ผลของการใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E ในวิชาฟิสิกส์ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย

นายพฤกษ์ โปร่งสำโรง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตร การสอนและเทคโนโลยีการศึกษา
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2549
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

EFFECTS OF USING THE 7E INSTRUCTIONAL MODEL IN PHYSICS ON LEARNING ACHIEVEMENT AND PROBLEM SOLVING ABILITY OF UPPER SECONDARY SCHOOL STUDENTS

Mr. Pruek Prongsamrong

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Education Program in Science Education
Department of Curriculum, Instruction and Educational Technology
Faculty of Education
Chulalongkorn University
Academic Year 2006

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลของการใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E ในวิชาฟิสิกส์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย
โดย	นายพฤกษ์ โปร่งสำโรง
สาขาวิชา	การศึกษาวิทยาศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิมพันธ์ เดชะคุปต์

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะครุศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร.พฤทธิ์ ศิริบรรณพิทักษ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อลิศรา ชูชาติ)

.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิมพันธ์ เดชะคุปต์)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อวยพร เรืองตระกูล)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พฤกษ์ โปร่งสำโรง : ผลของการใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E ในวิชาฟิสิกส์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย.(EFFECTS OF USING THE 7E INSTRUCTIONAL MODEL IN PHYSICS ON LEARNING ACHIEVEMENT AND PROBLEM SOLVING ABILITY OF UPPER SECONDARY SCHOOL STUDENTS) อ. ที่ปรึกษา: ผศ.ดร.พิมพันธ์ เดชะคุปต์, 113 หน้า.

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์และความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ระหว่างกลุ่มที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E และกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติ และ 3) เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาระหว่างก่อนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2549 จำนวน 2 ห้องเรียน กำหนดให้เป็นกลุ่มทดลองจำนวน 40 คน เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E และกลุ่มควบคุมจำนวน 40 คน เรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ 1) แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่มีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.87 และ 2) แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาที่มีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.63 วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติค่าเฉลี่ย ค่าเฉลี่ยร้อยละ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานและสถิติทดสอบค่าที (t-test)

ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. นักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ สูงกว่าร้อยละ 70

2. นักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละของความสามารถในการแก้ปัญหาสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ สูงกว่าร้อยละ 70

3. นักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E มีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์หลังการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้วิธีสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

4. นักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E มีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาหลังการเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ภาควิชา หลักสูตร การสอนและเทคโนโลยีการศึกษา ลายมือชื่อนิสิต.....

สาขาวิชา การศึกษาวิทยาศาสตร์ ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

ปีการศึกษา 2549

4783703027: MAJOR SCIENCE EDUCATION

KEY WORD: 7E INSTRUCTIONAL MODEL / LEARNING ACHIEVEMENT / PROBLEM SOLVING ABILITY

PRUEK PRONGSAMRONG : EFFECTS OF USING THE 7E INSTRUCTIONAL MODEL IN PHYSICS ON LEARNING ACHIEVEMENT AND PROBLEM SOLVING ABILITY OF UPPER SECONDARY SCHOOL STUDENTS. THESIS ADVISOR: ASST.PROF. PIMPAN DACHAKUPT, Ph.D. 113 pp.

This study was a quasi-experiment research. The purposes were to 1) study physics learning achievement and problem solving ability of students learning through the 7E instructional model, 2) compare physics learning achievement of students between group learning through the 7E instructional model and conventional teaching method, and 3) compare problem solving ability of students learning through the 7E instructional model between before and after learning. The samples were two classrooms of the eleventh grade level students in science and mathematics program of Demonstration School of Nakhon Pathom Rajabhat University in first semester of academic year 2006. They were assigned to be an experimental group with 40 students learning through the 7E instructional model and a control group with 40 students learning through conventional teaching method. The research instruments were 1) physics learning achievement test with reliability at 0.87, and 2) problem solving ability test with reliability at 0.63. The collected data were analyzed by arithmetic mean, mean of percentage, standard deviation, and t-test.

The research findings were summarized as follows:

1. The students learned through the 7E instructional model had physics learning achievement mean of percentage score higher than 70 percent which was the criterion score of this research.

2. The students learned through the 7E instructional model had problem solving ability mean of percentage score higher than 70 percent which was the criterion score of this research.

3. The students learned through the 7E instructional model had physics learning achievement mean score higher than those learning through conventional teaching method at 0.05 level of significance.

4. After the experiment, the students learned through the 7E instructional model had problem solving ability mean score higher than before the experiment at 0.05 level of significance.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Department Curriculum, Instruction, and Educational Technology Student's signature Pruek

Field of study Science Education Advisor's signature Pimpan Dachakupt

Academic year 2006

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีเนื่องมาจากความกรุณาและความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิมพันธ์ เดชะคุปต์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ในการให้คำปรึกษา อบรม สั่งสอน แนะนำและให้ข้อคิดต่างๆ อันเป็นประโยชน์และมีคุณค่ายิ่งต่อการวิจัย ผู้วิจัยตระหนักและซาบซึ้งในความกรุณาและปรารถนาดีที่ได้รับ จึงขอกราบขอบพระคุณท่านอาจารย์เป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

นอกจากนี้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อลิศรา ชูชาติ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อวยพร เรืองตระกูล กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้คำแนะนำในการปรับปรุงวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้มีความถูกต้องและสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ตลอดจนผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่กรุณาตรวจสอบและให้ข้อเสนอแนะในการพัฒนาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้

ขอขอบพระคุณผู้บริหารสถานศึกษาโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม ที่คอยห่วงใย ช่วยเหลือและให้คำแนะนำต่างๆ ระหว่างการดำเนินการวิจัย ตลอดจนนักเรียนทุกคนที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในการดำเนินการหาคุณภาพของเครื่องมือและการวิจัย

อนึ่ง ในการศึกษาระดับปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิตครั้งนี้ ผู้วิจัยได้รับทุนพัฒนาอาจารย์ของคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม โดยใช้งบของกองทุนพัฒนาอาจารย์ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐมเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

เหนือสิ่งอื่นใด ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อดำ-คุณแม่พวง โปร่งสำโรง บิดามารดาผู้ให้กำเนิดที่ให้ความรักความอบอุ่น คอยห่วงใยเป็นกำลังใจ ขอบพระคุณพี่ลำดวน โปร่งสำโรง พี่สาวที่สนับสนุนทุนทรัพย์ ตลอดจนขอบคุณเพื่อนนิสิตที่รักทุกคนที่เป็นกำลังใจเรื่อยมา ผู้วิจัยมีความซาบซึ้งและขอขอบคุณไว้ ณ โอกาสนี้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

บทที่ หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....จ

กิตติกรรมประกาศ.....ฉ

สารบัญ.....ช

สารบัญภาพ.....ฌ

สารบัญตาราง.....ญ

1 บทนำ.....1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....1

วัตถุประสงค์การวิจัย.....9

สมมติฐานการวิจัย.....9

ขอบเขตการวิจัย.....11

ข้อตกลงเบื้องต้น.....11

คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย.....12

2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....14

1. รูปแบบการเรียนการสอน 7E.....15

1.1 ความเป็นมาของรูปแบบการเรียนการสอน 7E.....15

1.2 แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการเรียนการสอน 7E.....20

1.3 บทบาทครูและนักเรียนในการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอน 7E.....23

2. ความสามารถในการแก้ปัญหา.....26

2.1 ความหมายของปัญหาและการแก้ปัญหา.....26

2.2 ประเภทของปัญหา.....27

2.3 กระบวนการแก้ปัญหา.....29

2.4 การเรียนการสอนกับความสามารถในการแก้ปัญหา.....33

2.5 ปัจจัยที่มีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหา.....34

2.6 ข้อดีและข้อจำกัดของการเรียนรู้แบบแก้ปัญหา.....36

2.7 การวัดความสามารถในการแก้ปัญหา.....36

บทที่ หน้า

3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง….....40
3.1 งานวิจัยภายในประเทศ.....40
3.2 งานวิจัยต่างประเทศ.....43

3 วิธีดำเนินการวิจัย….....47
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง..... 48
การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....48
การดำเนินการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล.....55
การวิเคราะห์ข้อมูล.....57
สถิติที่ใช้ในการวิจัย.....58

4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....59
ผลการวิเคราะห์ค่าทางสถิติคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์….....59
ผลการวิเคราะห์ค่าทางสถิติคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหา.....61

5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ.....65
สรุปผลการวิจัย.....65
อภิปรายผลการวิจัย.....66
ข้อเสนอแนะ.....70

รายการอ้างอิง.....72

ภาคผนวก.....81
ภาคผนวก ก รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ.....82
ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล.....84
ภาคผนวก ค เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง.....94
ภาคผนวก ง การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ.....110

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....113

สารบัญภาพ

ภาพประกอบ หน้า

1 วงจรการเรียนรู้ของ Karplus....16
2 วงจรการเรียนรู้ของ Martin และคณะ....17
3 วงจรการเรียนรู้แบบ 5E ของ BSCS....18
4 การขยายวงจรการเรียนรู้แบบ 5E เป็น 7E....19
5 รูปแบบการวิจัยแบบ Pretest-posttest control group design....47

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตาราง หน้า

1 บทบาทของครูและนักเรียนในการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E.....23

2 เนื้อหาและจำนวนคาบในการเรียนการสอนฟิสิกส์ เรื่อง ของไหล.....50

3 จำนวนข้อสอบในแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง ของไหล จำแนกตามเนื้อหาและพฤติกรรมที่ต้องการวัด.....52

4 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหา.....54

5 ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าสถิติทดสอบที (t-test) ของคะแนนทดสอบก่อนเรียนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์และความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E และนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติ.....56

6 เกณฑ์การประเมินของกรมวิชาการ.....58

7 ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าเฉลี่ยร้อยละ ($\overline{X}_{ร้อยละ}$) ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E...59

8 ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าสถิติทดสอบที (t-test) ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E และนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติ.....60

9 ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าสถิติทดสอบที (t-test) ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียนกลุ่มอ่อนและกลุ่มเก่งที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E และนักเรียนกลุ่มอ่อนและกลุ่มเก่งที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติ.…60

10 ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าสถิติทดสอบที (t-test) ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียนกลุ่มอ่อนและกลุ่มเก่งที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E……..……61

11 ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ค่าเฉลี่ยร้อยละ ($\overline{X}_{ร้อยละ}$) ของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E.....62

12 ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าสถิติทดสอบที (t-test) ของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาหลังการทดลองของนักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E และนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติ……62

ตาราง หน้า

13 ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าสถิติทดสอบที (t-test) ของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนกลุ่มอ่อนและกลุ่มเก่งที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E และนักเรียนกลุ่มอ่อนและกลุ่มเก่งที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติ.....63

14 ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าสถิติทดสอบที (t-test) ของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E…63

15 ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์..111

16 ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบสอบความสามารถในการแก้ปัญหา...112

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดและศักยภาพของบุคคลในด้านความมีเหตุผล ความมีระบบและเป็นระเบียบ การสื่อสาร การเลือกสรรสารสนเทศและการกำหนดกลยุทธ์ในการแก้ปัญหา ซึ่งล้วนเกี่ยวข้องกับการดำเนินชีวิตของทุกคน และยังใช้เป็นเครื่องมือสร้างเสริมทักษะเพื่อการศึกษาในศาสตร์อื่นๆ อีกด้วย (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2545: 1) วิทยาศาสตร์ทำให้คนได้พัฒนาวิธีคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์วิจารณ์ มีทักษะที่สำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลหลากหลายและประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ ทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจโลกธรรมชาติ พัฒนาคุณภาพชีวิตที่ดี ตลอดจนการพัฒนาสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติอย่างสมดุลและยั่งยืน (กรมวิชาการ, 2546: 1)

ฟิสิกส์เป็นวิทยาศาสตร์กายภาพแขนงหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาส่วนประกอบของสสารและอันตรกิริยาระหว่างส่วนประกอบของสสาร (ทบวงมหาวิทยาลัย, 2527: 3) ฟิสิกส์เป็นพื้นฐานของวิทยาศาสตร์สาขาอื่นๆ เช่น ชีววิทยา เคมี ธรณีวิทยา อุตุนิยมวิทยา ฯลฯ เนื่องจากวิทยาศาสตร์สาขาอื่น ๆ เช่น ชีววิทยา หรือ เคมี ต่างก็มองได้ว่าเป็นระบบของวัตถุต่าง ๆ หลายชนิดที่เชื่อมโยงกัน โดยสามารถอธิบายและทำนายพฤติกรรมของระบบดังกล่าวได้ด้วยกฎต่าง ๆ ทางฟิสิกส์ ตัวอย่างเช่น คุณสมบัติของสารเคมีต่าง ๆ สามารถพิจารณาได้จากคุณสมบัติของโมเลกุลที่ประกอบเป็นสารเคมีนั้น ๆ อธิบายและทำนายได้โดยใช้ความรู้ฟิสิกส์สาขาต่าง ๆ เช่น กลศาสตร์ควอนตัม, อุณหพลศาสตร์ หรือ ทฤษฎีแม่เหล็กไฟฟ้า เป็นต้น วิชาฟิสิกส์นับว่าเป็นพื้นฐานสำคัญในการเรียนรู้และทำความเข้าใจศาสตร์สาขาอื่นๆ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2524: บทนำ) การค้นคว้าหาความรู้ทางฟิสิกส์ทำได้โดยการสังเกต การทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลมาวิเคราะห์เพื่อสรุปเป็นทฤษฎี หลักการหรือกฎ ความรู้เหล่านี้สามารถนำไปใช้อธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติหรือทำนายสิ่งที่อาจจะเกิดขึ้นในอนาคตได้

ในการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์มุ่งหวังให้ผู้เรียนเกิดคุณลักษณะทั้งสามด้านคือ ด้านพุทธิพิสัย ด้านทักษะพิสัยและด้านจิตพิสัย ดังนั้นแนวทางการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์นอกจากจะมุ่งหวังให้นักเรียนได้ศึกษาหาความรู้พื้นฐานของวิชาฟิสิกส์แล้ว ผู้เรียนต้องได้รับการฝึกทำกิจกรรมในการเสาะแสวงหาความรู้ ความเข้าใจปรากฏการณ์ธรรมชาติ หลักการ กฎและทฤษฎี ที่เป็นพื้นฐานของวิชาฟิสิกส์ เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่สังเกตได้จากปรากฏการณ์จริง กับคำอธิบายทางทฤษฎี เพื่อให้เกิดทักษะในการค้นคว้า และการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สามารถใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการนำหลักการทางฟิสิกส์ไปประยุกต์ใช้ในด้านต่างๆ ทั้งในเชิงความคิดและเชิงปฏิบัติ (สุรสิงห์ นิรชร และ ศิลปชัย บูรณพานิช, 2543)

การจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ในการพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพทุกๆ ด้านยังอยู่ในขอบเขตจำกัด การพัฒนาผู้เรียนทางด้านสติปัญญาเป็นด้านที่ได้รับความเอาใจใส่มากกว่าด้านอื่นๆ แต่ยังขาดการส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้โดยผ่านกระบวนการคิด การพัฒนาความสามารถด้านการคิดหรือการสอนทักษะการคิดเป็นมโนมติที่นักการศึกษาไทยและต่างประเทศให้ความสนใจมาก การศึกษาวิจัยเกี่ยวกับเรื่องนี้จึงเป็นสิ่งที่จำเป็นและสำคัญยิ่ง (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2548: 2) ประเทศไทยให้ความสำคัญกับการพัฒนาศักยภาพทางความคิดให้กับคนไทยดังปรากฏในพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 หมวดที่ 4 แนวการจัดการศึกษา มาตราที่ 24 ว่าด้วยการจัดการเรียนรู้ ต้องมีการฝึกทักษะกระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์ การประยุกต์ใช้ความรู้มาใช้ในการแก้ไขปัญหา และข้อกำหนดนี้ได้ถูกถ่ายทอดลงในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ในด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของผู้เรียนที่เน้นให้ผู้เรียนมีทักษะและกระบวนการ โดยเฉพาะทางคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ทักษะการคิด การสร้างปัญญาและทักษะในการดำเนินชีวิต (กระทรวงศึกษาธิการ, 2545: 11) สำหรับหลักสูตรในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์นั้นมีเป้าหมายเพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหาและการจัดการและความสามารถในการตัดสินใจ (กรมวิชาการ, 2546: 4) นอกจากนี้การกำหนดมาตรฐานเพื่อการประเมินคุณภาพการศึกษา ในมาตรฐานที่ 4 ได้ระบุว่า “นักเรียนต้องสามารถคิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ คิดอย่างมีวิจารณญาณ คิดสร้างสรรค์ คิดไตร่ตรองและมีวิสัยทัศน์” (สำนักงานรับรองและประเมินคุณภาพการศึกษา, 2547: 5)

การพัฒนาบุคคลให้มีความสามารถในการคิดระดับสูงนั้นมีความสำคัญอย่างยิ่ง ทั้งช่วยเพิ่มขีดความสามารถในการพัฒนาเศรษฐกิจและความสามารถในการแข่งขันกับต่างประเทศ แต่จากการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในระดับนานาชาติของสมาคมนานาชาติเพื่อประเมินผล

การศึกษา (International Association for Assessment in Education: IEA) ที่เรียกว่า TIMSS-1999 ซึ่งมีประเทศเข้าร่วมทั้งหมด 38 ประเทศ พบว่าประเทศไทยมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง และอยู่ในลำดับที่ 24 (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2545: 23) จากผลการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในระดับนานาชาติแสดงให้เห็นว่าขีดความสามารถด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศไทยในการแข่งขันกับต่างประเทศยังไม่สูงพอที่จะแข่งขันกับประเทศอื่นๆ เช่น สิงคโปร์ ญี่ปุ่น หรือประเทศในแถบยุโรปได้ ซึ่งสอดคล้องกับสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ที่ประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (General Achievement Test: GAT) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ทั่วประเทศ จำนวน 89,919 คน ปรากฏว่าคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์กายภาพ ชีววิทยา เคมีและฟิสิกส์ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 44.30 41.86 35.13 และ 34.86 ตามลำดับ ซึ่งในรายวิชาฟิสิกส์นักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยต่ำสุด โดยนักเรียนสอบได้คะแนนเฉลี่ย 14.10 คะแนน จากคะแนนเต็ม 40 คะแนน นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 58.43 ได้คะแนนอยู่ในระดับพอใช้ รองลงมาคือร้อยละ 35.13 ได้คะแนนอยู่ในระดับควรปรับปรุง (สำนักทดสอบทางการศึกษา, 2547: 7) จากข้อมูลดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่าการเรียนวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะฟิสิกส์ของประเทศยังเป็นปัญหาที่ต้องได้รับการแก้ไข

จากการศึกษาของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2548: 2) พบว่านักเรียนยังขาดกระบวนการคิดแบบวิทยาศาสตร์ ไม่สามารถคิดและแก้ปัญหาโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ไม่สามารถพัฒนาวิธีคิดและวิเคราะห์แบบมีเหตุผล ซึ่งวิธีการในการแก้ปัญหาคือการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่เหมาะสม ดังนั้นกระบวนการเรียนรู้จึงเป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยพัฒนาด้านสติปัญญาและความคิดของนักเรียน การเลือกกิจกรรมการเรียนรู้ที่เหมาะสมหรือจัดประสบการณ์ต่างๆ ที่ดีให้กับนักเรียน เน้นให้นักเรียนได้ฝึกคิดและแก้ปัญหาด้วยตนเองหรือให้นักเรียนได้เสาะแสวงหา ค้นคว้า และสรุปสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองจะสามารถพัฒนาสติปัญญาและความคิดของนักเรียนได้เป็นอย่างดี (กรมวิชาการ, 2546: 215) การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ต้องเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนคิดเป็น ทำเป็นและแก้ปัญหาเป็น (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2540: 1) และสอดคล้องกับทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivism) ที่นักเรียนต้องสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยใช้กระบวนการสืบค้น เสาะหา สำรวจตรวจสอบและค้นคว้าด้วยวิธีการต่างๆ จนทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและเกิดการรับรู้ความรู้นั้นอย่างมีความหมาย จึงจะสามารถสร้างเป็นองค์ความรู้ของนักเรียนเอง และความรู้ที่นักเรียนสร้างขึ้นจะเก็บเป็นข้อมูลในสมองได้อย่างยาวนาน (กรมวิชาการ, 2546: 218)

การแก้ปัญหาเป็นกระบวนการทางปัญญาที่มีทิศทางเพื่อนำไปสู่สัมฤทธิ์ผลในจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ ลักษณะของการแก้ปัญหาจึงประกอบด้วย การใช้ปัญญา กระบวนการ ทิศทางและ

พื้นฐานของตัวบุคคลเป็นสำคัญ (Mayer and Wittrock, 1996: 47) ความสามารถในการแก้ปัญหาของแต่ละบุคคลเป็นการใช้ประสบการณ์เดิมและรวบรวมข้อมูลของสภาพปัญหาเพื่อตัดสินใจเลือกใช้วิธีการหรือหนทางที่หลีกเลี่ยงความยุ่งยากหรืออุปสรรค เพื่อนำไปสู่จุดมุ่งหมายของการหาคำตอบได้ โดยประยุกต์ใช้กฎเกณฑ์ที่เรียนรู้มาแล้ว หรือพยายามสร้างกฎเกณฑ์และความสัมพันธ์ในการแก้ปัญหานั้นๆ การคิดแก้ปัญหาจึงเป็นกิจกรรมที่ต้องใช้ความรู้เฉพาะด้านและกลยุทธ์ทางปัญญาเพื่อเผชิญกับสถานการณ์ที่มีจุดหมายที่ชัดเจน (Chi and Glaser, 1982: 7) ซึ่งครูเป็นบุคคลสำคัญที่ช่วยพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาให้กับผู้เรียน โดยจัดการเรียนการสอนที่ให้นักเรียนได้ประยุกต์ใช้ความรู้ในการแก้ปัญหาทั้งในห้องเรียนและในชีวิตจริง (Weir, 1974: 16)

จากปัญหาที่ผู้เรียนขาดความสามารถในการแก้ปัญหา ได้มีการศึกษาวิจัยโดยนำรูปแบบและวิธีสอนมาพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของผู้เรียน ซึ่งรูปแบบ วิธีการสอนที่พบ ได้แก่ การสอนโดยใช้อริยสัจ 4 (วราภรณ์ ชัยโอภาส, 2531) วิธีสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (ผ่องศรี เกียรติเลิศนภา, 2536; ยุวดี ฤาชา, 2536;ทองสุข คำธนะ, 2538) กรณีศึกษา (ธัญญมล สุริยานิมิตรสุข, 2539) การสร้างศรัทธาและโยนิโสมนสิการ (สุปราณี การพึ่งตน, 2542) สถานการณ์จำลอง (สาวิตรี แย้มศรีบัว, 2540) วงจรการเรียนรู้แบบ 5E (ดำเนิน ยาท้วม, 2548) รูปแบบการเรียนการสอน SCSS (ธนาวุฒิ ลาตวงษ์, 2548) เป็นต้น ถึงแม้ว่ามีการนำรูปแบบ วิธีการสอนมาใช้ในการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของผู้เรียนอยู่เป็นจำนวนมาก แต่พบว่ายังมีข้อจำกัดในการนำไปใช้ในโรงเรียนทั่วไป ทั้งในส่วนที่เกี่ยวข้องกับนักเรียนและผู้สอน ดังที่ พรรณี ช. เจนจิต (2538: 435-436) ได้กล่าวถึงปัญหาในการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา สรุปความได้ว่า โดยธรรมชาติของเด็กไทย ค่อนข้างจะมีการเรียนรู้แบบ Passive ซึ่งสืบเนื่องมาจากรากฐานทางวัฒนธรรม รวมทั้งได้รับการเรียนการสอนที่ครูเป็นศูนย์กลางมานาน การนำวิธีการสอนที่มุ่งเน้นให้นักเรียนสร้างความรู้ด้วยตนเองมาใช้ จึงค่อนข้างมีปัญหา ทั้งในส่วนที่เกี่ยวข้องกับธรรมชาติของผู้เรียนและครูผู้สอน ซึ่งมักขาดทักษะในการกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ ขาดทักษะในการอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ ดังนั้นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาที่เหมาะสมกับธรรมชาติของนักเรียนไทย จึงควรเป็นรูปแบบ วิธีการที่มีลักษณะการช่วยเหลือ แนะนำผู้เรียนในการสร้างความรู้ด้วยตนเอง สอดคล้องกับพิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2542: 41) ที่ได้กล่าวถึงการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญว่า “ผู้สอนต้องเปลี่ยนบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวก คือ เป็นผู้จัดประสบการณ์ รวมทั้งสื่อการเรียนการสอน เพื่อให้ผู้เรียนใช้เป็นแนวทางในการสร้างความรู้ด้วยตนเอง”

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนสร้างความรู้ด้วยตนเองนั้นมีพื้นฐานมาจากทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ โดยมีรากฐานสำคัญมาจากทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ ซึ่งอธิบายว่าพัฒนาการทางเชาว์ปัญญาของบุคคลมีการปรับตัวทางกระบวนการดูดซึม (assimilation) และกระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา (accommodation) พัฒนาการเกิดขึ้นเมื่อบุคคลรับและซึมซาบข้อมูลหรือประสบการณ์เข้าไปสัมพันธ์กับความรู้หรือโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่เดิม หากไม่สามารถสัมพันธ์กันได้ จะเกิดภาวะไม่สมดุลขึ้น (disequilibrium) บุคคลจะพยายามปรับสภาพให้อยู่ในภาวะสมดุล (equilibrium) โดยใช้กระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา เพียเจต์เชื่อว่า คนทุกคนจะมีพัฒนาเชาว์ปัญญาเป็นลำดับขั้น จากการมีปฏิสัมพันธ์และประสบการณ์กับสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติ และประสบการณ์ที่เกี่ยวกับการคิดเชิงตรรกะและคณิตศาสตร์ รวมทั้งการถ่ายทอดความรู้ทางสังคม วุฒิภาวะและกระบวนการพัฒนาความสมดุลของบุคคลนั้น (ทิศนา แขมมณี, 2545: 90-91) ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของพิมพันธ์ เดชะคุปต์และพเยาว์ ยินดีสุข (2548: 24) ที่กล่าวว่า

> *“การจัดการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์เน้นให้ผู้เรียนสร้างความรู้โดยผ่านกระบวนการคิดด้วยตนเอง โดยผู้สอนไม่สามารถปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญาของผู้เรียนได้ แต่ผู้สอนสามารถช่วยผู้เรียนปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญาได้ โดยจัดสภาพการณ์ให้ผู้เรียนเกิดความขัดแย้งทางปัญญาหรือเกิดภาวะไม่สมดุลขึ้น ซึ่งเป็นสภาวะที่ประสบการณ์ใหม่ไม่สอดคล้องกับประสบการณ์เดิม นักเรียนต้องพยายามปรับข้อมูลใหม่กับประสบการณ์ที่มีอยู่เดิมแล้วสร้างเป็นความรู้ใหม่”*

การเรียนวิทยาศาสตร์ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เป็นกระบวนการที่นักเรียนจะต้องสืบค้นเสาะหา สำรวจตรวจสอบ และค้นคว้าด้วยวิธีการต่าง ๆ จนทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและเกิดการรับรู้ความรู้นั้นอย่างมีความหมาย จึงจะสามารถสร้างเป็นองค์ความรู้ ของนักเรียนเองและเก็บเป็นข้อมูลไว้ในสมองได้อย่างยาวนานสามารถนำมาใช้ได้เมื่อมีสถานการณ์ใดๆ มาเผชิญหน้า (กรมวิชาการ, 2536: 218) ดังนั้น การที่นักเรียนจะสร้างองค์ความรู้ได้ ต้องผ่านกระบวนการเรียนรู้ที่หลากหลาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งกระบวนการสืบสอบ ซึ่งเริ่มต้นขึ้นในปี ค.ศ. 1957 โดยผู้เชี่ยวชาญทางด้านการศึกษาและวิทยาศาสตร์ของสหรัฐอเมริกาได้ร่วมประชุมปรึกษา เพื่อที่จะพัฒนาและปรับปรุงคุณภาพด้านการศึกษาให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น ซึ่งพบว่าเนื่องจากความรู้ทางด้านวิชาการต่างๆ เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนนักเรียนไม่สามารถรับรู้ได้ทั้งหมด และถ้าเรียนตามความรู้ที่มีอยู่นั้นจะทำให้นักเรียนค้นพบสิ่งใหม่ๆ ได้ช้า จึงจำเป็นต้องปรับปรุงการสอนเพื่อให้นักเรียนรู้จักคิดและนำไปสู่การแก้ปัญหาได้ (วีรยุทธ วิเชียรโชติ, 2521: 43)

นักวิทยาศาสตร์ศึกษาได้ดำเนินการศึกษาและพัฒนาการเรียนการสอนแบบสืบสอบ ตั้งแต่ปลายศตวรรษที่ 19 วิธีสอนแบบสืบสอบเป็นวิธีการในการแก้ปัญหา ที่เกิดจากความสงสัยและอยากรู้ สำหรับในห้องเรียนปัญหาหรือข้อสงสัยอาจเกิดจากครูกระตุ้นให้นักเรียนสงสัย นักเรียนได้รับการชักจูงไปสู่การตั้งและตอบคำถาม การสำรวจข้อมูลและการค้นพบ (เสริมศรี เสวตามร และ สาริ่ งามคีรี, 2521: 68-69)

วงจรการเรียนรู้เป็นแนวทางการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีการพัฒนาขึ้นในปี ค.ศ. 1961 โดยโรเบิร์ต คาร์พลัส และมีการปรับปรุงเรื่อยมาตามลำดับ ดังนี้

Karplus (1967; cited in Lawson, 1995: 134-139) ซึ่งนำเสนอรูปแบบวงจรการเรียนรู้ เพื่อใช้ปรับปรุงหลักสูตรวิทยาศาสตร์สหรัฐอเมริกา (Science Curriculum Improvement Study Program: SCIS) มีกิจกรรม 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นสำรวจ (Exploration)
2. ขั้นสร้าง (Invention)
3. ขั้นค้นพบ (Discovery)

Barman (1989; cited in Abruscato, 1992: 37) ได้ดัดแปลงและพัฒนาวงจรการเรียนรู้ออกเป็น 4 ขั้นตอน ได้แก่

1. ขั้นสำรวจ (exploration phase)
2. ขั้นแนะนำมโนทัศน์ (concept introduction phase)
3. ขั้นประยุกต์ใช้มโนทัศน์ (concept application phase)
4. ขั้นประเมินผลและอภิปราย (evaluation and discussion phase)

Martin และคณะ (1994: 193) ได้ปรับปรุงวงจรการเรียนรู้ของบาร์แมนขึ้นใหม่ ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นสำรวจ (exploration phase)
2. ขั้นอธิบาย (explanation phase)
3. ขั้นขยายมโนทัศน์ (expansion phase)
4. ขั้นประเมินผล (evaluation phase)

Bybee และคณะ (1990; cited in Lawson, 1995: 164-165) นักพัฒนาหลักสูตรจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาและจัดทำหลักสูตรชีววิทยา (Biological Science Curriculum Study: BSCS) ของประเทศสหรัฐอเมริกา ได้เสนอรูปแบบของวงจรการเรียนรู้แบบ 5E ซึ่งมี 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นสร้างความสนใจ (engage) เป็นขั้นตอนสร้างความสนใจ ให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น กระตุ้นให้นักเรียนตั้งคำถาม กำหนดประเด็นปัญหาที่จะศึกษา

2. ขั้นสำรวจค้นหา (explore) เป็นขั้นตอนในการตรวจสอบปัญหา ดำเนินการสำรวจตรวจสอบ สืบค้นและรวบรวมข้อมูล โดยการวางแผนการสำรวจตรวจสอบ ลงมือปฏิบัติ เช่นการสังเกต วัด ทดลอง และรวบรวมข้อมูล

3. ขั้นอธิบาย (explain) เป็นขั้นตอนในการวิเคราะห์และจัดกระทำข้อมูลในรูปตาราง กราฟ แผนภาพ เป็นต้น สรุปผลและอภิปรายผลการทดลอง

4. ขั้นขยายความรู้ (elaborate) เป็นขั้นตอนในการประยุกต์ใช้สัญลักษณ์ นิยาม คำอธิบายและทักษะไปสู่สถานการณ์ใหม่

5. ขั้นประเมินผล (evaluation) เป็นขั้นตอนในการประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียน โดยครูและนักเรียนมีส่วนร่วมในการประเมิน

Eisenkraft (2003: 57-59) ได้พัฒนารูปแบบของ BSCS จาก 5 ขั้นตอนเป็น 7 ขั้นตอน ไอน์เซนคราฟต์ให้เหตุผลว่าขั้นตอนของวงจรการเรียนรู้แบบ 5E เป็นขั้นตอนที่ยังไม่ต่อเนื่อง จึงเพิ่มขั้นตอนของวงจรการเรียนรู้อีกสองขั้นตอน คือ ขั้นทบทวนความรู้เดิม (elicit) และขั้นขยายความคิดรวบยอด (extend) มีรายละเอียดของขั้นตอนต่างๆ (Eisenkraft, 2003 : 57-59) ดังนี้

1. ขั้นทบทวนความรู้เดิม (elicit) ครูจัดกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนแสดงออกถึงความรู้ความเข้าใจเดิม หรือการทบทวนความรู้เดิมที่นักเรียนมีอยู่

