าวัตถุมีการเคลื่อนที่ด้วยความเร็วที่เพิ่มขึ้นอย่างสม่ำเสมอ

4. ครูใช้คำถามเพื่อสรุปการโต้แย้ง ดังนี้

4.1 ครู : ประเด็นการนำเสนอที่ทุกกลุ่มเห็นตรงกัน คืออะไร

ข้อกล่าวอ้าง

นักเรียน : การปล่อยวัตถุให้ตกอย่างอิสระในแนวดิ่งความเร็วจะเพิ่มขึ้น

หลักฐาน

นักเรียน : ระยะห่างระหว่างจุดที่กระดาษคาร์บอนเพิ่มขึ้นและเส้นแนวโน้มที่ได้จากการลากเส้นเชื่อมต่อระหว่างจุดกึ่งกลางด้านกว้างของแถบกระดาษแต่ละแถบแสดงให้เห็นถึงความเร็วที่เพิ่มขึ้นเพราะมีระยะห่างกันมากขึ้น

4.2 ครู : แล้วประเด็นการนำเสนอที่นักเรียนเห็นขัดแย้งกัน คืออะไร

นักเรียน : การให้เหตุผลแตกต่างกัน เพราะมีอยู่หนึ่งกลุ่มที่ให้เหตุผลว่าการที่ความเร็วของวัตถุเพิ่มขึ้นเพราะมีแรงโน้มถ่วงเข้ามาเกี่ยวข้อง

4.3 ครู : ทำไมนักเรียนถึงคิดว่าการให้เหตุผลของกลุ่มนี้มีความขัดแย้งกับกลุ่มอื่น

นักเรียน : เพราะผมคิดว่าเหตุผลที่กลุ่มนี้แสดงไม่เชื่อมโยงระหว่างหลักฐานกับข้อกล่าวอ้าง และเหตุผลเรื่องของแรงโน้มถ่วงที่ได้ไม่มีปรากฏอยู่ในหลักฐานที่ได้จากการทดลอง

4.4 ครู : แล้วระยะทางระหว่างจุดบนแถบกระดาษแต่ละช่วงเปลี่ยนแปลงหรือไม่อย่างไร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นักเรียน : ระยะทางระหว่างจุดบนแถบกระดาษแต่ละช่วงเพิ่มขึ้นอย่างสม่ำเสมอ

4.5 ครู : ความยาวของแถบกระดาษแต่ละช่วงเปลี่ยนแปลงหรือไม่

นักเรียน : ความยาวของแถบกระดาษแต่ละช่วงมีขนาดยาวขึ้นอย่างสม่ำเสมอ

4.6 ครู : นักเรียนคิดว่าถ้าตัดแถบกระดาษครั้งละ 2 ช่วงจุด แถบกระดาษที่ได้มีลักษณะเหมือนเดิมหรือไม่ อย่างไร

นักเรียน : ความยาวของแถบกระดาษแต่ละช่วงเพิ่มขึ้นอย่างสม่ำเสมอเหมือนกัน

นักเรียน : เหมือนเดิม แต่อัตราการเพิ่มต่างกัน โดยระยะห่างระหว่าง 2 ช่วงจุดจะเพิ่มขึ้น

ขั้นที่ 5 เขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ (Write up Investigation Report)

1. ครูมอบหมายให้นักเรียนแต่ละคนเขียนรายงานผลการศึกษาเรื่องความเร็วในการตกของวัตถุลงในกระดาษขนาด A4 โดยมีองค์ประกอบ 3 ส่วน ดังนี้ 1) วัตถุประสงค์ของการศึกษา 2) วิธีการบันทึกผลการทดลอง 3) คำอธิบายเรื่อง ความเร็วกับการตกของวัตถุอย่างอิสระในแนวดิ่ง

2. จากนั้นครูรวบรวมรายงานของนักเรียนทุกคน เพื่อพิจารณาผลการตรวจสอบแล้วให้นักเรียนแก้ไขหรือปรับปรุงตามคำแนะนำของครูผู้สอน แล้วส่งรายงานอีกครั้งตามวันและเวลาที่ครูกำหนด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ-นามสกุล	นางสาวอรยา แจ่มใจ
วัน เดือน ปี ที่เกิด	วันที่ 23 เดือนธันวาคม พ.ศ. 2529
สถานที่เกิด	จังหวัดกรุงเทพมหานคร
ประวัติการศึกษา	ครุศาสตรบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ตำแหน่งปัจจุบัน	อาจารย์
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา โรงเรียนสาธิตแห่งหนึ่ง สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์