ผลของกลวิธีการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่มีต่อมโนทัศน์
ฟิสิกส์และเจตคติต่อการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5

นายธนธัญ ฝีมือสาร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

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

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2559
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

EFFECTS OF FOUR-STEP CONSTRUCTIVIST-BASED TEACHING STRATEGY ON PHYSICS CONCEPTS AND ATTITUDES TOWARD PHYSICS LEARNING OF ELEVENTH GRADE STUDENTS

Mr. Tanatan Feemuasarn

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Education Program in Science Education
Department of Curriculum and Instruction
Faculty of Education
Chulalongkorn University
Academic Year 2016

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลของกลวิธีการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่มีต่อมโนทัศน์ฟิสิกส์และเจตคติต่อการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5
โดย	นายธนธัญ ฝีมือสาร
สาขาวิชา	การศึกษาวิทยาศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	อาจารย์ ดร.ปริณดา ลิมปานนท์ พรหมรัตน์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	อาจารย์ ดร.วรากร เฮ้งปัญญา

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะครุศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริเดช สุชีวะ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ณสรรค์ ผลโภค)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(อาจารย์ ดร.ปริณดา ลิมปานนท์ พรหมรัตน์)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(อาจารย์ ดร.วรากร เฮ้งปัญญา)

.....กรรมการ

(อาจารย์ ดร.พรเทพ จันทราอุกฤษฎ์)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ธนธัญ ฝีมือสาร : ผลของกลวิธีการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่มีต่อมโนทัศน์ฟิสิกส์และเจตคติต่อการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 (EFFECTS OF FOUR-STEP CONSTRUCTIVIST-BASED TEACHING STRATEGY ON PHYSICS CONCEPTS AND ATTITUDES TOWARD PHYSICS LEARNING OF ELEVENTH GRADE STUDENTS) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: อ.ดร.ปริณดา ลิมปานนท์ พรหมรัตน์, อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม: อ. ดร.วรากร เฮ้งปัญญา, หน้า.

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง มีจุดประสงค์ คือ 1) เพื่อเปรียบเทียบมโนทัศน์ฟิสิกส์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายโดยใช้กลวิธีการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ 2) เพื่อเปรียบเทียบมโนทัศน์ฟิสิกส์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายระหว่างกลุ่มที่เรียนโดยใช้กลวิธีการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์กับกลุ่มที่เรียนโดยใช้การเรียนการสอนแบบทั่วไป 3) เพื่อเปรียบเทียบเจตคติต่อการเรียนฟิสิกส์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายโดยใช้กลวิธีการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ และ 4) เพื่อเปรียบเทียบเจตคติต่อการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายระหว่างกลุ่มที่เรียนโดยใช้กลวิธีการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์กับกลุ่มที่เรียนโดยใช้การเรียนการสอนแบบทั่วไป กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 ของโรงเรียนขนาดใหญ่แห่งหนึ่ง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่มัธยมศึกษาเขต 8 จำนวน 2 ห้องเรียน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ 1) แบบวัดมโนทัศน์ฟิสิกส์ ซึ่งมีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.83 ค่าความยากง่ายอยู่ในช่วง 0.23-0.82 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ในช่วง 0.27-0.64 2) แบบวัดเจตคติต่อการเรียนฟิสิกส์ มีค่าความตรงเชิงเนื้อหามากกว่าหรือเท่ากับ 0.67 วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติค่าเฉลี่ย ค่าเฉลี่ยร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าความถี่ร้อยละและสถิติทดสอบค่าที ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้ 1) นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์ฟิสิกส์ เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส และคะแนนเฉลี่ยเจตคติต่อการเรียนฟิสิกส์หลังการทดลองสูงกว่าก่อนทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์ฟิสิกส์ เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส และคะแนนเฉลี่ยเจตคติต่อการเรียนฟิสิกส์หลังการทดลองสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ภาควิชา หลักสูตรและการสอน	ลายมือชื่อนิสิต .....
สาขาวิชา การศึกษาวิทยาศาสตร์	ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....
ปีการศึกษา 2559	ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาร่วม .....

5783440127 : MAJOR SCIENCE EDUCATION
KEYWORDS: FOUR-STEP CONSTRUCTIVIST-BASED TEACHING STRATEGY / PHYSICS CONCEPTS / ATTITUDES TOWARD PHYSICS LEARNING

TANATAN FEEMUASARN: EFFECTS OF FOUR-STEP CONSTRUCTIVIST-BASED TEACHING STRATEGY ON PHYSICS CONCEPTS AND ATTITUDES TOWARD PHYSICS LEARNING OF ELEVENTH GRADE STUDENTS. ADVISOR: PARINDA LIMPANONT PROMRATANA, Ed.D., CO-ADVISOR: VARAGORN HENGPUNYA, Ph.D., pp.

This study was a quasi-experimental research. The purposes of this study were to 1) compare physics concepts of grade 11 students, before and after learning through four-step constructivist-based teaching strategy 2) compare physics concepts of grade 11 students between two groups of students who learned through four-step constructivist-based teaching strategy and conventional teaching 3) compare attitudes toward physics learning of grade 11 students, before and after learning through four-step constructivist-based teaching strategy 4) compare attitudes toward physics learning of grade 11 students between two groups of students who learned through four-step constructivist-based teaching strategy and conventional teaching. The sample were two classes of grade 11 students who were studying in the second semester of the academic year 2016.Both classes were studying in Mathematics-Science program in a large-size school under the office of the Basic Education Commission of Thailand. The research instruments were 1) the physics concepts test with the level of reliability at 0.83 , the level of difficulty between 0.23-0.82 , and the level of discrimination between 0.27-0.64 2) the attitudes toward physics learning test with the index of consistency greater than or equal to 0.67. The collected data was analyzed by arithmetic mean, mean of percentage, standard deviation, Percentage Frequency and t-test.

The research findings were summarized as follows

1) The experimental group had average scores of physics concepts, and attitudes toward physics learning higher than before the experiment at .05 level of significance.

2) The experimental group had average scores of physics concepts, and attitudes toward physics learning higher than the control group at .05 level of significance.

Department:	Curriculum and Instruction	Student's Signature .....
Field of Study:	Science Education	Advisor's Signature .....
Academic Year:	2016	Co-Advisor's Signature .....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี เนื่องมาจากความกรุณาและความช่วยเหลือในทุกด้านจากอาจารย์ ดร.ปริณดา ลิมปานนท์ พรหมรัตน์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ ดร.วรากร เฮ้งปัญญา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ได้ให้คำปรึกษาและตรวจทานความถูกต้องของวิทยานิพนธ์ รวมทั้งให้คำแนะนำสิ่งที่เป็นประโยชน์ต่อการทำงานวิจัยซึ่งประสบการณ์ที่ได้รับจากอาจารย์ในระหว่างการทำวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจะนำไปใช้ประกอบวิชาชีพครูต่อไป ขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.ณสรรค์ ผลโภค ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ อาจารย์ ดร. พรเทพ จันทราอุกฤษฎ์ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้คำแนะนำในการปรับแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้มีความถูกต้องและสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น รวมทั้งผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่ได้กรุณาตรวจสอบและให้คำแนะนำในการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณผู้อำนวยการโรงเรียนเบญจมราชูทิศ โดยเฉพาะอาจารย์กริชชัย เพียรดวงศรี หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ได้ให้ความช่วยเหลือในทุกด้านและอำนวยความสะดวกในการดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลในการทำวิจัยครั้งนี้ และขอบใจนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ให้ความร่วมมือในการมีส่วนร่วมทำวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบใจเพื่อนๆสาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ที่คอยให้กำลังใจและช่วยเหลือผู้วิจัยในทุกๆด้าน

ผู้วิจัยได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.) ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ผู้วิจัยจึงขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

เหนือสิ่งอื่นใด ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา น้องชาย ญาติพี่น้องและเพื่อนๆทุกคน ที่ให้การสนับสนุน อบรมเลี้ยงดู ให้กำลังใจผู้วิจัยในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้ให้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ญ

สารบัญภาพ ..... ฏ

บทที่ 1 1

ความสำคัญของงานวิจัย 1

คำถามวิจัย 6

วัตถุประสงค์การวิจัย 6

สมมติฐานการวิจัย 7

ขอบเขตการวิจัย 8

ข้อตกลงเบื้องต้นในการวิจัย 9

คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย 9

บทที่ 2 13

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 13

1. แนวคิดเกี่ยวกับมโนทัศน์ฟิสิกส์ 14

1.1 ความหมายของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และมโนทัศน์ฟิสิกส์ 14

1.2 ประเภทของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และมโนทัศน์ฟิสิกส์ 14

1.3 ความสำคัญของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ 16

1.4 มโนทัศน์ฟิสิกส์ที่คลาดเคลื่อน 17

1.5 แนวทางในการวัดมโนทัศน์ 21

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

หน้า

2. เจตคติต่อการเรียนฟิสิกส์ 26
2.1 ความหมายของเจตคติ 26
2.2 องค์ประกอบของเจตคติ 27
2.3 เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ 29
2.4 แนวทางในการพัฒนาเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ 30
2.5 แนวทางในการวัดเจตคติ 31
3. กลวิธีการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ 31
3.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับกลวิธีการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ 31
3.2 ความเป็นมาของกลวิธีการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ 32
3.3 ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนตามกลวิธีการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ 33
3.4 บทบาทครูและนักเรียนในการจัดการเรียนการสอนโดยใช้กลวิธีการสอนสี่ขั้นตอนตามแนว คอนสตรัคติวิสต์ 34
4. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 36
บทที่ 3 38
วิธีการดำเนินการวิจัย 38
1. รูปแบบการวิจัย 38
2. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 39
3. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 42
3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล 42
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง 52
4. การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล 55
4.1 ขั้นเตรียมนักเรียนก่อนดำเนินการสอน 55
4.2 ขั้นดำเนินการทดลอง 55

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หน้า

4.3 ขั้นดำเนินการหลังการทดลอง 56
5. การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิจัย 56
บทที่ 4 57
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 57
ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์มโนทัศน์ฟิสิกส์ เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส 58
ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์คะแนนเจตคติต่อการเรียนฟิสิกส์ 64
บทที่ 5 68
สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 68
สรุปผลการวิจัย 69
อภิปรายผลการวิจัย 69
1. ด้านมโนทัศน์ฟิสิกส์ 70
2. ด้านเจตคติต่อการเรียนฟิสิกส์ 73
ข้อเสนอแนะ 75
รายการอ้างอิง 77
ภาคผนวก ก รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ 85
ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล 88
ภาคผนวก ค เครื่องมือที่ใช้ทดลอง 104
ภาคผนวก ง คุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล 119
ภาคผนวก จ ภาพตัวอย่างกิจกรรมการจัดการเรียนการสอน โดยใช้กลวิธีการสอนสี่ขั้นตอน ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ 129
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 131

สารบัญตาราง

ตาราง 1 แสดงตัวอย่างมโนทัศน์ฟิสิกส์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนทั้งในและต่างประเทศ 18

ตาราง 2 แสดงการวิเคราะห์ข้อดีและข้อจำกัดของการสร้างแบบวัดมโนทัศน์แบบปรนัยแบบ 2 ตอนและ 3 ตอน 25

ตาราง 3 แสดงบทบาทครูและนักเรียนในการจัดการเรียนการสอนโดยใช้กลวิธีการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ 34

ตาราง 4 ค่าคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ ($\bar{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) 40

ตาราง 5 ผลการวิเคราะห์ค่าคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์รายคู่ของทั้งหมด 41

ตาราง 6 แสดงตัวอย่างมโนทัศน์ฟิสิกส์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส 43

ตาราง 7 แสดงการวิเคราะห์จำนวนแบบวัดมโนทัศน์เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส 47

ตาราง 8 แสดงการวิเคราะห์องค์ประกอบและตัวอย่างการสร้างข้อความวัดเจตคติ 51

ตาราง 9 แสดงการจำแนกเนื้อหาและจำนวนคาบในการจัดการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ 52

ตาราง 10 แสดงค่าความร้อนจำเพาะของสารต่างๆ Serway and Vuille (2012) 54

ตาราง 11 แสดงร้อยละของจำนวนนักเรียนที่ตอบถูก คะแนนเฉลี่ย คะแนนเฉลี่ยร้อยละและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน(S.D.) ของคะแนนมโนทัศน์ฟิสิกส์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง (n=40) ระหว่างก่อนและหลังทดลอง 59

ตาราง 12 แสดงร้อยละของจำนวนนักเรียนที่ตอบถูก คะแนนเฉลี่ย คะแนนเฉลี่ยร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนตามมาตรฐาน (S.D.) ค่า (t) และค่าเฉลี่ยร้อยละของคะแนนมโนทัศน์ฟิสิกส์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง (n=40) 62

ตาราง 13 แสดงค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ค่าเฉลี่ยร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าที (t) ของคะแนนเจตคติต่อการเรียนฟิสิกส์ ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียน การสอนโดยใช้กลวิธีการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง (n = 40) 64

ตาราง 14 แสดงค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ค่าเฉลี่ยร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนตามมาตรฐาน (S.D.) และค่า (t) ของคะแนนเจตคติต่อการเรียนฟิสิกส์ระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลอง (n=40) และกลุ่มควบคุม (n=45) 66

ตาราง 15 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างคำถามกับจุดประสงค์ที่ต้องการวัดของแบบวัด 120

ตาราง 16 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างคำถามกับจุดประสงค์ที่ต้องการวัดของ 122

ตาราง 17 ค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) เป็นรายข้อของแบบวัดมโนทัศน์ฟิสิกส์ 124

ตาราง 18 ค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) เป็นรายข้อของแบบวัดมโนทัศน์ฟิสิกส์ เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส (หลังเรียน)..... 125

ตาราง 19 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างคำถามกับจุดประสงค์ที่ต้องการวัดของแบบวัด . 126

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญภาพ

ภาพ 1 กรอบแนวคิด เรื่อง ผลของกลวิธีการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่มีต่อมโนทัศน์ฟิสิกส์และเจตคติต่อการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 12

ภาพ 2 แผนภาพแสดงรูปแบบการวิจัยแบบ Two group pretest-posttest design 38

ภาพ 3 แสดงตัวอย่างกิจกรรมการจัดการเรียนการสอนโดยใช้กลวิธีการสอนสี่ขั้นตอน 130

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 1

ความสำคัญของงานวิจัย

การจัดการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในปัจจุบัน มีเป้าหมายเพื่อการรอบรู้วิทยาศาสตร์ (Scientific literacy) ของพลเมือง ซึ่งการรอบรู้วิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ อันประกอบด้วยองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และจิตวิทยาศาสตร์ สามารถนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ในการสื่อสารในชีวิตประจำวันได้ ผู้เรียนที่รู้เรื่องวิทยาศาสตร์ต้องมีคุณสมบัติดังนี้ 1) มีความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และมีกระบวนการที่จำเป็นสำหรับการมีส่วนร่วมในสังคม 2) สามารถตั้งคำถาม ค้นหา หรือตัดสินใจตอบคำถามจากปัญหาซึ่งมาจากความอยากรู้อยากเห็น เกี่ยวกับประสบการณ์ในชีวิตประจำวัน 3) มีความสามารถในการบรรยาย อภิปราย และทำนายเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ 4) สามารถอ่านได้เข้าใจเกี่ยวกับเรื่องราวทางวิทยาศาสตร์ และนำสาระสำคัญมาอภิปรายเป็นบทสรุปที่เที่ยงตรง และ 5) สามารถประเมินคุณภาพของสารสนเทศทางด้านวิทยาศาสตร์บนพื้นฐานของแหล่งข้อมูลและวิธีการที่ได้มา (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2545) ; National science education standards (1996))

จากการศึกษาการรอบรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทยของโครงการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ (Programme for International Student Assessment หรือ PISA) ซึ่งแบ่งการประเมินออกเป็น 4 ด้าน ดังนี้ 1) ด้านการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ กล่าวคือ สามารถนำมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์มาอธิบายสถานการณ์ในชีวิตจริงได้ 2) ด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ กล่าวคือ มีความเข้าใจในธรรมชาติของโลกซึ่งอยู่บนฐานความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 3) สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ คือ ความสามารถในการระบุประเด็น อธิบาย และสร้างข้อสรุปโดยมีหลักฐานทางวิทยาศาสตร์มาสนับสนุน และ 4) เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ คือ ความสนใจในวิทยาศาสตร์ (OECD, 2009) ซึ่งด้านที่ 2 เป็นการประเมินความเข้าใจมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจากการพิจารณาผลการประเมินดังกล่าว พบว่า ในปี ค.ศ. 2000 2003 2006 2009 2012 นักเรียนไทยมีคะแนนเฉลี่ยการรอบรู้วิทยาศาสตร์ต่ำกว่านานาชาติ ซึ่งได้คะแนนเฉลี่ย 421 432 429 425 และ 444 คะแนนตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าระดับคะแนนมีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นในแต่ละปี อย่างไรก็ตามคะแนนยังต่ำกว่ามาตรฐานที่กำหนดไว้

(สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2557) ส่วนแนวโน้มการจัดการศึกษาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ในปี พ.ศ.2554 (Trends in International Mathematics and Science Study หรือ TIMSS 2011) พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะวิชาฟิสิกส์ในภาพรวมของประเทศไทย โดยจำแนกคะแนนในด้านเนื้อหาวิชา (Content Domain) และพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านสติปัญญา (Cognitive Domain) พบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยวิชาฟิสิกส์ต่ำกว่าร้อยละ 50 โดยได้คะแนนเฉลี่ยเพียง 430 คะแนน จากคะแนนเต็ม 1000 คะแนน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555) ซึ่งสอดคล้องกับผลคะแนนจากการทดสอบวิชาสามัญ 9 วิชา ในปี พ.ศ. 2560 ซึ่งเป็นการทดสอบระดับชาติเพื่อคัดเลือกนักเรียนระดับมัธยมศึกษาเข้าศึกษาต่อในระดับอุดมศึกษาในระบบรับตรง ที่พบว่านักเรียนมีผลคะแนนเฉลี่ยในวิชาฟิสิกส์ 29.44 คะแนนจากคะแนนเต็ม 100 คะแนน ซึ่งมีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าร้อยละ 50 เช่นกัน (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2560) และเมื่อพิจารณาผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (Ordinary National Education testing: O-NET) โดยเปรียบเทียบย้อนหลัง 3 ปี ระหว่างปีการศึกษา 2556 - 2558 ของนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 ซึ่งเป็นดัชนีชี้วัดความสำเร็จของการจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์ พบว่าผลการทดสอบวิทยาศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าร้อยละ 50 ทั้ง 3 ปี โดยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 33.10, 30.48 และ 32.54 คะแนน ตามลำดับ นอกจากนี้เมื่อพิจารณาผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐานในปี พ.ศ. 2559 (O-NET) ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาเขต 8 จังหวัดกาญจนบุรีและราชบุรี พบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยวิชาวิทยาศาสตร์ร้อยละ 31.77 ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าร้อยละ 50 เช่นเดียวกัน (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2559)

จากผลการทดสอบดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่า การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และวิชาฟิสิกส์ในประเทศไทยยังไม่ประสบความสำเร็จ และสาเหตุหนึ่งที่ทำให้นักเรียนมีผลทดสอบดังกล่าวต่ำกว่ามาตรฐานอาจมาจากการมีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อน (misconception) กล่าวคือเป็นแนวความคิดของนักเรียนที่ไม่สอดคล้องกับทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการยอมรับ (Eryilmaz, 2002) ซึ่งเมื่อนักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแล้วจะคงอยู่กับนักเรียนเป็นเวลานาน ซึ่งหากไม่ทำการแก้ไขมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนจะส่งผลต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และทำให้นักเรียนยอมรับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องในระดับมโนทัศน์ที่สูงขึ้นลดลง (Treagust and Duit, 2008 ;

Zhou, 2010 อ้างถึงใน (พงศ์พรหม พรเพิ่มพูน, 2556)) และเมื่อพิจารณามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเฉพาะในเนื้อหาสาระฟิสิกส์นั้น พบว่านักเรียนมีมโนทัศน์ฟิสิกส์ที่คลาดเคลื่อนอยู่มาก ดังเนื้อหาต่อไปนี้ 1) กลศาสตร์ แรงและการเคลื่อนที่ (Hançer & Durkan, 2008) ตัวอย่างเช่น ถ้าวัตถุอยู่นิ่งจะไม่มีแรงใด ๆ มากระทำกับวัตถุ 2) แสงและการมองเห็น และปรากฏการณ์คลื่น (กรรณิกา แจ้งหมื่นไวย, 2534) ตัวอย่างเช่น มุมวิกฤต คือ มุมหักเหที่มีขนาด 90° และคลื่นตามยาว อนุภาคของคลื่นจะเคลื่อนที่ไปในทิศตั้งฉากกับทิศการเคลื่อนที่ และเคลื่อนที่ไปพร้อมกับคลื่นด้วย 3) เสียง (สุรวิทย์ วงศ์ศรี, 2536) ตัวอย่างเช่น การได้ยินเสียงสูง-ต่ำขึ้นอยู่กับระดับความเข้มเสียง 4) ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก (Taslidere, 2016) ตัวอย่างเช่น จำนวนโฟโตอิเล็กตรอน (Photoelectron) ขึ้นอยู่กับพลังงานของโฟตอน (photon) และ 5) ความร้อนและอุณหภูมิ (Tanahoung, Chitaree, & Soankwan, 2010) และ (Alwan, 2011) ตัวอย่างเช่น การสัมผัสวัตถุด้วยประสาทสัมผัสสามารถบอกค่าของอุณหภูมิได้ และจากงานวิจัยของ Tanahoung et al. (2010) พบว่านักศึกษาระดับมหาวิทยาลัยสายวิทยาศาสตร์ชั้นปีที่หนึ่งของไทยมีมโนทัศน์ฟิสิกส์ที่คลาดเคลื่อนเรื่อง ความร้อนและอุณหภูมิ ซึ่งเนื้อหาดังกล่าวเป็นเนื้อหาที่สำคัญและถูกบรรจุอยู่ใน รายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติมของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2556) จากงานวิจัยข้างต้นสะท้อนถึงปัญหาของการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์ของไทยตั้งแต่ระดับมัธยมศึกษา

เมื่อพิจารณาสภาพการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์ในปัจจุบันพบว่า การจัดการเรียนการรู้ของครูยังไม่สามารถพัฒนามโนทัศน์ฟิสิกส์และเจตคติต่อการเรียนฟิสิกส์ได้ดีเท่าที่ควร โดยพบว่าครูไม่ได้มุ่งเน้นการปลูกฝังกระบวนการเรียนรู้เท่าที่ควร แต่ให้ความสำคัญกับการสอนที่เน้นการบรรยายเพื่อถ่ายโอนความรู้ให้แก่นักเรียน เน้นการท่องจำสูตรให้ได้ และการแทนค่าในสมการให้ถูกต้อง จึงส่งผลให้ผู้เรียนไม่สามารถสร้างคำอธิบายในการตอบคำถามเชิงเหตุผลได้ หรือคำตอบที่แสดงเหตุผลประกอบมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนรวมอยู่ด้วย (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2554) สอดคล้องกับ สิปปนนท์ เกตุทัต และคณะ (2544) ที่กล่าวถึง การสอนของครูในโรงเรียนว่า ครูส่วนใหญ่สอนฟิสิกส์ในรูปแบบของการบรรยาย บอกความรู้ และฝึกทักษะการทำโจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ด้วยวิธีการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งครูยังมีลักษณะเป็นศูนย์กลางในการจัดการเรียนรู้ เน้นสมการทางคณิตศาสตร์ เพื่อมุ่งเน้นให้ท่องจำสมการและนำไปใช้ ส่งผลให้ผู้เรียนขาดความรู้

ความเข้าใจมโนทัศน์ทางฟิสิกส์ นอกจากนั้น สไว บรรณาลัย (2547) ยังกล่าวถึง การจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์ของครู เพิ่มเติมว่าการสอนฟิสิกส์ที่เน้นการบรรยายให้นักเรียนท่องจำคำตอบและเน้นคำตอบเดียวมากกว่าที่จะเปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีโอกาสคิด วิเคราะห์ และค้นคว้าหาคำตอบด้วยวิธีการและสื่อที่หลากหลาย ทำให้นักเรียนขาดการเรียนรู้จากการปฏิบัติจริง ส่งผลให้นักเรียนรู้สึกเบื่อหน่าย ขาดความกระตือรือร้นจึงส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ อีกทั้งยังเน้นการเรียนแบบแข่งขันมากกว่าการช่วยเหลือเกื้อกูลกัน ด้วยเหตุผลข้างต้นส่งผลให้ผู้เรียนมีเจตคติที่ไม่ดีต่อการเรียนฟิสิกส์ ซึ่งสอดคล้องกับ สุระ วุฒิพรหม (2549) ที่กล่าวถึงการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนฟิสิกส์ของครูที่มีบทบาทเป็นผู้ถ่ายทอดเพียงอย่างเดียว ไม่ได้ช่วยให้นักเรียนเข้าใจความคิดรวบยอดทางฟิสิกส์ ถึงแม้ว่าจะใช้การทดลองประกอบกิจกรรมการเรียนรู้ก็ตาม แต่ก็ไม่ได้ช่วยทำให้นักเรียนมีความเข้าใจมากขึ้น เพราะสิ่งที่เห็นในห้องปฏิบัติการยากที่จะเจอในชีวิตประจำวัน ปัจจัยต่าง ๆ เหล่านี้เป็นเหตุทำให้เจตคติของนักเรียนต่อวิชาฟิสิกส์ไม่ดีเท่าที่ควร เป็นผลให้ความต้องการที่จะเรียนรู้ และความพยายามในการศึกษาความรู้ทางฟิสิกส์นั้นน้อยลงไปด้วย จากปัญหาข้างต้นสะท้อนถึงสภาพการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์ในปัจจุบันที่ยังเป็นปัญหาอยู่ และจากข้อค้นพบดังกล่าวจึงมีความจำเป็นต้องมีการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์เพื่อพัฒนาให้ผู้เรียนมีมโนทัศน์ฟิสิกส์และส่งเสริมให้ผู้เรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิชาฟิสิกส์

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์ที่เหมาะสมนั้น ควรดำเนินการตามแนวทางของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (constructivist) (สุดา จันทราช (2559) ; Tabago (2011)) โดยการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์เน้นให้ผู้เรียนสร้างความรู้โดยผ่านกระบวนการคิดด้วยตนเอง โดยจัดสภาพการณ์ใหม่ให้ผู้เรียนเกิดความขัดแย้งทางปัญญาหรือเกิดภาวะไม่สมดุลขึ้น (disequilibrium) ผู้เรียนต้องเผชิญกับสถานการณ์ที่เป็นปัญหา ซึ่งไม่สามารถแก้ไขหรืออธิบายได้ด้วยโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่เดิม ทำให้เกิดความขัดแย้งทางปัญญา (cognitive conflict) จากนั้นแรงจูงใจจะช่วยให้ผู้เรียนพยายามคิด จนสามารถนำไปสู่การปรับโครงสร้างทางปัญญาใหม่ (cognitive restructure) ซึ่งเกิดเป็นความรู้ใหม่ที่ได้จากการเชื่อมโยงกับประสบการณ์เดิม เกิดการเรียนรู้ และเป็นความรู้ที่สร้างขึ้นด้วยตัวของผู้เรียนเอง (พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และพเยาว์ ยินดีสุข, 2548) สอดคล้องกับ ทิศนา แขมมณี (2556) ที่กล่าวถึงกระบวนการสร้างความรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ที่เชื่อว่าการเรียนรู้เป็นกระบวนการทางปัญญา โดยผู้เรียนจะต้องเรียนรู้และสร้าง

ความรู้ด้วยตนเอง พัฒนาการเกิดขึ้นเมื่อบุคคลรับและซึมซับข้อมูลหรือประสบการณ์ใหม่เข้าไปสัมพันธ์กับความรู้หรือโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่เดิม หากไม่สัมพันธ์กันจะเกิดภาวะไม่สมดุลขึ้น ทำให้บุคคลปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญา ส่งผลให้ผู้เรียนสามารถสร้างความรู้ความเข้าใจได้ด้วยตัวของผู้เรียนเอง

จากการศึกษาค้นคว้างานวิจัย พบว่าการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ (constructivist) สามารถพัฒนาให้ผู้เรียนมีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ได้ ดังเช่นงานวิจัยของ Çalık, Ayas, Coll, Ünal, and Coştu (2007) , İpek and Calik (2008) และ Kurt and Ayas (2012) ได้ทดลองนำกลวิธีการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ไปทดลองสอนกับนักเรียนในประเทศตุรกี ผลการทดลองพบว่านักเรียนมีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น โดยกลวิธีการสอนดังกล่าวถูกพัฒนาขึ้นบนพื้นฐานของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ซึ่งมีขั้นตอนการจัดการเรียนการสอน มีจุดประสงค์และลักษณะเด่นในแต่ละขั้นตอนอย่างชัดเจน โดยมีขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนดังนี้ 1) ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (eliciting students' pre-existing ideas) เน้นการตรวจสอบความรู้หรือมโนทัศน์ที่มีอยู่เดิมของผู้เรียน 2) ขั้นเน้นมโนทัศน์เป้าหมาย (focusing on the target concept) เน้นการทำกิจกรรมเป็นกลุ่มย่อยและอภิปรายร่วมกัน ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ผ่านกิจกรรม และส่งผลให้ผู้เรียนปรับเปลี่ยนมโนทัศน์และสามารถสร้างมโนทัศน์ด้วยตัวเอง 3) ขั้นท้าทายความคิด (challenging students' ideas) ในขั้นนี้ผู้เรียนจะได้รับการส่งเสริมให้แสดงความรู้ความเข้าใจของตนจากสถานการณ์ที่กำหนดขึ้น นอกจากนั้นยังเป็นการตรวจสอบความเข้าใจมโนทัศน์ของผู้เรียน และ 4) ขั้นการประยุกต์ความรู้ (applying newly constructed ideas to similar situation) เน้นการให้ผู้เรียนนำมโนทัศน์ที่ถูกต้องไปใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนหรือสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน (Çalik, Ayas, and Coll , 2010) โดยขั้นตอนการสอนตามกลวิธีสี่ขั้นตอนดังกล่าวถูกนำไปปรับใช้และจัดกิจกรรมที่เน้นให้ผู้เรียนใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการสืบสอบหาความรู้ นำมาซึ่งการพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และสามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ มารีรัตน์ กระต่ายทอง (2554) ที่ได้ทำการศึกษาผลของการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่มีต่อมโนทัศน์เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลกของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น ซึ่งผลการทดลองพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการสอน

สี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์มีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์สูงขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่าการจัดการเรียนรู้ที่มีพื้นฐานมาจากทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์สามารถพัฒนาให้ผู้เรียนเกิดเจตคติที่ดีต่อการเรียนได้ ดังเช่นงานวิจัยของ Tabago (2011) และ Ursula and Alphonsus (2014) ที่ได้ทดลองใช้รูปแบบการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ในวิชาฟิสิกส์เพื่อพัฒนาเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ ซึ่งผลการวิจัยพบว่าหลังการทดลองนักเรียนมีเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์สูงขึ้น จากงานวิจัยดังที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์สามารถนำไปใช้พัฒนาเจตคติต่อการเรียนฟิสิกส์ได้ แต่สำหรับการพัฒนามโนทัศน์นั้น แม้ว่าการวิจัยที่ผ่านมาแสดงให้เห็นว่ากลวิธีการสอนดังกล่าวสามารถพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ได้ อย่างไรก็ตามการศึกษายังจำกัดอยู่ในเนื้อหาสาระเคมีและวิทยาศาสตร์ทั่วไปเท่านั้น จึงควรมีการศึกษาผลของการสอนด้วยกลวิธีดังกล่าวที่มีต่อมโนทัศน์ฟิสิกส์เพิ่มเติม

จากสภาพปัญหาของการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์ แนวคิด และทฤษฎี ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาผลของกลวิธีการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่มีต่อมโนทัศน์ฟิสิกส์และเจตคติต่อการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5

คำถามวิจัย

1. นักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยกลวิธีการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์มีมโนทัศน์ฟิสิกส์แตกต่างกับนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบทั่วไปหรือไม่

2. นักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยกลวิธีการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์มีเจตคติต่อการเรียนฟิสิกส์แตกต่างกับนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบทั่วไปหรือไม่

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบมโนทัศน์ฟิสิกส์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนโดยใช้กลวิธีการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์

2. เพื่อเปรียบเทียบมโนทัศน์ฟิสิกส์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายระหว่างกลุ่มที่เรียนโดยใช้กลวิธีการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์กับกลุ่มที่เรียนโดยใช้การเรียนการสอนแบบทั่วไป

3. เพื่อเปรียบเทียบเจตคติต่อการเรียนฟิสิกส์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนโดยใช้กลวิธีการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์

4. เพื่อเปรียบเทียบเจตคติต่อการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายระหว่างกลุ่มที่เรียนโดยใช้กลวิธีการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์กับกลุ่มที่เรียนโดยใช้การเรียนการสอนแบบทั่วไป

สมมติฐานการวิจัย

การจัดการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์นั้นสามารถช่วยพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนได้ ซึ่งมีผู้ศึกษาวิธีการ หรือรูปแบบการจัดการเรียนการสอนตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์เพื่อพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ดังเช่นงานวิจัยของ Çalık et al. (2007) ที่ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่มีต่อมโนทัศน์ เรื่อง การสลายตัวของแก๊สในของเหลวและความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่านักเรียนมีคะแนนมโนทัศน์และความคงทนในการเรียนรู้สูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยวิธีการสอนแบบทั่วไป สอดคล้องกับงานวิจัยของ Çalik et al. (2010) ที่ศึกษาผลของการใช้กลยุทธ์การสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์สี่ขั้นตอนที่มีต่อมโนทัศน์ในวิชาเคมี พบว่านักเรียนมีคะแนนมโนทัศน์สูงขึ้น และผลงานวิจัยของ (Kurt & Ayas, 2012)ที่ได้ศึกษาผลของการใช้แนวการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์สี่ขั้นตอนที่มีต่อมโนทัศน์ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีและการนำความรู้ไปใช้ ผลการวิจัยพบว่านักเรียนมีคะแนนมโนทัศน์และความสามารถในการนำความรู้ไปใช้สูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยวิธีการสอนแบบทั่วไป และผลงานวิจัยของ มารีรัตน์ กระต่ายทอง (2554) ที่ได้ทำการศึกษาผลของการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่มีต่อมโนทัศน์และทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น ซึ่งผลการทดลองพบว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์มีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์สูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้การเรียนการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากแนวคิด ทฤษฎี และผลการวิจัยดังกล่าว ผู้วิจัยจึงได้ตั้งสมมติฐานดังนี้

1. นักเรียนที่เรียนโดยใช้กลวิธีการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ จะมีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์ฟิสิกส์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. นักเรียนที่เรียนโดยใช้กลวิธีการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ จะมีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์ฟิสิกส์หลังเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. นักเรียนที่เรียนโดยใช้กลวิธีการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ จะมีคะแนนเฉลี่ยเจตคติต่อการเรียนฟิสิกส์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. นักเรียนที่เรียนโดยใช้กลวิธีการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ จะมีคะแนนเฉลี่ยเจตคติต่อการเรียนฟิสิกส์หลังเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ขอบเขตการวิจัย

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 8 จังหวัดราชบุรีและกาญจนบุรี

2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา2559 โรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 8

3. ตัวแปรในการวิจัย

3.1 ตัวแปรจัดกระทำ คือ

1) การเรียนการสอนโดยใช้กลวิธีการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์

2) การเรียนการสอนแบบทั่วไป

3.2 ตัวแปรตาม คือ

1) มโนทัศน์ฟิสิกส์

2) เจตคติต่อการเรียนฟิสิกส์

3.3 ตัวแปรควบคุม คือ

1) หัวข้อและปริมาณเนื้อหาที่ใช้ในการสอนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมเป็นเนื้อหาเดียวกัน คือ เนื้อหาในหนังสือแบบเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส ที่จัดทำโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) เป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอน

2) ผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอนด้วยตนเองทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

3) ระยะเวลาที่สอนโดยมีจำนวนคาบเรียนที่ใช้ในการเรียนการสอนเท่ากันทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ข้อตกลงเบื้องต้นในการวิจัย

ความแตกต่างของเวลาที่ดำเนินการเรียนการสอนในการวิจัยครั้งนี้ ไม่มีผลต่อมโนทัศน์ฟิสิกส์และเจตคติต่อการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียน

คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

1. กลวิธีการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ตามแนวทางของ Çalik et al. (2010) โดยมีขั้นตอนของการจัดการเรียนการสอน ดังนี้

1) ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (eliciting students' pre-existing ideas)

เป็นขั้นแรกของการจัดการเรียนการสอน ซึ่งมีการใช้คำถามเพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของนักเรียนที่มีอยู่เดิม

2) ขั้นเน้นมโนทัศน์เป้าหมาย (focusing on the target concept)

การทำกิจกรรมเป็นกลุ่มย่อยเพื่อให้นักเรียนสำรวจและตรวจสอบความรู้เดิมของตนเอง โดยเน้นให้นักเรียนมีการอภิปรายร่วมกัน และครูมีหน้าที่เน้นและให้ความสำคัญกับมโนทัศน์ที่มีความยากซึ่งเกี่ยวข้องกับกิจกรรมการเรียนการสอนโดยไม่บอกคำตอบของกิจกรรม

3) ขั้นท้าทายความคิด (challenging students' ideas)

การตรวจสอบความถูกต้องเกี่ยวกับความรู้ ความเข้าใจของนักเรียนที่นักเรียนสร้างขึ้น นักเรียนบางส่วนอาจยังไม่เข้าใจหัวข้อที่เรียนได้ไม่สมบูรณ์ แม้จะผ่านประสบการณ์การเรียนรู้จากกิจกรรมแล้ว ดังนั้นนักเรียนจึงจำเป็นต้องได้รับการยืนยันว่ามโนทัศน์ของตนเองสอดคล้องกับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์หรือไม่ โดยก่อนที่จะนำเสนอมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ครูต้องตรวจสอบว่าผู้เรียนสร้างความรู้ได้ถูกต้อง หากยังไม่ถูก ครูใช้บทสนทนาเพื่อชี้นำไปสู่มโนทัศน์ที่ถูกต้องโดยยอมรับหรือปฏิเสธมโนทัศน์ของนักเรียน

4) ขั้นการประยุกต์ความรู้ (applying newly constructed ideas to similar situation)

เป็นขั้นสุดท้ายของการจัดการเรียนรู้ โดยที่ครูให้นักเรียนนำมโนทัศน์ที่เรียนรู้ไปประยุกต์ในสถานการณ์อื่น ๆ ที่มีความเกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่ศึกษา หรือนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในสถานการณ์อื่นๆ

2. การเรียนการสอนแบบทั่วไป

หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นการสืบสอบประกอบด้วย 3 ขั้นตอน โดยมีขั้นตอนในการสอนดังนี้

1) ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน เป็นขั้นกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจในการเรียน โดยครูเป็นผู้นำอภิปรายให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น และมีการตรวจสอบความรู้เดิมของเรื่องที่เรียนต่อไป

2) ขั้นกิจกรรม เป็นขั้นที่มีการจัดการเรียนการสอนให้นักเรียนสามารถค้นคว้าหาความรู้ได้ด้วยตนเองโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

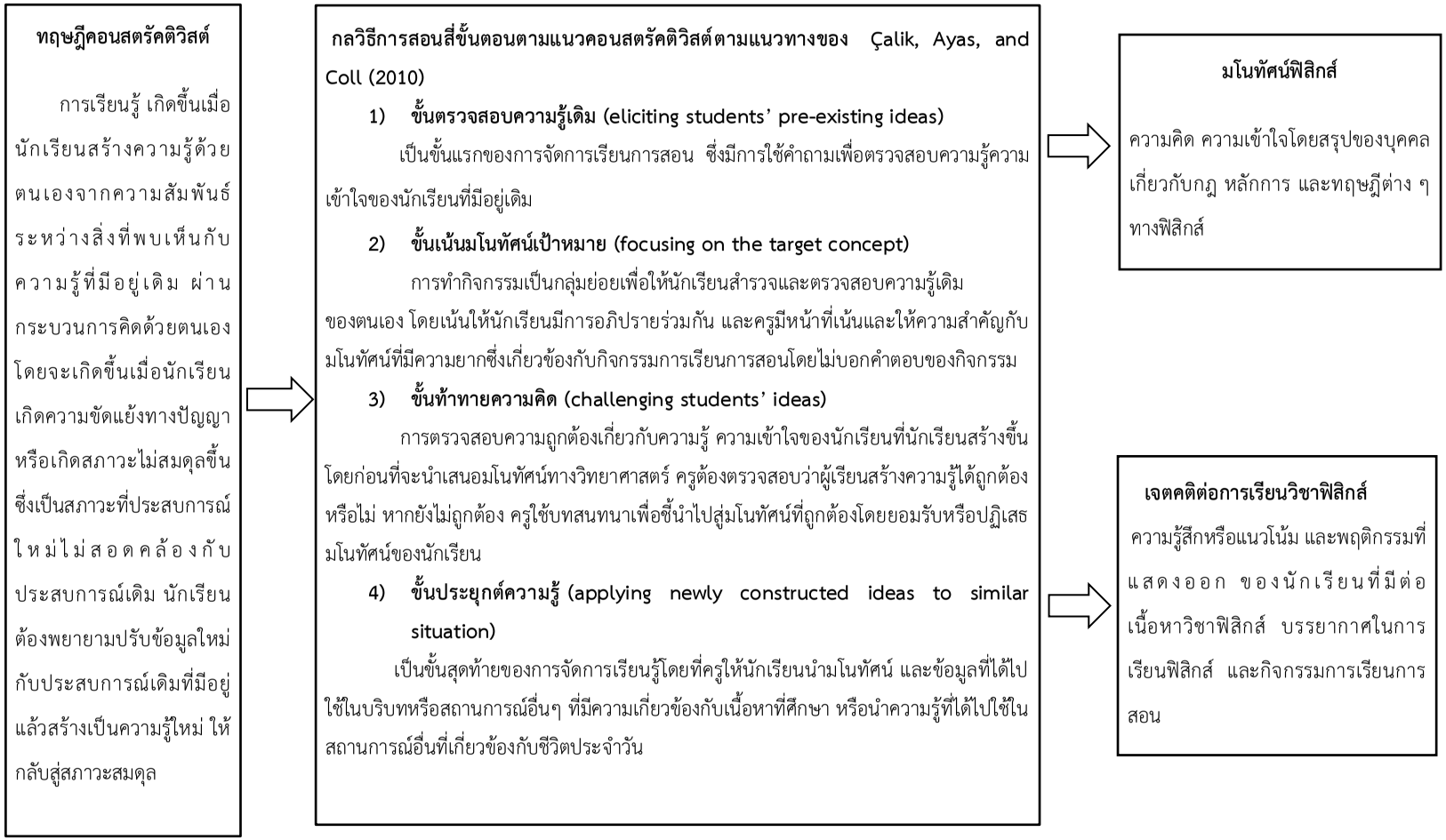
3) ขั้นสรุป เป็นขั้นที่ครูนำนักเรียนในการอภิปราย โดยครูเป็นผู้กระตุ้นนักเรียนโดยการใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนสามารถสรุปผลการศึกษาหรือการทดลอง ซึ่งนำไปสู่การสรุปบทเรียน

3. มโนทัศน์ฟิสิกส์ หมายถึง ความคิด ความเข้าใจโดยสรุปของบุคคลเกี่ยวกับกฎ หลักการและทฤษฎีต่าง ๆ ทางฟิสิกส์ สามารถวัดได้โดยแบบวัดมโนทัศน์ฟิสิกส์ เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยปรับจากแนวคิดของ Gurcay and Gulbas (2015) ประกอบด้วย 3 ตอน คือ ตอนที่ 1 เป็นข้อคำถามเกี่ยวกับเนื้อหา มีลักษณะแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ส่วนที่ 2 เป็นข้อคำถามเชิงเหตุผลสนับสนุนของคำถามในข้อที่ 1 มีลักษณะเป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก เช่นกัน และส่วนที่ 3 เป็นข้อคำถามถามความมั่นใจของนักเรียนในการเลือกตอบคำถามในข้อที่ 1 และ 2 มีลักษณะเป็นแบบเลือกตอบ 2 ตัวเลือก คือ มั่นใจและไม่มั่นใจ จำนวนทั้งสิ้น 20 ข้อ

4. เจตคติต่อการเรียนฟิสิกส์ หมายถึง ความรู้สึกหรือแนวโน้ม และพฤติกรรมที่แสดงออกของนักเรียนที่มีต่อเนื้อหาสาระฟิสิกส์ บรรยากาศในการเรียนฟิสิกส์ และกิจกรรมการเรียนการสอน ซึ่งวัดได้จากการใช้แบบวัดเจตคติที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามแนวทางของ McGuire (1969) ที่กำหนดช่วงความรู้สึกของแต่ละบุคคลครอบคลุมองค์ประกอบทั้ง 3 ด้านของ คือ 1) ความรู้ 2) ความรู้สึก และ 3) พฤติกรรม จำนวนทั้งสิ้น 30 ข้อ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาพ 1 กรอบแนวคิด เรื่อง ผลของกลวิธีการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่มีต่อมโนทัศน์ฟิสิกส์และเจตคติต่อการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5



บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาวิจัย เรื่อง ผลของกลวิธีการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่มีต่อมโนทัศน์ฟิสิกส์และเจตคติต่อการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยมีแนวทางในการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องตามลำดับดังนี้

1. แนวคิดเกี่ยวกับมโนทัศน์ฟิสิกส์
    1.1 ความหมายของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และมโนทัศน์ฟิสิกส์
    1.2 ประเภทของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และมโนทัศน์ฟิสิกส์
    1.3 ความสำคัญของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์
    1.4 มโนทัศน์ฟิสิกส์ที่คลาดเคลื่อน
    1.5 แนวทางในการวัดมโนทัศน์
2. เจตคติต่อการเรียนฟิสิกส์
    2.1 ความหมายของเจตคติ
    2.2 องค์ประกอบของเจตคติ
    2.3 เจตคติต่อวิทยาศาสตร์
    2.4 แนวทางในการพัฒนาเจตคติต่อวิทยาศาสตร์
    2.5 แนวทางในการวัดเจตคติ
3. กลวิธีการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์
    3.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับกลวิธีการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์
    3.2 ความเป็นมาของรูปแบบการเรียนการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์
    3.3 ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนโดยใช้กลวิธีการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์
    3.4 บทบาทครูและนักเรียนในการจัดการเรียนการสอนโดยใช้กลวิธีการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์
4. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1. แนวคิดเกี่ยวกับมโนทัศน์ฟิสิกส์

1.1 ความหมายของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และมโนทัศน์ฟิสิกส์

จากการศึกษาเอกสารต่าง ๆ พบว่ามีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ไว้ดังนี้

Klopfer (1971) กล่าวว่า มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ คือ สิ่งที่เป็นนามธรรม ซึ่งเป็นผลที่ได้มาจากการศึกษาปรากฏการณ์ หรือหาความสัมพันธ์ต่าง ๆ

Carin (1989) กล่าวว่า มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ คือ การรวมจิตใจเกี่ยวกับโลกบนพื้นฐานของวัตถุหรือเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องกัน

Jacobson (1990) กล่าวว่า มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ คือ ความคิดที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ การพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เกิดขึ้น เมื่อบุคคลได้รับประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์ และสามารถเชื่อมโยงประสบการณ์ที่มีความเข้าใจอยู่เดิมเข้ากับประสบการณ์ใหม่

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2550) กล่าวว่า มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ คือ องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เกิดจากการนำกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มาใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยเน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง

จากการศึกษามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักการศึกษาท่านต่าง ๆ สามารถสรุปความหมายของมโนทัศน์ฟิสิกส์ได้ว่า มโนทัศน์ฟิสิกส์ คือ ความคิด ความเข้าใจโดยสรุปของบุคคลเกี่ยวกับกฎ หลักการ และทฤษฎีต่าง ๆ ทางฟิสิกส์

1.2 ประเภทของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และมโนทัศน์ฟิสิกส์

ในการแบ่งประเภทของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ (scientific concept) สามารถแบ่งได้โดยใช้เกณฑ์ต่าง ๆ ทั้งนี้มีนักการศึกษาหลายท่านได้จำแนกประเภทของมโนทัศน์ออกเป็นหมวดหมู่ไว้ดังนี้

Romey (1968) ได้แบ่งประเภทของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. มโนทัศน์เชิงการแบ่งประเภท (classification concepts) คือ มโนทัศน์ที่เป็นคำอธิบายลักษณะร่วมกัน ข้อเท็จจริงต่างๆ ที่นำไปใช้ในการบรรยายถึงคุณสมบัติของปรากฏการณ์ต่างๆ

2. มโนทัศน์เชิงความสัมพันธ์ (correlational concepts) คือ มโนทัศน์ที่บ่งบอกถึงความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งต่างๆที่มีความเกี่ยวข้องกัน เช่น ของเหลวเมื่อได้รับความร้อนและแก๊สอุดมคติจะขยายตัว

3. มโนทัศน์เชิงทฤษฎี (theoretical concepts) คือ มโนทัศน์ที่แสดงถึงความสัมพันธ์ของเหตุและผล ซึ่งอยู่นอกเหนือจากประสบการณ์ทางประสาทสัมผัส ซึ่งไม่สามารถสังเกตได้โดยตรง แต่มีหลักฐานที่สนับสนุนทำให้เกิดความเข้าใจเหล่านั้น ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการพยากรณ์ เหตุการณ์หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ เช่น อะตอม คือ อนุภาคที่เล็กที่สุดของธาตุ ประกอบด้วย โปรตอน นิวตรอน และอิเล็กตรอน เป็นต้น

Lawson (2000) ได้แบ่งประเภทของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. มโนทัศน์เชิงทฤษฎี (theoretical concepts) เป็นมโนทัศน์ที่ไม่สามารถสังเกตได้โดยตรง โดยมโนทัศน์ในลักษณะนี้สามารถรับรู้หรือได้จากแนวคิดหรือทฤษฎีของนักวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการยอมรับในขณะนั้น ซึ่งสามารถเปลี่ยนแปลงได้ เมื่อมีหลักฐานใหม่มาสนับสนุน เช่น มโนทัศน์เรื่อง อะตอม

2. มโนทัศน์เชิงบรรยาย (descriptive concepts) เป็นมโนทัศน์ที่เกิดจากการสังเกตปรากฏการณ์หรือเหตุการณ์ต่างๆจากผู้สังเกตโดยตรง และเชื่อมโยงความสัมพันธ์ต่าง ๆ เป็นข้อความคิดโดยสรุป และเกิดเป็นมโนทัศน์ของสิ่ง ๆ นั้น

3. มโนทัศน์เชิงสอดแทรก (intermediate concepts) เป็นมโนทัศน์ที่ไม่สามารถสังเกตได้โดยตรง เนื่องจากเหตุการณ์หรือปรากฏการณ์นั้น ๆ มีข้อจำกัดของเวลาและสถานการณ์มาเกี่ยวข้อง เช่น มโนทัศน์เรื่องการเกิดไดโนเสาร์ เป็นต้น

Smith and Ragan (2005) จำแนกประเภทของมโนทัศน์เป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. มโนทัศน์เชิงรูปธรรม (concrete concepts) คือ มโนทัศน์ที่สามารถจำแนกประเภทได้จากการสังเกตลักษณะทางกายภาพต่าง ๆ เช่น การมองเห็น การได้ยิน การสัมผัส การได้กลิ่น และการรับรู้รส เช่น การแยกใบไม้ต่างชนิดกันออกจากกัน เป็นต้น

2. มโนทัศน์เชิงคำนิยาม (defined concepts) คือ มโนทัศน์ที่จำแนกจากคำจำกัดความหรือลักษณะเฉพาะที่เหมือนกันของมโนทัศน์นั้น เช่น ประชาธิปไตย ลัทธิ เป็นต้น

วีระชาติ สวนไพรินทร์ (2531) ได้จำแนกประเภทของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. มโนทัศน์ที่เกี่ยวกับการแบ่งประเภท เป็นการกำหนดสมบัติร่วมของสิ่งต่าง ๆ ไว้เป็นพวก ๆ หรือใช้ในการบรรยายถึงสิ่งนั้นให้เข้าใจตรงกัน

2. มโนทัศน์ที่เกี่ยวกับความสัมพันธ์ เป็นการกำหนดความสัมพันธ์ของมโนทัศน์ย่อย ๆ ที่เกี่ยวข้องกันซึ่งช่วยในการพยากรณ์หรือคาดการณ์ล่วงหน้าในเหตุการณ์นั้นได้

3. มโนทัศน์ทางทฤษฎี เป็นการกำหนดสิ่งที่ไม่สามารถสังเกตได้โดยตรง แต่รู้ว่าสิ่งนั้นมีอยู่จริงเพราะมีหลักฐานสนับสนุน

จากการศึกษาประเภทของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักการศึกษาหลายท่าน สามารถสรุปได้ว่าประเภทของมโนทัศน์ฟิสิกส์แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1) มโนทัศน์เชิงบรรยาย (descriptive concepts) คือ มโนทัศน์ฟิสิกส์ที่เกิดขึ้นจากการสังเกตปรากฏการณ์ต่างๆ ด้วยประสามสัมผัสโดยตรง และเชื่อมโยงความสัมพันธ์ต่าง ๆ เป็นข้อความคิดความเข้าใจโดยสรุป และเกิดเป็นมโนทัศน์ของสิ่งๆ นั้น

2) มโนทัศน์เชิงทฤษฎี (theoretical concepts) คือ มโนทัศน์ฟิสิกส์ที่บุคคลไม่สามารถสังเกตได้โดยตรง โดยสามารถรับรู้ได้จากแนวคิดหรือทฤษฎีต่างๆทางฟิสิกส์ของนักวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการยอมรับ

1.3 ความสำคัญของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

เป้าหมายหลักของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ คือ นักเรียนต้องได้รับการสอนให้เกิดความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (scientific knowledge) ได้แก่ ข้อเท็จจริง กฎ หลักการ ทฤษฎี และมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ (scientific concept) ซึ่งเป็นพื้นฐานที่สำคัญที่นักเรียนจะสามารถนำความรู้ไปเชื่อมโยงเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ และนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2545) ทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้มีความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพื่อให้มีความรู้ ความเข้าใจทางธรรมชาติ และเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้าง

(กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) ดังนั้น ความเข้าใจในมโนทัศน์จึงมีความสำคัญกับการเรียนวิทยาศาสตร์และเป็นพื้นฐานของการสร้างองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์

1.4 มโนทัศน์ฟิสิกส์ที่คลาดเคลื่อน

1.4.1 ความหมายของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (Misconception)

Halloun (1985) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ว่าเป็นความรู้ที่ได้มาจากประสบการณ์ของบุคคล ซึ่งความรู้ที่ได้มานั้นอาจไม่สมบูรณ์เกี่ยวกับทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

Eryilmaz (2002) ได้ให้ความหมายของ มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์ว่า แนวความคิด (idea) ของนักเรียนเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่ไม่สอดคล้องกับทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการยอมรับ

Piaget (1969) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ดังนี้ วิธีการแก้ปัญหาด้วยความไม่รู้ ซึ่งเป็นลักษณะที่น่าเข้าใจแต่ไม่ถูกต้อง และไม่สอดคล้องกับหลักฐานทางวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาความหมายของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักการศึกษาข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า มโนทัศน์ฟิสิกส์ที่คลาดเคลื่อน คือ ความคิด ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนของบุคคล ซึ่งไม่สอดคล้องกับแนวความคิดที่ได้รับการยอมรับทางฟิสิกส์

1.4.2 ลักษณะและสาเหตุของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน

Osborne (1985) ได้ระบุสาเหตุของการเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนว่าเป็น มโนทัศน์ที่เกิดขึ้นจริงในตัวนักเรียนซึ่งมีความแตกต่างจากมโนทัศน์ที่ครูต้องการให้นักเรียนมี เป็นเหตุให้นักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ซึ่งสาเหตุที่นักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ได้แก่ ตำรา การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ การดำเนินกิจกรรม และการสรุปความรู้ต่าง ๆ

1.4.3 เงื่อนไขในการเปลี่ยนมโนทัศน์

Posner et al. (1982 อ้างถึงใน (Geban, 2007)) ได้อธิบายถึงกระบวนการในการเปลี่ยนมโนทัศน์ของผู้เรียน ดังนี้

1) นักเรียนต้องไม่พอใจกับมโนทัศน์ที่มีอยู่เดิม (dissatisfaction)
2) มโนทัศน์ที่เกิดขึ้นมาใหม่ต้องมีความชัดเจนและสามารถเข้าใจได้ (intelligible)
3) มโนทัศน์ใหม่ต้องแสดงความเป็นไปได้ (plausibility)
4) มโนทัศน์ใหม่ต้องมีคุณค่า (fruitful)

1.4.4 ตัวอย่างมโนทัศน์ฟิสิกส์ที่คลาดเคลื่อน

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ฟิสิกส์ที่คลาดเคลื่อนทั้งในและต่างประเทศ และสัมภาษณ์ครูผู้สอนที่มีประสบการณ์สอนวิชาฟิสิกส์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจากโรงเรียนขนาดใหญ่ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 2 กรุงเทพมหานคร และอาจารย์ที่สอนในระดับมหาวิทยาลัย สามารถสรุปตัวอย่างมโนทัศน์ฟิสิกส์ที่คลาดเคลื่อนได้ดังตาราง 1 ดังนี้

ตาราง 1 แสดงตัวอย่างมโนทัศน์ฟิสิกส์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนทั้งในและต่างประเทศ

หัวข้อ	ตัวอย่างมโนทัศน์ฟิสิกส์ที่คลาดเคลื่อน
1. กลศาสตร์ แรงและการเคลื่อนที่	1) นักเรียนคิดว่าเมื่อวัตถุอยู่นิ่งจะไม่มีแรงใด ๆ กระทำต่อวัตถุ และแรงเสียดทานขึ้นอยู่กับพื้นผิวของวัตถุเท่านั้น (Hançer & Durkan, 2008)
2. ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก	1) จำนวนโฟโตอิเล็กตรอน (Photoelectron) ขึ้นอยู่กับพลังงานของโฟตอน (Photon) (Taslidere, 2016)
3. แสงและการมองเห็น และปรากฏการณ์คลื่น	1) มุมวิกฤต คือ มุมหักเหที่มีขนาด 90° 2) คลื่นตามยาว อนุภาคของคลื่นเคลื่อนที่ไปในทิศตั้งฉากกับทิศการเคลื่อน และเคลื่อนที่ไปพร้อมกับคลื่นด้วย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตาราง 1 แสดงตัวอย่างมโนทัศน์ฟิสิกส์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนทั้งในและต่างประเทศ (ต่อ)

หัวข้อ	ตัวอย่างมโนทัศน์ฟิสิกส์ที่คลาดเคลื่อน
	3) คลื่นตามขวาง อนุภาคของคลื่นเคลื่อนที่ในทิศเดียวกับทิศการเคลื่อนที่และเคลื่อนที่ไปพร้อมกับคลื่นด้วย (กรรณิกา แจ้งหมื่นไวย, 2534)
4. เสียง	1) การได้ยินเสียงสูง-ต่ำเกิดขึ้นจากระดับความเข้มเสียง (สุรวิทย์ วงศ์ศรี, 2536)
5. ความร้อนและอุณหภูมิ	1) การสัมผัสแผ่นโลหะและแผ่นไม้ที่อยู่ ณ อุณหภูมิเดียวกัน แล้วรู้สึกว่าโลหะเย็นกว่าไม้ เพราะปริมาณความเย็นถูกโลหะดูดซึมได้มากกว่าไม้ 2) อุณหภูมิ คือ สิ่งที่บอกปริมาณความร้อน 3) การสัมผัสวัตถุต่าง ๆ สามารถบอกได้ค่าของอุณหภูมิได้ โดยความรู้สึกเย็น คือ วัตถุมีอุณหภูมิต่ำ และความรู้สึกร้อน คือ วัตถุมีอุณหภูมิสูง 4) ความร้อนเป็นปริมาณๆหนึ่ง ที่บอกความรู้สึกหนาว-เย็น 5) ความร้อนและอุณหภูมิ เป็นสิ่งเดียวกัน 6) ความร้อนเป็นสสาร เช่น อากาศ โดยสามารถไหลเข้า-ออกจากวัตถุได้ (Alwan (2011); Tanahoung et al. (2010); Gurcay and Gulbas (2015) และ Baser and Geban (2007))
6. ความจุความร้อน	1) ความจุความร้อนและการนำความร้อน คือ สิ่งเดียวกัน 2) ความจุความร้อนและความร้อนจำเพาะ คือ สิ่งเดียวกัน (สัมภาษณ์ พรเจริญ ผโลทัยดำเกิง, 2559)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตาราง 1 แสดงตัวอย่างมโนทัศน์ฟิสิกส์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนทั้งในและต่างประเทศ (ต่อ)

หัวข้อ	ตัวอย่างมโนทัศน์ฟิสิกส์ที่คลาดเคลื่อน
7. ความร้อนแฝง	1) ความร้อนแฝง คือ ปริมาณความร้อนที่ใช้ในการทำให้สารทั้งหมดเปลี่ยนสถานะ โดยอุณหภูมิเปลี่ยนแปลง 2) ที่อุณหภูมิ 100 ℃ น้ำจะเปลี่ยนสถานะกลายเป็นไอน้ำทันที 3) ที่อุณหภูมิ 0 ℃ น้ำจะเปลี่ยนสถานะกลายเป็นน้ำแข็งทันที (สัมภาษณ์ คมกฤษณ์ ติณจินดา (2559) ; Alwan (2011))
8. การถ่ายโอนความร้อน	1) การถ่ายโอนความร้อน คือ การนำความร้อน หรือการพาความร้อน เพียงอย่างใดอย่างหนึ่งเท่านั้น 2) การนำความร้อน คือ การที่ตัวกลางนำความร้อนเคลื่อนที่ไปพร้อม ๆ กัน (สัมภาษณ์ พรเจริญ ผโลทัยดำเกิง (2559) ; สัมภาษณ์ คมกฤษณ์ ติณจินดา (2559))
9. แก๊สอุดมคติ	1) นักเรียนจำรูปของสมการได้ แต่ไม่สามารถอธิบายถึงหลักการและที่มาของสมการได้ (สัมภาษณ์ คมกฤษณ์ ติณจินดา, 2559)
10. พลังงานภายในระบบ	1) พลังงานภายในระบบ คือ พลังงานจลน์เพียงอย่างเดียวเท่านั้น (สัมภาษณ์ คมกฤษณ์ ติณจินดา, 2559)
11. สมดุลความร้อน	1) เมื่อเข้าสู่สมดุลความร้อน ระบบทั้งสองจะมีความร้อนเท่ากัน (สัมภาษณ์ คมกฤษณ์ ติณจินดา, 2559)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

1.5 แนวทางในการวัดมโนทัศน์

นักการศึกษาหลายท่านได้ให้แนวทางการวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และแนวทางในการสร้างแบบวัดมโนทัศน์ โดยสามารถสรุปได้ดังนี้

Cruickshank and al. (1995) ได้เสนอแนวทางการวัดมโนทัศน์ โดยใช้แบบวัดมโนทัศน์ ดังนี้

1) แบบวัดแบบเลือกตอบจากสิ่งที่กำหนดให้ (selected response item) ได้แก่ แบบจับคู่แบบเลือกตอบ แบบถูก-ผิด โดยแบบวัดลักษณะนี้สามารถวัดและประเมินได้มากในระยะเวลาที่มีอย่างจำกัด ใช้เวลาในการสร้างแบบวัดน้อยและสามารถประเมินได้ตรงตามวัตถุประสงค์ ซึ่งสามารถนำมาใช้สร้างเป็นแบบวัดมโนทัศน์ได้

2) แบบวัดแบบที่สร้างการตอบสนองเอง (created response item) ได้แก่ แบบอัตนัยหรือเขียนตอบ ซึ่งต้องการให้นักเรียนเรียบเรียงคำตอบและเขียนตอบด้วยตนเองมากกว่าการเลือกคำตอบที่กำหนดให้ โดยการเขียนตอบนั้นสามารถแสดงออกถึงระดับความรู้ของตนเอง (cognitive level) องค์ความรู้และมโนทัศน์ที่นักเรียนมีอยู่

Odum (2001) ได้เสนอลำดับขั้นในการพัฒนาและสร้างแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

1) ทำการศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน จากการทำแบบวัดความเข้าใจมโนทัศน์แบบเลือกตอบหลายตัวเลือกที่กำหนดให้ พร้อมระบุเหตุผลสนับสนุนในการเลือกตอบ

2) สร้างแบบวัดมโนทัศน์แบบเลือกตอบหลายตัวเลือก ซึ่งประกอบด้วยข้อคำถาม 2 ตอน (two-tier multiple-choice format) ดังนี้ ตอนที่ 1 เป็นคำถามเชิงเนื้อหา โดยมีตัวเลือก 2-4 ตัวเลือก และตอนที่ 2 เป็นส่วนของเหตุผลที่สนับสนุนคำตอบที่เลือกในตอนที่ 1

3) นำแบบวัดไปใช้กับกลุ่มเป้าหมาย

Tsai and Chou (2002) ได้สร้างแบบวัดมโนทัศน์แบบปรนัยผ่านระบบเครือข่าย (networked two -tier system) เพื่อศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (alternative conceptions) เรื่อง น้ำหนัก เสียง ความร้อนและแก๊สอุดมคติและแสง ของนักเรียนเกรด 8 และ 10 ในไต้หวัน โดยแบบวัดมีลักษณะ ดังนี้

1) วัดความรู้เชิงบรรยาย (descriptive knowledge) เกี่ยวกับปรากฏการณ์ต่าง ๆ เช่น น้ำหนักในสภาพสุญญากาศบนโลก เป็นต้น

2) เพื่อตรวจสอบเหตุผลของนักเรียนในการเลือกตอบในตอนที่ 1 หรือกล่าวได้ว่าเป็นการสำรวจตรวจสอบความรู้เชิงอธิบาย (explanatory knowledge)

Huseyin and Sabri (2007) ได้เสนอแนวทางการสร้างแบบวัดมโนทัศน์ฟิสิกส์แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่

1) คำถามปลายเปิด เป็นแบบให้ผู้ตอบคำถามโดยการอธิบายอย่างสั้น ๆ จากปัญหาหรือสถานการณ์ที่กำหนดให้

2) คำถามปลายปิด เป็นแบบเลือกตอบหลายตัวเลือก โดยให้ผู้ตอบเลือกตอบเพียง 1 ตัวเลือกและอธิบายคำตอบที่เลือกลงในช่องว่างที่กำหนดให้

Caleon and Subramaniam (2010) ได้พัฒนาและสร้างแบบวัดมโนทัศน์แบบคำถามสามตอน (three-tier diagnostic test) เพื่อวัดความเข้าใจมโนทัศน์ เรื่อง คลื่น ของนักเรียนมัธยมศึกษาในประเทศสิงคโปร์ ซึ่งแบบวัดแบ่งออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

1) ตอนที่ 1 แบบวัดมีลักษณะเป็นข้อคำถามเชิงเนื้อหา (content tier) วัดความรู้เชิงเนื้อหาประกอบด้วยแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก

2) ตอนที่ 2 แบบวัดมีลักษณะเป็นข้อคำถามเชิงเหตุผล (reason tier) โดยวัดความรู้ถึงเหตุผลในการเลือกคำตอบของคำถามในตอนที่ 1

3) ตอนที่ 3 แบบวัดมีลักษณะเป็นข้อคำถามเพื่อตรวจสอบความมั่นใจ (confidence tier) โดยเป็นการวัดระดับความมั่นใจในการเลือกคำตอบใน ตอนที่ 1 และ 2 ซึ่งแบ่งความมั่นใจเป็น 6 ระดับ

โดยแบบวัดดังกล่าวกำหนดให้ข้อคำถามในแต่ละข้อมีคะแนนเต็ม 2 คะแนน และกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

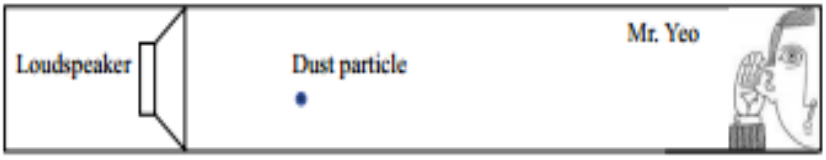
1) ได้ 1 คะแนน กรณีตอบคำถามถูกในตอนที่ 1 และถ้าตอบผิดจะไม่ได้คะแนน

2) ได้ 1 คะแนน กรณีตอบคำถามถูกทั้งในตอนที่ 1 และตอนที่ 2 และถ้าตอบผิดทั้งสองตอนจะไม่ได้คะแนน

ตัวอย่าง แบบวัดมโนทัศน์แบบคำถามสามตอน (three-tier diagnostic test)

อ้างถึงใน Caleon and Subramaniam (2010)

1) ในห้องหนึ่ง ๆ ที่มีอากาศอยู่นิ่ง มีอนุภาคของฝุ่นเคลื่อนที่ลอยไปมาหน้าเครื่องขยายเสียง (แสดงดังรูปด้านล่าง) ขณะที่ Mr. Yeo กำลังฟังเสียงที่อยู่ห่างจากเครื่องขยายเสียง เมื่อเปิดเครื่องขยายเสียงและเล่นเสียงด้วยความถี่คงตัว ข้อใดต่อไปนี้อธิบายการเคลื่อนที่ของอนุภาคฝุ่นได้ดีที่สุด



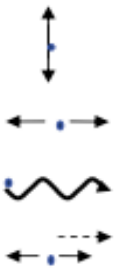
คำตอบหลัก

A. อนุภาคของฝุ่นจะเคลื่อนที่ขึ้นและลง โดยอยู่ ณ ตำแหน่งเดิม

B. อนุภาคของฝุ่นจะเคลื่อนที่ไปซ้ายและขวา โดยอยู่ ณ ตำแหน่งเดิม

C. อนุภาคของฝุ่นจะเคลื่อนที่เป็นคลื่นรูปไซน์ และเคลื่อนที่เข้าใกล้ Mr. Yeo

D. อนุภาคของฝุ่นจะเคลื่อนที่จากซ้ายไปทางขวา และเคลื่อนที่เข้าใกล้ Mr. Yeo



เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ที่สนับสนุน คือ

คลื่นเสียงทำให้อนุภาคเคลื่อนที่ในตัวกลาง (รวมถึงอนุภาคของฝุ่น) โดยเคลื่อนที่ในลักษณะ

a. สั่นในแนวตั้งฉากกับการเคลื่อนที่ของคลื่น อนุภาคในตัวกลางเคลื่อนที่กลับหรือยังคงในตำแหน่งเดิมหลังจากคลื่นเคลื่อนที่ผ่านไปแล้ว

b. สั่นในแนวขนานกับทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่น อนุภาคในตัวกลางเคลื่อนที่กลับหรือยังคงอยู่ในตำแหน่งเดิมหลังจากคลื่นเคลื่อนที่ผ่านไปแล้ว

c. เคลื่อนที่ไปตามแอมพลิจูด/รูปร่างของคลื่นตามยาว และไม่เคลื่อนที่เป็นแนวเส้นตรงคลื่นเสียงผลักอนุภาคในตัวกลางให้เคลื่อนที่ออกจากแหล่งกำเนิด

d. สั่นในแนวขนานกับทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่น คลื่นเสียงผลักอนุภาคในตัวกลางให้เคลื่อนที่ออกจากแหล่งกำเนิด

e. .....

ระดับความแน่ใจ :

1	2	3	4	5	6
คาดเดา	ไม่แน่ใจอย่างมาก	ไม่แน่ใจ	แน่ใจ	แน่ใจมาก	แน่ใจที่สุด

Peşman and Eryılmaz (2010) ได้พัฒนาและสร้างแบบวัดมโนทัศน์แบบคำถามสามตอน (three-tier diagnostic test) เพื่อวัดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เรื่อง วงจรไฟฟ้าอย่างง่าย จำนวน 12 ข้อ ซึ่งลักษณะของแบบวัดแบ่งออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

1) ตอนที่ 1 แบบวัดมีลักษณะเป็นข้อคำถาม วัดความรู้เชิงเนื้อหาประกอบด้วยแบบเลือกตอบ 2-3 ตัวเลือก

2) ตอนที่ 2 แบบวัดมีลักษณะเป็นข้อคำถามเชิงเหตุผล (reason tier) โดยวัดความรู้ความเข้าใจสำหรับเหตุผลในการเลือกคำตอบของคำถามในตอนที่ 1 โดยเป็นลักษณะแบบเติมคำ

3) ตอนที่ 3 แบบวัดมีลักษณะเป็นข้อคำถามเพื่อตรวจสอบความมั่นใจ (confidence tier) โดยเป็นการวัดระดับความมั่นใจในการเลือกคำตอบใน ตอนที่ 1 และ 2 ซึ่งแบ่งความมั่นใจเป็น 2 ระดับ คือ แน่ใจ และไม่แน่ใจ

Gurcay and Gulbas (2015) ได้สร้างแบบวัดมโนทัศน์แบบคำถามสามตอน (three-tier diagnostic test) เพื่อวัดมโนทัศน์ทางฟิสิกส์ เรื่อง ความร้อน อุณหภูมิและพลังงานภายในระบบ ซึ่งลักษณะของแบบวัดแบ่งออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

1) ตอนที่ 1 แบบวัดมีลักษณะเป็นข้อคำถาม วัดความรู้เชิงเนื้อหาประกอบด้วยแบบเลือกตอบ 5 ตัวเลือกโดยตัวเลือกที่ 5 เป็นแบบเขียนตอบ

2) ตอนที่ 2 แบบวัดมีลักษณะเป็นข้อคำถามเชิงเหตุผล โดยวัดเหตุผลที่สนับสนุนในการเลือกคำตอบของคำถามในตอนที่ 1 ประกอบด้วยแบบเลือกตอบ 7 ตัวเลือก ซึ่งตัวเลือกที่ 7 เป็นลักษณะแบบเขียนตอบ

3) ตอนที่ 3 แบบวัดมีลักษณะเป็นข้อคำถามเพื่อตรวจสอบความมั่นใจ โดยเป็นการวัดระดับความมั่นใจในการเลือกคำตอบทั้งในตอนที่ 1 และ 2 ซึ่งแบ่งความมั่นใจเป็น 2 ระดับ คือ แน่ใจ และไม่แน่ใจ

1.5.1 ลักษณะของแบบวัดมโนทัศน์แบบปรนัย

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สามารถวิเคราะห์ข้อดีและข้อจำกัดของการสร้างแบบวัดแบบเลือกตอบทั้งแบบปรนัยแบบ 2 ตอน และแบบปรนัยแบบ 3 ตอน สามารถสรุปได้ดังตาราง 2 ดังนี้

ตาราง 2 แสดงการวิเคราะห์ข้อดีและข้อจำกัดของการสร้างแบบวัดมโนทัศน์แบบปรนัยแบบ 2 ตอน และ 3 ตอน

แบบวัดมโนทัศน์	**ลักษณะของแบบวัด**	
	ข้อดี	**ข้อจำกัด**
1.ปรนัยแบบ 2 ตอน (Two-Tier Multiple-Choice Format)	1) สามารถใช้แบบวัดกับนักเรียนได้เป็นจำนวนมากในเวลาเดียวกัน และสะดวกต่อการเก็บข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และการสรุปข้อมูล	1) ไม่สามารถระบุถึงสาเหตุที่ผู้เรียนตอบผิดได้ ว่าเกิดจากความไม่รู้ของผู้เรียนหรือผู้เรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน 2) คำตอบที่ได้ทั้งสองตอน ไม่สามารถระบุได้ว่าผู้เรียนมีความเข้าใจหรือเกิดจากการคาดเดาคำตอบ
2.ปรนัยแบบ 3 ตอน (Three-Tier Diagnostic Test)	1) สามารถใช้แบบวัดกับนักเรียนได้เป็นจำนวนมากในเวลาเดียวกัน 2) ช่วยลดปัญหาการคาดเดาคำตอบ และสามารถวิเคราะห์ได้ว่าผู้เรียนตอบคำถามผิดเพราะอะไร เนื่องจากผู้เรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนหรือขาดความรู้	1) ขั้นตอนในการสร้าง ต้องใช้เวลา ในการเก็บรวบรวมข้อมูลแล้ววิเคราะห์ผลเพื่อนำมาออกแบบตัวเลือก และตัวลวงในข้อคำถาม

Treagust (1988) และ Hasan,Bagayoko ,& Kelley (1999) อ้างถึงใน Caleon and Subramaniam (2010)

จากแนวคิดเกี่ยวกับการวัดมโนทัศน์ของนักการศึกษาหลายท่านข้างต้น ผู้วิจัยได้นำมาปรับใช้เป็นแนวทางในการกำหนดและสร้างเครื่องมือวัดมโนทัศน์ทางฟิสิกส์ เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งเป็นแบบวัดมโนทัศน์ทางฟิสิกส์แบบปรนัย 4 ตัวเลือกแบบ 3 ตอน (three-tier multiple-choice format) จำนวน 20 ข้อ โดยตอนที่ 1 เป็นคำถามเชิงเนื้อหา และตอนที่ 2 เป็นส่วนของเหตุผลที่สนับสนุนคำตอบในตอนที่ 1 และตอนที่ 3 คือ ข้อคำถามเพื่อตรวจสอบความมั่นใจในการเลือกตอบตอนที่ 1 และ 2

2. เจตคติต่อการเรียนฟิสิกส์

จากการศึกษาเอกสารต่างๆที่เกี่ยวข้องกับเจตคติ สามารถสรุปความหมายของเจตคติ องค์ประกอบของเจตคติ แนวทางในการพัฒนาเจตคติ เจตคติต่อวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อการเรียนฟิสิกส์ได้ดังนี้

2.1 ความหมายของเจตคติ

จากการศึกษาเจตคติ (attitudes) พบว่าเป็นพฤติกรรมการวัดทางด้านด้านจิตพิสัย (affective domain) โดยเน้นการวัดความรู้สึก อารมณ์ ได้มีนักการศึกษาและนักจิตวิทยาหลายท่านได้ให้ความหมายของเจตคติไว้ดังนี้

ราชบัณฑิตยสถาน (2551) ให้ความหมายของคำว่า “เจตคติ” หมายถึง ความรู้สึกต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งโน้มเอียงไปในทางบวกหรือลบ ซึ่งเกิดจากองค์ประกอบทางอารมณ์หรือจิตใจเช่น ความรัก ความเกลียด องค์ประกอบทางด้านความรู้ คบวามคิดเห็น เจตคติที่เกิดขึ้นมักส่งผลต่อพฤติกรรมบุคคล

พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2548) กล่าวว่า เจตคติ หมายถึง ความรู้สึกของบุคคลต่าง ๆ อันเป็นผลเนื่อง มาจากการเรียนรู้ ประสบการณ์ เป็นตัวกระตุ้นให้บุคคลแสดงพฤติกรรมต่อสิ่งต่างๆ ไปในทิศทางใดทิศทางหนึ่ง ซึ่งอาจเป็นไปในทางสนับสนุนหรือทางต่อต้านก็ได้

Simpson, Koballa, Oliver, and Crawley (1994) กล่าวว่า เจตคติ คือ ความโน้มเอียงที่จะตอบสนองทางด้านบวกหรือลบต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง บุคคล สถานที่ หรือเหตุการณ์ต่าง ๆ

Stiggins (1994) กล่าวว่า เจตคติ คือ ความรู้สึกชื่นชอบ หรือไม่ชื่นชอบ ความรู้สึกด้านบวกหรือด้านลบต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง เป็นความเกี่ยวเนื่องระหว่างความรู้สึกเกี่ยวกับสิ่งนั้นโดยเฉพาะ

Gagne อ้างถึงในมรีจิ คงทรัตน์ (2553) กล่าวว่า เจตคติ หมายถึง สภาพภายในของบุคคลที่มีอิทธิพลต่อการเลือกปฏิบัติของแต่ละบุคคล ทำให้การปฏิบัติในแต่ละบุคคลมีโอกาสเกิดขึ้นมากน้อย เจตคติจึงเป็นแนวโน้มของการตอบสนองหรือความพร้อมในการตอบสนองของแต่ละบุคคล

Ajzen and Fishbein (2000) กล่าวว่า เจตคติ เป็นความโน้มเอียงจากการเรียนรู้ หรือเป็นพฤติกรรมที่พร้อมจะตอบสนองต่อสิ่งใด ๆ ด้วยความเต็มใจ หรือไม่เต็มใจต่อสิ่งนั้น

จากการศึกษาความหมายของเจตคติจากนักการศึกษาข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า เจตคติ หมายถึง ความรู้สึกภายในจิตใจ ความคิดเห็นของบุคคล เป็นความรู้สึกนึกคิดทั้งในแง่บวกและลบ ซึ่งสามารถสร้าง พัฒนาและเปลี่ยนแปลงได้ อันเนื่องมาจากการเรียนรู้และประสบการณ์เป็นตัวกระตุ้นให้บุคคลมีแนวโน้มที่จะแสดงพฤติกรรมต่อสิ่งต่าง ๆ ไปในทิศทางใดทิศทางหนึ่ง ซึ่งอาจเป็นไปในทางสนับสนุนหรือทางต่อต้านก็ได้

2.2 องค์ประกอบของเจตคติ

สุวิไล เรียงวัฒนสุข (2535) กล่าวว่า เจตคติมีองค์ประกอบ 3 ลักษณะดังนี้

1) องค์ประกอบทางด้านความคิด

เป็นการที่สมองของบุคคลรับรู้และวินิจฉัยข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้รับ เกิดเป็นความรู้ ความเชื่อเกี่ยวกับวัตถุบุคคลหรือสภาพการณ์ ซึ่งเกี่ยวกับการพิจารณาที่หมายของเจตคติ ว่าดีหรือไม่ดี

2) องค์ประกอบทางความรู้สึก

เป็นลักษณะทางความรู้สึกหรืออารมณ์ของบุคคลที่จะสัมพันธ์กับความคิด และการรับรู้ องค์ประกอบทางความรู้สึกมี 2 ลักษณะ คือ ความรู้สึกทางบวกและความรู้สึกทางลบ

3) องค์ประกอบทางพฤติกรรม

เป็นความพร้อมที่จะกระทำ หรือพร้อมที่จะตอบสนองต่อที่หมายของเจตคติ องค์ประกอบทางพฤติกรรมมีความสัมพันธ์และจะสอดคล้องกับองค์ประกอบทางความคิดและความรู้สึก ซึ่งมี 2 ลักษณะเหมือนกัน คือ การตอบสนองทางบวก เช่น การเข้าหา และการตอบสนองทางลบ เช่น การหลีกเลี่ยง

ธีรวุฒิ เอกะกุล (2550) ได้กล่าวว่าองค์ประกอบของเจตคติมี 3 ลักษณะดังนี้

1) ด้านความรู้ (cognitive component)

การเกิดเจตคติของบุคคลจำเป็นที่จะต้องมีความรู้ความเข้าใจต่อสิ่งนั้นก่อน เพื่อนำข้อมูลรายละเอียดมาประกอบเป็นเหตุผลที่จะสรุปเป็นความเชื่อต่อไป

2) ด้านความรู้สึก (feeling component)

ความรู้สึกหรืออารมณ์ของบุคคลที่มีต่อสิ่งนั้นหลังจากรู้และเข้าใจสิ่งนั้นแล้วจนสามารถสรุปได้ว่าสิ่งนั้นเป็นที่พอใจหรือไม่ สำคัญหรือไม่ ดีหรือไม่ดี ซึ่งเท่ากับอารมณ์หรือความรู้สึกต่อสิ่งนั้น

3) ด้านความโน้มเอียงที่จะปฏิบัติ (action tendency component)

การรวมของความรู้และความรู้สึกที่มีต่อสิ่งนั้นจนทำให้เกิดความโน้มเอียงที่จะปฏิบัติ หรือตอบสนองต่อสิ่งนั้นในทางสนับสนุน คล้อยตาม หรือขัดแย้งตามความรู้และความรู้สึกที่เป็นพื้นฐานนั้น

Mcquire (อ้างถึงใน วัชรสันต์ อินธิสาร (2547)) และ Bagozzi & Burnkrant ; McGuire (อ้างถึงใน Reid (2006)) ได้กล่าวถึงเจตคติว่ามีองค์ประกอบใน 3 ลักษณะ คือ องค์ประกอบด้านความรู้ ด้านความรู้สึก และด้านพฤติกรรมไว้ในลักษณะต่าง ๆ ดังนี้

1) องค์ประกอบด้านความรู้ (cognitive component) เป็นเรื่องของการรู้ของบุคคลในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง อาจเป็นการรับรู้เกี่ยวกับวัตถุ สิ่งของ บุคคล หรือเหตุการณ์ต่าง ๆ ว่ารู้ได้อย่างไร รู้ในทางดีหรือไม่ ทางบวกหรือทางลบ อันจะก่อให้เกิดเจตคติขึ้น หากรู้สิ่งหนึ่งในทางดีก็จะมีผลให้เกิดเจตคติต่อสิ่งนั้นในทางดี แต่ถ้ารู้สิ่งใดสิ่งหนึ่งในทางไม่ดีก็จะทำให้มีเจตคติที่ไม่ดีต่อสิ่งนั้นด้วย ถ้าไม่เคยรู้จักสิ่งใดเลยก็จะไม่เกิดเจตคติขึ้นและหากไม่มีสิ่งใดในโลกก็จะไม่เกิดเจตคติต่อสิ่งใดเลย

2) องค์ประกอบด้านความรู้สึก (affective component or feeling) เป็นองค์ประกอบที่เกี่ยวกับด้านอารมณ์ เป็นความรู้สึกที่ถูกเร้าจากการรู้นั้นโดยเมื่อรู้สิ่งใดจะทำให้เกิดความรู้สึกในทางดีหรือไม่ดี หากรู้สึกไม่ดีต่อสิ่งนั้นก็จะมีผลให้ไม่ชอบและเกิดความไม่พอใจในสิ่งนั้น ดังนั้นความรู้สึกนี้จะทำให้เกิดเจตคติในทางใดทางหนึ่ง

3) องค์ประกอบทางด้านแนวโน้มในเชิงพฤติกรรมหรือการกระทำ (action tendency component or behavioral component) เป็นความพร้อมที่จะสนองต่อสิ่งนั้น ๆ ในทางช่วยเหลือหรือขัดขวางต่อสู้หรือทำลาย เป็นต้น

สรุปได้ว่า องค์ประกอบของเจตคติ มี 3 องค์ประกอบ คือ องค์ประกอบด้านความรู้ความรู้สึก และด้านพฤติกรรม

2.3 เจตคติต่อวิทยาศาสตร์

เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ (attitudes towards Science) เป็นความรู้สึกของผู้เรียนที่มีต่อการทำกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546) ซึ่งรวมถึงเจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ คือ ความรู้สึกหรือพฤติกรรมที่แสดงออกขณะที่มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน (Haladyna & Shaughnessy, 1982) โดยมีนักการศึกษาและนักจิตวิทยาได้อธิบายความหมายของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546) กล่าวว่า เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ คือ ความรู้สึกของผู้เรียนที่มีต่อการทำกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย ความพอใจ ศรัทธาและซาบซึ้ง เห็นคุณค่าและประโยชน์ รวมทั้งมีคุณธรรม จริยธรรมและค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ โดยคุณลักษณะชี้บ่งเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยคุณลักษณะดังต่อไปนี้

1) พอใจในประสบการณ์การเรียนรู้ที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์
2) ศรัทธาและซาบซึ้งในผลงานทางวิทยาศาสตร์
3) เห็นคุณค่าและประโยชน์ของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
4) ตระหนักในคุณและโทษของการใช้เทคโนโลยี
5) เรียนหรือเข้าร่วมกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์อย่างสนุกสนาน
6) เลือกใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการคิดและปฏิบัติ
7) ตั้งใจเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
8) ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมีคุณธรรม
9) ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยใคร่ครวญไตร่ตรองถึงผลดีและผลเสีย

วรรณทิพา รอดแรงค้า และพิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2542) กล่าวว่า เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ คือ ลักษณะหรือท่าทีหรือพฤติกรรมที่บุคคลแสดงออกมาซึ่งขึ้นอยู่กับความรู้สึกของแต่ละบุคคล ลักษณะของผู้มีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์เป็นคุณสมบัติที่เอื้อต่อการเป็นนักคิดหรือมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2.4 แนวทางในการพัฒนาเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

ในการพัฒนาเจตคติต่อวิทยาศาสตร์มีแนวทาง ดังนี้ ทบวงมหาวิทยาลัย (2525) ได้เสนอแนวทางพัฒนาเจตคติ ไว้ดังนี้

1) เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกประสบการณ์เพื่อการเรียนรู้อย่างเต็มที่ โดยเน้นวิธีการเรียนรู้จากการทดลอง ให้นักเรียนมีโอกาสใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2) ให้ทำกิจกรรมการเรียนวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะการทดลองเป็นกลุ่ม

3) การใช้คำถามหรือการสร้างสถานการณ์

4) ขณะทำการทดลอง ครูควรนำหลักจิตวิทยามาใช้ในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อให้เด็กได้ฝึกประสบการณ์หลายทาง

5) การสอนทุกครั้งควรสอดแทรกเจตคติแต่ละลักษณะตามความเหมาะสม

6) นำตัวอย่างที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันซึ่งเป็นปัญหาสังคมให้นักเรียนช่วยกันคิดเพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว หลังจากนั้นได้มีการสรุป ครูควรอภิปรายเพื่อชี้แนะนักเรียน

7) เสนอแนะแบบอย่างของผู้มีเจตคติที่ดีซึ่งให้นักเรียนศึกษาหรือเลียนแบบ

มังกร ทองสุขดี (2535) ได้เสนอแนวทางในการปลูกฝังเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ ไว้ว่าควรมีวิธีการดังนี้

1) ครูต้องแสดงเจตคติที่ดีของตนเองให้นักเรียนเห็นอยู่เสมอ พยายามโน้มน้าวให้นักเรียนเห็นลักษณะ เด่นของนักวิทยาศาสตร์

2) จัดบรรยากาศห้องเรียนให้เหมาะสมกับการเรียนรู้

3) การรู้จักใช้คำถามยั่วยุให้นักเรียนเกิดความคิดในเชิงลักษณะวิพากษ์วิจารณ์ และแสดงความคิดเห็นมากขึ้น

4) เตรียมการสอน การใช้เทคนิค การสาธิต การทดลอง ทัศนศึกษา และการนำวัสดุในท้องถิ่นมาใช้ในการเรียนการสอน

2.5 แนวทางในการวัดเจตคติ

การสร้างแบบวัดเจตคติ เป็นการวัดความรู้สึกต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งเป็นความรู้สึกนึกคิดของบุคคล ไม่สามารถวัดได้โดยตรง การวัดเจตคติต้องสร้างสิ่งเร้า เพื่อกระตุ้นให้บุคคลตอบสนองแล้วตอบออกมาตามความรู้สึก มีวิธีหนึ่งและเป็นที่นิยมใช้กันในปัจจุบัน คือ การวัดเจตคติแบบลิเคิร์ท (Likert's method) ซึ่งผู้วิจัยนำแนวคิดดังกล่าวมาปรับใช้เพื่อพัฒนาและสร้างแบบวัดเจตคติต่อการเรียนฟิสิกส์ต่อไป

2.5.1 เจตคติต่อการเรียนฟิสิกส์

จากการศึกษาความหมายของเจตคติ องค์ประกอบของเจตคติ และเจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ สามารถสรุปได้ว่า เจตคติต่อการเรียนฟิสิกส์ คือ ความรู้สึกหรือแนวโน้ม และพฤติกรรมที่แสดงออกของนักเรียนที่มีต่อเนื้อหาสาระฟิสิกส์ บรรยากาศในการเรียนฟิสิกส์ และกิจกรรมการเรียนการสอน ซึ่งวัดได้จากการใช้แบบวัดเจตคติที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

3. กลวิธีการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์

3.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับกลวิธีการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์

กลวิธีการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ได้รับการพัฒนาโดย Çalık et al. (2007) โดยมีทฤษฎีทางการศึกษาที่เป็นพื้นฐาน คือ ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (constructivist) ดังนี้

ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (constructivist) เป็นทฤษฎีการเรียนรู้ที่อธิบายถึงกระบวนการได้มาซึ่งความรู้ของบุคคล เน้นให้ผู้เรียนสร้างความรู้โดยผ่านกระบวนการคิดด้วยตนเอง โดยผู้สอนไม่สามารถปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญาของผู้เรียนได้ แต่ผู้สอนสามารถช่วยผู้เรียนปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญาได้ โดยจัดสภาพการณ์ใหม่ให้ผู้เรียนเกิดความขัดแย้งทางปัญญาหรือเกิดภาวะไม่สมดุลขึ้น (disequilibrium) ซึ่งเป็นสภาวะที่ประสบการณ์ใหม่ไม่สอดคล้องกับประสบการณ์เดิม ผู้เรียนต้องเผชิญกับสถานการณ์ที่เป็นปัญหา ซึ่งไม่สามารถแก้หรืออธิบายได้ด้วยโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่เดิม ทำให้เกิดความขัดแย้งทางปัญญา (cognitive conflict) จากนั้นแรงจูงใจจะช่วยให้ผู้เรียนพยายามคิด จนสามารถนำไปสู่การปรับโครงสร้างทางปัญญาใหม่ (cognitive restructure) ซึ่งเกิดเป็นความรู้ใหม่ที่ได้จากการเชื่อมโยงกับประสบการณ์เดิม เกิดการเรียนรู้ และเป็นความรู้ที่สร้างขึ้นด้วยตัวของผู้เรียนเอง (พิมพันธ์ เดชะคุปต์ , พเยาว์ ยินดีสุข (2548))

กล่าวโดยสรุป แนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (constructivist) คือ ทฤษฎีการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญในฐานะเป็นผู้สร้างความรู้ โดยผู้เรียนต้องสามารถเชื่อมโยงความรู้เดิมหรือประสบการณ์ที่ติดตัวมาก่อนเข้าด้วยกัน แล้วเกิดเป็นความรู้ใหม่ที่ผู้เรียนสร้างขึ้น

3.2 ความเป็นมาของกลวิธีการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์

กลวิธีการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ ถูกพัฒนาในปี ค.ศ. 2006 ขึ้นโดย Çalık et al. (2007) โดยกลวิธีการสอนดังกล่าวมีพื้นฐานมาจากทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (constructivist) ที่เชื่อว่า การเรียนรู้เป็นกระบวนการทางปัญญา โดยผู้เรียนสามารถสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง ซึ่งผู้เรียนต้องอาศัยความรู้เดิมที่มีอยู่แล้วคิดเชื่อมโยงเข้ากับประสบการณ์ใหม่ที่ได้รับ หากไม่สัมพันธ์กัน จะเกิดภาวะไม่สมดุลขึ้น ทำให้ผู้เรียนปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญา ส่งผลให้ผู้เรียนสามารถสร้างความรู้ได้ด้วยตัวของผู้เรียนเอง (ทิศนา แขมมณี, 2556)

Çalık et al. (2007) ได้นำกลวิธีการสอนสี่ขั้นตอนที่พัฒนาขึ้นมาปรับใช้และออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในวิชาเคมี ซึ่งการจัดการเรียนการสอนโดยใช้กลวิธีการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ ประกอบด้วยขั้นตอนการสอน 4 ขั้นตอน ดังนี้ 1) ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (eliciting student's pre-existing ideas) 2) ขั้นเน้นมโนทัศน์เป้าหมาย (focusing on the target concept) 3) ขั้นท้าทายความคิด (challenging student's ideas) และ 4) ขั้นการประยุกต์ความรู้ (applying newly constructed ideas to similar situation) โดยมีวัตถุประสงค์หลักคือ การพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งการออกแบบกิจกรรมการสอนภายใต้กลวิธีการสอนสี่ขั้นตอนนั้น เน้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ และใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการสืบสอบหาความรู้จากการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง มีการทำงานร่วมกัน สะท้อนความคิดและอภิปรายร่วมกัน ซึ่งนำไปสู่มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ อีกทั้งสามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.3 ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนตามกลวิธีการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์

การจัดการเรียนการสอนโดยใช้กลวิธีการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ ประกอบด้วยขั้นตอนการสอน 4 ขั้นตอนตามแนวทางของ Çalik et al. (2010) ดังนี้

1) ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (eliciting students' pre-existing ideas)

เป็นขั้นแรกของการจัดการเรียนการสอน ซึ่งมีการใช้คำถามเพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของนักเรียนที่มีอยู่เดิม

2) ขั้นเน้นมโนทัศน์เป้าหมาย (focusing on the target concept)

การทำกิจกรรมเป็นกลุ่มย่อยเพื่อให้นักเรียนสำรวจและตรวจสอบความรู้เดิมของตนเอง โดยเน้นให้นักเรียนมีการอภิปรายร่วมกัน และครูมีหน้าที่เน้นและให้ความสำคัญกับมโนทัศน์ที่มีความยากซึ่งเกี่ยวข้องกับกิจกรรมการเรียนการสอนโดยไม่บอกคำตอบของกิจกรรม

3) ขั้นท้าทายความคิด (challenging students' ideas)

การตรวจสอบความถูกต้องเกี่ยวกับความรู้ ความเข้าใจของนักเรียนที่นักเรียนสร้างขึ้น นักเรียนบางส่วนอาจยังไม่เข้าใจหัวข้อที่เรียนได้ไม่สมบูรณ์ แม้จะผ่านประสบการณ์การเรียนรู้จากกิจกรรมแล้ว ดังนั้นนักเรียนจึงจำเป็นต้องได้รับการยืนยันว่ามโนทัศน์ของตนเองสอดคล้องกับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์หรือไม่ โดยก่อนที่จะนำเสนอมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ครูต้องตรวจสอบว่าผู้เรียนสร้างความรู้ได้ถูกต้อง หากยังไม่ถูก ครูใช้บทสนทนาเพื่อชี้นำไปสู่มโนทัศน์ที่ถูกต้องโดยยอมรับหรือปฏิเสธมโนทัศน์ของนักเรียน

4) ขั้นการประยุกต์ความรู้ (applying newly constructed ideas to similar situation)

เป็นขั้นสุดท้ายของการจัดการเรียนรู้ โดยที่ครูให้นักเรียนนำมโนทัศน์ที่เรียนรู้ไปประยุกต์ในสถานการณ์อื่น ๆ ที่มีความเกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่ศึกษา หรือนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในสถานการณ์อื่น ๆ

3.4 บทบาทครูและนักเรียนในการจัดการเรียนการสอนโดยใช้กลวิธีการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์

ตาราง 3 แสดงบทบาทครูและนักเรียนในการจัดการเรียนการสอนโดยใช้กลวิธีการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	**บทบาทครู**	**บทบาทนักเรียน**
1. ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (eliciting students' pre-existing ideas)	1. ใช้สถานการณ์หรือสื่อกระตุ้นให้นักเรียนระลึกถึงความรู้และประสบการณ์เดิมที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่จะเรียน 2. ใช้คำถามเพื่อตรวจสอบความรู้เดิม หรือมโนทัศน์ที่มีอยู่เดิมของนักเรียน	1. ศึกษาสถานการณ์หรือสื่อของครู 2. ตอบคำถามโดยใช้ประสบการณ์ ความรู้เดิมที่เกี่ยวข้อง กับเรื่องที่ครูตั้งคำถาม
2. ขั้นเน้นมโนทัศน์เป้าหมาย (focusing on the target concept)	1. สนับสนุนการทำกิจกรรมของนักเรียน คอยให้คำชี้แนะและแนะนำในระหว่างการทำกิจกรรม 2. ส่งเสริมและเปิดโอกาสให้นักเรียนมีการอภิปรายร่วมกัน โดยการตั้งคำถามเพื่อนำการอภิปราย 3. เป็นผู้อธิบายมโนทัศน์ของบทเรียนที่มีความยาก และให้ความรู้พื้นฐานหรือความรู้ที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ของบทเรียน โดยไม่เฉลยคำตอบของกิจกรรม	1. มีส่วนร่วมในกิจกรรมที่ครูจัดขึ้น 2. แสดงความคิดเห็นร่วมกับเพื่อนในกลุ่มเพื่อหาคำตอบของการอภิปราย 3. ตั้งใจฟังและจดบันทึก ทำความเข้าใจมโนทัศน์ที่สำคัญเพื่อนำไปสู่การหาคำตอบของกิจกรรม

ตาราง 3 แสดงบทบาทครูและนักเรียนในการจัดการเรียนการสอนโดยใช้กลวิธีการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ (ต่อ)

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
3. ขั้นท้าทายความคิด (challenging students' ideas)	1. ครูใช้คำถาม เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของความเข้าใจในมโนทัศน์ที่นักเรียนมี 2. ให้ข้อมูลป้อนกลับแก่นักเรียนเกี่ยวกับความเข้าใจในมโนทัศน์ที่นักเรียนสร้างขึ้น ว่ามีความถูกต้องและตรงกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์หรือไม่ อย่างไร	1. ตอบคำถามของครูตามความเข้าใจที่มีของตน 2. ให้ความสำคัญกับข้อมูลป้อนกลับของครู
4. ขั้นการประยุกต์ความรู้ (applying newly constructed ideas to similar situation)	1. ให้สถานการณ์ หรือคำถามที่เกี่ยวข้องกับบทเรียน 2. มอบหมายภาระงาน/ชิ้นงานเพื่อให้นักเรียนได้ประยุกต์ความรู้	1. ประยุกต์ความรู้ และนำความรู้ที่มีไปใช้ได้ในสถานการณ์ต่างๆ 2. รับผิดชอบในภาระงาน / ชิ้นงานที่ครูมอบหมายให้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษาและค้นคว้างานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ (scientific concept) และเจตคติต่อการเรียนฟิสิกส์ สามารถนำเสนอผลการวิจัยทั้งในและต่างประเทศได้ดังนี้

มารีรัตน์ กระต่ายทอง (2554) ได้ทำการศึกษาผลของการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่มีต่อมโนทัศน์ เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก และทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554 ของโรงเรียนหัวหินวิทยาลัย ผลการทดลองพบว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์มีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์สูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้การเรียนการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ชุติมา รอดสุด (2550) ได้ทำการศึกษาผลของการจัดการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่มีต่อมโนทัศน์ชีววิทยาและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงอุปนัยของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2550 โรงเรียนวัดนวลนรดิศ ผลการทดลองพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์มีคะแนนมโนทัศน์ทางชีววิทยาเฉลี่ยร้อยละ 74.79 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ สูงกว่าร้อยละ 70

Çalık et al. (2007) ได้ทำการศึกษาผลของผลของการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่มีต่อมโนทัศน์ เรื่อง การสลายตัวของแก๊สในของเหลวและความคงทนในการเรียนรู้ กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนเกรด 9 จำนวน 44 คนจาก 2 โรงเรียน ผลการทดลองพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยผลของการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์มีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์สูงกว่ากลุ่มเรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติและมีความคงทนในการเรียนรู้แตกต่างกับกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

İpek and Calik (2008) ได้ทำการศึกษาผลของการจัดการเรียนการสอนใช้รูปแบบการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์โดยใช้เทคนิคแนวเทียบร่วมที่มีต่อการเปลี่ยนมโนทัศน์เรื่อง การต่อวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรมและขนาน กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนระดับมัธยมศึกษาในประเทศตุรกี ซึ่งผลการทดลองพบว่า นักเรียนมีคะแนนมโนทัศน์สูงขึ้นและมีแรงจูงใจในการเรียนเพิ่มขึ้น

Kurt and Ayas (2012) ได้ทำการศึกษาผลของการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่มีต่อมโนทัศน์ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีและการนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนเกรด 11 จำนวน 41 คน ผลการทดลองพบว่านักเรียนที่เรียนด้วยผลของการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์มีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์สูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการเรียนการสอนแบบปกติและมีคะแนนเฉลี่ยการนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันแตกต่างกับกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

Ursula and Alphonsus (2014) ได้ศึกษาการใช้รูปแบบการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ในวิชาฟิสิกส์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์และเจตคติต่อฟิสิกส์ กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายจำนวน 160 คน ในประเทศไนจีเรีย ซึ่งผลการวิจัยพบว่านักเรียนมีความสนใจเรียนในวิชาฟิสิกส์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์สูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมที่เรียนโดยใช้วิธีสอนแบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

Tabago (2011) ได้ศึกษาใช้รูปแบบการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ในวิชาฟิสิกส์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์และเจตคติต่อฟิสิกส์ กลุ่มตัวอย่างคือ นักศึกษาระดับมหาวิทยาลัยในประเทศฟิลิปปินส์ ผลการวิจัยพบว่า นักศึกษากลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์และเจตคติต่อฟิสิกส์สูงกว่ากลุ่มควบคุม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่องผลของกลวิธีการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่มีต่อมโนทัศน์ฟิสิกส์และเจตคติต่อการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยมีขั้นตอนการดำเนินการวิจัยดังนี้

1. รูปแบบการวิจัย
2. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
3. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล

1. รูปแบบการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-experimental Research) โดยมีรูปแบบการวิจัยแบบ Two group pretest-posttest design ประกอบด้วยกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองเป็นกลุ่มที่เรียนด้วยกลวิธีการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ และกลุ่มควบคุมเป็นกลุ่มที่เรียนวิชาฟิสิกส์แบบทั่วไป และมีการเก็บข้อมูลหลังการทดลอง (Campbell & Stanley, 1963) ดังภาพที่ 2

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

กลุ่มทดลอง	O_1---------- X ----------O_2
กลุ่มควบคุม	O_3---------- ~X ----------O_2

ภาพ 2 แผนภาพแสดงรูปแบบการวิจัยแบบ Two group pretest-posttest design (Campbell & Stanley, 1963)

X	หมายถึง	การเรียนการสอนด้วยกลวิธีการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์
~X	หมายถึง	การเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์แบบทั่วไป
O_1	หมายถึง	การเก็บข้อมูลคะแนนมโนทัศน์ฟิสิกส์และคะแนนเจตคติต่อการเรียนฟิสิกส์ก่อนทดลอง
O_2	หมายถึง	การเก็บข้อมูลคะแนนมโนทัศน์ฟิสิกส์และคะแนนเจตคติต่อการเรียนฟิสิกส์หลังทดลอง
O_3	หมายถึง	การเก็บข้อมูลคะแนนเจตคติต่อการเรียนฟิสิกส์ก่อนทดลอง

2. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 8 จังหวัดราชบุรีและกาญจนบุรี

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ จำนวน 85 คน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 8 โดยดำเนินการกำหนดกลุ่มตัวอย่างตามขั้นตอนดังนี้

1. การเลือกโรงเรียน

ผู้วิจัยใช้การเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) โดยมีเกณฑ์ในการพิจารณา คือ เป็นโรงเรียนที่เปิดสอนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นและตอนปลาย และจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ของกระทรวงศึกษาธิการ มีแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นและตอนปลาย มีจำนวนนักเรียนเพียงพอในการเก็บรวบรวมข้อมูล มีห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์และอุปกรณ์การทดลองทางฟิสิกส์ที่เพียงพอในการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน นอกจากนี้ผู้อำนวยการโรงเรียน หัวหน้าหมวดวิทยาศาสตร์ และคณะครูภายในโรงเรียนให้ความอนุเคราะห์และให้ความร่วมมือในการวิจัยเป็นอย่างดี

2. การเลือกห้องเรียน

ผู้วิจัยเลือกกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 เป็นตัวแทนของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย การเลือกระดับชั้นดังกล่าวใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง โดยพิจารณาจากการที่นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 ได้รับการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์บทเรียน เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส ในภาคเรียนที่ 2 จากนั้นทำการทดสอบความเท่าเทียมของกลุ่มตัวอย่างก่อนทดลอง ด้วยการทดสอบความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ดังขั้นตอนดังนี้

1) นำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 ที่มีคะแนนเต็ม 100 คะแนน ทั้งหมดจำนวน 7 ห้องเรียนซึ่งเป็นห้องเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ มาทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ ($\overline{X}$) ด้วยสถิติทดสอบ (F-test) ดังตาราง 4

ตาราง 4 ค่าคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ ($\overline{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ทั้ง 7 ห้องเรียนมาทดสอบความแตกต่างด้วยค่าสถิติทดสอบเอฟ (F-test)

ห้องเรียน	$\overline{X}$	S.D.	F
5/1	85.93	0.49	2.86*
5/2	84.53	0.60	
5/3	76.39	0.75	
5/4	79.38	0.67	
5/5	78.20	0.72	
5/6	75.55	0.71	
5/7	74.73	0.69	

*P < 0.05 (two-tailed independent F-test)

จากตาราง 4 แสดงว่า คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แตกต่างกันอย่างน้อย 1 คู่

2) ทำการทดสอบ post hoc test เพื่อเปรียบเทียบค่าคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ของแต่ละห้องมาทำการเปรียบเทียบรายคู่ (pairwise comparisons) ด้วยสถิติDunnett's T3 เนื่องจากค่าความแปรปรวนของกลุ่มมีค่าเท่ากัน ได้ผลการเปรียบเทียบทดสอบ ดังตาราง 5

ตาราง 5 ผลการวิเคราะห์ค่าคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์รายคู่ของทั้งหมด 7 ห้องเรียน

ห้องเรียน	**ผลการวิเคราะห์ค่าคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์รายคู่**						
	5/1	5/2	5/3	5/4	5/5	5/6	5/7
5/1	-	0.56	0.38	0.26	0.31	0.42*	0.45*
5/2	-	-	0.33	0.21	0.25	0.36	0.39
5/3	-	-	-	-0.12	-0.07	0.03	0.07
5/4	-	-	-	-	0.05	0.15	0.19
5/5	-	-	-	-	-	0.11	0.14
5/6	-	-	-	-	-	-	0.03
5/7	-	-	-	-	-	-	-

จากตาราง 5 แสดงว่า มีห้องเรียนที่มีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ที่ไม่แตกต่างกันทั้งหมด 2 คู่ คือ 1) ห้อง 5/1 กับ 5/6

2) ห้อง 5/1 กับ 5/7

3) เลือกห้องเรียนที่ใช้เป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมโดยใช้วิธีสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) ด้วยวิธีการจับสลาก ซึ่งสุ่มได้นักเรียนห้อง 5/1 และ 5/6 เป็นกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้

4) กำหนดห้องเรียนที่ใช้เป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมโดยวิธีการสุ่มอย่างง่ายด้วยการจับสลาก ผลการจับสลากคือ ห้อง 5/1 จำนวน 40 คน เป็นกลุ่มทดลอง และห้อง 5/6 จำนวน 45 คน เป็นกลุ่มควบคุม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย

3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.1.1 แบบวัดมโนทัศน์ฟิสิกส์ เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส

3.1.2 แบบวัดเจตคติต่อการเรียนฟิสิกส์

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

3.2.1 แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์

3.2.2 แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบทั่วไป

3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.1.1 แบบวัดมโนทัศน์ฟิสิกส์

แบบวัดมโนทัศน์ฟิสิกส์ เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส ซึ่งใช้วัดมโนทัศน์ของนักเรียนทั้งก่อนและหลังเรียน ในการสร้างแบบวัดมโนทัศน์ฟิสิกส์ ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1) ศึกษาแนวทางการสร้างแบบวัดมโนทัศน์วิทยาศาสตร์จากเอกสารต่าง ๆ ตำรา บทความและงานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศ สร้างแบบวัดมโนทัศน์โดยปรับจากบทความวิจัยของ Gurcay and Gulbas (2015) ประกอบด้วย 3 ตอน คือ ตอนที่ 1 เป็นข้อคำถามเกี่ยวกับเนื้อหา มีลักษณะแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ส่วนที่ 2 เป็นข้อคำถามเชิงเหตุผลสนับสนุนของคำถามในข้อที่ 1 มีลักษณะเป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือกเช่นกัน และส่วนที่ 3 เป็นข้อคำถามถามความมั่นใจของนักเรียนในการเลือกตอบคำถามในข้อที่ 1 และ 2 มีลักษณะเป็นแบบเลือกตอบ 2 ตัวเลือก คือ มั่นใจและไม่มั่นใจ

2) วิเคราะห์หลักสูตร เนื้อหา มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดวิชาฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

3) ดำเนินการวิเคราะห์เนื้อหามโนทัศน์ฟิสิกส์ที่ถูกต้องจากเอกสารต่าง ๆ ได้แก่ คู่มือการจัดการเรียนรู้ แบบเรียน ตำราฟิสิกส์ เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในและต่างประเทศ จากนั้นดำเนินการ สรุปเนื้อหามโนทัศน์ที่ถูกต้องตามหัวข้อที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ หลังจากนั้นนำ

ตัวอย่างมโนทัศน์ฟิสิกส์ที่คลาดเคลื่อนจากงานวิจัยและการสัมภาษณ์ครูผู้สอน อาจารย์ระดับมหาวิทยาลัยที่มีประสบการณ์สอนมาใช้เป็นตัวลวงในแบบวัดมโนทัศน์ นำเสนอดังตาราง 6 แล้วนำข้อมูลที่ได้ปรึกษาอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม เพื่อขอคำแนะนำและปรับปรุงแก้ไข

4) ศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเพิ่มเติมจากครูผู้สอนในโรงเรียนที่มีประสบการณ์สอนวิชาฟิสิกส์ และอาจารย์ระดับมหาวิทยาลัยที่สอนในรายวิชาฟิสิกส์ทั่วไป แล้วนำข้อมูลที่ได้มาใช้เป็นข้อมูลในการสร้างตัวลวงในแบบวัดมโนทัศน์ฟิสิกส์

ตาราง 6 แสดงตัวอย่างมโนทัศน์ฟิสิกส์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส

หัวข้อ	**มโนทัศน์**	
	คำอธิบาย	**ตัวอย่างมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน**
ความร้อน	1) อุณหภูมิ คือ ปริมาณที่ใช้บอกระดับความร้อน (ร้อน-เย็นของวัตถุ)	1) อุณหภูมิ คือ สิ่งที่บอกปริมาณความร้อน 2) การสัมผัสวัตถุต่างๆสามารถบอกได้ค่าของอุณหภูมิได้ โดยความรู้สึกเย็น คือ วัตถุมีอุณหภูมิต่ำ และความรู้สึกร้อน คือ วัตถุมีอุณหภูมิสูง
	2) ความร้อน คือ รูปแบบการถ่ายเทพลังงาน โดยความร้อนสามารถถ่ายเทจากบริเวณที่มีอุณหภูมิสูง (ร้อน) กว่า	1) ความร้อนเป็นปริมาณๆหนึ่ง ที่บอกความรู้สึก หนาว-เย็น 2) ความร้อนและอุณหภูมิ เป็นสิ่งเดียวกัน

ตาราง 6 แสดงตัวอย่างมโนทัศน์ฟิสิกส์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส (ต่อ)

หัวข้อ	มโนทัศน์	
	คำอธิบาย	**ตัวอย่างมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน**
ความร้อน	ไปยังบริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า (เย็น)	3) ความร้อนเป็นสสาร เช่น อากาศ โดยสามารถไหลเข้า-ออกจากวัตถุได้
	3) ความจุความร้อน คือ ปริมาณความร้อนที่ทำให้สารทั้งหมดที่กำลังพิจารณา มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น 1 เคลวิน (J/K)	1) ความจุความร้อนและการนำความร้อน คือ สิ่งเดียวกัน 2) ความจุความร้อนและความร้อนจำเพาะ คือ สิ่งเดียวกัน
	4) ความร้อนจุความร้อนจำเพาะ คือ ปริมาณความร้อนที่ทำให้สารมวล 1 กิโลกรัม มีอุณหภูมิเปลี่ยนเพิ่มขึ้น 1 เคลวิน (J/K)	1) ความจุความร้อนและความร้อนจำเพาะ คือ สิ่งเดียวกัน
	5) ความร้อนแฝง คือ ปริมาณความร้อนที่สารทั้งก้อนใช้ในการเปลี่ยนสถานะ โดยที่อุณหภูมิของสารไม่เปลี่ยนแปลง	1) ความร้อนแฝง คือ ปริมาณความร้อนที่ใช้ในการทำให้สารทั้งหมดเปลี่ยนสถานะโดยอุณหภูมิเปลี่ยนแปลง 2) ที่อุณหภูมิ 100 ℃ น้ำจะเปลี่ยนสถานะกลายเป็นไอน้ำทันที 3) ที่อุณหภูมิ 0 ℃ น้ำจะเปลี่ยนสถานะกลายเป็นน้ำแข็งทันที

ตาราง 6 แสดงตัวอย่างมโนทัศน์ฟิสิกส์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนเรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส (ต่อ)

หัวข้อ	มโนทัศน์	
	คำอธิบาย	**ตัวอย่างมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน**
	6) การถ่ายโอนความร้อน คือ ปรากฏการณ์ที่ความร้อนถ่ายโอนจากแหล่งหนึ่งไปยังอีกแหล่งหนึ่งได้โดยถ่ายโอนจากแหล่งที่มีอุณหภูมิสูงไปยังแหล่งที่มีอุณหภูมิต่ำ โดยการถ่ายโอนความร้อน มี 3 แบบ คือ การนำความร้อน การพาความร้อน และการแผ่รังสี	1) การถ่ายโอนความร้อน คือ การนำความร้อน หรือ การพาความร้อน เพียงอย่างใดอย่างหนึ่งเท่านั้น 2) การนำความร้อน คือ การที่ตัวกลางนำความร้อนเคลื่อนที่ไปพร้อม ๆ กัน
แก๊สอุดมคติ	1) กฎของบอยล์ คือ สำหรับแก๊สปริมาณหนึ่งที่มีอุณหภูมิคงตัว ความดันของแก๊สจะแปรผกผันกับปริมาตร 2) กฎของชาร์ล คือ สำหรับแก๊สปริมาณหนึ่งที่ความดันคงตัว ปริมาตรของแก๊สจะแปรผันตรงกับอุณหภูมิสัมบูรณ์	1) นักเรียนจำรูปของสมการได้ แต่ไม่เข้าใจหลักการและที่มาของสมการ
ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส	1) ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส มีแนวความคิดว่าแก๊สประกอบด้วยโมเลกุลเล็กมากและอยู่ห่างกันมาก จนถือว่าไม่มีแรงกระทำระหว่างกันแต่ละโมเลกุลเคลื่อนที่อย่างอิสระ การชนกันของโมเลกุลและการชนผนังภาชนะเป็นแบบยืดหยุ่น ซึ่งทำให้เกิดความดันต่อผนัง	–

ตาราง 6 แสดงตัวอย่างมโนทัศน์ฟิสิกส์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส (ต่อ)

หัวข้อ	มโนทัศน์	
	คำอธิบาย	**ตัวอย่างมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน**
พลังงานภายในระบบ	1) ระบบ คือ สิ่งต่างๆที่อยู่ในขอบเขตที่สนใจศึกษา	–
	2) สิ่งแวดล้อม คือ สิ่งต่างๆที่อยู่นอกเหนือจากขอบเขตที่สนใจศึกษา	–
	2) พลังงานภายในของระบบ คือ ผลรวมของพลังงานจลน์และพลังงานศักย์ของระบบ	1) พลังงานภายในระบบ คือ พลังงานจลน์เพียงอย่างเดียว
	4) พลังงานภายในของแก๊ส คือ พลังงานรวมของโมเลกุลของแก๊สในขอบเขตที่กำลังพิจารณา ซึ่งสำหรับแก๊สอุดมคติ (Ideal gas) พลังงานภายในเป็นพลังงานจลน์เพียงอย่างเดียว	–
	5) สมดุลความร้อน คือ เมื่อระบบอยู่ในสมดุลความร้อน จะไม่มีการถ่ายโอนความร้อนซึ่งกันและกัน	1) เมื่อเข้าสู่สมดุลความร้อน ระบบทั้งสองมีความร้อนเท่ากัน
	6) กฎข้อที่ศูนย์ของอุณหพลศาสตร์ คือ ถ้าวัตถุ A และวัตถุ B อยู่ในสมดุลทางความร้อนซึ่งกันและกัน และวัตถุ A กับวัตถุ C อยู่ในสมดุลทางความร้อนซึ่งกันและกันแล้ว วัตถุ B กับวัตถุ C ก็จะอยู่ในสภาวะสมดุลทางความร้อนซึ่งกันและกันด้วย	–

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตาราง 6 แสดงตัวอย่างมโนทัศน์ฟิสิกส์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส (ต่อ)

หัวข้อ	มโนทัศน์	
	คำอธิบาย	**ตัวอย่างมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน**
	กล่าวคือ มีอุณหภูมิเท่ากัน	–
	7) กฎข้อที่หนึ่งของอุณหพลศาสตร์ คือ พลังงานภายในระบบที่เพิ่มขึ้นมีค่าเท่ากับความร้อนที่ระบบได้รับกับงานที่ระบบได้รับ	1) นักเรียนไม่เข้าใจการกำหนดเครื่องหมาย +,- ในสมการ $\Delta U = \Delta Q + \Delta W$

5) สร้างตารางมโนทัศน์ฟิสิกส์และจำนวนข้อในเรื่องเกี่ยวกับ กฎหลักการและทฤษฎีต่างๆ ทางฟิสิกส์ โดยให้ครอบคลุมเนื้อหารายวิชาฟิสิกส์ เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส ดังแสดงรายละเอียดในตาราง 7

ตาราง 7 แสดงการวิเคราะห์จำนวนแบบวัดมโนทัศน์เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส

หัวข้อ	มโนทัศน์	จำนวนข้อ
(1) ความร้อน	- ความร้อน	1
	- อุณหภูมิ	1
	- ความจุความร้อน	1
	- ความร้อนจำเพาะ	1
	- ความร้อนแฝง	1
	- การนำความร้อน	1
	- การพาความร้อน	1
	- การแผ่รังสีความร้อน	1

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตาราง 7 แสดงการวิเคราะห์จำนวนแบบวัดมโนทัศน์เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส (ต่อ)

หัวข้อ	มโนทัศน์	จำนวนข้อ
(2) แก๊สอุดมคติ	- กฎของบอยล์	1
	- กฎของชาร์ล	1
	- กฎของแก๊สอุดมคติ	1
(3) ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส	- แบบจำลองของแก๊ส	1
	- ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส	1
	- ความดันของแก๊ส	1
	- พลังงานจลน์เฉลี่ยของโมเลกุลของแก๊ส	1
(4) พลังงานภายในระบบ	- ระบบและสิ่งแวดล้อม	1
	- พลังงานภายในของแก๊ส	1
	- สมดุลความร้อน	1
	- กฎข้อที่ศูนย์ของอุณหพลศาสตร์	1
	- กฎข้อที่หนึ่งของอุณหพลศาสตร์	1
	รวม	20

6) ดำเนินการสร้างแบบวัดมโนทัศน์ ซึ่งเป็นแบบเลือกตอบแบบ 3 ตอน ตามแนวทางที่ได้ศึกษาไว้แล้ว จำนวน 20 ข้อ 20 คะแนน โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนน คือ ถ้าตอบถูกทั้ง 2 ตอน และตอนที่ 3 ตอบมั่นใจ ได้ 1 คะแนน ถ้าตอบถูกตอนใดตอนหนึ่ง ตอบผิดทั้งสองตอน และตอบถูกทั้ง 2 ตอนในตอนที่ 3 ตอบไม่มั่นใจ ได้ 0 คะแนน (Gurcay & Gulbas, 2015)

7) ดำเนินการสร้างแบบวัดมโนทัศน์เป็นแบบทดสอบคู่ขนาน (Parallel test) จำนวน 2 ฉบับ

8) นำแบบวัดมโนทัศน์ทั้ง 2 ฉบับที่สร้างขึ้นมาปรึกษาอาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อปรับปรุงและแก้ไข จากนั้นนำแบบวัดที่ได้รับการปรับปรุงแล้วไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 4 ท่าน (รายนามในภาคผนวก ก) ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลายและ

มีประสบการณ์ด้านการสอน นักวิชาการที่มีประสบการณ์ในการสอนฟิสิกส์ และอาจารย์ระดับมหาวิทยาลัย ตรวจสอบความถูกต้องของมโนทัศน์ ความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ลักษณะการใช้คำถาม ตัวเลือกตัวลวง และความถูกต้องของการใช้ภาษา จากนั้นทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้โดยใช้แบบวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับมโนทัศน์ที่ต้องการวัด (index of consistency : IOC) มากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 (Revinelli and Hambleton, 1977 อ้างถึงใน ศิริชัย กาญจนวาสี (2552) เป็นเกณฑ์ในการพิจารณาแล้วนำมาแก้ไขปรับปรุงตามข้อเสนอแนะโดยผลการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาพบว่า ข้อสอบทั้ง 20 ข้อ ทั้ง 2 ฉบับ มีค่าดัชนีความสอดคล้องของผู้ทรงคุณวุฒิอยู่ระหว่าง 0.75 - 1.00 (ดังภาคผนวก ง) ทั้งนี้ผู้ทรงคุณวุฒิมีข้อเสนอแนะเพิ่มเติมสรุปได้ดังนี้

(1) ปรับปรุงและแก้ไขภาษาที่ใช้ในการเขียนข้อคำถามให้มีความกระชับเข้าใจง่ายและสื่อความหมายอย่างชัดเจน เช่น เปลี่ยนจาก “เมื่อนำลูกเหล็ก 3 ลูกที่มีขนาดแตกต่างกันมาให้ความร้อนในปริมาณที่เท่ากันแก่ลูกเหล็กทั้งสามลูก” เป็น “เมื่อให้ความร้อนแก่ลูกเหล็กชนิดเดียวกันแต่มีขนาดต่างกันทั้งสามลูก”

(2) ปรับเพิ่มเนื้อหาในตัวเลือกให้มีความถูกต้องและสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น เช่น เปลี่ยนจาก “อุณหภูมิ คือ ปริมาณที่ใช้บอกระดับความร้อน” เป็น “อุณหภูมิ คือ ปริมาณที่ใช้บอกระดับความร้อน หรือพลังงานจลน์เฉลี่ย ของโมเลกุล”

(3) ให้เน้นคำนิยามเฉพาะในข้อคำถาม เพื่อทำให้ผู้อ่านเห็นชัดเจนมากขึ้น เช่น ทำตัวเอียง ขีดเส้นใต้หรือทำตัวหนา

(4) ปรับปรุงแก้ไขการจัดเรียงตัวเลือกตัวลวง คือ ปรับข้อความให้มีความยาวใกล้เคียงกันและเรียงลำดับจากประโยคที่สั้นไปหายาวตามลำดับ

9) นำข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิมาปรึกษาอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และปรับปรุงแก้ไขแบบวัดมโนทัศน์ตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิและอาจารย์ที่ปรึกษา จากนั้นนำแบบวัดมโนทัศน์ฟิสิกส์ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ผ่านการเรียน

ฟิสิกส์ เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส จำนวน 40 คน ซึ่งมีคุณสมบัติใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่าง

10) นำแบบวัดมโนทัศน์ฟิสิกส์มาตรวจให้คะแนน เพื่อหาค่าอำนาจจำแนก และค่าความยากง่ายโดยวิเคราะห์เป็นรายข้อ ใช้เทคนิคร้อยละ 27 ของจุง เตห์ ฟาน (Chung – The Fan) โดยพิจารณาคุณภาพแบบวัดมโนทัศน์ฟิสิกส์ที่มีค่าความยากง่าย (p) ตั้งแต่ 0.20–0.80 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป

11) พิจารณาผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบวัดและคุณภาพข้อสอบรายข้อ พบว่า แบบวัดมโนทัศน์ เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส มีค่าความยาก (p) อยู่ในช่วง 0.23-0.82 และค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ในช่วง 0.27-0.64 และหาความเที่ยง โดยเลือกใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (α) ของคอนบราค (Cronbach, 1970) โดยผลจากการนำแบบวัดมโนทัศน์ฟิสิกส์ไปทดลองใช้พบว่ามีค่าความเชื่อมั่นอยู่ที่ 0.83

12) นำแบบวัดมโนทัศน์เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊สที่พิจารณาผ่านเกณฑ์แล้วไปใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างวิจัย (ดังภาคผนวก ข)

3.1.2 แบบวัดเจตคติต่อการเรียนฟิสิกส์

การวัดเจตคติต่อการเรียนฟิสิกส์ในการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ ใช้วิธีการวัดเจตคติด้วยเครื่องมือแบบรายงานตนเอง (self-reports) โดยให้ผู้เรียนแสดงความรู้สึกของตนเองตามสิ่งเร้าที่เป็นข้อความข้อคำถาม เพื่อให้ผู้เรียนแสดงความรู้สึกออกมาอย่างตรงไปตรงมา (ล้วน สายยศ & อังคณา สายยศ, 2543) โดยใช้มาตรการวัดแบบลิเคิร์ท (Likert's Method) กำหนดช่วงความรู้สึกของแต่ละบุคคลให้ครอบคลุมองค์ประกอบทั้ง 3 ด้าน ตามแนวทางของ McGuire (1969) คือ 1) ความรู้ 2) ความรู้สึก และ 3) พฤติกรรม (ดังตาราง 8) ซึ่งลักษณะข้อความที่สร้างขึ้นประกอบด้วยข้อความที่ให้ผู้เรียนแสดงความรู้สึกที่ดีและรู้สึกไม่ดีต่อสิ่งนั้นโดยผู้วิจัยออกแบบจำนวนข้อความเชิงนิมานและเชิงนิเสธที่ต้องการวัดในจำนวนข้อที่เท่ากัน รวมทั้งสิ้น 30 ข้อความ โดยมีขั้นตอนการสร้างแบบวัดดังนี้

1) เขียนและรวบรวมข้อความที่แสดงความรู้สึก ให้มีปริมาณมากพอและครอบคลุมองค์ประกอบของเจตคติทั้ง 3 ด้านและเป็นข้อความที่แสดงความรู้สึกทางด้านบวกและลบ ซึ่งแต่ละข้อความผู้วิจัยเขียนขึ้นมาเองและศึกษาจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2) กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนของคำตอบในแต่ละตัวเลือก โดยอ้างอิงวิธีการสร้างแบบวัดแบบลิเคิร์ท (Likert's Method) ที่กำหนดค่าตัวเลขกับความรู้สึกแต่ละระดับ ดังนี้ กำหนดการให้คะแนนโดยให้คะแนนช่วงความรู้สึกเท่าๆกัน โดยแบ่งออกเป็น 5 ช่วง ได้แก่ เห็นด้วยอย่างยิ่ง, เห็นด้วย , ไม่แน่ใจ , ไม่เห็นด้วย และไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง และกำหนดการให้คะแนนในการตอบแต่ละตัวเลือกเป็น 5 4 3 2 1 สำหรับข้อความทางด้านบวก และ 1 2 3 4 5 สำหรับข้อความทางด้านลบ

3) ตรวจสอบข้อความ ตรวจสอบความเหมาะสมของข้อความว่าสอดคล้องกับสิ่งที่ต้องการวัดหรือไม่ และครอบคลุมลักษณะที่สำคัญของสิ่งที่ศึกษาให้ครบถ้วน และนำเสนออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของประเด็นที่ต้องการวัดกับข้อความ รวมทั้งความถูกต้องและเหมาะสมของการใช้ภาษา และแก้ไขปรับปรุงตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา

4) แบบวัดเจตคติต่อการเรียนฟิสิกส์ที่สร้างขึ้นให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน พิจารณาและตรวจสอบความสอดคล้องของข้อความกับประเด็นที่ต้องการวัด และความถูกต้องด้านภาษาที่ใช้ โดยพิจารณาจากค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อความและประเด็นที่ต้องการวัด (IOC) มากกว่า 0.5 (ดังภาคผนวก ง)

5) นำแบบวัดเจตคติต่อการเรียนฟิสิกส์ไปทดลองใช้กับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาเขต 8 จังหวัดราชบุรี ที่ผ่านการเรียนในรายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติมมาแล้วจำนวน 40 คน เพื่อตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดรายข้อ ในเรื่องของความชัดเจนและความเข้าใจของภาษาที่ใช้ในข้อคำถาม พบว่านักเรียนกลุ่มดังกล่าวมีความเข้าใจประเด็นของข้อคำถามทุกข้อเป็นอย่างดี

6) นำแบบวัดเจตคติต่อการเรียนฟิสิกส์ที่แก้ไขแล้วไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่าง

ตาราง 8 แสดงการวิเคราะห์องค์ประกอบและตัวอย่างการสร้างข้อความวัดเจตคติ

องค์ประกอบของเจตคติ	**ตัวอย่างข้อความวัดเจตคติต่อการเรียนฟิสิกส์**
ความรู้สึก	ฟิสิกส์เป็นวิชาที่น่าสนใจ
ความรู้	ข้าพเจ้าคิดว่าวิชาฟิสิกส์ยากต่อการทำความเข้าใจ
พฤติกรรม	เมื่อข้าพเจ้าเรียนฟิสิกส์ไม่เข้าใจจะถามครูผู้สอนทันที

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองสำหรับการวิจัยครั้งนี้ คือ แผนการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส โดยจัดการเรียนการสอนโดยใช้กลวิธีการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์สำหรับกลุ่มทดลอง และแผนการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ด้วยวิธีการสอนแบบทั่วไปสำหรับกลุ่มควบคุม โดยแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 2 แบบ มีจำนวนแผน จำนวนคาบเรียน และมีเนื้อหาสาระที่เท่ากัน โดยมีขั้นตอนการสร้างและพัฒนาเครื่องมือดังต่อไปนี้

1) ศึกษาเอกสาร วารสาร หนังสือและงานวิจัยต่าง ๆ เกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนโดยใช้กลวิธีการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์

2) กำหนดเนื้อเรื่องจากหนังสือเรียน และคู่มือครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งเหมาะสำหรับการสร้างมโนทัศน์ทางฟิสิกส์ ซึ่งแบ่งออกเป็น 8 แผน จำนวน 20 คาบ สรุปได้ดังตาราง 9

ตาราง 9 แสดงการจำแนกเนื้อหาและจำนวนคาบในการจัดการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส

ลำดับที่	เนื้อหา	จำนวนคาบ	จำนวนแผน
1	ความร้อนและอุณหภูมิ	2	1
2	ความจุความร้อน และความร้อนจำเพาะ	2	1
3	สถานะและการเปลี่ยนสถานะของสาร	2	1
4	การถ่ายโอนความร้อน	2	1
5	กฎของแก๊สอุดมคติ	4	1
6	ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส	2	1
7	ความดันและพลังงานจลน์เฉลี่ยของโมเลกุลของแก๊ส	3	1
8	พลังงานภายในระบบ	3	1
	รวม	20	8

3) ดำเนินการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส โดยกลุ่มทดลองใช้แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ และกลุ่มควบคุมใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบทั่วไป

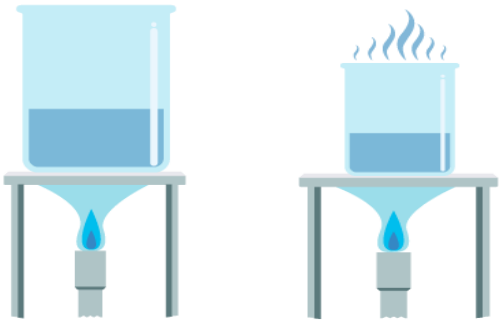
4) นำแผนจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบและให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนในแต่ละขั้นตอนตามกลวิธีสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

5) นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน (รายนามดังภาคผนวก ก) ที่มีความเชี่ยวชาญในด้านการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ นักการศึกษาที่มีประสบการณ์ในการสอนและเชี่ยวชาญด้านฟิสิกส์ และอาจารย์ผู้เชี่ยวชาญฟิสิกส์ในการสอนระดับมหาวิทยาลัย ตรวจพิจารณาในด้านความตรงตามจุดประสงค์และความตรงตามเนื้อหาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตลอดจนความเหมาะสมของเนื้อหาที่นำมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อสร้างมโนทัศน์ฟิสิกส์ของผู้เรียน ทั้งนี้ผู้ทรงคุณวุฒิมีข้อเสนอแนะเพิ่มเติมสรุปได้ดังนี้

(1) ปรับคำนิยาม คำถามที่ใช้ ข้อความ และประโยคที่ใช้ให้สื่อความหมายที่ถูกต้อง ชัดเจน และสมบูรณ์ ตัวอย่างรายละเอียดในการแก้ไข คือ

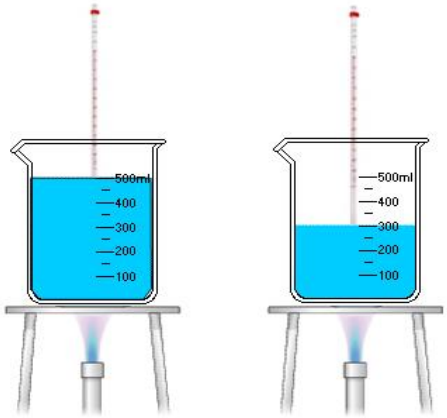
- “การถ่ายเทความร้อน” ปรับเป็น “การถ่ายโอนความร้อน”
- “อุณหภูมิ คือ ปริมาณที่ใช้บอกระดับความร้อน” ปรับเป็น “อุณหภูมิ คือ ปริมาณที่ใช้บอกระดับความร้อนหรือพลังงานจลน์เฉลี่ยของโมเลกุล”
- “องค์ประกอบของสารต่างๆมีอะไรบ้าง” ปรับเป็น “สารต่างๆ ประกอบด้วยอะไรบ้าง”

(2) ปรับรูปภาพที่นำมาใช้ให้ชัดเจนและสื่อความหมายชัดเจนมากขึ้น โดยตัวอย่างการแก้ไข คือ “ภาพบีกเกอร์ทั้งสองใบซึ่งมีขนาดต่างกันและมีปริมาณน้ำต่างกัน”



รูปที่ 1 แสดงการให้ความร้อนแก่น้ำจำนวน 500 ml และ 300 ml

เปลี่ยนเป็น “รูปบีกเกอร์สองใบที่มีขนาดเดียวกันแต่มีปริมาณน้ำต่างกัน” ดังแสดงดังรูปด้านล่าง



รูปที่ 2 แสดงการให้ความร้อนแก่น้ำจำนวน 500 ml และ 300 ml

(3) เพิ่มตารางแสดงค่าคงที่ต่างๆที่ต้องใช้ในแผน โดยตัวอย่างเช่น ปรับเพิ่มตาราง แสดงค่าความร้อนจำเพาะของสารต่างๆ ดังนี้

ตาราง 10 แสดงค่าความร้อนจำเพาะของสารต่างๆ Serway and Vuille (2012)

ชนิดของสาร	ความร้อนจำเพาะ (J/kg.℃)
1. เหล็ก	448
2. แก้ว	837
3. น้ำ	4186

6) แก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ

7) นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่แก้ไขเรียบร้อยแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างเพื่อหาข้อบกพร่องของแผนการจัดการเรียนรู้ จากนั้นนำมาแก้ไขปรับปรุงเพื่อนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

4. การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

ดำเนินการทดลองสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้พัฒนาขึ้นและเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเองทั้งในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ตามขั้นตอนดังนี้

4.1 ขั้นเตรียมนักเรียนก่อนดำเนินการสอน

1) ทดสอบเจตคติต่อการเรียนฟิสิกส์ โดยดำเนินการทดสอบก่อนเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้เวลา 30 นาทีในการทำแบบวัดเจตคติ

2) ทดสอบมโนทัศน์ก่อนเรียนเรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊สของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้เวลา 50 นาทีในการทำแบบวัดมโนทัศน์

3) ก่อนการทดลองใช้เวลา 1 คาบ เพื่อแนะนำวิธีการเรียนการสอน พร้อมทั้งชี้แจงจุดประสงค์ การเก็บคะแนน และเงื่อนไขในการเรียนให้กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมทราบ โดยแนะนำวิธีการจัดการเรียนการสอนด้วยกลวิธีการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์กับนักเรียนกลุ่มทดลอง และวิธีการจัดการเรียนการสอนแบบทั่วไปกับนักเรียนกลุ่มควบคุม

4.2 ขั้นดำเนินการทดลอง

ดำเนินการสอนนักเรียนกลุ่มทดลองโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์และดำเนินการสอนกลุ่มควบคุมโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเรียนการสอนแบบทั่วไป โดยในการสอนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมใช้จำนวนแผนการจัดการเรียนรู้รายคาบ 8 แผนการเรียนรู้ โดยใช้ระยะเวลาสอนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมเท่ากัน คือ ระยะเวลาทั้งสิ้น 5 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 4 คาบ คาบละ 50 นาที รวมทั้งสิ้น 20 คาบเรียน

4.3 ขั้นดำเนินการหลังการทดลอง

1) เมื่อดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ครบทุกแผนแล้วดำเนินการทดสอบหลังเรียนนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้แบบวัด 2 ฉบับ ได้แก่ แบบวัดมโนทัศน์ฟิสิกส์ เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊สและแบบวัดเจตคติต่อการเรียนฟิสิกส์ โดยมีลำดับและเวลาที่ใช้เท่ากับก่อนการทดลอง

2) นำคะแนนผลการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ได้จากแบบวัดมโนทัศน์ฟิสิกส์ และแบบวัดเจตคติต่อการเรียนฟิสิกส์มาวิเคราะห์ เพื่อทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้

5. การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิจัย

การวิเคราะห์ข้อมูลและคะแนนจากแบบวัดมโนทัศน์ฟิสิกส์ เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊สและคะแนนเจตคติต่อการเรียนฟิสิกส์ไปใช้ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนโดยใช้กลวิธีการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ และนักเรียนกลุ่มควบคุมที่เรียนโดยการจัดการเรียนการสอนแบบทั่วไป คำนวณโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป ซึ่งมีรายละเอียดการวิเคราะห์ดังนี้

1. ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนที่ได้จากแบบวัดมโนทัศน์ฟิสิกส์ เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส ก่อนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง โดยใช้สถิติทดสอบที (t-test dependent) โดยกำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนที่ได้จากแบบวัดมโนทัศน์ฟิสิกส์ เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊สหลังเรียน ของนักเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้สถิติทดสอบที (t-test independent) โดยกำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนที่ได้จากแบบวัดเจตคติต่อการเรียนฟิสิกส์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองโดยใช้สถิติทดสอบที (t-test dependent) โดยกำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนที่ได้จากแบบวัดเจตคติต่อการเรียนฟิสิกส์หลังเรียนระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้สถิติทดสอบที (t-test independent) โดยกำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเรื่อง ผลของกลวิธีการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่มีต่อมโนทัศน์ฟิสิกส์และเจตคติต่อการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในครั้งนี้ ได้กำหนดวัตถุประสงค์การวิจัยไว้ 4 ข้อดังนี้

1. เพื่อเปรียบเทียบมโนทัศน์ฟิสิกส์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนโดยใช้กลวิธีการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์

2. เพื่อเปรียบเทียบมโนทัศน์ฟิสิกส์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายระหว่างกลุ่มที่เรียนโดยใช้กลวิธีการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์กับกลุ่มที่เรียนโดยใช้การเรียนการสอนแบบทั่วไป

3. เพื่อเปรียบเทียบเจตคติต่อการเรียนฟิสิกส์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนโดยกลวิธีการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์

4. เพื่อเปรียบเทียบเจตคติต่อการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายระหว่างกลุ่มที่เรียนโดยใช้กลวิธีการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์กับกลุ่มที่เรียนโดยใช้การเรียนการสอนแบบทั่วไป

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในครั้งนี้ นำเสนอข้อมูล 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์มโนทัศน์ฟิสิกส์ เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์เจตคติต่อการเรียนฟิสิกส์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์มโนทัศน์ฟิสิกส์ เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส

มโนทัศน์ฟิสิกส์ เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส ของนักเรียนพิจารณาจากผลการวัดด้วยแบบวัดมโนทัศน์ฟิสิกส์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจำนวนทั้งสิ้น 20 ข้อ คิดเป็น 20 คะแนน มีลักษณะเป็นแบบวัดแบบปรนัยแบบ 3 ตอน ตามแนวทางของ Gurcay and Gulbas (2015) ดังนี้ ตอนที่ 1 มีลักษณะเป็นข้อคำถามเชิงเนื้อหา ซึ่งเป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ตอนที่ 2 มีลักษณะเป็นข้อคำถามเชิงเหตุผลในการเลือกตัวเลือกของคำถามในตอนที่ 1 เป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก เช่นกัน และตอนที่ 3 มีลักษณะเป็นข้อคำถาม ถามความมั่นใจในการเลือกคำตอบใน 2 ข้อแรก ซึ่งเป็นแบบเลือกตอบแบบ 2 ตัวเลือก โดยทำการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน จากนั้นนำคะแนนมาวิเคราะห์ตามวัตถุประสงค์ ดังนี้

1) การเปรียบเทียบคะแนนมโนทัศน์ฟิสิกส์ เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊สก่อนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้กลวิธีการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ โดยผลการวิเคราะห์ข้อมูลนำเสนอดังตาราง 11

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตาราง 11 แสดงร้อยละของจำนวนนักเรียนที่ตอบถูก คะแนนเฉลี่ย คะแนนเฉลี่ยร้อยละและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของคะแนนมโนทัศน์ฟิสิกส์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง (n=40) ระหว่างก่อนและหลังทดลอง

มโนทัศน์ฟิสิกส์ (คะแนนเต็ม)	ก่อนทดลอง				หลังทดลอง				t
	ร้อยละของนักเรียนที่ตอบถูก	คะแนนเฉลี่ย	คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	S.D.	ร้อยละของนักเรียนที่ตอบถูก	คะแนนเฉลี่ย	คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	S.D.	
ความร้อน (8)									
ตอนที่ 1	62.5				80.0				
ตอนที่ 1, 2	47.5				67.5				
ตอนที่ 1, 2, 3	37.5	3.15	39.38	0.98	65.0	5.40	67.5	1.36	9.50*
แก๊สอุดมคติ (3)									
ตอนที่ 1	65.0				77.5				
ตอนที่ 1, 2	55.0				65.0				
ตอนที่ 1, 2, 3	42.5	1.33	44.33	0.88	60.0	2.25	75.0	0.74	5.46*
ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส (4)									
ตอนที่ 1	65.0				70.0				
ตอนที่ 1, 2	47.5				57.5				
ตอนที่ 1, 2, 3	35.0	2.25	56.25	0.87	52.5	2.48	62.0	0.91	1.16
พลังงานภายในระบบ (5)									
ตอนที่ 1	52.5				65.0				
ตอนที่ 1, 2	42.5				57.5				
ตอนที่ 1, 2, 3	35.0	2.10	42.0	0.99	55.0	3.04	60.8	1.04	4.15*
รวม (20)									
ตอนที่ 1	61.25				73.13				
ตอนที่ 1, 2	48.13				61.88				
ตอนที่ 1, 2, 3	37.50	8.83	44.15	1.99	58.13	13.18	65.9	2.04	9.87*

*P<0.05 (one tailed dependent t-test)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากตาราง 11 พบว่า ก่อนการทดลองนักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์ฟิสิกส์ 8.83 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 44.15 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.99 ภายหลังได้รับการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์แล้วนักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์ฟิสิกส์ 13.18 คะแนนคิดเป็นร้อยละ 65.9 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.04 และเมื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองด้วยสถิติทดสอบค่าทีแบบมีทิศทาง พบว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์ฟิสิกส์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เมื่อพิจารณาแยกมโนทัศน์ฟิสิกส์ พบว่าจากมโนทัศน์ 4 เรื่องที่ศึกษามี 3 มโนทัศน์ที่คะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ได้แก่ ความร้อน ก่อนการทดลองมีคะแนนเฉลี่ย 3.15 คะแนนคิดเป็นร้อยละ 39.38 หลังการทดลองมีคะแนนเฉลี่ย 5.40 คะแนนคิดเป็นร้อยละ 67.5 แก๊สอุดมคติ ก่อนการทดลองมีคะแนนเฉลี่ย 1.33 คะแนนคิดเป็นร้อยละ 44.33 หลังการทดลองมีคะแนนเฉลี่ย 2.25 คะแนนคิดเป็นร้อยละ 75.0 และพลังงานภายในระบบ ก่อนการทดลองมีคะแนนเฉลี่ย 2.10 คะแนนคิดเป็นร้อยละ 42.0 หลังการทดลองมีคะแนนเฉลี่ย 3.04 คะแนนคิดเป็นร้อยละ 60.8 ส่วนมโนทัศน์เรื่อง ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส ก่อนการทดลองมีคะแนนเฉลี่ย 2.25 คะแนนคิดเป็นร้อยละ 56.25 หลังการทดลองมีคะแนนเฉลี่ย 2.48 คิดเป็นร้อยละ 62.0 แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบร้อยละของนักเรียนที่ตอบแบบวัดมโนทัศน์ฟิสิกส์ถูกทั้ง 3 ตอนระหว่างก่อนการทดลองและหลังการทดลองพบว่า ร้อยละของนักเรียนที่ตอบถูกที่เปลี่ยนแปลงมากสุด ได้แก่ มโนทัศน์ เรื่อง ความร้อน ก่อนการทดลองร้อยละ 37.5 หลังการทดลองร้อยละ 65.0 ส่วนร้อยละของนักเรียนที่ตอบถูกที่เปลี่ยนแปลงน้อยสุด ได้แก่ มโนทัศน์ เรื่อง ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส ก่อนการทดลอง ร้อยละ 35.0 หลังการทดลองร้อยละ 52.5 โดยตัวอย่างของมโนทัศน์ฟิสิกส์ที่คลาดเคลื่อนและนักเรียนตอบผิดมากที่สุด มีตัวอย่างดังนี้ แก๊สประกอบด้วยโมเลกุลที่มีขนาดเล็กมากและอยู่ห่างกันมาก แต่ละโมเลกุลของแก๊สมีประจุไฟฟ้าจึงทำให้เกิดแรงผลักระหว่างประจุไฟฟ้าส่งผลให้โมเลกุลของแก๊สฟุ้งกระจายเต็มภาชนะที่บรรจุได้ นอกจากนี้ยังพบว่า จากนักเรียนกลุ่มทดลองทั้งหมดจำนวน 40 คน หลังการทดลองพบว่านักเรียนจำนวน 23 คนตอบแบบวัดมโนทัศน์ฟิสิกส์ถูก

ทั้ง 2 ตอนและตอบมั่นใจในตอนที่ 3 คิดเป็นร้อยละ 58.13 ซึ่งสูงกว่าก่อนทดลองที่มีจำนวนนักเรียนเพียง 15 คนคิดเป็นร้อยละ 37.50

2) การเปรียบเทียบคะแนนมโนทัศน์ฟิสิกส์ เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส หลังเรียนของนักเรียนระหว่างกลุ่มที่เรียนโดยใช้กลวิธีการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์กับกลุ่มที่เรียนโดยใช้วิธีการสอนแบบทั่วไป โดยผลการวิเคราะห์ข้อมูลนำเสนอดังตาราง 12

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตาราง 12 แสดงร้อยละของจำนวนนักเรียนที่ตอบถูก คะแนนเฉลี่ย คะแนนเฉลี่ยร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนตามมาตรฐาน (S.D.) ค่า (t) และค่าเฉลี่ยร้อยละของคะแนนมโนทัศน์ฟิสิกส์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง (n=40) และกลุ่มควบคุม (n=45)

มโนทัศน์ฟิสิกส์ (คะแนนเต็ม)	กลุ่มทดลอง				กลุ่มควบคุม				t
	ร้อยละของนักเรียนที่ตอบถูก	คะแนนเฉลี่ย	คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	S.D.	ร้อยละของนักเรียนที่ตอบถูก	คะแนนเฉลี่ย	คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	S.D.	
ความร้อน (8)									
ตอนที่ 1	80.0				64.4				
ตอนที่ 1, 2	67.5				57.8				
ตอนที่ 1, 2, 3	65.0	5.40	67.5	1.36	51.1	4.18	52.25	1.27	4.28*
แก๊สอุดมคติ (3)									
ตอนที่ 1	77.5				66.7				
ตอนที่ 1, 2	65.0				55.6				
ตอนที่ 1, 2, 3	60.0	2.25	75.0	0.74	46.7	1.73	57.67	0.89	2.88*
ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส (4)									
ตอนที่ 1	70.0				75.6				
ตอนที่ 1, 2	57.5				66.7				
ตอนที่ 1, 2, 3	52.5	2.48	62.0	0.91	53.5	2.36	59.0	1.05	0.56
พลังงานภายในระบบ (5)									
ตอนที่ 1	65.0				68.9				
ตอนที่ 1, 2	57.5				60.0				
ตอนที่ 1, 2, 3	55.0	3.04	60.8	1.04	48.9	2.78	55.6	1.06	1.19
รวม (20)									
ตอนที่ 1	73.13				68.90				
ตอนที่ 1, 2	61.88				60.03				
ตอนที่ 1, 2, 3	58.13	13.18	65.9	2.04	50.00	11.04	55.2	1.91	4.50*

*P<0.05 (one tailed independent t-test)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากตาราง 12 พบว่าหลังการทดลองนักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ย 13.18 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 65.9 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.04 ส่วนนักเรียนกลุ่มควบคุมมีคะแนนเฉลี่ย 11.04 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 55.2 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.91 เมื่อทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์ฟิสิกส์ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมด้วยสถิติทดสอบค่าที พบว่ากลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์ฟิสิกส์สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เมื่อพิจารณาแยกมโนทัศน์ฟิสิกส์ พบว่าจากมโนทัศน์ 4 เรื่องที่ศึกษามี 2 มโนทัศน์ที่นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนหลังเรียนสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ได้แก่ ความร้อน กลุ่มทดลองมีคะแนน 5.40 คะแนนคิดเป็นร้อยละ 67.5 กลุ่มควบคุมมีคะแนน 4.18 คะแนนคิดเป็นร้อยละ 52.25 และแก๊สอุดมคติ กลุ่มทดลองมีคะแนน 2.25 คะแนนคิดเป็นร้อยละ 75.0 กลุ่มควบคุมมีคะแนน 1.73 คะแนนคิดเป็นร้อยละ 57.67 ในขณะที่อีก 2 มโนทัศน์ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ได้แก่ มโนทัศน์เรื่อง ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส กลุ่มทดลองมีคะแนน 2.48 คะแนนคิดเป็นร้อยละ 62.0 กลุ่มควบคุมมีคะแนน 2.36 คะแนนคิดเป็นร้อยละ 59.0 และพลังงานภายในระบบ กลุ่มทดลองมีคะแนน 3.04 คะแนนคิดเป็นร้อยละ 60.8 กลุ่มควบคุมมีคะแนน 2.78 คะแนนคิดเป็นร้อยละ 55.6

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบร้อยละของนักเรียนที่ตอบแบบวัดมโนทัศน์ฟิสิกส์หลังเรียนถูกทั้ง 3 ตอนระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม พบว่าร้อยละของนักเรียนที่ตอบถูกที่แตกต่างกันมากสุด ได้แก่ มโนทัศน์ เรื่อง ความร้อน กลุ่มทดลองร้อยละ 65.0 กลุ่มควบคุมร้อยละ 51.1 ส่วนร้อยละของนักเรียนที่ตอบถูกที่แตกต่างกันน้อยสุด ได้แก่ มโนทัศน์ เรื่อง ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส กลุ่มทดลองร้อยละ 52.5 กลุ่มควบคุมร้อยละ 53.5 โดยตัวอย่างของมโนทัศน์ฟิสิกส์ที่คลาดเคลื่อนและนักเรียนตอบผิดมากที่สุด มีตัวอย่างดังนี้ พลังงานจลน์ของแก๊สขึ้นอยู่กับแรงทางไฟฟ้า ซึ่งเกิดจากโมเลกุลของแก๊สแต่ละโมเลกุลที่มีประจุไฟฟ้าต่างกัน ทำให้เกิดแรงผลักทางไฟฟ้า ส่งผลให้โมเลกุลของแก๊สเคลื่อนที่เร็วขึ้นและมีพลังงานจลน์เพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองตอบแบบวัดมโนทัศน์ฟิสิกส์ถูกทั้ง 2 ตอนและตอบมั่นใจในตอนที่ 3 คิดเป็นร้อยละ 58.13 ซึ่งสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมที่มีจำนวนร้อยละ 50.00

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์คะแนนเจตคติต่อการเรียนฟิสิกส์

การวัดเจตคติต่อการเรียนฟิสิกส์ พิจารณาจากการวัดด้วยแบบวัดเจตคติต่อการเรียนฟิสิกส์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ผู้วิจัยเลือกใช้การสร้างแบบวัดเจตคติแบบลิเคิร์ท (Likert's Method) ซึ่งเป็นแบบวัดเจตคติที่ประกอบด้วยข้อคำถามทั้งหมด 30 ข้อคำถาม โดยกำหนดช่วงความรู้สึกของแต่ละบุคคลให้ครอบคลุมองค์ประกอบทั้ง 3 ด้านของเจตคติตามแนวคิดของ McGuire (1969) คือ 1) ความรู้สึก 2) ความคิด และ 3) พฤติกรรม คิดเป็น 150 คะแนน โดยทำการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน จากนั้นนำคะแนนมาวิเคราะห์ดังนี้

1) การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยเจตคติต่อการเรียนฟิสิกส์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนโดยกลวิธีการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ โดยผลการวิเคราะห์ข้อมูลนำเสนอดังตาราง 13

ตาราง 13 แสดงค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ค่าเฉลี่ยร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าที (t) ของคะแนนเจตคติต่อการเรียนฟิสิกส์ ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนโดยใช้กลวิธีการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง (n = 40)

เจตคติต่อการเรียนฟิสิกส์ (คะแนนเต็ม)	ก่อนทดลอง			หลังทดลอง			t
	ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$)	ค่าเฉลี่ยร้อยละ	S.D.	ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$)	ค่าเฉลี่ยร้อยละ	S.D.	
ด้านความรู้ (50)	33.55		6.44	37.35		4.66	4.75*
ด้านความรู้สึก (50)	31.13		5.94	35.60		5.99	3.82*
ด้านพฤติกรรม (50)	34.08		5.02	40.43		4.92	5.49*
คะแนนรวม (150)	98.75	65.83	16.55	113.38	75.59	9.23	4.87*

*P<0.05 (one tailed dependent t-test)

จากตาราง 13 พบว่าก่อนการทดลองนักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยเจตคติต่อการเรียนฟิสิกส์ 98.75 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 65.83 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 16.55 ภายหลังได้รับการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์แล้ว นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเจตคติต่อการเรียนฟิสิกส์เฉลี่ย 113.38 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 75.59 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 9.23 และเมื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยเจตคติต่อการเรียนฟิสิกส์ระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองด้วยสถิติทดสอบค่าทีแบบมีทิศทาง พบว่ากลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยเจตคติต่อการเรียนฟิสิกส์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เมื่อพิจารณาแยกตามองค์ประกอบของเจตคติต่อการเรียนฟิสิกส์ พบว่าจากองค์ประกอบของเจตคติ 3 องค์ประกอบที่ศึกษาพบว่าทั้ง 3 องค์ประกอบมีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ได้แก่ ด้านความรู้ ก่อนการทดลองมีคะแนน 33.55 คะแนนหลังการทดลองมีคะแนน 37.35 คะแนน ด้านความรู้สึก ก่อนการทดลองมีคะแนน 31.13 คะแนน หลังการทดลองมีคะแนน 35.60 คะแนน และด้านพฤติกรรม ก่อนการทดลองมีคะแนน 34.08 คะแนน หลังการทดลองมีคะแนน 40.43 คะแนน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2) การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยเจตคติต่อการเรียนฟิสิกส์หลังเรียนของนักเรียนระหว่างกลุ่มที่เรียนโดยใช้กลวิธีการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์กับกลุ่มที่เรียนโดยใช้วิธีการสอนแบบทั่วไป โดยผลการวิเคราะห์ข้อมูลนำเสนอดังตาราง 14

ตาราง 14 แสดงค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ค่าเฉลี่ยร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนตามมาตรฐาน (S.D.) และค่า (t) ของคะแนนเจตคติต่อการเรียนฟิสิกส์ระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลอง (n=40) และกลุ่มควบคุม (n=45)

เจตคติต่อการเรียนฟิสิกส์ (คะแนนเต็ม)	**กลุ่มทดลอง**			**กลุ่มควบคุม**			**t**
	ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$)	ค่าเฉลี่ยร้อยละ	S.D.	ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$)	ค่าเฉลี่ยร้อยละ	S.D.	
ด้านความรู้ (50)	37.35		4.66	35.11		4.91	2.16*
ด้านความรู้สึก (50)	35.60		5.99	33.18		5.81	1.89
ด้านพฤติกรรม (50)	40.43		4.92	36.07		5.99	3.68*
คะแนนรวม (150)	113.38	75.59	9.23	104.36	69.57	11.68	3.91*

*P<0.05 (one tailed independent t-test)

จากตาราง 14 พบว่าหลังการทดลองนักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยเจตคติต่อการเรียนฟิสิกส์ 113.58 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 75.59 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 9.23 ส่วนนักเรียนกลุ่มควบคุมมีคะแนนเฉลี่ย 104.36 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 69.57 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 11.68 เมื่อทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยเจตคติต่อการเรียนฟิสิกส์ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมด้วยสถิติทดสอบค่าที พบว่า กลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยเจตคติต่อการเรียนฟิสิกส์สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เมื่อพิจารณาแยกตามองค์ประกอบของเจตคติต่อการเรียนฟิสิกส์ พบว่าจากองค์ประกอบของเจตคติ 3 องค์ประกอบที่ศึกษามี 2 องค์ประกอบที่นักเรียนกลุ่มทดลองคะแนนหลังเรียนสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ได้แก่ ด้านความรู้ กลุ่มทดลองมีคะแนน 37.35 คะแนนกลุ่มควบคุมมีคะแนน 35.11 คะแนน และด้านพฤติกรรม กลุ่มทดลองมีคะแนน 40.43 คะแนนกลุ่มควบคุมมีคะแนน 36.07 คะแนน ในขณะที่ด้านความรู้สึก กลุ่มทดลองมีคะแนน 35.60 คะแนนกลุ่มควบคุมมีคะแนน 33.18 คะแนน แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลองที่มีวัตถุประสงค์คือ 1) เพื่อเปรียบเทียบมโนทัศน์ฟิสิกส์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนโดยใช้กลวิธีการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ 2) เพื่อเปรียบเทียบมโนทัศน์ฟิสิกส์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายระหว่างกลุ่มที่เรียนโดยใช้กลวิธีการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์กับกลุ่มที่เรียนโดยใช้การเรียนการสอนแบบทั่วไป 3) เพื่อเปรียบเทียบเจตคติต่อการเรียนฟิสิกส์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนโดยใช้กลวิธีการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ และ 4) เพื่อเปรียบเทียบเจตคติต่อการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายระหว่างกลุ่มที่เรียนโดยใช้กลวิธีการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์กับกลุ่มที่เรียนโดยใช้การเรียนการสอนแบบทั่วไป ประชากรในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาเขต 8 จังหวัดราชบุรี กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 ของโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษแห่งหนึ่ง จำนวน 2 ห้องเรียน จำนวน 85 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ นักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนโดยใช้กลวิธีการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์จำนวน 40 คน และนักเรียนกลุ่มควบคุมที่เรียนโดยใช้วิธีการสอนแบบทั่วไปจำนวน 45 คน ทั้งสองกลุ่มใช้ระยะเวลาในการทดลอง 5 สัปดาห์ รวม 20 คาบ มีการเก็บรวบรวมข้อมูลก่อนการทดลองและหลังการทดลองด้วยแบบวัดมโนทัศน์ฟิสิกส์ เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส และแบบวัดเจตคติต่อการเรียนฟิสิกส์ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ด้วยสถิติค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ค่าเฉลี่ยร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ค่าความถี่ร้อยละ และทดสอบสมมติฐานด้วยสถิติทดสอบที (t-test)

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้มุ่งศึกษาผลของกลวิธีการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่มีต่อมโนทัศน์ฟิสิกส์และเจตคติต่อการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งจากการวิจัย สามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1) นักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้กลวิธีการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์มีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์เรื่องความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊สหลังเรียนสูงกว่ากว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2) นักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้กลวิธีการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์มีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์เรื่องความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊สสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้วิธีการสอนแบบทั่วไป อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3) นักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้กลวิธีการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์มีคะแนนเฉลี่ยเจตคติต่อการเรียนฟิสิกส์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4) นักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้กลวิธีการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์มีคะแนนเฉลี่ยเจตคติต่อการเรียนฟิสิกส์สูงกว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้วิธีการสอนแบบทั่วไป อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัยครั้งนี้พบว่าการจัดการเรียนการสอนด้วยกลวิธีการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์สามารถช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้เกี่ยวกับมโนทัศน์ฟิสิกส์เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส นอกจากนี้การจัดการเรียนการสอนด้วยรูปแบบดังกล่าวยังส่งเสริมเจตคติต่อการเรียนฟิสิกส์ได้ ซึ่งมีการอภิปรายผลการทดลองเป็น 2 ประเด็น คือ 1. ด้านมโนทัศน์ฟิสิกส์ และ 2. ด้านเจตคติต่อการเรียนฟิสิกส์

1. ด้านมโนทัศน์ฟิสิกส์

จากผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้กลวิธีการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์มีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์ฟิสิกส์เรื่องความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊สหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 1 และมีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์ฟิสิกส์เรื่องความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊สหลังเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้วิธีการสอนแบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 2 แสดงว่ากลวิธีการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ช่วยพัฒนามโนทัศน์ฟิสิกส์ เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊สให้แก่นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 ได้ ซึ่งจากผลการวิจัยดังกล่าวสอดคล้องกับงานวิจัยของ Çalık et al. (2007) , İpek and Calik (2008) และ Çalik et al. (2010) ที่พบว่ากลวิธีการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์สามารถพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ได้ ซึ่งสามารถอภิปรายได้ 4 ประเด็นดังนี้

ประเด็นที่ 1 การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้กลวิธีการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์มีขั้นตอนที่เน้นให้ความสำคัญกับการตรวจสอบความรู้เดิมของผู้เรียนในเรื่องที่ศึกษาผ่านการใช้คำถาม โดยนักเรียนได้มีโอกาสแสดงความรู้ความเข้าใจที่มีอยู่ ซึ่งเป็นการสร้างความขัดแย้งทางปัญญาให้เกิดกับนักเรียน ทำให้นักเรียนได้ระลึกถึงความรู้และประสบการณ์เดิมเพื่อใช้เป็นพื้นฐานในการเรียนรู้สิ่งใหม่ ๆ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Llewellyn (2005) ที่กล่าวว่าก่อนที่นักเรียนจะเข้ามาในห้องเรียนนั้น เดิมนักเรียนมีความรู้และประสบการณ์เดิมอยู่แล้ว ซึ่งประสบการณ์เดิมนั้นเป็นสิ่งสำคัญในการเชื่อมโยงกับเนื้อหาที่กำลังจะได้ศึกษาและเป็นการกระตุ้นสร้างแรงจูงใจให้นักเรียนอยากที่จะค้นคว้าหาคำตอบด้วยตัวของนักเรียนเอง

ประเด็นที่ 2 การเปิดโอกาสให้นักเรียนทำกิจกรรมด้วยตนเองเป็นกลุ่มย่อย การอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่มและการแสดงความคิดเห็นภายในชั้นเรียน โดยที่ครูเป็นผู้สนับสนุนในระหว่างที่นักเรียนการทำกิจกรรม ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ผ่านกระบวนการคิดด้วยตนเองผ่านการทำกิจกรรมและสร้างความรู้ความเข้าใจด้วยตนเองซึ่งสอดคล้องกับ ทิศนา แขมมณี (2556) ที่กล่าวถึง การจัดการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (constructivist) ที่เชื่อว่าการเรียนรู้เป็นกระบวนการทางปัญญา โดยผู้เรียนจะต้องเรียนรู้และสร้างความรู้ด้วยตนเอง

ซึ่งพัฒนาการเกิดขึ้นเมื่อบุคคลรับและซึมซาบข้อมูลหรือประสบการณ์ใหม่เข้าไปสัมพันธ์กับความรู้หรือโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่เดิม หากไม่สัมพันธ์กัน จะเกิดภาวะไม่สมดุลขึ้น ทำให้บุคคลปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญา ส่งผลให้ผู้เรียนสามารถสร้างความรู้ความเข้าใจได้ด้วยตัวของผู้เรียนเอง

ประเด็นที่ 3 นักเรียนได้รับการส่งเสริมให้นำมโนทัศน์วิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นจากการทำกิจกรรมมาใช้ โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความรู้ความเข้าใจ ผ่านการกำหนดสถานการณ์หรือคำถามที่ท้าทายความคิดของนักเรียน ซึ่งสถานการณ์ที่กำหนดขึ้นมีจุดประสงค์เพื่อประเมินและตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน อีกทั้งเป็นการสะท้อนว่ามโนทัศน์ที่นักเรียนสร้างขึ้นโดยผ่านการทำกิจกรรมด้วยตนเองนั้นถูกต้องหรือไม่อย่างไร และทำให้นักเรียนได้รับความเข้าใจในมโนทัศน์ที่ถูกต้อง ดังตัวอย่างเช่นสำหรับงานวิจัยในครั้งนี้ ที่กำหนดสถานการณ์ให้นักเรียนเรียงลำดับวัสดุสามชนิด คือ เหล็ก แก้ว และน้ำ จากอุณหภูมิสูงสุดไปต่ำสุด หลังจากที่วัสดุทั้งสามได้รับความร้อนเท่ากันโดยที่วัสดุแต่ละชนิดนั้นมีมวลเท่ากัน และมีอุณหภูมิตั้งต้นเท่ากัน เมื่อกำหนดให้ค่าความร้อนจำเพาะของวัสดุชนิดต่างๆให้ พร้อมอธิบายเหตุผลประกอบ ซึ่งการอธิบายของนักเรียนจะเป็นการตรวจสอบว่านักเรียนเกิดการสร้างมโนทัศน์แล้วหรือไม่ และมโนทัศน์ที่สร้างขึ้นนั้นถูกต้องแล้วหรือไม่ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิด Joyce and Weil (1980) ที่กล่าวถึงการตรวจสอบมโนทัศน์ที่สร้างขึ้นว่าเป็นขั้นตอนหนึ่งของการเกิดการสร้างมโนทัศน์ โดยได้เสนอว่า เมื่อนักเรียนเกิดการสร้างมโนทัศน์แล้วจำเป็นต้องมีการตรวจสอบมโนทัศน์ที่นักเรียนสร้างขึ้นซึ่งอาจใช้การตรวจสอบลักษณะของสิ่งต่างๆ หรือเหตุการณ์ต่างๆ ว่าสอดคล้องหรือไม่สอดคล้องกับมโนทัศน์ที่ได้สร้าง ซึ่งจะเป็นการยืนยันว่านักเรียนเกิดการสร้างมโนทัศน์นั้นแล้ว

ประเด็นที่ 4 จากการพิจารณาการตอบแบบวัดแบบปรนัยแบบสามตอน (three-tier diagnostic test) ของนักเรียนหลังการทดลอง พบว่า นักเรียนตอบแบบวัดตอนที่ 1 และตอนที่ 2 ถูกต้องและมั่นใจในคำตอบมากขึ้น ซึ่งแสดงให้เห็นว่า หลังเรียนนักเรียนมีมโนทัศน์ที่ถูกต้องและมั่นใจในความรู้ความเข้าใจของตนเองมากขึ้น ทั้งนี้เนื่องมาจากสาเหตุดังนี้ การเปิดโอกาสให้นักเรียนได้นำมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สำหรับการแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่หรือสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องในชีวิตประจำวัน ทำให้นักเรียนเข้าใจในมโนทัศน์ที่ตนเองสร้างขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Lawson (1995) ที่กล่าวว่า การนำความรู้ความเข้าใจหรือมโนทัศน์ที่สร้างขึ้นมาใช้ในสถานการณ์ใหม่ส่งผลให้นักเรียนเกิดความเข้าใจมโนทัศน์นั้นมากขึ้น เช่นเดียวกับแนวคิดของ

Posner et al. (1982) ที่กล่าวว่า เมื่อผู้เรียนนำมโนทัศน์ที่สร้างขึ้นไปใช้เพื่ออธิบายสถานการณ์ต่าง ๆได้ จะทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในมโนทัศน์และเห็นคุณค่าของมโนทัศน์ใหม่ที่สร้างขึ้น (fruitful)

จากเหตุผลข้างต้น สรุปได้ว่าการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้กลวิธีการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ทำให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์ฟิสิกส์สูงขึ้น อย่างไรก็ตามจากการวิจัยในครั้งนี้ เมื่อพิจารณามโนทัศน์ฟิสิกส์หัวข้อต่างๆ พบว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีมโนทัศน์ เรื่อง ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส ก่อนการทดลองและหลังการทดลองไม่แตกต่างกันทางสถิติ สามารถอภิปรายได้ว่า นักเรียนให้ความสำคัญกับการท่องจำกฎต่าง ๆ ของแก๊สมากกว่าการทำความเข้าใจในเชิงมโนทัศน์เกี่ยวกับพฤติกรรมของแก๊ส ซึ่งจะนำมาสู่ความเข้าใจว่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องนั้นมีความสัมพันธ์กันได้อย่างไร ปัญหาดังกล่าวข้างต้นน่าจะมีสาเหตุมาจาก

1) มโนทัศน์เรื่องดังกล่าวเป็นมโนทัศน์เชิงทฤษฎีที่มีลักษณะความเป็นนามธรรม (abstract concept) และไม่สามารถลงมือปฏิบัติได้ การสอนเน้นการบรรยายประกอบสื่อเคลื่อนไหวเพื่ออธิบายลักษณะการเคลื่อนที่ของโมเลกุลแก๊สที่เป็นไปตามกฎต่าง ๆ ที่สรุปออกมาอยู่ในรูปของสมการเป็นหลัก จึงทำให้นักเรียนไม่ได้ลงมือปฏิบัติและเรียนรู้ด้วยตนเอง สอดคล้องกับ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2554) ที่กล่าวว่าการสอนที่เน้นการบรรยายเพื่อถ่ายโอนความรู้ให้แก่นักเรียน เน้นการท่องจำสูตร และการแทนค่าในสมการให้ถูกต้อง ทำให้ผู้เรียนไม่สามารถสร้างคำอธิบายในการตอบคำถามเชิงเหตุผลได้ หรือคำตอบที่แสดงเหตุผลประกอบมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนรวมอยู่ด้วย

2) เนื้อหาเรื่อง ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส โดยธรรมชาติของการทดสอบและการวัดผลเน้นการท่องจำ คำนวณหาคำตอบตามกฎ และไม่ได้เน้นการประเมินด้านมโนทัศน์ จึงทำให้นักเรียนให้ความสำคัญกับการท่องจำและคำนวณทางคณิตศาสตร์เพื่อแก้โจทย์ปัญหามากกว่าการทำความเข้าใจในมโนทัศน์

2. ด้านเจตคติต่อการเรียนฟิสิกส์

จากผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้กลวิธีการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์มีคะแนนเฉลี่ยเจตคติต่อการเรียนฟิสิกส์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 3 และเมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยเจตคติต่อการเรียนฟิสิกส์หลังเรียนระหว่างนักเรียนที่เรียนโดยใช้กลวิธีการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์กับนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบทั่วไป พบว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้กลวิธีการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัควิสต์มีคะแนนเฉลี่ยเจตคติต่อการเรียนฟิสิกส์หลังเรียนสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยวิธีการสอนแบบทั่วไป ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 4 ทั้งนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Ursula and Alphonsus (2014) ที่ทดลองใช้รูปแบบการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ในวิชาฟิสิกส์กับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย ซึ่งผลการวิจัยพบว่านักเรียนมีความสนใจเรียนในวิชาฟิสิกส์สูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมที่เรียนโดยใช้วิธีสอนแบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Tabago (2011) ที่ได้ทดลองใช้รูปแบบการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ในวิชาฟิสิกส์เพื่อพัฒนาเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ ซึ่งผลการวิจัยพบว่านักเรียนมีเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์สูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และสามารถอภิปรายได้ดังนี้

การจัดการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์เปิดโอกาสและส่งเสริมให้นักเรียนสร้างความรู้ด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนเกิดการปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญา (ทิศนา แขมมณี, 2556) การส่งเสริมให้ผู้เรียนเรียนรู้และเกิดกระบวนการคิดในระหว่างกิจกรรมการเรียนการสอน ทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้ความเข้าใจด้วยตัวของผู้เรียนเอง ไม่ใช่การท่องจำหรือการที่ครูอธิบายความรู้โดยตรง ทำให้ผู้เรียนตระหนักถึงความรู้ที่ตนได้รับ อีกทั้งในขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนตามกลวิธีการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ เน้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมต่อกิจกรรม มีโอกาสแลกเปลี่ยนแสดงความคิดเห็นร่วมกัน ทำให้เกิดเจตคติที่ดีต่อการทำงานร่วมกันและตระหนักถึงความสำคัญของการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์ และในขั้นสุดท้ายของการจัดการเรียนการสอนยังส่งเสริมให้ผู้เรียนนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันเป็นการแสดงให้เห็นถึงความรู้ที่ได้จากการเรียนสามารถนำไปใช้อธิบายและแก้ปัญหาต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันได้ ซึ่งเป็นการสร้างความตระหนักแก่ผู้เรียนให้เห็นความสำคัญของการเรียนฟิสิกส์และส่งเสริมพัฒนาให้ผู้เรียนเกิดเจตคติที่ดีต่อการเรียนฟิสิกส์

ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ไสว บรรณาลัย (2547) ที่ได้ศึกษาผลการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนวัดปากน้ำวิทยาคม จำนวน 19 คน โดยผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .05 ทั้งนี้สาเหตุมาจากนักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ เรียนรู้ด้วยตนเอง และได้ทำกิจกรรมที่หลากหลาย ร่วมอภิปราย ทำให้กล้าแสดงออก จึงทำให้นักเรียนมีความชอบในการเรียนวิชาฟิสิกส์

อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยเจตคติต่อการเรียนฟิสิกส์แบบแยกตามองค์ประกอบของเจตคติระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม พบว่า ด้านความรู้สึก นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ย 35.60 คะแนน ซึ่งสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่มีคะแนนเฉลี่ย 33.18 คะแนน แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สามารถอภิปรายได้ว่า องค์ประกอบที่เกี่ยวกับด้านความรู้สึกเป็นอารมณ์ ความรู้สึกที่ถูกเร้าจากการรับรู้โดยเมื่อรู้สิ่งใดจะทำให้เกิดความรู้สึกในทางดีหรือไม่ดี หากรู้สึกไม่ดีต่อสิ่งนั้นก็จะมีผลให้ไม่ชอบและเกิดความไม่พอใจในสิ่งนั้น (Bagozzi & Burnkrant ; McGuire อ้างถึงใน Reid (2006)) และเมื่อพิจารณาข้อคำถามของแบบวัดเจตคติต่อการเรียนฟิสิกส์ด้านองค์ประกอบด้านความรู้สึกในงานวิจัยครั้งนี้ พบว่านักเรียนส่วนใหญ่รู้สึกกังวล และเครียดทุกครั้งที่ครูตั้งคำถาม ทั้งนี้เนื่องจากการวิจัยในครั้งนี้มีการใช้คำถามในแต่ละขั้นตอนของการสอนและเน้นให้นักเรียนตอบคำถามมากกว่าการสอนแบบทั่วไป ซึ่งโดยปกตินั้นนักเรียนมีความคุ้นเคยกับการสอนฟิสิกส์แบบทั่วไปที่ครูมีลักษณะเป็นศูนย์กลางในการจัดการเรียนรู้ เน้นการบรรยายเพื่อถ่ายโอนความรู้ให้กับนักเรียน (สิปปนนท์ เกตุทัต และคณะ (2544) ; สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2554)) ด้วยสาเหตุดังกล่าวจึงทำให้คะแนนเจตคติต่อการเรียนฟิสิกส์ขององค์ประกอบด้านความรู้สึกของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ข้อเสนอแนะ

การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้กลวิธีการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์เป็นรูปแบบหนึ่งที่สามารถนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนในวิชาฟิสิกส์ได้ เนื่องจากขั้นตอนของกลวิธีการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์มีขั้นตอนการสอนที่ชัดเจน ซึ่งเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการจัดการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาให้ผู้เรียนมีมโนทัศน์ฟิสิกส์และเกิดเจตคติที่ดีต่อการเรียนฟิสิกส์ ซึ่งผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะดังนี้

1. ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1) ในการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์ตามแนวทางของกลวิธีการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์เพื่อพัฒนาให้ผู้เรียนมีมโนทัศน์ฟิสิกส์ที่ถูกต้อง ก่อนการจัดการเรียนการสอนครูต้องทำความเข้าใจเนื้อหาที่ถูกต้องสำหรับการสอน โดยศึกษาค้นคว้าจากเอกสาร ตำราต่าง ๆ ทั้งในและต่างประเทศ

1.2) การตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียน หากครูใช้คำถามเพียงอย่างเดียวพบว่าไม่สามารถตรวจสอบความรู้เดิมของผู้เรียนทุกคนได้ ครูควรให้นักเรียนทุกคนเขียนอธิบายลงสมุดจดบันทึกของตนเองและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างกันเพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนทุกคนก่อนที่จะดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนขั้นต่อไป

1.3) การให้นักเรียนแบ่งกลุ่มด้วยตนเองในขั้นเน้นมโนทัศน์เป้าหมายค่อนข้างใช้เวลานานพอสมควร ครูควรแบ่งกลุ่มให้นักเรียนเพื่อรักษาเวลาโดยพิจารณาจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนซึ่งแต่ละกลุ่มต้องมีสมาชิกที่เก่ง ปานกลาง และอ่อนเท่า ๆ กัน และเมื่อให้นักเรียนทำกิจกรรมด้วยตนเองครูควรบริหารจัดการเวลาให้ดีและคอยให้คำปรึกษาแนะนำตลอดการทำกิจกรรม

1.4) ในขั้นสุดท้ายของการจัดการเรียนการสอนตามแนวทางดังกล่าว ครูควรยกตัวอย่างหรือกำหนดสถานการณ์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของผู้เรียนให้มากที่สุด ซึ่งจะส่งผลให้ผู้เรียนตระหนักถึงประโยชน์ของการเรียนวิชาฟิสิกส์

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยในครั้งต่อไป

2.1) ควรทำการศึกษาวิจัยการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์โดยใช้กลวิธีการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ในเนื้อหาอื่นๆของรายวิชาฟิสิกส์ เช่น กลศาสตร์ พร้อมทั้งวิจัยกับรายวิชาวิทยาศาสตร์สาขาอื่น ๆ เช่น เคมี ชีววิทยา และวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ทั้งในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นและมัธยมศึกษาตอนปลาย เพื่อพัฒนาให้ผู้เรียนมีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องและเกิดเจตคติที่ดีต่อการเรียนรายวิชานั้นๆ

2.2) จากการวิจัยพบว่า ในระหว่างการจัดการเรียนการสอนตามแนวทางของกลวิธีการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ นักเรียนได้ทำกิจกรรมร่วมกันและมีปฏิสัมพันธ์ที่ดีภายในชั้นเรียน ผู้วิจัยจึงมีข้อเสนอแนะให้ศึกษาตัวแปรอื่น ๆ เช่น ความสามารถในการทำงานร่วมกัน หรือเจตคติต่อการทำงานเป็นกลุ่ม นอกจากนี้ยังพบว่า ขั้นตอนการสอนเปิดโอกาสให้นักเรียนตอบคำถามเชิงปลายเปิด และวิเคราะห์ปัญหาจากสถานการณ์ต่าง ๆ จากการวิจัยพบว่า นักเรียนมีคำตอบที่หลากหลาย สำหรับการวิจัยครั้งต่อไปควรศึกษาความสามารถในการวิเคราะห์

2.3) การสร้างแบบวัดมโนทัศน์แบบเลือกตอบแบบสามตอน (Three-Tier test) มีข้อจำกัด คือ คำตอบเชิงเหตุผลในตอนที่ 2 บางข้อมีการชี้นำคำตอบให้กับนักเรียน ทำให้นักเรียนสามารถคาดเดาคำตอบได้ สำหรับการวิจัยครั้งต่อไป ควรสร้างแบบวัดเชิงเหตุผลแบบปรนัย 4 ตัวเลือกและเพิ่มตัวเลือกที่ 5 ซึ่งมีลักษณะแบบเขียนตอบ ทั้งนี้เพื่อให้นักเรียนได้แสดงคำตอบจากความเข้าใจที่มีของตนเองและไม่เป็นการจำกัดความคิดของนักเรียน ส่วนแบบวัดในตอนที่ 3 การสำรวจความมั่นใจในการเลือกตอบแบบวัดตอนที่ 1 และ 2 ควรแบ่งเป็นความมั่นใจออกเป็นสเกลหลายระดับ เพื่อให้นักเรียนได้แสดงความมั่นใจในการเลือกตอบแบบวัดให้สอดคล้องกับความเป็นจริงมากที่สุด

รายการอ้างอิง

Ajzen, I., & Fishbein, M. (2000). Attitudes and the attitude-behavior relation: Reasoned and automatic processes. *European review of social psychology,* 11(1), 1-33.

Alwan, A. A. (2011). Misconception of heat and temperature among physics students. *Procedia-Social and Behavioral Sciences,* 12.

Baser, M., & Geban, Ö. (2007). Effectiveness of conceptual change instruction on understanding of heat and temperature concepts. *Research in Science & Technological Education,* 25(1), 115-133.

Caleon, I., & Subramaniam, R. (2010). Development and Application of a Three-Tier Diagnostic Test to Assess Secondary Students' Understanding of Waves. *International Journal of Science Education,* 32(7), 939-961.

Çalik, M., Ayas, A., & Coll, R. K. (2010). Investigating the effectiveness of teaching methods based on a four-step constructivist strategy. *Journal of Science Education and Technology,* 19(1), 32-48.

Çalık, M., Ayas, A., Coll, R. K., Ünal, S., & Coştu, B. (2007). Investigating the effectiveness of a constructivist-based teaching model on student understanding of the dissolution of gases in liquids. *Journal of Science Education and Technology,* 16(3), 257-270.

Campbell, D. T., & Stanley, J. C. (1963). *Experimental and quasi-experimental designs for research on teaching. In N. L. Gage (Ed.), Handbook of research on teaching (pp.* 171–246). Chicago, IL: Rand McNally.

Cronbach, L. J. (1970). *Essentials of psychological testing*: Harper & Row New York.

Cruickshank, & al., D. R. e. (1995). *The Act of teaching*. New York: McGraw-Hill.

Eryilmaz, A. (2002). Effects of Conceptual Assignments and Conceptual Change Discussions on Students' Misconceptions and Achievement Regarding Force and Motion. *Journal of Research in Science Teaching,* 39(10), 1001–1015.

Geban, M. B. Ö. (2007). Effectiveness of conceptual change instruction on understanding of heat and temperature concepts. *Research in Science & Technological Education,* 25(1), 115–133.

Gurcay, D., & Gulbas, E. (2015). Development of three-tier heat, temperature and internal energy diagnostic test. *Research in Science & Technological Education,* 33(2), 197-217.

Haladyna, T., & Shaughnessy, J. (1982). Attitudes toward science: A quantitative synthesis. *Science Education,* 66(4), 547-563.

Halloun, I. a. a. e., D. (1985). "Common Sense Concepts about Motion." *The American Journal of Physics*, 1056-1065.

Hançer, A. H., & Durkan, N. (2008). Turkish Pupils Understanding of Physical Concept: Force and Movement. *World Applied Sciences Journal,* 3(1), 45-50.

Huseyin, k., & Sabri , k. (2007). Secondary School Student' Misconception about Simple electric Circuits. *Turkish Science Education,* 4, 67-82.

İpek, H., & Calik, M. (2008). Combining Different Conceptual Change Methods within Four-Step Constructivist Teaching Model: A Sample Teaching of Series and Parallel Circuits. *International Journal of Environmental and Science Education,* 3(3), 143-153.

Jacobson, W. J. (1990). *Science for Children a Book for Teachers*. New Jersey: Prentice Hall.

Klopfer, L. E. (1971). *Evaluation of learning in science*. New York: McGraw-Hill.

Kurt, S., & Ayas, A. (2012). Improving students' understanding and explaining real life problems on concepts of reaction rate by using a four step constructivist approach. *Energy Education Science and Technology Part B: Social and Educational Studies,* 4(2), 979-992.

Lawson. (1995). *science teaching and the development of thinking*: Belmont : Wadswort.

Lawson. (2000). What kinds of scientific concepts exist? Concept construction and intellectual development in college biology. *Journal of Research in Science Teaching,* 37(9), 996-1018.

Llewellyn, D. (2005). *Teaching high school science through inquiry: A case study approach*: Corwin Press.

McGuire, W. J. (1969). *The Nature of Attitudes and Attitude Change*. Massachusetts.

National science education standards (Ed.) (1996). *National Research Council*. Washington, DC: National acedamic press.

Odum, A. L. a. K., P.V. (2001). Integrating Concept Mapping and The Learning Cycle to Teach Diffusion and Osmosis Concept to High School Biology Students. *Science Education,* 85, 615-635.

OECD. (2009). PISA 2009 Assessment Framework: Key Competencies in Reading, Mathematics and Science. Retrieved from http://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/44455820.pdf

Osborne, R. a. F., P. (1985). *Learning in Science : The Implication of Childern's Science*. London : Heinemann Publisher.

Peşman, H., & Eryılmaz, A. (2010). Development of a three-tier test to assess misconceptions about simple electric circuits. *The Journal of Educational Research,* 103(3), 208-222.

Piaget, J. (1969). The child's conception of time (AJ Pomerans, Trans.). *New York: Ballantine (Original work published* 1946*a).*

Reid, N. (2006). Thoughts on attitude measurement. *Research in Science & Technological Education,* 24(1), 3-27.

Romey, W. D. (1968). *Inquiry Techniques for Teaching Science*. New Jersey: Prentice - Hall.

Serway, R. A., & Vuille, C. (2012). *College Physics*: Charles Hartford

Simpson, R. D., Koballa, T., Oliver, J. S., & Crawley, F. (1994). Research on the affective dimension of science learning. *Handbook of research on science teaching and learning*, 211-234.

Smith, P. L., & Ragan, T. J. (2005). *Instructional Design* (3rd ed.). New Jersey: John Wiley & Sons.

Stiggins, R. J. (1994). *Student-Centered Classroom Assesment.* NewYork: Maxwell Macmillan College Publishing Company.

Tabago, C. (2011). The Effectiveness of Constructivist Approach-Based Experiments in Teaching Selected Physics Concepts. *IAMURE International Journal of Multidisciplinary Research,* 2(1).

Tanahoung, C., Chitaree, R., & Soankwan, C. (2010). Probing thai freshmen science students' conceptions of heat and temperature using open-ended questions: a case study. *Eurasian Journal of Physics and Chemistry Education,* 2(2), 82-94.

Taslidere, E. (2016). Development and use of a three-tier diagnostic test to assess high school students' misconceptions about the photoelectric effect. *Research in Science & Technological Education,* 34(2), 164-186.

Tsai, C. C., & Chou, C. (2002). Diagnosing students' alternative conceptions in science. *Journal of computer assisted learning,* 18(2), 157-165.

Ursula, A. N., & Alphonsus, O. O. (2014). The Effect of Constructivist Teaching Model on SSS Physics Students' Achievement and Interest. *IOSR Journal of Research & Method in Education,* 4(1), 35-38.

Weil, M., & Joyce, B. (1980). *Information processing model of teaching*. New Jersey: Prentice-Hall.

กรรณิกา แจ้งหมื่นไวย. (2534). การวิเคราะห์มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กรุงเทพมหานคร. (ครุศาสตรมหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว

ชุติมา รอดสุด. (2550). ผลของการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรักติวิสต์ที่มีต่อมโนทัศน์ชีววิทยาและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงอุปนัยของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย. (ครุศาสตรมหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ทบวงมหาวิทยาลัย. (2525). ชุดการเรียนการสอนสำหรับครูวิทยาศาสตร์ เล่ม 1 คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ กรุงเทพมหานคร

ทิศนา แขมมณี. (2556). ศาสตร์การสอน : องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ธีรวุฒิ เอกะกุล. (2550). การวัดเจตคติ/*Measurement of Attitude*. อุบลราชธานี: วิทยาออฟเซทการพิมพ์.

พงศ์พรหม พรเพิ่มพูน. (2556). ผลของการใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาทที่มีต่อมโนทัศน์เรื่องการรักษาดุลยภาพของร่างกายและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย. (ครุศาสตรมหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2548). วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์เจริญผล.

พิมพันธ์ เดชะคุปต์. (2550). ปรับเปลี่ยนวิธีเรียน เปลี่ยนวิธีสอน วิทยาศาสตร์สู่ห้องเรียนแห่งการคิด. กรุงเทพมหานคร สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ.

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และพเยาว์ ยินดีสุข. (2548). วิธีวิทยาการสอนวิทยาศาสตร์ทั่วไป. กรุงเทพมหานคร: พัฒนาคุณภาพวิชาการ.

มรีจิ คงทรัตน์. (2553). ผลของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้เทคนิคแนวเทียบร่วมกับวงจรการเรียนรู้ *5E* ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น. (ครุศาสตรมหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

มังกร ทองสุขดี. (2535). การสอนวิทยาศาสตร์ในชั้นประถมศึกษา กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

มารีรัตน์ กระต่ายทอง. (2554). ผลของการใช้รูปแบบการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรักติวิสต์ที่มีต่อมโนทัศน์เรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก และทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น. (ครุศาสตรมหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ราชบัณฑิตยสถาน. (2551). พจนานุกรมศัพท์ศึกษาศาสตร์ ฉบับราชบัณฑิตยสถาน. กรุงเทพมหานคร: อรุณการพิมพ์.

ล้วน สายยศ, & อังคณา สายยศ. (2543). การวัดด้านจิตพิสัย. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

วัชรสันต์ อินธิสาร. (2547). ผลของการพัฒนามโนทัศน์ทางเรขาคณิตและเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยใช้โปรแกรม *Geometer's Sketchpad.* (ครุศาสตรมหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วีระชาติ สวนไพรินทร์. (2531). การสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศิริชัย กาญจนวาสี. (2552). ทฤษฎีการประเมิน (Vol. พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สไว บรรณาลัย. (2547). ผลการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนวัดปากน้ำวิทยาคม กรุงเทพมหานคร (ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. (2559). ผลการทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2559. Retrieved from http://www.niets.or.th/th/

สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. (2560). ค่าสถิติพื้นฐานผลคะแนนการทดสอบวิชาสามัญ 9 วิชา. ปีการศึกษา 2560 จำแนกตามวิชา. Retrieved from http://www.niets.or.th.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2545). คู่มือวัดและประเมินผลวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2554). สอนฟิสิกส์อย่างไรให้ผู้เรียนเข้าใจจริง.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). การศึกษาแนวโน้มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์นานาชาติ. Retrieved from http://www3.ipst.ac.th/files/TIMSS2077

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2556). หนังสือเรียนรายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภา ลาดพร้าว.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2557). ผลการประเมิน *PISA* 2012. กรุงเทพฯ: ห้างหุ้นส่วนจำกัด อรุณการพิมพ์.

สัมภาษณ์ คมกฤษณ์ ติณจินดา. (2559, 24 กันยายน). ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสตรีวัดมหาพฤฒาราม ในพระบรมราชินูปถัมภ์.

สัมภาษณ์ พรเจริญ ผลโทัยดำเกิง. (2559, 26 กันยายน). อาจารย์ประจำภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สิปปนนท์ เกตุทัต และคณะ. (2544). การปฏิรูปวิทยาศาสตร์ศึกษา : กรณีศึกษาเวียดนาม. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภา ลาดพร้าว.

สุดา จันทราช. (2559). ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่มีต่อการแก้โจทย์ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปี ที่ 5 โรงเรียนปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา. วารสารศึกษาศาสตร์ มสธ., 107-115.

สุรวิทย์ วงศ์ศรี. (2536). การศึกษามโนทัศน์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในจังหวัดชัยภูมิ. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศิลปศาสตรมหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุระ วุฒิพรหม. (2549). ทางเลือกใหม่ของการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ฟิสิกส์ เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง. Retrieved from http://penthai.sc.mahidol.ac.th/html/articles/articles_sura.html

สุวิไล เรียงวัฒนสุข. (2535). จิตวิทยาสังคม. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ก
รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์

1. ดร.ประมวล ศิริผันแก้ว
   อาจารย์ผู้เชี่ยวชาญพิเศษสาขาฟิสิกส์
   สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ พรเจริญ ผโลทัยดำเกิง
   อาจารย์ประจำภาควิชาฟิสิกส์
   คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
3. ครูคมกฤษณ์ ติณจินดา
   ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
   โรงเรียนสตรีวัดมหาพฤฒารามในพระบรมราชินูปถัมภ์

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจแผนการจัดการเรียนรู้แบบทั่วไป

1. ดร.ประมวล ศิริผันแก้ว
   อาจารย์ผู้เชี่ยวชาญพิเศษสาขาฟิสิกส์
   สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ พรเจริญ ผโลทัยดำเกิง
   อาจารย์ประจำภาควิชาฟิสิกส์
   คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
3. ครูคมกฤษณ์ ติณจินดา
   ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
   โรงเรียนสตรีวัดมหาพฤฒารามในพระบรมราชินูปถัมภ์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจแบบวัดมโนทัศน์ฟิสิกส์ เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส

1. ดร.ประมวล ศิริผันแก้ว
   อาจารย์ผู้เชี่ยวชาญพิเศษสาขาฟิสิกส์
   สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ พรเจริญ ผโลทัยดำเกิง
   อาจารย์ประจำภาควิชาฟิสิกส์
   คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฏฐภรณ์ หลาวทอง
   อาจารย์ประจำสาขาการวัดและประเมินผลการศึกษา
   คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
4. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ปัญญา แขน้ำแก้ว
   อาจารย์ประจำภาควิชาฟิสิกส์
   คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจแบบวัดเจตคติต่อการเรียนฟิสิกส์

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฏฐภรณ์ หลาวทอง
   อาจารย์ประจำสาขาการวัดและประเมินผลการศึกษา
   คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2. อาจารย์วรรณา นาคศรีอาภรณ์
   อาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
   โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม
3. ครูคมกฤษณ์ ติณจินดา
   ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
   โรงเรียนสตรีวัดมหาพฤฒารามในพระบรมราชินูปถัมภ์

ภาคผนวก ข
เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล

1. แบบวัดมโนทัศน์ฟิสิกส์ เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส

2. แบบวัดเจตคติต่อการเรียนฟิสิกส์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตัวอย่างแบบวัดมโนทัศน์ฟิสิกส์ เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส

คำชี้แจง

1. แบบวัดมโนทัศน์ เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย 3 ตอน โดยแต่ละข้อประกอบด้วย 3 ตอน ดังนี้

   ตอนที่ 1 มีลักษณะเป็นข้อคำถามเชิงเนื้อหา ซึ่งเป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก

   ตอนที่ 2 มีลักษณะเป็นข้อคำถามเชิงเหตุผล ในการเลือกตัวเลือกของคำถามในตอนที่ 1

   ตอนที่ 3 มีลักษณะเป็นข้อคำถาม ถามความมั่นใจในการเลือกคำตอบใน 2 ข้อแรก ซึ่งเป็นแบบเลือกตอบแบบ 2 ตัวเลือก

2. แบบวัดมโนทัศน์ เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส ประกอบด้วยคำถามจำนวน 20 ข้อ

3. การทำแบบวัดมโนทัศน์ ให้นักเรียนเลือกตอบคำตอบที่ถูกต้องที่สุดในตอนที่ 1 และ 2 และเลือกคำตอบให้ตรงกับความเป็นจริงมากที่สุดในตอนที่ 3 โดยให้ตอบคำถามลงในกระดาษคำตอบที่แจกให้

4. ห้ามขีดเขียนลงในกระดาษข้อสอบแบบวัดมโนทัศน์

5. เวลาที่ใช้ในการทำแบบวัดมโนทัศน์ คือ 50 นาที

6. ให้นักเรียนทำแบบวัดมโนทัศน์ให้ครบทุกข้อ และส่งแบบวัดมโนทัศน์และกระดาษคำตอบคืนผู้คุมสอบ เมื่อครบเวลาที่กำหนด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตัวอย่างการทำแบบวัดมโนทัศน์ฟิสิกส์

ข้อที่	ตอนที่ 1 (คำถามเชิงเนื้อหา)				ตอนที่ 2 (คำถามเชิงเหตุผล)				ตอนที่ 3 (ความมั่นใจ)	
	ก	ข	ค	ง	ก	ข	ค	ง	มั่นใจ	ไม่มั่นใจ
1	×					×			×	

1. วัตถุสองชิ้นทำจากวัสดุต่างชนิดกัน มีมวลต่างกัน เมื่อวัตถุทั้งสองชิ้นได้รับการสัมผัสระหว่างกัน พบว่า วัตถุมีการถ่ายโอนความร้อนเกิดขึ้น ปัจจัยใดที่ส่งผลต่อการถ่ายโอนความร้อนระหว่างวัตถุทั้งสอง (ความร้อน)

ก. อุณหภูมิ

ข. ความดัน

ค. มวล

ง. คุณสมบัติเฉพาะตัวของวัตถุ

สาเหตุที่เลือกตอบ

ก. พลังงานความร้อนจะถ่ายโอนจากวัตถุที่มีมวลมากไปยังบริเวณที่มีมวลน้อย

ข. ความร้อนจะถ่ายโอนจากวัตถุที่มีความดันสูงไปยังบริเวณที่มีวัตถุที่มีความดันต่ำ

ค. ความร้อนจะถ่ายโอนจากบริเวณที่มีอุณหภูมิสูงกว่าไปยังบริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า

ง. พลังงานความร้อนจะถ่ายโอนได้ขึ้นอยู่กับลักษณะและคุณสมบัติเฉพาะตัวของวัตถุชนิดนั้นๆ

นักเรียนมั่นใจในคำตอบทั้งสองข้อหรือไม่

1) มั่นใจ

2) ไม่มั่นใจ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2. ข้อใดต่อไปนี้ กล่าวถึง *อุณหภูมิ* ได้อย่างถูกต้อง (อุณหภูมิ)

ก. ความร้อน

ข. พลังงานรูปหนึ่ง

ค. สิ่งที่บ่งบอกปริมาณความร้อนของวัตถุ

ง. *ปริมาณที่ใช้บอกระดับความร้อน*

สาเหตุที่เลือกตอบ

ก. อุณหภูมิเป็นพลังงานรูปหนึ่ง ซึ่งสามารถเปลี่ยนรูปได้ในรูปของพลังงานความร้อน

ข. การสัมผัสวัตถุด้วยประสาทสัมผัส ทำให้เราสามารถบอกได้ว่าวัตถุใดมีอุณหภูมิสูงหรือต่ำกว่ากัน

ค. ความร้อนและอุณหภูมิคือสิ่งเดียวกัน เมื่ออุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้น ปริมาณความร้อนก็มีค่ามากขึ้นตามไปด้วย

ง. *เมื่อวัตถุได้รับความร้อนจะทำให้โมเลกุลเคลื่อนที่เร็วขึ้น มีผลทำให้พลังงานจลน์เฉลี่ยของโมเลกุลมากขึ้นด้วย ส่งผลให้วัตถุร้อนขึ้น*

นักเรียนมั่นใจในคำตอบทั้งสองข้อหรือไม่

1) มั่นใจ

2) ไม่มั่นใจ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3. เมื่อให้ความร้อนปริมาณเท่ากันแก่ลูกเหล็กชนิดเดียวกันที่มีมวลต่างกันสามลูก พบว่า อุณหภูมิของลูกเหล็กลูกที่ 1 มีการเปลี่ยนแปลงเร็วที่สุด ลูกที่ 2 รองลงมา และลูกที่ 3 มีอุณหภูมิเปลี่ยนแปลงช้าที่สุด ปัจจัยใดที่ทำให้ลูกเหล็กทั้งสามถึงมีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิที่แตกต่างกัน (ความจุความร้อน)

ก. ความดัน

ข. ความร้อน

ค. ชนิดของวัสดุ

ง. มวลของวัตถุ

สาเหตุที่เลือกตอบ

ก. วัสดุที่ใช้ทำลูกเหล็กมีสมบัติการนำความร้อนที่แตกต่างกัน โดยลูกเหล็กที่นำความร้อนได้ดี จะมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิที่ดีกว่า

ข. ความจุความร้อนต่างกัน และจากนิยามของความจุความร้อน พบว่าการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสารขึ้นอยู่กับมวล

ค. ความจุความร้อนเท่ากัน และจากนิยามของความจุความร้อน พบว่าการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสารขึ้นอยู่กับปริมาณความร้อนที่สารได้รับ

ง. ความจุความร้อนต่างกัน และจากนิยามของความจุความร้อน พบว่าการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสารขึ้นอยู่กับความดันของบรรยากาศ ณ ขณะนั้น

นักเรียนมั่นใจในคำตอบทั้งสองข้อหรือไม่

1) มั่นใจ

2) ไม่มั่นใจ

4. เมื่อนำเหล็กและตะกั่วที่มีมวลเท่ากันและมีอุณหภูมิเท่ากัน มาวางไว้ภายในห้อง หลังจากนั้นให้ความร้อนแก่แท่งเหล็กและตะกั่วเท่ากัน อุณหภูมิของแท่งเหล็กและตะกั่วหลังจากให้ความร้อนจะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร (เมื่อกำหนดให้เหล็กมีค่าความร้อนจำเพาะคือ 449 J/kg.k และตะกั่วมีค่าความร้อนจำเพาะคือ 129 J/kg.k) (ความร้อนจำเพาะ)

ก. อุณหภูมิไม่เปลี่ยนแปลง

ข. อุณหภูมิของเหล็กสูงกว่าตะกั่ว

ค. อุณหภูมิของเหล็กต่ำกว่าตะกั่ว

ง. อุณหภูมิของเหล็กเท่ากับตะกั่ว

สาเหตุที่เลือกตอบ

ก. เพราะแท่งเหล็กและตะกั่วมีมวลเท่ากัน ดังนั้นเมื่อให้ความร้อนด้วยปริมาณที่เท่ากัน อุณหภูมิเริ่มต้นเท่ากัน และมวลเท่ากัน เหล็กจะมีอุณหภูมิเท่ากับตะกั่ว

ข. เพราะแท่งเหล็กมีความจุความร้อนจำเพาะมากกว่าตะกั่ว ทำให้เหล็กต้องใช้ปริมาณความร้อนมากกว่าตะกั่วในการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ ดังนั้น เมื่อให้ความร้อนด้วยปริมาณที่เท่ากัน อุณหภูมิเริ่มต้นเท่ากัน และมวลเท่ากัน เหล็กจะมีอุณหภูมิน้อยกว่าตะกั่ว

ค. เพราะแท่งเหล็กมีความจุความร้อนจำเพาะมากกว่าตะกั่ว ทำให้เหล็กต้องใช้ปริมาณความร้อนมากกว่าตะกั่วในการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ ดังนั้นเมื่อให้ความร้อนด้วยปริมาณที่เท่ากัน อุณหภูมิเริ่มต้นเท่ากัน และมวลเท่ากัน เหล็กจะมีอุณหภูมิมากกว่าตะกั่ว

ง. เพราะแท่งเหล็กมีความจุความร้อนจำเพาะมากกว่าตะกั่ว ทำให้เหล็กต้องใช้ปริมาณความร้อนน้อยกว่าตะกั่วในการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ ดังนั้นเมื่อให้ความร้อนด้วยปริมาณที่เท่ากัน อุณหภูมิเริ่มต้นเท่ากัน และมวลเท่ากัน เหล็กจะมีอุณหภูมิน้อยกว่าตะกั่ว

นักเรียนมั่นใจในคำตอบทั้งสองข้อหรือไม่

1) มั่นใจ

2) ไม่มั่นใจ

5. เมื่อใช้มือจับโต๊ะไม้และแท่งโลหะในห้องหนึ่งที่มีอุณหภูมิประมาณ 27 ℃ เพราะเหตุใดเราจึงรู้สึกว่าโลหะเย็นกว่าไม้ ทั้งนี้เป็นเพราะสาเหตุใด (การนำความร้อน)

ก. อากาศรอบ ๆ

ข. โลหะย่อมมีอุณหภูมิต่ำกว่าไม้

ค. ปริมาณความร้อนในโลหะน้อยกว่าไม้

ง. ความร้อนจากมือสามารถถ่ายโอนไปสู่โลหะได้ดีกว่าไม้

สาเหตุที่เลือกตอบ

ก. ความร้อนจากตัวเราจะถ่ายโอนไปสู่วัตถุ (เพราะตัวเรามีอุณหภูมิสูงกว่า) โดยโลหะสามารถนำความร้อนได้ดีกว่าไม้เนื่องจากมีอิเล็กตรอนอิสระอยู่มาก ดังนั้นความร้อนจากตัวเราจะถ่ายโอนไปสู่โลหะได้รวดเร็วกว่าไม้

ข. ความร้อนจากตัวเรา (เพราะตัวเรามีอุณหภูมิสูงกว่า) สามารถถ่ายโอนไปสู่โลหะได้ดีกว่าไม้ เนื่องจากปริมาณความร้อนในโลหะน้อยกว่าไม้ ทำให้ความร้อนสามารถถ่ายโอนได้อย่างรวดเร็วผ่านอากาศ

ค. ความร้อนจากตัวเรา (เพราะตัวเรามีอุณหภูมิสูงกว่า) สามารถถ่ายโอนไปสู่โลหะได้ดีกว่าไม้ เนื่องจากความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างสองบริเวณ โดยโลหะมีอุณหภูมิต่ำกว่าไม้เสมอ ดังนั้นโลหะจึงนำความร้อนได้ดีกว่าไม้

ง. ความร้อนจากตัวเรา (เพราะตัวเรามีอุณหภูมิสูงกว่า) สามารถถ่ายโอนไปสู่โลหะได้ดีกว่าไม้ เนื่องจากอากาศมีผลต่อการถ่ายโอนความร้อน โดยอากาศจะนำพาความร้อนจากตัวเราไปสู่โลหะได้ดีกว่าไม้ ดังนั้น ความร้อนจากตัวเราจะถ่ายโอนไปสู่โลหะได้รวดเร็วกว่าไม้

นักเรียนมั่นใจในคำตอบทั้งสองข้อหรือไม่

1) มั่นใจ

2) ไม่มั่นใจ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

6. เมื่อนำลูกโป่งไปแช่ในน้ำอุ่นจะเกิดอะไรขึ้น (กฎของชาร์ล)

ก. ลูกโป่งหดตัว

ข. ลูกโป่งขยายตัว

ค. ไม่มีการเปลี่ยนแปลงใดๆ

ง. ลูกโป่งขยายตัวอย่างรวดเร็ว

สาเหตุที่เลือกตอบ

ก. เมื่อนำลูกโป่งไปแช่น้ำอุ่น ทำให้ปริมาตรของอากาศภายในลูกโป่งจึงเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ลูกโป่งขยายตัว โดยปริมาตรของแก๊สจะแปรผันตรงกับอุณหภูมิสัมบูรณ์

ข. เมื่อนำลูกโป่งไปแช่น้ำอุ่น ทำให้ปริมาตรของอากาศภายในลูกโป่งลดลง ส่งผลให้ลูกโป่งหดตัว โดยปริมาตรของแก๊สจะแปรผกผันกับอุณหภูมิ

ค. เมื่อนำลูกโป่งไปแช่น้ำอุ่น ทำให้ปริมาตรของอากาศภายในลูกโป่งคงที่ ส่งผลให้ลูกโป่งมีปริมาตรเท่าเดิม ดังนั้นลูกโป่งจึงไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงใด ๆ

ง. เมื่อนำลูกโป่งไปแช่น้ำอุ่น ทำให้ปริมาณความร้อนของอากาศภายในลูกโป่งเพิ่มขึ้น ทำให้ลูกโป่งขยายตัวอย่างรวดเร็ว โดยปริมาณความร้อนจะแปรผันตรงกับอุณหภูมิ

นักเรียนมั่นใจในคำตอบทั้งสองข้อหรือไม่

1) มั่นใจ

2) ไม่มั่นใจ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

7. เพราะเหตุใดแก๊สสามารถถูกอัดให้มีปริมาตรลดลงได้ (แบบจำลองของแก๊ส)

ก. โมเลกุลของแก๊สอยู่ใกล้กันมาก

ข. โมเลกุลของแก๊สอยู่ห่างกันมาก

ค. โมเลกุลของแก๊สมีขนาดใหญ่มาก

ง. แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลสูงมาก

สาเหตุที่เลือกตอบ

ก. แก๊สประกอบด้วยโมเลกุลที่มีขนาดเล็กมากและอยู่ห่างกันมาก จนถือว่าไม่มีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างกัน และแก๊สมีช่องว่างระหว่างกันมาก ทำให้สามารถบีบอัดได้

ข. แก๊สประกอบด้วยโมเลกุลที่มีขนาดเล็กมากและอยู่ใกล้กันมาก จนถือว่าไม่มีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างกัน และแก๊สมีช่องว่างระหว่างกันมาก ทำให้สามารถบีบอัดได้

ค. แก๊สประกอบด้วยโมเลกุลที่มีขนาดใหญ่มาก มีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลน้อยมาก และแก๊สมีช่องว่างระหว่างกันมาก ทำให้สามารถบีบอัดได้

ง. แก๊สประกอบด้วยโมเลกุลที่มีขนาดเล็กมาก มีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลสูงมาก และแก๊สมีช่องว่างระหว่างกันมาก ทำให้สามารถบีบอัดได้

นักเรียนมั่นใจในคำตอบทั้งสองข้อหรือไม่

1) มั่นใจ

2) ไม่มั่นใจ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

8. เพราะสาเหตุใด แก๊สที่บรรจุอยู่ในภาชนะปิดจึงมีความดัน (ความดันของแก๊ส)

ก. แรงทางไฟฟ้า

ข. แก๊สมีปริมาตรโดยรวมสูงมาก

ค. <u>การเคลื่อนที่ของโมเลกุลของแก๊ส</u>

ง. แก๊สมีแรงกระทำระหว่างโมเลกุลสูงมาก

สาเหตุที่เลือกตอบ

ก. แก๊สประกอบด้วยโมเลกุลจำนวนมาก และเคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูงตลอดเวลา โดยความดันที่เกิดขึ้นเนื่องจากโมเลกุลของแก๊สเคลื่อนที่ชนกันเอง

ข. แก๊สมีปริมาตรโดยรวมสูงมาก เนื่องจากปริมาตรของแก๊สเป็นปริมาณที่ขึ้นอยู่กับความดัน โดยเมื่อปริมาตรแก๊สสูงมาก แก๊สก็จะมีความดันมากขึ้นตามไปด้วย

ค. <u>แก๊สประกอบด้วยโมเลกุลจำนวนมาก โดยความดันที่ผนังภาชนะ เกิดขึ้นจากโมเลกุลของแก๊สจำนวนมากเคลื่อนที่เข้าชนผนังและกระดอนกลับอย่างต่อเนื่อง</u>

ง. แก๊สประกอบด้วยโมเลกุลที่มีแรงทางไฟฟ้าระหว่างโมเลกุลสูงมาก เมื่อแก๊สชนผนังภาชนะทำให้อำนาจทางไฟฟ้าถูกถ่ายเทพลังงานไปยังผนังภาชนะ ส่งผลต่อการเกิดความดันของแก๊ส

นักเรียนมั่นใจในคำตอบทั้งสองข้อหรือไม่

1) มั่นใจ

2) ไม่มั่นใจ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

9. ขนมปังสองก้อนทำจากวัตถุดิบชนิดเดียวกัน มีมวลขนาดใหญ่และเล็กตามลำดับ เมื่อคนทำขนมปังอบขนมปังทั้งสองก้อนที่อุณหภูมิเดียวกัน นำขนมปังทั้งสองก้อนออกมาจากเตาอบ เมื่อปล่อยให้เวลาผ่านไปเรื่อยๆจนท้ายที่สุดแล้ว ขนมปังทั้งสองก้อนมีอุณหภูมิเป็นอย่างไร (สมดุลความร้อน)

ก. ขนมปังก้อนใหญ่มีอุณหภูมิสูงกว่าขนมปังก้อนเล็ก

ข. ขนมปังก้อนใหญ่มีอุณหภูมิต่ำกว่าขนมปังก้อนเล็ก

ค. ขนมปังก้อนใหญ่และขนมปังก้อนเล็กมีอุณหภูมิเท่ากัน

ง. ข้อมูลไม่เพียงพอ

สาเหตุที่เลือกตอบ

ก. อุณหภูมิของวัตถุเป็นสมบัติเฉพาะตัวของวัตถุนั้นๆ เช่น โลหะจะเย็นกว่าพลาสติกเสมอ

ข. อุณหภูมิของวัตถุขึ้นอยู่กับมวลของวัตถุ โดยวัตถุที่มีมวลขนาดใหญ่จะมีอุณหภูมิสูงกว่าวัตถุที่มีขนาดเล็ก

ค. อุณหภูมิของวัตถุขึ้นอยู่กับมวลของวัตถุ โดยวัตถุที่มีมวลขนาดใหญ่จะมีอุณหภูมิต่ำกว่าวัตถุที่ขนาดเล็ก

ง. อุณหภูมิของวัตถุไม่ได้ขึ้นอยู่กับมวลของวัตถุ โดยเมื่อเวลาผ่านไปอุณหภูมิของขนมปังทั้งสองก้อนมีค่าเท่ากัน เนื่องจากขนมปังทั้งสองต่างก็อยู่ในสมดุลความร้อนกับอุณหภูมิของห้อง

นักเรียนมั่นใจในคำตอบทั้งสองข้อหรือไม่

1) มั่นใจ

2) ไม่มั่นใจ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

10. จากการศึกษาทฤษฎีจลน์ของแก๊สในระดับจุลภาค (microscopic) เพราะเหตุใดเมื่อปริมาตรของแก๊สลดลง ความดันของแก๊สจึงเพิ่มขึ้น (ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส)

ก. อุณหภูมิเพิ่มขึ้น

ข. แก๊สเคลื่อนที่เร็วขึ้น

ค. ปริมาตรแปรผกผันกับความดัน

ง. *จำนวนครั้งที่โมเลกุลของแก๊สชนผนังมากขึ้น*

สาเหตุที่เลือกตอบ

ก. ความดันที่ผนังเกิดจากการเปลี่ยนแปลงปริมาตรของแก๊ส ซึ่งเป็นปริมาณที่แปรผกผันซึ่งกันและกัน

ข. แรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลของแก๊สสูงมาก แก๊สจะเคลื่อนที่เร็วขึ้นส่งผลต่อความดันของแก๊สที่เพิ่มขึ้น

ค. เมื่ออุณหภูมิของแก๊สเพิ่มสูงขึ้น ทำให้โมเลกุลของแก๊สมีพลังงานจลน์เพิ่มขึ้นและวิ่งเข้าชนผนังด้วยอัตราเร็วที่สูงขึ้น ส่งผลให้ความดันเพิ่มขึ้น

ง. *ความดันที่ผนังภาชนะ เกิดขึ้นจากโมเลกุลของแก๊สจำนวนมากเข้าชนผนังและกระดอนกลับอย่างต่อเนื่อง และเมื่อปริมาตรลดลงทำให้จำนวนครั้งที่โมเลกุลของแก๊สชนผนังมากขึ้น ส่งผลให้ความดันเพิ่มขึ้น*

นักเรียนมั่นใจในคำตอบทั้งสองข้อหรือไม่

1) มั่นใจ

2) ไม่มั่นใจ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตัวอย่าง แบบวัดเจตคติต่อการเรียนฟิสิกส์

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

คำชี้แจง

1. แบบสอบถามฉบับนี้มีทั้งหมด 30 ข้อ โปรดอ่านข้อความในแต่ละข้อ แล้วพิจารณาแสดงความคิดเห็นที่มีต่อข้อความนั้นด้วยการทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของนักเรียน

2. แบบสอบถามนี้ไม่มีคำตอบใดถูกหรือผิด นักเรียนสามารถตอบตามความคิดเห็นของผู้เรียนมากที่สุด และแบบสอบถามนี้ไม่มีผลต่อคะแนนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียน

3. ให้นักเรียนใช้เวลาในการตอบแบบสอบถาม 20 นาที

4. ให้นักเรียนตอบแบบสอบถามให้ครบทุกข้อ

ตัวอย่าง การตอบคำถามแบบวัดเจตคติต่อการเรียนฟิสิกส์

ข้อคำถาม	เห็นด้วยอย่างยิ่ง 5	เห็นด้วย 4	ไม่แน่ใจ 3	ไม่เห็นด้วย 2	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง 1
1. ข้าพเจ้ามีความสนใจและพร้อมจะเรียนรู้สิ่งใหม่ๆ ในวิชาฟิสิกส์				✓	

ด้านความรู้

ข้อคำถาม	เห็นด้วยอย่างยิ่ง 5	เห็นด้วย 4	ไม่แน่ใจ 3	ไม่เห็นด้วย 2	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง 1
1. ความรู้ที่ได้จากการเรียนวิชาฟิสิกส์ทำให้รู้วิธีการแก้ปัญหาเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวัน					
2. ความรู้ที่ได้จากการเรียนฟิสิกส์เป็นความรู้พื้นฐาน เพื่อนำไปใช้ในวิชาอื่นๆ ได้เพียงเล็กน้อย					
3. เทคโนโลยีต่างๆในชีวิตประจำวัน ล้วนแล้วแต่มาจากความรู้ทางด้านฟิสิกส์					
4.จากการเรียนวิชาฟิสิกส์ในชั้นเรียน ข้าพเจ้าสามารถนำความรู้ที่ได้ไปบูรณาการกับวิชาอื่นๆ ได้เป็นอย่างดี					
5. ความรู้จากการเรียนฟิสิกส์ เป็นพื้นฐานที่สำคัญในการศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้น					

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ด้านความรู้สึก

ข้อคำถาม	เห็นด้วยอย่างยิ่ง 5	เห็นด้วย 4	ไม่แน่ใจ 3	ไม่เห็นด้วย 2	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง 1
1. ข้าพเจ้ารู้สึกว่าฟิสิกส์เป็นวิชาที่ท้าทายต่อการพิสูจน์เพื่อให้ได้ความรู้ใหม่					
2. ข้าพเจ้ารู้สึกกังวล และเครียดทุกครั้งที่ครูตั้งคำถาม					
3. ข้าพเจ้ามักจะเฝ้ารอชั่วโมงที่มีการทดลองฟิสิกส์เพราะเป็นสิ่งที่ข้าพเจ้าชอบ					
4. ข้าพเจ้ารู้สึกตื่นเต้นทุกครั้งเมื่อครูนำเทคนิคหรือวิธีการใหม่ๆ มาใช้ในการสอนวิชาฟิสิกส์					
5. การจัดการเรียนการสอนสอนของครูในชั่วโมงเรียนฟิสิกส์ทำให้ข้าพเจ้ามักรู้สึกเบื่อหน่าย					

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ด้านพฤติกรรม

ข้อคำถาม	เห็นด้วยอย่างยิ่ง 5	เห็นด้วย 4	ไม่แน่ใจ 3	ไม่เห็นด้วย 2	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง 1
1. ข้าพเจ้าพยายามทำโจทย์ฟิสิกส์ที่ยากๆ จนสามารถหาคำตอบได้ทุกครั้ง					
2. ข้าพเจ้ากระตือรือร้นที่จะหาความรู้ในวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติมตามแหล่งข้อมูลที่ครูแนะนำ					
3. ข้าพเจ้าไม่กล้าถามข้อสงสัยกับครูเกี่ยวกับเรื่องที่เรียนในวิชาฟิสิกส์					
4. ข้าพเจ้าหลีกเลี่ยงการทำโจทย์ฟิสิกส์ที่ครูสั่งให้ทำ					
5. ข้าพเจ้าสามารถตอบปัญหาวิชาฟิสิกส์ของเรื่องที่เรียนจากผลการทดลองที่ได้ปฏิบัติ					

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ค
เครื่องมือที่ใช้ทดลอง

1. ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์
2. ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบทั่วไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แผนการจัดการเรียนรู้

แผนทดลอง กลวิธีการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์

เรื่อง ความจุความร้อนและความร้อนจำเพาะ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม 3 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

เวลา 100 นาที ผู้สอน นายธนธัญ ฝีมือสาร

สาระสำคัญ

เมื่อสารได้รับความร้อนจะทำให้สารมีอุณหภูมิที่เปลี่ยนไป และความร้อนที่ทำให้สารทั้งก้อนมีอุณหภูมิเปลี่ยนไป 1 หน่วย เรียกว่า ความจุความร้อน ส่วนความร้อนที่ทำให้สารนั้น ซึ่งมีมวล 1 หน่วยมีอุณหภูมิเปลี่ยนไป 1 หน่วย เรียกว่า ความร้อนจำเพาะ แทนด้วยสัญลักษณ์ c และมีหน่วยในระบบ SI คือ จูลต่อกิโลกรัม เคลวิน (J/Kg.K)

วัตถุประสงค์การเรียนรู้

เมื่อเรียนจบหน่วยการเรียนรู้นี้แล้ว นักเรียนสามารถ

1. อธิบายความหมายของความจุความร้อนและความร้อนจำเพาะได้
2. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความร้อน มวล ความร้อนจำเพาะและอุณหภูมิได้
3. ทดลองและสามารถจำแนกความแตกต่างระหว่างความจุความร้อนและความร้อนจำเพาะได้
4. คำนวณหาปริมาณที่เกี่ยวข้องกับความจุความร้อนและความร้อนจำเพาะได้
5. ทำงานร่วมกับผู้อื่นได้
6. นำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

สาระการเรียนรู้

ความจุความร้อน (Heat capacity, C) คือ ปริมาณความร้อนที่ทำให้สารทั้งหมดที่กำลังพิจารณา มีอุณหภูมิเปลี่ยนไป 1 เคลวิน

ถ้ากำหนดให้ปริมาณความร้อน ΔQ แก่วัตถุ ทำให้อุณหภูมิของวัตถุเปลี่ยนไป ΔT ดังนั้น ถ้าอุณหภูมิของวัตถุเปลี่ยนไป 1 หน่วย จะใช้ความร้อน C คือ

$$\mathrm{C} = \frac{\Delta Q}{\Delta T}$$ มีหน่วยเป็น จูล/ เคลวิน (J/K)

ความร้อนจำเพาะ (Specific Heat Capacity, c) คือ ปริมาณความร้อนที่ทำให้สารมวล 1 กิโลกรัม มีอุณหภูมิเปลี่ยนไป 1 เคลวิน

$$\mathrm{c} = \frac{\Delta Q}{m\Delta T}$$ มีหน่วยเป็น จูล/กิโลกรัม เคลวิน (J/kg-K)

นั่นคือ เมื่อสารมวล m มีอุณหภูมิเพิ่มจาก T_1 เป็น T_2 และความร้อนจำเพาะมีค่าคงตัว ความร้อนที่สารได้รับ คือ

$$\mathrm{Q} = mc\Delta T$$

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สื่อการเรียนรู้

1. วิดีทัศน์
2. ไฟล์นำเสนอ Powerpoint
3. หนังสือเรียนรายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
4. บีกเกอร์
5. น้ำธรรมดา
6. ตะเกียงแอลกอฮอล์
7. ใบกิจกรรม

<u>กิจกรรมการเรียนรู้</u>

ขั้นตอนที่ 1) ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (eliciting students' pre-existing ideas) (10 นาที)

1. ครูเทน้ำใส่ในบีกเกอร์ แล้วใช้คำถามดังนี้
   - เมื่อต้องการทำให้อุณหภูมิของน้ำเพิ่มขึ้น ต้องทำอย่างไร **(ให้ความร้อนแก่น้ำ เช่น การต้มน้ำ ซึ่งจะทำให้น้ำมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น)**

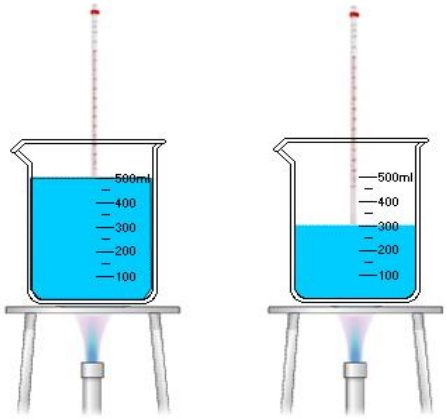
2. ครูเทน้ำใส่บีกเกอร์ 2 ใบ โดยบีกเกอร์ใบแรกมีน้ำอยู่ 500 ml และบีกเกอร์ใบที่ 2 มีน้ำอยู่ 300 ml ซึ่งน้ำในบีกเกอร์ทั้งสองใบมีอุณหภูมิเท่ากัน คือ อุณหภูมิประมาณ 25 ℃ แล้วใช้คำถามดังนี้
   - ถ้าให้ความร้อนแก่บีกเกอร์ทั้งสองใบ โดยให้ความร้อนด้วยตะเกียงแอลกอฮอล์ เมื่อเวลาผ่านประมาณ 10 นาที น้ำในบีกเกอร์ใดมีอุณหภูมิมากกว่ากัน **(บีกเกอร์ที่มีน้ำมวลมากกว่าจะมีอุณหภูมิน้อยกว่า)**
   - เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น **(เมื่อให้ความร้อนเท่าๆกัน บีกเกอร์ที่มีน้ำมวลมากกว่าจะมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิได้ช้ากว่าบีกเกอร์ที่มีน้ำมวลน้อยกว่า)**
   - แล้วปริมาณความร้อนที่ใช้ในการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำทั้งสองบีกเกอร์เท่ากันหรือไม่ อย่างไร **(ไม่เท่ากัน เนื่องจากน้ำที่มีมวลมากกว่าต้องใช้ปริมาณความร้อนมากกว่าในการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ)**

3. ครูชี้แจงนักเรียนว่าในคาบนี้จะมาศึกษา เรื่อง ความจุความร้อน และความร้อนจำเพาะ

ขั้นตอนที่ 2) ขั้นเน้นมโนทัศน์เป้าหมาย (focusing on the target concept) (50 นาที)

1. ครูแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มๆละ 4-6 คน แบบคละความสามารถตามที่ได้แบ่งไว้แล้วในครั้งแรก และให้ศึกษาใบความรู้ที่แจกให้

2. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำกิจกรรมการทดลองด้วยตนเอง โดยให้สังเกตการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิของน้ำ 500 ml ในบีกเกอร์ใบแรก และบีกเกอร์ใบที่ 2 มีน้ำอยู่ 300 ml หลังจากที่บีกเกอร์ทั้งสองใบได้รับความร้อน ดังตัวอย่างแสดงดังรูปด้านล่าง



รูปแสดง การให้ความร้อนแก่น้ำจำนวน 500 ml และ 300 ml

3. ครูให้นักเรียนสังเกตการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำทั้งสองบีกเกอร์ โดยวัดค่าอุณหภูมิตอนเริ่มต้น และเมื่อเวลาผ่านไปประมาณ 2 นาที จากนั้นให้ตอบคำถามในใบกิจกรรม

4. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม เตรียมนำเสนอข้อมูลที่ได้จากการสังเกตและมาอภิปรายร่วมกันในประเด็นดังต่อไปนี้

- เมื่อเวลาผ่านไป 2 นาที น้ำทั้งสองบีกเกอร์จะมีอุณหภูมิเท่ากันหรือไม่ อย่างไร **(อุณหภูมิของน้ำทั้งสองบีกเกอร์ไม่เท่ากัน โดยบีกเกอร์ที่มีน้ำมวลน้อยกว่าจะมีอุณหภูมิสูงกว่า)**
- ดังนั้นความสัมพันธ์ระหว่างมวลของสารและการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิเป็นอย่างไร **(มวลของสารน้อย จะมีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิได้ดีกว่า)**
- นักเรียนคิดว่าบีกเกอร์ใดต้องใช้ปริมาณความร้อนมากกว่ากัน ในการทำให้อุณหภูมิของน้ำเพิ่มขึ้น 1 k **(บีกเกอร์ที่มีน้ำมากกว่า)**
- เพราะเหตุใด **(เมื่อมวลของน้ำมาก ในการทำให้อุณหภูมิของน้ำเพิ่มขึ้นนั้นยากขึ้นตามไปด้วย ดังนั้นต้องใช้ปริมาณความร้อนมากขึ้นเพื่อทำให้อุณหภูมิของน้ำเปลี่ยนแปลงไป)**
- สามารถระบุความสัมพันธ์ระหว่าง ปริมาณความร้อนที่ใช้ในการทำให้อุณหภูมิของน้ำเพิ่มขึ้น 1 k กับมวลของน้ำได้อย่างไร **(มวลของน้ำที่มาก ต้องใช้ปริมาณความร้อนมาก)**

5. ครูอธิบายตัวแปรต่างๆที่ใช้ในการกำหนดปริมาณต่าง ๆ ดังนี้

1) Q แทน ปริมาณความร้อน (J)

2) m แทน มวลของสาร (kg)

3) ΔT แทน อุณหภูมิที่เปลี่ยนไป (K)

6. ครูให้นักเรียนนำตัวแปรต่าง ๆ ที่แทนปริมาณต่าง ๆ ไปเขียนเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรโดยจากการศึกษาการทดลอง สามารถแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความร้อน และการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ คือ $Q \propto \Delta T$

โดยกำหนดให้ ปริมาณความร้อนที่ใช้ในการทำให้สารทั้งหมดมีอุณหภูมิเปลี่ยนไป 1 k

คือ ความจุความร้อน ดังนี้

$c = \frac{\Delta Q}{\Delta T}$ มีหน่วยเป็น จูล/ เคลวิน (J/K)

และเขียนแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความร้อน , มวลของสาร และการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิได้ดังนี้

$m \propto \frac{1}{\Delta T}$

$m \propto Q$

จะได้ $Q \propto m\Delta T$ .....(1)

จาก (1) สามารถเขียนอยู่ในรูปสมการได้ดังนี้ $Q = km\Delta T$ เมื่อ K คือ ค่าคงที่

$k = \frac{Q}{m\Delta T}$

โดยกำหนดให้ ค่าคงที่ (k) คือ ความร้อนจำเพาะ (Specific Heat Capacity, c)

จะได้ว่า $c = \frac{Q}{m\Delta T}$ มีหน่วยเป็น จูล/กิโลกรัม เคลวิน (J/kg-K)

7. ครูสาธิตด้วยการเติมน้ำและน้ำมันมวล 1 kg ลงในบีกเกอร์ แล้วใช้คำถามดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

- ถ้าหากต้องการทำให้น้ำและน้ำมันที่มีมวล 1 kg เท่ากัน มีอุณหภูมิที่เปลี่ยนไป 1 ℃ ต้องใช้ปริมาณความร้อนเท่ากันหรือไม่ **(ปริมาณความร้อนที่ใช้ไม่เท่ากัน)**
- เพราะเหตุใด **(น้ำและน้ำมันเป็นสารคนละชนิด ซึ่งมีสมบัติเฉพาะที่แตกต่างกัน)**
- ดังนั้นแล้วปริมาณความร้อนที่ใช้ในการทำให้อุณหภูมิของสารเพิ่มขึ้น 1 ℃ ขึ้นอยู่กับชนิดสารด้วยใช่หรือไม่ **(ใช่)**

8. ครูอธิบายเพิ่มเติมว่าค่าความร้อนจำเพาะของสารต่าง ๆ มีค่าไม่เท่ากันทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของสารนั้น ๆ และแสดงให้เห็นค่าความร้อนจำเพาะของสารชนิดต่าง ๆ

9. ครูอธิบายและให้ความรู้เรื่องของ ความจุความร้อน และความร้อนจำเพาะของสาร และอธิบายนิยาม จนได้ข้อสรุป ดังนี้ว่าความจุความร้อนขึ้นกับมวลของสาร แต่ถ้าความร้อนจำเพาะขึ้นอยู่กับชนิดของสาร

ขั้นตอนที่ 3) ขั้นท้าทายความคิด (challenging students' ideas) (25 นาที)

1. ครูแสดงค่าความร้อนจำเพาะของสารต่าง ๆ และใช้คำถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน ดังนี้

ค่าความร้อนจำเพาะของสารต่างๆ	
ชนิดของสาร	ความร้อนจำเพาะ (J/kg.℃)
เหล็ก	448
แก้ว	837
น้ำ	4186

ตาราง แสดงค่าความร้อนจำเพาะของสารต่างๆ (Serway and Vuille (2012)

- ถ้ามีวัสดุตัวอย่าง ได้แก่ เหล็ก แก้ว และน้ำ โดยที่วัสดุแต่ละชนิดนั้นมีมวล 1 kg เท่ากัน และมีอุณหภูมิตั้งต้น 10 ℃ เท่ากัน จงเรียงลำดับวัสดุทั้งสามจากอุณหภูมิสูงสุดไปต่ำสุด หลังจากที่วัสดุทั้งสามได้รับพลังงานความร้อน 100 J **(เหล็ก แก้ว และน้ำ ตามลำดับ)**

- เพราะเหตุใด **(เมื่อวัสดุทั้งสามได้รับความร้อนเท่าๆกัน เหล็กซึ่งมีความร้อนจำเพาะน้อยที่สุด จึงมีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิสูงที่สุด ส่วนน้ำมีความร้อนจำเพาะมากที่สุด จึงมีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิต่ำที่สุด)**
- จงเรียงลำดับปริมาณพลังงานที่ถูกถ่ายโอนโดยความร้อนเข้าไปวัสดุทั้งสาม จากมากที่สุดไปน้อยที่สุด ถ้าวัสดุแต่ละชนิดมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น 20 ℃ **(น้ำ แก้ว และเหล็กตามลำดับ)**
- เพราะเหตุใด **(น้ำมีความร้อนจำเพาะมากที่สุด จึงสามารถรับการถ่ายโอนพลังงานได้มากที่สุด รองลงมาคือแก้ว และเหล็กตามลำดับ)**

2. ครูยกสถานการณ์เพิ่มเติม กรณีมีแท่งเหล็ก 2 แท่ง มวล 1 kg และ 2 kg ตามลำดับ แล้วใช้คำถามดังนี้ เมื่อต้องการทำให้แท่งเหล็กทั้งสองมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นเท่ากัน ต้องใช้ความร้อนเท่ากันหรือไม่อย่างไร **(ใช้ความร้อนไม่เท่ากัน เนื่องจาก แท่งเหล็กมวล 2 kg มีมวลมากกว่าและมี ความจุความร้อนมากกว่า จึงต้องใช้ความร้อนมากกว่าในการทำให้อุณหภูมิของแท่งเหล็กเพิ่มขึ้น)**

3. ครูตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน จากประเด็นข้างต้น และหากพบว่ามีนักเรียนบางส่วนที่ยังไม่เข้าใจ ครูอธิบายและให้ความรู้เพิ่มเติม

4. ครูอธิบาย ความหมายของความจุความร้อนและความร้อนจำเพาะได้ เพื่อให้ได้ข้อสรุปที่ชัดเจนยิ่งขึ้น

5. ครูยกตัวอย่าง ค่าความร้อนจำเพาะของสารชนิดต่างๆ พร้อมอธิบายความหมาย

6. ครูยกตัวอย่างการคำนวณความจุความร้อนและความร้อนจำเพาะ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ขั้นตอนที่ 4) ขั้นการประยุกต์ความรู้ (applying newly constructed ideas to similar situation) (15 นาที)

1. ครูยกสถานการณ์ตัวอย่าง ดังนี้ เมื่อนักเรียนไปเที่ยวทะเลกับครอบครัวในช่วงวันหยุด แล้วนักเรียนออกไปเดินเล่นริมทะเล พบว่า ในช่วงเวลากลางวันที่แดดร้อนจัด พื้นทรายริมชายหาดร้อนมากกว่าพื้นน้ำ เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น

รูป 1 แสดงชายหาด

- ช่วงเวลากลางวันที่แดดร้อนจัด เมื่อพื้นทรายและพื้นน้ำได้รับความร้อนจากดวงอาทิตย์ พื้นทรายและพื้นน้ำจะมีอุณหภูมิเท่ากันหรือไม่ อย่างไร **(ตัวอย่างคำตอบ : พื้นทรายและพื้นน้ำจะมีอุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้น เนื่องจากได้รับความร้อนจากแสงอาทิตย์ แต่เนื่องจากพื้นทรายมีความร้อนจำเพาะน้อยกว่าพื้นน้ำ พื้นทรายจึงมีอุณหภูมิสูงกว่าพื้นน้ำ)**

2. ครูแสดงตารางค่าความร้อนจำเพาะของน้ำและทราย เพื่อให้นักเรียนเข้าใจชัดเจนมากขึ้น

3. ครูให้นักเรียนเขียนลงสมุดบันทึก เพื่อจำแนกความแตกต่างระหว่างความจุความร้อนและความร้อนจำเพาะ

4. ครูกำหนดโจทย์ปัญหา เรื่อง ความร้อนจำเพาะและความจุความร้อน แล้วให้นักเรียนช่วยกันแก้ปัญหา พร้อมออกมาแสดงวิธีทำหน้าชั้นเรียน

5. ครูมอบหมายให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดเพิ่มเติมจากในหนังสือเรียนและเอกสารที่แจกให้

การวัดและประเมินผล

วิธีการวัดและประเมินผลการเรียนรู้

การวัด

1. สังเกตจากการตอบคำถามและมีส่วนร่วมในชั้นเรียน
2. ตรวจสอบความถูกต้องจากแบบฝึกหัดหลังเรียน
3. ตรวจสอบความถูกต้องจากใบกิจกรรม

เกณฑ์การประเมินผล

1. นักเรียนสามารถตอบคำถามได้ถูกต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของคำถามทั้งหมด
2. นักเรียนทำแบบฝึกหัดได้ถูกต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 80
3. นักเรียนสามารถรับผิดชอบงานที่ตนเองได้รับมอบหมายได้
4. นักเรียนสามารถทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แผนการจัดการเรียนรู้

แผนทั่วไป วิธีการสอนแบบทั่วไป

เรื่อง ความจุความร้อนและความร้อนจำเพาะ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม 3 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

เวลา 100 นาที ผู้สอน นายธนธัญ ฝีมือสาร

สาระสำคัญ

เมื่อสารได้รับความร้อนจะทำให้สารมีอุณหภูมิที่เปลี่ยนไป และความร้อนที่ทำให้สารทั้งก้อนมีอุณหภูมิเปลี่ยนไป 1 หน่วย เรียกว่า ความจุความร้อน ส่วนความร้อนที่ทำให้สารนั้น ซึ่งมีมวล 1 หน่วยมีอุณหภูมิเปลี่ยนไป 1 หน่วย เรียกว่า ความร้อนจำเพาะ แทนด้วยสัญลักษณ์ c และมีหน่วยในระบบ SI คือ จูลต่อกิโลกรัม เคลวิน (J/Kg.K)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วัตถุประสงค์การเรียนรู้

เมื่อเรียนจบหน่วยการเรียนรู้นี้แล้ว นักเรียนสามารถ

1. อธิบายความหมายของความจุความร้อนและความร้อนจำเพาะได้
2. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความร้อน มวล ความร้อนจำเพาะและอุณหภูมิได้
3. ทดลองและสามารถจำแนกความแตกต่างระหว่างความจุความร้อนและความร้อนจำเพาะได้
4. คำนวณหาปริมาณที่เกี่ยวข้องกับความจุความร้อนและความร้อนจำเพาะได้
5. ทำงานร่วมกับผู้อื่นได้
6. นำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

สาระการเรียนรู้

ความจุความร้อน (Heat capacity, C) คือ ความร้อนที่ทำให้สารทั้งหมดที่กำลังพิจารณามีอุณหภูมิเปลี่ยนไป 1 เคลวิน

ถ้ากำหนดให้ปริมาณความร้อน ΔQ แก่วัตถุ ทำให้อุณหภูมิของวัตถุเปลี่ยนไป ΔT ดังนั้นถ้าอุณหภูมิของวัตถุเปลี่ยนไป 1 หน่วย จะใช้ความร้อน C คือ

$$\mathrm{C} = \frac{\Delta Q}{\Delta T}$$ มีหน่วยเป็น จูล/ เคลวิน (J/K)

ความร้อนจำเพาะ (Specific Heat Capacity, c) คือ ความร้อนที่ทำให้สาร (วัตถุ) มวลหนึ่งหน่วยมีอุณหภูมิเปลี่ยนไปหนึ่งเคลวิน คือ

$$\mathrm{c} = \frac{\Delta Q}{m\Delta T}$$ มีหน่วยเป็น จูล/กิโลกรัม เคลวิน (J/kg-K)

นั่นคือ เมื่อสารมวล m มีอุณหภูมิเพิ่มจาก T1 เป็น T2 และความร้อนจำเพาะมีค่าคงตัว ความร้อนที่สารได้รับ คือ $\mathrm{Q} = mc\Delta T$

สื่อการเรียนรู้

1. ไฟล์นำเสนอ Powerpoint
2. หนังสือเรียนรายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
3. บีกเกอร์
4. น้ำ
5. ตะเกียงแอลกอฮอล์
6. ใบกิจกรรม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นตอนที่ 1) ขั้นนำ (20 นาที)

1. ครูทบทวน ความหมายของความร้อนและอุณหภูมิ ที่นักเรียนได้เรียนผ่านมาในครั้งที่แล้วครูใช้คำถาม ดังนี้
   - ถ้าครูนำน้ำมาต้ม โดยให้ความร้อนจะเกิดอะไรขึ้น **(น้ำมีอุณหภูมิสูงขึ้น)**
   - เราทราบได้อย่างไรว่าน้ำร้อนขึ้น **(เพราะใช้เทอร์โมมิเตอร์วัดอุณหภูมิของน้ำ และพบว่า น้ำมีอุณหภูมิที่สูงขึ้น)**
   - เพราะเหตุใด น้ำจึงมีอุณหภูมิเปลี่ยนไป **(น้ำได้รับความร้อน)**
   - ความร้อนมีผลอย่างไรต่อสาร **(ทำให้สารเปลี่ยนอุณหภูมิ)**
   - นักเรียนคิดว่า ถ้านำวัตถุชนิดเดียวกันสองชิ้นที่มีมวลต่างกัน มาให้ความร้อน วัตถุทั้งสองจะมีอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงไปเท่ากัน หรือไม่อย่างไร **(แนวคำตอบ : ไม่เท่ากัน โดยวัตถุที่มีปริมาณมากกว่า จะมีอุณหภูมิต่ำกว่าวัตถุที่มีปริมาณน้อยกว่า)**
   - ดังนั้น มวลของวัตถุมีผลต่อการเปลี่ยนอุณหภูมิของสารหรือไม่ **(มีผล)**
2. ครูนำอภิปราย ว่าวันนี้จะมาศึกษา ความจุความร้อน และความร้อนจำเพาะ

ขั้นตอนที่ 2) ขั้นกิจกรรม (50 นาที)

1. ครูให้นักเรียนศึกษาใบความรู้ที่แจกให้
2. ครูสาธิตการให้ความร้อนแก่น้ำในบีกเกอร์ที่มีขนาด 500 ml และ 300 ml
3. ครูให้นักเรียนสังเกตการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิของน้ำในบีกเกอร์ทั้งสองใบ แล้วใช้คำถามดังนี้
   - น้ำในบีกเกอร์ใด มีอุณหภูมิสูงขึ้นเร็วกว่า **(บีกเกอร์ขนาด 500 ml)**
   - เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น **(น้ำในบีกเกอร์ขนาด 500 ml มีมวลมากกว่า) ต้องใช้ความร้อนมากกว่า เพื่อทำให้อุณหภูมิของสารเปลี่ยนแปลงไป)**

4. ครูนำอภิปราย เรื่อง ความจุความร้อน ในประเด็นดังต่อไปนี้ ความจุความร้อน (Heat capacity, C) คือ ความร้อนที่ทำให้สารทั้งหมดที่กำลังพิจารณามีอุณหภูมิเปลี่ยนไปหนึ่งหน่วย ถ้าให้ปริมาณความร้อน ΔQ แก่วัตถุ ทำให้อุณหภูมิของวัตถุเปลี่ยนไป ΔT ดังนั้น ถ้าอุณหภูมิของวัตถุเปลี่ยนไป 1 หน่วย จะใช้ความร้อน C กล่าวคือ

$$\mathrm{C} = \frac{\Delta Q}{\Delta T}$$ มีหน่วยเป็น จูล/ เคลวิน (J/K)

5. ครูใช้คำถาม ดังนี้

- ถ้าหากนำสารต่างชนิดกัน เช่น น้ำและน้ำมัน โดยสารทั้งสองมีปริมาณที่เท่ากันมาให้ความร้อนด้วยปริมาณที่เท่ากัน การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสารจะใช้เวลาเท่ากันหรือไม่ อย่างไร **(แนวคำตอบ : ไม่เท่ากัน เพราะสารต่างชนิดกัน)**
- นอกจากมวลของสารที่มีต่อการเปลี่ยนอุณหภูมิแล้ว มีปัจจัยอะไรอีกบ้าง **(ชนิดของสาร)**

6. ครูอธิบาย ถึงปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนอุณหภูมิของสาร และให้ความรู้เรื่อง ความร้อนจำเพาะ ดังนี้ ความร้อนจำเพาะ (Specific Heat Capacity, c) คือ พลังงานความร้อนที่ทำให้สาร (วัตถุ) มวลหนึ่งหน่วยมีอุณหภูมิเปลี่ยนไปหนึ่งเคลวิน คือ

$$\mathrm{c} = \frac{\Delta Q}{m\Delta T}$$ มีหน่วยเป็น จูล/กิโลกรัม เคลวิน (J/kg-K)

นั่นคือ เมื่อสารมวล m มีอุณหภูมิเพิ่มจาก T1 เป็น T2 และความร้อนจำเพาะมีค่าคงตัว ความร้อนที่สารได้รับ คือ $\mathrm{Q} = mc\Delta T$

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

7. ครูให้นักเรียนศึกษาในใบความรู้ เรื่อง ค่าของความร้อนจำเพาะของสารต่าง ๆ และนำอภิปรายจนได้ข้อสรุปว่า ความร้อนจำเพาะเป็นสมบัติเฉพาะตัวของสาร และสารต่างกันมีความร้อนจำเพาะต่างกัน

8. ครูยกตัวอย่างการคำนวณ เรื่อง ความจุความร้อนและความร้อนจำเพาะ

ขั้นตอนที่ 3) ขั้นสรุป (30 นาที)

1. ครูนำสรุปความรู้ความเข้าใจของนักเรียน จนได้ข้อสรุปดังนี้

- ความจุความร้อน หมายถึงอะไร **(ความร้อนที่ทำให้สารทั้งหมดที่กำลังพิจารณามีอุณหภูมิเปลี่ยนไปหนึ่งหน่วย)**
- ความจุความร้อนจำเพาะ หมายถึงอะไร **(ความร้อนที่ทำให้สาร (วัตถุ) มวลหนึ่งหน่วยมีอุณหภูมิเปลี่ยนไปหนึ่งหน่วย)**
- ปริมาณความร้อนของการเปลี่ยนอุณหภูมิของวัตถุหาได้จากความสัมพันธ์ใด (*Q* = *mcΔt*)

2. ครูให้นักเรียนลองฝึกปฏิบัติตามแบบฝึก เรื่อง ความจุความร้อนและความร้อนจำเพาะ
3. ครูให้นักเรียนที่ทำแบบฝึกเสร็จแล้ว ออกมาเฉลยที่หน้ากระดาน และให้เพื่อนนักเรียนช่วยตรวจสอบความถูกต้อง

การวัดและประเมินผล

วิธีการวัดและประเมินผล

1) วัดจากการตอบคำถามในชั้นเรียน

2) วัดจากแบบบันทึกผลปฏิบัติการ

เครื่องมือวัดผล

1) ข้อคำถามที่ใช้ในแผนการจัดการเรียนรู้

2) แบบบันทึกผลปฏิบัติการ

เกณฑ์การประเมินผล

1) นักเรียนมีส่วนร่วมในการตอบคำถามในชั้นเรียนได้ถูกต้องอย่างน้อยร้อยละ 70

2) นักเรียนสามารถทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มได้

3) นักเรียนสามารถรับผิดชอบงานที่ตนเองได้รับมอบหมายได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ง
คุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. แบบวัดมโนทัศน์ฟิสิกส์ เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส
2. แบบวัดเจตคติต่อการเรียนฟิสิกส์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตาราง 15 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างคำถามกับจุดประสงค์ที่ต้องการวัดของแบบวัดมโนทัศน์ฟิสิกส์ เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส (ก่อนเรียน)

ข้อที่	มโนทัศน์	ความชัดเจนของข้อคำถามการใช้ภาษา และความสอดคล้องกับจุดประสงค์				ค่า (IOC)	ความหมาย
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4		
1	ความร้อน	+1	+1	+1	+1	1	วัดได้สอดคล้อง
2	อุณหภูมิ	+1	0	+1	+1	0.75	วัดได้สอดคล้อง
3	ความจุความร้อน	+1	+1	+1	+1	1	วัดได้สอดคล้อง
4	ความร้อนจำเพาะ	+1	0	+1	+1	0.75	วัดได้สอดคล้อง
5	ความร้อนแฝง	+1	0	+1	+1	0.75	วัดได้สอดคล้อง
6	การนำความร้อน	+1	+1	+1	+1	1	วัดได้สอดคล้อง
7	การพาความร้อน	+1	+1	+1	+1	1	วัดได้สอดคล้อง
8	การแผ่รังสีความร้อน	+1	0	+1	+1	0.75	วัดได้สอดคล้อง
9	กฎของบอยล์	+1	+1	+1	+1	1	วัดได้สอดคล้อง
10	กฎของชาร์ล	+1	0	+1	+1	0.75	วัดได้สอดคล้อง
11	กฎของแก๊สอุดมคติ	+1	+1	+1	0	0.75	วัดได้สอดคล้อง
12	แบบจำลองของแก๊ส	+1	+1	+1	+1	1	วัดได้สอดคล้อง
13	ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส	+1	0	+1	0	0.5	วัดได้สอดคล้อง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตาราง 15 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างคำถามกับจุดประสงค์ที่ต้องการวัดของแบบวัดมโนทัศน์ฟิสิกส์ เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส (ก่อนเรียน) (ต่อ)

ข้อที่	มโนทัศน์	ความชัดเจนของข้อคำถามการใช้ภาษา และความสอดคล้องกับจุดประสงค์				ค่า (IOC)	ความหมาย
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4		
14	ความดันของแก๊ส	+1	+1	+1	+1	1	วัดได้สอดคล้อง
15	พลังงานจลน์เฉลี่ยของโมเลกุลของแก๊ส	+1	+1	+1	+1	1	วัดได้สอดคล้อง
16	ระบบและสิ่งแวดล้อม	+1	+1	0	+1	0.75	วัดได้สอดคล้อง
17	พลังงานภายในของแก๊ส	+1	+1	+1	+1	1	วัดได้สอดคล้อง
18	สมดุลความร้อน	+1	0	+1	+1	0.75	วัดได้สอดคล้อง
19	กฎข้อที่ศูนย์ของอุณหพลศาสตร์	+1	0	+1	0	0.5	วัดได้สอดคล้อง
20	กฎข้อที่หนึ่งของอุณหพลศาสตร์	+1	+1	+1	+1	1	วัดได้สอดคล้อง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตาราง 16 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างคำถามกับจุดประสงค์ที่ต้องการวัดของแบบวัดมโนทัศน์ฟิสิกส์ เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส (หลังเรียน)

ข้อที่	มโนทัศน์	ความชัดเจนของข้อคำถามการใช้ภาษา และความสอดคล้องกับจุดประสงค์				ค่า (IOC)	ความหมาย
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4		
1	ความร้อน	+1	0	+1	+1	0.75	วัดได้สอดคล้อง
2	อุณหภูมิ	+1	+1	+1	0	0.75	วัดได้สอดคล้อง
3	ความจุความร้อน	+1	+1	+1	+1	1	วัดได้สอดคล้อง
4	ความร้อนจำเพาะ	+1	+1	+1	+1	1	วัดได้สอดคล้อง
5	ความร้อนแฝง	+1	+1	+1	+1	1	วัดได้สอดคล้อง
6	การนำความร้อน	+1	+1	+1	+1	1	วัดได้สอดคล้อง
7	การพาความร้อน	+1	0	+1	+1	0.75	วัดได้สอดคล้อง
8	การแผ่รังสีความร้อน	+1	+1	+1	0	0.75	วัดได้สอดคล้อง
9	กฎของบอยล์	+1	+1	+1	+1	1	วัดได้สอดคล้อง
10	กฎของชาร์ล	+1	0	+1	+1	0.75	วัดได้สอดคล้อง
11	กฎของแก๊สอุดมคติ	+1	+1	+1	+1	1	วัดได้สอดคล้อง
12	แบบจำลองของแก๊ส	+1	+1	+1	+1	1	วัดได้สอดคล้อง
13	ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส	+1	+1	0	0	0.5	วัดได้สอดคล้อง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตาราง 16 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างคำถามกับจุดประสงค์ที่ต้องการวัดของแบบวัดมโนทัศน์ฟิสิกส์ เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส (หลังเรียน) (ต่อ)

ข้อที่	มโนทัศน์	ความชัดเจนของข้อคำถามการใช้ภาษา และความสอดคล้องกับจุดประสงค์				ค่า (IOC)	ความหมาย
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4		
14	ความดันของแก๊ส	+1	0	+1	+1	0.75	วัดได้สอดคล้อง
15	พลังงานจลน์เฉลี่ยของโมเลกุลของแก๊ส	+1	+1	+1	+1	1	วัดได้สอดคล้อง
16	ระบบและสิ่งแวดล้อม	+1	+1	+1	+1	1	วัดได้สอดคล้อง
17	พลังงานภายในของแก๊ส	+1	0	0	+1	0.5	วัดได้สอดคล้อง
18	สมดุลความร้อน	+1	+1	0	+1	1	วัดได้สอดคล้อง
19	กฎข้อที่ศูนย์ของอุณหพลศาสตร์	+1	0	+1	+1	0.75	วัดได้สอดคล้อง
20	กฎข้อที่หนึ่งของอุณหพลศาสตร์	+1	+1	+1	+1	1	วัดได้สอดคล้อง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตาราง 17 ค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) เป็นรายข้อของแบบวัดมโนทัศน์ฟิสิกส์ เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส (ก่อนเรียน)

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (P)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
1	0.75	0.32
2	0.27	0.36
3	0.55	0.52
4	0.55	0.36
5	0.68	0.45
6	0.41	0.64
7	0.82	0.48
8	0.36	0.55
9	0.68	0.64
10	0.32	0.45
11	0.64	0.55
12	0.55	0.37
13	0.59	0.45
14	0.36	0.58
15	0.64	0.62
16	0.41	0.45
17	0.23	0.27
18	0.59	0.45
19	0.55	0.36
20	0.28	0.38

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตาราง 18 ค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) เป็นรายข้อของแบบวัดมโนทัศน์ฟิสิกส์ เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส (หลังเรียน)

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (P)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
1	0.53	0.48
2	0.27	0.26
3	0.45	0.55
4	0.58	0.33
5	0.68	0.51
6	0.49	0.68
7	0.61	0.55
8	0.32	0.53
9	0.63	0.34
10	0.32	0.21
11	0.64	0.25
12	0.52	0.34
13	0.49	0.25
14	0.34	0.26
15	0.45	0.60
16	0.47	0.35
17	0.33	0.32
18	0.59	0.44
19	0.28	0.34
20	0.24	0.26

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตาราง 19 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างคำถามกับจุดประสงค์ที่ต้องการวัดของแบบวัดเจตคติต่อการเรียนฟิสิกส์

องค์ประกอบของเจตคติ	ข้อที่	ความชัดเจนของข้อคำถามการใช้ภาษา และความสอดคล้องกับจุดประสงค์			ค่า (IOC)	ความหมาย
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
ด้านความรู้	1	+1	0	+1	0.67	วัดได้สอดคล้อง
	2	+1	+1	+1	1	วัดได้สอดคล้อง
	3	+1	+1	+1	1	วัดได้สอดคล้อง
	4	+1	+1	+1	1	วัดได้สอดคล้อง
	5	+1	+1	0	0.67	วัดได้สอดคล้อง
	6	+1	+1	+1	1	วัดได้สอดคล้อง
	7	+1	+1	+1	1	วัดได้สอดคล้อง
	8	+1	0	+1	0.67	วัดได้สอดคล้อง
	9	+1	+1	+1	1	วัดได้สอดคล้อง
	10	+1	0	+1	0.67	วัดได้สอดคล้อง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตาราง 19 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างคำถามกับจุดประสงค์ที่ต้องการวัดของแบบวัดเจตคติต่อการเรียนฟิสิกส์ (ต่อ)

องค์ประกอบของเจตคติ	ข้อที่	ความชัดเจนของข้อคำถามการใช้ภาษา และความสอดคล้องกับจุดประสงค์			ค่า (IOC)	ความหมาย
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
ด้านความรู้สึก	1	+1	+1	+1	1	วัดได้สอดคล้อง
	2	+1	+1	+1	1	วัดได้สอดคล้อง
	3	+1	0	+1	0.67	วัดได้สอดคล้อง
	4	+1	+1	+1	1	วัดได้สอดคล้อง
	5	+1	+1	0	0.67	วัดได้สอดคล้อง
	6	+1	+1	+1	1	วัดได้สอดคล้อง
	7	0	+1	+1	0.67	วัดได้สอดคล้อง
	8	+1	+1	+1	1	วัดได้สอดคล้อง
	9	+1	+1	+1	1	วัดได้สอดคล้อง
	10	+1	+1	0	0.67	วัดได้สอดคล้อง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตาราง 19 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างคำถามกับจุดประสงค์ที่ต้องการวัดของแบบวัดเจตคติต่อการเรียนฟิสิกส์ (ต่อ)

องค์ประกอบของเจตคติ	ข้อที่	ความชัดเจนของข้อคำถามการใช้ภาษา และความสอดคล้องกับจุดประสงค์			ค่า (IOC)	ความหมาย
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
ด้านพฤติกรรม	1	0	+1	+1	0.67	วัดได้สอดคล้อง
	2	+1	+1	0	0.67	วัดได้สอดคล้อง
	3	+1	+1	+1	1	วัดได้สอดคล้อง
	4	+1	+1	+1	1	วัดได้สอดคล้อง
	5	+1	+1	+1	1	วัดได้สอดคล้อง
	6	+1	+1	+1	1	วัดได้สอดคล้อง
	7	+1	+1	0	0.67	วัดได้สอดคล้อง
	8	+1	+1	+1	1	วัดได้สอดคล้อง
	9	+1	0	+1	0.67	วัดได้สอดคล้อง
	10	+1	0	+1	0.67	วัดได้สอดคล้อง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก จ

ภาพตัวอย่างกิจกรรมการจัดการเรียนการสอน
โดยใช้กลวิธีการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาพ 3 แสดงตัวอย่างกิจกรรมการจัดการเรียนการสอนโดยใช้กลวิธีการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายธนธัญ ฝีมือสาร เกิดเมื่อวันที่ 9 พฤศจิกายน พ.ศ.2534 ภูมิลำเนาจังหวัดราชบุรี สำเร็จการศึกษาวิทยาศาสตรบัณฑิต ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์ จังหวัดนครปฐม เมื่อปีการศึกษา 2556 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการศึกษาวิทยาศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2557 โดยได้รับทุนการศึกษาและทุนวิจัยจากโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.) ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University