2. ขั้นสร้างความสนใจ (engage) ครูจัดกิจกรรมเพื่อสร้างความสนใจ กระตุ้น ยั่วยุให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น กิจกรรมอาจเป็นการทดลอง การนำเสนอข้อมูล การสาธิต ข่าว หรือสถานการณ์ เหตุการณ์ ฯลฯ ซึ่งก่อให้เกิดความคิดขัดแย้งกับสิ่งที่นักเรียนเคยรู้ กระตุ้นให้นักเรียนตั้งคำถาม กำหนดประเด็นปัญหาที่จะศึกษา ซึ่งนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ

3. ขั้นสำรวจและค้นหา (explore) ครูกระตุ้นให้นักเรียนตรวจสอบปัญหา และให้นักเรียนดำเนินการสำรวจตรวจสอบ สืบค้นและรวบรวมข้อมูล โดยการวางแผนการสำรวจตรวจสอบ ลงมือปฏิบัติ เช่นการสังเกต วัด ทดลอง และรวบรวมข้อมูล

4. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (explain) ครูส่งเสริมให้นักเรียนนำข้อมูลมาวิเคราะห์จัดกระทำข้อมูลในรูปตาราง กราฟ แผนภาพ เป็นต้น ให้เห็นแนวโน้มหรือความสัมพันธ์ของข้อมูล สรุปผลและอภิปรายผลการทดลอง โดยอ้างอิงหลักการและวิชาการประกอบอย่างเป็นเหตุเป็นผล

มีการอ้างอิงหลักฐานชัดเจน นอกจากนี้ครูยังมีหน้าที่จัดกิจกรรมส่งเสริมให้นักเรียนอธิบายความคิดด้วยตัวของนักเรียนเอง ให้นักเรียนแสดงหลักฐาน เหตุผลประกอบการอธิบาย

5.ขั้นขยายความรู้ (elaborate) ครูกระตุ้นให้นักเรียนประยุกต์ใช้สัญลักษณ์ นิยาม คำอธิบาย และทักษะไปสู่สถานการณ์ใหม่ กระตุ้นให้นักเรียนใช้ข้อมูลที่มีอยู่ ในการตอบคำถาม เสนอแนวทางแก้ปัญหา ตัดสินใจเลือกแนวทางแก้ปัญหา และออกแบบการทดลอง

6. ขั้นประเมินผล (evaluate) เป็นการประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียน ซึ่งมีทั้งการประเมินการปฏิบัติกิจกรรมในแต่ละขั้นตอนและการประเมินการเรียนรู้ของนักเรียนก่อนที่นักเรียนจะขยายความคิดรวบยอดและค้นพบปัญหาใหม่ โดยครูและนักเรียนมีส่วนร่วมในการประเมิน

7. ขั้นขยายความคิดรวบยอด (extend) ครูส่งเสริมให้นักเรียนเชื่อมโยงความคิดรวบยอดหรือหัวข้อที่นักเรียนได้เรียนแล้วไปสู่ความคิดรวบยอดหรือหัวข้ออื่นๆ ที่เกี่ยวข้องและกระตุ้นให้นักเรียนเกิดปัญหาใหม่

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E เริ่มต้นจากการทบทวนความรู้เดิมของนักเรียน เพื่อให้ครูนั้นสามารถมองเห็นจุดที่จะกระตุ้นให้นักเรียนนั้นเกิดปัญหาและดำเนินการค้นหาคำตอบด้วยตัวนักเรียนเอง แล้วอธิบายและสรุปผลโดยใช้ศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ ขั้นต่อไปคือนักเรียนประยุกต์ใช้ความรู้ไปสู่สถานการณ์ใหม่ แล้วมีการประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียน และสุดท้ายคือขยายความคิดรวบยอดไปสู่เรื่องอื่นๆ (Eisenkraft, 2003 : 57-59) ซึ่งรูปแบบการเรียนการสอน 7E แตกต่างจากรูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบทั่วไปที่มีขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ขั้นกิจกรรมและขั้นสรุป คือ รูปแบบการเรียนการสอน 7E นั้นก่อนขั้นนำเข้าสู่บทเรียนจะมีขั้นทบทวนความรู้เดิม และหลังจากสรุปความรู้แล้วจะมีขั้นตอนของการขยายความรู้และขั้นขยายความคิดรวบยอดเพิ่มเข้ามาเพื่อให้นักเรียนเกิดปัญหาใหม่

เมื่อครูจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E นั้นส่งเสริมให้นักเรียนมีโอกาสในการได้พัฒนาความคิดในระดับสูง โดยมีงานวิจัยที่แสดงว่าวงจรการเรียนรู้ส่งผลดีต่อผลสัมฤทธิ์ด้านมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ (Seneca, 1998: 3895A; McCoy, 2001: 218A; วิชาญ เลิศลพ, 2543: 97-100; เกรียงไกร อภัยวงศ์, 2548: ง)ส่งผลดีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Como, 1992: 387A; เปรมจิตร บุญสาย, 2541: 369; กิตติชัย สุธาสิโนบล, 2541: 111; วัฒนา จิรธนสมบัติ, 2541: 75) ส่งผลดีต่อเจตคติทางวิทยาศาสตร์ (Billing, 2001: 89A) และส่งผลดีต่อการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Meichtry, 1991: 211A; Hill, 2000: 1) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของสมบัติ การจนารักพงศ์ (2547: 506) และสาวิตรี เครือใหญ่ (2548: 94) ได้ศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบ 5E ที่มีต่อความสามารถในการคิดวิจารณญาณ คิดสร้างสรรค์และคิดแก้ปัญหา ผลการวิจัยพบว่าการจัด

กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้สามารถพัฒนาความคิดระดับสูงในระดับดี สอดคล้องกับงานวิจัยของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2548:19) ที่พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบ 5E มีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาพัฒนาขึ้นจากระดับเดิม นอกจากนี้นักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น (Somer, 2005:30)

วงจรการเรียนรู้เป็นรูปแบบการเรียนการสอนหนึ่งที่ช่วยพัฒนาความสามารถในการคิดระดับสูงและผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนได้ แต่ยังไม่พบว่ามีงานวิจัยที่นำรูปแบบการเรียนการสอน 7E ของ ไอน์เซนคราฟต์มาใช้ในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของผู้เรียน ผู้วิจัยจึงได้นำรูปแบบการเรียนการสอน 7E ของไอน์เซนคราฟต์มาใช้ในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายโรงเรียนสาธิต สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ เพื่อเป็นประโยชน์ในการนำไปใช้พัฒนาผู้เรียนในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์หลังการเรียนของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E
2. เพื่อศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาหลังการเรียนของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E
3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ระหว่างกลุ่มที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E และกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติ
4. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาระหว่างก่อนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E

สมมติฐานการวิจัย

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบ 7E มีพื้นฐานมาจากทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ซึ่งเน้นให้ผู้เรียนสร้างความรู้โดยผ่านกระบวนการคิดด้วยตนเอง โดยผู้สอนไม่สามารถปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญาของผู้เรียนได้ แต่ผู้สอนสามารถช่วยผู้เรียนปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญาได้ โดยจัดสภาพการณ์ให้ผู้เรียนเกิดความขัดแย้งทางปัญญาหรือ

เกิดภาวะไม่สมดุลขึ้น ซึ่งเป็นสภาวะที่ประสบการณ์ใหม่ไม่สอดคล้องกับประสบการณ์เดิม ผู้เรียนต้องพยายามปรับข้อมูลใหม่กับประสบการณ์ที่มีอยู่เดิม แล้วสร้างเป็นความรู้ใหม่ (พิมพันธ์ เดชะคุปต์และพเยาว์ ยินดีสุข, 2548:24)

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบ 7E พัฒนาขึ้นมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบ 5E โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบ 5E นั้นสามารถพัฒนาความคิดระดับสูงในระดับดี (สมบัติ การจนารักพงศ์, 2547: 506) มีงานวิจัยที่แสดงว่าวงจรการเรียนรู้ส่งผลดีต่อผลสัมฤทธิ์ด้านมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ (Seneca, 1998: 3895A; McCoy, 2001: 218A; เกรียงไกร อภัยวงศ์, 2548: ง)ส่งผลดีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Como, 1992: 387A; เปรมจิตร บุญสาย, 2541: 369; กิตติชัย สุธาสิโนบล, 2541: 111; วัฒนา จิรธนสมบัติ, 2542: 75) ส่งผลดีต่อเจตคติทางวิทยาศาสตร์ (Billing, 2001: 89A) และส่งผลดีต่อการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Meichtry, 1991: 211A; Hill, 2000: 1) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของสาวิตรี เครือใหญ่ (2548: 94) ที่ว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบ 5E มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดวิจารณญาณแตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 รวมถึงผลการวิจัยของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2548: 19) ที่พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบ 5E มีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาพัฒนาขึ้นจากระดับเดิม นอกจากนี้การสอนโดยใช้วงจรการเรียนรู้ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้น (จันทร์พร พรหมมาศ, 2541: 100-101) สอดคล้องกับงานวิจัยของดำเนิน ยาท้วม (2548: 101) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมี เรื่อง สารและสมบัติของสาร และความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยวงจรการเรียนรู้ ผลการวิจัยพบว่า หลังการเรียนนักเรียนที่เรียนด้วยวงจรการเรียนรู้มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมี คือ 77.65 คะแนน และคะแนนเฉลี่ยร้อยละของความสามารถในการแก้ปัญหาคือ 76.07 คะแนน ซึ่งสูงกว่าก่อนเรียน สอดคล้องกับงานวิจัยของวิชาญ เลิศลพ (2543: 97-100) ที่ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์เรื่อง การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิคอย่างง่าย และความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยวงจรการเรียนรู้ ผลการวิจัยพบว่า หลังการเรียนนักเรียนที่เรียนด้วยวงจรการเรียนรู้มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ คือ 65.12 คะแนน และคะแนนเฉลี่ยร้อยละของความสามารถในการแก้ปัญหาคือ 43.66 คะแนน ซึ่งสูงกว่าก่อนเรียนสอดคล้องกับงานวิจัยของ Somer (2005: 30) ที่พบว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบ 7E มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น ดังนั้นผู้วิจัยจึงตั้งสมมติฐานการวิจัย ดังนี้

1. นักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์หลังการเรียนสูงกว่าร้อยละ 70

2. นักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละของความสามารถในการแก้ปัญหาหลังการเรียนสูงกว่าร้อยละ 70

3. นักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์หลังการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

4. นักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E มีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาหลังการเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ขอบเขตการวิจัย

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายโรงเรียนสาธิตสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ
2. ตัวแปรที่ศึกษามีดังนี้
   2.1 ตัวแปรจัดกระทำ คือการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E และการเรียนการสอนแบบปกติ
   2.2 ตัวแปรตาม คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์และความสามารถในการแก้ปัญหา
3. เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษา คือ เนื้อหาในแบบเรียนสาระการเรียนรู้เพิ่มเติมฟิสิกส์ ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง ของไหล ประกอบด้วยเรื่อง ความหนาแน่นของของเหลว ความดันในของเหลว กฎของพาสคัลและเครื่องอัดไฮโดรลิก แรงลอยตัวของวัตถุในของเหลว ความตึงผิวและแรงดึงผิวของของเหลว ความหนืดของของเหลว และหลักการของแบร์นูลลี

ข้อตกลงเบื้องต้น

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ความแตกต่างของเวลาที่จัดการเรียนการสอนไม่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์และความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน

คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

1. การเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามขั้นตอนที่พัฒนารูปแบบการเรียนการสอนโดยไอน์เซนคราฟต์ประกอบด้วย ขั้นตอน 7 ขั้นตอน คือ

1.1 ขั้นทบทวนความรู้เดิม (elicit) ครูจัดกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนแสดงออกถึงความรู้ความเข้าใจเดิม หรือการทบทวนความรู้เดิมที่นักเรียนมีอยู่

1.2 ขั้นสร้างความสนใจ (engage) ครูจัดกิจกรรมเพื่อสร้างความสนใจ กระตุ้น ยั่วยุให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น กิจกรรมอาจเป็นการทดลอง การนำเสนอข้อมูล การสาธิต ข่าว หรือสถานการณ์ เหตุการณ์ ฯลฯ ซึ่งก่อให้เกิดความคิดขัดแย้งกับสิ่งที่นักเรียนเคยรู้ กระตุ้นให้นักเรียนตั้งคำถาม กำหนดประเด็นปัญหาที่จะศึกษา ซึ่งนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ

1.3 ขั้นสำรวจและค้นหา (explore) ครูกระตุ้นให้นักเรียนตรวจสอบปัญหา และให้นักเรียนดำเนินการสำรวจตรวจสอบ สืบค้นและรวบรวมข้อมูล โดยการวางแผนการสำรวจตรวจสอบ ลงมือปฏิบัติ เช่นการสังเกต วัด ทดลอง และรวบรวมข้อมูล

1.4 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (explain) ครูส่งเสริมให้นักเรียนนำข้อมูลมาวิเคราะห์ จัดกระทำข้อมูลในรูปตาราง กราฟ แผนภาพ ฯลฯ ให้เห็นแนวโน้มหรือความสัมพันธ์ของข้อมูล สรุปผลและอภิปรายผลการทดลอง โดยอ้างอิงหลักการและวิชาการประกอบอย่างเป็นเหตุเป็นผล มีการอ้างอิงหลักฐานชัดเจน นอกจากนี้ครูยังมีหน้าที่จัดกิจกรรมส่งเสริมให้นักเรียนอธิบายความคิดด้วยตัวของนักเรียนเอง ให้นักเรียนแสดงหลักฐาน เหตุผลประกอบการอธิบาย

1.5 ขั้นขยายความรู้ (elaborate) ครูกระตุ้นให้นักเรียนประยุกต์ใช้สัญลักษณ์ นิยาม คำอธิบายและทักษะไปสู่สถานการณ์ใหม่ กระตุ้นให้นักเรียนใช้ข้อมูลที่มีอยู่ ในการตอบคำถาม เสนอแนวทางแก้ปัญหา ตัดสินใจเลือกแนวทางแก้ปัญหา และออกแบบการทดลอง

1.6 ขั้นประเมินผล (evaluate) เป็นการประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียน ซึ่งมีทั้งการประเมินการปฏิบัติกิจกรรมในแต่ละขั้นตอนและการประเมินการเรียนรู้ของนักเรียนก่อนที่นักเรียนจะขยายความคิดรวบยอดและค้นพบปัญหาใหม่ โดยครูและนักเรียนมีส่วนร่วมในการประเมิน

1.7 ขั้นขยายความคิดรวบยอด (extend) ครูส่งเสริมให้นักเรียนเชื่อมโยงความคิดรวบยอดหรือหัวข้อที่นักเรียนได้เรียนแล้วไปสู่ความคิดรวบยอดหรือหัวข้ออื่นๆ ที่เกี่ยวข้องและกระตุ้นให้นักเรียนเกิดปัญหาใหม่

2. การเรียนการสอนแบบปกติ หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์ตามแนวคู่มือครูสาระการเรียนรู้เพิ่มเติมฟิสิกส์ ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ที่เน้นการสอนแบบสืบสอบ ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอน 3 ขั้นตอน ดังนี้

2.1 ขั้นนำ ครูกระตุ้นหรือเร้าความสนใจของนักเรียนให้เกิดความสนใจในการเรียน และเกิดปัญหาทำให้นักเรียนมีความอยากรู้อยากเห็น ด้วยการสนทนา ตั้งคำถาม ใช้สื่อประกอบ

2.2 ขั้นกิจกรรม ครูจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยให้นักเรียนใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ค้นหาความรู้และคำตอบด้วยตนเอง ครูให้นักเรียนนำเสนอผลการทดลองที่ได้จากการปฏิบัติการทดลอง จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันสรุปความรู้ด้วยตนเอง

2.3 ขั้นสรุป ครูนำนักเรียนสรุปความรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการเรียนฟิสิกส์ ประกอบด้วย ความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำความรู้ไปใช้ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งวัดได้จากคะแนนที่ใช้แบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ที่เป็นแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ มี 4 ตัวเลือก ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

4. ความสามารถในการแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการปฏิบัติตามขั้นตอนการแก้ปัญหาของ Weir (1974: 47-48) ประกอบด้วยขั้นตอน 4 ขั้นตอน ดังนี้

4.1 การระบุปัญหา เป็นความสามารถในการระบุขอบเขตของปัญหาตามสถานการณ์ที่กำหนดให้

4.2 การวิเคราะห์ปัญหา เป็นความสามารถในการพิจารณาวิเคราะห์แยกแยะสาเหตุของปัญหาได้

4.3 การเสนอวิธีการแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการคิดค้น และเสนอวิธีการแก้ปัญหาจากสาเหตุของปัญหา

4.4 การตรวจสอบผลลัพธ์ เป็นความสามารถในการอธิบายผลที่เกิดขึ้นหลังจากการเสนอวิธีแก้ปัญหา

โดยวัดได้จากคะแนนที่ใช้แบบสอบความสามารถในการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นแบบอัตนัย และใช้เกณฑ์การตรวจให้คะแนนแบบรูบริคส์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

5. **นักเรียน** หมายถึง นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายโรงเรียนสาธิต สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้มุ่งศึกษาผลของผลของการใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E ในวิชาฟิสิกส์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการเรียนการสอน 7E และความสามารถในการแก้ปัญหา โดยนำเสนอรายละเอียดเป็นหัวข้อตามลำดับ ดังนี้

1. รูปแบบการเรียนการสอน 7E
    1.1 ความเป็นมาของรูปแบบการเรียนการสอน 7E
    1.2 แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการเรียนการสอน 7E
    1.3 บทบาทครูและนักเรียนในการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอน 7E
2. ความสามารถในการแก้ปัญหา
    2.1 ความหมายของปัญหาและการแก้ปัญหา
    2.2 ประเภทของปัญหา
    2.3 กระบวนการแก้ปัญหา
    2.4 การเรียนการสอนกับความสามารถในการแก้ปัญหา
    2.5 ปัจจัยที่มีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหา
    2.6 ข้อดีและข้อจำกัดของการเรียนรู้แบบแก้ปัญหา
    2.7 การวัดความสามารถในการแก้ปัญหา
3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
    3.1 งานวิจัยภายในประเทศ
    3.2 งานวิจัยต่างประเทศ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1. รูปแบบการเรียนการสอน 7E

การศึกษาเกี่ยวกับรูปแบบการเรียนการสอน 7E ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยหัวข้อดังต่อไปนี้ ความเป็นมาของรูปแบบการเรียนการสอน 7E แนวคิด ทฤษฎี ที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการเรียนการสอน 7E และบทบาทครูและนักเรียนในการเรียนการสอนตาม รูปแบบการเรียนการสอน 7E

1.1 ความเป็นมาของรูปแบบการเรียนการสอน 7E

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E ซึ่งเป็นวงจรการเรียนรู้ รูปแบบหนึ่ง ที่ได้รับการพัฒนามาจากวงจรการเรียนรู้ ตามลำดับดังนี้

Karplus (1967; cited in Lawson, 1995: 134-139) ซึ่งนำเสนอรูปแบบวงจรการเรียนรู้ เพื่อใช้ปรับปรุงหลักสูตรวิทยาศาสตร์สหรัฐอเมริกา (Science Curriculum Improvement Study Program: SCIS) มีกิจกรรม 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นสำรวจ
2. ขั้นสร้าง
3. ขั้นค้นพบ

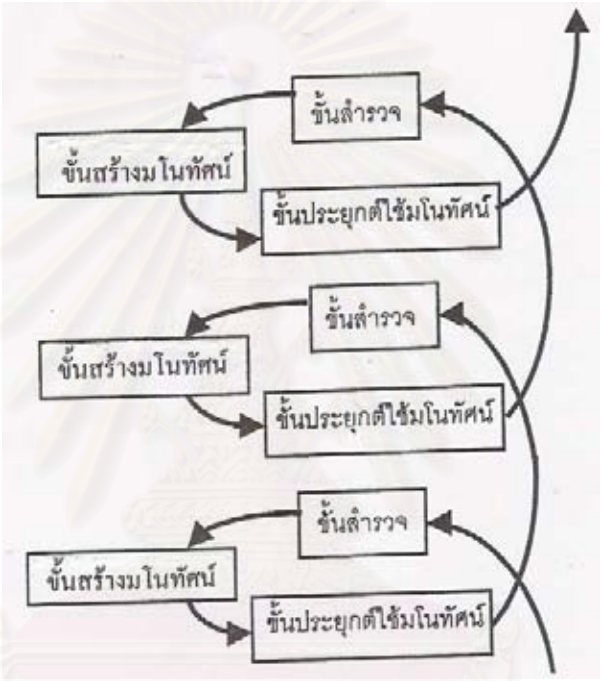
วงจรการเรียนรู้ที่คาร์พลัสนำเสนอนั้นมีครูจำนวนมากยังไม่เข้าใจ 2 ขั้นตอนหลังคือขั้นสร้างและขั้นค้นพบ ดังนั้น Barman และ Kotar (1989) ได้ปรับปรุงเป็นขั้นสำรวจ ขั้นแนะนำมโนทัศน์ และขั้นประยุกต์ใช้มโนทัศน์ ต่อมานักวิทยาศาสตร์ศึกษาได้ดัดแปลงขั้นแนะนำมโนทัศน์เป็นขั้นแนะนำ คำสำคัญ ด้วยเหตุผลที่ว่า ครูสามารถแนะนำหรืออธิบายคำสำคัญ หรือนิยามศัพท์เฉพาะให้กับนักเรียน แต่มิใช่แนะนำมโนทัศน์ให้กับนักเรียน เพราะนักเรียนต้องเป็นผู้ค้นพบมโนทัศน์ด้วยตนเอง แต่อย่างไรก็ตามมีผู้ปรับเปลี่ยนชื่อของขั้นตอนที่ 2 ให้เหมาะสมยิ่งขึ้น เช่น Carin (1993) ได้ปรับเป็นขั้นสร้างมโนทัศน์ ส่วน Abruscato (1996) ได้ปรับเป็นขั้นได้มาซึ่งมโนทัศน์ (Lawsan, 1995: 134-139)

วงจรการเรียนรู้ที่กล่าวมาทั้ง 3 ขั้นตอน มีขั้นตอนที่ 2 เท่านั้นที่มีชื่อแตกต่างกัน แต่คำอธิบายใกล้เคียงกัน แต่ละขั้นตอนมีสาระสำคัญดังนี้ (Lawsan, 1995: 134-139)

1. ขั้นสำรวจ (exploration phase) เป็นขั้นที่นักเรียนเป็นผู้ปฏิบัติกิจกรรมโดยการสังเกต ตั้งคำถามและคิดวิเคราะห์ สำรวจหรือทดลอง เก็บรวบรวมข้อมูล จดบันทึก โดยอาจปฏิบัติกิจกรรมเป็นรายบุคคลหรือเป็นกลุ่มเล็ก ครูมีบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวก คือ สังเกต ตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นและชี้แนะการเรียนรู้ของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนค้นพบหรือสร้างมโนทัศน์ด้วยตนเอง

2. ขั้นแนะนำคำสำคัญ/ขั้นสร้างมโนทัศน์/ขั้นได้มาซึ่งมโนทัศน์ (term introduction /concept formation/ concept acquisition phase) เป็นขั้นที่ครูมีบทบาทสูงโดยตั้งคำถามกระตุ้นและชี้แนะให้นักเรียนคิดเชื่อมโยงสิ่งที่ได้ปฏิบัติในขั้นสำรวจ โดยครูแนะนำและอธิบายคำศัพท์ที่สำคัญของมโนทัศน์นั้นๆ เพื่อให้นักเรียนจัดเรียบเรียงความคิดใหม่ ขั้นนี้ครูและนักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กันเพื่อค้นหามโนทัศน์จากข้อมูลและการสังเกตในขั้นสำรวจ

3. ขั้นประยุกต์ใช้มโนทัศน์ (concept application phase) เป็นขั้นที่ครูกระตุ้นให้นักเรียนนำมโนทัศน์ที่ค้นพบหรือเกิดการเรียนรู้แล้วมาประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่หรือปัญหาใหม่ อันจะทำให้นักเรียนขยายความเข้าใจมโนทัศน์นั้นๆ มากยิ่งขึ้น



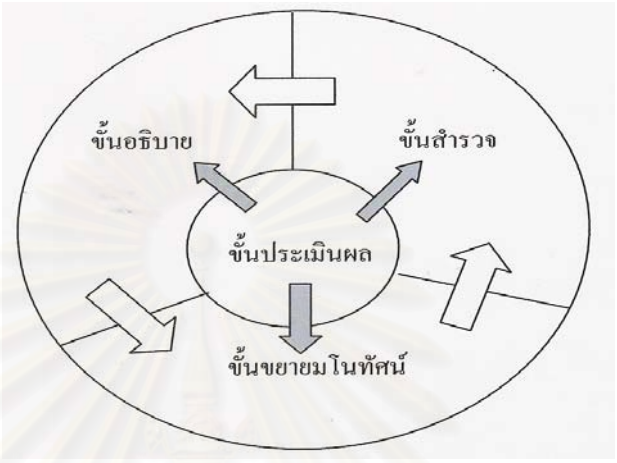
ภาพที่ 1 วงจรการเรียนรู้ของ Karplus (1967; cited in Lawson, 1995: 138)

Barman (1989; cited in Abruscato, 1992: 37) ได้ดัดแปลงและพัฒนาวงจรการเรียนรู้ออกเป็น 4 ขั้นตอน ได้แก่

1. ขั้นสำรวจ
2. ขั้นแนะนำมโนทัศน์
3. ขั้นประยุกต์ใช้มโนทัศน์
4. ขั้นประเมินผลและอภิปราย

Martin และคณะ (1994:193) ได้ปรับปรุงวงจรการเรียนรู้ของบาร์แมนได้แก่

1. ขั้นสำรวจ
2. ขั้นอธิบาย
3. ขั้นขยายมโนทัศน์
4. ขั้นประเมินผล



ภาพที่ 2 วงจรการเรียนรู้ของ Martin และคณะ (1994:193)

ต่อมา Bybee และคณะ (1990; cited in Lawson, 1995: 164-165) นักพัฒนาหลักสูตรจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาและจัดทำหลักสูตรชีววิทยา (Biological Science Curriculum Study: BSCS) ของประเทศสหรัฐอเมริกา ได้เสนอรูปแบบของวงจรการเรียนรู้แบบ 5E ซึ่งมี 5 ขั้นตอน ดังนี้

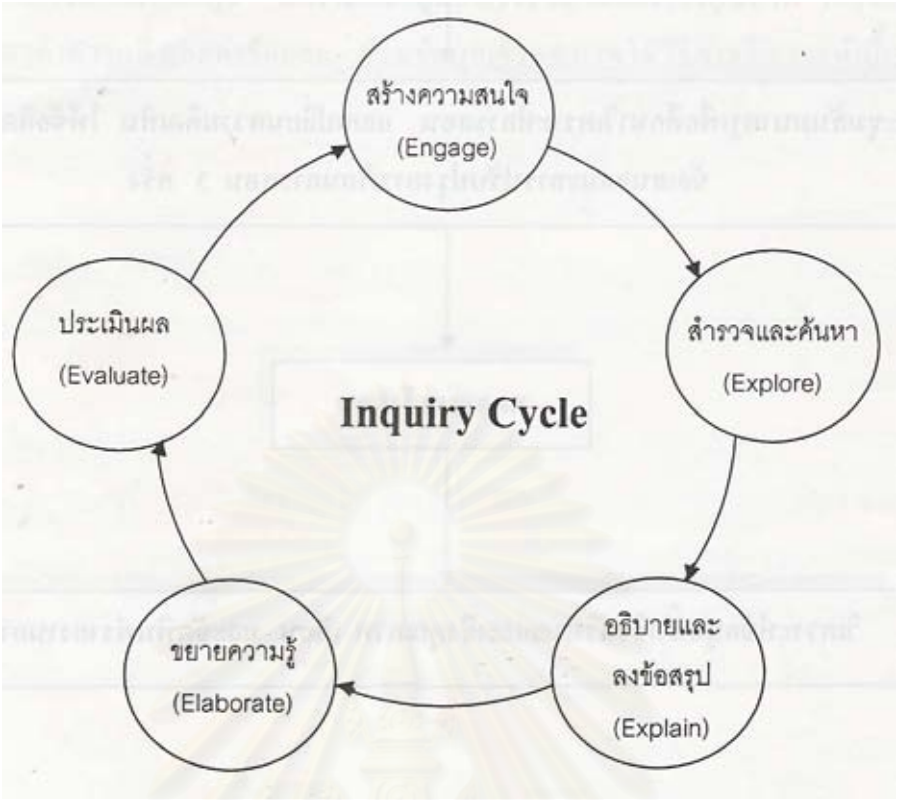
1. ขั้นสร้างความสนใจ เป็นขั้นตอนสร้างความสนใจ ให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น กระตุ้นให้นักเรียนตั้งคำถาม กำหนดประเด็นปัญหาที่จะศึกษา

2. ขั้นสำรวจค้นหา เป็นขั้นตอนในการตรวจสอบปัญหา ดำเนินการสำรวจตรวจสอบสืบค้นและรวบรวมข้อมูล โดยการวางแผนการสำรวจตรวจสอบ ลงมือปฏิบัติ เช่นการสังเกต วัดทดลอง และรวบรวมข้อมูล

3. ขั้นอธิบาย เป็นขั้นตอนในการวิเคราะห์และจัดกระทำข้อมูลในรูปตาราง กราฟ แผนภาพ เป็นต้น สรุปผลและอภิปรายผลการทดลอง

4. ขั้นขยายความรู้ เป็นขั้นตอนในการประยุกต์ใช้สัญลักษณ์ นิยาม คำอธิบายและทักษะไปสู่สถานการณ์ใหม่

5. ขั้นประเมินผล เป็นขั้นตอนในการประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียน โดยครูและนักเรียนมีส่วนร่วมในการประเมิน



ภาพที่ 3 วงจรการเรียนรู้แบบ 5E ของ BSCS (สสวท, 2548: 6)

Miami Museum of Science (2001) ได้พัฒนาวงจรการเรียนรู้แบบ 5E ของ BSCS เป็น 7E ประกอบด้วย

1. ขั้นสร้างความสนใจ (excite) เป็นขั้นตอนในการกระตุ้นความอยากรู้อยากเห็นของนักเรียน ให้ผู้เรียนได้เกิดปัญหา

2. ขั้นสำรวจค้นหา (explore) เป็นขั้นตอนในการดำเนินการสำรวจตรวจสอบ สืบค้นและรวบรวมข้อมูล ปฏิบัติกิจกรรมเพื่อหาคำตอบ หรือแก้ปัญหา

3. ขั้นอธิบาย (explain) เป็นขั้นตอนในการวิเคราะห์ข้อมูลและจัดกระทำข้อมูล อภิปรายและสรุปผลการทดลอง

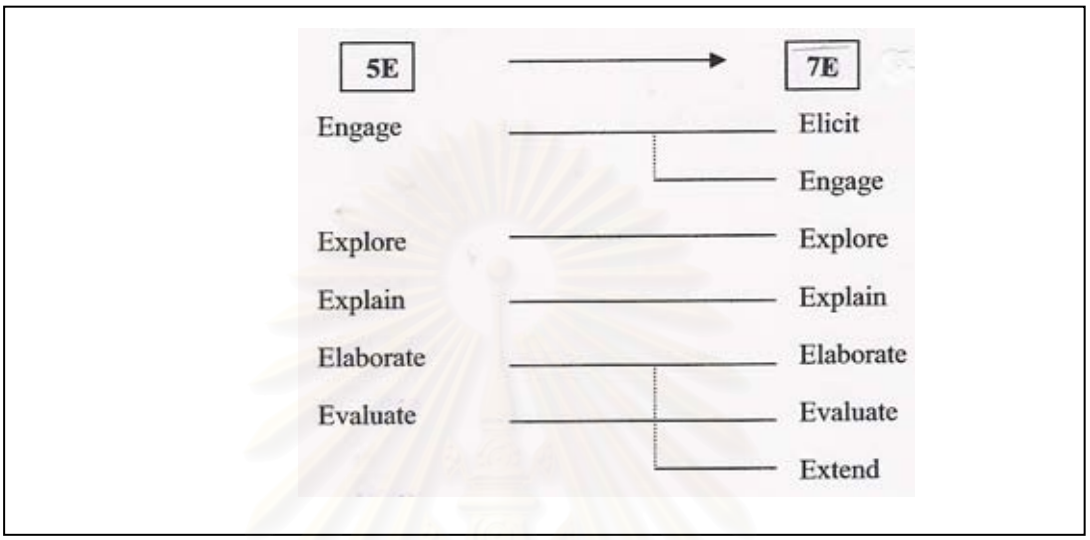
4. ขั้นขยายความรู้ (expand) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนขยายความรู้ไปสู่สถานการณ์อื่นๆ ที่ใกล้เคียงกัน

5. ขั้นขยายความคิดรวบยอด (extend) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนขยายความคิดรวบยอดไปเชื่อมโยงกับความรู้อื่นๆ

6. ขั้นแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (exchange) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนได้มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันทั้งในห้องเรียนและการใช้อินเตอร์เน็ต

7. ขั้นประเมินผล (examine) เป็นขั้นตอนในการประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียน

Eisenkraft (2003: 57-59) ได้พัฒนารูปแบบของ BSCS จาก 5 ขั้นตอนเป็น 7 ขั้นตอน ไอน์เซนคราฟต์ให้เหตุผลว่าขั้นตอนของวงจรการเรียนรู้แบบ 5E เป็นขั้นตอนที่ยังไม่ต่อเนื่อง จึงเพิ่มขั้นตอนของวงจรการเรียนรู้อีกสองขั้นตอน คือ ขั้นทบทวนความรู้เดิม (elicit) และขั้นขยายความคิดรวบยอด (extend) ดังแผนภาพที่ 4



ภาพที่ 4 การขยายวงจรการเรียนรู้แบบ 5E เป็น 7E (Eisenkraft, 2003: 57)

รายละเอียดของแต่ละขั้นตอน มีดังนี้

1. ขั้นทบทวนความรู้เดิม ครูจัดกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนแสดงออกถึงความรู้ความเข้าใจเดิมหรือการทบทวนความรู้เดิมที่นักเรียนมีอยู่

2. ขั้นสร้างความสนใจ ครูจัดกิจกรรมเพื่อสร้างความสนใจ กระตุ้น ยั่วยุให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น กิจกรรมอาจเป็นการทดลอง การนำเสนอข้อมูล การสาธิต ข่าว หรือสถานการณ์ เหตุการณ์ ฯลฯ ซึ่งก่อให้เกิดความคิดขัดแย้งกับสิ่งที่นักเรียนเคยรู้ กระตุ้นให้นักเรียนตั้งคำถาม กำหนดประเด็นปัญหาที่จะศึกษา ซึ่งนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ

3. ขั้นสำรวจค้นหา ครูกระตุ้นให้นักเรียนตรวจสอบปัญหา และให้นักเรียนดำเนินการสำรวจตรวจสอบ สืบค้นและรวบรวมข้อมูล โดยการวางแผนการสำรวจตรวจสอบ ลงมือปฏิบัติ เช่นการสังเกต วัด ทดลอง และรวบรวมข้อมูล

4. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป ครูส่งเสริมให้นักเรียนนำข้อมูลมาวิเคราะห์ จัดกระทำข้อมูลในรูปตาราง กราฟ แผนภาพ ฯลฯ ให้เห็นแนวโน้มหรือความสัมพันธ์ของข้อมูล สรุปผลและอภิปรายผลการทดลอง โดยอ้างอิงหลักการและวิชาการประกอบอย่างเป็นเหตุเป็นผล มีการอ้างอิงหลักฐานชัดเจน นอกจากนี้ครูยังมีหน้าที่จัดกิจกรรมส่งเสริมให้นักเรียนอธิบายความคิดด้วยตัวของนักเรียนเอง ให้นักเรียนแสดงหลักฐาน เหตุผลประกอบการอธิบาย

5.ขั้นขยายความรู้ ครูกระตุ้นให้นักเรียนประยุกต์ใช้สัญลักษณ์ นิยาม คำอธิบายและทักษะไปสู่สถานการณ์ใหม่ กระตุ้นให้นักเรียนใช้ข้อมูลที่มีอยู่ในการตอบคำถาม เสนอแนวทางแก้ปัญหา ตัดสินใจเลือกแนวทางแก้ปัญหา และออกแบบการทดลอง

6. ขั้นประเมินผล เป็นการประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียน ซึ่งมีทั้งการประเมินการปฏิบัติกิจกรรมในแต่ละขั้นตอนและการประเมินการเรียนรู้ของนักเรียนก่อนที่นักเรียนจะขยายความคิดรวบยอดและค้นพบปัญหาใหม่ โดยครูและนักเรียนมีส่วนร่วมในการประเมิน

7. ขั้นขยายความคิดรวบยอด ครูส่งเสริมให้นักเรียนเชื่อมโยงความคิดรวบยอดหรือหัวข้อที่นักเรียนได้เรียนแล้วไปสู่ความคิดรวบยอดหรือหัวข้ออื่นๆ ที่เกี่ยวข้องและกระตุ้นให้นักเรียนเกิดปัญหาใหม่

1.2 แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการเรียนการสอน 7E

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนสร้างความรู้ด้วยตนเองนั้นมีพื้นฐานมาจากทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ โดยมีรากฐานสำคัญมาจากทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ ซึ่งอธิบายว่าพัฒนาการทางเชาว์ปัญญาของบุคคลมีการปรับตัวทางกระบวนการดูดซึม (assimilation) และกระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา (accommodation) พัฒนาการเกิดขึ้นเมื่อบุคคลรับและซึมซาบข้อมูลหรือประสบการณ์เข้าไปสัมพันธ์กับความรู้หรือโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่เดิม หากไม่สามารถสัมพันธ์กันได้ จะเกิดภาวะไม่สมดุลขึ้น (disequilibrium) บุคคลจะพยายามปรับสภาพให้อยู่ในภาวะสมดุล (equilibrium) โดยใช้กระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา เพียเจต์เชื่อว่า คนทุกคนจะมีพัฒนาเชาว์ปัญญาเป็นลำดับขั้น จากการมีปฏิสัมพันธ์และประสบการณ์กับสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติ และประสบการณ์ที่เกี่ยวกับการคิดเชิงตรรกะและคณิตศาสตร์ รวมทั้งการถ่ายทอดความรู้ทางสังคม วุฒิภาวะและกระบวนการพัฒนาความสมดุลของบุคคลนั้น (ทิศนา แขมมณี, 2545:90-91)

การจัดการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์เน้นให้ผู้เรียนสร้างความรู้โดยผ่านกระบวนการคิดด้วยตนเอง โดยผู้สอนไม่สามารถปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญาของผู้เรียนได้ แต่ผู้สอนสามารถช่วยผู้เรียนปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญาได้ โดยจัดสภาพการณ์ให้ผู้เรียนเกิดความขัดแย้งทางปัญญาหรือเกิดภาวะไม่สมดุลขึ้น ซึ่งเป็นสภาวะที่ประสบการณ์ใหม่ไม่สอดคล้องกับประสบการณ์เดิม ผู้เรียนต้องพยายามปรับข้อมูลใหม่กับประสบการณ์ที่มีอยู่เดิม แล้วสร้างเป็นความรู้ใหม่ (พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และ พเยาว์ ยินดีสุข, 2548:24)

Carin (1989: 19) กล่าวว่า “แนวคิดคอนสรัคติวิสต์ เชื่อว่า บุคคลจะใช้กระบวนการคิดในการทำความเข้าใจโลก โดยสร้างความหมายในรูปของคำเมื่อเห็นว่าสิ่งเหล่านั้นมีประโยชน์”

Slavin (1994: 224-225) กล่าวว่า “แนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เป็นกระบวนการพัฒนาสติปัญญาที่ผู้เรียนมีบทบาทในการเรียนรู้ของตนเองโดยพยายามค้นพบความรู้จากการตรวจสอบข้อมูลที่ขัดแย้งกับความรู้เดิม กระบวนการสร้างความรู้เป็นไปอย่างต่อเนื่องทั้งการดูดซึมและการปรับขยายข้อมูลกลายเป็นความรู้ใหม่ที่มีความซับซ้อนขึ้น”

การสร้างความรู้เป็นกระบวนการเชื่อมโยงข้อมูลใหม่กับโครงสร้างความรู้เดิม ซึ่ง Atkinson และ Shiffrin (1968; cited in Mintzes et al., 1977: 421) เสนอขั้นตอนของการสร้างความรู้ดังนี้

1. เริ่มจากการรับรู้ผ่านประสาทสัมผัสทั้งห้า ได้แก่ การสัมผัสแตะต้อง การได้ยิน การมองเห็น การดมกลิ่น และการชิมรส ข้อมูลต่างๆ ที่ผู้เรียนใส่ใจจะเคลื่อนย้ายเข้าสู่ความจำระยะสั้นอย่างรวดเร็ว กระบวนการที่ข้อมูลจะถูกเก็บเข้าไปในความจำระยะสั้นมี 2 อย่าง คือ การรู้จักและการใส่ใจ

2. การเรียกคืนความรู้ที่จัดเก็บอยู่ในความทรงจำระยะยาว การจัดเก็บความรู้เกี่ยวข้องกับการกระตุ้นมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องในความจำระยะยาวและมโนทัศน์ที่ถูกกระตุ้นนี้จะลดความยาวของเครือข่ายมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องลง มโนทัศน์ที่ถูกกระตุ้นก็จะถูกเรียกเข้าสู่ความจำระยะสั้น

3. การเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลที่ได้จากการรับรู้ผ่านประสาทสัมผัสกับข้อมูลที่เป็นความรู้เดิม ในการเชื่อมโยงข้อมูลนั้น ต้องมีการเรียกคืนความรู้ที่จัดเก็บอยู่ในความทรงจำระยะยาว โดยการเชื่อมโยงนั้น เป็นการอธิบาย การแปลความหมาย การประเมิน การเปรียบเทียบ และการโต้แย้งข้อมูลใหม่กับความรู้เดิมทำให้เกิดการดูดซึมและการปรับโครงสร้างทางความคิด

การเรียนวิทยาศาสตร์ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เป็นกระบวนการที่นักเรียนจะต้องสืบค้น เสาะหา สำรวจตรวจสอบ และค้นคว้าด้วยวิธีการต่าง ๆ จนทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและเกิดการรับรู้ความรู้นั้นอย่างมีความหมาย จึงจะสามารถสร้างเป็นองค์ความรู้ ของนักเรียนเองและเก็บเป็นข้อมูลไว้ในสมองได้อย่างยาวนานสามารถนำมาใช้ได้เมื่อมีสถานการณ์ใดๆ มาเผชิญหน้า ดังนั้น การที่นักเรียนจะสร้างองค์ความรู้ได้ ต้องผ่านกระบวนการเรียนรู้ที่หลากหลาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งกระบวนการสืบสอบ ซึ่งเริ่มต้นขึ้นในปี ค.ศ. 1957 โดยผู้เชี่ยวชาญทางด้านการศึกษาและวิทยาศาสตร์ของสหรัฐอเมริกาได้ร่วมประชุมปรึกษา เพื่อที่จะพัฒนาและปรับปรุงคุณภาพด้านการศึกษาให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น ซึ่งพบว่าเนื่องจากความรู้ทางด้านวิชาการต่างๆ เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนนักเรียนไม่สามารถรับรู้ได้ทั้งหมด และถ้าเรียนตามความรู้ที่มีอยู่นั้นจะทำให้นักเรียนค้นพบสิ่ง

ใหม่ๆ ได้ช้า จึงจำเป็นต้องปรับปรุงการสอนเพื่อให้นักเรียนรู้จักคิดและนำไปสู่การแก้ปัญหาได้ (วีรยุทธ วิเชียรโชติ, 2521: 43)

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E เน้นขั้นตอนทบทวนความรู้เดิมหรือล้วงประสบการณ์เดิม แล้วกระตุ้นให้นักเรียนนั้นเกิดความสงสัยหรือเกิดปัญหาใหม่ เป็นขั้นตอนที่นักเรียนเชื่อมโยงความรู้เดิมกับประสบการณ์ใหม่ เริ่มเกิดความไม่สมดุลทางความคิด แล้วใช้กระบวนการสำรวจค้นหาเพื่อหาคำตอบและปรับสมดุลทางความคิด อีกทั้งนำความรู้ที่ได้ไปเชื่อมโยงและแก้ปัญหาสถานการณ์ใหม่ๆ ที่เกี่ยวข้อง ทำให้การเรียนรู้ของนักเรียนมีความคงทนและยาวนาน เนื่องจากผู้เรียนได้เรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง (Eisenkraft, 2003: 57-59)

การทบทวนความรู้เดิมเป็นการให้ผู้เรียนเรียกใช้ความรู้และประสบการณ์เดิม รวมทั้งเจตคติที่ได้เรียนรู้สิ่งต่างๆ และถูกบันทึกไว้มาใช้ในการแก้ปัญหาหรือเรียนรู้สิ่งใหม่ ซึ่งจะเชื่อมโยงมโนทัศน์ใหม่เข้ากับความรู้และประสบการณ์เดิมนั้น ทำให้เกิดการปรับเปลี่ยนหรือขยายโครงสร้างความรู้ และมีความคงทนของความรู้ยิ่งขึ้น (Hassard, cited in Hemmerich et al., 1994: 16) นักการศึกษาหลายท่าน (Lawson, 1995: 163; Hemmerich et al., 1994: 16; Henderson, 1993: 4-5) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการทบทวนความรู้เดิมสรุปได้ดังนี้

1. การทบทวนความรู้เดิมจะทำให้ผู้สอนได้รับรู้ถึงความรู้เดิมที่ผู้เรียนมีอยู่แล้วนำมาวางแผนการสอน

2. ผู้เรียนสามารถมองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างปัญหากับความรู้เดิมที่ผู้เรียนมีอยู่แล้วเกิดแรงจูงใจในการแก้ปัญหา โดยใช้ความรู้เดิมเป็นแนวทาง

3. แม้ว่าผู้เรียนจะมีความรู้เดิมที่แตกต่างกัน แต่การทบทวนความรู้เดิมโดยการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนลงข้อสรุปกลายเป็นความรู้เดิมเดียวกันและเป็นการสร้างความเชื่อมโยงระหว่างโลกของความเป็นจริงภายนอกกับในห้องเรียน

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E นั้นมีพื้นฐานมาจากทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ซึ่งมีรากฐานมาจากทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ โดยเมื่อผู้เรียนได้รับข้อมูลหรือประสบการณ์ใหม่ๆ จะเกิดการซึมซาบเข้าสู่โครงสร้างทางความคิดที่มีอยู่ แต่ถ้าโครงสร้างทางความคิดที่มีอยู่ไม่สอดคล้องกับประสบการณ์หรือข้อมูลนั้นๆ จะทำให้เกิดภาวะไม่สมดุล จากนั้นผู้เรียนจะค่อยๆ ปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางความคิดเข้าสู่ภาวะสมดุลอีกครั้ง นอกจากนี้รูปแบบการเรียนการสอน 7E นั้นเน้นที่ขั้นตอนของการทบทวนความรู้เดิมและขั้นตอนของการขยายความรู้ เพื่อให้การเรียนรู้ของผู้เรียนสมบูรณ์ขึ้น

1.3 บทบาทครูและนักเรียนในการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E

การนำรูปแบบการเรียนการสอน 7E ไปใช้ครูควรจัดเตรียมกิจกรรมให้เหมาะสมกับความรู้ความสามารถของผู้เรียน จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่ครูต้องมีความรู้เกี่ยวกับบทบาทครูและบทบาทนักเรียนเพื่อช่วยให้การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ บทบาทของครูและนักเรียนในการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E สรุปได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 บทบาทของครูและนักเรียนในการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
1. ขั้นทบทวนความรู้เดิม (Elicit)	1. ถามคำถามเพื่อทดสอบความรู้เดิมของนักเรียน 2. อธิบายความรู้พื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับความรู้ใหม่ที่นักเรียนจะเรียน	1. ตอบคำถามและแสดงความคิดเห็นที่มีต่อสถานการณ์ สื่อการสอนหรือข้อมูลต่างๆ 2. แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนในชั้นเรียน
2. ขั้นสร้างความสนใจ (Engage)	1. สร้างความสนใจ 2. สร้างความอยากรู้อยากเห็น 3. ตั้งคำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิด 4. ดึงเอาคำตอบที่ยังไม่ครอบคลุมสิ่งที่นักเรียนรู้หรือความคิดเกี่ยวกับความคิดรวบยอดหรือเนื้อหาสาระ	1. ตอบคำถาม คิดและตั้งคำถามจากสถานการณ์ สื่อการสอนหรือข้อมูลต่างๆ ด้วยความสนใจและอยากเรียนรู้ 2. แสดงความสนใจ
3. ขั้นสำรวจค้นหา (Explore)	1. ส่งเสริมให้นักเรียนทำงานร่วมกันในการสำรวจคำตอบ 2. สังเกตและฟังการโต้ตอบกันระหว่างนักเรียนกับนักเรียน 3. ซักถามเพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบของนักเรียน 4. ให้เวลานักเรียนในการคิดข้อสงสัยตลอดจนปัญหาต่าง ๆ 5. ทำหน้าที่ให้คำปรึกษาแก่นักเรียน	1. คิดอย่างอิสระแต่อยู่ในขอบเขต 2. ลงมือปฏิบัติโดยการตั้งสมมติฐาน ทดสอบสมมติฐาน 3. พยายามหาทางเลือกในการแก้ปัญหาและอภิปรายทางเลือกเหล่านั้นกับคนอื่น ๆ 4. บันทึกการสังเกตและให้ข้อคิดเห็น 5. ลงข้อสรุป

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
4. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explain)	1. ส่งเสริมให้นักเรียนอธิบายความคิดรวบยอดหรือแนวคิดหรือให้คำจำกัดความด้วยคำพูดของนักเรียนเอง 2. ให้นักเรียนแสดงหลักฐาน ให้เหตุผลและอธิบายให้กระจ่าง 3. ให้นักเรียนอธิบายให้คำจำกัดความและชี้บอกส่วนประกอบต่าง ๆ ในแผนภาพ 4. ให้นักเรียนใช้ประสบการณ์เดิมของตนเป็นพื้นฐานในการอธิบายความคิดรวบยอด	1. อธิบายการแก้ปัญหาหรือคำตอบที่เป็นไปได้ 2. ฟังคำบรรยายของคนอื่นอย่างคิดวิเคราะห์ 3. ถามคำถามเกี่ยวกับสิ่งที่คนอื่นได้อธิบาย 4. ฟังและพยายามทำความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งที่ครูอธิบาย 5. อ้างอิงกิจกรรมที่ได้ปฏิบัติมาแล้ว 6. ใช้ข้อมูลที่ได้จากการบันทึกการสังเกตประกอบคำอธิบาย
5. ขั้นขยายความรู้ (Elaborate)	1. คาดหวังให้นักเรียนได้ใช้ประโยชน์จากการชี้บอกส่วนประกอบต่าง ๆ ในแผนภาพ คำจำกัดความและการอธิบายสิ่งที่ได้เรียนรู้มาแล้ว 2. ส่งเสริมให้นักเรียนนำสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ไปประยุกต์ใช้หรือขยายความรู้และทักษะในสถานการณ์ใหม่ที่ใกล้เคียงกับสถานการณ์ที่เรียนมาแล้ว 3. ให้นักเรียนอ้างอิงข้อมูลที่มีอยู่พร้อมทั้งแสดงหลักฐานและถามคำถามนักเรียนได้เรียนรู้อะไรบ้างหรือได้แนวคิดอะไร	1. นำการชี้บอกส่วนประกอบต่างๆ ในแผนภาพ คำจำกัดความ คำอธิบาย และทักษะไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่คล้ายกับสถานการณ์เดิม 2. ใช้ข้อมูลเดิมในการถามคำถาม กำหนดจุดประสงค์ในการแก้ปัญหาตัดสินใจและออกแบบการทดลอง 3. ลงข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผลจากหลักฐานที่ปรากฏ 4. บันทึกการสังเกตและอธิบาย 5. ตรวจสอบความเข้าใจกับเพื่อนๆ

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
6. ขั้นประเมินผล (Evaluate)	1. สังเกตนักเรียนในการนำความคิดรวบยอดและทักษะใหม่ไปประยุกต์ใช้ 2. ประเมินความรู้และทักษะของนักเรียน 3. หาหลักฐานที่แสดงว่านักเรียนได้เปลี่ยนความคิดหรือพฤติกรรม 4 ให้นักเรียนประเมินตนเองเกี่ยวกับการเรียนรู้และทักษะกระบวนการ 5. ถามคำถามปลายเปิด เช่น ทำไมนักเรียนจึงคิดเช่นนั้น มีหลักฐานอะไร นักเรียนเรียนรู้อะไรเกี่ยวกับสิ่งนั้น และจะอธิบายสิ่งนั้นอย่างไร	1. ตอบคำถามปลายเปิด โดยใช้การสังเกตหลักฐานและคำอธิบายที่ยอมรับมาแล้ว 2. แสดงออกถึงความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความคิดรวบยอดหรือทักษะ 3. ประเมินความก้าวหน้าหรือความรู้ด้วยตนเอง 4. ถามคำถามที่เกี่ยวข้องเพื่อส่งเสริมให้มีการสำรวจตรวจสอบต่อไป
7. ขั้นขยายความคิดรวบยอด (Extend)	1. สร้างสถานการณ์ที่โยงไปสู่สถานการณ์ที่มีความซับซ้อน หรือสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน 2. ส่งเสริมให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้กับความรู้อื่นๆ	1. นำความรู้เดิมเชื่อมโยงกับความรู้ใหม่ เพื่ออธิบายหรือนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

ที่มา: Bybee et al., 1990; cited in Lawson, 1995: 164-165; Eisenkraft, 2003 : 57

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. ความสามารถในการแก้ปัญหา

2.1 ความหมายของปัญหาและการแก้ปัญหา

Mayer และ Heidgerken (1962: 200) ได้ให้ความหมายของปัญหาว่าหมายถึงเหตุการณ์ที่ก่อให้เกิดอุปสรรคต่อการดำเนินงานที่มาขัดขวางไม่ให้งานบรรลุเป้าหมาย

Krulik และ Rudnick (1993: 6) ได้ให้ความหมายของปัญหา คือ สภาพการณ์ที่แต่ละบุคคลหรือแต่ละกลุ่มต้องเผชิญหน้าและยังหาคำตอบไม่ได้

พจนานุกรมของ Webster (1994: 1146) ให้ความหมายของปัญหาว่า หมายถึง คำถามเรื่องราว สถานการณ์หรือบุคคลที่ทำให้เกิดความสงสัย สับสน หรือยุ่งยาก เพื่อนำไปสู่การแก้ไขหรือการอภิปราย

ยุดา รักไทย และ ธนิกานต์ มาฆะศิรานันท์ (2542: 9) ให้ความหมายของปัญหาว่า คือช่องว่างหรือความแตกต่างระหว่างสภาพการณ์ปัจจุบันกับสภาพการณ์ที่เราต้องการให้เกิดขึ้น

พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2542 (ราชบัณฑิตยสถาน, 2546: 687) ให้ความหมายของปัญหาว่าหมายถึง ข้อสงสัย ข้อขัดแย้ง คำถาม ข้อที่ต้องพิจารณาแก้ไข

กล่าวโดยสรุปเกี่ยวกับความหมายของปัญหาได้ว่า ปัญหาคือสิ่งต่างๆ ที่ทำให้เกิดความสงสัย เกิดความขัดแย้งหรือเป็นอุปสรรคต่อการกระทำสิ่งใดสิ่งหนึ่ง

สำหรับการแก้ปัญหานั้น มีนักวิชาการให้ความหมายไว้ ดังนี้

Gagne/ (1985: 63) ได้ให้ความหมายของการแก้ปัญหาว่าเป็นความสามารถที่ต้องอาศัยการเรียนรู้ประเภทหลักการ แล้วใช้หลักการนั้นผสมผสานกันจนเป็นความสามารถในการแก้ปัญหา

Bourne, Ekstrand และ Dominowski (1971: 44) ได้กล่าวถึง การแก้ปัญหาว่าเป็นกิจกรรมที่เป็นทั้งการแสดงความรู้ ความคิด จากประสบการณ์ที่ผ่านมา และส่วนประกอบของสถานการณ์ที่เป็นปัจจุบัน โดยนำมาเรียงลำดับขั้นตอนเพื่อนำไปสู่จุดมุ่งหมายหรือการคลี่คลายปัญหา

Sand และ Leslie (1976: 77) ได้ให้ความหมายของการแก้ปัญหาว่า เป็นกระบวนการที่ต้องอาศัยความรู้ในการพิจารณา สังเกตปรากฏการณ์และโครงสร้างของปัญหา รวมทั้งต้องใช้กระบวนการคิด เพื่อให้บรรลุถึงจุดมุ่งหมายที่ต้องการ

Koballa และคณะ (1990: 347) ให้ความหมายของการแก้ปัญหาว่า หมายถึง การนำความรู้ที่มีอยู่มาประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ เป็นกระบวนการทางสมองอันซับซ้อน ที่อาศัยความรู้พื้นฐาน ความคิดรวบยอดและทักษะทั้งหลายที่เกี่ยวข้อง มาใช้ร่วมกันในการแก้ปัญหา

Krulik และ Rudnick (1993: 6) ได้ให้ความหมายการแก้ปัญหาไว้ดังนี้ การแก้ปัญหาเป็นกระบวนการที่แต่ละบุคคลใช้เพื่อจะให้ได้มาซึ่งความรู้ ทักษะและความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา

จิราภรณ์ ศิริทวี และคณะ (2539: 3) ได้ให้ความหมายของการแก้ปัญหาคือ การหาทางออกของปัญหาเพื่อให้ปัญหาหมดไปหรือบรรเทาลง เพื่อให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ

จากความหมายของการแก้ปัญหา สามารถสรุปได้ว่า การแก้ปัญหาเป็นกระบวนการที่ซับซ้อนของสมองที่ต้องอาศัยสติปัญญาและทักษะต่างๆ มาประยุกต์ใช้ร่วมกันในการคิดแก้ไขปัญหา ทำให้อุปสรรคหรือสภาพปัญหานั้นหมดไป อย่างเป็นกระบวนการหรือมีขั้นตอน

2.2 ประเภทของปัญหา

การจำแนกประเภทของปัญหาจำแนกได้หลายประเภท ขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่ใช้ในการจำแนก นักการศึกษาได้จำแนกประเภทของปัญหาได้ ดังนี้

Mayer และ Wittrock (1996: 47-78) จำแนกประเภทของปัญหาโดยใช้ความชัดเจนของปัญหาเป็นเกณฑ์ จำแนกประเภทของปัญหาเป็น 2 ชนิด ได้แก่

1. ปัญหาที่ชัดเจน (well-define problem) เป็นปัญหาที่มีจุดมุ่งหมาย เงื่อนไขและชุดของการปฏิบัติการที่ชัดเจน เช่นปัญหาแก้สมการคณิตศาสตร์ เป็นต้น

2. ปัญหาที่ไม่ชัดเจน (ill- define problem) เป็นปัญหาที่มีจุดมุ่งหมาย เงื่อนไขและชุดของการปฏิบัติการที่ไม่ชัดเจน เช่น ให้เขียนบทความเกี่ยวกับวิธีการที่จะแก้ไขปัญหาเศรษฐกิจ เป็นต้น

นอกจากนี้ Mayer และ Wittrock (1996: 47-78) ได้จำแนกประเภทของปัญหาโดยใช้ความรู้ของผู้แก้ปัญหาเป็นเกณฑ์ จำแนกได้ 2 ประเภท ได้แก่

1. ปัญหาที่พบเห็นเป็นประจำ (routine problem) เป็นปัญหาที่คล้ายคลึงกับปัญหาที่ผู้แก้เคยแก้สำเร็จมาแล้ว เมื่อเผชิญกับปัญหานี้ผู้แก้ปัญหาจะใช้การคิดแบบนำความคิดเดิมมาแก้ปัญหา

2. ปัญหาที่ไม่เคยพบมาก่อน (nonroutine problem) เป็นปัญหาที่ผู้แก้ปัญหาไม่เคยแก้มาก่อน เช่นปัญหาในชีวิตประจำวัน เมื่อเผชิญกับปัญหานี้ผู้แก้ปัญหาจะใช้วิธีคิดแบบสร้างขึ้นมาใหม่

อรรถกร เหล่าศิริหงษ์ทอง (2538: 1-6) จำแนกปัญหาโดยใช้วิธีการที่ปัญหาเข้ามาสู่ตัวเราเป็นเกณฑ์ จำแนกได้ดังนี้

1. ปัญหาประจำวัน เป็นปัญหาที่เกิดขึ้นได้เสมอในชีวิตประจำวัน เช่น เครื่องทำงานขัดข้อง เป็นต้น

2. ปัญหาที่ได้รับมอบหมายให้แก้ไข เป็นปัญหาที่เกิดจากการได้รับมอบหมายจากบุคคลใดบุคคลหนึ่งให้แก้ไขปัญหานั้น

3. ปัญหาที่คิดค้นขึ้นมาเพื่อแก้ปัญหา

จักรพงษ์ แพทย์หลักฟ้า (2542: 47-48) แบ่งปัญหาเป็น 2 ประเภทโดยใช้ความเกี่ยวข้องกับปัญหาเป็นเกณฑ์ ได้แก่

1. ปัญหาส่วนตัว (personal problem) เป็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับผู้เรียนโดยตรง

2. ปัญหาสังคม (social problem) เป็นปัญหาที่ห่างไกลตัวผู้เรียน

มนัส บุญประกอบ และ วสันต์ ทองไทย (2546: 56-57) แบ่งประเภทของปัญหา ดังนี้

1. ปัญหาขัดข้อง เป็นปัญหาที่เบี่ยงเบนไปจากสิ่งหรือมาตรฐานที่เราต้องการ ซึ่งเกิดขึ้นในอดีต และในปัจจุบันก็ยังเป็นปัญหาอยู่และยังคงเป็นปัญหาต่อไปในอนาคต หากปัญหานี้ไม่ได้รับการแก้ไข หรือมีการแก้ไขแล้วแต่มาตรการที่แก้ไขนั้นไม่ได้ผล เช่น ปัญหาการจราจร ปัญหาการเสียดุลการค้า เป็นต้น

2. ปัญหาการป้องกัน เป็นปัญหาที่ส่อเค้าว่าจะเกิดการเบี่ยงเบนขึ้นในอนาคต เนื่องจากปัจจุบันมีเครื่องชี้หรือบอกเหตุ หรือมีสถานการณ์บางอย่างที่บอกให้รู้ว่าหากไม่รีบจัดการอย่างใดอย่างหนึ่งเพื่อแก้ไขหรือป้องกันแล้ว ปัญหานั้นย่อมเกิดขึ้น

3. ปัญหาพัฒนา เป็นปัญหาที่เกิดและสะสมมานานจนรู้สึกว่าเป็นเรื่องธรรมดา แต่หากปรับปรุงเปลี่ยนแปลงหรือพัฒนาให้ดีขึ้นก็จะส่งผลต่อตนเองในอนาคต เช่นการพัฒนาตนเองให้มีความรู้ในด้านต่างๆ อยู่เสมอ

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2549: 55) ได้จำแนกประเภทของปัญหาเป็น 2 ประเภท โดยใช้เกณฑ์สภาพของปัญหาเป็นเกณฑ์ มีดังนี้

1. ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ เป็นปัญหาที่มีคำตอบคำตอบเดียว

2. ปัญหาทั่วไป เป็นปัญหาในชีวิตประจำวัน เช่นปัญหาด้านการเงิน ปัญหาชีวิต ปัญหาด้านการเรียน เป็นต้น

จากที่กล่าวมาข้างต้น พบว่า ปัญหานั้นสามารถจำแนกออกเป็นประเภทต่างๆ แตกต่างกันออกไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่ใช้พิจารณา ซึ่งอาจใช้เกณฑ์สภาพของปัญหา ความชัดเจนของปัญหา ความรู้ของผู้แก้ปัญหา วิธีการที่ปัญหาเข้ามาสู่ตัวผู้แก้ปัญหา หรือความเกี่ยวข้องกับปัญหาเป็นเกณฑ์ ซึ่งในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์นั้นปัญหาที่พบบ่อยๆ มักเป็นปัญหาโจทย์วิทยาศาสตร์และปัญหาทั่วไป ซึ่งสอดคล้องกับการจำแนกประเภทปัญหาของพิมพันธ์ เดชะคุปต์ที่จำแนกเป็นปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ และปัญหาทั่วไป ดังนั้นผู้วิจัยใช้ปัญหาทั่วไปในการสร้างสถานการณ์เพื่อใช้เป็นแบบสอบความสามารถในการแก้ปัญหาของผู้เรียน

2.3 กระบวนการแก้ปัญหา

ปัญหาที่พบบ่อยๆ นั้นสามารถจำแนกเป็น 2 ประเภท คือ ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ และปัญหาทั่วไป ดังนั้นในการแก้ปัญหาแต่ละประเภทต้องเลือกกระบวนการแก้ปัญหาให้เหมาะสม กับปัญหาเนื่องจากกระบวนการแก้ปัญหาแต่ละรูปแบบมีหลักการและขั้นตอนที่แตกต่างกัน ซึ่งหลักการและขั้นตอนในการแก้ปัญหานั้นได้มีนักการศึกษาและนักจิตวิทยาเสนอไว้ ดังนี้

1. กระบวนการแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์

การแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการหาคำตอบที่ถูกต้อง ซึ่งมีคำตอบเดียว ไม่ว่าจะแก้ปัญหาด้วยวิธีการใด ผลของการค้นพบคำตอบนั้นต้องเป็นคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว ซึ่งกระบวนการแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์มีผู้เสนอไว้ ดังนี้

Polya (1957; อ้างถึงในกรมวิชาการม 2544: 10-11) ได้เสนอขั้นตอนการแก้ปัญหา ดังนี้

1. การทำความเข้าใจปัญหา เป็นการทำความเข้าใจว่าต้องการเรียนรู้อะไร มีข้อมูลใดบ้าง
2. การวางแผนแก้ปัญหา เป็นการนำข้อมูลที่เกี่ยวข้องมาวางแผนกำหนดวิธีการหาคำตอบ
3. การดำเนินการตามแผน เป็นขั้นปฏิบัติตามแผนโดยใช้ทักษะที่เคยเรียนรู้มา
4. การตรวจคำตอบ ในขั้นนี้จะพิจารณาว่าได้แก้ปัญหาครบถ้วน เรียบร้อยหรือไม่

สวัสดิ์ จิตต์จนะ (2535: 75-81) ได้เสนอขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหา ดังนี้

1. อ่านโจทย์ปัญหา
2. แบ่งโจทย์ปัญหาเป็นประโยค
3. พิจารณาถึงความสัมพันธ์ของจำนวนต่างๆ ในโจทย์
4. ตัดสินใจเลือกใช้วิธีการหาคำตอบ

5. แสดงความคิดในการแก้โจทย์ปัญหา
6. แสดงวิธีหาคำตอบ
7. คิดคำนวณหาคำตอบและตรวจคำตอบ

จากขั้นตอนดังกล่าวข้างต้นสรุปว่า การแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์หรือวิทยาศาสตร์ ต้องเริ่มต้นจากการทำความเข้าใจกับปัญหา วางแผนการแก้ปัญหา ดำเนินการตามแผนและการตรวจสอบผล

2. กระบวนการแก้ปัญหาทั่วไป

การแก้ปัญหาทั่วไป เป็นการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตประจำวันหรือปัญหาทางวิชาการที่คำตอบของปัญหาอาจมีได้หลายคำตอบ ไม่มีคำตอบที่ถูกต้องตายตัว แต่เป็นในลักษณะของคำตอบที่ต้องและแก้ปัญหาได้ดีที่สุด ซึ่งหลักการและขั้นตอนในการแก้ปัญหานั้นได้มีผู้เสนอไว้ ดังนี้

Bloom (1956: 122) กล่าวถึงกระบวนการแก้ปัญหาว่ามี 6 ขั้นตอน คือ

1. ค้นพบปัญหาและสิ่งที่เคยพบเห็นที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (ประสบการณ์เดิม)
2. สร้างรูปแบบของปัญหาขึ้นมาใหม่
3. จำแนกและแยกแยะปัญหา
4. เลือกใช้ทฤษฎี หลักการความคิด และวิธีการที่เหมาะสมกับปัญหา
5. การใช้ข้อสรุปของวิธีการแก้ปัญหา
6. ผลที่ได้จากการแก้ปัญหา

Guilford (1967: 313) ได้ลำดับกระบวนการแก้ปัญหาไว้ ดังนี้

1. ขั้นเตรียมการ
2. ขั้นการวิเคราะห์ปัญหา
3. ขั้นการเสนอแนวทางแก้ปัญหา
4. ขั้นตรวจสอบผล
5. ขั้นนำไปประยุกต์ใช้

Wier (1974: 17-18) เสนอแนวทางการแก้ปัญหาดังนี้

1. การระบุปัญหา เป็นความสามารถในการระบุขอบเขตของปัญหาตามสถานการณ์ที่กำหนดให้

2. การวิเคราะห์ปัญหา เป็นความสามารถในการพิจารณาวิเคราะห์แยกแยะสาเหตุของปัญหาได้

3. การเสนอวิธีการแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการคิดค้น และเสนอวิธีการแก้ปัญหาจากสาเหตุของปัญหา

4. การาตรวจสอบผลลัพธ์ เป็นความสามารถในการอธิบายผลที่เกิดขึ้นหลังจากการเสนอวิธีแก้ปัญหา

De Corte และคณะ (1987: 287) ได้แบ่งกระบวนการแก้ปัญหาออกเป็นขั้นตอน คือ

1. ระบุปัญหา
2. แปลความหมายที่เป็นไปได้ในการแก้ปัญหา
3. ประเมินวิธีการแก้ปัญหาเพื่อเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสม
4. ดำเนินการแก้ปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้นตอน
5. ประเมินผลการแก้ปัญหาและสรุปผลที่ได้จากการเรียนรู้

Krulik และ Rudnick (1993: 40) ได้แบ่งขั้นตอนของและกระบวนการแก้ปัญหาออกเป็น 5 ขั้นตอนคือ

1. ทำความเข้าใจและคิด การทำความเข้าใจประเด็นปัญหา แปลความหมายและหาความสัมพันธ์ของปัญหานั้นและทบทวนสถานการณ์ที่ใกล้เคียง

2. สำรวจและวางแผน วิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูลที่มีในปัญหาและนำมาวางแผนเพื่อหาแนวทางแก้ปัญหาที่เป็นไปได้

3. เลือกวิธีการแก้ปัญหาที่มีความเหมาะสมกับปัญหาและเป็นไปได้มากที่สุดในการแก้ปัญหา

4. ค้นหาคำตอบดำเนินการแก้ปัญหาเพื่อหาคำตอบ

5. ตรวจสอบผลสะท้อนกลับ ว่าวิธีดังกล่าวสามารถใช้แก้ปัญหาให้ลุล่วงได้หรือไม่และสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาอื่นได้หรือไม่

ทบวงมหาวิทยาลัย (2525: 232-234) ได้เสนอขั้นตอนการแก้ปัญหา ดังนี้

1. การระบุปัญหา สิ่งสำคัญในขั้นนี้คิดความสนใจที่มีต่อสิ่งที่พบเห็น ซึ่งเกิดจากความอยากรู้อยากเห็นและทักษะในการสังเกต

2. การตั้งสมมติฐาน เป็นการคาดคะเนคำตอบที่อาจะเป็นไปได้

3. การทดลอง เป็นการกำหนดวิธีการแก้ปัญหา โดยอาศัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์

4. การสรุปผลการทดลอง เป็นการแปลความ อธิบายความหมายข้อมูลที่ได้ กับสมมติฐานที่ตั้งไว้ เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล

กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ (2534:19) ได้กล่าวถึงกระบวนการการแก้ปัญหาว่ามีองค์ประกอบดังนี้

1. กำหนดประเด็นปัญหา จากการสังเกต ศึกษาข้อมูล รับรู้ และทำความเข้าใจปัญหาจนสามารถสรุปและกำหนดประเด็นปัญหาขึ้น

2. การกำหนดปัญหาเป็นการทำความกระจ่างในหลักฐานของปัญหา

3. การวิเคราะห์ปัญหา โดยการอภิปรายหรือแสดงความคิดเห็นเพื่อแยกแยะประเด็นปัญหา สภาพ สาเหตุ และลำดับความสำคัญของปัญหา

4. ตรวจสอบสมมติฐานด้วยการลงมือปฏิบัติ

5. สรุปผลสังเคราะห์ความรู้ด้วยตนเอง

รศนา อัชชะกิจ (2535:16-17) ได้กล่าวถึงขั้นตอนกระบวนการแก้ปัญหาไว้ดังนี้

1. กำหนดปัญหาให้ชัดเจน (ระบุประเด็นปัญหา)

2. รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

3. วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาสาเหตุ

4. กำหนดทางเลือกในการแก้ปัญหา

5. เลือกวิธีการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546 : 16-19) กล่าวถึงกระบวนการแก้ปัญหามีขั้นตอนดังนี้

1. การทำความเข้าใจปัญหา

2. การวางแผนแก้ปัญหา

3. การดำเนินการแก้ปัญหาและประเมินผล

4. การตรวจสอบการแก้ปัญหา

จากการศึกษาเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาดังกล่าวข้างต้น สรุปว่าการแก้ปัญหาจะเกิดขึ้นเมื่อบุคคลค้นพบปัญหา รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวกับปัญหาเพื่อตั้งสมมติฐานหลังจากนั้นดำเนินการแก้ปัญหา แล้วประเมินผลการแก้ปัญหา ในการแก้ปัญหานั้นจะต้องมีกระบวนการหรือขั้นตอนที่ชัดเจน ส่วนการแจกแจงขั้นตอนอาจแตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับความละเอียดในการแบ่งขั้นตอนนั้นๆ ในที่นี้ผู้วิจัยใช้ขั้นตอนของเวียร์เป็นหลักการในการสร้างแบบทดสอบความสามารถในการ

แก้ปัญหา ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ 1) การกำหนดปัญหา 2) การวิเคราะห์ปัญหา 3) การเสนอวิธีการแก้ปัญหา และ 4) การวิเคราะห์ผลจากการแก้ปัญหา

2.4 การเรียนการสอนกับความสามารถในการแก้ปัญหา

ความสามารถในการแก้ปัญหาของแต่ละบุคคลย่อมแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับปัจจัยด้านสติปัญญาและทักษะต่างๆ การเรียนการสอนจึงเป็นส่วนหนึ่งที่จะช่วยพัฒนาปัจจัยต่างๆ ที่จะส่งผลให้ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนดีขึ้น การแก้ปัญหาเป็นเป้าหมายสำคัญของการศึกษาในทุกสาขา เป็นส่วนที่สำคัญและจำเป็นสำหรับการศึกษาในโรงเรียนทั่วๆ ไป การแก้ปัญหาไม่ใช่เป็นส่วนหนึ่งเฉพาะการเรียนวิทยาศาสตร์เท่านั้น (Dressel, 1963: 418-420) ครูควรสอนการแก้ปัญหาโดยตรงแก่นักเรียน ซึ่งควรมีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ที่ช่วยให้นักเรียนได้รู้จักคิด รู้จักพิสูจน์หาข้อสรุป และให้นักเรียนมองเห็นคุณค่าของการแก้ปัญหา (Goldstein , 1949: 233-239) ถ้านักเรียนมีคุณสมบัติในการคิดหาเหตุผล เรียนรู้วิธีการแก้ปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพ และปลูกฝังนิสัยในการไต่ถามเพื่อสืบสวนข้อเท็จจริง ย่อมสามารถนำคุณสมบัติเหล่านี้ไปใช้ในการแก้ปัญหาอื่นๆ ได้ (Caroll , 1956: 76)

Weir (1974: 47-48) กล่าวโดยสรุปว่า การใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์สามารถใช้แก้ปัญหาได้อย่างประสบความสำเร็จ สัดส่วนของเวลาเรียนในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ถูกใช้ในกิจกรรมการแก้ปัญหา เทคนิคในการแก้ไขปัญหาสามารถช่วยให้นักเรียนตระหนักว่าการคิดเป็นทักษะที่สามารถพัฒนาได้ ถ้ารู้ว่าต้องทำอย่างไร เมื่อนักเรียนถูกท้าทายด้วยปัญหาจะนำไปสู่ความตื่นตัวทางความคิด ทราบถึงจุดแข็ง จุดอ่อน และกระบวนการคิดอันเป็นการสนองตอบต่อความสำเร็จหรือล้มเหลวในการแก้ปัญหา

Festinger (1988: 19-22) กล่าวไว้สรุปว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาเป็นทักษะอย่างหนึ่งที่จะต้องมีการฝึกฝนอยู่เสมอ การให้นักเรียนมีโอกาสฝึกฝนอยู่เสมอ ย่อมเป็นประโยชน์แก่นักเรียน วิธีการต่างๆ ที่ครูจะช่วยฝึกนักเรียนให้มีความสามารถในการแก้ปัญหา มีดังนี้

1. ฝึกให้นักเรียนทำงานอยู่เสมอ การทำงานช่วยให้มีประสบการณ์เพิ่มมากขึ้น และช่วยให้มีหนทางในการแก้ปัญหา
2. ฝึกให้นักเรียนมีการทดสอบอยู่เสมอ
3. ฝึกให้นักเรียนมีเหตุผลแก่ตนเอง
4. ฝึกให้รู้จักคิดแบบมีวิจารณญาณ

สายหยุด สมประสงค์ (2523: 67-90) กล่าวถึงการจัดสภาพการณ์ภายนอกต่างๆ เพื่อยั่วยุให้ผู้เรียนเกิดความสามารถในการแก้ปัญหา ดังนี้

1. จัดสถานการณ์ที่เป็นสถานการณ์ใหม่ๆ และวิธีการแก้ปัญหาหลายๆ วิธี ให้ผู้เรียนได้ฝึกฝน

2. ปัญหาที่ผู้สอนหยิบยกมานั้น ควรเป็นปัญหาใหม่ที่ผู้เรียนยังไม่เคยประสบมาก่อน และควรเป็นปัญหาที่ไม่พ้นวิสัยของผู้เรียน

3. การฝึกแก้ปัญหา ผู้สอนควรแนะนำผู้เรียนตีปัญหาให้แตกก่อน ว่าเป็นปัญหาเกี่ยวกับอะไร

4. การฝึกแก้ปัญหา ผู้สอนไม่ควรบอกวิธีการแก้ปัญหาต่างๆ ให้กับผู้เรียน

5. การจัดบรรยากาศการเรียนการสอน ให้มีลักษณะเปลี่ยนแปลงได้ ไม่ตายตัว และสร้างความเป็นกันเองกับผู้เรียน

6. ให้โอกาสผู้เรียนได้คิดเสมอ

สำราญ วังนุราช (2542: 41) ได้สรุปแนวทางการจัดการเรียนการสอนในกระบวนการแก้ปัญหา ดังนี้

1. สอนให้นักเรียนเข้าใจในความหมายและประเภทของการแก้ปัญหา

2. สอนให้นักเรียนเข้าใจในเทคนิคการแก้ปัญหาแบบขั้นตอนเดียว และฝึกให้นักเรียนใช้เทคนิคดังกล่าว ได้แก่ การคิดถอยหลัง การทำปัญหาให้ง่ายลง การพิจารณาปัญหาโดยรวม การสร้างตารางหรือกราฟ การสร้างแบบจำลอง เป็นต้น

3. สอนให้นักเรียนเข้าใจในขั้นตอนการแก้ปัญหาแบบหลายขั้นและฝึกให้ใช้ขั้นตอนดังกล่าวแก้ปัญหา ได้แก่ สำรวจปัญหา ระบุปัญหา หาแนวทางที่หลากหลาย เลือกทางที่คิดว่าดีที่สุด ออกแบบวิธีการและขั้นตอนในการแก้ปัญหา เลือกการออกแบบที่ดีที่สุดมาใช้ รวบรวมผลและตีความการแก้ปัญหา และประเมินผลการแก้ปัญหา

จากแนวการจัดการเรียนการสอนดังกล่าว สรุปว่า การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์นั้นควรจัดบรรยากาศที่เอื้อต่อการแก้ปัญหา มีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนได้ฝึกคิดแก้ปัญหาด้วยตนเอง โดยฝึกจากปัญหาง่ายๆ ไปสู่ปัญหาที่ซับซ้อนขึ้น

2.5 ปัจจัยที่มีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหา

ความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นทักษะที่ต้องมีการฝึกฝนอยู่เสมอ บุคคลที่ประสบปัญหาต่างๆ แล้วสามารถหาแนวทางในการแก้ปัญหาสำเร็จลุล่วงไปได้ย่อมประสบความสำเร็จและยังนำ

ความรู้และประสบการณ์ที่ได้รับไปแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ได้ ซึ่งปัจจัยที่มีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหา มีดังนี้

Morgan (1978: 154-155) สรุปว่าความสามารถในการแก้ปัญหาของแต่ละบุคคลขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ ดังนี้

1. สติปัญญา โดยผู้มีปัญญาดีสามารถคิดแก้ปัญหาได้ดี
2. แรงจูงใจในการทำให้เกิดแนวทางในการแก้ปัญหา
3. ความพร้อมที่จะแก้ปัญหาใหม่ๆ โดยทันทีทันใดจากประสบการณ์ที่มีมาก่อน
4. การเลือกวิธีแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม

Maker และ Wallace (2004; อ้างถึงในอุษณีย์ อนุรุทธ์วงศ์, 2548: 98-99) กล่าวถึงปัจจัยที่มีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหา ดังนี้

1. ญาณปัญญา (intuition) เป็นความสามารถในการคิดอย่างรวดเร็ว รวมถึงการรับรู้ที่เกิดจากภายใน
2. ความจำ (memory) เป็นระบบสะสมการรับรู้ข้อมูล การเรียนรู้ที่ได้จากประสบการณ์ รวมถึงสิ่งที่ถูกสะสมจนเป็นทักษะ
3. ความคิดสร้างสรรค์ (creativity) เป็นความสามารถทางความคิด พัฒนาความคิด การสร้างสิ่งใหม่
4. เหตุผลและตรรกะ (reasoning and logic) เป็นศักยภาพทางความสามารถของมนุษย์ ที่ถักทอโยงใยความคิดให้เป็นระบบ
5. อภิปัญญา (metacognition) เป็นกระบวนการใช้ปัญญาระดับสูงมาแก้ปัญหา และคิดเกี่ยวกับความคิด เป็นการใช้ความสามารถทางปัญญาทุกด้าน

รุ่งชีวา สุขดี (2531: 35) ได้จำแนกปัจจัยที่มีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาของบุคคล ดังนี้

1. ประสบการณ์ของแต่ละบุคคล หรือความรู้เดิม
2. วุฒิภาวะของสมองและความสามารถทางสติปัญญา
3. สภาพการณ์ที่แตกต่างกัน
4. กิจกรรมและความสนใจของแต่ละบุคคลที่มีต่อปัญหานั้น
5. ความสามารถในการมองเห็นลักษณะร่วมกันของสิ่งเร้าทั้งหมด

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โดยสรุปแล้ว ปัจจัยที่มีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหานั้น มีทั้งปัจจัยที่อยู่ในตัวผู้เรียนเอง ซึ่งเป็นปัจจัยที่สำคัญ ได้แก่ สติปัญญา ความรู้เดิม แรงจูงใจ และวุฒิภาวะของสมอง และปัจจัยภายนอกที่มีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาได้แก่ การจัดกิจกรรมเพื่อสร้างความสนใจ

2.6 ข้อดีและข้อจำกัดของการเรียนรู้แบบแก้ปัญหา

การเรียนรู้แบบแก้ปัญหา มีข้อดีและข้อจำกัดหลายประการ ซึ่งกรมสามัญศึกษา (2542: 61) กล่าวถึงข้อดีและข้อจำกัดของการเรียนรู้แบบแก้ปัญหา ดังนี้

1. ข้อดีของการเรียนรู้แบบแก้ปัญหา
    1. ผู้เรียนได้ฝึกการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม
    2. ผู้เรียนได้ฝึกความรับผิดชอบในงานที่ได้รับมอบหมาย
    3. ผู้เรียนได้ศึกษา ค้นคว้า หรือแสวงหาข้อมูลจากแหล่งต่างๆ
    4. ผู้เรียนได้คิดวิเคราะห์และตัดสินใจอย่างเป็นระบบ
    5. ผู้เรียนมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหา
    6. ผู้เรียนได้แก้ปัญหาด้วยตนเอง
2. ข้อจำกัดในการเรียนรู้แบบแก้ปัญหา
    1. ผู้เรียนต้องมีทักษะการค้นคว้าข้อมูล
    2. ผู้เรียนต้องรู้จักทำงานร่วมกับผู้อื่น
    3. ผู้เรียนต้องกล้าที่จะแสดงความคิดเห็นและยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่น
    4. ไม่ควรใช้การเรียนรู้แบบแก้ปัญหาในทุกเนื้อหาวิชา
    5. ครูผู้สอนควรเตรียมเนื้อหา แหล่งค้นคว้าข้อมูลตลอดจนวัสดุอุปกรณ์ให้พร้อม
    6. ปัญหาที่นำมาให้นักเรียนควรเป็นปัญหาที่น่าสนใจและเป็นประโยชน์ต่อผู้เรียน

2.7 การวัดความสามารถในการแก้ปัญหา

การวัดและประเมินผลเป็นขั้นตอนที่สำคัญในการประเมินความสามารถของผู้เรียน ซึ่ง บุญเชิด ภิญโญอนันต์พงษ์ (อ้างถึงใน กิติยา สีอ่อน, 2541: 59-60) ได้เสนอว่า การวัดและประเมินได้อย่างมีประสิทธิภาพนั้น ต้องคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายของการประเมินให้ชัดเจนที่สุด
2. เลือกเครื่องมือวัดให้สอดคล้องและเหมาะสมกับข้อมูลที่จะวัด
3. ใช้เทคนิคการวัดหลากหลายวิธี
4. ศึกษาจุดเด่น จุดด้อยของเครื่องมือวัดแต่ละชนิด เพื่อให้ใช้ได้ถูกวิธี

5. ระมัดระวังความผิดพลาด ความคลาดเคลื่อนของคะแนนที่อาจเกิดขึ้นจากการวัด ซึ่งอาจเกิดจากธรรมชาติของสิ่งที่วัด คุณภาพของเครื่องมือ ตลอดจนการขาดความชำนาญการ ขาดความเข้าใจของผู้วัด

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546: 13) ได้ได้ระบุพฤติกรรมการแสดงออกของการแก้ปัญหา ดังนี้

1. มีการทำความเข้าใจปัญหา
2. มีการวางแผนแก้ปัญหา
3. มีการลงมือแก้ปัญหาและประเมินผลการแก้ปัญหา
4. มีการตรวจสอบการแก้ปัญหาและนำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้

Mcgriff และคณะ (2000) ได้กำหนดเกณฑ์ในการวัดพฤติกรรมของผู้เรียนตามกระบวนการแก้ปัญหาแต่ละขั้น ดังนี้

1. การระบุสาเหตุของปัญหา มีเกณฑ์ ดังนี้
   1.1 จดจำลักษณะของปัญหาได้
   1.2 ตัดสินใจได้ว่าข้อมูลใดเกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาหรือไม่
   1.3 สรุปองค์ประกอบและเข้าใจที่มาของปัญหาได้
   1.4 จำแนกความแตกต่างของปัญหาในภาพรวมได้
   1.5 จำแนกโครงสร้าง สภาพแวดล้อมทางกายภาพของปัญหาได้
   1.6 อธิบายลักษณะเฉพาะของปัญหาได้
   1.7 กำหนดตัวแปรแทรกซ้อนของปัญหาได้
   1.8 ตัดสินใจแก้ปัญหาได้เมื่อมีข้อมูลพื้นฐานเพียงพอ
   1.9 ระบุข้อมูลที่ต้องการเพิ่มเติมในการแก้ปัญหาได้
   1.10 อธิบายเกี่ยวกับปัญหาได้อย่างชัดเจนและครอบคลุม
2. การระบุแนวทางแก้ปัญหา มีเกณฑ์ ดังนี้
   2.1 ระบุวิธีแก้ปัญหาหลายๆ แบบ ที่สอดคล้องกับเป้าหมายที่กำหนด
   2.2 ออกแบบการแก้ปัญหาจากการจัดการส่วนประกอบ แยกแยะตัวแปรที่เป็นสาเหตุที่แท้จริงของปัญหาได้
   2.3 ตัดสินใจได้หากมีข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการแก้ปัญหาเกิดขึ้น
   2.4 ประเมินสถานการณ์ที่จะเกิดขึ้นต่อไปได้
3. การตั้งสมมติฐาน มีเกณฑ์ ดังนี้
   3.1 กำหนดและประเมินข้อจำกัดที่เกิดขึ้นได้
   3.2 ระบุปัจจัยที่ส่งเสริมการแก้ปัญหาได้

3.3 ตั้งคำถามเกี่ยวกับนิยามจากข้อมูลของตนเองได้

3.4 ประยุกต์สิ่งที่ตนเองประเมินได้เพื่อใช้ในการแก้ปัญหา

3.5 ใช้ความคิดสร้างสรรค์ในการประเมินข้อจำกัดของสถานการณ์ได้

4. การเลือกแนวทางในการแก้ปัญหา มีเกณฑ์ ดังนี้

4.1 มีการตรวจสอบความเป็นไปได้ของแนวทางที่เลือกไว้

4.2 มีการประเมินสถานการณ์ที่เชื่อถือได้

4.3 มีข้อมูลที่จัดเก็บมาในสถานการณ์ที่ใกล้เคียงกัน

4.4 มีการประเมินความเป็นไปได้ของเหตุการณ์ทั้งทางบวกและทางลบ

4.5 มีการสำรวจทางเลือกที่หลากหลาย

5. การทดสอบสมมติฐานและการสรุปการแก้ปัญหา มีเกณฑ์ ดังนี้

5.1 มีการระบุเหตุผลของแนวทางที่เลือกมาแต่ละวิธี

5.2 ตัดแนวทางที่มีความเป็นไปได้น้อยที่สุด

5.3 วิเคราะห์เหตุผลรองรับการตัดสินใจเลือกแนวทางที่เลือกไว้

5.4 ระบุรายละเอียดของแนวทางนั้น

5.5 ปฏิบัติตามขั้นตอนที่กำหนดไว้

6. การนำแนวทางไปใช้ มีเกณฑ์ ดังนี้

6.1 มีการเปลี่ยนแปลงแนวทางที่สำรองไว้ เมื่อปัญหานั้นไม่ได้รับการแก้ไข

6.2 ตัดสินใจและทบทวนการนำแนวทางแก้ปัญหาไปใช้ในบริบทอื่นๆ

6.3 รวบรวมปัจจัยที่สนับสนุนการแก้ปัญหา

6.4 ตัดสินใจได้เมื่อนำแนวทางการแก้ปัญหาไปใช้กับการแก้ปัญหารูปแบบอื่นๆ

การวัดความสามารถในการแก้ปัญหาเป็นการวัดที่มีลักษณะทางจิตวิทยา ต้องใช้เครื่องมือที่สามารถกระตุ้นให้ผู้เรียนแสดงศักยภาพดังกล่าวออกมา ดังนั้นครูจึงควรวัดและประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทั้งด้านการทดสอบและสังเกตพฤติกรรมเช่นเดียวกับกับการประเมินผลการทดสอบอื่นๆ (Beyer, 1987)

Quellmalz (1985: 32-33) กล่าวว่า การใช้แบบทดสอบแบบเลือกตอบเป็นการวัดทักษะเฉพาะด้าน ไม่สามารถวัดความสามารถในการแก้ปัญหาได้ จึงได้เสนอลักษณะเครื่องมือที่ใช้วัดความสามารถในการแก้ปัญหา ว่าควรมีลักษณะดังนี้

1. ปัญหาที่ควรนำมาใช้ถามควรเป็นปัญหาที่สำคัญและนำมาใช้บ่อยๆ
2. กำหนดปัญหาที่มีทางเลือกหรือวิธีการแก้ปัญหาหลายๆ วิธี
3. กำหนดรูปแบบคำถามที่ให้นักเรียนอธิบายเหตุผลได้

4. กำหนดคำถามให้มีการเชื่อมโยงความคิดและสรุปได้ทั่วๆ ไป

5. วัดทักษะความสามารถในการแก้ปัญหาแบบรวมๆ

สำนักทดสอบทางการศึกษา กรมวิชาการ (2539: 66-74) ได้เสนอเครื่องมือและวิธีการวัดที่จะใช้วัดความสามารถในการแก้ปัญหาไว้ 4 ประเภท ดังนี้

1. การสังเกต การสังเกตเป็นเครื่องมือที่ใช้ในระหว่างการสอนของครู การสังเกตที่มีประสิทธิภาพของครูจะสะท้อนความสามารถในการแก้ปัญหาของผู้เรียน ช่วยให้เห็นการพัฒนาด้านการคิดของผู้เรียนอย่างชัดเจน การสังเกตการณ์แก้ปัญหาของผู้เรียนมี 2 วิธี คือการสังเกตแบบไม่ตั้งใจ ซึ่งจะเกิดขึ้นได้ตลอดเวลา เมื่อผู้สอนมีความใกล้ชิดสนิทสนมกับผู้เรียน เช่นเวลาที่ผู้เรียนตอบคำถาม หรือในการทำงานผู้เรียนใช้กระบวนการแก้ปัญหาอย่างไร ผู้สอนต้องบันทึกพฤติกรรมของผู้เรียนไว้เป็นข้อมูลในการพิจารณาความสามารถในการแก้ปัญหาของผู้เรียนต่อไป ส่วนการสังเกตอีกประเภทหนึ่ง คือ การสังเกตแบบตั้งใจ เป็นการสังเกตและบันทึกข้อมูลอย่างเป็นระบบ มีการจัดทำรายการพฤติกรรมและแบบฟอร์มการสังเกตไว้ล่วงหน้า ซึ่งจะช่วยให้สังเกตได้ตรงตามรายการพฤติกรรมที่ต้องการวัดให้มากขึ้น

2. การประเมินตนเอง การประเมินตนเอง หมายถึง การให้ผู้เรียนได้ประเมินตนเอง ว่ามีพฤติกรรมในเรื่องการแก้ปัญหาอย่างไร เมื่อพบปัญหาใดปัญหาหนึ่ง หรือการร่วมคิดแก้ปัญหาร่วมกับกลุ่ม โดยผู้เรียนอาจเขียนความก้าวหน้าของตนเองในการแก้ปัญหาในแต่ละขั้นตอนของการแก้ปัญหา ซึ่งการประเมินตนเองนี้จะสะท้อนให้เห็นการพัฒนากระบวนการแก้ปัญหาของแต่ละคน

3. แบบสำรวจรายการ เป็นเครื่องมือที่ผู้สอนสร้างขึ้น เพื่อใช้ประเมินพฤติกรรมของผู้เรียนในการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการเก็บข้อมูลที่เป็นกระบวนการหรือวิธีการที่มีการแบ่งแยกการกระทำหรือการแสดงออกต่างๆ ไว้อย่างชัดเจน แบบสำรวจรายการนี้สามารถใช้ในการประเมินการแสดงออกของผู้เรียนในการบวนการแก้ปัญห้าเป็นอย่างดี

4. แบบทดสอบข้อเขียน การทดสอบข้อเขียนเป็นการสะท้อนให้เห็นถึงความสามารถในการแก้ปัญหาของผู้เรียนว่าเป็นอย่างไร ผู้สอนต้องกำหนดสถานการณ์ที่เป็นปัญหาให้ผู้เรียนได้แก้ปัญหา โดยให้ผู้เรียนอธิบายในแต่ละขั้นตอนของการแก้ปัญหา มีการกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนในแต่ละขั้นตอน ตั้งแต่ขั้นแรกจนถึงขั้นสุดท้าย ว่าจะให้ขั้นตอนละกี่คะแนน

จากแนวคิดเกี่ยวกับการวัดและประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยได้ใช้เป็นแนวทางในการกำหนดและออกแบบเครื่องมือในการสอบความสามารถในการแก้ปัญหา ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้พัฒนาแบบสอบที่เป็นข้อสอบแบบอัตนัย โดยกำหนดสถานการณ์ที่เป็นปัญหาให้ผู้เรียนได้แก้ปัญหา และกำหนดเกณฑ์ในการให้คะแนน (รายละเอียดปรากฏในภาคผนวก ข)

3 งานวิจัยเกี่ยวข้อง

3.1 งานวิจัยในประเทศ

งานวิจัยที่ในประเทศมีดังนี้

จันทร์พร พรหมมาศ (2537: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลการใช้วงจรการเรียนรู้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีผลต่อสัมฤทธิ์ผลและพฤติกรรมการเรียนของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น พบว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีพฤติกรรมการเรียนรู้ขั้นสำรวจอยู่ในขั้นปรับปรุง ขั้นการสร้างมโนทัศน์อยู่ในขั้นพอใช้ และขั้นนำมโนทัศน์ไปใช้อยู่ในระดับพอใช้ โดยนักเรียนกลุ่มความสามารถทางการเรียนสูงมีพฤติกรรมทุกขั้นดีกว่ากลุ่มความสามารถทางการเรียนต่ำ กลุ่มทดลองมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุม ยกเว้นนักเรียนกลุ่มต่ำในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีมโนทัศน์ไม่แตกต่างกัน

ประกาศิต จันทศ (2537: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลการสอนวิชาเคมี เรื่องตารางธาตุด้วยวงจรการเรียนรู้ประยุกต์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองแตกต่างจากกลุ่มที่สอนตามคาบปกติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 การแจกแจงระดับพัฒนาการทางสติปัญญาก่อนเรียนและหลังเรียนไม่แตกต่างกัน และเจตคติต่อการสอนอยู่ในระดับดี

สุนีย์ เหมะประสิทธิ์ (2540: 108-110) ได้ศึกษาจากการจัดหลักสูตรวิทยาศาสตร์และมิติสัมพันธ์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ในโครงการส่งเสริมศักยภาพของนักเรียน ในโรงเรียนกรุงเทพมหานคร โดยจัดหลักสูตรแบบบูรณาการที่ใช้การเล่นเชิงวิชาการเป็นฐานของการเรียนรู้ ใช้ขั้นตอนการสอนแบบ 5E มีจุดประสงค์เพื่อพัฒนาให้นักเรียนมีเจตคติทางบวกต่อวิชาวิทยาศาสตร์ มีเจตคติและค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความรู้ทางวิทยาศาสตร์ควบคู่ไปกับการพัฒนาทักษะทางสังคมและจริยธรรม โดยจัดเป็นหลักสูตรที่ใช้สอนในชั้นเรียนกับหลักสูตรเสริมในศูนย์วิทยาการและศูนย์เพื่อนเด็ก จากการติดตามสอบถามครูผู้ใช้แผนการสอนพบว่าได้ผลเป็นที่น่าพอใจ นักเรียนสนใจและมีความกระตือรือร้นที่จะเรียนวิทยาศาสตร์มากขึ้น

กิตติชัย สุทธาสิโนบล (2541: 72) ได้ศึกษาผลการใช้เทคนิคการตั้งคำถามของครูที่มีต่อผลสัมฤทธ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และพฤติกรรมกลุ่มของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และพฤติกรรมการปฏิบัติงานกลุ่มของกลุ่มทดลองที่ใช้ขั้นตอนของกลุ่มทดลองที่ใช้ขั้นตอนการสอนแบบ 5E สูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ได้รับการสอนตามปกติ

เปรมจิตร บุญสาย (254: 369-379) ได้ศึกษาการใช้วงจรการเรียนรู้แบบ 5E สอนบทปฏิบัติการพื้นฐานทางเทคโนโลยีชีวภาพ 5 สาขา 20 บทปฏิบัติการแก่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 พบว่านักเรียนมีผลการเรียนด้านพุทธพิสัย (ความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์) ด้านจิตพิสัย (เจตคติทางวิทยาศาสตร์ คุณลักษณะทั่วไป คุณลักษณะเพื่อพัฒนาอาชีพ คุณลักษณะเพื่อพัฒนาสังคม และคุณลักษณะเพื่อพัฒนาสุขภาพ) และด้านทักษะพิสัย (ทักษะปฏิบัติการทดลอง) ภายหลังการทดลองสอนสูงกว่าก่อนทดลองสอน และนักเรียนกลุ่มทดลองมีผลการเรียนทุกด้านดังกล่าวสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้หลักสูตรเดิมของ สสวท.

วัฒนา จิรธนสมบัติ (2542: 75) ได้ศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เพื่อพัฒนาศักยภาพของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้แผนการสอนแบบ 5E พบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 ที่กำหนดไว้ และนักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียนและสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 ที่กำหนดไว้ยกเว้นทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ และนักเรียนยังมีพฤติกรรมการปฏิบัติงานทางด้านวิชาการและทางด้านทักษะทางสังคมสูงกว่าร้อยละ 80

ทิฐินันท์ เฟื่องฟู (2542: 72) ได้ศึกษาการออกแบบลำดับขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบ 5E ในการทำวิจัยเชิงปฏิบัติการเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนแบบรวมชั้นในกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตเรื่องสสารและความร้อนสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5-6 พบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลักเรียนไม่แตกต่างกับกลุ่มที่ได้รับการสอนตามปกติ นักเรียนยังมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนแบบรวมชั้นและมีทักษะทางสังคมดีขึ้น

วิชาญ เลิศลพ (2543: 113-114) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลการเรียนรู้โดยวิธีจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบวงจรการเรียนรู้แบบ 5E รูปแบบ สสวท. และรูปแบบการผสมผสานระหว่างวงจรการเรียนรู้แบบ 5E กับสสวท. ในวิชาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิคอย่างง่าย สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มวงจรการเรียนรู้และกลุ่มผสมผสานระหว่างวงจรการเรียนรู้กับ สสวท. สูงกว่ากลุ่ม สสวท. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ความสามารถในการแก้ปัญหาของทั้ง 3 กลุ่มไม่แตกต่างกัน ความคงทนในการเรียนรู้ของกลุ่มวงจรการเรียนรู้จาก สสวท. สูงกว่ากลุ่ม สสวท. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ของกลุ่มวงจรการเรียนรู้ และกลุ่มผสมผสานระหว่างวงจรการเรียนรู้กับ สสวท. สูงกว่ากลุ่ม สสวท. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546: 3-9) ได้ศึกษาพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาความคิดระดับสูงวิชาชีพชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายระยะที่ 1 ในภาคเรียน

ที่ 1 ปีการศึกษา 2544 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียน ใช้ครูสอน 5 คน คละนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำ คละกัน ระยะเวลาทดลอง 4 สัปดาห์ 12 คาบเรียน โดยใช้ขั้นตอนการสอนแบบ 5E พบว่าครูส่วนมากจะดำเนินการใจขั้นตอนการสร้างความสนใจ ขั้นการสำรวจค้นหา และขั้นการอธิบายและลงข้อสรุป ส่วนขั้นการขยายความรู้และขั้นการประเมินผล ครูดำเนินการน้อยมาก บทบาทส่วนใหญ่ยังอยู่ที่ครู คำถามส่วนมายังเป็นด้านความจำความเข้าใจ และใช้วิธีสอนแบบแก้ปัญหาโดยอ้อม นักเรียนได้คิดและปฏิบัติโดยครูคอยให้คำปรึกษาชี้แนะ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนส่วนมากอยู่ในระดับการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นเชิงระบบอย่างมีเหตุผล รองลงมาพัฒนาขึ้นเป็นระดับการคาดคะเนหรือคาดเดาอย่างสมเหตุสมผล ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนลดลง ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ส่วนมากอยู่ในระดับการระดมความคิดและสูงขึ้นกว่าก่อนเรียน และจากการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนพบว่านักเรียนส่วนมาเขียนตอบสั้น ๆ ไม่ชัดเจน ไม่ครบประเด็น ไม่อธิบายบริบท ไม่เชื่อมโยงข้อมูลกับความรู้เดิมหรือหลักการทางวิทยาศาสตร์ ไม่ค่อยให้เหตุผล ขาดความรู้พื้นฐานและการเรียบเรียงคำบรรยายสับสน ข้อเสนอแนะคิดควรเตรียมความพร้อมให้ครูมากกว่านี้ ควรจัดเตรียมสื่อวัสดุอุปกรณ์ให้พร้อมและควรสอดแทรกทักษะการคิด และกระบวนการคิดในกระบวนการเรียนการสอน

ดำเนิน ยาท้วม (2548) ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์เรื่อง สารและสมบัติของสาร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยวงจรการเรียนรู้ วงจรการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อนอภิปัญญา และวักจักรการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อนและความตระหนักรู้ในอภิปัญญา โดยจัดการเรียนรู้ออกเป็น 3 กลุ่ม เก็บรวบรวมข้อมูลด้วยแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา ผลการวิจัยพบว่า รูปแบบการเรียนรู้ด้วยวงจรการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อนและความตระหนักรู้ อภิปัญญา มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาวิทยาศาสตร์สูงที่สุด

เยาวลักษณ์ ชื่นอารมณ์ (2549) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวงจรการเรียนรู้ 5E โดยใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน สอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวงจรการเรียนรู้ 5E ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์หลังการเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมวงจรการเรียนรู้ 5E สูงขึ้งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

จากการศึกษางานวิจัยภายในประเทศที่เกี่ยวข้องกับการใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ พบว่า งานวิจัยใช้วงจรการเรียนรู้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่เป็นการวิจัยเชิงทดลอง เพื่อศึกษาเปรียบเทียบคุณลักษณะของผู้เรียนที่เกิดขึ้นจากการเรียนการ

สอนวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ พฤติกรรมการเรียนของนักเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ พฤติกรรมกลุ่มของนักเรียน เจตคติทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการคิดวิจารณญาณ ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ เป็นต้น ซึ่งผลการวิจัยส่วนใหญ่ พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้วงจรการเรียนรู้มีคะแนนเฉลี่ยคุณลักษณะต่างๆ สูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติ และสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

3.2 งานวิจัยต่างประเทศ

งานวิจัยที่เกี่ยวของต่างประเทศ มีดังนี้

Campbell (1978: 3903A) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาเปรียบเทียบการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วงจรการเรียนรู้กับการสอนแบบปกติ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาที่เรียนวิชาฟิสิกส์ จำนวน 55 คน โดยทดลองสอน จำนวน 10 บทเรียน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้วงจรการเรียนรู้มีเจตคติทางบวกต่อการปฏิบัติการทดลองและได้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติ

Purser และ Renner (1983, 85) ได้ทำการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบผลของการสอนโดยใช้วงจรการเรียนรู้กับการสอนแบบบอกให้รู้ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 9 และเกรด 10 ที่เลือกเรียนวิชาชีววิทยา จำนวน 68 และ 67 คน ตามลำดับ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่มีขั้นปฏิบัติการคิดรูปธรรมและขั้นปฏิบัติการคิดกึ่งนามธรรมที่เรียนโดยใช้วงจรการเรียนรู้มีผลสัมฤทธิ์ด้านเนื้อหาสูงกว่านักเรียนที่เรียนแบบบอกให้รู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และการใช้วงจรการเรียนรู้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ช่วยส่งเสริมพัฒนาการทางสติปัญญาของนักเรียนมากกว่าการสอนแบบบอกให้รู้

Saunders และ Shepardson (1987: 39) ได้ทำการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบผลของการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วงจรการเรียนรู้กับการสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นการบรรยายและอภิปราย กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 6 จำนวน 115 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้วงจรการเรียนรู้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการให้เหตุผลสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยเน้นการบรรยายและอภิปราย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และนักเรียนที่เรียนโดยใช้วงจรการเรียนรู้และมีขั้นปฏิบัติการคิดแบบรูปธรรม ได้พัฒนาไปสู่ขั้นปฏิบัติการคิดแบบกึ่งนามธรรมคิดเป็นร้อยละมากกว่านักเรียนที่เรียนแบบบรรยายและอภิปราย

Backe (1993: 199A) ศึกษาผลการใช้วงจรการเรียนรู้ BSCS กับนักเรียนเกรด 7 ในชนบทรัฐแคนซัส 3 โรงเรียน โดยให้สืบเสาะหาความรู้ร่วมกันในแต่ละโมเดลแล้วนำมาแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี พบว่ากลุ่มทดลองมีเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุมที่เรียนตามวิธีปกติ แต่เจตคติของชายและหญิงของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมทั้งก่อนเรียนและหลักเรียนไม่แตกต่างกัน

Forawi (1996: 1082A) ศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนวิชาชีววิทยานักเรียน 320 คน โดยครู 8 คน จัดนักเรียนเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 สอนด้วยวิธีตามปกติ กลุ่มที่ 2 สอนด้วยการสืบเสาะความรู้ กลุ่มที่ 3 สอนด้วยการสืบเสาะหาความรู้ที่ใช้ตำราเรียน BSCS ใช้เวลา 4 เดือน ใช้วีดิทัศน์ช่วยในการสังเกตพฤติกรรม พบว่ากลุ่มที่ 2 มีความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ความรู้ด้านวิธีการทางวิทยาศาสตร์ และกระบวนการสรุปเนื้อหาเป็นหนึ่งเดียว สูงกว่ากลุ่มที่ 1

Blake (1996: 4713A) ศึกษาเปรียบเทียบการใช้วงจรการเรียนรู้ BSCS ที่ใช้ครูกับนักเรียนเป็นศูนย์กลางกับที่ใช้นักเรียนเป็นศูนย์กลาง สอนวิชาวิทยาศาสตร์นักเรียนเกรด 6 ในเขตชนบทเมืองชิคาโก พบว่าครูสามารถจัดความเหมาะสมของกิจกรรมได้ทั้ง 2 กลุ่ม ครูสามารถวัดความเชื่อเนื้อหา และการจับคู่กับสถานการณ์จริงได้ สามารถจัดตารางกิจกรรมและการแก้ปัญหาได้อย่างอิสระ และครูสามารถฝึกจนรู้ว่าจะจัดการเรียนการสอนอย่างไรด้วยตนเอง

Trowbridge (1996: 631A) ศึกษาการใช้วงจรการเรียนรู้ BSCS สอนวิชาชีววิทยานักเรียนเกรด 12 ประเทศเม็กซิโก โดยให้นักเรียนสร้างแผนที่ความคิดรวบยอด เพื่อดูแนวโน้มการปฏิรูปการศึกษาวิทยาศาสตร์ด้านการเรียนรู้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคิดรวบยอดของหลักการทางวิทยาศาสตร์ ความเข้าใจประเด็นทางวิทยาศาสตร์ในบทความหนังสือพิมพ์ และการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์หลักฐานที่เป็นจุดประสงค์ส่วนบุคคลและสังคม โดยใช้ข้อมูลทางประวัติศาสตร์ สิ่งแวดล้อม แหล่งธรรมชาติ และผลกระทบทางสังคมประกอบการพิจารณา เพื่อตอบคำถาม การแปลความหมายการพัฒนาแบบการเรียนรู้ การเรียนการสอน และระดับของการเรียนรู้ พบว่าความคิดรวบยอดอยู่ในเกณฑ์ดี แต่ทักษะกระบวนการใช้วิชาเคมีและวิทยาศาสตร์กายภาพยังอยู่ในระดับต่ำ

Ikred (1996: 1361A) ศึกษาเปรียบเทียบการใช้วงจรการเรียนรู้ BSCS แบบบูรณาการเนื้อหาชีววิทยาเรื่องการหายใจ การจัดกลุ่มสิ่งมีชีวิต ระบบนิเวศของทะเล และกิจกรรมโครงงาน กลุ่มทดลองเป็นนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายรัฐมิชิแกน 46 คน พบว่า กลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ด้านเนื้อหา กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุม

Senneca (1998: 3895A) ได้ใช้วงจรการเรียนรู้ที่ประกอบด้วย การคิดเลียบแบบการวางแผน แผนที่ความคิด เป็นแบบฝึกความคิดรวบยอดแก่นักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ โดยค่อย ๆ เปลี่ยนวิธีการเรียน วิธีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง การค้นพบ และการสืบสอบ พบว่ากลุ่มทดลองสามารถประยุกต์ยุทธศาสตร์ที่ส่งผลต่อการสร้างความรู้เนื้อหาวิชา เปลี่ยนความเชื่อในวิชาวิทยาศาสตร์และเปลี่ยนความเชื่อในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์

Merkel (1998: 1448A) ศึกษาความคิดเห็นของครูวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนประถมศึกษารัฐแคลิฟอร์เนีย ที่นำวงจรการเรียนรู้ไปสอนวิชาวิทยาศาสตร์เป็นเวลา 2 ปี พบว่าครูเกิดการเปลี่ยนแนวคิดและสามารถปรับตัวให้เข้ากับสถานการณ์ได้ ครูเปลี่ยนพฤติกรรมการสอนและเปลี่ยนแนวคิดเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ และครูมีความต้องการหลักสูตรสำเร็จรูปน้อยกว่าหลักสูตรที่เปลี่ยนแปลงความคิด

Lee (1998: 3072A) ศึกษาการใช้วงจรการเรียนรู้สอนการปฏิบัติการชีววิทยาแก่นักเรียนเกรด 12 ในมหาวิทยาลัยไอโอวารัฐแคนซัส โดยให้ปฏิบัติการใน 3 สถานการณ์บนฐานของการใช้เหตุผลคือสภาพทางสังคม การเรียนรู้ร่วมกัน และบทบาทในการเรียนรู้ด้วยตนเอง วัดการพัฒนาความคิดรวบยอดตอนเริ่มต้น ตอนกลาง และตอนสุดท้าย พบว่าสิ่งที่มีผลต่อความคิดรวบยอดได้แก่ เนื้อหาวิชา ผู้เรียน ครู และสภาพแวดล้อมในการเรียน

Tien (1999: 2951A) ได้ใช้วงจรการเรียนรู้ MORE (Model Observe Reflect Explain) ทดลองสอนวิชาเคมีแก่นักศึกษามหาวิทยาลัยแคลิฟอร์เนีย โดยให้ทำโครงงานปฏิบัติการทดลอง ซึ่งประกอบด้วย การสำรวจตรวจสอบความคิดรวบยอดโดยการสืบสวนสอบสวนด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการอภิปัญญา และการค้นพบ พบว่ากลุ่มทดลองมีเจตคติต่อวิชาเคมี ความคิดรวบยอดวิชาเคมี ทักษะการสืบสวนสอบสวน และความเชื่อด้านการปฏิบัติการด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุม

Hill (2000) ศึกษาการใช้วงจรการเรียนรู้สอนปฏิบัติการเคมีเพื่อชีวิต สิ่งแวดล้อม และวิทยาศาสตร์สุขภาพ แก่นักเรียนเกรด 7 และเกรด 8 โดยใช้วีดิทัศน์ ภาพเคลื่อนไหว และภาพเลียนแบบ อาศัยกิจกรรมทำงานร่วมกันอย่างกระฉับกระเฉงและการสืบสอบโดยครูเป็นผู้อำนวยความสะดวก พบว่านักเรียนสามารถพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดอย่างมีวิจารณญาณได้ดี

McCoy (2001: 218A) ศึกษาการใช้วงจรการเรียนรู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์แก่นักเรียนมัธยมศึกษารัฐอริโซนา ที่เรียนอ่อนโดนใช้ฐานข้อมูลที่นักเรียนเลือกหัวข้อเรื่องเอง พบว่าผลการ

เรียนของนักเรียนสูงขึ้น ฐานข้อมูลสนับสนุนการเรียนรู้รายบุคคลได้ดี นักเรียนสามารถสะท้อนผลลัพธ์ด้วยการเขียนรายงานการวิจัยได้ดี และมีความคงทนในการเรียนรู้

Billings (2001: 89A) ศึกษาการใช้วงจรการเรียนรู้สอนวิชาฟิสิกส์แก่นักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายรัฐมิชิแกน จำนวน 28 คน พบว่านักเรียนร้อยละ 75 สนุกสนานในกิจกรรมการเรียน นักเรียนร้อยละ 10 รู้สึกธรรมดาในกิจกรรมการเรียน นักเรียนร้อยละ 32 มีความรู้สึกที่ดีขึ้นต่อกิจกรรมการเรียน นักเรียนร้อยละ 66 เห็นด้วยกับวิธีสอน และนักเรียนร้อยละ 85 มีระดับความสามารถเพิ่มขึ้น

Somer (2005: 30) ที่ได้ใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E ในการสอนสิ่งแวดล้อมศึกษา เรื่อง พืชชายฝั่งของรัฐหลุยส์เซียน่า สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 7 และเกรด 8 จำนวน 155 คน ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

จากการศึกษางานวิจัยภายในประเทศที่เกี่ยวข้องกับการใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ พบว่า งานวิจัยใช้วงจรการเรียนรู้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่เป็นการวิจัยเชิงทดลอง เพื่อศึกษาเปรียบเทียบคุณลักษณะของผู้เรียนที่เกิดขึ้นจากการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ พฤติกรรมการเรียนของนักเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการคิดวิจารณญาณ ความคงทนในการเรียนรู้ เป็นต้น ซึ่งผลการวิจัยส่วนใหญ่พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้วงจรการเรียนรู้มีคะแนนเฉลี่ยคุณลักษณะต่างๆ สูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติ และสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง ผลของการใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E ในวิชาฟิสิกส์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-experimental research) มีรูปแบบการวิจัยแบบ Pretest-posttest control group design โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองเรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E และกลุ่มควบคุมเรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติ มีการเก็บข้อมูลทั้งสองกลุ่มก่อนและหลังการทดลอง ดังภาพที่ 5

กลุ่มทดลอง	O_1 —— X —— O_2
กลุ่มควบคุม	O_1 ——~X —— O_2

O_1	หมายถึง	การเก็บข้อมูลก่อนการทดลอง
X	หมายถึง	การสอนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E
~X	หมายถึง	การสอนโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ
O_2	หมายถึง	การเก็บข้อมูลหลังการทดลอง

ภาพที่ 5 รูปแบบการวิจัยแบบ Pretest-posttest control group design

วิธีการดำเนินการวิจัยมีดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การดำเนินการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การวิเคราะห์ข้อมูล
5. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายของโรงเรียนสาธิต สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคการเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2549 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม โดยดำเนินการเลือกกลุ่มตัวอย่างตามลำดับขั้นตอนต่อไปนี้

1. การเลือกโรงเรียน

ผู้วิจัยเลือกโรงเรียนโดยใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง (purposive sampling) มีเกณฑ์ในการคัดเลือกโรงเรียนเป็นกลุ่มตัวอย่างดังนี้

1.1 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐมเป็นโรงเรียนสหศึกษาที่เปิดสอนถึงระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ความสามารถและองค์ประกอบต่างๆ ไม่แตกต่างจากโรงเรียนสาธิตในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษาโดยทั่วไป

1.2 เป็นโรงเรียนที่จัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ของกระทรวงศึกษาธิการ

1.3 ผู้บริหารและคณาจารย์ให้การสนับสนุนและร่วมมือเป็นอย่างดี

1.4 มีนักเรียนเพศชายและเพศหญิงในสัดส่วนใกล้เคียงกัน

2. การเลือกกลุ่มตัวอย่าง

ผู้วิจัยเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง โดยเลือกระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เนื่องจากมีการจัดสาระการเรียนรู้เรื่อง ของไหลในภาคการศึกษาต้น เนื่องจากโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม มีห้องเรียนชั้นละ 2 ห้องเรียน ดังนั้นผู้วิจัยจึงใช้วิธีสุ่มอย่างง่ายด้วยวิธีการจับฉลากเพื่อกำหนดกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 จำนวน 40 คน เป็นกลุ่มทดลอง และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/2 จำนวน 40 คน เป็นกลุ่มควบคุม

2. การสร้างเครื่องมือในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยแบ่งเป็น 2 ประเภท ประกอบด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลและเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ดังนี้

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่

1.1 แผนการจัดการเรียนรู้ฟิสิกส์โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E

1.2 แผนการจัดการเรียนรู้ฟิสิกส์ด้วยวิธีสอนแบบปกติ

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่

1.1 แบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์

1.2 แบบสอบความสามารถในการแก้ปัญหา

รายละเอียดของการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย มีดังนี้

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง คือ แผนการจัดการเรียนรู้ฟิสิกส์ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ แผนการจัดการเรียนรู้ฟิสิกส์โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E และแผนการจัดการเรียนรู้ฟิสิกส์ด้วยวิธีสอนแบบปกติ

ขั้นตอนในการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง มีดังนี้

1. ศึกษาจุดมุ่งหมายของหลักสูตรและขอบข่ายของเนื้อหาฟิสิกส์ เรื่อง ของไหล จากหนังสือ การจัดสาระการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 จัดทำโดยกรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ

2. ศึกษารายละเอียดของเนื้อหาที่จะนำมาสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ จากหนังสือเรียนและคู่มือครูสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 2 ที่จัดทำโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

3. วิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้และกิจกรรมการเรียนการสอนจากคู่มือครูสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 2 เรื่อง ของไหล ที่จัดทำโดยกรมวิชาการ

รายละเอียดการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ มีดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้ฟิสิกส์โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E ผู้วิจัยพัฒนาตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. ศึกษาเอกสาร วารสาร หนังสือและงานวิจัยทั้งในและต่างประเทศ ที่เกี่ยวข้องกับการใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E

2. กำหนดเนื้อหาเรื่องของไหลจากหนังสือเรียนและคู่มือครูสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 2 ซึ่งเหมาะสำหรับการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์

3. เขียนแผนการจัดการเรียนรู้เรื่องของไหล โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E ซึ่งมีทั้งหมด 7 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นทบทวนความรู้เดิม 2) ขั้นสร้างความสนใจ 3) ขั้นสำรวจค้นหา 4) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป 5) ขั้นขยายความรู้ 6) ขั้นประเมินผล และ 7) ขั้นขยายความคิดรวบยอด จำนวนทั้งสิ้น 7 แผนการเรียนรู้ เพื่อใช้ในการทดลอง 7 สัปดาห์รวม 21 คาบเรียน ดังรายละเอียดในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 เนื้อหาและจำนวนคาบในการเรียนการสอนฟิสิกส์ เรื่อง ของไหล

ลำดับ แผนการจัดการเรียนรู้	เรื่อง	เวลา (คาบ)
1	ความหนาแน่นของของเหลว	3
2	ความดันในของเหลว	3
3	กฎของพาสคัลและเครื่องอัดไฮโดรลิก	3
4	แรงลอยตัวของวัตถุในของเหลว	3
5	ความตึงผิวและแรงดึงผิวของของเหลว	3
6	ความหนืดของของเหลว	3
7	หลักการของแบร์นูลลี	3
	รวม	**21**

4. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบและให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในแต่ละขั้นตอนตามรูปแบบการเรียนการสอน 7E แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

5. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน ที่มีความเชี่ยวชาญในด้านการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้วงจรการเรียนรู้ มีผลงานวิจัยเกี่ยวกับการใช้วงจรการเรียนรู้ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และมีประสบการณ์ในการสอนวิทยาศาสตร์มากกว่า 15 ปี (รายนามผู้ทรงคุณวุฒิปรากฏในภาคผนวก ก) ตรวจพิจารณาในด้านความตรงตามจุดประสงค์และความตรงตามเนื้อหาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตลอดจนความเหมาะสมของเนื้อหาที่นำมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาของผู้เรียน

6. แก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ โดยข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ สรุปได้ดังนี้

1) ขั้นสร้างความสนใจ ควรใช้คำถามที่มีความเฉพาะเจาะจง เพื่อให้นักเรียนสามารถเข้าสู่บทเรียนได้อย่างรวดเร็ว ถ้าครูใช้การสาธิตในการสร้างความสนใจ ควรระบุวิธีการหรือขั้นตอนในการสาธิตอย่างชัดเจน เพื่อประโยชน์ในการที่บุคคลอื่นสามารถนำแผนไปใช้ได้ถูกต้อง

2) ขั้นสำรวจค้นหา ควรเพิ่มตัวแปรที่ศึกษาในใบกิจกรรม และระบุจุดประสงค์ของการทำกิจกรรมในใบกิจกรรม การเขียนขั้นตอนในการทำกิจกรรมควรมีลำดับขั้นตอนที่ชัดเจน ให้นักเรียนมีบทบาทชัดเจนและเน้นนักเรียนเป็นผู้กระทำ แทนการเขียนขึ้นต้นด้วยครู เช่น ครูให้นักเรียนทำกิจกรรมในใบกิจกรรม เปลี่ยนเป็น นักเรียนลงมือปฏิบัติกิจกรรมในใบกิจกรรม

3) ขั้นขยายความคิดรวบยอด ควรเพิ่มเติมสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนได้เชื่อมโยงความรู้ในห้องเรียนไปสู่ชีวิตประจำวัน

7. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่แก้ไขเรียบร้อยแล้วไปทดลองใช้ (try out)จำนวน 2 แผน กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม เพื่อหาข้อบกพร่องของแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งข้อบกพร่องที่ต้องปรับแก้ไขคือ การแบ่งช่วงเวลาในแต่ละขั้นของกิจกรรมการเรียนรู้ไม่เหมาะสม ทำให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมในขั้นขยายความคิดรวบยอดไม่ทันในคาบเรียน จึงปรับปรุงช่วงเวลาในขั้นอื่นๆ ให้น้อยลงเหมาะสมกับกิจกรรมที่จัดมากขึ้น จากนั้นนำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแล้วไปใช้ทดลองในการวิจัย

2. แผนการจัดการเรียนรู้ฟิสิกส์ที่จัดการเรียนการสอนแบบปกติ ผู้วิจัยดำเนินการพัฒนาเช่นเดียวกับแผนการจัดการเรียนรู้ฟิสิกส์โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E แต่ขั้นตอนกิจกรรมการเรียนรู้จะมีทั้งหมด 3 ขั้นตอนได้แก่ ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ขั้นกิจกรรมและขั้นสรุป

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย แบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์และแบบสอบความสามารถในการแก้ปัญหา ขั้นตอนในการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง มีดังนี้

1. แบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ เรื่องของไหล ใช้เป็นแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ในการสร้างแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาวิธีการสร้างข้อสอบแบบปรนัย ชนิด 4 ตัวเลือก จากเอกสารและหนังสือที่เกี่ยวข้องกับการวัดและประเมินผลในวิชาวิทยาศาสตร์

2. ศึกษาเอกสาร ตำรา วารสารที่เกี่ยวข้องกับหลักสูตรฟิสิกส์ เพื่อเป็นแนวทางในการวิเคราะห์เนื้อหาและพฤติกรรมที่ต้องการวัด

3. สร้างตารางวิเคราะห์พฤติกรรมที่ต้องการวัด โดยจะวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนทั้งหมด 4 ด้าน ตามแนวคิดของ Klopfer (อ้างถึงใน พิมพันธ์ เดชะคุปต์, 2545: 110) คือความรู้ความจำ ความเข้าใจ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการนำความรู้ไปใช้ โดยใช้น้ำหนักของคะแนนพฤติกรรมที่จะวัดในแต่ละด้าน ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 จำนวนข้อสอบในแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง ของไหล จำแนกตาม เนื้อหาและพฤติกรรมที่ต้องการวัด

พฤติกรรม / หัวข้อ	ความรู้ความจำ	ความเข้าใจ	กระบวนการทางวิทยาศาสตร์	การนำความรู้ ไปใช้	รวม
ความหนาแน่นของของเหลว	1	-	1	2	**4**
ความดันในของเหลว	2	2	3	2	**9**
กฎของพาสคัลและเครื่องอัดไฮโดรลิก	-	3	1	3	**7**
แรงลอยตัวของวัตถุในของเหลว	-	2	1	2	**5**
ความตึงผิวและแรงดึงผิวของของเหลว	-	2	1	3	**6**
ความหนืดของของเหลว	-	-	3	2	**5**
หลักการของแบร์นูลลี	-	1	-	3	**4**
รวม	**3**	**10**	**10**	**17**	**40**
ร้อยละ	**10**	**25**	**25**	**40**	**100**

4. สร้างแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ให้สอดคล้องกับตารางวิเคราะห์เนื้อหา และพฤติกรรมการเรียนรู้ โดยสร้างเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ เกณฑ์การให้คะแนน คือ ถ้าตอบถูกให้ 1 คะแนน ถ้าตอบผิด หรือไม่ตอบ หรือตอบมากกว่า 1 ข้อ ให้ 0 คะแนน

5. นำแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ที่สร้างขึ้นไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจพิจารณาและให้ข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงแก้ไข

6. นำแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ที่ปรับปรุงแก้ไขตาม คำแนะแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาแล้ว ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน ที่มีความเชี่ยวชาญในด้านการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์มากกว่า 20 ปี (รายนามผู้ทรงคุณวุฒิปรากฏในภาคผนวก ก) พิจารณาความตรงเชิงเนื้อหา และความสอดคล้องกับพฤติกรรมการเรียนรู้และความถูกต้องของภาษา แล้วนำมาแก้ไขปรับปรุงตามข้อเสนอแนะ โดยสรุปข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิได้ ดังนี้

1) การใช้ภาษามีสิ่งที่ควรปรับ ได้แก่ ภาษาที่ใช้ในข้อคำถามควรเป็นภาษาเขียนทั้งหมด เช่น ความดันเลือด ควรแก้เป็น ความดันโลหิต การใช้ประโยคที่มีความกระชับ เช่น ตะกั่วมีความหนาแน่นเป็น 11.3 เท่าของน้ำเมื่อมีปริมาตรเท่ากัน ควรแก้เป็น ตะกั่วมีความหนาแน่นเป็น 11.3 เท่าของน้ำ การใช้ทศนิยมควรใช้ให้เหมือนกันทั้งฉบับ

2) ความถูกต้องของเนื้อหา มีสิ่งที่ควรปรับ คือ การสร้างสถานการณ์ใดๆ ควรคำนึงถึงสิ่งที่เป็นไปได้จริง เช่น การกล่าวถึงเรื่องแรงลอยตัวของนักกระโดดร่ม

3) ควรใช้รูปภาพประกอบเพื่อป้องกันความสับสนของผู้เรียน เช่นข้อ 7 เป็นต้น

4) การกำหนดตัวลวง ควรกำหนดตัวลวงที่นักเรียนมีโอกาสตอบ ไม่ให้ข้อที่ถูกเด่นชัดจนเกินไป เช่นข้อ 1 เป็นต้น

7. นำแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 40 คน ภาคการเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2549 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม ที่ไม่ใช่กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ซึ่งเรียนเรื่องของไหลจบแล้ว นำคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบมาวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบทดสอบ โดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์แบบสอบ (TAP) เพื่อหาค่าความเที่ยง ใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน ได้ค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.87 และผลการวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อด้วยโปรแกรมดังกล่าว เพื่อหาความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) พบว่าแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ทั้ง 40 ข้อ มีค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกอยู่ในเกณฑ์ที่ใช้ได้ คือ มีค่าความยากง่ายอยู่ในช่วง 0.27-0.77 และมีค่าอำนาจจำแนก อยู่ในช่วง 0.20-0.94 (รายละเอียดปรากฏในภาคผนวก ง)

2. แบบสอบความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นแบบสอบความสามารถในการแก้ปัญหาก่อนเรียนและหลังเรียน ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยดำเนินการตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยทั้งในและต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหา

2. ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวกับวิธีการสร้างแบบสอบความสามารถในการแก้ปัญหาและวิธีการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหา

3. กำหนดลักษณะของแบบสอบความสามารถในการแก้ปัญหาให้เป็นแบบอัตนัย โดยมีสถานการณ์ให้นักเรียนอ่านแล้วตอบคำถาม ซึ่งเกณฑ์การให้คะแนนแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหา

ขั้นตอน	ระดับคะแนน		
	2	**1**	**0**
1. การระบุปัญหา	ระบุปัญหาได้ถูกต้อง ตรงประเด็นสอดคล้องกับเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ เรื่อง ของไหล	ระบุปัญหาได้ตรงประเด็นแต่ไม่สอดคล้องกับเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ เรื่อง ของไหล	ระบุปัญหาผิดหรือไม่ระบุปัญหา
2. วิเคราะห์สาเหตุของปัญหา	ระบุสาเหตุของปัญหาได้ตรงประเด็นสอดคล้องกับเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ เรื่อง ของไหล ตั้งแต่ 2 ข้อขึ้นไป และเลือกสาเหตุที่สำคัญที่สุดได้	ระบุสาเหตุของปัญหาได้ตรงประเด็นหรือมีความใกล้เคียง สอดคล้องกับเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ เรื่อง ของไหลเพียง 1 ข้อ และเลือกสาเหตุที่สำคัญที่สุดได้	ระบุสาเหตุผิดหรือไม่ระบุปัญหา หรือเลือกสาเหตุของปัญหาที่สำคัญที่สุดผิด
3. เสนอวิธีการแก้ปัญหา	นำเสนอวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ สอดคล้องกับเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ เรื่อง ของไหล	นำเสนอวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ แต่ไม่สอดคล้องกับเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ เรื่อง ของไหล	ไม่ระบุวิธีแก้ปัญหาหรือนำเสนอวิธีแก้ปัญหาที่เป็นไปไม่ได้
4. การตรวจสอบผลการแก้ปัญหา	วิเคราะห์ผลได้ตรงประเด็นกับวิธีการแก้ปัญหา พร้อมมีเหตุผลประกอบ	วิเคราะห์ผลได้ใกล้เคียงกับวิธีการแก้ปัญหา พร้อมมีเหตุผลประกอบ	วิเคราะห์ผลไม่ถูกต้องหรือไม่ตอบ

3. นำแบบสอบความสามารถในการแก้ปัญหาที่สร้างขึ้นไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ตรวจพิจารณาความเหมาะสมของเกณฑ์การประเมิน พร้อมกับให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแก้ไข

4. นำแบบสอบความสามารถในการแก้ปัญหาที่ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาแล้ว ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน ที่มีความเชี่ยวชาญในด้านการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มากกว่า 20 ปีและมีผลงานวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา (รายนามผู้ทรงคุณวุฒิปรากฏในภาคผนวก ก) พิจารณาความเหมาะสมของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา ความสอดคล้องของข้อคำถามกับนิยามเชิงปฏิบัติการ ความ

เหมาะสมของเกณฑ์การประเมินและความถูกต้องของภาษา พร้อมทั้งให้เข้อเสนอแนะในปรับปรุงแก้ไข

5. นำข้อมูลที่รวบรวมได้จากข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิมาปรับปรุงแก้ไข ซึ่งข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ สรุปได้ดังนี้

1) การกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริคส์ ควรครอบคลุมพฤติกรรมและความสามารถของผู้เรียน ตลอดจนวัดความสามารถของผู้เรียนได้จริง

2) ควรเพิ่มเติมข้อคำถามว่า มีแนวคิดหรือวิธีการอื่นๆ ที่ไม่ต้องใช้วิธีการทางฟิสิกส์บ้างหรือไม่ อย่างไร

3) ข้อมูลในสถานการณ์ที่ 2 อาจไม่เพียงพอสำหรับการใช้เพื่อแก้ปัญหา ควรเพิ่มข้อมูลที่สำคัญให้กับนักเรียน เช่น ขนาดของท่อน้ำ เป็นต้น

6. นำแบบสอบความสามารถในการแก้ปัญหาที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 40 คน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2549 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม ที่ไม่ใช่กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ซึ่งเรียนเรื่องของไหลจบแล้ว

7. นำแบบสอบความสามารถในการแก้ปัญหามาตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนด แล้วนำคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบมาหาค่าความเที่ยงของแบบทดสอบโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS ได้ค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.63 และผลการวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อด้วยสูตรของ Whitney และ Sabers (อ้างถึงใน พร้อมพรรณ อุดมสิน, 2544: 147-148) เพื่อหาความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) พบว่าแบบสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทั้ง 2 ข้อ มีค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกอยู่ในเกณฑ์ที่ใช้ได้ คือ มีค่าความยากง่าย 0.38 และ0.46 และมีค่าอำนาจจำแนก 0.46 และ 0.67 (รายละเอียดปรากฏในภาคผนวก ง)

3. การดำเนินการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยดำเนินการทดลองกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม โดยมีขั้นตอนในการเก็บรวบรวมข้อมูลดังนี้

1 ขั้นเตรียมนักเรียนก่อนจะดำเนินการสอน

1) ทดสอบนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมก่อนเรียน โดยใช้แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ เรื่อง ของไหล และแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา จากการทดสอบก่อนเรียนได้คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ของกลุ่มควบคุมเท่ากับ 17.08 คะแนน กลุ่มทดลองเท่ากับ 17.95 คะแนน และคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาของ

นักเรียนกลุ่มควบคุมเท่ากับ 7.33 คะแนน กลุ่มทดลองเท่ากับ 7.63 คะแนน เมื่อนำคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์และคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาของทั้งสองกลุ่มมาทดสอบค่าที (t-test) ผลปรากฏว่า คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าสถิติทดสอบที (t-test) ของคะแนนทดสอบก่อนเรียนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์และความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E และนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติ

ค่าสถิติ / แบบสอบ	กลุ่มทดลอง		กลุ่มควบคุม		t-test
	$\overline{X}$	S.D.	$\overline{X}$	S.D.	
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	17.95	3.05	17.08	2.81	1.34
ความสามารถในการแก้ปัญหา	7.63	0.90	7.33	0.99	1.42

*P<0.05

2) แนะนำวิธีการเรียนพร้อมทั้งแจ้งจุดประสงค์ในการเรียนและเงื่อนไขในการเรียนให้กลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองทราบ

2 ขั้นดำเนินการทดลอง

ผู้วิจัยดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ฟิสิกส์โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E กับกลุ่มทดลอง และดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ฟิสิกส์ที่จัดการเรียนการสอนแบบปกติกับกลุ่มควบคุม โดยใช้เวลาในการเรียนทั้งสิ้น 7 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 คาบ คาบละ 50 นาทีทั้งสองกลุ่ม โดยเริ่มสอนสัปดาห์แรก วันที่ 2 สิงหาคม 2549 สิ้นสุดวันที่ 26 กันยายน 2549 ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนปฏิบัติการทดลองตามใบกิจกรรมที่สร้างขึ้น และในขณะดำเนินการสอนผู้วิจัยมีการปรับเปลี่ยน ปรับปรุงกระบวนการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับผู้เรียนอยู่เสมอ ดังต่อไปนี้

1) ในขั้นทบทวนความรู้เดิม ผู้วิจัยใช้คำถามเพื่อทบทวนความรู้เดิมในเรื่องที่จะเรียนและเพิ่มเติมโดยให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนในบางครั้ง

2) ขั้นกระตุ้นความสนใจ ผู้วิจัยให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมนำเข้าสู่บทเรียนด้วยตนเอง เช่น การเจาะขวดน้ำเพื่อให้น้ำพุ่งไปได้ไกลสุด การทำให้ไข่ลอยอยู่ตรงกึ่งกลางน้ำเกลือ เป็นต้น

3) ขั้นสำรวจค้นหา ผู้วิจัยให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมที่ระบุในใบกิจกรรม โดยให้นักเรียนออกแบบการทดลองเอง ร่วมกันคิดและอภิปรายกลุ่ม รูปแบบการทดลองของนักเรียนแต่ละกลุ่มจึงแตกต่างกัน

4) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป ผู้วิจัยให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทดลอง นำเสนอผลการทดลองหน้าชั้นเรียน อภิปรายร่วมกันถึงผลการทดลองที่แตกต่างกัน ตลอดจนสรุปความรู้ร่วมกัน เนื่องจากผลการทดลองของนักเรียนแต่ละกลุ่มมีความหลากหลาย ในขั้นการลงข้อสรุปนักเรียนได้เรียนรู้ในการทดลองที่ใช้ตัวแปรที่ศึกษาแตกต่างกันแต่ให้ผลการทดลองที่ใกล้เคียงกัน

5) ขั้นขยายความรู้ ในขั้นขยายความรู้นั้นผู้วิจัยจะสร้างสถานการณ์ให้นักเรียนได้แก้ปัญหา ผู้วิจัยพบว่านักเรียนมีความตื่นเต้นและสนใจเป็นพิเศษ เนื่องจากกิจกรรมในขั้นขยายความรู้ไม่มีอยู่ในบทเรียน

6) ขั้นขยายความคิดรวบยอด ในขั้นขยายความคิดรวบยอด ผู้วิจัยเพิ่มเติมกิจกรรมเข้าไปโดยการบรรยายและอภิปราย เพื่อเติมเต็มความรู้ให้แก่นักเรียน

7) ขั้นประเมินผล ผู้วิจัยประเมินผลจากการทำกิจกรรมในใบกิจกกรม สังเกตการทำกิจกรรม และแบบฝึกหัด มีบางกิจกรรมที่ผู้วิจัยให้นักเรียนเป็นผู้ร่วมประเมินผล เช่น การแข่งขันการทำเครื่องบิน เป็นต้น

เมื่อดำเนินการเรียนการสอนครบตามจำนวนที่กำหนดไว้ ผู้วิจัยดำเนินการทดสอบนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมโดยใช้แบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ เรื่อง ของไหล และแบบสอบความสามารถในการแก้ปัญหาโดยใช้เวลา 90 นาที

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้จากเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมาวิเคราะห์ทางสถิติ โดยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติ ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ค่าเฉลี่ยร้อยละ ($\overline{X}_{ร้อยละ}$) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

หาค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ค่าเฉลี่ยร้อยละ ($\overline{X}_{ร้อยละ}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทั้งก่อนและหลังการทดลอง ของนักเรียนกลุ่มทดลอง โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS แล้วประเมินผลโดยนำค่าเฉลี่ยร้อยละเทียบกับเกณฑ์ของกรมวิชาการ ดังปรากฏในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 เกณฑ์การประเมินของกรมวิชาการ

ช่วงคะแนนเป็นร้อยละ	ความหมาย
80-100	มีความสามารถอยู่ในระดับดีมาก
70-79	มีความสามารถอยู่ในระดับดี
60-69	มีความสามารถอยู่ในระดับปานกลาง
50-59	มีความสามารถอยู่ในระดับผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำที่สุดที่กำหนดไว้
0-49	มีความสามารถอยู่ในระดับต่ำกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำ

ที่มา: กระทรวงศึกษาธิการ, 2525: 158

2. การทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยด้วยสถิติทดสอบค่าที (t-test)

1) ทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมหลังการทดลอง ด้วยสถิติทดสอบค่าที(t-test) ประเภท independent t-test โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS

2) ทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนกลุ่มทดลองระหว่างก่อนและหลังการทดลอง ด้วยสถิติทดสอบค่าที (t-test) ประเภท dependent t-test โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS

5. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

การวิเคราะห์คุณภาพของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาซึ่งเป็นข้อสอบแบบอัตนัย ใช้สถิติหาค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนก ของ Whitney และ Sabers (อ้างถึงใน พร้อมพรรณ อุดมสิน, 2544: 147-148) ดังนี้

1. ค่าความยากง่าย $(p) = \dfrac{(S_h + S_l) - n_t(X_{\min})}{n_t(X_{\max} - X_{\min})}$

2. ค่าอำนาจจำแนก $(r) = \dfrac{S_h - S_l}{n_h(X_{\max} - X_{\min})}$

เมื่อ p คือ ค่าความยากง่ายของข้อสอบ

S_h คือ ผลรวม fx ของคะแนนกลุ่มสูง

S_l คือ ผลรวม fx ของคะแนนกลุ่มต่ำ

$X_{\max}$ คือ คะแนนสูงสุดที่ได้

$X_{\min}$ คือคะแนนต่ำสุดที่ได้

n_t คือจำนวนคนกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำรวมกัน

n_h คือจำนวนคนในกลุ่มสูง

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเรื่อง ผลของการใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E ในวิชาฟิสิกส์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย มีการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล แบ่งออกเป็น 2 ตอน ดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ค่าทางสถิติคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ค่าทางสถิติคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหา

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ค่าทางสถิติคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์

จากการวิเคราะห์คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์หลังเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E ซึ่งมีคะแนนเต็มเท่ากับ 40 ปรากฏผลดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าเฉลี่ยร้อยละ ($\overline{X}_{ร้อยละ}$) ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E

ค่าสถิติ / กลุ่มตัวอย่าง	ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)	ค่าเฉลี่ยร้อยละ ($\overline{X}_{ร้อยละ}$)
นักเรียนทั้งกลุ่ม	34.30	1.32	85.75
นักเรียนกลุ่มอ่อน	33.25	0.72	83.12
นักเรียนกลุ่มเก่ง	35.35	0.87	88.37

จากตารางที่ 7 พบว่ากลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์หลังการเรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E เท่ากับ 85.75 คะแนน ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือร้อยละ 80 และจัดอยู่ในเกณฑ์ที่มีความสามารถระดับดีมาก และเมื่อจำแนกนักเรียนเป็นกลุ่มอ่อนและกลุ่มเก่งพบว่า คะแนนเฉลี่ยร้อยละของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์หลังการเรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E จัดอยู่ในเกณฑ์ที่มีความสามารถระดับดีมากเช่นกัน ซึ่งได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละเท่ากับ 83.12 คะแนนและ 88.37 คะแนน ตามลำดับ

จากการวิเคราะห์คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์หลังการทดลองของนักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E และนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติ ปรากฏผลดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าสถิติทดสอบที (t-test) ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E และนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติ

ค่าสถิติ / กลุ่มตัวอย่าง	ก่อนทดลอง			หลังทดลอง		
	$\overline{X}$	S.D.	t-test	$\overline{X}$	S.D.	t-test
กลุ่มทดลอง	17.95	3.05	1.34	34.30	1.32	6.76*
กลุ่มควบคุม	17.08	2.81		31.95	1.75	

*P<0.05

จากตารางที่ 8 พบว่า ก่อนการทดลองคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และภายหลังการทดลองพบว่าคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E สูงกว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิตที่ระดับ 0.05

จากการวิเคราะห์คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์หลังการทดลองของนักเรียนโดยจำแนกเป็นกลุ่มอ่อนและกลุ่มเก่งที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E และนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติ ปรากฏผลดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าสถิติทดสอบที (t-test) ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียนกลุ่มอ่อนและกลุ่มเก่งที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E และนักเรียนกลุ่มอ่อนและกลุ่มเก่งที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติ

กลุ่มตัวอย่าง / ค่าสถิติ		ก่อนทดลอง			หลังทดลอง		
		$\overline{X}$	S.D.	t-test	$\overline{X}$	S.D.	t-test
นักเรียนกลุ่มอ่อน	กลุ่มทดลอง	15.40	1.73	2.51	33.25	0.72	21.70*
	กลุ่มควบคุม	14.90	1.02		30.40	0.82	
นักเรียนกลุ่มเก่ง	กลุ่มทดลอง	20.50	1.54	3.14	35.35	0.87	16.90*
	กลุ่มควบคุม	19.25	2.23		33.50	0.76	

*P<0.05

จากตารางที่ 9 เมื่อจำแนกนักเรียนเป็นกลุ่มอ่อนและกลุ่มเก่งของทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม พบว่า ก่อนการทดลองคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ของกลุ่มอ่อนทดลองและกลุ่มอ่อนควบคุม และกลุ่มเก่งทดลองและกลุ่มเก่งควบคุมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และภายหลังการทดลองพบว่าคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียนทั้งกลุ่มอ่อนและกลุ่มเก่งที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E สูงกว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

นอกจากนี้ เมื่อนำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียนกลุ่มอ่อนและกลุ่มเก่งที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E มาวิเคราะห์ค่าทางสถิติ ปรากฏผลดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าสถิติทดสอบที (t-test) ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียนกลุ่มอ่อนและกลุ่มเก่งที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E

ค่าสถิติ / กลุ่มตัวอย่าง	ก่อนทดลอง		หลังทดลอง		ค่าสถิติทดสอบที
	$\overline{X}$	S.D.	$\overline{X}$	S.D.	(t-test)
นักเรียนกลุ่มอ่อน	15.40	1.73	33.25	0.72	67.53*
นักเรียนกลุ่มเก่ง	20.50	1.54	35.35	0.87	81.71*

*P<0.05

จากตารางที่ 10 พบว่า หลังการทดลองคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียนกลุ่มอ่อนและกลุ่มเก่งที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E สูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ค่าทางสถิติคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหา

จากการวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E ซึ่งมีคะแนนเต็มเท่ากับ 16 คะแนน ปรากฏผลดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11 ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ค่าเฉลี่ยร้อยละ ($\overline{X}_{ร้อยละ}$) ของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E

ค่าสถิติ / กลุ่มตัวอย่าง	ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)	ค่าเฉลี่ยร้อยละ ($\overline{X}_{ร้อยละ}$)
นักเรียนทั้งกลุ่ม	12.10	0.87	75.63
นักเรียนกลุ่มอ่อน	11.45	0.69	71.56
นักเรียนกลุ่มเก่ง	12.75	0.44	79.68

จากตารางที่ 11 พบว่ากลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละของความสามารถในการแก้ปัญหาหลังการเรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E เท่ากับ 75.63 คะแนน ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือร้อยละ 70 และจัดอยู่ในเกณฑ์ที่มีความสามารถระดับดี นอกจากนี้เมื่อจำแนกนักเรียนเป็นกลุ่มอ่อนและกลุ่มเก่งพบว่า คะแนนเฉลี่ยร้อยละของความสามารถในการแก้ปัญหาหลังการเรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E จัดอยู่ในเกณฑ์ที่มีความสามารถระดับดีเช่นกัน ซึ่งได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละเท่ากับ 71.56 คะแนนและ 79.68 คะแนน ตามลำดับ

จากการวิเคราะห์คะแนนความสามรถในการแก้ปัญหาหลังการทดลองของนักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E และนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติ ปรากฏผลดังตารางที่ 12

ตารางที่ 12 ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าสถิติทดสอบที (t-test) ของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาหลังการทดลองของนักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E และนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติ

ค่าสถิติ / กลุ่มตัวอย่าง	ก่อนทดลอง			หลังทดลอง		
	$\overline{X}$	S.D.	t-test	$\overline{X}$	S.D.	t-test
กลุ่มทดลอง	7.63	0.90	1.42	12.10	0.87	8.07*
กลุ่มควบคุม	7.33	0.99		10.40	1.00	

*P<0.05

จากตารางที่ 12 พบว่า ก่อนการทดลองคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และภายหลังการทดลองพบว่าคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E สูงกว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิตที่ระดับ 0.05

จากการวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาหลังการทดลองของนักเรียนโดยจำแนกเป็นกลุ่มอ่อนและกลุ่มเก่งที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E และนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติ ปรากฏผลดังตารางที่ 13

ตารางที่ 13 ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าสถิติทดสอบที (t-test)ของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนกลุ่มอ่อนและกลุ่มเก่งที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E และนักเรียนกลุ่มอ่อนและกลุ่มเก่งที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติ

กลุ่มตัวอย่าง	ค่าสถิติ	ก่อนทดลอง			หลังทดลอง		
		$\overline{X}$	S.D.	t-test	$\overline{X}$	S.D.	t-test
นักเรียนกลุ่มอ่อน	กลุ่มทดลอง	6.90	0.55	3.55	11.45	0.69	19.61*
	กลุ่มควบคุม	6.50	0.61		9.65	0.49	
นักเรียนกลุ่มเก่ง	กลุ่มทดลอง	8.35	0.48	2.18	12.75	0.44	11.96*
	กลุ่มควบคุม	8.15	0.49		11.15	0.81	

*P<0.05

จากตารางที่ 13 เมื่อจำแนกนักเรียนเป็นกลุ่มอ่อนและกลุ่มเก่งของทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม พบว่า ก่อนการทดลองคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาของกลุ่มอ่อนทดลองและกลุ่มอ่อนควบคุม และกลุ่มเก่งทดลองและกลุ่มเก่งควบคุมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และภายหลังการทดลองพบว่าคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนทั้งกลุ่มอ่อนและกลุ่มเก่งที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E สูงกว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิตที่ระดับ 0.05

นอกจากนี้ เมื่อนำคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E มาวิเคราะห์ค่าทางสถิติ ปรากฏผลดังตารางที่ 14

ตารางที่ 14 ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$)ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าสถิติทดสอบที (t-test) ของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E

กลุ่มตัวอย่าง	ค่าสถิติ	ก่อนทดลอง		หลังทดลอง		ค่าสถิติทดสอบที
		$\overline{X}$	S.D.	$\overline{X}$	S.D.	(t-test)
นักเรียนทั้งกลุ่ม		7.63	0.90	12.10	0.87	31.25*
นักเรียนกลุ่มอ่อน		6.90	0.55	11.45	0.69	39.86*
นักเรียนกลุ่มเก่ง		8.35	0.48	12.75	0.44	39.14*

*P<0.05

จากตารางที่ 14 พบว่า หลังการทดลองคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E สูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และเมื่อจำแนกนักเรียนเป็นกลุ่มอ่อนและกลุ่มเก่ง พบว่าคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เช่นกัน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อธิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง ผลของการใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E ในวิชาฟิสิกส์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์หลังการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E 2) ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาหลังการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E 3) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ระหว่างกลุ่มที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E และกลุ่มที่เรียนแบบปกติ 4) เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาระหว่างก่อนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอน 7E ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายโรงเรียนสาธิต สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2549 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม จำนวน 2 ห้องเรียน ห้องเรียนละ 40 คน โดยกำหนดเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ซึ่งกลุ่มทดลองเรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E และกลุ่มควบคุมเรียนด้วยวิธีสอบแบบปกติ ทั้งสองกลุ่มได้รับการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้เรื่องของไหล โดยใช้เวลา 7 สัปดาห์ๆ ละ 3 คาบ รวม 21 คาบ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมี 2 ชุดคือ 1) เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E และแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ 2) เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบสอบความสามารถในการแก้ปัญหา การดำเนินการวิจัย ผู้วิจัยจัดการเรียนการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นทั้งในลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม เป็นเวลา 7 สัปดาห์เท่ากัน และเก็บรวบรวมข้อมูลโดยวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทั้งก่อนและหลังการทดลอง แล้วนำข้อมูลที่ได้ มาวิเคราะห์ด้วยสถิติค่าเฉลี่ย($\overline{X}$) ค่าเฉลี่ยร้อยละ ($\overline{X}_{ร้อยละ}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D) และสถิติทดสอบค่าที (t – test)

สรุปผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์ข้อมูลการวิจัยเพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์

ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E กับกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติ สรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1. นักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือร้อยละ 70
2. นักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละของความสามารถในการแก้ปัญหา สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือร้อยละ 70
3. นักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E มีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์สูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05
4. นักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E มีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

อภิปรายผลการวิจัย

การอภิปรายผลการวิจัยจากการใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E ในการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์ แบ่งเป็น 2 ประเด็น คือ 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ และ 2) ความสามารถในการแก้ปัญหา ซึ่งได้อภิปรายตามลำดับ ดังนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์

ผลการวิจัย พบว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E มีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือร้อยละ 70 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ 1 และนักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E มีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์สูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ 3 โดยสอดคล้องกับงานวิจัยของ Somer (2005:30) ที่ได้ใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E ในการสอนสิ่งแวดล้อมศึกษา สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 นอกจากนี้ยังพบว่าในการใช้วงจรการเรียนรู้แบบ 5E ในการจัดการเรียนการสอน สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนให้สูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Forawi (1996: 1082A) Blake (1996: 4713A) Ikred (1996: 1361A) จันทร์พร พรหมมาศ (2537) ประกาศิต จันทศ (2537) สุนีย์ เหมะประสิทธิ์ (2540: 108-110) กิตติชัย สุทธาสิโนบล (2541: 72) เปรมจิตร บุญสาย (2541: 369-379) สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2548:19) สาวิตรี เครือใหญ่ (2548: 94) และเยาวลักษณ์ ชื่นอารมณ์

(2549) โดยเฉพาะงานวิจัยของดำเนิน ยาท้วม (2548 : 101) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมี เรื่อง สารและสมบัติของสาร และความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยวงจรการเรียนรู้ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยวงจรการเรียนรู้มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์คือ 77.65 คะแนน และคะแนนเฉลี่ยร้อยละของความสามารถในการแก้ปัญหาคือ 76.07 คะแนน สอดคล้องกับงานวิจัยของวิชาญ เลิศลพ (2543: 97-100) ที่ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์เรื่อง การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิคอย่างง่าย และความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยวงจรการเรียนรู้ ผลการวิจัยพบว่า หลังการเรียน นักเรียนที่เรียนด้วยวงจรการเรียนรู้มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ คือ 65.12 คะแนน และคะแนนเฉลี่ยร้อยละของความสามารถในการแก้ปัญหาคือ 43.66 คะแนน ซึ่งสูงกว่าก่อนเรียน นอกจากนี้ในการนำวงจรการเรียนรู้รูปแบบอื่นๆ ไปพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนนั้น ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้วงจรการเรียนรู้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ Campbell (1978: 3903A) Purser และ Renner (1983, 85) และ Saunders และ Shepardson (1987: 39) ที่พบว่าการจัดการเรียนการสอนโดยใช้วงจรการเรียนรู้มีผลทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้น

จากผลการวิจัยที่ใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E ซึ่งประกอบด้วย 7 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นทบทวนความรู้เดิม 2) ขั้นสร้างความสนใจ 3) ขั้นสำรวจค้นหา 4) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป 5) ขั้นขยายความรู้ 6) ขั้นประเมินผล และ 7) ขั้นขยายความคิดรวบยอด สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนให้สูงขึ้นได้ ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องจากรูปแบบการเรียนการสอน 7E มีขั้นตอนที่เป็นจุดเน้นสำคัญ ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ ดังนี้

ในขั้นทบทวนความรู้เดิม นักเรียนได้มีการทบทวนความรู้เดิมก่อนการเริ่มต้นการเรียนการสอนในแต่ละกิจกรรม โดยครูถามคำถามเพื่อให้นักเรียนได้อภิปรายและแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับมโนทัศน์ที่จะเรียน และมีการทดสอบความรู้ของนักเรียนก่อนเรียน การทบทวนความรู้เดิมทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงประสบการณ์ใหม่เข้ากับประสบการณ์เดิม แล้วนำไปสู่การตรวจสอบความขัดแย้งของข้อมูลใหม่กับความเข้าใจที่มีอยู่เดิม โดยใช้ความรู้เดิมเป็นพื้นฐาน ทำให้เกิดการปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางสติปัญญาให้สอดคล้องกับความรู้เดิมที่มีอยู่ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Hassard (อ้างถึงใน Hemmerich et al., 1994: 16) ที่สรุปได้ว่า การทบทวนความรู้เดิม ทำให้เกิดการปรับเปลี่ยนหรือขยายโครงสร้างความรู้ ซึ่งเกิดจากผู้เรียนได้เชื่อมโยงมโนทัศน์ใหม่เข้ากับความรู้และประสบการณ์เดิมที่มีอยู่ และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Osman และ Hannafin (1994: 5-6) ที่พบว่า การทบทวนความรู้เดิมมีความความสัมพันธ์กับคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และสอดคล้องกับงานวิจัยของ คม ทองพูล (2540: 62-65) ที่พบว่า นักเรียนที่ได้รับการทบทวนความรู้

เดิมด้วยกิจกรรมที่เน้นการคิดเลขในใจและคิดเลขเร็วอย่างสม่ำเสมอ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยไม่ได้มีการทบทวนความรู้เดิม

ในขั้นสำรวจค้นหา และขั้นอธิบายและลงข้อสรุป นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง โดยครูจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้กำหนดปัญหา ออกแบบการทดลอง ดำเนินการสำรวจตรวจสอบ เช่น สังเกต วัดและทดลอง รวบรวมข้อมูล แล้วสรุปความรู้ด้วยตนเองและอภิปรายผลการทดลองสร้างความรู้ด้วยตนเอง รูปแบบกิจกรรมดังกล่าวทำให้นักเรียนได้สร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยมีการตรวจสอบความขัดแย้งระหว่างข้อมูลใหม่กับความเข้าใจที่มีอยู่เดิม แล้วเกิดการปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญา จนทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและเกิดการรับรู้ความรู้นั้นอย่างมีความหมาย และเก็บเป็นข้อมูลในสมองได้อย่างยาวนาน ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Martin และคณะ (1994: 43) ที่สรุปว่า การสนับสนุนให้นักเรียนสามารถเรียนรู้และสร้างความรู้ด้วยตนเองช่วยทำให้นักเรียนมีความเข้าใจที่ลึกซึ้งขึ้น

ในขั้นขยายความรู้ ครูกำหนดสถานการณ์ให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรมไปแก้ปัญหา การที่นักเรียนได้ฝึกแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ๆ ทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจที่ลึกซึ้งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Slavin (1994: 247) ที่สรุปว่า การถ่ายโยงการเรียนรู้มีความสำคัญและเกี่ยวข้องกับการเรียนการสอน นักเรียนจะสามารถถ่ายโยงสิ่งที่เรียนในห้องเรียนไปใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์จริงได้นั้น นักเรียนต้องใช้ความรู้ที่เรียนมาแล้วขยายหรือถ่ายโยงไปแก้ปัญหาที่นักเรียนประสบอยู่

จากขั้นตอนที่เป็นจุดเน้นสำคัญของรูปแบบการเรียนการสอน 7E ดังกล่าวข้างต้น จึงมีผลทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์หลังการเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดและสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งสอดคล้องกับสมมิฐานที่ตั้งไว้

2. ความสามารถในการแก้ปัญหา

ผลการวิจัย พบว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E มีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือร้อยละ 70 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ 2 และนักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E มีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ 4 โดยสอดคล้องกับงานวิจัยของ Hill (2000) ที่ศึกษาการใช้วงจรการเรียนรู้แบบ 5E สอนปฏิบัติการเคมีเพื่อชีวิต สิ่งแวดล้อม และวิทยาศาสตร์สุขภาพ แก่นักเรียนเกรด 7 และเกรด 8 ผลวิจัยพบว่านักเรียนสามารถพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดอย่างมีวิจารณญาณได้ดี

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2548:19) ได้ศึกษาการใช้วงจรการเรียนรู้แบบ 5E เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบ 5E มีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาพัฒนาขึ้นจากระดับเดิม และสอดคล้องกับงานวิจัยของดำเนิน ยาท้วม (2548) ที่ใช้วงจรการเรียนรู้ร่วมกับเมตาคอคนิชัน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาสูงขึ้น

จากผลการวิจัยที่ใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E ซึ่งประกอบด้วย 7 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นทบทวนความรู้เดิม 2) ขั้นสร้างความสนใจ 3) ขั้นสำรวจค้นหา 4) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป 5) ขั้นขยายความรู้ 6) ขั้นประเมินผล และ 7) ขั้นขยายความคิดรวบยอด สามารถพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนให้สูงขึ้นได้ ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องจากรูปแบบการเรียนการสอน 7E มีขั้นตอนที่เป็นจุดเน้นสำคัญ ที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหา ดังนี้

ในขั้นสำรวจค้นหาและขั้นอธิบายและลงข้อสรุป ครูออกแบบกิจกรรมให้นักเรียนได้ฝึกตั้งปัญหา ออกแบบการทดลอง รวมรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล นำเสนอข้อมูลและสรุปผล ซึ่งขั้นตอนเหล่านี้เป็นกระบวนการแก้ปัญหาที่นักเรียนได้ปฏิบัติด้วยตัวของนักเรียนเอง นักเรียนได้สร้างความรู้ด้วยตนเองตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ซึ่ง Slavin (1994: 224-225) กล่าวโดยสรุปว่า แนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เป็นกระบวนการพัฒนาทางสติปัญญาที่ผู้เรียนมีบทบาทในการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยพยายามค้นพบความรู้จากการตรวจสอบข้อมูลที่ขัดแย้งกับความรู้เดิม กระบวนการสร้างความรู้เป็นไปอย่างต่อเนื่องทั้งการดูดซึมและการปรับขยายข้อมูลกลายเป็นความรู้ใหม่ที่มีความซับซ้อนขึ้น ดังนั้นเมื่อนักเรียนได้สร้างความรู้ด้วยตนเอง จึงมีส่วนช่วยให้ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนสูงขึ้น

ในขั้นขยายความรู้ ครูกำหนดสถานการณ์ให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรมไปแก้ปัญหา นักเรียนได้ฝึกใช้กระบวนการแก้ปัญหาที่ประกอบด้วยขั้นตอน คือ การระบุปัญหา การวิเคราะห์ปัญหา การเสนอวิธีการแก้ปัญหา และการตรวจสอบผลการแก้ปัญหา ทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในความรู้นั้นและมีความชำนาญในการแก้ปัญหามากขึ้น และในขณะที่นักเรียนได้ฝึกแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ๆ นั้น นักเรียนอาจเกิดปัญหาใหม่ที่ขัดแย้งกับความรู้ที่นักเรียนสร้างขึ้น นำไปสู่การสำรวจ ตรวจสอบและแก้ปัญหานั้นต่อไป เป็นวงจรการเรียนรู้ที่ไม่มีที่สิ้นสุด สอดคล้องกับแนวคิดของ Eisenkraft (2003: 58) ที่ว่า การขยายความรู้เป็นการให้โอกาสนักเรียนในการประยุกต์ใช้ความรู้ไปแก้ปัญหาสถานการณ์ใหม่ๆ รวมถึงการเกิดคำถามใหม่ แล้วตั้งสมมติฐานเพื่อหาคำตอบ

จากขั้นตอนที่เป็นจุดเน้นสำคัญของรูปแบบการเรียนการสอน 7E ดังกล่าวข้างต้น จึงมีผลทำให้ความสามารถในการแก้ปัญหาหลังการเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดและสูงกว่าก่อนทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งสอดคล้องกับสมมิฐานที่ตั้งไว้

ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยพบว่าการใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E ในการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์ สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนได้ดีกว่าการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบปกติ ผู้วิจัยจึงมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

จากการดำเนินการวิจัยและผลการวิจัยที่พบในครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะจากการวิจัย ดังนี้

1.1 ข้อเสนอแนะสำหรับสถาบันที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาวิทยาศาสตร์

สถาบันที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาวิทยาศาสตร์ ควรเพิ่มรูปแบบการเรียนการสอน 7E เข้าไปในเอกสารประกอบหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แก่ครูวิทยาศาสตร์ในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน

1.2 ข้อเสนอแนะสำหรับครูวิทยาศาสตร์

ครูวิทยาศาสตร์ควรนำรูปแบบการเรียนการสอน 7E ไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน รูปแบบการเรียนการสอน 7E ไม่ใช่รูปแบบการเรียนการสอนใหม่ คล้ายกับรูปแบบการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบทั่วไปที่มีขั้นนำ ขั้นสอนและขั้นสรุป เพียงแต่เพิ่มขั้นตอนทบทวนความรู้เดิมก่อนขั้นนำเข้าสู่บทเรียน เพิ่มขั้นตอนขยายความรู้เพื่อให้นักเรียนได้นำความรู้ไปแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ๆ และเพิ่มขั้นตอนขยายความคิดรวบยอดเพื่อให้นักเรียนเกิดปัญหาใหม่ การเพิ่มขั้นตอนการสอนในรูปแบบการเรียนการสอน 7E นั้นทำให้ขั้นตอนของการจัดการเรียนการสอนมีความชัดเจนขึ้น มีการเชื่อมโยงประสบการณ์ใหม่เข้ากับประสบการณ์เดิมทำให้นักเรียนเข้าใจอย่างชัดเจนและนักเรียนได้พบปัญหาใหม่ ดังนั้น ครูวิทยาศาสตร์ควรนำรูปแบบการเรียนการสอน 7E ไปประยุกต์ใช้ได้ทั้งในวิชาฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา และวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

จากการดำเนินการวิจัยและผลการวิจัยที่พบในครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป ดังนี้

2.1 ควรมีการศึกษาตัวแปรอื่นๆ ที่นอกเหนือจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหา เนื่องจากในการวิจัยครั้งนี้ พบว่า ระหว่างที่ผู้เรียนลงมือปฏิบัติกิจกรรมตามขั้นตอนของรูปแบบการเรียนการสอน 7E นักเรียนมีความกระตือรือร้นและสนุกสนานในการทำกิจกรรม นักเรียนมีการนำเสนอตัวแปรที่นอกเหนือจากที่กำหนดในใบกิจกรรม นักเรียนมีการใช้กระบวนการกลุ่ม และจากการสอบถามนักเรียนหลังเรียน พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความรู้สึกพอใจกับการเรียนโดยใช้รูปแบบนี้ เพราะรู้สึกว่าตนเองสามารถหาความรู้ได้โดยไม่จำกัดเฉพาะในตำราเรียน สามารถนำความรู้ไปเชื่อมโยงกับเรื่องอื่นๆ ได้ แสดงให้เห็นว่ากระบวนการกลุ่ม ความพึงพอใจ ทักษะปฏิบัติการทดลอง และความสามารถในการขยายความรู้น่าจะมีผลต่อการเรียนของผู้เรียน ซึ่งอาจนำไปเป็นตัวแปรในการศึกษาวิจัยครั้งต่อไปได้

2.2 ควรศึกษาวิจัยการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E กับนักเรียนในระดับชั้นอื่นๆ เนื่องจากการวิจัยครั้งนี้ใช้นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 เป็นกลุ่มตัวอย่าง โดยกิจกรรมที่จัดขึ้นในแผนการจัดการเรียนรู้ในการวิจัยครั้งนี้ จะเน้นให้นักเรียนออกแบบการทดลองด้วยตนเอง หากเป็นนักเรียนในระดับชั้นที่ต่ำกว่ากลุ่มตัวอย่าง อาจจะต้องปรับกิจกรรมให้เหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน นอกจากนี้ครูผู้สอนอาจนำรูปแบบการเรียนการสอน 7E ไปพัฒนาโดยเพิ่มขั้นของการขยายความรู้เพื่อให้การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนมีความชัดเจนมากยิ่งขึ้น เช่น ขั้นขยายความรู้ไปสู่สถานการณ์ใหม่ ขั้นขยายความรู้ไปสู่ความคิดรวบยอดอื่นและขั้นขยายความรู้ไปสู่ชีวิตประจำวัน เป็นต้น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กิตติยา สีอ่อน. 2541. **ผลการสอนในคลินิกโดยใช้แฟ้มสะสมงานการปฏิบัติการพยาบาลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางการพยาบาลของนักเรียนพยาบาล**. วิทยานิพนธ์ปริญญาพยาบาลศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาการพยาบาลศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เกรียงไกร อภัยวงศ์. 2548. **ผลของการเรียนการสอนชีววิทยาโดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัยที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และมโนทัศน์ชีววิทยาของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาการศึกษาวิทยาศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

จักรพงษ์ แพทย์หลักฟ้า. 2542. “การสอนให้รู้จักคิดแก้ปัญหา”. **วารสารศิลปกรรมศาสตร์**. ปีที่ 7 ฉบับที่ 1(มกราคม-มิถุนายน): 47-48.

จันทร์พร พรหมมาศ. 2541. **ผลการใช้วิธีวงจรการเรียนรู้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีต่อสัมฤทธิ์ผลและพฤติกรรมการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น**. วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ดำเนิน ยาท้วม. 2548. **ผลการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ วัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อนอภิปัญญาและวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อนและความตระหนักรู้อภิปัญญา**. ปริญญานิพนธ์ดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ทิศนา แขมมณี. 2545. **ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ**. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ทองสุข คำธนะ. 2538. **ผลของการเรียนการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางการพยาบาลผู้สูงอายุของนักศึกษาพยาบาลวิทยาลัยพยาบาล สังกัดกระทรวงสาธารณสุข**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาการพยาบาลศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ธนาวุฒิ ลาตวงษ์. 2548. **ผลของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ด้วยรูปแบบ เอสเอสซีเอส ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาการศึกษาวิทยาศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ธัญญมล สุริยานิมิตรสุข. 2539. **ผลการสอนพยาบาลผู้คลอดโดยกรณีศึกษาต่อความรู้และการดูแลคุณภาพของการดูแลผู้คลอดของนักศึกษาพยาบาล**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาการพยาบาลศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ประกาศิต จันทศ. 2537. **ผลการสอนวิชาเคมี เรื่องตารางธาตุ ด้วยโมเดลวงจรการเรียนรู้ประยุกต์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการสอนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4**. วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตร์มหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ประยูร บุญใช้. 2544. **การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดประสบการณ์เรียนรู้ผ่านสื่อกลาง เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการคิดแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาของนักศึกษาในสถาบันราชภัฏ**. วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ผ่องศรี เกียรติเลิศนภา. 2536. **การใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักทางการพยาบาล**. ปริญญานิพนธ์ดุษฎีบัณฑิต สาขาการอุดมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

พิมพันธ์ เดชะคุปต์. 2542. “แนวคิดและแนวทางการจัดการเรียนการสอนที่ยึดนักเรียนเป็นศูนย์กลาง” ในจันทร์เพ็ญ เชื้อพานิชและสร้อยสน สกลรักษ์ (บรรณาธิการ). **ประมวลบทความการเรียนการสอนและการวิจัยระดับมัธยมศึกษา**. หน้า 34-43. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และ พเยาว์ ยินดีสุข. 2548. **ทักษะ 5C เพื่อพัฒนาหน่วยการเรียนรู้และการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการ**. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และคณะ. 2549. “คู่มือครูพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูงของนิสิต นักศึกษาระดับปริญญาตรี สำหรับหลักสูตรครุศาสตร์: การบูรณาการทักษะกระบวนการคิดในการเรียนการสอนเนื้อหาสาระ”. **โครงการวิจัย เรื่อง การนำเสนอรูปแบบเสริมสร้างทักษะการคิดขั้นสูงของนิสิตนักศึกษาครู ระดับปริญญาตรี สำหรับหลักสูตรครุศึกษา**. คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พิมพันธ์ เดชะคุปต์. 2545. **พฤติกรรมการสอนวิทยาศาสตร์.** กรุงเทพมหานคร: พัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.).

พรรณี ช. เจนจิต. 2538. **จิตวิทยาการเรียนการสอน**. กรุงเทพมหานคร: อัมรินทร์การพิมพ์.

พร้อมพรรณ อุดมสิน. 2544. **การวัดและการประเมินผลการเรียนการสอนคณิตศาสตร์**. กรุงเทพมหานคร: คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

มนัส บุญประกอบ และ วสันต์ ทองไทย. 2542. “วิธีการแก้ปัญหา”. **พลิกปัญหาเป็นปัญญา**. สถาบันวิจัยพฤติกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทร์วิโรฒ.

มหาวิทยาลัย, ทบวง. 2525. **การพัฒนาหลักสูตรระดับมัธยมศึกษา**. คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์.

มหาวิทยาลัย, ทบวง. 2525. **ชุดการเรียนการสอนสำหรับครูวิทยาศาสตร์ เล่ม 3.** กรุงเทพมหานคร: ทบวงมหาวิทยาลัย.

มังกร ทองสุขดี. 2521. **โครงสร้างการศึกษาวิทยาศาสตร์**. กรุงเทพมหานคร: คุรุสภาลาดพร้าว.

ยุดา รักไทย และ ธนิกานต์ มาฆะศิรานนท์. 2542. **เทคนิคการแก้ปัญหาและตัดสินใจ**. กรุงเทพมหานคร: บริษัท เอ็กซเปอร์เน็ต จำกัด.

ยุวดี ฤาชา. 2536. **การพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมการจัดการเรียนการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักสำหรับอาจารย์พยาบาล**. ปริญญานิพนธ์ดุษฎีบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

เยาวลักษณ์ ชื่นอารมณ์. 2549. **การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวักจักรการเรียนรู้ 5E**. ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ราชบัณฑิตยสถาน. 2546. **พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2542**. กรุงเทพมหานคร: นานมีบุ๊คส์พับลิชั่น จำกัด.

รุ่งชีวา สุขดี. 2531. **การศึกษาผลการฝึกออกแบบการทดลองในการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6**. ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

รับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา,สำนักงาน. 2547. **พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545**. กรุงเทพ : โรงพิมพ์พริกหวานกราฟฟิค.

รศนา อัชชะกิจ. 2535. **กระบวนการแก้ปัญหาและตัดสินใจเชิงวิทยาศาสตร์**. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วิชาการ, กรม. 2546. **การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544**. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

วิชาการ, กรม. 2544. **การปฏิบัติการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนสำคัญที่สุด แนวทางสู่การปฏิบัติ**. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

วิชาการ, กรม. 2539. **การพัฒนากระบวนการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ**. สำนักงานทดสอบทางการศึกษา

วิชาการ, กรม. 2545. **แนวทางการวัดและประเมินผลการเรียน ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544**. กรุงเทพมหานคร: กระทรวงศึกษาธิการ.

วิชาญ เลิศลพ. 2543. **การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้โดยวิธีการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ รูปแบบ สสวท. และรูปแบบผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับ สสวท**. ปริญญานิพนธ์การศึกษาดุษฎีบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

วีรยุทธ วิเชียรโชติ. 2521. **จิตวิทยาการเรียนการสอนแบบสืบสวนสอบสวน**. กรุงเทพมหานคร: อำนวยการพิมพ์.

ศึกษาธิการ,กระทรวง. 2545. **หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544**. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.

ศึกษาธิการ, กระทรวง. สำนักทดสอบทางการศึกษา. 2547. **สรุปผลการประเมินคุณภาพการศึกษาระดับชาติ ปีการศึกษา 2546**. กรุงเทพมหานคร: สำนักทดสอบทางการศึกษา กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ.

สวัสดิ์ จิตต์จนะ. 2535, เมษายน-พฤษภาคม. “แนวคิดการสอนโจทย์ปัญหา”. **สารพัฒนาหลักสูตร**. 11: 75-81.

สามัญศึกษา, กรม. 2542. **ทฤษฎีสู่การปฏิบัติแผนการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง**. อุบลราชธานี: อุบลกิจออฟเซทการพิมพ์.

สายหยุด สมประสงค์. 2523. **ยุทธศาสตร์การคิด**. โครงการส่งเสริมความเป็นเลิศทางวิชาการ. กรุงเทพมหานคร: กรมสามัญศึกษา. เอกสารอัดสำเนา.

สาวิตรี เครือใหญ่. 2548. **การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความคิดวิจารณญาณในสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ด้วยวงจรการเรียนรู้กับการสอนที่เน้นการเรียนแบบร่วมมือ**. ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

สุทธิพร แก้วหนองแสง. 2547. **การวิจัยเชิงปฏิบัติการ: ผลการใช้วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 5E เพื่อพัฒนาความสามารถทางการคิดคำนวณและการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2**. ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

สุนีย์ เหมะประสิทธิ์. 2544, มกราคม. “วัฏจักรการเรียนรู้”. **สารานุกรมศึกษาศาสตร์**. ฉบับที่ 22. กรุงเทพมหานคร:มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

สุปราณี การพึ่งตน. 2542. **ผลการสอนโดยสร้างศรัทธาและโยนิโสมนสิการต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางการพยาบาลของนักศึกษาพยาบาล.** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาการพยาบาลศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุรสิงห์ นิรชร และศิลปชัย บูรณพานิช. 2543. **การเรียนการสอนฟิสิกส์ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ.** ฝ่ายวิชาการและวิจัย คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี,สถาบัน. 2545. **มาตรฐานครูวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี,สถาบัน. 2546.**คู่มือวัดผลประเมินผลวิทยาศาสตร์**. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี,สถาบัน. 2548. **เอกสารประกอบการเผยแพร่ ขยายผลและอบรม รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้**. กรุงเทพมหานคร.

สำราญ วังนุราช. 2542. **การสร้างชุดฝึกอบรมด้วยตนเอง เรื่องการสอนเพื่อพัฒนากระบวนการคิด**. รายงานการวิจัย. กรุงเทพมหานคร: คณะกรรมการวิจัยการศึกษา การศาสนาและวัฒนธรรม กระทรวงศึกษาธิการ. เอกสารอัดสำเนา.

อรรถกร เหล่าศิริหงส์ทอง. 2538. **เอกสารประกอบการสัมมนา โครงการสัมมนาระยะยาว หลักสูตร Mini Master Factory Management**. สำนักบริการวิชาการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. เอกสารอัดสำเนา.

อุดมลักษณ์ นกพึ่งพุ่ม. 2545. **การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกกระบวนการคิดกับการสอนโดยใช้ผังมโนทัศน์**. ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

อุษณีย์ อนุรุทธ์วงศ์. 2548. “สติปัญญาของมนุษย์กับกระบวนการแก้ปัญหา”. **สานปฏิรูป**. 8: 88, สิงหาคม.

ภาษาอังกฤษ

Abraham, M.R., and Renner, J.W. 1986, February. “The sequence of learning cycle activities in high school chemistry.” **Journal of Research in Science Teaching**. 23: 121-143.

Abruscato, J. 1996. **Teaching children science: A discovery approach**. Boston: Allyn and Bacon.

Backe, R.K. 1993. The effect of field-testing a new constructivist-based science/ technology/ society middle school science curriculum on seventh-grade student attitudes toward science in a rural setting. **Dissertation Abstracts International**. 54/08.

Barman, C.R. and Allard, D.W. 1993. **The learning cycle and college science teaching**. [Online] Available from: http://www. Eric.ed.gov/ERICDocs/data/ericdocs2/content_ storage_01/0000000b/80/22/d1/4e.pdf. [2007, February 20]

Billings, R.L. 2001. Assessment of the learning cycle and inquiry-based learning in high school physics education. **Dissertation Abstracts International**. 40/04: 89A.

Blake, R.W. 1996. An enactment of science: A balance among teacher belief, curriculum, and context**. Dissertation Abstracts International**. 56/12.

Bloom, B.S. 1956. **Taxonomy of education objectives: The classification of education goals**. New York: David McKay.

Brourne, L.E., Eksrrands, B.R. and Dominoski, R. 1971. **The psychology of thinking**. New Jersey: Prentice-Hill.

Bybee, R. and Loucks-Horsley, S. 2002, March. "Implementing the national science education standards". **The Science Teacher**, 22-26.

Campbell, T.C. 1978. An evaluation of a learning cycle intervention strategy for enhancing the use of formal operational thought by beginning college physics students .**Dissertation Abstracts International**. 38: 3903A.

Carin, A.A. 1989. **Teaching science through discovery**. Ontario: Macmillan Publishing Company.

Caroll, J.B. 1956. **Language: thought and reality**. Cambridge, Mass: The MIT Press.

Chi, M, and Glaser, R. 1982. **Final report: Knowledge and skill differences in novices and experts**. Pittsburge: University of Pittsburge, Learning Research and Development Center.

De Cote E., Lodewijks, H., Parmentier, R. and Span, P. 1987. **Learning and instruction**. Oxford: Leuven University Press and Pergamon Press.

Dressel, P.L. 1963. **The undergraduate curriculum in higher education**. Washington D.C.: The Center For Applied Research in Education.

Eisenkraft, A. 2003, September. "Expanding the 5E model." **The Science Teacher**. 56-59.

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

Festinger, L. 1988. "The problem in inquiry". **The Science Teacher**. 45: 19-22.

Forawi, S.A. 1996. The effects of the interaction of teacher' understanding of the nature of science, instructional strategy, and textbook on student' understanding of the nature of science. **Dissertation Abstracts International**. 57/03: 1082A.

Gagne', R.M. 1985. **The condition of learning**. New York: Holt, Rinehart and Winston.

Goldstein, J.J. 1949. “Thinking can be learn”. **Educational Leadership**. 6: 233-239.

Guilford, J.P. 1967. **The nature of human intelligence**. New York: McGraw-Hill.

Hemmerich, H., Lim, W. and Neel, K. 1994. **Primetime!: Strategies for lifelong learning in mathematics and science in the middle and high school grades**. Portsmouth, NH: Heinemann.

Henderson, J.G. 1992. **reflective teaching: becoming and inquiring education**. New York: McGraw-Hill.

Hill, J. 2000. **Chemical, the environment, and you: Explorations in science and human health. grade 7-8 NIH curriculum supplement series**. [Online] Available from: http://thailis.uni.net. [2007, January 12]

Ikerd, R. 1996. A comparison of an integrated, project-based unit and a traditional teaching unit in content acquisition and attituditional changes. **Dissertation Abstracts International**. 34/04: 1361A.

Koballa, T.R., Crawley, F.Jr. and Shrigley, R.L. 1990. Problem solving. **Science Education**. 74 (3): 334-351.

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

Lawson, A.E. 1995. **Science teaching and development of thinking**. California: Wadsworth.

Lee, P.H. 1998. Integrating concept mapping and metacognitive methods in a hypermedia environment for learning dcience. **Dissertation Abstracts International**. 58/09: 3405A.

McCoy, B.L. 2001. Web-supported sustained inquiry within a learning cycle in a middle school classroom. **Dissertation Abstracts International**. 6/02: 218A.

Martin, R.E. Jr, Sexton, C., Wagner, K. and Gerlovich, J. 1994. **Teaching science for all children**. Massachusett: Allyn and Bacon.

Mayer, B. and Heidgerken, L.E. 1962. **Introduction to research in nursing**. Philadelphia: J.B. Loppincolt Company.

Mayer, R.E. and Wittrock, M.C. 1996. Problem solving transfer. In D. Berliner & R. Calfee (Eds.). **Handbook of research in Education Psychology**. (pp. 47-62). Washington DC: American Psychological Association.

Mcgriff, J.S. and Others. 2000. **A problem solving assessment instrument**. [Online] Available from: http://www. personal.psu.edu/faculty/s/j/sjm256/portfolio/kbase/Research& Evaluation/ProblemSolving.pdf [2007, January 25]

Merkel, J.B. 1998. Inquiry-oriented science program: New Views on The Implementation Process. **Dissertation Abstracts International**. 59/05: 1448A.

Miami Museum of Science. 2001. **The pH factor**. [Online] Available from: http://www.miamisci.org/ph [2007, January 18]

Mintzes, J.J., Wandersee, J.H. and Novak, J.D. 1997. Meaningful Learning in Science: The Human Constructivist Perspective in Phye, G.D. **Handbook of academic learning: construction of knowledge**. 445-447. Ca: Academics.

Morgan, C.T. 1978. "Thinking and Problem Solving", **A brief introduction to psychology**. 54: 309-316.

Purser, R.K. and Renner, J.W. 1983. Results of two tenth-grade biology teaching procedures. **Science Education**. 67: 85-98.

Quellmalz, E.S. 1985. "Needed: Better methods for testing higher-order thinking skills". **Educational Leadership**. 43: 28-34.

Renner, J.W., Abraham, M.R., and Birnie. H.H. 1985, January. "The importance of the form of student acquisition of data in physics learning cycle". **Journal of Research in Science Teaching**. 22: 303-325.

Saunders, W.L. and Shepardson, D. 1978. A comparison of concrete and formal science instruction upon science achievement and reasoning ability of sixth grade students. **Journal of Research in Science Teaching.** 24: 39-57.

Senneca, F. 1998. **Preservice elementary teacher' conceptions of science and science instruction during a method course using the learning cycle**. **Dissertation Abstracts International**. 58/10: 3895A.

Slavin, R.E. 1994. **Educational psychology theory and practice**. Massachusetts: Allyn and Bacon.

Somers, R.L. 2005. **Putting down roots in environmental literacy: A study of middle school student' participation in Louisiana sea grant's coastal roots project**. [Online] Available from: http:// etd.lsu.edu/docs/available/etd-04142005-104733 /unrestricted/Somers_thesis.pdf. [2006, December 12]

Sund, R.B. and Leslie, W.T. 1976. **Teaching science by inquiry in the secondary school**. Ohio: Charles E. Merril Publishing Company.

Tien, L.T. 1999. Fostering expert inquiry skills beliefs about chemistry through the more laboratory experience. **Dissertation Abstracts International**. 58/09: 2915A.

Trowbridge, J.E. 1996. Guff literacy: A marine science-based model of scientific literacy (gulf of Mexico). **Dissertation Abstracts International**. 57/02: 631A.

Webster. 1994. **Webster's encyclopedic unabridged dictionary of the english language**. USA: Dilithum Press.

Weir, J. J. 1974. Problem solving is everybody' problem. **The Science Teacher**, 41:16-18.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแผนการจัดการเรียนรู้

1. อาจารย์ ดร.จันทร์พร พรหมมาส	อาจารย์มหาวิทยาลัยบูรพา
2. อาจารย์ ดร. ดำเนิน ยาท้วม	อาจารย์โรงเรียนสตรีวิทยา
3. อาจารย์ ดร.วิชาญ เลิศลพ	อาจารย์มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา

1. นายชูศิลป์ อัตชู	รองผู้อำนวยการและหัวหน้าสาขาชีววิทยา สสวท.
2. อาจารย์ ดร.ปรัชญนันท์ นิลสุข	อาจารย์วิทยาลัยเทคนิคสมุทรสงคราม
3. นายไชยยันต์ ศิริโชติ	หัวหน้าสาขาฟิสิกส์ สสวท.

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์นิทัศน์ ฝักเจริญผล	อาจารย์มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม
2. อาจารย์สุรสิงห์ นิรชร	อาจารย์โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์ฝ่ายมัธยม
3. อาจารย์ทองดี แย้มสรวล	อาจารย์โรงเรียนคณะราษฎร์บำรุงปทุมธานี

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

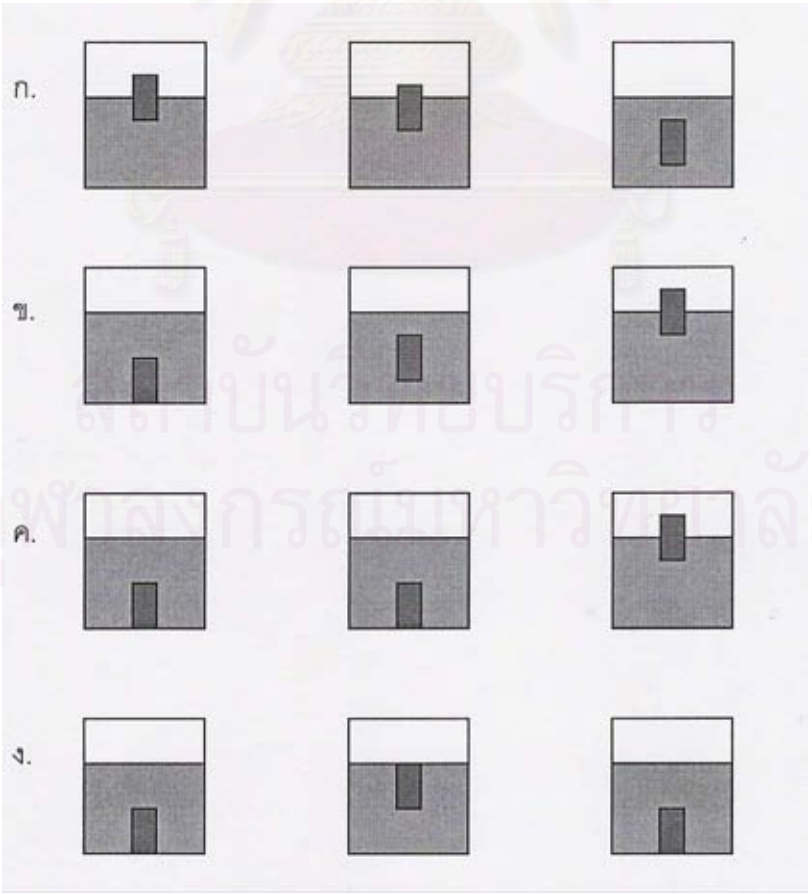
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตัวอย่างแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ จำนวน 12 ข้อ

1. ความหนาแน่นสัมพัทธ์ของตะกั่วเท่ากับ 11.3 หมายความว่าอย่างไร
   ก. น้ำมีมวลเป็น 11.3 เท่าของตะกั่ว
   ข. ตะกั่วมีมวลเป็น 11.3 เท่าของน้ำ
   ค. น้ำมีความหนาแน่นเป็น 11.3 เท่าของตะกั่ว
   ง. ตะกั่วมีความหนาแน่นเป็น 11.3 เท่าของน้ำ (ความรู้ความจำ)

2. เครื่องมือชนิดใด**ไม่ใช่**เครื่องมือสำหรับวัดความดัน
   ก. แมนอมิเตอร์
   ข. แบรอมิเตอร์แอนีรอยด์
   ค. กัลวานอมิเตอร์
   ง. เครื่องวัดบูร์ดอน (ความรู้ความจำ)

3. วัตถุรูปทรงสี่เหลี่ยมมีมวลค่าหนึ่ง หากนำไปลอยในของเหลว 3 ชนิดที่มีความหนาแน่นแตกต่างกัน ของเหลวทั้งสามบางชนิดมีมวลน้อยกว่า เท่ากันและมากกว่าวัตถุรูปทรงสี่เหลี่ยมเมื่อมีปริมาตรเท่ากัน รูปในข้อใดแสดงการลอยของวัตถุทั้งสามได้ถูกต้อง



(ความเข้าใจ)

4. ถ้วยแก้ว A และ B มีลักษณะเหมือนกันทุกประการ วางอยู่ในห้องเดียวกัน ถ้วย A บรรจุน้ำไว้เต็ม วางอยู่บนพื้นห้อง ถ้วย B บรรจุของเหลวมีความหนาแน่นเป็นสองเท่าของน้ำไว้เต็ม วางอยู่บนโต๊ะที่มีความสูง H ข้อใดกล่าวถูกต้อง
   ก. ความดันสัมบูรณ์ที่ก้นแก้ว B เป็นสองเท่าของความดันสัมบูรณ์ที่ก้นแก้ว A
   ข. ความดันสัมบูรณ์ที่ก้นแก้ว B เท่ากับความดันสัมบูรณ์ที่ก้นแก้ว A ถ้า H เป็นสองเท่าของความสูงของแก้วแต่ละใบ
   ค. ความดันเกจที่ก้นแก้ว B เป็นสองเท่าของความดันเกจที่ก้นแก้ว A
   ง. ความดันเกจที่ก้นแก้ว B เท่ากับความดันเกจที่ก้นแก้ว A ถ้า H เป็นสองเท่าของความสูงของแก้วแต่ละใบ (ความเข้าใจ)

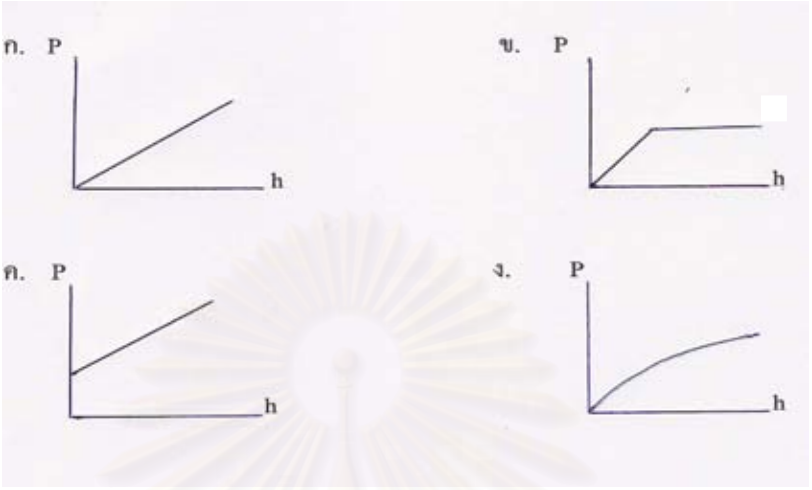
5. น้ำในภาชนะทั้งสามมีระดับความสูงเท่ากันและพื้นที่ก้นภาชนะทั้งสามเท่ากัน และน้ำหนักภาชนะ ทั้งสามเท่ากันดังรูป ข้อใดกล่าว**<u>ไม่ถูกต้อง</u>**

   ก. ความดันน้ำที่ก้นภาชนะมีค่าเท่ากัน
   ข. เมื่อนำน้ำในภาชนะทั้งสามไปชั่งจะหนักเท่ากัน
   ค. แรงที่กระทำต่อก้นภาชนะทั้งสามเนื่องจากความดันของน้ำเท่ากัน
   ง. แรงที่กระทำต่อก้นภาชนะเนื่องจากความดันของน้ำมีค่าไม่เท่ากับน้ำหนักของน้ำ (ความเข้าใจ)

6. ภาชนะในรูป 1 , 2 และ 3 มีน้ำหนักเท่ากันและบรรจุของเหลวความสูงเท่ากัน โดยรูปที่ 1 และ 2 มีพื้นที่ก้นภาชนะเท่ากัน รูปที่ 3 มีพื้นที่เป็นครึ่งหนึ่งของรูปที่ 2 ภาชนะรูป 2 และ 3 มีปริมาตรเท่ากัน ข้อใดกล่าวถูกต้อง

   ก. ค่าน้ำหนักที่อ่านได้มีค่าเท่ากันทั้งสามภาชนะ
   ข. แรงดันที่น้ำกระทำต่อก้นภาชนะทั้งสามมีค่าเท่ากัน
   ค. ค่าน้ำหนักที่อ่านได้ในรูปที่ 3 มีค่าไม่เท่ากับแรงดันของน้ำที่กระทำต่อก้นภาชนะ
   ง. ค่าน้ำหนักที่อ่านได้ในรูปที่ 1 มีค่าไม่เท่ากับแรงดันของน้ำที่กระทำต่อก้นภาชนะ (ความเข้าใจ)

7. จากการทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างความดันและความลึกของของเหลวเมื่อความหนาแน่นของของเหลวมีค่าคงตัว กราฟในข้อใดแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความดันเกจและความลึกของของเหลว



(กระบวนการทางวิทยาศาสตร์)

8. แมนอมิเตอร์บรรจุของเหลวความหนาแน่น 600 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ของเหลวในหลอดแก้ว ทั้งสองข้างสูงเท่ากันอยู่ที่ขีดศูนย์ของสเกล สเกลแบ่งไว้เป็นขีดๆ แต่ละขีดอยู่ห่างกัน 0.5 เซนติเมตร ขีดสองขีดที่ติดกันจะบอกค่าความดันแตกต่างกันกี่นิวตันต่อตารางเมตร

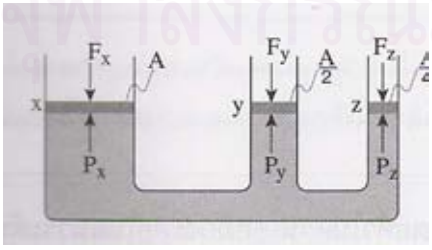
ก. 30

ข. 60

ค. 100

ง. 120 (กระบวนการทางวิทยาศาสตร์)

9. เครื่องอัดไฮโดรลิกดังรูป ลูกสูบ x , y และ z มีพื้นที่หน้าตัด A , $\frac{A}{2}$ และ $\frac{A}{4}$ มีแรง F_x , F_y และ F_z กดที่ลูกสูบ x , y และ z ตามลำดับทำให้ลูกสูบทั้งสามอยู่นิ่ง ความสัมพันธ์ของ F_x , F_y และ F_z ข้อใดถูกต้อง



ก. $F_x = F_y = F_z$

ข. $2F_x = F_y = \frac{F_y}{4}$

ค. $F_x = 2F_y = 4F_z$

ง. $F_x = \frac{F_y}{2} = \frac{F_y}{4}$

(กระบวนการทางวิทยาศาสตร์)

10. สมพงษ์พาคุณยายไปหาหมอที่คลินิกแห่งหนึ่ง หมอตรวจชีพจรพร้อมกับวัดความดันโลหิตของคุณยาย โดยให้คุณยายนั่งที่เก้าอี้ซึ่งอยู่ต่ำกว่าเตียง แล้วให้คุณยายยกแขนวางบนเตียง โดยแขนคุณยาย ทำมุมประมาณ 110^{o} กับลำตัว นักเรียนคิดว่าการปฏิบัติคุณหมอจะถูกต้องหรือไม่ เพราะเหตุใด

    ก. ถูกต้อง เพราะเป็นคุณหมอที่พายายมารักษาเป็นประจำ

    ข. ถูกต้อง เพราะคุณหมอทำตามขั้นตอนของการวัดความดันโลหิตอย่างถูกต้อง

    ค. ไม่ถูกต้อง เพราะคุณหมอควรให้คุณยายนอนราบบนเตียงก่อนการวัด

    ง. ไม่ถูกต้อง เพราะคุณหมอควรให้คุณยายวางแขนแนบลำตัวให้อยู่ในระดับหัวใจ

(การนำไปใช้)

11. ห้องเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีขนาด $6\times8\times3$ ลูกบาศก์เมตร ส่วนห้องเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีขนาด $6\times10\times3$ ลูกบาศก์เมตร ถ้าอากาศในห้องมีความหนาแน่นเท่ากัน มวลอากาศในห้องเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เป็นกี่เท่าของห้องเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

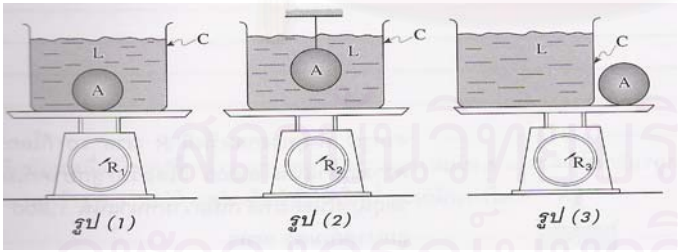
    ก. 0.65

    ข. 0.80

    ค. 1.25

    ง. 1.40 (การนำไปใช้)

12. กำหนดให้วัตถุ A หนัก W_a จมอยู่ในของเหลวที่มีน้ำหนัก W_l บรรจุอยู่ในภาชนะ C ซึ่งมีน้ำหนัก W_c และตั้งอยู่บนตาชั่ง ดังรูป ข้อใดถูกต้อง



ก. ทั้งสามอ่านค่าได้เท่ากัน

ข. 1 แล 3 อ่านค่าได้เท่ากันและมากกว่า 2

ค. 3 อ่านค่าได้มากกว่า 1 และ1 มากกว่า 2

ง. 3 อ่านค่าได้มากเป็น สองเท่าของ 2

(การนำไปใช้)

ตัวอย่างแบบสอบความสามารถในการแก้ปัญหา จำนวน 2 สถานการณ์

จงอ่านสถานการณ์ที่กำหนดให้ แล้วตอบคำถาม

<u>สถานการณ์ที่ 1</u>

รัตนามีอาชีพทำไข่เค็ม โดยใช้ส่วนผสมดังนี้

1. ไข่เป็ดล้างทำความสะอาดแล้ว 50 ฟอง
2. เกลือ 1 ถ้วยตวง
3. น้ำสะอาด 4 ถ้วยตวง

วิธีการทำ มีดังนี้

1. คัดเลือกไข่เป็ดที่ทำไข่เค็ม แล้วล้างให้สะอาด
2. เอาเกลือมาใส่หม้อต้มรวมกับน้ำสะอาด ต้มให้เดือดให้เกลือละลายหมด แล้วยกลง แล้วปล่อยทิ้งไว้ให้เย็น
3. กรองเอาเศษผง ตะกอนออกไปให้หมดเหลือเฉพาะน้ำเกลือ
4. เรียงไข่สดเอาไว้ในภาชนะ เช่นขวดโหลปากกว้าง หรือโอ่งดินเผา
5. เทน้ำเกลือที่ต้มและกรองแล้วลงให้พอดีท่วมไข่ที่เรียงเอาไว้
6. ดองไข่เค็มเอาไว้ในน้ำเกลือประมาณ 15 วัน

ไข่เค็มของรัตนามีรสชาติอร่อย จึงผลิตไม่เพียงพอต่อตลาด รัตนามีเคล็ดลับคือในการแช่ไข่เป็ดในน้ำเกลือต้องใช้วัตถุทับไข่ไว้ไม่ให้ไข่ลอยขึ้นมาที่ผิวน้ำเพื่อป้องกันไม่ให้ไข่เสีย แต่ปัญหาที่เกิดขึ้นจากการใช้วัสดุทับไข่คือ ทำให้ไข่บางส่วนที่อยู่ด้านล่างภาชนะแตก รัตนาเกิดความคิดว่าจะทำอย่างไรดี เพื่อไม่ให้ไข่ลอยขึ้นมาที่ผิวน้ำโดยไม่ต้องใช้วัสดุปิดทับและลดระยะเวลาในการทำไข่เค็มให้น้อยลง แต่คุณภาพยังคงเดิม

จากความรู้เรื่องความหนาแน่นและแรงลอยตัว นักเรียนจะช่วยรัตนาแก้ปัญหานี้อย่างไร

จากสถานการณ์ข้างต้น ให้นักเรียนตอบคำถามข้อ 1-4

1. นักเรียนคิดว่าปัญหาของรัตนาเกี่ยวกับการทำเค็มคืออะไร

   .....

   .....

   .....

   .....

   .....

2. นักเรียนคิดว่าสาเหตุของปัญหาเกิดจากอะไรบ้าง

……

……

……

……

……

……

นักเรียนคิดว่าสาเหตุที่สำคัญที่สุด คือ.....

3. จากสาเหตุที่สำคัญที่สุด นักเรียนจะออกแบบวิธีการแก้ปัญหานี้ได้อย่างไร
(ตอบเป็นขั้นตอน)

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

4. นักเรียนคิดว่าเมื่อดำเนินการตามวิธีที่นักเรียนออกแบบ ผลที่เกิดขึ้นจะเป็นอย่างไร

……

……

……

……

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สถานการณ์ที่ 2

มานพวางแผนที่จะทำอาชีพปลูกผักสวนครัว เนื่องจากมีพื้นที่อยู่แล้ว มานพคิดว่าจะยกร่องผักขนาดความกว้าง 3 เมตร ยาว 18 เมตร เมื่อคำนวณแล้วจะมีร่องผักทั้งหมด 10 แถว มานพจะใช้วิธีการรดน้ำโดยการสูบน้ำขึ้นไปเก็บในถังเก็บน้ำรูปทรงสี่เหลี่ยมขนาด 2 ×2 × 3 เมตร ที่ตั้งอยู่สูงจากพื้น 5 เมตร แต่ละแถวจะมีท่อพลาสติกวางเป็นแนวตรงกลางร่องผักและมีสปริงเกอร์แถวละ 5 อันวางห่างกัน 3 เมตร มานพกังวลว่าความแรงของน้ำจะมีไม่พอที่จะใช้น้ำรดผักพร้อมกันทั้ง 20 แถวได้ ซึ่งอาจจะต้องเสียเวลามากในการรดน้ำ มานพคิดว่าจะทำอย่างไรเพื่อให้สามารถรดน้ำได้พร้อมกันเพื่อประหยัดเวลา

จากความรู้เรื่องความดันในของเหลวและสมการของแบร์นูลลี นักเรียนจะช่วยมานพแก้ปัญหานี้และออกแบบระบบน้ำในสวนผักได้อย่างไร

จากสถานการณ์ข้างต้น ให้นักเรียนตอบคำถามข้อ 5-8

5. นักเรียนคิดว่าปัญหาของมานพเกี่ยวกับแรงดันของน้ำ คืออะไร

   .....

   .....

   .....

   .....

6. นักเรียนคิดว่าสาเหตุของปัญหาเกิดจากอะไรบ้าง

   .....

   .....

   .....

   .....

   .....

   .....

   นักเรียนคิดว่าสาเหตุที่สำคัญที่สุด คือ.....

7. จากสาเหตุที่สำคัญที่สุด นักเรียนจะออกแบบวิธีการแก้ปัญหานี้ได้อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

8. นักเรียนคิดว่าเมื่อดำเนินการตามวิธีที่นักเรียนออกแบบ ผลที่เกิดขึ้นจะเป็นอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เกณฑ์การให้คะแนน

ขั้นตอน	ระดับคะแนน		
	2	1	0
1. การระบุปัญหา	ระบุปัญหาได้ถูกต้อง ตรงประเด็นสอดคล้องกับเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ เรื่อง ของไหล	ระบุปัญหาได้ตรงประเด็นแต่ไม่สอดคล้องกับเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ เรื่อง ของไหล	ระบุปัญหาผิดหรือไม่ระบุปัญหา
2. วิเคราะห์สาเหตุของปัญหา	ระบุสาเหตุของปัญหาได้ตรงประเด็นสอดคล้องกับเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ เรื่อง ของไหล ตั้งแต่ 2 ข้อขึ้นไป และเลือกสาเหตุที่สำคัญที่สุดได้	ระบุสาเหตุของปัญหาได้ตรงประเด็นหรือมีความใกล้เคียง สอดคล้องกับเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ เรื่อง ของไหลเพียง 1 ข้อ และเลือกสาเหตุที่สำคัญที่สุดได้	ระบุสาเหตุผิดหรือไม่ระบุปัญหา หรือเลือกสาเหตุของปัญหาที่สำคัญที่สุดผิด
3. เสนอวิธีการแก้ปัญหา	นำเสนอวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ สอดคล้องกับเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ เรื่อง ของไหล	นำเสนอวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ แต่ไม่สอดคล้องกับเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ เรื่อง ของไหล	ไม่ระบุวิธีแก้ปัญหาหรือนำเสนอวิธีแก้ปัญหาที่เป็นไปไม่ได้
4. การตรวจสอบผลการแก้ปัญหา	วิเคราะห์ผลได้ตรงประเด็นกับวิธีการแก้ปัญหา พร้อมมีเหตุผลประกอบ	วิเคราะห์ผลได้ใกล้เคียงกับวิธีการแก้ปัญหา พร้อมมีเหตุผลประกอบ	วิเคราะห์ผลไม่ถูกต้องหรือไม่ตอบ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ค

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนการจัดการเรียนรู้ฟิสิกส์โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E

วิชาฟิสิกส์ **ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5**

เรื่อง ความดันในของเหลว **เวลา 150 นาที**

.....

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ออกแบบการทดลองเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างความดันในของเหลวกับความหนาแน่นและความลึกของของเหลวได้
2. ทำการทดลองเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างความดันในของเหลวกับความหนาแน่นและความลึกของของเหลวได้
3. สรุปความสัมพันธ์ระหว่างความดันในของเหลวกับความหนาแน่นและความลึกของของเหลวได้
4. นำความรู้เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างความดันในของเหลวกับความหนาแน่นและระดับความลึกของของเหลวไปแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้

เนื้อหา

1. ความสัมพันธ์ระหว่างความดันกับความหนาแน่นของเหลวเมื่อความลึกคงตัว

ความดันในของเหลวแปรผันตรงกับความหนาแน่นของเหลวเมื่อความลึกคงตัว

$$P \propto \rho$$ เมื่อความลึกคงตัว

2. ความสัมพันธ์ระหว่างความดันกับระดับความลึกของเหลว เมื่อความหนาแน่นคงตัว

ความดันในของเหลวแปรผันตรงกับระดับความลึกเมื่อความหนาแน่นคงตัว

$$P \propto h$$ เมื่อความหนาแน่นคงตัว

3. ความสัมพันธ์ของความดัน ความหนาแน่นและระดับความลึกของของเหลว

ความดันในของเหลวแปรผันตรงกับความหนาแน่นและระดับความลึกของของเหลว

$$P \propto \rho h$$

หรือ $$P = \rho g h$$

สื่อการเรียนการสอน

อุปกรณ์ 1. แมนอมิเตอร์แบบหลอดแก้วรูปตัวยู 1 เครื่อง / กลุ่ม
2. หลอดแก้วปลายเปิดสำหรับวัดความดัน 1 อัน / กลุ่ม

วัสดุ/สารเคมี 1. น้ำ น้ำเกลือ กรีเซอรอล ชนิดละ 250 ลูกบาศก์เซนติเมตร / กลุ่ม

เอกสาร 1. ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ความดันในของเหลว
2. ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ของเหลวสองชั้นความดันเท่ากันหรือไม่

กิจกรรมการเรียนการสอน

<u>ขั้นทบทวนความรู้เดิม</u> (Elicit) **(5 นาที)**

1. ครูทบทวนความรู้เรื่องความหนาแน่น โดยใช้คำถามดังนี้
   1.1 ความหนาแน่นของวัตถุหาได้อย่างไร
   1.2 ถ้าต้องการหาความหนาแน่นของของเหลวจะหาได้อย่างไร
2. ครูทบทวนความรู้เรื่องความดันเกจและความดันสมบูรณ์ โดยใช้คำถามดังนี้
   1.1 ความดันเกจ คืออะไร
   2.2 ความดันสัมบูรณ์ คืออะไร
   2.3 นักเรียนจะหาความดันในของเหลวได้อย่างไร

<u>ขั้นสร้างความสนใจ</u> (Engage) **(15 นาที)**

1. ครูนำขวดพลาสติกตั้งบนโต๊ะแล้วแจกเข็มเย็บผ้าขนาดเท่ากันให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม พร้อมทั้งบอกนักเรียนว่า “วันนี้จะให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันคิดว่าถ้าให้เจาะรูที่ขวดพลาสติก 1 รู แล้วเติมน้ำให้เต็ม กลุ่มไหนจะสามารถทำให้น้ำพุ่งออกจากรูไปได้ไกลสุด พร้อมทั้งส่งตัวแทนกลุ่มละ 1 คนออกมาเจาะรูที่ขวดพลาสติก ”
2. ครูใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนเกิดความสงสัย หลังจากการแข่งขัน ดังนี้
   2.1. นักเรียนคิดว่ามีปัจจัยใดบ้างที่ทำให้น้ำพุ่งไปได้ระยะทางที่แตกต่างกัน
   2.2. ถ้านำของเหลวสองชนิดที่มีความหนาแน่นต่างกันใส่ในขวดพลาสติก แล้วเจาะรูที่ระดับความสูงจากพื้นเท่ากัน นักเรียนคิดว่าน้ำจะพุ่งไปได้ไกลเท่ากันหรือไม่
   2.3. นักเรียนคิดว่า ความดันในของเหลว ความหนาแน่นและระดับความลึกของของเหลว มีความสัมพันธ์กันหรือไม่
   2.4. นักเรียนจะออกแบบการทดลอง เพื่อทดสอบสมมติฐานนี้อย่างไร

<u>ขั้นสำรวจค้นหา</u> (Explore) **(40 นาที)**

1. ครูให้นักเรียนจัดกลุ่มประมาณ 4-5 คน พร้อมกับมารับอุปกรณ์การทดลอง
2. ครูอธิบายหลักการทำงานและการอ่านค่าความดันของแมนอมิเตอร์
3. จากนั้นครูถามคำถามก่อนการทดลอง ดังนี้
    3.1. จุดประสงค์ของการทดลองนี้คืออะไร
    3.2. ก่อนทำการทดลองนี้ นักเรียนควรคำนึงถึงเรื่องใดบ้าง
4. ครูให้นักเรียนปฏิบัติตามใบกิจกรรม เรื่อง ความดันในของเหลว
5. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกแบบการทดลอง สังเกตแล้วบันทึกผลลงในตาราง ที่นักเรียนออกแบบ

<u>ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป</u> (Explain) **(20 นาที)**

ครูให้นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองไปเขียนกราฟ พร้อมทั้งหาความสัมพันธ์ของข้อมูลจากกราฟ เพื่อสรุปผลการทดลอง โดยใช้คำถามดังนี้

1. เมื่อความลึกเพิ่มขึ้น ค่าของความดันเป็นอย่างไร
2. กราฟที่นักเรียนวาดมีลักษณะอย่างไร
3. ความดันกับความลึกของของเหลว เมื่อความหนาแน่นคงตัว มีความสัมพันธ์กันอย่างไร
4. เมื่อความหนาแน่นของเหลวเปลี่ยนไป ค่าของความดันเป็นอย่างไร
5. กราฟที่นักเรียนวาดมีลักษณะอย่างไร
6. ความดันกับความหนาแน่นของเหลว เมื่อความลึกของเหลวมีค่าคงตัว มีความสัมพันธ์กันอย่างไร
7. นักเรียนจะสรุปความสัมพันธ์ระหว่างความดันในของเหลวกับความหนาแน่นและความลึกของของเหลวได้ว่าอย่างไร

<u>ขั้นขยายความรู้</u> (Elaborate) **(40 นาที)**

1. ครูใช้คำถามเพื่อขยายความรู้ ดังนี้
    1.1. ถ้านักเรียนต้องการทราบค่าความดันของน้ำอัดลมแต่ละชนิด นักเรียนจะทำอย่างไร
    1.2. ผลที่ได้ในข้อ 1.1 จะสอดคล้องกับการทดลองเรื่อง ความดันในของเหลวหรือไม่
    1.3. นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้จากการทดลองไปประยุกต์ใช้ได้อย่างไรบ้าง
2. ครูให้นักเรียนอ่านสถานการณ์ในใบกิจกรรมที่ 2 พร้อมกับตอบคำถาม

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

<u>ขั้นประเมินผล</u> (Evaluate) **(แทรกในทุกขั้นตอน)**

ครูตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนในระหว่างทำกิจกรรม ทั้งการตอบคำถาม การทำการทดลอง และรายงานผลการทดลอง

<u>ขั้นขยายความคิดรวบยอด</u> (Extend) **(30 นาที)**

1. ครูใช้คำถามเพื่อขยายความคิดรวบยอดของนักเรียน ดังนี้
   1.1. เรื่องความดันในของเหลวมีความสัมพันธ์กับเรื่องใดบ้างในวิชาฟิสิกส์
   1.2. ถ้าไม่มีแมนอมิเตอร์ นักเรียนจะหาความสัมพันธ์ระหว่างความดันกับความลึกของของเหลวและความดันกับความหนาแน่นของเหลวได้หรือไม่ อย่างไร ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันคิดและนำเสนอแนวคิด
   1.3. ในชีวิตประจำวันมีเหตุการณ์ใดบ้างที่เกี่ยวข้องกับความดันในของเหลว

การวัดและประเมินผล

1. สังเกตการมีส่วนร่วมในชั้นเรียนโดยใช้การสังเกต
2. ประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองโดยใช้แบบสังเกตทักษะปฏิบัติการทดลอง
3. ประเมินผลการทดลองจากรายงานปฏิบัติการทดลอง
4. ประเมินผลการผ่านจุดประสงค์จากแบบทดสอบ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ความดันในของเหลว

……

<u>คำสั่ง</u> ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกแบบการทดลอง ตารางบันทึกผลการทดลอง และดำเนินการตามวิธีการที่นักเรียนออกแบบ

จุดประสงค์การทดลอง

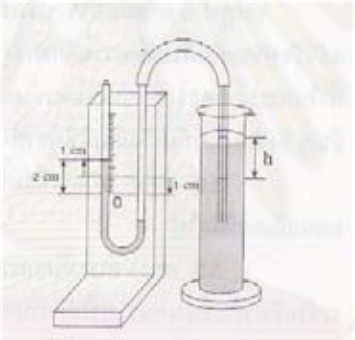
……..

……

……

ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรต้น.....
2. ตัวแปรตาม.....
3. ตัวแปรควบคุม.....



อุปกรณ์ 1. แมนอมิเตอร์แบบหลอดแก้วรูปตัวยู 1 เครื่อง / กลุ่ม

2. หลอดแก้วปลายเปิดสำหรับวัดความดัน 1 อัน / กลุ่ม

วัสดุ/สารเคมี 1. น้ำ น้ำเกลือ กรีเซอรอล ชนิดละ 250 ลูกบาศก์เซนติเมตร / กลุ่ม

วิธีทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางบันทึกผลการทดลอง

ตาราง 1 ความสัมพันธ์ระหว่างความดันและความลึกของของเหลว เมื่อความหนาแน่นคงตัว

ตาราง 2 ความสัมพันธ์ระหว่างความดันกับความหนาแน่นของเหลว เมื่อความลึกมีค่าคงตัว

กราฟ ความสัมพันธ์ระหว่างความดันและความลึกของของเหลว เมื่อความหนาแน่นคงตัว

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

<u>กราฟ</u> ความสัมพันธ์ระหว่างความดันกับความหนาแน่นของเหลว เมื่อความลึกของเหลวมีค่าคงตัว

คำถามหลังการทดลอง

1. เมื่อความลึกเพิ่มขึ้น ค่าของความดันเป็นอย่างไร

……

2. กราฟที่นักเรียนเขียนมีลักษณะอย่างไร

……

3. ความดันกับความลึกของของเหลว เมื่อความหนาแน่นคงตัว มีความสัมพันธ์กันอย่างไร

……

4. เมื่อความหนาแน่นของเหลวเปลี่ยนไป ค่าของความดันเป็นอย่างไร

……

5. กราฟที่นักเรียนเขียนมีลักษณะอย่างไร

……

6. ความดันกับความหนาแน่นของเหลว เมื่อความลึกของเหลวมีค่าคงตัว มีความสัมพันธ์กันอย่างไร

……

……

7. นักเรียนจะสรุปความสัมพันธ์ระหว่างความดันในของเหลวกับความหนาแน่นและความลึกของของเหลวได้ว่าอย่างไร

……

……

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ของเหลวสองชั้นความดันเท่ากันหรือไม่

<u>คำสั่ง</u> ให้นักเรียนอ่านสถานการณ์ต่อไปนี้ แล้วตอบคำถาม

มีน้ำและน้ำมันปริมาตรเท่ากันใส่ไว้ในบีกเกอร์ขนาดเท่ากัน ถ้านักเรียนวัดความดันของของเหลวทั้งสองโดยใช้แมนอมิเตอร์ แล้วนำของเหลวทั้งสองเทรวมกัน ซึ่งของเหลวทั้งสองจะแยกชั้นกันอยู่ เมื่อนักเรียนใช้แมนอมิเตอร์วัดความดันของของเหลวทั้งสองอีกครั้ง นักเรียนคิดว่าค่าความดันของของเหลวทั้งสองที่วัดได้จะแตกต่างจากการวัดครั้งแรกหรือไม่ อย่างไร

1. นักเรียนคิดว่าปัญหาของสถานการณ์นี้คืออะไร

   .....

   .....

2. นักเรียนคิดว่าความดันของเหลวที่วัดได้ครั้งแรกกับครั้งหลังแตกต่างกันหรือไม่

   .....

3. นักเรียนจะดำเนินการแก้ปัญหาอย่างไร

   .....

   .....

   .....

   .....

   .....

   .....

4. สิ่งที่นักเรียนควรคำนึงถึงก่อนการทดลอง มีอะไรบ้าง

   .....

   .....

5. ผลที่เกิดขึ้นหลังจากที่ได้ทดลองแล้ว เป็นไปตามที่นักเรียนคิดหรือไม่ เพราะเหตุใด

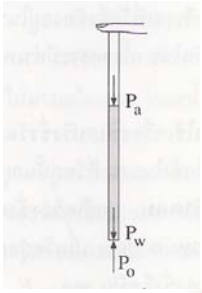
   .....

   .....

   .....

แบบฝึกหัด

1. นำปลายข้างหนึ่งของหลอดดูดชนิดใสไปจุ่มในน้ำ ใช้นิ้วปิดปลายบน แล้วยกหลอดให้พ้นผิวน้ำ และวางตัวในแนวดิ่ง จะเห็นว่าในหลอดมีลำน้ำอยู่ด้านล่างและลำอากาศอยู่ด้านบน อากาศที่อยู่ระหว่างนิ้วกับผิวน้ำในหลอดจะมีความดันมากกว่า เท่ากับหรือน้อยกว่าความดันบรรยากาศ



……
……
……
……
……

2. จงอธิบายการทำงานของหลอดฉีดยาขณะดูดของเหลวเข้าไปในหลอด

……
……
……
……
……
……
……
……
……

3. ในชีวิตประจำวันของนักเรียนมีเหตุการณ์ใดบ้างที่เกี่ยวข้องกับความดันของของเหลว

……
……
……
……
……
……
……

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ฟิสิกส์แบบปกติ

วิชาฟิสิกส์ **ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5**

เรื่อง ความดันในของเหลว **เวลา 150 นาที**

.....

สาระสำคัญ

ความดันในของเหลวเกิดจากแรงที่ของเหลวกระทำต่อพื้นที่หนึ่งหน่วย ความดันในของเหลวจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความหนาแน่นและระดับความลึกของของเหลว

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ทำการทดลองเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างความดันในของเหลวกับความหนาแน่นและ ความลึกของของเหลวได้
2. สรุปความสัมพันธ์ระหว่างความดันในของเหลวกับความหนาแน่นและ ความลึกของของเหลวได้

เนื้อหา

ความดันในของเหลวขึ้นกับความหนาแน่นของของเหลวและความลึกจากผิวของเหลว โดยไม่ขึ้นกับปริมาตรหรือรูปร่างของภาชนะที่บรรจุ ความดันในของเหลวชนิดหนึ่งๆ เป็นสัดส่วนตรงกับความหนาแน่นของเหลวและความลึก

สื่อการเรียนการสอน

อุปกรณ์ 1. แมนอมิเตอร์แบบหลอดแก้วรูปตัวยู 1 เครื่อง / กลุ่ม
2. หลอดแก้วปลายเปิดสำหรับวัดความดัน 1 อัน / กลุ่ม

วัสดุ/สารเคมี 1. น้ำ น้ำเกลือ กรีเซอรอล ชนิดละ 250 ลูกบาศก์เซนติเมตร / กลุ่ม

เอกสาร 1. ใบงานเรื่อง ความดันในของเหลว

กิจกรรมการเรียนการสอน

<u>ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน</u> (20 นาที)

ครูนำขวดพลาสติกและเข็มเย็บผ้าขนาดเท่ากัน ให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม พร้อมทั้งบอกนักเรียนว่า “วันนี้จะให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันคิดว่าถ้าครูให้เจาะรูที่ขวดพลาสติก 1 รู แล้วเติมน้ำให้เต็ม กลุ่มไหนจะสามารถทำให้น้ำพุ่งออกจากรูไปได้ไกลสุด พร้อมทั้งส่งตัวแทนกลุ่มละ 2 คน ออกมาแข่งขัน ”

ครูถามนักเรียนว่า นักเรียนคิดว่ามีปัจจัยใดบ้างที่ทำให้น้ำพุ่งไปได้ระยะทางที่แตกต่างกัน (*ความสูงของรูที่เจาะ ความหนาแน่นของของเหลว*)

ครูเลือกขวดพลาสติก 1 ใบ ที่ไม่ชนะเลิศในการแข่งขันให้นักเรียนดู ถามนักเรียนว่า หากจะทำให้ขวดใบนี้ชนะการแข่งขัน นักเรียนจะทำยังไง (*เพิ่มความหนาแน่นของเหลว*) ให้นักเรียนลองปฏิบัติดู

<u>ขั้นกิจกรรม</u> (110 นาที)

1. ครูให้นักเรียนจัดกลุ่มประมาณ 4-5 คน พร้อมกับมารับอุปกรณ์การทดลอง

2. ครูอธิบายการทำงานของแมนอมิเตอร์ พร้อมทั้งให้นักเรียนปฏิบัติตามใบงานเรื่อง “ความดันในของเหลว” จากนั้นครูถามคำถามก่อนการทดลอง ดังนี้

2.1 จุดประสงค์ของการทดลองนี้คืออะไร

(เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความดันกับความลึกของของเหลวเมื่อความหนาแน่นคงตัวและความดันกับความหนาแน่นของของเหลวเมื่อความลึกคงตัว)

1.2 ก่อนทำการทดลองนี้ นักเรียนควรคำนึงถึงเรื่องใดบ้าง

(การอ่านค่าจากแมนอมิเตอร์ควรอ่านที่ระดับล่างสุดของผิวของของเหลวที่สัมผัสกับแมนอมิเตอร์ ก่อนนำแมนอมิเตอร์ไปวัดของเหลวอื่นๆ ควรทำความสะอาดก่อน)

3. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มปฏิบัติตามใบกิจกรรม แล้วบันทึกผลลงในตาราง ดังตัวอย่างต่อไปนี้

<u>ตาราง 1</u> ความสัมพันธ์ระหว่างความดันและความลึกของของเหลว เมื่อความหนาแน่นคงตัว

ความลึก h (m)	0.02	0.04	0.06	0.08	0.01
ความดัน P (Pa)	200	390	590	780	980

ตาราง 2 ความสัมพันธ์ระหว่างความดันกับความหนาแน่นของเหลว เมื่อความลึกของเหลวคงตัว

ของเหลว	ความหนาแน่น ρ (kg/m^3)	ความดัน P (Pa)
น้ำ	1.00×10^3	500
น้ำเกลือ	1.10×10^3	540
กรีเซอรอล	1.20×10^3	590

4. ครูให้นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองไปเขียนกราฟ พร้อมทั้งหาความสัมพันธ์ของข้อมูลจากกราฟ เพื่อสรุปผลการทดลอง โดยใช้คำถามดังนี้

1. เมื่อความลึกเพิ่มขึ้น ค่าของความดันเป็นอย่างไร
   (*ความดันมีค่าเพิ่มขึ้น*)
2. กราฟที่นักเรียนวาดมีลักษณะอย่างไร
   (*เป็นกราฟเส้นตรง*)
3. ความดันกับความลึกของของเหลว เมื่อความหนาแน่นคงตัว มีความสัมพันธ์กันอย่างไร
   (*แปลผันตรงซึ่งกันและกัน*)
4. เมื่อความหนาแน่นของเหลวเปลี่ยนไป ค่าของความดันเป็นอย่างไร
   (*ความดันมีค่าเพิ่มขึ้น*)
5. กราฟที่นักเรียนวาดมีลักษณะอย่างไร
   (*เป็นกราฟเส้นตรง*)
6. ความดันกับความหนาแน่นของเหลว เมื่อความลึกของเหลวมีค่าคงตัว มีความสัมพันธ์กันอย่างไร
   (*แปลผันตรงซึ่งกันและกัน*)

5. ครูถามว่านักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้จากการทดลองไปประยุกต์ใช้ได้อย่างไรบ้าง (*หาความดันเนื่องจากของเหลวชนิดอื่นๆ*)

6. ครูนักเรียนทำแบบฝึกหัด

ขั้นสรุป (20 นาที)

1. ครูให้นักเรียนสรุปบทเรียนเพื่อให้ได้ความรู้ต่อไปนี้
   1.1. ความสัมพันธ์ระหว่างความดันกับระดับความลึกและความหนาแน่น
2. ครูสรุปบทเรียนดังนี้
   2.1. ความสัมพันธ์ระหว่างความดันกับระดับความลึกและความหนาแน่น คือ ความดันแปรผันตรงกับระดับความลึกและความหนาแน่นของของเหลว

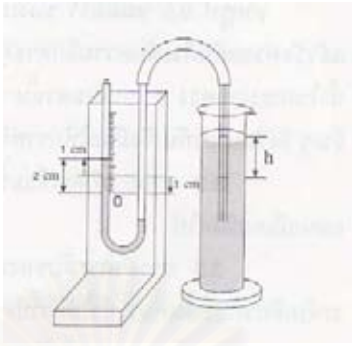
การวัดและประเมินผล

1. สังเกตการมีส่วนร่วมในชั้นเรียนโดยใช้การสังเกต
2. ประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองโดยใช้แบบสังเกตทักษะปฏิบัติการทดลอง
3. ประเมินผลการทดลองจากรายงานปฏิบัติการทดลอง
4. ประเมินผลการผ่านจุดประสงค์จากแบบทดสอบ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ใบกิจกรรม เรื่อง ความดันในของเหลว

กิจกรรมการทดลอง เรื่อง ความดันในของเหลว



จุดประสงค์

……

……

……

อุปกรณ์ 1. แมนอมิเตอร์แบบหลอดแก้วรูปตัวยู 1 เครื่อง / กลุ่ม

2. หลอดแก้วปลายเปิดสำหรับวัดความดัน 1 อัน / กลุ่ม

วัสดุ/สารเคมี 1. น้ำ น้ำเกลือ กรีเซอรอล ชนิดละ 250 ลูกบาศก์เซนติเมตร / กลุ่ม

วิธีทดลอง

1. จุ่มหลอดแก้ววัดความดันของแมนอมิเตอร์ลงในกระบอกตวงที่มีน้ำ เลื่อนหลอดแก้วให้ระดับน้ำมีความลึกต่างๆ แต่ละครั้งบันทึกความดัน นำข้อมูลมาเขียนกราฟระหว่างความดันและความลึกในของเหลว
2. วัดความดันของน้ำ น้ำเกลือและกรีเซอรอล ที่ระดับความลึกเดียวกัน นำข้อมูลมาเยนกราฟระหว่างความดันและความหนาแน่น

ตารางบันทึกผลการทดลอง

ตาราง 1 ความสัมพันธ์ระหว่างความดันและความลึกของของเหลว เมื่อความหนาแน่นคงตัว

ความลึก h (m)					
ความดัน P (Pa)					

<u>กราฟ</u> ความสัมพันธ์ระหว่างความดันและความลึกของของเหลว เมื่อความหนาแน่นคงตัว

<u>ตาราง 2</u> ความสัมพันธ์ระหว่างความดันกับความหนาแน่นของเหลว เมื่อความลึกมีค่าคงตัว

ของเหลว	ความหนาแน่น ρ (kg/m^3)	ความดัน P (Pa)
น้ำ		
น้ำเกลือ		
กรีเซอรอล		

<u>กราฟ</u> ความสัมพันธ์ระหว่างความดันกับความหนาแน่นของเหลว เมื่อความลึกของเหลวมีค่าคงตัว

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คำถามหลังการทดลอง

1. จากการทดลองนักเรียนจะสรุปผลการทดลองได้ว่าอย่างไร

.....

.....

ภาคผนวก ง

การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 15 ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์

ข้อ	ค่า p	ค่า r	ข้อ	ค่า p	ค่า r
1	0.70	0.65	21	0.72	0.47
2	0.65	0.70	22	0.62	0.55
3	0.70	0.20	23	0.45	0.52
4	0.67	0.25	24	0.37	0.64
5	0.67	0.34	25	0.32	0.23
6	0.60	0.32	26	0.60	0.64
7	0.45	0.21	27	0.27	0.23
8	0.55	0.30	28	0.27	0.48
9	0.55	0.52	29	0.67	0.43
10	0.42	0.43	30	0.72	0.32
11	0.72	0.25	31	0.50	0.94
12	0.70	0.55	32	0.55	0.82
13	0.50	0.34	33	0.47	0.79
14	0.32	0.35	34	0.77	0.26
15	0.55	0.28	35	0.42	0.58
16	0.60	0.67	36	0.32	0.94
17	0.57	0.82	37	0.40	0.58
18	0.50	0.76	38	0.65	0.59
19	0.27	0.26	39	0.40	0.61
20	0.62	0.52	40	0.45	0.58

* ค่าความเที่ยง 0.87

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 16 ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบสอบความสามารถในการแก้ปัญหา

ข้อ	ค่า p	ค่า r
1	0.38	0.67
2	0.46	0.46

* ค่าความเที่ยง 0.63

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายพฤกษ์ โปร่งสำโรง เกิดวันที่ 12 พฤษภาคม พ.ศ. 2520 ที่จังหวัดนครราชสีมา สำเร็จการศึกษาครุศาสตรบัณฑิต จากคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม เมื่อปีการศึกษา 2542 เข้าศึกษาต่อในหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการศึกษาวิทยาศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตร การสอนและเทคโนโลยีการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยได้รับพัฒนาอาจารย์จากมหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม เมื่อปีการศึกษา 2547 ปัจจุบันเป็นพนักงานอาจารย์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย