รายงานการวิจัย

เรื่อง

ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการตั้งปัญหาที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ และมโนทัศน์ฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ในโรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม

โดย

นางสาวอมรรัตน์ บุบผโชติ

สนับสนุนโดย

เงินทุนเพื่อการวิจัย กองทุนคณะครุศาสตร์

พ.ศ. 2552

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2558

อมรรัตน์ บุบผโชติ: ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการตั้งปัญหาที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ และมโนทัศน์ฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ในโรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม (EFFECTS OF USING PROBLEM POSING IN ORGANIZING LEARNING ACTIVITY ON PHYSICS PROBLEM SOLVING ABILITY AND CONCEPTS OF UPPER SECONDARY STUDENTS OF CHULALONGKORN UNIVERSITY DEMONSTRATION SECONDARY SCHOOL)

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ระหว่างก่อน และหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยการตั้งปัญหา 2) เปรียบเทียบมโนทัศน์ฟิสิกส์ระหว่างก่อน และหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยการตั้งปัญหา 3) เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยการตั้งปัญหากับกลุ่มที่เรียนแบบปกติ 4) เปรียบเทียบมโนทัศน์ฟิสิกส์ของนักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยการตั้งปัญหากับกลุ่มที่เรียนแบบปกติ กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสาธิต สังกัดมหาวิทยาลัยของรัฐในกรุงเทพมหานคร ที่เรียนในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 2 ห้องเรียน โดยพิจารณาจากค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนสอบวิชา ว33204 ฟิสิกส์ 4 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 แบ่งเป็นกลุ่มทดลองจำนวน 30 คน เรียนฟิสิกส์โดยการตั้งปัญหา และกลุ่มควบคุมจำนวน 32 คน เรียนฟิสิกส์ด้วยวิธีสอนแบบปกติ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ 1) แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ มีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.30–0.73 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.32-0.54 และได้ค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.84 2) แบบวัดมโนทัศน์ เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส มีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.30–0.80 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.27-0.60 และได้ค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.71

ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่เรียนโดยการตั้งปัญหามีความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่เรียนโดยการตั้งปัญหามีมโนทัศน์ฟิสิกส์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่เรียนโดยการตั้งปัญหามีความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์สูงกว่านักเรียนที่เรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่เรียนโดยการตั้งปัญหามีมโนทัศน์ฟิสิกส์สูงกว่านักเรียนที่เรียนแบบปกติออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

KEY WORD: PROBLEM POSING/ PHYSICS PROBLEM SOLVING ABILITY ACHIEVEMENT/ PHYSICS CONCEPTS

AMORNRAT BOOBPACHOTE: EFFECTS OF USING PROBLEM POSING IN ORGANIZING LEARNING ACTIVITY ON PHYSICS PROBLEM SOLVING ABILITY AND CONCEPTS OF UPPER SECONDARY STUDENTS OF CHULALONGKORN UNIVERSITY DEMONSTRATION SECONDARY SCHOOL

The purposes of this research were 1) to compare problem solving ability of an experimental group before and after learning through using problem posing in organizing learning activity, 2) to compare physics concepts of an experimental group before and after learning through using problem posing in organizing learning activity 3) to compare problem solving ability of students between an experimental group learned through using problem posing in organizing learning activity and a control group learned through a conventional method and 4) to compare physics concepts of students between an experimental group learned through using problem posing in organizing learning activity and a control group learned through a conventional method. The sample of this study was Mathayomsuksa six students of the Demonstration School Under State University in Bangkok Metropolis, in the first semester of academic year 2014. The sample was divided into two groups: an experimental group with 30 students and a control group with 32 students. The research instruments were 1) the problem solving ability test with the difficulty level between 0.30 – 0.73, the discrimination level between 0.32 – 0.54 and the reliability of 0.84, and 2) the test on concepts of physics in the topic of Heat and Kinetic Theory of Gases with the difficulty level between 0.30 – 0.80, the discrimination level between 0.27 – 0.60 and the reliability of 0.71.

The research findings were summarized as follows:

1. After the treatment, the problem solving ability of the students in the experimental group learned by using problem posing in organizing learning activity was higher than before the treatment at the .05 level of significance.

2. After the treatment, the physics concepts of the students learned by using problem posing in organizing learning activity was higher than before the treatment at the .05 level of significance.

3. The mean score of problem solving ability test of the experimental group was higher than the mean score of the control group at .05 level of significance.

4. The mean score of the test on physics concepts of the experimental group was higher than the mean score of the control group at .05 level of significance.

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้ได้รับทุนสนับสนุนโครงการวิจัยเงินทุนเพื่อการวิจัย กองทุนคณะครุศาสตร์ ปีงบประมาณ 2552 ซึ่งงานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี เนื่องจากความกรุณา และความช่วยเหลือจากคณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้การสนับสนุนบุคลากรในการพัฒนาผลงานวิชาการ ขอบคุณคณาจารย์กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และคณะผู้บริหาร โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม ที่ให้การสนับสนุน และอำนวยความสะดวกในการทำวิจัย

ขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.อวยพร เรืองตระกูล ที่ให้คำปรึกษาในการทำวิจัยครั้งนี้ ขอบพระคุณคณาจารย์ทุกๆ ท่านที่สั่งสอนอบรม ให้ทั้งความรู้ โอกาสในการทำงาน และกำลังใจในการทำงานเสมอมา อีกทั้งขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 5 ท่าน อันได้แก่ รองศาสตราจารย์ศิลปชัย บูรณพานิช, ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชูชัย รัตนภิญโญพงษ์, อาจารย์สุรสิงห์ นิรชร, อาจารย์วรรณา นาคศรีอาภรณ์ และอาจารย์พัฒนชัย จันทร ที่ได้สละเวลาในการตรวจสอบ และให้ข้อเสนอแนะในการพัฒนาคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้ และเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ขอขอบคุณอาจารย์ ดร.นาถวดี นันทาภินัย อาจารย์ภัทรภร เจนสุทธิเวชกุล และอาจารย์พรพรรณ วิมุกตะลพ ที่ให้ความช่วยเหลือแนะนำในเรื่องต่างๆ เกี่ยวกับงานวิจัยอยู่เสมอ

เหนือสิ่งอื่นใดขอขอบพระคุณบิดา มารดา และญาติพี่น้องที่ให้ความรัก และความห่วงใย สนับสนุนในทุกๆ ด้าน จนการวิจัยครั้งนี้ประสบความสำเร็จลุล่วงด้วยดี

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ค
กิตติกรรมประกาศ ..... ง
สารบัญ ..... จ
สารบัญตาราง ..... ช
สารบัญภาพ ..... ฌ

บทที่

1 บทนำ 1
ความเป็นมา และความสำคัญของปัญหา 1
วัตถุประสงค์การวิจัย 6
สมมติฐานการวิจัย 6
ขอบเขตการวิจัย 8
ข้อตกลงเบื้องต้น 8
คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย 8
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 11
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการตั้งปัญหา 11
ความเป็นมาของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการตั้งปัญหา 11
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการตั้งปัญหา 12
ความหมายของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการตั้งปัญหา 14
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการตั้งปัญหา 16
ความสามารถในการแก้ปัญหา 19
ปัญหาและการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ 19
ประเภทของปัญหาทางฟิสิกส์ 21
กระบวนการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ 22
แนวทางการวัดความสามารถในการแก้ปัญหา 25

บทที่		หน้า
2	**เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง** (ต่อ)	
	มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์	28
	ความหมาย และประเภทของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์	28
	ความสำคัญของมโนทัศน์ต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์	30
	แนวทางการวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์	32
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนโดยการตั้งปัญหา ความสามารถในการแก้ปัญหา และมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์	33
3	**วิธีดำเนินการวิจัย**	38
	การศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	38
	การออกแบบการวิจัย	39
	การกำหนดประชากร และกลุ่มตัวอย่าง	39
	การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	41
	การดำเนินการทดลอง และเก็บรวบรวมข้อมูล	51
	การวิเคราะห์ผลการทดลอง	53
4	**ผลการวิเคราะห์ข้อมูล**	54
	ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์	55
	ผลการวิเคราะห์มโนทัศน์เรื่องความร้อน และทฤษฎีจลน์ของแก๊ส	56
5	**สรุปผลการวิจัย**	57
	สรุปผลการวิจัย	57
	อภิปรายผลการวิจัย	58
	ข้อเสนอแนะ	62
รายการอ้างอิง		63
ภาคผนวก		67
	ภาคผนวก ก รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ	68
	ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล	69
	ภาคผนวก ค เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง	80
	ภาคผนวก ง คุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง	103
	ภาคผนวก จ ภาพประกอบการทำกิจกรรม	109
ประวัติผู้วิจัย		113

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

1 ค่าเฉลี่ย (*M*) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*SD*) และค่าสถิติทดสอบที (t – test) ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา ว33204 ฟิสิกส์ 4 ของนักเรียน 2 กลุ่มที่นำมาใช้เป็นกลุ่มตัวอย่าง 40

2 สาระที่คัดเลือกแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์จำแนกตามหัวข้อเรื่อง 42

3 ระดับพฤติกรรมที่ต้องการวัด และมโนทัศน์เรื่องความร้อน และทฤษฎีจลน์ของแก๊ส จำแนกตามหัวข้อเรื่อง 44

4 จำนวนข้อ และสัดส่วนน้ำหนักของมโนทัศน์เรื่อง ความร้อน และทฤษฎีจลน์ของแก๊ส จำแนกตามหัวข้อเรื่อง 46

5 จำนวนคาบ และสาระตามลำดับแผนการจัดการเรียนรู้ 48

6 เปรียบเทียบขั้นตอนการเรียนการสอนระหว่างการเรียนการสอนโดยการตั้งปัญหากับการเรียนการสอนด้วยวิธีสอนแบบปกติ 49

7 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (*M*) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*SD*) ของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ก่อนเรียนระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมและค่าที (t-test) 51

8 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (*M*) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*SD*) ของคะแนนมโนทัศน์ฟิสิกส์ก่อนเรียนของนักเรียนระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม และค่าที (t-test) 52

9 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (*M*) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*SD*) ของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ระหว่างก่อน และหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ในโรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยมที่เรียนโดยการตั้งปัญหา..... 55

10 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (*M*) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*SD*) ของคะแนนมโนทัศน์ฟิสิกส์ระหว่างก่อน และหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ในโรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยมที่เรียนโดยการตั้งปัญหา..... 55

11 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (*M*) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*SD*) ของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ในโรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยมระหว่างกลุ่มที่เรียนโดยการตั้งปัญหากับกลุ่มที่เรียนแบบปกติและค่าที (t-test) 56

ตารางที่ **หน้า**

12 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (*M*) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*SD*) ของคะแนน
มโนทัศน์ฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ในโรงเรียนสาธิต
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม ระหว่างกลุ่มที่เรียนโดยการตั้งปัญหา
กับกลุ่มที่เรียนแบบปกติ และค่าเอฟ (F-test) 56
13 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) และการแปลความหมาย ระหว่างข้อคำถาม
กับจุดประสงค์ที่ต้องการวัดของแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์
เรื่องความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส 104
14 ค่าความยาก (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ตามลำดับข้อขอแบบวัดความสามารถ
ในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์เรื่องความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส..... 105
15 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) และการแปลความหมาย ระหว่างข้อคำถามกับ
จุดประสงค์ที่ต้องการวัดของแบบวัดมโนทัศน์เรื่องความร้อน และทฤษฎีจลน์ของแก๊ส..... 106
16 ค่าความยาก (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ตามลำดับข้อขอแบบวัดมโนทัศน์
เรื่อง ความร้อน และทฤษฎีจลน์ของแก๊ส..... 108

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

1 รูปแบบการวิจัยแบบ Two group pretest-posttest design..... 39
2 นักเรียนทำกิจกรรมกลุ่มร่วมกันแก้โจทย์ปัญหาที่ครูกำหนด..... 110
3 นักเรียนทำกิจกรรมกลุ่มร่วมกันแสดงการแก้โจทย์ปัญหาที่ครูกำหนด..... 110
4 นักเรียนทำกิจกรรมกลุ่มร่วมกันตั้งปัญหา..... 111
5 นักเรียนนำเสนอการแก้โจทย์ปัญหา..... 111
6 นักเรียนนำเสนอโจทย์ปัญหา และวิธีการแก้ปัญหาตามที่แต่ละกลุ่มที่แต่ละกลุ่มกำหนด..... 112

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เนื่องจากมีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมให้เจริญก้าวหน้า อีกทั้งยังเป็นเครื่องมือสำคัญที่ช่วยยกระดับมาตรฐานความเป็นอยู่ของประชาชนให้สูงขึ้น การที่เราสามารถสร้างเทคโนโลยีที่เหมาะสมจะนำไปสู่การพัฒนาที่ยั่งยืนและก้าวหน้าทางเศรษฐกิจและความมั่นคงของชาติ (กระทรวงศึกษาธิการ 2552) ซึ่งเป้าหมายของการศึกษาวิทยาศาสตร์ คือ การให้นักเรียนมีการรู้วิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) หมายถึง การมีความรู้ความเข้าใจมิติต่างๆ ทางวิทยาศาสตร์ ไม่ว่าจะเป็นทฤษฎี แนวคิดพื้นฐาน มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์กับเทคโนโลยี ผู้เรียนมีศักยภาพในการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการระบุคำถามของปัญหา และการสรุปโดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์นำไปสู่การตัดสินใจเกี่ยวกับธรรมชาติ, เทคโนโลยีและกิจกรรมที่มนุษย์สร้างขึ้น (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี, 2554) ซึ่งการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหาเป็นเป้าหมายของหลักสูตรวิทยาศาสตร์ และการเรียนการสอนของทุกประเทศ (Jennifer, 2002)

อีกทั้งจุดมุ่งหมายหลักของการจัดการศึกษาของประเทศไทย คือ การเตรียมเยาวชนให้เป็นพลเมืองที่มีคุณภาพและมีความสามารถในการแข่งขันได้ในอนาคต การให้การศึกษาที่สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายจึงต้องให้นักเรียนสามารถใช้ความรู้ในชีวิตจริง สามารถคิด วิเคราะห์ และแก้ปัญหาได้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) ทั้งนี้หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้กำหนดสมรรถนะสำคัญของผู้เรียนทุกคนสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายการจัดการศึกษาของประเทศไทย คือ ความสามารถในการสื่อสาร ความสามารถในการคิด ความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิตรวมไปถึงความสามารถในการใช้งานเทคโนโลยี อีกทั้งกำหนดคุณภาพผู้เรียนเมื่อจบการศึกษาระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในข้อหนึ่งว่า ผู้เรียนสามารถวางแผนการสำรวจตรวจสอบเพื่อแก้ปัญหาหรือตอบคำถามได้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2552) จะเห็นว่าในปัจจุบันนักการศึกษา และหลักสูตรได้ให้ความสำคัญกับทักษะในการแก้ปัญหา ซึ่งการแก้ปัญหาเป็นกระบวนการสำคัญที่ควรจะได้รับการฝึกฝน และพัฒนาให้กับนักเรียน

ปัจจุบันพบว่าคุณภาพด้านการศึกษาของนักเรียนไทยไม่เป็นไปตามเป้าหมายที่วางไว้ทั้งในระดับนานาชาติ และระดับชาติ เมื่อพิจารณาระดับนานาชาติ สถานการณ์การศึกษาของประเทศไทยในระดับอาเซียน และระดับโลก ซึ่งจัดขึ้นโดยหน่วยงานต่างๆ อาทิเช่น (1) ผลการจัดอันดับขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศต่างๆ ทั่วโลกโดยสถาบัน IMD (International Institute for Management Development) พบว่าในการจัดลำดับด้านการศึกษาในปีพ.ศ. 2557 ประเทศ

ไทยอยู่ลำดับที่ 29 จาก 61 ประเทศทั่วโลก ซึ่งมีลำดับต่ำลงจากปีพ.ศ. 2556 อยู่ 2 ลำดับ โดยเมื่อเปรียบเทียบกับประเทศในกลุ่มอาเซียน ในปีพ.ศ. 2557 ประเทศไทยจัดเป็นลำดับที่ 4 (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษาไทย, 2557: ออนไลน์) และ (2) การจัดลำดับคะแนนเฉลี่ยทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจัดโดยโครงการศึกษาแนวโน้มการจัดการศึกษาคณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ (Trends in International Mathematics and Science Study: TIM) พบว่าในปีพ.ศ. 2554 นักเรียนไทยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 451 คะแนน ต่ำกว่ามัธยฐานนานาชาติซึ่งมีคะแนนเท่ากับ 500 คะแนน และต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนไทยในปีพ.ศ. 2007 ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยเป็น 471 คะแนน (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษาไทย, 2557: ออนไลน์)

เมื่อพิจารณาในระดับชาติ คุณภาพการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจากผลการทดสอบ ได้แก่ (1) ผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน หรือ O-NET (Ordinary National Education Test) พบว่า คะแนนสอบของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 6 ประจำปีการศึกษา 2555 เฉลี่ยทั่วประเทศ เท่ากับ 33.10 คะแนน และในปีการศึกษา 2556 คะแนนเฉลี่ยทั่วประเทศเท่ากับ 30.48 คะแนน จาก 100 คะแนน จะเห็นว่าในปีการศึกษา 2556 นักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยทั่วประเทศต่ำลง และต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานขั้นต่ำร้อยละ 50 (สถาบันการทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2557: ออนไลน์) และ (2) ผลการทดสอบความถนัดทางวิชาชีพ และวิชาการ (PAT2 ความถนัดทางวิทยาศาสตร์) พบว่าคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายครั้งที่ 1 มีนาคม พ.ศ. 2556 ครั้งที่ 2 ตุลาคม พ.ศ. 2556 และครั้งที่ 1 มีนาคม พ.ศ. 2557 เท่ากับ 86.20, 96.63 และ 89.84 คะแนนตามลำดับ จากคะแนนเต็ม 300 คะแนน ซึ่งไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานขั้นต่ำร้อยละ 50 (สถาบันการทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2557: ออนไลน์) ซึ่งผลการทดสอบทั้งในส่วนของ O-NET และ PAT2 แสดงให้เห็นว่าคะแนนเฉลี่ยของผลการทดสอบด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทยยังไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน

ผลการประเมินคุณภาพด้านการศึกษาของนักเรียนไทยทั้งในระดับนานาชาติ และระดับชาติสะท้อนให้เห็นถึงศักยภาพทางด้านการศึกษาวิทยาศาสตร์ที่ยังไม่ได้มาตรฐาน รวมถึงปัญหาในด้านการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ของประเทศไทยที่ไม่สามารถพัฒนาผู้เรียนให้บรรลุเป้าหมายทั้งในระดับชาติ และระดับนานาชาติ (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2554) ซึ่งฟิสิกส์เป็นสาขาหนึ่งของวิชาวิทยาศาสตร์ เป็นวิชาที่ศึกษาเกี่ยวกับส่วนประกอบของสสาร และอันตรกริยาระหว่างส่วนประกอบของสสาร ทำให้เข้าใจการรวมตัวของสสาร สมบัติของสสารและปรากฏการณ์ทางธรรมชาติต่างๆ ได้ เนื้อหาวิชาฟิสิกส์ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย มักจะอยู่ในรูปของสูตร สมการทางคณิตศาสตร์ และมีลักษณะเป็นนามธรรมมากกว่ารูปธรรม ในการเรียนต้องอาศัยพื้นฐานความรู้ทางคณิตศาสตร์ ทักษะการคำนวณ การคิดหาเหตุผล การวิเคราะห์และแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ จึงจะทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้เนื้อหาวิชาฟิสิกส์ได้อย่างเข้าใจ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2554; นิพนธ์ นิลคง, 2541) ปัญหาการเรียนรู้สาระฟิสิกส์ พบว่านักเรียนขาดความรู้ความเข้าใจทางฟิสิกส์อย่างแท้จริง การทำข้อสอบอาศัยวิธีการท่องจำสูตร และตัวอย่างโจทย์ปัญหา ซึ่งเห็นได้จากการที่นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับดี แต่กลับมีคะแนนผลการทดสอบใน

ระดับชาติไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน และส่งผลต่อพื้นฐานความรู้ในการศึกษาต่อในระดับมหาวิทยาลัย (สมาคมฟิสิกส์ไทย, 2551) ซึ่งสอดคล้องกับข้อสรุปจากการเสวนาทางวิชาการของนักการศึกษาทางฟิสิกส์พบว่า ปัญหาการเรียนการสอนฟิสิกส์ในระดับอุดมศึกษาส่วนหนึ่งเป็นผลมาจากการที่นักเรียนมีพื้นฐานทางฟิสิกส์ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายไม่เพียงพอทำให้ไม่สามารถติดตาม และทำความเข้าใจเนื้อหาในระดับที่มีความซับซ้อนมากขึ้น (สมาคมฟิสิกส์ไทย, 2551) การจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์ส่วนใหญ่ยังคงสอนในรูปแบบการสอนตามตำรา เน้นการท่องจำ ทำให้ผู้เรียนขาดความเข้าใจในมโนทัศน์ที่สำคัญทางฟิสิกส์ (เกริก ศักดิ์สุภาพ, 2556) ซึ่งสอดคล้องกับอัศวรัฐ นามะกันคำ (2550), สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2545) ที่กล่าวถึงการสอนฟิสิกส์ของครูผู้สอนยังมีลักษณะเป็นศูนย์กลาง เน้นการบอกความรู้ การใช้สมการทางคณิตศาสตร์ เพื่อมุ่งเน้นให้จดจำสมการ และนำไปใช้ทำให้ผู้เรียนขาดความรู้ ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางฟิสิกส์ ส่งผลให้ไม่สามารถแก้โจทย์ปัญหาได้

การจัดการเรียนการสอนที่ทำให้นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ได้ประสบความสำเร็จมีปัจจัยอยู่ 2 ประการ คือ ประการแรก นักเรียนต้องรู้และเข้าใจแนวคิด ทฤษฎี หลักการทางฟิสิกส์ และประการที่สอง นักเรียนต้องมีกลยุทธ์ในการใช้แนวคิด ทฤษฎี และหลักการทางฟิสิกส์ไปใช้ในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ (Portoles & Lopez, 2008) และจากการวิจัยพบว่าการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ต้องใช้ความรู้ 3 ประเภท ได้แก่ (1) ความรู้เชิงมโนทัศน์ (conceptual knowledge) เป็นความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริง หลักการ และมโนทัศน์ต่างๆ ทางฟิสิกส์ (2) ความรู้เชิงกระบวนการ (procedural knowledge) เป็นความรู้เกี่ยวกับวิธีการนำข้อเท็จจริง หลักการ และมโนทัศน์ต่างๆ ไปใช้ในการแก้ปัญหา และ (3) ความรู้เชิงกลยุทธ์ (strategic knowledge) เป็นความรู้เกี่ยวกับกลยุทธ์ในการนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ สามารถใช้ความรู้และวิธีการได้อย่างเหมาะสม (Jong & Ferguson-Hessler, 1989 อ้างถึงในอรชา ชูเชื้อ, 2554; Portoles & Lopez, 2008) จะเห็นว่าการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาให้นักเรียน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาฟิสิกส์สูงขึ้นนั้นนอกจากจะมุ่งเน้นให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาได้แล้ว ความสำเร็จในการเรียนฟิสิกส์นั้นยังต้องอาศัยพื้นฐานความเข้าใจ และมโนทัศน์ที่ถูกต้อง การแก้ปัญหาทางฟิสิกส์เป็นกิจกรรมที่ผู้แก้ปัญหาต้องสืบเสาะหาวิธีการในการแก้ปัญหาเพื่อให้บรรลุเป้าหมายจากข้อมูลที่ได้รับ (Singh, 1993)

การจัดการเรียนการสอนที่จะช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์และสร้างมโนทัศน์ที่ถูกต้อง มีหลายแนวทาง ดังที่นักการศึกษาหลายท่านได้เสนอไว้ สรุปได้ว่า กระบวนการเรียนที่ส่งเสริมและพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนนั้น ควรจัดให้นักเรียนได้เผชิญกับปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวกับชีวิตจริงหลายๆ รูปแบบ และกระตุ้นความสนใจ มีวิธีการหาคำตอบหลายวิธีการแก้ปัญหาควรทำเป็นกลุ่มย่อย เพื่อให้นักเรียนได้มีการอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน มีการวางแผนการแก้ปัญหาเป็นขั้นตอน ร่วมกันศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลเพิ่มเติม และค้นหากลวิธีแก้ปัญหาที่หลากหลายเพื่อแก้ปัญหา และควรมีการฝึกคาดคะเนคำตอบและทดสอบคำตอบที่ได้ Bitter (1990) ดังนั้นครูควรจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมและพัฒนาให้ผู้เรียนมีมโนทัศน์ที่ถูกต้อง และผู้เรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหา ซึ่งจะส่งผลให้ผู้เรียนมีความรู้ที่คงทน และมีทักษะการเรียนรู้ที่ยั่งยืน

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการตั้งปัญหาเป็นการจัดกิจกรรมที่ผู้สอนมุ่งนำเสนอสถานการณ์ปัญหาในชีวิตประจำวันที่สอดคล้องกับเรื่องที่เรียน โดยใช้วิธีการตั้งปัญหาหรือเสนอปัญหาที่ท้าทายหรือซับซ้อน เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนใช้ศักยภาพที่ตนเองมีอยู่ในการแก้ปัญหา เกิดความสนใจและเกิดความท้าทายที่จะแก้ปัญหานั้น (วรรณวิภา สุทธิเกียรติ, 2547) การจัดการเรียนรู้โดยการตั้งปัญหามีขั้นตอนการจัดกิจกรรมดังที่ Gonzales (1998) ได้เสนอไว้ 6 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นที่ 1 เริ่มต้น (getting started) ครูกล่าวถึงความสำคัญและเป้าหมายของเรื่องที่จะเรียน และสอบถามประสบการณ์เดิมของนักเรียนเกี่ยวกับเรื่องที่จะเรียน ครูกระตุ้นให้ผู้เรียนนำความรู้ที่มีอยู่มาใช้ในการเรียนเนื้อหาในวันนี้

ขั้นที่ 2 นำเสนอปัญหา (posing a related problem) ครูนำเสนอปัญหาหรือสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่จะสอน และเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถาม หรือปรับเปลี่ยนปัญหาให้ชัดเจนขึ้น

ขั้นที่ 3 มอบหมายงาน (generating a task) ครูมอบหมายงานจากปัญหาหรือสถานการณ์ที่ครูกำหนดเพื่อให้นักเรียนเรียนรู้วิธีการแก้ปัญหา และมโนทัศน์เกี่ยวกับเรื่องที่เรียน จากการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม โดยแต่ละกลุ่มจะต้องวิเคราะห์สถานการณ์ อภิปรายแลกเปลี่ยนข้อเท็จจริง หลักการทางฟิสิกส์ ช่วยกันหาวิธีแก้ปัญหา และสรุปข้อมูล ซึ่งนำไปสู่การสร้างมโนทัศน์ในเรื่องที่เรียน

ขั้นที่ 4 ค้นหาสถานการณ์ทางฟิสิกส์ (finding physics situations) นักเรียนในแต่ละกลุ่มช่วยกันคิดค้นหาสถานการณ์ทางฟิสิกส์ที่หลากหลายที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อที่เรียน นักเรียนในกลุ่มร่วมกันอภิปรายและแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับสถานการณ์ที่เพื่อนนำเสนอว่าเกี่ยวข้องหรือสัมพันธ์กับเรื่องที่เรียนหรือไม่

ขั้นที่ 5 สร้างเป็นโจทย์ปัญหา (generating problem) หลังจากนักเรียนได้ช่วยกันคิดหาสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องทางฟิสิกส์ที่หลากหลายในขั้นที่ ๔ ค้นหาสถานการณ์ทางฟิสิกส์แล้ว ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันตั้งเป็นปัญหาทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อที่เรียนในวันนี้ แล้วนำเสนอปัญหาดังกล่าวเพื่อให้เพื่อนได้ช่วยกันอภิปราย แสดงความคิดเห็นเพื่อหาวิธีแก้ปัญหาดังกล่าว

ขั้นที่ 6 เริ่มต้นใหม่ (a new beginning) ครูให้นักเรียนฝึกฝนการตั้งปัญหาโดยให้นักเรียนทำกิจกรรมที่ส่งเสริมทักษะในการตั้งปัญหาของผู้เรียน

นักวิจัยหลายท่านได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยการตั้งปัญหากับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ อาทิ Silver (1993) ได้ศึกษาโดยสังเคราะห์วรรณกรรมต่างๆ เพื่อที่จะแสดงเห็นถึงการเชื่อมโยงระหว่างการสอนโดยการตั้งปัญหาในทางคณิตศาสตร์กับการเรียนรู้กระบวนการแก้ปัญหา พบว่า การสอนโดยการตั้งปัญหาในทางคณิตศาสตร์เป็นยุทธวิธีการสอนที่ช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนให้สูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Ferguson and Fairbum (1985), สุริเยส สุขแสวง (2548) และสายสุณี สุทธิจักษ์ (2551) ซึ่งได้ทำวิจัยในลักษณะที่คล้ายคลึงกัน โดยศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการตั้งปัญหาที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ พบว่า หลังทดลองนักเรียนที่เรียนโดยการตั้งปัญหาจะมีความสามารถ และทักษะการแก้ปัญหาสูงขึ้น และสูงกว่านักเรียนที่เรียนคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการสอนแบบปกติ และเนื่องจากการจัดการเรียนการสอนโดยการตั้งปัญหามีพื้นฐานมาจากทฤษฎีคอนสตรักติวิสต์ ซึ่งมีแนวทางการจัดการเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตนเอง ให้ผู้เรียนได้สืบสอบหาความรู้ และลงมือปฏิบัติ โดยใช้ความรู้เดิมเป็นแนวทางในการเรียนรู้ และได้สะท้อนความคิด หรือแลกเปลี่ยนประสบการณ์กับผู้อื่น ซึ่งนำไปสู่การสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ (Calik, Ayas and Coll, 2009; มาลีรัตน์ กระต่ายทอง, 2554) จะเห็นได้ว่าการจัดการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีคอนสตรักติวิสต์ช่วยพัฒนาให้นักเรียนมีมโนทัศน์วิทยาศาสตร์สูงขึ้น ดังงานวิจัยของ Calik (2008) ซึ่งได้ทำการศึกษาความเข้าใจโนทัศน์จากการจัดการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรักติวิสต์ เรื่อง การสลายตัวของแก๊สในของเหลว โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 9 จำนวน 44 คน จาก 2 โรงเรียน พบว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนตามแนวคอนสตรักติวิสต์มีความเข้าใจมโนทัศน์ เรื่อง การสลายตัวของแก๊สในของเหลว สูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ ซึ่งสอดคล้องกับ Ipek and Calik (2008) สุจินต์ เลี้ยงจรูญรัตน์ (2543) มาลีรัตน์ กระต่ายทอง (2554) ที่ทำการศึกษาในลักษณะที่เหมือนกัน โดยศึกษาผลการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรักติวิสต์ที่มีต่อมโนทัศน์วิทยาศาสตร์ พบว่า หลังทดลองนักเรียนมีคะแนนมโนทัศน์สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด นั่นคือ มีคะแนนโนทัศน์สูงกว่าร้อยละ 70 และมีมโนทัศน์วิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้จากงานวิจัยของ Connor and Hawkins (1936 อ้างถึงใน สายสุณี สุทธิจักษ์, 2551) ที่ศึกษาผลของการเรียนโดยใช้การตั้งปัญหากับนักเรียนชั้นประถมศึกษา โดยให้นักเรียนตั้งปัญหา หรือสร้างปัญหาด้วยตนเอง พบว่า นักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยการตั้งปัญหาด้วยตนเองมีความสามารถและทักษะในการแก้ปัญหาทางเรขาคณิตสูงขึ้น และยังช่วยพัฒนามโนทัศน์ทางเรขาคณิตให้สูงขึ้นด้วย

จากสภาพปัญหาดังกล่าวจะเห็นว่าการจัดการเรียนการสอนโดยการตั้งปัญหาช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และมโนทัศน์คณิตศาสตร์ ซึ่งการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ต้องอาศัยพื้นความรู้ทางคณิตศาสตร์ และมโนทัศน์ฟิสิกส์ที่ถูกต้อง ผู้วิจัยจึงนำการสอนโดยการตั้งปัญหามาใช้ในการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์ ซึ่งมีขั้นตอนการสรุปมโนทัศน์ร่วมกันระหว่างครู และนักเรียน และมีกระบวนการกลุ่มเพื่อให้นักเรียนร่วมกันคิดวิธีในการแก้ปัญหา ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการตั้งปัญหาที่มีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ และมโนทัศน์ฟิสิกส์

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ระหว่างก่อน และหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม ที่เรียนโดยการตั้งปัญหา

2. เปรียบเทียบมโนทัศน์ฟิสิกส์ระหว่างก่อน และหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม ที่เรียนโดยการตั้งปัญหา

3. เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายโรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม ระหว่างกลุ่มที่เรียนโดยการตั้งปัญหากับกลุ่มที่เรียนแบบปกติ

4. เปรียบเทียบมโนทัศน์ฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม ระหว่างกลุ่มที่เรียนโดยการตั้งปัญหากับกลุ่มที่เรียนแบบปกติ

สมมติฐานการวิจัย

การจัดการเรียนการสอนโดยการตั้งปัญหาเป็นการจัดกิจกรรมที่ผู้สอนมุ่งนำเสนอสถานการณ์ปัญหาอันท้าทาย หรือซับซ้อนที่สอดคล้องกับเรื่องที่เรียน เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนใช้ศักยภาพที่ตนเองมีในการแก้ปัญหา อีกทั้งเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้ความรู้ในเรื่องที่เรียน กำหนดปัญหาด้วยตนเอง และร่วมอภิปราย แลกเปลี่ยนประสบการณ์เพื่อหาวิธีในการแก้ปัญหา (วรรณวิภา สุทธิเกียรติ, 2547; ชนัญธิดา พรมมา, 2553) ซึ่งจากการศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า การเรียนการสอนโดยการตั้งปัญหาช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา และมโนทัศน์ได้ ดังผลงานวิจัยของ Silver (1993) พบว่า การสอนโดยการตั้งปัญหาในทางคณิตศาสตร์เป็นยุทธวิธีการสอนที่ช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนให้สูงขึ้น นอกจากนี้ Sayed (2000) ซึ่งศึกษาผลของการใช้กลวิธีการตั้งปัญหาต่อการดำเนินการแก้ปัญหาของนักศึกษาวิชาชีพครูคณิตศาสตร์ ที่กำลังศึกษาชั้นปีที่ 3 วิชาเอกคณิตศาสตร์/คอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัย Sultan Qaboos โดยให้กลุ่มควบคุมเรียนด้วยกลวิธีการแก้ปัญหาตามแนวคิดของ Polya (1973) เพียงอย่างเดียว ส่วนกลุ่มทดลองเรียนด้วยกลวิธีการตั้งปัญหาที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่เรียนหลังจากเรียนด้วยวิธีการแก้ปัญหาตามแนวคิดของ Polya ผลการวิจัยพบว่า นักศึกษาที่ได้รับการสอนกลวิธีการตั้งปัญหาเสริมกระบวนการแก้ปัญหาได้คะแนนสูงกว่านักศึกษาที่เรียนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Ferguson and Fairbum (1985), Sayed (2000), สุริเยส สุขแสวง (2548) และสายสุณี สุทธิจักษ์ (2551) ซึ่งพบว่า การสอนโดยการตั้งปัญหาช่วยส่งเสริมความสามารถ และทักษะในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนให้สูงขึ้น

ทั้งนี้การจัดการเรียนการสอนโดยการตั้งปัญหามีพื้นฐานมาจากทฤษฎีคอนสตรักติวิสต์ ซึ่งมีแนวทางการจัดการเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตนเอง ให้ผู้เรียนได้สืบสอบหาความรู้ และลงมือปฏิบัติ โดยใช้ความรู้เดิมเป็นแนวทางในการเรียนรู้ ประกอบกับการได้สะท้อน

ความคิด หรือประสบการณ์กับผู้อื่น จึงสามารถช่วยพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ได้ (Calik, Ayas and Coll, 2009; มาลีรัตน์ กระต่ายทอง, 2554) จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีคอนสตรักติวิสต์ที่ส่งผลต่อมโนทัศน์วิทยาศาสตร์ พบว่า การจัดการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีคอนสตรักติวิสต์ช่วยพัฒนามโนทัศน์วิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียน และมีมโนทัศน์วิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ (Calik, 2008; สุจินต์ เลี้ยงจรูญรัตน์, 2543; ชุติมา รอดสุก, 2550; มาลีรัตน์ กระต่ายทอง, 2554) และงานวิจัยของ Ipek and Calik (2008) ซึ่งได้ทำการศึกษาผลของการจัดการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรักติวิสต์ที่มีต่อการเปลี่ยนมโนทัศน์เรื่องการต่อวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม และแบบขนาน พบว่า หลังทดลองนักเรียนมีความเข้าใจมโนทัศน์สูงกว่าเดิม และมีแรงจูงใจในการเรียนเพิ่มขึ้น นอกจากนี้งานวิจัยของ Connor and Hawkins (1936 อ้างถึงใน สายสุณี สุทธิจักษ์, 2551) ซึ่งได้ศึกษาผลของการเรียนโดยการตั้งปัญหาที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหา และมโนทัศน์เรื่องเรขาคณิตของนักเรียนชั้นประถมศึกษา โดยให้นักเรียนตั้งปัญหา หรือสร้างปัญหาด้วยตนเอง พบว่า นักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยการตั้งปัญหาด้วยตนเองมีความสามารถ และทักษะในการแก้ปัญหาทางเรขาคณิตสูงขึ้น และยังช่วยพัฒนามโนทัศน์ทางเรขาคณิตให้สูงขึ้นด้วย จากทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องข้างต้น จะเห็นว่าการจัดการเรียนการสอนโดยการตั้งปัญหาสามารถพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ และมโนทัศน์ฟิสิกส์ได้ ผู้วิจัยจึงตั้งสมมติฐาน 4 ข้อ ดังนี้

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ในโรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม ที่เรียนโดยการตั้งปัญหามีความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์หลังทดลองสูงกว่าก่อนทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ในโรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม ที่เรียนโดยการตั้งปัญหามีมโนทัศน์ฟิสิกส์หลังทดลองสูงกว่าก่อนทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ในโรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม ที่เรียนโดยการตั้งปัญหา มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ สูงกว่านักเรียนที่เรียนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ในโรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม ที่เรียนโดยการตั้งปัญหา มีมโนทัศน์ฟิสิกส์ สูงกว่านักเรียนที่เรียนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ขอบเขตการวิจัย

1. ตัวแปรในการวิจัย ประกอบด้วย

1.1 ตัวแปรจัดกระทำ คือ การเรียนการสอนฟิสิกส์ ได้แก่

1.1.1 การเรียนการสอนโดยการตั้งปัญหา

1.1.2 การจัดเรียนการสอนด้วยวิธีสอนแบบปกติ

1.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

1.2.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์

1.2.2 มโนทัศน์ฟิสิกส์

2. ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ในโรงเรียนสาธิต สังกัดมหาวิทยาลัยของรัฐในกรุงเทพมหานคร

ข้อตกลงเบื้องต้น

การเรียนในช่วงเวลาต่างกันเมื่อสอนโดยใช้เทคนิคการตั้งปัญหาและสอนแบบปกติไม่มีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ และมโนทัศน์ฟิสิกส์ของนักเรียน

คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

1. **การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการตั้งปัญหา** หมายถึง การจัดกิจกรรมที่ครูมุ่งนำเสนอสถานการณ์หรือปัญหาที่น่าสนใจหรือเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันโดยครูใช้วิธีการตั้งปัญหาหรือเสนอปัญหาที่ท้าทายหรือซับซ้อน เพื่อกระตุ้นหรือยั่วยุให้นักเรียนสนใจ และอยากใช้ศักยภาพที่ตนเองที่มีอยู่ในการแก้ปัญหา เกิดความท้าทายที่จะเรียนรู้ แก้ปัญหา สรุปมโนทัศน์ เปิดโอกาสให้นักเรียนเป็นผู้นำเสนอปัญหาและนักเรียนช่วยกันหาวิธีแก้ปัญหานั้น โดยมีขั้นตอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดของ Gonzales (1998: 448-453) ได้เสนอไว้ 6 ดังนี้

ขั้นที่ 1 เริ่มต้น (getting started) ครูกล่าวถึงความสำคัญและเป้าหมายของเรื่องที่จะเรียน และสอบถามประสบการณ์เดิมของนักเรียนเกี่ยวกับเรื่องที่จะเรียน ครูกระตุ้นให้ผู้เรียนนำความรู้ที่มีอยู่มาใช้ในการเรียนเนื้อหาในวันนี้

ขั้นที่ 2 นำเสนอปัญหา (posing a related problem) ครูนำเสนอปัญหาหรือสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่จะสอน และเปิดโอกาสให้นักเรียนนำเสนอปัญหา

ขั้นที่ 3 มอบหมายงาน (generating a task) ครูมอบหมายงานจากปัญหาหรือสถานการณ์ที่ครูกำหนดเพื่อให้นักเรียนเรียนรู้วิธีการแก้ปัญหา และมโนทัศน์เกี่ยวกับเรื่องที่เรียนจากการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม โดยแต่ละกลุ่มจะต้องวิเคราะห์สถานการณ์ อภิปรายแลกเปลี่ยนข้อเท็จจริง หลักการทางฟิสิกส์ ช่วยกันหาวิธีแก้ปัญหา และสรุปข้อมูล ซึ่งนำไปสู่การสร้างมโนทัศน์ในเรื่องที่เรียน

ขั้นที่ 4 ค้นหาสถานการณ์ทางฟิสิกส์ (finding physics situations) นักเรียนในแต่ละกลุ่มช่วยกันคิดค้นหาสถานการณ์ทางฟิสิกส์ที่หลากหลายที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อที่เรียน นักเรียนในกลุ่มร่วมกันอภิปรายและแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับสถานการณ์ที่เพื่อนนำเสนอว่าเกี่ยวข้องหรือสัมพันธ์กับเรื่องที่เรียนหรือไม่

ขั้นที่ 5 สร้างเป็นโจทย์ปัญหา (generating problem) หลังจากนักเรียนได้ช่วยกันคิดหาสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องทางฟิสิกส์ที่หลากหลายในขั้นที่ 4 ค้นหาสถานการณ์ทางฟิสิกส์ แล้วให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันตั้งเป็นปัญหาทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อที่เรียนในวันนี้ แล้วนำเสนอปัญหาดังกล่าวเพื่อให้เพื่อนได้ช่วยกันอภิปราย แสดงความคิดเห็นเพื่อหาวิธีแก้ปัญหาดังกล่าว

ขั้นที่ 6 เริ่มต้นใหม่ (a new beginning) ครูให้นักเรียนฝึกฝนการตั้งปัญหาโดยให้นักเรียนทำกิจกรรมที่ส่งเสริมทักษะในการตั้งปัญหาของผู้เรียน

2. **ความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์** หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการปฏิบัติตามขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาที่เกี่ยวกับเนื้อหาทางฟิสิกส์ โดยขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาผู้วิจัยได้ปรับจากขั้นตอนในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ของ Belikov (1989) แล้วกำหนดให้ขั้นตอนการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์สำหรับการทำวิจัยครั้งนี้เป็น 6 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ระบุสิ่งที่โจทย์ถาม
ขั้นที่ 2 ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้
ขั้นที่ 3 เขียนสูตร หรือสมการที่เกี่ยวข้อง
ขั้นที่ 4 แสดงการแทนค่าในสูตร หรือสมการ
ขั้นที่ 5 แสดงการคิดคำนวณหาคำตอบ
ขั้นที่ 6 สรุปคำตอบ พร้อมทั้งระบุหน่วย

โดยวัดได้จากคะแนนที่ใช้แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ ซึ่งเป็นแบบอัตนัย และใช้เกณฑ์การตรวจให้คะแนนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

3. **มโนทัศน์ฟิสิกส์** หมายถึง ความคิด ความเข้าใจโดยสรุปเกี่ยวกับเนื้อหาฟิสิกส์ เรื่อง ความร้อน และทฤษฎีจลน์ของแก๊ส ที่เกิดขึ้นจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์ ซึ่งวัดจากแบบวัดมโนทัศน์ฟิสิกส์ เป็นข้อสอบแบบปรนัยสองตอน (two-tier multiple-choice format) โดยตอนที่ 1 เป็นคำถามเชิงเนื้อหา (content question) ตอนที่ 2 เป็นเหตุผลสนับสนุนคำตอบที่เลือกในตอนที่ 1 โดยทั้งสองตอนประกอบด้วยตัวเลือก 4 ตัวเลือกตามแนวความคิดของ Odum and Kelly (2001: 616-635)

4. การเรียนการสอนแบบปกติ หมายถึง การจัดการเรียนการสอนด้วยวิธีการสืบสอบ ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นนำ กระตุ้นความสนใจ และทบทวนประสบการณ์เดิมของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนมีความพร้อมก่อนการจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียน

ขั้นที่ 2 ขั้นกิจกรรม จัดประสบการณ์การเรียนรู้ โดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลาย เช่น การอภิปรายในชั้นเรียน การปฏิบัติการทดลอง ยกตัวอย่างการคำนวณ

ขั้นที่ 3 ขั้นสรุป สรุปสาระความรู้ที่ได้เรียนรู้ในชั้นเรียน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดมโนทัศน์ที่ถูกต้องและและชัดเจน

5. **นักเรียนโรงเรียนสาธิต** หมายถึง นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ในโรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม

บทที่ 2

เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาวิจัยครั้งนี้มุ่งศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการตั้งปัญหาที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ และมโนทัศน์ฟิสิกส์ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนโดยการตั้งปัญหา ความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ และมโนทัศน์ฟิสิกส์ โดยรายละเอียดผลการศึกษาในแต่ละหัวข้อนำเสนอตามลำดับดังนี้

1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการตั้งปัญหา
   - 1.1 ความเป็นมาของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการตั้งปัญหา
   - 1.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการตั้งปัญหา
   - 1.3 ความหมายของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการตั้งปัญหา
   - 1.4 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการตั้งปัญหา
2. ความสามารถในการแก้ปัญหา
   - 2.1 ปัญหาและการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์
   - 2.2 ประเภทของปัญหาทางฟิสิกส์
   - 2.3 กระบวนการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์
   - 2.4 แนวทางการวัดความสามารถในการแก้ปัญหา
3. มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์
   - 3.1 ความหมาย และประเภทของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์
   - 3.2 ความสำคัญของมโนทัศน์ต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์
   - 3.3 แนวทางการวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการตั้งปัญหา ความสามารถในการแก้ปัญหา และมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

1. การจัดกิจกรรมการเรียนเรียนรู้โดยการตั้งปัญหา

1.1 ความเป็นมาของการจัดกิจกรรมการเรียนเรียนรู้โดยการตั้งปัญหา

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการตั้งปัญหาเป็นการเรียนการสอนที่ได้รับการพัฒนาโดย Paulo Freire นักการศึกษาชาวบราซิล และการจัดการเรียนการสอนโดยการตั้งปัญหาได้ถูกเขียนไว้ในหนังสือ “Pedagogy of the Oppressed” เขียนโดย Paulo Freire ซึ่งตีพิมพ์ครั้งแรกในปี 1970 การจัดการเรียนการสอนโดยการตั้งปัญหามีรากฐานมาจากทฤษฎีคอนสตรักติวิสต์ที่เชื่อว่า การเรียนรู้เป็นกระบวนการทางปัญญาที่ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ของตนเอง การเรียนรู้เกิดขึ้นภายในตัวเองที่สร้างขึ้นจากประสบการณ์ในการคลี่คลายสถานการณ์ที่เป็นปัญหาได้ ซึ่งปัญหาก่อให้เกิดความขัดแย้ง

ทางปัญญาซึ่งเป็นแรงจูงใจทำให้เกิดการไตร่ตรองนำไปสู่การสร้างโครงสร้างใหม่ทางปัญญาที่ได้รับการตรวจสอบทั้งโดยตนเอง และผู้อื่นว่าสามารถแก้ปัญหาเฉพาะต่างๆ ได้หรือไม่ นอกจากนี้ความรู้ที่เกิดขึ้นนี้สร้างจากการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่นแล้วพยายามเชื่อมโยงข้อมูลใหม่เข้ากับความรู้เดิม ด้วยการอธิบายให้เหตุผลโดยการเปรียบเทียบหรือตรวจสอบความขัดแย้งข้อมูลใหม่กับความเข้าใจเดิม ทำให้เกิดการปรับเปลี่ยนเป็นโครงสร้างทางสติปัญญาที่มีความซับซ้อนยิ่งขึ้น (Boyce, 2015; Ponder, 2015; มาลีรัตน์ กระต่ายทอง, 2554; ยุรวัฒน์ คล้ายมงคล, 2542) การจัดการเรียนรู้ตามแนวของทฤษฎีคอนสตรักติวิสต์ยังช่วยพัฒนาผู้เรียนให้มีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เนื่องจากเป็นการจัดการเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตนเอง ให้ผู้เรียนได้สืบสอบหาความรู้ และลงมือปฏิบัติโดยใช้ความรู้เดิมเป็นแนวทางในการเรียนรู้ และได้สะท้อนความคิดหรือประสบการณ์กับผู้อื่น ซึ่งนำไปสู่การสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ พร้อมทั้งสามารถนำความรู้ไปปรับใช้ในชีวิตประจำวันได้ (Calik, Ayas and Coll, 2007; มาลีรัตน์ กระต่ายทอง, 2554) วิธีการสอนโดยการตั้งปัญหาในช่วงแรกถูกใช้ในการจัดการเรียนการสอนในวิชาคณิตศาสตร์ เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหา การคิดวิเคราะห์ และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ (Rosli, Capraro M. and Capraro R.M., 2014) ต่อมามีนักการศึกษาหลายท่านได้ประยุกต์วิธีการสอนโดยการตั้งปัญหาในวิชาต่างๆ และได้ทำวิจัยเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนโดยการตั้งปัญหา พบว่าผลการจัดการเรียนการสอนโดยการตั้งปัญหาส่งผลในเชิงบวกต่อความรู้ของผู้เรียน, ทักษะการแก้ปัญหา, ความสามารถในการตั้งปัญหา การคิดวิเคราะห์ และความคิดสร้างสรรค์ (Rosli, Capraro M. and Capraro R.M., 2014)

1.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนเรียนรู้โดยการตั้งปัญหา

1) ทฤษฎีคอนสตรักติวิสต์ (Constructivism)

ทฤษฎีคอนสตรักติวิสต์ (Constructivism) มีรากฐานมาจากทฤษฎีพัฒนาการทางเชาว์ปัญญาของเพียเจย์ ซึ่งเน้นผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้โดยการลงมือกระทำ เชื่อว่าถ้าผู้เรียนถูกกระตุ้นด้วยปัญหาที่ก่อให้เกิดความคัดแย้งทางปัญญา (cognitive conflict) หรือภาวะไม่สมดุลทางปัญญา (disequilibrium) บุคคลจะพยายามปรับตัวโดยใช้กระบวนการพื้นฐาน 2 ประการ คือ 1) กระบวนการดูดซึมเข้าโครงสร้าง (assimilation) เป็นความสามารถในการตีความ หรือการรับเอาข้อมูลใหม่จากสิ่งแวดล้อมเข้ามารวมไว้ในโครงสร้างทางปัญญาของตนเองที่มีอยู่ หรือการปรับสิ่งแวดล้อมให้เข้ากับโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่ของตนเอง และ2) การปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญา (accomodation) เป็นความสามารถในการเชื่อมโยงโครงสร้างทางปัญญาเดิม หรือความรู้เดิมกับข้อมูลใหม่ จนสามารถปรับโครงสร้างทางปัญญาเข้าสู่สภาพสมดุล (equilibrium) หรือสามารถที่จะสร้างความรู้ใหม่ขึ้นมาได้ หรือเกิดการเรียนรู้นั่นเอง (Sutherland, 1992; ทิศนา แขมมณี, 2551; ยุรวัฒน์ คล้ายมงคล, 2542)

2) **การประยุกต์ทฤษฎีคอนสตรักติวิสต์ในการเรียนการสอน**

ทฤษฎีคอนสตรักติวิสต์นิยมนำมาใช้เป็นพื้นฐานในการจัดการเรียนรู้ ซึ่งส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงการเรียนการสอนที่เชื่อว่าผู้เรียนแต่ละคนมีความรู้ความเข้าใจ มโนทัศน์ และประสบการณ์ที่แตกต่างกัน นักเรียนทุกคนต้องมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้ ผู้เรียนต้องได้เรียนรู้ตามความสนใจ และมีความพยายามที่จะค้นหาความรู้ใหม่โดยอาศัยการเชื่อมโยงความรู้เดิมกับข้อมูลใหม่ แนวทางการจัดกาเรียนการสอนตามทฤษฎีคอนสตรักติวิสต์สามารถทำได้หลากหลาย โดยนักการศึกษา และนักจิตวิทยาได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับลักษณะสำคัญที่บ่งชี้การจัดการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีคอนสตรักติวิสต์ ซึ่งนำเสนอเป็นลำดับ ดังนี้

Hendry (1996 อ้างถึงอนุชา โสมาบุตร, 2556: 6) สรุปลักษณะสำคัญของการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีคอนสตรักติวิสต์ไว้ 7 ประการ ดังนี้

(1) ความรู้ตามแนวคิดของทฤษฎีคอนสตรักติวิสต์ เป็นสิ่งที่เกิดขึ้นภายในสมองเท่านั้น

(2) การให้ความหมายหรือการตีความสิ่งต่างๆ ของบุคคลขึ้นอยู่กับความรู้ ดังนั้นการให้ความหมายของบุคคลในสิ่งเดียวกันอาจมีความแตกต่างกัน

(3) ความรู้ถูกสร้างขึ้นจากภายในบุคคลซึ่งมีความสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม ครูหรือวิธีการสอนไม่สามารถเปลี่ยนแปลงความคิดของนักเรียนได้ แต่การเปลี่ยนความคิด และการสร้างความรู้จะเกิดขึ้นจากปัจจัยภายในของนักเรียนผ่านการปฏิสัมพันธ์กับโลกภายนอก

(4) ความรู้เป็นสิ่งที่ไม่คงที่ ดังนั้นจึงไม่มีความคิดใดถูกต้องหรือผิด มีเพียงสิ่งที่น่าจะถูกต้อง หรือไม่ถูกต้องมากที่สุดในสถานการณ์นั้นๆ

(5) ความรู้โดยทั่วไปถูกขับเคลื่อนจากพัฒนาการ และประสบการณ์หรือร่างกายซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของจักรวาล

(6) ความรู้ถูกสร้างขึ้นผ่านการรับรู้ และการปฏิบัติ การเรียนรู้เกิดจากการอำนวยความสะดวกด้วยการปฏิบัติ การแก้ปัญหา และความขัดแย้ง

(7) การสร้างความรู้ต้องอาศัยพลังและระยะเวลาที่เกิดจากการกระตุ้นให้นักเรียนมีการอภิปราย การอธิบาย และการประเมินผลในบทบาททางสังคม

อนุชา โสมาบุตร (2556: 6) สรุปลักษณะสำคัญของการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีคอนสตรักติวิสต์ไว้ 3 ประการ ดังนี้

(1) การเรียนรู้เป็นกระบวนการปฏิบัติ (Active process) ที่เกิดขึ้นในแต่ละบุคคล

(2) ความรู้ต่างๆ จะถูกสร้างขึ้น ด้วยตัวของผู้เรียนเอง โดยใช้ข้อมูลที่ได้รับมาใหม่ร่วมกับข้อมูล หรือความรู้เดิมที่มีอยู่แล้ว รวมทั้งประสบการณ์เดิมมาสร้างความหมายในการเรียนรู้ของตนเอง

(3) ความรู้และความเชื่อที่แตกต่างกันของแต่ละบุคคลจะขึ้นอยู่กับสิ่งแวดล้อมและขนบธรรมเนียมประเพณีและประสบการณ์ของผู้เรียนจะถูกนำมาเป็นพื้นฐานในการตัดสินใจและจะมีผลโดยตรงต่อการสร้างความรู้ใหม่ แนวคิดใหม่ หรือการเรียนรู้นั่นเอง

ทิศนา แขมมณี และคณะ (2545: 22-23) เสนอแนวทางการจัดการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีคอนสตรักติวิสต์ ดังนี้

(1) ครูควรส่งเสริมให้นักเรียนสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้เรียนต้องเป็นผู้จัดกระทำกับข้อมูล หรือประสบการณ์ต่างๆ และสร้างความหมายของสิ่งนั้นด้วยตนเอง

(2) ครูควรสร้างบรรยากาศทางสังคมจริยธรรมให้เกิดขึ้นเนื่องจากการปฏิสัมพันธ์ทางสังคมเป็นปัจจัยสำคัญของการสร้างความรู้ การร่วมมือ การแลกเปลี่ยนความรู้ความคิด และประสบการณ์ระหว่างผู้เรียนและบุคคลอื่น จะช่วยให้การเรียนรู้ของนักเรียนกว้างขวางขึ้น

(3) ครูควรส่งเสริมให้นักเรียนนำตนเอง และควบคุมตนเองในการเรียนรู้

(4) ครูมีบทบาทเป็นผู้ช่วยเหลือนักเรียนในการเรียนรู้ ทำหน้าจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับความสนใจ และความต้องการของนักเรียน ให้คำปรึกษา แนะนำทั้งด้านวิชาการและด้านสังคม ให้ความช่วยเหลือนักเรียนที่มีปัญหา และประเมินการเรียนรู้ของนักเรียน

(5) ครูควรประเมินผลตามจุดมุ่งหมายของนักเรียนแต่ละคน และการวัดผลควรใช้วิธีการหลากหลายโดยอาศัยบริบทจริง เนื่องจากกาเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ขึ้นอยู่กับความสนใจ และการสร้างความหมายที่แตกต่างกันของแต่ละบุคคล

1.3 ความหมายของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการตั้งปัญหา

กิจกรรมการเรียนรู้โดยการตั้งปัญหาเป็นวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา และมโนทัศน์ของนักเรียนวิธีหนึ่ง มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของการจัดกิจกรรมเรียนรู้โดยการตั้งปัญหาไว้ ดังนี้

Brown, S. I. and Walter, M. I. (1993: 10-12) ได้กล่าวถึงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการตั้งปัญหาสรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการตั้งปัญหาเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่นักเรียนช่วยกันระดมความคิดเพื่อหาวิธีแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ที่ครูนำเสนอ เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้อิสระต่อนักเรียนในการคิดและหาคำตอบของปัญหา ส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนาความรู้และกระบวนการคิดของนักเรียนได้เป็นอย่างดี

Silver, E. A. (1993: 66-85) ได้กล่าวถึงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการตั้งปัญหาสรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการตั้งปัญหาเป็นยุทธวิธีการเรียนการสอนที่ช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน โดยครูเป็นผู้ตั้งปัญหา หรือกำหนดสถานการณ์ขึ้นเพื่อให้นักเรียนช่วยกันแก้ปัญหานั้นๆ เป็นวิธีการหนึ่งที่ช่วยให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาสูงขึ้น

Mamona and Downs, J. (1993: 41-47) ได้กล่าวถึงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการตั้งปัญหาสรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการตั้งปัญหาเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยครูหรือนักเรียนเป็นผู้นำเสนอปัญหา เพื่อให้นักเรียนได้ร่วมกันคิดหาวิธีในการแก้ปัญหาเหล่านั้น

Stoyanova, E. (2000: 33-37) ได้ให้ความหมายของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการตั้งปัญหาสรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการตั้งปัญหาเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ครูเป็นผู้ตั้งปัญหาเพื่อให้นักเรียนได้ร่วมกันคิดแก้ปัญหาดังกล่าว หรือนักเรียนเป็นผู้ตั้งปัญหา แล้วให้นักเรียนคนอื่นๆ ช่วยคิดแก้ปัญหา

วรรณวิภา สุทธิเกียรติ (2547: 1) ได้ให้ความหมายของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการตั้งปัญหาสรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการตั้งปัญหาเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบหนึ่งที่ครูมุ่งนำเสนอสถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับโลกของความเป็นจริง โดยครูจะใช้วิธีการตั้งปัญหาหรือเสนอปัญหาที่ท้าทายหรือซับซ้อน เพื่อยั่วยุให้นักเรียนสนใจ กระหายที่จะใช้ศักยภาพที่ตนเองมีอยู่ในการแก้ปัญหา เกิดความสนใจและเกิดความท้าทายที่จะแก้ปัญหานั้นๆ

สุริเยส สุขแสวง (2548: 14) ให้ความหมายของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการตั้งปัญหาสรุปได้ดังนี้ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการตั้งปัญหาเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ครูมุ่งนำเสนอปัญหา หรือสถานการณ์ปัญหาที่ท้าทาย หรือซับซ้อนที่เกี่ยวข้องกับโลกของความเป็นจริง เพื่อนำเสนอต่อผู้เรียน แล้วกระตุ้นหรือยั่วยุให้ผู้เรียนได้ใช้ศักยภาพของตนเองในการคิดหาหนทางหรือวิธีแก้ปัญหาเหล่านั้น รวมทั้งเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ตั้งปัญหาหรือนำเสนอสถานการณ์ปัญหาของผู้เรียนในชั้นเรียน เพื่อให้นักเรียนได้ร่วมกันคิดหาหนทางหรือวิธีแก้ปัญหานั้นๆ เป็นยุทธวิธีการสอนรูปแบบหนึ่งที่ช่วยส่งเสริมกระบวนการคิด ฝึกทักษะการคิด ฝึกทักษะการแก้ปัญหาและช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน

สายสุณี สุทธิจักษ์ (2551: 14) ได้ให้ความหมายของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการตั้งปัญหาสรุปได้ว่า การตั้งปัญหาเป็นการสร้างปัญหาขึ้นมาใหม่จากสถานการณ์ นิยาม ข้อความ วัตถุ หรือปัญหาที่กำหนดให้ การตั้งปัญหาอาจมองเป็นกิจกรรมการสอนที่ครูตั้งคำถามที่ท้าทายเพื่อให้นักเรียนแก้ปัญหา หรืออาจมองเป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่นักเรียนตั้งขึ้นเพื่อตอบสนองต่อสถานการณ์ต่างๆ

จากความหมายของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการตั้งปัญหาสามารถสรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการตั้งปัญหาเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนที่ครูเป็นผู้กำหนดปัญหา หรือสถานการณ์ปัญหาที่ท้าทาย หรือซับซ้อน เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้ร่วมกันคิด และค้นหาวิธีแก้ปัญหา หรือเป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนเป็นผู้กำหนดปัญหา หรือสถานการณ์ปัญหานำเสนอในชั้นเรียน เพื่อให้ผู้เรียนคนอื่นๆ ช่วยกันคิดหาวิธีในการแก้ปัญหานั้นๆ กิจกรรมการเรียนรู้โดยการตั้งปัญหาเป็นกิจกรรมที่ช่วยส่งเสริมกระบวนการคิด ทักษะการแก้ปัญหา และพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน

1.4 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการตั้งปัญหา

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการตั้งปัญหามีนักการศึกษาเสนอขั้นตอน และรูปแบบการจัดกิจกรรมไว้ดังนี้

Gonzales, A. (1998: 448-453) ได้เสนอขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้เทคนิคการตั้งปัญหา 6 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 เริ่มต้น (getting started) ครูกล่าวถึงสาระ ความสำคัญ และเป้าหมายของเรื่องที่จะเรียนในคาบนั้น โดยครูตรวจสอบความรู้ หรือประสบการณ์ของผู้เรียน พร้อมทั้งกระตุ้นให้ผู้เรียนได้นำความรู้เดิมที่มีอยู่มาใช้ในการเรียนในคาบนั้น

ขั้นที่ 2 นำเสนอปัญหาที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่จะสอน (posing a related problem) ครูนำเสนอปัญหา หรือสถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่จะสอน ครูและนักเรียนร่วมกันพิจารณาปัญหานั้น และเปิดโอกาสให้นักเรียนปรับ เปลี่ยนแปลง หรือแก้ไขปัญหาที่ครูนำเสนอเพื่อให้ได้ปัญหาที่ชัดเจน และสมบูรณ์

ขั้นที่ 3 มอบหมายงาน (generating a task) ครูมอบหมายให้นักเรียนช่วยกันหาวิธีแก้ปัญหาจากปัญหาหรือสถานการณ์ที่ครูกำหนด โดยแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มย่อย กลุ่มละ 4 – 5 คน แต่ละกลุ่มคัดเลือกประธานกลุ่ม ซึ่งประธานกลุ่มมีหน้าที่ในการรวบรวมปัญหา และวิธีการแก้ปัญหาที่เพื่อนสมาชิกในกลุ่มนำเสนอ แต่ละกลุ่มสามารถแลกเปลี่ยนปัญหาระหว่างกลุ่มได้ ซึ่งในขั้นนี้นักเรียนเรียนรู้วิธีการแก้ปัญหา และมโนทัศน์เกี่ยวกับเรื่องที่เรียน จากการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม โดยแต่ละกลุ่มจะต้องวิเคราะห์สถานการณ์ อภิปรายแลกเปลี่ยนข้อเท็จจริง หลักการทางฟิสิกส์ช่วยกันหาวิธีแก้ปัญหา และสรุปข้อมูล ซึ่งนำไปสู่การสร้างมโนทัศน์ในเรื่องที่เรียน

ขั้นที่ 4 ค้นหาสถานการณ์ (finding situations) นักเรียนในแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายแสดงความคิดเห็น และช่วยกันคิดค้นหาสถานการณ์ที่หลากหลาย และเกี่ยวข้องกับสาระที่เรียน พร้อมทั้งร่วมกันแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของสถานการณ์ปัญหาที่เพื่อนนำเสนอกับสาระที่เรียน นักเรียนสามารถแลกเปลี่ยนสถานการณ์กับกลุ่มอื่นๆ ได้

แหล่งของข้อมูลที่นักเรียนสามารถค้นหาสถานการณ์ได้นั้น เช่น หนังสือพิมพ์ นิตยสาร วารสาร อินเทอร์เน็ต หนังสือเรียนต่างๆ เช่น คณิตศาสตร์ ฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา สังคมศึกษา หรือภาษาต่าง ๆ รวมทั้งประสบการณ์เดิมที่นักเรียนเคยได้รับ

ขั้นที่ 5 สร้างโจทย์ปัญหา (generating problem) นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันตั้งเป็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับสาระที่เรียน และนำเสนอปัญหาดังกล่าวในชั้นเรียน เพื่อให้เพื่อนนักเรียนได้ช่วยกันอภิปราย แสดงความคิดเห็น เพื่อหาวิธีแก้ปัญหาดังกล่าวนั้น

ในขั้นนี้นักเรียนจะได้ใช้ความสามารถของตนเองในวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาที่นักเรียนได้คิดขึ้น แต่ละกลุ่มรวบรวมปัญหาที่เพื่อนสมาชิกในกลุ่มสร้างขึ้น พร้อมทั้งพิจารณาว่าปัญหาใดเป็นปัญหาที่ดี ปัญหาใดมีข้อบกพร่อง และควรแก้ไขอย่างไรก่อนที่จะนำเสนอปัญหาดังกล่าวในชั้นเรียน เพื่อให้เพื่อนๆ ในกลุ่มอื่นได้พิจารณา และหาวิธีแก้ปัญหาดังกล่าว

ขั้นที่ 6 เริ่มต้นใหม่ (a new beginning) ครูให้นักเรียนฝึกฝนการตั้งปัญหา โดยให้นักเรียนทำกิจกรรมที่ส่งเสริมทักษะในการตั้งปัญหาของผู้เรียน เช่น ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดกิจกรรมต่างๆ ที่พัฒนาทักษะในการตั้งปัญหา

อัมพร ม้าคะนอง (2546: 45-46) ได้กล่าวถึงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการตั้งปัญหาในชั้นเรียน สรุปได้ดังนี้

1. การให้นักเรียนตั้งคำถามที่สัมพันธ์กับปัญหาเดิมที่เคยเรียนมาแล้ว การที่ผู้สอนถามให้ผู้เรียนคิดต่อจากสิ่งที่รู้แล้วจะง่ายกว่าการให้นักเรียนเริ่มต้นคิดใหม่ ตัวอย่างเช่น นักเรียนทราบมาก่อนว่าปริมาตรของลูกบาศก์กว้าง 1 นิ้ว ยาว 1 นิ้ว และสูง 1 นิ้ว คือ 1 ลูกบาศก์นิ้ว ครูอาจให้นักเรียนหาปริมาตรของกล่องที่มีความกว้าง ความยาว และความสูงด้านละ 2 นิ้ว และให้นักเรียนตั้งปัญหาเองเกี่ยวกับปริมาตรของสี่เหลี่ยมที่มีความกว้าง ความยาว และความสูงไม่เท่ากัน

2. กำหนดสถานการณ์ให้ เพื่อให้นักเรียนสร้างคำถามที่ตนอยากรู้ คำถามที่นักเรียนสร้างขึ้นอาจเป็นคำตอบที่สร้างได้หรือไม่ได้ โดยที่ผู้สอนไม่ควรเน้นที่จุดนี้ แต่ควรเน้นที่ความหลากหลายของปัญหามากกว่าการหาคำตอบของปัญหา การไม่กำหนดให้ผู้เรียนต้องหาคำตอบจากคำถามที่ตั้งขึ้น จะทำให้ผู้เรียนกล้าที่จะตั้งคำถามในแง่มุมต่างๆ ตัวอย่างสถานการณ์ที่ผู้สอนอาจ

กำหนดคือ ธาริณีมีเงินเป็นสามเท่าของทวีป ทวีปมีเงินมากกว่าธนา 75 บาท ธนามีเงิน 60 บาท มอบหมายให้นักเรียนตั้งคำถาม 2-3 คำถามที่สามารถใช้ข้อมูลที่มีอยู่เพื่อหาคำตอบได้

3. ให้นักเรียนหาสถานการณ์หรือข้อมูลจากแหล่งการเรียนรู้ต่างๆ มาสร้างคำถามที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์หรือปัญหานั้น เช่น หนังสือพิมพ์ วารสาร นิตยสาร อินเทอร์เน็ต หนังสือและตำราต่างๆ แล้วสร้างคำถามที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์หรือข้อมูลนั้น ตัวอย่างเช่น หากผู้เรียนหาข้อมูลจากหนังสือพิมพ์ได้ว่า น้ำมันเบนซินออกเทน 95 ราคาลิตรละ 15.79 บาทคำถามที่ตั้งอาจเป็นจะเติมน้ำมันได้กี่ลิตรถ้ามีเงินอยู่ 500 บาท หรือต้องการเติมน้ำมัน 15 ลิตร จะใช้เงินกี่บาท เป็นต้น

4. การสร้างปัญหาโดยการส่งต่อเป็นกลุ่ม (pass along problem posing) โดยครูให้นักเรียนทำงานเป็นกลุ่ม ให้แต่ละกลุ่มสร้างประโยคแรกแล้วส่งเวียนให้กลุ่มอื่นสร้างประโยคที่มีความสัมพันธ์และต่อเนื่องกัน โดยกลุ่มสุดท้ายต้องสร้างปัญหาก่อนส่งคืนให้เจ้าของกลุ่มที่เขียนประโยคแรก จากนั้นให้นักเรียนแลกเปลี่ยนกันแก้ปัญหา

จากที่กล่าวมาทั้งหมดข้างต้น พบว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการตั้งปัญหาที่สอดคล้องกับการจัดการเรียนการสอนในวิชาฟิสิกส์ เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการตั้งปัญหาตามแนวความคิดของ Gonzales, A. ผู้วิจัยจึงกำหนดขั้นตอนการจัดกิจกรรมทั้งหมดเป็น 6 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 เริ่มต้น ขั้นที่ 2 นำเสนอปัญหาที่เกี่ยวข้องกับสาระที่เรียน ขั้นที่ 3 มอบหมายงาน ขั้นที่ 4 ค้นหาสถานการณ์ ขั้นที่ 5 สร้างโจทย์ปัญหา และขั้นที่ 6 เริ่มต้นใหม่

ผู้วิจัยสรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการตั้งปัญหาในวิชาฟิสิกส์ตามแนวคิดของ Gonzales, A. ประกอบด้วยขั้นตอนทั้งหมด 6 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 เริ่มต้น ขั้นที่ 2 นำเสนอปัญหาที่เกี่ยวข้องกับสาระที่เรียน ขั้นที่ 3 มอบหมายงาน ขั้นที่ 4 ค้นหาสถานการณ์ ขั้นที่ 5 สร้างโจทย์ปัญหา และขั้นที่ 6 เริ่มต้นใหม่

2. ความสามารถในการแก้ปัญหา

2.1 ปัญหาและการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์

2.1.1 ปัญหาทางฟิสิกส์

การให้ความหมายของปัญหาทางฟิสิกส์ และโจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักการศึกษามีหลากหลายความหมาย การนำเสนอความของปัญหาทางฟิสิกส์ และโจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ ผู้วิจัยได้นำเสนอความหมายของปัญหาทั่วไปประกอบด้วย ดังนี้

Mayer and Wttrock (2006: 288) กล่าวว่า "ปัญหา คือ สิ่งที่เกิดขึ้นเมื่อบุคคลมีการกำหนดเป้าหมายแต่ไม่สามารถหาวิธีการที่จะบรรลุเป้าหมายนั้น รวมถึงการไม่สามารถใช้ข้อมูลที่กำหนดในสถานการณ์มาสร้างแนวทางการปฏิบัติเพื่อให้บรรลุเป้าหมายได้"

Nitko (2007: 208) กล่าวว่า "ปัญหา คือ สิ่งที่เกิดขึ้นเมื่อมีการกำหนดผลลัพธ์ หรือเป้าหมายที่ต้องการ แต่ไม่สามารถบรรลุเป้าหมายดังกล่าวได้"

Gok and Silay (2008: 254) กล่าวว่า "ปัญหา คือ สิ่งที่เกิดขึ้นเมื่อบุคคลมีความสับสนหรือมีความยากลำบากในการหาคำตอบในขณะนั้น"

พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตสถาน พ.ศ. 2545 (2546: 687) ให้ความหมายของปัญหาว่า "ปัญหา คือ ข้อสงสัย ข้อขัดแย้ง คำถามที่ต้องพิจารณาแก้ไข"

การศึกษาความหมายของปัญหาโดยสรุป ปัญหา คือ สถานการณ์ที่เกิดขึ้นเมื่อบุคคลไม่สามารถใช้ข้อมูลที่มีอยู่ในขณะนั้นในการบรรลุเป้าหมาย สำหรับปัญหาทางฟิสิกส์นักการศึกษาให้ความหมายไว้ ดังนี้

Belikov (1989: 20) กล่าวว่า "โจทย์ปัญหาฟิสิกส์เป็นโจทย์ปัญหาที่ประกอบด้วยปรากฏการณ์ทางฟิสิกส์ที่มีปริมาณทางฟิสิกส์บางปริมาณที่ทราบค่า และมีบางปริมาณที่ไม่ทราบค่า"

Hollabaugh (1995: 47) กล่าวว่า "ปัญหาทางฟิสิกส์ คือ สถานการณ์ที่ต้องการทราบคำตอบแต่ไม่สามารถใช้ข้อมูลจากสถานการณ์ในการหาคำตอบได้อย่างอัตโนมัติในขณะนั้น"

Pol (2009: 3) กล่าวว่า "ปัญหาทางฟิสิกส์เป็นสถานการณ์หรือเหตุการณ์ที่ไม่สามารถใช้ประสบการณ์เดิมและข้อมูลต่างๆ ในการหาคำตอบได้"

การศึกษาแนวคิดเกี่ยวกับความหมายของปัญหาทั่วไป ปัญหาทางฟิสิกส์ และโจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์โดยสรุป ปัญหาทางฟิสิกส์ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เน้นที่โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ ซึ่งหมายถึง เหตุการณ์ หรือสถานการณ์ที่อยู่ในรูปข้อคำถามที่เกี่ยวกับปริมาณทางฟิสิกส์ ซึ่งไม่สามารถใช้ประสบการณ์หรือข้อมูลที่กำหนดให้ในการหาคำตอบได้ในขณะนั้น

2.1.2 การแก้ปัญหาทางฟิสิกส์

การแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ในงานวิจัยนี้คือการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เพื่อให้การนำเสนอความหมายการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์มีความครอบคลุม จึงนำเสนอความหมายของการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ และการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ ซึ่งมีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายไว้ดังนี้

Belikov (1989: 20) กล่าวว่า “การแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ หมายถึง กระบวนการสร้างสมการแสดงความสัมพันธ์ของปริมาณทางฟิสิกส์ที่โจทย์กำหนดให้ เพื่อค้นหาค่าของปริมาณที่ไม่ทราบค่าในความสัมพันธ์นั้น”

Hollabaugh (1995: 47) กล่าวว่า “การแก้ปัญหาทางฟิสิกส์เป็นกระบวนการที่ประกอบด้วยลำด้วยลำดับขั้นตอนของการปฏิบัติในการค้นพบคำตอบ”

Jennifer (2002: 6-7) กล่าวว่า “การแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ คือ กระบวนการในการค้นหาวิธีดำเนินการที่เหมาะสมในการบรรลุเป้าหมาย”

Pol (2009: 2) กล่าวว่า “การแก้ปัญหาทางฟิสิกส์เป็นกระบวนการในการปฏิบัติโดยอาศัยการประยุกต์ความรู้ทางฟิสิกส์”

การศึกษาความหมายของการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ โดยสรุป การแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ในการวิจัยครั้งนี้ คือ การแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ ซึ่งหมายถึง กระบวนการในการเชื่อมโยง และประยุกต์ความรู้ทางฟิสิกส์มาค้นหาค่า หรือปริมาณที่ไม่ทราบค่าในโจทย์ปัญหาฟิสิกส์นั้น

2.2 ประเภทของปัญหาทางฟิสิกส์

นักการศึกษาทางฟิสิกส์ได้จำแนกประเภทของปัญหาโดยใช้เกณฑ์แตกต่างกัน โดยนักการศึกษาได้แบ่งประเภทของปัญหาทางฟิสิกส์ ดังนี้

Gok and Silay (2008: 254) แบ่งประเภทของปัญหาทางฟิสิกส์ออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

(1) ปัญหาที่มีแบบแผน (routine problem) เป็นปัญหาที่พบทั่วไปในแบบเรียนฟิสิกส์มีโครงสร้างของปัญหาอย่างชัดเจน นิยมใช้สำหรับการยกตัวอย่างเพื่อแสดงการคำนวณทางคณิตศาสตร์ในเบื้องต้นที่ไม่ซับซ้อน

(2) ปัญหาที่ไม่มีแบบแผน (non-routine problem) เป็นปัญหาที่มีความซับซ้อนต้องอาศัยการวิเคราะห์สถานการณ์เพื่อจัดระบบข้อมูล จำแนกข้อมูล และหาความสัมพันธ์ของข้อมูลโดยมีการปฏิบัติอย่างเป็นลำดับขั้นตอน

Stadler et al. (2000: 418) จำแนกประเภทของปัญหาทางฟิสิกส์ออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

(1) ปัญหาแบบมีโครงสร้าง (structured problem) เป็นปัญหาที่ปรากฏตัวแปรที่เกี่ยวข้อง และตัวแปรที่ต้องหาหาคำตอบอย่างชัดเจน

(2) ปัญหาแบบกึ่งโครงสร้าง (semi – structured problems) เป็นปัญหาที่ปรากฏตัวแปรไม่ครบถ้วน การคำนวณตัวแปรเป้าหมายต้องวิเคราะห์สถานการณ์ และคำนวณตัวแปรที่เกี่ยวข้องเพิ่มเติม และมีความเหมาะสมที่สุดในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา

(3) ปัญหาแบบไม่มีโครงสร้าง (unstructured problem) เป็นปัญหาที่ไม่มีขอบเขตของข้อมูล และจำเป็นต้องใช้ระยะเวลาในการแก้ปัญหา นิยมใช้ในการทำโครงงานทางฟิสิกส์

Pol (2009: 7) จำแนกประเภทของปัญหาทางฟิสิกส์โดยใช้ลักษณะโครงสร้างของปัญหาแบ่งเป็น 3 ประเภท ดังนี้

(1) ปัญหาแบบมีโครงสร้าง (structured problem) เป็นปัญหาที่กำหนดข้อมูลของสถานการณ์มาให้ครบถ้วน โดยระบุตัวแปรที่ถามอย่างอย่างชัดเจน มีวิธีการเดียวในการค้นหาคำตอบ และคำตอบที่ถูกต้องมีเพียงคำตอบเดียว นิยมใช้ปัญหาประเภทนี้ในการฝึกฝนการแก้ปัญหาในเบื้องต้น หรือใช้เพื่อยกตัวอย่างประกอบการอธิบายกฎ หรือทฤษฎีทางฟิสิกส์

(2) ปัญหาแบบกึ่งโครงสร้าง (semi – structured problems) เป็นปัญหาที่กำหนดข้อมูลของสถานการณ์ไม่ครบถ้วน มีความซับซ้อนต้องอาศัยการวิเคราะห์สถานการณ์ การค้นหาคำตอบ ทำได้หลายวิธีแต่คำตอบที่ถูกต้องมีเพียงคำตอบเดียว นิยมใช้ปัญหาประเภทนี้ในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน

(3) ปัญหาแบบไม่มีโครงสร้าง (unstructured problem) เป็นปัญหาที่ไม่มีการกำหนดข้อมูล และเป็นสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริง นักเรียนเป็นผู้ค้นหาข้อมูล และแก้ปัญหาด้วยตนเอง วิธีการและคำตอบของปัญหามีความหลากหลาย นิยมใช้ปัญหาประเภทนี้ในการเตรียมความพร้อมให้กับนักเรียนในการเผชิญปัญหาในสถานการณ์จริง

จากที่กล่าวมา สรุปประเภทของปัญหาทางฟิสิกส์เป็น 3 ประเภท ได้แก่ (1) ปัญหาแบบมีโครงสร้าง ลักษณะสำคัญ คือ มีการกำหนดข้อมูลในการแก้ปัญหาอย่างครบถ้วน กระบวนการแก้ปัญหาไม่ซับซ้อน และคำตอบมีเพียงคำตอบเดียว นิยมใช้ในการยกตัวอย่างประกอบการอธิบายกฎหรือทฤษฎีทางฟิสิกส์ (2) ปัญหาแบบกึ่งโครงสร้าง ลักษณะสำคัญคือ กำหนดข้อมูลในการแก้ปัญหาไม่ครบถ้วน กระบวนการแก้ปัญหามีความซับซ้อนและคำตอบมีเพียงคำตอบเดียว นิยมใช้ในการฝึกฝน และพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน และ (3) ปัญหาแบบไม่มีโครงสร้าง ลักษณะสำคัญ คือไม่กำหนดข้อมูลในการแก้ปัญหา กระบวนการ และคำตอบมีได้หลากหลายขึ้นอยู่กับข้อมูลเพิ่มเติมที่นำมาประกอบการแก้ปัญหา นิยมใช้ในการเตรียมความพร้อมให้กับนักเรียนในการเผชิญปัญหาในสถานการณ์จริง และโครงงานทางฟิสิกส์

2.3 กระบวนการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์

การแก้ปัญหาทางฟิสิกส์เป็นกระบวนการทางปัญญาในการเชื่อมโยง และประยุกต์ความรู้ทางฟิสิกส์ในขั้นตอนการปฏิบัติโดยอาศัยกลวิธีต่างๆ มาช่วยในการวางแผน และการดำเนินการเพื่อให้บรรลุเป้าหมาย ซึ่งกระบวนการดังกล่าวมีหลักการ และขั้นตอนที่แตกต่างกัน ในการแก้ปัญหาจึงต้องเลือกกระบวนการให้เหมาะสมกับปัญหา โดยนักการศึกษาเสนอกระบวนการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ ดังนี้

Brackett, Larkin and Reif (1976: 212-217) ศึกษาเกี่ยวกับกลยุทธ์การสอนแก้ปัญหาของครู โดยพบว่าการสอนแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ครูควรมีการฝึกฝนนักเรียนอย่างเป็นขั้นตอนโดยได้เสนอขั้นตอนดังกล่าว 4 ขั้นตอน โดยมีรายละเอียด ดังนี้

(1) ขั้นการบรรยายปัญหา (description) เป็นการเขียนรายการข้อมูลทั้งหมดที่ปรากฏในโจทย์ปัญหา และการสร้างแผนภาพเวกเตอร์แสดงความสัมพันธ์ของตัวแปรของสถานการณ์ปัญหา

(2) ขั้นวางแผน (planning) เป็นการวางแผนเพื่อกำหนดลำดับขั้นตอนในการใช้ข้อมูล

(3) ขั้นการดำเนินการ (implementation) เป็นการดำเนินการตามแผนที่วางไว้ การกำหนดความสัมพันธ์ของตัวแปรด้วยสมการทางคณิตศาสตร์ และการคำนวณทางคณิตศาสตร์เพื่อให้ได้คำตอบของปัญหา

(4) ขั้นการตรวจสอบ (checking) เป็นการตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบ และหน่วย

Reif (1995: 17-32) ศึกษาเกี่ยวกับปัญหาทางกลศาสตร์ และพัฒนากระบวนการในการแก้ปัญหาดังกล่าว 3 ขั้นตอน ดังนี้

(1) ขั้นการวิเคราะห์ปัญหา (analyze the problem) เป็นการบรรยายความสัมพันธ์ของตัวแปรในสถานการณ์ปัญหา และตัวแปรเป้าหมายของการแก้ปัญหา

(2) ขั้นการสร้างคำตอบ (construction of solution) เป็นการระบุตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา ตัวแปรที่ไม่ทราบค่า และความสัมพันธ์ของตัวแปรเพื่อนำไปสู่การคำนวณทางคณิตศาสตร์

(3) ขั้นการตรวจสอบ (check) เป็นการตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างคำตอบกับเป้าหมายของการแก้ปัญหา

Bagno and Eylon (1997: 726) ศึกษาแนวทางการแก้ปัญหาจากกระบวนการแก้ปัญหาของนักเรียนกลุ่มเก่ง โดยพบว่าในการแก้ปัญหาของนักเรียนกลุ่มดังกล่าวมีการดำเนินการอย่างเป็นระบบ และมีลำดับขั้นตอนซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน โดยมีรายละเอียด ดังนี้

(1) ขั้นการแก้ปัญหา (solve) เป็นขั้นการพิจารณาถึงปัญหาที่ต้องการ

(2) ขั้นการสะท้อนปัญหา (reflect) เป็นการระบุความสัมพันธ์ของตัวแปรที่ปรากฏ การกำหนดสัญลักษณ์ และความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ของตัวแปร

(3) ขั้นสร้างมโนทัศน์ (conceptualize) เป็นขั้นการอธิบายมโนทัศน์ในการแก้ปัญหาและการแก้ไขมโนทัศน์ที่ผิดพลาด

(4) ขั้นการประยุกต์ความรู้ (apply) เป็นขั้นการนำความรู้เดิมไปใช้ในการสร้างความรู้ในสถานการณ์ใหม่

Louck (2007, cited in Gok and Silay, 2010: 9) ศึกษาการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์พื้นฐานในระดับมหาวิทยาลัย โดยใช้สถานการณ์ปัญหาที่สอดคล้องเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวัน และมีความเกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ โดยพบว่าขั้นตอนสำคัญที่ช่วยให้สามารถแก้ปัญหาดังกล่าวได้ 5 ขั้นตอน ดังนี้

(1) ขั้นการระบุประเภทของปัญหา (identify the type of problem) เช่น มโนทัศน์ที่เกี่ยวข้อง คำสำคัญ และลักษณะสำคัญของปัญหา

(2) ขั้นการคัดเลือกข้อมูล (sort by interval and/or object) เป็นการเขียนรายการข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้ และการเขียนแผนภาพ

(3) ขั้นการค้นหาสมการ และตัวแปรที่ไม่ทราบค่า (find the equation and unknows)

(4) ขั้นการวางแผน (outline solution or make a chain of reaction) เป็นกำหนดลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาโดยอาจเขียนเป็นโครงร่างความสัมพันธ์ของตัวแปร

(5) ขั้นการคำนวณทางคณิตศาสตร์ (do the mathematics)

Caliskan, Erol and Selcuk (2010: 25) ศึกษาเกี่ยวกับกลยุทธ์ในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียน แล้วสังเคราะห์กระบวนการดังกล่าวเพื่อนำมาฝึกฝนให้นักเรียนโดยมีขั้นตอน 5 ขั้นตอน ดังนี้

(1) ขั้นทำความเข้าใจปัญหา (understanding the problem) เป็นการอ่านและศึกษารายละเอียดของปัญหาเพื่อค้นหาข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้

(2) ขั้นการวิเคราะห์ปัญหาเชิงคุณภาพ (qualitative analyzing of the problem) เป็นขั้นการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพโดยอาศัยความรู้ในด้านเนื้อหาทางฟิสิกส์ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัวแปรทั้งหมดเพื่อเชื่อมโยงไปสู่การแก้ปัญหาโดยใช้สมการทางคณิตศาสตร์

(3) ขั้นการวางแผนการแก้ปัญหา (solution plan for the problem) เป็นขั้นการลำดับขั้นตอนในการปฏิบัติ

(4) ขั้นการดำเนินการตามแผน (apply the solution plan) เป็นขั้นการปฏิบัติตามขั้นตอนการแก้ปัญหาที่กำหนดไว้

(5) ขั้นการตรวจสอบคำตอบ (checking) เป็นขั้นการตรวจสอบคำตอบ และหน่วย รวมถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ

Belikov (1989: 21-25) ได้เสนอขั้นตอนในการวิเคราะห์และแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ไว้ดังนี้

(1) ขั้นการวิเคราะห์ปัญหา เป็นการวิเคราะห์ปรากฏการณ์ทางฟิสิกส์ที่อยู่ในโจทย์ปัญหาด้วยการตีความ และทำความเข้าใจโจทย์ วิเคราะห์ และแปลความแล้วพิจารณาว่าสิ่งใดที่โจทย์ต้องการทราบคำตอบ

(2) ขั้นกำหนดตัวแปรตามที่โจทย์กำหนด เป็นการใช้ข้อมูลในโจทย์ปัญหาเชื่อมโยงกับนิยาม หลักการ และทฤษฎีทางฟิสิกส์ด้วยการเขียนสมการแสดงความสัมพันธ์ตามที่โจทย์กำหนดหรือเลือกใช้ความสัมพันธ์ตามนิยาม หลักการ กฎ และทฤษฎีที่เคยเรียนมา

(3) ขั้นสร้างสมการทางคณิตศาสตร์ เป็นการใช้ข้อมูลในโจทย์ปัญหาแทนปริมาณในนิยาม หลักการ กฎ และทฤษฎีทางฟิสิกส์ด้วยการแทนค่าปริมาณต่างๆ ในรูปของตัวแปรตามความสัมพันธ์ที่ได้ในขั้นที่ 2

(4) ขั้นการคำนวณ เป็นการคิดคำนวณ และวิเคราะห์คำตอบของโจทย์ปัญหาด้วยการคิดคำนวณแก้สมการหาคำตอบ และประมาณค่าคำตอบที่ได้

(5) ขั้นสรุปการตอบ เป็นการตอบโดยสรุปคำตอบที่ได้ตามความหมายที่โจทย์ต้องการ

การศึกษาเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์จากแนวคิดของนักการศึกษาโดยสรุปกระบวนการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์เป็นกิจกรรมที่มีการปฏิบัติอย่างเป็นลำดับขั้นตอน โดยขั้นตอนสำคัญของการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ตามแนวคิดของนักการศึกษาที่สอดคล้องกัน ได้แก่ (1) การวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาเพื่อระบุตัวแปรที่เกี่ยวข้อง ความสัมพันธ์ของตัวแปร การนำเสนอปัญหาด้วยภาพความคิด เป็นต้น (2) การวางแผน เป็นการกำหนดขั้นตอนการแก้ปัญหา (3) การดำเนินการ เป็นการปฏิบัติตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ และ (4) การตรวจสอบ เป็นการตรวจความถูกต้องของคำตอบ และหน่วยของตัวแปร ซึ่งจากที่กล่าวมาข้างต้นผู้วิจัยได้ปรับกระบวนการในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์

ของ Belikov (1989) แล้วกำหนดให้กระบวนการในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์สำหรับการทำวิจัยครั้งนี้เป็น 6 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ระบุสิ่งที่โจทย์ถาม
ขั้นที่ 2 ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้
ขั้นที่ 3 เขียนสูตร หรือสมการที่เกี่ยวข้อง
ขั้นที่ 4 แสดงการแทนค่าในสูตร หรือสมการ
ขั้นที่ 5 แสดงการคิดคำนวณหาคำตอบ
ขั้นที่ 6 สรุปคำตอบพร้อมทั้งระบุหน่วย

2.4 แนวทางการวัดความสามารถในการแก้ปัญหา

การวัดความสามารถในการแก้ปัญหาเป็นขั้นตอนสำคัญของการได้ข้อมูลที่นำมาใช้ในการประเมินนักเรียนต่อไปนี้ ซึ่งผลการประเมินดังกล่าวมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการพัฒนาการเรียนการสอนที่ช่วยปรับระดับคุณภาพของนักเรียนในด้านต่าง ๆ แก้ปัญหา และแนวทางการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ ดังนี้

Brackett, Larkin and Reif (1976: โดยนักการศึกษาเสนอพฤติกรรมของนักเรียนที่บ่งชี้ถึงการมีความสามารถในการแก้ปัญหา เสนอพฤติกรรมที่แสดงออกถึงความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ ได้แก่

(1) ระบุตัวแปรที่เกี่ยวข้อง
(2) แสดงความสัมพันธ์ของตัวแปรด้วยแผนภาพเวกเตอร์
(3) การกำหนดความสัมพันธ์ของตัวแปร
(4) การลำดับขั้นตอนที่กำหนดไว้
(5) การคำนวณตามขั้นตอนที่กำหนดไว้
(6) การสรุปคำตอบและหน่วยของตัวแปร

Heller et al. (1992: 631) เสนอแนวทางการวัดความสามารถในการแก้ปัญหา โดยใช้แบบสอบอัตนัย กำหนดข้อคำถามที่อยู่ในรูปข้อความ โดยมีการกำหนดสถานการณ์ที่หลากหลายสอดคล้องกับเหตุการณ์จริง และกำหนดพฤติกรรมที่แสดงออกถึงความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนในระหว่างการเรียนการสอนดังนี้

(1) ระบุหลักฐานที่แสดงถึงความเข้าใจในมโนทัศน์ เช่น การเขียนอธิบายความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆ ที่ปรากฏในปัญหา

(2) บรรยายสภาพปัญหาโดยใช้ความรู้ทางฟิสิกส์ เช่น ตัวแปรที่เกี่ยวข้อง ความสัมพันธ์ของตัวแปรในการแก้ปัญหา

(3) เลือกสูตรหรือสมการที่สอดคล้องกับความรู้ทางฟิสิกส์

(4) แสดงการวางแผนการแก้ปัญหา การลำดับขั้นตอนการปฏิบัติ

(5) ตรวจสอบคำตอบ ความสมเหตุสมผลของความรู้ทางฟิสิกส์กับคณิตศาสตร์

Hollabaugh (1995: 75) ศึกษาแนวทางการจัดการเรียนการสอนโดยใช้การสร้างความรู้เชิงกลยุทธ์ของ Heller และคณะแล้วเสนอการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์จากการเรียนการสอนดังกล่าวด้วยการทดสอบโดยใช้แบบสอบอัตนัย โดยมีการสร้างเกณฑ์การประเมินคำตอบในด้านต่าง ๆ ดังนี้

(1) การสร้างคำบรรยายทางฟิสิกส์ เป็นการประเมินความรู้ความเข้าใจทางฟิสิกส์โดยพิจารณาจากการบรรยายสถานการณ์ปัญหา ได้แก่ การระบุตัวแปรที่เกี่ยวข้อง ตัวแปรเป้าหมาย และความสัมพันธ์ของตัวแปรโดยใช้ความรู้ทางฟิสิกส์ คุณภาพและความสมบูรณ์คำบรรยายทางฟิสิกส์

(2) การวางแผน เป็นการประเมินเกี่ยวกับขั้นตอนการเปลี่ยนคำบรรยายทางฟิสิกส์ไปสู่สมการทางคณิตศาสตร์ คุณภาพและความสมบูรณ์ของการวางแผนการแก้ปัญหา

(3) การดำเนินการตามแผน เป็นการประเมินหลักฐานหรือร่องรอยของการปฏิบัติตามขั้นตอนการแก้ปัญหา คุณภาพและความสมบูรณ์ของการปฏิบัติตามขั้นตอนการแก้ปัญหา

Huffman (1997: 559) ศึกษาแนวทางการจัดการเรียนการสอนโดยใช้การสร้างความรู้เชิงกลยุทธ์ของ Heller et al. แล้วเสนอการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาในการแก้ปัญหาฟิสิกส์จากการเรียนการสอนดังกล่าวด้วยวิธีการทดสอบโดยใช้แบบอัตนัย กำหนดสถานการณ์ปัญหาในรูปเวกเตอร์ และกำหนดเกณฑ์ในการประเมินคำตอบในด้านต่าง ๆ ดังนี้

(1) คุณภาพของการเป็นตัวแทนทางฟิสิกส์

(2) ความสมบูรณ์ของการเป็นตัวแทนทางฟิสิกส์

(3) ความสอดคล้องระหว่างความรู้ทางฟิสิกส์กับสมการทางคณิตศาสตร์

(4) การจัดระบบและกระบวนการแก้ปัญหา

(5) การคำนวณทางคณิตศาสตร์

Jennifer (2002: 25) ศึกษาแนวทางการจัดการเรียนการสอนโดยใช้การสร้างความรู้เชิงกลยุทธ์ของ Heller และคณะ แล้วเสนอการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์จากการเรียนการสอนดังกล่าวด้วยวิธีการทดสอบโดยใช้แบบสอบอัตนัย และกำหนดเกณฑ์ในการประเมินคำตอบ ดังนี้

(1) การแก้ปัญหาตามแนวทางฟิสิกส์ (physics approach) เป็นการประเมินความรู้ความเข้าใจเบื้องต้นเกี่ยวกับมโนทัศน์ ความเข้าใจในปัญหาโดยพิจารณาจากพฤติกรรม การเขียนอธิบายความสัมพันธ์ของตัวแปรด้วยความรู้ทางฟิสิกส์

(2) การแปลงความรู้ทางฟิสิกส์ (translation of physics approach) เป็นการประเมินการเชื่อมโยงความรู้ทางฟิสิกส์ไปสู่ความสัมพันธ์ของตัวแปรในรูปสมการทางคณิตศาสตร์

(3) การแก้ปัญหาตามแนวทางคณิตศาสตร์ (approach mathematic) เป็นการประเมินสมการและการคำนวณทางคณิตศาสตร์

(4) ความสมเหตุสมผลของการแก้ปัญหา (logical progression) เป็นการประเมินความสมเหตุสมผลตั้งแต่ขั้นตอนแรกของการปฏิบัติจนถึงขั้นการได้คำตอบของปัญหา

Caliskan, Erol and Selcuk (2010: 25) เสนอเครื่องมือและวิธีการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาไว้ ดังนี้

(1) วิธีการสังเกต ซึ่งทำได้ 2 วิธีคือ การสังเกตแบบไม่ตั้งใจซึ่งเกิดขึ้นตลอดเวลา เช่น การสังเกตจากการตอบคำถาม และกระบวนการการแก้ปัญหาในระหว่างการทำงาน โดยครูต้องบันทึกพฤติกรรมของผู้เรียนไว้เป็นข้อมูลในการพิจารณาความสามารถในการแก้ปัญหา ส่วนการสังเกตอีกประเภทหนึ่ง คือ การสังเกตแบบตั้งใจ เป็นการสังเกตและบันทึกข้อมูลอย่างเป็นระบบ มีการจัดทำรายการพฤติกรรมและแบบฟอร์มการสังเกตไว้ล่วงหน้า ซึ่งจะช่วยให้สังเกตได้ตรงตามรายการพฤติกรรมที่ต้องการวัด

(2) การประเมินตนเองโดยให้ผู้เรียนเป็นผู้ประเมินเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาของตนเองโดยอาจเขียนความก้าวหน้าของตนเองในการแก้ปัญหาในแต่ละขั้นตอนของการแก้ปัญหาซึ่งการประเมินดังกล่าวจะสะท้อนให้เห็นพัฒนาการของนักเรียนแต่ละคน

(3) การประเมินจากการปฏิบัติโดยใช้แบบสำรวจรายการซึ่งเป็นเครื่องมือที่ผู้สอนสร้างขึ้นเพื่อใช้ประเมินพฤติกรรมของผู้เรียนในการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการเก็บข้อมูลที่เป็นกระบวนการ หรือวิธีการที่มีการแบ่งแยกการกระทำ หรือการแสดงออกต่าง ๆ ไว้อย่างชัดเจน แบบสำรวจรายการนี้สามารถใช้ในการประเมินการแสดงออกของผู้เรียนในกระบวนการแก้ปัญหาเป็นอย่างดี

(4) วิธีการประเมินด้วยการทดสอบ โดยใช้แบบทดสอบอัตนัย การทดสอบโดยใช้แบบสอบอัตนัยเป็นการสะท้อนให้เห็นถึงความสามารถในการแก้ปัญหาของผู้เรียน ผู้สอนต้องกำหนดสถานการณ์ที่เป็นปัญหา และมีการกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนในแต่ละขั้นตอน

การศึกษาเกี่ยวกับแนวทางการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาโดยสรุป การวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์สามารถทำได้ด้วยวิธีการทดสอบโดยใช้แบบสอบอัตนัย โดยเมื่อพิจารณาเกณฑ์ในการตรวจให้คะแนนและตัวบ่งชี้ตามแนวคิดของนักการศึกษาพบว่า ตัวบงชี้ความสามารถในการแก้ปัญหาที่สอดคล้องกันมี 7 ตัวบ่งชี้ ได้แก่ (1) การสร้างแผนภาพเวกเตอร์ (2) การระบุตัวแปรตัวแปรที่เกี่ยวข้อง (3) การระบุตัวแปรที่ต้องค้นหา (4) การกำหนดสมการแทนความสัมพันธ์ของตัวแปร (5) การกำหนดขั้นตอนการคำนวณ (6) การคำนวณค่าของตัวแปร และ (7) การสรุปคำตอบและหน่วยของตัวแปร

3. มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

การศึกษาเกี่ยวกับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ มีประเด็นที่นำเสนอดังนี้ 1) ความหมายและประเภทของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ 2) ความสำคัญของมโนทัศน์ต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และ 3) แนวทางการวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

3.1 ความหมายและประเภทของของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

3.1.1 ความหมายของมโนทัศน์และมโนทัศน์

การศึกษาเกี่ยวกับมโนทัศน์ที่มีการบันทึกไว้อย่างเป็นระบบเกิดขึ้นครั้งแรกในสมัยของพลาโต โดยใช้ชื่อเรียกว่า "ความคิด" (ideas) แต่ในปัจจุบันคำว่า ความคิด และมโนทัศน์มีความแตกต่างกัน โดยมโนทัศน์มีความครอบคลุมทั้งในส่วนของคำจำกัดความและความคิด (Speiser, 2003: 483) เพื่อพิจารณาถึงคำศัพท์ มโนทัศน์ตรงกับคำในภาษาอังกฤษว่า "concept" มาจากรากศัพท์ของคำว่า "conceptus" หรือ "concipere" โดยนักการศึกษาให้ความหมายของมโนทัศน์ไว้ดังนี้

Good (1973: 124) กล่าวว่า "มโนทัศน์ คือ ความคิดของบุคคลในการจำแนกวัตถุ สถานการณ์หรือ กิจกรรมต่าง ๆ โดยใช้ลักษณะร่วมที่กัน"

Nitko (2007: 209-212) กล่าวว่า "มโนทัศน์ คือ ความคิด (ideas) และความเป็นนามธรรม (abstractions) ในการจำแนกสิ่งต่าง ๆ ได้แก่ วัตถุ บุคคล เหตุการณ์ หรือความสัมพันธ์ โดยใช้ลักษณะร่วมที่เหมือนกันของสิ่งดังกล่าว

Woolfolk (1995: 286) กล่าวว่า "มโนทัศน์ คือ ลำดับกลุ่ม ประเภทของเหตุการณ์ ความคิด วัตถุ หรือบุคคล โดยใช้ลักษณะที่คล้ายคลึงกันเป็นเกณฑ์ในการจัดจำแนก"

วีระชาติ สวนไพรินทร์ (2531:4) กล่าวว่า "มโนทัศน์ คือ ความคิดหลักที่คนเรามีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งซึ่งช่วยให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งเหล่านี้

ธีระชัย ปูรณโชติ (2537:40) ให้ความหมายว่า "มโนทัศน์ คือ ความคิดหลักที่คนเรามีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งซึ่งช่วยให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งเหล่านั้น

พจนานุกรรมศัพท์ศึกษาศาสตร์ ฉบับราชบัณฑิตสถาน (2551: 83) ให้ความหมายว่า "มโนทัศน์ คือ ภาพหรือความคิดในสมองที่เป็นตัวแทนของสิ่งใดสิ่งหนึ่งซึ่งประกอบด้วยคุณสมบัติร่วมที่เป็นลักษณะเฉพาะหรือลักษณะสำคัญของสิ่งนั้น"

การศึกษาความหมายขอบมโนทัศน์จากแนวคิดของนักการศึกษาโดยสรุป มโนทัศน์เป็นความคิดความเข้าใจโดยสรุปของบุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งซึ่งมีลักษณะสำคัญที่คล้ายคลึงกันและมีลักษณะบางประการที่ทำให้แตกต่างจากสิ่งอื่น

3.1.2 ประเภทของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

นักการศึกษาและนักจิตวิทยาแบ่งประเภทของมโนทัศน์แตกต่างกัน โดยขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่ใช้ในการจำแนกสามารถสรุปได้ดังนี้

Lowson et al. (2000: 1012) จำแนกประเภทของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์โดยใช้เกณฑ์เกี่ยวกับคำหรือวลีที่ปรากฏในมโนทัศน์ได้ สามารถแบ่งได้ 3 ประเภท ดังนี้

(1) มโนทัศน์เชิงทฤษฎี (theoretical concepts) เป็นมโนทัศน์ที่ไม่สามารถสังเกตได้โดยตรง สามารถรับรู้ได้จากแนวคิดทฤษฎีที่ได้รับการยอมรับในขณะนั้น และสามารถเปลี่ยนแปลงได้เมื่อมีหลักฐานที่น่าเชื่อถือมาสนับสนุน เช่น มโนทัศน์เรื่องอะตอม อนุภาคโฟตอน อเล็กตรอน ควาร์ก การเกิดปฏิกิริยาระหว่างอะตอมกับโมเลกุล เป็นต้น

(2) มโนทัศน์เชิงบรรยาย (descriptive concepts) เป็นมโนทัศน์ที่สามารถสังเกตได้โดยตรงจากวัตถุ หรือสถานการณ์ แล้วนำมาจัดกลุ่มของมโนทัศน์ เช่น มโนทัศน์ของเฟอร์นิเจอร์ สามารถสังเกตจากวัตถุ เช่น โต๊ะ เก้าอี้ โซฟา แล้วนำลักษณะร่วมของวัตถุมาจัดกลุ่มเป็นมโนทัศน์ของเฟอร์นิเจอร์

(3) มโนทัศน์เชิงแทรกสอด (intermediate concepts) เป็นมโนทัศน์ที่ไม่สามารถสังเกตได้โดยตรง เนื่องจากมีข้อจำกัดเรื่องเวลา สถานการณ์หรือเหตุการณ์เกิดขึ้นแล้วในอดีต เช่น มโนทัศน์ เรื่องการกำเนิดไดโนเสาร์ การเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยา เป็นต้น

Smith and Ragan (2005: 80) แบ่งมโนทัศน์เป็น 2 ประเภท ดังนี้

(1) มโนทัศน์เชิงรูปธรรม (concrete concepts) คือ สิ่งที่สามารถจำแนกหรือแบ่งประเภทได้จากการสังเกตลักษณะทางกายภาพ การมองเห็น การได้ยิน การสัมผัส การได้กลิ่น และการรับรู้รส เช่น การแยกใบไม้ต่างชนิดกันออกจากกัน เป็นต้น

(2) มโนทัศน์เชิงคำนิยาม (defined concepts) คือ สิ่งที่จำแนกจากคำจำกัดความหรือลักษณะเฉพาะที่เหมือนกันของสิ่งนั้น เช่น ประชาธิปไตย ลัทธิ เป็นต้น

Nitko (2007: 209-210) จำแนกประเภทของมโนทัศน์โดยใช้เกณฑ์ประสาทสัมผัส สามารถแบ่งได้ 2 ประเภท ดังนี้

(1) มโนทัศน์เชิงรูปธรรม (concrete concepts) หมายถึง กลุ่มที่มีลักษณะทางกายภาพที่สามารถสัมผัสได้ผ่านประสาทสัมผัส เช่น รูปสามเหลี่ยม บ้าน สุนัข เป็นต้น

(2) มโนทัศน์เชิงคำนิยาม (defined concepts) หรือมโนทัศน์เชิงความสัมพันธ์ (relational concepts) หมายถึง กลุ่มที่มีลักษณะทางกายภาพที่ไม่สามารถจับต้องได้ จึงต้องอาศัยการกำหนดคำจำกัดความ และความคิดเกี่ยวกับลักษณะสำคัญที่คล้ายคลึงกันนั้น เช่น ความเป็นเพื่อน น้ำ แม่ เป็นต้น

วีระชาติ สวนไพรินทร์ (2531: 4-5) แบ่งมโนทัศน์ออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

(1) มโนทัศน์ที่เกี่ยวกับการแบ่งประเภท เป็นการการกำหนดสมบัติร่วมของสิ่งต่างๆ เพื่อใช้ในการบรรยายถึงสิ่งนั้นๆ ให้เข้าใจตรงกัน

(2) มโนทัศน์ที่เกี่ยวกับความสัมพันธ์ เป็นการกำหนดความสัมพันธ์ของมโนทัศน์ย่อยที่เกี่ยวข้องกัน ซึ่งช่วยให้สามารถพยากรณ์หรือคาดคะเนล่วงหน้าในเหตุการณ์นั้นได้

(3) มโนทัศน์ทางทฤษฎี เป็นการกำหนดสิ่งที่ไม่สามารถมองเห็นได้ แต่สิ่งนั้นมีอยู่จริงและหลักฐานสนับสนุนว่าเป็นจริง มโนทัศน์ประเภทนี้นักวิทยาศาสตร์สร้างขึ้นโดยอาศัยจินตนาการหรือนึกภาพขึ้นในสมองเพื่อกำหนดลักษณะของสิ่งนั้นขึ้น

การศึกษาประเภทของมโนทัศน์และมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ โดยสรุปมโนทัศน์แบ่งเป็น 2 ประเภท ได้แก่ (1) มโนทัศน์เชิงรูปธรรม คือ กลุ่มของสิ่งที่สามารถจำแนกลักษณะเฉพาะได้โดยใช้ประสาทสัมผัสและ (2) มโนทัศน์เชิงนิยาม คือ กลุ่มของสิ่งที่มีลักษณะทางกายภาพซึ่งไม่สามารถจำแนกได้โดยใช้ประสาทสัมผัสจึงต้องอาศัยการกำหนดคำจำกัดความ และความคิดเกี่ยวกับลักษณะสำคัญที่คล้ายคลึงกัน

3.2 ความสำคัญของมโนทัศน์ต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

การเรียนการสอนที่มุ่งส่งเสริมให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์เป็นเป้าหมายหนึ่งของการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ และเป็นพื้นฐานสำคัญต่อการเรียนรู้มโนทัศน์ใหม่ที่เชื่อมโยงกันตลอดจนสามารถนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหา ดังที่นักการศึกษาได้กล่าวถึงความสำคัญของมโนทัศน์ และความสำคัญของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ดังนี้

Ausubel (1968: 505) กล่าวว่า “มโนทัศน์เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการดำรงชีวิต เนื่องจากพฤติกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ทั้งด้านความคิด การสื่อความหมาย การแก้ปัญหา หรือการตัดสินใจล้วนต้องอาศัยมโนทัศน์”

De Cecco (1986: 402-416) กล่าวถึงความสำคัญของมโนทัศน์ 5 ประการ ดังนี้

1) มโนทัศน์ช่วยลดความซับซ้อนของธรรมชาติ สิ่งแวดล้อมและเหตุการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นโดยมนุษย์ใช้มโนทัศน์ในการจัดกลุ่มของสิ่งต่างๆ เพื่อให้สามารถแยกแยะได้ เช่นการรู้ว่า “เสียงที่ได้ยินเป็นเสียงของอะไร” เป็นต้น

2) มโนทัศน์ช่วยในมนุษย์รู้จักสิ่งต่างๆ และสามารถแยกแยะได้ เช่น การรู้ว่า “เสียงที่ได้ยินเป็นเสียงของอะไร” เป็นต้น

3) มโนทัศน์เป็นพื้นฐานในการเรียนรู้ เช่น หลังการเรียนรู้เรื่อง สัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม เมื่อพบสัตว์ชนิดเดียวกันก็สามารถแยกแยะได้

4) มโนทัศน์ช่วยในการแก้ปัญหาและเป็นพื้นฐานที่นำไปสู่การตัดสินใจ

5) มโนทัศน์ช่วยด้านการเรียนการสอนการจัดกลุ่มข้อมูลและสื่อความหมาย

สุรางค์ โค้วตระกูล (2533: 206) กล่าวถึงความสำคัญของมโนทัศน์ “มโนทัศน์เป็นรากฐานของความคิด ช่วยในการตั้งกฎเกณฑ์ หลักการต่าง ๆ และมีความสามารถในการแก้ปัญหา นอกจากนี้มโนทัศน์ยังเป็นเครื่องมือในการสื่อความหมายที่ช่วยให้มนุษย์มีปฏิสัมพันธ์ซึ่งกัน และกัน

การศึกษาความสำคัญของมโนทัศน์โดยสรุป มโนทัศน์ช่วยลดความซับซ้อนของสิ่งต่าง ๆ ทำให้สามารถแยกแยะและสื่อความหมายได้ชัดเจนขึ้น และเป็นพื้นฐานในการเรียนรู้ต่อไป สำหรับความสำคัญขอมโนทัศน์ต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดของนักการศึกษามีรายละเอียดดังต่อไปนี้

Singh and Rosengrant (2000) กล่าวว่า “มโนทัศทางวิทยาศาสตร์มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ เป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยให้นักเรียนสามารถวิเคราะห์โจทย์ปัญหาอันเป็นพื้นฐานสำคัญของการแก้ปัญหาโจทย์ฟิสิกส์”

Speiser (2002: 484) กล่าวว่า “มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐานสำคัญในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ทุกแขนง”

Sekerciuglu and Kocakulah (2008: 47-59) กล่าวว่า “การมีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เป็นเป้าหมายสำคัญของการเรียนรู้ และเป็นพื้นฐานที่ช่วยให้นักเรียนสามารถสร้างความรู้ใหม่ได้อย่างถูกต้อง”

การศึกษาความสำคัญของมโนทัศน์ต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ โดยสรุป มโนทัศน์เป็นพื้นฐานสำคัญในการสร้างความรู้ใหม่ การแก้ปัญหา และการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ทุกแขนง สำหรับการเรียนรู้ฟิสิกส์นั้น การมีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ช่วยให้สามารถวิเคราะห์โจทย์ปัญหาได้อย่างถูกต้องอันเป็นพื้นฐานสำคัญของการแก้ปัญหาโจทย์ฟิสิกส์

3.3 แนวทางการวัดมโนทัศน์

Mc Dermott and Lawson (1986: 811-817) พัฒนาแบบวัดมโนทัศน์ เรื่อง งาน พลังงาน โมเมนตัม และการดล โดยใช้แบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง โดยเริ่มจากการสาธิตการทดลองโดยใช้วัตถุ หรือการกำหนดสถานการณ์จริง แล้วใช้วิธีการสัมภาษณ์เป็นรายบุคคล

Cruickshank et al. (1995: 30) เสนอแนวทางการวัดมโนทัศน์ โดยใช้แบบวัดมโนทัศน์ ดังต่อนี้

(1) แบบวัดการสร้างคำตอบ (created response items) ได้แก่ แบบวัดอัตนัย โดยกำหนดให้นักเรียนเรียบเรียงและเขียนตอบเพื่อนแสดงถึงระดับความรู้ของตนเอง

(2) แบบวัดเลือกตอบ (setected respose item) ได้แก่ แบบจับคู่ เลือกตอบถูก-ผิด ซึ่งสามารถวัดเนื้อหาได้มากในระยะเวลาอันจำกัด และสามารถประเมินได้ตรงตามวัตถุประสงค์

Odom and Kelly (2001: 616-635) ศึกษาเกี่ยวกับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และได้เสนอขั้นสามารถในการพัฒนาแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สรุปได้ดังนี้

(1) ศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน จากการทำแบบสอบหลายตัวเลือกที่กำหนดให้เขียนเหตุผลสนับสนุนในการเลือกตอบ

(2) สร้างแบบสอบหลายตัวเลือก ซึ่งประกอบด้วยข้อคำถาม 2 ตอน (two-tier multiplechoice format) คือ ตอนที่ 1 เป็นข้อคำถามเชิงเนื้อหา ซึ่งอาจมีตัวเลือก 2-4 เลือก และตอนที่ 2 เป็นส่วนของเหตุผลสนับสนุนคำตอบที่เลือกในตอนที่ 1

(3) นำแบบวัดไปใช้กับกลุ่มเป้าหมาย

Nitko (2007: 201-205) เสนอแนวทางการวัดมโนทัศน์ ดังนี้

(1) การวัดมโนทัศน์ที่เป็นรูปธรรมมีกลวิธี ดังนี้

(1.1) ยกตัวอย่างของสิ่งที่ต้องการศึกษา แล้วกำหนดให้ตั้งชื่อมโนทัศน์โดยอาศัยการสังเกตจากลักษณะร่วมที่เหมือนกัน

(1.2) ให้ตัวอย่างเพิ่มเติมแล้วกำหนดให้แยกตัวอย่างที่ถูกต้องและไม่ถูกต้อง

(1.3) ให้สร้างตัวอย่างใหม่ที่แตกต่างจากเดิม

(2) การวัดมโนทัศน์เชิงคำนิยามมีกลวิธี ดังนี้

(2.1) กำหนดให้สร้างคำจัดความของมโนทัศน์

(2.2) กำหนดให้ยกตัวอย่างที่สอดคล้องกับคำจำกัดความ

(2.3) ให้ตัวอย่างแล้วกำหนดให้แยกตัวอย่างที่ถูกต้องและไม่ถูกต้อง

(2.4) กำหนดให้ระบุองค์ประกอบและแสดงความสัมพันธ์ของมโนทัศน์

Kandil (2009: 1914-19150) ศึกษาเกี่ยวกับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรื่องโมเมนตัมและการดล โดยกำหนดแนวทางการวัดดังนี้

(1) วิเคราะห์เนื้อหาเรื่องโมเมนตัมและการดล ซึ่งประกอบด้วยโมเมนตัม การอนุรักษ์โมเมนตัม การดล และความสัมพันธ์ระหว่างโมเมนตัมกับการดล

(2) กำหนดระดับพฤติกรรมการวัด โดยการวัดมโนทัศน์เป็นพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย สามารถวัดได้ในระดับ ความจำ ความเข้าใจ และการนำความรู้ไปใช้

(3) ดำเนินการสร้างแบบวัดมโนทัศน์โดยเป็นแบบปรนัยเลือกตอบให้สอดคล้องกับเนื้อหาและระดับพฤติกรรมที่ต้องการวัด กำหนดตัวเลือก 5 ตัวเลือก

การศึกษาเกี่ยวกับแนวทางการวัดมโนทัศน์โดยสรุป การวัดมโนทัศน์เป็นการวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย ซึ่งสามารถวัดได้ในระดับความรู้ความจำ ความเข้าใจ และการนำไปใช้ ซึ่งสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การวัดด้วยวิธีการสัมภาษณ์ โดยใช้แบบสัมภาษณ์ การวัดด้วยวิธีการทดสอบ โดยใช้แบบสอบซึ่งอาจเป็น แบบสอบปรนัย หรือ อัตนัย สำหรับการวัดมโนทัศน์ในการวิจัยครั้งนี้ใช้วิธีการทดสอบโดยใช้แบบสอบปรนัยสองตอน โดยตอนที่ 1 เป็นคำถามเชิงเนื้อหา และตอนที่ 2 เป็นเหตุผลที่สนับสนุนคำตอบในตอนที่ 1 ทั้งสองตอนประกอบด้วยตัวเลือกจำนวน 4 ตัวเลือก

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการตั้งปัญหา ความสามารถในการแก้ปัญหา และมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

การนำเสนองานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการตั้งปัญหา ความสามารถในการแก้ปัญหา และมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิจัยที่ศึกษาผลของการใช้การเรียนการสอนโดยการตั้งปัญหา งานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหา และมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ดังต่อไปนี้

4.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนโดยการตั้งปัญหา และความสามารถในการแก้ปัญหา

Ferguson and Fairbum (1985) ศึกษาผลของการเรียนการสอนโดยใช้การตั้งปัญหาที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนเกรด 2 โดยใช้ระยะเวลาในการทดลอง 6 เดือน พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยการตั้งปัญหามีความสามารถในการแก้ปัญหาสูงขึ้น

Silver (1993) ได้ศึกษาเกี่ยวกับผลการจัดการเรียนการสอนโดยการตั้งปัญหา โดยการสังเคราะห์วรรณกรรมต่างๆ เพื่อที่จะแสดงให้เห็นถึงการเชื่อมโยงระหว่างการสอนโดยใช้เทคนิคการตั้งปัญหาในทางคณิตศาสตร์กับการเรียนรู้กระบวนการแก้ปัญหา ผลการศึกษา พบว่า การสอนโดยใช้เทคนิคการตั้งปัญหาในทางคณิตศาสตร์เป็นยุทธวิธีการสอนที่ช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนให้สูงขึ้น

Sayed (2000) ศึกษาผลของการใช้กลวิธีการตั้งปัญหาต่อการดำเนินการแก้ปัญหาของนักศึกษาวิชาชีพครูคณิตศาสตร์ ที่กำลังศึกษาชั้นปีที่ 3 วิชาเอก คณิตศาสตร์/คอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัย Sultan Qaboos จำนวน 50 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลอง กลุ่มละ 25 คน กลุ่มควบคุมเรียนโดยใช้กลวิธีการแก้ปัญหาตามแนวคิดของ Polya (1973) เพียงอย่างเดียว ส่วนกลุ่มทดลองเรียนโดยใช้กลวิธีให้ตั้งปัญหาที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่เรียนหลังจากเรียนโดยใช้วิธีการแก้ปัญหาตามแนวคิดของ Polya (1973) ผลการวิจัยพบว่า นักศึกษาที่ได้รับการสอนกลวิธีการตั้งปัญหาเสริมกระบวนการแก้ปัญหาได้คะแนนสูงกว่านักศึกษาที่เรียนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สุริเยส สุขแสวง (2548) วิจัยเรื่อง ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการตั้งปัญหาที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จังหวัดสุรินทร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ปีการศึกษา 2548 โรงเรียนจอมพระประชาสรรค์ จังหวัดสุรินทร์ จำนวน 82 คน เป็นนักเรียนกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมกลุ่มละ 41 คน โดยกลุ่มทดลองเรียนโดยใช้เทคนิคการตั้งปัญหา และกลุ่มควบคุมเรียนแบบปกติ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และแบบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้เทคนิคการตั้งปัญหามีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่มีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างจากนักเรียนที่เรียนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สายสุณี สุทธิจักษ์ (2551) วิจัยเรื่องผลของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้การตั้งปัญหาเสริมกระบวนการแก้ปัญหาที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหา และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จังหวัดหนองคาย กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2551 โรงเรียนปทุมเทพวิทยาคาร จังหวัดหนองคาย จำนวน 103 คน เป็นนักเรียนกลุ่มทดลองจำนวน 51 คน และนักเรียนกลุ่มควบคุม 52 คน โดยกลุ่มทดลองเรียนโดยใช้การตั้งปัญหาเสริมกระบวนการแก้ปัญหา และกลุ่มควบคุมเรียนแบบปกติ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้การตั้งปัญหาเสริมกระบวนการแก้ปัญหามีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่มีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างจากนักเรียนที่เรียนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

Connor and Hawkins (1936 อ้างถึงใน สายสุณี สุทธิจักษ์, 2551) ได้ศึกษาผลของการเรียนโดยการตั้งปัญหาที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหา และมโนทัศน์เรื่องเรขาคณิตของนักเรียนชั้นประถมศึกษา โดยให้นักเรียนตั้งปัญหา หรือสร้างปัญหาด้วยตนเอง พบว่า นักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยการตั้งปัญหาด้วยตนเองมีความสามารถ และทักษะในการแก้ปัญหาทางเรขาคณิตสูงขึ้น และยังช่วยพัฒนามโนทัศน์ทางเรขาคณิตให้สูงขึ้นด้วย

Calik (2006) ได้ทำการศึกษาความเข้าใจโนทัศน์จากการจัดการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรักติวิสต์ เรื่อง การสลายตัวของแก๊สในของเหลว โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 9 จำนวน 44 คน จาก 2 โรงเรียน พบว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนตามแนวคอนสตรักติวิสต์มีความเข้าใจมโนทัศน์เรื่อง การสลายตัวของแก๊สในของเหลว สูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ และมีความคงทนในการเรียนรู้ในกลุ่มที่เรียนตามแนวคอนสตรักติวิสต์กับกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการสอนปกติมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

Ipek and Calik (2008) ได้ทำการศึกษาผลของการจัดการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรักติวิสต์ที่มีต่อการเปลี่ยนมโนทัศน์เรื่องการต่อวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม และแบบขนาน พบว่าหลังทดลองนักเรียนมีความเข้าใจมโนทัศน์สูงกว่าเดิม และมีแรงจูงใจในการเรียนเพิ่มขึ้น

สุจินต์ เลี้ยงจรูญรัตน์ (2543) ทำการศึกษาการจัดการเรียนการสอนแบบคอนสตรักติวิสต์และการใช้แฟ้มผลงานในการสอนเรื่องพลังงานกับชีวิต และเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการทดลองพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนแบบคอนสตรักติวิสต์กับแฟ้มผลงานมีมโนทัศน์ และเจตคติสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการเรียนการสอนแบบปกติ

ชุติมา รอดสุก (2550) ได้ทำการศึกษาผลการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรักติวิสต์ที่มีต่อมโนทัศน์ชีววิทยา และความสามารถในการให้เหตุผลเชิงอุปนัยของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2550 โรงเรียนวัดนวลนรดิศ ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรักติวิสต์มีคะแนนมโนทัศน์ทางชีววิทยาเฉลี่ยร้อยละ 74.79 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ สูงกว่าร้อยละ 70

มาลีรัตน์ กระต่ายทอง (2554) ทำการศึกษาผลของการใช้รูปแบบการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรักติวิสต์ที่มีต่อมโนทัศน์เรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก และทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น โดยมีกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนหัวหินวิทยาลัย ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554 พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรักติวิสต์มีมโนทัศน์เรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงโลกและทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลหลังเรียนสูงขึ้น และสูงกว่ากลุ่มเปรียบเทียบ

การศึกษาเกี่ยวกับงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนโดยใช้การตั้งปัญหาความสามารถในการแก้ปัญหา และมโนทัศน์วิทยาศาสตร์ โดยสรุป การเรียนการสอนโดยใช้การตั้งปัญหาส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน และการจัดการเรียนการสอนโดยการตั้งปัญหามีรากฐานมาจากแนวคิดตามทฤษฎีคอนสตรักติวิสต์ ซึ่งการจัดการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรักติวิสต์ส่งเสริมให้นักเรียนมีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการตั้งปัญหาที่มีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ และมโนทัศน์ฟิสิกส์

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการตั้งปัญหาที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ และมโนทัศน์ฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายในโรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม มีขั้นตอนการดำเนินการวิจัย ดังนี้

1. การศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. การออกแบบการวิจัย
3. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
4. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
5. การดำเนินการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. ศึกษาข้อมูลจากหนังสือ เอกสาร วารสาร และงานวิจัยทั้งในประเทศ และต่างประเทศ เกี่ยวกับหลักการพื้นฐาน ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการตั้งปัญหาความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ และมโนทัศน์ฟิสิกส์

2. ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นม. 6 แบบเรียน คู่มือครู สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี และหนังสือคู่มือประกอบการเรียนวิชาฟิสิกส์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เพื่อวิเคราะห์สาระ/เนื้อหาเรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้

3. ศึกษาเอกสาร หนังสือ และงานวิจัยที่เกี่ยวกับหลักการ และวิธีสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ และมโนทัศน์ฟิสิกส์พร้อมทั้งศึกษาวิธีวัด และประเมินผลวิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

2. การออกแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-experimental Research) โดยมีรูปแบบการวัดแบบ Two group pretest-posttest design ประกอบด้วยกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองเป็นกลุ่มที่เรียนฟิสิกส์โดยการตั้งปัญหา และกลุ่มควบคุมเป็นกลุ่มที่เรียนฟิสิกส์ด้วยวิธีสอนแบบปกติโดยมีการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งสองกลุ่มก่อน และหลังการทดลอง

ภาพที่ 1 รูปแบบการวิจัยแบบ Two group pretest-posttest design

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

O_1 หมายถึง การเก็บข้อมูลก่อนการทดลองด้วยแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ และแบบวัดมโนทัศน์ฟิสิกส์

X หมายถึง การเรียนการสอนฟิสิกส์โดยการตั้งปัญหา

~X หมายถึง การเรียนการสอนฟิสิกส์ด้วยวิธีสอนแบบปกติ

O_2 หมายถึง การเก็บข้อมูลหลังการทดลองด้วยแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ และแบบวัดมโนทัศน์ฟิสิกส์

3. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายโรงเรียนสาธิตสังกัดมหาวิทยาลัยของรัฐในกรุงเทพมหานคร

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งกำลังเรียนในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 ของโรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม โดยดำเนินการกำหนดกลุ่มตัวอย่างตามขั้นตอน ดังนี้

1. การเลือกโรงเรียน ผู้วิจัยใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง (purposive sampling) โดยเลือกโรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม เนื่องจากเป็นโรงเรียนที่นักเรียนมีระดับความสามารถ และองค์ประกอบต่างๆ ไม่แตกต่างจากโรงเรียนสาธิตสังกัดทบวงมหาวิทยาลัยทั่วไป

2. การสุ่มเลือกห้องเรียนเพื่อเป็นกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม ผู้วิจัยได้พิจารณาจากคะแนนสอบวิชา ว33204 ฟิสิกส์ 4 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 4 ห้องเรียน แล้วทำการเลือกมา 2 ห้องเรียน โดยมีวิธีการดังนี้

2.1 นำคะแนนสอบวิชา ว33204 ฟิสิกส์ 4 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 ของแต่ละห้องมาหาค่าเฉลี่ย (*M*) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*SD*) เป็นรายห้อง

2.2 เลือกห้องเรียนที่มีค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนสอบวิชา ว33204 ฟิสิกส์ 4 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 ที่ใกล้เคียงกัน จำนวน 2 ห้องแล้วทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบวิชา ว33204 ฟิสิกส์ 4 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 ของนักเรียนทั้ง 2 ห้อง โดยการทดสอบค่าที (t – test) และพบว่านักเรียนทั้ง 2 ห้องมีค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบวิชา ว33204 ฟิสิกส์ 4 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 ไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ปรากฏผลดังในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ย (*M*) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*SD*) และค่าสถิติทดสอบที (t – test) ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา ว33204 ฟิสิกส์ 4 ของนักเรียน 2 กลุ่ม ที่นำมาใช้เป็นกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง	*M*	*SD*	t	p
กลุ่มที่ 1	68.56	10.50		
			0.54	.06
กลุ่มที่ 2	66.88	11.06		

*p < .05

2.3 เมื่อได้กลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 2 กลุ่มแล้ว ทำการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) ด้วยวิธีการจับฉลาก เพื่อกำหนดกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม ผลปรากฏว่านักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/4 จำนวน 30 คน เป็นกลุ่มทดลอง และนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/3 จำนวน 32 คนเป็นกลุ่มควบคุม

4. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้มี 2 ประเภท คือ

1. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล มี 2 ชุด คือ
   1.1 แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์
   1.2 แบบวัดมโนทัศน์ฟิสิกส์
2. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง คือ แผนการจัดการเรียนรู้วิชา ว33205 ฟิสิกส์ 5 ซึ่งแบ่งเป็น 2 แบบ ได้แก่
   2.1 แผนการจัดการเรียนรู้ฟิสิกส์โดยการตั้งปัญหา
   2.2 แผนการจัดการเรียนรู้ฟิสิกส์ด้วยวิธีสอนแบบปกติ

รายละเอียดของการสร้างเครื่องมือ การพัฒนาเครื่องมือ และการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือเป็นดังนี้

1. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลคือ (1) แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์เรื่อง ความร้อน และทฤษฎีจลน์ของแก๊ส และ (2) แบบวัดมโนทัศน์ฟิสิกส์ เรื่อง ความร้อน และทฤษฎีจลน์ของแก๊ส โดยมีรายละเอียดเกี่ยวกับขั้นตอนในการพัฒนา และตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ ดังนี้

1.1 แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์

แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ เรื่อง ความร้อน และทฤษฎีจลน์ของแก๊ส คือแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาส่วนที่เป็นผลการแก้ปัญหาของนักเรียนทั้งกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม ซึ่งมีลักษณะเป็นแบบอัตนัย และใช้สาระฟิสิกส์ เรื่อง ความร้อน และทฤษฎีจลน์ของแก๊ส เป็นเนื้อหาในการวัด โดยมีรายละเอียดของการพัฒนา และตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือดังต่อไปนี้

(1) ศึกษา และวิเคราะห์เอกสารที่เกี่ยวข้อง หลักสูตรฟิสิกส์ และผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของรายวิชา ว33205 ฟิสิกส์ 5 ซึ่งเป็นรายวิชาเพิ่มเติมจากหลักสูตรของโรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยมพุทธศักราช 2551 เพื่อกำหนดกรอบของสาระที่ใช้ในการออกข้อสอบให้สอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง รวมทั้งเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการสร้างแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา และการกำหนดสถานการณ์ปัญหาในแบบวัดโดยอ้างอิงตามแนวความคิดของ Belikov, B.S. (1989)

(2) กำหนดโครงสร้างของแบบวัด และออกแบบตามกรอบเนื้อหาที่สอน โดยมีข้อสอบจำนวน 10 ข้อ และกำหนดเวลาในการสอบ 2 ชั่วโมง สำหรับการคัดเลือกสาระในการออกข้อสอบ สรุปได้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 สาระที่คัดเลือกแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์จำแนกตามหัวข้อเรื่อง

หัวข้อเรื่อง	สาระที่คัดเลือก
1. ความร้อน	1. การหาพลังงานความร้อนที่มีผลต่อการเปลี่ยนอุณหภูมิของสาร และการเปลี่ยนสถานะของสาร 2. การหาอุณหภูมิผสมเมื่อมีการถ่ายโอนความร้อน และเกิดสมดุล ความร้อน 3. การหาปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนพลังงานกลเป็นพลังงานความร้อน
2. แก๊สอุดมคติ	1. การหาปริมาณที่เกี่ยวข้องเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงความดัน การเปลี่ยนแปลงปริมาตร และการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิตามกฎของแก๊สอุดมคติ
3. ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส	1. การหาพลังงานจลน์เฉลี่ยของโมเลกุลของแก๊ส 2. การหาพลังงานจลน์รวมของแก๊ส 3. การหาอัตราเร็วเฉลี่ยของแก๊ส
4. พลังงานภายในระบบ	1. การหาปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงพลังงานภายในระบบเมื่อความดันของแก๊สคงที่ 2. การหาพลังงานความร้อนเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงตามระบบเทอร์โมไดนามิกส์

(3) ดำเนินการสร้างแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง ความร้อน และทฤษฎีจลน์ของแก๊ส ให้สอดคล้องกับสาระที่คัดเลือก และสร้างเกณฑ์ในการตรวจให้คะแนนซึ่งผู้วิจัยได้ปรับกระบวนการในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ของ Belikov (1989) แล้วกำหนดให้ความสามารถในการแก้ปัญหาโจทย์ทางฟิสิกส์อันประกอบด้วยความสามารถในการปฏิบัติตามขั้นตอนการแก้ปัญหา 6 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 1 ระบุสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบคำตอบ
ขั้นที่ 2 ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้
ขั้นที่ 3 เขียนสูตร หรือสมการที่เกี่ยวข้อง
ขั้นที่ 4 แสดงการแทนค่าในสูตร หรือสมการ
ขั้นที่ 5 แสดงการคิดคำนวณหาคำตอบ
ขั้นที่ 6 เขียนคำตอบตามที่โจทย์ต้องการ พร้อมทั้งระบุหน่วย

(4) สร้างเกณฑ์ในการตรวจแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ ซึ่งเป็นแบบสอบแบบอัตนัยที่แสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหาเป็นขั้นตอนจำนวน 10 ข้อ โดยแต่ละข้อมีคะแนนเต็ม 10 คะแนน แบ่งเป็นคะแนนที่ให้ในแต่ละขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 คะแนนเต็ม 1 คะแนน
ขั้นที่ 2 คะแนนเต็ม 1 คะแนน
ขั้นที่ 3 คะแนนเต็ม 2 คะแนน

ขั้นที่ 4	คะแนนเต็ม	1	คะแนน
ขั้นที่ 5	คะแนนเต็ม	4	คะแนน
ขั้นที่ 6	คะแนนเต็ม	1	คะแนน
	รวม	10	คะแนน

การให้คะแนนในแต่ละขั้นตอนเป็นไปตามสัดส่วนที่นักเรียนทำได้ถูกต้อง โดยยึดความถูกต้องในแต่ละขั้นตอนเป็นหลัก และตามความเหมาะสมโดยในการตรวจ ผู้วิจัยใช้แบบเฉลยข้อสอบของแต่ละข้อมาพิจารณาประกอบในการให้คะแนน

(5) นำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง ความร้อน และทฤษฎีจลน์ของแก๊ส แบบเฉลย และเกณฑ์ในการตรวจให้คะแนนที่สร้างเสร็จแล้วให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 5 ท่าน (รายนามในภาคผนวก ก) ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (content validity) ด้วยการพิจารณาความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์กับข้อคำถามรวมทั้งให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับความชัดเจน และความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ จากนั้นคัดเลือกข้อคำถามที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องของผู้ทรงคุณวุฒิ (IOC) มากกว่า หรือเท่ากับ 0.5 (Revinelli Hambleton, 1977 อ้างถึงในศิริชัย กาญจนวาสี, 2552: 239) และปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ

ผลการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา และข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ สรุปได้ดังนี้

1) ข้อคำถามทั้ง 10 รายการ มีค่าดัชนีความสอดคล้องของผู้ทรงคุณวุฒิระหว่างรายการประเมินกับเกณฑ์การประเมินมากกว่า 0.5 ทุกรายการ (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ง)

2) การกำหนดตัวเลขในสถานการณ์ปัญหาแต่ละข้อควรเป็นตัวเลขที่คำนวณได้ลงตัว หรือเป็นตัวเลขทศนิยมที่ลงตัว และตัวเลขที่กำหนดควรสอดคล้องกับเหตุการณ์จริง

3) ข้อความในโจทย์ควรระวังการพิมพ์ผิด

(6) นำแบบวัดที่ได้ปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างเพื่อตรวจสอบคุณภาพของข้อสอบรายข้อ ด้วยการตรวจสอบค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) โดยกำหนดเกณฑ์การพิจารณาค่าความยากมีค่าระหว่าง 0.20-0.80 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป โดยผลการตรวจสอบคุณภาพข้อสอบรายข้อมีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.30–0.73 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.32-0.54 และตรวจสอบคุณภาพแบบสอบ โดยการคำนวณค่าความเที่ยงด้วยสูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (α-Coefficient) ของครอนบาร์ค ได้ค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.84

(7) นำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาไปใช้จริงกับนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมเพื่อเก็บข้อมูลก่อน และหลังการทดลอง

1.2 แบบวัดมโนทัศน์ เรื่อง ความร้อน และทฤษฎีจลน์ของแก๊ส

แบบวัดมโนทัศน์ เรื่อง ความร้อน และทฤษฎีจลน์ของแก๊ส เป็นแบบสอบมโนทัศน์แบบปรนัยสองตอนจำนวน 20 ข้อใช้ทดสอบนักเรียนกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมก่อน และหลังการเรียน โดยมีรายละเอียดขั้นตอนการพัฒนา และตรวจคุณภาพเครื่องมือ ดังนี้

(1) ศึกษา และวิเคราะห์เอกสารที่เกี่ยวข้อง หลักสูตรฟิสิกส์ และผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของรายวิชา ว33205 ฟิสิกส์ 5 จากหลักสูตรของโรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยมพุทธศักราช 2551 เพื่อกำหนดกรอบของสาระที่ใช้ในการวิเคราะห์เนื้อหา และพฤติกรรมที่ต้องการวัดให้สอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

(2) สร้างตารางวิเคราะห์ระดับพฤติกรรมที่ต้องการวัด โดยวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนทั้งหมด 3 ด้าน ตามแนวคิดของ Kandil (2009: 1914-1915) คือ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ และการนำความรู้ไปใช้ สำหรับการคัดเลือกมโนทัศน์ในการออกแบบสอบ สรุปได้ดังตารางที่ 3 และตารางที่ 4

ตารางที่ 3 ระดับพฤติกรรมที่ต้องการวัด และมโนทัศน์เรื่อง ความร้อน และทฤษฎีจลน์ของแก๊ส จำแนกตามหัวข้อเรื่อง

หัวข้อเรื่อง	มโนทัศน์เรื่อง ความร้อน และทฤษฎีจลน์ของแก๊ส	ระดับพฤติกรรมที่ต้องการวัด		
		ความรู้ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้
1. ความร้อน	(1) ความคิดสำคัญเกี่ยวกับความร้อนกับการเปลี่ยนสถานะของสาร		1	
	(2) ความคิดสำคัญเกี่ยวกับความร้อนแฝงจำเพาะกับสถานะของสาร		1	1
	(3) ความคิดสำคัญเกี่ยวกับพลังงานความร้อนและความจุความร้อนจำเพาะ			2
	(4) การถ่ายโอนพลังงานความร้อนและสมดุลความร้อน		1	1

ตารางที่ 3 ระดับพฤติกรรมที่ต้องการวัด และมโนทัศน์เรื่อง ความร้อน และทฤษฎีจลน์ของแก๊ส จำแนกตามหัวข้อเรื่อง (ต่อ)

หัวข้อเรื่อง	มโนทัศน์เรื่อง ความร้อน และทฤษฎีจลน์ของแก๊ส	ระดับพฤติกรรมที่ต้องการวัด		
		ความรู้ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้
2. แก๊สอุดมคติ	(1) ความคิดสำคัญเกี่ยวกับกฎของบอยล์		1	1
	(2) ความคิดสำคัญเกี่ยวกับกฎของชาร์ล		1	1
	(3) ความคิดสำคัญเกี่ยวกับกฎรวมของแก๊ส			1
3. ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส	(1) ความคิดสำคัญเกี่ยวกับแบบจำลองของแก๊สอุดมคติ		1	
	(2) ความคิดสำคัญเกี่ยวกับพลังงานเฉลี่ยของโมเลกุลของแก๊ส		1	1
	(3) ความคิดสำคัญเกี่ยวกับอัตราเร็วเฉลี่ยของโมเลกุลของแก๊ส		1	
4. พลังงานภายในระบบ	(1) ความคิดสำคัญเกี่ยวกับพลังงานภายในระบบ	1		1
	(2) ความคิดสำคัญเกี่ยวกับสภาพสมดุลทางความร้อน		2	
	รวม	**1**	**10**	**9**

ตารางที่ 4 จำนวนข้อ และสัดส่วนน้ำหนักของมโนทัศน์เรื่อง ความร้อน และทฤษฎีจลน์ของแก๊ส จำแนกตามหัวข้อเรื่อง

หัวข้อเรื่อง	มโนทัศน์เรื่อง ความร้อน และทฤษฎีจลน์ของแก๊ส	จำนวนข้อ	สัดส่วนน้ำหนัก (ร้อยละ)
1. ความร้อน	(1) ความคิดสำคัญเกี่ยวกับความร้อนกับการเปลี่ยนสถานะของสาร (2) ความคิดสำคัญเกี่ยวกับความร้อนแฝงจำเพาะกับสถานะของสาร (3) ความคิดสำคัญเกี่ยวกับพลังงานความร้อนและความจุความร้อนจำเพาะกับ (4) การถ่ายโอนพลังงานความร้อนและสมดุลความร้อน	7	35
2. แก๊สอุดมคติ	(1) ความคิดสำคัญเกี่ยวกับกฎของบอยล์ (2) ความคิดสำคัญเกี่ยวกับกฎของชาร์ล (3) ความคิดสำคัญเกี่ยวกับกฎรวมของแก๊ส	5	25
3. ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส	(1) ความคิดสำคัญเกี่ยวกับแบบจำลองของแก๊สอุดมคติ (2) ความคิดสำคัญเกี่ยวกับพลังงานเฉลี่ยของโมเลกุลของแก๊ส (3) ความคิดสำคัญเกี่ยวกับอัตราเร็วเฉลี่ยของโมเลกุลของแก๊ส	4	20
4. พลังงานภายในระบบ	(1) ความคิดสำคัญเกี่ยวกับพลังงานภายในระบบ (2) ความคิดสำคัญเกี่ยวกับสภาพสมดุลทางความร้อน	4	20
	รวม	**20**	**100**

(3) สร้างแบบวัดมโนทัศน์เรื่อง ความร้อน และทฤษฎีจลน์ของแก๊ส ให้สอดคล้องกับตารางวิเคราะห์เนื้อหา และระดับพฤติกรรมการเรียนรู้ จำนวน 20 ข้อ เป็นข้อสอบแบบปรนัยสองตอน (two-tier multiple-choice format)โดยตอนที่ 1 เป็นคำถามเชิงเนื้อหา (content question) ตอนที่ 2 เป็นเหตุผลสนับสนุนคำตอบที่เลือกในตอนที่ 1 โดยทั้งสองตอนประกอบด้วยตัวเลือก 4 ตัวเลือกตามแนวความคิดของ Odum and Kelly (2001: 616-635)

(4) นำแบบวัดมโนทัศน์เรื่อง ความร้อน และทฤษฎีจลน์ของแก๊สที่สร้างเสร็จแล้วให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 5 ท่าน (รายนามในภาคผนวก ก)ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (content validity) โดยพิจารณาความสอดคล้องระหว่างมโนทัศน์ที่ต้องการวัด กับข้อคำถาม และระดับพฤติกรรมที่ต้องการวัดรวมทั้งให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับความชัดเจน และความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ แล้วคัดเลือกรายการประเมินที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องของผู้ทรงคุณวุฒิ (IOC) มากกว่า หรือเท่ากับ 0.5 (Revinelli Hambleton, 1977) อ้างถึงในศิริชัย กาญจนวาสี, 2552: 239) และปรับปรุงแบบวัดมโนทัศน์ตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ

ผลการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา และข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ สรุปได้ดังนี้

1) ข้อคำถามทั้ง 20 รายการ มีค่าดัชนีความสอดคล้องของผู้ทรงคุณวุฒิระหว่างรายการประเมินกับเกณฑ์การประเมินมากกว่า 0.5 ทุกรายการ (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ง)

2) ภาษาที่ใช้ควรกระชับ ไม่ใช้คำซ้ำซ้อน

3) การปรับตัวเลือกของเหตุผลบางข้อ เนื่องจากเหตุผลบางข้อเป็นข้อความชี้บ่งคำตอบ

(5) นำแบบวัดมโนทัศน์เรื่อง ความร้อน และทฤษฎีจลน์ของแก๊สนำที่ได้ปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างเพื่อตรวจสอบคุณภาพของข้อสอบรายข้อ ด้วยการตรวจสอบค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) โดยกำหนดเกณฑ์การพิจารณาค่าความยากมีค่าระหว่าง 0.20-0.80 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป โดยผลการตรวจสอบคุณภาพข้อสอบรายข้อได้ค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.30–0.80และค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.27-0.60และตรวจสอบคุณภาพข้อสอบทั้งฉบับ โดยการคำนวณค่าความเที่ยงด้วยสูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (α-Coefficient) ของครอนบาร์ค ได้ค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.71

(6) นำแบบวัดมโนทัศน์เรื่อง ความร้อน และทฤษฎีจลน์ของแก๊สไปใช้จริงกับนักเรียนกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมเพื่อเก็บข้อมูลก่อน และหลังการทดลอง

2. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองสำหรับการวิจัยครั้งนี้ คือ แผนการจัดการเรียนรู้ฟิสิกส์ ซึ่งมี 2 แบบ ได้แก่ (1) แผนการการจัดการเรียนรู้ฟิสิกส์โดยการตั้งปัญหาสำหรับนักเรียนกลุ่มทดลอง และ (2) แผนการการจัดการเรียนรู้ฟิสิกส์ด้วยวิธีสอนแบบปกติสำหรับนักเรียนกลุ่มควบคุม โดยแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 2 แบบครอบคลุมทั้งสาระ จำนวนแผน และจำนวนคาบเรียนที่เท่ากัน มีขั้นตอนในการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ และการตรวจสอบคุณภาพ ดังนี้

(1) ศึกษาเอกสาร ตำรา วารสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิคการตั้งปัญหา และการจัดการเรียนการสอนด้วยวิธีแบบปกติ รวมถึงศึกษา และวิเคราะห์สาระฟิสิกส์ที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนคือ ความร้อน และทฤษฎีจลน์ของแก๊ส ประกอบด้วย ความร้อน แก๊สอุดมคติ ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส และพลังงานภายในระบบ โดยเป็นสาระที่หลักสูตรโรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม พุทธศักราช 2551 ซึ่งเป็นโรงเรียนที่ใช้ในการเก็บข้อมูลครั้งนี้ได้กำหนดไว้

(2) จัดสาระเพื่อใช้ในการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งสามารถแบ่งได้เป็น 8 แผน จำนวน 24 คาบ สรุปได้ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 จำนวนคาบ และสาระตามลำดับแผนการจัดการเรียนรู้

ลำดับแผนการจัดการเรียนรู้	สาระ	จำนวนคาบ
1	พลังงานความร้อน อุณหภูมิ และสเกลของอุณหภูมิ	3
2	ความจุความร้อน และการขยายตัวเนื่องจากความร้อน	3
3	สถานะและการเปลี่ยนสถานะสาร สมดุลความร้อน และการถ่ายโอนพลังงานความร้อน	3
4	กฎของบอยล์ และกฎของชาร์ล	3
5	กฎของแก๊สอุดมคติ	3
6	ความดัน และพลังงานจลน์เฉลี่ยของโมเลกุลของแก๊ส	3
7	อัตราเร็วของโมเลกุลของแก๊ส	3
8	พลังงานภายในระบบ	3
รวม		**24**

(3) ดำเนินการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ตามสาระ และจำนวนคาบที่กำหนด โดยแผนจัดการเรียนรู้ของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมมีองค์ประกอบของการเขียนแผน ดังนี้

1) จุดประสงค์การเรียนรู้
2) สาระการเรียนรู้
3) ทักษะ/กระบวนการ/กระบวนการคิด
4) คุณลักษณะอันพึงประสงค์
5) กิจกรรมการเรียนรู้
6) การประเมินการเรียนรู้
7) สื่อการเรียนรู้

กิจกรรมการเรียนรู้จะแตกต่างกันระหว่างกลุ่มทดลอง กับกลุ่มควบคุม เพื่อให้สอดคล้องกับรูปแบบการเรียนการสอนที่เลือกใช้ในแต่ละกลุ่ม ซึ่งกิจกรรมการเรียนการสอนที่แตกต่างกันนี้มาจากผลการเปรียบเทียบขั้นตอนการเรียนการสอนระหว่างการเรียนการสอนฟิสิกส์โดยการตั้งปัญหา กับการเรียนการสอนฟิสิกส์ด้วยวิธีการสอนแบบปกติ สรุปได้ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 เปรียบเทียบขั้นตอนการเรียนการสอนระหว่างการเรียนการสอนโดยการตั้งปัญหากับการเรียนการสอนด้วยวิธีสอนแบบปกติ

การเรียนการสอนโดยการตั้งปัญหา	การเรียนการสอนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ
1. **ขั้นเริ่มต้น** (getting started) ขั้นทบทวนประสบการณ์เดิมเกี่ยวกับเรื่องที่เรียน และกระตุ้นให้ผู้เรียนนำความรู้ที่มีอยู่มาใช้ในการเรียนเนื้อหาในวันนี้	**1. ขั้นนำ** ขั้นสร้างสถานการณ์เพื่อเร้าใจ หรือจูงใจนักเรียนสู่ประเด็นที่สอน อาจเป็นการทบทวนความรู้หรือประสบการณ์เดิมที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่จะสอน เพื่อให้นักเรียนมีความพร้อมก่อนการจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียน
2. ขั้นนำเสนอปัญหา (posing a related problem) ขั้นนำเสนอปัญหาหรือสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่จะสอน เปิดโอกาสให้ผู้เรียนฝึกแก้ปัญหาตามสถานการณ์ที่ครูกำหนด และให้นักเรียนซักถามข้อสงสัย **3. ขั้นมอบหมายงาน** (generating a task) ขั้นมอบหมายให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันหาวิธีแก้ปัญหาจากปัญหาหรือสถานการณ์ที่ครูกำหนด ในขั้นตอนนี้นักเรียนเรียนรู้วิธีการแก้ปัญหา และมโนทัศน์เกี่ยวกับเรื่องที่เรียน จากการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม โดยแต่ละกลุ่มจะต้องวิเคราะห์สถานการณ์ อภิปรายแลกเปลี่ยนข้อเท็จจริง หลักการทางฟิสิกส์ ช่วยกันหาวิธีแก้ปัญหา และสรุปข้อมูล ซึ่งนำไปสู่การสร้างมโนทัศน์ในเรื่องที่เรียน **4. ขั้นค้นหาสถานการณ์ทางฟิสิกส์** (finding physics situations) ขั้นการให้นักเรียนในแต่ละกลุ่มช่วยกันคิดค้นหาสถานการณ์ทางฟิสิกส์ที่หลากหลายที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อที่เรียน นักเรียนในกลุ่มร่วมกันอภิปรายและแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับสถานการณ์ที่เพื่อนนำเสนอว่าเกี่ยวข้องหรือสัมพันธ์กับเรื่องที่เรียนหรือไม่อย่างไร และคัดเลือกสถานการณ์เพื่อนำไปตั้งปัญหานำเสนอหน้าชั้นเรียนในขั้นต่อไป	**2. ขั้นกิจกรรม** ขั้นจัดประสบการณ์การเรียนรู้ นำเสนอประเด็นที่จะสอน โดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลาย เช่น การอภิปรายในชั้นเรียน การปฏิบัติการทดลอง ยกตัวอย่างการคำนวณ เพื่อให้นักเรียนเชื่อมโยงสาระที่ได้จากการเรียนรู้ไปสู่ข้อสรุปเป็นมโนทัศน์ที่สำคัญของบทเรียน และการนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ หรือเป็นขั้นที่ฝึกปฏิบัติ ให้นักเรียนมีความชำนาญในเรื่องนั้นๆ

ตารางที่ 6 เปรียบเทียบขั้นตอนการเรียนการสอนระหว่างการเรียนการสอนโดยการตั้งปัญหากับการเรียนการสอนด้วยวิธีสอนแบบปกติ (ต่อ)

การเรียนการสอนโดยการตั้งปัญหา	การเรียนการสอนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ
5. ขั้นสร้างเป็นโจทย์ปัญหา (generating problem) ขั้นการให้นักเรียนได้ช่วยกันคิดหาสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องทางฟิสิกส์ที่หลากหลายในขั้นที่ 4 ค้นหาสถานการณ์ทางฟิสิกส์แล้ว ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันตั้งเป็นปัญหาทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อที่เรียนในวันนี้ แล้วนำเสนอปัญหาดังกล่าวเพื่อให้เพื่อนในชั้นเรียนได้ช่วยกันอภิปรายแสดงความคิดเห็นเพื่อหาวิธีแก้ปัญหาดังกล่าว	
6. ขั้นเริ่มต้นใหม่ (a new beginning) ขั้นให้นักเรียนฝึกฝนการตั้งปัญหาโดยให้นักเรียนทำกิจกรรมที่ส่งเสริมทักษะในการตั้งปัญหาของผู้เรียน	3. **ขั้นสรุป** ขั้นสรุปสาระความรู้ที่ได้เรียนรู้ในชั้นเรียน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความคิดรวบยอดที่ถูกต้อง และชัดเจน

(4) นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างเสร็จให้ผู้ทรงคุณวุฒิซึ่งมีประสบการณ์สอนฟิสิกส์จำนวน 5 ท่าน (รายนามในภาคผนวก ก) พิจารณาความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ตามองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระ กิจกรรมการเรียนรู้ การวัด และประเมินผล สื่อการเรียนรู้ รวมทั้งพิจารณาความสอดคล้องของกิจกรรมการเรียนรู้กับรูปแบบการจัดกาเรียนการสอนที่กำหนด และความชัดเจนของภาษาที่ใช้

ข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจแผนการจัดการเรียนรู้ สรุปได้ดังนี้

(1) ปรับการใช้ภาษาให้กระชับ และควรใช้คำศัพท์ให้มีความคงที่สอดคล้องกันทุกแผน

(2) ปรับการใช้คำถามให้กระชับ และเรียงลำดับของคำถามให้สอดคล้องกับสาระที่สอน

(3) ตรวจสอบการพิมพ์คำศัพท์ให้ถูกต้อง

5. การดำเนินการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการรวบรวมข้อมูลกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมด้วยตนเอง โดยดำเนินการวิจัยตามลำดับขั้นดังต่อไปนี้

5.1 ขั้นเตรียมนักเรียนก่อนดำเนินการทดลองสอน

1. แนะนำนักเรียนเกี่ยวกับการเรียนโดยการตั้งปัญหาให้นักเรียนกลุ่มทดลองเข้าใจในเรื่องต่อไปนี้

(1) ลักษณะของการจัดการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิคการตั้งปัญหา

(2) บทบาทของนักเรียนในการเรียนการสอน

2. ทำการทดสอบก่อนเรียนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ก่อนเรียน ใช้เวลา 2 ชั่วโมง และแบบวัดมโนทัศน์ฟิสิกส์ก่อนเรียน ใช้เวลา 1 ชั่วโมง ในสัปดาห์แรกก่อนทำการทดลองสอน

3. นำคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ก่อนเรียน และคะแนนมโนทัศน์ฟิสิกส์ก่อนเรียน มาทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเลขคณิตระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้สถิติทดสอบค่าที (t–test) เพื่อต้องการทราบว่านักเรียนทั้งสองกลุ่มมีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ และคะแนนมโนทัศน์ฟิสิกส์แตกต่างกันหรือไม่ ซึ่งปรากฏผลดังตารางที่ 7 และตารางที่ 8

ตารางที่ 7 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (*M*) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*SD*) ของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ก่อนเรียนระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมและค่าที (t-test)

ช่วงเวลา	*M*	*SD*	t	p
กลุ่มทดลอง	28.78	16.35		
			1.90	.06
กลุ่มควบคุม	20.53	17.48		

*p < .05

จากตารางที่ 7 ผลปรากฏว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ก่อนเรียนไม่แตกต่างกับนักเรียนกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

ตารางที่ 8 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (*M*) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*SD*) ของคะแนนมโนทัศน์ฟิสิกส์ก่อนเรียนของนักเรียนระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม และค่าที (t-test)

ช่วงเวลา	*M*	*SD*	t	p
กลุ่มทดลอง	7.62	3.91		
			3.43*	.001
กลุ่มควบคุม	4.72	2.44		

*p < .05

จากตารางที่ 8 ผลปรากฏว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนมโนทัศน์ฟิสิกส์ก่อนเรียนสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

5.2 ขั้นดำเนินการทดลองสอน

ผู้วิจัยดำเนินการทดลองสอนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมด้วยตนเอง โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น ให้นักเรียนกลุ่มทดลองเรียนตามแผนการการจัดการเรียนรู้โดยการตั้งปัญหา และนักเรียนกลุ่มควบคุมเรียนตามแผนการการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีเรียนแบบปกติ นักเรียนทั้งสองกลุ่มจะได้เรียนสาระเดียวกัน ระยะเวลาการสอนเท่ากัน คือ กลุ่มละ 8 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 คาบ คาบละ 50 นาที รวมทั้งสิ้น 24 คาบ

5.3 ขั้นการเก็บรวบรวมข้อมูลหลังการทดลอง

หลังการดำเนินการทดลองครบตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่กำหนดแล้ว ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลหลังการทดลองกับนักเรียนทั้งสองกลุ่มด้วยการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ และมโนทัศน์ฟิสิกส์เรื่อง ความร้อน และทฤษฎีจลน์ของแก๊ส

6. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ ทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ค่าสถิติสำเร็จรูป ดังนี้

6.1 การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์

1. หาค่าเฉลี่ยเลขคณิต (*M*) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*SD*) ของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

2. ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนที่ได้จากแบบสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมด้วยสถิติทดสอบที (t-test) โดยกำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ .05

6.2 การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการวัดมโนทัศน์ฟิสิกส์เรื่อง ความร้อน และทฤษฎีจลน์ของแก๊ส

1. หาค่าเฉลี่ยเลขคณิต (*M*) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*SD*) ของคะแนนมโนทัศน์ฟิสิกส์เรื่อง ความร้อน และทฤษฎีจลน์ของแก๊สของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

2. ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนที่ได้จากแบบสอบมโนทัศน์ฟิสิกส์เรื่อง ความร้อน และทฤษฎีจลน์ของแก๊สของนักเรียนกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมด้วยสถิติทดสอบที (t-test) และสถิติทดสอบเอฟ (F-test) โดยกำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ .05

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการตั้งปัญหาที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ และมโนทัศน์ฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายในโรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยมผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล แบ่งเป็น 4 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ระหว่างก่อน และหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ในโรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยมที่เรียนโดยการตั้งปัญหา

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบมโนทัศน์ฟิสิกส์ระหว่างก่อน และหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ในโรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยมที่เรียนโดยการตั้งปัญหา

ตอนที่ 3 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ระหว่างกลุ่มที่เรียนโดยการตั้งปัญหากับกลุ่มที่เรียนแบบปกติ

ตอนที่ 4 ผลการเปรียบเทียบมโนทัศน์ฟิสิกส์ระหว่างกลุ่มที่เรียนโดยการตั้งปัญหากับกลุ่มที่เรียนแบบปกติ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในแต่ละตอนมีรายละเอียด ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ระหว่างก่อน และหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ในโรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยมที่เรียนโดยการตั้งปัญหา

ตารางที่ 9 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (*M*) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*SD*) ของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ระหว่างก่อน และหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ในโรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยมที่เรียนโดยการตั้งปัญหา

ช่วงเวลา	*M*	*SD*	t	p
ก่อนทดลอง	28.78	16.35		
			9.70*	.00
หลังทดลอง	56.22	18.87		

*p < .05

จากตารางที่ 9 แสดงให้เห็นว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์หลังการทดลองของนักเรียนที่เรียนโดยการตั้งปัญหาสูงกว่าก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบมโนทัศน์ฟิสิกส์ระหว่างก่อน และหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ตอนปลาย ในโรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยมที่เรียนโดยการตั้งปัญหา

ตารางที่ 10 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (*M*) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*SD*) ของคะแนนมโนทัศน์ฟิสิกส์ระหว่างก่อน และหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ในโรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยมที่เรียนโดยการตั้งปัญหา

ช่วงเวลา	*M*	*SD*	t	p
ก่อนทดลอง	7.62	3.91		
			6.83*	.00
หลังทดลอง	11.86	2.10		

*p < .05

จากตารางที่ 10 แสดงให้เห็นว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนมโนทัศน์ฟิสิกส์หลังการทดลองของนักเรียนที่เรียนโดยการตั้งปัญหาสูงกว่าก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 3 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ในโรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยมระหว่างกลุ่มที่เรียนโดยการตั้งปัญหากับกลุ่มที่เรียนแบบปกติ

ตารางที่ 11 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต *M* และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*SD*)ของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ในโรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยมระหว่างกลุ่มที่เรียนโดยการตั้งปัญหากับกลุ่มที่เรียนแบบปกติ และค่าที (t-test)

ช่วงเวลา	*M*	*SD*	t	p
กลุ่มทดลอง	56.22	18.87		
			3.70*	.00
กลุ่มควบคุม	38.48	18.53		

*p < .05

จากตารางที่ 11 ผลปรากฏว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ในโรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยมที่เรียนโดยการตั้งปัญหามีความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์สูงกว่านักเรียนที่เรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 4 ผลการเปรียบเทียบมโนทัศน์ฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ในโรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยมระหว่างกลุ่มที่เรียนโดยการตั้งปัญหากับกลุ่มที่เรียนแบบปกติ

ตารางที่ 12 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (*M*) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*SD*) ของคะแนนมโนทัศน์ฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ในโรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยมระหว่างกลุ่มที่เรียนโดยการตั้งปัญหากับกลุ่มที่เรียนแบบปกติ และค่าเอฟ (F-test)

ช่วงเวลา	*M*	*SD*	F	p
กลุ่มทดลอง	11.86	2.10		
			99.08*	.00
กลุ่มควบคุม	6.16	1.83		

*p < .05

จากตารางที่ 12 ผลปรากฏว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ในโรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยมที่เรียนโดยการตั้งปัญหามีคะแนนมโนทัศน์ฟิสิกส์สูงกว่านักเรียนที่เรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการตั้งปัญหาที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ และมโนทัศน์ฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ระหว่างก่อน และหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนโดยการตั้งปัญหา (2) เปรียบเทียบมโนทัศน์ฟิสิกส์ระหว่างก่อน และหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนโดยการตั้งปัญหา (3) เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ระหว่างกลุ่มที่เรียนโดยการตั้งปัญหากับกลุ่มที่เรียนแบบปกติ (4) เปรียบเทียบมโนทัศน์ฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ระหว่างกลุ่มที่เรียนโดยการตั้งปัญหากับกลุ่มที่เรียนแบบปกติ กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งกำลังเรียนในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 ของโรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม จำนวน 2 ห้องเรียน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ (1) แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์เรื่อง ความร้อน และทฤษฎีจลน์ของแก๊ส และ (2) แบบวัดมโนทัศน์ฟิสิกส์ เรื่อง ความร้อน และทฤษฎีจลน์ของแก๊ส ระยะเวลาในการทดลอง 8 สัปดาห์รวม 24 คาบ คาบละ 50 นาที โดยมีการเก็บรวบรวมข้อมูลดังนี้ คือ (1) การวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ และมโนทัศน์ฟิสิกส์ก่อนทดลอง (2) การวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ และมโนทัศน์ฟิสิกส์หลังทดลอง จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ด้วยสถิติค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($S.D.$) ทดสอบสมมติฐานด้วยสถิติทดสอบที (t-test) และสถิติทดสอบเอฟ (F-test)

สรุปผลการวิจัย

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่เรียนโดยการตั้งปัญหามีความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่เรียนโดยการตั้งปัญหามีมโนทัศน์ฟิสิกส์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่เรียนโดยการตั้งปัญหามีความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์สูงกว่านักเรียนที่เรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่เรียนโดยการตั้งปัญหามีมโนทัศน์ฟิสิกส์สูงกว่านักเรียนที่เรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผล

ผลการวิจัยครั้งนี้ พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการตั้งปัญหาส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา และความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ฟิสิกส์ การนำเสนอผลการวิจัยแบ่งเป็น 2 ประเด็น คือ 1) ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการตั้งปัญหาที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ และ 2) ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการตั้งปัญหาที่มีต่อมโนทัศน์ฟิสิกส์ซึ่งสามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

1. ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการตั้งปัญหาที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์

ผลการวิจัยสรุปว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนโดยการตั้งปัญหามีความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 และนักเรียนที่เรียนโดยการตั้งปัญหามีความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์สูงกว่านักเรียนที่เรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3 สอดคล้องกับงานวิจัยของ Sayed (2000) ซึ่งศึกษาผลการใช้การตั้งปัญหาที่มีต่อการดำเนินการแก้ปัญหาของนักศึกษาวิชาชีพครูคณิตศาสตร์ ชั้นปีที่ 3 วิชาเอกคณิตศาสตร์และคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัย Sultan Qaboos พบว่า นักศึกษาที่ได้รับการสอนโดยใช้การตั้งปัญหาเสริมกระบวนการแก้ปัญหาได้คะแนนสูงกว่านักศึกษาที่เรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และงานวิจัยของ Silver (1993) ซึ่งได้ศึกษาโดยการสังเคราะห์วรรณกรรมต่างๆ เพื่อแสดงให้เห็นถึงการเชื่อมโยงระหว่างการสอนโดยใช้เทคนิคการตั้งปัญหาในทางคณิตศาสตร์กับการเรียนรู้กระบวนการแก้ปัญหา ผลการศึกษา พบว่า การสอนโดยการตั้งปัญหาในทางคณิตศาสตร์เป็นยุทธวิธีการสอนที่ช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนให้สูงขึ้น อีกทั้งยังสอดคล้องกับงานวิจัยของของสุริเยส สุขแสวง (2548: 75) ซึ่งพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยการใช้เทคนิคการตั้งปัญหามีคะแนนเฉลี่ยความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลองสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด และคะแนนเฉลี่ยความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้อาจเป็นเพราะเหตุผลดังต่อไปนี้

(1) การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยการตั้งปัญหา มีขั้นตอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา โดยขั้นที่ 2 ขั้นนำเสนอปัญหาซึ่งเป็นขั้นที่ให้เวลานักเรียนได้พิจารณาปัญหา หรือสถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนด นักเรียนได้ทำความเข้าใจกับปัญหา ร่วมกันปรับเปลี่ยน และตรวจสอบปัญหาที่ครูกำหนดให้ชัดเจน สมบูรณ์ยิ่งขึ้น นอกจากนี้ในขั้นที่ 3 ขั้นมอบหมายงาน เป็นขั้นที่มอบหมายให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ที่ครูกำหนด ในขั้นนี้นักเรียนมีโอกาสได้ร่วมกันวางแผน ค้นหาวิธีการแก้ปัญหา และลงข้อสรุปในแก้ปัญหานั้น ซึ่งทำให้เกิดกระบวนการใช้ความรู้ในการแก้ปัญหา แลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างเพื่อนในกลุ่มและ

เพื่อนต่างกลุ่ม ทำให้นักเรียนได้วิธีการในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย นักเรียนได้เชื่อมโยงประสบการณ์ หรือความรู้เดิมกับข้อมูลใหม่ ส่งผลเกิดองค์ความรู้ใหม่และเป็นการสร้างความรู้ใหม่ด้วยตัวเอง ขั้นที่ 4 ขั้นค้นหาสถานการณ์ทางฟิสิกส์ นักเรียนในแต่ละกลุ่มได้คิดค้นหาสถานการณ์ทางฟิสิกส์ที่หลากหลายที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่เรียน นักเรียนได้ร่วมกันอภิปราย และแสดงความคิดเห็น นักเรียนได้ตรวจสอบความรู้ของตนเอง และเพื่อนๆ ในขั้นที่ 5 ขั้นสร้างเป็นโจทย์ปัญหา นักเรียนมีโอกาสในการตั้งปัญหาขึ้นตามความต้องการของนักเรียนภายในเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ในชั้นเรียน ทำให้นักเรียนได้ใช้ความคิดที่หลากหลายในการสร้างโจทย์ปัญหา นักเรียนรู้จักโครงสร้างของปัญหา พร้อมทั้งนักเรียนได้แก้ปัญหาที่สร้างขึ้นมาเอง อีกทั้งในขั้นที่ 6 ขั้นเริ่มต้นใหม่ นักเรียนมีโอกาสในการฝึกฝนตั้งปัญหา และฝึกฝนแก้ปัญหา

จากที่กล่าวมาจะเห็นว่าขั้นตอนการในการจัดกิจกรรมนั้นช่วยให้นักเรียนได้ฝึกฝนการแก้ปัญหาอย่างสม่ำเสมอ ซึ่งการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการตั้งปัญหาดังกล่าวนี้เป็นวิธีการที่สอดคล้องกับขอเสนอแนะสำหรับครูในการสอนที่ช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ Bitter (1990: 3-4) ได้เสนอไว้โดยสรุปได้ดังนี้ ในการสอนเพื่อให้นักเรียนได้พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหานั้น ครูควรเลือกปัญหาที่น่าสนใจ และท้าทายความคิดมานำเสนอนักเรียน แล้วฝึกให้นักเรียนได้ทำการแก้ปัญหาบ่อยๆ ในปัญหาหนึ่งๆ ควรฝึกให้นักเรียนได้ร่วมกันอภิปรายเพื่อหาวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย โดยให้นักเรียนได้ร่วมกันทำกิจกรรมเป็นกลุ่ม และควรให้เวลากับนักเรียนในการแก้ปัญหา อภิปรายผลการแก้ปัญหา และวิธีดำเนินการแก้ปัญหา แล้วนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาของแต่ละกลุ่มในชั้นเรียน อีกทั้งการที่นักเรียนจะประสบความสำเร็จในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์นั้น นักเรียนต้องมีการฝึกฝนการแก้ปัญหาด้วยตนเองอย่างสม่ำเสมอในสถานการณ์ที่หลากหลาย โดยอาศัยกระบวนการกลุ่มในการกระตุ้นให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กันผ่านการอภิปราย แลกเปลี่ยนข้อเท็จจริง หลักการ และมโนทัศน์ต่างๆ ทางฟิสิกส์ การให้นักเรียนเรียนรู้การแก้ปัญหาด้วยกระบวนการกลุ่มนักเรียนจะได้เรียนรู้การวางแผนดำเนินการ และการประเมินผลการแก้ปัญหาด้วย (Gok and Silay, 2008: 9-10; เกริก ศักดิ์สุภาพ, 2556: 3)

(2) การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยการตั้งปัญหา ทำให้นักเรียนได้ทราบถึงระดับความรู้ที่ใช้ในการแก้ปัญหาของตนเอง จากกิจกรรมการเรียนการสอนขั้นที่ 3 - 5 นักเรียนได้ทำกิจกรรมกลุ่ม ร่วมกันอภิปราย แลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อนในกลุ่ม และเพื่อนต่างกลุ่มทำให้นักเรียนได้วิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย และรู้จักโครงสร้างการสร้างโจทย์ปัญหาที่หลากหลาย อีกทั้งการอภิปรายร่วมกันทำให้นักเรียนสามารถตรวจสอบความความรู้ของตนเอง ความรู้ของเพื่อนในกลุ่ม และการตรวจสอบรู้กับครูผู้สอน นักเรียนได้นำความรู้ และเทคนิควิธีการที่ได้นำไปสู่กระบวนการใช้ความรู้แก้ไขปัญหาในสถานการณ์ใหม่ๆ ได้ ซึ่งสอดคล้องกับข้อค้นพบของนักการศึกษาซึ่งพบว่านักเรียนที่ประสบความสำเร็จในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ต้องมีความรู้ทางฟิสิกส์ และสามารถนำความรู้ดังกล่าวไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ได้ (Portoles and Lopez: 2008: 106) นอกจากนี้ Bentley, M., Ebert, C. and Ebert, E. S. (2000) พบว่าการที่นักเรียนมีกระบวนการทำงานเป็นกลุ่ม

มีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมจะช่วยพัฒนานักเรียนให้มีความสามารถในการคิดอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจ และแก้ปัญหาได้อย่างเป็นระบบ

(3) การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยการตั้งปัญหา ส่งเสริมให้นักเรียนเรียนรู้การแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่หลากหลาย เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการตั้งปัญหาครูมุ่งเสนอปัญหาที่สอดคล้องกับชีวิตประจำวัน ปัญหามีความท้าทาย และซับซ้อน ซึ่งมีส่วนช่วยให้นักเรียนเกิดความสนใจ มีความกระตือรือร้นในการนำเสนอปัญหา วางแผน และดำเนินการในการแก้ปัญหา ส่งผลให้ผู้เรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์ เกิดการจดจำ มีความคงทนต่อความรู้มากขึ้น นักเรียนประสบความสำเร็จในการแก้ปัญหาอยู่เสมอ มีความพยายามในการแก้ปัญหา เมื่อประกอบกับสถานการณ์ปัญหาใหม่ๆ ก็พร้อมที่จะลงมือแก้ปัญหานั้นให้สำเร็จ ซึ่งสอดคล้องกับแนวความคิดของ Cildir and Sezen (2011) สรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยการตั้งปัญหาเป็นการสอนที่กระตุ้นให้นักเรียนได้คิด ทำให้นักเรียนได้เรียนรู้วิธีการคิด จากการวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา วางแผนการแก้ปัญหา และส่งเสริมให้นักเรียนได้ลงมือแก้ปัญหาด้วยตนเอง ได้เรียนรู้ความผิดพลาดของตนเอง และเพื่อน จากการอภิปรายในชั้นเรียน ทำให้เกิดความคงทนต่อการเรียนรู้ และเมื่อนักเรียนประสบความสำเร็จในการแก้โจทย์ปัญหาจะส่งผลให้นักเรียนมีความเชื่อมั่นในตนเอง กล้าตัดสินใจ และมีเจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์ จากที่กล่าวมาจึงเป็นผลให้นักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการตั้งปัญหามีความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์สูงขึ้น และมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์สูงกว่านักเรียนที่เรียนแบบปกติ

2. ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการตั้งปัญหาที่มีต่อมโนทัศน์ฟิสิกส์

จากการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนมโนทัศน์ฟิสิกส์ก่อนเรียน ระหว่างกลุ่มกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม ผลปรากฏว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนมโนทัศน์ฟิสิกส์ก่อนเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จากการสอบถามนักเรียน และการสังเกตนักเรียนขณะทำกิจกรรมในชั้นเรียน พบว่านักเรียนกลุ่มทดลองจำนวนหนึ่งมีการเรียนพิเศษมาก่อนล่วงหน้าก่อนเปิดเทอม ทั้งนี้นักเรียนให้เหตุผลว่าเป็นการเตรียมตัวในการสอบเข้าศึกษาในระดับอุดมศึกษา ซึ่งจำนวนนักเรียนที่เรียนพิเศษล่วงหน้าในกลุ่มทดลองมีจำนวนมากกว่านักเรียนที่เรียนพิเศษล่วงหน้าในกลุ่มควบคุม แต่จากการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนมโนทัศน์ฟิสิกส์ก่อนเรียน สรุปได้ว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนโดยการตั้งปัญหามีมโนทัศน์ทางฟิสิกส์สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2 และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่เรียนโดยการตั้งปัญหามี มโนทัศน์ฟิสิกส์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 4 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Connor and Havvkins (1936 อ้างถึงใน สายสุณี สุทธิจักษ์, 2551) ได้ศึกษาผลของการเรียนโดยการตั้งปัญหาที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหา และมโนทัศน์เรื่องเรขาคณิตของนักเรียนชั้นประถมศึกษา โดยให้นักเรียนตั้งปัญหา หรือสร้างปัญหาด้วยตนเอง พบว่า นักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยการตั้งปัญหาด้วยตนเองมีความสามารถ และทักษะในการ

แก้ปัญหาทางเรขาคณิตสูงขึ้น และยังช่วยพัฒนามโนทัศน์ทางเรขาคณิตให้สูงขึ้นด้วย ทั้งนี้อาจเป็นเพราะเหตุผลดังต่อไปนี้

(1) การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยการตั้งปัญหา ส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกฝนการใช้มโนทัศน์ทางฟิสิกส์ในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย โดยกิจกรรมการเรียนรู้ครูจะต้องนำเสนอปัญหาหรือสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่จะสอน นักเรียนได้ฝึกการแก้ปัญหา อีกทั้งนักเรียนมีโอกาสในการสร้างปัญหาด้วยตนเอง ซึ่งต้องอาศัยมโนทัศน์ และความรู้ทางฟิสิกส์ที่ถูกต้อง การหาวิธีแก้ปัญหาร่วมกับเพื่อนๆ ได้เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ตรวจสอบความรู้เดิมของตนเอง และเชื่อมโยงความรู้ดังกล่าวกับความรู้ใหม่ที่ได้รับในชั้นเรียน นำไปสู่การสรุปเป็นมโนทัศน์ที่ถูกต้อง ทั้งนี้การที่นักเรียนจะสามารถถ่ายทอดความรู้ความเข้าใจของตนเองได้ถูกต้อง นักเรียนสามารถตั้งปัญหาได้นั้นต้องอาศัยความรู้ที่ลึกซึ้ง และมโนทัศน์ที่ถูกต้องด้วย (Isik, C., Kar, T., Yalcin, T. and Zehir, K., 2011) อีกทั้งการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการตั้งปัญหามีรากฐานมาจากแนวความคิดตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ซึ่งมีแนวคิดพื้นฐานเกี่ยวกับผู้เรียนจะเกิดเรียนรู้โดยการสร้างความรู้ด้วยตนเองผ่านกระบวนการคิดโดยมีการจัดสถานการณ์ให้บุคคลเกิดความขัดแย้งทางปัญญา หรือเกิดภาวะไม่สมดุลขึ้น ซึ่งเป็นสภาวะที่ประสบการณ์ใหม่ไม่สอดคล้องกับประสบการณ์เดิม บุคคลต้องพยายามปรับข้อมูลใหม่กับประสบการณ์ที่มีอยู่เดิม และสร้างเป็นความรู้ใหม่ ซึ่งการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการตั้งปัญหาในขั้นที่ 2 ครูต้องนำเสนอปัญหาที่ท้าทายต่อนักเรียน ซึ่งส่งผลให้นักเรียนเกิดความขัดแย้งทางปัญญาเกิดภาวะไม่สมดุล นักเรียนได้มีการปรับสภาวะทางปัญญาให้สมดุลโดยการทำกิจกรรมกลุ่มร่วมกันอภิปรายวิธีแก้ปัญหา วางแผนดำเนินการ แลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อนๆ ทำให้เกิดความเชื่อมโยงความรู้เดิมและความรู้ใหม่ นำไปสู่การสรุปเป็นมโนทัศน์ที่ถูกต้อง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Calik (2008), ชุติมา รอดสุก (2550) และมาลีรัตน์ กระต่ายทอง (2554) ซึ่งได้ศึกษาเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีคอนสตรักติวิสต์ที่ส่งผลต่อมโนทัศน์วิทยาศาสตร์ พบว่า การจัดการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีคอนสตรักติวิสต์ช่วยพัฒนามโนทัศน์วิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียน และมีมโนทัศน์วิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ

(2) การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยการตั้งปัญหา เปิดโอกาสให้นักเรียนได้อภิปรายแลกเปลี่ยนเรียนรู้ในสาระทางฟิสิกส์ ช่วยให้นักเรียนได้สะท้อนความคิด ตรวจสอบความรู้ของตนเองทำความเข้าใจในสิ่งที่ตนเองเข้าใจไม่ถูกต้อง เมื่อนักเรียนรับทราบถึงความเข้าใจที่ไม่ถูกต้องก็จะนำไปสู่การศึกษาข้อมูลเพิ่มเติม และอภิปรายเพื่อให้ได้ข้อสรุปที่ถูกต้อง ทำให้นักเรียนทุกคนในชั้นเรียนมีความรู้ความเข้าใจในสาระที่เรียนได้อย่างถูกต้องซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญที่ส่งเสริมให้นักเรียนมีมโนทัศน์ทางฟิสิกส์ ซึ่งสอดคล้องกับแนวความคิดของ Vygotsky (1997) สรุปได้ว่า การทำงานเป็นกลุ่มที่มีทั้งกิจกรรมสื่อสารภายในตนเอง และสื่อสารกับบุคคลอื่น เพื่อสะท้อนความคิดของตน และสื่อสารออกมาโดยอาศัยภาษา ทำให้เกิดการเรียนรู้ผ่านการปฏิสัมพันธ์ระหว่างคนก่อให้เกิดการพัฒนาการทางเชาว์ปัญญา ซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนสามารถสร้างมโนทัศน์อย่างเป็นลำดับขั้นตอนจนเกิดเป็นการเรียนรู้อย่างมีความหมาย

ข้อเสนอแนะ

1. **ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้** การจัดการเรียนการสอนโดยการตั้งปัญหาเป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา และความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ครูวิทยาสาสตร์สามารถนำการเรียนการสอนไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ได้ โดยควรเตรียมเนื้อหา สถานการณ์ ความหลากหลายของปัญหาให้เหมาะสม เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกกระบวนการคิด สามารถเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนรู้ไปสู่การตั้งปัญหาหรือสถานการณ์ใหม่ ในระหว่างขั้นตอนการเรียนการสอนขั้นที่ 6 ต้องให้เวลากับนักเรียนมากเป็นพิเศษในช่วงเริ่มต้นการสอน เนื่องจากนักเรียนจะไม่คุ้นเคยกับการตั้งปัญหา แต่จะคุ้นเคยกับการแก้ปัญหาตามสถานการณ์ที่ครูให้ จึงควรฝึกให้นักเรียนตั้งปัญหาบ่อยๆและจากการวิจัยพบว่าการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียน นักเรียนไม่สามารถวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัวแปร การกำหนดสูตรหรือสมการได้สอดคล้องกับสถานการณ์โจทย์ ดังนั้นควรฝึกให้นักเรียนแก้โจทย์ปัญหาตามแนวคิดของ Belikov, B.S. (1989) เพื่อให้นักเรียนฝึกคิดอย่างเป็นระบบ

2. **ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป** ข้อค้นพบประการหนึ่งจากการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนที่ได้คะแนนจากแบบวัดมโนทัศน์ทางฟิสิกส์น้อย ส่วนใหญ่เนื่องจากนักเรียนสามารถตอบคำถามในตอนที่ 1 ซึ่งเป็นคำถามเชิงเนื้อหา (content question) ของแต่ละข้อได้ถูกต้อง แต่ตอบคำถามในตอนที่ 2 ไม่ถูกต้องซึ่งเป็นเหตุผลสนับสนุนคำตอบที่เลือกในตอนที่ 1 จะเห็นว่านักเรียนให้ความสำคัญกับข้อความรู้และการแก้โจทย์ปัญหา โดยไม่สนใจเหตุผลที่สนับสนุนข้อความรู้ ดังนั้นการวิจัยครั้งต่อไปควรศึกษาวิจัยวิธีการสอนที่ฝึกให้นักเรียนให้เหตุผล เพื่อนำไปสู่การหาแนวทางในการแก้ปัญหาการเรียนรู้ในวิชาฟิสิกส์ต่อไป

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

เกริก ศักดิ์สุภาพ. (2556). **การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ (PECA) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย**. ปริญญานิพนธ์ปริญญาการศึกษาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตรศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

จำลอง ครุฑขุนทด. (2540). **นโยบายและบทบาทของ สสวท. ในการพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**. วารสาร สสวท. 25 (มกราคม-มีนาคม): 3

คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, สำนักงาน. (2551). **วิกฤตการณ์วิทยาศาสตร์ศึกษาของไทย**. กรุงเทพมหานคร: บริษัท ดีไซร์ จำกัด.

ทรงชัย อักษรคิด. (2553). **การพัฒนารูปแบบเพื่อเสริมสร้างความสามารถทางการสอนการแก้ปัญหา และการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับนักศึกษาครู**. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

นิพนธ์ นิลคง. (2551). **ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ ทักษะการคำนวณในการเรียนวิชาฟิสิกส์ และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย กรุงเทพมหานคร**. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พฤกษ์ โปร่งสำโรง. (2549). **ผลของการใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E ในวิชาฟิสิกส์ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย**. วิทยานิพนธ์ปริญญา ครุศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พร้อมพรรณ อุดมสิน. (2542). **การวัดและประเมินผลการเรียนการสอนคณิตศาสตร์.** กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

มาลีรัตน์ กระต่ายทอง. (2554). **ผลของการใช้รูปแบบการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรักติวิสต์ที่มีต่อมโนทัศน์เรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก และทักษะการจัดกระทำ และสื่อความหมายข้อมูลของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น**. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ยุรวัฒน์ คล้ายมงคล. (2542). **Constructivist**[Online]. แหล่งที่มา http://pioneer.netserv.chula.ac.th/~kyurawat/doc/constructivist.pdf [2542 กุมภาพันธ์]

วรรณวิภา สุทธิเกียรติ. **เช็คความพร้อมครูแม้วก่อนจับชอล์กสอนเลขโชว์**[Online]. แหล่งที่มา http://www.manager.co.th [2548 พฤศจิกายน 3]

ศึกษาธิการ, กระทรวง. (2544). **หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544.** กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.

ศึกษาธิการ, กระทรวง. (2551). **หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544.** กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. 2548). **เอกสารประกอบการเผยแพร่ขยายผลและอบรม รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้.** กรุงเทพมหานคร.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2552). **คู่มือครูฟิสิกส์ 6.** กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2550). **หนังสือเรียนฟิสิกส์ 6.** กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

สมยศ ชิดมงคล. **ฟิสิกส์ทำไมมองดูยาก**. (2532). มัธยมปริทัศน์. สาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุปราณี นพไธสง. (2537). **ปัญหาและแนวทางการแก้ปัญหาการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ภาคคำนวณตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2542 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533)**. วิทยานิพนธ์ปริญญา ครุศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุริเยส สุขแสวง. (2548). **ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการตั้งปัญหาที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จังหวัดสุรินทร์**. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาหลักสูตร การสอนและเทคโนโลยีการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ. (2545). **21 วิธีการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนากระบวนการคิด**. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.

สุวัฒน์ นิยมค้า. (2548). **การสอนวิทยาศาสตร์แบบพัฒนาความคิด**. กรุงเทพมหานคร: วัฒนาพานิช.

อรนุชา โสมาบุตร. (2556). **การออกแบบ และพัฒนานวัตกรรมการเรียนรู้ที่อาศัยเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21**. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

อัศวรัฐ นามะกันคำ. (2550). **การเปรียบเทียบความเข้าใจเชิงแนวคิดเรื่องวงจรไฟฟ้ากระแสตรง**. วิทยานิพนธ์ วท.ม. (การสอนฟิสิกส์). เชียงใหม่: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. ถ่ายเอกสาร.

ภาษาอังกฤษ

Belikov, B. S. (1989). **General Methods for Solving Physics Problem.**Moscow : Mir Publishers.

Bentley, M., Ebert, C. and Ebert, E. S. (2000). **A Constructivist Approach to Teaching Elementary and Middle School Science.** USA: Wadsworth/Thomson Learning.

Bitter, C. G. (1990). **Mathematics Method for the Elementary and Middle School: A Comprehensive Approach.** Boston: Allyn and Bacon.

Boyce, M. E. (2015). **A Problem Posing Approach**[Online]. Available from: http://math.unipa.it/~grim/AAbuElwan1-6.PDF

Brown, Stephen **I.**, and Walter, M. **I.** (2005).**The Art of Problem Posing.** 3th ed. Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.

Calik, M., Ayas, A. and Coll, R. K. (2009). **Investigating the Effectiveness of Teaching Methods Based on a Four-Step Constructivist Strategy.** Journal of Science Education and Technology.

Calik, M. (2008). **Facilitating students' conceptual understanding of boiling using a Four-Step Constructivist teaching method.** Journal of Science Education and Technology.

Charles, R. **I.** (1988). **Teacher Education and Mathematical Problem Solveng: Some Issues and Directions.** In R.**I.** Charles; & E.A. Silver (Eds.), *The Teaching and Assessing of Mathematical Problem Solving*. Relton, Virginia: NCTM, 259-272.

Cilder, S. and Sezen, N. (2011).**A study on the evaluation of problem posing skills in terms of academic success.**Procedia Social and Behavioral Sciences. (15): 2494-2499

Dickerson, V. M. (1999). **The impact of problem posing instruction on the mathematical problem solving achievement of seventh grades.** Unpublished dissertation: Emory University.

English, L. D. **Children's Problem Posing within Formal and Informal Contexts.** In Journal for Fesearch in Mathematics Education.29(1)1998: 83-106

Gonzales, A. (1998). A blueprint for problem posing.**School Science and Mathematics** (98)(8): 448-453.

Ipek, H. and 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 & Science Education. 3(3): 143-153.

Isik, C., Kar, T., Yalcin, T. and Zehir, K. (2011). **Prospective teachers' skill in problem posing with regard to different problem posing models**. Procedia Social and Behavioral Sciences. (15): 485-489

Krulik, S. and Rudnick, J. A. (1993). **Reasoning and problem solving**. Boston: Allyn and Bacon.

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

Ponder, S. N. (2015). **Teacher to Teacher: Using Problem-posing Dialogue in Adult Literacy Education** [Online]. Available from: http://literacy.kent.edu/Oasis/Pubs/0300-8.htm

Portoles, J. J. S. and Lopez, V. S. (2008). Types of Knowledge and their Relation to Problem Solving in Science: Direction for Practice. **Education Science Journal** 6: 105-112.

Sayed, A. E. (2000). **Effectiveness of Problem Posing Strategies on Prospective Mathematics Teachers' Problem Solving Performance** [Online], Mathematics Education, Sutan Qaboos University. Available from: http://math.unipa.it/~grim/AAbuElwan1-6.PDF [2007, July 29]

Silver, E. (1993).**On mathematical problem posing**. Tsukuba: International group for the psychology in mathematics education.

Taplin, M., and Chan, C. (2001).**Diveloping Problem-Solving Practitioners**.In Journal of Mathematics Teacher Education. 94(4): 285-304

Thompson, A. G. (1992). **Teachers' Beliefs and Conceptions: A Synthesis of the Research**. In D.A. Grouws (Ed.), *A Handbook of Researcg on Mathematics Teaching and Learning*. New York: Macmillan Publisging Company. 127-146

Vygotsky, L. S. (1997). **Educational Psychology**. Boca Raton: St. Lucie.

Weir, J. J. (1974).**Problem solving is everybody' problem**.The science Teacher, (74): 16-18.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

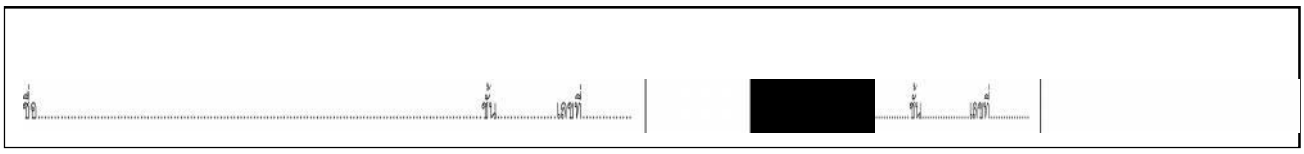
รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแผนการจัดการเรียนรู้ แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ และแบบวัดมโนทัศน์ฟิสิกส์เรื่อง ความร้อน และทฤษฎีจลน์ของแก๊ส

1. รองศาสตราจารย์ศิลปชัย บูรณพานิช	อาจารย์โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชูชัย รัตนภิญโญพงษ์	อาจารย์โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม
3. อาจารย์สุรสิงห์ นิรชร	อาจารย์ โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม
4. อาจารย์วรรณา นาคศรีอาภรณ์	อาจารย์โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม
5. อาจารย์พัฒนชัย จันทร	อาจารย์คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม

ภาคผนวก ข
เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ เรื่องความร้อน และทฤษฎีจลน์ของแก๊ส
2. แบบวัดมโนทัศน์ฟิสิกส์ เรื่องความร้อน และทฤษฎีจลน์ของแก๊ส



แบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ฉบับนี้เป็นข้อคำถามแบบอัตนัย จำนวน 10 ข้อ
2. เวลาในการทำแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ทั้งสิ้น 1 ชั่วโมง 30 นาที
3. ให้นักเรียนแสดงวิธีทำอย่างละเอียดตามขั้นตอนในทุกข้อที่กำหนดให้ในกระดาษคำตอบ โดยมีขั้นตอน ดังนี้
   ขั้นที่ 1 ระบุสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบคำตอบ
   ขั้นที่ 2 ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้
   ขั้นที่ 3 เขียนสูตร หรือสมการที่เกี่ยวข้อง
   ขั้นที่ 4 แสดงการแทนค่าในสูตร หรือสมการ
   ขั้นที่ 5 แสดงการคิดคำนวณหาคำตอบ
   ขั้นที่ 6 เขียนคำตอบตามที่โจทย์ต้องการ พร้อมทั้งระบุหน่วย
   กรณีที่มีการเขียนรูปประกอบให้แสดงไว้ในขั้นที่ 2

กำหนดให้

ความจุความร้อนจำเพาะของน้ำแข็ง	=	2.00 kJ/kg $^{\circ}$C
ความจุความร้อนจำเพาะของน้ำ	=	4.20 kJ/kg $^{\circ}$C
ความจุความร้อนจำเพาะของอะลูมิเนียม	=	1.00 kJ/kg $^{\circ}$C
ความร้อนแฝงจำเพาะของการหลอมเหลวของน้ำแข็ง	=	333 kJ/kg
ความร้อนแฝงจำเพาะของการกลายเป็นไอของน้ำ	=	2256 kJ/kg
ความดัน 1 บรรยากาศ	=	1.0×10^{5} N/m^{2}
ค่าคงตัวของแก๊ส	=	8.31 J/mol K
ค่าคงตัวของโบลต์ซมันน์	=	1.38×10^{-23} J/K
ค่าคงตัวอโวกาโดร	=	6.02×10^{23} mol^{-1}

1. ในการทำให้น้ำแข็งมวล 2.0 กิโลกรัม อุณหภูมิ -5 องศาเซลเซียส เป็นไอน้ำเดือดหมดที่ 100 องศาเซลเซียส ต้องใช้ความร้อนทั้งหมดเท่าใด (จงวาดแผนภาพประกอบ)

ขั้นที่ 1 ระบุสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบคำตอบ

ขั้นที่ 2 ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้

ขั้นที่ 3 เขียนสูตร หรือสมการที่เกี่ยวข้อง

ขั้นที่ 4 แสดงการแทนค่าในสูตร หรือสมการ

ขั้นที่ 5 แสดงการคิดคำนวณหาคำตอบ

ขั้นที่ 6 เขียนคำตอบตามที่โจทย์ต้องการ พร้อมทั้งระบุหน่วย

2. ใส่ก้อนอะลูมิเนียมมวล 80 กรัม อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ลงในน้ำมวล 200 กรัม อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ซึ่งอยู่ในภาชนะฉนวนมีฝาฉนวนปิดมิดชิด เมื่อถึงสมดุลความร้อน อุณหภูมิของสารทั้งสองจะเป็นเท่าใด (จงวาดแผนภาพประกอบ)

ขั้นที่ 1 ระบุสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบคำตอบ

ขั้นที่ 2 ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้

ขั้นที่ 3 เขียนสูตร หรือสมการที่เกี่ยวข้อง

ขั้นที่ 4 แสดงการแทนค่าในสูตร หรือสมการ

ขั้นที่ 5 แสดงการคิดคำนวณหาคำตอบ

ขั้นที่ 6 เขียนคำตอบตามที่โจทย์ต้องการ พร้อมทั้งระบุหน่วย

แบบวัดมโนทัศน์ฟิสิกส์

เรื่อง ความร้อน และทฤษฎีจลน์ของแก๊ส

คำชี้แจง

1. แบบวัดมีจำนวนข้อสอบทั้งหมด 20 ข้อ ใช้เวลาสอบ 30 นาที
2. ข้อสอบเป็นข้อสอบแบบเลือกตอบ โดยข้อสอบแต่ละข้อแบ่งออกเป็น 2 ตอน ดังนี้
   ตอนที่ 1 ข้อคำถาม (เชิงเนื้อหา)
   ตอนที่ 2 เหตุผลของการเลือกคำตอบของข้อคำถามในตอนที่ 1
3. การเลือกคำตอบให้เลือกคำตอบที่ถูกที่สุดเพียงคำตอบเดียว แล้วทำเครื่องหมาย × ตรงกับตัวอักษร และตัวเลขที่เลือกลงในกระดาษคำตอบ ตัวอย่างเช่น

ข้อ	คำตอบ				เหตุผล			
	ก	ข	ค	ง	1	2	3	4
1		×						×
2								
3								

4. หากนักเรียนต้องการเปลี่ยนแปลงคำตอบให้ขีดฆ่าคำตอบเดิม แล้วทำเครื่องหมาย × ลงในช่องคำตอบใหม่ ตัวอย่างเช่น

ข้อ	คำตอบ				เหตุผล			
	ก	ข	ค	ง	1	2	3	4
1		~~×~~		×				×
2								
3								

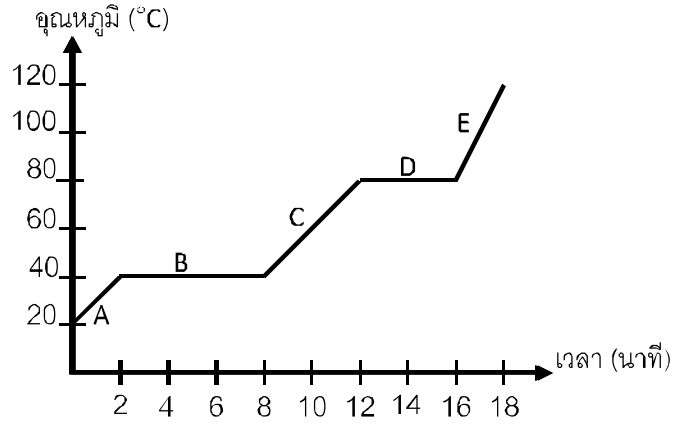
5. ห้ามขีดเขียน หรือทำเครื่องหมายใดๆ ลงในแบบวัดฉบับนี้

แบบวัดมโนทัศน์ฟิสิกส์

เรื่อง ความร้อน และทฤษฎีจลน์ของแก๊ส

คำสั่ง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียวแล้วทำเครื่องหมาย ✕ ลงในกระดาษคำตอบ

พิจารณากราฟความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและเวลาต่อไปนี้แล้วตอบคำถามข้อที่ 1



1. ช่วงใดของกราฟที่สารมี**เพียง**สถานะเดียว

ก. A, C และ E
ข. A, B และ D
ค. B และ D
ง. C และ E

เหตุผลที่เลือกตอบข้อดังกล่าวเพราะ

1. ขณะที่สารเปลี่ยนสถานะ อุณหภูมิจะคงที่
2. ขณะที่สารเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ สถานะของสารไม่เปลี่ยนแปลง
3. ขณะที่สารเดือดจะมีสถานะของเหลวผสมกับสถานะแก๊ส
4. ขณะที่หลอมเหลวจะมีเพียงสถานะเดียว

2. จงพิจารณาข้อมูลจากตารางต่อไปนี้

สาร	จุดหลอมเหลว (เคลวิน)	ความร้อนแฝงจำเพาะของการหลอมเหลว (กิโลจูล/กิโลกรัม)	จุดเดือด (เคลวิน)	ความร้อนแฝงจำเพาะของการกลายเป็นไอ (กิโลจูล/กิโลกรัม)
A	54	14	90	213
B	234	12	630	272
C	600	24	2023	871
D	1336	64	2933	1578

ข้อความใดถูกต้องที่สุด

ก. ณ อุณหภูมิห้อง 25 องศาเซลเซียส สาร A จะอยู่ในสถานะแก๊ส และสาร B จะอยู่ในสถานะของเหลว

ข. สาร B จะเดือดที่อุณหภูมิ 357 องศาเซลเซียสและสาร A จะแข็งตัวที่อุณหภูมิ 219 องศาเซลเซียส

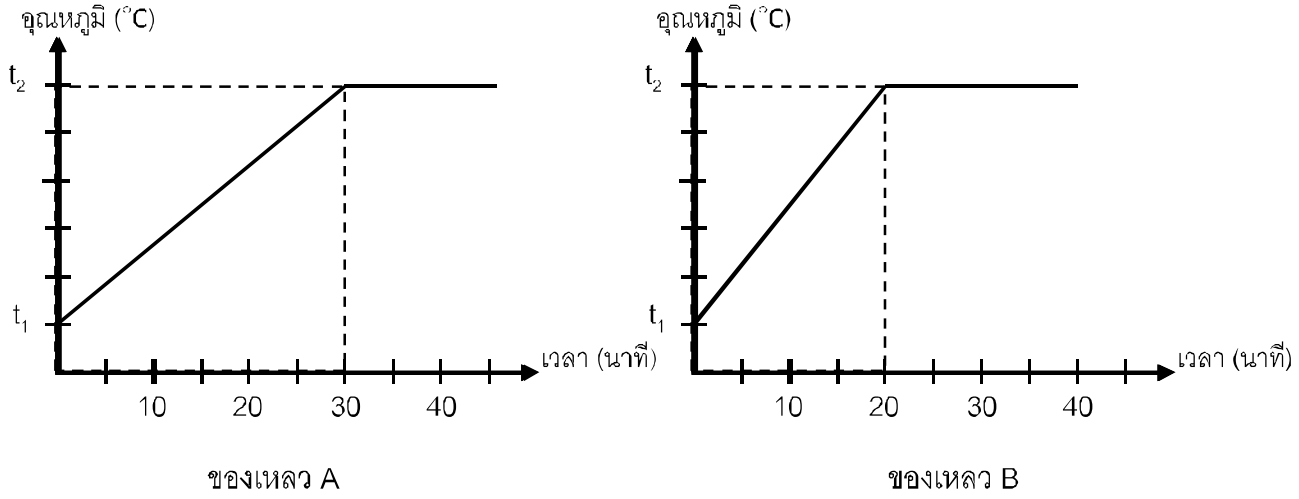
ค. ณ อุณหภูมิของการเปลี่ยนสถานะ ในการที่สาร D จะเปลี่ยนสถานะจากของแข็งกลายเป็นของเหลวจะใช้ความร้อนมากกว่าการที่สาร D จะเปลี่ยนสถานะจากของเหลวเป็นแก๊ส

ง. ในการเปลี่ยนสถานะของสาร C และ D มวล 1 กรัม เท่ากัน จากสถานะของแข็งกลายเป็นของเหลว ณ อุณหภูมิของการเปลี่ยนสถานะ สาร C จะต้องใช้ปริมาณความร้อนมากกว่าสาร D

เหตุผลที่เลือกตอบข้อดังกล่าวเพราะ

1. สารที่มีสถานะแก๊สจะมีจุดเดือดต่ำกว่าอุณหภูมิห้อง
2. ของเหลวจะมีจุดหลอมเหลวสูงกว่าอุณหภูมิห้อง
3. ของแข็งจะมีจุดเดือดต่ำกว่าอุณหภูมิห้อง
4. จุดเดือดของสารทั้งสามสถานะจะสูงกว่าอุณหภูมิห้อง

3. ของเหลว A และของเหลว B ต่างก็บรรจุอยู่ในภาชนะที่เหมือนกันทุกประการโดยที่ภาชนะทั้งสองสามารถป้องกันการสูญเสียความร้อนได้โดยสมบูรณ์ ถ้าเราให้ความร้อนแก่ของเหลวทั้งสองด้วยอัตราเท่ากันและคงที่ พบว่าอุณหภูมิของของเหลว A และ B มีการเปลี่ยนแปลง ดังรูป



ของเหลว A ของเหลว B

การสรุปผลการทดลองต่อไปนี้ ข้อใดถูกต้องสมบูรณ์ที่สุด

ก. ของเหลว A และ B เป็นของเหลวชนิดเดียวกัน

ข. ของเหลว A และ B เป็นของเหลวต่างชนิดกัน

ค. ของเหลว A และ B เป็นของเหลวต่างชนิดกัน แต่จุดเดือดเท่ากัน

ง. ของเหลว A และ B เป็นของเหลวชนิดเดียวกัน แต่ของเหลว A มีปริมาตรมากกว่าของเหลว B

เหตุผลที่เลือกตอบข้อดังกล่าวเพราะ

1. ของเหลวชนิดเดียวกันมีจุดเดือดเท่ากัน
2. ของเหลวชนิดเดียวกันมีความร้อนแฝงจำเพาะเท่ากัน
3. ของเหลวชนิดเดียวกันจะมีอัตราการเพิ่มอุณหภูมิเท่ากัน
4. ของเหลวชนิดเดียวกันเพิ่มอุณหภูมิเท่ากัน จะใช้พลังงานความร้อนเท่ากัน

4. พิจารณาข้อมูลในตารางต่อไปนี้

ของเหลว	ความจุความร้อนจำเพาะ (กิโลจูล/กิโลกรัม เคลวิน)
A	4.2
B	2.0
C	1.0
D	0.8

ข้อความใดถูกต้องที่สุด
ก. ถ้ามวลของของเหลวทุกชนิดเท่ากัน เมื่อต้องการให้อุณหภูมิเปลี่ยนไป 20 องศาเซลเซียส ของเหลว D จะใช้ปริมาณความร้อนน้อยที่สุด
ข. ถ้าของเหลวทั้ง 4 ชนิด มีปริมาตรเท่ากัน นำมาต้มโดยให้ปริมาณความร้อนเท่ากัน ของเหลว A เดือดได้เร็วที่สุด
ค. ถ้าของเหลว B และของเหลว C ที่มีมวลเท่ากัน ทำให้อุณหภูมิเปลี่ยนไปเท่ากัน ต้องให้ปริมาณความร้อนแก่ของเหลว C เป็น 2 เท่าของที่ให้แก่ของเหลว B
ง. ในการทำให้ของเหลวทั้ง 4 ชนิดเปลี่ยนสถานะกลายเป็นไอ ของเหลว D จะใช้ปริมาณความร้อนน้อยที่สุด

เหตุผลที่เลือกตอบข้อดังกล่าวเพราะ

1. ความจุความร้อนจำเพาะน้อยสุดจะใช้พลังงานความร้อนมากสุด เมื่อมวล และการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิเท่ากัน
2. ความจุความร้อนจำเพาะน้อยสุดจะใช้พลังงานความร้อนน้อยสุด เมื่อมวล และการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิเท่ากัน
3. ความจุความร้อนขึ้นอยู่กับความจุความร้อนจำเพาะของสารเพียงอย่างเดียว
4. ความจุความร้อนจำเพาะจะมาก หรือน้อยขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ

5. จากการทดลองเกี่ยวกับความจุความร้อนของสาร 3 ชนิดคือ A, B และ C โดยการให้ความร้อนจากเตาที่มีลักษณะเหมือนกัน และมีกำลังไฟฟ้าเท่ากัน ผลการทดลองเป็นดังตาราง กำหนดให้ A มีมวล 1 กิโลกรัม, B มีมวล 5 กิโลกรัม และ C มีมวล 3 กิโลกรัม

เวลาที่บันทึกอุณหภูมิที่	**อุณหภูมิของสาร (องศาเซลเซียส)**		
	สาร A	**สาร B**	**สาร C**
2	10	5	25
4	20	10	50

ข้อสรุปเกี่ยวกับความจุความร้อนจำเพาะของสารข้อใดถูกต้อง

ก. A > B > C

ข. A < B < C

ค. A > B < C แต่ A < C

ง. A < B > C แต่ A > C

เหตุผลที่เลือกตอบข้อดังกล่าวเพราะ

1. ความจุความร้อนจำเพาะแปรผันตรงกับมวล แต่ผกผันกับอุณหภูมิ
2. ความจุความร้อนจำเพาะแปรผันตรงกับมวล และอุณหภูมิ
3. ความจุความร้อนจำเพาะแปรผกผันกับมวล และอุณหภูมิ
4. ความจุความร้อนจำเพาะแปรผกผันกับมวล แต่แปรผันตรงกับอุณหภูมิ

ภาคผนวก ค
เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยการตั้งปัญหา
2. แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบปกติ

ตัวอย่าง
แผนการจัดการเรียนรู้โดยการตั้งปัญหา
แผนที่ 5 เรื่อง กฎของแก๊สอุดมคติ

รายวิชา ฟิสิกส์ 5 **ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6**
เวลา 100 นาที **ผู้สอนอาจารย์อมรรัตน์ บุบผโชติ**

&&&&&&&&&&&&&&&&&&&&&&&&&&&&&&&&&&

จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อจบคาบเรียนนี้แล้ว นักเรียนสามารถ

1. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความดัน ปริมาตร และอุณหภูมิของแก๊สเมื่อรวมกฎของบอยล์และกฎของชาร์ลได้
2. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างสภาวะสมดุลของแก๊สในสภาวะที่ 1 และสภาวะที่ 2 ได้
3. บอกความสัมพันธ์ระหว่างความดัน ปริมาตร และอุณหภูมิของแก๊สตามกฎของแก๊สอุดมคติได้
4. คำนวณหาค่าคงตัวของแก๊ส และค่าคงตัวของโบลต์ซมันน์ได้
5. คำนวณหาปริมาณต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับสภาวะสมดุลของแก๊ส และกฎของแก๊สอุดมคติได้
6. ทำงานร่วมกับผู้อื่นได้
7. กล้าแสดงความคิดเห็นอย่างมีเหตุผล
8. รับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมายได้

สาระการเรียนรู้

1. ความรู้

เมื่อรวมกฎของบอยล์ และกฎของชาร์ล จะได้สมการ ดังนี้

$$V \propto \frac{T}{P}$$

หรือ $$\frac{PV}{T} = \text{ค่าคงตัว}$$

และสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างสภาวะสมดุลของแก๊สในสภาวะที่ 1 และสภาวะที่ 2

$$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$$

เมื่อความดันไม่สูงเกินไป และอุณหภูมิไม่ต่ำเกินไป และแก๊สต่างๆ มีปริมาตรต่างกัน สำหรับแก๊สชนิดหนึ่งๆ พบว่า

$$\frac{PV}{T} \propto n$$

โดย n คือ จำนวนโมลของแก๊ส

ดังนั้น $$\frac{PV}{T} = nR$$

โดย R คือ ค่าคงตัว เรียกว่า ค่าคงตัวแก๊ส (gas constant)

R = 8.314510 J/mol K

ดังนั้นจะได้ กฎของแก๊สอุดมคติ ดังนี้

$$PV = nRT$$

จาก $$n = \frac{N}{N_A}$$

เมื่อ N คือ จำนวนโมเลกุลทั้งหมดของแก๊ส

N_A คือ ค่าคงตัวอโวกาโดร ซึ่งมีค่าเท่ากับ 6.02×10^{23} mol^{-1}

จะได้ $$PV = N\frac{R}{N_A}T$$

กฎของแก๊สอุดมคติ จึงสามารถเขียนได้อีกรูปหนึ่ง คือ

$$PV = Nk_BT$$

k_B คือ ค่าคงตัวโบลต์ซมันน์ มีค่าดังนี้

$$k_B = \frac{R}{N_A} = \frac{8.31\ J/mol\ K}{6.02 \times 10^{23}\ mol^{-1}} = 1.38 \times 10^{-23}\ J/K$$

2. ทักษะ/กระบวนการ/กระบวนการคิด

2.1 ทักษะการคำนวณ

2.2 ทักษะการแก้ปัญหา

3. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

3.1 ความมีส่วนร่วม

3.2 ความแสดงออกอย่างมีเหตุผล

3.3 ความรับผิดชอบ

กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 เริ่มต้น

1. ครูทบทวนความรู้เกี่ยวกับกฎของบอยล์ กฎของชาร์ล สภาวะสมดุลของแก๊ส และกฎของแก๊สในอุดม แล้วใช้คำถามเพื่อกระตุ้นความสนใจของนักเรียน ดังนี้

1.1 ขณะอุณหภูมิคงที่ ถ้าแก๊สได้รับความดันเพิ่มขึ้น ปริมาตรของแก๊สจะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร (ปริมาตรลดลง นั่นคือ $V \propto \frac{1}{P}$)

1.2 เมื่อความดันคงที่ ถ้าแก๊สได้รับอุณหภูมิเพิ่มขึ้น ปริมาตรของแก๊สจะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร (ปริมาตรเพิ่มขึ้น นั่นคือ $V \propto T$)

1.3 เมื่ออยู่ในสภาวะสมดุลของแก๊ส ความดัน ปริมาตร และอุณหภูมิของแก๊สที่เปลี่ยนแปลงมีความสัมพันธ์อย่างไร ($\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$)

2. ครูให้อภิปรายเพื่อคาดคะเนคำตอบในประเด็นที่กำหนด ดังนี้

2.1 ถ้านักเรียนมีถังเก็บแก๊สใบหนึ่ง เมื่อวางทิ้งไว้ แก๊สรั่วออกจากถังไป นักเรียนจะทราบได้อย่างไรว่าแก๊สรั่วไปกี่กรัม (คำนวณจากสมการสภาวะสมดุลของแก๊ส)

ครูกล่าวถึงเรื่องที่จะเรียนในคาบนี้ โดยกล่าวว่า “ในวันนี้นักเรียนจะได้ศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมลของแก๊ส ความดัน ปริมาตร และอุณหภูมิของแก๊สซึ่งเป็นไปตามกฎของแก๊ส อุดมคติ”

ขั้นที่ 2 นำเสนอปัญหา

1. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 4-5 คน และให้แต่ละกลุ่มนั่งตามตำแหน่งที่ครูกำหนด

2. ก่อนที่ครูจะนำเสนอปัญหา ครูทบทวนเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมลกับจำนวนโมเลกุล ซึ่งเป็นความรู้เดิมที่นักเรียนได้เรียนรู้จากวิชาเคมีระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ($n = \frac{N}{N_A}$)

3. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายสถานการณ์ที่ครูกำหนด 2 สถานการณ์ ดังนี้

สถานการณ์ที่ 1 เมื่อกำหนดความดันไม่สูงเกินไป และอุณหภูมิไม่ต่ำเกินไป และแก๊สต่างๆ มีปริมาตรต่างกัน สำหรับแก๊สชนิดหนึ่งๆ พบว่าสภาวะสมดุลของแก๊สแปรผันโดยตรงกับจำนวนโมล และกำหนดให้ค่าคงที่ของแก๊ส (R) ในสภาวะดังกล่าว มีค่าเท่ากับ 8.314510 J/mol K ให้นักเรียนอภิปรายร่วมกันเพื่อสรุปในประเด็นดังต่อไปนี้

1) ความเสัมพันธ์ระหว่างสภาวะสมดุลของแก๊ส และจำนวนโมล และสมการ ความสัมพันธ์ระหว่างสภาวะสมดุลของแก๊ส และจำนวนโมล ($\frac{PV}{T} \propto n$ และ$PV = nRT$)
2) สมการความสัมพันธ์ระหว่างสมดุลของแก๊ส และจำนวนโมเลกุล ($PV = Nk_BT$)

สถานการณ์ที่ 2 จากความสัมพันธ์ที่สรุปได้ในสถานการณ์ที่ 1 จงหามวลของแก๊สออกซิเจนที่รั่วออกจากถังแก๊สออกซิเจนที่เตรียมสำหรับผู้ป่วยในโรงพยาบาลแห่งหนึ่ง ซึ่งถังนั้นมีมีปริมาตร 4.0×10^{-2} ลูกบาศก์เมตร เดิมแก๊สออกซิเจนในถังมีความดัน 20.0 บรรยากาศ และมีอุณหภูมิ 300 เคลวิน ต่อมาแก๊สรั่วไปบางส่วนจนมีความดัน 4.0 บรรยากาศ และมีอุณหภูมิ 293 เคลวิน ก่อนให้นักเรียนแต่ละกลุ่มหาวิธีแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่ 2 ครูใช้คำถามเพื่อแนะแนวทางในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่กำหนด ดังนี้

1) จากสถานการณ์ที่กำหนด โจทย์ต้องการทราบอะไร (มวลของแก๊สออกซิเจนที่รั่วออกจากถัง)
2) จากโจทย์เราทราบข้อมูล หรือตัวแปรใดบ้าง ($P_1 = 20.0 \times 1.013 \times 10^5$ Pa, $T_1 = 300$ K, $P_2 = 4.0 \times 1.013 \times 10^5$ Pa, $T_2 = 293$ K, $V_1 = V_2 = 4.0 \times 10^{-2}$ m^3)
3) เราสามารถนำความสัมพันธ์ระหว่างสภาวะสมดุลของแก๊สในสถานการณ์ที่ 1 มาใช้ได้หรือไม่ (ได้)

ขั้นที่ 3 มอบหมายงาน

1. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปราย และช่วยกันคิดหาวิธีแก้ปัญหาที่ครูนำเสนอไปทั้ง 2 สถานการณ์ โดยให้เวลา 10 นาที ซึ่งนักเรียนทุกคนในกลุ่มต้องมีส่วนร่วมในการอภิปราย เสนอแนะแนวคิด แสดงความคิดเห็น ซึ่งในขณะที่แต่ละกลุ่มอภิปราย สามารถปรึกษาเพื่อนระหว่างกลุ่มได้ และครูเป็นผู้คอยควบคุม ชี้แนะ
2. ครูให้แต่ละกลุ่มสรุปวิธีการแก้ปัญหาในทั้ง 2 สถานการณ์ แล้วส่งตัวแทนนำเสนอหน้าชั้นเรียน
3. ครูและนักเรียนในชั้นเรียนร่วมวิเคราะห์ผลงานของนักเรียนแต่ละกลุ่ม หลังจากนั้นครูนำอภิปรายสรุปความสัมพันธ์ระหว่างสภาวะสมดุลของแก๊ส และจำนวนโมล สมการความสัมพันธ์ระหว่างสภาวะสมดุลของแก๊ส และจำนวนโมล และวิธีการแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่ 2

ขั้นที่ 4 ค้นหาสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์

1. ครูให้แต่ละกลุ่มช่วยกันค้นหาสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่เรียน แล้วเสนอสถานการณ์ดังกล่าวกับเพื่อนในกลุ่ม
2. ครูให้แต่ละกลุ่มช่วยกันพิจารณาว่าสถานการณ์ที่เพื่อนๆ ในกลุ่มนำเสนอเกี่ยวข้องหรือสัมพันธ์กับเรื่องที่เรียนหรือไม่ อย่างไร
3. ครูให้แต่ละกลุ่มเลือกสถานการณ์ที่สมาชิกในกลุ่มนำเสนอมา 1 สถานการณ์

ขั้นที่ 5 สร้างเป็นโจทย์ปัญหา

1. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันสร้างโจทย์ปัญหาจากสถานการณ์ที่แต่ละกลุ่มเลือก
2. ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย เสนอความคิดเห็น ช่วยกันหาวิธีแก้โจทย์ปัญหา แล้วนำเสนอหน้าชั้นเรียน
3. ครู และนักเรียนร่วมกันวิเคราะห์ความเหมาะสมของสถานการณ์ และวิธีแก้ปัญหาของแต่ละกลุ่ม

ขั้นที่ 6 เริ่มต้นใหม่

ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดเรื่อง กฎของแก๊สอุดมคติเป็นการบ้าน โดยให้ฝึกการแก้ปัญหาตามสถานการณ์ที่ครูกำหนด และฝึกฝนการตั้งปัญหา

การประเมินการเรียนรู้

1. ครูประเมินความรู้ความเข้าใจของนักเรียนด้วยแบบวัดมโนทัศน์
2. ครูประเมินความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนจากเอกสารประกอบการเรียนรู้

สื่อการเรียนรู้

1. หนังสือรายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ 5
2. แบบฝึกหัดเรื่อง กฎของแก๊สอุดมคติ
3. กระดาษฟลิปชาร์ต
4. ปากกาเมจิก

ใบงานการแก้ปัญหา กฎของแก๊สอุดมคติ

รายชื่อสมาชิกในกลุ่ม

1. ชื่อ.....เลขที่.....
2. ชื่อ.....เลขที่.....
3. ชื่อ.....เลขที่.....
4. ชื่อ.....เลขที่.....
5. ชื่อ.....เลขที่.....

คำชี้แจง

ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มพิจารณาสถานการณ์ที่กำหนดให้ แล้วร่วมกันอภิปรายเพื่อให้ได้ข้อสรุปตามที่แต่ละสถานการณ์กำหนด พร้อมทั้งนำเสนอวิธีการคิดหน้าชั้นเรียน

สถานการณ์ที่ 1 เมื่อกำหนดความดันไม่สูงเกินไป และอุณหภูมิไม่ต่ำเกินไป และแก๊สต่างๆ มีปริมาตรต่างกัน สำหรับแก๊สชนิดหนึ่งๆ พบว่าสภาวะสมดุลของแก๊สแปรผันโดยตรงกับจำนวนโมล และกำหนดให้ค่าคงที่ของแก๊ส (R) ในสภาวะดังกล่าว มีค่าเท่ากับ 8.314510 J/mol K ให้นักเรียนอภิปรายร่วมกันเพื่อสรุปในประเด็นดังต่อไปนี้

1) ความสัมพันธ์ระหว่างสภาวะสมดุลของแก๊ส และจำนวนโมล และสมการความสัมพันธ์ระหว่างสภาวะสมดุลของแก๊ส และจำนวนโมล
2) สมการความสัมพันธ์ระหว่างสมดุลของแก๊ส และจำนวนโมเลกุล

สถานการณ์ที่ 2 จากความสัมพันธ์ที่สรุปได้ในสถานการณ์ที่ 1 จงหามวลของแก๊สออกซิเจนที่รั่วออกจากถังแก๊สออกซิเจนที่เตรียมสำหรับผู้ป่วยในโรงพยาบาลแห่งหนึ่ง ซึ่งถังนั้นมีมีปริมาตร 4.0×10^{-2} ลูกบาศก์เมตร เดิมแก๊สออกซิเจนในถังมีความดัน 20.0 บรรยากาศ และมีอุณหภูมิ 300 เคลวิน ต่อมาแก๊สรั่วไปบางส่วนจนมีความดัน 4.0 บรรยากาศ และมีอุณหภูมิ 293 เคลวิน

ใบงาน การตั้งปัญหาเรื่อง กฎของแก๊สอุดมคติ

รายชื่อสมาชิกในกลุ่ม

1. ชื่อ.....เลขที่.....
2. ชื่อ.....เลขที่.....
3. ชื่อ.....เลขที่.....
4. ชื่อ.....เลขที่.....
5. ชื่อ.....เลขที่.....

คำชี้แจง

ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันสร้างโจทย์ปัญหาจากสถานการณ์ที่แต่ละกลุ่มเลือก 1 ปัญหา แล้วร่วมกันอภิปราย เสนอความคิดเห็น และช่วยกันหาวิธีแก้โจทย์ปัญหา แล้วนำเสนอหน้าชั้นเรียน

กำหนดให้

ความดัน 1 บรรยากาศ	=	1.0×10^{5} N/m^2
ค่าคงตัวของแก๊ส	=	8.31 J/mol K
ค่าคงตัวของโบลต์ซมันน์	=	1.38×10^{-23} J/K
ค่าคงตัวอโวกาโดร	=	6.02×10^{23} mol^{-1}

โจทย์ที่กำหนด

.....

.....

.....

.....

วิธีการแก้โจทย์ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

แบบฝึกหัดเรื่อง กฎของแก๊สอุดมคติ

กำหนดให้

ความดัน 1 บรรยากาศ	=	1.0×10^{5} N/m^{2}
ค่าคงตัวของแก๊ส	=	8.31 J/mol K
ค่าคงตัวของโบลต์ซมันน์	=	1.38×10^{-23} J/K
ค่าคงตัวอโวกาโดร	=	6.02×10^{23} mol^{-1}

จงแสดงวิธีทำโดยละเอียด

1. ถ้าอากาศภายในห้องที่มีขนาด 50 ลูกบาศก์เมตร ร้อนขึ้นจากอุณหภูมิ 7 องศาเซลเซียสเป็น 35 องศาเซลเซียส โดยความดันยังคงเป็น 1 บรรยากาศเท่าเดิม จะมีอากาศออกไปจากห้องกี่กิโลกรัม **กำหนดให้** ความหนาแน่นของอากาศที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส ที่ความดันปกติเท่ากับ 1.14 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

2. แก๊สจำนวนหนึ่งบรรจุอยู่ในภาชนะปิด วัดอุณหภูมิได้ 107 องศาเซลเซียส ความดัน 620 กิโลพาสคัล จงหาความดันของแก๊สเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นเป็น 307 องศาเซลเซียส เมื่อปริมาตรคงตัว

3. จงหามวลและจำนวนโมเลกุลของออกซิเจน 0.1 กิโลโมล และถ้าแก๊สนี้มีอุณหภูมิ 27 องศาเซลเซียส ความดัน 1 บรรยากาศ จะมีปริมาตรเท่าใด กำหนดให้มวลโมเลกุลของออกซิเจนเท่ากับ 32

4. แก๊สชนิดหนึ่งมีความหนาแน่น 1 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส และความดัน 2 บรรยากาศ จะต้องอัดแก๊สนี้ให้มีความดันเป็นเท่าใด จึงจะมีความหนาแน่นเป็น 3 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส

5. ถังแก๊ส A ปริมาตร 30 ลิตร บรรจุแก๊สออกซิเจนจำนวน 4 โมล มีท่อต่ออยู่กับถังแก๊ส B ซึ่งเป็นถังเปล่า ภายในเป็นสุญญากาศปริมาตร 20 ลิตร เมื่อเปิดวาล์วจะมีแก๊สออกซิเจนจากถัง A ไหลไปสู่ถัง B ได้อย่างมากที่สุดกี่โมล ถ้าการถ่ายเทแก๊สนี้เกิดขึ้นที่อุณหภูมิคงที่

6. ให้นักเรียนตั้งโจทย์ปัญหาที่มีสถานการณ์เกี่ยวข้องกับเรื่องที่เรียน

ตัวอย่าง
แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบปกติ
แผนที่ 5 เรื่อง กฎของแก๊สอุดมคติ

รายวิชา ฟิสิกส์ 5 **ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6**
เวลา 100 นาที **ผู้สอนอาจารย์อมรรัตน์ บุบผโชติ**

&&&&&&&&&&&&&&&&&&&&&&&&&&&&&&&&&&

จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อจบคาบเรียนนี้แล้ว นักเรียนสามารถ

1. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความดัน ปริมาตร และอุณหภูมิของแก๊สเมื่อรวมกฎของบอยล์และกฎของชาร์ลได้
2. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างสภาวะสมดุลของแก๊สในสภาวะที่ 1 และสภาวะที่ 2 ได้
3. บอกความสัมพันธ์ระหว่างความดัน ปริมาตร และอุณหภูมิของแก๊สตามกฎของแก๊สอุดมคติได้
4. คำนวณหาค่าคงตัวของแก๊ส และค่าคงตัวของโบลต์ซมันน์ได้
5. คำนวณหาปริมาณต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับสภาวะสมดุลของแก๊ส และกฎของแก๊สอุดมคติได้
6. ทำงานร่วมกับผู้อื่นได้
7. กล้าแสดงความคิดเห็นอย่างมีเหตุผล
8. รับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมายได้

สาระการเรียนรู้

1. ความรู้

เมื่อรวมกฎของบอยล์ และกฎของชาร์ล จะได้สมการ ดังนี้

$$V \propto \frac{T}{P}$$

หรือ $$\frac{PV}{T} = \text{ค่าคงตัว}$$

และสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างสภาวะสมดุลของแก๊สในสภาวะที่ 1 และสภาวะที่ 2

$$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$$

เมื่อความดันไม่สูงเกินไป และอุณหภูมิไม่ต่ำเกินไป และแก๊สต่างๆ มีปริมาตรต่างกัน สำหรับแก๊สชนิดหนึ่งๆ พบว่า

$$\frac{PV}{T} \propto n$$

โดย n คือ จำนวนโมลของแก๊ส

ดังนั้น $$\frac{PV}{T} = nR$$

โดย R คือ ค่าคงตัว เรียกว่า ค่าคงตัวแก๊ส (gas constant)

R = 8.314510 J/mol K

ดังนั้นจะได้ กฎของแก๊สอุดมคติ ดังนี้

$$PV = nRT$$

จาก $$n = \frac{N}{N_A}$$

เมื่อ N คือ จำนวนโมเลกุลทั้งหมดของแก๊ส

N_A คือ ค่าคงตัวอโวกาโดร ซึ่งมีค่าเท่ากับ 6.02×10^{23} mol^{-1}

จะได้ $$PV = N\frac{R}{N_A}T$$

กฎของแก๊สอุดมคติ จึงสามารถเขียนได้อีกรูปหนึ่ง คือ

$$PV = Nk_BT$$

k_B คือ ค่าคงตัวโบลต์ซมันน์ มีค่าดังนี้

$$k_B = \frac{R}{N_A} = \frac{8.31\ J/mol\ K}{6.02 \times 10^{23}\ mol^{-1}} = 1.38 \times 10^{-23}\ J/K$$

ตัวอย่างที่ 1 แก๊สชนิดหนึ่งมีปริมาตร 1 ลูกบาศก์เมตร อุณหภูมิ 300 เคลวิน และความดัน 1.0 บรรยากาศ จงหาปริมาตรของแก๊สจำนวนนี้ที่อุณหภูมิ 400 เคลวิน และความดัน 2.0 บรรยากาศ

วิธีทำ $P_1 = 1.013 \times 10^5$ Pa, $V_1 = 1\ m^3$, $T_1 = 300$ K

$P_2 = 2 \times 1.013 \times 10^5$ Pa, $V_2 = ?\ m^3$, $T_2 = 400$ K

จาก $$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$$

$$V_2 = V_1\frac{P_1T_2}{P_2T_1}$$

แทนค่า $$V_2 = \frac{(1\ m^3)(1.013 \times 10^5\ Pa)(400\ K)}{(2.026 \times 10^5\ Pa)(300\ K)}$$

จะได้ $$V_2 = 0.67\ m^3$$

ตอบ แก๊สมีปริมาตรเท่ากับ 0.67 ลูกบาศก์เมตร

ตัวอย่างที่ 2 ยางรถยนต์บรรจุลมด้วยความดันเกจ 200 กิโลพาสคัล และลมยางรถยนต์มีอุณหภูมิ 283 เคลวิน หลังจากรถแล่นไปได้ 100 กิโลเมตร อุณหภูมิของลมยางรถยนต์เพิ่มขึ้นเป็น 313 เคลวิน จงหาความดันเกจของลมยางรถตอนหลังนี้ ให้ถือว่าปริมาตรของลมยางคงตัว

วิธีทำ $P_1 = P_{g1} + P_0 = 200\ kPa + 101.3\ kPa$, $V_1 = V\ m^3$, $T_1 = 283\ K$

$P_2 = ?\ kPa$, $V_2 = V\ m^3$, $T_2 = 313\ K$

จาก $$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$$

$$P_2 = P_1\frac{T_2}{T_1}$$

แทนค่า $$P_2 = (301.3\ kPa)\frac{313\ K}{283\ K}$$

จะได้ $$P_2 = 333.2\ kPa$$

ดังนั้น $$P_{g2} = P_2 - P_0 = 333.2 - 101.3 = 231.9\ kPa$$

ตอบ ความดันเกจของอากาศภายในยางรถยนต์ตอนหลังเท่ากับ 231.9 กิโลพาสคัล

ตัวอย่างที่ 3 แก๊สออกซิเจนในถังที่มีปริมาตร 4.0×10^{-2} ลูกบาศก์เมตร เดิมมีความดัน 20.0 บรรยากาศ และมีอุณหภูมิ 300 เคลวิน ต่อมาแก๊สรั่วไปบางส่วนจนมีความดัน 4.0 บรรยากาศ และมีอุณหภูมิ 293 เคลวิน จงหาว่าแก๊สรั่วไปกี่กิโลกรัม

วิธีทำ $P_1 = 20.0 \times 1.013 \times 10^5\ Pa$, $T_1 = 300\ K$

$P_2 = 4.0 \times 1.013 \times 10^5\ Pa$, $T_2 = 293\ K$

$V_1 = V_2 = 4.0 \times 10^{-2}\ m^3$

จาก $$n = \frac{PV}{RT}$$

$$n_1 = \frac{P_1V_1}{RT_1} = \frac{(20.0 \times 1.013 \times 10^5\ Pa)(4.0\times10^{-2}\ m^3)}{\left(8.31\frac{J}{mol\,K}\right)(300\ K)} = 32.51\ mol$$

$$n_2 = \frac{P_2V_2}{RT_2} = \frac{(4.0 \times 1.013 \times 10^5\ Pa)(4.0\times10^{-2}\ m^3)}{\left(8.31\frac{J}{mol\,K}\right)(293\ K)} = 6.66\ mol$$

ดังนั้น แก๊สรั่วไป $n_1 - n_2 = 32.51 - 6.66 = 25.85\ mol$

จาก ออกซิเจนมีมวลโมลาร์ M = 32 g/mol

ดังนั้น มวลแก๊สออกซิเจน = (25.85 mol)(32 g/mol) = 827 g = 0.827 kg

ตอบ แก๊สออกซิเจนรั่วออกจากถัง 0.827 กิโลกรัม

2. ทักษะ/กระบวนการ/กระบวนการคิด

2.1 ทักษะการคำนวณ

2.2 ทักษะการแก้ปัญหา

3. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

3.1 ความมีส่วนร่วม

3.2 ความแสดงออกอย่างมีเหตุผล

3.3 ความรับผิดชอบ

กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นนำ

1. ครูทบทวนความรู้เกี่ยวกับกฎของบอยล์ กฎของชาร์ล สภาวะสมดุลของแก๊ส และกฎของแก๊สในอุดม แล้วใช้คำถามเพื่อกระตุ้นความสนใจของนักเรียน ดังนี้

1.1 ขณะอุณหภูมิคงที่ ถ้าแก๊สได้รับความดันเพิ่มขึ้น ปริมาตรของแก๊สจะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร (ปริมาตรลดลง นั่นคือ $V \propto \frac{1}{P}$)

1.2 เมื่อความดันคงที่ ถ้าแก๊สได้รับอุณหภูมิเพิ่มขึ้น ปริมาตรของแก๊สจะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร (ปริมาตรเพิ่มขึ้น นั่นคือ $V \propto T$)

1.3 เมื่ออยู่ในสภาวะสมดุลของแก๊ส ความดัน ปริมาตร และอุณหภูมิของแก๊สที่เปลี่ยนแปลงมีความสัมพันธ์อย่างไร ($\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$)

2. ครูให้อภิปรายเพื่อคาดคะเนคำตอบในประเด็นที่กำหนด ดังนี้

2.1 ถ้านักเรียนมีถังเก็บแก๊สใบหนึ่ง เมื่อวางทิ้งไว้ แก๊สรั่วออกจากถังไป นักเรียนจะทราบได้อย่างไรว่าแก๊สรั่วไปกี่กรัม (คำนวณจากสมการสภาวะสมดุลของแก๊ส)

ครูกล่าวถึงเรื่องที่จะเรียนในคาบนี้ โดยกล่าวว่า “ในวันนี้นักเรียนจะได้ศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมลของแก๊ส ความดัน ปริมาตร และอุณหภูมิของแก๊สซึ่งเป็นไปตามกฎของแก๊สอุดมคติ”

ขั้นกิจกรรม

1. ครูนำอภิปรายเพื่อสรุปกฎของแก๊สอุดมคติ โดยใช้คำถามดังนี้
   1.1 เมื่อความดันไม่สูงเกินไป และอุณหภูมิไม่ต่ำเกินไป และแก๊สต่างๆ มีปริมาตรต่างกัน สำหรับแก๊สชนิดหนึ่งๆ พบว่า สภาวะสมดุลของแก๊สแปรผันตรงกับจำนวนโมลของแก๊ส จากความสัมพันธ์นี้นักเรียนจะเขียนสมการการแปรผันได้ว่าอย่างไร
   ($\frac{PV}{T} =$ ค่าคงที่ n)
   ครูให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับค่าคงที่ (R) และให้นักเรียนสรุปสมการการแปรผันอีกครั้ง
   ($\frac{PV}{T} = nR$ หรือ $PV = nRT$)
2. ครูทบทวนความรู้เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมล จำนวนโมเลกุล และเลขอโวกาโดร หลังจากนั้นครูนำอภิปรายเพื่อสรุปกฎของแก๊สอุดมคติ ($PV = nRT$ และ $PV = Nk_BT$)
3. ครูยกตัวอย่างการคำนวณ พร้อมอธิบายวิธีการแก้โจทย์ปัญหาทั้งหมด 3 ข้อ
4. ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด เรื่องกฎของแก๊สอุดมคติ แล้วสุ่มนักเรียนออกมาแสดงวิธีทำหน้าชั้นเรียน โดยครูเป็นผู้ตรวจสอบความถูกต้อง

ขั้นสรุป

1. ครูให้นักเรียนร่วมกันสรุปบทเรียน เรื่องกฎของแก๊ส ในประเด็นดังต่อไปนี้
   1) ความสัมพันธ์ระหว่างความดัน ปริมาตร และอุณหภูมิของแก๊สตามความสัมพันธ์ระหว่างสภาวะสมดุลของแก๊ส
   2) ความสัมพันธ์ระหว่างความดัน ปริมาตร และอุณหภูมิของแก๊สตามกฎของแก๊สอุดมคติ

การประเมินการเรียนรู้

1. ครูประเมินความรู้ความเข้าใจของนักเรียนด้วยแบบวัดมโนทัศน์
2. ครูประเมินความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนจากเอกสารประกอบการเรียนรู้

สื่อการเรียนรู้

1. หนังสือรายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ 5
2. แบบฝึกหัดเรื่อง กฎของแก๊สอุดมคติ
3. กระดาษฟลิปชาร์ต
4. ปากกาเมจิก

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

แบบฝึกหัดเรื่อง กฎของแก๊สอุดมคติ

กำหนดให้

ความดัน 1 บรรยากาศ	=	1.0×10^{5} N/m^{2}
ค่าคงตัวของแก๊ส	=	8.31 J/mol K
ค่าคงตัวของโบลต์ซมันน์	=	1.38×10^{-23} J/K
ค่าคงตัวอโวกาโดร	=	6.02×10^{23} mol^{-1}

จงแสดงวิธีทำโดยละเอียด

1. ถ้าอากาศภายในห้องที่มีขนาด 50 ลูกบาศก์เมตร ร้อนขึ้นจากอุณหภูมิ 7 องศาเซลเซียสเป็น 35 องศาเซลเซียส โดยความดันยังคงเป็น 1 บรรยากาศเท่าเดิม จะมีอากาศออกไปจากห้องกี่กิโลกรัม **กำหนดให้** ความหนาแน่นของอากาศที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส ที่ความดันปกติเท่ากับ 1.14 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

2. แก๊สจำนวนหนึ่งบรรจุอยู่ในภาชนะปิด วัดอุณหภูมิได้ 107 องศาเซลเซียส ความดัน 620 กิโลพาสคัล จงหาความดันของแก๊สเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นเป็น 307 องศาเซลเซียส เมื่อปริมาตรคงตัว

3. จงหามวลและจำนวนโมเลกุลของออกซิเจน 0.1 กิโลโมล และถ้าแก๊สนี้มีอุณหภูมิ 27 องศาเซลเซียส ความดัน 1 บรรยากาศ จะมีปริมาตรเท่าใด กำหนดให้มวลโมเลกุลของออกซิเจนเท่ากับ 32

4. แก๊สชนิดหนึ่งมีความหนาแน่น 1 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส และความดัน 2 บรรยากาศ จะต้องอัดแก๊สนี้ให้มีความดันเป็นเท่าใด จึงจะมีความหนาแน่นเป็น 3 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส

5. ถังแก๊ส A ปริมาตร 30 ลิตร บรรจุแก๊สออกซิเจนจำนวน 4 โมล มีท่อต่ออยู่กับถังแก๊ส B ซึ่งเป็นถังเปล่า ภายในเป็นสุญญากาศปริมาตร 20 ลิตร เมื่อเปิดวาล์วจะมีแก๊สออกซิเจนจากถัง A ไหลไปสู่ถัง B ได้อย่างมากที่สุดกี่โมล ถ้าการถ่ายเทแก๊สนี้เกิดขึ้นที่อุณหภูมิคงที่

ภาคผนวก ง
คุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ตารางที่ 13 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) และการแปลความหมาย ระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์ที่ต้องการวัดของแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่องความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส

ข้อ	จุดประสงค์ที่ต้องการวัดของแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์เรื่องความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส	ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)	การแปลความหมาย
1	การหาพลังงานความร้อนที่มีผลต่อการเปลี่ยนอุณหภูมิของสารและการเปลี่ยนสถานะของสาร	1	วัดได้สอดคล้อง
2	การหาอุณหภูมิผสมเมื่อมีการถ่ายโอนความร้อน และเกิดสมดุลความร้อน	1	วัดได้สอดคล้อง
3	การหาปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนพลังงานกลเป็นพลังงานความร้อน	1	วัดได้สอดคล้อง
4	การหาปริมาณที่เกี่ยวข้องเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงความดัน การเปลี่ยนแปลงปริมาตร และ	1	วัดได้สอดคล้อง
5	การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิตามกฎของแก๊สอุดมคติ	1	วัดได้สอดคล้อง
6	การหาพลังงานจลน์เฉลี่ยของโมเลกุลของแก๊ส	1	วัดได้สอดคล้อง
7	การหาพลังงานจลน์รวมของแก๊ส	1	วัดได้สอดคล้อง
8	การหาอัตราเร็วเฉลี่ยของแก๊ส	1	วัดได้สอดคล้อง
9	การหาปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงพลังงานภายในระบบเมื่อความดันของแก๊สคงที่	1	วัดได้สอดคล้อง
10	การหาพลังงานความร้อนเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงตามระบบเทอร์โมไดนามิก	1	วัดได้สอดคล้อง

ตารางที่ 14 ค่าความยาก (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ตามลำดับข้อขอแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์เรื่องความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส

ลำดับข้อของแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์เรื่องความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส	ค่าความยากง่าย (P)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
1	030	0.46
2	0.45	0.32
3	0.43	0.36
4	0.70	0.51
5	0.80	0.47
6	0.32	0.54
7	0.73	0.50
8	0.32	0.41
9	0.40	0.42
10	0.72	0.51

ตารางที่ 15 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) และการแปลความหมาย ระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์ที่ต้องการวัดของแบบวัดมโนทัศน์เรื่องความร้อน และทฤษฎีจลน์ของแก๊ส

ข้อ	จุดประสงค์ที่ต้องการวัดของแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์เรื่องความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส	ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)	การแปลความหมาย
1	ความเข้าใจเกี่ยวกับความร้อนกับการเปลี่ยนสถานะของสาร	1	วัดได้สอดคล้อง
2	ความเข้าใจเรื่องความร้อนแฝงจำเพาะกับสถานะของสาร	1	วัดได้สอดคล้อง
3	การนำความคิดสำคัญเกี่ยวกับความร้อนแฝงจำเพาะกับสถานะของสารไปประยุกต์ใช้	1	วัดได้สอดคล้อง
4	การนำความคิดสำคัญเกี่ยวกับพลังงานความร้อนและความจุความร้อนจำเพาะไปประยุกต์ใช้	1	วัดได้สอดคล้อง
5	การนำความคิดสำคัญเกี่ยวกับพลังงานความร้อนและความจุความร้อนจำเพาะไปประยุกต์ใช้	1	วัดได้สอดคล้อง
6	ความเข้าใจเกี่ยวกับการถ่ายโอนพลังงานความร้อนและสมดุลความร้อน	1	วัดได้สอดคล้อง
7	การนำความคิดสำคัญเกี่ยวกับการถ่ายโอนพลังงานความร้อนและสมดุลความร้อนไปประยุกต์ใช้	1	วัดได้สอดคล้อง
8	ความเข้าใจเกี่ยวกับกฎของบอยล์	1	วัดได้สอดคล้อง
9	การนำความคิดสำคัญเกี่ยวกับกฎของบอยล์ไปประยุกต์ใช้	1	วัดได้สอดคล้อง
10	ความเข้าใจเกี่ยวกับกฎของชาร์ล	1	วัดได้สอดคล้อง
11	การนำความคิดสำคัญเกี่ยวกับกฎของชาร์ลไปประยุกต์ใช้	1	วัดได้สอดคล้อง
12	การนำความคิดสำคัญเกี่ยวกับกฎรวมของแก๊สไปประยุกต์ใช้	1	วัดได้สอดคล้อง
13	ความเข้าใจเกี่ยวกับแบบจำลองของแก๊สอุดมคติ	1	วัดได้สอดคล้อง

ตารางที่ 15 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) และการแปลความหมาย ระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์ที่ต้องการวัดของแบบวัดมโนทัศน์เรื่องความร้อน และทฤษฎีจลน์ของแก๊ส (ต่อ)

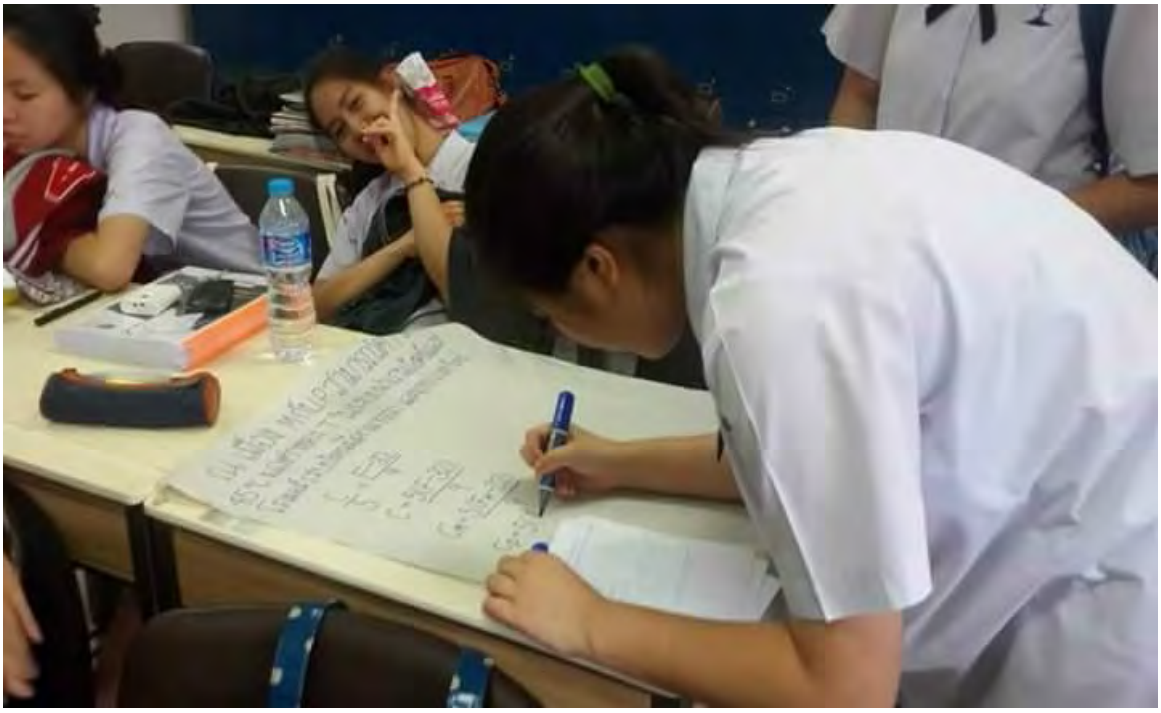
ข้อ	จุดประสงค์ที่ต้องการวัดของแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์เรื่องความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส	ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)	การแปลความหมาย
14	ความเข้าใจเกี่ยวกับพลังงานเฉลี่ยของโมเลกุลของแก๊ส	1	วัดได้สอดคล้อง
15	การนำความคิดสำคัญเกี่ยวกับพลังงานเฉลี่ยของโมเลกุลของแก๊สไปประยุกต์ใช้	1	วัดได้สอดคล้อง
16	ความเข้าใจเกี่ยวกับอัตราเร็วเฉลี่ยของโมเลกุลของแก๊ส	1	วัดได้สอดคล้อง
17	ความจำเกี่ยวกับพลังงานภายในระบบ	1	วัดได้สอดคล้อง
18	การนำความคิดสำคัญเกี่ยวกับพลังงานภายในระบบไปประยุกต์ใช้	1	วัดได้สอดคล้อง
19	ความเสข้าใจเกี่ยวกับสภาพสมดุลทางความร้อน	1	วัดได้สอดคล้อง
20	ความเข้าใจเกี่ยวกับสภาพสมดุลทางความร้อน	1	วัดได้สอดคล้อง

ตารางที่ 16 ค่าความยาก (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ตามลำดับข้อขอแบบวัดมโนทัศน์เรื่องความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส

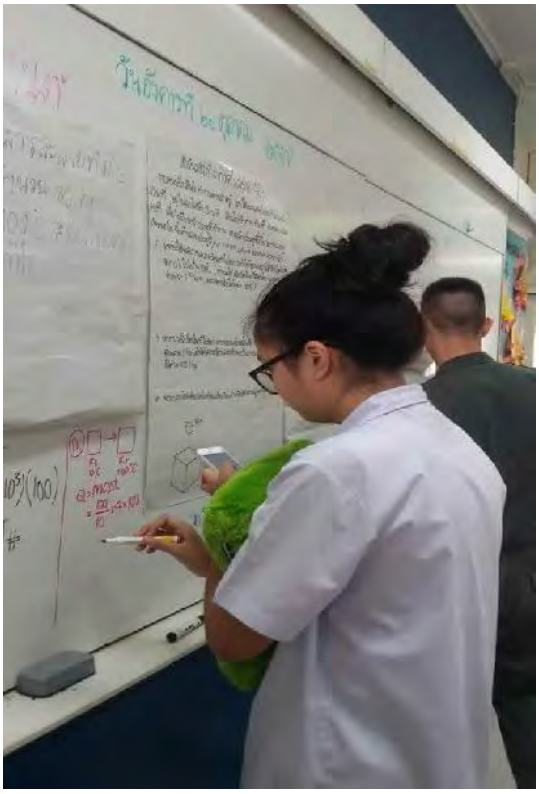
ลำดับข้อของแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์เรื่องความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส	ค่าความยากง่าย (P)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
1	0.70	0.40
2	0.67	0.27
3	0.08	0.10
4	0.80	0.07
5	0.05	0.10
6	0.82	0.33
7	0.43	0.60
8	0.20	0.33
9	0.55	0.50
10	0.65	0.23
11	0.57	0.60
12	0.45	0.30
13	0.47	0.33
14	0.33	0.40
15	0.37	0.33
16	0.47	0.40
17	0.10	0.20
18	0.30	0.27
19	0.25	0.17
20	0.62	0.37

ภาคผนวก จ
ภาพประกอบการทำกิจกรรม

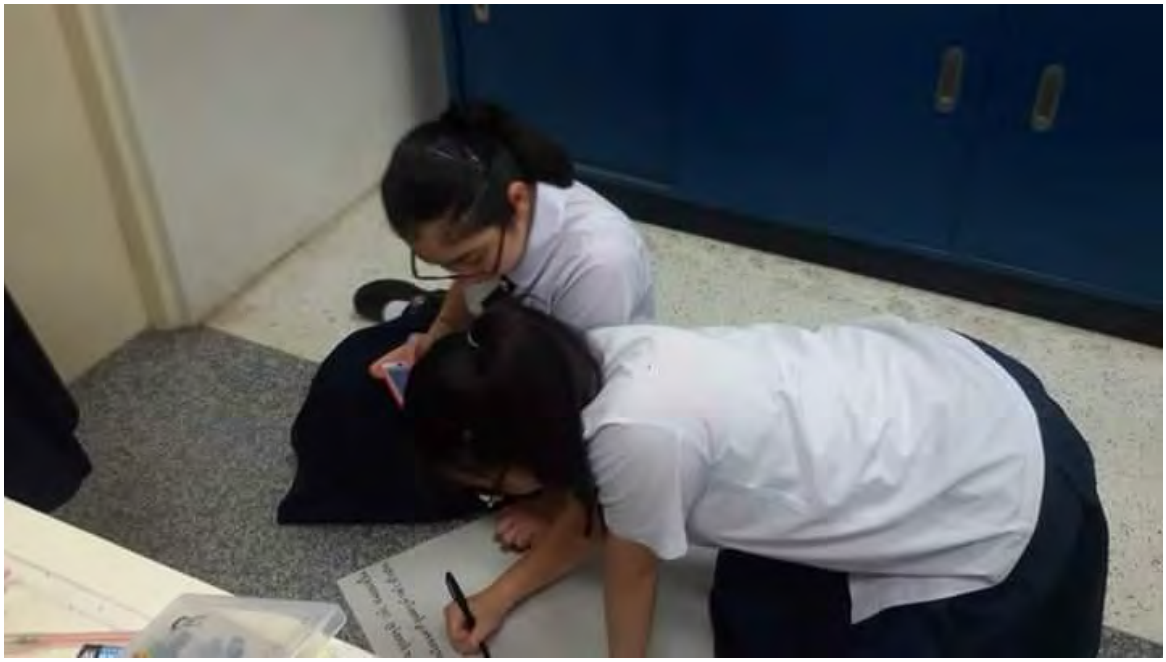
ภาพที่ 2 นักเรียนทำกิจกรรมกลุ่มร่วมกันแก้โจทย์ปัญหาที่ครูกำหนด



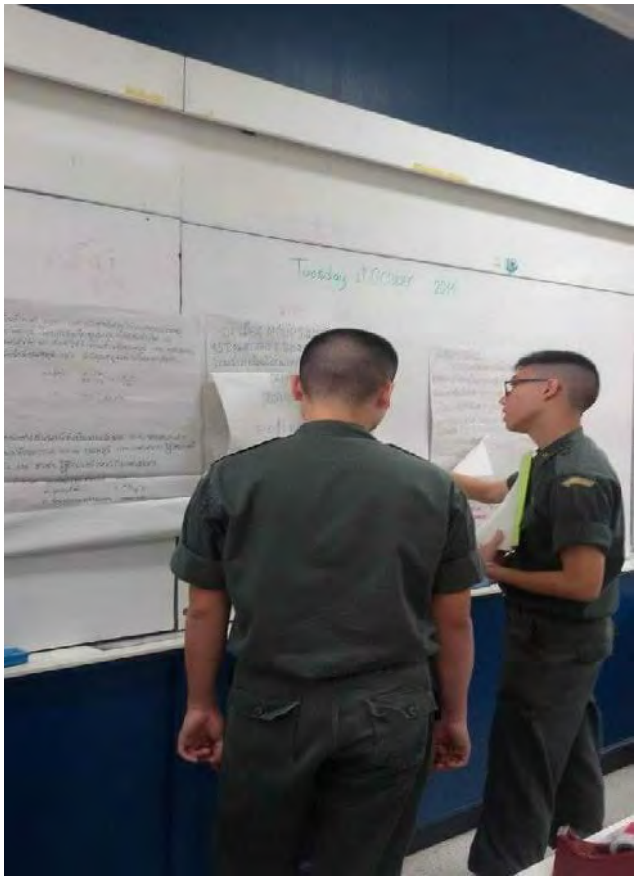
ภาพที่ 3 นักเรียนทำกิจกรรมกลุ่มร่วมกันแสดงการแก้โจทย์ปัญหาที่ครูกำหนด



ภาพที่ 4 นักเรียนนำเสนอการแก้โจทย์ปัญหาที่ครู



ภาพที่ 5 นักเรียนทำกิจกรรมกลุ่มร่วมกันตั้งปัญหา



ภาพที่ 6 นักเรียนนำเสนอโจทย์ปัญหา และวิธีการแก้ปัญหาตามที่แต่ละกลุ่มกำหนด

ประวัติผู้วิจัย

นางสาวอมรรัตน์ บุบผโชติ เกิดวันที่ 2 ธันวาคม 2516 ที่จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ สำเร็จการศึกษาปริญญาครุศาสตรบัณฑิต สาขามัธยมศึกษา (วิทยาศาสตร์) วิชาเอกวิทยาศาสตร์ทั่วไป และฟิสิกส์ ปีการศึกษา 2538 และการศึกษาปริญญาครุศาสตร์มหาบัณฑิต ปีการศึกษา 2547 จากคณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปัจจุบันดำรงตำแหน่งอาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม