



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา)

ปริญญา

วิทยาศาสตร์ศึกษา

การศึกษา

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง ทักษะการทดลองและเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทางเรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน

The Experimental Skills and Attitude toward Structured Inquiry Learning of Grade 10 Students' in the Topic of Force and Newton's Law of Motion

نامผู้วิจัย นางสาวจิตรวดี ภัคดีสาร

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(อาจารย์เอกภูมิ จันทระขันตี, ป.ร.ค.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(อาจารย์อภิชชาติ พัฒนโกศลรัตน์, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สิทธิกร สุมาลี, ศษ.ด.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญญา วีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ เดือน พ.ศ.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

ทักษะการทดลองและเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทางเรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน

The Experimental Skills and Attitude toward Structured Inquiry Learning of Grade 10 Students' in the Topic of Force and Newton's Law of Motion

โดย

นางสาวจิตรวดี ภัคดีสาร

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา)

พ.ศ. 2557

จิตรวดี ภักดีสาร 2557: ทักษะการทดลองและเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทางเรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา) สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา ภาควิชาการศึกษา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: อาจารย์เอกภูมิ จันทระขันตี, ประ.ค. 198 หน้า

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาแนวทางในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทางเพื่อพัฒนาทักษะการทดลองของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน 2) ศึกษาทักษะการทดลองของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทางเรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน และ 3) ศึกษาเจตคติของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทางเรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน กลุ่มที่ศึกษาเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 42 คน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 ของโรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดเพชรบูรณ์ สังกัดเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 40 การวิจัยครั้งนี้เป็นรูปแบบการวิจัยในชั้นเรียน ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ บันทึกอนุทินการเรียนรู้ของนักเรียน ส่วนทักษะการทดลองผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบวัดทักษะการทดลองและแบบวัดเจตคติร่วมกับการสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาทำการวิเคราะห์ข้อมูลทั้งในเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ

ผลการวิจัย พบว่า แนวทางในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทางควรมีลักษณะดังนี้ 1) ชั้นศึกษาปัญหาควรนำกระบวนการกลุ่มเข้ามาช่วยและสถานการณ์ที่นำมาให้นักเรียนศึกษาควรเป็นสถานการณ์ที่อยู่ใกล้ตัวนักเรียน มีความซับซ้อนพอที่จะไม่เห็นคำตอบในทันทีและเกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่เรียน 2) ชั้นระดมสมองเพื่อตั้งสมมติฐาน ควรนำกระบวนการกลุ่มเข้ามาช่วยและควรนำเทคนิคการใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนสามารถตั้งสมมติฐานได้ถูกต้อง 3) ชั้นศึกษาค้นคว้าทดลอง ควรให้นักเรียนลงมือปฏิบัติการทดลองด้วยตนเอง ส่วนครูเป็นผู้ให้แนวทางในการค้นหาคำตอบและจัดสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียน และ 4) ชั้นสรุปผล ครูควรใช้เทคนิคการใช้คำถามเข้ามาช่วยเพื่อให้นักเรียนสามารถสังเคราะห์ความรู้จนนำไปสู่การลงข้อสรุปผลการวัดทักษะการทดลองของนักเรียน พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีทักษะการทดลองผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ในทุกด้าน คิดเป็นร้อยละดังนี้ การระบุปัญหาร้อยละ 91.67 การตั้งสมมติฐานร้อยละ 88.10 การทดลองร้อยละ 75.00 และการสรุปผลการทดลองร้อยละ 79.76 และผลการวัดเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้แบบนำทาง พบว่า นักเรียนมีเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทางในระดับสูง

Jitrawadee Phakdeesan 2014: The Experimental Skills and Attitude toward Structured Inquiry Learning of Grade 10 Students' in the Topic of Force and Newton's Law of Motion. Master of Education (Science Education), Major Field: Science Education, Department of Education. Thesis Advisor: Mr. Ekgapoom Jantarakantee, Ph.D. 198 pages.

The purposes of this study were 1) To study ways in organizing of structured inquiry learning for developing the experimental skill of grade 10 students in the topic of Force and Newton's Law of Motion; 2) To examine the effect of structured inquiry learning in students' experimental skill in the topic of Force and Newton's Law of Motion; and 3) To study the students' attitude toward inquiry learning in the topic of Force and Newton's Law of Motion. The participants was a class of grade 10 students (N=42) in a school situated in Phetchabun province under the Secondary Educational Service Zone 40. This study was a classroom action research. The research instruments were teacher's journal, student's journals, an experimental skills test, an attitude test, and semi-structured interview. The data was analyzed in both quantitative and qualitative methods.

The results showed that that effective ways to implement structured inquiry learning had the characteristic as follows 1) Finding problem stage, students should work in group and the teacher should introduce situation that closed to the students' life. The situation should have enough complexity for students that cannot solve immediately and involve the lesson. 2) Brain storming to generate the hypothesis stage, students should exchange ideas in their group for formulating the hypothesis and the teacher should use question to help the students formulated the hypothesis. 4) The conclusion stage, teacher should use questioning techniques to guide the students in analyzing data for making the conclusion. The result of experimenting skilled show that most of the students pass the criteria of 70 percent all in part of the experimental skill with the following details, 91.67 percent in identifying question, 88.10 percent in formulating hypothesis, 75.00 percent in experiment and 79.76 percent in conclusion. Finally, the students showed the structured inquiry learning show the high attitude toward structured inquiry learning.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.เอกภูมิ จันทระขันตี อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์
หลักอาจารย์ ดร.อภิชาติ พัฒนโกครัตนา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ให้คำปรึกษา แนะนำ
ตรวจสอบความถูกต้องและให้กำลังใจจนกระทั่งแล้วเสร็จ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พงศ์ประพันธ์
พงษ์โสภณ ประธานการสอบ และอาจารย์ ดร.ชนินันท์ พุกภัยประมูล ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก ที่ให้
คำปรึกษา ข้อคิดและตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์เล่มนี้ให้มีความสมบูรณ์

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เอกรัตน์ ทานาค ผู้ช่วยศาสตราจารย์พิเศษ
จุลพันธ์ และอาจารย์จตุรงค์ ว่องไวพาณิชย์ ที่ให้ความกรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือ
วิจัยและให้คำแนะนำอันมีประโยชน์อย่างมาก ทำให้การทำวิจัยมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณครู อาจารย์ทุกท่านที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ ความปรารถนาดีแก่ศิษย์
ขอบคุณเพื่อนๆ พี่ๆ น้องๆ ที่ให้กำลังใจและความปรารถนาดีเสมอมา

ขอกราบขอพระคุณพระคุณ คุณพ่อและคุณแม่ ผู้ให้กำเนิด ดูแลอบรมสั่งสอน คอยเอาใจใส่
ให้กำลังใจ มอบความรักและความหวังดีเสมอมา

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากวิทยานิพนธ์เล่มนี้ ขอมอบให้แก่ คุณพ่อ คุณแม่ ครู อาจารย์
และผู้มีพระคุณทุกท่าน

จิตรวดี ภักดีสาร

มิถุนายน 2557

สารบัญ

หน้า

สารบัญตาราง	(3)
สารบัญภาพ	(5)
บทที่ 1 บทนำ	1
ความสำคัญของปัญหา	1
คำถามการวิจัย	5
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	6
ขอบเขตการวิจัย	6
นิยามศัพท์เฉพาะ	7
บทที่ 2 การตรวจเอกสาร	9
การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	10
ทักษะการทดลอง	21
เจตคติต่อการจัดการเรียนรู้	30
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	43
บทที่ 3 วิธีการวิจัย	46
กรอบแนวคิดของวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน	46
กลุ่มที่ศึกษา	47
แผนการจัดการเรียนรู้	47
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	58
การเก็บรวบรวมข้อมูล	65
การวิเคราะห์ข้อมูล	68
บทที่ 4 ผลการวิจัยและการอภิปรายผล	73
ผลการวิจัย	73
การอภิปรายผล	143
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	147
สรุปผลการวิจัย	147
ข้อเสนอแนะ	156
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	158

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ภาคผนวก	171
ภาคผนวก ก รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	172
ภาคผนวก ข แบบวัดทักษะการทดลอง	174
ภาคผนวก ค ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้	181
ภาคผนวก ง แบบวัดเจตคติของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบ สืบเสาะหาความรู้แบบนันทนาการ	192
ภาคผนวก จ ตารางดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการ เรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนันทนาการ ตารางดัชนี ความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดทักษะการทดลอง ตารางดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดเจตคติ ต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนันทนาการ	195
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	198

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ตัวอย่างแบบสังเกตพฤติกรรม	24
2	ตัวอย่างแบบสำรวจรายการ	24
3	โครงการสอนระยะยาวของหน่วยการจัดการเรียนรู้เรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน	51
4	แสดงจำนวนสถานการณ์ ทักษะที่ใช้วัดและที่มาของแบบวัด	61
5	แสดงคำถามวิจัย สิ่งที่ศึกษา เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและการเก็บรวบรวมข้อมูล	67
6	การให้แนวทางของครูในการจัดการเรียนรู้แต่ละแผนการจัดการเรียนรู้	74
7	ขั้นการจัดการเรียนรู้ กระบวนการจัดการเรียนรู้ การเรียนรู้ของนักเรียน ทักษะการทดลอง ปัญหาที่เกิดขึ้นและแนวทางในการแก้ปัญหา	76
8	การเปรียบเทียบกรอบทฤษฎีกับแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทาง	125
9	ทักษะการทดลองของนักเรียนคิดเป็นความถี่และร้อยละ	127
10	ระดับเจตคติของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทาง	137
11	ระดับเจตคติของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทาง	139

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
1	พฤติกรรมที่บ่งชี้ของทักษะการทดลองและเกณฑ์การให้คะแนน	175
2	ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทางเรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน	196
3	ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดทักษะการทดลอง	196
4	ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทาง	197

สารบัญภาพ

ภาพที่

หน้า

1

วงจรวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน

47



บทที่ 1

บทนำ

ความสำคัญของปัญหา

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีความสำคัญต่อการพัฒนาด้านความคิด ศักยภาพ ความเป็นระบบระเบียบ การสื่อสาร การเลือกใช้สารสนเทศและการกำหนดวิธีการในการแก้ปัญหา สิ่งต่างๆ เหล่านี้ล้วนเกี่ยวข้องกับการดำเนินชีวิต รวมทั้งเป็นการฝึกทักษะเพื่อใช้ในการศึกษาในศาสตร์อื่นๆ ด้วย (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี [สสวท.], 2545) วิทยาศาสตร์ทำให้คนได้พัฒนาวิธีคิดที่เป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ สังเคราะห์วิจารณ์ มีทักษะในการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาได้อย่างเป็นระบบ วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (Knowledge based society) ทุกคนจึงจำเป็นที่จะต้องได้รับการพัฒนาให้เป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ (Scientific literacy to person) เพื่อที่จะนำความรู้ ความเข้าใจโลกธรรมชาติไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ มีคุณธรรม ตลอดจนพัฒนาสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติให้ยั่งยืนและสมดุล (กรมวิชาการ, 2546)

ฟิสิกส์เป็นวิทยาศาสตร์กายภาพแขนงหนึ่งที่ศึกษาเกี่ยวกับสสารและอันตรกิริยาระหว่างส่วนประกอบของสสาร (ทพวมมหาวิทยาลัย, 2525) ฟิสิกส์เป็นพื้นฐานที่สำคัญของวิทยาศาสตร์ เป็นวิชาที่ศึกษาหากฎเกณฑ์ต่างๆ สำหรับอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ความสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน ซึ่งก่อให้เกิดความรู้แขนงต่างๆ เช่น ทางชีววิทยาและทางการแพทย์มากมาย ความรู้ในวิชาฟิสิกส์ส่วนหนึ่งได้ข้อมูลมาจากการสังเกตและการทดลอง โดยใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆ และนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ แปลความหมายและลงข้อสรุปเป็นหลักการและกฎเกณฑ์ต่างๆ ซึ่งความรู้เหล่านี้สามารถนำไปใช้อธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติหรือทำนายสิ่งที่จะเกิดขึ้นในอนาคตได้ (สสวท., 2553)

ในการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์นอกจากจะมุ่งหวังให้นักเรียนเกิดความรู้พื้นฐานในวิชาฟิสิกส์แล้ว ยังมุ่งหวังให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการในการทดลองและการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ เพื่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจและสามารถอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ หลักการ กฎและทฤษฎีต่างๆ และเห็นถึงความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้จากปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นจริงและข้อมูลจากทฤษฎี แล้วนำข้อมูลมาลงข้อสรุปเพื่อสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองหรือนำข้อมูลเหล่านั้นไปใช้แก้ปัญหา

(สุรสิงห์ นิรชร และ ศิลปะชัย นูรณพานิช, 2543; Wenning, 2011) ดังนั้นในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์นั้นควรส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ (Intergrated Science Process Skill) (วรรณทิพา รอดแรงคำ, 2540) เช่นทักษะทดลองซึ่งเป็นทักษะที่จำเป็นและเป็นเครื่องมือในการแสวงหาความรู้ในวิชาฟิสิกส์ (สสวท., 2552) ดังที่ สสวท. (2546) ได้เห็นถึงความสำคัญของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จึงได้กำหนดแนวทางในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นให้นักเรียนเป็นผู้คิด ลงมือปฏิบัติ สืบเสาะหาความรู้ด้วยกิจกรรมที่หลากหลาย ทั้งจากการสังเกต ปฏิบัติการทดลอง การสำรวจ ตรวจสอบและการสืบค้นข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้

จากการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยในวิชาฟิสิกส์เรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ผ่านมา พบว่า นักเรียนยังขาดทักษะการทดลอง ซึ่งผู้วิจัยสังเกตจากการทำกิจกรรมการทดลองในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้และพบว่านักเรียนยังขาดความเข้าใจในการระบุปัญหา เช่น จากกิจกรรมการทดลองการหาอัตราเร็วเฉลี่ยโดยใช้เครื่องเคาะสัญญาณเวลาแล้วให้นักเรียนระบุปัญหาพบว่า นักเรียนยังไม่สามารถระบุสิ่งที่ต้องการศึกษาได้ ซึ่งนักเรียนระบุปัญหาว่า “เครื่องเคาะสัญญาณเวลาใช้ทำอะไร” ส่วนการตั้งสมมติฐานนักเรียนยังไม่สามารถบอกความสัมพันธ์ของตัวแปรต้นและตัวแปรตามได้และนักเรียนส่วนใหญ่จะเขียนการตั้งสมมติฐานเป็นการแสดงเหตุผล เช่น รถทดลองมีอัตราเร็วไม่เท่ากันเพราะจอดอยู่ห่างกันมากแต่ใช้เวลาเท่าเดิม” และหลังจากที่นักเรียนได้ปฏิบัติการทดลองแล้วนักเรียนไม่สามารถเชื่อมโยงผลการทดลองเพื่อสรุปเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ รวมถึงนักเรียนยังขาดทักษะและประสบการณ์ในการทดลองที่นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการวางแผนการทดลอง เช่น นักเรียนไม่สามารถเลือกใช้อุปกรณ์การทดลองได้ ทั้งนี้สาเหตุอาจมาจากการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยเองที่เน้นการบรรยายเป็นหลักและจัดกิจกรรมที่ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติน้อยเกินไป ประกอบกับไม่เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการระบุปัญหา การตั้งสมมติฐาน และการออกแบบการทดลอง นอกจากการที่นักเรียนขาดประสบการณ์ในการทดลองที่ให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการวางแผนการทดลองจะส่งผลให้นักเรียนขาดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการทดลองแล้ว ประสบการณ์ในการทดลองของนักเรียนแต่ละคนนั้นก็มีความแตกต่างกันเนื่องจากนักเรียนที่มาเรียนในโรงเรียนที่ผู้วิจัยปฏิบัติการสอนอยู่นั้นมาจากหลายโรงเรียน ซึ่งนักเรียนแต่ละคนได้รับทักษะการทดลองมาไม่เท่ากัน ประกอบกับผลการสอบระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียนที่ผู้วิจัยปฏิบัติการสอนในมาตรฐาน ว 8.1 นักเรียนได้คะแนนเฉลี่ย 37.03 จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน ดังนั้นจะเห็นว่านักเรียนที่ผู้วิจัยสอนอยู่นั้นมีพื้นฐานเกี่ยวกับการทดลองค่อนข้างน้อยและส่งผลให้นักเรียนไม่มีทักษะในการทดลองทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งการที่นักเรียนขาดความเข้าใจในการระบุปัญหาส่งผลให้นักเรียนไม่สามารถตั้งสมมติฐานที่สอดคล้อง

กับปัญหาได้และการทดลองโดยที่นักเรียนไม่มีส่วนร่วมในการวางแผนการทดลองนั้นจะส่งผลให้นักเรียนขาดการเชื่อมโยงผลการทดลองกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สอดคล้องกับ Windale (2008) ที่กล่าวว่า การที่นักเรียนไม่ได้ระบุปัญหาการทดลองด้วยตนเองจะส่งผลให้นักเรียนไม่สามารถตั้งสมมติฐานที่สอดคล้องกับปัญหาของการทดลองได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ จรินทร์เพ็ง, เสาร์รัตน์ ภัทรฐิตินันท์ และ สุภกิจ อาชีวะวานิช (2555) ที่พบว่า การสอนแบบบรรยายมากกว่าการที่ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงจะไม่ส่งเสริมให้นักเรียนได้แสวงหาความรู้ด้วยตนเองและการที่ครูเป็นผู้กำหนดตั้งแต่การเลือกหัวข้อ การระบุปัญหา การจัดหาวัสดุอุปกรณ์ การออกแบบการทดลอง การวิเคราะห์และสรุปผลการทดลองส่งผลให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ต่ำ สอดคล้องกับงานวิจัยของ อุษา นาคทอง, ชีรพร อนันตะเศรษฐกุล และ นฤมล ยุติคม (2550) ที่พบว่า นักเรียนขาดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในหลายๆ ด้าน เช่น การกำหนดและควบคุมตัวแปร การตั้งสมมติฐาน และการตีความหมายและการลงข้อสรุป ซึ่งการที่นักเรียนไม่มีทักษะดังกล่าวส่งผลให้นักเรียนมีเจตคติที่ไม่ดีต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ ไม่อยากเรียน เรียนไม่สนุกเพราะเกิดความเบื่อหน่าย เกิดความท้อถอยและรู้สึกว่าการเรียนวิทยาศาสตร์เป็นเรื่องที่ยาก (สสวท., 2549)

ดังนั้นวิธีการที่เหมาะสมที่จะทำให้ให้นักเรียนมีทักษะการทดลองนั้นครูควรจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนได้สืบเสาะหาความรู้ วิเคราะห์ วางแผนการทดลอง ลงมือปฏิบัติจริงและนำข้อมูลที่ได้นำมาเชื่อมโยงและสรุปเป็นองค์ความรู้ด้วยตนเอง (กรมวิชาการ, 2546; พันธุ์ ทองชุมนุม, 2547) ดังที่ National Research Council หรือ NRC (2000) ที่ให้แนวทางในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ไว้ว่า ครูต้องให้นักเรียนได้สืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเองและครูต้องมีกระบวนการที่เหมาะสมจึงจะทำให้ให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีความรู้ความเข้าใจและมีเจตคติที่ดีต่อการเรียน ซึ่งวิธีการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนสืบเสาะหาความรู้และสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองนั้นอยู่บนพื้นฐานของทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม (Constructivism) ที่เชื่อว่า การเรียนรู้เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นโดยตัวของผู้นั้น ซึ่งผู้เรียนจะเป็นผู้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองจากความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่พบเห็นกับความรู้เดิม (บุปผชาติ ทัพพิกรณ์, 2552)

การจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนได้คิดวิเคราะห์ วางแผน ลงมือปฏิบัติ สืบเสาะหาความรู้ และสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองมีหลากหลายวิธี การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Learning) เป็นอีกวิธีหนึ่งที่ช่วยพัฒนาทักษะการทดลองโดยมุ่งเน้นให้นักเรียนใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้ คิดวิเคราะห์ วางแผน ลงมือปฏิบัติและสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (Colburn, 2000; Handelsman et al., 2004) โดยเริ่มจากการระบุปัญหา การตั้งสมมติฐาน การสำรวจข้อมูล การทดลอง การใช้เครื่องมือต่างๆ เพื่อรวบรวมข้อมูลและการเชื่อมโยงความรู้จนนำไปสู่

ข้อสรุป (กรมวิชาการ, 2545; Hand and Keys, 1999) นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ว่ามีหลายรูปแบบ ซึ่งแต่ละรูปแบบก็มีลักษณะแตกต่างกันตามบทบาทของครูและบทบาทของนักเรียน การที่จะนำรูปแบบของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้มาใช้ในการจัดการเรียนรู้นั้น ครูควรคำนึงถึงความเหมาะสมทั้งทางด้านเนื้อหาและสภาพแวดล้อมของนักเรียน (สสวท., 2549; Sokolowski and Rackley, 2011) สำหรับในบางเนื้อหาที่มีความซับซ้อนครูจำเป็นต้องมีบทบาทในการเข้าไปช่วยเหลือ แนะนำนักเรียน โดยการชี้นำแนวทางในการค้นหาคำตอบให้กับนักเรียนเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนแสดงความสามารถได้มากยิ่งขึ้น (Lim, 2004) ครูอาจใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดวิเคราะห์และตั้งสมมติฐาน (Colburn, 2000) และครูอาจอธิบายขั้นตอนวิธีการทดลองเพื่อเป็นแนวทางให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้า ทดลองให้เป็นไปตามทักษะกระบวนการและความรู้ที่จำเป็นตามหลักสูตร (สสวท., 2549; Kirschner, Sweller and Clark, 2006; Kuhlthau, 2010; Opara et al., 2011; Wenning, 2011) ดังเช่นงานวิจัยของ Cheung (2007) ที่ได้ทำการศึกษาทักษะกระบวนการทดลองในวิชาเคมีโดยให้นักเรียนสืบเสาะแสวงหาคำตอบด้วยตนเองตั้งแต่การระบุปัญหา การเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ การกำหนดรูปแบบขั้นตอนการหาคำตอบที่พบว่า นักเรียนไม่สามารถทำตามสิ่งที่ต้องการศึกษาได้ เนื่องจากนักเรียนออกแบบการทดลองไม่สอดคล้องกับสิ่งที่ครูต้องการให้เรียนรู้ ครูจึงควรเข้าไปนำทางให้กับนักเรียนด้วยการระบุปัญหาและใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนสามารถออกแบบการค้นหาคำตอบเพื่อให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และมีแนวคิดที่ถูกต้อง สอดคล้องกับ Wheeler et al. (2013) ที่ได้ทำการศึกษาแนวทางในการเรียนรู้ของครูผู้สอนในวิชาฟิสิกส์ เคมี และชีววิทยา พบว่า ในการสอนวิชาฟิสิกส์ครูควรใช้วิธีการทดลองกับนักเรียนเพื่อให้นักเรียนมีแนวทางการทดลองที่ถูกต้องและสามารถที่จะวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผลข้อมูลตามที่ครูต้องการให้นักเรียนศึกษาได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Pearly (2010) และ ลิขสิทธิ์ พุดเขียว (2555) ที่มีความเห็นสอดคล้องกันว่า การที่จะให้นักเรียนค้นหาคำตอบด้วยตนเองเป็นสิ่งที่ยาก ครูควรที่จะกำหนดแนวทางที่ถูกต้องให้กับนักเรียนแล้วให้นักเรียนลงมือปฏิบัติและลงข้อสรุปด้วยตนเอง นอกจากนี้ควรให้นักเรียนได้ทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันส่งผลให้นักเรียนกล้าแสดงความคิดเห็นและยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่น (Alberta, 2004; Kuhlthau, Maniotes and Caspari, 2007; Bailey, 2008; Lee, 2012) และขยายขอบเขตการเรียนรู้ตามทฤษฎีของการเรียนรู้ของคอนสตรัคติวิสต์เชิงสังคม (Social Constructivism) ที่เชื่อว่า ผู้เรียนสามารถสร้างความรู้ได้ด้วยการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมกับผู้อื่น ในขณะที่ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม เช่น ภายใต้อาณัติของครูหรือจากความร่วมมือกับเพื่อนที่มีความสามารถมากกว่าและการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมนี้จะทำให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาศักยภาพจากระดับที่เป็นอยู่ได้ (บุปผชาติ ทัพพิกธน์, 2552) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Bilgin (2009) ที่พบว่า การที่ให้นักเรียนได้เรียนร่วมกันเป็นกลุ่มทำให้

นักเรียนได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้กัน ขอมริบฟังความคิดเห็นกันและกันอย่างมีเหตุผล ส่งผลให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

จากการศึกษาหลักการและงานวิจัยจะเห็นว่า การที่จะพัฒนาทักษะการทดลองของนักเรียน โดยเฉพาะอย่างยิ่งวิชาที่มีเนื้อหาค่อนข้างยากและนักเรียนมีพื้นฐานการทดลองค่อนข้างน้อยนั้น ควรเริ่มจากการที่ครูเข้าไปมีบทบาทในการให้แนวทางในการค้นหาคำตอบให้กับนักเรียนเพื่อฝึกฝนให้นักเรียนมีทักษะการทดลองและพื้นฐานที่ถูกต้องที่จะนำไปสู่การสืบเสาะหาความรู้แบบไม่กำหนดแนวทาง (Opened Inquiry) ในอนาคต ซึ่งการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทาง (Structured Inquiry) เป็นการจัดการเรียนรู้โดยครูจะเป็นผู้นำเสนอสถานการณ์และให้แนวทางในการค้นหาคำตอบแล้วให้นักเรียนระบุปัญหา ตั้งสมมติฐาน ปฏิบัติการทดลอง เชื่อมโยงผลการทดลองและลงข้อสรุปด้วยตนเอง ด้วยเหตุดังกล่าวผู้วิจัยจึงสนใจที่จะนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทางมาใช้ในการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์เรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เพื่อพัฒนาทักษะการทดลองของนักเรียนและเจตคติของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทาง นอกจากนี้ยังเป็นแนวทางให้ครูสำหรับนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการทดลองและเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ต่อไป

คำถามการวิจัย

1. แนวทางในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทางเรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันที่จะช่วยพัฒนาทักษะการทดลองของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ควรเป็นอย่างไร
2. ทักษะการทดลองของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทางเป็นอย่างไร
3. เจตคติของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทางเรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เป็นอย่างไร

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาแนวทางในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทางเพื่อพัฒนาทักษะการทดลองของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน
2. เพื่อศึกษาทักษะการทดลองของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทางเรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน
3. เพื่อศึกษาเจตคติของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทางเรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน

ขอบเขตการวิจัย

สิ่งที่ศึกษา

1. แนวทางในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทางที่จะช่วยพัฒนาทักษะการทดลองของนักเรียน
2. ทักษะการทดลองของนักเรียน
3. เจตคติของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทาง

กลุ่มที่ศึกษา

นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 42 คน แบ่งเป็นนักเรียนหญิง 33 คน นักเรียนชาย 9 คน ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 ของโรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดเพชรบูรณ์ สังกัดเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 40

ช่วงเวลาในการทำวิจัย

ช่วงเวลาที่ใช้ในการวิจัย เดือนสิงหาคม – ตุลาคม 2554

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย คือ เนื้อหาในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นเนื้อหาของ รายวิชาฟิสิกส์ เรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ใช้เวลาในการ จัดการเรียนรู้ทั้งสิ้น 10 ชั่วโมง จำนวน 5 สัปดาห์ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- | | |
|--------------------------------------|----------------|
| 1. แรง | เวลา 2 ชั่วโมง |
| 2. กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 1 ของนิวตัน | เวลา 2 ชั่วโมง |
| 3. กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 ของนิวตัน | เวลา 2 ชั่วโมง |
| 4. กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 3 ของนิวตัน | เวลา 2 ชั่วโมง |
| 5. สภาพไร้น้ำหนัก | เวลา 1 ชั่วโมง |
| 6. แรงดึงดูดระหว่างมวล | เวลา 1 ชั่วโมง |

นิยามศัพท์เฉพาะ

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนันทนาการ หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียน แสวงหาความรู้ด้วยตนเอง โดยครูเป็นผู้นำเสนอสถานการณ์และให้แนวทางในการค้นหาคำตอบ ให้กับนักเรียน แล้วให้นักเรียนใช้กระบวนการทำงานเป็นกลุ่มในการแสวงหาความรู้ ประกอบด้วย ขั้นตอน ดังต่อไปนี้ 1) ขั้นศึกษาปัญหา คือ การให้นักเรียนศึกษาและวิเคราะห์สถานการณ์ที่ครูสร้าง ขึ้นและระบุปัญหาจากสถานการณ์ 2) ขั้นระดมสมองเพื่อตั้งสมมติฐาน คือ การให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม ระดมสมองเพื่อตั้งสมมติฐานหรือคาดคะเนคำตอบที่จะเกิดขึ้น 3) ขั้นศึกษาค้นคว้าทดลอง คือ การ ให้นักเรียนวิเคราะห์ วางแผนการทดลองและปฏิบัติการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ และ 4) ขั้นสรุปผล คือ การให้นักเรียนแต่ละกลุ่มวิเคราะห์ผลการทดลองและนำผลการทดลองมาอธิบาย จนนำไปสู่การลงข้อสรุปและนำความรู้ไปตอบปัญหาที่สร้างขึ้น

ทักษะการทดลอง หมายถึง การดำเนินการเพื่อทดสอบสมมติฐานของนักเรียน โดยเริ่มตั้งแต่การระบุปัญหา การตั้งสมมติฐาน การทดลองและการสรุปผลการทดลอง ซึ่งทักษะการทดลองวัดได้ด้วยแบบวัดทักษะการทดลองที่เป็นแบบอัตนัย โดยครูเป็นผู้กำหนดสถานการณ์แล้วให้นักเรียนเขียนตอบเพื่อแสดงถึงความสามารถด้านทักษะการทดลองทั้ง 4 ด้าน โดยในการวัดแต่ละด้านของทักษะการทดลองจะใช้สถานการณ์จำนวน 2 สถานการณ์

เจตคติต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนันทนาการ หมายถึง ความรู้สึกของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนันทนาการที่แสดงความรู้สึกชอบ ไม่ชอบ สามารถวัดได้ด้วยแบบวัดเจตคติที่มีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) มีตัวเลือก 5 ระดับ คือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด รวมทั้งการสัมภาษณ์นักเรียนและบันทึกอนุทินการเรียนรู้ของนักเรียน

บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อใช้เป็นแนวทางในการวิจัย ซึ่งประกอบด้วยหัวข้อต่อไปนี้

1. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
 - 1.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
 - 1.2 ลักษณะของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
 - 1.3 รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
 - 1.4 ข้อดีและข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
 - 1.5 บทบาทของครูและบทบาทของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
2. ทักษะการทดลอง
 - 2.1 องค์ประกอบของทักษะการทดลอง
 - 2.2 เครื่องมือวัดทักษะการทดลอง
 - 2.3 การประเมินทักษะการทดลอง
3. เจตคติต่อการจัดการเรียนรู้
 - 3.1 ความหมายของเจตคติ

3.2 องค์ประกอบของเจตคติ

3.3 การเกิดเจตคติ

3.4 วิธีการวัดเจตคติ

3.5 เครื่องมือวัดเจตคติ

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

4.1 งานวิจัยในประเทศ

4.2 งานวิจัยต่างประเทศ

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

การสืบเสาะหาความรู้เป็นการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยผ่านกระบวนการคิด การปฏิบัติ โดยอาศัยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือในการสืบเสาะหาความรู้ (สุวัฒน์ นิยมคำ, 2531; พิมพ์ เคชะคุปต์, 2544; Good, 1973; Colburn, 2000; McBride, Hannan and Feinberg, 2004; Flick and Lederman, 2006) โดยเริ่มจากการตั้งคำถาม การสำรวจข้อมูลจากหนังสือและแหล่งข้อมูลต่างๆ การทดลอง การใช้เครื่องมือต่างๆ เพื่อรวบรวม วิเคราะห์และตีความหมายข้อมูลเพื่ออธิบายผลการทดลอง (National Science Education Standards, [NSES], 2000) ดังเช่น กรมวิชาการ (2545), Hand and Keys (1999), Joyce and Weil (2000) และ Montes, Lai and Sanabria (2003) ที่มีความเห็นสอดคล้องกันว่า นักเรียนจะสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองได้ต้องผ่านกิจกรรมการสังเกต การตั้งคำถาม การตั้งสมมติฐาน การสำรวจข้อมูลและการทดลอง โดยเน้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการปฏิบัติ สืบค้นข้อมูล รวบรวม วิเคราะห์ เพื่อนำไปสู่คำตอบของปัญหานั้นนักเรียนสามารถสร้างความรู้ด้วยตนเองและควรเน้นให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างกัน ซึ่งการที่นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กันจะทำให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะการสื่อสาร เช่น ได้แลกเปลี่ยนความรู้กัน ฝึกการยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นและนำไปสู่การสรุปผลของการสืบ

เสาะหาคำตอบได้ถูกต้องมากขึ้น (Kuhlthau, Maniotes and Caspari, 2007) นอกจากนี้มีนักวิชาการได้ให้ความหมายของการสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งสรุปได้ดังนี้

Blonder et al., (2008) ได้ให้ความหมายของการสืบเสาะหาความรู้ไว้ 2 ด้าน คือ

1. การสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ในด้านความเข้าใจเนื้อหา เป็นการสืบเสาะหาความรู้โดยนักเรียนเป็นผู้สร้างมโนคติ ความเข้าใจ คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ในสิ่งที่กำลังเกิดขึ้น
2. การสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ในด้านความสามารถและทักษะ ได้แก่ การตั้งคำถาม การตั้งสมมติฐาน การออกแบบและลงมือปฏิบัติการทดลอง การสร้างและแก้ไขคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ การสื่อสารและการแสดงเหตุผลในการแก้ปัญหาตามที่ตั้งไว้

Colburn (2000) ได้ให้ความหมายไว้ว่า การสืบเสาะหาความรู้เป็นกิจกรรมที่ให้นักเรียนเป็นศูนย์กลางในการเรียนรู้และนักเรียนเป็นผู้สืบเสาะแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง

American Association for the Advancement of Science [AAAS] (1993) ได้ให้ความหมายของการสืบเสาะหาความรู้ไว้ว่า เป็นกระบวนการที่เริ่มต้นด้วยคำถามเกี่ยวกับธรรมชาติ พร้อมทั้งกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสงสัย อยากรู้ ให้นักเรียนรวบรวมข้อมูล โดยครูเป็นผู้เตรียมเอกสารข้อมูลต่างๆ เพื่อให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ให้สามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการแสวงหาคำตอบแบบกลุ่ม

Sund and Trowbridge (1973) ได้กล่าวว่า การสืบเสาะหาความรู้เป็นกิจกรรมที่อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุกับปรากฏการณ์โดยเน้นให้นักเรียนเป็นผู้สังเกต การถามคำถาม การทดลอง การเปรียบเทียบ การสื่อสาร เพื่อให้นักเรียนค้นพบความรู้ด้วยตนเอง

สสวท. (2549) ได้อธิบายว่า การสืบเสาะหาความรู้เป็นวิธีการเรียนรู้ที่นักเรียนค้นคว้าแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง เมื่อเผชิญกับสถานการณ์หรือปัญหาที่เกิดความสงสัยแล้วจึงลงมือปฏิบัติเพื่อทดสอบ ค้นคว้า ทดลองเพื่อหาคำตอบและสรุปผล

จากการศึกษาความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ดังกล่าวสรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นวิธีการที่นักเรียนได้แสวงหาความรู้และสร้างความรู้

ลักษณะของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้¹นั้นเป็นกระบวนการสืบเสาะหาความรู้โดยอาศัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่เน้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้ ครูจะเป็นเพียงผู้อำนวยความสะดวกให้กับนักเรียน เช่น จัดหาแหล่งข้อมูล เตรียมวัสดุอุปกรณ์ (ทิสนา แจมมณี, 2552; Bruck and Towns, 2009) ดังที่ สสวท. (2549) ได้กล่าวถึงลักษณะของการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ 5 ประการ ดังนี้

1. การตั้งคำถาม โดยเริ่มจากการสังเกต เมื่อมีคำถามก็จะนำไปสู่การสำรวจเพื่อค้นหาคำตอบ ดังนั้นการตั้งคำถามจึงเป็นหัวใจของการสืบเสาะหาความรู้
2. การให้ความสำคัญกับหลักฐานหรือประจักษ์พยาน ในการอธิบายสิ่งต่างๆ จึงจำเป็นต้องใช้ข้อมูลหลักฐานอ้างอิงที่มีการรวบรวมข้อมูลที่ครบถ้วนและแม่นยำ ซึ่งข้อมูลนั้นอาจได้จากการสังเกต ดำรวจหรือการทดลอง
3. การสร้างคำอธิบายจากข้อมูลหรือหลักฐานที่มี ในการอธิบายนั้นต้องสอดคล้องกับข้อมูลหลักฐานที่มี

4. การเชื่อมโยงคำอธิบายไปสู่องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การอธิบายหรือหาคำตอบต่างๆ เมื่อนำมาสังเคราะห์แล้วก็จะป็นองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์

5. การสื่อสารองค์ความรู้ไปยังผู้อื่นอย่างมีเหตุผล เป็นการสื่อสารองค์ความรู้เพื่อให้ผู้อื่น วิพากษ์หรือโต้แย้ง หากองค์ความรู้ที่สร้างขึ้นไม่สมบูรณ์ก็นำข้อคิดเห็นจากผู้อื่นมาเป็นแนวทางในการหาข้อมูลเพิ่มเติม

National Science Education Standards [NSES] (2000) ได้กล่าวถึงลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ 5 ประการ ดังนี้

1. นักเรียนตั้งคำถามและหาคำตอบด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์
2. นักเรียนเป็นผู้หาหลักฐานเพื่อตอบคำถามที่ตั้งไว้ ซึ่งหลักฐานนี้อาจได้มาจากการหาคำตอบด้วยวิธีการต่างๆ เช่น การทดลอง การลงข้อสรุปจากประจักษ์พยานหลักฐานต่างๆ โดยนักเรียนจะเป็นผู้คิดและปฏิบัติด้วยตนเอง
3. นักเรียนสร้างคำอธิบายเพื่อหาคำตอบ
4. นักเรียนเชื่อมโยงคำอธิบายพร้อมกับประเมินเปรียบเทียบคำอธิบายของตนเองกับคำอธิบายที่อาจเป็นไปได้
5. นักเรียนสามารถสื่อสารและแสดงเหตุผลในการตอบคำถามที่เกี่ยวข้องได้

นอกจากนี้ Welch et al. (1981) ได้กล่าวถึงลักษณะของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ว่าควรมีลักษณะดังนี้

1. การสังเกตและตั้งคำถามเป็นจุดเริ่มต้นของการสืบเสาะหาความรู้
2. การวัดผล เป็นการอธิบายปริมาณต่างๆ ของวัตถุและปรากฏการณ์
3. การทดลอง เป็นการทดสอบคำถามและความคิดที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่สังเกตได้

4. การสื่อสาร เป็นการติดต่อสื่อสารซึ่งอาจทำได้โดยการนำเสนอหรือการทดลอง

5. กระบวนการคิด การอธิบายความคิดเป็นวิธีการหนึ่งของการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เช่น การอุปมานเหตุผล การตั้งสมมติฐาน รวมถึงการเปรียบเทียบ

การศึกษาลักษณะการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ดังกล่าวสามารถสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นกระบวนการที่นักเรียนได้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ในการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองนั้น ต้องอาศัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยครูเป็นผู้นำเสนอสถานการณ์ที่ต้องการให้นักเรียนค้นหาคำตอบและเป็นผู้จัดสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการเรียนรู้ ส่วนนักเรียนจะเป็นผู้ตั้งคำถาม สำรวจ ตรวจสอบ ทดลอง วิเคราะห์ผลการทดลอง เชื่อมโยงผลการทดลอง ที่ได้กับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้ นักเรียนจะเป็นผู้คิดและลงมือปฏิบัติการค้นหาคำตอบด้วยตนเอง และควรนำกระบวนการทำงานเป็นกลุ่มเข้ามาช่วยเพื่อให้ นักเรียนเกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน (Kuhlthau, et al., 2007; Alberta, 2004; Montes, Lai and Sanabria, 2003)

รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนเป็นผู้สืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งรูปแบบการจัดการเรียนรู้มีหลากหลายรูปแบบ เช่น ครูเป็นผู้นำทาง นักเรียนเป็นผู้นำทางหรือทั้งครูและนักเรียนเป็นผู้นำทางร่วมกัน ดังเช่น Herron (1971); Banchi and Bell (2008) และ สสวท. (2552) ได้แบ่งรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ 4 รูปแบบ ดังนี้

1. การสืบเสาะหาความรู้แบบยืนยัน (Confirmed Inquiry) เป็นการสืบเสาะหาความรู้โดยที่นักเรียนเป็นผู้แสวงหาความรู้เพื่อยืนยันความรู้หรือแนวคิดที่ได้ค้นพบมาแล้ว ซึ่งครูจะเป็นผู้เสนอปัญหา กำหนดปัญหาและวิธีการหาคำตอบแล้วให้นักเรียนได้แสวงหาความรู้จากใบงานหรือใบกิจกรรม

2. การสืบเสาะหาความรู้แบบนำทาง (Structured Inquiry) เป็นการสืบเสาะหาความรู้ที่นักเรียนได้แสวงหาความรู้ด้วยตนเอง โดยครูเป็นผู้นำเสนอปัญหา กำหนดปัญหา สาธิตหรืออธิบายการสำรวจ ตรวจสอบ จากนั้นให้นักเรียนทำตามวิธีที่ครูกำหนด

3. การสืบเสาะหาความรู้แบบชี้แนะแนวทาง (Guided Inquiry) เป็นการสืบเสาะหาความรู้ที่ให้นักเรียนแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง โดยนักเรียนจะเป็นผู้กำหนดปัญหาและหาวิธีการหาคำตอบด้วยตนเอง ครูเป็นผู้นำเสนอปัญหาและเป็นเพียงผู้ชี้แนะแนวทางให้คำปรึกษา

4. การสืบเสาะหาความรู้แบบเปิด (Opened Inquiry) เป็นการสืบเสาะหาความรู้ที่ให้นักเรียนแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง นักเรียนจะกำหนดปัญหา วางแผน สำรวจ ตรวจสอบด้วยตนเอง

นอกจากนี้ยังมีนักการศึกษาหลายท่านได้แบ่งรูปแบบของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ไว้หลากหลายรูปแบบ ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

Sund and Trowridge (1973) และ Brown et al. (1982) มีความเห็นสอดคล้องกันว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้มี 3 รูปแบบ คือ

1. การสืบเสาะหาความรู้แบบชี้แนะแนวทาง (Guided Discovery) การสืบเสาะหาความรู้วิธีนี้ครูจะเป็นผู้นำทางโดยครูจะเป็นผู้กำหนดปัญหาและกำหนดแนวทางในการสำรวจ ตรวจสอบ นักเรียนจะเป็นผู้สำรวจ ตรวจสอบตามแนวทางที่ครูกำหนด

2. การสืบเสาะหาความรู้แบบกำหนดแนวทางเล็กน้อย (Less Guided Discovery) การสืบเสาะหาความรู้วิธีนี้ครูและนักเรียนจะเป็นผู้นำทางเท่าเทียมกันโดยครูจะเป็นผู้กำหนดปัญหา แล้วให้นักเรียน สำรวจ ตรวจสอบด้วยตนเอง

3. การสืบเสาะหาความรู้แบบอิสระ (Free Discovery) การสืบเสาะหาความรู้วิธีนี้นักเรียนจะมีอิสระในการแสวงหาความรู้ นักเรียนจะเป็นผู้กำหนดปัญหา วางแผน ค้นหาคำตอบด้วยตนเอง ครูจะลดบทบาทลงโดยครูจะเป็นผู้อำนวยความสะดวกเท่านั้น เช่น เตรียมแหล่งข้อมูลและสื่อต่างๆ

Orlich (2001 อ้างใน พรพรรณ พิงประยูรพงศ์, 2547) ได้อธิบายเกี่ยวกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ว่ามี 2 รูปแบบ คือ

1. การสืบเสาะหาความรู้โดยครูเป็นผู้กำหนดแนวทาง ในการจัดการเรียนรู้วิธีนี้ครูจะเป็นผู้วางแผนและเตรียมปัญหาที่จะให้นักเรียนสืบเสาะหาความรู้โดยครูจะใช้คำถามในการถามนำและ

เตรียมอุปกรณ์ให้นักเรียนทำการทดลองตามขั้นตอนที่ครูเป็นผู้ออกแบบและคอยกระตุ้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการสืบเสาะหาความรู้และสรุปความรู้

2. การสืบเสาะหาความรู้โดยครูไม่กำหนดแนวทาง ในการจัดการเรียนรู้วิธีนี้ครูจะมีบทบาทน้อยลงเมื่อครูเสนอปัญหาให้กับนักเรียนและเป็นเพียงผู้กระตุ้นให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความรู้กัน แล้วนักเรียนจะเป็นผู้หาแนวทางในการค้นหาคำตอบด้วยตนเอง

Colburn (2000) ได้แบ่งรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ 3 รูปแบบ คือ

1. การสืบเสาะหาความรู้แบบนำทาง (Structured Inquiry) เป็นการสืบเสาะหาความรู้ที่ครูเป็นผู้นำเสนอสถานการณ์ เตรียมวิธีการหรือขั้นตอน วัสดุอุปกรณ์ แล้วให้นักเรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติแสวงหาคำตอบด้วยตนเองและเชื่อมโยงความรู้ด้วยตนเอง

2. การสืบเสาะหาความรู้แบบชี้แนะแนวทาง (Guided Inquiry) เป็นการสืบเสาะหาความรู้ที่ให้นักเรียนแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ครูเป็นผู้นำเสนอสถานการณ์ แล้วให้นักเรียนเป็นผู้กำหนดปัญหาและหาวิธีการหรือแนวทางในการค้นหาคำตอบด้วยตนเอง

3. การสืบเสาะหาความรู้แบบเปิด (Opened Inquiry) เป็นการสืบเสาะหาความรู้ที่ให้นักเรียนแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง นักเรียนจะกำหนดปัญหา วางแผน ดำรวจ ตรวจสอบ ด้วยตนเอง

Pukkila (2009) และ Zion and Mendelovici (2012) มีความเห็นสอดคล้องกันเกี่ยวกับการแบ่งรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งได้แบ่งการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ 3 รูปแบบ คือ

1. การสืบเสาะหาความรู้แบบนำทาง (Structured Inquiry) เป็นการสืบเสาะหาความรู้ โดยครูจะเป็นผู้เสนอปัญหา วิธีการทดลองและแนวทางในการค้นหาคำตอบแล้วให้นักเรียนลงมือหาคำตอบตามวิธีการที่ครูกำหนดให้

2. การสืบเสาะหาความรู้แบบชี้แนะแนวทาง (Guided Inquiry) เป็นการสืบเสาะหาความรู้ โดยครูจะเป็นผู้เสนอปัญหาและอาจเป็นผู้กำหนดแนวทางหรือวิธีการค้นหาคำตอบให้กับนักเรียน นักเรียนจะเป็นผู้ค้นหาคำตอบด้วยตนเองและนำข้อมูลที่ได้มาสรุปและสร้างองค์ความรู้

3. การสืบเสาะหาความรู้แบบเปิด (Opened Inquiry) เป็นการสืบเสาะหาความรู้โดยนักเรียนจะเป็นผู้เลือกปัญหาตามที่ตนเองสนใจ ทำการวางแผน ออกแบบวิธีการค้นหาคำตอบและสรุปสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง

จากการศึกษารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้สามารถสรุปได้ว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบ่งออกเป็น 3 รูปแบบ คือ

1. การสืบเสาะหาความรู้แบบนำทาง (Structured Inquiry) เป็นการสืบเสาะหาความรู้โดยครูเป็นผู้นำเสนอปัญหา ตั้งปัญหา และอธิบายวิธีการหาคำตอบแล้วให้นักเรียนสืบเสาะหาความรู้ตามวิธีการที่ครูกำหนดและเชื่อมโยงผลจากการสืบเสาะหาความรู้จนนำไปสู่ข้อสรุปด้วยตนเอง

2. การสืบเสาะหาความรู้แบบชี้แนะแนวทาง (Guided Inquiry) เป็นการสืบเสาะหาความรู้โดยครูเป็นผู้นำเสนอปัญหา ตั้งปัญหาแล้วให้นักเรียนหาวิธีการหาคำตอบด้วยตนเองหรือครูเป็นผู้แนะแนวทางในการค้นหาคำตอบแล้วให้นักเรียนตั้งปัญหา ค้นหาคำตอบและเชื่อมโยงผลจากการสืบเสาะหาความรู้จนนำไปสู่ข้อสรุปด้วยตนเอง นักเรียนเป็นผู้ออกแบบและลงมือปฏิบัติการทดลองด้วยตนเอง

3. การสืบเสาะหาความรู้แบบเปิด (Opend Inquiry) เป็นการสืบเสาะหาความรู้ที่ให้นักเรียนแสวงหาความรู้ด้วยตนเองเอง นักเรียนจะเป็นผู้ตั้งปัญหา วางแผน ดำรวจ ตรวจสอบ แล้วเชื่อมโยงผลจากการสืบเสาะหาความรู้จนนำไปสู่ข้อสรุปด้วยตนเอง

ในการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนได้สืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเองจำเป็นอย่างยิ่งที่นักเรียนต้องมีแนวทางที่ถูกต้องในการค้นหาคำตอบเพื่อเป็นพื้นฐานให้นักเรียนเกิดการพัฒนาการแสวงหาความรู้ค้นหาคำตอบด้วยตนเองในอนาคต (Banchi and Bell, 2008) สำหรับเนื้อหาที่มีความซับซ้อนครูอาจใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้นักเรียนได้คิดและตั้งสมมติฐาน (Colburn, 2000) ครูอาจอธิบายขั้นตอนวิธีการเพื่อเป็นแนวทางให้นักเรียนได้สืบเสาะหาความรู้และเพื่อให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการและความรู้ที่จำเป็นตามหลักสูตร (สสวท., 2549; Kirschner, Sweller and Clark, 2006; Kuhlthau, 2010 และ Opara et al., 2011) นอกจากนี้ควรให้นักเรียนได้ทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน ส่งผลให้นักเรียนกล้าแสดงความคิดเห็นและยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่น (Alberta, 2004; Kuhlthau, Maniotes and Caspari, 2007; Bailey, 2008; Lee, 2012)

สำหรับงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทาง (Structured Inquiry) มาใช้ในการวิจัยเพราะเป็นรูปแบบที่ครูได้ให้แนวทางในการทำกิจกรรมให้กับนักเรียน หากให้นักเรียนออกแบบการทดลองด้วยตนเองแล้วนักเรียนอาจจะออกแบบการทดลองที่ไม่สอดคล้องกับสิ่งที่ครูต้องการให้นักเรียนได้ศึกษาเนื่องจากนักเรียนมีพื้นฐานการทดลองค่อนข้างน้อย ประกอบกับการจัดการเรียนรู้มีเวลาค่อนข้างจำกัด เนื่องจากโรงเรียนมีกิจกรรมค่อนข้างมาก รวมทั้งวัสดุอุปกรณ์ในการทดลองไม่เพียงพอต่อจำนวนนักเรียน ดังนั้นครูจึงจำเป็นต้องเป็นผู้นำทางการทดลองให้กับนักเรียนเพื่อให้นักเรียนได้สืบเสาะหาความรู้ในทางที่ถูกต้อง ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทาง (Structured Inquiry) มาจัดการเรียนรู้เรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับการทดลอง โดยให้นักเรียนเป็นผู้ระบุปัญหา ตั้งสมมติฐาน ลงมือปฏิบัติการทดลอง และสรุปผลการทดลองด้วยตนเอง ส่วนครูจะเป็นผู้นำเสนอสถานการณ์และเป็นผู้ให้แนวทางในการทำกิจกรรมให้กับนักเรียนและนำเทคนิคการใช้คำถามกับนักเรียนเพื่อให้นักเรียนมีความรู้ที่ถูกต้องในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทาง (Structured Inquiry) มีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ดังต่อไปนี้ 1) ขั้นศึกษาปัญหา คือ การให้นักเรียนศึกษาและวิเคราะห์สถานการณ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นและระบุปัญหาจากสถานการณ์ 2) ขั้นระดมสมองเพื่อตั้งสมมติฐาน คือ การให้นักเรียนแต่ละกลุ่มระดมสมองเพื่อตั้งสมมติฐานหรือคาดคะเนคำตอบที่จะเกิดขึ้น 3) ขั้นศึกษาค้นคว้าทดลอง คือ การให้นักเรียนวิเคราะห์ วางแผนการทดลองและปฏิบัติการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ และ 4) ขั้นสรุปผล คือ การให้นักเรียนแต่ละกลุ่มวิเคราะห์ผลการทดลองและนำผลการทดลองมาอธิบายจนนำไปสู่การลงข้อสรุปและนำความรู้ไปตอบปัญหาที่ตั้งขึ้น

ข้อดีและข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ข้อดีของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นสิ่งที่ช่วยพัฒนาและส่งเสริมให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยทำให้นักเรียนได้พัฒนาความคิด ความสามารถอย่างเต็มศักยภาพ ส่งผลให้นักเรียนรู้จักวิธีการวางแผน สืบเสาะแสวงหาคำตอบด้วยตนเองด้วยวิธีการต่างๆ โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นเครื่องมือในการสืบเสาะหาคำตอบและสามารถเชื่อมโยงความรู้และสามารถถ่ายทอดความรู้ได้และยังช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการใช้เครื่องมือ อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์และสามารถนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ นอกจากนี้ยังทำให้นักเรียนไม่เบื่อหน่ายต่อการเรียนและมี

เจตคติที่ดีต่อการเรียนรู้ (ภพ เลหาไพบูลย์, 2540; พิมพันธ์ เดชะคุปต์, 2544; พันซ์ ทองชุมนุณ, 2547; Banerjee, 2010)

ข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้นั้นในบางครั้งต้องใช้เวลามากและในบางเนื้อหาที่ค่อนข้างยากนักเรียนจะไม่สามารถสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเองได้ (ภพ เลหาไพบูลย์, 2540) ครูจำเป็นต้องใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบชี้แนะแนวทางเพื่อให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการและเนื้อหาที่ต้องการ นอกจากนี้ครูต้องกระตุ้นนักเรียนและสร้างแรงจูงใจให้กับนักเรียนเพื่อให้นักเรียนมีแรงจูงใจและความกระตือรือร้นในการเรียน (พิมพันธ์ เดชะคุปต์, 2544; พันซ์ ทองชุมนุณ, 2547)

จากการศึกษาข้อดีและข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ดังกล่าวสามารถสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองทำให้นักเรียนเกิดการคิดวิเคราะห์วางแผน ปฏิบัติการทดลอง เชื่อมโยงความรู้และสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองและเข้าใจเนื้อหาที่ยั่งยืน แต่การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่ใช้เวลาค่อนข้างมาก ส่วนเนื้อหาที่ค่อนข้างยากหากให้นักเรียนสืบเสาะแสวงหาความรู้ด้วยตนเองอาจทำให้นักเรียนเกิดความเบื่อหน่าย เนื่องจากไม่สามารถสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเองได้ส่งผลให้นักเรียนมีเจตคติที่ไม่ดีต่อการเรียนรู้

บทบาทของครูและบทบาทของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

บทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้นั้นครูต้องมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ถูกต้อง มีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาที่ใช้สอน มีความสามารถในการจัดบรรยากาศในห้องเรียน มีการสนับสนุนให้นักเรียนใช้เครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์ในการสืบเสาะหาความรู้ด้วยวิธีการต่างๆ กระตุ้นและสร้างแรงจูงใจให้นักเรียนเกิดความสนใจ กระตือรือร้นในการเรียนรู้และเปิดโอกาสให้นักเรียนแลกเปลี่ยนความรู้ความคิดเห็นกันโดยใช้เหตุผล (NRC, 2000; Wenning, 2011)

นอกจากนี้ครูจะต้องเป็นผู้วางแผน สร้างสถานการณ์และจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหาและความสามารถของนักเรียน โดยเน้นให้นักเรียนได้คิดวิเคราะห์ วางแผนการทดลอง ปฏิบัติการทดลอง เชื่อมโยงความรู้และสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยครูอาจใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้นักเรียนได้คิดและแสดงความคิดเห็นมากขึ้นและมีทักษะกระบวนการตามที่ต้องการ นอกจากนี้ครูต้องพยายามหาสื่อการเรียนรู้ที่หลากหลายในการจัดการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนไม่เบื่อหน่ายต่อการเรียนและอยากที่จะเรียนรู้ (สสวท., 2549) สำหรับเนื้อหาที่มีความยากและซับซ้อนครูจำเป็นต้องให้แนวทางให้กับนักเรียนเพื่อให้นักเรียนได้คิดและลงมือปฏิบัติและมีทักษะกระบวนการและความรู้ตามที่หลักสูตรต้องการ (Kirschner, Sweller and Clark, 2006; Kuhlthau, 2010; Opara et. al., 2011; Wenning, 2011 และ สสวท., 2549)

บทบาทของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้นี้นักเรียนต้องมีส่วนร่วมในการเรียนรู้โดยนักเรียนต้องวางแผน วิเคราะห์ สืบเสาะหาความรู้ ปฏิบัติการทดลองและสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้ทักษะต่างๆ เช่น การสังเกต การระบุปัญหา การใช้เครื่องมือวัสดุอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ การทดลอง การบันทึกข้อมูลและการลงข้อสรุป (Flick and Lederman, 2006; Wenning, 2011) นอกจากนี้ในการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มนี้นักเรียนจะต้องแสดงความรู้ ความคิดเห็น พุด ชักถามหรือโต้แย้งกันอย่างมีเหตุผล (Flick and Lederman, 2006; Kuhlthau, 2010; สสวท., 2549)

จากการศึกษาบทบาทของครูและบทบาทของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ดังกล่าวสามารถสรุปได้ว่า ครูจะต้องสร้างสถานการณ์ให้กับนักเรียนและกระตุ้นให้นักเรียนได้คิด ได้แสวงหาความรู้ โดยการให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ เช่น สืบเสาะหาความรู้ วางแผน วิเคราะห์ ปฏิบัติการทดลองและสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองโดยใช้ทักษะความรู้ที่ตนมีอยู่ นักเรียนมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็นหรือโต้แย้งกันอย่างมีเหตุผลและสถานการณ์ที่ครูนำมานั้นควรเหมาะสมกับความรู้และความสามารถของนักเรียน ส่วนบางเนื้อหาที่มีความยากและซับซ้อนครูจำเป็นต้องให้แนวทางให้กับนักเรียนเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนแสดงความสามารถมากขึ้น มีทักษะกระบวนการและความรู้ตามที่หลักสูตรต้องการ

ทักษะการทดลอง

องค์ประกอบของทักษะการทดลอง

นักวิทยาศาสตร์ใช้การทดลองเป็นเครื่องมือในการค้นหาคำตอบหรือทดสอบสมมติฐาน (วรรณทิพา รอดแรงคำ, 2545; สสวท., 2552; Etkina, Murthy and Zou, 2006) ดังนั้นในการทดลองจะต้องมีการนำขั้นตอนต่างๆ ของทักษะการทดลองทางวิทยาศาสตร์มาประกอบ เช่น การกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตามและตัวแปรที่ต้องควบคุม การออกแบบการทดลอง การเลือกใช้อุปกรณ์การทดลอง การดำเนินการทดลอง การสังเกต การบันทึกข้อมูล การเชื่อมโยงผลของการทดลองและการสรุปผลของข้อมูล (Etkina, *et al.*, 2006) ดังที่ ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์ และ พิศาล สร้อยธุหว่า (2547) ได้กล่าวถึงส่วนประกอบและความสามารถของทักษะการทดลองดังนี้

1. ความสัมพันธ์ระหว่างสมมติฐานกับการทดลอง ในการตั้งสมมติฐานที่ได้นั้นจะต้องเน้นถึงวิธีการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน ดังนั้นในการออกแบบการทดลองจึงต้องสัมพันธ์กับสมมติฐานที่ต้องการตรวจสอบ
2. การเลือกเครื่องมือในการทดลอง เพื่อให้การทดลองเป็นไปโดยเร็ว สามารถตรวจสอบผลการทดลองและได้ข้อมูลที่เชื่อถือได้ ความรู้และทักษะในการเลือกเครื่องมือในการทดลองจึงเป็นสิ่งที่จำเป็นในการทดลอง
3. การออกแบบและดำเนินการทดลอง การออกแบบและดำเนินการทดลองนั้นประกอบด้วยทักษะอื่นๆ หลายทักษะ ประกอบด้วย การระบุตัวแปร ระบุวิธีการดำเนินการทดลอง บันทึกผลที่ได้จากการทดลองและลงข้อสรุปผลการทดลอง
4. การกำหนดปัญหา ในการกำหนดปัญหาหรือข้อสงสัยนั้นอาจเกิดจากผลการทดลองซึ่งข้อสงสัยหรือปัญหาเหล่านั้นเป็นที่ยอมรับของสมมติฐานในการทดลองเพื่อศึกษาค้นคว้าหาคำตอบต่อไป

สสวท. (2544) ได้กล่าวถึงทักษะการทดลองที่จะต้องประกอบด้วย

1. การวางแผน เป็นการวางแผนก่อนการลงมือปฏิบัติจริง ซึ่งการวางแผนการทดลองต้องสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้และครอบคลุมถึงวิธีการกำหนดและควบคุมตัวแปร รวมไปถึงการเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ในการทดลอง

2. การทดลอง เป็นการลงมือปฏิบัติตามขั้นตอนที่ได้ออกแบบวิธีการทดลองไว้

3. การบันทึกผลการทดลอง ทั้งบันทึกอย่างเป็นระบบหรือบันทึกแบบย่อ

4. การแปลผล สรุปผล และอภิปรายผลการทดลอง

Etkina, *et al.* (2006) ได้กล่าวถึงทักษะการทดลองที่จะต้องประกอบด้วย

1. การกำหนดปัญหาในการทดลอง

2. การตั้งสมมติฐานเพื่อที่จะทดสอบ

3. การออกแบบวิธีการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐาน

4. การกำหนดวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

5. การออกแบบตารางบันทึกผลการทดลอง

6. การเชื่อมโยงข้อมูลเพื่อดูว่าสอดคล้องหรือเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้หรือไม่

จากการศึกษาทักษะการทดลองดังกล่าว ซึ่งเป็นทักษะขั้นบูรณาการของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สามารถสรุปได้ว่า ทักษะการทดลองเป็นทักษะขั้นบูรณาการ ประกอบด้วย การระบุปัญหา การตั้งสมมติฐาน การกำหนดแปรต้น ตัวแปรตามและตัวแปรที่ต้องควบคุม การเลือกใช้อุปกรณ์การทดลอง การกำหนดวิธีการทดลอง การลงมือปฏิบัติการทดลอง การบันทึกผลการทดลอง และการสรุปผลของข้อมูลโดยการเชื่อมโยงผลของการทดลอง

สำหรับงานวิจัยครั้งนี้ทักษะการทดลอง หมายถึง การทดลองเพื่อดำเนินการทดสอบสมมติฐานของนักเรียนจากสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้ ประกอบด้วย การระบุปัญหา การตั้งสมมติฐาน การทดลอง และการสรุปผลการทดลอง ซึ่งแต่ละทักษะมีพฤติกรรมที่แสดงความสามารถว่าเกิดทักษะแล้ว (AAAS, 1993; ศสวท., 2544) ดังนี้

การระบุปัญหา คือ การตั้งปัญหาหรือข้อสงสัยจากสถานการณ์ที่เป็นปัญหา พฤติกรรมที่บอกว่าเกิดทักษะแล้วดังนี้ 1) สอดคล้องกับสถานการณ์ และ 2) บอกสิ่งที่ต้องการศึกษาได้

การตั้งสมมติฐาน คือ การคาดเดาคำตอบที่อาจเป็นไปได้ก่อนการทดลอง ซึ่งอาจถูกหรือผิดทั้งหมดหรือผิดบ้างบางส่วนก็ได้สามารถรู้ได้จากการทดลองในการหาคำตอบ พฤติกรรมที่บอกว่าเกิดทักษะแล้วดังนี้ 1) สอดคล้องกับปัญหา และ 2) บอกความสัมพันธ์ของตัวแปรต้นและตัวแปรตาม

การทดลอง คือ การทำการทดลองตามขั้นตอนที่ได้ระบุไว้ พฤติกรรมที่บอกว่าเกิดทักษะแล้วดังนี้ 1) การกำหนดวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง 2) การออกแบบตารางบันทึกผลการทดลอง 3) การกำหนดตัวแปรต้น 4) การกำหนดตัวแปรตาม และ 5) การกำหนดตัวแปรที่ต้องควบคุม

การสรุปผลการทดลอง คือ การบรรยายข้อมูลที่ได้จากการทดลองและสามารถบอกความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้ พฤติกรรมที่บอกว่าเกิดทักษะแล้วดังนี้ 1) บรรยายหรือบอกความหมายของข้อมูลได้ และ 2) ลงข้อสรุปของข้อมูลที่ได้จากการทดลองได้

เครื่องมือวัดทักษะการทดลอง

ทักษะการทดลองเป็นทักษะขั้นบูรณาการของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นทักษะที่สำคัญของการทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ เครื่องมือที่ใช้วัดทักษะการทดลองนั้นได้มีนักวิชาการเสนอไว้หลายรูปแบบทั้งจากการวัดโดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรม ซึ่งรวมถึงการสังเกตก่อนการลงมือปฏิบัติการทดลอง ขณะปฏิบัติการทดลอง และหลังลงมือปฏิบัติการทดลอง โดยกำหนดประเด็นที่จะสังเกตแล้วกำหนดเกณฑ์ให้คะแนน ดังแสดงในตัวอย่าง

ตารางที่ 1 ตัวอย่างแบบสังเกตพฤติกรรม

ประเด็นที่ประเมินพฤติกรรม	เกณฑ์การให้คะแนนเกณฑ์
การทดลองตามวิธีการที่กำหนด	3 คะแนน คือ ทดลองตามวิธีที่กำหนดไว้อย่างถูกต้อง 2 คะแนน คือ ทดลองตามวิธีที่กำหนดไว้ซึ่งจะครูเป็นผู้แนะนำบางส่วนและมีการปรับปรุงบ้าง 1 คะแนน คือ ทดลองข้ามขั้นตอนที่กำหนดไว้
การบันทึกผลการทดลอง	3 คะแนน คือ บันทึกผลได้ถูกต้อง เป็นระเบียบ 2 คะแนน คือ บันทึกผลได้แต่ไม่ระบุนหน่วย เป็นระเบียบ 1 คะแนน คือ บันทึกผลได้แต่ไม่ระบุนหน่วยไม่เป็นระเบียบ

ที่มา: สุวิมล ว่องวาณิช (2546)

วัดได้โดยใช้แบบสำรวจรายการ โดยการกำหนดประเด็นที่ต้องการจะสำรวจ แล้วทำช่องให้ประเมินว่ามีพฤติกรรมตามที่กำหนดประเด็นหรือไม่ ดังแสดงในตัวอย่าง

ตารางที่ 2 ตัวอย่างแบบสำรวจรายการ

พฤติกรรม	ใช่	ไม่ใช่
1. มีการวางแผนก่อนการปฏิบัติงาน	✓	
2. เลือกใช้อุปกรณ์ในการทดลองได้ถูกต้องครบถ้วน		✓
3. ดำเนินการทดลองตามวิธีการได้ถูกต้อง	✓	
รวม	2	1

ที่มา: สุวิมล ว่องวาณิช (2546)

การวัดโดยการตอบคำถามสั้นๆ โดยให้นักเรียนเขียนตอบเกี่ยวกับการออกแบบการทดลอง การวิเคราะห์ผลการทดลอง และการตีความหมายข้อมูล จากสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้ ตัวอย่างเช่น (สุวิมล ว่องวาณิช, 2546)

1) นักเรียนจะออกแบบการทดลองและควบคุมตัวแปรอย่างไรเพื่อพิสูจน์ว่าน้ำจากแหล่งน้ำเป็นน้ำกระด้างหรือไม่ ตอบ.....

2) ในการทดสอบความสามารถในการละลายของสารต่างๆ ในน้ำต้องควบคุมตัวแปรใด
ให้คงที่ ตอบ.....

หรือวัดได้โดยใช้แบบทดสอบทั้งแบบเลือกตอบและแบบเขียนตอบ (Karen, 2004; Enger and Yager, 2001; แก้วอุดร เชื้อหาญ, 2545) ดังที่ บุญนำ อินทนนท์ (2551) และ สมพงษ์ จันโพธิ์ศรี (2537) ได้ให้สถานการณ์และตั้งคำถามให้นักเรียนเป็นผู้ตอบในขอบเขตหรือประเด็นที่กำหนดให้
ซึ่งใน 1 สถานการณ์ประกอบด้วยข้อคำถาม 4 ข้อ ดังแสดงในตัวอย่างต่อไปนี้

ตัวอย่างแบบวัดที่เป็นสถานการณ์ของ บุญนำ อินทนนท์ (2551)

ในครอบครัวของนิคมมีสมาชิก 4 คน ซึ่งสมาชิกในครอบครัวชอบรับประทานอาหารสัปดาห์
รับประทานอาหารจำพวกเนื้อสัตว์เป็นส่วนใหญ่ ไม่ชอบทานผักและผลไม้ ยกเว้นนิคม 1 เดือนต่อมา
นิคมสังเกตเห็นว่า คนในครอบครัวมีอาการเลือดออกตามไรฟันแต่ตัวของนิคมไม่เป็น

ข้อใดเป็นปัญหาของสถานการณ์นี้

- ก. ทำไมนิคมจึงไม่มีอาการเลือดออกตามไรฟัน
- ข. สมาชิกในครอบครัวของนิคมจึงเป็นโรคเลือดออกตามไรฟัน
- ค. ทำไมสมาชิกในครอบครัวของนิคมจึงเป็นโรคเลือดออกตามไรฟัน
- ง. ในผักและผลไม้มีอะไรที่ทำให้นิคมไม่เป็นโรคเลือดออกตามไรฟัน

ตัวอย่างแบบวัดที่เป็นสถานการณ์ของ สมพงษ์ จันโพธิ์ศรี (2537)

แนนเป็นเด็กที่ชอบอ่านหนังสือ คืบหนึ่งขณะที่แนนกำลังอ่านหนังสือหลอดไฟขนาด 20 วัตต์ที่ใช้
อ่านหนังสือก็ดับลง แนนจึงไปซื้อหลอดไฟขนาด 10 วัตต์จากร้านใกล้ๆ บ้านมาเปลี่ยน เมื่ออ่าน
หนังสือต่อไปได้ครึ่งชั่วโมง แนนก็เริ่มมีอาการปวดศีรษะ ทั้งๆ ที่ไม่มีเคยมีอาการมาก่อน
ปัญหาที่สำคัญของสถานการณ์นี้คือข้อใด

- ก. แนนชอบอ่านหนังสือตอนกลางคืน
- ข. ไฟที่แนนใช้อ่านหนังสือดับ
- ค. แนนมีอาการปวดศีรษะ
- ง. แนนเปลี่ยนหลอดไฟ

นอกจากนี้ วรรณทิพารอดแรงคำ (2545) ได้แบ่งการวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 2 วิธี คือ การประเมินโดยใช้แบบทดสอบชนิดเลือกตอบและการประเมินจากพฤติกรรม การใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งในแต่ละวิธีมีทั้งข้อดีและข้อเสียแตกต่างกัน เช่น แบบทดสอบสามารถใช้ประเมินทักษะได้หลายทักษะในเวลาเดียวกัน ในช่วงเวลาที่จำกัด แต่จำกัดคำตอบของนักเรียน ส่วนการสังเกตพฤติกรรมนั้นสามารถให้ข้อมูลที่มีความตรงสูงเกี่ยวกับการพัฒนาการทางทักษะของนักเรียน แต่วิธีนี้จะใช้เวลาค่อนข้างนานและสิ้นเปลืองค่าใช้จ่าย ดังนั้นจึงมีการผสมผสานระหว่างการใช้แบบทดสอบและแบบสังเกตโดยการใช้สถานการณ์แล้วให้นักเรียนบันทึกข้อมูลและสรุปผลการทดลอง อาจให้นักเรียนลงมือทำกิจกรรมโดยใช้อุปกรณ์ที่กำหนดให้ แล้วเขียนคำตอบโดยไม่ให้ตัวเลือก ซึ่งนักเรียนจะต้องเป็นผู้ตอบคำถามด้วยตนเองและการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการนั้น ต้องมีการประเมินร่วมกันโดยการใช้สถานการณ์ แล้วตั้งคำถามหลายทักษะ

จะเห็นว่าแบบทดสอบที่ใช้วัดทักษะขั้นบูรณาการนั้นยากที่จะวัดได้ด้วยแบบทดสอบแบบปรนัยหรือแบบเลือกตอบ ดังนั้นในการวัดทักษะขั้นบูรณาการควรใช้แบบทดสอบแบบอัตนัยหรือความเรียง โดยให้สถานการณ์กับนักเรียนแล้วให้นักเรียนแสดงความสามารถในการใช้ทักษะกระบวนการของความรู้ การเก็บรวบรวมข้อมูลและการนำเสนอข้อมูลที่เชื่อมโยงเหตุผลได้ (Ward, 1999 และ บุญชม ศรีสะอาด, 2534)

จากการศึกษาเครื่องมือในการวัดทักษะการทดลองผู้วิจัยเลือกใช้แบบวัดแบบอัตนัยเพื่อให้ นักเรียนได้แสดงถึงความสามารถด้านทักษะในการทดลองโดยใช้ภาษาของตนเอง โดยผู้วิจัยจะเป็นผู้สร้างสถานการณ์จำนวน 5 สถานการณ์ ที่ครอบคลุมทักษะการทดลอง ประกอบด้วย การระบุปัญหา การตั้งสมมติฐาน การทดลอง และการสรุปผลการทดลอง โดยในแต่ละด้านได้ใช้สถานการณ์ 2 สถานการณ์เพื่อให้มั่นใจว่านักเรียนมีความสามารถและความรู้ที่คงทน

การประเมินผลทักษะการทดลอง

การให้คะแนนของแบบวัดทักษะแบบข้อเขียนหรือปลายเปิด (Open-Ended Questions) นั้น ควรมีลักษณะเป็นการกำหนดเกณฑ์ในการให้คะแนน (Scoring Rubric) (Courtney, 1996; Stenmark, 1991) การให้คะแนนโดยการกำหนดเกณฑ์นั้นเป็นการให้คะแนนที่เน้นการแสดงทักษะและความสามารถของนักเรียน ทั้งในด้านความรู้เกี่ยวกับกระบวนการหรือขั้นตอน ความเข้าใจแนวคิดและ

การสื่อความหมาย ส่วนแนวทางในการให้คะแนนนั้นอาจทำได้ในรูปของมาตรประเมินค่าหรือแบบตรวจสอบรายการ (Courtney, 1996; บุญเชิด ภิญโญนนตพงษ์, 2554)

ในการกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนนั้นเป็นแนวทางการให้คะแนนที่เกิดจากการรวมกันระหว่างเกณฑ์การให้คะแนนกับมาตรประมาณค่าหรือระดับคะแนน โดยเป็นแนวทางในการให้คะแนนที่บอกถึงความแตกต่างของคำตอบหรือประสิทธิภาพของงาน ซึ่งในการกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนนั้นต้องมีความชัดเจน เพื่อให้การกำหนดคะแนนนั้นมีความน่าเชื่อถือ ถูกต้อง เหมาะสมกับงาน (บุญเรียง ขจรศิลป์, 2544; Wiggins, 1998; McMillan, 2001) ในการกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนนั้น หากพิจารณาตามเกณฑ์การให้คะแนนสามารถแบ่งออกเป็น 2 รูปแบบ คือ (บุญเรียง ขจรศิลป์, 2544; บุญเชิด ภิญโญนนตพงษ์, 2554)

1. การกำหนดเกณฑ์ในภาพรวม (Holistic Rubrics) เป็นการอธิบายลักษณะและคุณภาพของงานในภาพรวม โดยมีคำอธิบายลักษณะของงานแต่ละระดับอย่างชัดเจน ซึ่งเกณฑ์ในการประเมินในภาพรวมนี้เหมาะที่จะใช้ประเมินทักษะการเขียน ความคิดสร้างสรรค์และความสละสลวยของภาษาที่เขียนได้
2. การกำหนดเกณฑ์เป็นรายด้าน (Analytic Rubrics) เป็นการให้คะแนนเป็นรายด้าน โดยระบุรายละเอียดออกเป็นด้านๆ ตามสิ่งที่ต้องการวัดว่ามีความสามารถและมีคุณภาพอย่างไร เช่น การประเมินทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ควรพิจารณาด้านความถูกต้องและวิธีการทางวิทยาศาสตร์ เป็นต้น

นอกจากนี้ Nitko (2004) ได้แบ่งเกณฑ์การให้คะแนนออกเป็น 3 รูปแบบ คือ

1. การกำหนดเกณฑ์ในภาพรวม (Holistic Rubrics) เป็นเกณฑ์การให้คะแนนของกระบวนการหรือผลงานที่ไม่ได้แยกส่วนคือประเมินในภาพรวมของกระบวนการหรือผลงาน
2. การกำหนดเกณฑ์เป็นรายด้าน (Analytic Rubrics) เป็นเกณฑ์การให้คะแนนที่แยกส่วนตามคุณลักษณะหรือกระบวนการ แล้วนำแต่ละส่วนของคุณลักษณะหรือกระบวนการมารวมกันเพื่อเป็นคะแนนรวม

3. การกำหนดเกณฑ์ทั้งภาพรวมและรายด้าน (Annotated Holistic Rubrics) เป็นการแบบ การกำหนดเกณฑ์ในภาพรวมก่อน แล้วจึงประเมินแยกส่วนอีกครั้งในบางคุณลักษณะที่มีลักษณะ เด่นๆ เพื่อนำมาเป็นผลการสะท้อนในบางคุณลักษณะของผู้เรียน

ในการกำหนดระดับคะแนนส่วนใหญ่จะมีระดับอยู่ที่ 3-4 ระดับ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะ ความ เหมาะสมและความต้องการของครูว่าจะให้มีความละเอียดมากน้อยเพียงใด เมื่อกำหนดรูปแบบและ ระดับตัวเลขแล้วก็จะเขียนคำอธิบายเพื่อพิจารณาตัดสินให้คะแนนของแต่ละระดับให้มีความชัดเจน (Wiggins, 1998; นุปผชาติ ทัพพิกรณ์, 2552)

สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้รูปแบบการกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนโดยแยกเป็น รายด้าน (Analytic Rubrics) มาสร้างเป็นเกณฑ์การให้คะแนนของทักษะการทดลองโดยแบ่งระดับ คะแนนออกเป็น 3 ระดับคะแนนตามพฤติกรรมที่บ่งชี้ว่าเกิดทักษะแล้วดังนี้

การระบุปัญหา

มีพฤติกรรมที่บ่งชี้ว่าเกิดทักษะแล้วดังนี้ 1) สอดคล้องกับสถานการณ์ และ 2) บอกสิ่งที่ต้องการ ศึกษาได้

เกณฑ์การให้คะแนนมีดังนี้

- 3 คะแนน คือ สอดคล้องกับสถานการณ์และบอกสิ่งที่ต้องการศึกษาได้ครบถ้วน
- 2 คะแนน คือ สอดคล้องกับสถานการณ์แต่บอกสิ่งที่ต้องการศึกษาได้ไม่ครบถ้วน
- 1 คะแนน คือ สอดคล้องกับสถานการณ์แต่ไม่สามารถบอกสิ่งที่ต้องการศึกษาได้
- 0 คะแนน คือ ไม่ตอบหรือตอบไม่สอดคล้องกับสถานการณ์

การตั้งสมมติฐาน

มีพฤติกรรมที่บ่งชี้ว่าเกิดทักษะแล้วดังนี้ 1) สอดคล้องกับปัญหา และ 2) บอกความสัมพันธ์ ของตัวแปรต้นและตัวแปรตามได้

การให้คะแนนมีดังนี้

3 คะแนน คือ สอดคล้องกับปัญหาและบอกความสัมพันธ์ของตัวแปรต้นและตัวแปรตามได้ครบถ้วน

2 คะแนน คือ สอดคล้องกับปัญหาและระบุตัวแปรต้นหรือตัวแปรตามได้อย่างใดอย่างหนึ่ง

1 คะแนน คือ สอดคล้องกับปัญหาแต่ไม่สามารถบอกความสัมพันธ์ของตัวแปรต้นและตัวแปรตามได้

0 คะแนน คือ ไม่ตอบหรือตอบไม่สอดคล้องกับปัญหา

การทดลอง

มีพฤติกรรมที่บอกว่าเกิดทักษะแล้วดังนี้ 1) การกำหนดวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง 2) การออกแบบตารางบันทึกผลการทดลอง 3) การกำหนดตัวแปรต้น 4) การกำหนดตัวแปรตาม และ 5) การกำหนดตัวแปรที่ต้องควบคุม

เกณฑ์การให้คะแนนมีดังนี้

3 คะแนน คือ มีพฤติกรรมที่บ่งชี้ว่าเกิดทักษะแล้วทุกตัวบ่งชี้

2 คะแนน คือ มีพฤติกรรมที่บ่งชี้ว่าเกิดทักษะแล้ว 3-4 ตัวบ่งชี้

1 คะแนน คือ มีพฤติกรรมที่บ่งชี้ว่าเกิดทักษะแล้ว 1-2 ตัวบ่งชี้

0 คะแนน คือ ไม่ตอบหรือตอบไม่ถูกต้องตามพฤติกรรมที่บ่งชี้

การสรุปผลการทดลอง

มีพฤติกรรมที่บอกว่าเกิดทักษะแล้วดังนี้ 1) บรรยายหรือบอกความหมายของข้อมูลได้ และ 2) ลงข้อสรุปของข้อมูลที่ได้จากการทดลองได้

เกณฑ์การให้คะแนนมีดังนี้

3 คะแนน คือ บอกความหมายของข้อมูลและลงข้อสรุปของข้อมูลที่ได้จากการทดลองได้ถูกต้อง

2 คะแนน คือ บอกความหมายของข้อมูลได้แต่ลงข้อสรุปของข้อมูลที่ได้จากการทดลองไม่ครบถ้วนสมบูรณ์

1 คะแนน คือ บอกความหมายของข้อมูลได้แต่ลงข้อสรุปของข้อมูลที่ได้จากการทดลองไม่ได้

0 คะแนน คือ ไม่ตอบหรือไม่สามารถบอกความหมายของข้อมูลและลงข้อสรุปของข้อมูลที่ได้จากการทดลองได้

เจตคติต่อการจัดการเรียนรู้

ความหมายของเจตคติ

เจตคติ หมายถึง ความรู้สึก ท่าที ความคิดเห็น ความเชื่อที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือบุคคลใดบุคคลหนึ่ง ซึ่งสามารถตอบสนองทั้งทางบวกและทางลบ เช่น ชอบ ไม่ชอบ เห็นด้วย ไม่เห็นด้วย (พงศ์ หรดาล, 2540; สันติสุข ไชยมงคล, 2542; ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ, 2543; ปรีชาพร วงศ์อนุตรโรจน์, 2551; Gibson *et al.*, 2000; Schermerhorn and Hunt, 2000) และยังมีการตอบสนองแบบกลางๆ คือ เฉยๆ ไม่มีปฏิกิริยาใดๆ (สันติสุข ไชยมงคล, 2542) การที่บุคคลจะตอบสนองต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือบุคคลใดบุคคลหนึ่งนั้น เกิดจากความเชื่อและมักจะเกิดขึ้นหลังจากที่ได้รับรู้หรือประเมินสิ่งต่างๆ แล้วเกิดอารมณ์ความรู้สึกบางอย่างควบคู่ไปกับการรับรู้ซึ่งจะส่งผลต่อความคิดและความรู้สึกในใจ (ปรีชาพร วงศ์อนุตรโรจน์, 2551) นอกจากนี้ยังมีนักวิชาการหลายท่านได้ให้ความหมายของเจตคติไว้อย่างหลากหลาย ซึ่งสรุปได้ดังนี้

บุญเรียง ขจรศิลป์ (2528:137) ได้ให้ความหมายไว้ว่า เจตคติ หมายถึง สภาพการแสดงออกของจิตใจในการตอบสนองต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง เช่น ความรู้สึกชอบ ไม่ชอบ

พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2540) ได้ให้ความหมายของเจตคติไว้ว่า เจตคติเป็นความรู้สึกของบุคคล อันเป็นผลมาจากการเรียนรู้ ประสบการณ์และเป็นตัวกระตุ้นให้บุคคลแสดงพฤติกรรมต่อสิ่งต่างๆ ในทิศทางที่สนับสนุนหรือไม่สนับสนุน

ศุภิสรา โททอง (2547:47) ได้สรุปความหมายของเจตคติว่า เจตคติ หมายถึง ความรู้สึกนึกคิด ความรู้สึกชอบที่มีต่อการทำงานหรือการปฏิบัติกิจกรรมในเชิงบวก

จากการศึกษาความหมายของเจตคติดังกล่าวสามารถสรุปได้ว่า เจตคติ หมายถึง ความรู้สึก ความคิดเห็น การแสดงท่าทีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือบุคคลใดบุคคลหนึ่ง ซึ่งสามารถแสดงออกมาทั้งทางบวก เช่น ชอบ เห็นด้วย และทางลบ เช่น ไม่ชอบ ไม่เห็นด้วย หรือแสดงออกมาแบบกลาง เช่น เฉยๆ ไม่มีปฏิกิริยาใดๆ

องค์ประกอบของเจตคติ

การที่บุคคลจะมีเจตคติต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือบุคคลใดบุคคลหนึ่งนั้นต้องประกอบด้วย องค์ประกอบ 3 องค์ประกอบ ดังที่นักวิชาการหลายท่านได้กล่าวไว้ดังนี้

ภพ เลหาไพบุลย์ (2540) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของเจตคติไว้ดังนี้

1. องค์ประกอบด้านความคิด (Cognitive Component) เป็นองค์ประกอบทางความรู้ ความเข้าใจต่อสิ่งต่างๆ โดยใช้เหตุผลหรือความเชื่อในการประเมินสิ่งเหล่านั้นว่าอะไรถูก อะไรผิด สนใจ ไม่สนใจ
2. องค์ประกอบด้านความรู้สึก (Affective Component) เป็นองค์ประกอบด้านอารมณ์ ความรู้สึกที่มีต่อสิ่งต่างๆ เป็นเจตคติที่มีทิศทาง เช่น ชอบ ไม่ชอบ ซึ่งองค์ประกอบในด้านนี้นักจิตวิทยานิยมนำมาใช้วัดเจตคติของบุคคล
3. องค์ประกอบด้านพฤติกรรม (Behavioral Component) เป็นองค์ประกอบด้านแนวโน้มของพฤติกรรมที่แสดงออกต่อสิ่งต่างๆ ซึ่งอาจแสดงในทิศทางที่สนับสนุนหรือคัดค้าน ช่วยเหลือหรือทำลาย ทั้งนี้จะความสัมพันธ์และสอดคล้องกับองค์ประกอบสององค์ประกอบแรก

Eagly and Chaiken (1993) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของเจตคติว่าประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ ซึ่งสรุปได้ดังนี้

1. องค์ประกอบด้านความคิด (Cognitive Component) เป็นองค์ประกอบทางความคิด ซึ่งเกิดจากการความเชื่อ ดังนั้นเมื่อได้รับข้อมูลทั้งที่ได้จากประสบการณ์ตรงหรือจากการบอกกล่าว ก็จะอาศัยความเชื่อในการตัดสินใจ
2. องค์ประกอบด้านความรู้สึก (Affective Component) เป็นองค์ประกอบด้านความรู้สึก ที่มีความรู้สึกทั้งทางบวกและทางลบ ในการที่จะมีความรู้ทางบวกหรือลบนั่นก็จะอาศัยความรู้สึกในการตัดสินใจว่าพอใจหรือไม่พอใจ
3. องค์ประกอบด้านพฤติกรรม (Behavioral Component) เป็นองค์ประกอบด้านพฤติกรรม ที่แสดงออกมา ซึ่งการที่จะแสดงพฤติกรรมใดออกมาต้องอาศัยความรู้สึก ว่ารู้สึกอย่างไรก็จะแสดงออกมอย่างนั้น

Schermerhorn and Hunt (2000) กล่าวว่า เจตคติประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ ซึ่งสรุปได้ดังนี้

1. องค์ประกอบด้านความคิด (Cognitive Component) เป็นองค์ประกอบด้านความรู้ ความคิด ซึ่งเป็นเจตคติที่เกิดจากความเชื่อ ความรู้ที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง
2. องค์ประกอบด้านความรู้สึก (Affective Component) เป็นองค์ประกอบด้านความรู้สึกต่อสิ่งต่างๆ โดยใช้ความรู้สึกเฉพาะตนในการกำหนดทิศทางว่าชอบหรือไม่ชอบ
3. องค์ประกอบด้านพฤติกรรม (Behavioral Component) เป็นองค์ประกอบด้านพฤติกรรม ซึ่งพฤติกรรมที่แสดงออกมานั้นมาจากความรู้สึก

ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์ (2551) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของเจตคติไว้ 3 องค์ประกอบ ดังนี้

1. องค์ประกอบด้านความรู้ความเข้าใจ (Cognitive Component) เป็นองค์ประกอบด้านความรู้ความเข้าใจของบุคคลที่มีต่อสิ่งต่างๆ เพื่อเป็นเหตุผลที่จะนำมาสรุปและรวมเป็นความเชื่อ หรือช่วยประเมินสิ่งต่างๆ

2. องค์ประกอบด้านความรู้สึก (Affective Component) เป็นองค์ประกอบด้านความรู้สึกที่เป็นผลมาจากการประเมินสิ่งต่างๆ แล้วว่าพอใจหรือไม่พอใจ

3. องค์ประกอบด้านพฤติกรรม (Behavioral Component) เป็นองค์ประกอบด้านพฤติกรรมหรือความโน้มเอียงที่บุคคลจะปฏิบัติว่าจะไปในทิศทางที่สนับสนุนหรือคัดค้านซึ่งขึ้นอยู่กับความเชื่อหรือความรู้สึกที่มาจากการประเมินผล พฤติกรรมนี้จะแสดงออกมาสอดคล้องกับความรู้สึก

จากความหมายของเจตคติและองค์ประกอบของเจตติดังกล่าวข้างต้นสามารถนำมาสรุปเป็นเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้ได้ว่า เจตคติต่อการจัดการเรียนรู้ หมายถึง ความรู้สึกที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ทั้งทางบวกและทางลบซึ่งก็คือความรู้สึกชอบ ไม่ชอบต่อการจัดการเรียนรู้

สำหรับเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้ในงานวิจัยครั้งนี้ หมายถึง ความรู้สึกของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนันทนาการ ซึ่งอาจแสดงถึงความรู้สึกชอบ ไม่ชอบต่อการจัดการเรียนรู้

การเกิดเจตคติ

เจตคตินั้นไม่ได้มีมาแต่กำเนิดแต่เกิดจากการเรียนรู้และประสบการณ์ที่ได้รับ (Shingley, 1974; กุญชร คำชาย, 2540; ชาติชาย พัทธกษณาคม, 2544) ซึ่งมนุษย์จะจำแนกแยกแยะประสบการณ์ออกเป็น 2 ลักษณะ คือ ชอบ-ไม่ชอบ สนใจ-ไม่สนใจ ในการจำแนกแยกแยะลักษณะของประสบการณ์นี้อาศัยหลักเกณฑ์ที่สะสมมาจากประสบการณ์ในอดีตแล้วนำมาประเมินผลเพื่อกำหนดทิศทางของเจตคติ นอกจากประสบการณ์ที่ได้รับของแต่ละบุคคลแล้วการเกิดเจตคติดังกล่าวสามารถเกิดได้จากการรับเจตคติของผู้อื่นก็สามารถทำให้เกิดเจตคติได้ ซึ่งการรับเจตคติของผู้อื่นนั้นต้องมาจากบุคคลที่น่าเชื่อถือและน่ายกย่องเป็นอย่างมาก (ชาติชาย พัทธกษณาคม, 2544)

จากการศึกษาการเกิดเจตติดังกล่าวสามารถสรุปได้ว่า เจตคติเกิดจากการเรียนรู้และประสบการณ์ที่ได้รับของแต่ละบุคคล โดยอาศัยความเชื่อของตนเป็นเกณฑ์ในการประเมินผลและนำมาตัดสินสิ่งต่างๆ นอกจากนี้การเกิดเจตคติสามารถเกิดขึ้นได้โดยการรับเจตคติจากบุคคลที่สำคัญและน่าเชื่อถือ

วิธีการวัดเจตคติ

เจตคติเป็นนามธรรม เป็นความรู้สึก เป็นความเชื่อ การที่จะวัดเจตคตินั้นจึงไม่สามารถวัดได้โดยตรง แต่วัดได้จากแนวโน้มของบุคคลที่แสดงออกมาทั้งทางภาษาและความคิดเห็น (บุญเรียง ขจรศิลป์, 2528; ชีรวิทย์ เอกะกุล, 2549; ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์, 2551) ในการวัดเจตคตินั้นสามารถวัดได้หลายวิธี ทั้งจากการสังเกต การสัมภาษณ์ การใช้แบบสำรวจ การใช้แบบสอบถาม ดังที่ ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์ (2551) ได้กล่าวไว้ว่า การวัดเจตคติอาจใช้วิธีสังเกตจากการกระทำ คำพูด การแสดงสีหน้าท่าทางหรือการสัมภาษณ์ความรู้สึกนึกคิด แต่แบบวัดหรือเครื่องมือที่นักจิตวิทยานิยมนำมาใช้กันมากจะอยู่ในรูปของแบบสอบถามหรือแบบสำรวจที่เรียกว่า แบบวัดทางเจตคติ สอดคล้องกับ บุญเรียง ขจรศิลป์ (2528) ที่กล่าวว่า วิธีการวัดเจตคติที่ไม่สามารถวัดได้โดยตรง แต่วัดได้จากการแสดงออกทั้งทางภาษาและความคิดเห็น นอกจากนี้ ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ (2543) และ ชีรวิทย์ เอกะกุล (2549) มีความเห็นสอดคล้องกันเกี่ยวกับวิธีการวัดเจตคติว่า การวัดเจตคตินั้นสามารถวัดได้ด้วยวิธีการวัด 5 วิธี ซึ่งแต่ละวิธีสรุปได้ดังนี้

1. การสัมภาษณ์ (Interview) เป็นวิธีที่ง่ายและตรงไปตรงมามากที่สุด โดยผู้สัมภาษณ์จะต้องเตรียมรายการที่จะซักถามไว้อย่างดี แต่มีข้อเสียคือผู้ถามอาจไม่ได้รับความจริงใจจากผู้ตอบและคำตอบที่ได้รับอาจบิดเบือน เนื่องจากกลัวต่อการแสดงความคิด วิธีแก้ปัญหาคือผู้สัมภาษณ์ต้องสร้างบรรยากาศที่เป็นกันเอง ไม่เคร่งเครียดและเป็นอิสระและให้เขาแน่ใจว่าคำตอบของเขาจะถูกปกปิดเป็นความลับ

2. การสังเกต (Observation) เป็นการตรวจสอบโดยการเฝ้ามองและจดบันทึกพฤติกรรมอย่างมีแบบแผน ซึ่งในการสังเกตนี้ผู้สังเกตจะต้องทำตัวเป็นกลางไม่ลำเอียงและไม่มีอคติต่อผู้ที่ถูกสังเกตและในการสังเกตนั้นต้องสังเกตหลายช่วงเวลา

3. การรายงานตัวเอง (Self Report) เป็นการวัดความรู้สึกของตนเองตามสิ่งที่เขาได้สัมผัสได้โดยตรง ซึ่งการรายงานตัวเองนั้นอาจทำได้โดยใช้แบบสอบถาม แบบสำรวจ การเขียนบรรยายความรู้สึกและความคิดเห็น

4. เทคนิคจินตนาการ (Projective Techniques) การใช้เทคนิคจินตนาการนี้เป็นการวัดโดยอาศัยสถานการณ์ เช่น ประโยคที่ไม่สมบูรณ์หรือภาพแปลกๆ เมื่อผู้สอบเห็นก็จะจินตนาการออกมาจากนั้นผู้วัดจะนำข้อมูลนั้นมาตีความ

5. การวัดทางสรีระภาพ (Physiological Measurement) การวัดทางสรีระภาพนี้เป็นการวัดที่อาศัยเครื่องมือทางไฟฟ้าเพื่อวัดความรู้สึกที่วัดจากพลังไฟฟ้าในร่างกายที่เปลี่ยนแปลงไป เช่น ถ้ารู้สึกดีใจ เข้มก็จะชี้ไปที่ข้างหนึ่ง หากรู้สึกเสียใจ เข้มก็จะชี้ไปอีกทางหนึ่ง

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกใช้วิธีการวัดเจตคติโดยใช้แบบวัดเจตคติ แบบสัมภาษณ์และบันทึกอนุทินการเรียนรู้ แล้วนำข้อมูลของแต่ละวิธีมาเชื่อมโยงกันเพื่อสะท้อนถึงผลการวิจัยที่มีความเชื่อมั่นและถูกต้อง

เครื่องมือวัดเจตคติ

แบบวัดเจตคติ

แบบวัดเจตคติเป็นมาตรวัดความรู้สึกที่มีต่อบุคคลใดบุคคลหนึ่งหรือสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งแบบวัดเจตคติที่นิยมใช้มีอยู่ 3 วิธี คือ 1) วิธีการของเทอร์สโตน (Thurstone's Method) 2) วิธีการของ ลิกิรท์ (Likert's Method) และ 3) วิธีใช้ความหมายของภาษา (Semantic Differential Scales) แต่ละวิธีมีการสร้างแบบวัดเจตคติสรุปได้ดังนี้ (บุญเรียง ขจรศิลป์, 2528; ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ, 2539; พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2540)

วิธีการของเทอร์สโตน (Thurstone's Method)

1. เขียนข้อความต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่จะวัดให้ได้มากที่สุดและควรใช้ภาษาที่ง่ายและรัดกุมและข้อความควรประกอบด้วยข้อความต่างๆ ที่สามารถจัดลำดับของความรู้สึก ความชอบจากน้อยไปหามาก เช่น ข้อความที่แสดงความชอบน้อยที่สุด ชอบปานกลางและชอบมากที่สุด

2. นำข้อความไปให้ผู้พิจารณาตัดสิน ซึ่งกลุ่มของผู้พิจารณาตัดสินควรเป็นบุคคลที่มีความเชี่ยวชาญในเรื่องนั้น แต่ไม่ใช่กลุ่มเดียวกันกับกลุ่มตัวอย่างที่จะศึกษาหรือพูดอีกอย่างหนึ่งก็คือ ผู้ตัดสินควรมีคุณสมบัติเดียวกับกลุ่มตัวอย่างที่จะศึกษาประมาณ 50-100 คน

3. การเลือกข้อความให้ผู้พิจารณาตัดสินแบ่งข้อความเป็น 11 ระดับ โดยถามตนเองว่าข้อความนั้นๆ ควรอยู่ระดับใดจาก 1-11 โดยกองที่ 1 เป็นข้อความที่แสดงถึงระดับเจตคติที่น้อยที่สุด กองที่ 6

เป็นข้อความที่แสดงถึงระดับเจตคติที่เป็นกลางและกองที่ 11 เป็นข้อความที่แสดงถึงระดับเจตคติมากที่สุด

4. นำข้อความแต่ละข้อความมาหาค่ามัธยฐาน (Median) และพิสัยควอไทล์ (Quartiles Range) จากนั้นแบ่งข้อความที่มีค่ามัธยฐานเท่ากันอยู่ในกลุ่มเดียวกัน โดยเรียงจากค่ามัธยฐานมากไปน้อย ส่วนในกลุ่มที่มีค่ามัธยฐานเท่ากันให้เรียงข้อความที่มีค่าพิสัยควอไทล์จากมากไปน้อย โดยให้เลือกข้อความที่มีค่าพิสัยควอไทล์น้อย เนื่องจากเป็นข้อความที่ผู้พิจารณาตัดสินว่ามีความเห็นเหมือนกัน หากข้อความมีค่าพิสัยควอไทล์สูงก็จะมีค่ามากกว่า 1.68 ให้ตัดทิ้ง

5. การจัดทำมาตรวัดเจตคติให้เลือกข้อความที่เหลือโดยเลือกข้อความที่มีค่ามัธยฐานห่างกันเป็นช่วงๆ ละเท่าๆ กันหรือเลือกข้อความที่มีค่ามัธยฐานทั้งสูง กลาง ต่ำ ปะปนกันไปและแต่ละช่วงนั้นควรมีจำนวนข้อความเท่าๆ กัน

วิธีการของลิเคิร์ท (Likert's Method)

1. เขียนข้อความต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่จะวัดให้ได้มากที่สุดซึ่งลักษณะของข้อความนั้นควรเป็นภาษาที่ง่ายและชัดเจนและพิจารณาข้อความที่เขียนว่าสอดคล้องกับการตอบเพียงใด เช่น หากต้องการให้ตอบว่า ชอบ-ไม่ชอบ ให้พิจารณาข้อความที่เขียนแล้วสอดคล้องกับสิ่งที่ต้องการให้ตอบ

2. นำข้อความไปให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาและระบุว่าข้อความแต่ละข้อความเป็นข้อความเชิงบวก เชิงลบหรือเป็นกลางๆ และตัดข้อความที่ผู้เชี่ยวชาญส่วนใหญ่มีความเห็นพ้องกันว่าเป็นข้อความกลางๆ ออก

3. การกำหนดน้ำหนักคะแนนของข้อความ ให้กำหนดค่าตัวเลขกับความรู้สึกแต่ละระดับ ถ้ารู้สึกระดับสูงก็ให้ตัวเลขสูงต่อเนื่องไปจนถึงความรู้สึกระดับต่ำก็ให้ตัวเลขต่ำ เช่น ชอบมากที่สุดให้ตัวเลข 5 ชอบให้ตัวเลข 4 ชอบปานกลางให้ตัวเลข 3 ชอบน้อยให้ตัวเลข 2 และชอบน้อยที่สุดให้ตัวเลข 1

4. นำข้อความมาเรียบเรียงเป็นแบบวัดเจตคติ โดยในแบบวัดเจตคติต้องมีคำชี้แจงในการตอบอย่างชัดเจน เช่น ให้ผู้ตอบเขียนเครื่องหมายให้ตรงกับความรู้สึกของตนเองที่มีต่อข้อความแต่ละข้อความ เช่น

ข้อความ	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
ข้าพเจ้าชอบทำงานกลุ่มกับเพื่อนๆ					

วิธีใช้ความหมายทางภาษา (Semantic Differential Scales)

วิธีวัดนี้เป็นการสร้างแบบวัดเจตคติที่อาศัยความหมายของคำมาวัดความรู้สึก เจตคติ และพฤติกรรมของมนุษย์ ซึ่งมีองค์ประกอบพื้นฐาน 3 องค์ประกอบ คือ 1) องค์ประกอบในการประเมินค่า (Evaluative factor) เป็นคำคุณศัพท์ที่แสดงลักษณะด้านการประเมินค่า เช่น ดี-เลว เมตตา-โหดร้าย ซื่อสัตย์-คดโกง เป็นต้น 2) องค์ประกอบในด้านพลังอำนาจ (Potency factor) เป็นคำคุณศัพท์ที่สามารถแสดงลักษณะด้านพลังอำนาจ เช่น แข็งแรง-อ่อนแอ หนัก-เบา ใหญ่-เล็ก เป็นต้น และ 3) องค์ประกอบในด้านกิจกรรม (Activity factor) เป็นคำคุณศัพท์ที่สามารถแสดงลักษณะด้านกิริยาอาการหรือกิจกรรม เช่น ว่องไว-เฉื่อยชา เร็ว-ช้า ร่าเริง-เหงา เป็นต้น ในการสร้างแบบวัดเจตคติวิธีใช้ความหมายทางภาษา (Semantic Differential Scales) นั้น มีวิธีการสร้างแบบวัดเจตคติ ดังนี้

1. ให้ผู้เกี่ยวข้องเลือกคำคุณศัพท์ที่แสดงลักษณะของเป้าหมายที่ต้องการวัดให้ได้มากที่สุด และควรเลือกให้ครบทั้ง 3 องค์ประกอบ เช่น หากต้องการวัดคำว่า “ครู” ก็เลือกคำคุณศัพท์ที่แสดงลักษณะเกี่ยวกับครู เช่น สอนดี-สอนไม่ดี เห็นใจศิษย์-เอาเปรียบศิษย์ อารมณ์ขัน-เคร่งขรึม พุดจาไพเราะ-พุดจาหยาบคาย เป็นต้น

2. นำคำคุณศัพท์ที่เลือกไว้ไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านภาษาไทย ประมาณ 10 คน ตรวจสอบอีกครั้ง คำคุณศัพท์ใดที่ผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นสอดคล้องกันตั้งแต่ร้อยละ 80 ขึ้นไปถือว่าใช้ได้

3. นำคำคุณศัพท์มาสร้างเป็นมาตรวัด โดยแบ่งเป็น 3, 5, 7 หรือ 9 ช่วงก็ได้ แต่ช่วงที่เหมาะสมที่สุดคือ 7 ช่วง ซึ่งในการกำหนดคะแนนของมาตรวัดนั้นมี 2 วิธี คือ

1) กำหนดคะแนนส่วนที่เป็นนิมาน (Positive) ให้เป็น 7 แล้วลดลงเรื่อยๆ จนถึง 1 โดยให้ส่วนที่เป็นนิเสธ (Negative) เป็น 1 เช่น

สอนดี 7 6 5 4 3 2 1 สอนไม่ดี

2) กำหนดคะแนนโดยให้จุดกึ่งกลางเป็น 0 ส่วนที่เป็นนิมานมีค่าเป็นบวกและส่วนที่เป็นนิเสธมีค่าเป็นลบ เช่น

สอนดี 3 2 1 0 -1 -2 -3 สอนไม่ดี

แบบสัมภาษณ์ (Interview)

การสัมภาษณ์เป็นวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยการซักถามหรือสนทนาระหว่างผู้สัมภาษณ์กับผู้ถูกสัมภาษณ์ โดยมีเป้าหมายชัดเจนว่าผู้สัมภาษณ์ต้องการข้อมูลอะไรจากผู้ถูกสัมภาษณ์ (ส่วนสายศ และ อังคณา สายศ, 2539; ผ่องพรรณ ตรียมงคลกุล, 2543 และ ชีรวุฒิ เอกะกุล, 2551) นอกจากจะได้ข้อมูลตามที่ต้องการแล้วผู้สัมภาษณ์จะได้สังเกตบุคลิกภาพและพฤติกรรมต่างๆ ทั้งทางกายและวาจาขณะสัมภาษณ์ด้วย (นิภา ศรีไพโรจน์, 2531; ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์, 2551 และ ชีรวุฒิ เอกะกุล, 2551) สำหรับครูผู้สอนการสัมภาษณ์เป็นวิธีที่ดีและตรงที่สุดวิธีหนึ่งในการที่จะเข้าใจความรู้สึกของนักเรียน (ผ่องพรรณ ตรียมงคลกุล, 2543)

ในการสัมภาษณ์นั้นได้แบ่งประเภทของการสัมภาษณ์ออกเป็นหลายประเภท เช่น แบ่งตามโครงสร้างของการสัมภาษณ์และแบ่งตามจำนวนคนที่ให้สัมภาษณ์ ดังที่ ผ่องพรรณ ตรียมงคลกุล (2543) ได้แบ่งการสัมภาษณ์ตามจำนวนคนที่ให้สัมภาษณ์ ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 วิธี สรุปได้ดังนี้

1. การสัมภาษณ์รายบุคคล (Individual Interview) เป็นการสัมภาษณ์ที่มีผู้สัมภาษณ์ 1 คนต่อผู้ที่ถูกสัมภาษณ์ 1 คน ซึ่งเป็นวิธีการสัมภาษณ์ทั่วไป ในการสัมภาษณ์วิธีนี้ผู้สัมภาษณ์ควรหลีกเลี่ยงการโต้แย้ง โดยไม่พยายามแสดงความคิดเห็น ไม่ขัดจังหวะผู้ให้สัมภาษณ์ เป็นผู้ฟังที่ดี หาวิธีเบี่ยงเบนที่เหมาะสมเพื่อนำไปสู่เป้าหมายและหลีกเลี่ยงการชักจูงโดยใช้คำพูดหรือท่าทาง คำถามนำหรือคำถามที่ระบุเพียงใจ ไม่ใช่ การสัมภาษณ์รายบุคคลนั้นได้แบ่งการสัมภาษณ์เป็น 3 แบบดังนี้

1.1 การสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง (Highly Structured) เป็นการสัมภาษณ์ที่ใช้แบบสัมภาษณ์ที่กำหนดประเด็นคำถามไว้อย่างชัดเจนคล้ายๆ กับการใช้แบบสอบถามเพียงแต่เป็นการซักถามหรือสนทนาแทนการเขียนตอบ

1.2 การสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง (Semi-Structured) เป็นการสัมภาษณ์ที่ใช้ประเด็นคำถามที่มีกรอบกว้างๆ หรือเป็นการใช้คำถามปลายเปิดในการซักถาม

1.3 การสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้าง (Un-Structured) เป็นการสนทนาอย่างเป็นธรรมชาติตามสถานการณ์ที่เกิดขึ้นโดยใช้วิจารณญาณของผู้สัมภาษณ์ที่จะต้องเป็นผู้มีประสบการณ์สูงในการสัมภาษณ์

2. การสัมภาษณ์กลุ่มหรือสนทนากลุ่ม (Focus Group Interview) เป็นการสัมภาษณ์ที่ประยุกต์มาจากการอภิปรายกลุ่มผสมผสานกับวิธีการสัมภาษณ์เพื่อให้ได้ข้อมูลเชิงปฏิสัมพันธ์ของกลุ่มบุคคลด้วยและขนาดของกลุ่มในการสัมภาษณ์ควรมีประมาณ 6-12 คน เพื่อให้สมาชิกในกลุ่มได้มีโอกาสแสดงความคิดเห็นกันอย่างทั่วถึงโดยใช้เวลาสนทนาประมาณ 1-2 ชั่วโมง และในขณะสนทนาควรจดบันทึกข้อมูลประกอบการบันทึกเทปเพื่อนำมาเก็บรายละเอียดข้อมูลแต่ควรได้รับอนุญาตจากสมาชิกกลุ่มเสียก่อน

การแบ่งการสัมภาษณ์ตามโครงสร้างของการสัมภาษณ์ สามารถแบ่งออกเป็น 2 วิธี ดังที่นิภา ศรีไพโรจน์ (2531) และ ชีรวุฒิ เอกะกุล (2551) ได้แบ่งลักษณะการสัมภาษณ์ตามโครงสร้างสรุปได้ดังนี้

1. การสัมภาษณ์โดยใช้แบบสัมภาษณ์ที่มีโครงสร้าง (Structured Interview) เป็นการสัมภาษณ์ที่ใช้แบบสัมภาษณ์ที่สร้างขึ้นเพื่อใช้เป็นกรอบของคำถามในการสัมภาษณ์ที่เหมือนกับผู้ที่ให้สัมภาษณ์แต่ละบุคคล ลักษณะของคำถามมีทั้งผู้สัมภาษณ์เป็นผู้กำหนดคำถามไว้แล้วให้ผู้ถูกสัมภาษณ์เลือกคำตอบตามที่ผู้สัมภาษณ์เป็นผู้กำหนดและมีลักษณะของคำถามแบบปลายเปิดซึ่งลักษณะแบบนี้ไม่จำกัดคำตอบของผู้ถูกสัมภาษณ์ วิธีนี้เป็นวิธีการที่ง่ายสำหรับการนำผลที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลและเหมาะสมกับผู้สัมภาษณ์ที่ยังไม่มีประสบการณ์และมีเวลาสัมภาษณ์จำกัด

2. การสัมภาษณ์โดยใช้แบบสัมภาษณ์ที่ไม่มีโครงสร้าง (Non-Structured Interview) เป็นการสัมภาษณ์ที่ใช้เพียงประเด็นหรือหัวข้อเป็นแนวทางในการตั้งคำถามโดยผู้สัมภาษณ์สามารถ

เปลี่ยนแปลงได้ตามสถานการณ์ ทำให้ได้ข้อมูลที่หลากหลายและลึกซึ้งในการนำมาพิจารณาประกอบการวิเคราะห์ข้อมูล

นอกจากนี้ ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ (2539) ได้แบ่งวิธีการสัมภาษณ์ออกเป็น 3 วิธีสรุปได้ดังนี้

1. การสัมภาษณ์เป็นรายบุคคลหรือกลุ่ม (Individual or Group Interview) เป็นการสนทนาเป็นส่วนตัวระหว่างผู้สัมภาษณ์กับผู้ถูกสัมภาษณ์ ซึ่งผู้ถูกสัมภาษณ์อาจมีคนเดียวหรือหลายคน
2. การสัมภาษณ์แบบมาตรฐาน (Structured Interview) เป็นการสัมภาษณ์ตามรูปแบบที่กำหนดไว้ซึ่งคำตอบที่ให้อยู่ในรูป ใช่-ไม่ใช่ เห็นด้วย-ไม่เห็นด้วย
3. การสัมภาษณ์แบบไม่เป็นมาตรฐาน (Unstructured Interview) เป็นการสัมภาษณ์ที่ไม่มีรูปแบบหรือเรียกว่าเป็นการสัมภาษณ์แบบปลายเปิดโดยที่ผู้สัมภาษณ์จะเป็นผู้ตั้งคำถามแล้วให้ผู้ถูกสัมภาษณ์ได้ตอบแสดงความคิดเห็นและความรู้สึกของตน โดยไม่มีการบังคับให้ตอบ

ในการสัมภาษณ์นั้นควรใช้คำถามในการสัมภาษณ์ที่ผู้ถูกสัมภาษณ์สามารถตอบได้ด้วยความเต็มใจและตรงประเด็น ซึ่ง ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ (2539) ได้เสนอว่า ในการสัมภาษณ์เพื่อให้ได้รับข้อมูลตามวัตถุประสงค์นั้น ผู้สัมภาษณ์ควรใช้คำถามที่มีลักษณะดังนี้

1. การสัมภาษณ์ต้องใช้เทคนิคคำถามที่ยั่วให้ผู้ถูกสัมภาษณ์ต้องการตอบคำถามอย่างเต็มใจและควรใช้คำถามที่ตรงประเด็น ชัดเจน ไม่กำกวมเพื่อให้ผู้ถูกสัมภาษณ์ตอบคำถามที่ตรงประเด็น
2. คำถามที่ใช้ในการสัมภาษณ์ที่ดีควรได้คำตอบที่สามารถนำไปใช้อ้างอิงในกรณีที่เกี่ยวข้องได้

หลังจากที่ได้เก็บรวบรวมข้อมูลจากสัมภาษณ์แล้วนำข้อมูลที่ได้นำมาวิเคราะห์และสรุปดังนี้ (ผ่องพรรณ ตรียมงคลกุล, 2543)

1. ตรวจสอบข้อมูลเบื้องต้นว่าน่าเชื่อถือเพียงใด มีหลักฐานใดในการประกอบพิจารณา
ดังนี้

1.1 ใช้เทคนิคการวิเคราะห์เนื้อหา (Content analysis)

1.2 พิจารณาความเชื่อมโยงของข้อมูล

2. สดทอนข้อมูลจากรายละเอียดไปสู่ภาพรวมที่แสดงแบบแผนของความคิดหรือพฤติกรรม

3. ในกรณีการสัมภาษณ์กลุ่มข้อมูลที่สรุปจะต้องเป็นภาพรวมของกลุ่มที่สะท้อนอิทธิพล
ของปฏิสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นภายในกลุ่มด้วย

4. การนำเสนอข้อมูล ทั้งการสัมภาษณ์รายบุคคลหรือสัมภาษณ์รายกลุ่มจะใช้วิธีการบรรยาย
ที่เสริมด้วยคำพูดของผู้ที่ถูกสัมภาษณ์บางตอนที่เน้นความหมายให้เกิดความชัดเจนมากขึ้น

ข้อดีและข้อจำกัดของการสัมภาษณ์

ข้อดีของการสัมภาษณ์

การสัมภาษณ์เป็นวิธีการแก้ปัญหาจากการที่ได้รับการตอบแบบสอบถามกลับคืนมาก่อนข้าง
น้อยและเป็นวิธีการที่สามารถขอข้อมูลเพิ่มเติมจากข้อที่สงสัยให้มีความชัดเจนมากขึ้น วิธีการ
สัมภาษณ์นี้เหมาะสำหรับบุคคลที่หนังสือไม่ออกและเขียนหนังสือไม่ได้ นอกจากนี้ในขณะที่ผู้
สัมภาษณ์สัมภาษณ์อยู่นั้น ผู้สัมภาษณ์ยังสามารถสังเกตบุคลิกภาพ กิริยาท่าทางของผู้ถูกสัมภาษณ์
ได้อีกด้วย และสามารถนำข้อมูลจากการสังเกตมาประกอบการพิจารณาสรุปผลข้อมูลได้ (นิภา
ศรีไพโรจน์, 2531; นงพรรณ พิริยานุพงศ์, 2546; ธีรวุฒิ เอกะกุล, 2551)

ข้อจำกัดของการสัมภาษณ์

ในการสัมภาษณ์แต่ละครั้งต้องใช้ระยะเวลาก่อนข้างนาน หากผู้สัมภาษณ์ไม่มีมนุษยสัมพันธ์
ที่ดีกับผู้ถูกสัมภาษณ์แล้ว อาจทำให้ผู้ถูกสัมภาษณ์เกิดความอาย ไม่กล้าให้ข้อมูลและที่สำคัญผู้สัมภาษณ์
ต้องไม่มีอคติต่อผู้ถูกสัมภาษณ์เพราะอาจทำให้ผู้สัมภาษณ์ได้ข้อมูลที่เกิดจากความรู้สึกของตนเอง

ด้วย นอกจากนี้การใช้แบบสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้างจะทำให้การวิเคราะห์ข้อมูลค่อนข้างยุ่งยาก โดยเฉพาะการที่มีผู้สัมภาษณ์หลายคน (นิภา ศรีไพโรจน์, 2531; นางพรรณ พิริยานุพงศ์, 2546)

บันทึกอนุทินการเรียนรู้

บันทึกอนุทินการเรียนรู้ (Journal) เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลที่สามารถบอกความรู้สึกนึกคิด เจตคติและการสะท้อนความคิดจากประสบการณ์การเรียนรู้ (ผ่องพรรณ ตรียมงคลกุล, 2543; Hiemstra, 2001) บันทึกอนุทินการเรียนรู้เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลที่ดีสำหรับงานวิจัยในชั้นเรียน เพราะทำให้ครูผู้สอนได้ข้อมูลที่มีรายละเอียดเชิงลึก รวมทั้งยังเป็นช่องทางในการได้ข้อมูลสะท้อนกลับระหว่างครูผู้สอนกับนักเรียนอีกด้วย (Park, 2003; Lee, 2008) ซึ่งรูปแบบของการเขียนบันทึกนั้นมีหลายรูปแบบ ทั้งการเขียนเป็นรายบุคคลหรือการเขียนโดยกลุ่มเพื่อสะท้อนความคิดของคนนั้นหรือคนกลุ่มนั้น (ผ่องพรรณ ตรียมงคลกุล, 2543)

สำหรับงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือกเครื่องมือวัดเจตคติ 3 วิธี คือ แบบวัดเจตคติ การสัมภาษณ์ และบันทึกอนุทินการเรียนรู้ของนักเรียน แล้วนำข้อมูลของเครื่องมือทั้ง 3 วิธี มาเชื่อมโยงกันเพื่อสะท้อนให้เห็นถึงผลการวิจัยที่มีความเชื่อมั่นและถูกต้องดังนี้

1. แบบวัดเจตคติที่มีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) มีตัวเลือก 5 ระดับ คือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด ตามวิธีของลิเคิร์ต (Likert's Method) เพราะเป็นวิธีการที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่ต้องการวัดระดับเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้ว่าเป็นไปในทิศทางใด นอกจากนี้ยังเป็นเครื่องมือที่สร้างง่าย สะดวกต่อการนำไปใช้และการวิเคราะห์ผล ดังที่ปราณี ทองคำ (2539) และ บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์ (2543) มีความเห็นสอดคล้องกันว่า แบบวัดเจตคติตามวิธีของลิเคิร์ต (Likert's Method) เป็นมาตรวัดเจตคติที่ได้รับความนิยมมากที่สุด เพราะสะดวก สร้างง่ายและให้ผู้ตอบสามารถพิจารณาระดับความมากน้อยตามความรู้สึกของตนเองได้

2. การสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง (Semi-Structured Interview) เป็นการสัมภาษณ์ที่เป็นคำถามปลายเปิดเพราะผู้ถูกสัมภาษณ์มีโอกาสตอบตามความรู้สึกของตนเองและมีกรอบหรือหัวข้อในการสัมภาษณ์ทำให้การวิเคราะห์ข้อมูลไม่ยุ่งยาก โดยทำการสัมภาษณ์นักเรียนเป็นรายบุคคล จำนวน 9 คน ใช้เวลาในการสัมภาษณ์คนละ 20 นาที จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์เนื้อหา (Content analysis) พิจารณาเชื่อมโยงข้อมูลและนำมาจัดกลุ่มคำตอบ

3. บันทึกอนุทินการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้เลือกใช้รูปแบบการเขียนบันทึกอนุทินการเรียนรู้เป็นรายบุคคลเพราะเป็นช่องทางในการได้ข้อมูลสะท้อนกลับของนักเรียนทุกคน โดยให้นักเรียนเขียนบันทึกหลังจากเสร็จสิ้นในการจัดการเรียนรู้แต่ละแผน

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยในประเทศ

ชินจิต แสนสุด (2553) ได้ทำการศึกษาแนวคิด ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อการเรียนการจัดการเรียนรู้เรื่องพันธุกรรมของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดเรื่องพันธุกรรมถูกต้องเพิ่มขึ้น มีการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น และนักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการจัดการเรียนรู้ในระดับสูง

จุฑารัตน์ แต่งอ่อน (2554) ได้ทำการศึกษาแนวคิดเรื่องสมบัติของสาร ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ พบว่า นักเรียนมีแนวคิดเรื่องสมบัติของสารเพิ่มขึ้น มีทักษะกระบวนการทดลองขั้นพื้นฐานร้อยละ 66.25 มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผลสร้อยละ 45 และนักเรียนมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ในระดับดี

เบญจพร อินทรสด และคณะ (2554) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและมโนคติที่คลาดเคลื่อนเรื่องรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ด้วยการสืบเสาะแบบเน้นำกับการสืบเสาะสำเร็จรูป โดยจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบชี้แนะแนวทาง (Guided Inquiry) และแบบนำทาง (Structured Inquiry) ให้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า นักเรียนที่เรียนแบบชี้แนะแนวทางมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่านักเรียนที่เรียนแบบนำทางอย่างมีนัยสำคัญ 0.5 จากการวิเคราะห์มโนคติของนักเรียนที่เรียนแบบนำทางมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนสูงกว่ากลุ่มที่เรียนแบบชี้แนะแนวทาง เนื่องจากนักเรียนที่เรียนแบบชี้แนะแนวทางได้ลงมือปฏิบัติและมีส่วนร่วมในกิจกรรม ช่วยกันระดมความคิด ทำให้เข้าใจแนวคิดที่ชัดเจนและสามารถเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ได้

สุพัตรา จันทรโณมิตร และ พิมพันธ์ เจริญกุล (2553) ได้ทำการศึกษาผลของการใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบสืบสอบเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการลดบทบาทการเสริมศักยภาพที่มีต่อมโนทัศน์

ทางชีววิทยาและความสามารถในการสร้างคำอธิบายของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนเรื่องเซลล์ของสิ่งมีชีวิตจำนวน 48 คน เรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบสืบสอบเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการลดบทบาทการเสริมศักยภาพและกลุ่มเปรียบเทียบ จำนวน 50 คน เรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบสืบสอบ พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับเทคนิคการลดบทบาทมีคะแนนเฉลี่ยโน้ตส์เรื่องเซลล์ของสิ่งมีชีวิตเท่ากับร้อยละ 71.53 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือสูงกว่าร้อยละ 70 ความสามารถระดับดี เนื่องจากการเรียนรู้การสืบสอบเริ่มตั้งแต่การเรียนรู้แบบมีการร่วมแนะนำจากครูจนเป็นการไม่มีการแนะนำ ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้เป็นลำดับขั้น อีกทั้งการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม การสื่อสารภายในตนเอง เกิดการเรียนรู้ผ่านการมีปฏิสัมพันธ์ ส่งผลให้นักเรียนมีการพัฒนาทางเชาว์ปัญญาจนเกิดเป็นการเรียนรู้ที่เข้าใจ

ลิขิทธิ พุฒเขียว และ อาชญญา รัตนอุบล (2555) ได้ทำการศึกษาผลการพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนทางไกลเพื่อส่งเสริมการสืบสอบหาความรู้ด้วยตนเองของนักเรียนทางไกลสถาบัน การศึกษาทางไกล ซึ่งนักเรียนทางไกลส่วนใหญ่มีอายุ 12-22 ปี ปีการศึกษา 2554 จำนวน 366 คน พบว่า ระดับการสืบสอบหาความรู้ด้วยตนเองของนักเรียนอยู่ในระดับปานกลาง ทั้งในด้านการกำหนดปัญหา การแสวงหาข้อมูล การตรวจสอบและประเมินผลการเรียนรู้ และการพัฒนาตนเอง ซึ่งควรอำนวยความสะดวกในการระบุปัญหา ขั้นตอนการสืบสอบหาความรู้และการใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนได้คิดอุปนัยจนได้คำตอบ

งานวิจัยต่างประเทศ

Gaddis and Schoffstall (2007) ได้ทำการศึกษากระบวนการและแนวคิดในวิชาเคมีอินทรีย์ ที่จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบชี้แนะแนวทาง (Guided Inquiry) ให้กับนักศึกษาระดับปริญญาตรีพบว่า นักเรียนพัฒนาทักษะกระบวนการทดลองและแนวคิดที่ถูกต้องมากขึ้น เนื่องจากการสอนแบบชี้แนะแนวทาง (Guided Inquiry) ทำให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติการทดลองด้วยตนเอง โดยมีครูเป็นผู้ชี้แนะแนวทางการทดลองและให้นักเรียนได้ร่วมกันอภิปรายส่งผลให้นักเรียนมีกระบวนการและแนวคิดที่ถูกต้องมากขึ้น

Banerjee (2010) ได้ทำการศึกษาทักษะการทดลองในวิชาเคมีของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สืบเสาะหาความรู้แบบชี้แนะแนวทาง (Guided Inquiry) โดยมีครูเข้าร่วมเป็นผู้วิจัยจำนวน 10 คน และมีประสบการณ์สอน 5-10 ปี พบว่า การสืบเสาะหาความรู้แบบชี้แนะแนวทางช่วยพัฒนาทักษะการทดลองของนักเรียน

Li, et al. (2009) ได้ทำการศึกษาแนวทางของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ของนักเรียนที่เรียนคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ของโรงเรียนในเมืองและนอกเมืองในแคนาดา ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 114 คน พบว่า การสอนเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีการสืบเสาะหาความรู้ที่ได้นั้นควรนำการสอนแบบนำทาง (Structured Inquiry) และการสอนแบบชี้แนะแนวทาง (Guided Inquiry) มาใช้เพื่อให้นักเรียนได้พัฒนาการสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง เนื่องจากนักเรียนต้องมีพื้นฐานของการสืบเสาะหาความรู้ที่ถูกต้องก่อนที่นักเรียนจะหาความรู้ด้วยตนเอง

Di Scala-Fouchereau (2012) ได้ทำการศึกษาแนวคิดในการเรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้การสอนแบบนำทาง (Structured Inquiry) ซึ่งกลุ่มที่ศึกษาเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 29 คน เรื่องรับหายใจและระบบเลือด พบว่า นักเรียนสามารถการพัฒนาแนวคิดที่ดีขึ้นและมีความรู้ที่คงทน ร้อยละ 57

Crisp (2012) ได้ทำการศึกษาผลการสอนแบบนำทาง (Structured Inquiry) โดยใช้การคอมพิวเตอร์วิเคราะห์เรื่องสรีระวิทยาศาสตร์ กลุ่มที่ศึกษาเป็นนักเรียนระดับปริญญาตรีที่เรียนวิชาสรีระวิทยาพบว่า นักเรียนมีการคิดวิเคราะห์มากขึ้น เนื่องจากได้ลงมือปฏิบัติการทดลองด้วยตนเอง มีการวิเคราะห์จากภาพ มีภาพการจำลองของสรีระต่างๆ ส่งผลให้นักเรียนมีการวิเคราะห์ที่ดีขึ้น

จากงานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศจะพบว่า มีนักวิจัยหลายท่านที่เห็นถึงความสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบนำทางโดยการนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบนำทางมาช่วยพัฒนาให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในเรื่องต่างๆ ที่เกี่ยวกับชีววิทยาศาสตร์มากขึ้น โดยเฉพาะเนื้อหาที่มีความยาก รวมถึงการพัฒนาทักษะการทดลองของนักเรียนที่มีพื้นฐานทักษะการทดลองค่อนข้างน้อย ครูควรมีการให้แนวทางในการค้นหาคำตอบให้กับนักเรียน รวมถึงการนำรูปแบบการเรียนรู้ อันมาร่วมจัดการเรียนรู้ด้วยเพื่อให้การจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับนักเรียนมากยิ่งขึ้น

บทที่ 3

วิธีการวิจัย

รูปแบบการวิจัย

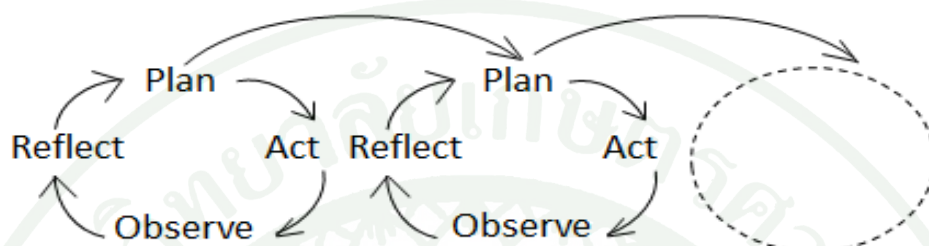
การวิจัยครั้งนี้เป็นรูปแบบการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom Action Research) เพื่อศึกษาทักษะการทดลองและเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทางเรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน โดยนำเสนอวิธีวิจัยตามหัวข้อต่อไปนี้

1. กรอบแนวคิดของวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน
2. กลุ่มที่ศึกษา
3. แผนการจัดการเรียนรู้
4. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
5. การเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การวิเคราะห์ข้อมูล

กรอบแนวคิดของวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน

การวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom Action Research) เป็นการวิจัยที่ผู้วิจัยดำเนินการแสวงหาวิธีการเพื่อหาประเด็นที่สำคัญแล้วนำผลที่ได้มาแก้ปัญหา ปรับปรุง และพัฒนาทักษะการทดลองของนักเรียน รวมทั้งการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนให้มีคุณภาพมากขึ้น ตามรูปแบบวงจรการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนของสุวิมล ว่องวาณิช (2551) ดังนี้ 1) การวางแผน กำหนดประเด็นปัญหาที่ต้องการแก้ไข (Plan) 2) การปฏิบัติตามแผนที่กำหนดไว้ (Act) 3) การสังเกตผลที่เกิดขึ้นจากการ

ปฏิบัติงาน (Observe) และ 4) การสะท้อนผลหลังจากการปฏิบัติงานที่ผู้มีส่วนร่วมวิพากษ์วิจารณ์ ซึ่งนำไปสู่การปรับปรุงแก้ไขการปฏิบัติงานต่อไป (Reflect) สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 1



ภาพที่ 1 วงจรวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน
ที่มา: สุวิมล ว่องวาณิช (2551)

กลุ่มที่ศึกษา

กลุ่มที่ศึกษาเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 1 ห้องเรียน มีนักเรียนจำนวน 42 คน แบ่งเป็นนักเรียนหญิง 33 คน นักเรียนชาย 9 คน ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 โรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดเพชรบูรณ์ สังกัดเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 40

แผนการจัดการเรียนรู้

นวัตกรรมที่ใช้ในการวิจัย คือ แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทาง เรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน โดยแผนการจัดการเรียนรู้มีทั้งหมด 6 แผน ครอบคลุมเนื้อหาเกี่ยวกับเรื่อง แรง กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 1 ของนิวตัน กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 ของนิวตัน กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 3 ของนิวตัน สภาพไร้น้ำหนักและแรงดึงดูดระหว่างมวล แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทางมุ่งให้นักเรียนใช้ทักษะการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานที่ตั้งขึ้นจากสถานการณ์โดยใช้กระบวนการกลุ่ม แล้วนำความรู้ที่ได้มาแก้ปัญหาที่ตั้งไว้ ซึ่งผู้วิจัยมีขั้นตอนในการสร้างและพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทางดังนี้

1. ศึกษาจุดมุ่งหมายของหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

2. ศึกษารายละเอียดเนื้อหาเรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันจากหนังสือเรียนวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม เล่ม 1 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำนักพิมพ์โรงพิมพ์ครุสภา คู่มือครูของ สสวท. หนังสือและตำราที่เกี่ยวข้องกับเรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน เป็นต้น

3. ศึกษากรอบแนวคิด หลักการและวิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำ ทางจากหนังสือและเอกสารต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง

4. กำหนดจุดมุ่งหมาย รูปแบบการจัดกิจกรรม สร้างตารางวิเคราะห์เนื้อหา วิธีการวัดและ ประเมินผลสำหรับการจัดการเรียนรู้เรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน

5. ดำเนินการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทางจำนวน 6 แผน เป็นเวลาทั้งสิ้น 10 ชั่วโมง ได้แก่เนื้อหาเรื่อง แรง กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 1 ของนิวตัน กฎการเคลื่อนที่ ข้อที่ 2 ของนิวตัน กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 3 ของนิวตัน สภาพไร้น้ำหนักและแรงดึงดูดระหว่างมวล

6. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น ไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบความ ถูกต้องเกี่ยวกับความตรงเชิงเนื้อหา การใช้ภาษาและขั้นตอนของกิจกรรมต่างๆ ว่าเป็นไปตามหลักการ จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทางหรือไม่ รวมทั้งตรวจสอบความเหมาะสมของเวลา ที่ใช้ในแต่ละกิจกรรมและเกณฑ์การประเมินผล ซึ่งอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์แนะนำว่าจุดประสงค์ การเรียนรู้ควรมีทั้ง 3 ด้าน คือ ด้านความรู้ ด้านทักษะกระบวนการ และด้านเจตคติ จากนั้นปรับปรุง แก้ไขข้อบกพร่องตามคำแนะนำแล้วให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบความถูกต้องใน ขั้นตอนต่างๆ อีกครั้ง

7. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความถูก ต้องเกี่ยวกับความตรงเชิงเนื้อหา การใช้ภาษา ขั้นตอนของกิจกรรมต่างๆ เวลาที่ใช้ในแต่ละกิจกรรม และเกณฑ์การประเมินผล โดยผู้เชี่ยวชาญให้ปรับเกณฑ์การประเมินผลจากการกำหนดเป็นช่วงมาก ปานกลาง และน้อย เป็นกำหนดให้เป็นช่วงคะแนนที่มีความละเอียดมากขึ้น จากนั้นปรับปรุงแก้ไข ข้อบกพร่องตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

8. นำแผนการจัดการเรียนรู้ไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบอีกครั้ง

9. นำแผนการจัดการเรียนรู้ไปจัดกิจกรรมการเรียนรู้กับกลุ่มที่ศึกษา

แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทางมีทั้งหมด 6 แผน ใช้เวลาเรียนทั้งหมด 10 ชั่วโมง ซึ่งแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 6 แผน ประกอบด้วย

1. แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง แรง เวลา 2 ชั่วโมง
2. แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 1 ของนิวตัน เวลา 2 ชั่วโมง
3. แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 ของนิวตัน เวลา 2 ชั่วโมง
4. แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 3 ของนิวตัน เวลา 2 ชั่วโมง
5. แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง สภาพไฟฟ้าในน้ำหนัก เวลา 1 ชั่วโมง
6. แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง แรงดึงดูดระหว่างมวล เวลา 1 ชั่วโมง

ผู้วิจัยได้จัดการเรียนรู้เรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทาง ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

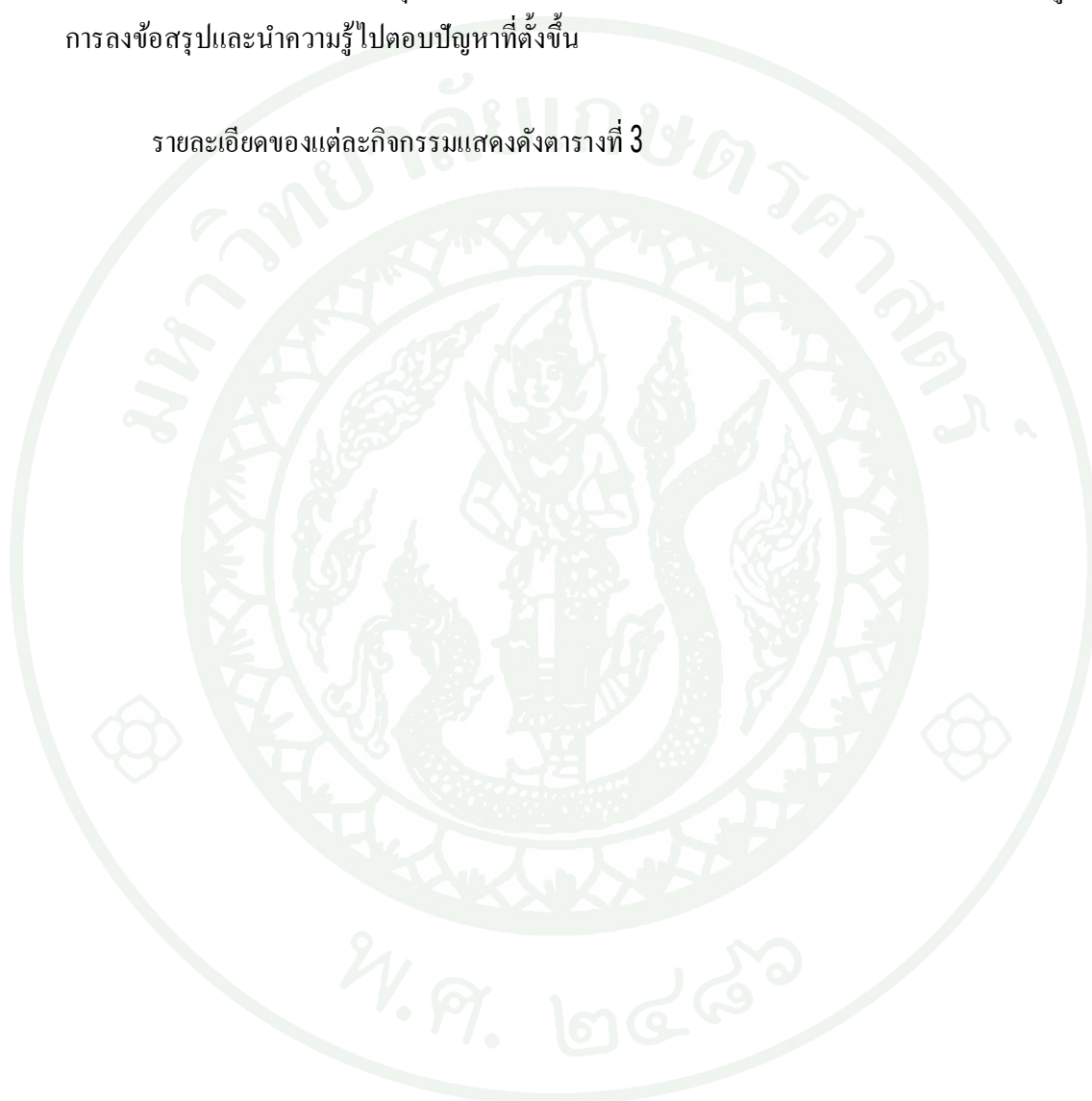
ขั้นที่ 1 ขั้นศึกษาปัญหา ผู้วิจัยนำเสนอสถานการณ์ที่สร้างขึ้นโดยแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มๆ ละ 4-5 คน คละเพศและความสามารถ โดยดูจากผลการเรียน จากการถาม-ตอบในขณะที่เรียนและให้นักเรียนช่วยกันวิเคราะห์ปัญหาและร่วมกันระบุปัญหาจากสถานการณ์โดยอาศัยความรู้เดิมของนักเรียนแต่ละคน

ขั้นที่ 2 ขั้นระดมสมองเพื่อตั้งสมมติฐาน เมื่อนักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันระบุปัญหาแล้วให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันระดมสมองตั้งสมมติฐานเพื่อคาดคะเนคำตอบล่วงหน้าซึ่งคำตอบที่คาดคะเนไว้ล่วงหน้าอาจถูกหรือผิดก็ได้

ขั้นที่ 3 ขั้นศึกษาค้นคว้าทดลอง ในขั้นนี้นักเรียนแต่ละกลุ่มต้องวิเคราะห์ วางแผนการทดลอง และปฏิบัติการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานด้วยตนเอง

ขั้นที่ 4 ขั้นสรุปผล เมื่อนักเรียนปฏิบัติการทดลองแล้วนักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายเพื่อสรุปผลของกลุ่มตนเองและอภิปรายระหว่างกลุ่มว่าผลการทดลองสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้หรือไม่และให้นักเรียนแต่ละกลุ่มวิเคราะห์ผลการทดลองและนำผลการทดลองมาอธิบายจนนำไปสู่การลงข้อสรุปและนำความรู้ไปตอบปัญหาที่ตั้งขึ้น

รายละเอียดของแต่ละกิจกรรมแสดงดังตารางที่ 3



ตารางที่ 3 โครงการสอนระยะยาวของหน่วยการจัดการเรียนรู้เรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน

กิจกรรมการเรียนรู้	ลักษณะการจัดเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทาง			
	ขั้นศึกษาปัญหา	ขั้นระดมสมอง เพื่อตั้งสมมติฐาน	ขั้นศึกษาค้นคว้าทดลอง	ขั้นสรุปผล
เรื่อง แรง	1. ครูนำเสนอสถานการณ์ที่ครูสร้างขึ้นเรื่อง “รีบไปโรงพยาบาล” 2. ครูให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์และวิเคราะห์ว่าจะเลือกเข็นรถวิธีใดที่จะทำให้ผู้ป่วยไปถึงโรงพยาบาลได้เร็วที่สุดและให้นักเรียนระบุปัญหา 3. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายว่า การระบุปัญหาจะต้องสอดคล้องกับสถานการณ์และการระบุ	1. ครูให้นักเรียนแต่ละคนตั้งสมมติฐาน 2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายว่า การตั้งสมมติฐานจะต้องสอดคล้องกับปัญหาและบอกความสัมพันธ์ของตัวแปรต้นและตัวแปรตามได้	1. ครูนำสมมติฐานของนักเรียนมาจัดกลุ่ม โดยนำนักเรียนที่มีสมมติฐานเหมือนกันหรือคล้ายกันมาอยู่ในกลุ่มเดียวกันกลุ่มละ 4-5 คน 2. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐาน 3. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายว่า การออกแบบทดลองควรประกอบด้วย 1) กำหนดวัตถุประสงค์	1. ครูให้นักเรียนนำเสนอผลการทดลอง 2. ครูถามคำถามกับนักเรียนเพื่อให้นักเรียนสังเคราะห์ความรู้นำไปสู่การลงข้อสรุป 3. ครูถามคำถามกับนักเรียนเพื่อให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้ไปแก้ปัญหาดำเนินการระบุไว้

ตารางที่ 3 (ต่อ)

กิจกรรมการเรียนรู้	ลักษณะการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทาง			
	ขั้นศึกษาปัญหา	ขั้นระดมสมอง เพื่อตั้งสมมติฐาน	ขั้นศึกษาค้นคว้าทดลอง	ขั้นสรุปผล
ปัญหาต้องบอกสิ่งที่ต้องการ ศึกษาได้			2) ออกแบบตารางบันทึกผลการทดลอง 3) กำหนดตัวแปรต้น 4) กำหนดตัวแปรตาม และ 5) กำหนดตัวแปรที่ต้องควบคุม 4. ครูนำอุปกรณ์การทดลองมาอธิบายวิธีการใช้และการอ่านค่าแล้วให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายว่าจะใช้อุปกรณ์ใดบ้างในการทดลอง 5. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันปฏิบัติการทดลองตามที่ออกแบบไว้	

ตารางที่ 3 (ต่อ)

กิจกรรมการเรียนรู้	ลักษณะการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทาง			
	ขั้นศึกษาปัญหา	ขั้นระดมสมอง เพื่อตั้งสมมติฐาน	ขั้นศึกษาค้นคว้าทดลอง	ขั้นสรุปผล
เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ ข้อที่ 1 ของนิวตัน	- ครูจึงแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มๆ ละ 4-5 คน คละเพศและความสามารถ โดยดูจากผลการเรียน การถาม-ตอบในห้องเรียนและการเรียนจากบทที่ที่แล้ว - ครูนำเสนอสถานการณ์ที่ครูสร้างขึ้นเรื่อง “เล่นลิ่ว” - ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาสถานการณ์ วิเคราะห์และระบุปัญหาจากสถานการณ์ - ครูถามคำถามกับนักเรียนเพื่อทบทวนเกี่ยวกับการระบุปัญหาว่าการระบุปัญหาจะ	- ครูถามคำถามกับนักเรียนแต่ละกลุ่มเพื่อทบทวนเกี่ยวกับการตั้งสมมติฐานว่าตัวแปรต้นคืออะไร ตัวแปรตามคืออะไร - ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันตั้งสมมติฐาน	- ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษาวิธีการทดลองจากใบกิจกรรมการทดลองเรื่องกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 1 ของนิวตัน - ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายว่าต้องใช้อุปกรณ์ใดบ้างในการทดลอง - ครูให้นักเรียนปฏิบัติการทดลองตามวิธีการทดลองแล้วบันทึกผลและสรุปผลการทดลอง	- ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการทดลอง - ครูถามคำถามกับนักเรียนเพื่อให้ นักเรียนสามารถสังเคราะห์ความรู้จนนำไปสู่การลงข้อสรุป - ครูถามคำถามกับนักเรียนเพื่อให้ นักเรียนนำความรู้ไปแก้ปัญหาตามที่ระบุไว้

ตารางที่ 3 (ต่อ)

กิจกรรมการเรียนรู้	ลักษณะการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทาง			
	ขั้นศึกษาปัญหา	ขั้นระดมสมอง เพื่อตั้งสมมติฐาน	ขั้นศึกษาค้นคว้าทดลอง	ขั้นสรุปผล
เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ ข้อที่ 2 ของนิวตัน	ต้องสอดคล้องกับ สถานการณ์และการระบุ ปัญหาต้องบอกสิ่งที่ ต้องการศึกษาได้			
	1. ครูแบ่งนักเรียนออกเป็น กลุ่มๆ ละ 4-5 คน 2. ครูนำเสนอสถานการณ์ที่ ครูสร้างขึ้นเรื่อง “เร็วขึ้น อีก” 3. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม ศึกษาสถานการณ์ วิเคราะห์และระบุปัญหา จากสถานการณ์	1. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม ร่วมกันตั้งสมมติฐาน 2. ครูถามคำถามกับนักเรียน แต่ละกลุ่มเพื่อทบทวน เกี่ยวกับการตั้งสมมติฐาน ว่าการตั้งสมมติฐานจะต้อง สอดคล้องกับปัญหาและ บอกความสัมพันธ์ของตัว แปรต้นและตัวแปรตามได้	1. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม ร่วมกันศึกษาวิธีการ ทดลองจากใบกิจกรรม การทดลองเรื่องกฎการ เคลื่อนที่ข้อที่ 2 ของนิวตัน 2. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม ร่วมกันอภิปรายว่าต้องใช้ อุปกรณ์ใดบ้างในการ ทดลอง	1. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม นำเสนอผลการทดลอง 2. ครูถามคำถามกับนักเรียน เพื่อให้นักเรียนสามารถ สังเคราะห์ความรู้จนนำ ไปสู่การลงข้อสรุป 3. ครูถามคำถามกับนักเรียน เพื่อให้นักเรียนนำความรู้ ไปแก้ปัญหาตามที่ระบุไว้

ตารางที่ 3 (ต่อ)

กิจกรรมการเรียนรู้	ลักษณะการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทาง			
	ขั้นศึกษาปัญหา	ขั้นระดมสมอง เพื่อตั้งสมมติฐาน	ขั้นศึกษาค้นคว้าทดลอง	ขั้นสรุปผล
เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ ข้อที่ 3 ของนิวตัน	1. ครูแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มๆ ละ 4-5 คน 2. ครูนำเสนอสถานการณ์ที่ครูสร้างขึ้นเรื่อง “ชนกำแพง” 3. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาด้านการวิเคราะห์และระบุปัญหาจากสถานการณ์	1. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันตั้งสมมติฐาน	3. ครูให้นักเรียนปฏิบัติการทดลองตามวิธีการทดลองแล้วบันทึกผลและสรุปผลการทดลอง 1. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษาวิธีการทดลองจากใบกิจกรรมการทดลองเรื่องกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 3 ของนิวตัน 2. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายว่าต้องใช้อุปกรณ์ใดบ้างในการทดลอง 3. ครูให้นักเรียนปฏิบัติการทดลองตามวิธีการทดลอง	1. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการทดลอง 2. ครูถามคำถามกับนักเรียนเพื่อให้นักเรียนสามารถสังเคราะห์ความรู้จนนำไปสู่การลงข้อสรุป 3. ครูถามคำถามกับนักเรียนเพื่อให้นักเรียนนำความรู้ไปแก้ปัญหาตามที่ระบุไว้

ตารางที่ 3 (ต่อ)

กิจกรรมการเรียนรู้	ลักษณะการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทาง			
	ขั้นศึกษาปัญหา	ขั้นระดมสมอง เพื่อตั้งสมมติฐาน	ขั้นศึกษาค้นคว้าทดลอง	ขั้นสรุปผล
เรื่อง แรงดึงดูดระหว่างมวล	- ครูแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มๆ ละ 4-5 คน - ครูนำเสนอสถานการณ์ที่ครูสร้างขึ้นเรื่อง “ทำไมไม่เท่ากัน” - ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาดูสถานการณ์วิเคราะห์และระบุปัญหาจากสถานการณ์	ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันตั้งสมมติฐาน	การทดลองเรื่องแรงดึงดูดระหว่างมวลไม่สามารถทดลองได้ในห้องปฏิบัติการ ครูจึงนำสื่อการทดลองห้องเรียนเสมือนมาให้ นักเรียนทำการทดลองโดยครูอธิบายวิธีการทดลองและการอ่านค่าต่างๆ จากนั้นครูถามคำถามกับนักเรียนเพื่อแสดงว่านักเรียนสามารถอ่านค่าและสามารถปฏิบัติการทดลองได้	- ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการทดลอง - ครูถามคำถามกับนักเรียนเพื่อให้ นักเรียนสามารถสังเคราะห์ความรู้จนนำไปสู่การลงข้อสรุป - ครูถามคำถามกับนักเรียนเพื่อให้ นักเรียนนำความรู้ไปแก้ปัญหาดตามที่ระบุไว้

ตารางที่ 3 (ต่อ)

กิจกรรมการเรียนรู้	ลักษณะการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทาง			
	ขั้นศึกษาปัญหา	ขั้นระดมสมอง เพื่อตั้งสมมติฐาน	ขั้นศึกษาค้นคว้าทดลอง	ขั้นสรุปผล
เรื่อง สภาพไร่น้ำหนัก	1. ครูแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มๆ ละ 4-5 คน 2. ครูนำเสนอสถานการณ์ที่ครูสร้างขึ้นเรื่อง “ยิ่งสูงยิ่งน้อย” 3. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาดูสถานการณ์วิเคราะห์และระบุปัญหาจากสถานการณ์	1. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันตั้งสมมติฐาน	2. ครูให้นักเรียนออกแบบตารางบันทึกผลการทดลองและให้นักเรียนปฏิบัติการทดลองเรื่องแรงดึงดูดระหว่างมวล 1. ครูนำวิธีการทดลองและผลการทดลองเรื่องสภาพไร่น้ำหนัก ซึ่งเป็นการทดลองเกี่ยวกับการหาค่าความเร่งโน้มถ่วงที่ระดับความสูงต่างๆ มาให้นักเรียนวิเคราะห์เพื่อลงข้อสรุป 2. ครูถามคำถามกับนักเรียนเพื่อเป็นแนวทางให้นักเรียนสามารถสรุปผลการทดลอง	1. ครูถามคำถามกับนักเรียนเพื่อให้นักเรียนสามารถสังเคราะห์ความรู้จนนำไปสู่การลงข้อสรุป 2. ครูถามคำถามกับนักเรียนเพื่อให้นักเรียนนำความรู้ไปแก้ปัญหาตามที่ระบุไว้

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้เครื่องมือที่หลากหลายเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับแนวทางในการจัดการเรียนรู้ที่จะช่วยพัฒนาทักษะการทดลอง โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทางและเจตคติของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทาง ซึ่งเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย บันทึกลหลังการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัย แบบวัดทักษะการทดลอง แบบวัดเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทาง บันทึกอนุทินการเรียนรู้ของนักเรียน และแบบสัมภาษณ์ถึงโครงสร้าง ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

แนวทางในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทางที่จะช่วยพัฒนาทักษะการทดลองของนักเรียน

แบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ เป็นเครื่องมือที่ผู้วิจัยบันทึกเหตุการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างการจัดการเรียนรู้เพื่อใช้หาแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทาง ซึ่งบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้เป็นส่วนหนึ่งของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทางที่ผู้วิจัยจดบันทึกสิ่งที่ได้จากการสังเกตอย่างละเอียดภายหลังจากเสร็จสิ้นการจัดการเรียนรู้ในแต่ละชั่วโมงและนำข้อมูลที่ได้จากการบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ไปปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ในครั้งต่อไป โดยผู้วิจัยบันทึกประเด็นดังต่อไปนี้

1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้
2. ผลการเรียนรู้ของนักเรียน
3. ปัญหาที่เกิดขึ้นในระหว่างการจัดการเรียนรู้
4. แนวทางการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในระหว่างการจัดการเรียนรู้

ผู้วิจัยมีขั้นตอนในการสร้างแบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมาย กรอบแนวคิดของแบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

2. สร้างแบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้เพื่อใช้ศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทาง

3. นำแบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์พิจารณาความครอบคลุมแนวทางในการจัดการเรียนรู้ จากนั้นปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะแล้วให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบอีกครั้ง

4. นำบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน พิจารณาความครอบคลุมแนวทางในการจัดการเรียนรู้ จากนั้นปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

5. นำบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบอีกครั้ง และนำไปใช้ในแผนการจัดการเรียนรู้ต่อไป

ทักษะการทดลองของนักเรียน

แบบวัดทักษะการทดลอง เป็นแบบวัดที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อใช้วัดทักษะการทดลองของนักเรียน ลักษณะของแบบวัดเป็นแบบอัตนัยจำนวน 5 สถานการณ์ โดยให้นักเรียนทำแบบวัดหลังเสร็จสิ้นการจัดการเรียนรู้เรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันครบทุกแผนแล้ว

ผู้วิจัยมีขั้นตอนในการสร้างแบบวัดทักษะการทดลองดังนี้

1. ศึกษาวิธีการวัดทักษะการทดลอง เทคนิคการสร้างแบบวัด ตัวอย่างแบบวัดและเทคนิคการประเมินทักษะการทดลองจากหนังสือและเอกสารที่เกี่ยวข้อง

2. ศึกษาหลักสูตร เนื้อหาสาระเกี่ยวกับทักษะการทดลอง กำหนดกรอบของทักษะการทดลอง ได้แก่ การระบุปัญหา การตั้งสมมติฐาน การทดลองและการสรุปผลการทดลอง

3. สร้างแบบวัดทักษะการทดลองที่มีลักษณะของแบบวัดแบบอัตนัยจำนวน 5 สถานการณ์

4. นำแบบวัดทักษะการทดลองที่สร้างขึ้นไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบความถูกต้องเกี่ยวกับความตรงเชิงเนื้อหา ความเหมาะสมของภาษา เวลาที่ใช้และเกณฑ์การประเมินผลของแบบวัดทักษะการทดลอง ซึ่งอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์แนะนำว่าแบบวัดทักษะต้องใช้ภาษาที่นักเรียนอ่านแล้วเข้าใจง่ายและต้องเหมาะสมกับความรู้พื้นฐานของนักเรียน จากนั้นปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องตามคำแนะนำแล้วให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบอีกครั้ง

5. นำแบบวัดทักษะการทดลองที่สร้างขึ้นและปรับปรุงแล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่านตรวจสอบความถูกต้องเกี่ยวกับความตรงเชิงเนื้อหา ความเหมาะสมของภาษา เวลาที่ใช้และเกณฑ์การประเมินผลของแบบวัดทักษะการทดลอง ซึ่งผู้เชี่ยวชาญแนะนำว่าควรปรับเกณฑ์การให้คะแนนให้มีช่วงให้คะแนนมากขึ้น จากนั้นปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

6. นำแบบวัดทักษะการทดลองที่สร้างขึ้นไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบอีกครั้ง

7. นำแบบวัดทักษะการทดลองไปทดลองใช้กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 40 คน ที่มีความสามารถใกล้เคียงกับกลุ่มที่ศึกษา ซึ่งพบว่าต้องปรับปรุงความเหมาะสมของภาษาให้เหมาะสมกับระดับความรู้ของนักเรียนและควรเพิ่มเวลาจาก 60 นาที เป็น 90 นาที จากนั้นนำแบบวัดทักษะการทดลองไปปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องและเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบให้ข้อเสนอแนะอีกครั้งและปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องตามคำแนะนำ

8. นำแบบวัดทักษะการทดลองไปวัดทักษะการทดลองกับกลุ่มที่ศึกษา ซึ่งมีสถานการณ์และทักษะใช้วัดดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 4 แสดงจำนวนสถานการณ์ ทักษะที่ใช้วัดและที่มาของแบบวัด

สถานการณ์	การวัดทักษะ	ที่มาของแบบวัด
1	การตั้งสมมติฐาน	ผู้วิจัย
2	การทดลอง การระบุปัญหา การตั้งสมมติฐาน การทดลอง	บุญนำ อินทนนท์ (2551)
3	การสรุปผลการทดลอง	ผู้วิจัย
4	การสรุปผลการทดลอง	สมพงษ์ จันโพธิ์ศรี (2537)
5	การระบุปัญหา	ผู้วิจัย

เจตคติของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทาง

แบบวัดเจตคติของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทางเป็นแบบวัดผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อวัดระดับความชอบ ไม่ชอบต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทาง ลักษณะของแบบวัดเจตคติเป็นแบบวัดมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) มีตัวเลือก 5 ระดับ คือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด โดยให้นักเรียนทำแบบวัดเจตคติหลังจากเสร็จสิ้นการจัดการเรียนรู้เรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันครบทุกแผนแล้ว

ผู้วิจัยมีขั้นตอนในการสร้างแบบวัดเจตคติดังนี้

1. กำหนดกรอบแนวคิดในการสร้างแบบวัดเจตคติของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทาง
2. ศึกษาตำราและเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบวัดเจตคติที่มีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) และคัดเลือกเนื้อหาเพื่อนำไปใช้ในการสร้างแบบวัดเจตคติ
3. สร้างแบบวัดเจตคติที่เกี่ยวกับความคิดเห็นและความรู้สึกต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทางที่มีลักษณะเป็นแบบวัดมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) มีตัวเลือก 5 ระดับ คือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด แบบวัดเจตคติของนักเรียนต่อการจัดการ

เรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทางแบ่งเป็น 2 ตอน คือ ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทาง จำนวนข้อคำถาม 3 ข้อ และตอนที่ 2 เจตคติของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทาง จำนวนข้อคำถาม 20 ข้อ ซึ่งผู้วิจัยกำหนดเกณฑ์ในการให้คะแนนในการตอบแต่ละข้อ ดังนี้ ระดับความชอบมากที่สุด 5 คะแนน ระดับความชอบมาก 4 คะแนน ระดับความชอบปานกลาง 3 คะแนน ระดับความชอบน้อย 2 คะแนน และระดับความชอบน้อยมากที่สุด 1 คะแนน จากนั้นนำข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้จากแบบวัดเจตคติมาหาค่าความถี่ ค่าความหาค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากนั้นประเมินผลโดยใช้เกณฑ์ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.50 – 5.00	หมายความว่า มีความชอบในระดับสูงมาก
ค่าเฉลี่ย 3.50 – 4.49	หมายความว่า มีความชอบในระดับสูง
ค่าเฉลี่ย 2.50 – 3.49	หมายความว่า มีความชอบในระดับปานกลาง
ค่าเฉลี่ย 1.50 – 2.49	หมายความว่า มีความชอบในระดับน้อย
ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.49	หมายความว่า มีความชอบในระดับน้อยที่สุด

3.1 นำแบบวัดเจตคติที่สร้างขึ้นไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบความถูกต้องเพื่อพิจารณาความครอบคลุมของเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทาง ความเหมาะสมของภาษา ซึ่งอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์แนะนำว่าควรเป็นภาษาที่นักเรียนเข้าใจง่ายและข้อความต้องสอดคล้องกับสิ่งที่ต้องการจะวัด จากนั้นปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องตามคำแนะนำแล้วให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบความถูกต้อง

3.2 นำแบบวัดเจตคติที่ปรับปรุงแล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความถูกต้องเพื่อพิจารณาความครอบคลุมของเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทาง ความเหมาะสมของภาษา จากนั้นปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

3.3 นำแบบวัดเจตคติไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบอีกครั้ง

3.4 นำแบบวัดเจตคติไปทดลองใช้กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีความสามารถใกล้เคียงกับกลุ่มที่ศึกษา ซึ่งพบว่าต้องปรับภาษาให้เหมาะสมกับระดับความรู้ของนักเรียน จากนั้นนำแบบวัดเจตคติไปปรับปรุงและเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบให้ข้อเสนอแนะอีกครั้งและปรับปรุงตามข้อเสนอแนะ

3.5 นำแบบวัดเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทางไปใช้กับกลุ่มที่ศึกษา จากนั้นนำข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้จากแบบวัดเจตคติมาหาค่าความถี่ คำนวณหาค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานแล้วประเมินตามเกณฑ์

บันทึกอนุทินการเรียนรู้ของนักเรียน เป็นเครื่องมือที่ผู้วิจัยใช้เพื่อหาแนวทางในการจัดการเรียนรู้และเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทาง เพื่อให้ได้ข้อมูลสะท้อนกลับจากนักเรียนเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของครู ซึ่งนักเรียนเป็นผู้เขียนบันทึกบันทึกหลังจากเสร็จสิ้นการจัดการเรียนรู้ในแต่ละแผน โดยให้นักเรียนเขียนบันทึกแสดงความคิดเห็นในประเด็นดังต่อไปนี้

1. ความรู้สึกที่เกิดจากการจัดการเรียนรู้
2. ปัญหา/อุปสรรคที่เกิดขึ้นจากการจัดการเรียนรู้
3. ประโยชน์ที่ได้รับจากกิจกรรมการจัดการเรียนรู้
4. ความรู้ที่ได้รับจากกิจกรรมการจัดการเรียนรู้

ผู้วิจัยมีขั้นตอนในการสร้างบันทึกอนุทินการเรียนรู้ของนักเรียนดังนี้

1. กำหนดกรอบแนวคิดในการสร้างแบบบันทึกอนุทินการเรียนรู้
2. สร้างแบบบันทึกอนุทินการเรียนรู้ที่ครอบคลุมประเด็นเกี่ยวกับแนวทางในการจัดการเรียนรู้และเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทาง

3. นำแบบบันทึกอนุทินการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบความถูกต้องเพื่อพิจารณาความครอบคลุมแนวทางในการจัดการเรียนรู้และเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทาง ความเหมาะสมของภาษา ซึ่งอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์แนะนำให้ควรเขียนประเด็นให้ชัดเจนและครอบคลุมกับสิ่งที่ต้องการวัด จากนั้นนำไปปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องตามคำแนะนำ แล้วให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบความถูกต้อง

4. นำแบบบันทึกอนุทินการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความถูกต้องเพื่อพิจารณาความครอบคลุมแนวทางในการจัดการเรียนรู้และเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทาง ความเหมาะสมของภาษา จากนั้นนำไปปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องตามคำแนะนำ

5. นำแบบบันทึกอนุทินการเรียนรู้ไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบอีกครั้ง

6. นำบันทึกอนุทินการเรียนรู้ไปใช้กับกลุ่มที่ศึกษา จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาตีความอย่างละเอียดแล้วนำมาจัดกลุ่มคำตอบ แล้วนำคำตอบของนักเรียนไปบรรยายเพื่อให้ข้อมูลเกี่ยวกับเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้ให้มีความชัดเจนมากขึ้น

แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง เป็นเครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อใช้วัดเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทาง ผู้วิจัยนำข้อมูลจากการสัมภาษณ์นักเรียนมาเชื่อมโยงกับข้อมูลที่ได้จากแบบวัดเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้และบันทึกอนุทินการเรียนรู้เพื่อสะท้อนถึงผลการวิจัยที่มีความเชื่อมั่นและถูกต้อง ซึ่งผู้วิจัยจะเป็นผู้สัมภาษณ์นักเรียนด้วยตนเองหลังจากเสร็จสิ้นการจัดการเรียนรู้ครบทุกแผนแล้ว โดยทำการสัมภาษณ์ความรู้สึกและความคิดเห็นของนักเรียนในประเด็นดังต่อไปนี้

1. นักเรียนมีความรู้สึกอย่างไรต่อกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ของครู เพราะเหตุใด
2. สิ่งที่นักเรียนได้รับจากการเรียนมีอะไรบ้าง
3. นักเรียนอยากให้ครูจัดกิจกรรมอะไรเพิ่มเติม

ผู้วิจัยมีขั้นตอนในการสร้างแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างดังนี้

1. ศึกษาตำราและเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบสัมภาษณ์ที่มีลักษณะเป็นแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง
2. กำหนดกรอบแนวคิดในการสร้างแบบสัมภาษณ์

3. สร้างแบบสัมภาษณ์เกี่ยวกับความคิดเห็นและความรู้สึกต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทาง

4. นำแบบสัมภาษณ์ที่สร้างขึ้นไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์พิจารณาความครอบคลุมเกี่ยวกับเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้แบบนำทาง ความเหมาะสมของภาษา เวลาที่ใช้ ซึ่งอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์แนะนำว่า คำถามควรถามให้ครอบคลุมสิ่งที่ต้องการวัดและควรใช้ภาษาที่นักเรียนเข้าใจง่าย จากนั้นปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องตามคำแนะนำแล้วให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบความถูกต้อง

5. นำแบบสัมภาษณ์ถึงโครงสร้างที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่านพิจารณาความครอบคลุมเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้แบบนำทาง ความเหมาะสมของภาษา เวลาที่ใช้ในการสัมภาษณ์ จากนั้นปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องตามคำแนะนำ

6. นำแบบสัมภาษณ์ไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบอีกครั้ง

7. นำแบบสัมภาษณ์ไปทดลองใช้กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีความสามารถใกล้เคียงกับกลุ่มที่ศึกษา ซึ่งพบว่าควรปรับปรุงภาษาให้นักเรียนเข้าใจง่าย จากนั้นปรับปรุงและเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบให้ข้อเสนอแนะอีกครั้งและปรับปรุงตามคำแนะนำ

8. นำแบบสัมภาษณ์ถึงโครงสร้างไปใช้กับกลุ่มที่ศึกษา จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาตีความอย่างละเอียดแล้วนำมาจัดกลุ่มคำตอบ แล้วนำคำตอบของนักเรียนไปบรรยายเพื่อให้ข้อมูลเกี่ยวกับเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้แบบนำทางให้มีความชัดเจนมากขึ้น

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยมีวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลดังนี้

1. ผู้วิจัยเป็นผู้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเองทุกชั่วโมง โดยผู้วิจัยจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้กับกลุ่มที่ศึกษาตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทางเรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันจำนวน 6 แผน เป็นเวลา 10 ชั่วโมง โดยผู้วิจัยจัดบันทึกหลังจากจัดการเรียนรู้ใน

ประเด็นที่กำหนดไว้ขณะสอนในแต่ละชั่วโมงและให้นักเรียนเขียนบันทึกอนุทินการเรียนรู้เมื่อเรียนจบในแต่ละแผน

2. นำข้อมูลที่ได้จากบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ของครูและบันทึกอนุทินการเรียนรู้ของนักเรียนมาวิเคราะห์เนื้อหาและปรับปรุงแก้ไขในแผนการจัดการเรียนรู้ครั้งต่อไป

3. หลังจากเสร็จสิ้นการจัดการเรียนรู้ครบทุกแผนแล้วทำการวัดทักษะการทดลองของนักเรียน โดยให้นักเรียนทุกคนทำแบบวัดทักษะการทดลองที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จากนั้นนำคำตอบของนักเรียนมาให้คะแนนตามเกณฑ์

4. วัดเจตคติของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทาง โดยให้นักเรียนทุกคนตอบแบบวัดเจตคติด้วยตนเองและผู้วิจัยเป็นผู้สัมภาษณ์นักเรียนหลังจากเสร็จสิ้นการจัดการเรียนรู้ครบทุกแผนแล้ว ซึ่งในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทางนั้น ผู้วิจัยได้แบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็น 9 กลุ่มๆ ละ 4-5 คน จากนั้นนำนักเรียนกลุ่มละ 1 คน เพื่อเป็นตัวแทนของกลุ่ม คณะเพศและความสามารถ รวมเป็น 9 คน มาทำการสัมภาษณ์เป็นรายบุคคล ใช้เวลาในการสัมภาษณ์คนละ 20 นาที จากนั้นนำข้อมูลจากการสัมภาษณ์นักเรียนและบันทึกอนุทินการเรียนรู้ของนักเรียนที่กล่าวไว้ในข้อที่ 1 มาจัดกลุ่มคำตอบโดยนำคำตอบที่มีลักษณะเหมือนกันอยู่ในกลุ่มเดียวกันและนำข้อมูลจากการตอบแบบวัดเจตคติมาวิเคราะห์ผลแล้วประเมินผลโดยใช้เกณฑ์ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.50 – 5.00 หมายความว่า มีความชอบในระดับสูงมาก

ค่าเฉลี่ย 3.50 – 4.49 หมายความว่า มีความชอบในระดับสูง

ค่าเฉลี่ย 2.50 – 3.49 หมายความว่า มีความชอบในระดับปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 2.50 – 2.49 หมายความว่า มีความชอบในระดับน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.49 หมายความว่า มีความชอบในระดับน้อยที่สุด

จากคำถามการวิจัย สิ่ง que ศึกษา เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย และการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้แสดงข้อมูลดังกล่าวไว้ดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 แสดงคำถามวิจัย สิ่งที่ศึกษา เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและการเก็บรวบรวมข้อมูล

คำถามวิจัย	สิ่งที่ศึกษา	เครื่องมือในการวิจัย	การเก็บข้อมูล
แนวทางในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทางเรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันที่จะช่วยพัฒนาทักษะการทดลองของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ควรเป็นอย่างไร	แนวทางในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทางที่จะช่วยพัฒนาทักษะการทดลองของนักเรียน	1. บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ 2. บันทึกอนุทินการเรียนรู้ของนักเรียน	ผู้วิจัยจัดการเรียนรู้และเป็นผู้บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ในแต่ละชั่วโมงและให้นักเรียนทุกคนเป็นผู้บันทึกอนุทินการเรียนรู้หลังจากเสร็จสิ้นการจัดการเรียนรู้ในแต่ละแผน จากนั้นนำข้อมูลจากบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้และบันทึกอนุทินการเรียนรู้มาวิเคราะห์เนื้อหาและปรับปรุงแก้ไขในแผนต่อไป หลังจากเสร็จสิ้นการจัดการเรียนรู้ครบทุกแผนแล้ว ผู้วิจัยนำข้อมูลมาวิเคราะห์เนื้อหาเพื่อสังเคราะห์หาแนวทางในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทาง
ทักษะการทดลองของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทางเป็นอย่างไร	ทักษะการทดลองของนักเรียน	แบบวัดทักษะการทดลอง	นักเรียนทำแบบวัดทักษะการทดลองหลังจากเสร็จสิ้นการจัดการเรียนรู้ครบทุกแผนแล้ว อ่านคำตอบด้วยความละเอียดและมาให้คะแนนตามเกณฑ์

ตารางที่ 3 (ต่อ)

คำถามวิจัย	สิ่งที่ศึกษา	เครื่องมือในการวิจัย	การเก็บข้อมูล
เจตคติของนักเรียน ต่อการจัดการเรียนรู้ แบบสืบเสาะหา ความรู้แบบนำทาง เรื่องแรงและกฎการ เคลื่อนที่ของนิวตัน ระดับชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 4 เป็นอย่างไร	เจตคติของนักเรียน ต่อการจัดการเรียนรู้ แบบสืบเสาะหา ความรู้แบบนำทาง	1. แบบวัดเจตคติ 2. แบบสัมภาษณ์กึ่ง โครงสร้าง 3. บันทึกอนุทินการ เรียนรู้ของนักเรียน	หลังเสร็จสิ้นการจัดการ เรียนรู้ครบทุกแผนแล้วครู ให้นักเรียนทุกคนทำแบบ วัดเจตคติวิเคราะห์ผลแล้ว ประเมินผลและทำการ สัมภาษณ์นักเรียนจำนวน 9 คน และนำข้อมูลจาก การสัมภาษณ์และอนุทิน การเรียนรู้มาจัดกลุ่มคำ ตอบแล้วนำไปบรรยาย ข้อมูลสนับสนุนเกี่ยวกับ เจตคติต่อการจัดการ เรียนรู้

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยเครื่องมือต่างๆ มาทำการวิเคราะห์ข้อมูลทั้งในเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ โดยแยกการวิเคราะห์ดังนี้

แนวทางในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทาง

การวิเคราะห์แนวทางในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทางที่จะช่วยพัฒนาทักษะการทดลองของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยนำข้อมูลจากบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้และบันทึกอนุทินการเรียนรู้ของนักเรียน โดยนำข้อมูลจากบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ของครูและบันทึกอนุทินการเรียนรู้ของนักเรียนมาวิเคราะห์เนื้อหาเพื่อหาประเด็นที่สำคัญในการบันทึกแต่ละชั่วโมงแล้วนำมาตีความเพื่อหาข้อสรุปเกี่ยวกับแนวทางในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทางเรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันว่าควรมีวิธีการและขั้นตอนอย่างไร

ทักษะการทดลองของนักเรียน

การวิเคราะห์ทักษะการทดลองของนักเรียนภายหลังจากเสร็จสิ้นการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทาง ผู้วิจัยนำข้อมูลจากแบบวัดทักษะการทดลองมาวิเคราะห์เนื้อหาโดยการอ่านคำตอบของนักเรียนอย่างละเอียด ดีความ แล้วนำคำตอบของนักเรียนมาให้คะแนนตามเกณฑ์การให้คะแนนและเพื่อให้มั่นใจว่านักเรียนมีทักษะการทดลองผู้วิจัยจึงได้กำหนดการวัดแต่ละด้านโดยให้มีสถานการณ์ที่แตกต่างกัน 2 สถานการณ์ ซึ่งแต่ละด้านมีคะแนนเต็ม 3 คะแนน ดังนี้

การระบุปัญหา

มีพฤติกรรมที่บ่งชี้เกิดทักษะแล้วดังนี้ 1) สอดคล้องกับสถานการณ์ และ 2) บอกสิ่งที่ต้องการศึกษาได้

เกณฑ์การให้คะแนนมีดังนี้

3 คะแนน คือ สอดคล้องกับสถานการณ์และบอกสิ่งที่ต้องการศึกษาได้ครบถ้วน

2 คะแนน คือ สอดคล้องกับสถานการณ์แต่บอกสิ่งที่ต้องการศึกษาได้ไม่ครบถ้วน

1 คะแนน คือ สอดคล้องกับสถานการณ์แต่ไม่สามารถบอกสิ่งที่ต้องการศึกษาได้

0 คะแนน คือ ไม่ตอบหรือตอบไม่สอดคล้องกับสถานการณ์

การตั้งสมมติฐาน

มีพฤติกรรมที่บ่งชี้เกิดทักษะแล้วดังนี้ 1) สอดคล้องกับปัญหา และ 2) บอกความสัมพันธ์ของตัวแปรต้นและตัวแปรตามได้

เกณฑ์การให้คะแนนมีดังนี้

3 คะแนน คือ สอดคล้องกับปัญหาและบอกความสัมพันธ์ของตัวแปรต้นและตัวแปรตามได้ครบถ้วน

2 คะแนน คือ สอดคล้องกับปัญหาและระบุตัวแปรต้นหรือตัวแปรตามได้อย่างใดอย่างหนึ่ง

1 คะแนน คือ สอดคล้องกับปัญหาแต่ไม่สามารถบอกความสัมพันธ์ของตัวแปรต้นและตัวแปรตามได้

0 คะแนน คือ ไม่ตอบหรือตอบไม่สอดคล้องกับปัญหา

การทดลอง

มีพฤติกรรมที่บอกว่าเกิดทักษะแล้วดังนี้ 1) การกำหนดวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง 2) การออกแบบตารางบันทึกผลการทดลอง 3) การกำหนดตัวแปรต้น 4) การกำหนดตัวแปรตาม และ 5) การกำหนดตัวแปรที่ต้องควบคุม

เกณฑ์การให้คะแนนมีดังนี้

3 คะแนน คือ มีพฤติกรรมที่บ่งชี้ว่าเกิดทักษะแล้วทุกตัวบ่งชี้
2 คะแนน คือ มีพฤติกรรมที่บ่งชี้ว่าเกิดทักษะแล้ว 3-4 ตัวบ่งชี้
1 คะแนน คือ มีพฤติกรรมที่บ่งชี้ว่าเกิดทักษะแล้ว 1-2 ตัวบ่งชี้
0 คะแนน คือ ไม่ตอบหรือตอบไม่ถูกต้องตามพฤติกรรมที่บ่งชี้

การสรุปผลการทดลอง

มีพฤติกรรมที่บอกว่าเกิดทักษะแล้วดังนี้ 1) บรรยายหรือบอกความหมายของข้อมูลได้ และ 2) ลงข้อสรุปของข้อมูลที่ได้จากการทดลองได้

เกณฑ์การให้คะแนนมีดังนี้

3 คะแนน คือ บอกความหมายของข้อมูลและลงข้อสรุปของข้อมูลที่ได้จากการทดลองได้ถูกต้อง

2 คะแนน คือ บอกความหมายของข้อมูลได้แต่ลงข้อสรุปของข้อมูลที่ได้จากการทดลองไม่ครบถ้วนสมบูรณ์

1 คะแนน คือ บอกความหมายของข้อมูลได้แต่ลงข้อสรุปของข้อมูลที่ได้จากการทดลองไม่ได้

0 คะแนน คือ ไม่ตอบหรือไม่สามารถบอกความหมายของข้อมูลและลงข้อสรุปของข้อมูลที่ได้จากการทดลอง

จากนั้นนำจำนวนนักเรียนที่ตอบแต่ละด้านในแต่ละระดับคะแนนมาจัดกลุ่มหาค่าความถี่หาค่าร้อยละ แล้วเปรียบเทียบภาพรวมในแต่ละด้านว่าคะแนนร้อยละที่ได้นั้นผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 หรือไม่ ซึ่งสาเหตุที่กำหนดเกณฑ์ว่าต้องผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 สาเหตุเนื่องจากคะแนนผลการทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ช่วงชั้นที่ 3 (มัธยมศึกษาปีที่ 3) ในวิชาวิทยาศาสตร์ในมาตรฐานที่ 8.1 ของโรงเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 37.03 ดังนั้นผู้วิจัยจึงคิดว่าการตั้งเกณฑ์ผ่านที่ร้อยละ 70 ถือว่าเป็นเกณฑ์ที่มีความเหมาะสมในการพิจารณาพัฒนาการเกี่ยวกับความสามารถในการทดลองของนักเรียน

เจตคติของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนันทนาการ

การวิเคราะห์เจตคติต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนันทนาการ เพื่อคุณภาพของงานวิจัยผู้วิจัยได้นำข้อมูลจากแบบวัดเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้แบบนันทนาการ การสัมภาษณ์นักเรียนและบันทึกอนุทินการเรียนรู้ของนักเรียนมาเชื่อมโยงกันเพื่อสะท้อนให้เห็นถึงผลการวิจัยที่มีความเชื่อมั่นและถูกต้อง โดยนำข้อมูลที่ได้จากแบบวัดเจตคติมาหาความถี่ คำนวณหาค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และประเมินผลตามเกณฑ์ที่กำหนด จากนั้นนำคำตอบของนักเรียนในข้อความที่มีความชอบในระดับสูงมาบรรยายข้อมูล โดยนำคำตอบของนักเรียนที่ถูกสัมภาษณ์และคำตอบของนักเรียนจากบันทึกอนุทินการเรียนรู้มาบรรยายเพื่อสนับสนุนถึงคำตอบที่นักเรียนมีความชอบต่อการจัดการเรียนรู้ในแต่ละประเด็นให้มีความชัดเจนมากขึ้น

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากแบบวัดเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้แบบนันทนาการ การสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างและบันทึกอนุทินการเรียนรู้ของนักเรียนมาทำการวิเคราะห์ดังนี้

1. แบบวัดเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนันทนาการเป็นแบบวัดที่นักเรียนประเมินตนเองหลังจากเสร็จสิ้นการจัดการเรียนรู้ครบทุกแผนแล้ว ลักษณะของแบบวัดเจตคติเป็นแบบวัดมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) มีตัวเลือก 5 ระดับ คือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด

ผู้วิจัยกำหนดเกณฑ์ในการให้คะแนนในการตอบแต่ละข้อดังนี้

ระดับความชอบมากที่สุด	ระดับคะแนน 5
ระดับความชอบมาก	ระดับคะแนน 4
ระดับความชอบปานกลาง	ระดับคะแนน 3
ระดับความชอบน้อย	ระดับคะแนน 2
ระดับความน้อยที่สุด	ระดับคะแนน 1

จากนั้นนำข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้จากแบบวัดเจตคติมาหาค่าความถี่ จำนวนหาค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานแล้วประเมินผลโดยใช้เกณฑ์ดังนี้

- ค่าเฉลี่ย 4.50 – 5.00 หมายความว่า มีความชอบในระดับสูงมาก
- ค่าเฉลี่ย 3.50 – 4.49 หมายความว่า มีความชอบในระดับสูง
- ค่าเฉลี่ย 2.50 – 3.49 หมายความว่า มีความชอบในระดับปานกลาง
- ค่าเฉลี่ย 1.50 – 2.49 หมายความว่า มีความชอบในระดับน้อย
- ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.49 หมายความว่า มีความชอบในระดับน้อยที่สุด

2. แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง เป็นแบบสัมภาษณ์ที่ผู้วิจัยเป็นผู้สัมภาษณ์นักเรียนด้วยตนเอง หลังจากเสร็จสิ้นการจัดการเรียนรู้ครบทุกแผนแล้ว ในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทาง ผู้วิจัยแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็น 9 กลุ่มๆ ละ 4-5 คน คละเพศและความสามารถ โดยดูจากผลการเรียน จากการถาม-ตอบในขณะเรียน จากนั้นนำนักเรียนมากลุ่มละ 1 คน เพื่อเป็นตัวแทนของกลุ่ม รวมเป็น 9 คน มาทำการสัมภาษณ์เป็นรายบุคคล ใช้เวลาในการสัมภาษณ์คนละ 20 นาที โดยนำข้อมูลที่ได้มาอ่านและตีความอย่างละเอียด แล้วนำคำตอบของนักเรียนที่มีลักษณะเหมือนกันมาจัดกลุ่มคำตอบเดียวกัน จากนั้นนำคำตอบของนักเรียนไปบรรยายเพื่อให้ข้อมูลเกี่ยวกับเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้แบบนำทางให้มีความชัดเจนมากขึ้น

3. แบบบันทึกอนุทินการเรียนรู้ของนักเรียน เป็นแบบบันทึกที่นักเรียนบันทึกด้วยตนเอง หลังจากเสร็จสิ้นการจัดการเรียนรู้ในแต่ละแผน โดยผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้มาอ่านและตีความอย่างละเอียด แล้วนำคำตอบของนักเรียนที่มีลักษณะเหมือนกันมาจัดกลุ่มคำตอบเดียวกัน จากนั้นนำคำตอบของนักเรียนไปบรรยายเพื่อให้ข้อมูลเกี่ยวกับเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้แบบนำทางให้มีความชัดเจนมากขึ้น

บทที่ 4

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

ผลการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom Action Research) เรื่องทักษะการทดลองและเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทางเรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน

สิ่งที่ศึกษา ได้แก่ แนวทางในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทางที่จะช่วยพัฒนาทักษะการทดลองของนักเรียน ทักษะการทดลองของนักเรียนและเจตคติของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทาง ผู้วิจัยขอเสนอผลการวิจัยตามลำดับดังนี้

1. แนวทางในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทาง
2. ทักษะการทดลองของนักเรียน
3. เจตคติของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทาง

แนวทางในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทาง

การจัดการเรียนรู้เรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันที่จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทางมีทั้งสิ้น 6 แผน ใช้เวลาเรียน 10 ชั่วโมง ซึ่งเป็นการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทาง (Structured Inquiry) โดยครูเป็นผู้นำเสนอสถานการณ์และให้แนวทางในการค้นหาคำตอบให้กับนักเรียน แล้วให้นักเรียนระบุนิยาม ตั้งสมมติฐาน ลงมือปฏิบัติในการค้นหาคำตอบ เชื่อมโยงผลจากการสืบเสาะหาความรู้จนนำไปสู่ข้อสรุปด้วยตนเอง มาใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ เนื่องจากเป็นวิชาฟิสิกส์เป็นวิชาที่มีเนื้อหาค่อนข้างซับซ้อนและนักเรียนมีพื้นฐานการทดลองค่อนข้างน้อย หากให้นักเรียนออกแบบการทดลองด้วยตนเองแล้วนักเรียนอาจออกแบบการทดลองไม่สอดคล้องกับสิ่งที่ต้องการให้นักเรียนได้ศึกษา ดังนั้นครูจึงจำเป็นต้องให้แนวทางเพื่อฝึกฝนให้นักเรียนมีทักษะการทดลองและพื้นฐานที่ถูกต้อง ประกอบกับการจัดการเรียนรู้มีเวลาค่อนข้างจำกัด เพราะโรงเรียนมีกิจกรรมค่อนข้างมาก รวมทั้งวัสดุอุปกรณ์ในการทดลองไม่เพียงพอต่อจำนวน

นักเรียน ผู้วิจัยจึงนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทางมาจัดการเรียนรู้ เรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. ขั้นศึกษาปัญหา คือ การให้นักเรียนช่วยกันศึกษาและวิเคราะห์สถานการณ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นและระบุปัญหาจากสถานการณ์
2. ขั้นระดมสมองเพื่อตั้งสมมติฐาน คือ การให้นักเรียนแต่ละกลุ่มระดมสมองเพื่อตั้งสมมติฐานหรือคาดคะเนคำตอบที่จะเกิดขึ้น
3. ขั้นศึกษาค้นคว้าทดลอง คือ การให้นักเรียน วิเคราะห์ วางแผนการทดลองและปฏิบัติการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้
4. ขั้นสรุปผล คือ การให้นักเรียนแต่ละกลุ่มวิเคราะห์ผลการทดลองและนำผลการทดลองมาอธิบายจนนำไปสู่การลงข้อสรุปและนำความรู้ไปตอบปัญหาที่ตั้งขึ้น

ในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทางเรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้ให้แนวทางในการค้นหาคำตอบให้กับนักเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ดังแสดงในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 การให้แนวทางของครูในการจัดการเรียนรู้แต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้	การให้แนวทางของครู
เรื่อง แรง	- อุปกรณ์การทดลอง - การใช้คำถาม
เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 1 ของนิวตัน	- อุปกรณ์การทดลอง - วิธีการทดลอง - การใช้คำถาม
เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 ของนิวตัน	- อุปกรณ์การทดลอง - วิธีการทดลอง - การใช้คำถาม

ตารางที่ 6 (ต่อ)

แผนการจัดการเรียนรู้	การให้แนวทางของครู
เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 3 ของนิวตัน	- อุปกรณ์การทดลอง - วิธีการทดลอง - การใช้คำถาม
เรื่อง แรงดึงดูดระหว่างมวล	- วิธีการทดลอง - การใช้คำถาม
เรื่อง สภาพไร้น้ำหนัก	- อุปกรณ์การทดลอง - วิธีการทดลอง - การใช้คำถาม

ผลจากการจัดการเรียนรู้เรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันเป็นการตอบคำถามการวิจัยที่ว่า แนวทางในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทางเรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันที่จะช่วยพัฒนาทักษะการทดลองของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ควรเป็นอย่างไร โดยพิจารณาข้อมูลที่ได้จากบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ ซึ่งผู้วิจัยบันทึกด้วยตนเอง หลังจากเสร็จสิ้นในแต่ละชั่วโมงและข้อมูลจากการบันทึกก่อนุทิศการเรียนรู้ของนักเรียนที่นักเรียนเป็นผู้บันทึกหลังจากเสร็จสิ้นการเรียนรู้ในแต่ละแผน ผู้วิจัยขอเสนอรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทางดังแสดงในตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ กระบวนการจัดการเรียนรู้ การเรียนรู้ของนักเรียน ทักษะการทดลอง ปัญหาที่เกิดขึ้นและแนวทางในการแก้ปัญหา

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	กระบวนการจัดการเรียนรู้	การเรียนรู้ของนักเรียน	ทักษะการทดลอง	ปัญหาที่เกิดขึ้น	แนวทางแก้ปัญหา
เรื่อง แรง ขั้นศึกษาปัญหา	- ครูนำเสนอสถานการณ์ที่ครูสร้างขึ้นโดยสังเขป เรื่อง “รีบไปโรงพยาบาล” ซึ่งเป็นสถานการณ์เกี่ยวกับการนำคนป่วยที่ปวดท้องอย่างรุนแรงไปโรงพยาบาล แต่น้ำมันรถหมดคนขับจึงต้องลงมาเข็นรถ ซึ่งครูได้ให้ผู้ปวยเข็นรถ 4 แบบ แล้วให้นักเรียนวิเคราะห์ว่า จะเลือกเข็นรถวิธีใดที่จะทำให้ผู้ปวยไปถึงโรงพยาบาลได้เร็วที่สุด จากครูนั้นให้นักเรียนระบุปัญหาจาก	- ในครั้งแรกมีนักเรียนเพียง 1 ใน 3 เท่านั้นที่สามารถระบุปัญหาได้ ส่วนนักเรียนที่เหลือไม่สามารถระบุปัญหาได้ถูกต้อง เนื่องจากนักเรียนยังไม่เคยระบุปัญหาคด้วยตนเองมาก่อน เช่น นักเรียนระบุปัญหาว่า “เพราะเหตุไฉนน้ำมันรถจึงหมด” บางคนระบุปัญหาว่า “เลือกเข็นรถตามวิธีที่ 1 เพราะเข็นไปทางเดียวกันรถจึงเคลื่อนที่ได้เร็วกว่า” แต่หลังจากที่นักเรียนได้ร่วมกันอภิปรายกับครูเกี่ยวกับการระบุปัญหาว่า การระบุปัญหาต้องสอดคล้องกับสถานการณ์และการระบุปัญหาต้องบอกสิ่งที่ต้องการศึกษาได้จากนั้นให้นักเรียนปรับปรุงแก้ไข	- การระบุปัญหา	- นักเรียนส่วนใหญ่ยังไม่เคยได้ระบุปัญหาคด้วยตนเองมาก่อน จึงไม่รู้ว่าการระบุปัญหานั้นต้องมีพฤติกรรมที่บอกถึงการเกิดทักษะแล้วอะไรบ้าง เนื่องจากที่ผ่านมาครูจะเป็นผู้ระบุปัญหาให้กับนักเรียน	- ครูแนะนำวิธีการวิเคราะห์ปัญหาและแนวทางในการระบุปัญหาให้กับนักเรียนว่า การระบุปัญหาจะต้องสอดคล้องกับสถานการณ์และบอกสิ่งที่ต้องการศึกษาได้

ตารางที่ 7 (ต่อ)

ขั้นการจัด การเรียนรู้	กระบวนการ จัดการเรียนรู้	การเรียนรู้ของนักเรียน	ทักษะการทดลอง	ปัญหาที่เกิดขึ้น	แนวทางแก้ปัญหา
	สถานการณ์ - ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายว่าการระบุปัญหาที่มีพฤติกรรมที่บอกถึงการเกิดทักษะแล้วดังนี้ 1) การระบุปัญหาต้องสอดคล้องกับสถานการณ์ และ 2) การระบุปัญหาต้องบอกสิ่งที่ต้องการศึกษาได้	การระบุปัญหาของตนเองและพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถระบุปัญหาได้ ซึ่งนักเรียนระบุปัญหาว่า “จะเลือกเซ็นรตวิธีใดจึงจะทำให้หายอ่อนไปถึงโรงพยาบาลเร็วที่สุด”			
ขั้นระดมสมอง เพื่อตั้งสมมติฐาน	- ครูให้นักเรียนแต่ละคนตั้งสมมติฐานของตนเอง - ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายว่าการตั้งสมมติฐานจะต้องสอดคล้องกับปัญหา	- ในครั้งแรกนักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถตั้งสมมติฐานได้ เช่น นักเรียนตั้งสมมติฐานว่า “แบบที่ 1 เนื่องจากเซ็นไปทางเดียวกัน” ซึ่งสาเหตุที่นักเรียนยังตั้งสมมติฐานไม่ได้เนื่องจากยังไม่เคยได้ตั้งสมมติฐานด้วยตนเองมาก่อน ซึ่งที่ผ่าน	- การตั้งสมมติฐาน	- นักเรียนบางส่วนยังไม่สามารถบอกได้ว่าตัวแปรต้นคืออะไรและตัวแปรตามคืออะไร	- ครูทบทวนเกี่ยวกับตัวแปรต้นและตัวแปรตามให้กับนักเรียน

ตารางที่ 7 (ต่อ)

ขั้นการจัด การเรียนรู้	กระบวนการ จัดการเรียนรู้	การเรียนรู้ของนักเรียน	ทักษะการทดลอง	ปัญหาที่เกิดขึ้น	แนวทางแก้ปัญหา
	และการตั้งสมมติฐานต้อง บอกความสัมพันธ์ของตัว แปรต้นและตัวแปรตามได้	มาครูและนักเรียนจะตั้งสมมติฐาน ร่วมกัน แต่หลังจากที่นักเรียนได้ ร่วมอภิปรายกับครูเกี่ยวกับการ ตั้งสมมติฐานว่าการตั้งสมมติฐาน ควรสอดคล้องกับปัญหาและการ ตั้งสมมติฐานต้องบอก ความสัมพันธ์ของตัวแปรต้นและ ตัวแปรตามได้แล้ว ครูจึงให้ นักเรียนปรับปรุงแก้ไขสมมติฐาน ของตนเอง ในขณะที่นักเรียน แก้ไขสมมติฐาน นักเรียนได้ อภิปรายกับเพื่อนๆ ในห้องเรียนว่า สมมติฐานที่ตนเองตั้งนั้นบอกถึง ความสัมพันธ์ของตัวแปรต้นและ ตัวแปรตามหรือไม่ ขณะที่		ที่ผ่านมาครูและนักเรียน จะร่วมกันกำหนดตัว แปรและร่วมกัน ตั้งสมมติฐาน	

ตารางที่ 7 (ต่อ)

ขั้นการจัด การเรียนรู้	กระบวนการ จัดการเรียนรู้	การเรียนรู้ของนักเรียน	ทักษะการทดลอง	ปัญหาที่เกิดขึ้น	แนวทางแก้ปัญหา
		นักเรียนร่วมกันอภิปรายอยู่นั้น ครูเข้าไปช่วยเพื่อให้ นักเรียนสามารถตั้งสมมติฐานได้ โดยครูถามคำถามกับนักเรียนว่า นักเรียนตั้งสมมติฐานว่าอะไร แล้วในสมมติฐานของนักเรียนอะไรคือตัวแปรต้นและอะไรคือตัวแปรตาม ซึ่งนักเรียนบางคนยังไม่สามารถบอกได้ว่าตัวแปรต้นคืออะไรและตัวแปรตามคืออะไร ครูจึงทบทวนเกี่ยวกับตัวแปรต้นและตัวแปรตามให้กับนักเรียน หลังจากที่ครูทบทวนเกี่ยวกับตัวแปรต้นตัวแปรตามให้กับนักเรียนแล้ว นักเรียนบางส่วนก็สามารถตั้งสมมติฐานได้ เช่น “การเข็นรถไปทางเดียวกันตามแบบที่ 1 ทำให้มีแรงมากที่สุด และทำให้ไปถึงโรงพยาบาลเร็วที่สุด”			

ตารางที่ 7 (ต่อ)

ขั้นการจัด การเรียนรู้	กระบวนการ จัดการเรียนรู้	การเรียนรู้ของนักเรียน	ทักษะการทดลอง	ปัญหาที่เกิดขึ้น	แนวทางแก้ปัญหา
ขั้นศึกษาค้นคว้า ทดลอง	- ครูนำสมมติฐานของนักเรียนมาจัดกลุ่มโดยการนำสมมติฐานที่เหมือนกันหรือคล้ายกันมาอยู่ในกลุ่มเดียวกัน กลุ่มละ 4-5 คน - ครูให้นักเรียนนั่งเป็นกลุ่มตามการจัดกลุ่มสมมติฐานแล้วให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานตามที่ตั้งไว้ โดยให้นักเรียนระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตามและตัวแปรควบคุม เขียนวิธีการทดลอง ออกแบบตารางบันทึกผลการทดลองและ	- ในครั้งแรกนักเรียนทุกกลุ่มไม่สามารถออกแบบการทดลองได้เพราะนักเรียนยังไม่เคยได้ออกแบบการทดลองด้วยตนเอง ซึ่งที่ผ่านมานักเรียนทำการทดลอง ตามครูบอก แต่หลังจากที่นักเรียนได้ร่วมกันอภิปรายกับครูเกี่ยวกับการออกแบบการทดลอง ว่าการออกแบบการทดลองต้องประกอบด้วย 1) การกำหนดวัตถุประสงค์ที่ใช้ในการทดลอง 2) การออกแบบตารางบันทึกผลการทดลองได้ถูกต้อง 3) การกำหนดตัวแปรต้น 4) การกำหนดตัวแปรตาม และ 5) การกำหนดตัวแปรที่ต้องควบคุม จากนั้นครูให้นักเรียนแก้ไขปรับปรุงการออกแบบการทดลอง ซึ่งนักเรียนสามารถออกแบบการทดลองได้	- การทดลองประกอบด้วย 1) การกำหนดวัตถุประสงค์ที่ใช้ในการทดลอง 2) การออกแบบตารางบันทึกผลการทดลองได้ถูกต้อง 3) การกำหนดตัวแปรต้น 4) การกำหนดตัวแปรตาม และ 5) การกำหนดตัวแปรที่ต้องควบคุม	- นักเรียนจำนวน 7 กลุ่ม ไม่สามารถวิเคราะห์ได้ว่าจะใช้อุปกรณ์ใดบ้างในการทดลอง โดยนักเรียนเลือกใช้อุปกรณ์ทั้งหมดที่ครูนำมาอธิบาย ซึ่งในการทดลองใช้อุปกรณ์ดังนี้ 1) ถังทราย 2) เครื่องชั่งสปริง 2 เครื่อง และ 3) ไม้บรรทัดวัดมุม 1 อัน	- ครูอธิบายวิธีการอ่านค่าและวิธีการใช้อุปกรณ์การทดลองเพิ่มเติม - ครูชี้แนะแนวทางในการเลือกใช้อุปกรณ์ว่าควรเลือกใช้เฉพาะที่จะใช้ในการทดลอง

ตารางที่ 7 (ต่อ)

ขั้นการจัด การเรียนรู้	กระบวนการ จัดการเรียนรู้	การเรียนรู้ของนักเรียน	ทักษะการทดลอง	ปัญหาที่เกิดขึ้น	แนวทางแก้ปัญหา
	เลือกใช้อุปกรณ์ในการทดลอง - ครูและนักเรียน ร่วมกันอภิปรายว่าการ ออกแบบการทดลองควรประกอบด้วย 1) การกำหนดวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง 2) การออกแบบตารางบันทึกผลการทดลอง 3) การกำหนดตัวแปรต้น 4) การกำหนดตัวแปรตาม และ 5) การกำหนดตัวแปรที่ต้องควบคุม	โดยนักเรียนออกแบบตารางบันทึกผลการทดลองสอดคล้องกับสิ่งที่ต้องการวัดได้ - ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายว่าจะใช้อุปกรณ์ใดบ้าง ซึ่งในครั้งแรกนักเรียนเลือกใช้อุปกรณ์ทั้งหมดที่ครูนำมาอธิบาย แต่หลังจากที่ครูได้ชี้แนะแนวทางเกี่ยวกับการเลือกใช้อุปกรณ์ในการทดลองแล้ว นักเรียนสามารถเลือกอุปกรณ์ได้ถูกต้อง และนักเรียนสามารถทำการทดลองตามที่ออกแบบไว้ได้		- นักเรียนอ่านค่าแรงจากเครื่องชั่งสปริงไม่ถูกต้อง	

ตารางที่ 7 (ต่อ)

ขั้นการจัด การเรียนรู้	กระบวนการ จัดการเรียนรู้	การเรียนรู้ของนักเรียน	ทักษะการทดลอง	ปัญหาที่เกิดขึ้น	แนวทางแก้ปัญหา
	- ครูนำอุปกรณ์มาอธิบายวิธีการใช้และการอ่านค่า - ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการทดลองตามที่ได้ออกแบบการทดลองไว้				
ขั้นสรุปผล	- ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการทดลอง - ครูถามคำถามกับนักเรียนเพื่อให้นักเรียนสังเคราะห์ความรู้จนนำไปสู่ข้อสรุปเกี่ยวกับเรื่องแรง โดยครูถามนักเรียนว่า 1) จากผลการทดลองเมื่อออกแรงดึงถุงทรายไปในทิศทางเดียวกัน แรง $\vec{F}_1$ และ $\vec{F}_2$	- นักเรียนสามารถสรุปผลการทดลองได้ว่า “เมื่อออกแรงกระทำกับวัตถุในทิศทางเดียวกันจะทำให้มีแรงลัพธ์มากที่สุด รองลงมาคือ ออกแรงในทิศทำมุม 45 , 90 องศาและออกแรงในทิศตรงข้ามกันตามลำดับ สรุปได้ว่าเมื่อออกแรงกระทำกับวัตถุในทิศทางเดียวกันจะทำให้มีแรงลัพธ์มากที่สุด” - นักเรียนส่วนใหญ่สามารถตอบคำถามจากคำถามที่ครูถามได้และสามารถ	- การสรุปผลการทดลอง	-	-

ตารางที่ 7 (ต่อ)

ขั้นการจัด การเรียนรู้	กระบวนการ จัดการเรียนรู้	การเรียนรู้ของนักเรียน	ทักษะการทดลอง	แนวทางแก้ปัญหา
	มีค่าเท่าใด 2) นักเรียนสามารถหาแรง ลัพธ์ได้อย่างไร แรงลัพธ์มี ค่าเท่าใดและมีทิศทางไป ทางใด 3) จากผลการทดลอง เมื่อออกแรงดึงถูทราไป ในทิศทางตรงข้ามกัน แรง F_1 และ F_2 มีค่าเท่าใด และ 4) นักเรียนหาแรงลัพธ์ได้ อย่างไร แรงลัพธ์มีค่าเท่าใด และมีทิศทางไปทางใด - ครูอธิบายให้กับนักเรียน เพิ่มเติมเกี่ยวกับวิธีการหา ขนาดและทิศทางของแรง ลัพธ์กรณีที่แรงย่อยทำมุม	สังเคราะห์และสรุปเกี่ยวกับเรื่องแรงและ หาขนาดของแรงลัพธ์ได้ ซึ่งนักเรียน สามารถอธิบายวิธีการหาแรงลัพธ์ได้ว่า “ถ้าแรงสองแรงไปในทางเดียวกัน แรง ลัพธ์มีขนาดเท่ากับผลบวกของแรงทั้ง สอง ส่วนทิศทางของแรงลัพธ์ไปทิศทาง เดียวกับแรงทั้งสองและถ้าแรงสองแรง สวนทางกัน แรงลัพธ์มีขนาดเท่ากับ ผลต่างของแรงทั้งสอง ทิศทางของแรง ลัพธ์ไปทางแรงที่มีขนาดมากกว่าและเมื่อ มีแรงลัพธ์ย่อยทำมุมต่อกัน สามารถหาค่า ได้โดยการวาดรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน” และนักเรียนสามารถนำความรู้ไปแก้ปัญหา ตามที่ระบุไว้ได้ ซึ่งนักเรียนสามารถเลือก วิธีการเข็นรถที่ทำให้ไปถึงโรงพยาบาล		

ตารางที่ 7 (ต่อ)

ขั้นการจัด การเรียนรู้	กระบวนการ จัดการเรียนรู้	การเรียนรู้ของนักเรียน	ทักษะการทดลอง	ปัญหาที่เกิดขึ้น	แนวทางแก้ปัญหา
	ต่อกัน - ครูถามคำถามกับนักเรียน เพื่อให้นักเรียนสังเคราะห์ ความรู้จนนำไปสู่การ แก้ปัญหาตามที่ระบุไว้	เร็วที่สุดได้ โดยนักเรียนตอบว่า “การเข็น รถแบบที่ 1 ทำให้ไปถึงโรงพยาบาลเร็ว ที่สุด เนื่องจากออกแรงเข็นรถไปทาง เดียวกัน เมื่อนำแรงมาบวกกันจะทำให้มี แรงลัพธ์มากที่สุด”			
เรื่อง กฎการ เคลื่อนที่ข้อที่ 1 ของนิวตัน ขั้นศึกษาปัญหา	- หลังจากที่นักเรียนนั่งเป็น กลุ่มตามการจัดกลุ่ม สมมติฐานเรื่องแรง พบว่า นักเรียนไม่สามารถแสดง ความสามารถด้านการ ทดลองได้อย่างเต็มที่	- ในครั้งแรกมีนักเรียนบางกลุ่มที่ยังไม่ สามารถระบุปัญหาได้ ซึ่งนักเรียนระบุ ปัญหาว่า “ใช้เวลานานเท่าใดเรือจึงหยุด แล่น” บางกลุ่มระบุปัญหาว่า “ทำไมเมื่อ เวลาผ่านไปเรือจึงไม่หยุดนิ่ง” แต่ หลังจากที่ครูได้ทบทวนเกี่ยวกับการ	- การระบุปัญหา	- นักเรียนบาง กลุ่มไม่สามารถ ระบุปัญหาได้ เนื่องจากนักเรียน ไม่สามารถ วิเคราะห์ถึงสิ่งที่	- ครูทบทวน วิธีการวิเคราะห์ แนวทางในการ ระบุปัญหาให้กับ นักเรียน

ตารางที่ 7 (ต่อ)

ขั้นการจัด การเรียนรู้	กระบวนการ จัดการเรียนรู้	การเรียนรู้ของนักเรียน	ทักษะการทดลอง	ปัญหาที่เกิดขึ้น	แนวทางแก้ปัญหา
	เนื่องจากนักเรียน ไม่ได้แบ่งกลุ่มตามความรู้ ครูจึงแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มๆ ละ 4-5 คน คละเพศ และความ สามารถ โดยดูจากผลการเรียน การถาม-ตอบใน ห้องเรียนและการเรียนจาก บทที่แล้ว - ครูนำเสนอสถานการณ์ที่ ครูสร้างขึ้นโดยสังเขปเรื่อง “เล่นจิว” ซึ่งเป็นสถานการณ์ เกี่ยวกับการนั่งรถยนต์ข้าม ฟาก ในขณะที่เรือกำลังเล่น อยู่ นั้น เครื่องยนต์เกิดขัดข้อง ทำให้เครื่องยนต์ดับ แต่เรือ	ระบุปัญหาให้กับนักเรียนแล้ว นักเรียน ก็สามารถระบุปัญหาได้ถูกต้อง โดย นักเรียนระบุปัญหาว่า “ทำไม เครื่องยนต์ดับแล้วเรือยังกงแล่นต่อไปเรื่อยๆ”		ต้องการศึกษาได้	

ตารางที่ 7 (ต่อ)

ขั้นการจัด การเรียนรู้	กระบวนการ จัดการเรียนรู้	การเรียนรู้ของนักเรียน	ทักษะการทดลอง	ปัญหาที่เกิดขึ้น	แนวทาง แก้ปัญหา
	ยนต์ก็ยังคงเล่นต่อไปได้ด้วย ความเร็วคงตัว จากนั้นครูให้ นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันระบุ ปัญหา - ครูทบทวนเกี่ยวกับการระบุ ปัญหาว่า การระบุปัญหาต้อง สอดคล้องกับสถานการณ์และ การระบุปัญหาต้องบอกสิ่งที่ ต้องการศึกษาได้				
ขั้นระดมสมอง เพื่อตั้งสมมติฐาน	- ครูถามคำถามกับนักเรียนแต่ละ กลุ่มว่าตัวแปรต้นและตัว แปรตามของกลุ่มคืออะไร - ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม ร่วมกันตั้งสมมติฐาน	- นักเรียนบางกลุ่มยังไม่สามารถ ตั้งสมมติฐานได้ เช่น “อาจเป็นเพราะน้ำ ไหลเร็วมากเรือจึงไหลตามน้ำและไม่ สามารถหยุดได้” แต่นักเรียนบางกลุ่ม ตั้งสมมติฐานได้ถูกต้อง เช่น นักเรียน ตั้งสมมติฐานว่า “ถ้าแรงมีผลต่อการ เคลื่อนที่ของเรือแล้ว เรือที่ถูกแรงกระทำ	- การตั้ง สมมติฐาน	- นักเรียนบาง กลุ่มยังไม่สามารถ ตั้งสมมติฐานได้ เนื่องจากยังระบุ ตัวแปรต้นและตัว แปรตามไม่ได้	- ครูทบทวน ทักษะการระบุ ตัวแปรให้กับ นักเรียน และ ทบทวนการ ตั้งสมมติฐานว่า ควรเขียนให้

ตารางที่ 7 (ต่อ)

ขั้นการจัด การเรียนรู้	กระบวนการ จัดการเรียนรู้	การเรียนรู้ของนักเรียน	ทักษะการทดลอง	ปัญหาที่เกิดขึ้น	แนวทางแก้ปัญหา
		จะหยุดการเคลื่อนที่ วัตถุที่ไม่มีแรงกระทำ จะเคลื่อนที่ต่อไปเรื่อยๆ”			สอดคล้องกับตัวแปร โดยให้ระบุตัวแปร ต้นว่าส่งผลอย่างไร ต่อตัวแปรตาม
ขั้นศึกษาค้นคว้า ทดลอง	- ครูให้นักเรียนศึกษาวิธีการทดลองจากใบกิจกรรมการทดลองเรื่องกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 1 ของนิวตัน ตอนที่ 1 ถึงแท่งเหล็กบนพื้นโต๊ะ และตอนที่ 2 ถึงแท่งเหล็กบนลาดลดแรงเสียดทาน - ครูถามคำถามกับนักเรียนว่าในการทดลองครั้งนี้ควรใช้อุปกรณ์	- นักเรียนทุกกลุ่มสามารถเลือกใช้อุปกรณ์การทดลองได้ถูกต้องและทำการทดลองได้ โดยนักเรียนกำหนดตัวแปรต้น คือแรง ตัวแปรตาม คือ การเคลื่อนที่ของวัตถุตัวแปรที่ควรควบคุม คือ วัตถุ	- การทดลองประกอบด้วย 1) การกำหนดวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง 2) การกำหนดตัวแปรต้น 3) การกำหนดตัวแปรตาม และ 4) การกำหนดตัวแปรที่ควรควบคุม	- อุปกรณ์ไม่พร้อมต่อการทดลอง เนื่องจากอุปกรณ์เสื่อมสภาพทำให้การอ่านค่าเกิดคลาดเคลื่อน	- เตรียมอุปกรณ์สำรองและซ่อมแซมให้ใช้งานได้ดี

ตารางที่ 7 (ต่อ)

ขั้นการจัด การเรียนรู้	กระบวนการ จัดการเรียนรู้	การเรียนรู้ของนักเรียน	ทักษะการทดลอง	ปัญหาที่เกิดขึ้น	แนวทางแก้ปัญหา
	ไต่บ้าง โดยให้นักเรียน วิเคราะห์จากใบกิจกรรม การทดลองเรื่องกฎการ เคลื่อนที่ข้อที่ 1 ของนิวตัน - ครูให้นักเรียนทำการ ทดลองตามวิธีการทดลอง เรื่องกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 1 ของนิวตัน				
ขั้นสรุปผล	- ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม นำเสนอผลการทดลอง - ครูถามคำถามกับนักเรียน แต่ละกลุ่มเพื่อให้นักเรียน สามารถสังเคราะห์ความรู้ จนนำไปสู่ข้อสรุปโดยครู ถามคำถามกับนักเรียนแต่	- ในการสรุปผลการทดลองนั้น นักเรียน บางกลุ่มยังไม่สามารถลงข้อสรุปได้ ครบถ้วน สาเหตุเนื่องจากนักเรียนยังไม่ สามารถเชื่อมโยงผลการทดลองทั้งสอง ตอนมาลงเป็นข้อสรุปได้ ซึ่งที่นักเรียนไม่ สามารถสรุปผลการทดลองเกี่ยวกับการ หยุดออกแรงกระทำต่อวัตถุได้ เช่น	- การสรุปผลการ ทดลอง	- นักเรียนไม่ สามารถเชื่อมโยง ผลการทดลองมา ลงเป็นข้อสรุปได้	- ครูอธิบายการ สรุปผลการ ทดลองให้กับ นักเรียนว่าการ สรุปผลการ ทดลองต้อง บรรยายหรือบอก

ตารางที่ 7 (ต่อ)

ขั้นการจัด การเรียนรู้	กระบวนการ จัดการเรียนรู้	การเรียนรู้ของนักเรียน	ทักษะการทดลอง	ปัญหาที่เกิดขึ้น	แนวทางแก้ปัญหา
	ละกลุ่มเพื่อให้ นักเรียน สามารถเขียนความสัมพันธ์ ระหว่างแรงลัพธ์กับสภาพ การเคลื่อนที่ของแท่งเหล็ก ได้ - ครูถามคำถามกับนักเรียน เพื่อให้ นักเรียนสามารถนำ ความรู้ไปแก้ปัญหาตามที่ ระบุไว้ โดยครูถามคำถามกับ นักเรียนแต่ละกลุ่มว่า จาก สถานการณ์เรื่อง “เล่นฉิว” ทำไมเรือจึงเคลื่อนที่ต่อไป เรื่อยๆ ด้วยความเร็วคงตัว ทั้งๆ ที่เครื่องยนต์เรือดับแล้ว	นักเรียนสรุปผลการทดลองว่า “วัตถุยังคง เคลื่อนที่ต่อไปเรื่อยๆจนกว่าจะมีแรงมา กระทำกับวัตถุ” - นักเรียนส่วนใหญ่สามารถตอบคำถามได้ และสรุปความรู้ได้ว่า “วัตถุคงสภาพอยู่นิ่ง หรือสภาพเคลื่อนที่อย่างสม่ำเสมอในแนว เส้นตรง นอกจากจะมีแรงลัพธ์ที่มีค่าไม่ เป็นศูนย์มากระทำกับวัตถุ” สามารถเขียน เป็นสมการได้ว่า $\Sigma \vec{F} = 0$ และนักเรียน สามารถตอบคำถามเพื่อนำความรู้ไป แก้ปัญหาได้ ซึ่งนักเรียนตอบว่า “การที่เรือ ยังคงเล่นต่อไปเรื่อยๆ ด้วยความเร็วคงตัว เนื่องจากไม่มีแรงมากระทำจึงทำให้แรง ลัพธ์มีค่าเป็นศูนย์”			ความหมายของ ข้อมูลได้และ สามารถลงข้อสรุป ของข้อมูลได้

ตารางที่ 7 (ต่อ)

ขั้นการจัด การเรียนรู้	กระบวนการ จัดการเรียนรู้	การเรียนรู้ของนักเรียน	ทักษะการทดลอง	ปัญหาที่เกิดขึ้น	แนวทางแก้ปัญหา
เรื่อง กฎการ เคลื่อนที่ข้อที่ 2 ของนิวตัน ขั้นศึกษาปัญหา	- ครูแบ่งกลุ่มนักเรียนกลุ่มละ 4-5 คน - ครูนำเสนอสถานการณ์ที่ครูสร้างขึ้นโดยสังเขปเรื่อง “เร็วขึ้นอีก” ซึ่งเป็นสถานการณ์เกี่ยวกับฟิสิกส์ลากรถให้แก่เด็กชายสองคนที่นั่งในรถลาก เมื่อฟิสิกส์เหนื่อยจึงนั่งพักบนรถลาก เด็กชายคนเล็กอยากลองลากรถบ้างจึงได้ลากรถไป แต่เขาพบว่าเขาไม่สามารถเร่งให้รถเร็วได้เท่ากับที่ฟิสิกส์ทำ	- นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายว่า การระบุปัญหาต้องสอดคล้องกับสถานการณ์และการระบุปัญหาต้องบอกสิ่งที่ต้องการศึกษาได้ ซึ่งนักเรียนแต่ละกลุ่มสามารถระบุปัญหาได้ถูกต้อง เช่น นักเรียนระบุปัญหาว่า “ทำไมเด็กลากรถจึงมีความเร่งไม่เท่ากับที่ฟิสิกส์ลากรถ”	- การระบุปัญหา	-	-

ตารางที่ 7 (ต่อ)

ขั้นการจัด การเรียนรู้	กระบวนการ จัดการเรียนรู้	การเรียนรู้ของนักเรียน	ทักษะการทดลอง	ปัญหาที่เกิดขึ้น	แนวทางแก้ปัญหา
	จากนั้นครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันระบุปัญหาของกลุ่ม				
ขั้นระดมสมอง เพื่อตั้งสมมติฐาน	- ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันตั้งสมมติฐาน - ครูทบทวนเกี่ยวกับการตั้งสมมติฐานว่า การตั้งสมมติฐานต้องสอดคล้องกับปัญหาและการตั้งสมมติฐานต้องบอกความสัมพันธ์ของตัวแปรต้นและตัวแปรตามได้	- นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับการตั้งสมมติฐานว่า เรื่องนี้อาจมีสมมติฐาน 2 ข้อ บางกลุ่มอภิปรายว่า จะต้องกำหนดค่าคงที่ขึ้นมาแล้วออกแรงลากรถ บางกลุ่มอภิปรายว่า เพราะว่าเด็กมีแรงลากรถน้อยกว่าพี่เลี้ยงจึงทำให้เร่งรถได้น้อยกว่าและในขณะที่เด็กลากรถมวลของรถมีมากกว่าที่พี่เลี้ยงลากรถจึงทำให้เร่งรถได้น้อยกว่า จากนั้นนักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันตั้งสมมติฐาน ซึ่งนักเรียนสามารถตั้งสมมติฐานได้ ถูกต้อง เช่น “ถ้าแรงและมวลมีผลต่อความเร่งของรถลาก	- การตั้งสมมติฐาน	-	-

ตารางที่ 7 (ต่อ)

ขั้นการจัด การเรียนรู้	กระบวนการ จัดการเรียนรู้	การเรียนรู้ของนักเรียน	ทักษะการทดลอง	ปัญหาที่เกิดขึ้น	แนวทางแก้ปัญหา
		แล้ว 1) กำหนดให้มวลเท่าเดิม ถ้าออกแรงกระทำมาก ความเร่งก็จะมาก 2) กำหนดให้แรงเท่าเดิม ถ้ามวลมาก ความเร่งจะน้อย บางกลุ่มตั้งสมมติฐานว่า “ถ้าออกแรงมาก ความเร่งจะมาก เมื่อกำหนดให้มวลคงที่ และถ้ามวลมาก ความเร่งจะน้อย เมื่อกำหนดให้แรงคงที่”			
ขั้นศึกษาค้นคว้า ทดลอง	- ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม ร่วมกันศึกษาวิธีการทดลอง จากใบกิจกรรมการทดลอง เรื่องกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 ของนิวตัน ซึ่งแบ่งการ ทดลองออกเป็น 2 ตอน ดังนี้ ตอนที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างแรง	- นักเรียนทุกกลุ่มสามารถเลือกอุปกรณ์ การทดลองได้ และในตอนที่ 1 นักเรียน กำหนดตัวแปรต้น คือ แรง ตัวแปรตาม คือ ความเร่ง และตัวแปรควบคุม คือ มวล ตอน ที่ 2 นักเรียนกำหนดตัวแปรต้น คือ มวล ตัวแปรตาม คือ ความเร่ง และตัวแปร ควบคุม คือ แรง และในขณะที่นักเรียน สรุปผลการทดลองนั้น ครูได้ถามคำถาม	- การทดลอง ประกอบด้วย 1) การ กำหนด วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ ในการทดลอง 2) การกำหนดตัว แปรต้น 3) การ กำหนดตัวแปร	- ชุดอุปกรณ์การ ทดลองไม่เพียงพอ ต่อจำนวนกลุ่มทำ ให้นักเรียนต้องมา ทำการทดลอง นอกเวลาเรียน	- จัดหาอุปกรณ์ให้ เพียงพอต่อจำนวน กลุ่ม

ตารางที่ 7 (ต่อ)

ขั้นการจัด การเรียนรู้	กระบวนการ จัดการเรียนรู้	การเรียนรู้ของนักเรียน	ทักษะการทดลอง	ปัญหาที่เกิดขึ้น	แนวทางแก้ปัญหา
	กับความเร่งและตอนที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างมวลกับความเร่ง - ครูถามคำถามกับนักเรียนว่า ในการทดลองครั้งนี้ควรใช้อุปกรณ์ใดบ้าง โดยให้นักเรียนวิเคราะห์จากใบกิจกรรมการทดลองเรื่องกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 ของนิวตัน - ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการทดลองตามใบกิจกรรมการทดลองเรื่องกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 ของนิวตัน	กับนักเรียนว่า การทดลองเรื่องกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 ของนิวตันมีกี่ตอน นักเรียนตอบว่า “2 ตอน คือ ตอนที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับความเร่ง และตอนที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างมวลกับความเร่ง” ครูถามนักเรียนต่อไปอีกว่า นักเรียนจะต้องบรรยายข้อมูลกี่ตอน นักเรียนตอบว่า “ต้องบรรยายข้อมูลทั้ง 2 ตอน ครูถามนักเรียนต่อไปอีกว่าหลังจากที่นักเรียนบรรยายข้อมูลทั้ง 2 ตอนแล้ว นักเรียนต้องนำข้อมูลมาทำอะไรต่อไป นักเรียนตอบว่า “หลังจากที่บรรยายข้อมูลแต่ละตอนแล้วนำมาเชื่อมโยงเพื่อลงข้อสรุปเป็นความรู้”	ตาม และ 4) การกำหนดตัวแปรที่ต้องควบคุม		

ตารางที่ 7 (ต่อ)

ขั้นการจัด การเรียนรู้	กระบวนการ จัดการเรียนรู้	การเรียนรู้ของนักเรียน	ทักษะการทดลอง	ปัญหาที่เกิดขึ้น	แนวทางแก้ปัญหา
ขั้นสรุปผล	- ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการทดลอง - ครูถามคำถามกับนักเรียนเพื่อให้นักเรียนสามารถสังเคราะห์ความรู้จนนำไปสู่ข้อสรุป โดยครูถามคำถามกับนักเรียนแต่ละกลุ่มว่า 1) จากการทดลองตอนที่ 1 สิ่งที่ต้องควบคุมให้คงที่คืออะไรและถ้าให้ขนาดของแรงมากขึ้นแล้วขนาดของแรงจะเป็นอย่างไร 2) จากการทดลองตอนที่ 2 สิ่งที่ต้องควบคุมให้คงที่คืออะไรและถ้าให้มวลมากขึ้น	- นักเรียนแต่ละกลุ่มตอบคำถามจนสามารถสรุปความรู้เกี่ยวกับกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 ของนิวตัน จากคำถามข้อที่ 1) นักเรียนตอบว่า “สิ่งที่ต้องควบคุมให้คงที่คือมวลและถ้าให้ขนาดของแรงมากขึ้นขนาดของความเร็วก็จะเพิ่มขึ้น” และจากคำถามข้อที่ 2) นักเรียนตอบว่า “สิ่งที่ต้องควบคุมให้คงที่คือขนาดของแรงและถ้าให้มวลมากขึ้นขนาดของความเร็วก็จะน้อยลง” จากนั้นนักเรียนแต่ละกลุ่มสามารถสรุปเป็นความรู้ได้ว่า “เมื่อมีแรงลัพธ์ซึ่งมีขนาดไม่เป็นศูนย์มากระทำกับวัตถุจะทำให้วัตถุเกิดความเร่งในทิศเดียวกับแรงลัพธ์ที่มากระทำและขนาดของความเร่งจะแปรผันกับขนาดของแรงลัพธ์	- การสรุปผลการทดลอง	-	-

ตารางที่ 7 (ต่อ)

ขั้นการจัด การเรียนรู้	กระบวนการ จัดการเรียนรู้	การเรียนรู้ของนักเรียน	ทักษะการทดลอง	ปัญหาที่เกิดขึ้น	แนวทางแก้ปัญหา
	ขนาดของความเร่งจะเป็น อย่างไร - ครูถามคำถามกับนักเรียน เพื่อให้นักเรียนนำความรู้ ไปแก้ปัญหาตามที่ระบุไว้ ซึ่งครูถามนักเรียนว่า 1) จากสถานการณ์ทำไมเมื่อพี่ เลี้ยงนั่งในรถแล้วเด็กชาย คนเล็กลากรถ รถมึง เคลื่อนที่ช้าลง และ 2) ถ้า อยากให้ความเร่งของรถ ลากเพิ่มขึ้นจะต้องทำ อย่างไร	และจะแปรผกผันกับมวลของวัตถุ” เขียน เป็นสมการได้ว่า $\Sigma F = ma$ และหลังจาก ที่ครูถามคำถามกับนักเรียนเพื่อให้นักเรียน นำความรู้ไปแก้ปัญหา พบว่า นักเรียน สามารถนำความรู้ไปแก้ปัญหาได้ โดย นักเรียนตอบคำถามข้อที่ 1) ว่า “เด็กชายคน เล็กออกแรงลากรตน้อยกว่าพี่เลี้ยง” และ ข้อที่ 2 นักเรียนตอบว่า “ให้เพิ่มแรงลากรถ หรือลดมวลของรถลาก”			

ตารางที่ 7 (ต่อ)

ขั้นการจัด การเรียนรู้	กระบวนการ จัดการเรียนรู้	การเรียนรู้ของนักเรียน	ทักษะการทดลอง	ปัญหาที่เกิดขึ้น	แนวทางแก้ปัญหา
เรื่อง กฎการ เคลื่อนที่ข้อที่ 3 ของนิวตัน ขั้นศึกษาปัญหา	- ครูแบ่งกลุ่มนักเรียนกลุ่มละ 4-5 คน - ครูนำเสนอสถานการณ์ที่ครูสร้างขึ้นโดยสังเขป เรื่อง “ชนกำแพง” ซึ่งเป็นสถานการณ์เกี่ยวกับนักสเกตที่ซ้อมเล่นสเกต แต่ในขณะที่กำลังซ้อมอยู่นั้น เกิดถอยหลังไปชนเพื่อน ทำให้ตัวของเขาเสียหลัก ไถลเข้าหากำแพง แต่ปรากฏว่ากำแพงออก	- นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายว่า ในสถานการณ์อะไรคือสิ่งที่ต้องการศึกษา เช่น นักเรียนบางกลุ่มอภิปรายว่า บอยได้ออกแรงผลักกำแพงหรือไม่ นักเรียนบางกลุ่มอภิปรายว่า สิ่งที่ศึกษาน่าจะเป็นการที่บอยถอยหลังออกมาทั้งๆ ที่เขาไม่ได้ออกแรงดัน หลังจากที่นักเรียนได้ร่วมกันอภิปรายแล้ว นักเรียนแต่ละกลุ่มจึงร่วมกันระบุปัญหา ซึ่งนักเรียนสามารถระบุปัญหาได้ถูกต้อง เช่น “ทำไมบอยจึงเคลื่อนที่ถอยหลังทั้งๆ ที่เขาไม่ได้ออกแรงดัน”	- การระบุปัญหา	-	-

ตารางที่ 7 (ต่อ)

ขั้นการจัด การเรียนรู้	กระบวนการ จัดการเรียนรู้	การเรียนรู้ของนักเรียน	ทักษะการทดลอง	ปัญหาที่เกิดขึ้น	แนวทางแก้ปัญหา
	แรงดันตัวเขา จากนั้นครูให้ นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกัน ระบุปัญหาของกลุ่ม				
ขั้นระดมสมอง เพื่อตั้งสมมติฐาน	- ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม ร่วมกันตั้งสมมติฐาน	- นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายเพื่อ ตั้งสมมติฐาน ซึ่งนักเรียนอภิปรายว่า วัตถุทุกชนิดต้องมีแรงมากระทำจึงเกิดการ เคลื่อนที่แสดงว่ากำแพงก็ต้องออกแรง กระทำกับบอยเช่นกัน นักเรียนบางกลุ่ม อภิปรายว่า การที่บอยจะถอยหลังได้ กำแพงต้องออกแรงดัน หลังจากนั้น นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ร่วมกันตั้งสมมติฐาน ซึ่งนักเรียนตั้งสมมติฐานได้ถูกต้อง เช่น “เมื่อมีแรงกระทำกับวัตถุ วัตถุจะออกแรง ตอบโต้กลับในทิศทางตรงกันข้าม”	- การ ตั้งสมมติฐาน	-	-

ตารางที่ 7 (ต่อ)

ขั้นการจัด การเรียนรู้	กระบวนการ จัดการเรียนรู้	การเรียนรู้ของนักเรียน	ทักษะการทดลอง	ปัญหาที่เกิดขึ้น	แนวทางแก้ปัญหา
ขั้นศึกษาค้นคว้า ทดลอง	- ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษาวิธีการทดลองจากใบกิจกรรมการทดลองเรื่องกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 3 ของนิวตัน - ครูถามคำถามกับนักเรียนว่าในการทดลองครั้งนี้ควรใช้อุปกรณ์ใดบ้าง โดยให้นักเรียนวิเคราะห์จากใบกิจกรรมการทดลองเรื่องกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 3 ของนิวตัน - ครูให้นักเรียนทำการทดลองตามวิธีการทดลองเรื่องกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 3 ของนิวตัน	- นักเรียนทุกกลุ่มสามารถทำการทดลองได้ เลือกใช้อุปกรณ์การทดลองได้และนักเรียนกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุม ในแต่ละตอน ดังนี้ตอนที่ 1 ตัวแปรต้น คือ แรงดึงของเครื่องชั่งสปริงอันที่ 1 ตัวแปรตาม คือ แรงดึงของเครื่องชั่งสปริงอันที่ 2 ตัวแปรควบคุม คือ เครื่องชั่งสปริง ตอนที่ 2 ตัวแปรต้น คือ แรงดึงของเครื่องชั่งสปริงอันที่ 2 ตัวแปรตาม คือ แรงดึงของเครื่องชั่งสปริงอันที่ 1 ตัวแปรควบคุม คือ เครื่องชั่งสปริง	- การทดลองประกอบด้วย 1) การกำหนดวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง 2) การกำหนดตัวแปรต้น 3) การกำหนดตัวแปรตาม 4) การกำหนดตัวแปรที่ต้องควบคุม	- ขนาดของแรงที่อ่านจากเครื่องชั่งสปริงทั้งสองมีความคลาดเคลื่อน เช่นเครื่องชั่งสปริงอันที่ 1 อ่านค่าขนาดของแรงได้ 2 นิวตัน แต่เครื่องชั่งสปริงอันที่ 2 อ่านค่าขนาดของแรงได้ 2.5 นิวตัน	- ซ่อมแซมอุปกรณ์ที่ชำรุดหรือจัดหาอุปกรณ์ที่มีความเที่ยงตรง

ตารางที่ 7 (ต่อ)

ขั้นการจัด การเรียนรู้	กระบวนการ จัดการเรียนรู้	การเรียนรู้ของนักเรียน	ทักษะการทดลอง	ปัญหาที่เกิดขึ้น	แนวทางแก้ปัญหา
ขั้นสรุปผล	- ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการทดลอง - ครูถามคำถามกับนักเรียนเพื่อให้นักเรียนสามารถสังเคราะห์ความรู้จนนำไปสู่ข้อสรุปโดยครูถามคำถามกับนักเรียนว่า 1) จากการทดลองตอนที่ 1 เมื่อออกแรงดึงเครื่องชั่งสปริงอันที่ 1 ด้วยแรงมากขึ้น เครื่องชั่งสปริงอันที่ 2 เป็นอย่างไรและมีทิศทางไปทางใดและอ่านได้เท่าใด และ 2) จากการทดลองตอนที่ 2 ถ้าออกแรงดึงเครื่องชั่งสปริงอันที่ 2	- นักเรียนสรุปผลการทดลองว่า “จากตารางบันทึกผลการทดลองตอนที่ 1 และตอนที่ 2 พบว่า เมื่อออกแรงดึงเครื่องชั่งสปริงจะทำให้เกิดแรง ซึ่งมีค่าเท่ากับด้านที่ออกแรงดึงเครื่องชั่งสปริง ดังนั้นสรุปได้ว่าเมื่อออกแรงกระทำกับวัตถุ วัตถุจะออกแรงโต้กลับด้วยแรงขนาดเท่ากันแต่มีทิศทางตรงกันข้าม” - นักเรียนแต่ละกลุ่มสามารถตอบคำถามได้ ซึ่งจากคำถามข้อที่ 1 นักเรียนตอบว่า “มีทิศทางตรงข้ามกับแรงดึงเครื่องชั่งสปริงอันที่ 1 และอ่านค่าเท่ากับเครื่องชั่งสปริงอันที่ 1” และจากคำถามข้อที่ 2 นักเรียนตอบว่า “มีทิศทางตรงข้ามกับแรงดึงเครื่องชั่งสปริงอันที่ 2	- การสรุปผลการทดลอง	-	-

ตารางที่ 7 (ต่อ)

ขั้นการจัด การเรียนรู้	กระบวนการ จัดการเรียนรู้	การเรียนรู้ของนักเรียน	ทักษะการทดลอง	ปัญหาที่เกิดขึ้น	แนวทางแก้ปัญหา
	ด้วยแรงมากขึ้น เครื่องชั่งสปริงอันที่ 1 เป็นอย่างไร มีทิศทางไปทางใดและอ่านค่าได้เท่าใด - ครูถามคำถามกับนักเรียนเพื่อให้นักเรียนสามารถนำความรู้ไปแก้ปัญหาตามที่ระบุไว้ ซึ่งครูถามนักเรียนว่า เพราะเหตุใดบอยจึงเคลื่อนที่ถอยออกมาจากกำแพง	และอ่านค่าได้เท่ากับเครื่องชั่งสปริงอันที่ 2” และนักเรียนสามารถสรุปเกี่ยวกับกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 3 ของนิวตัน ว่า “ทุกแรงกิริยา ย่อมมีแรงปฏิกิริยาขนาดเท่ากันกระทำ ในทิศตรงกันข้ามเสมอหรือแรงกระทำซึ่งกันและกันของวัตถุย่อมมีขนาดเท่ากัน แต่มีทิศตรงกันข้ามและกระทำกับวัตถุคนละก้อน” เขียนเป็นสมการได้ว่า $F_{12} = -F_2$ หลังจากที ครูถามคำถามกับนักเรียนเพื่อให้นักเรียนนำความรู้ไปแก้ปัญหาพบว่า นักเรียนสามารถนำความรู้ไปแก้ปัญหาโดยนักเรียนตอบว่า “เมื่อเราออกแรงกระทำกับกำแพง กำแพงก็จะออกแรงกระทำกับเราขนาดเท่ากันแต่มีทิศตรงกันข้ามกับแรงกระทำกับกำแพงและกระทำกับวัตถุต่างชนิดกัน”			

ตารางที่ 7 (ต่อ)

ขั้นการจัด การเรียนรู้	กระบวนการ จัดการเรียนรู้	การเรียนรู้ของนักเรียน	ทักษะการทดลอง	ปัญหาที่เกิดขึ้น	แนวทางแก้ปัญหา
เรื่อง แรงดึงดูด ระหว่างมวล ชั้นศึกษาปัญหา	- ครูแบ่งกลุ่มนักเรียนกลุ่มละ 4-5 คน - ครูนำเสนอสถานการณ์ที่ครูสร้างขึ้นโดยสังเขปเรื่อง “ทำไมไม่เท่ากัน” ซึ่งเป็นสถานการณ์เกี่ยวกับการโคจรของดาว A และดาว B ที่มีมวลต่างกันเคลื่อนที่ผ่านจุด 3 จุด ที่มีระยะห่างของดาว A และดาว B จึงทำให้เกิดแรงกระทำระหว่างดาว A และดาว B ทั้ง 3 จุด ต่างกัน ซึ่งครูได้ให้	- นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายว่าแรงระหว่างดาว A และ ดาว B ในแต่ละจุดไม่เท่ากันและระยะห่างของการโคจรไม่เท่ากัน จากนั้นนักเรียนแต่ละกลุ่มจึงร่วมกันระบุปัญหา ซึ่งสามารถระบุปัญหาได้ถูกต้อง เช่น ทำไมแรงระหว่างดาว A และดาว B ทั้งสองจึงมีค่าเพิ่มขึ้น ในขณะที่ระยะห่างระหว่างดาว A และดาว B เท่าเดิม บางกลุ่มระบุปัญหาว่าขนาดของดาว B มีผลต่อแรงระหว่างดาว A และดาว B หรือไม่ นักเรียนบางกลุ่มระบุปัญหาว่า ทำไมแรงกระทำระหว่างดาว A และดาว B ในจุดที่ 1, 2 และ 3 จึงไม่เท่ากัน	- การระบุปัญหา -	-	-

ตารางที่ 7 (ต่อ)

ขั้นการจัด การเรียนรู้	กระบวนการ จัดการเรียนรู้	การเรียนรู้ของนักเรียน	ทักษะการทดลอง	ปัญหาที่เกิดขึ้น	แนวทางแก้ปัญหา
	คำนวณค่าของแรงดึงดูดระหว่างดาว A และดาว B ทั้ง 3 จุด ทั้งก่อนเพิ่มมวล และหลังเพิ่มมวลของดาว B แต่หลังจากนั้น ดาว B มีมวลเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่าของมวลเดิมและเคลื่อนที่ผ่านจุดทั้ง 3 ปรากฏว่าเกิดแรงกระทำระหว่างดาว A และดาว B ซึ่งต่างจากครั้งแรก จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันระบุปัญหาของกลุ่ม				
ขั้นระดมสมอง เพื่อตั้งสมมติฐาน	- ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันตั้งสมมติฐาน	- นักเรียนร่วมกันอภิปรายว่าแรงกระทำระหว่างดาว A และดาว B ในรอบ	- การตั้งสมมติฐาน	-	-

ตารางที่ 7 (ต่อ)

ขั้นการจัด การเรียนรู้	กระบวนการ จัดการเรียนรู้	การเรียนรู้ของนักเรียน	ทักษะการทดลอง	ปัญหาที่เกิดขึ้น	แนวทางแก้ปัญหา
		แรกกับรอบสองไม่เท่ากันอาจเป็นเพราะมวลดาว B รอบสองมากกว่ารอบแรก นักเรียนบางกลุ่มอภิปรายว่า ดาว A และดาว B มีระยะการโคจรเท่าเดิมเมื่อมีการเพิ่มมวลของดาว B แรงกระทำจึงต่างกัน แสดงว่ามวลทำให้แรงระหว่างดาว A และดาว B ต่างกัน นักเรียนบางกลุ่มอภิปรายว่าระยะห่างของดาว A และดาว B ในจุดที่ 3 ไกลกว่าจุดที่ 2 และจุดที่ 2 ไกลกว่าจุดที่ 1 แสดงว่าระยะทางน่าจะมีผลต่อแรงกระทำระหว่างระหว่างดาว A และดาว B หลังจากที่นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายแล้ว นักเรียนก็สามารถตั้งสมมติฐานได้ถูกต้อง เช่น นักเรียนตั้งว่า “ถ้ามวลมีผลต่อแรงกระทำระหว่างดาว A และดาว B แล้ว มวลของดาวจะทำให้เกิดแรงกระทำมากและ			

ตารางที่ 7 (ต่อ)

ขั้นการจัด การเรียนรู้	กระบวนการ จัดการเรียนรู้	การเรียนรู้ของนักเรียน	ทักษะการทดลอง	ปัญหาที่เกิดขึ้น	แนวทางแก้ปัญหา
		มวลน้อยจะทำให้เกิดแรงกระทำน้อยเมื่อ กำหนดให้ระยะห่างของดาวเท่าเดิม” นักเรียน บางกลุ่มตั้งสมมติฐานว่า “ถ้าระยะห่างของดาว และมวลของดาวมีผลต่อแรงกระทำระหว่าง ดาว เมื่อกำหนดให้มวลคงที่ ถ้าระยะห่างมาก จะมีแรงกระทำระหว่างดาวน้อยและเมื่อ กำหนดให้ระยะห่างคงที่ ถ้ามวลมากจะทำให้ แรงกระทำระหว่างดาวมาก”			
ขั้นศึกษาค้นคว้า ทดลอง	- การทดลองเรื่องแรง ดึงดูดระหว่างมวลไม่ สามารถทำทดลองได้ใน ห้องปฏิบัติการ ครูจึงนำ สื่อการทดลองห้องเรียน เสมือนมาให้ให้นักเรียนทำ การทดลอง โดยครู	- นักเรียนสามารถอ่านค่าตามที่ครูอธิบายได้ ทำการทดลองได้ และออกแบบตารางบันทึก ผลการทดลองได้ โดยในตารางนักเรียน ออกแบบการทดลองเป็น 2 ตอน ตอนที่ 1 กำหนดให้มวลคงที่ แล้วปรับค่าระยะห่าง ระหว่างมวลทั้งสอง บันทึกค่าแรงดึงดูด ระหว่างมวล ตอนที่ 2 กำหนดให้ระยะห่าง	- การทดลอง ประกอบด้วย 1) การออกแบบ ตารางบันทึกผล การทดลอง 3) การ กำหนดตัวแปรต้น 4) การกำหนดตัว	-	-

ตารางที่ 7 (ต่อ)

ขั้นการจัด การเรียนรู้	กระบวนการ จัดการเรียนรู้	การเรียนรู้ของนักเรียน	ทักษะการทดลอง	ปัญหาที่เกิดขึ้น	แนวทางแก้ปัญหา
	อธิบายวิธีการทดลองและ วิธีการอ่านค่าการทดลอง เรื่องแรงดึงดูดระหว่างมวล ซึ่งมีวัตถุ 2 ก้อน แทนดาว A และดาว B มีมวลที่ สามารถปรับค่าได้วางห่าง กัน ซึ่งสามารถปรับค่า ระยะห่างระหว่างมวลได้ และมีค่าแรงดึงดูดระหว่าง มวลเมื่อปรับค่าใดค่าหนึ่ง - ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม ทำการทดลองเรื่องแรง ดึงดูดระหว่างมวล - ครูถามคำถามกับนักเรียน เพื่อแสดงให้เห็นว่า	ระหว่างมวลคงที่ปรับขนาดของมวลทั้ง สอง แล้วบันทึกค่าแรงดึงดูดระหว่างมวล - นักเรียนสามารถอ่านค่าจากการทดลอง ห้องเรียนเสมือน ซึ่งนักเรียนตอบคำถาม จากการตอบถามของครูข้อที่ 1) ว่า $F = 0.66 \times 10^{-8}$ ข้อที่ 2) ตอบว่า $F = 2.66 \times 10^{-8}$ ข้อที่ 3) ตอบว่า $F = 0.67 \times 10^{-8}$ และข้อที่ 4) ตอบว่า $F = 2.66 \times 10^{-8}$ นิวตัน - นักเรียนสามารถออกแบบตารางบันทึก ผลการทดลองได้ โดยนักเรียนออกแบบ ตารางบันทึกผลการทดลองสอดคล้องกับ สิ่งที่ต้องการวัดได้ เช่น นักเรียนออกแบบ ตาราง โดยกำหนดให้ระยะระหว่างมวล คงที่ แล้วปรับค่ามวลทั้งสอง บันทึกค่าของ แรงดึงดูดระหว่างมวล นักเรียนบางกลุ่ม	แปรตาม และ 5) การกำหนดตัว แปรที่ต้องควบคุม		

ตารางที่ 7 (ต่อ)

ขั้นการจัด การเรียนรู้	กระบวนการ จัดการเรียนรู้	การเรียนรู้ของนักเรียน	ทักษะการทดลอง	ปัญหาที่เกิดขึ้น	แนวทางแก้ปัญหา
	นักเรียนสามารถอ่านค่าและ สามารถทำการทดลองได้ ซึ่งครู ถามนักเรียนว่า 1) จากการ ทดลองถ้ำขนาดของมวลของ วัตถุเท่ากันคือ 2 kg และให้ ระยะห่างระหว่างวัตถุเท่ากับ 200 mm แรงดึงดูดระหว่างมวลมี ค่าเท่าใด 2) ถ้าเพิ่มมวลของวัตถุ ทั้ง 2 เป็น 2 เท่าของเดิม โดย ที่ระยะห่างระหว่างมวลคงที่ แรง ดึงดูดระหว่างมวลจะเป็นอย่างไร 3) ถ้ากำหนดให้มวลคงที่ แต่ ระยะห่างระหว่างมวลเป็น 2 เท่า ของเดิม แรงดึงดูดระหว่าง มวลจะเป็นอย่างไร	ออกแบบตารางบันทึกผลเป็น 2 ตอน ตอนที่ 1 กำหนดให้ระยะห่างระหว่าง มวลคงที่ แล้วปรับค่ามวลทั้งสอง บันทึก ค่าของแรงดึงดูดระหว่างมวลและตอนที่ 2 กำหนดให้มวลคงที่ แล้วปรับค่า ระยะห่างระหว่างมวล บันทึกค่าแรง ดึงดูดระหว่างมวล			

ตารางที่ 7 (ต่อ)

ขั้นการจัด การเรียนรู้	กระบวนการ จัดการเรียนรู้	การเรียนรู้ของนักเรียน	ทักษะการทดลอง	ปัญหาที่เกิดขึ้น	แนวทางแก้ปัญหา
	และ 4) ถัดระยะทางลง ครึ่งหนึ่งจากเดิม แรงดึงดูด ระหว่างมวลจะเป็นอย่างไร จากนั้นครูให้นักเรียนแต่ละ กลุ่มออกแบบตารางบันทึก ผลการทดลองและบันทึก ค่าตามตารางบันทึกผลการ ทดลองที่ออกแบบไว้				
ขั้นสรุปผล	- ครูถามนักเรียนแต่ละกลุ่ม ว่าผลที่ได้สอดคล้องกับ สมมติฐานที่ตั้งไว้หรือไม่ และให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม นำเสนอผลการทดลอง - ครูถามคำถามกับ	- นักเรียนทุกกลุ่มบอกว่าสอดคล้องกับ สมมติฐานที่ตั้งไว้และนักเรียนแต่ละกลุ่ม ได้นำเสนอผลจากการทดลอง ซึ่งนักเรียน สรุปผลได้ว่า “เมื่อกำหนดให้ระยะห่างคงที่ แต่เพิ่มขนาดของมวลจะทำให้แรงกระทำ ระหว่างมวลเพิ่มขึ้นและเมื่อกำหนดให้มวล	- การสรุปผลการ ทดลอง	-	-

ตารางที่ 7 (ต่อ)

ขั้นการจัด การเรียนรู้	กระบวนการ จัดการเรียนรู้	การเรียนรู้ของนักเรียน	ทักษะการทดลอง	ปัญหาที่เกิดขึ้น	แนวทางแก้ปัญหา
	นักเรียนเพื่อให้นักเรียน สามารถสังเคราะห์ความรู้ จนนำไปสู่ข้อสรุป โดยครู ถามคำถามกับนักเรียนว่า จากการทดลองนักเรียน เขียนความสัมพันธ์ระหว่าง แรงดึงดูดระหว่างมวล ระยะห่างระหว่างมวลและ มวลเขียนเป็นสมการได้ อย่างไร - ครูถามคำถามกับนักเรียน เพื่อให้นักเรียนนำความรู้ไป แก้ปัญหาตามที่ระบุไว้ซึ่ง ครูถามนักเรียนว่าทำไมแรง ดึงดูดระหว่างมวลของ	คงที่ แต่เพิ่มระยะห่างของมวลจะทำให้มี แรงกระทำน้อยลง” สรุป ได้ว่า “วัตถุทั้ง สองจะดึงดูดซึ่งกันและกัน โดยขนาดของ แรงดึงดูดระหว่างวัตถุหนึ่งๆ แปรผกผันตรง กับมวลวัตถุทั้งสองและแปรผกผันกับ กำลังสองระยะทางระหว่างวัตถุทั้งสอง” เขียนเป็นสมการได้ว่า $F_g = \frac{Gm_1m_2}{R^2}$ หลังจากครูถามคำถามเพื่อให้นักเรียนนำ ความรู้เรื่องแรงดึงดูดระหว่างมวลไป แก้ปัญหา นักเรียนทุกกลุ่มสามารถนำ ความรู้ไปแก้ปัญหาได้ โดยนักเรียนตอบว่า “เพราะระยะห่างระหว่างจุดที่ 1 จุดที่ 2 และจุดที่ 3 ไม่เท่ากัน ถ้าระยะห่างมากแรง ดึงดูดระหว่างดาวจะมีค่าน้อย เมื่อ กำหนดให้มวลของดาวคงที่และเมื่อมวล			

ตารางที่ 7 (ต่อ)

ขั้นการจัด การเรียนรู้	กระบวนการ จัดการเรียนรู้	การเรียนรู้ของนักเรียน	ทักษะการทดลอง	ปัญหาที่เกิดขึ้น	แนวทางแก้ปัญหา
	จุดที่ 1 จุดที่ 2 และจุดที่ 3 ในการโคจรทั้ง 2 ครั้ง จึง ไม่เท่ากัน	ของดาว B เพิ่มขึ้นจึงทำให้แรงดึงดูด ระหว่างมวลของดาว A และดาว B ไม่ เท่ากัน เพราะถ้ามีมวลมากแรงดึงดูด ระหว่างดาวจะมีค่ามาก เมื่อกำหนดให้ ระยะห่างระหว่างดาวคงที่”			
เรื่อง สภาพไร้น้ำหนัก					
ขั้นศึกษาปัญหา	- ครูแบ่งกลุ่มนักเรียนกลุ่มละ 4-5 คน - ครูนำเสนอสถานการณ์ที่ครูสร้างขึ้นเรื่อง “ยิ่งสูงยิ่งน้อย” ซึ่งเป็นสถานการณ์เกี่ยวกับการชั่งน้ำหนักโดยที่นาย ก เป็นนักบินอวกาศที่กำลังจะไปท่องอวกาศ แต่ก่อนที่ยานจะทะยานขึ้น	- นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายว่า น้ำหนัก คือ แรงที่โลกดึงดูดวัตถุ หากจาก $W = mg$ และจากรูปในสถานการณ์เรื่อง ยิ่งสูงยิ่งน้อย เมื่อยิ่งไกลจากโลกค่าน้ำหนักยิ่งมีค่าน้อย หลังจากที่นักเรียนร่วมกันอภิปรายแล้ว นักเรียนสามารถระบุปัญหาได้ถูกต้อง โดยนักเรียนระบุปัญหาว่า “ทำไมยังอยู่ห่างจากโลกมากขึ้นน้ำหนักจึงมีค่าน้อยลง”	- การระบุปัญหา	-	-

ตารางที่ 7 (ต่อ)

ขั้นการจัด การเรียนรู้	กระบวนการ จัดการเรียนรู้	การเรียนรู้ของนักเรียน	ทักษะการทดลอง	ปัญหาที่เกิดขึ้น	แนวทางแก้ปัญหา
	ตู้ทองฟ้า เขาขงน้ำหนกบน ผิวโลกได้ 588 นิวตัน แต่เมื่อ เขาทะยานขึ้นตู้ทองฟ้าที่ ระยะห่างจากผิวโลก 40.37×10^6, 166.37×10^6 และ 496.37×10^6 เมตร เขาขงน้ำหนกได้ 94.2, 23.4 และ 0 นิวตัน ตามลำดับ จากนั้นครูให้นักเรียนแต่ละ กลุ่มร่วมกันระบุปัญหา				
ขั้นระดมสมอง เพื่อตั้งสมมติฐาน	- ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม ร่วมกันตั้งสมมติฐาน	- นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายเพื่อ ตั้งสมมติฐาน ซึ่งนักเรียนอภิปรายว่า น้ำหนักหาค่าจาก $F = mg$ แต่เป็นคน เดียวกันมวลจะต้องเท่าเดิมตลอด สิ่ง ที่เพิ่มขึ้นคือระยะทางและระยะทางมีผล	- การ ตั้งสมมติฐาน	-	-

ตารางที่ 7 (ต่อ)

ขั้นการจัด การเรียนรู้	กระบวนการ จัดการเรียนรู้	การเรียนรู้ของนักเรียน	ทักษะการทดลอง	ปัญหาที่เกิดขึ้น	แนวทางแก้ปัญหา
		ต่อความความเร่งโน้มถ่วงของโลก (๕) นักเรียนบางกลุ่มอภิปรายว่า ระยะทางต้องมี ผลต่อน้ำหนัก หลังจากนั้นนักเรียนแต่ละ กลุ่มได้ร่วมกันตั้งสมมติฐาน ซึ่งนักเรียน ตั้งสมมติฐานได้ถูกต้อง เช่น นักเรียน ตั้งสมมติฐานว่า “ยิ่งระยะห่างจากโลกมาก น้ำหนักยังมีค่าน้อยลง” นักเรียนบางกลุ่ม ตั้งสมมติฐานว่า “ระยะห่างมากค่าความเร่ง โน้มถ่วงของโลกจะมีค่าความเร่งแรงโน้ม ถ่วงของโลกน้อย ทำให้น้ำหนักมีค่า น้อยลง”			
ขั้นศึกษาค้นคว้า ทดลอง	- ครูนำวิธีการทดลองและผล การทดลองเรื่อง “สภาพไร้น้ำหนัก” ซึ่งเป็นการทดลอง เกี่ยวกับการหาค่าความเร่ง	- นักเรียนแต่ละกลุ่มสามารถวิเคราะห์การ ทดลองและสามารถตอบคำถามได้ จาก คำถามข้อที่ 1 นักเรียนตอบว่า “ทำการศึกษา ความเร่งที่ระดับความสูงจากจุดศูนย์กลาง	- การทดลอง ประกอบด้วย 1) กำหนดวัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้ใน	-	-

ตารางที่ 7 (ต่อ)

ขั้นการจัด การเรียนรู้	กระบวนการ จัดการเรียนรู้	การเรียนรู้ของนักเรียน	ทักษะการทดลอง	ปัญหาที่เกิดขึ้น	แนวทางแก้ปัญหา
	โน้มถ่วงที่ความสูงต่างๆ มาให้นักเรียนวิเคราะห์เพื่อลงข้อสรุป - ครูถามคำถามกับนักเรียนเพื่อเป็นแนวทางให้นักเรียนสรุปผลการทดลองดังนี้ 1) จากการทดลองได้ทำการศึกษาค่าใดบ้าง 2) จากการทดลองที่ระดับความสูงจากจุดศูนย์กลางของโลก 6.3×10^6, 40.37×10^6, 166.37×10^6 และ 496.37×10^6 เมตร ค่าความเร่งโน้มถ่วง (g) มีค่าเท่าใดตามลำดับและเพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น	ของโลก” ข้อที่ 2 นักเรียนตอบว่า “มีค่า 9.81, 1.57, 0.39 และ 0 m/s^2 เพราะยังมีระยะห่างจากโลกเท่าใดค่าความเร่งโน้มถ่วง (g) ยังมีค่าน้อยลง” ข้อที่ 3 นักเรียนตอบว่า “ค่าความเร่งโน้มถ่วง (g) แปรผกผันตามระยะทาง”	การทดลอง 2) การกำหนดตัวแปรต้น 3) การกำหนดตัวแปรตาม และ 4) การกำหนดตัวแปรที่ต้องควบคุม		

ตารางที่ 7 (ต่อ)

ขั้นการจัด การเรียนรู้	กระบวนการ จัดการเรียนรู้	การเรียนรู้ของนักเรียน	ทักษะการทดลอง	ปัญหาที่เกิดขึ้น	แนวทางแก้ปัญหา
	3) ความสัมพันธ์ระหว่าง ความเร่งโน้มถ่วงของโลก (g) และความสูงจากจุด ศูนย์กลางของโลกเป็น อย่างไร				
ขั้นสรุปผล	- ครูถามคำถามกับนักเรียนว่า ผลการทดลองที่นำมาให้วิเคราะห์สอดคล้องกับคำตอบที่คาดคะเนไว้หรือไม่ - ครูถามคำถามกับนักเรียนเพื่อให้ให้นักเรียนสามารถสังเคราะห์ความรู้จนนำไปสู่ข้อสรุป โดยครูถามคำถามกับนักเรียนว่า 1) ถ้านำวัตถุ	- นักเรียนแต่ละกลุ่มสามารถตอบคำถามได้ นักเรียนตอบว่า “ผลการทดลองสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้” และนักเรียนแต่ละกลุ่มสามารถตอบคำถามข้อที่ 1) ว่า “มีค่าน้อยลง” นักเรียนตอบคำถามข้อที่ 2) ว่า “น้ำหนักหาค่าได้จาก $F = mg$” นักเรียนตอบคำถามข้อที่ 3) ว่า “วัตถุจะมีสภาพเหมือนกับไม่มีแรงดึงดูด เรียกสภาวะนี้ว่า สภาพไร้น้ำหนัก”	- การสรุปผลการทดลอง	-	-

ตารางที่ 7 (ต่อ)

ขั้นการจัด การเรียนรู้	กระบวนการ จัดการเรียนรู้	การเรียนรู้ของนักเรียน	ทักษะการทดลอง	ปัญหาที่เกิดขึ้น	แนวทางแก้ปัญหา
	มวล 10 กิโลกรัม ไปซั้งที่ระดับ ความสูงจากจุดศูนย์กลางของโลก 10,000 และ 90,000 เมตร ตามลำดับ แรงโน้มถ่วงที่ กระทำต่อวัตถุจะเป็นอย่างไร จากนั้นครูอธิบายเพิ่มเติมว่า แรงโน้มถ่วงของโลกที่กระทำ ต่อมวลของวัตถุก็คือ น้ำหนัก ของวัตถุ เขียนเป็นสัญลักษณ์ คือ F มีหน่วยเป็น นิวตัน (N) 2) จากการทดลองนักเรียน สามารถหาค่าน้ำหนักได้ อย่างไร 3) ถ้าวัตถุที่อยู่ห่างจาก โลกมากๆ ค่าน้ำหนักของวัตถุ มีค่าน้อยมากจนเกือบ	นักเรียนตอบคำถามข้อที่ 4) ว่า “ค่า ความเร่งโน้มถ่วงจะมีค่าเฉพาะของดาว ดวงนั้น” และนักเรียนทุกกลุ่มสามารถสรุป เกี่ยวกับสภาพไร้น้ำหนักได้ โดยนักเรียน สรุปผลการทดลองว่า “ความเร่งโน้มถ่วง ของโลก (๕) ณ ตำแหน่งที่ห่างจากผิวโลก แปรผกผันยกกำลังสองของระยะทางจาก จุดศูนย์กลางโลก (๕) มีค่าลดลงที่ตำแหน่ง ห่างจากผิวโลกมากขึ้น) วัตถุที่อยู่ห่างโลก มากๆ น้ำหนักของวัตถุจะน้อยมากจนเกือบ เป็นศูนย์ เรียกว่า วัตถุอยู่ในสภาพไร้น้ำหนัก” หลังจากครูถามเพื่อให้นักเรียน นำความรู้เรื่องสภาพไร้น้ำหนักไป แก้ปัญหา นักเรียน ทุกกลุ่มตอบได้ว่า “เพราะความเร่งโน้มถ่วงของโลก (๕)			

ตารางที่ 7 (ต่อ)

ขั้นการจัด การเรียนรู้	กระบวนการ จัดการเรียนรู้	การเรียนรู้ของนักเรียน	ทักษะการทดลอง	ปัญหาที่เกิดขึ้น แนวทางแก้ปัญหา
	เป็นศูนย์หรือมีค่าเป็นศูนย์ วัตถุจะมีสภาพอย่างไรและ เรียกสภาพนี้ว่าอย่างไร 4) นักเรียนคิดว่าถ้าทำการ ทดลองนี้ไปทดลองที่ดาวดวง อื่นค่าความเร่งโน้มถ่วงจะ เป็นอย่างไร - ครูถามคำถามกับนักเรียน เพื่อให้ให้นักเรียนนำความรู้ไป แก้ปัญหาตามที่ระบุไว้ โดย ครูถามนักเรียนว่า จาก สถานการณ์นักเรียนคิดว่า เพราะเหตุใดน้ำหนักรู้สึก น้อยลงเมื่อระยะห่างจากจุด ศูนย์กลางโลกมากขึ้น	แปรผกผันยกกำลังสองของระยะทางจาก จุดศูนย์กลางโลก ค่า g จึงมีค่าลดลงที่ ตำแหน่งห่างจากผิวโลกมากขึ้น ทำให้ น้ำหนัก ซึ่งหาได้จาก $W = mg$ มีค่าลดลง ตามค่าความเร่งโน้มถ่วงของโลก"		

ข้อมูลที่ได้จากการจัดการเรียนรู้ บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้และบันทึกอนุทินการเรียนรู้ของนักเรียนสามารถนำมาวิเคราะห์และสรุปเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทางเรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันดังนี้

1. ขั้นศึกษาปัญหา

ขั้นศึกษาปัญหาเป็นขั้นที่ให้นักเรียนได้ศึกษาและวิเคราะห์ปัญหาจากสถานการณ์โดยอาศัยความรู้เดิมของนักเรียนเพื่อระบุปัญหาจากสถานการณ์ที่ครูสร้างขึ้น ในขั้นนี้ควรนำกระบวนการกลุ่มเข้ามาช่วยเพื่อให้นักเรียนเกิดทักษะการทำงานเป็นกลุ่ม ทักษะด้านการสื่อสาร เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้กัน ทำให้นักเรียนกล้าแสดงความคิดเห็นอย่างมีเหตุผลและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น และสถานการณ์ที่ครูสร้างขึ้นมานั้นควรเป็นสถานการณ์ที่นักเรียนมีโอกาสพบได้จริงและอยู่ใกล้ตัวนักเรียนและปัญหานั้นควรมีความซับซ้อนพอที่จะไม่เห็นคำตอบในทันทีและเกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่เรียน

ตัวอย่างจากแผนการจัดการเรียนรู้เรื่องแรง โดยครูให้นักเรียนทุกคนศึกษา วิเคราะห์ และระบุปัญหาจากสถานการณ์เรื่อง “รีบไปโรงพยาบาล” ซึ่งเป็นสถานการณ์เกี่ยวกับการนำคนป่วยที่ปวดท้องอย่างรุนแรงไปโรงพยาบาลแต่น้ำมันรถหมดคนขับจึงต้องลงมาเข็นรถ ซึ่งในสถานการณ์ผู้วิจัยได้ให้รู้วิธีการเข็นรถ 4 แบบ โดยให้นักเรียนวิเคราะห์ว่าจะเข็นรถแบบใดที่ทำให้คนป่วยไปถึงโรงพยาบาลได้เร็วที่สุด หลังจากทีนักเรียนได้ระบุปัญหาแล้วครูและนักเรียนจะร่วมกันอภิปรายจนได้ข้อสรุปเกี่ยวกับการระบุปัญหาว่า การระบุปัญหามีสอดคล้องกับสถานการณ์และบอกสิ่งที่ต้องการศึกษาได้ ซึ่งนักเรียนสามารถตรวจสอบการระบุปัญหาของตนเองว่าเป็นการระบุปัญหาที่ดีหรือไม่ หลังจากที่ได้อภิปรายกับครูเพื่อบอกข้อสรุปเกี่ยวกับการระบุปัญหาว่า การระบุปัญหามีสอดคล้องกับสถานการณ์และบอกสิ่งที่ต้องการศึกษาได้ ส่งผลให้นักเรียนได้ประเมินความรู้ของตนเองได้ เช่น นักเรียนระบุปัญหาว่า “เพราะเหตุใดน้ำมันรถจึงหมด” แต่หลังจากที่นักเรียนและครูได้ร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับการระบุปัญหาและได้ปรับปรุงแก้ไขการระบุปัญหาของตนเอง ซึ่งนักเรียนสามารถระบุปัญหาได้โดยนักเรียนระบุปัญหาว่า “จะเลือกเข็นรถวิธีใดจึงทำให้นายอ้วนไปถึงโรงพยาบาลเร็วที่สุด” จะเห็นว่าการระบุปัญหาดังกล่าวสอดคล้องกับสถานการณ์และบอกสิ่งที่ต้องการศึกษาได้ โดยนักเรียนได้ระบุถึงวิธีการเข็นรถ ซึ่งเป็นสิ่งที่ต้องการศึกษาและสอดคล้องกับสถานการณ์

ตัวอย่างจากแผนการจัดการเรียนรู้เรื่องกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 1 ของนิวตัน ก่อนที่จะศึกษาปัญหาครูให้นักเรียนนั่งเป็นกลุ่มๆ ละ 4-5 คน จำนวน 9 กลุ่ม คละเพศและความสามารถ โดยดูจากผลการเรียนที่ผ่านมา เช่น การถาม-ตอบในขณะเรียน เป็นต้น จากนั้นครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษาและวิเคราะห์ปัญหาจากสถานการณ์เรื่อง “เล่นจิก” ซึ่งเป็นสถานการณ์เกี่ยวกับการนั่งรถยนต์ข้ามฟาก ขณะที่เรือกำลังแล่นอยู่นั้นเครื่องยนต์เกิดขัดข้องทำให้เครื่องยนต์ดับแต่รถยนต์ก็ยังแล่นต่อไปได้ จากนั้นให้นักเรียนระบุปัญหาจากสถานการณ์โดยครูเปิดโอกาสให้นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ร่วมกันอภิปรายแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันภายในกลุ่มอย่างเต็มที่ ส่งผลให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นของตนเองอย่างมีเหตุผล ฝึกการยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น โดยครูถามคำถามกับนักเรียนเพื่อทบทวนเกี่ยวกับการระบุปัญหาว่า การระบุปัญหามีพฤติกรรมอะไรบ้างที่บอกถึงการระบุปัญหาได้ นักเรียนตอบว่า “การระบุปัญหาต้องสอดคล้องกับสถานการณ์และการระบุปัญหาต้องบอกสิ่งที่ต้องการศึกษาได้” จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันปรับปรุงแก้ไขการระบุปัญหาของกลุ่มซึ่งทำให้นักเรียนได้ตรวจสอบปัญหาของตนเองว่าเป็นปัญหาที่ดีหรือไม่ หลังจากที่ได้ทบทวนเกี่ยวกับการระบุปัญหาให้กับนักเรียน ส่งผลให้นักเรียนได้ประเมินความรู้เกี่ยวกับการระบุปัญหาของกลุ่มว่าเป็นอย่างไร เช่น ก่อนที่มีการทบทวนการระบุปัญหานักเรียนระบุปัญหาว่า “ใช้เวลานานเท่าใด เรือจึงหยุดแล่น” แต่หลังจากที่ได้ทบทวนการระบุปัญหาให้กับนักเรียนแล้ว นักเรียนสามารถระบุปัญหาได้ โดยนักเรียนได้ระบุถึงการแล่นของเรือที่ยังคงแล่นอยู่หลังจากที่เครื่องยนต์ดับแล้ว ซึ่งการระบุปัญหาดังกล่าวสอดคล้องกับสถานการณ์และบอกสิ่งที่ต้องการศึกษาได้ เช่น นักเรียนระบุปัญหาว่า “ทำไมเรือยังคงแล่นต่อไปด้วยความเร็วคงตัวทั้งๆ ที่เครื่องยนต์ดับแล้ว”

ตัวอย่างจากแผนการจัดการเรียนรู้เรื่องแรงดึงดูดระหว่างมวล ก่อนที่จะศึกษาปัญหานั้นครูให้นักเรียนนั่งเป็นกลุ่มๆ ละ 4-5 คน จำนวน 9 กลุ่ม คละเพศและความสามารถ จากนั้นครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษาและวิเคราะห์ปัญหาจากสถานการณ์เรื่อง “ทำไมไม่เท่ากัน” ซึ่งเป็นสถานการณ์เกี่ยวกับการสังเกตการโคจรของดาว A และดาว B ที่มีมวลต่างกันเคลื่อนที่ผ่านจุด 3 จุดที่มีระยะห่างของดาว A และดาว B ต่างกัน ทำให้เกิดแรงกระทำระหว่างดาว A และดาว B ทั้ง 3 จุดต่างกัน แต่หลังจากนั้นดาว B มีมวลเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่าของมวลเดิม และเคลื่อนที่ผ่านจุดทั้ง 3 ปรากฏว่าเกิดแรงกระทำระหว่างดาว A และดาว B ต่างจากครั้งแรก ซึ่งครูได้ให้ค่าขนาดของแรงดึงดูดระหว่างดาว A และดาว B ทั้ง 3 จุด ทั้งก่อนและหลังเพิ่มมวลของดาว B จากนั้นให้นักเรียนระบุปัญหาจากสถานการณ์โดยครูจะเปิดโอกาสให้นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ร่วมกันอภิปราย แลกเปลี่ยนเรียนรู้กันภายในกลุ่มอย่างเต็มที่ส่งผลให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นของตนเองอย่างมีเหตุผล ฝึกการยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น เช่น นักเรียนระบุปัญหาว่า “ทำไมแรงกระทำระหว่างดาว A

และดาว B จึงมีค่าเพิ่มขึ้น ขณะที่ระยะห่างระหว่างดาว A และดาว B เท่าเดิม” บางกลุ่มระบุปัญหาว่า “ขนาดของมวลมีผลต่อแรงกระทำระหว่างดาว A และดาว B หรือไม่”

จากข้อมูลดังกล่าวสอดคล้องกับบันทึกอนุทินการเรียนรู้ของนักเรียนที่ว่า การได้ระบุปัญหาโดยใช้กระบวนการกลุ่มทำให้นักเรียนได้ฝึกกระบวนการทำงานเป็นกลุ่ม ฝึกทักษะด้านการสื่อสาร ได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันทำให้กล้าแสดงความคิดเห็นอย่างมีเหตุผลและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นทำให้เกิดมุมมองหลายๆ มุมมอง ส่งผลให้นักเรียนในกลุ่มเกิดการแลกเปลี่ยนความรู้และช่วยเหลือกันเพื่อระบุปัญหาจากสถานการณ์ จนทำให้สามารถระบุปัญหาได้ ดังตัวอย่างบันทึกอนุทินการเรียนรู้ของนักเรียนที่ว่า

“ฝึกการทำงานเป็นกลุ่ม ยอมรับฟังความคิดเห็นของคนอื่น ได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นโต้แย้งกันโดยใช้เหตุผลร่วมกัน ช่วยกันคิดจนทำให้สามารถระบุปัญหาได้ว่าการระบุปัญหาต้องสอดคล้องกับสถานการณ์และระบุสิ่งที่ต้องการศึกษาได้” (นักเรียนจำนวน 32 คน)

“ได้เรียนรู้การทำงานกับเพื่อนๆ มากขึ้นเพราะก่อนหน้านี้ยังไม่เคยได้ทำงานร่วมกัน ทำให้รู้จักปรับตัวเข้ากับผู้อื่น สิ่งไหนไม่เข้าใจก็สามารถช่วยกันทำงานสามารถช่วยกันระบุปัญหาของกลุ่มได้” (นักเรียนจำนวน 25 คน)

2. ชั้นระดมสมองเพื่อตั้งสมมติฐาน

ชั้นระดมสมองเพื่อตั้งสมมติฐาน เป็นขั้นที่ให้นักเรียนได้ร่วมกันระดมสมอง อภิปราย แสดงความคิดเห็น แลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันเพื่อตั้งสมมติฐานของปัญหาตามที่ระบุไว้ในขั้นศึกษาปัญหา ในการร่วมกันตั้งสมมติฐานนั้นควรนำกระบวนการกลุ่มเข้ามาช่วยเพื่อให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้กัน โดยใช้เหตุผลทำให้นักเรียนกล้าแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น และควรนำเทคนิคการใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนได้ทบทวนเนื้อหาและเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับแนวทางในการตั้งสมมติฐานเพื่อให้นักเรียนสามารถตั้งสมมติฐานได้ถูกต้อง

ตัวอย่างจากแผนการจัดการเรียนรู้เรื่องกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 1 ของนิวตัน หลังจากที่ครูให้นักเรียนระบุปัญหาของกลุ่มจากสถานการณ์เรื่อง “เล่นฉิ่ง” ซึ่งเป็นสถานการณ์เกี่ยวกับการนั่งรถยนต์ข้ามฟากขณะที่เรือกำลังแล่นอยู่นั้นเครื่องยนต์เกิดขัดข้องทำให้เครื่องยนต์ดับ แต่เรือยนต์ก็

ยังคงเล่นต่อไปได้แล้ว ครูให้นักเรียนร่วมกันระดมสมอง อภิปรายและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน เพื่อตั้งสมมติฐาน โดยครูถามคำถามกับนักเรียนเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้แนวทางในการตั้งสมมติฐาน ว่าการตั้งสมมติฐานจะต้องประกอบด้วยอะไรบ้าง ซึ่งนักเรียนตอบว่า “ต้องสอดคล้องกับปัญหาและ บอกความสัมพันธ์ของตัวแปรต้นและตัวแปรตามได้” จากนั้นครูให้นักเรียนวิเคราะห์ว่าสมมติฐานที่ ตนเองตั้งไว้เกิดทักษะการตั้งสมมติฐานแล้วหรือไม่ หากยังไม่เกิดทักษะการตั้งสมมติฐานก็ให้ นักเรียนตั้งสมมติฐานใหม่และครูถามคำถามกับนักเรียนเพื่อทบทวนข้อสรุปเกี่ยวกับการตั้งสมมติฐาน ว่า จากสถานการณ์นักเรียนกำหนดให้ตัวแปรต้นและตัวแปรตามคืออะไร ซึ่งส่งผลให้นักเรียนได้ ประเมินความรู้เกี่ยวกับการตั้งสมมติฐานของตนเองว่าเป็นอย่างไร เช่น นักเรียนเขียนแสดงการให้ เหตุผลแทนการตั้งสมมติฐานว่า “อาจเป็นเพราะน้ำไหลเชี่ยวมากเรือจึงไหลตามน้ำไปและไม่สามารถ หยุดได้” แต่นักเรียนบางกลุ่มตั้งสมมติฐานได้ถูกต้อง เช่น นักเรียนตั้งสมมติฐานว่า “ถ้าแรงมีผลต่อ การเคลื่อนที่ของเรือแล้ว เรือที่ถูกแรงกระทำจะหยุดการเคลื่อนที่ ส่วนเรือที่ไม่มีแรงกระทำจะ เคลื่อนที่ต่อไปเรื่อยๆ”

ตัวอย่างจากแผนการจัดการเรียนรู้เรื่องกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 ของนิวตัน หลังจากครูให้ นักเรียนระบุปัญหาของกลุ่มจากสถานการณ์เรื่อง “เร็วขึ้นอีก” ซึ่งเป็นสถานการณ์เกี่ยวกับฟิสิกส์ ปรากฏให้แก่เด็กชายสองคนที่นั่งในรถลาก เมื่อพี่เลี้ยงเหนื่อยจึงนั่งพักบนรถลากเด็กชายคนเล็ก อยากลองลากรถบ้างจึงได้ลากรถไป แต่เขาพบว่าเขาไม่สามารถเร่งให้รถเร็วได้เท่ากับที่พี่เลี้ยงทำ จากนั้นครูให้นักเรียนร่วมกันระดมสมอง อภิปราย แลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันเพื่อตั้งสมมติฐาน โดย ครูถามคำถามกับนักเรียนเพื่อทบทวนเกี่ยวกับการการตั้งสมมติฐานจะต้องประกอบด้วยอะไรบ้าง ซึ่งนักเรียนตอบว่า “การตั้งสมมติฐานต้องสอดคล้องกับปัญหาและการตั้งสมมติฐานต้องบอก ความสัมพันธ์ของตัวแปรต้นและตัวแปรตามได้” เพื่อให้นักเรียนได้ตรวจสอบว่าสมมติฐานที่ตั้งไว้ว่า เกิดทักษะการตั้งสมมติฐานแล้วหรือไม่ และการที่ครูใช้คำถามถามกับนักเรียนส่งผลให้นักเรียนได้ ประเมินความรู้เกี่ยวกับการตั้งสมมติฐานของตนเองว่าเป็นอย่างไร ซึ่งนักเรียนสามารถตั้งสมมติฐานได้ ถูกต้อง เช่น “ถ้าแรงและมวลมีผลต่อความเร่งของรถลากแล้ว 1) กำหนดให้มวลเท่าเดิม เมื่อออก แรงกระทำมาก ความเร่งก็จะมาก 2) กำหนดให้แรงเท่าเดิม เมื่อมวลมาก ความเร่งจะน้อย นักเรียน บางกลุ่มตั้งสมมติฐานว่า “ถ้าออกแรงมากความเร่งจะมาก เมื่อกำหนดให้มวลคงที่ และถ้ามวลมาก ความเร่งจะน้อย เมื่อกำหนดให้แรงคงที่”

จากข้อมูลดังกล่าวสอดคล้องกับบันทึกอนุทินการเรียนรู้ของนักเรียนที่ว่า การที่นักเรียน ร่วมกันตั้งสมมติฐานทำให้ได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้กัน การใช้เหตุผล ทำให้กล้าแสดงความคิดเห็นของ

ตนเองและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น และการใช้คำถามของครูทำให้นักเรียนได้ลำดับความรู้ จนนำไปสู่การตั้งสมมติฐาน ดังตัวอย่างบันทึกอนุทินการเรียนรู้ของนักเรียนที่ว่า

“การที่ได้ร่วมกันตั้งสมมติฐาน โดยแต่ละคนก็ให้ความรู้ของตัวเองกับเพื่อนๆ ในกลุ่ม เมื่อมีเพื่อนๆ ในกลุ่มไม่เข้าใจ โดยใช้เหตุผลในการอธิบายจนทำให้เพื่อนๆ เข้าใจเกี่ยวกับการระบุ ตัวแปรต้นและตัวแปรตามมากขึ้น จนทำให้บอกความสัมพันธ์ของตัวแปรต้นและตัวแปรตามได้” (นักเรียนจำนวน 28 คน)

“ได้วางแผนร่วมกัน ฝึกการทำงานเป็นกลุ่ม รู้จักยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่นทำให้เกิด ความสามัคคี ช่วยเหลือกันในการระบุตัวแปรต้นและตัวแปรตาม ทำให้ตั้งสมมติฐาน ได้ถูกต้องมาก ยิ่งขึ้น” (นักเรียนจำนวน 31 คน)

“การที่ครูใช้คำถามทบทวนเรื่องตัวแปรต้นและตัวแปรตามทำให้เห็นแนวทางในการตั้ง สมมติฐานที่ดี” (นักเรียนจำนวน 18 คน)

3. ขั้นศึกษาค้นคว้าทดลอง

ขั้นศึกษาค้นคว้าทดลอง เป็นขั้นที่ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ร่วมกันศึกษาค้นคว้า ลงมือ ปฏิบัติการทดลองด้วยตนเองเพื่อทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ในขั้นนี้ครูควรเป็นผู้ให้แนวทางในการ ค้นหาคำตอบให้กับนักเรียนและควรจัดสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียน เช่น จัดอุปกรณ์การทดลองที่เพียงพอและใช้งานได้ดี จัดหาสื่อการทดลองห้องเรียนเสมือนในอินเทอร์เน็ตที่ นำมาให้นักเรียนปฏิบัติการทดลองในกรณีที่ไม่สามารถปฏิบัติการทดลองในห้องปฏิบัติการได้ เพื่อให้นักเรียนมีทักษะการทดลองและความรู้ในเนื้อหาได้ถูกต้อง และควรนำเทคนิคการใช้คำถาม เข้ามาช่วยเพื่อให้นักเรียนสามารถวิเคราะห์การทดลองได้ ซึ่งการที่นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติการ ทดลองด้วยตนเอง ทำให้เกิดความรู้สึกสนุกสนาน ดึงดูดความสนใจของนักเรียน ไม่เบื่อหน่ายต่อ การเรียนและทำให้นักเรียนมีทักษะการทดลอง

ตัวอย่างจากแผนการจัดการเรียนรู้เรื่องแรงหลังจากที่ครูให้นักเรียนระบุปัญหาและตั้ง สมมติฐานจากสถานการณ์เรื่อง “รีบไปโรงพยาบาล” ซึ่งเป็นสถานการณ์เกี่ยวกับการนำคนป่วยที่ ปวดท้องอย่างรุนแรงไปโรงพยาบาลแต่น้ำมันหมดจึงต้องลงมาเข็นรถ ซึ่งในสถานการณ์ผู้วิจัยได้ ให้รู้วิธีการเข็นรถ 4 แบบ เพื่อให้นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์ว่าจะเข็นรถแบบใดที่คนป่วยไปถึง

โรงพยาบาลได้เร็วที่สุด จากนั้นครูนำนักเรียนที่ตั้งสมมติฐานเหมือนกันหรือคล้ายกันมาอยู่กลุ่มเดียวกัน ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายว่าการออกแบบการทดลองควรประกอบด้วย 1) การกำหนดวัตถุประสงค์ที่ใช้ในการทดลอง 2) การออกแบบตารางบันทึกผลให้ครอบคลุม 3) การกำหนดตัวแปรต้น 4) การกำหนดตัวแปรตาม และ 5) การกำหนดตัวแปรที่ต้องควบคุม จากนั้นครูนำอุปกรณ์การทดลองมาอธิบายวิธีการใช้และการอ่านค่าแล้วให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายว่าจะใช้อุปกรณ์ใดบ้าง หลังจากนั้นนักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันปฏิบัติการทดลองตามที่ออกแบบไว้ ซึ่งนักเรียนสามารถออกแบบตารางบันทึกผลการทดลองและปฏิบัติการทดลองได้ กำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตามและตัวแปรที่ต้องควบคุมได้ เช่น นักเรียนกำหนดตัวแปรต้น คือ วิธีการเข็นรถ ตัวแปรตาม คือ แรงลัพธ์และตัวแปรควบคุม คือ แรงดึง และนักเรียนออกแบบตารางบันทึกผลการทดลองที่ครอบคลุมกับสิ่งที่ต้องการจะวัดได้ โดยในตารางบันทึกผลการทดลองมีวิธีการเข็นรถทั้ง 4 แบบ และให้คำนวณหาขนาดและทิศทางของแรงลัพธ์ในแต่ละแบบ

ตัวอย่างจากแผนการจัดการเรียนรู้เรื่องแรงดึงดูดระหว่างมวล หลังจากที่ครูให้นักเรียนระบุปัญหาและตั้งสมมติฐานเรื่อง “ทำไมไม่เท่ากัน” ซึ่งเป็นสถานการณ์เกี่ยวกับการสังเกตการโคจรของดาว A และดาว B เคลื่อนที่ผ่านจุด 3 จุด ที่มีระยะห่างของดาว A และดาว B ต่างกัน ทำให้เกิดแรงกระทำระหว่างดาว A และดาว B ทั้ง 3 จุด ต่างกัน แต่หลังจากนั้นดาว B มีมวลเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่าของมวลเดิมและเคลื่อนที่ผ่านจุดทั้ง 3 ปรากฏว่าเกิดแรงกระทำระหว่างดาว A และดาว B ต่างจากครั้งแรก ซึ่งครูได้ให้ค่าขนาดของแรงดึงดูดระหว่างดาว A และดาว B ทั้ง 3 จุด ทั้งก่อนและหลังเพิ่มมวลของดาว B แต่เนื่องจากการทดลองเรื่องแรงดึงดูดระหว่างมวลไม่สามารถทดลองได้จากอุปกรณ์จริงในห้องปฏิบัติการ ครูจึงนำสื่อการทดลองห้องเรียนเสมือนจากเว็บไซต์มาให้ให้นักเรียนได้ทดลอง โดยครูอธิบายวิธีการทดลองและการอ่านค่าต่างๆ แล้วถามคำถามกับนักเรียนเพื่อแสดงว่านักเรียนสามารถอ่านค่าและปฏิบัติการทดลองได้ โดยครูถามนักเรียนว่าถ้าขนาดของมวลของวัตถุเท่ากันแต่ให้ระยะห่างระหว่างวัตถุ 2 วัตถุ เท่ากับ 200 mm แรงดึงดูดระหว่างมวลมีค่าเท่าใด จากนั้นให้นักเรียนได้ทดลองปรับค่าระยะห่างระหว่างมวลโดยกำหนดให้มวลคงที่และปรับค่ามวลทั้งสองโดยกำหนดให้ระยะห่างระหว่างมวลคงที่ แล้วให้นักเรียนออกแบบตารางบันทึกผลการทดลองและปฏิบัติการทดลอง ซึ่งนักเรียนสามารถออกแบบตารางบันทึกผลการทดลองได้ เช่น นักเรียนออกแบบการทดลองเป็น 2 ตอน ตอนที่ 1 กำหนดให้มวลคงที่ แล้วปรับค่าระยะห่างระหว่างมวลทั้งสองบันทึกค่าแรงดึงดูดระหว่างมวลที่อ่านได้ และตอนที่ 2 กำหนดให้ระยะห่างระหว่างมวลคงที่ แล้วปรับขนาดของมวลทั้งสอง บันทึกค่าแรงดึงดูดระหว่างมวลที่อ่านได้

ตัวอย่างจากแผนการจัดการเรียนรู้เรื่องกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 ของนิวตัน หลังจากที่ครูให้นักเรียนระบุปัญหาและตั้งสมมติฐานของกลุ่มจากสถานการณ์เรื่อง “เร็วขึ้นอีก” ซึ่งเป็นสถานการณ์เกี่ยวกับพี่เลี้ยงที่ลากรถให้แก่เด็กชายสองคนที่นั่งในรถลาก เมื่อพี่เลี้ยงเหนื่อยจึงนั่งพักบนรถลาก เด็กชายคนเล็กอยากลองลากรถบ้างจึงได้ลากรถไป แต่เขาพบว่าเขาไม่สามารถเร่งให้รถเร็วได้เท่ากับที่พี่เลี้ยงทำ ครูจึงให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษาวิธีการทดลองจากใบกิจกรรมการทดลอง จากนั้นครูนำอุปกรณ์การทดลองมาอธิบายวิธีการใช้และการอ่านค่าของอุปกรณ์โดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายว่าจะใช้อุปกรณ์ใดบ้างในการทดลอง จากนั้นครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันปฏิบัติการทดลองและบันทึกผลการทดลอง ซึ่งนักเรียนสามารถกำหนดค่าสเกลอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองได้ กำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตามและตัวแปรที่ต้องควบคุมได้ โดยในตอนที่ 1 นักเรียนกำหนดตัวแปรต้น คือ แรง ตัวแปรตาม คือ ความเร่งและตัวแปรที่ต้องควบคุม คือ มวล ตอนที่ 2 นักเรียนกำหนดตัวแปรต้น คือ มวล ตัวแปรตาม คือ ความเร่งและตัวแปรที่ต้องควบคุม คือ แรง

จากข้อมูลดังกล่าวสอดคล้องกับบันทึกอนุทินการเรียนรู้ของนักเรียนที่ว่า การได้ลงมือปฏิบัติการทดลองด้วยตนเอง การปฏิบัติการทดลองในสื่อห้องเรียนเสมือนทำให้เกิดความสนุกสนานและทำให้เกิดทักษะการทดลองและทำให้เข้าใจเนื้อหามากยิ่งขึ้น ดังตัวอย่างบันทึกอนุทินการเรียนรู้ของนักเรียนที่ว่า

“ในการทดลองมีความสนุกสนาน เพื่อนๆ ในกลุ่มทุกคนกระตือรือร้นในการทดลอง เพราะได้ลองทดลองถูก ได้เรียนรู้ด้วยตัวเอง ได้เห็นของจริงทำให้เขียนการทดลองได้ว่าต้องประกอบด้วย 1) การกำหนดค่าสเกลอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง 2) การออกแบบตารางบันทึกผลการทดลอง 3) การกำหนดตัวแปรต้น 4) การกำหนดตัวแปรตาม และ 5) การกำหนดตัวแปรที่ต้องควบคุม” (นักเรียนจำนวน 22 คน)

“เกิดความสนุกสนาน ตื่นเต้น เพราะได้ศึกษาค้นคว้า ออกแบบตารางบันทึกผลการทดลองด้วยตนเองและปฏิบัติการทดลองจากเว็บไซต์ในเรื่องแรงดึงดูดระหว่างมวล ซึ่งไม่เคยได้ทดลองแบบนี้มาก่อน ทำให้ไม่เบื่อหน่ายต่อการเรียน” (นักเรียนจำนวน 27 คน)

“สนุกสนานเพราะเพื่อนในกลุ่มสามัคคีกันและช่วยกันแสดงความเห็นในสิ่งที่ตนเองรู้ ทำให้การทดลองผ่านไปได้อย่างราบรื่นสามารถปฏิบัติการทดลอง ออกแบบตารางบันทึกผลการทดลองได้และเลือกใช้อุปกรณ์การทดลองได้ถูกต้อง” (นักเรียนจำนวน 34 คน)

4. ขั้นสรุปผล

ขั้นสรุปผลเป็นขั้นที่ให้นักเรียนได้วิเคราะห์ผลการทดลองและนำผลการทดลองมาอธิบายจนนำไปสู่การลงข้อสรุปและนำความรู้ไปตอบปัญหาที่ตั้งขึ้น ในขั้นนี้ครูใช้เทคนิคการใช้คำถามเข้ามาช่วยเพื่อให้นักเรียนสามารถสังเคราะห์ความรู้จนนำไปสู่การลงข้อสรุปและนำข้อสรุปนี้ไปแก้ปัญหที่ระบุไว้และปัญหาอื่นๆ ที่มีลักษณะใกล้เคียงกัน

ตัวอย่างจากแผนการจัดการเรียนรู้เรื่องกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 ของนิวตัน หลังจากที่นักเรียนทำการศึกษาค้นคว้า ทดลอง เพื่อทดสอบสมมติฐานของสถานการณ์เรื่อง “เร็วขึ้นอีก” ซึ่งเป็นสถานการณ์เกี่ยวกับฟิสิกส์เกี่ยวกับเด็กชายสองคนที่นั่งในรถลาก เมื่อฟิสิกส์หนึ่งนั่งพักบนรถลาก เด็กชายคนเล็กอยากลองลากรถบ้างจึงได้ลากรถไป แต่เขาพบว่าเขาไม่สามารถเร่งให้รถเร็วได้เท่ากับที่ฟิสิกส์ทำ ในขั้นนี้ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการทดลองว่าสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้หรือไม่และผลที่ได้เป็นอย่างไร จากนั้นครูถามคำถามกับนักเรียนจากการทดลองตอนที่ 1 สิ่งที่ต้องควบคุมให้คงที่คืออะไร ถ้าให้ขนาดของแรงมากขึ้นแล้วขนาดของความเร่งจะเป็นอย่างไร เพื่อให้นักเรียนได้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างแรงและความเร่ง โดยนักเรียนตอบว่า “สิ่งที่ต้องควบคุมให้คงที่คือมวล และถ้าให้ขนาดของแรงมากขึ้นขนาดของความเร่งก็จะเพิ่มขึ้น” และจากการทดลองตอนที่ 2 สิ่งที่ต้องควบคุมให้คงที่คืออะไร ถ้าให้มวลมากขึ้น ขนาดของความเร่งจะเป็นอย่างไร เพื่อให้นักเรียนได้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างมวลและความเร่ง โดยนักเรียนตอบว่า “สิ่งที่ต้องควบคุมให้คงที่คือขนาดของแรงและถ้าให้มวลมากขึ้นขนาดของความเร่งก็จะน้อยลง” โดยครูจะต้องอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับหน่วย SI จากนั้นครูให้นักเรียนนำความสัมพันธ์ของแรง มวล และความเร่ง มาสรุปเป็นกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 ของนิวตันและเขียนเป็นสมการ ซึ่งนักเรียนได้สรุปเป็นความสัมพันธ์ว่า “เมื่อมีแรงลัพธ์ที่มีขนาดไม่เป็นศูนย์มากระทำจะทำให้วัตถุเกิดความเร่งในทิศเดียวกับแรงลัพธ์ที่มากระทำและขนาดของความเร่งนี้จะแปรผันกับขนาดของแรงลัพธ์และจะแปรผกผันกับมวลของวัตถุ” เขียนเป็นสมการได้ว่า $\Sigma \vec{F} = m\vec{a}$ จากนั้นครูใช้คำถามถามนักเรียนเพื่อนำข้อสรุปที่ได้ไปแก้ปัญหาดังที่ระบุไว้ซึ่งครูถามนักเรียนว่าจากสถานการณ์ทำไมเมื่อฟิสิกส์นั่งในรถแล้วเด็กชายคนเล็กลากรถ รถจึงเคลื่อนที่ช้าลง นักเรียนตอบว่า “เด็กชายคนเล็กออกแรงลากรถน้อยกว่าฟิสิกส์” และถ้าอยากให้ความเร่งของรถลากเพิ่มขึ้นจะต้องทำอย่างไร นักเรียนตอบว่า “เพิ่มแรงลากรถหรือให้ลดมวลของรถลาก”

ตัวอย่างจากแผนการจัดการเรียนรู้เรื่องกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 3 ของนิวตัน หลังจากทีนักเรียนได้ศึกษาค้นคว้า ทดลอง เพื่อทดสอบสมมติฐานของสถานการณ์เรื่อง “ชนกำแพง” ซึ่งเป็นสถานการณ์

เกี่ยวกับนักกีฬาสเกตที่ซ้อมเล่นสเกต ในขณะที่กำลังซ้อมอยู่นั้นเกิดถอยหลังไปชนเพื่อนทำให้ตัวของเขาเสียหลักไถลเข้าหากำแพง แต่ปรากฏว่ากำแพงออกแรงดันตัวเขา ซึ่งในขั้นนี้ครูถามคำถามกับนักเรียนเพื่อให้ได้ข้อสรุปเกี่ยวกับกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 3 ของนิวตัน โดยครูถามคำถามกับนักเรียนว่าจากการทดลองตอนที่ 1 เมื่อออกแรงดึงเครื่องชั่งสปริงอันที่ 1 ด้วยแรงมากขึ้น เครื่องชั่งสปริงอันที่ 2 เป็นอย่างไร มีทิศทางไปทางใดและอ่านค่าได้เท่าใด นักเรียนตอบว่า “มีทิศทางตรงข้ามกับแรงดึงเครื่องชั่งสปริงอันที่ 1 และอ่านค่าได้เท่ากับเครื่องชั่งสปริงอันที่ 1” ครูถามนักเรียนต่อไปอีกว่า จากการทดลองตอนที่ 2 ถ้าออกแรงดึงเครื่องชั่งสปริงอันที่ 2 ด้วยแรงมากขึ้น เครื่องชั่งสปริงอันที่ 1 เป็นอย่างไร มีทิศทางไปทางใดและอ่านค่าได้เท่าใด นักเรียนตอบว่า “มีทิศทางตรงข้ามกับแรงดึงเครื่องชั่งสปริงอันที่ 2 และอ่านค่าได้เท่ากับเครื่องชั่งสปริงอันที่ 2” ครูอธิบายให้กับนักเรียนเพิ่มเติมว่า แรงที่กระทำเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า แรงกิริยา (action) ส่วนแรงที่ได้ตอบเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า แรงปฏิกิริยา (reaction) จากนั้นครูถามคำถามกับนักเรียนว่า จากการทดลองนักเรียนเขียนความสัมพันธ์ของแรงกิริยาและแรงปฏิกิริยาได้อย่างไรและเขียนเป็นสมการได้อย่างไร นักเรียนตอบว่า “ทุกแรงกิริยามีแรงปฏิกิริยาขนาดเท่ากันกระทำในทิศตรงกันข้ามเสมอหรือแรงกระทำซึ่งกันและกันของวัตถุย่อมมีขนาดเท่ากันแต่มีทิศตรงกันข้ามและกระทำกับวัตถุคนละก้อน” เขียนเป็นสมการได้ว่า $F_{12} = -F_{21}$ ครูใช้คำถามถามนักเรียนเพื่อนำไปสู่การนำความรู้ไปแก้ปัญหามาตามทีระบุนไว้โดยครูถามนักเรียนว่า จากสถานการณ์เพราะเหตุใดนักกีฬาสเกตจึงเคลื่อนที่ถอยออกมาจากกำแพง นักเรียนตอบว่า “เมื่อเราออกแรงกระทำกับกำแพง กำแพงก็จะออกแรงกระทำกับเราขนาดเท่ากันแต่มีทิศตรงกันข้ามกับแรงกระทำกับกำแพง”

จากข้อมูลดังกล่าวสอดคล้องกับบันทึกอนุทินการเรียนรู้ของนักเรียนที่ว่า ขันสรุปผลเป็นขั้นที่ให้นักเรียนได้สังเคราะห์ผลจากการศึกษาค้นคว้าทดลอง การนำเทคนิคการใช้คำถามเข้ามาช่วยจะช่วยให้ นักเรียนสามารถสังเคราะห์ความรู้จนนำไปสู่การลงข้อสรุปได้และสามารถนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ตามที่ระบุนไว้หรือที่ใกล้เคียงกันได้ ดังตัวอย่างบันทึกอนุทินการเรียนรู้ของนักเรียนที่ว่า

“การที่ครูถามเพื่อให้ได้ตอบทำให้ได้เรียบเรียงข้อมูลตั้งแต่การเริ่มต้นการทดลองจนถึงการบรรยายและเชื่อมโยงเพื่อสรุปเป็นแนวคิดและสูตร” (นักเรียนจำนวน 27 คน)

“ทำให้รู้จักวิเคราะห์ รู้จักการทำงานเป็นกลุ่ม รู้จักทักษะการทดลองมากขึ้นและสามารถเชื่อมโยงผลการทดลองมาเป็นแนวคิดและนำความรู้ไปเชื่อมโยงใช้ในชีวิตประจำวัน” (นักเรียนจำนวน 19 คน)

ข้อความรู้เกี่ยวกับแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทางที่ได้จากงานวิจัยนี้เมื่อเทียบกับกรอบทฤษฎีของการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทาง สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 การเปรียบเทียบกรอบทฤษฎีกับแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทาง

กรอบทฤษฎี	ผลที่ได้จากการวิจัย	สิ่งที่แตกต่างกัน
ขั้นศึกษาปัญหา		
การศึกษาและวิเคราะห์ปัญหาจากสถานการณ์โดยอาศัยความรู้เดิมของนักเรียนเพื่อระบุปัญหาจากสถานการณ์ที่ครูสร้างขึ้น	ครูนำกระบวนการกลุ่มเข้ามาช่วยทำให้นักเรียนเกิดทักษะการทำงานเป็นกลุ่ม ทักษะด้านการสื่อสาร เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้กัน ทำให้นักเรียนกล้าแสดงความคิดเห็นอย่างมีเหตุผล และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นและการสร้างสถานการณ์ควรอยู่ใกล้ตัวนักเรียนและไม่ซับซ้อนจนเกินไปและเหมาะสมกับเนื้อหาที่เรียน	กระบวนการทำงานเป็นกลุ่ม การแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันและการยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น และสถานการณ์ที่นำมาให้นักเรียนศึกษาควรเป็นสถานการณ์ที่อยู่ใกล้ตัวนักเรียน ไม่ซับซ้อนจนเกินไปและเหมาะสมกับเนื้อหาที่เรียน
ขั้นระดมสมองเพื่อตั้งสมมติฐาน		
การร่วมกันอภิปราย แสดงความคิดเห็น แลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันเพื่อตั้งสมมติฐานของปัญหาตามที่ระบุไว้ในขั้นศึกษาปัญหา	นักเรียนร่วมกันอภิปราย แสดงความคิดเห็น แลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันเพื่อตั้งสมมติฐาน ซึ่งการนำกระบวนการกลุ่มเข้ามาช่วยจะทำให้นักเรียนแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันโดยใช้เหตุผลและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นและครูควรนำเทคนิคการใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนได้	กระบวนการทำงานเป็นกลุ่ม และเทคนิคการใช้คำถาม

ตารางที่ 8 (ต่อ)

กรอบทฤษฎี	ผลที่ได้จากการวิจัย	สิ่งที่แตกต่างกัน
	ทบทวนเนื้อหาและเพื่อกระตุ้น ให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย เกี่ยวกับแนวทางในการ ตั้งสมมติฐานที่ถูกต้อง	
ขั้นศึกษาค้นคว้าทดลอง		
การศึกษาค้นคว้า ลงมือ ปฏิบัติการทดลองด้วยตนเอง เพื่อทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้	นักเรียนศึกษาค้นคว้า ลงมือ ปฏิบัติการทดลองด้วยตนเอง เพื่อทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ ซึ่งครูควรเป็นผู้ชี้แนะแนวทาง ในการค้นหาคำตอบที่ถูกต้อง ให้กับนักเรียนเพื่อให้นักเรียน มีแนวทางในการค้นหาคำตอบ ที่ถูกต้องและครูควรจัด สภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการ เรียนรู้ของนักเรียนและควรนำ เทคนิคการใช้คำถามเข้ามาช่วย เพื่อให้นักเรียนสามารถ วิเคราะห์การทดลองได้	เทคนิคการใช้คำถามและการ จัดหาสื่อ วัสดุอุปกรณ์ จัด สภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการ เรียนรู้
ขั้นสรุปผล		
การวิเคราะห์ผลการทดลอง และนำผลการทดลองมา อธิบายจนนำไปสู่การลง ข้อสรุป	นักเรียนวิเคราะห์และ สังเคราะห์ผลจากการศึกษา ค้นคว้าทดลอง ซึ่งการนำ เทคนิคการใช้คำถามเข้ามาช่วย จะช่วยให้ นักเรียนสามารถ สังเคราะห์ความรู้จนนำไปสู่ การลงข้อสรุปได้	เทคนิคการใช้คำถาม

ในงานวิจัยครั้งนี้ไม่ได้แสดงวรรณกรรมการทำวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนอย่างชัดเจน แต่จากผลการวิจัยนี้เป็นการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน ซึ่งจะเห็นว่าผู้วิจัยมีการสะท้อนความคิดต่อการจัดการเรียนรู้ในทุกแผนและนำข้อบกพร่องที่เกิดจากการจัดการเรียนรู้ไปใช้ปรับปรุงการจัดการเรียนรู้

1. ทักษะการทดลองของนักเรียน

ผลจากการศึกษาทักษะการทดลองของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เป็นการตอบคำถามวิจัยที่ว่า ทักษะการทดลองของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทางเป็นอย่างไร การนำเสนอทักษะการทดลองของนักเรียนแบ่งออกเป็น 4 ด้านคือ การระบุปัญหา การตั้งสมมติฐาน การทดลองและการสรุปผลการทดลอง ผู้วิจัยพิจารณาข้อมูลจากแบบวัดทักษะการทดลองแล้วนำคำตอบของนักเรียนมาวิเคราะห์และให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ หากความถี่และจำนวนหาค่าร้อยละ ซึ่งได้ผลดังแสดงในตารางที่ 9

ตารางที่ 9 ทักษะการทดลองของนักเรียนคิดเป็นความถี่และร้อยละ

(N = 42)

การทดลอง	สถานการณ์	จำนวนนักเรียน (ร้อยละ)			
		3 คะแนน	2 คะแนน	1 คะแนน	0 คะแนน
การระบุ ปัญหา	2	36 (85.72)	4 (9.52)	1 (2.38)	1 (2.38)
	5	41 (97.62)	-	1 (2.38)	-
	รวม	77	4	2	1
	ร้อยละ	91.67	4.76	2.38	1.19
การตั้ง สมมติฐาน	1	37 (88.10)	3 (7.14)	2 (4.76)	-
	2	37 (88.10)	4 (9.52)	1 (2.38)	-
	รวม	74	7	3	-
	ร้อยละ	88.10	8.33	3.57	-

ตารางที่ 9 (ต่อ)

การทดลอง	สถานการณ์	จำนวนนักเรียน (ร้อยละ)			
		3 คะแนน	2 คะแนน	1 คะแนน	0 คะแนน
การทดลอง	1	31 (73.81)	11 (26.19)	-	-
	2	32 (76.19)	9 (21.43)	1 (2.38)	-
	รวม	63	20	1	-
	ร้อยละ	75.00	23.81	1.19	
การสรุปผล การทดลอง	3	33 (78.57)	9 (21.43)	-	-
	4	34 (80.95)	8 (19.45)	-	-
	รวม	67	17	-	-
	ร้อยละ	79.76	20.24		

จากตารางที่ 9 พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีทักษะการทดลองผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ในทุกด้านดังนี้ ด้านการระบุปัญหา (91.67) การตั้งสมมติฐาน (88.10) การทดลอง (75.00) และการสรุปผลการทดลอง (79.76) แสดงว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทางช่วยพัฒนาทักษะการทดลองของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในเรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันได้ ซึ่งรายละเอียดของทักษะการทดลองสามารถแสดงได้ดังต่อไปนี้

การระบุปัญหา

จากการวิเคราะห์และนำคำตอบของนักเรียนมาให้คะแนนตามเกณฑ์การให้คะแนนที่มีระดับคะแนน 3 2 1 และ 0 ที่ประเมินด้วยสถานการณ์ที่ 2 ซึ่งเป็นสถานการณ์เกี่ยวกับการปลุกต้นไม้เฟิร์นของบ้านหลังหนึ่งที่ตั้งอยู่ใกล้บริเวณโรงโม่หินแต่พบว่าต้นไม้เฟิร์นที่ปลุกอยู่นั้นไม่เจริญเติบโตเนื่องจากมีฝุ่นละอองปกคลุม และสถานการณ์ที่ 5 ซึ่งเป็นสถานการณ์เกี่ยวกับการทดสอบการนำความร้อนของวัสดุ 5 ชนิด ได้แก่ ไม้ อะลูมิเนียม ทองแดง เหล็กและแก้ว โดยนำแท่งวัสดุ 5 ชนิด

มาเสียบไว้ในชุดนำความร้อนแล้วนำดินน้ำมันมาติดไว้ที่ปลายแท่งวัสดุเพื่อทดสอบว่า วัสดุใดนำความร้อนได้ดีที่สุด ตามลำดับ จากการระบุปัญหาของนักเรียน พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่จำนวน 77 คน คิดเป็นร้อยละ 91.67 สามารถระบุปัญหาสอดคล้องกับสถานการณ์และบอกสิ่งที่ต้องการศึกษาได้ครบถ้วน นักเรียนจำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 4.76 ระบุปัญหาสอดคล้องกับสถานการณ์แต่ไม่สามารถบอกสิ่งที่ต้องการศึกษาได้ครบถ้วน นักเรียนจำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 2.38 ระบุปัญหาสอดคล้องกับสถานการณ์แต่ไม่สามารถบอกสิ่งที่ต้องการศึกษาได้และนักเรียนจำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 1.19 ไม่ตอบ

เมื่อนำคำตอบของนักเรียนมาวิเคราะห์และให้คะแนนตามเกณฑ์การให้คะแนน ซึ่งแยกตามสถานการณ์ได้ดังนี้

สถานการณ์ที่ 2

นักเรียนจำนวน 36 คน คิดเป็นร้อยละ 85.72 ระบุปัญหาสอดคล้องกับสถานการณ์และบอกสิ่งที่ต้องการศึกษาได้ครบถ้วน โดยนักเรียนระบุปัญหาว่า “ฝุ่นละอองจากโรงโม่หินมีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นใบเฟิร์นหรือไม่” บางคนระบุปัญหาว่า “ทำไมต้นใบเฟิร์นที่ถูกฝุ่นละอองปกคลุมจึงไม่ค่อยเจริญเติบโต” นักเรียนจำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 9.52 ระบุปัญหาสอดคล้องกับสถานการณ์แต่ไม่สามารถบอกสิ่งที่ต้องการศึกษาได้ครบถ้วน เช่น “ทำไมต้นใบเฟิร์นที่ถูกไฟจึงไม่ค่อยเจริญเติบโต” และมีนักเรียนจำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 2.38 ระบุปัญหาสอดคล้องกับสถานการณ์แต่ไม่สามารถบอกสิ่งที่ต้องการศึกษาได้ ซึ่งนักเรียนตอบว่า “ละอองสีดำที่มาปกคลุมต้นใบเฟิร์นทำให้ต้นใบเฟิร์นไม่สามารถสังเคราะห์เพื่อเป็นอาหารได้จึงทำให้การเจริญเติบโตของต้นใบเฟิร์นช้าลง” นอกจากนี้ยังมีนักเรียนที่ไม่เขียนคำตอบ 1 คน คิดเป็นร้อยละ 2.38

สถานการณ์ที่ 5

มีนักเรียนจำนวน 41 คน ร้อยละ 97.62 ระบุปัญหาสอดคล้องกับสถานการณ์และบอกสิ่งที่ต้องการศึกษาได้ครบถ้วน โดยนักเรียนระบุปัญหาว่า “วัสดุชนิดใดนำความร้อนได้ดีที่สุด” บางคนระบุปัญหาว่า “ทองแดงนำความร้อนได้ดีกว่าวัสดุอื่นหรือไม่” และมีนักเรียนจำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 2.38 ที่ระบุปัญหาสอดคล้องกับสถานการณ์แต่ไม่สามารถบอกสิ่งที่ต้องการศึกษาได้ คือไม่กล่าวถึงการนำความร้อน ซึ่งนักเรียนระบุปัญหาว่า “ถ้าดินน้ำมันมาติดที่วัสดุทุกชนิดแล้วดินน้ำมันจะตกลงสู่พื้นดิน”

จากคำตอบของนักเรียนแสดงให้เห็นว่านักเรียนสามารถระบุปัญหาได้ สอดคล้องกับคำตอบของนักเรียนจากสถานการณ์เรื่อง “รีบไปโรงพยาบาล” ในแผนการจัดการเรียนรู้เรื่องแรง ซึ่งเป็นสถานการณ์เกี่ยวกับการนำคนป่วยที่ปวดท้องอย่างรุนแรงไปโรงพยาบาลแต่น้ำมันหมดจึงต้องลงมาเข็นรถ ซึ่งในสถานการณ์ผู้วิจัยได้ให้รู้วิธีการเข็นรถ 4 แบบ แล้วให้นักเรียนระบุปัญหาเกี่ยวกับการเข็นรถ ซึ่งนักเรียนระบุปัญหาว่า “จะเลือกเข็นรถแบบใดที่ทำให้นายอ้วนไปถึงโรงพยาบาลได้เร็วที่สุด” และจากคำตอบของสถานการณ์เรื่อง “เร็วขึ้นอีก” ในแผนการจัดการเรียนรู้เรื่องกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 ของนิวตัน ซึ่งเป็นสถานการณ์เกี่ยวกับที่เลี้ยงลากรดให้แก่เด็กชายสองคนที่นั่งในรถลาก เมื่อที่เลี้ยงเหนื่อยจึงนั่งพักบนรถลากเด็กชายคนเล็กอยากลงลากรดบ้างจึงได้ลากรดไปแต่เขาพบว่าเขาไม่สามารถเร่งให้รถเร็วได้เท่ากับที่ที่เลี้ยงทำซึ่งนักเรียนระบุปัญหาว่า “ทำไมเด็กลากรดจึงมีความเร่งไม่เท่ากับที่ที่เลี้ยงลากรด”

การตั้งสมมติฐาน

จากการวิเคราะห์และนำคำตอบของนักเรียนมาวิเคราะห์และให้คะแนนตามเกณฑ์การให้คะแนนที่มีระดับคะแนน 3 2 1 และ 0 ที่ประเมินด้วยสถานการณ์ที่ 1 ที่เป็นสถานการณ์เกี่ยวกับการดัดน้ำให้เดือด โดยมีแหล่งเชื้อเพลิงที่เป็นวัสดุแตกต่างกัน 4 ชนิด ได้แก่ ฟืน ถ่านไม้ ก๊าซหุงต้ม และขี้เลื่อย แล้วเกิดความสงสัยว่าเชื้อเพลิงประเภทใดที่ทำให้น้ำเดือดได้เร็วที่สุด และสถานการณ์ที่ 2 เป็นสถานการณ์เกี่ยวกับการปลูกต้นไม้เฟิร์นของบ้านหลังหนึ่งที่ตั้งอยู่ใกล้บริเวณโรงโมหินซึ่งพบว่าต้นไม้เฟิร์นที่ปลูกอยู่นั้นไม่เจริญเติบโตเนื่องจากมีฝุ่นละอองปกคลุม จากการตั้งสมมติฐานของนักเรียน พบว่านักเรียนส่วนใหญ่จำนวน 74 คน คิดเป็นร้อยละ 88.10 ตั้งสมมติฐานสอดคล้องกับปัญหาและบอกความสัมพันธ์ของตัวแปรต้นและตัวแปรตามได้ครบถ้วน นักเรียนจำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 8.33 ตั้งสมมติฐานสอดคล้องกับปัญหาแต่ระบุตัวแปรต้นหรือตัวแปรตามได้อย่างใดอย่างหนึ่ง และนักเรียนจำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 3.57 ตั้งสมมติฐานสอดคล้องกับปัญหาแต่ไม่สามารถระบุทั้งตัวแปรต้นและตัวแปรตามได้

เมื่อนำคำตอบของนักเรียนมาวิเคราะห์และให้คะแนนตามเกณฑ์การให้คะแนน ซึ่งแยกตามสถานการณ์ได้ดังนี้

สถานการณ์ที่ 1

นักเรียนจำนวน 37 คน คิดเป็นร้อยละ 88.10 ตั้งสมมติฐานที่สอดคล้องกับปัญหาและบอกความสัมพันธ์ของตัวแปรต้นและตัวแปรตามได้ครบถ้วน โดยนักเรียนตั้งสมมติฐานว่า “ก๊าซหุงต้มทำให้น้ำเดือดได้เร็วที่สุด” และ “ถ้าก๊าซหุงต้มให้พลังงานความร้อนมากที่สุดแล้วจะทำให้น้ำเดือดโดยใช้เวลาน้อยที่สุด” นอกจากใช้เชื้อเพลิงประเภทก๊าซหุงต้มแล้วนักเรียนยังตั้งสมมติฐานโดยคิดว่าเชื้อเพลิงประเภทฟืนและถ่านไม้เมื่อติดไฟแล้วจะให้พลังงานความร้อนมากที่สุดจึงคิดว่าทำให้น้ำเดือดได้เร็วที่สุด ซึ่งนักเรียนตั้งสมมติฐานว่า “ฟืนทำให้น้ำเดือดได้เร็วที่สุด” และ “ถ่านไม้ทำให้น้ำเดือดได้เร็วที่สุด” นักเรียนจำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 7.14 ตั้งสมมติฐานสอดคล้องกับปัญหาแต่ระบุตัวแปรต้นหรือตัวแปรตามได้อย่างใดอย่างหนึ่ง ซึ่งนักเรียนไม่ระบุชนิดของเชื้อเพลิง เช่น “ถ้าเชื้อเพลิงมีปริมาณมากและติดไฟได้เร็วจะทำให้น้ำเดือดได้เร็วด้วย” และ “ถ้าเชื้อเพลิงประเภทไหนนำความร้อนได้เร็วที่สุดทำให้น้ำเดือดโดยใช้เวลาน้อยที่สุด” และ “ถ้าเชื้อเพลิงใดเกิดการเผาไหม้มากที่สุดแล้วเชื้อเพลิงนั้นจะใช้เวลาในการเดือดมากที่สุด” นอกจากนี้ยังมีนักเรียนที่ไม่สามารถตั้งสมมติฐานได้จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 4.76 ซึ่งนักเรียนตั้งสมมติฐานสอดคล้องกับปัญหาแต่ไม่สามารถระบุทั้งตัวแปรต้นและตัวแปรตามได้ โดยที่นักเรียนเขียนบรรยายแสดงการให้เหตุผลแทนการตั้งสมมติฐาน เช่น “เชื้อเพลิงแต่ละชนิดให้ความร้อนที่ไม่เท่ากันเพราะเชื้อเพลิงแต่ละชนิดนั้นแตกต่างกันและวัสดุที่ทำต่างกัน ฟืน ถ่านไม้และขี้เลื่อยทำมาจากวัสดุชนิดเดียวกัน เป็นไปได้ว่าก๊าซหุงต้มจะทำให้น้ำเดือดเร็วที่สุดเพราะเป็นก๊าซไวไฟ” และ “ก๊าซหุงต้มจะสามารถทำให้น้ำเดือดโดยใช้เวลาน้อยที่สุด เนื่องจากฟืน ถ่านไม้และขี้เลื่อยไม่สามารถเร่งความแรงของไฟได้แต่ก๊าซหุงต้มสามารถเร่งได้”

สถานการณ์ที่ 2

นักเรียนจำนวน 37 คน คิดเป็นร้อยละ 88.10 ตั้งสมมติฐานสอดคล้องกับปัญหาและบอกความสัมพันธ์ของตัวแปรต้นและตัวแปรตามได้ครบถ้วน โดยนักเรียนบอกความสัมพันธ์ของฝุ่นละอองกับการเจริญเติบโตของต้นใบเฟิร์นได้ เช่น “ถ้าฝุ่นละอองมีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นใบเฟิร์นแล้วต้นใบเฟิร์นที่ไม่ถูกฝุ่นละอองปกคลุมจะเจริญเติบโตมากกว่าต้นใบเฟิร์นที่ถูกฝุ่นละอองปกคลุม” และ “ฝุ่นละอองจากโรงโม่หินทำให้ต้นใบเฟิร์นไม่เจริญเติบโต” นอกจากการตั้งสมมติฐานที่ว่า ฝุ่นละอองที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของต้นใบเฟิร์นโดยตรงแล้ว ยังมีนักเรียนที่บอกการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของฝุ่นละอองกับการสังเคราะห์แสง ซึ่งการสังเคราะห์แสงนี้จะส่งผลต่อการเจริญเติบโตของต้นใบเฟิร์น โดยนักเรียนตั้งสมมติฐานว่า “ถ้าฝุ่นละอองที่มาปกคลุมต้นใบ

เฟิร์นมีผลต่อการสังเคราะห์แสงของใบเฟิร์นทำให้ใบเฟิร์นไม่เจริญเติบโตแล้ว ต้นใบเฟิร์นที่ถูกฝุ่นละอองปกคลุมจะไม่เจริญเติบโต” นักเรียนจำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 9.52 ตั้งสมมติฐานสอดคล้องกับปัญหาแต่ระบุตัวแปรต้นหรือตัวแปรตามได้อย่างใดอย่างหนึ่งเท่านั้น ซึ่งนักเรียนตั้งสมมติฐานโดยไม่ระบุตัวแปรต้น ระบุเพียงตัวแปรตามของปัญหาเช่น “ถ้าใบเฟิร์นได้รับแสงแดดน้อยแล้ว ใบเฟิร์นจะเจริญเติบโตช้า” “ปากใบของใบของต้นใบเฟิร์นไม่สามารถเปิดออกเพื่อสังเคราะห์แสงจึงทำให้ต้นใบเฟิร์นไม่เจริญเติบโต” และ “ถ้านำปุ๋ยมาใส่ต้นใบเฟิร์นแล้ว ต้นใบเฟิร์นจะโตเร็วกว่าเดิม”

จากคำตอบของนักเรียนแสดงให้เห็นว่านักเรียนสามารถตั้งสมมติฐานได้ สอดคล้องกับคำตอบของนักเรียนจากสถานการณ์เรื่อง “รีบไปโรงพยาบาล” ในแผนการจัดการเรียนรู้เรื่องแรง ซึ่งเป็นสถานการณ์เกี่ยวกับการนำคนป่วยที่ปวดท้องอย่างรุนแรงไปโรงพยาบาลแต่น้ำมันรถหมดจึงต้องลงมาเข็นรถ ซึ่งในสถานการณ์ผู้วิจัยได้ให้รู้วิธีการเข็นรถ 4 แบบ จากนั้นให้นักเรียนระบุปัญหาว่าเข็นรถแบบใดจึงจะทำให้ไปถึงโรงพยาบาลได้เร็วที่สุด ซึ่งนักเรียนตั้งสมมติฐานว่า “ถ้าออกแรงเข็นรถไปตามแบบที่ 1 แล้วจะทำให้เข็นง่ายขึ้นไปถึงโรงพยาบาลเร็วที่สุด” และสอดคล้องกับคำตอบของนักเรียนจากสถานการณ์เรื่อง “เร็วขึ้นอีก” ในแผนการจัดการเรียนรู้เรื่องกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 ของนิวตัน ซึ่งเป็นสถานการณ์เกี่ยวกับการที่พี่เลี้ยงลากรถให้แก่เด็กชายสองคนที่นั่งในรถลาก เมื่อพี่เลี้ยงเหนื่อยจึงนั่งพักบนรถลาก เด็กชายคนเล็กอยากลองลากรถบ้างจึงได้ลากรถไป แต่เขาพบว่าเขาไม่สามารถเร่งให้รถเร็วได้เท่ากับที่พี่เลี้ยงทำจากสถานการณ์นักเรียนตั้งสมมติฐานว่า “ถ้ามวลและแรงมีผลต่อความเร่งของรถลากแล้ว 1) ให้มวลเท่าเดิม เมื่อออกแรงกระทำมาก ความเร่งก็จะมาก 2) ให้แรงเท่าเดิม เมื่อมวลมาก ความเร่งก็จะน้อย”

การทดลอง

จากการวิเคราะห์และนำคำตอบของนักเรียนมาให้คะแนนตามเกณฑ์การให้คะแนนที่มีระดับคะแนน 3 2 1 และ 0 ที่ประเมินด้วยสถานการณ์ที่ 1 ที่เป็นสถานการณ์เกี่ยวกับการดัดน้ำให้เดือด โดยมีแหล่งเชื้อเพลิงซึ่งเป็นวัสดุที่แตกต่างกัน 4 ชนิด ได้แก่ ฟืน ถ่านไม้ ก๊าซหุงต้มและขี้เลื่อย แล้วเกิดความสงสัยว่าเชื้อเพลิงประเภทใดที่ทำให้น้ำเดือดได้เร็วที่สุดและสถานการณ์ที่ 2 เป็นสถานการณ์เกี่ยวกับการปลูกต้นใบเฟิร์นของบ้านหลังหนึ่งที่ตั้งอยู่ใกล้บริเวณโรงโมหิน ซึ่งพบว่าต้นใบเฟิร์นที่ปลูกอยู่นั้นไม่เจริญเติบโต เนื่องจากมีฝุ่นละอองปกคลุม จากการทดลองพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่จำนวน 63 คน คิดเป็นร้อยละ 75.00 มีพฤติกรรมที่บอกถึงการมีทักษะการทดลองดังนี้ มีการกำหนดวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง มีการออกแบบตารางบันทึกผลได้ถูกต้อง มีการกำหนดตัวแปรต้น มีการกำหนดตัวแปรตามและมีการกำหนดตัวแปรที่ต้องควบคุมและนักเรียนจำนวน 20 คน คิดเป็น

ร้อยละ 23.81 มีพฤติกรรมที่แสดงถึงความสามารถในการทดลองได้ 3-4 พฤติกรรม จากระดับคะแนน 3 คะแนน และนักเรียนจำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 1.19 มีพฤติกรรมที่แสดงถึงความสามารถในการทดลอง 1-2 พฤติกรรม จากระดับคะแนน 3 คะแนน

เมื่อนำคำตอบของนักเรียนมาวิเคราะห์และให้คะแนนตามเกณฑ์การให้คะแนน ซึ่งแยกตามสถานการณ์ได้ดังนี้

สถานการณ์ที่ 1

นักเรียนจำนวน 31 คน คิดเป็นร้อยละ 73.81 ออกแบบการทดลองโดยมีพฤติกรรมที่บอกถึงการมีทักษะการทดลองแล้วดังนี้ มีการกำหนดวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง มีการออกแบบตารางบันทึกผลได้ถูกต้อง มีการกำหนดตัวแปรต้น มีการกำหนดตัวแปรตามและมีการกำหนดตัวแปรที่ต้องควบคุม โดยนักเรียนออกแบบตารางบันทึกผลการทดลองที่ครอบคลุมกับสิ่งที่ต้องการวัด มีการใช้วัสดุอุปกรณ์ได้ถูกต้อง นักเรียนจำนวน 11 คน คิดเป็นร้อยละ 26.19 ออกแบบการทดลองโดยมีพฤติกรรมที่บอกถึงการมีทักษะการทดลองแล้ว 3-4 พฤติกรรม เช่น นักเรียนกำหนดวัสดุอุปกรณ์ได้ถูกต้อง ออกแบบตารางบันทึกผลการทดลองได้ แต่การกำหนดตัวแปรที่ต้องควบคุมนั้นยังไม่ชัดเจนโดยนักเรียนไม่ควบคุมปริมาณน้ำในการต้ม นอกจากนี้มีนักเรียนที่กำหนดวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง กำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตามและตัวแปรที่ต้องควบคุมแต่การออกแบบตารางบันทึกผลยังไม่ครอบคลุมกับสิ่งที่ต้องการวัด ซึ่งในตารางบันทึกผลการทดลองนักเรียนออกแบบตารางบันทึกผลการทดลองโดยให้บันทึกค่าของอุณหภูมิของน้ำ แต่สิ่งที่นักเรียนต้องการวัดคือเวลาที่ทำให้น้ำเดือด

สถานการณ์ที่ 2

นักเรียนจำนวน 32 คน คิดเป็นร้อยละ 76.19 ออกแบบการทดลองโดยมีพฤติกรรมที่บอกถึงการมีทักษะการทดลองแล้วดังนี้ มีการกำหนดวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง มีการออกแบบตารางบันทึกผลได้ถูกต้อง มีการกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตามและตัวแปรที่ต้องควบคุม โดยนักเรียนออกแบบตารางบันทึกผลการทดลองที่ครอบคลุมกับสิ่งที่ต้องการวัด โดยตัวแปรตามคือการเจริญเติบโตของต้นใบเฟิร์นนั้น นักเรียนทำการวัดความสูงของต้นใบเฟิร์นในหน่วยเซนติเมตร และมีการกำหนดตัวแปรที่ควบคุมได้ถูกต้อง โดยนักเรียนควบคุมขนาดของต้นไม้ ชนิด พันธุ์ของต้นไม้ ปริมาณน้ำปริมาณแสงแดดและชนิดของดิน นักเรียนจำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 21.43 ออกแบบการทดลอง

โดยมีพฤติกรรมที่บอกว่าเกิดทักษะการทดลองแล้ว 3-4 พฤติกรรม เช่น นักเรียนออกแบบการทดลอง โดยกำหนดวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง มีการออกแบบตารางบันทึกผลได้ถูกต้อง แต่นักเรียนไม่สามารถกำหนดตัวแปรที่ต้องควบคุมได้ นอกจากนี้มีนักเรียนจำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 2.38 ออกแบบการทดลองที่กำหนดวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองและออกแบบตารางบันทึกผลการทดลองได้ แต่นักเรียนไม่สามารถกำหนดตัวแปรต้นตัวแปรตามและตัวแปรที่ต้องควบคุมได้ ซึ่งนักเรียนกำหนดตัวแปรต้น คือ แสงแดด ตัวแปรตาม คือ การสังเคราะห์แสง และตัวแปรที่ต้องควบคุม คือ จำนวนวัน

การสรุปผลการทดลอง

จากการวิเคราะห์และนำคำตอบของนักเรียนมาวิเคราะห์และคะแนนตามเกณฑ์การให้คะแนนที่มีระดับคะแนน 3 2 1 และ 0 ที่ประเมินด้วยสถานการณ์ที่ 3 ที่เป็นสถานการณ์เกี่ยวกับการเปรียบเทียบพื้นที่ผิววัตถุที่แตกต่างกันว่ามีแรงเสียดทานเท่ากันหรือไม่ โดยนำถุงทราย 2 ถุง ถุงหนึ่งใช้พลาสติกครอบและอีกถุงหนึ่งไม่มีถุงพลาสติกครอบ นำถุงทรายทั้ง 2 มาทดสอบโดยการนำเครื่องชั่งสปริงมาชั่งเพื่อดูขนาดของแรงดึงจากตาชั่งสปริง โดยมีตารางบันทึกผลการทดลองแรงดึงจากเครื่องชั่งสปริงที่ดึงถุงทรายที่มีถุงพลาสติกครอบและถุงทรายที่ไม่มีถุงพลาสติกครอบมาประกอบการสรุปผลการทดลอง และสถานการณ์ที่ 4 เป็นสถานการณ์เกี่ยวกับการความสามารถในการละลายของสาร โดยนำสาร 3 ชนิด คือ สารส้ม คอปเปอร์ซัลเฟตและโซเดียมคลอไรด์มาละลายในน้ำที่อุณหภูมิต่างกันเพื่อทดสอบว่าความสามารถในการละลายของสารขึ้นอยู่กับอุณหภูมิหรือไม่และความสามารถในการละลายของสารแต่ละชนิดแตกต่างกันหรือไม่ โดยนำตารางบันทึกผลการทดลองการละลายในน้ำของสารทั้ง 3 ชนิด ที่อุณหภูมิ 20 80 และ 100 องศาเซลเซียส เพื่อนำมาประกอบการสรุปผลการทดลอง จากการสรุปผลการทดลองของนักเรียน พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่จำนวน 67 คน คิดเป็นร้อยละ 79.76 บอกความหมายของข้อมูลและลงข้อสรุปได้ถูกต้อง นักเรียนจำนวน 17 คน คิดเป็นร้อยละ 20.24 บอกความหมายของข้อมูลและลงข้อสรุปได้ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์

เมื่อนำคำตอบของนักเรียนมาวิเคราะห์และให้คะแนนตามเกณฑ์การให้คะแนน ซึ่งแยกตามสถานการณ์ได้ดังนี้

สถานการณ์ที่ 3

นักเรียนจำนวน 33 คน คิดเป็นร้อยละ 78.57 สรุปผลการทดลองที่บอกความหมายของข้อมูลและลงข้อสรุปได้ถูกต้อง ซึ่งนักเรียนสามารถบอกความหมายจากตารางบันทึกผลการทดลองแรงดึงจากเครื่องชั่งสปริงที่ดึงถุงทรายที่มีถุงพลาสติกครอบและถุงทรายที่ไม่มีถุงพลาสติกครอบและนำมาลงข้อสรุปได้ว่า “พื้นผิววัตถุที่แตกต่างกันมีแรงเสียดทานไม่เท่ากัน โดยนักเรียนสรุปผลการทดลองว่า “พื้นผิววัตถุต่างกันจะมีแรงเสียดทานไม่เท่ากัน โดยที่ถุงพลาสติกมีผิวลื่นและเรียบทำให้มีแรงเสียดทานน้อย ถุงทรายที่ไม่มีถุงพลาสติกครอบมีผิวขรุขระทำให้แรงเสียดทานมาก” นักเรียนจำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 21.43 บอกความหมายของข้อมูลและลงข้อสรุปได้ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ ซึ่งนักเรียนสามารถบอกความหมายของข้อมูลจากตารางการทดลองแรงดึงจากเครื่องชั่งสปริงที่ดึงถุงทรายที่มีถุงพลาสติกครอบและถุงทรายที่ไม่มีถุงพลาสติกครอบได้ แต่ยังลงข้อสรุปเกี่ยวกับพื้นผิวของถุงทรายที่มีถุงพลาสติกครอบและถุงทรายที่ไม่มีถุงพลาสติกครอบได้ไม่สมบูรณ์ เช่น “ถุงทรายที่ไม่มีถุงพลาสติกครอบจะมีแรงเสียดทานมากทำให้ต้องออกแรงดึงมากแต่ถุงทรายที่มีถุงพลาสติกครอบมีแรงเสียดทานน้อยกว่าจึงออกแรงน้อยกว่าถุงทรายที่ไม่มีถุงพลาสติกครอบ”

สถานการณ์ที่ 4

นักเรียนจำนวน 34 คน คิดเป็นร้อยละ 80.95 สรุปผลการทดลองที่บอกความหมายของข้อมูลและลงข้อสรุปได้ถูกต้อง ซึ่งนักเรียนสามารถบอกความหมายจากตารางความสามารถในการละลายของสารที่อุณหภูมิต่างๆ กัน และลงข้อสรุปว่า การละลายของสารขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและความสามารถในการละลายของสารแต่ละชนิดต่างกัน โดยนักเรียนสรุปผลการทดลองว่า “การละลายของสารขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ ยิ่งอุณหภูมิสูงความสามารถในการละลายจะเพิ่มมากขึ้นและสารแต่ละชนิดจะมีความสามารถในการละลายแตกต่างกัน โดยที่โซเดียมคลอไรด์จะละลายได้ดีที่สุด รองลงมาคือ คอปเปอร์ซัลเฟตและสารส้ม ตามลำดับ” นักเรียนจำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 19.45 สรุปผลการทดลองที่บอกความหมายข้อมูลได้แต่ลงข้อสรุปได้ไม่ครบถ้วน โดยนักเรียนบอกสรุปว่าความสามารถในการละลายของสารที่อุณหภูมิต่างๆ กันได้ แต่ไม่สามารถสรุปเกี่ยวกับความสามารถในการละลายของสารแต่ละชนิดได้ เช่น “ความสามารถในการละลายของสารขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ ยิ่งอุณหภูมิสูงขึ้นความสามารถในการละลายก็เพิ่มมากขึ้น” นอกจากนี้ยังมีนักเรียนที่สามารถบอกความหมายของข้อมูลว่าสารชนิดใดละลายได้ดีกว่ากันแต่ไม่สามารถลงข้อสรุปเกี่ยวกับอุณหภูมิมีผลต่อการละลายของสารได้ ซึ่งนักเรียนสรุปผลการทดลองว่า “โซเดียมคลอไรด์สามารถละลายในน้ำได้ดีที่สุด รองลงมาคือ คอปเปอร์ซัลเฟตและสารที่ละลายได้ช้าที่สุดคือ สารส้ม

2. เจตคติของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทาง

เจตคติของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทางเป็นการตอบคำถามการวิจัยที่ว่า เจตคติต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทางเรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เป็นอย่างไร ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลจากการตอบแบบวัดเจตคติของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทาง รวมทั้งจากการสัมภาษณ์ที่ผู้วิจัยเป็นผู้สัมภาษณ์นักเรียนเป็นรายบุคคลด้วยตนเอง โดยนำนักเรียนมากลุ่มละ 1 คน รวมจำนวน 9 คน เพื่อเป็นตัวแทนของกลุ่ม คณะเพศและความสามารถ ใช้เวลาในการสัมภาษณ์คนละ 20 นาที โดยมีรูปแบบการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างและวิเคราะห์ข้อมูลและจากบันทึกอนุทินการเรียนรู้ของนักเรียนประกอบด้วย

แบบวัดเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทางที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนี้มีลักษณะเป็นแบบวัดมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) มีตัวเลือก 5 ระดับ คือ มาก ที่สุดมาก ปานกลาง น้อยและน้อยที่สุด โดยแบ่งเป็น 2 ตอน ดังนี้ ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบวัดเจตคติจำนวนข้อคำถาม 3 ข้อ คือ 1) ชื่อ-สกุล 2) เพศ และ 3) เกรดเฉลี่ย ตอนที่ 2 เจตคติของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทางที่มีจำนวนข้อคำถาม 20 ข้อ ซึ่งข้อคำถามได้ครอบคลุมประเด็นเกี่ยวกับขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทาง

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ระดับเจตคติของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทางจากแบบวัดเจตคติ โดยคิดค่าเฉลี่ยเป็นรายบุคคลในการตอบข้อคำถาม 20 คำถาม ดังแสดงในตารางที่ 10

ตารางที่ 10 ระดับเจตคติของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทาง

(N = 42)

นักเรียนคนที่	$\bar{x}$	ระดับเจตคติ
1	3.85	สูง
2	4.00	สูง
3	3.90	สูง
4	4.10	สูง
5	3.80	สูง
6	4.15	สูง
7	3.85	สูง
8	3.80	สูง
9	4.20	สูง
10	3.80	สูง
11	4.50	สูงมาก
12	3.20	ปานกลาง
13	3.85	สูง
14	3.85	สูง
15	4.10	สูง
16	4.40	สูง
17	4.30	สูง
18	4.00	สูง
19	4.59	สูงมาก
20	4.30	สูง
21	4.00	สูง
22	4.24	สูง
23	3.71	สูง
24	4.15	สูง
25	4.25	สูง
26	3.85	สูง
27	3.85	สูง
28	3.85	สูง

ตารางที่ 10 (ต่อ)

(N = 42)

นักเรียนคนที่	$\bar{x}$	ระดับเจตคติ
29	4.00	สูง
30	3.75	สูง
31	3.15	สูง
32	4.05	สูง
33	3.90	สูง
34	4.50	สูงมาก
35	4.05	สูง
36	3.10	ปานกลาง
37	4.00	สูง
38	3.90	สูง
39	4.10	สูง
40	3.30	ปานกลาง
41	4.10	สูง
42	4.00	สูง
รวม	3.96	สูง

จากตารางที่ 10 ระดับเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทางของนักเรียนจำนวน 42 คน พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่จำนวน 36 คน มีระดับเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทางในระดับสูง ซึ่งมีค่าเฉลี่ยระหว่าง 3.50-4.49 คิดเป็นร้อยละ 85.71 ของนักเรียนทั้งหมด

นอกจากนี้ยังพบว่ามึนักเรียนจำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 7.14 ของนักเรียนทั้งหมด มีระดับเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้แบบนำทางในระดับสูงมากมีค่าเฉลี่ยระหว่าง 4.50-5.00 ข้อมูลจากบันทึกอนุทินการเรียนรู้ของนักเรียนและจากการสัมภาษณ์นักเรียน พบว่า สาเหตุเนื่องจากการได้วางแผนลงมือปฏิบัติจริง ทำให้รู้ถึงทักษะการทดลองและเข้าใจเนื้อหามากขึ้น การทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนความรู้กัน กล้าแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นและมีนักเรียนจำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 7.14 ของนักเรียนทั้งหมด มีระดับเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทางในระดับปานกลางมีค่าเฉลี่ยระหว่าง 2.50-3.49 ข้อมูลจากบันทึก

อนุทินการเรียนรู้ของนักเรียนและจากการสัมภาษณ์นักเรียน สาเหตุเนื่องจากในบางครั้งนักเรียนต้องมาปฏิบัติการทำงานนอกเวลาเรียน ทำให้รู้สึกเบื่อหน่าย ไม่อยากทำการทดลองนอกเวลาเรียน

เมื่อนำคำตอบของนักเรียนจากการตอบแบบวัดเจตคติต่อกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทางมาหาค่าเฉลี่ยพบว่า ค่าเฉลี่ยของเจตคติในแต่ละข้อความ แสดงได้ดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11 ระดับเจตคติของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทาง (N = 42)

ข้อที่	ข้อความ	$\bar{X}$	S.D	ระดับเจตคติ
1	ข้าพเจ้าชอบวิธีการเรียนที่เริ่มต้นด้วยสถานการณ์ปัญหาก่อนที่จะเรียนรู้เนื้อหา	3.74	0.96	สูง
2	ข้าพเจ้าชอบวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาและแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง	3.60	0.91	สูง
3	ข้าพเจ้าชอบที่ได้ระบุปัญหาเพื่อวางแผนการหาคำตอบด้วยตนเอง	4.00	0.75	สูง
4	ข้าพเจ้าชอบที่ได้ตั้งสมมติฐานด้วยตนเอง	3.90	0.70	สูง
5	ข้าพเจ้าชอบที่ได้ออกแบบการทดลองและปฏิบัติการทดลองด้วยตนเอง	3.90	0.92	สูง
6	ข้าพเจ้าชอบที่ได้สรุปความรู้จากการทดลองด้วยตนเอง	3.98	0.81	สูง
7	ข้าพเจ้าชอบทำงานกลุ่มกับเพื่อนๆ	4.45	0.67	สูง
8	ข้าพเจ้าชอบที่ได้อภิปรายและแลกเปลี่ยนความรู้กับเพื่อนๆ	4.21	0.74	สูง
9	ข้าพเจ้าชอบการเรียนที่มีการช่วยเหลือ ระดมความคิดเห็น	4.38	0.63	สูง
10	ข้าพเจ้าชอบที่จะเชื่อมโยงความรู้ที่ได้ศึกษามาแก้ปัญหาในสถานการณ์	4.02	0.79	สูง
11	สื่อ/อุปกรณ์ที่ใช้มีความเหมาะสมกับเนื้อหาวิชา	3.33	0.94	ปานกลาง
12	สื่อ/อุปกรณ์มีความน่าสนใจ	3.17	1.02	ปานกลาง

ตารางที่ 11 (ต่อ)

(N = 42)

ข้อที่	ข้อความ	$\bar{x}$	S.D	ระดับเจตคติ
13	ข้าพเจ้าชอบที่ได้เสนอข้อมูลของตนเองต่อเพื่อนและครู	3.45	1.02	ปานกลาง
14	ข้าพเจ้าชอบที่มีการวัดและการประเมินผลการเรียนรู้ที่หลากหลาย	3.76	0.79	สูง
15	ข้าพเจ้าชอบที่มีการวัดและประเมินผลมีความเหมาะสมและมีความยุติธรรมต่อผู้เรียน	4.00	0.75	สูง
16	ข้าพเจ้ามีความสามารถในการแก้ปัญหาเพิ่มขึ้น	4.19	0.58	สูง
17	ข้าพเจ้าได้ฝึกทักษะในการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง	4.12	0.76	สูง
18	ข้าพเจ้าเข้าใจแนวคิดของเนื้อหาวิชาได้ดียิ่งขึ้น	4.12	0.67	สูง
19	ข้าพเจ้าได้เรียนรู้การทำงานร่วมกับผู้อื่นและได้ฝึกเป็นคนที่ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น	4.26	0.78	สูง
20	ข้าพเจ้ามีความรับผิดชอบต่อการเรียนและการทำงานสูงขึ้น	4.38	0.62	สูง
รวม		3.95	0.79	สูง

จากตารางที่ 11 ระดับเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทางของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทางในระดับสูง ซึ่งมีค่าเฉลี่ยระหว่าง 3.50 – 4.49 จำนวน 17 ข้อ จากทั้งหมด 20 ข้อ ในข้อความที่ 7) ชอบทำงานกลุ่มกับเพื่อนๆ 9) ชอบการเรียนที่มีการช่วยเหลือระดมความคิดเห็น 20) มีความรับผิดชอบต่อการเรียนและการทำงานสูงขึ้น 19) ได้เรียนรู้การทำงานร่วมกับผู้อื่นและได้ฝึกเป็นคนที่ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น 8) ชอบที่ได้อภิปรายและแลกเปลี่ยนความรู้กับเพื่อนๆ 16) มีความสามารถในการแก้ปัญหาเพิ่มขึ้น 17) ได้ฝึกทักษะในการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง 18) เข้าใจแนวคิดของเนื้อหาวิชาได้ดียิ่งขึ้น 10) ชอบที่จะเชื่อมโยงความรู้ที่ได้ศึกษามาแก้ปัญหาในสถานการณ์ 15) ชอบที่มีการวัดและประเมินผลมีความเหมาะสมและมีความยุติธรรมต่อผู้เรียน 3) ชอบที่ได้ระบุปัญหาเพื่อวางแผนการหาคำตอบด้วยตนเอง 6) ชอบที่ได้สรุปความรู้จากการทดลองด้วยตนเอง 4) ชอบที่ได้ตั้งสมมติฐานด้วยตนเอง 5) ชอบที่ได้ออกแบบการทดลองและปฏิบัติการ

ทดลองด้วยตนเอง 14) ชอบที่มีการวัดและการประเมินผลการเรียนรู้ที่หลากหลาย 1) ชอบวิธีการเรียนที่เริ่มต้นด้วยสถานการณ์ปัญหาก่อนที่จะเรียนรู้เนื้อหา และ 2) ชอบวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาและแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง

นักเรียนมีเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทางเรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันในระดับปานกลาง ซึ่งมีค่าเฉลี่ยระหว่าง 2.50–3.49 จำนวน 3 ข้อ จากทั้งหมด 20 ข้อ ในข้อความที่ 13) ข้าพเจ้าชอบที่ได้เสนอข้อมูลของตนเองต่อเพื่อนและครู 11) สื่อ/อุปกรณ์ที่ใช้มีความเหมาะสมกับเนื้อหาวิชาและ 12) สื่อ/อุปกรณ์มีความน่าสนใจ

จากแบบวัดเจตคตินักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทาง พบว่านักเรียนมีเจตคติในระดับสูงต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทาง ซึ่งการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทางทำให้ฝึกทักษะการทดลอง เกิดความสนุกสนาน ได้ศึกษาค้นคว้าเพราะได้วางแผนและได้ลงมือปฏิบัติการทดลองด้วยตนเอง ส่งผลให้เข้าใจเนื้อหามากยิ่งขึ้น ฝึกการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม ทำให้กล้าแสดงความคิดเห็นอย่างมีเหตุผลและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ซึ่งสอดคล้องกับการสัมภาษณ์นักเรียนและบันทึกอนุทินการเรียนรู้ของนักเรียนที่ว่า

ข้อมูลจากการสัมภาษณ์นักเรียน

“ชอบกิจกรรมแบบนี้เพราะได้รู้ที่มาของสูตรว่ามีที่มาอย่างไร ทำให้เข้าใจเนื้อหามากขึ้น” (จำนวน 7 คน)

“ชอบเพราะได้ใช้ความคิดของตนเอง ได้แลกเปลี่ยนแสดงความคิดเห็นกับเพื่อนๆ ในกลุ่ม สิ่งไหนที่ไม่เข้าใจปรึกษาเพื่อน” (จำนวน 8 คน)

“สนุกกับการทำการทดลองที่ได้ทำการทดลองจริงเพราะที่ผ่านมายังไม่เคยได้ทำการทดลอง” (จำนวน 2 คน)

“ฝึกการทำงานเป็นกลุ่ม การฝึกวิเคราะห์ การวางแผนแก้ปัญหา การใช้เหตุผลเพื่อสรุปหาแนวทางในการแก้ปัญหาและสามารถนำมาเชื่อมโยงในชีวิตประจำวันได้” (จำนวน 8 คน) ข้อมูลจากบันทึกอนุทินการเรียนรู้ของนักเรียน

“การเรียนวันนี้ได้รับความสนุกสนาน ได้รับความรู้ใหม่ๆ ในการทดลองเพราะยังไม่เคยได้ทำการทดลองแบบนี้มาก่อน เพื่อนๆ มีความกระตือรือร้นในการทำกิจกรรมการทดลองและการตอบคำถามของครู” (บันทึกอนุทินครั้งที่ 2 นักเรียนจำนวน 31 คน)

“มีความสุขในการเรียนได้ศึกษาค้นคว้า ทดลอง และสนุกสนานกับการทดลอง เพื่อนๆ ในกลุ่มมีความสามัคคีกันช่วยกันคิดแก้ปัญหาในการทำทดลอง” (บันทึกอนุทินครั้งที่ 3 นักเรียนจำนวน 28 คน)

นอกจากนี้ยังพบว่า นักเรียนมีเจตคติในระดับปานกลางต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทางในด้านของสื่อ/อุปกรณ์เกี่ยวกับความเหมาะสมกับเนื้อหาวิชาและความน่าสนใจ สาเหตุอาจเนื่องมาจากอุปกรณ์การทดลองไม่เพียงพอ ขำรุค ทำให้ต้องเสียเวลาในการปฏิบัติการทดลองและนักเรียนมีเจตคติในระดับปานกลางในด้านการนำเสนอข้อมูลของตนเองต่อเพื่อนและครู สาเหตุเนื่องจากบางครั้งการนำเสนอข้อมูลไม่ตรงกับเพื่อนและกลัวว่าจะปฏิบัติการทดลองผิดพลาด สอดคล้องกับการสัมภาษณ์นักเรียนและบันทึกอนุทินการเรียนรู้ที่ว่า

“อุปกรณ์บางอย่างชำรุดและไม่เพียงพอจึงต้องใช้เวลาในการทดลองมากขึ้นเพราะบางกลุ่มทำไม่ทันต้องมาทำนอกเวลา” (บันทึกอนุทินครั้งที่ 2 จำนวน 6 คน)

“ในการเรียนวันนี้ดูวุ่นวายเล็กน้อยเพราะอุปกรณ์ไม่เพียงพอต่อกลุ่ม ทำให้ต้องต่อคิวในการทดลองแต่ก็สนุกดีเพราะเป็นการทดลองที่ยังไม่เคยได้ทำ” (บันทึกอนุทินครั้งที่ 3 จำนวนนักเรียน 31 คน)

“การนำเสนอผลการทดลองรู้สึกเกรียดยเล็กน้อยเพราะผลการทดลองไม่ตรงกับเพื่อนๆ กลุ่มอื่นและกลัวว่าจะทำการทดลองผิดพลาด” (บันทึกอนุทินครั้งที่ 1 จำนวนนักเรียน 5 คน)

การอภิปรายผล

การศึกษาแนวทางในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทาง ทักษะการทดลองของนักเรียนและเจตคติของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทางเรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน ผู้วิจัยขออภิปรายผลการวิจัยดังนี้

1. แนวทางในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทาง

ในขั้นศึกษาปัญหาควรเป็นขั้นที่ให้นักเรียนได้ศึกษาวิเคราะห์ปัญหาจากสถานการณ์ โดยอาศัยความรู้เดิมของนักเรียนเพื่อระบุปัญหาที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์ ในขั้นนี้ควรนำกระบวนการกลุ่มเข้ามาช่วยเพื่อให้นักเรียนเกิดทักษะการทำงานเป็นกลุ่ม ทักษะด้านการสื่อสาร เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้กัน ทำให้นักเรียนกล้าแสดงความคิดเห็นอย่างมีเหตุผลและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น สอดคล้องกับ Kuhlthau, Maniotes and Caspari (2007) ที่ว่า การที่นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กันจะทำให้ นักเรียนได้พัฒนาทักษะการสื่อสาร เช่น ได้แลกเปลี่ยนความรู้กัน ฝึกการยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น และทำให้ได้ช่วยกันสรุปผลของการสืบเสาะแสวงหาคำตอบให้ถูกต้องมากขึ้น ในขั้นการศึกษาปัญหานี้เป็นจุดเริ่มต้นของกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เพราะปัญหาจะเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการแสวงหาคำตอบ ทั้งการปฏิบัติการทดลองและการศึกษาค้นคว้า และสถานการณ์ที่ครูสร้างขึ้นมานั้นควรเป็นสถานการณ์ที่มีความซับซ้อนพอที่จะไม่เห็นคำตอบในทันทีและเกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่เรียน สอดคล้องกับ Goodman and Berntson (2000) ที่ว่า สถานการณ์ปัญหาที่นำมาให้นักเรียนศึกษาและระบุปัญหานั้น ควรเป็นปัญหาที่ซับซ้อนแต่ไม่ยากจนเกินไป และมีคำตอบที่ถูกต้องคำตอบเดียว

การระดมสมองเพื่อตั้งสมมติฐาน ควรนำกระบวนการทำงานเป็นกลุ่มมาใช้เพื่อให้นักเรียนได้ร่วมกันระดมสมอง อภิปราย แสดงความคิดเห็น แลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันเพื่อตั้งสมมติฐานของปัญหาตามที่ระบุไว้ในขั้นการศึกษาปัญหาและควรนำเทคนิคการใช้คำถามมาช่วยเพื่อให้นักเรียนได้ทบทวนและมีความเข้าใจเกี่ยวกับการตั้งสมมติฐานที่ถูกต้อง สอดคล้องกับงานวิจัยของ Douglas and Chiu (2009) ที่ว่า ควรให้นักเรียนได้มีการอภิปรายร่วมกันเพื่อให้นักเรียนสามารถแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันและนักเรียนสามารถประเมินความรู้ของตนเองได้

ในการศึกษาค้นคว้าทดลอง ควรให้นักเรียนศึกษาค้นคว้า วางแผนและลงมือปฏิบัติการทดลองด้วยตนเอง โดยครูต้องเป็นผู้อำนวยความสะดวกและจัดสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการจัดการ

เรียนรู้ เช่น มีอุปกรณ์การทดลองที่เพียงพอและใช้งานได้ดี สื่อการทดลองห้องเรียนเสมือนในอินเทอร์เน็ต เป็นต้น เพราะถ้ามีสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการเรียนรู้ซึ่งจะทำให้ให้นักเรียนมีทักษะการทดลอง การสืบค้น การวิเคราะห์ข้อมูล สังเคราะห์ข้อมูลเพื่อทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้และเห็นแนวทางในการค้นหาคำตอบและควรให้แนวทางในการค้นหาคำตอบให้กับนักเรียน สอดคล้องกับงานวิจัยของ Magnusson *et al.* (2004) ที่พบว่า การที่นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติค้นหาคำตอบด้วยตนเองทำให้นักเรียนได้เข้าใจถึงกระบวนการในค้นหาคำตอบ และงานวิจัยของ Moor (2009) ที่พบว่า การที่นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติการทดลองด้วยตนเอง โดยครูเป็นผู้ชี้แนะแนวทางในการค้นหาคำตอบส่งผลให้นักเรียนสามารถปฏิบัติการทดลอง วิเคราะห์ผลการทดลองและสามารถสรุปผลการทดลองได้ และงานวิจัยของ Kirschner *et al.* (2006) ที่พบว่า ควรมีการชี้แนะแนวทางในการค้นหาคำตอบให้กับนักเรียนเพื่อให้นักเรียนมีแนวทางและได้คำตอบที่ถูกต้อง

ส่วนขั้นสรุปผลการทดลองควรนำเทคนิคการใช้คำถามเข้ามาช่วยเพื่อให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้จนนำไปสู่การการลงข้อสรุป ซึ่งคำถามควรเริ่มจากคำถามที่ไม่ซับซ้อน เช่น จากแผนการจัดการเรียนรู้เรื่องแรง ครูถามนักเรียนว่า “เมื่อออกแรงดึงถุงทรายไปในทิศทางเดียวกันแรง $\vec{F}_1$ และ $\vec{F}_2$ มีค่าเท่าใด” ไปสู่คำถามที่ซับซ้อนยิ่งขึ้น เช่น ครูถามนักเรียนต่อไปอีกว่า “นักเรียนสามารถหาค่าแรงลัพธ์ได้อย่างไร แรงลัพธ์มีค่าเท่าใดและมีทิศทางไปทางใด” เพื่อให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้จนนำไปสู่ข้อสรุปและนำข้อสรุปนี้ไปแก้ปัญหาที่ระบุไว้และปัญหาอื่นๆ ที่มีลักษณะใกล้เคียงกัน สอดคล้องกับ ทิศนา ขัมมณี (2545) ที่กล่าวว่า ครูผู้สอนสามารถใช้การตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการคิดในระดับที่สูงขึ้นไปเรื่อยๆ เช่น เมื่อถามคำถามแล้วพบว่านักเรียนมีความรู้ในเรื่องใดเรื่องหนึ่งแล้ว ครูควรตั้งคำถามในระดับที่สูงขึ้น คือระดับความเข้าใจหรือถ้านักเรียนมีความเข้าใจแล้ว ครูก็ควรตั้งคำถามในระดับที่สูงขึ้นไปอีก สอดคล้อง Goodman and Berntson (2000); Zion and Mendelovici (2012) และ Hansen and Buczynski (2013) ที่มีความเห็นสอดคล้องกันว่า ในกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้จำเป็นต้องใช้คำถามกับนักเรียนเพื่อให้นักเรียนได้คิดจนนำไปสู่ข้อสรุปและเป็นแนวทางในการหาคำตอบ

2. ทักษะการทดลองของนักเรียน

จากการศึกษาทักษะการทดลองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภายหลังจากที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทาง พบว่า นักเรียนมีทักษะการทดลองทั้งในด้าน การระบุปัญหา การตั้งสมมติฐาน การทดลอง และการสรุปผลการทดลองอยู่ในระดับคะแนน 3 คะแนน และนักเรียนส่วนใหญ่มีทักษะการทดลองผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ในทุกด้าน ซึ่งกล่าวได้ว่า

กิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทางเป็นกิจกรรมที่ทำให้นักเรียนมีทักษะการทดลองและสามารถแสวงหาความรู้ได้ด้วยตนเอง ทั้งนี้สาเหตุเนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทางนั้น ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนได้ระบุปัญหา ตั้งสมมติฐาน ลงมือปฏิบัติการทดลองด้วยตนเอง รวมถึงการที่ได้ให้นักเรียนได้ลงข้อสรุปด้วยตนเอง สอดคล้องกับงานวิจัยของ Wheeler et al. (2013) ที่ได้ทำการศึกษาแนวทางในการเรียนรู้ของครูผู้สอนในวิชาวิทยาศาสตร์ในสาขาฟิสิกส์ เคมี และชีววิทยา พบว่า ในการสอนวิชาฟิสิกส์ครูควรให้วิธีการทดลองกับนักเรียนเพื่อให้นักเรียนมีแนวทางการทดลองที่ถูกต้องและสามารถที่จะวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผลข้อมูลตามที่ครูต้องการให้นักเรียนศึกษาได้ ส่วนในด้านการทดลองที่นักเรียนได้คะแนนน้อยกว่าด้านอื่นๆ นั้น ทั้งนี้สาเหตุเนื่องจากในด้านการทดลองนั้นเป็นการดำเนินการทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ ซึ่งประกอบด้วยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลายๆ ด้านประกอบกัน เช่น การกำหนดและควบคุมตัวแปร การเลือกใช้อุปกรณ์ การออกแบบการทดลอง การออกแบบตารางบันทึกผลการทดลอง สอดคล้องกับงานวิจัยของ Germann et al.(1996) ที่ว่า การทดลองเป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องนักเรียนที่ประสบความสำเร็จการทดลองจะต้องอาศัยทักษะกระบวนการอื่นๆ เป็นพื้นฐานด้วย นอกจากนี้การที่ให้นักเรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มยังช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกัน ช่วยกันระดมความคิดเพื่อทำการทดลอง สอดคล้องกับงานวิจัยของ Crisp (2012) ที่ว่า ควรให้นักเรียนได้ร่วมกันอภิปราย แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันเพื่อช่วยกันเสนอทางเลือกที่จะนำไปสู่ผลสำเร็จ เมื่อให้นักเรียนทำแบบวัดทักษะการทดลอง โดยให้นักเรียนออกแบบตารางบันทึกผลการทดลองในแบบวัดทักษะการทดลองหลังจากเสร็จสิ้นการจัดการเรียนรู้แล้ว พบว่า นักเรียนสามารถได้ในระดับ 3 คะแนน เป็นจำนวน 39 คน ทั้งนี้สาเหตุเนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทางเรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันนั้น นักเรียนได้ออกแบบตารางบันทึกผลการทดลองด้วยตนเองและนักเรียนได้เห็นการให้แนวทางในการทดลองจากครูในใบกิจกรรมการทดลองทำให้นักเรียนสามารถออกแบบตารางบันทึกผลการทดลองนั้นต้องครอบคลุมกับสิ่งที่ต้องการวัดและยังมีนักเรียน 3 คน ที่ยังออกแบบตารางบันทึกผลการทดลองไม่ได้เพราะนักเรียนยังไม่สามารถตีความได้ว่าสิ่งที่ต้องการวัดคืออะไร เช่น ในสถานการณ์ที่ 2 นักเรียนระบุตัวแปรตาม คือ การเจริญเติบโตของต้นใบเฟิร์น แต่ในตารางบันทึกผลการทดลองไม่บอกว่าจะวัดการเจริญเติบโตได้อย่างไร สอดคล้องกับงานวิจัยของ Gaddis and Schoffstall (2007) ที่ว่า การทำให้นักเรียนได้เห็นตัวอย่างจากการเขียนการทดลอง ส่งผลให้นักเรียนสามารถเขียนกระบวนการทดลองและเข้าใจแนวคิดได้เพิ่มขึ้น

3. เจตคติของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทาง

จากการประเมินด้วยแบบวัดเจตคติ จากการสัมภาษณ์นักเรียนและจากบันทึกอนุทินการเรียนรู้ของนักเรียน พบว่า นักเรียนมีเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทางอยู่ในระดับสูง ซึ่งการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทางทำให้นักเรียนสนุกสนานต่อการเรียน เนื่องจากได้ลงมือปฏิบัติการทดลองจริงและแสวงหาคำตอบด้วยตนเอง ช่วยเหลือกันซึ่งกันและกัน ร่วมกันแสดงความคิดเห็นและทำให้มีความรับผิดชอบต่อการเรียนและการทำงานสูงขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ Bilgin (2009) ที่พบว่า นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้และงานวิจัยของ สุจินต์ เลี้ยงจรรยา (2543) ที่ว่า นักเรียนชอบกิจกรรมที่สามารถจับต้องหรือทดลองที่มีอุปกรณ์หรือเครื่องมือต่างๆ

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาแนวทางในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทาง ทักษะการทดลองของนักเรียนและเจตคติของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทาง ซึ่งครอบคลุมเนื้อหาสาระที่สำคัญดังนี้

คำถามการวิจัย

1. แนวทางในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทางเรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันที่จะช่วยพัฒนาทักษะการทดลองของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ความเป็นอย่างไร
2. ทักษะการทดลองของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทางเป็นอย่างไร
3. เจตคติของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทางเรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เป็นอย่างไร

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาแนวทางในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทางเพื่อพัฒนาทักษะการทดลองของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน
2. เพื่อศึกษาทักษะการทดลองของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทางเรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน

3. เพื่อศึกษาเจตคติของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทางเรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน

สิ่งที่ศึกษามีดังนี้

1. แนวทางในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทางที่จะช่วยพัฒนาทักษะการทดลองของนักเรียน
2. ทักษะการทดลองของนักเรียน
3. เจตคติของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทาง

กลุ่มที่ศึกษา

นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 42 คน แบ่งเป็นนักเรียนหญิง 33 คน นักเรียนชาย 9 คน ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 ของโรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดเพชรบูรณ์ สังกัดเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 40

แผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทางเรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน มีทั้งหมด 6 แผน ครอบคลุมเนื้อหาเกี่ยวกับเรื่อง แรง กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 1 ของนิวตัน กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 ของนิวตัน กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 3 ของนิวตัน สภาพไร้น้ำหนักและแรงดึงดูดระหว่างมวล แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทางมุ่งให้นักเรียนใช้ทักษะการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานจากสถานการณ์ที่ผู้วิจัยเป็นผู้สร้างขึ้น โดยใช้กระบวนการกลุ่มในสืบเสาะหาความรู้แล้วนำความรู้ที่ได้มาแก้ปัญหา

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้เครื่องมือที่หลากหลายเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับแนวทางในการจัดการเรียนรู้ที่จะช่วยพัฒนาทักษะการทดลองโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทางและเจตคติของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทาง ซึ่งเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย บันทึกล้างการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัย แบบวัดทักษะการทดลอง แบบวัดเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทาง บันทึกล้างการเรียนรู้นักเรียน และแบบสัมภาษณ์ถึงโครงสร้าง ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. แนวทางในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทางที่จะช่วยพัฒนาทักษะการทดลองของนักเรียน

แบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ เป็นเครื่องมือที่ผู้วิจัยบันทึกเหตุการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างการจัดการเรียนรู้เพื่อใช้หาแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทาง ซึ่งบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้เป็นส่วนหนึ่งของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทางที่ผู้วิจัยจดบันทึกสิ่งที่ได้จากการสังเกตอย่างละเอียดภายหลังจากเสร็จสิ้นการจัดการเรียนรู้ในแต่ละชั่วโมงและนำข้อมูลที่ได้จากการบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ไปปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ในครั้งต่อไป

2. ทักษะการทดลองของนักเรียน

แบบวัดทักษะการทดลอง เป็นแบบวัดที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อใช้วัดทักษะการทดลองของนักเรียน ลักษณะของแบบวัดเป็นแบบอันดับจำนวน 5 สถานการณ์ โดยให้นักเรียนทำแบบวัดหลังเสร็จสิ้นการจัดการเรียนรู้เรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันครบทุกแผนแล้ว

3. เจตคติของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทาง

3.1 แบบวัดเจตคติของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทาง เป็นแบบวัดที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อวัดระดับความชอบ ไม่ชอบต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทาง ลักษณะของแบบวัดเจตคติเป็นแบบวัดมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) มีตัวเลือก

5 ระดับ คือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด โดยให้นักเรียนทำแบบวัดเจตคติหลังจากเสร็จสิ้นการจัดการเรียนรู้เรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันครบทุกแผนแล้ว

3.2 บันทึกอนุทินการเรียนรู้ของนักเรียน เป็นเครื่องมือที่ผู้วิจัยใช้เพื่อหาแนวทางในการจัดการเรียนรู้และเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนันทนาการ เพื่อให้ได้ข้อมูลสะท้อนกลับจากนักเรียนเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของครู ซึ่งนักเรียนเป็นผู้เขียนบันทึกบันทึกหลังจากเสร็จสิ้นการจัดการเรียนรู้ในแต่ละแผน

3.3 แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง เป็นเครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อใช้วัดเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนันทนาการ ผู้วิจัยนำข้อมูลจากการสัมภาษณ์นักเรียนมาเชื่อมโยงกับข้อมูลที่ได้จากแบบวัดเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้และบันทึกอนุทินการเรียนรู้เพื่อสะท้อนถึงผลการวิจัยที่มีความเชื่อมั่นและถูกต้อง ซึ่งผู้วิจัยจะเป็นผู้สัมภาษณ์นักเรียนด้วยตนเองหลังจากเสร็จสิ้นการจัดการเรียนรู้ครบทุกแผนแล้ว

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยมีวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลดังนี้

1. ผู้วิจัยเป็นผู้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเองทุกชั่วโมง โดยผู้วิจัยจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้กับกลุ่มที่ศึกษาตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนันทนาการเรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันจำนวน 6 แผน เป็นเวลา 10 ชั่วโมง โดยผู้วิจัยจดบันทึกหลังจากจัดการเรียนรู้ในประเด็นที่กำหนดไว้ขณะสอนในแต่ละชั่วโมงและให้นักเรียนเขียนบันทึกอนุทินการเรียนรู้เมื่อเรียนจบในแต่ละแผน

2. นำข้อมูลที่ได้จากบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ของครูและบันทึกอนุทินการเรียนรู้ของนักเรียนมาวิเคราะห์เนื้อหาและปรับปรุงแก้ไขในแผนการจัดการเรียนรู้ครั้งต่อไป

3. หลังจากเสร็จสิ้นการจัดการเรียนรู้ครบทุกแผนแล้วทำการวัดทักษะการทดลองของนักเรียน โดยให้นักเรียนทำแบบวัดทักษะการทดลองที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จากนั้นนำคำตอบของนักเรียนมาวิเคราะห์ตามเกณฑ์

4. วัดเจตคติของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทาง โดยให้นักเรียนทุกคนตอบแบบวัดเจตคติด้วยตนเองและผู้วิจัยเป็นผู้สัมภาษณ์นักเรียนหลังจากเสร็จสิ้นการจัดการเรียนรู้ครบทุกแผนแล้ว ซึ่งในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทางนั้นผู้วิจัยได้แบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็น 9 กลุ่มๆ ละ 4-5 คน จากนั้นนำนักเรียนกลุ่มละ 1 คน เพื่อเป็นตัวแทนของกลุ่ม คละเพศและความสามารถ รวมเป็น 9 คน มาทำการสัมภาษณ์เป็นรายบุคคล ใช้เวลาในการสัมภาษณ์คนละ 20 นาที จากนั้นนำข้อมูลจากการสัมภาษณ์นักเรียนและบันทึกอนุทินการเรียนรู้ของนักเรียนที่กล่าวไว้ในข้อที่ 1 มาจัดกลุ่มคำตอบโดยนำคำตอบที่มีลักษณะเหมือนกันอยู่ในกลุ่มเดียวกันและนำข้อมูลจากการตอบแบบวัดเจตคติมาวิเคราะห์ผลแล้วประเมินผลโดยใช้เกณฑ์ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.50 – 5.00 หมายความว่า มีความชอบในระดับสูงมาก

ค่าเฉลี่ย 3.50 – 4.49 หมายความว่า มีความชอบในระดับสูง

ค่าเฉลี่ย 2.50 – 3.49 หมายความว่า มีความชอบในระดับปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 2.50 – 2.49 หมายความว่า มีความชอบในระดับน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.49 หมายความว่า มีความชอบในระดับน้อยที่สุด

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยเครื่องมือต่างๆ มาทำการวิเคราะห์ข้อมูลทั้งในเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ โดยแยกการวิเคราะห์ดังนี้

1. แนวทางในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทาง

การวิเคราะห์แนวทางในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทางที่จะช่วยพัฒนาทักษะการทดลองของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยนำข้อมูลจากบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้และบันทึกอนุทินการเรียนรู้ของนักเรียน โดยนำข้อมูลจากบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ของครูและบันทึกอนุทินการเรียนรู้ของนักเรียนมาวิเคราะห์เนื้อหาเพื่อหาประเด็นที่สำคัญในการบันทึกแต่ละชั่วโมงแล้วนำมาตีความเพื่อหาข้อสรุปเกี่ยวกับแนวทางในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทางเรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันว่าควรมีวิธีการและขั้นตอนอย่างไร

2. ทักษะการทดลองของนักเรียน

การวิเคราะห์ทักษะการทดลองของนักเรียนภายหลังจากเสร็จสิ้นการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทาง ผู้วิจัยนำข้อมูลจากแบบวัดทักษะการทดลองมาวิเคราะห์เนื้อหาโดยการอ่านคำตอบของนักเรียนอย่างละเอียด ตีความ แล้วนำคำตอบของนักเรียนมาให้คะแนนตามเกณฑ์การให้คะแนนและเพื่อให้มั่นใจว่านักเรียนมีทักษะการทดลองผู้วิจัยจึงได้กำหนดการวัดแต่ละด้านโดยให้มีสถานการณ์ที่แตกต่างกัน 2 สถานการณ์ ซึ่งแต่ละด้านมีคะแนนเต็ม 3 คะแนน จากนั้นนำจำนวนนักเรียนที่ตอบแต่ละด้านในแต่ละระดับคะแนนมาจัดกลุ่มหาค่าความถี่ หาค่าร้อยละ แล้วเปรียบเทียบภาพรวมในแต่ละด้านว่าคะแนนร้อยละที่ได้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 หรือไม่

3. เจตคติของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทาง

การวิเคราะห์เจตคติต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทาง เพื่อคุณภาพของงานวิจัยผู้วิจัยได้นำข้อมูลจากแบบวัดเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้แบบนำทาง การสัมภาษณ์นักเรียนและบันทึกอนุทินการเรียนรู้ของนักเรียนมาเชื่อมโยงกันเพื่อสะท้อนให้เห็นถึงผลการวิจัยที่มีความเชื่อมั่นและถูกต้อง โดยนำข้อมูลที่ได้จากแบบวัดเจตคติมาหาความถี่ คำนวณหาค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ยและประเมินผลตามเกณฑ์ที่กำหนด จากนั้นนำคำตอบของนักเรียนในข้อความที่มีความชอบในระดับสูงมาบรรยายข้อมูล โดยนำคำตอบของนักเรียนที่ถูกสัมภาษณ์และคำตอบของนักเรียนจากบันทึกอนุทินการเรียนรู้มาบรรยายเพื่อสนับสนุนถึงคำตอบที่นักเรียนมีความชอบต่อการจัดการเรียนรู้ในแต่ละประเด็นให้มีความชัดเจนมากขึ้น

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากแบบวัดเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้แบบนำทาง การสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างและบันทึกอนุทินการเรียนรู้ของนักเรียนมาทำการวิเคราะห์ดังนี้

1. แบบวัดเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทางเป็นแบบวัดที่นักเรียนประเมินตนเองหลังจากเสร็จสิ้นการจัดการเรียนรู้ครบทุกแผนแล้ว ลักษณะของแบบวัดเจตคติเป็นแบบวัดมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) มีตัวเลือก 5 ระดับ คือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด

ผู้วิจัยกำหนดเกณฑ์ในการให้คะแนนในการตอบแต่ละข้อดังนี้

ระดับความชอบมากที่สุด	ระดับคะแนน 5
ระดับความชอบมาก	ระดับคะแนน 4
ระดับความชอบปานกลาง	ระดับคะแนน 3
ระดับความชอบน้อย	ระดับคะแนน 2
ระดับความน้อยที่สุด	ระดับคะแนน 1

จากนั้นนำข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้จากแบบวัดเจตคติมาหาค่าความถี่ จำนวนหาค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานแล้วประเมินผลโดยใช้เกณฑ์ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.50 – 5.00	หมายความว่า	มีความชอบในระดับสูงมาก
ค่าเฉลี่ย 3.50 – 4.49	หมายความว่า	มีความชอบในระดับสูง
ค่าเฉลี่ย 2.50 – 3.49	หมายความว่า	มีความชอบในระดับปานกลาง
ค่าเฉลี่ย 1.50 – 2.49	หมายความว่า	มีความชอบในระดับน้อย
ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.49	หมายความว่า	มีความชอบในระดับน้อยที่สุด

2. แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง เป็นแบบสัมภาษณ์ที่ผู้วิจัยเป็นผู้สัมภาษณ์นักเรียนด้วยตนเอง หลังจากเสร็จสิ้นการจัดการเรียนรู้ครบทุกแผนแล้ว ในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทาง ผู้วิจัยแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็น 9 กลุ่มๆ ละ 4-5 คน คละเพศและความสามารถ โดยดูจากผลการเรียน จากการถาม-ตอบในขณะเรียน จากนั้นนำนักเรียนมากลุ่มละ 1 คน เพื่อเป็นตัวแทนของกลุ่ม รวมเป็น 9 คน มาทำการสัมภาษณ์เป็นรายบุคคล ใช้เวลาในการสัมภาษณ์คนละ 20 นาที โดยนำข้อมูลที่ได้มาอ่านและตีความอย่างละเอียด แล้วนำคำตอบของนักเรียนที่มีลักษณะเหมือนกันมาจัดกลุ่มคำตอบเดียวกัน จากนั้นนำคำตอบของนักเรียนไปบรรยายเพื่อให้ข้อมูลเกี่ยวกับเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้แบบนำทางให้มีความชัดเจนมากขึ้น

3. แบบบันทึกอนุทินการเรียนรู้ของนักเรียน เป็นแบบบันทึกที่นักเรียนบันทึกด้วยตนเอง หลังจากเสร็จสิ้นการจัดการเรียนรู้ในแต่ละแผน โดยผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้มาอ่านและตีความอย่างละเอียด แล้วนำคำตอบของนักเรียนที่มีลักษณะเหมือนกันมาจัดกลุ่มคำตอบเดียวกัน จากนั้นนำคำตอบของนักเรียนไปบรรยายเพื่อให้ข้อมูลเกี่ยวกับเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้แบบนำทางให้มีความชัดเจนมากขึ้น

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาแนวทางในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทาง ทักษะการทดลองของนักเรียนและเจตคติของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทาง ผู้วิจัยสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1. แนวทางในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทาง

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทาง เป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่เริ่มต้นด้วยสถานการณ์ แล้วให้นักเรียนศึกษาค้นคว้า วางแผน และปฏิบัติการทดลองด้วยตนเอง เพื่อนำความรู้ไปแก้ปัญหาตามที่ระบุไว้หรือปัญหาที่ใกล้เคียงกัน ซึ่งการที่นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติและสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเองทำให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะการทดลอง ฝึกการคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ความรู้ กล้าแสดงความคิดเห็นของตนเอง รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น พัฒนาทักษะด้านการสื่อสาร และสามารถประเมินความรู้ของตนเองได้ ซึ่งแนวทางในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทางควรมีลักษณะดังนี้

1.1 ขั้นศึกษาปัญหาเป็นขั้นที่สำคัญเพราะเป็นจุดเริ่มต้นของกระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ ดังนั้นสถานการณ์ที่นำมาใช้นั้นควรเป็นสถานการณ์ที่นักเรียนได้พบจริงและอยู่ใกล้ตัวนักเรียนและสอดคล้องกับเนื้อหาที่เรียนและสถานการณ์นั้นควรมีความซับซ้อนพอที่จะไม่เห็นคำตอบได้ในทันที

1.2 ขั้นระดมสมองเพื่อตั้งสมมติฐาน ควรเป็นขั้นที่ให้นักเรียนได้ร่วมกันระดมสมองอภิปราย แสดงความคิดเห็น แลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันเพื่อตั้งสมมติฐานตามที่ระบุไว้ในขั้นศึกษาปัญหา ซึ่งการร่วมกันระดมสมองนั้นทำให้นักเรียนได้เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้กัน การใช้เหตุผลทำให้นักเรียนกล้าแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น โดยครูกระตุ้นนักเรียนโดยการถามคำถามกับนักเรียนและร่วมกันอภิปรายกับนักเรียนเกี่ยวกับแนวทางในการตั้งสมมติฐานเพื่อให้นักเรียนสามารถตั้งสมมติฐานได้ถูกต้อง

1.3 ขั้นศึกษาค้นคว้าทดลอง ควรเป็นขั้นที่ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ร่วมกันศึกษาค้นคว้าวางแผนและลงมือปฏิบัติการทดลองด้วยตนเองเพื่อทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ ครูจะเป็นผู้ชี้แนะแนวทางในการค้นหาคำตอบและจัดสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการจัดการเรียนรู้ เช่น อุปกรณ์การ

ทดลองที่ใช้งานได้ดี สื่อการทดลองห้องเรียนเสมือนในอินเทอร์เน็ต เป็นต้น เพื่อให้นักเรียนเกิดความรู้สึกสนุกสนาน ดึงดูดความสนใจของนักเรียน ไม่เบื่อหน่ายต่อการเรียนและการที่นักเรียนได้ปฏิบัติการทดลองจริงส่งผลให้นักเรียนมีทักษะการทดลอง

1.4 ขั้นสรุปผล ในขั้นนี้ครูใช้เทคนิคการใช้คำถามเข้ามาช่วยเพื่อให้นักเรียนสามารถสังเคราะห์ความรู้จนนำไปสู่การลงข้อสรุปและนำข้อสรุปนี้ไปแก้ปัญหาดตามทีระบุไว้และปัญหาอื่นๆ ที่มีลักษณะใกล้เคียงกัน โดยการใช้คำถามนั้นควรเริ่มถามจากคำถามระดับพื้นฐาน เช่น คำถามให้สังเกตเพื่อให้นักเรียนระบุสิ่งที่ได้จากการทดลอง จากนั้นครูจึงถามคำถามระดับสูง เช่น คำถามให้วิเคราะห์เพื่อให้นักเรียนบอกความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆ ที่เกิดขึ้นในการทดลอง คำถามเพื่อให้สรุปเพื่อให้นักเรียนสังเคราะห์ความรู้จนนำไปสู่ข้อสรุป คำถามให้ประยุกต์เพื่อให้นักเรียนนำข้อสรุปที่ได้ไปแก้ปัญหาดตามทีระบุไว้หรือใกล้เคียงกัน

2. ทักษะการทดลอง

จากการศึกษาทักษะการทดลองของนักเรียน คือ การระบุปัญหา การตั้งสมมติฐาน การทดลอง และการสรุปผลการทดลอง หลังจากทีนักเรียนผ่านการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทางเรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันครบทุกแผนแล้ว พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ผ่านเกณฑ์ในแต่ละด้านร้อยละ 70 ซึ่งมีทักษะการทดลองอยู่ในระดับคะแนน 3 คะแนน ในด้านการระบุปัญหา (ร้อยละ 91.62) การตั้งสมมติฐาน (ร้อยละ 88.10) การทดลอง (ร้อยละ 75.00) และการสรุปผลการทดลอง (ร้อยละ 79.76) แต่อย่างไรก็ตามยังมีนักเรียนที่มีทักษะการทดลองอยู่ในระดับคะแนน 2 คะแนน ในด้านการระบุปัญหา (ร้อยละ 4.76) การตั้งสมมติฐาน (ร้อยละ 8.33) การทดลอง (ร้อยละ 35.71) และการสรุปผลการทดลอง (ร้อยละ 20.24) นอกจากนี้ยังมีนักเรียนที่มีทักษะการทดลองในด้านการระบุปัญหา (ร้อยละ 2.38) การตั้งสมมติฐาน (ร้อยละ 3.57) และการทดลอง (ร้อยละ 2.38) ที่อยู่ในระดับคะแนน 1 คะแนน

3. เจตคติของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทาง

จากการศึกษาเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทาง พบว่านักเรียนมีเจตคติในระดับสูงต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทาง ซึ่งนักเรียนชอบและสนุกสนานต่อการเรียนเพราะเป็นกิจกรรมที่ทำให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติการทดลองด้วยตนเอง ฝึกทักษะการทดลอง ได้แลกเปลี่ยนความรู้กับเพื่อนๆ ฝึกกระบวนการทำงานเป็นกลุ่ม เกิด

ความอยากที่จะเรียนรู้ส่งผลให้เข้าใจในเนื้อหามากยิ่งขึ้นแต่ในการจัดการเรียนรู้ควรมีอุปกรณ์การทดลองที่เพียงพอสำหรับนักเรียนทุกกลุ่ม อุปกรณ์ไม่ชำรุดและควรมีเวลาที่เพียงพอต่อการจัดการเรียนรู้

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะที่ได้จากงานวิจัย

1. หลังจากที่ได้ผู้วิจัยจัดการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทางพบว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทางมีผลต่อการพัฒนาทักษะการทดลองและนักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการจัดการเรียนรู้จึงควรนำแนวทางในการจัดการเรียนรู้ไปใช้เพื่อพัฒนาทักษะการทดลองและเจตคติที่ดีต่อการเรียน
2. ควรมีการตรวจสอบทักษะการทดลองอย่างต่อเนื่องเพื่อให้มั่นใจว่านักเรียนมีทักษะที่คงทนที่สามารถทำการทดลองในเรื่องอื่นๆ ได้
3. จากการศึกษาข้อมูลจากแบบวัดเจตคติ การสัมภาษณ์นักเรียนและบันทึกอนุทินการเรียนรู้ของนักเรียน พบว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทางนั้น ควรมีอุปกรณ์การทดลองที่เพียงพอสำหรับนักเรียนทุกกลุ่ม อุปกรณ์ไม่ชำรุดและควรมีเวลาที่เพียงพอต่อการจัดการเรียนรู้
4. ครูควรสำรวจพื้นฐานเกี่ยวกับทักษะการทดลองของนักเรียนก่อนเรียนว่านักเรียนมีพื้นฐานการทดลองมากน้อยเพียงใดเพื่อนำผลมาออกแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการทดลองของนักเรียนอย่างเต็มที่ โดยเฉพาะกลุ่มที่ศึกษาในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีนักเรียนมาจากหลายโรงเรียนซึ่งมีทักษะการทดลองไม่เท่ากันและ ไม่เหมือนกัน เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ที่จะพัฒนาทักษะการทดลองของนักเรียน

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทางเพื่อพัฒนาทักษะการทดลองของนักเรียนในเนื้อหาอื่นๆ ของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยปรับรูปแบบกิจกรรมให้เหมาะสมกับเนื้อหาและระดับชั้นของนักเรียน

2. ควรศึกษาผลจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบในด้านอื่นๆ เช่น แนวคิด ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การเรียนรู้ด้วยการนำตนเอง เป็นต้น

3. ควรศึกษารูปแบบการจัดการเรียนรู้รูปแบบอื่นๆ ที่เหมาะสมกับนักเรียนเพื่อพัฒนาทักษะการทดลองของนักเรียนและเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้

4. ในการวิจัยครั้งต่อไปควรมีเครื่องมือวัดทักษะการทดลองที่ครอบคลุมมากขึ้น โดยการใช้แบบสังเกตพฤติกรรมร่วมกับแบบวัดทักษะการทดลองเพื่อให้มั่นใจว่านักเรียนมีความสามารถในการทดลองอย่างไรและในส่วนตัวที่นักเรียนยังปฏิบัติไม่คล่องหรือทำไม่ได้

ข้อจำกัดของการทำวิจัย

1. ในงานวิจัยครั้งนี้ไม่มีการวัดทักษะการทดลองของนักเรียนโดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรม ในระหว่างการจัดการเรียนรู้เพื่อประเมินผลตามสภาพจริงและดูพัฒนาการของนักเรียนเกี่ยวกับการทดลองเพื่อนำข้อมูลมาปรับปรุงกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการทดลองของนักเรียน

2. ในงานวิจัยครั้งนี้ไม่มีเครื่องมือวัดทักษะการทดลองที่มีลักษณะเป็นแบบสังเกตพฤติกรรม ในระหว่างที่นักเรียนกำลังปฏิบัติการทดลองในขณะจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อดูพฤติกรรมของนักเรียนว่านักเรียนมีความสามารถในการทดลองอย่างไรและในส่วนตัวที่นักเรียนยังปฏิบัติไม่คล่องหรือทำไม่ได้

3. ในงานวิจัยครั้งนี้ไม่มีการหาความเที่ยงของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยก่อนที่จะนำไปใช้จริงกับกลุ่มที่ศึกษาโดยเฉพาะแบบวัดเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทาง

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมวิชาการ. 2545. หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 คู่มือจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุ.

_____. 2546. การจัดสาระการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. กรุงเทพมหานคร: กระทรวงศึกษาธิการ.

บุญชู คำขาย. 2540. จิตวิทยาการเรียนการสอน. กรุงเทพมหานคร: 9119 เทคนิคพรินติ้ง.

แก้วอุดร เชื้อหาญ. 2545. การพัฒนาแบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กลุ่มเสริมสร้างประสบการณ์ชีวิต ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. ปรินญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการสอน, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม.

จุฑารัตน์ แต่งอ่อน. 2554. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ เพื่อพัฒนาแนวคิดเรื่องสมบัติของสาร ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ชาติชาย พิทักษ์ธนาคม. 2544. จิตวิทยาการเรียนการสอน. กรุงเทพมหานคร: คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ชื่นจิต แสนสุด. 2553. การพัฒนาแนวคิด ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อการเรียนการสอนพันธุกรรมของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ด้วยวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ทบวงมหาวิทยาลัย. 2525. ชุดการเรียนการสอนสำหรับครูวิทยาศาสตร์ เล่ม 3. กรุงเทพมหานคร: ทบวงมหาวิทยาลัย.

ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์ และ พิศาล สร้อยธุหร่า. 2547. **ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์**. เอกสารประกอบการเรียน มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

ทศนา แคมมณี. 2552. **ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ**. พิมพ์ครั้งที่ 11. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ธีรฤติ เอกะกุล. 2549. **ระเบียบวิธีวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์**. ประกอบการเรียนมหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี.

_____. 2551. **การวัดเจตคติ**. พิมพ์ครั้งที่ 2. อุบลราชธานี: วิทยาออฟเซตการพิมพ์.

นงพรรณ พิริยานุพงศ์. 2546. **คู่มือวิจัยและพัฒนา**. นนทบุรี: โครงการสวัสดิการวิชาการสถาบันพระบรมราชชนก.

นิภา ศรีไพโรจน์. 2531. **หลักการวิจัยเบื้องต้น**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: ศึกษาพร.

บุญชม ศรีสะอาด. 2535. **การวิจัยเบื้องต้น**. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร: สุวีริยาสาส์น.

บุญนำ อินทนนท์. 2551. **การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้**. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษามัธยมศึกษา, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์. 2543. **การวิจัย การวัดและประเมินผล**. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาศึกษาศาสตร์ คณะสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.

บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์. 2554. **การวัดและประเมินผลการศึกษา**. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาพื้นฐานการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

บุญเรียง ขจรศิลป์. 2528. “การสร้างแบบวัดเจตคติ.” วารสารศึกษาศาสตร์ปริทัศน์ มหาวิทยาลัย
เกษตรศาสตร์ 2(2): 137-155.

บุญเรียง ขจรศิลป์. 2544. วิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพมหานคร: ห้างหุ้นส่วนจำกัดพีเอ็นการพิมพ์.

บุปผชาติ หัฟหิกรณ์. 2552. การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการเรียนการสอน. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

เบญจพร อินทรสด, การ์ดะรัตน์ วุฒิสเลาและ อริสรา อิศะริย์. 2554. “การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนและมโนคติที่คลาดเคลื่อนเรื่องรูปร่างโมเลกุลโควาเลนต์ด้วยการสืบเสาะ
แบบเน้นำกับการสืบเสาะสำเร็จรูป”. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีภาคเหนือ
3(พิเศษ): 233-244.

ปราณี ทองคำ. 2539. เครื่องมือวัดทางการศึกษา. คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ปัตตานี.

ปรีชา วงศ์อนุตรโรจน์. 2551. จิตวิทยาการศึกษา. กรุงเทพมหานคร: ศูนย์ส่งเสริมสุขภาพ.

พ่องพรรณ ตรียมงคลกุล. 2543. การวิจัยในชั้นเรียน. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งมหาวิทยาลัย
เกษตรศาสตร์.

พงศ์ หรดล. 2540. จิตวิทยาอุตสาหกรรมและองค์การเบื้องต้น. กรุงเทพมหานคร: ม.ป.ท.

พรพรรณ พึ่งประยูรพงศ์. 2547. การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนคอมพิวเตอร์ตามแนว
คอนสตรัคติวิสต์ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบสำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 2 ตาม
หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาโสตทัศนศึกษา, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540. การวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. กรุงเทพมหานคร:
สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

พิมพ์พันธ์ เฉลิมคุปต์. 2544. การเรียนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ: แนวคิด วิธีและเทคนิคการสอน.
กรุงเทพมหานคร: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แมเนจเม้นท์ จำกัด.

พันธ์ ทองชุมนุม. 2547. การสอนวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา. กรุงเทพมหานคร: โอเดียนสโตร์.

ภพ เลาหไพบูลย์. 2540. แนวการสอนวิทยาศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์
ไทยวัฒนาพานิช.

ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2539. เทคนิคการวิจัยเพื่อการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 5.
กรุงเทพมหานคร: สุวีริยาสาส์น.

_____. 2543. การวัดจิตพิสัย. กรุงเทพมหานคร: สุวีริยาสาส์น.

ลิขสิทธิ์ พุดเขียว และ อาชญญา รัตนอุบล. 2555. “การพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน
ทางไกลเพื่อส่งเสริมการสืบสอบหาความรู้ด้วยตนเองของนักศึกษาทางไกล สถาบัน
การศึกษาทางไกล”. **OJED** 7(1): 777-791.

วรรณทิพา รอดแรงคำ. 2540. การสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นกระบวนการ. กรุงเทพมหานคร:
สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ.

_____. 2545. การประเมินทักษะกระบวนการและการแก้ปัญหาในระดับประถมศึกษา.
กรุงเทพมหานคร: สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ.

ศุภิสรา โททอง. 2547. การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ระหว่างการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับ
การสอนตามคู่มือของ สสวท. กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์เรื่องการวัดความยาว
ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัย
เพื่อการศึกษา, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). 2526. คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่ม
สาระวิทยาศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). 2545. คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่ม
สาระวิทยาศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

_____. 2546. การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (อัคราณา)

_____. 2548. เอกสารประกอบการเผยแพร่ขยายผลและอบรมรูปแบบการเรียนการสอนแบบ
สืบเสาะหาความรู้ สาขาชีววิทยา. กรุงเทพมหานคร: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์
และเทคโนโลยี.

_____. 2549. เอกสารการประชุมปฏิบัติการเผยแพร่ขยายผลและอบรมรูปแบบการจัดกระบวนการ
เรียนรู้การจัดการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน เพื่อพัฒนากระบวนการคิดระดับสูง.
กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

_____. 2553. ฟลิคส์เพิ่มเติม 1 กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภา
ลาดพร้าว.

สมพงศ์ จันทรโพธิ์ศรี. 2537. วิทยาศาสตร์ 2. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ธีรพงษ์การพิมพ์.

สุจินต์ เลี้ยงจรรยา. 2543. ผลการใช้กระบวนการเรียนแบบคอนสตรัคติวิซึ่มและการใช้แฟ้มสะสม
งานในการสอนหัวข้อเรื่องพลังงานกับชีวิตและเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3
โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์คุุณิบัณฑิต,
สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุวิมล ว่องวาณิช. 2546. การประเมินผลการเรียนรู้แนวใหม่. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่ง
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

_____. 2551. การวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย.

- สุพัตรา จันทระโฆสิต และ พิมพันธ์ เคชะคุปต์. 2553. “ผลการใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบสืบสอบเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการลดบทบาทการเสริมศักยภาพที่มีต่อมนทัศน์ทางชีววิทยาและความสามารถในการสร้างคำอธิบายของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย”. **OJED** 5(1): 70-84.
- สุวัฒน์ นิยมคำ. 2531. **ทฤษฎีและทางปฏิบัติในการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้**. กรุงเทพมหานคร: เจเนอรัลบุ๊กส์ เซนเตอร์.
- สุรสิงห์ นิรชร และ ศิลปชัย บุรณพานิช. 2543. การเรียนการสอนฟิสิกส์ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ. ฝ่ายวิชาการและวิจัย คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สันติสุข ไชยมงคล. 2542. **เจตคติของผู้ใช้บริการสถานอนามัยที่มีต่อการบริการด้านการรักษาพยาบาลของเจ้าหน้าที่สาธารณสุขประจำสถานอนามัยในเขตอำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร**. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาจิตวิทยาการศึกษา, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- อุษา นาคทอง, ธีราพร อนันตะเศรษฐกุล และ นฤมล ยุตาคม. 2550. “ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในเรื่องเซลล์และกระบวนการของเซลล์”. **วารสารสงขลานครินทร์ ฉบับสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์** 13(3): 383-394.
- Alberta. 2004. **Focus on Inquiry: A Teacher's Guide to Implementing Inquiry-based Learning**. Canada: Alberta Learning.
- Altinay, Y. 2012. **Effect of Guided Inquiry Experiments on the Acquisition of Science Process Skills, Achievement and Differentiation of Conceptual Structure**. Thesis of Master degree Secondary Science and Mathematics Education.
- American Association for the Advancement of Science (AAAS). 1993. **Science for all Americans**. New York: Oxford University Press, Inc.
- Bailey, P. D. 2008. “Should teacher centered teaching replace student centered learning”. **Chem Educ** 9: 70-74.

- Banchi H. and R. Bell. 2008. "The Many Levels of Inquiry". **Science and Children** 46: 26-29.
- Banerjee, A. 2010. "Teaching Science Using Guided Inquiry as the Central Theme: A Professional Development Model for High School Science Teachers". **Science Educator Fall 2010** 19(2): 1-9.
- Banks, D. A. 2002. "Structured Inquiry for Masters Students: A 'Philosophical' Approach". **Informing Science** 67-72.
- Bilgin, I. 2009. "The effects to guided inquiry instruction incorporating a cooperative learning approach on university students' achievement of acid and bases concepts and attitude toward guided inquiry instruction". **Scientific Research and Essay** 14(10): 1038-1046.
- Blonder, R., R. Mamlok and A. Hofstein. 2008. "Analyzing inquiry questions of high-school students in gas chromatography open-ended laboratory experiment". **Chemistry Education Research and Practice** 9: 250-258.
- Brown, R. N., F.E. Oke and P. Brown. 1982. **Curriculum and Instruction: An Introduction to Methods of Teaching**. London: Macmillan Publishers Ltd.
- Bruck, L. B. and M.H. Towns. 2009. "Preparing students to benefit from inquiry based activities in the chemistry laboratory: Guidelines and suggestions". **Journal of Chemical Education** 86: 820-822.
- Cheung, D. 2007. "Facilitating chemistry teachers to implement inquiry-based laboratory work". **Int. J. Sci. Math. Educ.** 89 (5): 707-724.
- Colburn, A. 2000. "An Inquiry Primer". **Science Scope** 23(6): 42-44.

Courtney, E. W. 1996. **Alternative Assessment Techniques at the Elementary and Secondary Levels**. เอกสารการอบรมเชิงปฏิบัติการ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Crisp, K. M. 2012. "A Structured- Inquiry Approach to Teaching Neurophysiology Using Computer Simulation". **The Journal of Undergraduate Neuroscience Education** 11(1): 132-138.

Di Scala-Fouchereau, E. n.d. "Study of Explicit Instruction and Structured inquiry Method on Knowledge Acquisition and Conceptual Change in Science Learning". **Biology International** 54: 272-277.

Douglas, E. P. and C. Chu-Chuan. 2009. "Use of guided inquiry as an active learning technique in engineering". **Proceedings of the Research in Engineering Education Symposium** 2009: 1-6.

Eagly, A. H. and S. Chaiken. 1993. **The Psychology of Attitudes**. NewYork: Harcourt Brace Jovanovich Publishers.

Enger, S. K. and R.E. Yager. 2001. **Assessing student understanding in science**. California: Corwin press.

Etkina, E., S. Murthy and X. Zou. 2006. "Using introductory labs to engage students in experimental design". **American Association of Physics Teachers** 74(11): 979-986.

Flick, L. B. and N.G. Lederman. 2006. "Developing understanding of Scientific Inquiry in Secondary Students". **Springer** 2006: 157-172.

Furtak, E. M. 2006. **The Problem with Answers: An Exploration of Guided Scientific Inquiry Teaching**. Wiley Periodicals, Inc.

- Gaddis, B. A. and A.M. Schoffstall. 2007. "Incorporating Guided-Inquiry Learning into the Organic Chemistry Laboratory". **Journal of Chemical Education** 84(5): 848-851.
- Germann, P. and R. Aram. 1996. "Student performances on the Science processes of recording data, analyzing data, drawing conclusions and providing evidence". **Journal of Research in Science Teaching** 33 (7): 773-798.
- _____, and G. Burke. 1996. "Identifying Patterns and Relationships among the Responses of seventh-grade students to the Science process skill of designing experiment." **Journal of Research in Science Teaching** 33 (1): 79-99.
- Gibson, J. L., J.H. Ivancevich and J.M. Donnell. 2000. **Organization, behavior structure and processes**. 10th ed. New York: McGraw-Hill.
- Good, C. V. 1973. **Dictionary of education**. 2nd ed. New York: McGraw-Hill.
- Goodman, L. and G. Berntson. 2000. "The Art of Asking Questions". **The American Biology Teacher** 62(7): 473-476.
- Hanauer, D. I., D. Jacobs-Sera, M.L. Pedulla, S.G. Cresawn, R.W. Hendrix and G.F. Hatfull. 2006. "Inquiry Learning: Teaching Scientific Inquiry". **Education Forum** 314: 1880-1881.
- Hand, B. and C. Keys. 1999. "Inquiry investigation: A new approach to laboratory reports". **The Science Teacher** 66(4): 27-29.
- Handelsman, J., D. Ebert-May, R. Beichner. 2004. "Scientific teaching". **Science** 304: 521-522.

- Hansen, B. and S. Buczynski. 2013. "The Teaching of Inquiry-based Science in Elementary Classrooms: A Bi-national Comparative Reflection of US and Lithuanian Practices". **International Journal of Higher Education** 2(3): 41-53.
- Herron, M. D. 1971. "The nature of scientific enquiry". **School Review** 79(2): 171-212.
- Hiemstra, R. 2001. "User and Benefits of Journal Writing". **New Directions for Adult and Continuing Education** 9: 19-26.
- Joyce, B. R. and M. Weil. 2000. **Models of Teaching**. 6th ed. Massachusetts: Allyn & Bacon.
- Karen, L. L. 2004. **Process skills for life science** (Online). http://www.tufts.edu/as/wright_center/products/sci_olympiad/pslsl_training_hammond.pdf, January 2, 2013.
- Kirschner, P. A., J. Sweller and R.E. Clark. 2006. "Why Minimal Guidance During Instruction Does Not Work: An Analysis of the Failure of Constructivist, Discovery, Problem-Based, Experiential and Inquiry-Based Teaching". **Educational Psychologist** 41(2): 75-86.
- Kuhlthau, C. C. 2010. "Guided Inquiry: School Libraries in the 21th Century". **School Libraries Worldwide** 16(1): 17-28.
- _____, L.K. Maniotes and A.K. Caspari. 2007. **Guided Inquiry Learning in the 21th Century**. USA: A Member of the Greenwood Publishing Group, Inc.
- Lee, I. 2008. "Fostering Preservice Reflection through Response Journals". **Teacher Education Quarterly Winter** 2008: 117-139.
- Lee, V. S. 2012. "Inquiry Guided Learning". **New Directions for Teaching and Learning** 129: 5-14.

- Li, Q. 2009. "Using Videoconferencing to Provide Mentorship in Inquiry-Based Urban and Rural Secondary Classrooms". **CJLT LCAT** 35(3).
- Lim, B. R. 2004. "Challenges and issues in designing inquiry on the web". **Br. J. Educ. Technol** 35(5): 627-643.
- Magnusson, S. J., A.S. Palincsar, A. Lomangino and S. Hapgood. 2004. **How Should Learning Be Structured in Inquiry-based Science Instruction: Investigating the Interplay of 1st and 2nd hand Investigations**. American Educational Research Association.
- McBride, J. W., M.I. Bhatti, M.A. Hannan and M. Feinberg. 2004. "Using an inquiry approach to teach science to secondary school science teachers". **Physics Education** September 2004: 1-6.
- McMillan, J. H. 2000. **Fundamental Assessment Principles for Teachers and School Administrators** (Online). <http://PAREonline.net/getvn.asp>.
- Montes, I., C. Lai and D. Sanabria. 2003. "Like dissolves like: A classroom demonstration and a guided inquiry experiment for organic chemistry". **Journal of Chemical Education** 80: 447-449.
- Moore, M. A. 2009. **Can Guided Inquiry based Labs Improve performance in Data Analysis and Conclusion Synthesis in sixth grade Life Science**. A thesis for the degree of Master of Education, University of Central Florida.
- National Research Council (NRC). 2000. **Inquiry and the national science education standards**. Washington, DC: National Academy Press.
- Nitko, A. J. 2004. **Educational Assessment of Students**. Ohio: Prentice-Hall.

- Opara, J. A. and N.S. Oguzor. 2011. "Inquiry Instruction Method and School Science Curriculum". **Current Research Journal of Social Sciences** 3(3): 188-198.
- Park, C. 2003. "Engaging Students in the Learning Process: The Learning Journal". **Journal of Geography in Higher Education** 27(2): 183-199.
- Pearly Ng. 2010. "Teaching Science Through Inquiry". **Proceedings of the Sunway Academic Conference**. 2010.
- Pukkila, P. J. 2009. "Innovations in Teaching and Learning Genetics". **The Genetics Society of America** 182: 417-422.
- Schermerhorn, J. R. and J.G. Hunt. 2000. **Organizational behavior**. 7th ed. New York: John Wiley and sons.
- Shingley. 1974. "The Attitude Concept and Science Teaching". **Science Education** 67: 425-442.
- Sokolowski, A and R. Rackley. 2011. "Teaching harmonic motion in trigonometry: Inductive inquiry supported by physics simulations". **Australian Senior Mathematics Journal** 25(1): 45-53.
- Stenmark, J. K. 1991. **Mathematics Assessment: myths, models, good question and Practical Suggestion**. University of California: The Nation Council of Teachers of Mathematics, INC.
- Strom, R. K. 2012. **Using Guided Inquiry to Improve Process Skills and Content Knowledge in Primary Science**. Thesis for the Degree of Master of Science in Science Education, Montana State University.

Sund, R. B. and L.W. Trowbride. 1973. **Teaching Science by Inquiry in the Secondary School**. 2nd ed. Ohio: Bell & Howell Company.

Ward, A. W. 1999. **Assessment in Classroom**. Wadsworth Publishing Company.

Warner, A. J. and B.E. Myers. 2011. **What is inquiry-based Instruction** (Online). <http://edis.ifas.ufl.edu>, May 3, 2012.

Welch, W. W., L.E. Klopfer, G.S. Aikenhead and J.T. Robison. 1981. "The role of inquiry in science education: Analysis and recommendation". **Science Education** 65(1): 33-50.

Wheeler, L. B. 2013. "Inquiry in Secondary Science". **A paper presented at the annual meeting of NARST** 6(2): 130.

Wiggins, G. 1998. **Educative Assessment: Designing Assessments to inform and Improve Student Performance**. San Francisco: Jossey-Bass.

Windale, M. 2008. **Further Developing the Capability of Upper Secondary Students to Carry Out Science Projects**. Bangkok: NSTDA.

Wenning, C. J. 2011. "Experimental inquiry in introductory physics courses". **J. Phys. Tchr. Educ. Online** 6(2): 2-8.

Zion, M. and R. Mendelovici. 2012. "Moving from structured to open inquiry: Challenges and limits". **Science Education International** 23(4): 383-399.





รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เอกรัตน์ ทานาค อาจารย์ประจำภาควิชาการศึกษา
คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์วิเศษ จุลพันธ์ อาจารย์ประจำภาควิชาฟิสิกส์
คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
3. อาจารย์จตุรงค์ ว่องไวพาณิชย์ อาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์ โรงเรียนหนองไผ่
สังกัดเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 40



ภาคผนวก ข
แบบวัดทักษะการทดลอง

แบบวัดทักษะการทดลอง

ตารางผนวกที่ 1 พฤติกรรมที่บ่งชี้ของทักษะการทดลองและเกณฑ์การให้คะแนน

สถานการณ์	การทดลอง	พฤติกรรมที่บ่งชี้	เกณฑ์การให้คะแนน
2	การระบุ	1) สอดคล้องกับ	3 คะแนน คือ สอดคล้องกับ
5	ปัญหา	สถานการณ์	สถานการณ์และบอกสิ่งที่ต้องการ
		2) บอกสิ่งที่ต้องการ	ศึกษาได้ครบถ้วน
		ศึกษาได้	2 คะแนน คือ สอดคล้องกับ
			สถานการณ์แต่บอกสิ่งที่ต้องการ
			ศึกษาได้ไม่ครบถ้วน
			1 คะแนน คือ สอดคล้องกับ
			สถานการณ์แต่ไม่สามารถบอกสิ่งที่
			ต้องการศึกษาได้
			0 คะแนน คือ ไม่ตอบหรือตอบไม่
			สอดคล้องกับสถานการณ์
1	การ	1) สอดคล้องกับปัญหา	3 คะแนน คือ สอดคล้องกับปัญหา
2	ตั้งสมมติฐาน	2) บอกความสัมพันธ์	และบอกความสัมพันธ์ของตัวแปรต้น
		ของตัวแปรต้นและตัว	และตัวแปรตามได้ครบถ้วน
		แปรตามได้	2 คะแนน คือ สอดคล้องกับปัญหา
			และระบุตัวแปรต้นหรือตัวแปรตาม
			ได้อย่างใดอย่างหนึ่ง
			1 คะแนน คือ สอดคล้องกับปัญหาแต่
			ไม่สามารถบอกความสัมพันธ์ของตัว
			แปรต้นและตัวแปรตามได้
			0 คะแนน คือ ไม่ตอบหรือตอบไม่
			สอดคล้องกับปัญหา

ตารางที่ 1 (ต่อ)

สถานการณ์	การทดลอง	พฤติกรรมที่บ่งชี้	เกณฑ์การให้คะแนน
1	การทดลอง	1) กำหนดวัตถุประสงค์	3 คะแนน คือ มีพฤติกรรมที่บ่งชี้ว่า
2		2) ออกแบบตาราง	2 คะแนน คือ มีพฤติกรรมที่บ่งชี้ว่า
		บันทึกผลการทดลองได้	เกิดทักษะแล้ว 3-4 ตัวบ่งชี้
		3) กำหนดตัวแปรต้น	1 คะแนน คือ มีพฤติกรรมที่บ่งชี้ว่า
		4) กำหนดตัวแปรตาม	เกิดทักษะแล้ว 1-2 ตัวบ่งชี้
		5) กำหนดตัวแปรที่ต้องควบคุม	0 คะแนน คือ ไม่ตอบหรือตอบไม่ถูกต้องตามพฤติกรรมที่บ่งชี้
3	การสรุปผล	1) บรรยายหรือบอก	3 คะแนน คือ บอกความหมายของ
4	การทดลอง	ความหมายของข้อมูล	ข้อมูลและลงข้อสรุปของข้อมูลที่ได้จากการทดลองได้ถูกต้อง
		2) ลงข้อสรุปของข้อมูล	2 คะแนน คือ บอกความหมายของ
		ที่ได้จากการทดลองได้	ข้อมูลได้แต่ลงข้อสรุปของข้อมูลที่ได้จากการทดลองไม่ครบถ้วนสมบูรณ์
			1 คะแนน คือ บอกความหมายของ
			ข้อมูลได้แต่ลงข้อสรุปของข้อมูลที่ได้จากการทดลองไม่ได้
			0 คะแนน คือ ไม่ตอบหรือไม่สามารถบอกความหมายของข้อมูลและลงข้อสรุปของข้อมูลที่ได้จากการทดลองได้

การระบุปัญหา

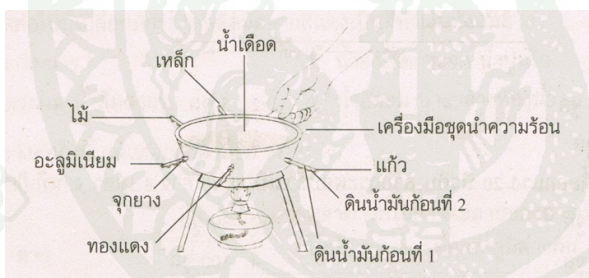
สถานการณ์ที่ 2

บ้านของสุนิย์ตั้งอยู่ใกล้โรงโม่หิน ซึ่งมีฝุ่นละอองไปทั่วบริเวณนั้นและสุนิย์พบว่าใบเฟิร์นที่ปลูกไว้ข้างบ้านไม่ค่อยเจริญเติบโต เมื่อสุนิย์สังเกตที่ต้นใบเฟิร์นพบว่ามียอดงีตต่างๆ ปกคลุมทั่วทั้งใบ

ถ้านักเรียนเป็นสุนิย์นักเรียนจะสงสัยหรือต้องการหาคำตอบอะไรจากสถานการณ์นี้ นักเรียนคาดเดาคำตอบที่จะเกิดขึ้นว่าอย่างไร และจะออกแบบการทดลองอย่างไรเพื่อตรวจสอบสิ่งที่คาดเดาว่าถูกต้องหรือไม่

สถานการณ์ที่ 5

พืมน้ำสดได้แก่ ไม้ อะลูมิเนียม ทองแดง เหล็ก และแก้ว มาทำเสียบไว้ในเครื่องมือชุดนำความร้อน นำความร้อน นำดินน้ำมัน 2 ก้อนมาติดไว้ที่วัสดุที่นำมาทดสอบ จากนั้นนำน้ำใส่และต้มน้ำให้เดือด ดังรูป



จากสถานการณ์นักเรียนคิดว่าพืมนำการทดลองเพื่ออยากรู้หรือสงสัยอะไร ถ้าผลการทดลองเป็นดังในตารางนักเรียนจะสรุปผลการทดลองนี้อย่างไร

วัสดุ	เวลาที่ดินน้ำมันตกลงสู่พื้น (นาท)	
	ก้อนที่ 1	ก้อนที่ 2
ไม้	30	38
อะลูมิเนียม	15	19
เหล็ก	20	24
ทองแดง	10	13
แก้ว	25	30

การตั้งสมมติฐาน

สถานการณ์ที่ 1

เอกต้องการดื่มน้ำในกาให้เดือดโดยใช้เวลาน้อยที่สุดและที่บ้านของเอกมีเชื้อเพลิงหลายประเภท ดังนี้ ฟืน ถ่านไม้ ก๊าซหุงต้ม จี๊เหล็ย

จากสถานการณ์เอกสงสัยว่าเชื้อเพลิงประเภทใดที่ทำให้น้ำเดือดเร็วที่สุด ถ้านักเรียนเป็นเอกนักเรียนคาดว่าคำตอบของสถานการณ์นี้คืออะไรและจะออกแบบการทดลองนี้อย่างไรเพื่อหาคำตอบ

สถานการณ์ที่ 2

บ้านของสุนีย์ตั้งอยู่ใกล้โรงโม่หิน ซึ่งมีฝุ่นละอองไปทั่วบริเวณนั้นและสุนีย์พบว่าใบเฟิร์นที่ปลูกไว้ข้างบ้านไม่ค่อยเจริญเติบโต เมื่อสุนีย์สังเกตที่ต้นใบเฟิร์นพบว่ามีละอองสีดำๆ ปกคลุมทั่วทั้งใบ

ถ้านักเรียนเป็นสุนีย์นักเรียนจะสงสัยหรือต้องการหาคำตอบอะไรจากสถานการณ์นี้นักเรียนคาดเดาคำตอบที่จะเกิดขึ้นว่าอย่างไร และจะออกแบบการทดลองอย่างไรเพื่อตรวจสอบสิ่งที่คาดเดาว่าถูกต้องหรือไม่

การทดลอง

สถานการณ์ที่ 1

เอกต้องการดื่มน้ำในกาให้เดือดโดยใช้เวลาน้อยที่สุดและที่บ้านของเอกมีเชื้อเพลิงหลายประเภท ดังนี้ ฟืน ถ่านไม้ ก๊าซหุงต้ม จี๊เหล็ย

จากสถานการณ์เอกสงสัยว่าเชื้อเพลิงประเภทใดที่ทำให้น้ำเดือดเร็วที่สุด ถ้านักเรียนเป็นเอกนักเรียนคาดว่าคำตอบของสถานการณ์นี้คืออะไรและจะออกแบบการทดลองนี้อย่างไรเพื่อหาคำตอบ

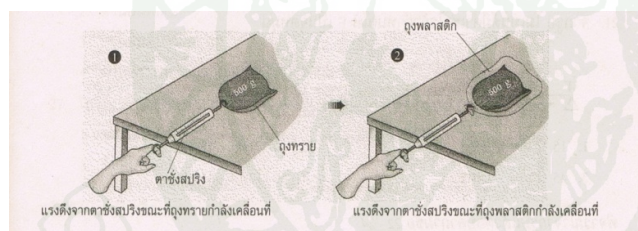
สถานการณ์ที่ 2

บ้านของสุนิย์ตั้งอยู่ใกล้โรงโม่หิน ซึ่งมีฝุ่นละอองไปทั่วบริเวณนั้นและสุนิย์พบว่าใบเฟิร์นที่ปลูกไว้ข้างบ้านไม่ค่อยเจริญเติบโต เมื่อสุนิย์สังเกตที่ต้นใบเฟิร์นพบว่ามียอดงีตต่างๆ ปกคลุมทั่วทั้งใบ

ถ้านักเรียนเป็นสุนิย์นักเรียนจะสงสัยหรือต้องการหาคำตอบอะไรจากสถานการณ์นี้ นักเรียนคาดเดาคำตอบที่จะเกิดขึ้นว่าอย่างไร และจะออกแบบการทดลองอย่างไรเพื่อตรวจสอบสิ่งที่คาดเดาว่าถูกต้องหรือไม่

การสรุปผลการทดลอง

สถานการณ์ที่ 3



นิคต้องการทราบว่าพื้นผิววัตถุที่แตกต่างกันมีแรงเสียดทานเท่ากันหรือไม่ จึงทำการทดลองโดยนำถุงทรายขนาดเท่ากัน 2 ถุง โดยถุงหนึ่งมีถุงพลาสติกครอบอยู่และอีกถุงหนึ่งไม่มี ถุงพลาสติกครอบมาทดสอบโดยการนำตาชั่งสปริงมาตึงถุงทรายทั้ง 2 ใบ เพื่อดูขนาดของแรงดึงจากตาชั่งสปริงดังรูป และทำการทดสอบ 3 ครั้งได้ผลการทดสอบ ดังตาราง

ครั้งที่	แรงดึงจากตาชั่งสปริง (นิวตัน)	
	ถุงทรายที่ไม่มีถุงครอบ	ถุงทรายที่มีถุงพลาสติกครอบ
1	15	5
2	16	7
3	18	6

จากสถานการณ์นักเรียนจะสรุปผลการทดลองนี้อย่างไร

สถานการณ์ที่ 4

อ้อมอยากรู้ว่าการละลายของสารขึ้นอยู่กับอุณหภูมิหรือไม่และความสามารถในการละลายของสารแต่ละชนิดต่างกันหรือไม่ จึงนำสาร 3 ชนิด คือ สารส้ม คอปเปอร์ซัลเฟต และ โซเดียมคลอไรด์มาละลายในน้ำ 100 cm^3 ที่อุณหภูมิต่างกัน ผลการทดลองดังตาราง

สาร	ความสามารถในการละลายของสารเป็นกรัม ในน้ำ 100 cm^3 ที่อุณหภูมิต่างกัน		
	20°C	80°C	100°C
สารส้ม	18	20	26
คอปเปอร์ซัลเฟต	27	32	36
โซเดียมคลอไรด์	36	38	39

จากผลการทดลองนักเรียนสามารถสรุปผลการทดลองได้อย่างไร



ภาคผนวก ค
ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้

รายวิชาฟิสิกส์ 1 รหัสวิชา ว30201

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

หน่วยการเรียนรู้ แรง และกฎการเคลื่อนที่

เรื่อง แรง

ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 255

เวลา 2 ชั่วโมง (120 นาที)

สาระการเรียนรู้ที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจการเคลื่อนที่แบบต่างๆ ของวัตถุในธรรมชาติ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ แก้ปัญหา รู้ว่าสถานการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. บอกความหมายของแรงและแรงลัพธ์ได้
2. หาขนาดและทิศทางของแรงลัพธ์ได้
3. ระบุปัญหาเกี่ยวกับแรงได้
4. ตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับแรงได้
5. ออกแบบการทดลองหาแรงได้
6. ปฏิบัติการทดลองเกี่ยวกับแรงได้
7. สรุปผลการทดลองเกี่ยวกับแรงได้
8. ทำงานร่วมกับผู้อื่นได้
9. สนใจใฝ่รู้
10. มีความรับผิดชอบ

แนวคิดหลัก

แรง (force) หมายถึง ปริมาณที่กระทำต่อวัตถุแล้วทำให้วัตถุเปลี่ยนแปลงจากสภาพเดิม
แรงเป็นปริมาณเวกเตอร์ สัญลักษณ์คือ $\vec{F}$ หน่วยของแรงคือ นิวตัน (N) สามารถเขียนรูปลูกศรแทน
แรงโดยให้ความยาวของเส้นตรงแทนขนาดของแรงและหัวลูกศรแสดงทิศทางของแรง
เมื่อมีแรงสองแรงหรือมากกว่ามากระทำกับวัตถุเดียวกัน ผลที่เกิดขึ้นจะเสมือนว่ามีแรง
เพียงแรงเดียวกระทำกับวัตถุนั้น ซึ่งแรงดังกล่าวเรียกว่า แรงลัพธ์ (Resultant Force)

การหาแรงลัพธ์ของแรง

1. แรงสองแรงไปในทางเดียวกัน แรงลัพธ์มีขนาดเท่ากับผลบวกของแรงทั้งสอง ส่วนทิศทางของแรงลัพธ์ไปทิศทางเดียวกับแรงทั้งสอง

$$\Sigma \vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$$

2. แรงสองแรงสวนทางกัน แรงลัพธ์มีขนาดเท่ากับผลต่างของแรงทั้งสอง ทิศทางของแรงลัพธ์ไปทางแรงที่มีขนาดมาก

$$\Sigma \vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$$

การหาแรงลัพธ์เมื่อแรงย่อยทำมุมต่อกัน สามารถหาได้ดังนี้

วิธีสร้างสี่เหลี่ยมด้านขนานแทนแรง โดยให้จุดเริ่มต้นของแรงทั้งสองอยู่ที่จุดเดียวกันแล้ว
ต่อให้เป็นรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน โดยมีด้านคู่ขนานยาวเท่ากับขนาดของแรง $\vec{F}_1$ และ $\vec{F}_2$ เส้นทแยง
มุมที่ลากจากจุดเริ่มต้นไปยังมุมตรงกันข้าม

ขนาดของแรงลัพธ์

$$\Sigma F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2 \cos \theta}$$

ทิศทางของแรงลัพธ์

$$\tan \alpha = \frac{B \sin \theta}{A + B \cos \theta}$$

สาระสำคัญ

1. แรง
2. แรงลัพธ์
3. ปริมาณเวกเตอร์
4. การหาขนาดของแรงลัพธ์
5. การหาทิศทางของแรงลัพธ์

กระบวนการจัดการเรียนรู้

คาบที่ 1

1. ขั้นศึกษาปัญหา (30 นาที)

1. ครูแจกใบงานที่ 1 ให้กับนักเรียนทุกคน
2. ครูให้นักเรียนทุกคนศึกษาสถานการณ์ปัญหา เรื่อง รัปไปโรงพยาบาล จากใบงานที่ 1
3. ครูให้นักเรียนทุกคนศึกษาและวิเคราะห์สถานการณ์ เรื่อง รัปไปโรงพยาบาล เพื่อระบุสิ่งที่อยากรู้จากสถานการณ์
4. ครูให้นักเรียนบันทึกสิ่งที่อยากรู้จากสถานการณ์ลงในใบงานที่ 1
5. ครูและนักเรียนหาข้อสรุปร่วมกันเกี่ยวกับสิ่งที่อยากรู้หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าการระบุปัญหา จนได้ข้อสรุปว่า การระบุปัญหาที่ดีนั้นควรประกอบด้วย
 - สอดคล้องกับปัญหา
 - สัมพันธ์กับตัวแปรที่ศึกษา

2. ขั้นระดมสมองเพื่อตั้งสมมติฐาน (30 นาที)

1. ครูให้นักเรียนทุกคนคาดคะเนคำตอบที่จะเกิดขึ้นและบันทึกลงในใบงานที่ 1
2. ครูให้นักเรียนทุกคนนำเสนอการคาดคะเนคำตอบของตนเอง โดยครูเขียนคำตอบของนักเรียนไว้บนกระดาน
3. ครูและนักเรียนร่วมกันจัดกลุ่มการคาดคะเนคำตอบของนักเรียน โดยการนำการคาดคะเนคำตอบที่เหมือนกันหรือคล้ายกันให้อยู่ในกลุ่มเดียวกัน
4. ครูและนักเรียนร่วมกันหาข้อสรุปเกี่ยวกับการคาดคะเนคำตอบหรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าการตั้งสมมติฐาน จนได้ข้อสรุปว่า การตั้งสมมติฐานที่ดี ควรประกอบด้วย
 - สอดคล้องกับปัญหา
 - สอดคล้องกับตัวแปรต้นและตัวแปรตาม

คาบที่ 2

3. ขั้นศึกษาค้นคว้าทดลอง (30 นาที)

1. ครูให้นักเรียนนั่งเป็นกลุ่มตามการจัดกลุ่มคำตอบของการคาดคะเนคำตอบ
2. ครูแจกใบกิจกรรมการทดลองเรื่องแรงให้กับนักเรียนทุกคน
3. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบการคาดคะเนคำตอบที่ตั้งไว้ และบันทึกลงในใบกิจกรรมการทดลอง เรื่องแรง
4. ครูนำอุปกรณ์มาให้ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเลือกใช้ในการทดลอง โดยครูอธิบายวิธีการใช้การอ่านค่าของอุปกรณ์ทุกชนิดที่ครูนำมา
5. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายว่าจะใช้อุปกรณ์ใดบ้างในการทดลอง
6. ครูให้ตัวแทนกลุ่มๆ ละ 2 คน ออกมาเลือกหยิบอุปกรณ์ที่จะใช้ในการทดลอง
7. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันทำการทดลอง บันทึกผลการทดลอง และสรุปผลการทดลองลงในใบกิจกรรมการทดลองเรื่องแรง

4. ขั้นสรุปผล (30 นาที)

1. ครูถามนักเรียนว่าผลการทดลองที่ได้สอดคล้องกับการคาดคะเนคำตอบที่ตั้งไว้หรือไม่ และผลที่ได้เป็นอย่างไร
2. ครูถามคำถามกับนักเรียนเพื่อให้ได้ข้อสรุปเกี่ยวกับแรง โดยครูถามคำถามกับนักเรียนว่า
 - จากผลการทดลองเมื่อออกแรงดึงถุงทรายไปในทิศทางเดียวกัน แรง $\vec{F}_1$ และ $\vec{F}_2$ มีค่าเท่าใด
 - นักเรียนหาแรงลัพธ์ได้อย่างไร แรงลัพธ์มีค่าเท่าใด และมีทิศทางไปทางใด
 - จากผลการทดลองเมื่อออกแรงดึงถุงทรายไปในทิศทางตรงข้ามกัน แรง $\vec{F}_1$ และ $\vec{F}_2$ มีค่าเท่าใด
 - นักเรียนหาแรงลัพธ์ได้อย่างไร แรงลัพธ์มีค่าเท่าใด และมีทิศทางไปทางใด
 - จากผลการทดลองเมื่อออกแรงดึงถุงทรายในทิศทำมุมต่อกัน แรง $\vec{F}_1$ และ $\vec{F}_2$ มีค่าเท่าใด
 - นักเรียนหาแรงลัพธ์ได้อย่างไร แรงลัพธ์มีค่าเท่าใด และมีทิศทางไปทางใด
 - ครูอธิบายการหาขนาดและทิศทางของแรงลัพธ์ในกรณีทำมุมต่อกันเพิ่มเติม จนได้ข้อสรุปว่า

ขนาดของแรงลัพธ์

$$\sum F = \sqrt{\vec{F}_1^2 + \vec{F}_2^2 + 2\vec{F}_1\vec{F}_2 \cos \theta}$$

ทิศทางของแรงลัพธ์

$$\tan \alpha = \frac{B \sin \theta}{A + B \cos \theta}$$

- จากสถานการณ์ถ้านักเรียนเป็นคนช่วยเข็นรถ นักเรียนจะเลือกเข็นรถแบบใดจึงจะถึงโรงพยาบาลเร็วที่สุด กำหนดให้ทุกคนออกแรงเท่ากัน

3. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุป การหาแรงลัพธ์ ดังนี้

- แรงสองแรงไปในทางเดียวกัน แรงลัพธ์มีขนาดเท่ากับผลบวกของแรงทั้งสอง ส่วนทิศทางของแรงลัพธ์ไปทิศทางเดียวกับแรงทั้งสอง

$$\Sigma \vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$$

- แรงสองแรงสวนทางกัน แรงลัพธ์มีขนาดเท่ากับผลต่างของแรงทั้งสอง ทิศทางของแรงลัพธ์ไปทางแรงที่มีขนาดมาก

$$\Sigma \vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$$

- แรงลัพธ์เมื่อแรงย่อยทำมุมต่อกัน $\sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2 \cos \theta}$

- ทิศทางแรงลัพธ์ $\tan \alpha = \frac{B \sin \theta}{A + B \cos \theta}$

4. ครูแจกใบงานที่ 2 และบันทึกอนุทินการเรียนรู้ให้กับนักเรียนทุกคน

5. ครูให้นักเรียนทุกคนทำใบงานที่ 2 และบันทึกอนุทินการเรียนรู้

สื่อ/อุปกรณ์ในการจัดการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนวิชาฟิสิกส์
2. ใบกิจกรรมการทดลอง เรื่อง แรง
3. อุปกรณ์การทดลอง ดังนี้
 1. ลูกทราย 2 ลูก
 2. เครื่องชั่งสปริง 2 เครื่อง
 3. ไม้บรรทัดวัดมุม 1 อัน
 4. คู่มือวิชาฟิสิกส์
 5. ใบงานที่ 1
 6. ใบงานที่ 2
 7. บันทึกอนุทินการเรียนรู้

การประเมินผล

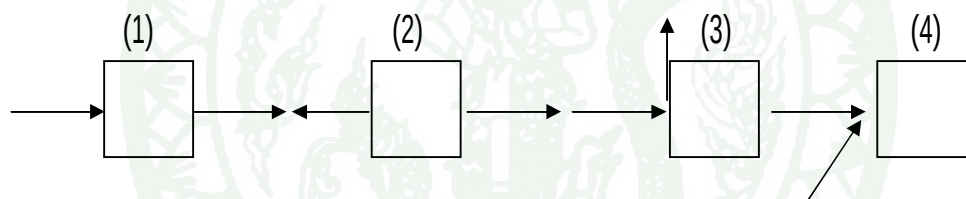
1. ประเมินจากใบกิจกรรมการทดลอง
2. ประเมินจากใบงาน

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

ใบงานที่ 1

สถานการณ์ เรื่อง รีบไปโรงพยาบาล

นายอ้วนปวดท้องอย่างรุนแรงเพราะไส้ติ่งอักเสบ จึงต้องรีบไปพบแพทย์เพื่อผ่าตัดให้เร็วที่สุด หากไปไม่ทันอาจเป็นอันตรายถึงชีวิต แต่เมื่อขับรถไปจนใกล้จะถึงโรงพยาบาลน้ำมันรถหมด ทรายของนายอ้วนจึงลงมาเข็นรถแต่รถไม่ขยับ จึงเรียกให้คนที่อยู่บริเวณนั้นมาช่วยเข็นรถ ถ้านักเรียนเป็นคนที่จะช่วยเข็นรถนักเรียนจะเลือกเข็นรถแบบใด เพื่อให้นายอ้วนถึงโรงพยาบาลเร็วที่สุด



สิ่งที่อยากรู้.....

.....

การคาดคะเนคำตอบ.....

.....

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

ใบงานที่ 2

1. จากรูปจงหาขนาดและทิศทางแรงลัพธ์



.....

.....

.....

.....

2. จากรูปจงหาขนาดและทิศทางแรงลัพธ์



.....

.....

.....

3. จงหาขนาดและทิศทางของแรงลัพธ์ของแรง 2 แรง ที่มีขนาด 20 นิวตัน เท่ากัน แรงทั้งสองทำมุม 30 องศา ต่อกัน

.....

.....

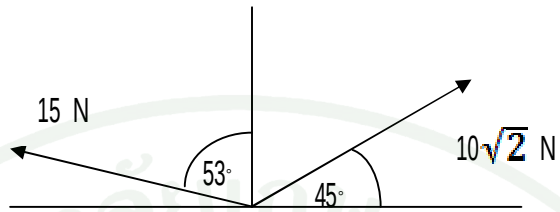
4. จงหาขนาดและทิศทางของแรงลัพธ์ของแรง 20 นิวตัน และแรง 15 นิวตัน เมื่อแรงทั้งสองทำมุมต่อกัน 0, 60, 90, 120 และ 180 องศา

.....

.....

.....

5. จากรูป จงหาขนาดและทิศทางแรงลัพธ์ของแรงที่กระทำร่วมกันที่จุดๆ หนึ่ง



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

ใบกิจกรรมการทดลอง

เรื่อง แรง

สมาชิกในกลุ่ม

1. ชั้น.....เลขที่.....
2. ชั้น.....เลขที่.....
3. ชั้น.....เลขที่.....
4. ชั้น.....เลขที่.....
5. ชั้น.....เลขที่.....

สิ่งที่อยากรู้

.....
.....

การคาดคะเนคำตอบ.....
.....

อุปกรณ์การทดลอง

1.
2.
3.
4.
5.

วิธีการทดลอง

1.
2.
3.
4.
5.

ตารางบันทึกผลการทดลอง

ทิศทางของแรง	แรงค่าที่อ่านได้ (นิวตัน)		แรงลัพธ์ (นิวตัน)
	สปริงอันที่ 1 (F_1)	สปริงอันที่ 2 (F_2)	

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



ภาคผนวก ง
แบบวัดเจตคติของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทาง

แบบสอบถามเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทาง

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทาง

คำชี้แจง กรุณาใส่เครื่องหมาย ✓ ลงใน ☐ และเติมข้อความลงในช่องว่างตามสภาพความเป็นจริง

- ชื่อ - สกุล ชั้น.....เลขที่
- เพศ ☐ ชาย ☐ หญิง
- เกรดเฉลี่ย.....

ตอนที่ 2 เจตคติต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทาง

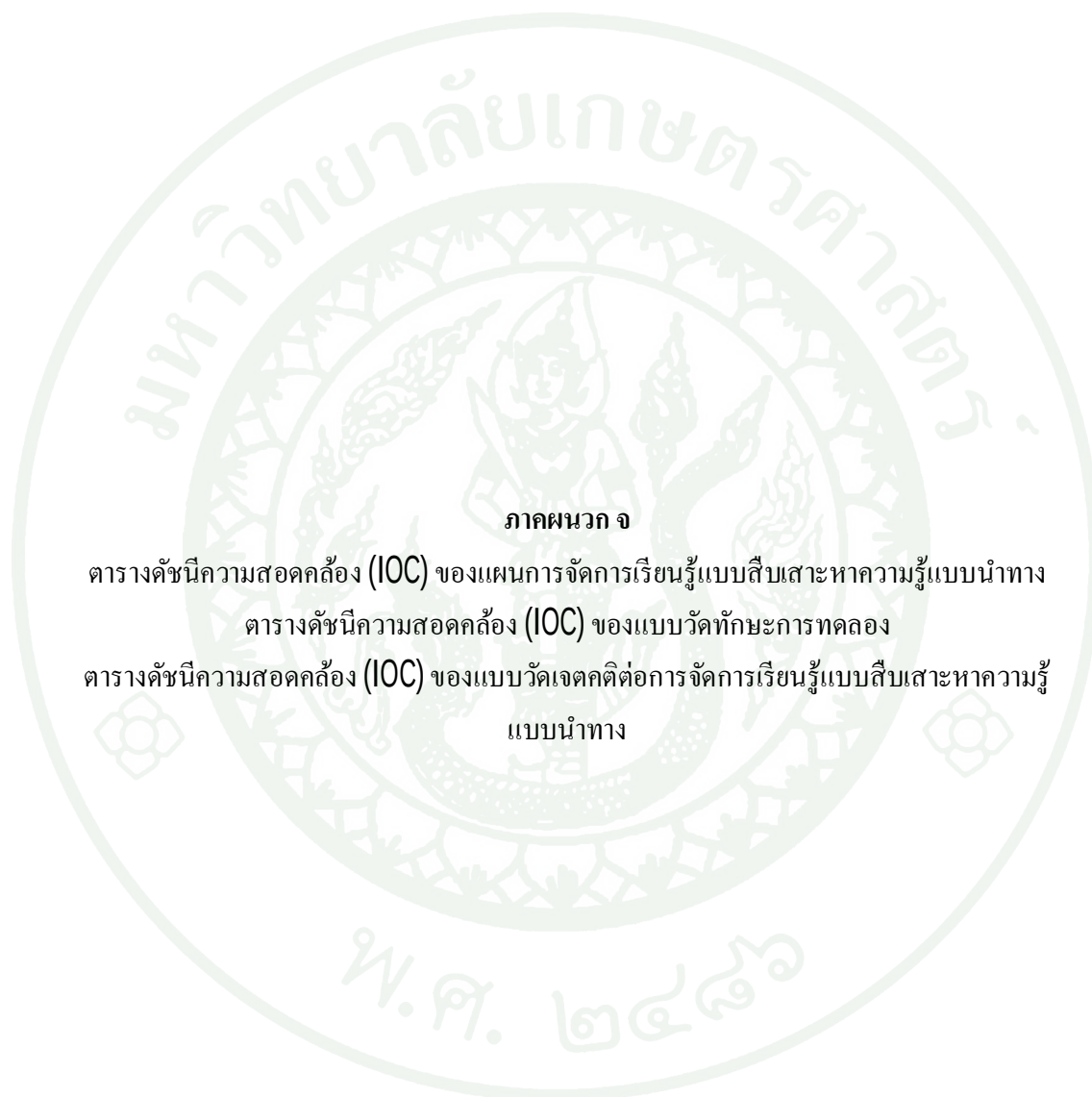
คำชี้แจง กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างที่ตรงกับระดับเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้แบบนำทางของนักเรียนมากที่สุด

เกณฑ์การให้คะแนนระดับเจตคติ ดังนี้

- หมายถึง ชอบระดับมากที่สุด
- หมายถึง ชอบระดับมาก
- หมายถึง ชอบระดับปานกลาง
- หมายถึง ชอบระดับน้อย
- หมายถึง ชอบระดับน้อยที่สุด

ข้อความ	ระดับเจตคติ				
	5	4	3	2	1
1. ข้าพเจ้าชอบวิธีการเรียนที่เริ่มต้นด้วยสถานการณ์ก่อนที่จะเรียนรู้เนื้อหา					
2. ข้าพเจ้าชอบวิเคราะห์สถานการณ์และแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง					
3. ข้าพเจ้าชอบที่ได้ระบุปัญหาเพื่อวางแผนการหาคำตอบด้วยตนเอง					
4. ข้าพเจ้าชอบที่ได้ตั้งสมมติฐานด้วยตนเอง					
5. ข้าพเจ้าชอบที่ได้ออกแบบการทดลองและปฏิบัติการทดลองด้วยตนเอง					

ข้อความ	ระดับเจตคติ				
	5	4	3	2	1
6. ข้าพเจ้าชอบที่ได้สรุปความรู้จากการทดลองด้วยตนเอง					
7. ข้าพเจ้าชอบทำงานกลุ่มกับเพื่อนๆ					
8. ข้าพเจ้าชอบที่ได้อภิปรายและแลกเปลี่ยนความรู้กับเพื่อนๆ					
9. ข้าพเจ้าชอบการเรียนรู้ที่มีการช่วยเหลือ ระดมความคิดกัน					
10. ข้าพเจ้าชอบที่จะเชื่อมโยงความรู้ที่ได้ศึกษามาแก้ปัญหาในสถานการณ์					
11. สื่อ/อุปกรณ์ที่ใช้มีความเหมาะสมกับเนื้อหาวิชา					
12. สื่อ/อุปกรณ์มีความน่าสนใจ					
13. ข้าพเจ้าชอบที่ได้เสนอข้อมูลของตนเองต่อเพื่อนและครู					
14. ข้าพเจ้าชอบที่มีการวัดและการประเมินผลการเรียนรู้ที่หลากหลาย					
15. ข้าพเจ้าชอบที่มีการวัดและประเมินผลมีความเหมาะสมและมี ความยุติธรรมต่อผู้เรียน					
16. ข้าพเจ้ามีความสามารถในการแก้ปัญหาเพิ่มขึ้น					
17. ข้าพเจ้าได้ฝึกทักษะในการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง					
18. ข้าพเจ้าเข้าใจแนวคิดของเนื้อหาวิชาได้ดียิ่งขึ้น					
19. ข้าพเจ้าได้เรียนรู้การทำงานร่วมกับผู้อื่นและได้ฝึกเป็นคนที่ ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น					
20. ข้าพเจ้ามีความรับผิดชอบต่อการเรียนและการทำงานสูงขึ้น					



ภาคผนวก จ

ตารางดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนําทาง

ตารางดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดทักษะการทดลอง

ตารางดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
แบบนําทาง

ตารางผนวกที่ 2 ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบ
นำทางเรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน

แผนการจัดการเรียนรู้	ผู้เชี่ยวชาญ			IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
1	1	1	1	1.00
2	1	1	1	1.00
3	1	1	1	1.00
4	1	1	1	1.00
5	1	1	1	1.00
6	1	1	1	1.00

ตารางผนวกที่ 3 ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดทักษะการทดลอง

สถานการณ์	ทักษะที่ใช้วัด	ผู้เชี่ยวชาญ			IOC
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
1	การตั้งสมมติฐาน	1	1	1	1.00
	การทดลอง	1	1	1	1.00
2	การระบุปัญหา	1	1	1	1.00
	การตั้งสมมติฐาน	1	1	1	1.00
	การทดลอง	1	0	1	0.67
3	การสรุปผลการทดลอง	1	1	1	1.00
4	การสรุปผลการทดลอง	1	0	1	0.67
5	การระบุปัญหา	1	1	1	1.00

ตารางผนวกที่ 4 ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบนำทาง

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

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ-สกุล

นางสาวจิตรวดี ภัคดีสาร

วัน เดือน ปี

13 ธันวาคม 2524

สถานที่เกิด

จังหวัดเพชรบูรณ์

ประวัติการศึกษา

วิทยาศาสตร์บัณฑิต (ฟิสิกส์)

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน

ครู คศ.2