การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมี 1และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่มและแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น

ปริญญานิพนธ์

ของ

ขุนทอง คล้ายทอง

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา

มกราคม 2554

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมี 1และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่มและแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น

ปริญญานิพนธ์

ของ

ขุนทอง คล้ายทอง

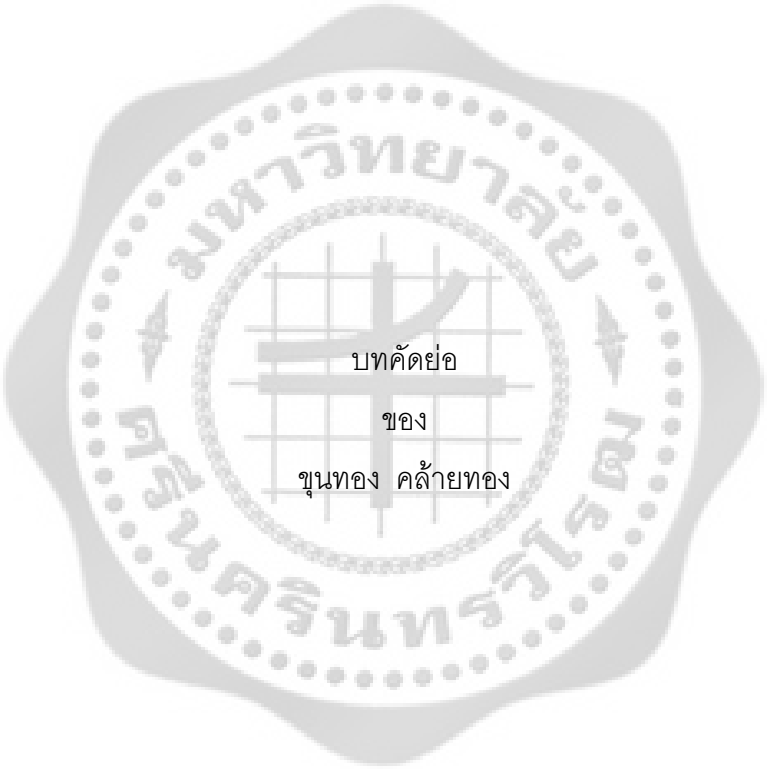
เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา

มกราคม 2554

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมี 1และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่มและแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น



บทคัดย่อ

ของ

ขุนทอง คล้ายทอง

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาการมัธยมศึกษา

มกราคม 2554

ขุนทอง คล้ายทอง. (2554). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมี 1และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่มและแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. คณะกรรมการควบคุม : รองศาสตราจารย์ ดร.ชุติมา วัฒนะคีรี, อาจารย์ ดร.ราชันย์ บุญธิมา.

การศึกษาครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมี 1 และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่มและแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย ปทุมธานี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 จำนวน 2 ห้องเรียน ห้องเรียนละ 38 คน รวม 76 คน แล้วจับสลากเป็นกลุ่มทดลองกลุ่ม 1 ซึ่งได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่ม จำนวน 38 คน และกลุ่มทดลองกลุ่ม 2 ซึ่งได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น จำนวน 38 คน ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลองกลุ่มละ 20 คาบ เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ คือ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมี 1 และแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ใช้แบบแผนการวิจัย Nonrandomized Control Group Pretest - Posttest Design วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติ t-test

ผลการวิเคราะห์พบว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมี 1 ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่ม หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมี 1 ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่ม หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

5. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมี 1 ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่มและการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมี 1 ไม่แตกต่างกัน

6. ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่มและการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น มีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ไม่แตกต่างกัน

A STUDY OF MATHAYOMSUKSA IV STUDENTS' LEARNING ACHIEVEMENT AND ABILITY IN SCIENTIFIC PROBLEM SOLVING THROUGH THE TEAM – GAME TOURNAMENT AND LEARNING CYCLE (7E)

AN ABSTRACT

BY

KHUNTHONG KLAYTHONG

Presented in Partial Fulfillment of the Requirements for the
Master of Education Degree in Secondary Education
at Srinakharinwirot University
January 2011

Khunthong Klaythong. (2011). *A Study of Mathayomsuksa IV Students Learning Achievement and Ability in Scientific Problem Solving Through The Team – Game Tournament and Learning Cycle (7E).* Master thesis, M.Ed. (Secondary Education). Bangkok : Graduate School, Srinakharinwirot University. Advisor Committee : Assoc. Prof. Dr.Chutima Wattanakeree, Dr.Rachun Boontima.

The purpose of this study was to compare on Chemistry Learning Achievement and Ability in Scientific Problem Solving of mathayomsuksa IV students at Princess Chulabhorn's College Pathumthani, in the second semester of the 2010 academic year. They divided into experimental group I and experimental group II with 38 students in each. The experimental group I was taught through the team tournament and the experimental group II was taught through learning cycle (7E). It took 20 teaching periods for each group. The instruments used in this study were Achievement test and the ability in scientific problem solving test. The research design of this study was Nonrandomized Control Group Pretest - Posttest Design. The t – test was used for data analysis.

The result of this study indicated that.

1. The learning achievement in chemistry 1 for students taught through the team tournament was significantly different at the .01 level.

2. The learning achievement in chemistry 1 for students taught through the learning cycle (7E) was significantly different at the .01 level.

3. The ability in scientific problem solving for students taught through the team tournament was significantly different at the .01 level.

4. The ability in scientific problem solving for students taught through the learning cycle (7E) was significantly different at the .01 level.

5. The learning achievement in chemistry 1 between the students taught through the team tournament and the learning cycle (7E) was not significantly different.

6. The ability in scientific problem solving between the students taught through the team tournament and the learning cycle (7E) was not significantly different.

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมี 1และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่มและแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น

ของ

ขุนทอง คล้ายทอง

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาการมัธยมศึกษา
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร. สมชาย สันติวัฒนกุล)
วันที่ เดือน มกราคม พ.ศ. 2554

คณะกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์	คณะกรรมการสอบปากเปล่า
.....ประธาน	.....ประธาน
(รองศาสตราจารย์ ดร.ชุติมา วัฒนะคีรี)	(รองศาสตราจารย์ตรูเนตร อัชชสวัสดิ์)
..... กรรมการ	.....กรรมการ
(อาจารย์ ดร.ราชันย์ บุญธิมา)	(อาจารย์ ดร.สนอง ทองปาน)
	.....กรรมการ
	(รองศาสตราจารย์ ดร.ชุติมา วัฒนะคีรี)
	.....กรรมการ
	(อาจารย์ ดร.ราชันย์ บุญธิมา)

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัย

จาก

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี เพราะความเมตตาอนุเคราะห์จากรองศาสตราจารย์ ดร.ชุติมา วัฒนะคีรี ประธานที่ปรึกษา อาจารย์ ดร.ราชันย์ บุญธิมา กรรมการที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ตรูเนตร อัชชสวัสดิ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์สนธยา ศรีบางพลี และอาจารย์ ดร. สนอง ทองปาน ที่ให้ความรู้ แนวคิดและคำแนะนำในการปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ที่มีคุณค่า เพื่อให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณด้วยความเคารพเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณอาจารย์พรรณิภา กิจเอก อาจารย์สาริณี วังธนะรุ่งโรจน์ อาจารย์วารีย์ บุญลือ และอาจารย์จุฑารัตน์ ใจงาม ที่ได้กรุณาตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย พร้อมทั้งคำแนะนำตลอดจนข้อคิดที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการวิจัย

ขอขอบคุณผู้อำนวยการโรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย ปทุมธานี ที่กรุณาให้ความสะดวกในการจัดการเรียนการสอน ตลอดจนเสร็จสิ้นการทำวิจัย

ขอขอบคุณคณาจารย์ รุ่นพี่ และเพื่อนๆ นิสิตปริญญาโท สาขาการมัธยมศึกษา (การสอนวิทยาศาสตร์) ทุกคนที่ให้กำลังใจ ให้คำปรึกษา แนะนำ และให้ความช่วยเหลือกันมาตลอด

ขอขอบคุณนักเรียนทุกคนที่ให้ความร่วมมือที่ดี ในการทำวิจัย ตลอดจนการให้กำลังใจในการทำวิจัยครั้งนี้

ขอขอบคุณสถาบันส่งเสริมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ที่ให้ทุนการศึกษาตั้งแต่ระดับปริญญาตรี จนถึงปริญญาโทนี้

ขอกราบขอบพระคุณเป็นพิเศษ สำหรับ คุณพ่อ คุณแม่ ที่คอยช่วยเหลือ ห่วงใยและเป็นกำลังใจจนทำให้งานวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

คุณค่าประการใดๆ ที่พึงมีจากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องสักการะบูชาต่อพระคุณบิดา มารดา ครู อาจารย์ ตลอดจนผู้มีพระคุณทุกท่าน

ขุนทอง คล้ายทอง

สารบัญ

บทที่ **หน้า**

1 **บทนำ**..... 1

ภูมิหลัง..... 1

ความมุ่งหมายของการวิจัย..... 5

ความสำคัญของการวิจัย..... 5

ขอบเขตของการวิจัย..... 6

นิยามศัพท์เฉพาะ..... 7

กรอบแนวคิดในการวิจัย..... 10

สมมติฐานในการวิจัย..... 11

2 **เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**..... 12

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่ม 12

ความเป็นมา..... 12

ความหมายของการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่ม.....13

องค์ประกอบสำคัญของการเรียนแบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแข่งขัน

ระหว่างกลุ่ม..... 15

ประโยชน์ของการทำงานกลุ่ม..... 15

ความหมายของเกม..... 17

ประเภทของเกม..... 17

ประโยชน์ของเกมต่อการเรียนการสอน..... 18

ขั้นตอนในการสร้างเกม..... 18

หลักการนำเกมมาใช้ในการเรียนการสอน…..... 20

ขั้นตอนการเรียนแบบร่วมมือเทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่ม..... 20

ข้อดีของการเรียนประเภทกลุ่มแข่งขัน..... 32

ข้อจำกัดของวิธีการเรียนแบบกลุ่มแข่งขัน..... 34

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนแบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่ม.... 34

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น 37

ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น..... 37

แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น..... 45

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ **หน้า**

2 (ต่อ)

บทบาทครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น..... 48

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น..... 51

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์..... 52

ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน..... 53

กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์..... 53

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์..... 55

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน..... 61

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการคิดแก้ปัญหา..... 66

ความหมายของการคิดความสามารถในการคิดแก้ปัญหา..... 66

กรอบของการคิด..... 68

ลักษณะของการคิดแก้ปัญหา..... 70

กระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์..... 71

การเรียนการสอนกับความสามารถในการคิดแก้ปัญหา..... 75

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการคิดแก้ปัญหา..... 77

3. **วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า**..... 81

การกำหนดประชากรและการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง..... 81

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย..... 82

การเก็บรวบรวมข้อมูล..... 88

การจัดกระทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล..... 89

4. **ผลการวิเคราะห์ข้อมูล**..... 94

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล..... 94

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล..... 94

5. **สรุปผล อภิปราย และข้อเสนอแนะ** 100

ความมุ่งหมายของการวิจัย..... 100

สมมติฐานของการวิจัย..... 100

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ **หน้า**

5 (ต่อ)

วิธีดำเนินการวิจัย..... 101

การวิเคราะห์ข้อมูล..... 103

สรุปผลการศึกษาค้นคว้า..... 104

อภิปรายผลการวิจัย..... 104

ข้อเสนอแนะ.....113

บรรณานุกรม.....115

ภาคผนวก.....127

ประวัติย่อผู้วิจัย.....216

บัญชีตาราง

ตาราง **หน้า**

1 แสดงการเปรียบเทียบรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้แบบ 5E และ 7E..... 45

2 แสดงบทบาทของครูและนักเรียนในการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E.. 48

3 แบบแผนการทดลอง..... 82

4 แสดงการเปรียบเทียบการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่ม และแผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น..... 84

5 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมี 1 ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง 1 โดยใช้สถิติ t-test แบบ Dependent Sample..... 95

6 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมี 1 ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง 2 โดยใช้สถิติ t-test แบบ Dependent Sample 95

7 เปรียบเทียบความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียน ของกลุ่มทดลอง 1 โดยใช้สถิติ t-test แบบ Dependent Sample..... 96

8 เปรียบเทียบความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียน ของกลุ่มทดลอง 2 โดยใช้สถิติ t-test แบบ Dependent Sample..... 97

9 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมี 1 ระหว่างกลุ่มทดลอง 1 กับกลุ่มทดลอง 2 โดยใช้สถิติ t-test แบบ Independent Sample ในรูป Difference Score..... 98

10 เปรียบเทียบความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างกลุ่มทดลอง 1 กับ กลุ่มทดลอง 2 โดยใช้สถิติ t-test แบบ Independent Sample ในรูป Difference Score… 99

11 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการ แข่งขันระหว่างกลุ่ม แผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น..... 131

12 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของ แผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น..... 132

13 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมี 1.. 133

14 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทาง วิทยาศาสตร์..... 134

15 การหาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนในวิชาเคมี 1 เรื่องปริมาณสัมพันธ์..... 135

16 การหาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดความสามารถ ในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์..... 136

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง **หน้า**

17 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมี 1 ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่ม..... 139

18 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมี 1 ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น..... 141

19 คะแนนความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่ม..... 143

20 คะแนนความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น..... 145

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ **หน้า**

1 แสดงกรอบแนวคิดการวิจัย..... 12

2 แสดงขั้นตอนการสร้างเกมทางวิชาการ..... 19

3 ตัวอย่างบันทึกคะแนนแต่ละเกม..... 28

4 ตัวอย่างแสดงการคำนวณคะแนนการแข่งขันสำหรับเกมที่มีผู้เล่น 4 คน..... 29

5 ตัวอย่างแสดงการบันทึกคะแนนรวมของทีม..... 30

6 แสดงการเลื่อนโต๊ะ..... 30

7 แสดงวงจรการเรียนรู้แบบ 5E ของ BSCS..... 41

8 แสดงการขยายวงจรการเรียนรู้แบบ 5E เป็น 7E 42

9 แสดงความสัมพันธ์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์..... 54

บทที่ 1
บทนำ

ภูมิหลัง

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับชีวิตของทุกคน ทั้งในการดำรงชีวิตประจำวัน และในอาชีพต่างๆ เครื่องมือเครื่องใช้ตลอดจนผลผลิตต่างๆ เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงานล้วนเป็นผลของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ผสมกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่นๆ ความรู้วิทยาศาสตร์ช่วยให้เกิดการพัฒนาเทคโนโลยีอย่างมาก ในทางกลับกันเทคโนโลยีก็มีส่วนสำคัญมากที่ทำให้มีการศึกษาค้นคว้าความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นอย่างไม่หยุดยั้ง วิทยาศาสตร์ทำให้คนได้พัฒนาวิธีคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์วิจารณ์ มีทักษะในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลหลากหลาย และประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ นอกจากนี้แล้ววิทยาศาสตร์ถือเป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งความรู้ ทุกคนควรได้รับการพัฒนาให้มีความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจโลกธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น ตลอดจนนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์และมีคุณธรรม (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา. 2551: 1)

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 มาตรา 22 ระบุว่าการจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่านักเรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้เป็นผู้ที่พัฒนาตนเองได้ โดยถือว่านักเรียนสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องเสริมให้นักเรียนพัฒนาตามธรรมชาติ และเต็มตามศักยภาพ ในมาตรา 23 เน้นการจัดการศึกษาในระบบ นอกระบบ ตามอัธยาศัย ให้ความสำคัญต่อการบูรณาการความรู้คุณธรรม กระบวนการเรียนรู้ตามความเหมาะสมของระดับการศึกษา ในส่วนของการเรียนรู้ด้านวิทยาศาสตร์นั้น ต้องให้เกิดความรู้ ทักษะ เจตคติด้านวิทยาศาสตร์รวมทั้งความรู้ความเข้าใจและประสบการณ์ด้านการจัดการ การบำรุงรักษา การใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างสมดุลและยั่งยืน การจัดการเรียนรู้จำเป็นต้องเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการสอนของครูและการเรียนรู้ของนักเรียน ในขณะเดียวกันการพัฒนาบุคคลให้มีความสามารถในการคิดระดับสูงนั้นมีความสำคัญอย่างยิ่งทั้งช่วยเพิ่มขีดความสามารถในการพัฒนาเศรษฐกิจและความสามารถในการแข่งขันกับต่างประเทศ แต่จากการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในระดับนานาชาติของสมาคมนานาชาติเพื่อประเมินผลการศึกษา (International Association for Assessment in Education : IEA) ที่เรียกว่า TIMSS-2007 ซึ่งจะทำการทดสอบทุก 4 ปี และในปี พ.ศ. 2550 เป็นการสอบครั้งล่าสุด มีประเทศเข้าร่วมทั้งสิ้น 59 ประเทศ โดยผลคะแนนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนนานาชาติ ประเทศ

ไทยนั้นได้อันดับ 21 และมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 471 ในขณะที่ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 500 ซึ่งผลการประเมิน TIMSS-2007 ยังได้บ่งบอกถึงปัจจัยที่มีความเกี่ยวข้องกับคะแนนความสัมฤทธิ์ผลในวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนนานาชาติ และ นักเรียนไทย โดยมีข้อสรุปที่น่าสนใจประการหนึ่งคือ วิชาวิทยาศาสตร์ ประเทศไทยมีค่าเฉลี่ยของชั่วโมงการเรียนการสอนอยู่ที่ 119 ชั่วโมง/ปี มากกว่าค่าเฉลี่ยนานาชาติคือ 112 ชั่วโมง/ปี และถ้าเทียบกับประเทศที่มีคะแนนสูงสุด 5 อันดับแรก พบว่า สิงคโปร์ ไต้หวัน และอังกฤษ มีค่าเฉลี่ยสูงกว่าไทย ส่วนประเทศที่มีค่าเฉลี่ยเวลาสอนต่ำกว่าไทยคือ ญี่ปุ่นและเกาหลีใต้ (สถาบันส่งเสริมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2550) จากผลการประเมินในระดับนานาชาติ แสดงให้เห็นว่าขีดความสามารถด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศไทยในการแข่งขันกับต่างประเทศยังไม่สามารถแข่งขันกับประเทศอื่นๆ เช่น สิงคโปร์ ญี่ปุ่น เกาหลีใต้ ซึ่งสอดคล้องกับสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ที่ประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (General Achievement Test : GAT) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ทั่วประเทศ ครั้งที่ 3/2552 (ตุลาคม 2552) จำนวน 365,491 คน ปรากฏว่าช่วงคะแนนที่นักเรียนส่วนใหญ่ถึง 89,130 คน หรือคิดเป็น 24.39% อยู่ในช่วง 30.01- 60.00 คะแนน จากคะแนนเต็ม 300 คะแนน ส่วนช่วงถัดมาคือ ช่วง 60.01- 90.00 คะแนน คิดเป็น 21.79% และเมื่อพิจารณาเฉพาะผลการสอบความถนัดทางวิชาชีพ/วิชาการหรือ PAT ในส่วนของ PAT 2 หรือความถนัดทางวิทยาศาสตร์ จากคะแนนเต็ม 300 คะแนน พบว่ามีคะแนนอยู่ระหว่าง 0.00 - 235.00 และคะแนนเฉลี่ย 87.93 ซึ่งไม่ถึงร้อยละ 30 จากคะแนนเต็ม และเมื่อพิจารณาค่าสถิติพื้นฐานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ช่วงชั้นที่ 4 ปีการศึกษา 2551 ของชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 6 พบว่าในวิชาวิทยาศาสตร์ มีค่าเฉลี่ย 33.649 และจากการเปรียบเทียบกับวิชาอื่นๆ พบว่าวิชาวิทยาศาสตร์ อยู่ในลำดับที่ 7 จาก 8 วิชา (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. 2552) จากข้อมูลดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่าการเรียนวิทยาศาสตร์ของประเทศไทยยังคงเป็นปัญหาที่ต้องได้รับการแก้ไข

วิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่มุ่งเน้นกระบวนการเรียนรู้ ด้านความคิด และการปฏิบัติ เพื่อให้นักเรียนมีโอกาสได้ค้นพบความสามารถความถนัด ความสนใจของตนเอง การที่บุคคลจะอยู่รอดในสังคมได้ ปัจจุบันต้องคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็นอย่างมีเหตุผล (สาโรช บัวศรี. 2525 : 35) และเมื่อวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีความสำคัญมาก การพัฒนานักเรียนให้มีความรู้ความสามารถทางด้านวิทยาศาสตร์จึงเป็นเรื่องที่มีความสำคัญอย่างยิ่ง แต่ในปัจจุบันพบว่าการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ของไทยเพื่อพัฒนาให้นักเรียนมีคุณภาพในทุกๆ ด้านยังอยู่ในขอบเขตจำกัด สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2544) กล่าวว่า ควรพัฒนาคุณภาพการจัดการศึกษาให้ส่งผลต่อการพัฒนานักเรียนทั้งในด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การใช้เหตุผลในการแก้ปัญหาต่างๆ และการเรียนรู้ตลอดชีวิตด้วยตนเอง นอกจากนี้ความสามารถในการ

แก้ปัญหามีความสำคัญต่อการพัฒนาคุณภาพชีวิตมาก การที่บุคคลอยู่รอดในสังคมได้ต้องเป็นผู้ที่มีความคิด รู้จักคิด รู้จักแก้ปัญหา และจากการศึกษาพบว่าการจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันเกี่ยวกับเรื่องความสามารถในการแก้ปัญหาไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร ทั้งนี้อาจเป็นเพราะครูยังคงใช้วิธีการสอนแบบเดิม โดยยึดตนเองเป็นศูนย์กลางในการบรรยายเป็นส่วนใหญ่ และมักเป็นผู้สรุปบทเรียนเอง ทำให้นักเรียนขาดโอกาสในการฝึกฝนการพัฒนาทักษะการคิดและความสามารถในการแก้ปัญหา ซึ่งทำให้มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทางวิทยาศาสตร์ที่ไม่บรรลุเป้าหมายในที่สุด

กระบวนการจัดการเรียนการรู้จึงเป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยพัฒนาด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ตลอดจนความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียน เพราะฉะนั้นการเลือกรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมหรือเลือกประสบการณ์ต่างๆ ที่ดีให้กับนักเรียน เน้นให้นักเรียนได้ฝึกคิดและแก้ปัญหาด้วยตนเอง จะสามารถช่วยให้นักเรียนสามารถพัฒนาสติปัญญาและความคิดของนักเรียนได้เป็นอย่างดี การจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนสำคัญที่สุดจะสามารถช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้พัฒนาตามธรรมชาติและเต็มศักยภาพ คือ สามารถพัฒนาทั้งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กระบวนการคิดและเจตคติทางด้านวิทยาศาสตร์ ซึ่งการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการเรียนแบบร่วมมือ เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะทางการคิดและการทำงานร่วมกัน ซึ่งช่วยเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กระบวนการคิดและเจตคติทางด้านวิทยาศาสตร์ ดังนั้นในการจัดการเรียนรู้จึงเป็นส่วนหนึ่งที่ช่วยพัฒนาปัจจัยต่างๆ อันส่งผลให้ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนดีขึ้น เพราะจากสภาพปัจจุบันพบว่านักเรียนมีความสามารถในการแก้ไขปัญหาได้น้อยลง

กระทรวงศึกษาธิการ (2542 : 33 - 34) กล่าวว่าการคิดเป็นความสามารถที่พัฒนาได้โดยการฝึกฝนการคิดจากระดับง่ายจนถึงระดับที่ซับซ้อนมากขึ้น ได้แก่ ฝึกทักษะการคิด ลักษณะการคิดและกระบวนการคิด ตามลำดับ โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามระดับวุฒิภาวะของแต่ละบุคคลโดยให้นักเรียนคิดเป็น ตระหนักในปัญหา และหาทางคิดแก้ปัญหา โดยใช้ข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องทั้งหมดมาผสมผสานจนเกิดความคิดที่ตัดสินใจเลือก หรือปฏิบัติให้เกิดความพึงพอใจที่จะสามารถแก้ไขปัญหาได้

จากการศึกษาพบว่าการสอนวิทยาศาสตร์ให้ได้ผลดีนั้น ควรเริ่มจากการทบทวนความรู้เดิมและสอดแทรกความรู้ใหม่เข้าไป ซึ่งรูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ของ Eisenkraft (ภัสพล เหง้าโคกงาม. 2548 : 18 ; อ้างอิงจาก Eisenkraft. 2003 : 57 - 59) เป็นการสอนที่ขยายรูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น เป็น 7 ขั้น ซึ่งเป็นรูปแบบการสอนที่เน้นการถ่ายโอนการเรียนรู้และให้ความสำคัญเกี่ยวกับการตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียนซึ่งเป็นสิ่งที่ครูไม่ควรละเลยหรือละทิ้งจากพื้นความรู้เดิมของนักเรียนจะทำให้ครูได้พบเห็นว่า นักเรียนจะต้องเรียนรู้อะไรก่อน ที่จะเรียนในเนื้อหานั้นๆ ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมายและไม่เกิดแนวคิดที่ผิดพลาด

นอกจากนี้ยังเน้นให้นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้ การสอนโดยใช้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น มีขั้นตอนการสอนและสาระสำคัญ คือ 1) ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม 2) ขั้นเร้าความสนใจ 3) ขั้นสำรวจและค้นหา 4) ขั้นอธิบาย 5) ขั้นขยายความคิด 6) ขั้นประเมินผล และ 7) ขั้นนำความรู้ไปใช้ ซึ่งจากผลของการใช้รูปแบบการสอน 7E ในวิชาฟิสิกส์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายของพฤกษ์ โปร่งสำโรง พบว่า นักเรียนที่เรียนโดยรูปแบบการเรียนการสอนแบบ 7E มีคะแนนร้อยละของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือ สูงกว่าร้อยละ 70 (พฤกษ์ โปร่งสำโรง. 2549 : บทคัดย่อ)

นอกจากการสอนโดยใช้รูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นแล้ว การเรียนแบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่ม ถือได้ว่าเหมาะสมในการนำมาใช้ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ (Slavin. 1987) เนื่องจากเทคนิคการแข่งขันเป็นกลุ่มด้วยเกม ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนศึกษาค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง ฝึกทักษะกระบวนการกลุ่มทางสังคม เช่น ทักษะกระบวนการกลุ่ม ทักษะความเป็นผู้นำ ฝึกความรับผิดชอบ และฝึกการช่วยเหลือผู้อื่นด้วยความเต็มใจ อีกทั้งนักเรียนยังได้ตื่นเต้นสนุกสนานกับการเรียนรู้ (สุวิทย์ มูลคำ ; และอรทัย มูลคำ. 2545 : คำนำ) เทคนิคการแข่งขันเป็นกลุ่มคือการเรียนรู้แบบแข่งขันเป็นกลุ่ม ซึ่งจะเป็นอีกทางหนึ่งที่ทำให้นักเรียนมีความเอาใจใส่รับผิดชอบตัวเองและกลุ่ม ร่วมกับสมาชิกคนอื่นๆ ซึ่งมีกระบวนการจัดกิจกรรมดังนี้ 1) ขั้นเตรียมเนื้อหา 2) ขั้นจัดสมาชิกเข้ากลุ่ม 3) ขั้นเรียนรู้ แนะนำวิธีการเรียนรู้ 4) ขั้นแข่งขัน แนะนำการแข่งขันเกม 5) ขั้นยอมรับความสำเร็จของกลุ่ม ครูจะต้องใช้เทคนิคเสริมแรง เช่น การให้รางวัล คำชมเชย เป็นต้น ดังนั้นสมาชิกของกลุ่มจะต้องมีการกำหนดเป้าหมายร่วมกัน ช่วยเหลือซึ่งกันและกันเพื่อนำไปสู่ความสำเร็จของกลุ่ม การแข่งขันระหว่างกลุ่มด้วยเกมไม่เหมือนกับการแข่งขันทางการเรียนแบบอื่นที่มักเน้นแต่นักเรียนที่เก่งเท่านั้นจึงมีโอกาสแข่งขัน แต่เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่มด้วยเกมจะเปิดโอกาสให้นักเรียน ทั้งนักเรียนที่เก่งและนักเรียนที่ไม่เก่งที่ร่วมกลุ่มต่างต้องเข้าร่วมการแข่งขันและได้รับคำชมเชยในผลสำเร็จเท่าเทียมกัน (สมศักดิ์. 2544 : บทคัดย่อ) และจากงานวิจัยของอรทัย มูลคำ (2548 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเรื่องการพัฒนาแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องโครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่มด้วยเกม พบว่า เทคนิคนี้มีประโยชน์ต่อการจัดกิจกรรมของครู และยังส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีขึ้น ช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ร่วมกัน มีปฏิสัมพันธ์ต่อกัน มีการช่วยเหลือซึ่งกันและกันระหว่างสมาชิกภายในกลุ่ม

จากสภาพปัญหา และแนวคิดดังกล่าว จึงทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมี 1 และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา

ปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่มและแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เพื่อเป็นแนวทางที่เหมาะสมต่อการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมี 1 และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการเรียนรู้ด้วยตนเอง และเป็นแนวทางในการศึกษาหาความรู้ของนักเรียน พร้อมทั้งเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ของครูต่อไป

ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งความมุ่งหมายไว้ดังนี้

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมี 1 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่ม ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมี 1 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้
3. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่ม ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้
4. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้
5. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี 1 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่มและการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น
6. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่มและการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น

ความสำคัญของการวิจัย

1. ผลการวิจัยครั้งนี้ทำให้ทราบถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมี 1 และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่มและการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น

2. ผลการวิจัยในครั้งนี้ ครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และกลุ่มสาระการเรียนรู้อื่นๆ สามารถนำวิธีการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่มและการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ไปประยุกต์ใช้ในกิจกรรมการเรียนรู้ให้กับนักเรียนได้ ซึ่งส่งผลให้นักเรียนกล้าแสดงออก ยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่น ความรับผิดชอบความเพียรพยายาม ความซื่อสัตย์ ความมีเหตุผล และมีความสนุกสนานในการเรียน

3. นักเรียนสามารถใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของตนเองให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นได้ อีกทั้งยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้

ขอบเขตของการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย ปทุมธานี ตำบลบ่อเงิน อำเภอลาดหลุมแก้ว จังหวัดปทุมธานี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 จำนวน 2 ห้องเรียน รวมจำนวนนักเรียน 76 คน โดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 ด้วยวิธีจับสลาก ดังนี้

กลุ่มทดลองกลุ่ม 1 ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่ม จำนวน 38 คน

กลุ่มทดลองกลุ่ม 2 ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น จำนวน 38 คน

ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง

ผู้วิจัยทำการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 ใช้เวลาในการทดลองกลุ่มละ 20 คาบ คาบละ 50 นาที โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการจัดการเรียนรู้ทั้งสองกลุ่ม

เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นเนื้อหาจากหลักสูตรสถานศึกษาในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 โดยมีหัวข้อดังต่อไปนี้

1. มวลอะตอม และมวลอะตอมเฉลี่ย
2. มวลโมเลกุล
3. จำนวนโมลกับมวลของสาร

4. ปริมาตรต่อโมลของแก๊ส
5. ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมล อนุภาคและปริมาตรของแก๊ส
6. ความเข้มข้นของสารละลาย
7. การเตรียมสารละลาย

ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

1. ตัวแปรอิสระ ได้แก่
   1.1 การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่ม
   1.2 การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น
2. ตัวแปรตาม ได้แก่
   2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี 1
   2.2 ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. **การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่ม** หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มละ 4 - 5 คน คละความสามารถด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระดับสูง ปานกลาง และต่ำ ในอัตราส่วน 1 : 2 : 1 และเพศ ภาระงานของกลุ่ม คือ หลังจากที่ครูนำเสนอบทเรียนทั้งชั้นแล้วให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำงานตามที่ครูกำหนดและเตรียมสมาชิกทุกคนให้พร้อมสำหรับการแข่งขันตอบคำถาม ซึ่งเป็นคำถามสั้น ๆ เกี่ยวกับเนื้อหาบทเรียน ในการแข่งขันครูจัดให้นักเรียนที่มีผลการเรียนในระดับเดียวกันแข่งขันกัน คะแนนที่สมาชิกตอบคำถามได้นำมารวมกันเป็นคะแนนของกลุ่ม เมื่อจบการแข่งขันในแต่ละครั้ง ครูประกาศคะแนนผู้ที่ได้คะแนนสูงสุด และกลุ่มที่ทำคะแนนได้สูงสุด ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

1.1 ขั้นนำ โดยครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ และทบทวนความรู้เดิมพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับเนื้อหาใหม่ โดยใช้เกม เพลง นิทาน การบรรยาย อภิปราย ฯลฯ เพื่อเชื่อมโยงให้เข้ากับเนื้อหาใหม่

1.2 ขั้นสอน ครูเสนอเนื้อหาโดยใช้เทคนิควิธีสอนที่เหมาะสม เน้นให้ผู้เรียนหาคำตอบจากสื่อรูปธรรม ผู้เรียนต้องสนใจและตั้งใจฟังในขณะที่ครูเสนอบทเรียนทั้งชั้น เพื่อนำความรู้ความเข้าใจในบทเรียนไปใช้ในการแข่งขัน

1.3 ขั้นจัดกลุ่ม แบ่งกลุ่มนักเรียนกลุ่มละ 4 คน คละนักเรียนที่มีความสามารถ เก่ง ปานกลางและอ่อน เพื่อให้สมาชิกร่วมกันปฏิบัติกิจกรรมและเตรียมความพร้อมที่เข้าแข่งขัน

1.4 ขั้นการแข่งขัน เป็นการแข่งขันตอบคำถามจากเนื้อหาที่นักเรียนเรียนรู้ แต่ละกลุ่มส่งตัวแทน 1 คนมาแข่งขัน โดยยึดหลักนักเรียนที่มีความสามารถทัดเทียมกัน คือ นักเรียนเก่งของแต่ละกลุ่มแข่งขันกัน นักเรียนปานกลางแต่ละกลุ่มแข่งขันกันและนักเรียนอ่อนแข่งขันกัน คะแนนของแต่ละคนมารวมเป็นคะแนนรวมของกลุ่ม เพื่อให้นักเรียนแข่งขันกับตนเอง

1.5 ขั้นสรุป ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปบทเรียน และมอบรางวัลกลุ่มที่ได้คะแนนสูงสุด

2. **การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น** หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามขั้นตอนที่พัฒนารูปแบบการเรียนการสอนโดยไอน์เซนคราฟต์ ประกอบด้วย 7 ขั้นตอน คือ (ภัสพล เหง้าโคกงาม. 2548 : 18 ; อ้างอิงจาก Eisenkraft. 2003 : 57 - 59)

2.1 ขั้นทบทวนความรู้เดิม ครูจัดกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนแสดงออกถึงความรู้ความเข้าใจเดิม หรือการทบทวนความรู้เดิมที่นักเรียนมีอยู่

2.2 ขั้นสร้างความสนใจ ครูจัดกิจกรรมเพื่อสร้างความสนใจ กระตุ้น ยั่วยุ ให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น กิจกรรมอาจเป็นการทดลอง การนำเสนอข้อมูล การสาธิตข่าว หรือสถานการณ์ เหตุการณ์ ฯลฯ ซึ่งก่อให้เกิดความขัดแย้งกับสิ่งที่นักเรียนเคยรู้ กระตุ้นให้นักเรียนตั้งคำถาม กำหนดประเด็นปัญหาที่จะศึกษา ซึ่งนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ

2.3 ขั้นสำรวจและค้นหา ครูกระตุ้นให้นักเรียนตรวจสอบปัญหา และให้นักเรียนดำเนินการสำรวจตรวจสอบ สืบค้นและรวบรวมข้อมูล โดยการวางแผนการสำรวจตรวจสอบ ลงมือปฏิบัติ เช่น การสังเกต วัด ทดลอง และรวบรวมข้อมูล

2.4 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป ครูส่งเสริมให้นักเรียนนำข้อมูลมาวิเคราะห์ จัดกระทำข้อมูลในรูปตาราง กราฟ แผนภาพ ฯลฯ ให้เห็นแนวโน้มหรือความสัมพันธ์ของข้อมูล สรุปผลและอภิปรายผลการทดลอง โดยอ้างอิงหลักการทางวิชาการประกอบอย่างเป็นเหตุเป็นผลมีการอ้างอิงหลักฐานชัดเจน นอกจากนี้ครูยังมีหน้าที่จัดกิจกรรมส่งเสริมให้นักเรียนอธิบายความคิดด้วยตัวของนักเรียนเอง ให้นักเรียนแสดงหลักฐาน เหตุผลประกอบการอธิบาย

2.5 ขั้นขยายความรู้ ครูกระตุ้นให้นักเรียนประยุกต์ใช้สัญลักษณ์ นิยามคำอธิบายและทักษะไปสู่สถานการณ์ใหม่ กระตุ้นให้นักเรียนใช้ข้อมูลที่มีอยู่ ในการตอบคำถามเสนอแนวทางแก้ปัญหา ตัดสินใจเลือกแนวทางแก้ปัญหาและออกแบบการทดลอง

2.6 ขั้นประเมินผล เป็นการประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียน ซึ่งมีทั้งการประเมินการปฏิบัติกิจกรรมในแต่ละขั้นตอนและการประเมินการเรียนรู้ของนักเรียนก่อนที่นักเรียนขยายความคิดรวบยอดและค้นพบปัญหาใหม่ โดยครูและนักเรียนมีส่วนร่วมในการประเมิน

2.7 ขั้นขยายความคิดรวบยอด ครูส่งเสริมให้นักเรียนเชื่อมโยงความคิดรวบยอดหรือหัวข้อที่นักเรียนได้เรียนแล้ว ไปสู่ความคิดรวบยอดหรือหัวข้ออื่นๆ ที่เกี่ยวข้องและกระตุ้นให้นักเรียนเกิดปัญหาใหม่

3. **ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมี 1** หมายถึง ความสามารถทางการเรียนรู้ในสาระการเรียนรู้วิชาเคมี 1 ซึ่งพิจารณาจากคะแนนการตอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ในวิชาเคมี 1 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามเนื้อหา และจุดประสงค์การเรียนรู้สาระการเรียนรู้รายวิชาเคมี 1 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ โดยวัดความสามารถด้านความรู้ความคิด 3 ด้าน และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน จำนวน 7 ทักษะ

3.1 ความรู้ – ความจำ หมายถึง ความสามารถในขั้นที่ระลึกได้ ในสิ่งที่เรียนรู้มาแล้วเกี่ยวกับข้อเท็จจริง คำศัพท์ หลักการ กฎ และทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

3.2 ความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการจำแนกความรู้ได้เมื่อปรากฏอยู่ในรูปใหม่และมีความสามารถในการแปลความรู้จากสัญลักษณ์หนึ่งไปอีกสัญลักษณ์หนึ่งได้

3.3 การนำความรู้ไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้และวิธีการต่างๆ ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ๆ หรือจากที่แตกต่างไปจากที่เคยเรียนรู้มา โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

3.4 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน หมายถึง พฤติกรรมที่แสดงถึงความชำนาญในทักษะต่างๆด้านวิทยาศาสตร์ ดังนี้

3.4.1 ทักษะการสังเกต หมายถึง ความสามารถบอกรายละเอียดหรือข้อมูลจากสิ่งที่ให้ค้นหาโดยใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวกาย

3.4.2 ทักษะการคำนวณ หมายถึง ความสามารถในการนับจำนวนของวัตถุกับการนับตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้มาคิดคำนวณโดยการ บวก ลบ คูณ หารหรือหาค่าเฉลี่ย

3.4.3 ทักษะการจำแนกประเภท หมายถึง นักเรียนสามารถแบ่งพวกหรือเรียงลำดับของวัตถุ หรือสิ่งที่ปรากฏโดยมีเกณฑ์ความเหมือนหรือความต่าง หรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งเป็นหลัก เช่น รูปร่าง ขนาด สี

3.4.4 ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่นๆ มาจัดกระทำเสียใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนี้ดีขึ้น โดยอาจเสนอในรูปตาราง แผนภูมิ แผ่นภาพ ไดอะแกรม วงจร กราฟ สมการ เขียน บรรยาย เป็นต้น

3.4.5 ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล หมายถึง ความสามารถลงความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผลโดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมของตน

3.4.6 ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป หมายถึง นักเรียนสามารถแปลความหมายหรือบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ได้และสามารถบอกความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีอยู่ได้

4. **ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์** หมายถึง ความสามารถทางสติปัญญาและความคิดที่นำเอาประสบการณ์เดิมมาใช้ในการแก้ปัญหาที่เป็นประสบการณ์ใหม่ ซึ่งวัดได้จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

4.1 ขั้นระบุปัญหา หมายถึง ความสามารถในการบอกปัญหาที่สำคัญที่สุด ภายในขอบเขตของข้อเท็จจริงจากสถานการณ์ที่กำหนดให้

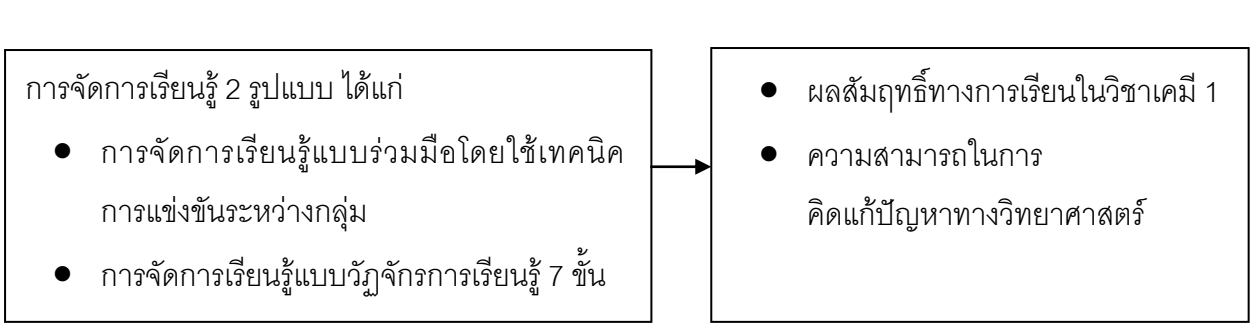
4.2 ขั้นตั้งสมมติฐาน หมายถึง ความสามารถในการคิด วิเคราะห์ คาดคะเน บอกสาเหตุที่แท้จริงของปัญหาหรือสาเหตุที่เป็นไปได้ของปัญหา จากข้อเท็จจริงในสถานการณ์ที่กำหนดให้

4.3 ขั้นพิสูจน์หรือทดลอง หมายถึง ความสามารถในการคิดค้น วางแผน เสนอแนวทางในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หรือเสนอข้อมูลเพิ่มเติม เพื่อนำไปสู่การคิดแก้ปัญหาที่ระบุไว้อย่างสมเหตุ สมผล

4.4 ขั้นสรุปและนำไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการอธิบายได้ว่าผลที่เกิดจากการกำหนดวิธีการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์นั้นสอดคล้องกับปัญหาที่ระบุไว้หรือไม่ หรือผลที่ได้จะเป็นอย่างไรและนำไปใช้ได้

กรอบแนวคิดในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้สร้างกรอบแนวคิดการวิจัย ดังนี้



สมมติฐานในการวิจัย

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมี 1 ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่มหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมี 1 ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

3. ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่มหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

4. ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

5. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมี 1 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่มและการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น มีความแตกต่างกัน

6. ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่มและการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น มีความแตกต่างกัน

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและได้นำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

1. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่ม
2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น
3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
4. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่ม

1.1 ความเป็นมา

เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่มเกิดจากปัญหาการขาดแรงจูงใจในการเรียนของนักเรียน และมีผลงานวิจัยที่น่าตื่นเต้นของนักจิตวิทยาสาขาต่างๆ ในเรื่องนี้ปรากฏออกมาในปลายทศวรรษที่ 1960 ซึ่งว่าด้วยปัญหา

1. ค่านิยมในนักเรียนไม่ได้รับการกระตุ้นให้ใฝ่รู้เชิงวิชาการ
2. ระดับความสามารถที่แตกต่างกันหลากหลายในชั้นเรียน
3. ผลการสอนแบบแข่งขันที่ปรากฏในหนังสือ TGT มีผลดีซึ่งปรากฏผลการวิจัยใน 3 โรงเรียน

จากปัญหาที่กล่าวมา การสอนแบบเทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่ม หรือ TGT จึงเริ่มนำหลักการด้านต่างๆ เช่น กฎการแข่งขันเป็นทีม เกมทางวิชาการตลอดจนมีการเสริมแรงเข้ามาผสมผสานในชั้นเรียน ซึ่งหลักการดังกล่าวประกอบไปด้วย

กฎแข่งขันเป็นทีม เริ่มขึ้นในปลายทศวรรษ 1940 ในผลงานของนักวิจัยทางสังคมศาสตร์ 4 กลุ่มเล็กๆ (Deutsch.1949 ; Sherif; & Sherif. 1953 ; Coleman. 1959 ; Bronfenbrenner. 1970) ในประสิทธิผลของการแข่งขันเป็นทีม โดยมีลักษณะร่วมมือในทีม และการแข่งขันระหว่างทีม ผลของการแข่งขันที่น่าทึ่งของการแข่งขันเป็นทีม ก็คือ ระดับคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มจะค่อย ๆ สูงขึ้น และมีการปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพื่อน โดยมีการกระตุ้นซึ่งกันและกันเกิดขึ้นเองอย่างมาก

การจัดการเรียนการสอนที่สนับสนุนสภาพธรรมชาติที่มีหลายระดับในห้องเรียนในการเพิ่มคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และติวกันเองจะเป็นหัวใจของการร่วมมือภายในทีม ซึ่งประกอบไปด้วยสมาชิกที่มีความแตกต่างกัน

เกมทางวิชาการ (Academic Games) เกิดในช่วงกลางทศวรรษที่ 1960 เป็นช่วงที่มีการวิจัยที่เข้มข้นที่จะพัฒนาการใช้เกม เพื่อปรับปรุงการเรียนการสอนในชั้นเรียน การใช้เกมในชั้นเรียนจะเป็นการใช้สภาพที่เป็นจริง เพื่อเพิ่มพลังความทะเยอทะยานต่อวิชาการและการปฏิสัมพันธ์ภายในกลุ่ม โดยใช้ห้องเรียนเป็นสื่อกลางในการสร้างค่านิยมนี้ ซึ่งเป็นช่วงที่เกมทางวิชาการมีความก้าวหน้าไปหลายส่วน (Boocock; & Schild. 1968) มีผลงานของอัลเลนและคนอื่นๆ (Allen; and others. 1970) ปรากฏออกมาหลายลักษณะ ในการพัฒนาเกม เช่น หนังสืออีเควชั่น (Equations) ของอัลเลน (Allen.1969) จะมีเกมที่เป็นพื้นฐานแก่นักเรียนในห้องที่มีความแตกต่างทางความสามารถอย่างมาก ดังนั้นการบูรณาการเกมเข้าไปในชั้นเรียนจึงช่วยพัฒนาเจตคติของนักเรียน และกระตุ้นทักษะพื้นฐานในลักษณะผสมผสานวิธีการที่ไม่ได้เป็นเพียงการสอนอยู่ในรูปแบบเดิมๆ แต่เพียงแบบเดียว

1.2 ความหมายของการเรียนแบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่ม

กรมวิชาการ (2544 : 50) ได้กล่าวว่า การร่วมมือแข่งขัน (Game Tournament) แบ่งผู้เรียนเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 เป็นกลุ่มแข่งขัน สมาชิกในกลุ่มที่ 2 ต้องมีจำนวนเท่ากัน ส่วนกลุ่มที่ 3 เป็นกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ / ผู้ตัดสินโดยไม่ต้องให้คำตอบ กลุ่มแข่งขันแต่ละกลุ่มจะติวข้อสอบให้เพื่อนของตน เมื่อถึงเวลาแข่งขัน ผู้ตัดสินอธิบายกติกา และเรียกตัวแทนของกลุ่มแข่งขันออกมาทีละคนหรือมากกว่านั้นตามความเหมาะสม เมื่อสิ้นสุดกิจกรรม กลุ่มที่ได้คะแนนสูงสุดจะเป็นผู้ชนะ

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2544 : 144 – 145) ได้กล่าวว่าวิธีการเรียนแบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่ม คือเทคนิควิธีเรียนแบบร่วมมือวิธีหนึ่งที่จัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยมีการจัดให้นักเรียนร่วมกันเป็นกลุ่มย่อย แต่ละกลุ่มมีสมาชิก 4 คน ที่มีระดับความสามารถแตกต่างกัน สมาชิกในกลุ่มจะศึกษาค้นคว้าและทำงานร่วมกัน นักเรียนจะบรรลุเป้าหมายก็ต่อเมื่อเพื่อนร่วมกลุ่มบรรลุถึงเป้าหมายนั้นร่วมกัน นักเรียนจึงมีปฏิสัมพันธ์ที่ดีต่อกัน เพื่อช่วยเหลือ สนับสนุน กระตุ้นและส่งเสริมการทำงานของเพื่อนสมาชิกในกลุ่มให้ประสบความสำเร็จ นักเรียนได้อภิปรายซักถามซึ่งกันและกัน เพื่อให้เข้าใจบทเรียนหรืองานที่ได้รับมอบหมายเป็นอย่างดีทุกคน ต่อจากนั้นจะมีกิจกรรมการแข่งขันตอบปัญหาทางวิชาการกับตัวแทนของกลุ่มอื่นที่มีระดับความสามารถใกล้เคียงกัน จัดเป็นกลุ่มแข่งขันขึ้นใหม่ ซึ่งมีการแข่งขันภายในกลุ่ม เมื่อเสร็จสิ้นการตอบปัญหาแต่ละครั้ง นักเรียนจะกลับมาสู่กลุ่มเดิมที่มีความสามารถแตกต่างกันแล้วนำคะแนนที่

สมาชิกในกลุ่มแต่ละคนที่สะสมได้จากการตอบปัญหามารวมกันเป็นคะแนนเฉลี่ยของกลุ่ม กลุ่มใดทำคะแนนได้สูงถึงเกณฑ์ที่กำหนดจะได้รับรางวัล (Slavin. 1995 : 84 – 93)

ลักษณะเด่นของวิธีการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่ม คือนักเรียนได้ร่วมสนุก ตื่นเต้นและท้าทายความสามารถของนักเรียนด้วยการเข้าร่วมเกมการแข่งขันตอบปัญหากับนักเรียนกลุ่มอื่นที่มีความสามารถใกล้เคียงกัน โดยจะมีการจัดกลุ่มใหม่กลุ่มละ 4 คน สมาชิกภายในกลุ่มแข่งขันมีความสามารถใกล้เคียงกัน นักเรียนทุกคนมีโอกาสเท่าเทียมกันในการทำคะแนนจากการแข่งขันไม่ว่าจะเป็นนักเรียนที่เรียนช้าหรือนักเรียนที่เรียนเก่ง จึงทำให้นักเรียนมีความภาคภูมิใจ มั่นใจในความพยายามและความสามารถของตน และเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนกระตือรือร้นในการค้นคว้าหาความรู้และช่วยเหลือกัน เมื่อเสร็จสิ้นการแข่งขันนักเรียนแต่ละคนจะกลับมาที่กลุ่มเดิมเพื่อหาค่าเฉลี่ยของคะแนนกลุ่ม ทำให้นักเรียนตื่นเต้นและสนุกสนานกับผลของคะแนนที่ได้ พร้อมกับการได้รับรางวัล ถ้าคะแนนของกลุ่มสามารถผ่านถึงเกณฑ์ที่กำหนดไว้ การแข่งขันนี้ไม่มีการแพ้หรือชนะ แต่เป็นการแข่งขันเพื่อร่วมกันสะสมคะแนนให้ไปถึงเป้าหมายตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้เท่านั้น

สุวิทย์ มูลคำ (2546 : 163) ได้ให้ความหมายว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค TGT เป็นการเรียนรู้แบบร่วมมืออีกรูปแบบหนึ่งคล้ายกับเทคนิค STAD ที่แบ่งนักเรียนที่มีความสามารถแตกต่างกันออกเป็นกลุ่มเพื่อทำงานร่วมกัน กลุ่มละประมาณ 4-5 คน โดยกำหนดให้สมาชิกของกลุ่มได้แข่งขันในเกมการเรียนที่ผู้สอนจัดเตรียมไว้แล้ว ทำการทดสอบความรู้โดยการใช้เกมการแข่งขัน คะแนนที่ได้จากการแข่งขันของสมาชิกแต่ละคนในลักษณะการแข่งขันตัวต่อตัวกับทีมอื่น นำเอามาบวกเป็นคะแนนรวมของทีม ผู้สอนจะต้องใช้เทคนิคของการเสริมแรง เช่น การให้รางวัล คำชมเชย เป็นต้น ดังนั้นสมาชิกจะต้องมีการกำหนดเป้าหมายร่วมกันช่วยเหลือซึ่งกันและกันเพื่อความสำเร็จของกลุ่ม

ดังนั้น การเรียนแบบร่วมมือเทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่มเป็นเทคนิคหนึ่งของวิธีสอนแบบร่วมมือ โดยจัดให้นักเรียนรวมกันเป็นกลุ่มย่อย สมาชิกในกลุ่มมีระดับความสามารถแตกต่างกัน สมาชิกภายในกลุ่มจะศึกษาค้นคว้าและทำงานร่วมกัน นักเรียนจะบรรลุเป้าหมายก็ต่อเมื่อเพื่อนร่วมกลุ่มบรรลุถึงเป้าหมายนั้นร่วมกัน นักเรียนจึงมีปฏิสัมพันธ์ที่ดีต่อกัน เพื่อช่วยเหลือสนับสนุน กระตุ้นและส่งเสริมการทำงานของเพื่อนสมาชิกในกลุ่มให้ประสบผลสำเร็จ นักเรียนได้อภิปรายซักถามซึ่งกันและกันเพื่อให้เข้าใจบทเรียนหรืองานที่ได้รับมอบหมายเป็นอย่างดีทุกคน ต่อจากนั้นจะมีกิจกรรมแข่งขันตอบปัญหา เพื่อสะสมคะแนนความสามารถของกลุ่ม โดยนักเรียนแต่ละคนจะเป็นผู้แทนของกลุ่มในการเข้าร่วมแข่งขันตอบปัญหาทางวิชาการกับตัวแทนของกลุ่มอื่น ที่มีความสามารถระดับใกล้เคียงกัน แล้วนำคะแนนที่สมาชิกในกลุ่มแต่ละคนที่สะสมได้จากการตอบปัญหามารวมกันเป็นคะแนนเฉลี่ยของกลุ่ม กลุ่มใดทำคะแนนได้สูงถึงเกณฑ์ที่กำหนดจะได้รับรางวัล

เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่มมีลักษณะสำคัญ คือ นักเรียนทุกคนจะได้ร่วมสนุก ตื่นเต้น และท้าทายความสามารถของนักเรียน ด้วยการเข้าร่วมเกมการแข่งขันตอบปัญหากับนักเรียนกลุ่มอื่นที่มีความสามารถใกล้เคียงกัน ดังนั้นนักเรียนทุกคนมีโอกาสเท่าเทียมกันในการทำคะแนน จึงทำให้มีความภาคภูมิใจ มั่นใจในความพยายามและความสามารถของตน และเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนกระตือรือร้นในการค้นคว้าหาความรู้ และช่วยเหลือกัน

1.3 องค์ประกอบสำคัญของการเรียนแบบร่วมมือเทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่ม

การเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่ม มีองค์ประกอบสำคัญดังนี้ (สุวิทย์ มูลคำ; และอรทัย มูลคำ 2545 : 164)

1. การเสนอเนื้อหา เป็นการนำเสนอเนื้อหาหรือบทเรียนใหม่ รูปแบบการนำเสนออาจจะเป็นการบรรยาย อภิปราย กรณีศึกษาหรืออาจจะมีสื่อการเรียนอื่น ๆ ประกอบด้วยก็ได้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่ม จะแตกต่างจากเทคนิคอื่น ๆ ตรงที่ผู้สอนต้องเน้นให้ผู้เรียนทราบว่าผู้เรียนต้องให้ความสนใจมากในเนื้อหาสาระ เพราะจะช่วยให้ทีมประสบความสำเร็จในการแข่งขัน วิธีนี้เหมาะสมกับการเรียนรู้ในวิชาพื้นฐานที่สามารถถามคำถามที่มีคำตอบแน่นอนตายตัว เช่น ภาษาไทย คณิตศาสตร์ เป็นต้น

2. การจัดทีม เป็นการจัดทีมผู้เรียนโดยให้คละกันทั้งเพศและความสามารถ ทีมมีหน้าที่ในการเตรียมตัวสมาชิกให้พร้อมเพื่อการเล่นเกม หลังจากจบชั่วโมงการเรียนรู้แต่ละทีมจะนัดสมาชิกศึกษาเนื้อหาโดยมีแบบฝึกหัดช่วย และผู้เรียนจะผลัดกันถามคำถามในแบบฝึกหัดจนกว่าจะเข้าใจเนื้อหาทั้งหมด เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่มมีจุดเน้นในทีมคือ ทำให้ดีที่สุดเพื่อทีม จะช่วยเหลือให้กำลังใจเพื่อนร่วมทีมให้มากที่สุด

3. เกม เป็นเกมตอบคำถามง่าย ๆ เกี่ยวกับเนื้อหาสาระที่ผู้เรียนได้ศึกษาเรียนรู้ในการเล่นเกม ผู้เรียนที่เป็นตัวแทนจากทีมแต่ละทีมจะมาเป็นผู้แข่งขัน

1.4 ประโยชน์ของการทำงานกลุ่ม

ยัง (Young. 1972 ; 634) ได้อธิบายถึงข้อได้เปรียบของการเรียน โดยการให้ทำงานเป็นกลุ่มว่า

1. ครูมีโอกาสนำพลังกลุ่มของนักเรียนมาใช้ ให้เป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอนทำให้ครูมีเวลามากขึ้น ในการให้ความช่วยเหลือนักเรียนแต่ละคน เพราะนักเรียนจะเป็นผู้อธิบายกระบวนการเรียนรู้ซึ่งกันและกันในกลุ่มตนเอง ในขณะที่ครูอธิบายปัญหาที่นักเรียนกลุ่มอื่นสงสัยและแก้ปัญหาไม่ได้

2. การทำงานของครูมีความคล่องตัวมากขึ้น เพราะเมื่อแบ่งกลุ่มนักเรียนแล้ว แทนที่ครูจะต้องตอบปัญหานักเรียน 25 – 40 คนทั้งชั้น ก็จะกลายเป็นว่าครูตอบปัญหาของกลุ่มเพียง 4 – 5 คนเท่านั้น ปัญหาที่จะต้องมาถึงครู หรือที่ครูต้องอธิบายให้ฟังก็มักจะเป็นปัญหาที่กลุ่มช่วยกันตอบแล้วตอบไม่ได้เท่านั้น

3. บรรยากาศในการเรียนจะมีความเป็นกันเองมากขึ้น ทำให้นักเรียนจะรู้สึกสบายใจและไม่เคร่งเครียดเมื่อทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม

4. ช่วยแก้นิสัยที่ไม่กล้าแสดงออกของนักเรียนบางคน เพราะการทำงานร่วมกันทำให้นักเรียนรู้สึกว่าตนมีความสำคัญต่อกลุ่มเท่าๆกัน ความเชื่อมั่นในตนเองก็จะถูกกระตุ้นให้เพิ่มมากขึ้น ความเชื่อมั่นในตนเองนี้จะเริ่มขึ้นภายในกลุ่มก่อน เพราะนักเรียนส่วนใหญ่จะเกิดความประหม่าน้อยหรือไม่มีเลย เมื่อเสนอปัญหาที่ข้องใจของเขาต่อกลุ่ม แต่จะประหม่ามาก ถ้าเสนอข้อข้องใจต่อทั้งชั้นเรียน

5. การเรียนเป็นกลุ่มจะช่วยลดปัญหาเกี่ยวกับระเบียบวินัยของนักเรียน

6. การเรียนเป็นกลุ่มจะเสริมสร้างความสามัคคี การรู้จักรับผิดชอบ หน้าที่ของตนต่อกลุ่ม

7. ฝึกให้นักเรียนเป็นผู้กว้างขวาง ในการค้นคว้าหาความรู้จากแหล่งต่างๆ

8. ฝึกให้นักเรียนรู้จักการเสนอแนะ และการซักถามตลอดจนส่งเสริมความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ให้แก่นักเรียนด้วย

ดัน (Dunn. 1972 : 154) ได้กล่าวว่า การสร้างกลุ่มเล็กๆ ที่มีการทำงานร่วมกัน ต่างฝ่ายต่างรับฟังความคิดเห็นของกันและกัน ช่วยกันรับผิดชอบในการเรียนร่วมกัน เนื่องจากการเรียนร่วมกันเป็นกลุ่ม ทำให้รู้สึกสนุกสนาน และสร้างความสามัคคีขึ้นในกลุ่ม ต่างวางใจว่าแต่ละคนจะช่วยกันส่งเสริมให้กลุ่มมีความก้าวหน้ายิ่งขึ้น

เกษม วิจิโน (2535 : 2 ; อ้างอิงจาก ชัยยงค์ พรหมวงศ์. 2520 : 17) การใช้กระบวนการกลุ่มที่มีการจัดแบ่งผู้เรียนออกเป็นกลุ่มย่อยๆ โดยเน้นเรื่องความแตกต่างระหว่างบุคคล ซึ่งทำให้ผู้เรียนได้แลกเปลี่ยนประสบการณ์การเรียนรู้ และการทำงานต่างๆ ร่วมกัน การที่ผู้เรียนมีโอกาสได้ทำงานร่วมกันทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน มีความสนุกสนานในการเรียน เด็กเก่งได้ช่วยเหลือเพื่อนที่เรียนช้า และตัวเด็กเก่งเองก็ยังได้เพิ่มความเข้าใจในความคิดรวบยอดของเนื้อหานั้นๆ ลึกซึ้งยิ่งขึ้นกว่าเดิมเพราะได้อธิบาย แก่เพื่อนในกลุ่ม

กิจกรรมกลุ่มเป็นสิ่งที่จัดขึ้นเพื่อช่วยส่งเสริมนักเรียน ได้เรียนรู้เกี่ยวกับการติดต่อมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่นโดยให้บรรยากาศที่จะส่งเสริมซึ่งกันและกัน และสร้างความมีวินัยในตนเองให้เกิดขึ้นโดยใช้เทคนิคต่างๆ เช่น แบบฝึกทักษะ เกมแข่งขันทางวิชาการ และการอภิปราย

1.5 ความหมายของเกม

การใช้เกมเป็นเครื่องมือในการสอนเริ่มในปี พ.ศ. 2550 โดยมีนักการศึกษาดัดแปลงเกมขึ้นจากเกมสงคราม และได้มีการพัฒนาแพร่หลายอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะในสาขาวิชาธุรกิจและการจัดการ การเล่นเกมได้พัฒนาขึ้นจากเกมที่ใช้อุปกรณ์ง่ายๆ เช่น ดินสอ กระดาษ จนกระทั่งถึงเกมที่ใช้คอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ไฟฟ้า (วนา ชลประเวส. 2526 : 13)

เกม เป็นกิจกรรมที่มีความสำคัญยิ่ง ในการเร้าความสนใจ และสร้างความสนุกสนาน การเล่นเกมเป็นวิธีหนึ่งที่จะช่วยส่งเสริมการเรียนรู้และช่วยพัฒนาทักษะต่างๆ รวมทั้งส่งเสริมกระบวนการทำงาน และการอยู่ร่วมกันกับเพื่อนในสังคม เยาวพา เดชะคุปต์ (2525 : 53) กล่าวว่า เกม คือ กิจกรรมการเล่นแข่งขัน ซึ่งจะต้องมีแพ้ มีชนะ ตามกติกาที่กำหนดไว้ในสถานการณ์ใดสถานการณ์หนึ่ง ซึ่งสอดคล้องกับความหมายที่โลเวล (Lovell. 1972 : 17) กล่าวว่า เกมจะเป็นคำถาม หรืออุปกรณ์ที่สามารถใช้ประกอบการเรียนการสอน หรือให้เล่นเพื่อให้หัดคิดค้นหาหลักเกณฑ์ และนำมาเร้าความสนใจให้แข่งขันหรือเล่นซึ่งจะต้องมีแพ้ หรือชนะตามกติกาที่กำหนดไว้ ในสถานการณ์ใดสถานการณ์หนึ่ง ซึ่งสอดคล้องกับความหมายที่เมการ์รี (Megarry. 1985 : 4577) กล่าวเช่นกันว่า เกม คือ การเล่นที่ผู้เล่นคนเดียวหรือผู้เล่นหลายคนแข่งขันกัน หรือร่วมมือกัน เพื่อทำให้บรรลุวัตถุประสงค์ตามกติกาที่ตกลงกัน สื่อหรืออุปกรณ์การเล่นที่กำหนดไว้ และการกำหนดระบบให้คะแนน หรือวิธีการตัดสินผู้ชนะ ผู้แพ้ จากวิธีการที่กล่าวมาเป็นวิธีการส่งเสริมพัฒนาการของผู้เรียนในทุกๆ ด้าน และยังเปิดโอกาสให้ผู้เรียนฝึกคิดหาเหตุผลส่งเสริมความเข้าใจอันดีระหว่างบุคคล และก่อให้เกิดความร่วมมือและสร้างเสริมความมีวินัยในตนเองของผู้เรียนได้

1.6 ประเภทของเกม

โลเวล (Lovell. 1972 : 186 – 187) ได้แบ่งเกมออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. เกมเบื้องต้น (Preliminary) เป็นเกมที่สนุกสนาน พฤติกรรมการเล่นจะไม่เป็นแบบแผน การกระทำจะสัมพันธ์กับความคิดรวบยอดที่วางไว้น้อยมาก เหมาะกับเด็กอนุบาลหรือเด็กเล็ก
2. เกมที่สร้างขึ้น (Structured Games) เป็นเกมที่สร้างขึ้นอย่างมีจุดมุ่งหมายแน่นอน การสร้างเกมจะสร้างไปตามแนวของความคิดรวบยอดให้สอดคล้องกับเนื้อหาที่ต้องการ
3. เกมฝึกหัด (Practice Games) เกมนี้จะช่วยเน้นความเข้าใจมากยิ่งขึ้น การจัดเกมให้เด็กควรจะได้เริ่มไปเป็นขั้นเป็นตอน ตั้งแต่เกมเบื้องต้นโดยเฉพาะเนื้อหาที่เด็กเข้าใจช้า

กิลแมน (Gilman. 1976 : 657 – 661) ได้แบ่งประเภทออกเป็น 3 ประเภท คือ

1. เกมพัฒนาการ (Developmental Games) เป็นเกมส่งเสริมให้ผู้เล่นได้เรียนรู้มโนมติใหม่ๆ

2. เกมยุทธวิธี (Strategy Games) เป็นเกมที่ผู้เล่นคิดหาแนวทางเพื่อให้บรรลุจุดประสงค์นั้นๆโดยเฉพาะ

3. เกมเสริมแรง (Reinforcement Games) เป็นเกมที่จะช่วยให้ผู้เล่นได้เรียนรู้พื้นฐานต่างๆ และฝึกทักษะในการนำมโนมติเกี่ยวกับเรื่องนั้นๆ ไปใช้ได้

1.7 ประโยชน์ของเกมต่อการเรียนการสอน

เกม สามารถเร้าให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและความตื่นเต้นในการเรียน และยังช่วยพัฒนาความสามารถของผู้เรียนได้อย่างกว้างขวางจากทักษะพื้นฐานสู่ความมีวินัยในตนเอง การใช้การสอนที่เหมาะสมในห้องเรียนเกมยังให้ประโยชน์ที่นอกเหนือจากที่กล่าวแล้ว ดังต่อไปนี้ (Heimer; & Trueblood. 1997 : 34)

1. เกมที่เหมาะสมสามารถช่วยเด็กที่มีปัญหาต่างๆ ทางการเรียน เช่น เด็กที่มีปัญหาในเรื่องของภาษา เป็นต้น

2. เกมสามารถช่วยให้นักเรียนซึ่งมีปัญหาทางด้านวินัยอันเกิดจากความเบื่อหน่ายในพฤติกรรมที่จำเจของการเรียนการสอนตามปกติ

3. เกมช่วยให้ครูสามารถวินิจฉัยและให้ความช่วยเหลือเด็กเป็นรายบุคคล ในการแก้ไขมโนมติที่ผิดๆ หรือข้อบกพร่องทางการเรียนของเด็ก

4. เกมสามารถใช้ในการบูรณาการต่างๆ และสามารถสร้างให้สอดคล้องกับความสนใจเฉพาะของนักเรียนได้

จากประโยชน์ของเกมดังกล่าว จะเห็นได้ว่าการใช้เกมประกอบการสอนนั้น นอกจากครูจะต้องคัดเลือกเกมที่เหมาะสมแล้วนั้น ครูต้องสนุกสนานกับการเล่นด้วย และควรกวดขันให้นักเรียนปฏิบัติตามกติกาเพื่อสร้างเสริมความมีวินัยในตนเอง

1.8 ขั้นตอนในการสร้างเกม

ทรูบลัดและแซบโบ (Trueblood; & Szabo. 1974 : 404-408) ได้เสนอเกณฑ์ 7 ประการ ในการสร้างเกมขึ้นใช้ในห้องเรียน ดังนี้

1. กำหนดวัตถุประสงค์ที่ชัดเจน นั่นคือ ระบุวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการให้เกิดขึ้นจากผลของการเล่นเกม

2. จัดทำอุปกรณ์อย่าง่ายๆ ที่จำเป็นต้องใช้

3. เขียนกติกา และวิธีการเล่นอย่างง่ายๆ ให้กิจกรรมการเล่นดำเนินอย่างราบรื่นและมีลักษณะชี้ขาดโดยตัวของมันเอง

4. จัดเตรียมวิธีการในการให้ข้อมูลย้อนกลับ ให้นักเรียนได้ทราบผลการปฏิบัติในทันที

5. สร้างเกมให้มีการเสี่ยงโชคเป็นส่วนประกอบด้วย ซึ่งจะทำให้ผู้แข่งขันที่มีสมรรถภาพไม่เท่ากันมีโอกาสในการแพ้ชนะ พอๆกันทำให้การเล่นเกมสนุกสนานมากยิ่งขึ้น

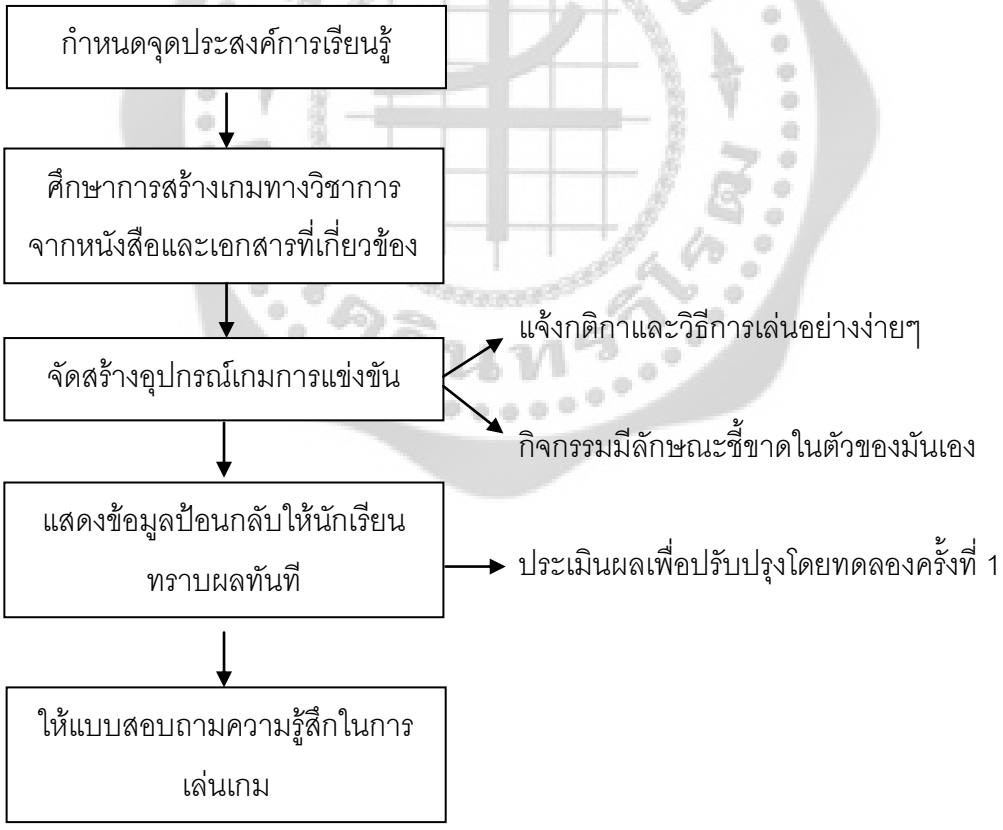
6. ทำอุปกรณ์การเล่นเกมให้สามารถดัดแปลงได้ เพื่อนำไปใช้ในเกมอื่น หรือวัตถุประสงค์อื่นๆ ได้ เพื่อประโยชน์สำคัญ คือประหยัดเวลาของครู ในการผลิตอุปกรณ์สำหรับใช้กับเกมใหม่ และป้องกันไม่ให้เกมหมดความหมายเนื่องจากนักเรียนรู้คำตอบเสียแล้ว อาจแก้ไขได้โดยการเปลี่ยนบัตรปัญหา

7. ประเมินผลเพื่อปรับปรุงเกม โดยนำเกมที่สร้างขึ้นไปทดลองใช้กับนักเรียนกลุ่มเล็ก สังเกตปฏิกิริยาของนักเรียน ประเมินตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ และสอบถามความรู้สึกในการเล่นเกมแต่ละเกม ดังนี้

7.1 ท่านยินดีแนะนำให้เพื่อนๆ ของท่านเล่นเกมนี้ด้วยหรือไม่

7.2 ส่วนใดของเกมนี้ที่ท่านชอบมากที่สุด

7.3 ท่านคิดว่าควรปรับปรุงเกมนี้อย่างไร



ภาพประกอบ 2 แสดงขั้นตอนการสร้างเกมทางวิชาการ

ที่มา : Trueblood, C.R., & Szmbo, M. (1974). Procedures for Designing Your Own Metric Games for Pupil Involvement. *The Arithmetic Teacher*. 21(5) : pp. 405-408.

1.9 หลักการนำเกมมาใช้ในการเรียนการสอน

โซวซิคและเมโคพี่ (Sovchik; & Meconi. 1978 ; 340 – 346) กล่าวว่า ก่อนที่จะเล่นเกมควรจะปรับปรุงคุณภาพของเกมในลักษณะดังต่อไปนี้ คือ

1. คำสั่งเข้าใจได้หรือไม่
2. ขบวนการให้คะแนนชัดเจนหรือไม่
3. ผู้เล่นเกมสามารถชนะบ่อยๆ ตามโอกาสได้หรือไม่
4. จำนวนผู้เล่นที่เหมาะสม
5. ลักษณะของเกมเป็นการดึงดูดความสนใจไปยังวัตถุหรือเป็นการเสริมแรง
6. เวลาในการเล่น
7. มีความสนุกสนานในการเล่นมากน้อยเพียงใด

ชบา คำชื่น (2533 : 33) กล่าวว่า ก่อนที่จะนำเกมไปให้นักเรียนเล่น ครูควรคำนึงถึง หลักสำคัญบางประการในการพิจารณา ซึ่งแต่ละเกมอาจมีลักษณะตรงตามที่เสนอมาได้เพียงบางข้อ หรือหลายข้อ ดังต่อไปนี้

1. กติกาการเล่นต้องง่ายไม่ซับซ้อนเกินไป
2. ใช้เวลาในการเล่นไม่มากนัก
3. เป็นเกมที่มีการเสี่ยง ให้โอกาส ให้ความรู้
4. ให้ความสนุกสนาน
5. ช่วยให้เกิดการฝึกฝนและเป็นการฝึกฝนทบทวนที่น่าสนใจ
6. เกมบางชนิดควรเป็นเกมที่ช่วยให้เด็กอ่อนได้ชนะได้
7. เกมทุกชนิดควรจะใช้ เพื่อให้เกิดการแข่งขันกับตนเอง เด็กจะได้เห็นความก้าวหน้า
8. คำสั่งเข้าใจง่าย และขบวนการให้คะแนนชัดเจน
9. ผู้เล่นมีโอกาสชนะได้บ่อยๆ
10. ใช้เครื่องมืออุปกรณ์น้อย

1.10 ขั้นตอนการเรียนแบบร่วมมือเทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่ม

สุลัดดา ลอยฟ้า (2536 : 35 - 37) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการสอนด้วยการเรียนแบบร่วมมือโดยใช้กิจกรรมแบบการแข่งขันระหว่างกลุ่ม ดังนี้

1. การนำเสนอบทเรียนต่อชั้นเรียน ครูสอนเนื้อหาต่อชั้นเรียน โดยครูผู้สอนจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เหมาะสมตามลักษณะเนื้อหาของบทเรียน และใช้สื่อการเรียนการสอนประกอบคำอธิบายของครู เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาในบทเรียนมากที่สุด

2. การเรียนเป็นกลุ่ม เป็นการทำงานกลุ่ม ซึ่งแต่ละกลุ่ม จะประกอบด้วยสมาชิก 4 คน กิจกรรมของกลุ่มจะอยู่ในรูปของการอภิปรายหรือการแก้ปัญหาร่วมกัน กลุ่มจะต้องทำให้ดีที่สุดเพื่อช่วยเหลือสมาชิกแต่ละคนในกลุ่มของตน ครูควรกระตุ้นให้สมาชิกทุกคนทราบว่างานของกลุ่มจะสำเร็จก็ต่อเมื่อสมาชิกในกลุ่มส่งเสริมและสนับสนุนซึ่งกันและกัน

3. การแข่งขันเกมวิชาการ เป็นการแข่งขันตอบคำถามเกี่ยวกับเนื้อหาของบทเรียน โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อทดสอบความรู้ความเข้าใจในบทเรียน การแข่งขันประกอบด้วยผู้เล่นกลุ่มละ 4 คน ซึ่งแต่ละคนจะเป็นตัวแทนของกลุ่มย่อยแต่ละกลุ่ม การกำหนดนักเรียนเข้ากลุ่มเล่นเกมจะยึดหลักนักเรียนที่มีความสามารถทัดเทียมกันแข่งขันกัน กล่าวคือ นักเรียนที่มีความสามารถสูงของแต่ละกลุ่มจะแข่งขันกัน นักเรียนที่มีความสามารถปานกลางของแต่ละกลุ่มจะแข่งขันกัน และนักเรียนที่มีความสามารถต่ำของแต่ละกลุ่มจะแข่งขันกัน การที่นักเรียนมีความสามารถทัดเทียมกันของแต่ละกลุ่มมาทำการแข่งขันกัน เพื่อให้นักเรียนแข่งขันกับตัวเอง และนักเรียนแต่ละคนมีโอกาสได้ช่วยเหลือกลุ่มให้ประสบผลสำเร็จเท่าเทียมกัน

4. การยอมรับกลุ่ม กลุ่มที่ได้คะแนนรวมถึงเกณฑ์ที่กำหนดจะได้รางวัล โดยกำหนดรางวัลไว้ 3 รางวัล ได้แก่ กลุ่มยอดเยี่ยม กลุ่มเก่งมาก และกลุ่มเก่ง

วัฒนาพร ระงับทุกข์ (2542 : 37) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการเรียนแบบร่วมมือโดยเทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่ม มีดังนี้

1. ครูนำเสนอบทเรียนหรือข้อความรู้ใหม่แก่ผู้เรียน โดยอาจนำเสนอด้วยสื่อการเรียนการสอนที่น่าสนใจ หรือใช้การอภิปรายทั้งห้องเรียนโดยครูเป็นผู้ดำเนินการ

2. แบ่งกลุ่มนักเรียนโดยจัดให้คละความสามารถและเพศ แต่ละกลุ่มประกอบด้วยสมาชิก 4 - 5 คน (เรียกกลุ่มนี้ว่า Study Group หรือ Home Group) กลุ่มเหล่านี้จะศึกษาทบทวนเนื้อหา ข้อความรู้ที่ครูนำเสนอ สมาชิกกลุ่มที่มีความสามารถสูงกว่าจะช่วยเหลือสมาชิกที่มีความสามารถด้อยกว่า เพื่อเตรียมกลุ่มสำหรับการแข่งขันในช่วงท้ายสัปดาห์หรือท้ายบทเรียน

3. จัดการแข่งขันโดยจัดโต๊ะแข่งขันและทีมแข่งขัน (Tournament Teams) ที่มีตัวแทนของแต่ละกลุ่ม (ตามข้อ 2) ที่มีความสามารถใกล้เคียงมาร่วมแข่งขันกันตามรูปแบบและกติกาที่กำหนด ข้อคำถามที่ใช้ในการแข่งขันจะเป็นคำถามเกี่ยวกับเนื้อหาที่เรียนมาแล้ว และมีการฝึกฝนเตรียมพร้อมในกลุ่มมาแล้ว ควรให้ทุกโต๊ะแข่งขันเริ่มแข่งขันพร้อมกัน

4. ให้ค่าคะแนนการแข่งขัน โดยให้จัดลำดับคะแนนผลการแข่งขันในแต่ละโต๊ะ แล้วผู้เล่นจะกลับเข้ากลุ่มเดิม (Study Group) ของตน

5. นำคะแนนการแข่งขันของแต่ละคนมารวมกันเป็นคะแนนของทีม ทีมที่ได้คะแนนรวมหรือค่าเฉลี่ยสูงสุดจะได้รับรางวัล

สุวิทย์ มูลคำ; และอรทัย มูลคำ (2545 : 165-166) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่ม ดังนี้

1. ขั้นเตรียมเนื้อหา ประกอบด้วย

1.1 การจัดเตรียมเนื้อหาสาระ ผู้สอนจัดเตรียมเนื้อหาสาระหรือเรื่องที่จะให้ผู้เรียนได้เรียนรู้

1.2 การจัดเตรียมเกม ผู้สอนจะต้องเตรียมคำถามง่ายๆ ซึ่งเป็นเนื้อหาจากเนื้อหาสาระที่ผู้เรียนเรียนรู้ วิธีการให้คะแนนโบนัสในการเล่นเกม รวมทั้งสื่ออุปกรณ์การเรียนรู้ เช่น ใบงาน ใบความรู้ ชุดคำถาม กระดาษคำตอบ กระดาษบันทึกคะแนน เป็นต้น

2. ขั้นจัดทีม ผู้สอนจัดทีมผู้เรียนโดยให้คละกันทั้งเพศ และความสามารถทีมละประมาณ 4-5 คน เช่น ทีมที่มีสมาชิก 4 คน อาจประกอบด้วยชาย 2 คน หญิง 2 คน เป็นคนเก่ง 1 คน ปานกลาง 2 คน และอ่อน 1 คน เป็นต้น เพื่อเรียนรู้โดยปฏิบัติกิจกรรมตามคำสั่งหรือใบงานที่กำหนดไว้

3. ขั้นการเรียนรู้ ประกอบด้วย

1.1 ผู้สอนแนะนำวิธีการเรียนรู้

1.2 ทีมวางแผนการเรียนรู้และการแข่งขัน

1.3 สมาชิกในแต่ละทีมร่วมกันปฏิบัติกิจกรรมตามคำสั่งหรือใบงานกลุ่มหรือทีมเตรียมความพร้อมให้กับสมาชิกในกลุ่มทุกคน เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจในบทเรียน และพร้อมที่จะเข้าสู่สนามแข่งขัน

1.4 แต่ละทีมทำการประเมินความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาของสมาชิกในทีม โดยอาจตั้งคำถามขึ้นมาเอง โดยให้สมาชิกของทีมทดลองตอบคำถาม

1.5 สมาชิกของทีมช่วยกันอธิบายเพิ่มเติม ในประเด็นที่บางคนยังไม่เข้าใจ

2. ขั้นการแข่งขัน ผู้สอนจัดการแข่งขัน ประกอบด้วย

2.1 ผู้สอนแนะนำการแข่งขันให้ผู้เรียนทราบ

2.2 จัดผู้เรียนหรือสมาชิกตัวแทนของแต่ละทีมเข้าประจำโต๊ะการแข่งขัน

2.3 ผู้สอนแนะนำเกี่ยวกับเกม โดยอธิบายจุดประสงค์และกติกาของการเล่นเกม

2.4 สมาชิกหรือผู้เรียนทุกคนเริ่มเล่นเกมพร้อมกัน ด้วยชุดคำถามที่เหมือนกันผู้สอนเดินตามโต๊ะการแข่งขันต่าง ๆ เพื่อตอบปัญหาข้อสงสัย

2.5 เมื่อการแข่งขันจบลง ให้แต่ละโต๊ะตรวจคะแนน จัดลำดับผลการแข่งขันและให้หาค่าคะแนนโบนัส

2.6 ผู้เข้าร่วมแข่งขันกลับไปเข้าทีมเดิมของตน พร้อมนำคะแนนโบนัสไปด้วย

2.7 ทีมนำคะแนนโบนัสของแต่ละคนมารวมกันเป็นคะแนนรวมของทีม อาจจะหาค่าเฉลี่ยหรือไม่ก็ได้ ทีมที่ได้คะแนนรวมสูงสุดจะได้รับการยอมรับว่าเป็นทีมชนะเลิศ และรองชนะเลิศตามลำดับ

3. ขั้นยอมรับความสำเร็จของทีม ผู้สอนประกาศผลการแข่งขัน และเผยแพร่สู่สาธารณชนด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น ปิดประกาศที่บอร์ด ลงข่าวหนังสือพิมพ์ท้องถิ่น จดหมายข่าว ประกาศหน้าเสาธง เป็นต้น รวมทั้งมอบรางวัล ยกย่อง ชมเชย

วัชรา เล่าเรียนดี (2547 : 16) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่ม ดังนี้

1. ขั้นสอน ครูสอนบทเรียนใช้เวลา 1 – 2 ครั้ง/ชั่วโมง
2. ขั้นกิจกรรมกลุ่ม ร่วมกันศึกษา ฝึกปฏิบัติตามใบงานใช้เวลา 1 – 2 ครั้ง/ชั่วโมง
3. ขั้นการแข่งขัน ตอบปัญหาระหว่างกลุ่มใหม่ที่จัดขึ้น ใช้เวลา 1 ชั่วโมง ทีมละ 4 - 5 คน ตามจำนวนของนักเรียนในห้อง
4. ขั้นให้รางวัลกลุ่ม คะแนนกลุ่ม คำนวณได้จากคะแนนพัฒนาของสมาชิกร่วมกันและเฉลี่ย

นอกจากนี้ วัชรา เล่าเรียนดี (2545 : 1) ได้อธิบายถึงการเตรียมการก่อนสอนไว้ ดังนี้

1. วัสดุการสอน ครูจะต้องเตรียมวัสดุการสอนที่ใช้ในการทำงานกลุ่ม ประกอบด้วย ใบงาน บัตรงาน บัตรกิจกรรม บัตรเฉลย และแบบฝึกหัด รวมทั้งแบบทดสอบย่อยสำหรับทดสอบนักเรียนแต่ละคนหลังจากเรียนบทเรียนในแต่ละหน่วยแล้ว

2. การจัดนักเรียนเข้ากลุ่ม แต่ละกลุ่มจะประกอบด้วย นักเรียนจำนวน 4 คน ซึ่งมีความสามารถทางวิชาการแตกต่างกัน กล่าวคือ ประกอบด้วย นักเรียนเก่ง 1 คน นักเรียนปานกลาง 2 คน และอ่อน 1 คน ถ้าเป็นไปได้ควรคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างเพศด้วย เช่น ชาย 2 คน และหญิง 2 คน วิธีการจัดการนักเรียนเข้ากลุ่มอาจทำได้ดังนี้

1.1 จัดลำดับนักเรียนในชั้นจากเก่งที่สุดไปหาอ่อนที่สุดโดยยึดตามผลการเรียนที่ผ่านมา ซึ่งอาจจะเป็นคะแนนจากแบบทดสอบ หรือการพิจารณาตัดสินใจของครูเองเป็นส่วนประกอบ

1.2 หาจำนวนทั้งหมดว่ามีกี่กลุ่ม แต่ละกลุ่มควรประกอบด้วยสมาชิกประมาณ 4 คน ฉะนั้นทั้งหมดจะมีกี่กลุ่มหาได้จากการหารจำนวนนักเรียนทั้งหมดด้วย 4 ผลหารคือจำนวนกลุ่มทั้งหมด ถ้าหารไม่ลงตัวอนุโลมให้บางกลุ่มมีสมาชิก 5 คนได้

1.3 การกำหนดนักเรียนเข้ากลุ่ม

สมศักดิ์ ภู่วิภาตาวรรธน์ (2544 : 10 - 18) ได้สรุปขั้นตอนวิธีเรียนแบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่ม ว่ามี 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 บทเรียนที่ 1 (First Lesson)

ผู้สอนต้องมีแผนการสอนสำหรับบทเรียนที่ 1 ใช้เวลาทำการสอนกี่คาบเรียนก็ได้ตามความต้องการ

ขั้นที่ 2 บอกให้นักเรียนทราบถึงการจัดทีมและการทำแบบฝึกหัด (Introducing Team Assingments and Team Practice) ครูต้องมีสิ่งต่อไปนี้

1. แบบฝึกหัดและคำเฉลยให้ผู้เรียน 2 คนต่อ 1 ชุด
2. บันทึกคะแนนรวมของทีม พร้อมชื่อสมาชิกในทีม (เว้นว่างชื่อทีมจากนั้นผู้สอนควรปฏิบัติดังนี้

2.1 แนะนำทีม

อธิบายถึงการทำงานเป็นทีมและร่วมทีม โดยผู้สอนพูดดังนี้

“จากนี้ไปอีกหลายสัปดาห์เราจะเรียนโดยใช้วิธีใหม่ ซึ่งเรียกว่า TGT ซึ่งย่อมาจาก Team Game Tournament ผู้เรียนจะเล่นและทำงานเป็นทีม การรวมทีมและช่วยเหลือเพื่อนสมาชิกทีมเดียวกันเป็นสิ่งสำคัญ เพื่อทดสอบว่าแต่ละคนเรียนได้ดีเพียงใดจะมีการแข่งขันทุกๆ สัปดาห์ สัปดาห์ละครั้ง คะแนนที่แต่ละคนได้จากการแข่งขันจะนำมาคิดเป็นคะแนนของทีม

ในแต่ละสัปดาห์ผู้เรียนจะมีโอกาสเรียนกับทีม และช่วยเหลือให้ความรู้ซึ่งกันและกันเพื่อเป็นการเตรียมพร้อมก่อนการแข่งขัน วันนี้ครูมีรายชื่อสมาชิกที่จะร่วมกันพร้อมแล้ว ทุกทีมจะมีสมาชิกที่มีความเท่าเทียมกันทั้งด้านความสามารถและความแตกต่างระหว่างเพศ ตอนนี้จะมีเวลาให้ผู้เรียนทำแบบฝึกหัดและศึกษาร่วมกันในทีม ทั้งนี้เพื่อจะเตรียมเข้าแข่งขันในวันต่อไป”

2.2 บอกให้ผู้เรียนทราบว่าใครสังกัดทีมใด

“ต่อไปนี้ครูจะอ่านรายชื่อผู้เรียนที่จะร่วมทีมกัน ผู้เรียนที่อยู่ทีมเดียวกันให้ไปนั่งใกล้กันแล้วตั้งชื่อทีมที่ต้องการ ควรเลือกชื่อทีมที่ดี เพราะชื่อทีมต่อไปนี้จะต้องใช้เป็นชื่อทีมต่อไปอีกนานหลายสัปดาห์”

ขณะที่ผู้เรียนเลือกชื่อทีม ผู้สอนแจกกระดาษแบบฝึกหัดและกระดาษคำตอบให้ผู้เรียน 1 ชุด ต่อผู้เรียน 2 คน ทั้งนี้เพื่อเน้นให้เห็นถึงความสำคัญในการเรียนร่วมกัน ผู้เรียนไม่ต้องตอบในกระดาษคำตอบและไม่ต้องส่งให้ผู้สอนตรวจ กระดาษคำตอบและคำถามมีไว้

เพื่อให้ผู้เรียนฝึกทำหรือผลัดกันถามตอบเท่านั้น เมื่อผู้สอนได้ชื่อแต่ละทีมแล้ว จดชื่อทีมลงในบันทึกรวมของทีม

2.3 แนะนำให้ผู้เรียนรู้จักการทำแบบฝึกหัดในทีม

เมื่อทีมตกลงกันได้แล้วในชื่อทีมแล้ว ผู้สอนพูดแนะนำต่อไปว่า

"จุดประสงค์ของการรวมทีม ก็เพื่อให้สมาชิกช่วยกันเตรียมตัวเข้าแข่งขันประจำสัปดาห์ ในการแข่งขันสมาชิกทุกคนจะช่วยเพิ่มคะแนนให้ทีมได้ ถ้าตนเองทำคะแนนได้ดี แต่ละทีมจะมีโอกาสฝึกฝนร่วมกันก่อนการแข่งขัน ความสำคัญของทีมอยู่ที่การช่วยเหลือกันและกันให้มากที่สุดเพื่อชัยชนะของทีม การฝึกฝนจะทำแบบฝึกหัดซึ่งจะทำแบบใดก็ได้ แต่วิธีหนึ่งที่อาจทำได้ก็คือให้ผู้เรียนแจกแบบฝึกหัดที่ครูแจกไป แบบฝึกหัดจะมีคำสั่งและคำถามเรียงตามข้อ ในการแข่งขันคำถามจะคล้ายคลึงกับคำถามในแบบฝึกหัด ผู้เรียนอาจจะแบ่งกลุ่มเป็นกลุ่มละ 2 หรือ 3 คนแล้วช่วยกันอธิบายวิธีทำเพื่อหาคำตอบแก่เพื่อนสมาชิกที่ไม่เข้าใจ ผู้เรียนอาจผลัดกันถามตอบ ถ้ามีอะไรไม่เข้าใจ หรือตอบเพื่อนผิดก็ช่วยกันอธิบายจนกว่าเพื่อนจะเข้าใจ"

จากนั้นผู้สอนสาธิตวิธีทำแบบฝึกหัด โดยให้ผู้เรียนอาสาสมัครมาแสดงหน้าชั้น แบบฝึกหัดนั้นอาจเลือกมาจากแบบฝึกหัดในบทเรียนนั้น หรือแบบฝึกหัดอื่นๆ ก็ได้ เช่น ดังตัวอย่าง

1) "แมว" เป็นประโยคหรือไม่

(ครูหยุดให้อาสาสมัครตอบ ถ้าตอบว่าไม่เป็น ครูอธิบายว่า ถูกต้องแล้ว เพราะข้อความนี้ไม่สมบูรณ์ เนื่องจากไม่มีกริยา ถ้าครูพูดว่า "แมววิ่ง" เราจึงจะได้ประโยคที่สมบูรณ์เนื่องจากมีคำกริยา ถ้าอาสาสมัครตอบผิดครูควรแก้ไขแล้วอธิบาย)

2) "ช้างเหยียบต้นไม้" เป็นประโยคหรือไม่

(ครูหยุดให้อาสาสมัครตอบแล้วอธิบายเพิ่มเติม เช่นเดียวกับข้อข้างบน จากนั้นให้อาสาสมัครเป็นผู้ถามบ้างในคำถามอื่น ครูแกล้งตอบผิด เพื่อให้อาสาสมัครอธิบายบ้าง)

จากนั้นครูพูดต่อไปว่า

"ต่อไปนี้ให้ผู้เรียนแบ่งกลุ่มในทีมออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 2-3 แล้วผลัดกันถามคำถาม ดังปรากฏในกระดาษแบบฝึกหัด ตรวจคำตอบที่ถูกต้องในเฉลย ถ้าไม่เข้าใจคำตอบให้ปรึกษากัน ในทีม ถ้าไม่เข้าใจจึงมาถามครู อย่าเขียนสิ่งใดลงในกระดาษแบบฝึกหัดเพราะสิ่งนี้มีไว้

เพื่อฝึกฝนสำหรับทุกคนในทีม ถ้าคนอื่นยังไม่ได้เห็นแบบฝึกหัดจะเขียนอะไรลงไปไม่ได้ การแข่งขันตอบปัญหาเกี่ยวกับเรื่องที่เรียนจะมี ภายใน 2-3 วันนี้ ดังนั้นขอให้ทุกคนตั้งใจเรียนให้ดีเพื่อจะได้ตอบคถามได้ถูกต้องมากที่สุดในการแข่งขัน”

จากนั้นครูผู้สอนปล่อยให้นักเรียนทำงานด้วยตนเองจนหมดเวลา

ขั้นที่ 3 ทีมทำแบบฝึกหัดต่อ ผู้สอนต้องมีสิ่งต่อไปนี่ คือ

1. บันทึกคะแนนรวมทีม
2. แบบฝึกหัดและคำเฉลย

เมื่อผู้เรียนเข้ามาในชั้นเรียน ให้ผู้เรียนที่อยู่ทีมเดียวกันมานั่งด้วยกัน ผู้สอนอาจทบทวนเนื้อหา 10-15 นาทีก่อน จากนั้นแจกแบบฝึกหัดและคำเฉลย เตือนผู้เรียนว่าอย่าเขียนข้อความลงในแบบฝึกหัด บอกให้ผู้เรียนทราบว่าแบบฝึกหัดมีไว้เพื่อฝึกฝน ผู้เรียนไม่ต้องส่งให้ครูตรวจปัญหาหนึ่งที่มักพบเสมอก็คือ เมื่อผู้เรียนทำแบบฝึกหัดไปได้ 5-10 นาที ก็บอกว่าเสร็จแล้ว ผู้สอนต้องเตือนให้นักเรียนทราบว่าจะมีการแข่งขันตอบปัญหา ถ้าคนใดรู้แล้วให้ช่วยเพื่อนที่ยังไม่รู้ เพราะจะชนะได้ทุกคนต้องทำคะแนนได้ดีทั้งหมด

ขั้นที่ 4 แนะนำเกี่ยวกับการแข่งขันผู้สอนต้องมีสิ่งต่อไปนี้

1. Game Sheet
2. กระดาษคำตอบ
3. กระดาษบันทึกคะแนนแต่ละเกม
4. กระดาษบันทึกคะแนนแต่ละเกม
5. บัตรที่เรียงหมายเลขไว้เรียบร้อย จำนวน 1 สำรับ ต่อผู้เรียน 3 คน

กระดาษบันทึกคะแนนแข่งขันพร้อมรายชื่อผู้เรียนที่เรียงลำดับตามความสามารถในการแข่งขันที่ผ่านมาจากลำดับสูงสุดไปหาต่ำสุด

ในกระดาษบันทึกคะแนนการแข่งขันจะมีหัวข้อ “การจัดผู้เรียนเข้าประจำโต๊ะ” ใส่เลข “1” ที่นักเรียน 3 อันดับแรกในรายชื่อ ใส่เลข “2” ที่นักเรียน 3 อันดับรองลงมา ทำเช่นนี้ไปจนจบ ถ้ายังมีชื่อผู้เรียนเหลืออยู่ 1 คน ให้ใส่ชื่อผู้เรียนคนนี้เพิ่มไปที่กลุ่มสุดท้าย แต่พยายามหลีกเลี่ยงการใส่ชื่อผู้เรียน 2 คน ที่อยู่ทีมเดียวกันประจำโต๊ะเดียวกัน

ในขั้นตอนนี้ควรปฏิบัติ ดังนี้

1. แนะนำการแข่งขันให้นักเรียนทราบ ครูอาจพูดต่อไปนี้

"วันนี้เราได้ฝึกฝนเป็นทีมมาแล้ว ในเนื้อหาที่เรียน วันนี้ทุกคนต้องแสดงให้เห็นว่าเราเรียนรู้ได้มากแค่ไหน แต่ละคนจะต้องแข่งขันกับผู้เรียนทีมอื่นๆที่มีความสามารถเท่าๆกัน คะแนนที่ผู้เรียนได้จะต้องไปรวมเป็นคะแนนของทีม

ต่อไปนี้ผู้สอนจะแจ้งให้ทราบว่าใครจะแข่งขันที่โต๊ะไหน แต่ละสัปดาห์ผู้เรียนจะพบคู่แข่งที่ไม่ซ้ำหน้า แต่อย่างไรก็ตามผู้เรียนก็ยังสังกัดทีมเดิมอยู่ แต่ละคนจะมีโอกาสชนะ เพราะทุกคนจะพบคู่แข่งที่มีความสามารถใกล้เคียงกัน หลังจากการแข่งขันครูจะแจกจดหมายข่าวซึ่งประกาศผลทีมที่ชนะและคนที่ทำคะแนนได้สูงสุดในทีม จงทำให้ดีที่สุด สมาชิกในทีมจะเอาใจช่วย"

2. จัดผู้เรียนเข้าประจำโต๊ะ

ถ้าผู้สอนไม่ต้องการให้ผู้เรียนรู้ว่าเขามีความสามารถอยู่ในระดับใด ก็ไม่ต้องบอกการเรียงตามลำดับโต๊ะขึ้นอยู่กับความสามารถ แต่ละโต๊ะแจกบัตร 1) หมายเลขคำถาม 1 ชุด 2) กระดาษคำตอบ (Game Sheet) 3) คำเฉลย และ 4) กระดาษบันทึกคะแนนของเกม

3. การแนะนำเกี่ยวกับเกม

ผู้สอนอธิบายจุดประสงค์และกติกาของการเล่นเกม ดังแสดงในตัวอย่างต่อไปนี้

กติกา

1) คนแรกเป็นคนหยิบบัตรหมายเลขคำถามขึ้นมาดูหมายเลข แล้วดูหมายเลขเดียวกันในกระดาษคำถาม (Game Sheet) แล้วอ่านคำถามเสียงดังให้ได้ยินทั่วทั้งโต๊ะเสร็จแล้วตอบคำถาม

2) คนถัดมาอาจเป็นผู้ท้าทายที่ 1 ถ้าคิดว่าคนแรกตอบผิดแล้วต้องการให้คำตอบที่คิดว่าถูกต้อง (หรืออาจไม่ท้าทายแล้วผ่านไปให้คนที่ 3 เลยก็ได้)

3) คนที่ 3 เป็นผู้ท้าทายคนที่ 2 ถ้าเห็นว่าคนที่ 1 ตอบผิดและคนที่ 2 ผ่าน คนที่ 3 อาจท้าทายคนที่ 1 แทน แล้วให้คำตอบที่ถูกได้ ใครก็ตามที่ตอบถูกจะมีสิทธิ์เก็บบัตรหมายเลขคำถามใบนั้นไว้ ถ้าคนที่ 1 ซึ่งเป็นคนอ่านคำถามตอบผิดไม่มีอะไรเกิดขึ้น แต่ถ้าผู้ท้าทายคนใดตอบผิดจะต้องคืนบัตรหมายเลขคำถาม 1 ใบ เข้าไว้ในกอง เมื่อเริ่มเล่นให้ผู้แข่งขันจับบัตรหมายเลขคำถามเพื่อดูว่าใครจะได้เล่นเป็นคนแรกสลับบัตรแล้วหยิบบัตรใบต้นขึ้นมา อ่านคำถามข้อที่มีตัวเลขตรงกันกับบัตรหมายเลข เช่น ถ้าหยิบได้บัตรหมายเลข 5 ก็อ่านคำถามที่ 5 คนเล่นคนแรกมีสิทธิ์เดาได้และถ้าตอบผิดก็ไม่ถูกตัดคะแนน หลังจากผู้เล่นคนที่ 1 ได้ให้คำตอบแล้ว ผู้เล่นที่อยู่ว้ายมือถัดไปมีสิทธิ์ท้าทาย ถ้าคิดว่าคนที่ 1 ตอบผิด แต่ถ้าผ่านไม่ท้าทาย คนที่ 3 ก็มีสิทธิ์ท้าทายได้ แต่คนท้าทายต้องระวังเพราะถ้าตอบผิดจะต้องเสียบัตร 1 ใบ หลังจากตอบเรียบร้อยแล้ว จะดูคำตอบในเฉลย

ใครตอบถูกก็ได้บัตรใบนั้นไป ถ้าผู้ท้าทายคนใดคนหนึ่งตอบผิด จะต้องเสียบัตรที่มีอยู่ไป 1 ใบ โดยใส่ลงในกอง ถ้าไม่มีผู้ใดตอบถูกเลยจะต้องคืนบัตรใบนั้นลงในกองเช่นกัน

รอบถัดไปให้เวียนซ้าย ดังนั้นคนที่เป็นคนที่ 2 ในรอบแรกจะกลายเป็นคนเล่นที่ 1 อ่านคำถามและตอบคำถามเป็นคนแรก คนที่เป็นคนเล่นคนที่ 3 จะกลายเป็นคนท้าทายคนที่ 1 หรือผ่านให้คนที่ 3 เล่น (ซึ่งเป็นคนเล่นที่ 1 ในรอบก่อน) เล่นเช่นนี้ไปเรื่อยๆ จนหมดเวลาหรือจนบัตรหมดกอง เมื่อเลิกเล่นแล้วให้ผู้เล่นแต่ละคนนับบัตรที่ตนครอบครองว่ามีกี่ใบ แล้วใส่จำนวนลงในกระดาษบันทึกคะแนน ถ้าเวลายังเหลืออยู่ อาจสลับบัตรแล้วเล่นเกมใหม่อีกก็ได้ เป็นเกมที่ 2 หรือ 3 เป็นต้น

4) เล่นเกม

ผู้เรียนทุกคนเริ่มเล่นเกมพร้อมกัน ด้วยชุดคำถามที่เหมือนกัน ผู้สอนเดินไปตามโต๊ะต่างๆ เพื่อตอบปัญหาข้อสงสัย และให้แน่ใจว่าผู้เรียนเข้าใจกติกา เมื่อเหลือเวลา 10 นาทีจะหมดเวลาผู้สอนบอกหมดเวลาให้ผู้เรียนนับจำนวนบัตรที่แต่ละคนมี แล้วกรอกจำนวนลงในกระดาษบันทึกคะแนนพร้อมชื่อ ดังตัวอย่าง

ตัวอย่างบันทึกคะแนนแต่ละเกม

กระดาษบันทึกคะแนนแต่ละเกม

โต๊ะที่ .....

ชื่อผู้เล่น	ทีม	เกม 1	เกม 2	เกม 3	คะแนนรวม	คะแนนทีม
คุณัช	เด็กเก่ง	5	7	-	12	2
อภิกิจ	เด็กแนว	14	10	-	24	6
เกื้อกูล	เด็กเทพ	11	12	-	23	4

หมายเหตุ อันดับ 1 ได้ 6 คะแนน , อันดับ 2 ได้ 4 คะแนน , อันดับ 3 ได้ 2 คะแนน

ภาพประกอบ 3 ตัวอย่างบันทึกคะแนนแต่ละเกม

4. การคำนวณคะแนนแต่ละเกมและคะแนนการแข่งขัน

ให้ผู้เรียนรวมคะแนนแต่ละเกม (ถ้าเล่นมากกว่า 1 เกม) แล้วใส่ลงในช่องคะแนนรวมของแต่ละวัน โดยถ้าผู้เรียนเป็นเด็กโต ครูก็ให้ผู้เรียนคำนวณคะแนนสำหรับการแข่งขันด้วย ดังตาราง

ตัวอย่างแสดงการคำนวณคะแนนการแข่งขันสำหรับเกมที่มีผู้เล่น 4 คน

ผู้เล่น	กรณีไม่มีเสมอ	คะแนนสูงสุดเท่ากัน	คะแนนรองเท่ากัน 2 คน	คะแนนต่ำเท่ากัน 2 คน	คะแนนสูงเท่ากัน 3 คน	คะแนนต่ำเท่ากัน 3 คน	คะแนนเท่ากัน 4 คน	คะแนนสูงสุดเท่ากัน 2 คน ต่ำสุดเท่ากัน 2 คน
คะแนนสูงสุด	6 คะแนน	5 คะแนน	6 คะแนน	6 คะแนน	5 คะแนน	6 คะแนน	4 คะแนน	6 คะแนน
คะแนนรองอันดับ 1	4 คะแนน	5 คะแนน	4 คะแนน	4 คะแนน	5 คะแนน	3 คะแนน	4 คะแนน	5 คะแนน
คะแนนรองอันดับ 2	3 คะแนน	3 คะแนน	4 คะแนน	3 คะแนน	5 คะแนน	3 คะแนน	4 คะแนน	3 คะแนน
คะแนนต่ำสุด	2 คะแนน	2 คะแนน	2 คะแนน	3 คะแนน	2 คะแนน	3 คะแนน	4 คะแนน	4 คะแนน

ภาพประกอบ 4 ตัวอย่างแสดงการคำนวณคะแนนการแข่งขันสำหรับเกมที่มีผู้เล่น 4 คน

การคิดคะแนนให้ทีม

หลังจากการแข่งขันแต่ละครั้งสิ้นสุด ผู้สอนควรคิดคะแนนทีม แล้วเขียนลงในจดหมายข่าวเพื่อประกาศผลให้รู้ทั่วกัน โดยการตรวจดูคะแนนการแข่งขัน ซึ่งปรากฏในกระดาษบันทึกคะแนนรวมแล้วเขียนคะแนนนี้ใส่ลงในบันทึกคะแนนรวมของทีมแต่ละทีม ลงในบันทึกคะแนนรวมของทีม ดังตัวอย่าง

ตัวอย่างแสดงการบันทึกคะแนนรวมของทีมเด็กแนว

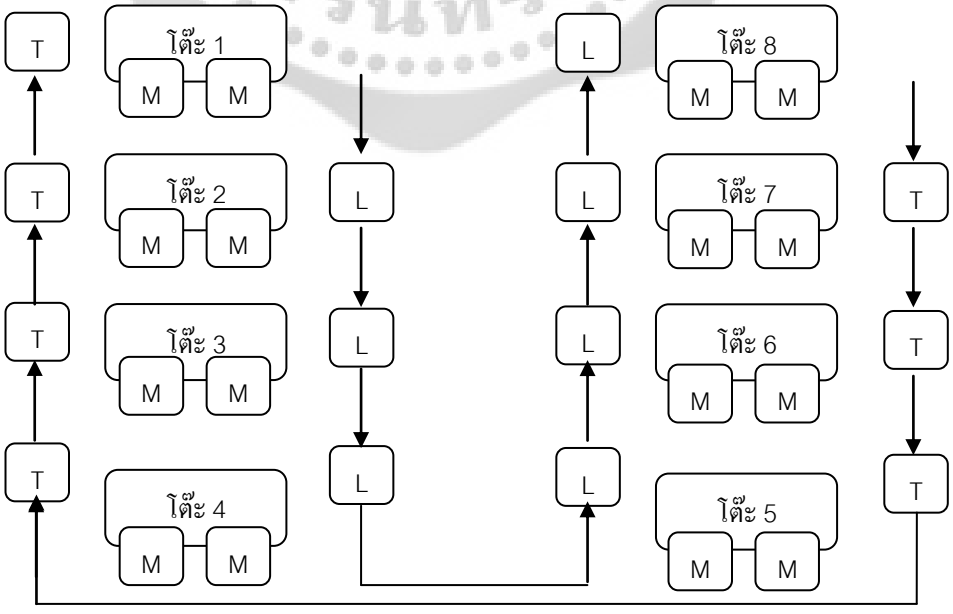
รายชื่อสมาชิก	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
อภิกิจ	6	2	2	4						
อภิสิทธิ์	4	4	2	6						
อภิลาภ	5	2	4	6						
อภิชัย	6	6	2	4						
คะแนนรวม	21	14	10	20						
ตำแหน่งของทีมสัปดาห์นี้	1	3	5	3						
คะแนนสะสม	21	35	45	65						
ตำแหน่งที่จากคะแนนสะสม	1	1	2	2						

ภาพประกอบ 5 ตัวอย่างแสดงการบันทึกคะแนนรวมของทีม

การเลื่อนโต๊ะ

เมื่อจะเริ่มการแข่งขันครั้งใหม่จะต้องมการเตรียมเลื่อนโต๊ะการแข่งขัน ผู้สอนจะทราบได้ว่าใครควรจะเลื่อนโต๊ะบ้างจากการดูคะแนนของทีมและเขียนคะแนนลงจดหมายข่าว การเลื่อนโต๊ะให้ทำดังภาพประกอบ

(T = ผู้ได้คะแนนสูงสุด (Top Scorer) , M = ผู้ได้คะแนนรอง (Middle Scorer) , L = ผู้ได้คะแนนต่ำสุด (Low Scorer)



ภาพประกอบ 6 แสดงการเลื่อนโต๊ะการแข่งขัน

จากรูปจะพบว่าในการแข่งขันครั้งแรกแต่ละโต๊ะจะมีผู้ที่ได้คะแนนสูงสุด คะแนนรอง และคะแนนต่ำสุด ในการแข่งขันครั้งที่สองต้องมีการเลื่อนโต๊ะการแข่งขันโดยผู้ที่ได้คะแนนสูงสุดของโต๊ะ 8 เลื่อนไปอยู่โต๊ะ 7 และผู้ที่ได้คะแนนสูงสุดของโต๊ะอื่นๆ ก็เลื่อนขึ้นไปตามลำดับ ส่วนผู้ที่ได้คะแนนสูงสุดของโต๊ะที่ 1 ยังคงอยู่โต๊ะเดิม ในทำนองเดียวกันผู้ที่ได้คะแนนต่ที่สุดของโต๊ะ 1 เลื่อนไปอยู่โต๊ะ 2 และผู้ที่ได้คะแนนต่ำสุดของโต๊ะอื่นๆ ก็เลื่อนขึ้นไปตามลำดับ ส่วนผู้ที่ได้คะแนนต่ำสุดของโต๊ะที่ 8 ยังคงอยู่โต๊ะเดิม สำหรับผู้ได้คะแนนรองของทุกโต๊ะยังคงอยู่ที่เดิม

การประกาศผล

การประกาศผลให้ผู้อื่นทราบอาจอยู่ในรูปของป้ายนิเทศ นิทรรศการ หรือจดหมายข่าว ล้วนสร้างแรงจูงใจให้ผู้เรียนในการแข่งขันเป็นอย่างมาก การประกาศผลในจดหมายข่าวเป็นวิธีที่ให้ผลดีเพราะก่อให้เกิดความตื่นเต้นทั้งในการแข่งขันและคะแนนที่ออกมา

การทำจดหมายข่าวแล้วแจกผู้เรียนทุกคน และถ้าสามารถแจกจดหมายข่าวได้ทันทีหลังการแข่งขันจะดีที่สุด

ผู้สอนจะเขียนจดหมายข่าวในรูปใดก็ได้ แต่ต้องมีข้อความเกี่ยวกับเรื่องต่างๆ ดังต่อไปนี้

1) บันทึกการแข่งขันของแต่ละทีมในการแข่งขันครั้งล่าสุด ซึ่งรวมถึงตำแหน่งของทีมในสัปดาห์นั้น และการลงชื่อสมาชิกของทีมที่ได้ที่ 1, 2 และ 3 ของสัปดาห์นั้นๆ ด้วย

2) บอกตำแหน่งของทีมต่างๆ เท่าที่ผ่านมา

3) บอกชื่อผู้ชนะการแข่งขันในแต่ละโต๊ะ (โดยไม่ต้องบอกหมายเลขของโต๊ะ)

4) คะแนนที่ผู้เรียนทำได้ในแต่ละทีม (ข้อนี้อาจไม่ใส่ก็ได้) \

จดหมายข่าวให้ทั้งข่าวสารและอ่านสนุก ผู้สอนให้ความสำคัญของทีมที่ประสบความสำเร็จและผู้ที่ชนะประจำโต๊ะต่างๆ และขณะเดียวกันก็ให้กำลังใจผู้ที่ทำคะแนนได้ดีแม้ไม่ได้เป็นผู้ชนะก็ตาม ผู้สอนต้องเร้าให้ผู้เรียนเกิดความตื่นๆเต้น ในการแข่งขันและอยากทำได้ดีที่สุดในการแข่งขัน ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญของการเรียนแบบ TGT

การสิ้นสุดการแข่งขัน

หลังจากเวลาผ่านไป 6-10 สัปดาห์ การแข่งขันควรสิ้นสุดลง และก่อนการแข่งขันสิ้นสุดลง 1 สัปดาห์ ผู้สอนควรประกาศให้ผู้เรียนทราบ เพื่อให้ผู้เรียนอาจต้องการทำให้ดีที่สุด เพื่อเลื่อนอันดับทีมก่อนการสิ้นสุดการแข่งขัน ถ้าผู้สอนต้องการให้มีการเรียนแบบ TGT ต่อไปอีก ก็ควรจะแบ่งทีมใหม่อีกครั้ง เพื่อเปิดโอกาสให้ผู้แพ้มีโอกาสชนะ และเพื่อให้ผู้เรียนทำความคุ้นเคย

กับคนอื่นๆ อีก การแข่งขันแบบ TGT ไม่เหมือนกับการแข่งขันทางการเรียนแบบอื่นที่มักเน้นแต่นักเรียนที่เก่งเท่านั้นจึงจะมีโอกาสชนะ แต่การแข่งขันแบบ TGT ผู้เรียนทั้งที่เก่งและไม่เก่งที่ร่วมทีมต่างต้องเข้าแข่งขันและได้รับคำชมเชยในผลสำเร็จเท่าเทียมกัน

จากขั้นตอนการสอนด้วยการเรียนแบบร่วมมือที่ใช้เทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่มดังกล่าว ผู้วิจัยได้นำแนวคิดของนักการศึกษามาสังเคราะห์ร่วมกับแนวคิด หลักการ และวิธีดำเนินการ แล้วกำหนด

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่มประกอบด้วย 5 ขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นนำ เพื่อให้ผู้เรียนพัฒนาความคิดรวบยอดหรือหลักการของการเรียน โดยใช้เกม เพลง นิทาน การบรรยาย อภิปราย ฯลฯ ทบทวนความรู้เดิมของนักเรียนในเรื่องที่จะเรียนเพื่อเชื่อมโยงให้เข้ากับเนื้อหาใหม่

2. ขั้นสอน ครูเสนอเนื้อหาโดยใช้เทคนิควิธีสอนที่เหมาะสม ผู้เรียนต้องสนใจและตั้งใจฟังในขณะที่ครูเสนอบทเรียนทั้งชั้น เพื่อนำความรู้ความเข้าใจในบทเรียนไปใช้ในการแข่งขัน

3. ขั้นจัดทีม แบ่งกลุ่มนักเรียนกลุ่มละ 4 คน คละนักเรียนที่มีความสามารถ เก่ง ปานกลางและอ่อน เพื่อให้สมาชิกร่วมกันปฏิบัติกิจกรรมและเตรียมความพร้อมที่จะเข้าแข่งขัน

4. ขั้นการแข่งขัน เป็นการแข่งขันตอบคำถามจากเนื้อหาที่ผู้เรียนเรียนรู้ แต่ละทีมจะส่งตัวแทน 1 คนมาแข่งขัน โดยยึดหลักนักเรียนที่มีความสามารถทัดเทียมกัน คือ นักเรียนเก่งของแต่ละทีมแข่งขันกัน นักเรียนปานกลางแต่ละทีมแข่งขันกันและนักเรียนอ่อนแข่งขันกัน คะแนนของแต่ละคนมารวมเป็นคะแนนรวมของทีม เพื่อให้นักเรียนแข่งขันกับตนเอง

5. ขั้นสรุป ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปบทเรียน และมอบรางวัลทีมที่ได้คะแนนสูงสุด

1.11 ข้อดีของวิธีเรียนประเภทกลุ่มแข่งขัน

วิธีการเรียนประเภทกลุ่มแข่งขัน เป็นเทคนิคที่ดีของเรียนแบบร่วมมือ ในการช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้ โดยผู้เรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้ทุกขั้นตอนด้วยการช่วยเหลือพึ่งพาซึ่งกันและกัน จึงก่อให้เกิดผลดีหลายประการดังนี้

1. กระตุ้นให้ผู้เรียนสนใจและตั้งใจเรียนอย่างต่อเนื่อง กระตือรือร้นในการค้นคว้าหาความรู้และทบทวนบทเรียนให้เข้าใจเป็นการเตรียมที่จะเข้าร่วมเกมการแข่งขันตอบปัญหาทางวิชาการเพื่อสะสมคะแนนความสามารถของกลุ่มและบรรลุเป้าหมายที่ต้องการ

2. ส่งเสริมสัมพันธภาพระหว่างบุคคล เนื่องจากผู้เรียนจะบรรลุเป้าหมายของการเรียนรู้และรางวัลจากการเล่นเกมการแข่งขันทางวิชาการก็ต่อเมื่อสมาชิกคนอื่นๆ ในกลุ่มไปถึงเป้าหมาย

เดียวกัน ดังนั้น ผู้เรียนจะต้องช่วยเหลือพึ่งพาซึ่งกันและกัน สร้างสัมพันธภาพที่ดีต่อกัน มีการให้กำลังใจ กระตุ้นและส่งเสริมเพื่อนทุกคน ให้มีความรู้ความเข้าใจในบทเรียน เพื่อที่จะทำคะแนนสะสมได้ในการเล่นเกมการแข่งขันทางวิชาการ อันจะนำไปสู่ความสำเร็จและบรรลุเป้าหมายร่วมกัน

3. สร้างเสริมบรรยากาศในการเรียนรู้ได้เป็นอย่างดี เนื่องจากผู้เรียนมีการช่วยเหลือพึ่งพาซึ่งกันและกัน มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ยอมรับและไว้วางใจซึ่งกันและกันมีการเล่นเกมแข่งขันตอบปัญหาทางวิชาการ เพื่อสะสมคะแนนความสามารถของกลุ่ม ยอมรับและไว้วางใจซึ่งกันและกันมีการเล่นเกมแข่งขันตอบปัญหาทางวิชาการเพื่อสะสมให้ได้เกณฑ์ตามที่กำหนดเท่านั้น จึงทำให้นักเรียนมีความสุขกับการเรียนและมีความสุขกับเกมวิชาการ

4. กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความมั่นใจในตนเอง และตระหนักถึงคุณค่าของตน เนื่องจากเทคนิคนี้มีเกมการแข่งขันทางวิชาการ ผู้เรียนได้ร่วมเล่นเกมกับสมาชิกคนอื่นๆ ที่มีความสามารถใกล้เคียงกัน โดยมีการจัดกลุ่มแข่งขัน และแข่งขันภายในกลุ่มที่จัดขึ้นใหม่นี้ ดังนั้น ผู้เรียนเก่งหรือผู้เรียนอ่อนก็มีโอกาสทำคะแนนให้กับกลุ่มของตนเองได้เท่าเทียมกัน จึงทำให้ผู้เรียนเกิดความภาคภูมิใจ มั่นใจและตระหนักถึงคุณค่าของตนเองที่เป็นส่วนหนึ่งในความสำเร็จของกลุ่ม

5. ส่งเสริมการเรียนรู้และทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น เนื่องจากผู้เรียนได้ร่วมกันเรียนและร่วมกันเล่นเกมการแข่งขันตอบปัญหาทางวิชาการ จะช่วยให้ผู้เรียนเห็นคุณค่าของการเรียน และการที่ผู้เรียนเก่งช่วยอธิบายให้เพื่อนในกลุ่มฟัง จะช่วยให้ตนเองเข้าใจในเรื่องที่เรียนได้ดียิ่งขึ้น ส่วนนักเรียนที่เรียนไม่เก่งหรือเรียนช้าจะรู้สึกอบอุ่นไม่โดดเดี่ยว รู้สึกเป็นกันเองและกล้าซักถามปัญหาที่ไม่เข้าใจกับเพื่อน จนเกิดการเรียนรู้ได้ดีขึ้น ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนสูงขึ้น

6. พัฒนาทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่น เป้าหมายที่สำคัญของวิธีเรียนประเภทการแข่งขันระหว่างกลุ่มด้วยเกม คือผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ทักษะการร่วมมือและช่วยเหลือซึ่งกันและกัน สิ่งนี้เป็นทักษะที่สำคัญของสังคมที่คนเราต้องทำงานร่วมกันภายใต้ระบบที่ทุกคนต้องทำงานร่วมกัน และฝึกให้ผู้เรียนเกิดการปรับตัว เพื่อให้สามารถทำงานในสังคมได้อย่างมีความสุข

7. ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความสามารถในการแก้ปัญหาและความรับผิดชอบ เนื่องจากกิจกรรมการแข่งขันระหว่างกลุ่มด้วยเกมตอบปัญหาทางวิชาการจะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความรับผิดชอบในการเรียนรู้ของตนเองและเพื่อนร่วมกลุ่ม เพื่อจะมีความสามารถทำคะแนนสะสมได้สูงถึงเกณฑ์ตามเป้าหมาย และขณะที่เล่นเกมนักเรียนจะต้องคิดคำนวณ คิดแก้ปัญหาเพื่อให้ได้ข้อสรุปเพื่อจะตอบปัญหานั้น เป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความสามารถในการแก้ปัญหาและการทำงานกลุ่ม มีการอภิปรายและแก้ไขปัญหาร่วมกันกับเพื่อน พร้อมกับลงมือปฏิบัติร่วมกันตามขั้นตอนที่กำหนดไว้จากมติของกลุ่มในการแก้ปัญหา

8. ลดปัญหาวินัยในชั้นเรียนเพราะเนื่องจากสมาชิกทุกคนในกลุ่ม ไม่ว่าจะเป็นการทำงานที่ได้รับมอบหมายร่วมกันหรือการร่วมกันในกิจกรรมการแข่งขันตอบปัญหาทางวิชาการจึงทำให้ผู้เรียนมีพฤติกรรมที่พึงประสงค์เกิดขึ้นในกลุ่ม การขาดเรียนและพฤติกรรมก้าวร้าวรุนแรงจะไม่ปรากฏในชั้นเรียน (อรพรรณ พรสีมา. 2540 : 43 - 44)

จากข้อดีของวิธีการเรียนแบบกลุ่มแข่งขันดังกล่าว จะเห็นได้ว่าเทคนิคการเรียนแบบร่วมมือประเภทกลุ่มแข่งขันสามารถส่งเสริมกระบวนการเรียนรู้ ผลของการเรียนให้สูงขึ้น พัฒนาทักษะการทำงาน

1.12 ข้อจำกัดของวิธีเรียนแบบกลุ่มแข่งขัน

1. ใช้เวลาในการดำเนินกิจกรรมต่างๆ มากกว่าวิธีการสอนปกติ เนื่องจากจะต้องให้เวลาผู้เรียนในการศึกษาเรื่องที่มอบหมายร่วมกันภายในกลุ่ม ซึ่งจะมีการอธิบาย อภิปรายซักถามซึ่งกันและกัน รวบรวมผลงานและนำเสนอผลงานที่ได้ศึกษาร่วมกันต่อเพื่อนร่วมชั้น รวมทั้งกิจกรรมแข่งขันตอบปัญหา เพื่อสะสมคะแนนความสามารถของกลุ่ม ดังนั้น จึงอาจจะต้องใช้เวลามากกว่าการเรียนปกติ

2. เกิดเสียงดังรบกวนห้องข้างเคียงและขาดความเป็นระเบียบเรียบร้อยขณะเคลื่อนย้ายผู้เรียน เนื่องจากการเรียนแบบร่วมมือประเภทการแข่งขันระหว่างกลุ่มด้วยเกมจะมีการจัดผู้เรียนให้เคลื่อนย้ายจากกลุ่มที่ผู้เรียนด้วยกันหรือกลุ่มบ้าน ซึ่งเป็นกลุ่มที่มีความสามารถแตกต่างกันมาจัดกลุ่มใหม่ ซึ่งเป็นกลุ่มแข่งขันที่มีระดับความสามารถใกล้เคียงกันเพื่อแข่งขันตอบปัญหาด้วยกัน เมื่อแข่งเสร็จก็กลับมาร่วมยังกลุ่มบ้าน ที่ระดับความสามารถแตกต่างกัน เพื่อรวบรวมคะแนนจากการแข่งขันของสมาชิกภายในกลุ่ม ดังนั้น ครูจึงต้องหาวิธีการที่จะทำให้การเคลื่อนย้ายกลุ่มของผู้เรียนมีความเป็นระเบียบเรียบร้อยและไม่เกิดเสียงดัง

3. มีผลต่อความรู้สึกของผู้เรียน เนื่องจากผู้เรียนที่เข้าร่วมการแข่งขันตอบปัญหาทางวิชาการในแต่ละกลุ่มทำการแข่งขันเสร็จสิ้นลง ผู้เรียนที่ได้คะแนนต่ำสุดในแต่ละกลุ่มแข่งขันจะต้องเคลื่อนย้ายไปยังกลุ่มที่มีระดับความสามารถน้อยกว่าในครั้งต่อไป ซึ่งอาจทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึกท้อแท้ก็ได้ แต่ในทางกลับกันก็อาจเป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนต้องเพิ่มความพยายาม และให้ความสนใจในการเรียนมากยิ่งขึ้น

1.13 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่ม

งานวิจัยในประเทศ

เกษม วิจิโน (2535 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์และการให้ความร่วมมือต่อกลุ่มในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนเรื่องอัตราส่วนและร้อยละโดยการใช้กิจกรรมการเรียนแบบ TGT และกิจกรรมการเรียนตามคู่มือครูของสถาบันส่งเสริมการสอน

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) กลุ่มตัวอย่างจำนวน 80 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยการสุ่มแบบแบ่งชั้น ได้กลุ่มละ 40 คน ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่องอัตราส่วนและร้อยละของนักเรียนที่เรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนแบบ TGT และนักเรียนที่เรียนโดยการใช้กิจกรรมการเรียนตามคู่มือครูของ สสวท. แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์สูงกว่ากลุ่มควบคุม แต่คะแนนการให้ความร่วมมือต่อกลุ่มในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างทั้งสองไม่แตกต่างกัน

รัตนา เจียมบุญ (2540 : บทคัดย่อ) ได้วิจัยเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนการสอนแบบร่วมมือประกอบการสอนแบบ TEAMS – GAMES - TOURNAMENTS กับการสอนตามคู่มือครู กลุ่มตัวอย่างจำนวน 80 คน โดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 40 คน ผลการวิจัยพบว่านักเรียนในกลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนแบบ TGT มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนในกลุ่มควบคุมที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียน แบบ TGT มีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ศรีภรณ์ ณะวงศ์ษา (2542 : บทคัดย่อ) ศึกษาเรื่องผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสนใจในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนแบบ TEAMS – GAMES – TOURNAMENT แบบ STUDENT TEAMS –ACHIEVEMENT DIVISION และการสอนตามคู่มือครู กลุ่มตัวอย่างจำนวน 120 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนการสอนแบบ TGT และแบบ STAD มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนการสอนแบบ TGT กับ แบบ STAD มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนการสอนแบบ TGT และแบบ STAD มีความสนใจในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .05 ส่วนนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนการสอนแบบ TGT กับแบบ STAD มีความสนใจในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

งานวิจัยต่างประเทศ

สลาวิน (Slavin. 1980) ได้ทดลองเพื่อศึกษาปฏิสัมพันธ์ในกลุ่มเพื่อนที่เป็นผิวขาวผิวดำกลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์สูงและกลุ่มที่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ โดยแบ่งกลุ่มทดลองเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 เรียนตามรูปแบบกลุ่มสัมฤทธิ์ (STAD) กลุ่มที่ 2 เรียนตามรูปแบบทีมการแข่งขัน (TGT) ผลการทดลอง

พบว่า ปฏิสัมพันธ์ในกลุ่มเพื่อนในกลุ่มสัมฤทธิ์ (STAD) มีความแน่นแฟ้นมากกว่าในกลุ่มแบบทีมการแข่งขัน (TGT) ซึ่งในกลุ่มสัมฤทธิ์ (STAD) จะห่วงใยในกลุ่มเพื่อนเป็นอย่างดี

วิลเลียมส์ (Williams. 1988) ได้วิจัยเกี่ยวกับการใช้ยุทธวิธีการเรียนแบบร่วมมือกันว่าให้ประสิทธิภาพในการเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาพีชคณิต ทัศนคติที่มีต่อตนเองและผู้อื่นต่อวิชาพีชคณิต กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นและตอนปลายที่เรียนวิชาพีชคณิต จำนวน 165 คน โดยแบ่งนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายเป็นกลุ่มควบคุม 1 กลุ่ม และกลุ่มทดลอง 1 กลุ่ม ส่วนนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นแบ่งเป็นกลุ่มควบคุม 2 กลุ่ม และกลุ่มทดลอง 2 กลุ่ม ทำการทดลองโดยใช้วิธีสอนผสมผสานระหว่างกิจกรรมแบบแบ่งกลุ่มสัมฤทธิ์ (STAD)กับกลุ่มการแข่งขัน (TGT) ผลการทดลองพบว่า คะแนนเฉลี่ยระหว่างกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และทัศนคติของนักเรียนทั้งสองกลุ่มไม่เปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ดูบอยส์ (ปิยาภรณ์ รัตนากรกุล 2536 : 38 ; อ้างอิงจาก Dubois. 1990 : บทคัดย่อ) ได้วิจัยเกี่ยวกับการสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้ที่ผสมผสานระหว่างการเรียนแบบร่วมมือแบบ STAD กับการเรียนแบบแข่งขันเป็นกลุ่ม TGT โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 2,175 คน ครู 26 คน ที่มาจากชั้นเรียนจำนวน 86 ชั้นเรียน จำนวน 11 โรงเรียนในมลรัฐหลุยส์เซียน่า กลุ่มตัวอย่างจำนวน 3 กลุ่ม กลุ่มที่หนึ่งสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้ โดยครูที่สอนกลุ่มนี้ผ่านการอบรม กลุ่มที่สองครูผ่านการอบรมแต่ไม่ใช้การเรียนแบบร่วมมือกันเรียนรู้ และกลุ่มที่สามครูไม่ผ่านการอบรมและไม่ใช้การสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้ ผลการทดลองพบว่า นักเรียนในกลุ่มที่ผ่านการอบรมและใช้วิธีสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ไม่มีการสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้ แต่ไม่พบความแตกต่างด้านเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

สปูลเลอร์ (Spuler. 1993) ได้สังเคราะห์งานวิจัยแบบเมต้า เพื่อศึกษาประสิทธิผลการเรียนแบบ STAD และ TGT ของนักเรียนตั้งแต่ระดับชั้นอนุบาลถึงมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผลปรากฏว่าวิธีสอนแบบ TGT นั้น ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่าวิธีการสอนแบบ STAD อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จากการศึกษาแนวคิด หลักการ งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่มทั้งในประเทศและต่างประเทศ พบว่า การจัดการเรียนการสอนแบบร่วมมือทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น และผู้เรียนสามารถแสดงศักยภาพของตนเองในการประกอบกิจกรรมเพื่อความสำเร็จของกลุ่ม การเรียนแบบร่วมมือกันเป็นวิธีสอนที่ช่วยพัฒนาทักษะทางสังคม นอกจากนี้ยังเป็นวิธีสอนที่มีความเหมาะสมในหลายๆวิชา เช่น คณิตศาสตร์ ภาษาไทย ภาษาอังกฤษและกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น

2.1 ความเป็นมาของรูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น

การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ซึ่งเป็นวงจรการเรียนรู้รูปแบบหนึ่งที่ได้รับการพัฒนามาจากวงจรการเรียนรู้ ตามลำดับดังนี้

คาร์พลัส (Karplus.1967 ; citing Lawson. 1995 : 134 – 139) ซึ่งนำเสนอรูปแบบวงจรการเรียนรู้ เพื่อใช้ปรับปรุงหลักสูตรของสหรัฐอเมริกา (Science Curriculum Improvement Study Program ; SCIS) มีกิจกรรม 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นสำรวจ
2. ขั้นสร้าง
3. ขั้นค้นพบ

วงจรการเรียนรู้ที่คาร์พลัสนำเสนอนั้นมีครูจำนวนมากยังไม่เข้าใจ 2 ขั้นตอนหลังคือขั้นสร้างและขั้นค้นพบ ดังนั้น บาร์แมน ; และโคตาร์ (Barman; &Kotar. 1989) ได้ปรับปรุงเป็นขั้นสำรวจ ขั้นแนะนำมโนทัศน์ และขั้นประยุกต์ใช้มโนทัศน์ ต่อมานักวิทยาศาสตร์ศึกษาได้ดัดแปลงขั้นแนะนำมโนทัศน์เป็นขั้นแนะนำคำสำคัญ ด้วยเหตุผลที่ว่า ครูสามารถแนะนำหรืออธิบายคำสำคัญหรือนิยามศัพท์เฉพาะให้กับนักเรียน แต่มิใช่แนะนำมโนทัศน์ให้กับนักเรียน เพราะนักเรียนต้องเป็นผู้ค้นพบมโนทัศน์ได้ด้วยตนเอง แต่อย่างไรก็ตามมีผู้ปรับเปลี่ยนชื่อของขั้นตอนที่ 2 ให้เหมาะยิ่งขึ้น เช่น คาร์ริน (Carin. 1993) ได้ปรับเป็นขั้นสร้างมโนทัศน์ ส่วนอะบัสคาโต (Abruscato. 1996) ได้ปรับเป็นขั้นได้มาซึ่งมโนทัศน์ ลอว์สัน (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 หรือสังเกต ตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นและชี้แนะการเรียนรู้ของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนค้นพบหรือสร้างมโนทัศน์ด้วยตนเอง

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

3. ขั้นประยุกต์ใช้มโนทัศน์ (Concept application phase) เป็นขั้นที่ครูกระตุ้นให้นักเรียนนำมโนทัศน์ที่ค้นพบหรือเกิดการเรียนรู้แล้วมาประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่หรือตั้งปัญหาใหม่ อันจะทำให้นักเรียนขยายความเข้าใจมโนทัศน์นั้นๆ มากยิ่งขึ้น

ต่อมาได้มีกลุ่มนักการศึกษาได้นำวิธีนี้มาใช้ และมีการพัฒนาวิธีการ และขั้นตอนในการเรียนการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ ออกเป็น 4 ขั้น (Barman. 1989 ; citing Abruscato. 1992 : 37) ได้แก่

1. ขั้นสำรวจ (Exploration) ระยะการสำรวจเป็นการเน้นนักเรียนเป็นสำคัญ กระตุ้นความไม่สมบูรณ์ทางความคิดของผู้เรียน และช่วยให้เกิดการปรับขยายความคิด ครูเป็นผู้รับผิดชอบให้นักเรียนได้รับคำแนะนำ คำชี้แจง และวัสดุอุปกรณ์อย่างเพียงพอ ที่มีปฏิสัมพันธ์ในทางที่สัมพันธ์กับแนวคิด คำแนะนำชี้แจงของครูต้องไม่บอกนักเรียนโดยตรง ว่าพวกเขาควรเรียนอะไรและต้องไม่อธิบายแนวคิดในทันทีเพื่อให้การสำรวจดำเนินต่อไปได้ นักเรียนต้องรับผิดชอบต่อการสำรวจวัสดุและการเก็บรวบรวม หรือบันทึกอุปกรณ์การเรียน และประสบการณ์ที่เป็นรูปธรรมด้วย ถ้าครูจะให้นักเรียนสร้างแนวคิดทางวิทยาศาสตร์สำหรับตนเอง ให้ใช้คำถามแนะเพื่อช่วยเริ่มกระบวนการวางแผน และคำถามต้องนำไปสู่กิจกรรมของเด็ก เสนอแนะบันทึกที่เด็กควรจะทำ และต้องไม่บอกหรืออธิบายแนวคิด แต่อาจจะกล่าวถึงการสอนอย่างย่อๆได้ บางทีอาจจะเป็นในรูปจุดประสงค์การสอน

2. ขั้นอธิบาย (Explanation) ระยะการอธิบายเป็นระยะที่ยึดนักเรียนเป็นสำคัญน้อยลง และหาสิ่งอำนวยความสะดวกทางจิตใจให้แก่ผู้เรียน ความมุ่งหมายของระยะนี้เพื่อให้ครูได้นำนักเรียนในการคิด เพื่อให้แนวคิดเกี่ยวกับบทเรียนซึ่งจะได้จากการสร้างขึ้นด้วยความร่วมมือกัน ไม่ใช่เพียงครูให้อย่างเดียว ระยะนี้ช่วยนำไปสู่การปรับขยายโครงสร้างความคิด ดังที่ทฤษฎีของเพียเจต์อธิบายไว้ นักเรียนต้องมุ่งเน้นค้นพบเบื้องต้นจากการสำรวจเบื้องต้นของนักเรียนเอง ครูต้องแนะนำภาษา หรือรูปแบบแนวคิดเพื่อช่วยในการปรับขยายโครงสร้างความคิด ครูแนะนำนักเรียนจนสามารถสร้างคำอธิบายของตนเองเกี่ยวกับความคิด ครูควรงดการบอกนักเรียนเพิ่มเติมถึงแม้ความเข้าใจของนักเรียนยังไม่สมบูรณ์ แต่ควรช่วยนักเรียนให้ใช้ข้อมูลของตนสร้างแนวคิดที่ถูกต้อง ซึ่งจะนำไปสู่ระยะต่อไปโดยอัตโนมัติ คือ ระยะการขยายความคิด

3. ขั้นการขยายความคิด (Expansion) ระยะการขยายความคิด ควรเป็นระยะที่ยึดนักเรียนเป็นสำคัญให้มากที่สุดที่จะมากได้ และเป็นระยะที่จัดขึ้นเพื่อกระตุ้นความร่วมมือของกลุ่ม ความมุ่งหมายของระยะนี้ เพื่อช่วยให้ผู้เรียนในการจัดประสบการณ์เดิมที่คล้ายกัน และเพื่อให้ค้นพบการประยุกต์ใหม่สำหรับสิ่งที่เรียนรู้มาแล้ว แนวคิดที่สร้างขึ้นมาจะต้องเชื่อมโยงกับความคิดอื่น หรือประสบการณ์อื่นที่สัมพันธ์กัน ความมุ่งหมายเพื่อจะนำการคิดของนักเรียนให้ไปไกลกว่าปัจจุบัน ครูจะต้องให้เด็กใช้ภาษา หรือ สัญลักษณ์ของแนวคิดใหม่ เพื่อว่าพวกเขาจะได้เพิ่มความเข้าใจของพวก

ตน จุดนี้เป็นจุดที่เหมาะสมที่จะช่วยให้นักเรียนได้ประยุกต์ใช้สิ่งที่เรียนรู้ โดยการขยายตัวอย่าง หรือโดยการจัดประสบการณ์เชิงการสำรวจเพิ่มเติมเพื่อการพัฒนาส่วนบุคคลของนักเรียน การสอบสวนความสัมพันธ์ภายในระหว่างวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม ความเติมโตทางวิชาการและการตระหนักรู้ด้านอาชีพ ระยะการขยายนี้สามารถนำไปสู่การสำรวจบทเรียนต่อไปโดยอัตโนมัติ ดังนั้นวงจรต่อเนื่องสำหรับการเรียนการสอนจึงถูกสร้างขึ้นมาในระยะนี้ ครูสามารถช่วยให้นักเรียนได้จัดระเบียบความคิดของตนเองโดยการเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนรู้มาเข้ากับความคิดหรือประสบการณ์อื่นๆ ซึ่งสำคัญกับแนวความคิดที่สร้างขึ้น ในระยะนี้จะเพิ่มความหมายของแนวคิดและเพื่อขยายขอบเขตของความต้องการสำหรับเด็ก

4. ขั้นประเมินผล (Evaluation) ความมุ่งหมายของระยะนี้ เพื่อเป็นการทดสอบมาตรฐานการเรียนรู้ การเรียนรู้มักจะเกิดขึ้นในสัดส่วนการเพิ่มขึ้นที่น้อยกว่าการยกระดับทางความคิดที่มีการหยั่งรู้จริงที่เป็นไปได้ ดังนั้นผลการเรียนต่อเนื่อง ซึ่งไม่ใช่การสิ้นสุดของบท หรือวิธีการของหน่วยการเรียน และเพื่อช่วยกระตุ้นสร้างแนวความคิดทางจิตใจ และทักษะกระบวนการการประเมินผลรวมถึงในแต่ละระยะของวัฏจักรการเรียนรู้ ไม่ใช่จัดทำเฉพาะสุดท้าย

ต่อมา ลอว์สัน (Bybee; et al.1990 ; citing Lawson. 1995 : 164 – 165) นักพัฒนาหลักสูตรจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาและจัดทำหลักสูตรชีววิทยา (Biological Science Curriculum Study : BSCS) ของประเทศสหรัฐอเมริกา ได้เสนอรูปแบบของวงจรการเรียนรู้แบบ 5E ซึ่งมี 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นสร้างความสนใจ (engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ ซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจาก ความสงสัย หรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวนักเรียนเองหรือเกิดจากการอภิปรายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมา จากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นอยู่ในช่วงเวลานั้น หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนรู้มาแล้ว เป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่จะศึกษา ในกรณีที่ยังไม่มีประเด็นใดน่าสนใจ ครูอาจให้ศึกษาจากสื่อต่าง ๆ หรือเป็นผู้กระตุ้นด้วยการเสนอประเด็นขึ้นมาก่อน แต่ไม่ควรบังคับให้นักเรียนยอมรับประเด็นหรือคำถามที่ครูกำลังสนใจเป็นเรื่องที่จะใช้ศึกษา เมื่อมีคำถามที่น่าสนใจ และนักเรียนส่วนใหญ่ยอมรับให้เป็นประเด็นที่ต้องการศึกษา จึงร่วมกันกำหนดขอบเขตและแจกแจงรายละเอียดของเรื่องที่จะศึกษาให้มีความชัดเจนยิ่งขึ้น อาจรวมทั้งการรวบรวมความรู้ประสบการณ์เดิม หรือความรู้จากแหล่งต่างๆ ที่จะช่วยให้นำไปสู่ความเข้าใจเรื่องหรือประเด็นที่จะศึกษามากขึ้น และมีแนวทางที่ใช้ในการสำรวจตรวจสอบอย่างหลากหลาย

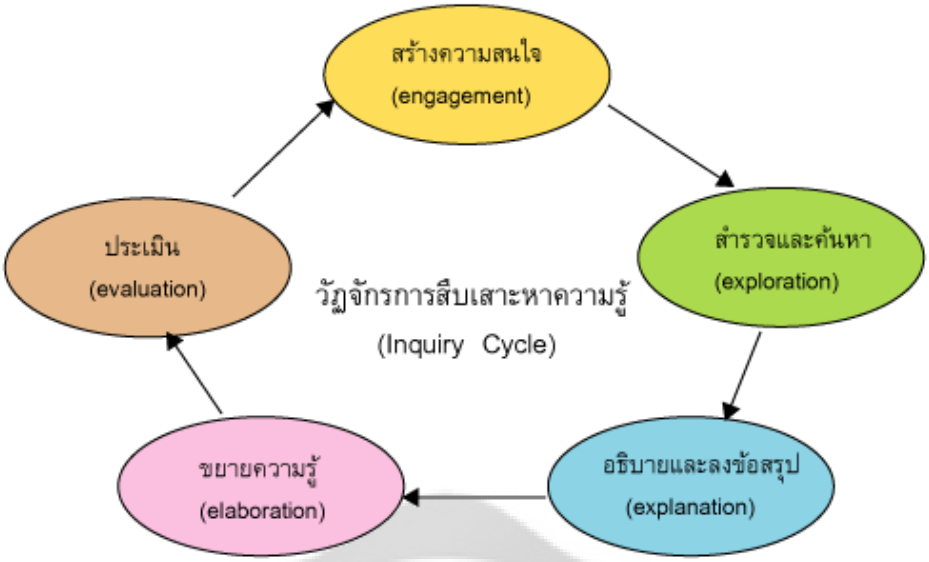
2. ขั้นสำรวจและค้นหา (exploration) เมื่อทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจจะศึกษาอย่างถ่องแท้แล้ว ก็มีการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อสนเทศ หรือปรากฏการณ์ต่างๆ วิธีการ

ตรวจสอบอาจทำได้หลายวิธี เช่น ทำการทดลอง ทำกิจกรรมภาคสนาม การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยสร้างสถานการณ์จำลอง (simulation) การศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงหรือจากแหล่งข้อมูลต่างๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (explanation) เมื่อได้ข้อมูลอย่างเพียงพอจากการสำรวจตรวจสอบแล้ว จึงนำข้อมูล ข้อสนเทศ ที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปต่างๆ เช่น บรรยายสรุป สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ หรือวาดรูป สร้างตาราง ฯลฯ การค้นพบในขั้นนี้อาจเป็นไปได้หลายทาง เช่น สนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้ โต้แย้งกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ หรือไม่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่ได้กำหนดไว้ แต่ผลที่ได้จะอยู่ในรูปใดก็สามารถสร้างความรู้และช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้

4. ขั้นขยายความรู้ (elaboration) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ถ้าใช้อธิบายเรื่องต่างๆ ได้มากก็แสดงว่าข้อจำกัดน้อย ซึ่งก็จะช่วยให้เชื่อมโยงกับเรื่องต่างๆ และทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น

5. ขั้นประเมิน (evaluation) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่างๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด ขั้นนี้จะเกิดโอกาสให้นักเรียนได้มีโอกาสให้นักเรียนได้มีโอกาสประเมินผลด้วยตนเองถึงแนวความคิดที่ได้สรุปไว้แล้วในขั้นที่ 4 ว่ามีความสอดคล้องหรือถูกต้องมากน้อยเพียงใด รวมทั้งมีการยอมรับมากน้อยเพียงใด ข้อสรุปที่ได้จะนำมาใช้ในการเป็นพื้นฐานในการศึกษาครั้งต่อไป ทั้งนี้รวมถึงการประเมินของครูต่อการเรียนรู้ของนักเรียนด้วย จากขั้นนี้จะนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่นๆ รูปแบบการเรียนการสอนแบบวัฏจักรการสืบเสาะความรู้ สามารถสรุปได้ดังแผนภูมิ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2546 : 220)



ภาพประกอบ 7 วงจรการเรียนรู้แบบ 5E ของ BSCS

ที่มา : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2548).*หนังสือการจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน*. หน้า 220.

การนำความรู้หรือแบบจำลองไปใช้อธิบายหรือประยุกต์ใช้กับเหตุการณ์หรือเรื่องอื่นๆ จะนำไปสู่ข้อโต้แย้งหรือข้อจำกัดซึ่งก่อให้เป็นประเด็นหรือคำถาม หรือปัญหาที่จะต้องสำรวจตรวจสอบต่อไป ทำให้เกิดเป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องกันไปเรื่อยๆ จึงเรียกว่า inquiry cycle กระบวนการสืบเสาะหาความรู้จึงช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ทั้งเนื้อหาหลักและหลักการ ทฤษฎี ตลอดจนการลงมือปฏิบัติ เพื่อให้ได้ความรู้ซึ่งจะเป็นพื้นฐานในการเรียนรู้ต่อไป

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

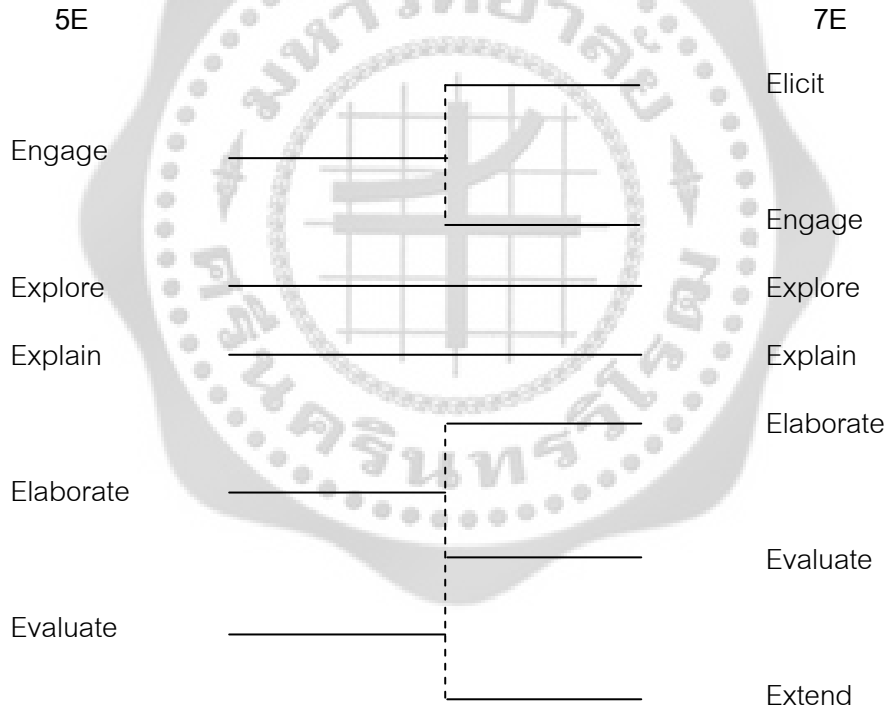
1. ขั้นสร้างความสนใจ (Excite) เป็นขั้นตอนในการกระตุ้นความอยากรู้อยากเห็นของนักเรียนให้ผู้เรียนได้เกิดปัญหา
2. ขั้นสำรวจค้นหา (Explore) เป็นขั้นตอนในการดำเนินการสำรวจตรวจสอบ สืบค้นและรวบรวมข้อมูล ปฏิบัติกิจกรรมเพื่อหาคำตอบหรือแก้ปัญหา
3. ขั้นอธิบาย (Explain) เป็นขั้นตอนในการวิเคราะห์ข้อมูลและจัดกระทำข้อมูล อภิปรายและสรุปผลการทดลอง
4. ขั้นขยายความรู้ (Expand) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนขยายความรู้ไปสู่สถานการณ์อื่นๆที่ใกล้เคียงกัน

5. ขั้นขยายความคิดรวบยอด (Extend) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนขยายความคิดรวบยอดไปเชื่อมโยงกับความรู้อื่นๆ

6. ขั้นแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (Exchange) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนได้มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันทั้งในห้องเรียนและการใช้อินเตอร์เน็ต

7. ขั้นประเมินผล (Examine) เป็นขั้นตอนในการประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียน

ค.ศ. 2003 ไอน์เซนคราฟต์ (Eisenkraft. 2003 : 57 – 59) ได้พัฒนารูปแบบของ BSCS จาก 5 ขั้นตอน เป็น 7 ขั้นตอน ไอน์เซนคราฟต์ให้เหตุผลว่าขั้นตอนของวงจรการเรียนรู้แบบ 5E เป็นขั้นตอนที่ยังไม่ต่อเนื่อง จึงเพิ่มขั้นตอนของวงจรการเรียนรู้อีก 2 ขั้นตอน โดยมีเป้าหมายเพื่อกระตุ้นให้เด็กได้มีความสนใจและสนุกกับการเรียน และยังสามารถปรับประยุกต์สิ่งที่ได้เรียนรู้ไปสู่การสร้างประสบการณ์ของตนเอง การปรับขยายรูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ จาก 5E เป็น 7E แสดงได้ดังภาพ (Eisenkraft. 2003 : 57 – 59)



ภาพประกอบ 8 แสดงการขยายวงจรการเรียนรู้แบบ 5E เป็น 7E

ที่มา : Eisenkraft.(2003). Expanding the 5E Model. *Science Education*. 5(6), 57-59.

การสอนตามแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เป็นการสอนที่เน้นการถ่ายโอนการเรียนรู้ และความสำคัญเกี่ยวกับการตรวจสอบความรู้เดิมของเด็ก ซึ่งเป็นสิ่งที่ครูละเลยไม่ได้ และการตรวจสอบความรู้พื้นฐานเดิมของเด็กจะทำให้ครูค้นพบว่านักเรียนต้องเรียนรู้อะไรก่อน ก่อนที่จะเรียนรู้ในเนื้อหา

บทเรียนนั้นๆ ซึ่งจะช่วยให้เด็กเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ ขั้นของการเรียนรู้ตามแนวคิดของไอน์เซนคราฟต์ มีเนื้อหาสาระ ดังนี้

1. ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicitation Phase) ครูจะต้องทำหน้าที่การตั้งคำถาม เพื่อกระตุ้นให้เด็กได้แสดงความรู้เดิม คำถามอาจจะเป็นประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้นตามสภาพสังคมท้องถิ่น หรือประเด็นข้อค้นพบทางวิทยาศาสตร์ การนำวิทยาศาสตร์มาใช้ในชีวิตประจำวัน และเด็กสามารถเชื่อมโยงการเรียนรู้ไปยังประสบการณ์ที่ตนมี ทำให้ครูได้ทราบว่า เด็กแต่ละคนมีความรู้พื้นฐานเป็นอย่างไร ครูควรเติมเต็มส่วนใดให้นักเรียน และครูยังสามารถวางแผน การจัดการเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสมสอดคล้องกับความต้องการของนักเรียน

2. ขั้นเร้าความสนใจ (Engagement Phase) ขั้นนี้เป็นการนำเข้าสู่เนื้อหาในบทเรียน หรือเรื่องที่น่าสนใจ ซึ่งอาจเกิดความสนใจของนักเรียน หรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นในช่วงเวลานั้น หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เด็กเพิ่งเรียนรู้มาแล้ว ครูทำหน้าที่กระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม ยั่วยุให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น และกำหนดประเด็นที่จะศึกษาแก่นักเรียน ในกรณีที่ยังไม่มีประเด็นที่น่าสนใจ ครูอาจให้ศึกษาจากสื่อต่างๆ เช่น หนังสือพิมพ์ วารสาร อินเตอร์เน็ต เป็นต้น ซึ่งทำให้นักเรียนเกิดความคิดขัดแย้งจากสิ่งที่นักเรียนเคยรู้มาก่อน ครูเป็นผู้ที่ทำหน้าที่กระตุ้นให้นักเรียนคิด โดยเสนอประเด็นที่สำคัญขึ้นมาก่อน แต่ไม่ควรบังคับให้นักเรียนยอมรับประเด็นหรือคำถามที่ครูกำลังสนใจ เป็นเรื่องที่ให้นักเรียนศึกษา เพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบในขั้นตอนต่อไป

3. ขั้นสำรวจค้นหา (Exploration Phase) เมื่อนักเรียนทำความเข้าใจประเด็นหรือคำถามที่สนใจจะศึกษาอย่างถ่องแท้แล้ว ก็มีการวางแผน กำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติ เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อสนเทศหรือปรากฏการณ์ต่างๆ วิธีการตรวจสอบ อาจทำได้หลายวิธี เช่น สืบค้นข้อมูล สำรวจ ทดลอง กิจกรรมภาคสนาม เป็นต้น เพื่อให้ได้ข้อมูลอย่างพอเพียง ครูทำหน้าที่กระตุ้นให้นักเรียนตรวจสอบปัญหาและดำเนินการสำรวจตรวจสอบและรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง

4. ขั้นอธิบาย (Explanation Phase) เมื่อนักเรียนได้ข้อมูลมาแล้ว นักเรียนจะนำข้อมูลเหล่านั้นมาทำการวิเคราะห์แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่างๆ เช่น บรรยายสรุป สร้างแบบจำลอง รูปวาด ตาราง กราฟ ฯลฯ ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนเห็นแนวโน้มหรือความสัมพันธ์ของข้อมูล สรุปและอภิปรายผลการทดลอง โดยอ้างอิงประจักษ์พยานอย่างชัดเจนเพื่อนำเสนอแนวคิดต่อไป ขั้นนี้จะทำให้นักเรียนได้สร้างองค์ความรู้ใหม่ การค้นพบในขั้นนี้อาจเป็นไปได้หลายทาง เช่น สนับสนุน สมมติฐาน แต่ผลที่ได้จะอยู่ในรูปแบบใดก็สามารถสร้างความรู้ และช่วยนักเรียนได้เกิดการเรียนรู้

5. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration Phase) ช่วงนี้เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดเดิมที่ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่นๆ ถ้าใช้อธิบายเรื่องราวต่างๆ ได้มากก็แสดงว่ามีข้อจำกัดน้อย ซึ่งก็จะช่วยให้เชื่อมโยงเกี่ยวกับเรื่องราวต่างๆ และทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น ครูควรจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ให้นักเรียนมีความรู้มากขึ้น และขยายแนวกรอบความคิดของตนเองและต่อเติมให้สอดคล้องกับประสบการณ์เดิม ครูควรส่งเสริมให้นักเรียนตั้งประเด็นเพื่ออภิปรายและแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมให้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น

6. ขั้นประเมินผล (Evaluation Phase) ขั้นนี้เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่างๆ ว่า นักเรียนรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด ขั้นนี้จะช่วยให้นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้มาประมวลและปรับประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่นๆ ได้ ครูควรส่งเสริมให้นักเรียนนำความรู้ใหม่ที่ได้ไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมและสร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่ นอกจากนี้ครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ตรวจสอบซึ่งกันและกัน

7. ขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extention Phase) ครูจะต้องมีการจัดเตรียมโอกาสให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้ไปปรับประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมและเกิดประโยชน์ต่อชีวิตประจำวัน ครูเป็นผู้ทำหน้าที่กระตุ้นให้นักเรียนสามารถนำความรู้ไปสร้างความรู้ใหม่ ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนสามารถถ่ายโอนการเรียนรู้ได้

รูปแบบการจัดการสอนตามแนวคิดของ Eisenkraft เป็นรูปแบบที่ครูสามารถนำไปปรับประยุกต์ให้เหมาะสมตามธรรมชาติวิชา โดยเฉพาะอย่างยิ่งกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ซึ่งเน้นกระบวนการสืบเสาะหาความรู้อันที่จะทำให้นักเรียนเข้าถึงความรู้ความจริงได้ด้วยตัวเอง และนักเรียนได้รับการกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีความสุข การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้ง 7 ขั้น ควรระลึกอยู่เสมอว่าครูเป็นเพียงผู้ทำหน้าที่คอยช่วยเหลือ เอื้อเฟื้อและแบ่งปันประสบการณ์ จัดสถานการณ์เร้าให้นักเรียนได้คิดตั้งคำถามละลงมือตรวจสอบ นอกจากนี้ครูควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับความรู้ ความสามารถบนพื้นฐานของความสนใจ ความถนัด และความแตกต่างระหว่างบุคคล อันที่จะทำให้การจัดการเรียนรู้บรรลุสู่จุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

จากขั้นตอนต่างๆ ในรูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น จะเห็นว่ารูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น จะเน้นการถ่ายโอนการเรียนรู้และให้ความสำคัญกับการตรวจสอบความรู้เดิมของเด็ก ซึ่งเป็นสิ่งที่ครูไม่ควรละเลย หรือละทิ้ง เนื่องจากการตรวจสอบความรู้เดิมเด็กจะทำให้ครูได้ค้นพบว่านักเรียนจะต้องเรียนรู้อะไรก่อนที่จะเรียนในเนื้อหานั้นๆ นักเรียนจะสร้างความรู้จากพื้น

ฐานความรู้ที่มี ทำให้เด็กเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมายและไม่เกิดแนวความคิดที่ผิดพลาด การละเลย หรือเพิกเฉยในขั้นนี้ จะทำให้ยากแก่การพัฒนาแนวความคิดของเด็ก ซึ่งจะไม่เป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ครูวางไว้ แบรนฟอร์ด; และคณะ (Bransford, Brown, and Cocking. 2000 : 5 – 7) นอกจากนี้ยังเน้นให้นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้ จากรูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ทั้ง 2 แบบ สามารถเปรียบเทียบได้ดังตาราง

ตาราง 1 แสดงการเปรียบเทียบรูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้แบบ 5E และ 7E

แบบที่ 1 (5E)	แบบที่ 2 (7E)
1. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน 2. ขั้นสำรวจ	1. ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม 2. ขั้นเร้าความสนใจ 3. ขั้นสำรวจและค้นหา
3. ขั้นอธิบาย	4. ขั้นอธิบาย
4. ขั้นขยายหรือประยุกต์ใช้มโนทัศน์	5. ขั้นขยายความรู้
5. ขั้นประเมินผล	6. ขั้นประเมินผล 7. ขั้นนำความรู้ไปใช้

2.2 แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้แบบ 7E

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนสร้างความรู้ด้วยตนเองนั้นมีพื้นฐานมาจากทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ โดยมีรากฐานสำคัญมาจากทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ ซึ่งอธิบายว่าพัฒนาการทางเชาวน์ปัญญาของบุคคลมีการปรับตัวทางกระบวนการดูดซึม (assimilation) และกระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา (accommodation) พัฒนาการเกิดขึ้นเมื่อบุคคลรับและซึมซาบ ข้อมูลหรือประสบการณ์เข้าไปสัมพันธ์กับความรู้หรือโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่เดิมหากไม่สามารถสัมพันธ์กันได้ จะเกิดภาวะไม่สมดุลขึ้น (disequilibrium) บุคคลจะพยายามปรับสภาพให้อยู่ในภาวะสมดุล (equilibrium) โดยใช้กระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา เพียเจต์เชื่อว่า คนทุกคนจะมีพัฒนาการเชาวน์ปัญญาเป็นลำดับขั้น จากการมีปฏิสัมพันธ์และประสบการณ์กับสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติ และประสบการณ์ที่เกี่ยวกับความคิดเชิงตรรกะและคณิตศาสตร์ รวมทั้งถ่ายทอดความรู้ทางสังคม วุฒิภาวะและกระบวนการพัฒนาความสมดุลของบุคคลนั้น (ทิศนา แขมมณี. 2545 : 90 – 91)

การจัดการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์เน้นให้ผู้เรียนสร้างความรู้โดยผ่านกระบวนการความคิดด้วยตนเอง โดยผู้สอนไม่สามารถปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญาของผู้เรียนได้ แต่ผู้สอนสามารถช่วยผู้เรียนปรับเปลี่ยนสภาพการณ์ให้ผู้เรียนเกิดความขัดแย้งทางปัญญาหรือเกิดภาวะไม่สมดุลขึ้น ซึ่งเป็นภาวะที่ประสบการณ์ใหม่ไม่สอดคล้องกับประสบการณ์เดิม ผู้เรียนต้องพยายามปรับข้อมูลใหม่กับประสบการณ์ที่มีอยู่เดิม แล้วสร้างเป็นความรู้ใหม่ (พิมพันธ์ เตชะคุปต์ และพเยาว์ ยินดีสุข. 2548 : 24)

คาริน (Carin.1989 : 19) กล่าวว่า “แนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ เชื่อว่า บุคคลจะใช้กระบวนการคิดในการทำความเข้าใจโลก โดยสร้างความหมายในรูปของคำเมื่อเห็นว่าสิ่งเหล่านั้นมีประโยชน์”

สลาวิน (Slavin. 1994 : 224 – 225) กล่าวว่า “แนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เป็นกระบวนการพัฒนาสติปัญญาที่ผู้เรียนมีบทบาทในการเรียนรู้ของตนเองโดยพยายามค้นพบความรู้จากการตรวจสอบข้อมูลที่ขัดแย้งกับความรู้เดิม กระบวนการสร้างความรู้เป็นไปอย่างต่อเนื่องทั้งการดูดซึมและการปรับขยายข้อมูลกลายเป็นความรู้ใหม่ที่มีความซับซ้อนขึ้น”

การสร้างความรู้เป็นกระบวนการเชื่อมโยงข้อมูลใหม่กับโครงสร้างความรู้เดิม ซึ่งแอทคินสัน ; และชิฟริน (Atkinson; & Shiffrin.1968 ; citing Minizes ; et al., 1977 : 421) เสนอขั้นตอนของการสร้างความรู้ ดังนี้

1. เริ่มจากการรับรู้ผ่านประสาทสัมผัสทั้งห้า ได้แก่ การสัมผัส การได้ยิน การมองเห็น การดมกลิ่น และการชิมรส ข้อมูลต่างๆที่ผู้เรียนใส่ใจจะเคลื่อนย้ายเข้าสู่ความจำระยะสั้นอย่างรวดเร็ว กระบวนการที่ข้อมูลจะถูกเก็บเข้าไปในความจำระยะสั้นมี 2 อย่าง คือ การรู้จักและการใส่ใจ

2. การเรียกคืนความรู้ที่จัดเก็บอยู่ในความทรงจำระยะยาว การจัดเก็บความรู้เกี่ยวข้องกับการกระตุ้นมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องในความจำระยะยาวและมโนทัศน์ที่ถูกกระตุ้นนี้จะลดความยาวของเครือข่ายมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องลง มโนทัศน์ที่ถูกกระตุ้นก็จะถูกเรียกเข้าสู่ความจำระยะสั้น

3. การเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลที่ได้จากการรับรู้ผ่านประสาทสัมผัสกับข้อมูลที่เป็นความรู้เดิม ในการเชื่อมโยงข้อมูลนั้น ต้องมีการเรียกคืนความรู้ที่จัดเก็บอยู่ในความทรงจำระยะยาว โดยการเชื่อมนั้น เป็นการอธิบาย การแปลความหมาย การประเมิน การเปรียบเทียบ และการโต้แย้งข้อมูลใหม่กับความรู้เดิมทำให้เกิดการดูดซึมและการปรับโครงสร้างทางความคิด

การเรียนวิทยาศาสตร์ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์เป็นกระบวนการที่นักเรียนจะต้องสืบค้น เสาะหา สำรวจตรวจสอบ และค้นคว้าด้วยวิธีการต่างๆ จนทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและเกิดการรับรู้นั้นอย่างมีความหมาย จึงจะสามารถสร้างเป็นองค์ความรู้ของนักเรียนเองและเก็บเป็นข้อมูลไว้ในสมองได้อย่างยาวนาน สามารถนำมาใช้ได้เมื่อมีสถานการณ์ใดๆ มาเผชิญหน้า ดังนั้น การที่นักเรียนจะสร้างองค์ความรู้ได้ ต้องผ่านกระบวนการเรียนรู้ที่หลากหลาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งกระบวนการสืบ

สอบ ซึ่งเริ่มต้นในปี ค.ศ. 1957 โดยผู้เชี่ยวชาญทางด้านการศึกษาและวิทยาศาสตร์ของสหรัฐอเมริกา ได้ร่วมประชุมปรึกษาเพื่อที่จะพัฒนาและปรับปรุงคุณภาพด้านการศึกษาให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น ซึ่งพบว่าเนื่องจากความรู้ทางด้านวิชาการต่างๆ เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนนักเรียนไม่สามารถรับรู้ได้ทั้งหมด และถ้าเรียนตามความรู้ที่มีอยู่นั้นจะทำให้นักเรียนค้นพบสิ่งใหม่ๆ ได้ช้า จึงจำเป็นต้องปรับปรุงการสอนเพื่อให้นักเรียนเกิดการคิดนำไปสู่การแก้ปัญหาได้ (วีรยุทธ วิเชียรโชติ. 2521 : 43)

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น หรือ 7E นั้น เน้นขั้นตอนทบทวนความรู้เดิม แล้วกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสงสัยหรือเกิดปัญหาใหม่ เป็นขั้นตอนที่นักเรียนเชื่อมโยงความรู้เดิมกับประสบการณ์ใหม่ เริ่มเกิดความไม่สมดุลทางความคิด แล้วใช้กระบวนการสำรวจค้นหาเพื่อหาคำตอบและปรับสมดุลทางความคิด อีกทั้งนำความรู้ที่ได้ไปเชื่อมโยงและแก้ปัญหาสถานการณ์ใหม่ๆ ที่เกี่ยวข้อง ทำให้การเรียนรู้ของนักเรียนมีความคงทนและยาวนาน เนื่องจากผู้เรียนได้เรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง (Eisencraft. 2003 : 57 – 59)

การทบทวนความรู้เดิมเป็นการให้ผู้เรียนเรียกใช้ความรู้และประสบการณ์เดิม รวมทั้งเจตคติที่ได้เรียนรู้สิ่งต่างๆ และถูกบันทึกไว้มาใช้ในการแก้ปัญหาหรือเรียนรู้สิ่งใหม่ ซึ่งจะเชื่อมโยงมโนทัศน์ใหม่เข้ากับความรู้และประสบการณ์เดิมนั้น ทำให้เกิดการปรับเปลี่ยนหรือขยายโครงสร้างความรู้และมีความคงทนของความรู้มากยิ่งขึ้น (Hassard. citing Hemmerich ; et al. 1994 : 16) นักการศึกษาหลายท่าน (Lawson. 1995 : 163 ; Hemmerich; et al. 1994 : 16 ; Henderson. 1993 : 4 – 5) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการทบทวนความรู้เดิมสรุปได้ดังนี้

1. การทบทวนความรู้เดิมจะทำให้ผู้สอนได้รับรู้ถึงความรู้เดิมที่ผู้เรียนมีอยู่แล้วนำมาวางแผนการสอน

2. ผู้เรียนสามารถมองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างปัญหากับความรู้เดิมที่ผู้เรียนมีอยู่แล้ว เกิดแรงจูงใจในการแก้ปัญหา โดยใช้ความรู้เดิมเป็นแนวทาง

3. แม้ว่าผู้เรียนจะมีความรู้เดิมที่แตกต่างกัน แต่การทบทวนความรู้เดิมโดยการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนลงข้อสรุปกลายเป็นความรู้เดิมเดียวกันและเป็นการเชื่อมโยงระหว่างโลกของความเป็นจริงภายนอกกับในห้องเรียน

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E นั้นมีพื้นฐานมาจากทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ซึ่งมีรากฐานมาจากทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ โดยเมื่อผู้เรียนได้รับข้อมูลหรือประสบการณ์ใหม่ๆ จะเกิดการซึมซาบเข้าสู่โครงการทางความคิดที่มีอยู่ แต่ถ้าโครงสร้างทางความคิดที่มีอยู่ไม่สอดคล้องกับประสบการณ์หรือข้อมูลนั้นๆ จะทำให้เกิดภาวะไม่สมดุล จากนั้นผู้เรียนจะค่อยๆปรับเปลี่ยนโครงสร้างความคิดเข้าสู่ภาวะสมดุลอีกครั้ง

นอกจากนี้รูปแบบการเรียนการสอน 7E นั้นเน้นที่ขั้นตอนของการทบทวนความรู้เดิมและขั้นตอนของการขยายความรู้ เพื่อให้การเรียนของผู้เรียนสมบูรณ์ขึ้น

2.3 บทบาทครูและนักเรียนในการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E

การนำรูปแบบการเรียนการสอน 7E ไปใช้ ครูควรจัดเตรียมกิจกรรมให้เหมาะสมกับความรู้ความสามารถของผู้เรียน จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่ครูต้องมีความรู้เกี่ยวกับบทบาทครูและบทบาทนักเรียนเพื่อช่วยให้การจัดการเรียนการสอนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ บทบาทของครูและนักเรียนในการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E สรุปได้ดังตารางที่ 2

ตาราง 2 แสดงบทบาทของครูและนักเรียนในการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 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. ดึงเอาคำตอบที่ยังไม่ครอบคลุมสิ่งที่นักเรียนรู้หรือความคิดเกี่ยวกับความคิดรวบยอด	1. ตอบคำถาม คิดและตั้งคำถามจากสถานการณ์ สื่อการสอน หรือข้อมูลต่างๆ ด้วยความสนใจและอยากเรียนรู้ 2. แสดงความสนใจ
3. ขั้นสำรวจค้นหา (Explore)	1. ส่งเสริมให้นักเรียนทำงานร่วมกันในการสำรวจคำตอบ 2. สังเกตและฟังการโต้ตอบกันระหว่างนักเรียนกับนักเรียน 3. ซักถามเพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบของนักเรียน 4. ให้เวลานักเรียนในการคิดข้อ	1. คิดอย่างอิสระแต่อยู่ในขอบเขต 2. ลงมือปฏิบัติโดยการตั้งสมมติฐาน ทดสอบสมมติฐาน 3. พยายามหาทางเลือกในการแก้ปัญหาและอภิปรายทางเลือกเหล่านั้นกับคนอื่นๆ 4. บันทึกการสังเกตและให้

ตาราง 2 (ต่อ)

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
3. ขั้นสำรวจค้นหา (Explore) (ต่อ)	สงสัยตลอดจนปัญหาต่างๆ 5. ทำหน้าที่ให้คำปรึกษาแก่นักเรียน	ข้อคิดเห็น 5. ลงข้อสรุป
4. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explane)	1. ส่งเสริมให้นักเรียนอธิบายความคิดรวบยอดหรือแนวคิดหรือให้คำจำกัดความด้วยคำพูดของนักเรียนเอง 2. ให้นักเรียนแสดงหลักฐานให้เหตุผลและอธิบายให้กระจ่าง 3. ให้นักเรียนอธิบายให้คำจำกัดความและชี้บอกส่วนประกอบต่างๆ ในแผนภาพ 4. ให้นักเรียนใช้ประสบการณ์เดิมของตนเป็นพื้นฐานในการอธิบายความคิดรวบยอด	1. อธิบายการแก้ปัญหาหรือคำตอบที่เป็นไปได้ 2. ฟังคำบรรยายของคนอื่นอย่างคิดวิเคราะห์ 3. ถามคำถามเกี่ยวกับสิ่งที่คนอื่นได้อธิบาย 4. ฟังและพยายามทำความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งที่ครูอธิบาย 5. อ้างอิงกิจกรรมที่ได้ปฏิบัติมาแล้ว 6. ใช้ข้อมูลที่ได้จากการบันทึกการสังเกตประกอบคำอธิบาย
5. ขั้นขยายความรู้ (Elaborate)	1. คาดหวังให้นักเรียนได้ใช้ประโยชน์จากการชี้บอกส่วนประกอบต่างๆ ในแผนภาพ คำจำกัดความและการอธิบายสิ่งที่ได้เรียนรู้มาแล้ว 2. ส่งเสริมให้นักเรียนนำสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ไปประยุกต์ใช้หรือขยายความรู้และทักษะในสถานการณ์ใหม่ที่ใกล้เคียงกับสถานการณ์ที่ได้เรียนมาแล้ว 3. ให้นักเรียนอ้างอิงข้อมูลที่มีอยู่	1. นำการชี้บอกส่วนประกอบต่างๆ ในแผนภาพ คำจำกัดความ คำอธิบายและทักษะไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่คล้ายกับสถานการณ์เดิม 2. ใช้ข้อมูลเดิมในการถามคำถาม กำหนดจุดประสงค์ในการแก้ปัญหาตัดสินใจและออกแบบการทดลอง 3. ลงข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผลจากหลักฐานที่ปรากฏ

ตาราง 2 (ต่อ)

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
5. ขั้นขยายความรู้ (Elaborate) (ต่อ)	พร้อมทั้งแสดงหลักฐานและถามคำถามนักเรียนได้เรียนรู้อะไรบ้างหรือได้แนวคิดอะไร	4. บันทึกการสังเกตและอธิบาย 5. ตรวจสอบความเข้าใจกับเพื่อนๆ
6. ขั้นประเมินผล (Evaluation)	1. สังเกตนักเรียนในการนำความคิดรวบยอดและทักษะใหม่ไปประยุกต์ใช้ 2. ประเมินความรู้และทักษะของนักเรียน 3. หาหลักฐานที่แสดงว่านักเรียนได้เปลี่ยนความคิดหรือพฤติกรรม 4. ให้นักเรียนประเมินตนเองเกี่ยวกับการเรียนรู้และทักษะกระบวนการ 5. ถามคำถามปลายเปิด เช่น ทำไมนักเรียนจึงคิดเช่นนั้น มีหลักฐานอะไร นักเรียนเรียนรู้เกี่ยวกับสิ่งนั้นและจะอธิบายสิ่งนั้นอย่างไร	1. ตอบคำถามปลายเปิด โดยใช้การสังเกตหลักฐานและคำอธิบายที่ยอมรับมาแล้ว 2. แสดงออกถึงความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความคิดรวบยอดหรือทักษะ 3. ประเมินความก้าวหน้าหรือความรู้ด้วยตนเอง 4. ถามคำถามที่เกี่ยวข้องเพื่อส่งเสริมให้มีการสำรวจตรวจสอบต่อไป
7. ขั้นขยายความคิดรวบยอด (Extend)	1. สร้างสถานการณ์ที่โยงไปสู่สถานการณ์ที่มีความซับซ้อนหรือสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน 2. ส่งเสริมให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้กับความรู้อื่นๆ	1. นำความรู้เดิมเชื่อมโยงกับความรู้ใหม่ เพื่ออธิบายหรือนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

ที่มา : Bybee; & Loucks. (2002). March. Implementing the national science education standard. *The Science Teacher*. pp.22-26.

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น

งานวิจัยในประเทศ

ขวัญใจ สุขรมณ์ (2549 : บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลการเรียนวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น และการสืบเสาะแบบ สสวท. ที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 4 กลุ่มทดลอง คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 30 คน โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และแบบทดสอบแนวความคิด 3 มโนมติ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีความเข้าใจสมบูรณ์ในมโนมติทั้ง 3 มโนมติมากกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสืบเสาะแบบ สสวท. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนที่เรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์บูรณาการมากกว่านักเรียนที่เรียนแบบ สสวท. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

รุ่งทิพย์ ร่มจำปา (2549 : บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลการเรียนวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น และการสืบเสาะแบบ สสวท. ที่มีต่อความคิดเลือกเกี่ยวกับมโนมติชีววิทยา : การหมุนเวียนของเลือดและก๊าซ และการกำจัดของเสีย การทักษะกระบวนการขั้นพื้นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยปรากฏว่า นักเรียนโดยส่วนรวม นักเรียนชายและนักเรียนหญิงที่เรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น มีความเข้าใจเพียงบางส่วนมากที่สุด รองลงมามีความเข้าใจอย่างสมบูรณ์ในมโนมติการหมุนเวียนของเลือดและก๊าซ ส่วนนักเรียนส่วนรวมนักเรียนที่เรียนแบบ สสวท. มีแนวความคิดที่ผิดพลาดมากที่สุด รองลงมามีความเข้าใจเพียงบางส่วนและมีแนวความคิดที่ผิดพลาดในมโนมติทั้งสองเรื่อง

พฤกษ์ โปร่งสำโรง (2549 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษารูปแบบการเรียนการสอน 7E ในวิชาฟิสิกส์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ระหว่างกลุ่มผู้เรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบ 7E และกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ พบว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E มีคะแนนเฉลี่ยร้องละของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด นอกจากนี้ยังได้ศึกษาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาระหว่างกลุ่มผู้เรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบ 7E และกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ พบว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละของความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสูงกว่าเกณฑ์

ปิยวรรณ ประเสริฐไทย (2549 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยการบูรณาการแบบคู่ขนานด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550 จำนวน 24 คน โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบวัดเจตคติต่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมของนักเรียน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมี

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ส่วนด้านเจตคติต่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม พบว่า หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

งานวิจัยต่างประเทศ

โซเมอร์ (Somer. 2005 : 30) ได้ใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E ในการสอนสิ่งแวดล้อม ศึกษาเรื่องพืชชายฝั่งของรัฐหลุยส์เซียน่า สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 7 และเกรด 8 จำนวน 155 คน ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ 0.01

จากงานวิจัยข้างต้น จะเห็นได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น จะสามารถช่วยให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น นอกจากนี้ยังช่วยในการพัฒนาศักยภาพด้านการคิดของผู้เรียนได้อีกด้วย

3. เอกสารที่เกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

3.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Academic Achievement) หมายถึง คุณลักษณะ และความ สามารถของบุคคลอันเกิดจากการเรียนการสอน เป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมและประสบการณ์การเรียนรู้ที่เกิดจากการอบรม หรือจากการสอบ การวัดผลสัมฤทธิ์ จึงเป็นการตรวจสอบความสามารถหรือระดับความสัมฤทธิ์ผล (Level of Accomplishment) ของบุคคลว่าเรียนรู้แล้วเท่าไร มีความสามารถแค่ไหน ซึ่งสามารถวัดได้ 2 แบบ ตามจุดมุ่งหมายและลักษณะวิชาที่สอน คือ

2. การวัดด้านปฏิบัติ เป็นการตรวจสอบระดับความสามารถในการปฏิบัติ หรือทักษะของผู้เรียน โดยมุ่งเน้นให้ผู้เรียนแสดงความสามารถดังกล่าวในรูปการกระทำจริง ให้ออกเป็นผลงานเช่น วิชาศิลปศึกษา พลศึกษา การช่าง เป็นต้น การวัดแบบนี้จึงต้องใช้ “ข้อสอบภาคปฏิบัติ”

3. การวัดด้านเนื้อหาเป็นการตรวจสอบความสามารถเกี่ยวกับเนื้อหาความรู้ อันเป็นประสบการณ์เรียนรู้ของผู้เรียน รวมถึงพฤติกรรมความสามารถในด้านต่างๆ สามารถวัดได้โดยใช้ “ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์” (ไพศาล หวังพานิช. 2523: 137)

กระทรวงศึกษาธิการ (2521 : 131) ได้ระบุผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ในหนังสือประมวลศัพท์ทางการศึกษาว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสำเร็จ หรือความสามารถในการกระทำใดๆ ที่ต้องอาศัยทักษะ หรือมิฉะนั้นก็ต้องอาศัยความรอบรู้ในวิชาใดวิชาหนึ่งโดยเฉพาะ นอกจากนี้

เดชา พลกินยิ้ม (2535 : 20) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ (Learning Achievement In Science) หมายถึง ความรู้ความสามารถที่ผู้เรียนได้รับหลังการเรียนวิชา

วิทยาศาสตร์ ซึ่งจะทราบว่ามีปริมาณมากน้อยเพียงใดก็อาจกระทำได้ โดยวัดได้จากการแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

สมจิต สวธนไพบูลย์ (2535 : 2) กล่าวถึงความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ว่าคือ ส่วนที่เป็นผลิตผลทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะเกิดขึ้นหลังจากที่ได้มีการใช้กระบวนการแสวงหาความรู้ดำเนินการค้นคว้าสืบเสาะตรวจสอบจนเป็นที่เชื่อถือได้

พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (จิรภา เจริญผล. 2543 : 53 ; อ้างอิงจาก พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2530 : 29) ให้ความหมาย ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ว่าคือ คุณลักษณะรวมถึงความรู้ความสามารถของบุคคลอันเป็นผลจากการเรียนการสอนหรือมวลประสบการณ์ทั้งปวงที่บุคคลได้รับจากการเรียนการสอนทำให้บุคคลเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในด้านต่างๆของสมรรถภาพสมอง

วรรณี โสมประยูร (2537 : 262) ได้ให้ความหมายของคำว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่าหมายถึง ความสามารถหรือพฤติกรรมของนักเรียนที่เกิดจากการเรียนรู้ซึ่งพัฒนาขึ้นหลังจากได้รับการอบรมสั่งสอนและฝึกฝนโดยตรง

ภพ เลาหไพบูลย์ (2537 : 295) ได้ให้ความหมาย ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือ พฤติกรรมที่แสดงออกถึงความสามารถในการกระทำสิ่งหนึ่งสิ่งใดได้จากที่ไม่เคยกระทำได้หรือกระทำได้น้อยก่อนที่จะมีการเรียนรู้ซึ่งเป็นพฤติกรรมที่สามารถวัดได้

ดรุณี พรายแสงเพ็ชร (2548 : 20) ได้ให้ความหมายคำว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ว่าหมายถึง ความรู้ ความสามารถในด้านวิทยาศาสตร์ที่วัดจากพฤติกรรมที่เกิดขึ้นจากการเรียนรู้

จากความหมายดังกล่าว พอสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้ความสามารถในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของบุคคลจนทำให้เกิดผลสำเร็จทั้งด้านตัวความรู้วิทยาศาสตร์ และกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

3.2 กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการได้ปรับปรุงหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) ให้มีลักษณะที่เอื้อต่อการพัฒนาความสามารถของนักเรียนโดยยึดจุดประสงค์ ดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ. 2536)

1. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในหลักการและทฤษฎีพื้นฐานของวิชาวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในลักษณะ ขอบเขต และวงจำกัดของวิชาวิทยาศาสตร์

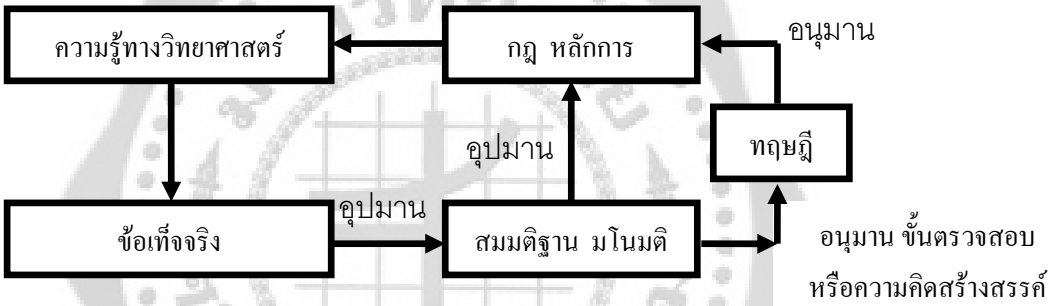
3. เพื่อให้เกิดทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้า และคิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

4. เพื่อให้เกิดเจตคติทางวิทยาศาสตร์

5. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและอิทธิพลของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อมวลมนุษย์ และสภาพแวดล้อม

6. เพื่อให้สามารถนำความรู้ ความเข้าใจ ในเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ไปใช้เป็นประโยชน์ต่อสังคม และพัฒนาคุณภาพชีวิต

ความหมายที่แท้จริงของวิทยาศาสตร์ หมายถึง ส่วนที่เป็นตัวความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ข้อเท็จจริง มโนมติ หลักการ กฎ ทฤษฎี สมมติฐาน และส่วนที่เป็นการแสวงหาความรู้ (อุดม ลักษณ์ นกพึ่งพุ่ม. 2545 : 53 ; อ้างอิงจาก สมจิต สวธนไพบูลย์. 2535 : 94)



ภาพประกอบ 9 แสดงความสัมพันธ์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ที่มา : สมจิต สวธนไพบูลย์. (2537). *การศึกษาความสามารถการพึ่งพาตนเองด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาจากการเรียนด้านกิจกรรมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*. หน้า 10

กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เป็นกระบวนการคิดและกระทำอย่างมีระบบที่นำมาใช้ในการแสวงหาความรู้นั้น อาจแตกต่างกันบ้าง แต่ถ้ามีลักษณะร่วมกันทำให้สามารถจัดเป็นขั้นตอนได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีลำดับขั้นตอน ดังนี้ (ภพ เลาหไพบูลย์. 2540 : 10)

1. ขั้นตั้งปัญหา
2. ขั้นตั้งสมมติฐาน
3. ขั้นการรวบรวมข้อมูล โดยการสังเกต หรือการทดลอง
4. ขั้นสรุปผล การสังเกต หรือทดลอง

ในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้น นอกจากจะใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ หรือวิธีการแก้ปัญหาอื่นๆ เพื่อให้การศึกษาค้นคว้าได้ผลดีนั้นขึ้นอยู่กับการคิด การกระทำที่เป็นอุปนิสัยของผู้นั้นที่ก่อให้เกิดประโยชน์ต่อการแสวงหาความรู้เรียกว่า เจตคติทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยคุณลักษณะดังนี้

1. ความอยากรู้อยากเห็น
2. ความเพียรพยายาม
3. ความมีเหตุผล
4. ความซื่อสัตย์
5. ความมีระเบียบ รอบคอบ
6. ความใจกว้าง

3.3 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

สมาคมอเมริกัน เพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ (American Association for the Advancement of Science - AAAS) ได้พัฒนาโปรแกรมวิทยาศาสตร์และตั้งชื่อโครงการนี้ว่า วิทยาศาสตร์กับการใช้กระบวนการ หรือเรียกชื่อย่อว่าโครงการ ซาปา (SAPA) โครงการนี้แล้วเสร็จในปี ค.ศ. 1970 ได้กำหนดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ 13 ทักษะ ประกอบด้วยทักษะพื้นฐาน 8 ทักษะ ได้แก่ ทักษะการสังเกต , ทักษะการวัด , ทักษะการคำนวณหรือการใช้ตัวเลข , ทักษะการจำแนกประเภท , ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา , ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล , ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูลและทักษะการพยากรณ์ ส่วนทักษะขั้นพื้นฐานผสมผสาน 5 ทักษะ ได้แก่ ทักษะการตั้งสมมติฐาน , ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ , ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร , ทักษะการทดลอง และทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปข้อมูล

3.3.1 ทักษะการสังเกต (Observation)

การสังเกต หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกันได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวกาย เข้าไปสัมผัสวัตถุ หรือเหตุการณ์โดยไม่ใส่ความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไป ข้อมูลที่ได้จากการสังเกต อาจแบ่งได้เป็นประเภท คือ ข้อมูลเชิงคุณภาพ ข้อมูลเชิงปริมาณและข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลง ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ ชี้บ่ง และบรรยายคุณสมบัติของสิ่งที่สังเกตเกี่ยวกับรูปร่าง กลิ่น รส เสียง บอกรายละเอียดเกี่ยวกับปริมาณโดยการกะประมาณบรรยายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกตได้

3.3.2 ทักษะการวัด (Measurement)

การวัด หมายถึง การเลือกและการใช้เครื่องมือวัดหาปริมาณสิ่งต่างๆ ออกเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสมและถูกต้องโดยมีหน่วยกำกับเสมอ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

1. เลือกเครื่องเครื่องมือได้เหมาะสมกับสิ่งที่จะวัด
2. บอกเหตุผลในการเลือกเครื่องมือวัดได้
3. บอกวิธีวัดและวิธีใช้เครื่องมือได้ถูกต้อง
4. ทำการวัดความกว้าง ความยาว ความสูง อุณหภูมิ ปริมาตร น้ำหนัก และอื่นๆ ได้ถูกต้อง
5. ระบุหน่วยตัวเลขที่ได้จากการวัด

3.3.3 ทักษะการคำนวณ (Using Number)

การคำนวณ หมายถึง การนับจำนวนของวัตถุและการนำตัวเลขที่นับได้มาคำนวณโดยการบวก ลบ คูณ หาร หรือ หาค่าเฉลี่ย ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

3.3.3.1 การนับ ได้แก่

1. การนับสิ่งของได้ถูกต้อง
2. การใช้ตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้
3. ตัดสินว่าสิ่งของในแต่ละกลุ่มมีจำนวนเท่ากันหรือต่างกัน
4. ตัดสินว่าของในกลุ่มใดมีจำนวนเท่ากันหรือต่างกัน

3.3.3.2 การหาค่าเฉลี่ย

1. บอกวิธีหาค่าเฉลี่ย
2. หาค่าเฉลี่ย
3. แสดงวิธีการหาค่าเฉลี่ย

3.3.4 ทักษะการจำแนกประเภท (Classification)

การจำแนกประเภท หมายถึง การแบ่งพวกหรือเรียงลำดับวัตถุหรือสิ่งของที่อยู่ในปรากฏการณ์ โดยเกณฑ์ดังกล่าว อาจจะใช้ความเหมือน ความแตกต่าง หรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

1. เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่างๆ จากเกณฑ์ที่ผู้อื่นกำหนดให้ได้
2. เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่างๆ โดยใช้เกณฑ์ของตนเองได้
3. บอกเกณฑ์ที่ผู้อื่นใช้เรียงลำดับหรือแบ่งพวกได้

3.3.5 ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา (Space/Space Relationship and Space – time Relationship)

สเปสของวัตถุ หมายถึง ที่ว่างที่วัตถุนั้นครอบครองอยู่ จะมีรูปร่างและลักษณะเช่นเดียวกับวัตถุนั้น โดยทั่วไปแล้วสเปสของวัตถุมี 3 มิติ คือ ความกว้าง ความยาว ความสูง ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสของวัตถุ ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่าง 3 มิติ กับ 2 มิติ ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

1. ชี้บ่งรูป 2 มิติและวัตถุ 3 มิติ ที่กำหนดให้ได้
2. วาดรูป 2 มิติ จากวัตถุ หรือ รูป 3 มิติที่กำหนดให้ได้
3. บอกชื่อของรูปทรงและรูปทรงเรขาคณิตได้
4. บอกความสัมพันธ์ของรูป 2 มิติ ได้ ระบุรูป 3 มิติที่เกิดจากการหมุนรูป 2 มิติเมื่อเห็นเงา (2 มิติ) ของวัตถุ สามารถบอกรูปทรงของวัตถุ (2 มิติ) เป็นต้นกำเนิดเงา
5. บอกรูปกรวยรอยตัด (2 มิติ) ที่เกิดจากการตัดวัตถุ (3 มิติ) ออกเป็น 2 ส่วน
6. บอกตำแหน่งหรือทิศของวัตถุได้
7. บอกได้ว่า วัตถุหนึ่งอยู่ในตำแหน่งหรือทิศใดของอีกวัตถุหนึ่ง
8. บอกความสัมพันธ์ของสิ่งที่อยู่หน้ากระจกและภาพที่ปรากฏในกระจกว่าเป็นซ้ายหรือขวาของกันและกันได้

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุกับเวลา ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา หรือความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุที่เปลี่ยนไปกับเวลา

1. บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนตำแหน่งที่อยู่กับเวลา
2. บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงขนาดหรือปริมาณของสิ่งของต่างๆ กับเวลาได้

3.3.6 ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (Organizing Data and Communication)

การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่นๆ มาจัดกระทำเสียใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนี้ดีขึ้น โดยอาจเสนอในรูปของตาราง แผนภูมิ แผนภาพ ไดอะแกรม วงจร กราฟ สมการเขียนบรรยาย เป็นต้น ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

1. เลือกรูปแบบที่จะใช้ในการนำเสนอข้อมูลให้เหมาะสม
2. บอกเหตุผลในการเลือกรูปแบบที่จะใช้ในการนำเสนอข้อมูลได้

3. ออกแบบการนำเสนอข้อมูลตามรูปแบบที่เลือกไว้

4. เปลี่ยนแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปใหม่ที่เข้าใจดีขึ้น

5. บรรยายลักษณะของสิ่งใดสิ่งหนึ่งด้วยข้อความที่เหมาะสม กะทัดรัด จนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

6. บรรยายหรือวาดแผนผังแสดงตำแหน่งของสภาพที่ตนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

3.3.7 ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล (Inferring)

การลงความคิดเห็นจากข้อมูล หมายถึง การเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ สามารถอธิบายหรือสรุปโดยเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตโดยใช้ความรู้หรือประสบการณ์มาช่วย

3.3.8 ทักษะการพยากรณ์ (Prediction)

การพยากรณ์ หมายถึง การสรุปคำตอบล่วงหน้าก่อนที่จะทดลอง โดยอาศัยปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำๆ หลักการ กฎ ทฤษฎีที่มีอยู่แล้วในเรื่องนั้นๆ มาช่วยในการสรุปการพยากรณ์เกี่ยวกับตัวเลข ได้แก่ ข้อมูลที่เป็นตาราง หรือกราฟ ทำได้ 2 แบบ คือ การพยากรณ์ภายในขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่กับการพยากรณ์ภายนอกขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะนี้แล้ว คือ

1. การทำนายทั่วไป เช่น ทำนายผลที่เกิดขึ้นจากข้อมูลที่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่ได้

2. การพยากรณ์ข้อมูลเชิงปริมาณ เช่น

1) ทำนายผลที่จะเกิดภายในขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้

2) ทำนายผลที่จะเกิดภายนอกขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้

3.3.9 ทักษะการตั้งสมมติฐาน (Formulation Hypothesis)

การตั้งสมมติฐาน คือ คำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้า มักกล่าวเป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น (ตัวแปรอิสระ) กับตัวแปรตาม สมมติฐานที่ตั้งไว้อาจถูกหรือผิดก็ได้ ซึ่งทราบได้ภายหลังการทดลองหาคำตอบเพื่อสนับสนุนหรือคัดค้านสมมติฐานที่ตั้งไว้ความสามารถที่แสดงว่า เกิดทักษะแล้ว คือ สามารถหาคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลอง โดยอาศัยการสังเกต ความรู้และประสบการณ์เดิม

3.3.10 ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Operationally)

การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การกำหนดความหมายหรือขอบเขตของคำต่างๆ (ที่อยู่ในสมมติฐานที่ต้องการทดลอง) ให้เข้าใจตรงกัน และสามารถสังเกตหรือวัดได้

3.3.11 ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร

(Identifying and Controlling Variables)

การกำหนดตัวแปร หมายถึง การชี้บ่งตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมในสมมติฐานหนึ่งๆ

ตัวแปรต้น คือ สิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่างๆ หรือสิ่งที่เราต้องการทดลองดูว่า เป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่

ตัวแปรตาม คือ สิ่งที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งที่เป็นสาเหตุเปลี่ยนไป ตัวแปรตามหรือสิ่งที่เป็นผลจะเปลี่ยนตามไปด้วย

ตัวแปรควบคุม คือ การควบคุมสิ่งอื่นๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่ทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน ถ้าหากว่า ไม่สามารถควบคุมให้เหมือนกัน

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ ชี้บ่งและกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตามและตัวแปรควบคุมได้

3.3.12 ทักษะการทดลอง (Experimenting)

การทดลอง หมายถึง กระบวนการปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบหรือสมมติฐานที่ตั้งไว้การทดลองประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอน คือ

1. การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนลงมือทดลองจริงเพื่อกำหนด
2. วิธีการทดลอง ซึ่งเกี่ยวกับการกำหนดและควบคุมตัวแปร
3. อุปกรณ์ หรือสารเคมีที่ต้องใช้ในการทดลอง
4. การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติการทดลองจริง
5. การบันทึกการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลองซึ่งอาจเป็นผลจากการสังเกต การวัดและอื่นๆ
6. การออกแบบการทดลองโดยกำหนดวิธีทดลองให้ถูกต้องเหมาะสม โดยคำนึงถึงตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุม
7. ปฏิบัติการทดลองและใช้อุปกรณ์ได้อย่างถูกต้องเหมาะสม
8. บันทึกผลการทดลองได้คล่องแคล่วและถูกต้อง

3.3.13 ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

(Interpreting Data Conclusion)

การตีความหมายข้อมูล หมายถึง การแปลความหมายหรือบรรยายคุณลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่

การตีความหมายในบางครั้ง อาจต้องใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อื่นๆ ด้วย เช่น ทักษะการสังเกต ทักษะการคำนวณ เป็นต้น

การลงข้อสรุป หมายถึง การสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ การแปลความหมาย หรือบรรยายลักษณะ และสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ได้ (การตีความหมายข้อมูลที่ต้องอาศัยทักษะการคำนวณ) รวมถึงบอกความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีอยู่ได้

ทักษะดังกล่าวเป็นทักษะที่ใช้ในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ในการศึกษาวิทยาศาสตร์จะต้องให้นักเรียนได้ทั้งความรู้และมีทักษะในการแสวงหาความรู้ ซึ่ง สมจิต สวธนไพบูลย์ (2535 : 103)

ดังนั้น การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อให้นักเรียนได้รับเนื้อหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ จะต้องวัดผลทั้ง 2 ลักษณะและเพื่อความสะดวกในการประเมินผล ผู้วิจัยได้นำการจำแนกพฤติกรรมในการวัดผลวิชาวิทยาศาสตร์ไปสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับเป็นเกณฑ์วัดผลว่านักเรียนได้เรียนรู้ไปมากน้อยหรือลึกซึ้งเพียงใด 4 พฤติกรรม ดังนี้ (ประวิตร ชูศิลป์. 2524 : 21 – 31)

1. ความรู้ – ความจำ หมายถึง ความสามารถระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนรู้มาแล้ว เกี่ยวกับข้อเท็จจริง ความคิดรวบยอด หลักการ กฎ และทฤษฎี

2. ความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการจำแนกความรู้ได้เมื่อปรากฏอยู่ในรูปใหม่และความสามารถในการแปลความรู้จากสัญลักษณ์หนึ่งไปเป็นอีกสัญลักษณ์หนึ่ง

3. การนำความรู้ไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้และวิธีการต่างๆ ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ๆ หรือจากที่แตกต่างไปจากที่เคยเรียนรู้มาแล้ว โดยเฉพาะอย่างยิ่ง คือ การนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

4. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการจำแนกประเภท การลงความคิดเห็นจากข้อมูล การตั้งสมมติฐาน การกำหนดและควบคุมตัวแปร และการทดลอง การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป การลงความคิดเห็นจากข้อมูล

จากเอกสารข้างต้นผู้วิจัยได้นำพฤติกรรมการเรียนรู้ ทั้ง 4 ด้าน คือ ความรู้-ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มาเป็นหลักในการสร้างแบบทดสอบ

วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ โดยพิจารณาให้ครอบคลุมจุดประสงค์และผลการเรียนรู้ที่คาดหวังในรายวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มากที่สุด

3.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

งานวิจัยในประเทศ

สมศรี เพชรขจร (2531 : 65 - 66) ได้ศึกษาผลการใช้แบบฝึกการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 64 คน กลุ่มทดลอง 32 คน สอนโดยใช้แบบฝึกการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน กลุ่มควบคุม 32 คน สอนตามคู่มือครู พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติกลุ่มทดลองที่สอนโดยใช้แบบฝึกการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาแตกต่างกับกลุ่มควบคุมที่สอนตามคู่มือครูอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

กัญญา ทองมั่น (2534 : 83) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ที่ทำการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทางและกำหนดแนวทาง ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สุนทรี วัฒนพันธุ์ (2535 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการตัดสินใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ ประเภททดลองกับที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2534 จำนวน 70 คน กลุ่มทดลองสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ ประเภททดลองกลุ่มควบคุมสอนตามคู่มือครู ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการตัดสินใจของนักเรียน ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

วรกิตต์ ผ่องศรี (2538 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้านความคิดรวบยอดและความสนใจในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้โมชั่นพิคเจอร์กับการสอนตามคู่มือครู โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2537 จำนวน 60 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมกลุ่มละ 30 คน ผลการศึกษาพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้านความคิดรวบยอด ของกลุ่มทดลองและกลุ่ม

อนันต์ เลขวรรณวิจิตร (2538 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้วีดีทัศน์วิชาวิทยาศาสตร์ คหกรรมและศิลปหัตถกรรม สำหรับนักเรียนชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยวีดีทัศน์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวของสสวท. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และทั้งสองกลุ่มมีความสามารถในการแก้ปัญหาใกล้เคียงกัน

มณีรัตน์ เกตุไสว (2540 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการทดลองที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนมติทางวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ด้านมโนมติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยการจัดกิจกรรมการทดลองที่นักเรียนออกแบบการทดลองและปฏิบัติการทดลอง ตามที่ได้ออกแบบไว้พร้อมทั้งเลือกรูปแบบการบันทึกข้อมูลจากการทดลองแตกต่างจากกลุ่มที่ได้รับการสอนด้วยการจัดกิจกรรมการทดลอง ตามคู่มือครูของ สสวท. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

มาณิตย์ คดีพิศาล.(2541 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลการสอนโดยการเรียนแบบร่วมมือกับการสอนตามคู่มือครูที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ในวิชาเคมีของนักเรียนในชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีโดยรวม ของนักเรียนหลังได้รับการสอนโดยใช้การเรียนแบบร่วมมือสูงกว่าก่อนได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีโดยรวมของนักเรียนหลังได้รับการสอนตามคู่มือครูสูงกว่าก่อนได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

มนมนัส สุดสิ้น.(2543 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์และความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์วิจารณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนมติ พบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนมติกับการสอนตามคู่มือครู มีผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความรู้-ความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำไปใช้ ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์วิจารณ์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สุมาลี โชติชุ่ม (2544 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และเชาว์อารมณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้ชุดการเรียนวิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมเชาว์อารมณ์กับการสอนตามคู่มือครู พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนวิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมเชาว์อารมณ์สอนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จงกลรัตน์ อาจศัตรู (2544 : 59) ได้ทำการศึกษาและเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามแบบวัฏจักรการเรียนรู้ และนักเรียนที่ได้รับการสอนตามปกติ ผลปรากฏว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามปกติ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

พรรณนภา หาญบำรุง (2548 : บทคัดย่อ) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความฉลาดทางอารมณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สืบสวนเป็นกลุ่ม พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สืบสวนเป็นกลุ่มมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อรสา เอี่ยมสะอาด (2548 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สาวิตรี เครือใหญ่.(2548 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และความคิดวิจารณญาณในสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ด้วยวงจรการเรียนรู้กับการสอนที่เน้นการเรียนแบบร่วมมือพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ด้วยวงจรการเรียนรู้กับการสอนที่เน้นการเรียนแบบร่วมมือมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และมีความคิดวิจารณญาณแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยค่าเฉลี่ยของคะแนนนักเรียนที่ได้รับการสอนที่เน้นการเรียนแบบร่วมมือสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ด้วยวงจรการเรียนรู้

ศุภพงศ์ คล้ายคลึง.(2548 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะการทดลองโดยใช้ชุดปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะการทดลองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้ชุดปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

พวงเพ็ญ สิงห์โตทอง.(2548 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการสำรวจค้นหาทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ พบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการสำรวจค้นหาทาง

วิทยาศาสตร์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สมใจ มีสมวิทย์ (2548 : บทคัดย่อ) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนแบบอริยสัจ 4 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบอริยสัจ 4 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

นันทิพิทย์ รองเดช (2549 : บทคัดย่อ) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถทางสติปัญญาด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมส่งเสริมพหุปัญญา พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอน โดยใช้ชุดกิจกรรมส่งเสริมพหุปัญญามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

นภาพร วงศ์เจริญ (2550 : บทคัดย่อ) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบพหุปัญญา พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอน โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบพหุปัญญา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ณัฐณิชา เติมสินวาณิช (2550 : บทคัดย่อ) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถด้านความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนแบบร่วมมือ พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบร่วมมือ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

งานวิจัยต่างประเทศ

มาฮัน (Mahan.1970) ได้ศึกษาผลการสอนของครู 2 แบบ คือ การสอนแบบบรรยายประกอบอภิปรายและการสอนวิธีการแก้ปัญหา กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 9 จำนวน 4 ห้องเรียน เป็นชาย 48 คน เป็นหญิง 21 คน ใช้เกณฑ์การคัดเลือก คือ ระดับสติปัญญา คุณวุฒิของครูและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ที่อยู่ในระดับใกล้เคียงกัน หลังจากการเรียนการสอนผ่านไป 1 ปี ได้ทำการทดลองวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ผลปรากฏว่าเด็กชายที่ได้รับการสอนแบบวิธีการแก้ปัญหามีความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีกว่าเด็กชายที่ได้รับการสอนแบบบรรยายประกอบการอภิปราย ส่วนในเด็กหญิงไม่พบความแตกต่าง

ยัง (Young. 1970 : 53) ได้ทำการศึกษาการใช้อุปกรณ์การสอนสำหรับพัฒนาความคิดแบบสืบเสาะหาความรู้ สอนให้นักเรียนรู้จักคิดอย่างอิสระ จัดเหตุการณ์ให้นักเรียนคาดหวัง และเร่งเร้าให้นักเรียนอยากรู้อยากเห็น นักเรียนต้องพยายามหาคำอธิบายสำหรับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นอย่างขัดแย้ง โดยเปรียบเทียบผลระหว่างสิ่งที่ใช้ความคิดแบบสืบเสาะหาความรู้หลายทางด้วยกันโดยทดลอง 2 กลุ่ม เป็นนักเรียนเกรด 4 จำนวน 71 คน แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มควบคุม อีก 2 กลุ่ม เป็นกลุ่มทดลอง และทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยสอบก่อนและหลัง ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มทดลองสามารถอธิบายปัญหาที่ตั้งขึ้นได้ดีกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนอย่างอื่นแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

บาร์ด (Bard. 1975 : 5947 – A) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพของนักศึกษาที่ Southern Colorado State College) โดยใช้บทเรียนสำเร็จรูปกับการสอนตามปกติกลุ่มทดลองสอนโดยใช้บทเรียนสำเร็จรูป กลุ่มควบคุมสอนแบบปกติ ปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองไม่แตกต่างกัน

โอลาลินอย (Olalinoye. 1979 : 4348 – A) ได้ทำการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบผลการสอน 3 แบบ คือ การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีการชี้แนวทาง (Guided Inquiry) การสอนแบบปกติ (Traditional) และแบบสืบเสาะหาความรู้ที่นักเรียนเป็นผู้ดำเนินการเอง (Inquiry Role Approach) ในวิชาฟิสิกส์โดยให้กลุ่มควบคุมได้รับการสอนปกติ กลุ่มทดลองที่ 1 ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีการชี้แนะแนวทางและกลุ่มทดลองที่ 2 ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่นักเรียนเป็นผู้ดำเนินการเอง พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งสามกลุ่มไม่แตกต่างกัน

วิลเลี่ยม (William. 1981 : 1605 – A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบทัศนคติผลสัมฤทธิ์ และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณระหว่างการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้กับการสอนแบบเดิมที่ครูเป็นศูนย์กลางวิชาประวัติศาสตร์อเมริกา กลุ่มทดลอง 41 คน สอนด้วยวิธีสืบเสาะหาความรู้เดิมกลุ่มควบคุม 43 คน ส่วนแบบเดิมทำการสอนเป็นเวลา 24 สัปดาห์ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม

คอลลินส์ (Collins. 1990 : 2783 – A) ได้ศึกษารูปแบบการสอนโดยใช้การสืบเสาะหาความรู้กับนักเรียนไฮสคูลปีที่ 1 จำนวน 30 คน โดยใช้ไอคิวและเกรดคณิตศาสตร์เป็นเกณฑ์ในการแบ่งกลุ่ม แต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปราย 4 ครั้งๆ ละ 5 นาที เนื้อหาที่ใช้อภิปรายนั้นเป็นเนื้อหาทางตรรกวิทยา และทฤษฎีเซททั้งสองกลุ่มใช้การสืบเสาะตลอดเวลา จัดประสบการณ์ด้านต่างๆ เช่น จัดภาพยนตร์ และตั้งปัญหาทางตรรกวิทยา 8 ข้อ ผลปรากฏว่า กลุ่มทดลองได้คะแนนเฉลี่ย 6 คะแนน กลุ่มควบคุมได้ 5 คะแนน ซึ่งผลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สมิท (Smith. 1994 : 2528 – A) ได้ศึกษาผลจากวิธีการสอนที่มีต่อเจตคติ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาเกรด 7 โดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 3 กลุ่ม คือ กลุ่มแรกได้รับการสอนแบบบรรยาย กลุ่มที่สองได้รับการสอนแบบให้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง และกลุ่มที่สามได้รับการสอนแบบทั้งบรรยาย และให้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบให้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบทั้งบรรยาย และให้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง และนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบทั้งบรรยายและให้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเองสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบบรรยาย

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง แสดงให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่มีรูปแบบการจัดกิจกรรมอย่างหลากหลายโดยเน้นให้นักเรียนได้เผชิญกับสถานการณ์ที่ทำให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย ได้คิดและปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเองให้มากที่สุด จะทำให้นักเรียนมีการเรียนรู้และการพัฒนาตามเนื้อหาอย่างถ่องแท้ ซึ่งส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นด้วย ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่ม และแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น

4. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

4.1 ความหมายของการคิดและความสามารถในการคิดแก้ปัญหา

การดำรงชีวิตนั้นมักจะเผชิญกับปัญหา ซึ่งมีความยุ่งยากซับซ้อนต่าง ๆ กัน ยิ่งในสังคมปัจจุบันความซับซ้อนของปัญหายิ่งมากขึ้นกว่าเดิม การฝึกให้นักเรียนมีทักษะในการคิดแก้ปัญหา จึงจำเป็นอย่างยิ่ง เนื่องจากปัญหามักจะเป็นจุดเริ่มต้นของการเรียนรู้สิ่งต่างๆซึ่งในกระบวนการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้นเริ่มต้นด้วยการสังเกตและระบุปัญหา แล้วจึงนำไปสู่การตั้งสมมติฐาน การทดลองและการสรุปผล ดังนั้นบุคคลที่มีทักษะในการคิดแก้ปัญหาก็จะทำให้สามารถหาคำตอบหรือหาหนทางในการแก้ปัญหาได้สำเร็จ สำหรับความหมายของการแก้ปัญหาและการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์มีนักการศึกษาให้ความหมายไว้หลายท่านดังนี้

กิลฟอร์ด (Guilford. 1967 : 7) ให้ทัศนะว่าการคิด เป็นการค้นหาหลักการโดยการแยกแยะคุณสมบัติของสิ่งต่าง ๆ หรือข้อความจริงที่ได้รับแล้วทำการวิเคราะห์ เพื่อหาข้อสรุปอันเป็นหลักการของข้อความจริง ๆ นั้น รวมถึงการนำหลักการไปใช้ในสถานการณ์ที่ต่างไปจากเดิม

เพียเจต์ (Piaget. 1969 : 58) ให้ทัศนะเกี่ยวกับการคิดไว้ว่า การคิดหมายถึงการกระทำสิ่งต่าง ๆ ด้วยปัญญา การคิดของบุคคลเป็นกระบวนการใน 2 ลักษณะคือ เป็นกระบวนการปรับเข้าโครงสร้าง (Assimilation) โดยการจัดสิ่งเร้าหรือข้อความจริงที่ได้รับให้เข้ากับประสบการณ์เดิมที่มีอยู่

กับกระบวนการปรับเปลี่ยนโครงสร้าง (Accommodation) โดยการปรับประสบการณ์เดิมให้เข้ากับความจริงที่ได้รับรู้ใหม่บุคคลจะใช้การคิดทั้งสองลักษณะนี้ร่วมกันหรือสลับกัน เพื่อปรับความคิดของตนให้เข้ากับสิ่งเร้ามากที่สุด ผลของการปรับเปลี่ยนการคิดดังกล่าวจะช่วยพัฒนาวิธีการคิดของบุคคลจากระดับหนึ่งไปสู่วิธีการคิดอีกระดับหนึ่งที่สูงกว่า

กาเย่ (Gagne.1970 : 63) ได้อธิบายความหมายของการแก้ปัญหาว่า ความสามารถในด้านการคิดแก้ปัญหาเป็นรูปแบบของการเรียนรู้อย่างหนึ่งที่ต้องอาศัยความคิดรวบยอดเป็นพื้นฐานการเรียน เป็นการกระทำที่มีจุดมุ่งหมายเป็นการเลือกเอาวิธีการหรือกระบวนการที่เหมาะสมเพื่อนำไปสู่จุดมุ่งหมายที่ต้องการนั้นโดยอาศัยความรู้แจ้งหรือความหยั่งเห็น(Insight) ในปัญหาอย่างถ่องแท้เสียก่อนจึงจะแก้ปัญหา

กูด (Good.1973 : 518) ได้แสดงความคิดเห็นว่า วิธีการทางวิทยาศาสตร์กับการแก้ปัญหาเป็นเรื่องเดียวกัน และได้อธิบายว่า การแก้ปัญหาเป็นแบบแผนหรือวิธีดำเนินการ ซึ่งอยู่ในสภาวะที่มีความยุ่งยากลำบาก หรืออยู่ในสภาพที่พยายามตรวจสอบข้อมูลที่หามาได้ ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับปัญหา มีการตั้งสมมติฐาน และการตรวจสอบสมมติฐานภายใต้การควบคุม มีการรวบรวมเก็บข้อมูลจากการทดลอง เพื่อหาความสัมพันธ์นั้นว่าจริงหรือไม่

สุกัญญา ยุติธรรมนนท์ (2539 : 11) ได้สรุป ความสามารถในการคิดแก้ปัญหา ว่าเป็นการแสดงความสามารถทางสมองจากการเรียนรู้ การคิดและวิเคราะห์ข้อมูล จากประสบการณ์เดิมแล้วนำมาเข้าสู่วิธีการหรือขั้นตอนในการศึกษา เพื่อให้บรรลุถึงจุดมุ่งหมายที่ต้องการนั้น

สมจิต สวธนไพบูลย์ (2541 : 38) กล่าวว่า การคิดเป็นการนำปัญญามาใช้ ปัญญา คือเครื่องมือของการคิด การคิดสามารถที่จะพัฒนาได้ การคิดและการเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้อย่างลึกซึ้งต่อเมื่อผู้เรียนได้มีโอกาสจัดกระทำกับวัตถุหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ ด้วยตนเอง

นารีรัตน์ ฟักสมบูรณ์ (2541 : 48) ได้สรุปว่า ความสามารถในการคิดแก้ปัญหา เป็นพฤติกรรมหรือคุณลักษณะที่บุคคลเลือกกระทำหรือปฏิบัติในการหาทางออกกับปัญหาหรือสถานการณ์ต่างๆที่ต้องเผชิญ มีลักษณะเฉพาะเอกัตบุคคล เป็นกิจกรรมที่เป็นทั้งการแสดงความรู้ความคิด และเป็นทักษะอย่างหนึ่งที่ต้องฝึกฝนและควรฝึกให้กับนักเรียน ความสามารถในการคิดแก้ปัญหายังขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายด้าน เช่น ความรู้ หรือประสบการณ์เดิม ความสามารถทางสติปัญญา เป็นต้น

กระทรวงศึกษา (2542 : 31) กล่าวว่า การคิด หมายถึงกระบวนการทำงานของสมองโดยใช้ประสบการณ์มาสัมพันธ์กับสิ่งเร้าและสภาพแวดล้อมโดยนำมาวิเคราะห์ เปรียบเทียบ สังเคราะห์และประเมินอย่างมีระบบและเหตุผล เพื่อให้ได้แนวทางในการแก้ไขปัญหาอย่างเหมาะสม หรือสร้างสรรค์สิ่งใหม่

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2541 : 103) ได้อธิบายว่า การคิดแก้ปัญหา หมายถึง การคิดพิจารณาไตร่ตรองอย่างพินิจพิเคราะห์ถึงสิ่งต่างๆที่เป็นปมประเด็นสำคัญของเรื่องราวหรือสิ่งต่างๆ ที่คอยก่อกวนสร้างความรำคาญ ความยุ่งยากสับสนและความวิตกกังวล โดยพยายามหาหนทางคลี่คลายสิ่งเหล่านั้นให้ปรากฏ และหาหนทางขจัดปัดเป่าสิ่งที่เป็นปัญหาที่ก่อความรำคาญ ความวิตกกังวล ความยุ่งยากสับสน ให้หมดไปอย่างมีขั้นตอน

กาญจนา ฉัตรศรีสกุล (2544 : 57) สรุปว่า ความสามารถในการคิดแก้ปัญหา ผู้เรียนสามารถพัฒนาได้จากหลายแนวทาง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวิธีสอน การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้มีประสบการณ์ในการคิดแก้ปัญหาอย่างมีหลักการและให้เหตุผล การเรียนการสอนที่นักเรียนสามารถค้นพบองค์ความรู้ด้วยตนเอง เช่น การทำแบบฝึกก็เป็นกิจกรรมอีกลักษณะหนึ่งที่ทำให้ผู้เรียนมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้

อุดมลักษณ์ นกพึ่งพุ่ม (2545 : 62) ได้ให้ความหมายของความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการคิดแก้ปัญหาที่พบเพื่อให้บรรลุจุดหมายตามที่ต้องการ

อุมาวิชนีย์ อาจพรม (2546 : 43) ได้ให้ความหมายของความสามารถในการคิดแก้ปัญหาหมายถึง เป็นกระบวนการคิดแก้ปัญหาที่มีแบบแผน มีจุดมุ่งหมาย ซึ่งอาศัยความรู้ ความเข้าใจความคิดและประสบการณ์เดิมมาใช้ในการแก้ปัญหาใหม่

สุวิทย์ มูลคำ (2547 : 15) ได้ให้ความหมายของการคิดแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถทางสมองในการขจัดสภาวะความไม่สมดุลที่เกิดขึ้น โดยพยายามปรับตัวเองและสิ่งแวดล้อมให้ผสมกลมกลืนกลับเข้าสู่สภาวะสมดุลหรือสภาวะที่เราคาดหวัง

ชุติมา ทองสุข (2547 : 27) ได้สรุปความหมายคำว่า ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาว่าหมายถึง ความสามารถทางสติปัญญา ที่ต้องอาศัยการเรียนรู้จากประสบการณ์เดิมมาแก้ปัญหาที่ประสบใหม่ ยิ่งปัญหาสลับซับซ้อนยิ่งอาศัยการคิดมาก โดยมีการคิดแก้ปัญหาที่เป็นระบบหรือแบบแผนวิธีการที่จะทำให้การคิดแก้ปัญหาบรรลุผล

ดรุณี พรายแสงเพ็ชร (2548 : 32) ได้สรุปว่า ความสามารถในการคิดแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการใช้ความรู้ ความคิด ของผู้เรียนแก้ปัญหาที่พบ

จากความหมายข้างต้น สรุปได้ว่า การคิดเป็นพฤติกรรมภายในที่เกิดจากกระบวนการทำงานของสมอง มีลักษณะเป็นทั้งกระบวนการและผลผลิต ซึ่งมีลักษณะที่ต่อเนื่องกัน แยกจากกันไม่ได้และกระบวนการคิดยังสามารถอธิบายได้ว่า เป็นการใช้วิธีคิดและทักษะการคิด ส่วนผลผลิตเป็นผลที่เกิดจากการใช้การคิดมาแก้ปัญหา และความสามารถในการคิดแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการใช้ความรู้ความคิดของผู้เรียนแก้ปัญหาที่พบเพื่อให้บรรลุจุดหมายตามที่ต้องการ

4.2 กรอบของการคิด

จากการสังเคราะห์ข้อมูลและอาศัยความรู้เกี่ยวกับการคิดที่มีอยู่จำนวนมากมายสามารถจัดกลุ่มได้ 3 กลุ่มใหญ่ ดังนี้ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2540 : 12)

1. ทักษะการคิด หมายถึงความสามารถในการแสดงออก หรือแสดงพฤติกรรมของการใช้ความคิด เช่น การสังเกตการณ์เปรียบเทียบ การจำแนกแยกแยะ ขยายความ จัดกลุ่ม ฯลฯ

2. ลักษณะการคิด หมายถึง คำที่แสดงลักษณะของการคิดซึ่งใช้ในลักษณะเป็นคำวิเศษณ์ เช่น คิดกว้าง คิดไกล คิดรอบคอบ ซึ่งคำไม่ได้แสดงออกถึงพฤติกรรมโดยตรง แต่สามารถแปลความไปถึงพฤติกรรมหรือการกระทำประการใดประการหนึ่ง หรือหลายประการรวมกัน เช่น คิดคล่อง หมายถึง พฤติกรรมที่บอกการคิดได้จำนวนมากในเวลาที่รวดเร็ว คิดหลากหลายได้จำนวนมากในเวลาที่รวดเร็ว คิดหลากหลาย หมายถึง พฤติกรรมสามารถบอกลักษณะคิดที่มีรูปลักษณะ รูปแบบที่หลากหลาย แตกต่างกัน ไปจัดเป็นการคิดขั้นกลาง

3. กระบวนการคิด หมายถึง การคิดที่มีความสลับซับซ้อนสูงขึ้น ซึ่งต้องมีพื้นฐานด้านทักษะความคิดหลาย ๆ ด้านมาผสมผสานกัน กระบวนการคิดจึงมีขั้นตอนและมีความแยบยล จึงทำให้พบแนวทางในการแก้ปัญหา หรือคำตอบของความคิดแต่ละครั้ง กระบวนการคิดถือเป็นการคิดขั้นสูง ประกอบด้วย การคิดที่มีวิจารณญาณ คิดแก้ปัญหา คิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดรวบยอด คิดตัดสินใจ

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2540 : 15-17) จัดมิติของการคิดไว้ 6 ด้าน เพื่อใช้เป็นกรอบความคิดในการพัฒนาความสามารถทางการคิดของเด็กและเยาวชน ซึ่งมิติของการคิดทั้ง 6 ด้าน ได้แก่

1. มิติด้านข้อมูลหรือเนื้อหาที่ใช้ในการคิด

ในการคิด บุคคลไม่สามารถคิดโดยไม่มีเนื้อหาของการคิดได้ เพราะการคิดเป็นกระบวนการในการคิด จึงต้องมีการคิดอะไรควบคู่ไปกับการคิดอย่างไร

2. มิติด้านคุณสมบัติ ที่เอื้ออำนวยต่อการคิด

ในการพิจารณาเรื่องใด ๆ โดยอาศัยข้อมูลต่าง ๆ คุณสมบัติส่วนตัวบางประการมีผลต่อความคิด และคุณภาพของการคิด เช่น คนมีใจกว้าง ย่อมยินดีที่จะรับฟังข้อมูลจากหลายฝ่าย จึงอาจได้ข้อมูลมากกว่าคนไม่ยอมรับฟัง ความรอบคอบ ความอยากรู้อยากเห็น ความขยัน ความมั่นใจในตนเองจะช่วยส่งเสริมการคิดให้มีคุณภาพขึ้น

3. มิติด้านทักษะการคิด

บุคคลจำเป็นต้องมีทักษะพื้นฐานหลายประการในการดำเนินการคิด เพื่อพัฒนาเป็นทักษะความคิดขั้นสูง

4. มิติด้านลักษณะการคิด

ลักษณะการคิดเป็นประเภทของการคิดที่แสดงลักษณะเฉพาะชัดเจน ลักษณะการคิดแต่ละลักษณะจะต้องอาศัยทักษะพื้นฐานบางประการและมีกระบวนการหรือขั้นตอนในการคิดไม่มากนัก

5. มิติด้านกระบวนการคิด

กระบวนการคิด เป็นการคิดที่ประกอบไปด้วย ลำดับขั้นตอนในการคิด ซึ่งจะมีมากน้อยขึ้นอยู่กับความจำเป็นของการคิดแต่ละลักษณะ

6. มิติด้านการควบคุมและประเมินการคิดของตนเอง

หมายถึง การรู้ตัวถึงความคิดของตนเองในการกระทำ หรือประเมินความคิดของตนเองและใช้ความรู้นั้นควบคุมหรือปรับการกระทำของตนเอง บุคคลที่มีความตระหนักและประเมินความคิดของตนเองได้ จะสามารถปรับปรุงกระบวนการคิดของตนให้ดียิ่งขึ้น

4.3 ลักษณะของการคิดแก้ปัญหา

เฮสเตอร์(ดรุณี พรายแสงเพ็ชร. 2548 : 33 ; อ้างอิงจาก Heater. 1994) กล่าวถึงการคิดว่าเป็นกระบวนการหนึ่งของการแก้ปัญหาลักษณะของการคิดจะมี 4 กระบวน ดังต่อไปนี้ คือ

1. การรับรู้และการจำได้ รับรู้โดยผ่านทางผัสสะและในเรื่องของการจำ จะจำรูปแบบต่างๆที่มีความหมายและเข้าใจ

2. การจัดระบบข้อมูล ทักษะที่ใช้ในการจัดระบบการคิด คือ การจัด จำแนกข้อมูลเป็นหมวดหมู่ การเรียงลำดับข้อมูลอย่างต่อเนื่อง และการจัดลำดับข้อมูลจากประสบการณ์

3. การเก็บ การดึงออกมา และการปรับเปลี่ยนข้อมูล ประสบการณ์ต่างๆที่ผ่านการรับรู้ และจัดระบบข้อมูลมาแล้วจะเก็บไว้ในความจำที่สามารถดึงกลับมาใช้ได้อีก

4. การใช้เหตุผล การคิดจะช่วยให้ค้นหาวิธีต่างๆที่มีเหตุผลและดีกว่าในการแก้ปัญหา

การสอนทักษะการคิดตามแนวคิดของ เพียเจต์ แบ่งออกเป็น 3 ระดับ ดังนี้ คือ

1. ทักษะที่เอื้อต่อการเรียน เด็กระดับก่อนประถมศึกษาถึงชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 เด็กระดับนี้ต้องการประสบการณ์จากสื่อวัสดุของจริง ซึ่งจำเป็นต่อการคิดและตัดสินใจอย่างมีเหตุผล ทำนายสิ่งที่จะเกิดขึ้นและการคิดแก้ปัญหา

2. ทักษะกระบวนการ เด็กชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 ทักษะการคิดในขั้นนี้เด็กจะมีกระบวนการคิดและสร้างความคิดรวบยอดไปพร้อมกัน วิธีการสอนแบบสืบสวนเสาะหาความรู้จะพัฒนาการคิดของเด็ก จากการคิดผ่านสิ่งที่เป็นรูปแบบไปหาการคิดอย่างมีเหตุผลในระดับที่สูงขึ้น

3. ทักษะการคิดอย่างมีเหตุผล สำหรับเด็กชั้นมัธยมศึกษาปีที่1-6 คิดแบบนามธรรมและอย่างมีเหตุผล เด็กมีทางเลือกหลากหลายในการพิจารณาตัดสินใจ หรือมีวิธีการแก้ปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพ การสอนทักษะการคิดมักสอนควบคู่กันไปกับกระบวนการแก้ปัญหา

การคิดแก้ปัญหา เป็นพื้นฐานสำคัญของการคิดแบบอื่นๆ การคิดแก้ปัญหาเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการดำเนินชีวิตอยู่ในสังคมของมนุษย์ เนื่องจากจะต้องใช้การคิดเพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นตลอดเวลา ทักษะการคิดแก้ปัญหา เป็นทักษะที่เกี่ยวข้องและมีประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตที่ยุ่งยากซับซ้อนได้เป็นอย่างดี ผู้ที่มีทักษะการคิดแก้ปัญหาจะสามารถเผชิญกับภาวะสังคมที่เคร่งคัดได้อย่างเข้มแข็ง ทักษะการคิดแก้ปัญหาจึงไม่ใช่เป็นเพียงการรู้จักคิดและรู้จักการใช้สมองหรือเป็นทักษะที่มุ่งพัฒนาสติปัญญาแต่เพียงอย่างเดียว แต่ยังเป็นทักษะที่สามารถพัฒนาทัศนคติ วิธีคิด ค่านิยม ความรู้ความเข้าใจในสภาพการณ์ของสังคมได้ดีอีกด้วย(ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ. 2541:103 ; อ้างอิงจาก Eberle & Slanish.1996)

สรุปได้ว่า การคิดแก้ปัญหา มีลักษณะเป็นกระบวนการหรือทักษะที่มีความสำคัญต่อมนุษย์ที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหาในการดำเนินชีวิต และยังเป็นพื้นฐานของการคิดทั้งมวล ดังนั้นการสอนการคิดแก้ปัญหาจึงเป็นสิ่งที่จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทำ เพื่อเตรียมเด็กและเยาวชนให้มีทักษะการคิดที่จำเป็นในการใช้ชีวิตอยู่ในสังคมได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4.4 กระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

การแก้ปัญหาเป็นกระบวนการที่มีหลักการและขั้นตอนอย่างมีระบบระเบียบ ต้องใช้ความคิดอย่างซับซ้อน เพื่อมองปัญหาได้หลายแง่หลายมุมหลายวิธีการ แล้วเลือกวิธีการที่ดีที่สุดที่ทุกคนยอมรับไปใช้ในการแก้ปัญหา ทำให้ผลที่เกิดขึ้นมีประสิทธิภาพอย่างแท้จริง ซึ่งหลักการและขั้นตอนในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์นั้นได้มีผู้ที่เสนอขั้นตอนการแก้ปัญหาไว้ดังนี้

บลูม (มนัสนันท์ สระทองเทียน. 2548 : 29 ; อ้างอิงจาก Bloom.1956 : 122) ได้เสนอขั้นตอนการคิดแก้ปัญหาไว้ดังนี้

1. เมื่อผู้เรียนพบปัญหา ผู้เรียนจะคิดค้นหาสิ่งที่เคยพบเห็นและเกี่ยวข้องกับปัญหา
2. ผู้เรียนจะใช้ผลจากขั้นที่หนึ่งมาสร้างรูปแบบของปัญหาขึ้นมาใหม่
3. จำแนกแยกแยะปัญหา
4. การเลือกใช้ทฤษฎี หลักการ ความคิด และวิธีการที่เหมาะสมกับปัญหา
5. การใช้ข้อสรุปของวิธีการแก้ปัญหา
6. ผลที่ได้จากการแก้ปัญหา

กิลฟอร์ด (Guilford. 1971) ได้กำหนดลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหาไว้ 5 ขั้น คือ

1. ขั้นการเตรียมการ หมายถึง การตั้งปัญหาหรือค้นพบว่าปัญหาที่แท้จริงของเหตุการณ์คืออะไร

2. ขั้นการวิเคราะห์ปัญหา หมายถึง การพิจารณาดูว่ามีสิ่งใดบ้างที่เป็นสาเหตุสำคัญของปัญหา

3. ขั้นเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา หมายถึง การหาวิธีการแก้ปัญหาซึ่งตรงกับสาเหตุของปัญหาแล้วแสดงออกมาในรูปของวิธีการแก้ปัญหา

4. ขั้นตรวจสอบผล หมายถึง การเสนอเกณฑ์เพื่อตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้จากการเสนอวิธีการแก้ปัญหา ถ้าพบว่าผลลัพธ์ที่ได้ยังไม่ใช่ผลที่ถูกต้อง ก็ต้องมีวิธีการเสนอปัญหาใหม่จนกว่าจะได้ผลลัพธ์ที่ถูกต้อง

5. ขั้นการนำไปประยุกต์ใหม่ หมายถึง การนำวิธีการแก้ปัญหาที่ถูกต้องไปใช้ในโอกาสข้างหน้า เมื่อพบกับเหตุการณ์ที่เป็นปัญหาคล้ายคลึงกับปัญหาที่ผ่านมาแล้ว

ดิวอี้ (กิ่งฟ้า สินธุวงษ์ ; และคณะ. 2529 : 5-6 ; อ้างอิงจาก Dewey. 1971:139) ได้เสนอวิธีการแก้ปัญหาที่เรียกว่า Dewey 's Problem Solution มีขั้นตอนต่อไปนี้

1. การรับรู้และเข้าใจปัญหา เมื่อมีปัญหาเกิดขึ้น คนส่วนใหญ่จะต้องพบกับความตรึงเครียด ความสงสัย และความยากลำบากที่จะต้องพยายามแก้ไขปัญหานั้นให้หมดไปในขั้นต้นผู้พบปัญหาจะต้องรับรู้และเข้าใจในตัวปัญหานั้นก่อน

2. การระบุปัญหาและแจกแจงลักษณะของปัญหา ปัญหาที่เกิดขึ้นจะมีลักษณะแตกต่างกันมีระดับความยากง่ายที่จะแก้ไขได้ต่างกัน จึงต้องพิจารณาสิ่งต่อไปนี้

2.1 มีตัวแปรหรือต้นเหตุหรือองค์ประกอบอะไรบ้าง

2.2 มีอะไรบ้างที่จะต้องทำการแก้ไขปัญหา

2.3 ต้องขจัดการมองปัญหาในวงกว้างออกไป โดยให้มองเฉพาะสิ่งที่เกิดขึ้นเพื่อที่จะแก้ปัญหาไปทีละตอน

2.4 ต้องรู้จักถามคำถามที่จะเป็นกุญแจนำไปสู่การแก้ปัญหา

2.5 พยายามดูเฉพาะสิ่งที่เกี่ยวข้องกับปัญหาจริงๆ บางครั้งอาจมีสิ่งที่เรามองไม่เห็นชัดที่เป็นตัวก่อปัญหา ถ้าขจัดสิ่งนั้นได้ก็จะแก้ปัญหาได้

3. การรวบรวมข้อเท็จจริงเกี่ยวกับปัญหาเพื่อการตั้งสมมติฐาน

3.1 จะมีวิธีการหาข้อเท็จจริงเกี่ยวกับปัญหานั้นได้อย่างไร ใครจะเป็นผู้ให้ข้อมูลเหล่านั้น

3.2 สร้างสมมติฐานหรือคำถามที่อาจเป็นไปได้เพื่อช่วยแก้ปัญหา

4. การเลือกวิธีแก้ปัญหา หลังจากที่ได้นำความคิดว่าจะแก้ปัญหาได้อย่างไรแล้วก็ลองพิจารณาดูว่าจะใช้วิธีใดบ้าง

5. การทดลองนำเอาวิธีการแก้ปัญหามาใช้

กมลรัตน์ หล้าสุวงษ์ (2523 : 260) ได้กล่าวถึงวิธีการในการคิดแก้ปัญหาว่าขึ้นอยู่กับประสบการณ์และสถานการณ์ของปัญหาที่เกิดขึ้นดังนี้

1. การคิดแก้ปัญหา โดยการใช้พฤติกรรมแบบเดียวโดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงคิดแก้ปัญหา เมื่อประสบปัญหาจะไม่มีการไตร่ตรองหาเหตุผล ไม่มีการพิจารณาสิ่งแวดล้อมเป็นการจำและเรียนแบบพฤติกรรมเดิมที่เคยคิดแก้ปัญหาได้

2. การคิดแก้ปัญหาแบบลองผิดลองถูก เป็นการคิดแก้ปัญหาแบบเดาสุ่มโดยการลองผิดลองถูก

3. การคิดแก้ปัญหา โดยการเปลี่ยนแปลงความคิด ซึ่งเป็นพฤติกรรมภายใน ยากแก่การสังเกต คือการหยั่งเห็น ซึ่งขึ้นอยู่กับการรับรู้และประสบการณ์เดิมของแต่ละคน

4. การคิดแก้ปัญหา โดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ การคิดแก้ปัญหาในระดับนี้ ถือว่าเป็นระดับสูงสุดและใช้ได้ผลดีที่สุด โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการคิดแก้ปัญหาที่ยุ่งยากซับซ้อน มีขั้นตอนโดยสังเขปดังนี้

4.1 การพิจารณาปัญหา โดยการสังเกต คิด และจำ

4.2 การตั้งสมมติฐานจากประสบการณ์เดิมต่าง ๆ

4.3 การทดสอบสมมติฐาน

4.4 คงสมมติฐานที่ถูกไว้ แต่ถ้าผิดให้ตัดสมมติฐานเดิมทิ้ง ย้อนกลับพิจารณาปัญหาแล้วตั้งสมมติฐานใหม่ จากนั้นก็ดำเนินการทดสอบสมมติฐานที่ตั้งขึ้นใหม่

4.5 การนำสมมติฐานที่ดีที่สุดไปใช้ อาจเป็นการใช้ทั้งหมดหรือประยุกต์ใช้เฉพาะบางส่วนที่เหมาะสมกับสภาพปัญหา ซึ่งเป็นวิธีคิดแก้ปัญหาที่เหมาะสม เพราะทำให้นักเรียนรู้จักไตร่ตรองหาเหตุผลที่เกิดขึ้นในแต่ละปัญหา

ทบวงมหาวิทยาลัย (2525 : 232 - 234) ยังกล่าวไว้ว่าขั้นตอนในการคิดแก้ปัญหานั้นอาจแจกแจงได้มากกว่าได้มากหรือน้อยกว่า 4 ขั้นตอน คือ

1. การระบุปัญหา สิ่งที่สำคัญในขั้นนี้ก็คือ ความสนใจที่มีต่อสิ่งที่พบเห็นซึ่งเกิดเนื่องจากความอยากรู้อยากเห็น และทักษะในการสังเกต

2. การตั้งสมมติฐาน เป็นการคาดคะเนคำตอบที่อาจเป็นไปได้ ซึ่งในทางวิทยาศาสตร์ เรียกว่า สมมติฐาน

3. การทดลอง เป็นการกำหนดวิธีการคิดแก้ปัญหา โดยอาศัยทักษะในการควบคุมตัวแปร การสังเกต และเจตคติทางวิทยาศาสตร์

4. การสรุปผลการทดลอง เป็นการแปลความอธิบายความหมายของข้อมูลเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่ได้กับสมมติฐานที่ตั้งไว้

สมจิต สวธนไพบูลย์ (2527 : 8) ได้กล่าวว่า การแก้ปัญหามีวิธีการที่ใช้ในการค้นคว้าหาคำตอบจะมีมากมายหลายวิธี เช่น วิธีลองผิด – ลองถูก วิธีคิดกลับไปกลับมา แต่ที่นิยมนำมาใช้ฝึกฝนนักเรียนให้เป็นคนช่างเสาะแสวงหาความรู้เยี่ยงนักวิทยาศาสตร์ ได้แก่วิธีการทางวิทยาศาสตร์มีลำดับขั้นตอนใหญ่ ๆ คือ

1. ขั้นระบุปัญหา
2. ขั้นตั้งสมมติฐาน
3. ขั้นพิสูจน์หรือทดลอง
4. ขั้นสรุปผลและนำไปใช้

กรมวิชาการ (2546 : 221 - 223) ได้เสนอกระบวนการแก้ปัญหาไว้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ทำความเข้าใจปัญหา
2. วางแผนแก้ปัญหา
3. ดำเนินการแก้ปัญหาและประเมินผล
4. ตรวจสอบการแก้ปัญหา

เวียร์ (มนัสนันท์ สระทองเทียน. 2548 : 29 ; อ้างอิงจาก Weir.1974 : 16 -18) ได้กล่าวว่า เทคนิคการแก้ปัญหาที่นำไปประยุกต์ในวิธีการแก้ปัญหาที่นำมาอภิปรายกันในทางวิทยาศาสตร์การแก้ปัญหาขึ้นอยู่กับความเกี่ยวข้องกับการคิดและประสบการณ์การเรียนรู้ซึ่งจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องฝึกฝนคนให้มีความพยายามในการแก้ปัญหาและการพัฒนาทักษะในการแก้ปัญหาที่เขาประสบในชั้นเรียนและชีวิตประจำวัน นอกจากนี้ เวียร์ ยังได้กล่าวว่าทัศนคติ ความอยากรู้อยากเห็น การตัดสินใจ การเปิดใจยอมรับการกำหนดเป้าหมายและความซื่อสัตย์ สิ่งเหล่านี้ถูกนำมาเชื่อมโยงกัน โดยความคิดที่เป็นวิทยาศาสตร์ ตำราทางด้านวิทยาศาสตร์หลายเล่มได้กล่าวถึงวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาและการศึกษาค้นคว้า ซึ่งอาศัยการสังเกตอย่างรอบคอบและการวัดที่ถูกต้อง การนิยามปัญหาขึ้นด้วยความสัมพันธ์ของข้อเท็จจริงที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่ได้รวบรวมไว้ และตั้งสมมติฐานขึ้นเพื่ออธิบายปัญหาอย่างคร่าวๆ สำหรับการแก้ไขปัญหานั้นบางครั้งต้องอาศัยข้อมูลที่ถูกต้องมาช่วยเสริมดังนั้นการทดลองจึงจำเป็นที่จะต้องนำมาใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งจะต้องเตรียมไว้เพื่อให้เหมาะสมในการเก็บข้อมูลและผลลัพธ์ที่จำเป็นในการตีความหมายต่อไป และเมื่อคำถามเกิดขึ้น การดำเนินการ

เพื่อที่จะตอบคำถามก็คือการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งวิธีการทางวิทยาศาสตร์สามารถใช้แก้ปัญหาได้อย่างประสบผลสำเร็จตลอดมาและการเรียนวิทยาศาสตร์นั้นเวลาส่วนใหญ่ถูกใช้ไปในกิจกรรมแก้ปัญหา การเน้นอย่างสม่ำเสมอในเรื่องเทคนิคของการแก้ปัญหา สามารถช่วยให้นักเรียนมีความเชื่อมั่นว่าการคิดคือทักษะซึ่งสามารถพัฒนาและปรับปรุงได้หากรู้ว่ามีวิธีการอย่างไร ขณะที่นักเรียนได้พบปัญหาที่ยุ่งยากและน่าพิศวง เขาจะเกิดความระมัดระวังมากยิ่งขึ้นโดยเฉพาะรูปแบบการคิด ทั้งจุดดีและจุดด้อยของ วิธีการคิดรวมถึงการคิดอย่างเป็นระบบ ซึ่งสิ่งเหล่านี้เป็นสาเหตุทำให้เกิดความสำเร็จหรือความล้มเหลวต่อการแก้ปัญหาสำหรับ เวียร์ ได้เสนอขั้นตอนในการแก้ปัญหาไว้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นในการเสนอปัญหา
2. ขั้นในการวิเคราะห์ปัญหา
3. ขั้นในการเสนอวิธีคิดแก้ปัญหา
4. ขั้นในการตรวจสอบผลลัพธ์

สรุปได้ว่า วิธีการและขั้นตอนการแก้ปัญหาที่จะก่อให้เกิดผลสำเร็จในการแก้ปัญหานั้น ผู้แก้ปัญหาต้องเข้าใจปัญหาที่เผชิญอยู่อย่างถ่องแท้ และใช้ความคิดพิจารณาหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาอย่างรอบคอบ เพื่อให้มีแนวทางในการหาวิธีแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องสอดคล้องกับจุดประสงค์ที่กำหนดไว้ สอดคล้องกับแนวคิดของเวียร์ ผู้วิจัยจึงสนใจนำขั้นตอนการแก้ปัญหาของเวียร์ มาศึกษาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

4.4 การเรียนการสอนกับความสามารถในการคิดแก้ปัญหา

ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของแต่ละบุคคลนั้นจะแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับว่าบุคคลนั้นจะแก้ปัญหาด้วยวิธีใด นอกจากจะเลือกใช้วิธีการแก้ปัญหาแล้วการการแก้ปัญหายังขึ้นอยู่กับระดับของสติปัญญา ความรู้ อารมณ์ ประสบการณ์ ตลอดจนได้รับการจูงใจดีหรือไม่เพียงใด ซึ่งสิ่งเหล่านี้เป็นปัจจัยสำคัญต่อความสามารถในการคิดแก้ปัญหา วิธีการคิดแก้ปัญหานั้นไม่มีขั้นตอนที่แน่นอนตายตัวเสมอไป ดังนั้นการเรียนการสอนจึงเป็นส่วนหนึ่งที่จะช่วยพัฒนาปัจจัยต่าง ๆ อันจะส่งผลให้ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนดีขึ้นได้ สอดคล้องกับ เดรสเซล (Dressel. 1995 : 418 - 420) และแครอล (Caroll. 1964 : 76) อธิบายว่า การคิดแก้ปัญหาต้องมีการฝึกอยู่เสมอ มิใช่คิดแก้ปัญหาเฉพาะวิชาวิทยาศาสตร์ นักเรียนมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาการเรียนได้ย่อมคิดแก้ปัญหาอื่น ๆ ได้เช่นกัน ครูควรมีวิธีการช่วยฝึกนักเรียนให้มีความสามารถในการคิดแก้ปัญหา สายหยุด สมประสงค์ (2523 : 67 - 90) กล่าวถึงการจัดสภาพการณ์ภายนอกต่าง ๆ เพื่อยั่วยุให้ผู้เรียนเกิดความสามารถในการคิดแก้ปัญหา ดังนี้

1. จัดสถานการณ์ที่เป็นสถานการณ์ใหม่ ๆ และวิธีการแก้ปัญหาหลาย ๆ วิธีให้ผู้เรียนได้ฝึกฝน

2. ปัญหาที่ผู้สอนหยิบยกมานั้นควรเป็นปัญหาใหม่ที่ผู้เรียนยังไม่เคยประสบมาก่อน แล้วก็ควรเป็นปัญหาที่ไม่พ้นวิสัยของผู้เรียน

3. การฝึกแก้ปัญหา ผู้สอนควรแนะนำให้ผู้เรียนได้ตีปัญหาให้แตกก่อน ว่าเป็นปัญหาเกี่ยวกับอะไร

4. จัดบรรยากาศการเรียนการสอน ซึ่งสภาพภายนอกของผู้เรียนให้เป็นไปในลักษณะเปลี่ยนแปลงได้ไม่ตายตัว และสร้างความเป็นกันเองกับผู้เรียน

5. ให้โอกาสผู้เรียนได้คิดเสมอ

6. การฝึกฝนการแก้ปัญหา ผู้สอนไม่ควรบอกวิธีการแก้ปัญหาต่าง ๆ เพราะถ้าบอกให้แล้วจะไม่ได้ใช้กลยุทธ์การคิดแก้ปัญหา

สมจิต สวธนไพบูลย์ (2541 : 91 - 92) กล่าวว่า การที่จะแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ ผู้สอนจะต้องจัดสภาพการณ์ต่าง ๆ เพื่อยั่วยุให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการในการแก้ปัญหา เช่น

1. จัดสถานการณ์ที่เป็นสถานการณ์ใหม่ ๆ และมีวิธีการแก้ปัญหาได้หลาย ๆวิธีมาให้ผู้เรียนฝึกฝนในการแก้ปัญหาให้มาก ๆ

2. ปัญหาที่ได้หยิบยกมาให้ผู้เรียนได้ฝึกฝนนั้น ควรเป็นปัญหาใหม่ที่ผู้เรียนยังไม่เคยประสบมาก่อน ควรเป็นปัญหาที่ไม่เกินความสามารถของผู้เรียน หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งปัญหานั้นต้องอยู่ในกรอบของทักษะกระบวนการทางเชาว์ปัญญาของผู้เรียน

3. การฝึกแก้ปัญหานั้นผู้สอนควรจะได้แนะให้ผู้เรียนได้วิเคราะห์ปัญหาว่าเป็นปัญหาเกี่ยวกับอะไรและถ้าเป็นปัญหาใหญ่ก็แตกออกไปเป็นปัญหาย่อย ๆ แล้วคิดปัญหาย่อยแต่ละปัญหาและเมื่อแก้ปัญหาย่อยได้หมดทุกข้อก็เท่ากับแก้ปัญหานั้นได้เอง

4. จัดบรรยากาศของการเรียนการสอนหรือจัดสิ่งแวดล้อมทางการเรียนให้เปลี่ยนแปลงได้ไม่ตายตัว ผู้เรียนก็จะเกิดความรู้สึกว่า เขาสามารถคิดค้นเปลี่ยนแปลงอะไรได้บ้างในบทบาทต่าง ๆให้โอกาสผู้เรียนได้คิดอยู่เสมอ

5. ฝึกฝนแก้ปัญหาหรือการแก้ปัญหาปัญหาใด ๆ ก็ตาม ผู้สอนไม่ควรบอกวิธีการแก้ปัญหาให้ตรง ๆ เพราะถ้าบอกให้แล้ว ผู้เรียนจะไม่ได้ใช้ยุทธศาสตร์การคิดของตนเอง

สำราญ วังนุราช (2542 : 41) ได้สรุปแนวทางในการจัดการเรียนการสอนในกระบวนการการแก้ปัญหา ดังนี้

1. สอนให้นักเรียนเข้าใจในความหมาย และประเภทของการแก้ปัญหา

2. สอนให้นักเรียนเข้าใจในเทคนิคการแก้ปัญหาแบบขั้นตอนเดียว และฝึกให้นักเรียนใช้เทคนิคดังกล่าวซึ่งได้แก่ การคิดถอยหลัง การทำปัญหาให้ง่ายลง การพิจารณาปัญหาโดยรวมและเฉพาะการสุ่มและลองผิดลองถูก การใช้กฎ การใช้คำใบ้ การใช้วิธีผ่าครึ่ง การสร้างตารางหรือกราฟ การสร้างแบบจำลอง และการแสดงท่าทางประกอบ

3. สอนให้นักเรียนเข้าในขั้นตอนในการแก้ปัญหาแบบหลายขั้น และฝึกให้ใช้ขั้นตอนดังกล่าวแก้ปัญหาซึ่งได้แก่ สำรวจปัญหา ระบุปัญหา หาทางแก้ไขที่หลากหลาย เลือกทางที่คิดว่าดีที่สุด ออกแบบวิธีการและขั้นตอนในการแก้ปัญหา เลือกการออกแบบที่ดีที่สุดมาใช้ รวบรวมผล และตีความการแก้ปัญหา และประเมินผลการแก้ปัญหา

กรมวิชาการ (2546 : 221) กล่าวว่า การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มีจุดมุ่งหมายประการหนึ่งคือเน้นให้นักเรียนได้ฝึกแก้ปัญหาต่างๆโดยผ่านกระบวนการคิดและปฏิบัติอย่างมีระบบผลที่ได้จากการฝึกจะช่วยให้นักเรียนสามารถตัดสินใจแก้ปัญหาต่างๆด้วยวิธีการคิดอย่างสมเหตุสมผล โดยใช้กระบวนการหรือวิธีการ ความรู้ ทักษะต่างๆและความเข้าใจในปัญหานั้นมาประกอบกันเพื่อเป็นข้อมูลในการแก้ปัญหา

สุวิทย์ มูลคำ (2547 : 20) กล่าวว่า ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนนั้นจะแตกต่างกัน นักเรียนแต่ละคนจะมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาได้ดีหรือไม่ขึ้นอยู่กับความรู้ประสบการณ์ สติปัญญา ตลอดจนการได้รับการจูงใจดีหรือไม่เพียงใด ซึ่งปัญหาดังกล่าวจะส่งผลต่อความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทั้งสิ้น สำหรับวิธีการแก้ปัญหานั้นอาจจะไม่มีขั้นตอนที่แน่นอนตายตัวเสมอดังนั้น ในการจัดการเรียนรู้จึงเป็นส่วนหนึ่งที่จะช่วยพัฒนาปัจจัยต่างๆ อันจะส่งผลให้ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนดีขึ้น

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า แนวการจัดการเรียนการสอนจะต้องเน้นให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการคิดแก้ปัญหาอยู่เสมอ ด้วยวิธีการที่หลากหลาย และมีการจัดบรรยากาศหรือสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการจัดการเรียนรู้ ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนเกิดการอยากรู้อยากเรียนและเกิดทักษะสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

4.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

งานวิจัยในประเทศ

อัญชลีพร เตชะศิรินุกูล (2535 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถ ในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดนใช้ชุดการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ด้วยยุทธวิธีการตัดสินใจกับการสอนตามคู่มือครู ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุด

การสอนวิทยาศาสตร์ด้วยยุทธวิธีการตัดสินใจกับนักเรียน ที่รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สุภาวรรณ ด่านสกุล (2539 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการคิดแก้ปัญหา และการพึ่งตนเองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยการสอนกิจกรรมตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือการจัดกิจกรรม กลุ่มตัวอย่าง 60 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 30 คน ได้รับการสอนโดยชุดกิจกรรมตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ และกลุ่มควบคุม 30 คน ได้รับการสอนตามคู่มือการจัดกิจกรรม ใช้เวลาทดลองกลุ่มละ 16 คาบ คาบละ 50 นาที พบว่า ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือการจัดกิจกรรมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

หทัยรัช รังสุวรรณ (2539 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลของการสอนโดยใช้แผนที่มโนมติที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพด้านมโนมติ และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มตัวอย่าง 60 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่มๆละ 30 คน กลุ่มทดลองสอนโดยใช้แผนที่มโนมติ กลุ่มควบคุมสอนตามคู่มือครู ใช้เวลาทดลอง 24 คาบ คาบละ 50 นาที พบว่าผลสัมฤทธิ์ด้านมโนมติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการจำแนก ความสัมพันธ์ และทฤษฎี และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

นารีรัตน์ ฟักสมบูรณ์ (2541 : 100) ได้ศึกษาการใช้ชุดส่งเสริมศักยภาพทางวิทยาศาสตร์ในการพัฒนาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และบุคลิกภาพนักวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการศึกษาพบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดส่งเสริมศักยภาพนักวิทยาศาสตร์กับการสอนโดยใช้แบบฝึกกิจกรรมวิทยาศาสตร์ มีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

หนึ่งนุช กาฬภักดี (2543 : บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดระดับสูงและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิซึมกับการสอนตามคู่มือครู ผลการศึกษาปรากฏว่า ความสามารถในการคิดระดับสูงด้านการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิซึมกับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้แล้วความสามารถในการคิดระดับสูงด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิซึมกับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อุดมลักษณ์ นกพึ่งพุ่ม (2545 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกกระบวนการคิดกับการสอนโดยใช้ผังมโนมติ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกกระบวนการคิดกับการสอนโดยใช้ผังมโนมติ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ชุติมา ทองสุข (2547 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ใช้แบบฝึกทักษะการทดลอง กลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน ใช้แบบแผนการวิจัยแบบ One Group Pretest – Posttest Design พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

มนัสนันท์ สระทองเทียน (2548 : 51) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผลการศึกษาปรากฏว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีผลสัมฤทธิ์การเรียนทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นอกจากนี้ยังพบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ดรุณี พรายแสงเพ็ชร (2548 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนแบบการแก้ปัญหาโดยใช้สารสนเทศ กลุ่มตัวอย่างจำนวน 40 คน ใช้แบบแผนการวิจัยแบบ One Group Pretest – Posttest Design พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

งานวิจัยต่างประเทศ

นาบอร์ (Nabor.1975 : 3241 - A) ได้ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในระดับเกรด 5 และเกรด 6 โดยใช้แบบทดสอบ Iowa test of Education Progress:Science วัดความสามารถในการแก้ปัญหา และใช้แบบทดสอบ Iowa test of Basic Skills From 5 วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง จะมีความสามารถในการแก้ปัญหาได้ดีกว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ

ชอว์ (Shaw. 1977 : 5337 - A) ได้ศึกษาถึงวิธีการฝึกกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหาที่สามารถส่งผลถึงทักษะการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์และสังคมศึกษา โดยฝึก

กระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ให้กลุ่มทดลอง กลุ่มควบคุมไม่ได้ฝึกเป็นเวลา 24 สัปดาห์แล้วนำเครื่องมือด้านวิทยาศาสตร์และสังคมศึกษาใช้ทดสอบพบว่า กลุ่มทดลองมีคะแนนสูงด้านทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และสังคมศึกษาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งแสดงว่า ทักษะการแก้ปัญหาสามารถสอนโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และกระบวนการนั้นสามารถถ่ายทอดไปยังเนื้อหาวิชาสังคมศึกษาได้

ฮอลโลเวล (Hoolowell. 1977 : 57) ได้ทำการศึกษากระบวนการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ 7 ขั้นตอน คือ ความเข้าใจในปัญหา การระลึกถึงข้อเท็จจริง การรวบรวมข้อเท็จจริงการตรวจสอบผล การตรวจสอบวิธีการแก้ปัญหา การคัดค้านหรือการยอมรับวิธีการคิดแก้ปัญหาพบว่านักเรียนที่แก้ปัญหาได้สำเร็จมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่านักเรียนที่แก้ปัญหาไม่สำเร็จ และกระบวนการคิดแก้ปัญหาสอดคล้องกับขั้นตอนการคิดขั้นที่หนึ่งถึงร้อยละ 85

ฮอบคินส์ (Hopkins. 1985 : 2790) ได้ศึกษารูปแบบของห้องเรียนที่ส่งผลต่อทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียน พบว่า จะต้องเป็นห้องเรียนที่มีข่าวสารน่าสนใจได้อ่าน ได้ทดลองวิเคราะห์ข่าวอยู่เสมอ มีภาพอุปกรณ์หรือสัญลักษณ์ที่เคยกล่าวจากข่าวสารนั้น และนักเรียนมีโอกาสถกเถียงตามความคิดของตนเองอย่างมีอิสระเมื่อได้พบเห็นสิ่งเหล่านั้น จึงจะส่งผลต่อทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียน

ฮูเวอร์ (Hoover. 1999 : CD-ROM)ศึกษาผลของรูปแบบการเรียน 3 แบบ ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการระลึกได้ โดยทำการทดลองกับนักเรียน 3 กลุ่ม กลุ่มแรกเรียนด้วยการอธิบายที่ใช้ตัวอักษรอย่างเดียว กลุ่มที่สองเรียนด้วยการอธิบายที่ใช้ตัวอักษรและตารางกลุ่มที่สามเรียนด้วยการอธิบายที่ใช้ตัวอักษรและแผนผังที่เป็นระบบ ใช้เนื้อหาเรื่องกลูโคส พบว่าความสามารถในการแก้ปัญหาไม่แตกต่างกัน

จอยลี่(Jolly. 1999 : CD-ROM)ทำการศึกษาผลของการใช้แผนผังมโนมติที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 6 แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองได้ใช้วิธีสอนโดยใช้แผนผังมโนมติ กลุ่มควบคุมได้รับการสอนตามปกติ ทำการทดสอบก่อนการเรียนและใช้เวลาทดลอง 4 สัปดาห์ จากนั้นทดสอบหลังการเรียนพบว่าความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม และไม่พบความแตกต่างระหว่างเพศหญิงและเพศชายในเรื่องความสามารถในการแก้ปัญหา

จากผลการวิจัยข้างต้นพอสรุปได้ว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาสามารถพัฒนาผู้เรียนได้จากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้มีประสบการณ์ในการคิดแก้ปัญหาอย่างมีหลักการและมีเหตุผล จัดกิจกรรมการเรียนการสอนอย่างหลากหลาย ให้ยั่วยุ ท้าทาย ที่จะทำให้ผู้เรียนใช้ความสามารถในการพัฒนาการด้านสติปัญญาได้อย่างเต็มที่

บทที่ 3
วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

1. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การจัดกระทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย ปทุมธานี ตำบลบ่อเงิน อำเภอลาดหลุมแก้ว จังหวัดปทุมธานี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 จำนวน 2 ห้องเรียน รวมจำนวนนักเรียน 76 คน โดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 ด้วยวิธีจับสลาก ดังนี้

กลุ่มทดลองกลุ่ม 1 ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่ม จำนวน 38 คน

กลุ่มทดลองกลุ่ม 2 ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น จำนวน 38 คน

เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นเนื้อหาจากหลักสูตรสถานศึกษาในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 โดยมีหัวข้อดังต่อไปนี้

1. มวลอะตอม และมวลอะตอมเฉลี่ย
2. มวลโมเลกุล
3. จำนวนโมลกับมวลของสาร
4. ปริมาตรต่อโมลของแก๊ส
5. ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมล อนุภาคและปริมาตรของแก๊ส
6. ความเข้มข้นของสารละลาย

7. การเตรียมสารละลาย

ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง

ผู้วิจัยทำการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 ใช้เวลาในการทดลองกลุ่มละ 20 คาบ คาบละ 50 นาที โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการจัดการเรียนรู้ทั้งสองกลุ่ม

แบบแผนการทดลอง

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง ซึ่งทำการทดลองตามแบบแผนการวิจัยแบบ Nonrandomized Control Group Pretest Posttest Design (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ 2531 : 219-220) ดังปรากฏ ในตาราง 3

ตาราง 3 แบบแผนการทดลอง

กลุ่ม	สอบก่อน	การทดลอง	สอบหลัง
E_1	T_1	X_1	T_2
E_2	T_1	X_2	T_2

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการทดลอง

E_1 แทน กลุ่มทดลองที่ 1

E_2 แทน กลุ่มทดลองที่ 2

T_1 แทน การทดสอบก่อนเรียน

T_2 แทน การทดสอบหลังเรียน

X_1 แทน การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่ม

X_2 แทน การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น

การสร้างเครื่องมือในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการค้นคว้าประกอบด้วย

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่ม
2. แผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น
3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมี 1
4. แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือ

1. ขั้นตอนในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่ม และแผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ผู้วิจัยดำเนินการสร้างตามขั้นตอนดังนี้

1.1 ศึกษาหลักสูตรจุดมุ่งหมายของหลักสูตร จุดประสงค์การเรียนรู้ และเนื้อหาเป็นเนื้อหาจากหลักสูตรสถานศึกษาในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551

1.2 ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับหลักการและวิธีการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่มและแผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น หลักการวัดและประเมินผล เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้

1.3 วิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนการสอน ความคิดรวบยอดจากเนื้อหาในวิชาเคมี 1 เรื่องปริมาณสัมพันธ์

1.4 กำหนดจุดประสงค์กิจกรรมการเรียนการสอนและสื่อการสอนของแต่ละเนื้อหา

1.5 จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ ให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่องปริมาณสัมพันธ์ คือ แผนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่มและแผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น จำนวน 20 คาบ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1.5.1 หัวข้อเรื่อง

1.5.2 มาตรฐานการเรียนรู้

1.5.3 สาระสำคัญ

1.5.4 ผลการเรียนรู้

1.5.5 จุดประสงค์การเรียนรู้

1.5.6 การจัดการเรียนรู้ทั้ง 2 แผน ดำเนินกิจกรรมแตกต่างกันดังนี้

ตาราง 4 แสดงการเปรียบเทียบการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่ม และแผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น

การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่ม	การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น
1. ขั้นนำ โดยครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ และทบทวนความรู้เดิมพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับเนื้อหาใหม่ โดยใช้เกม เพลง นิทาน การบรรยาย อภิปราย ฯลฯ เพื่อเชื่อมโยงให้เข้ากับเนื้อหาใหม่ 2. ขั้นสอน ครูเสนอเนื้อหาโดยใช้เทคนิควิธีสอนที่เหมาะสม เน้นให้นักเรียนหาคำตอบจากสื่อรูปธรรม นักเรียนต้องสนใจและตั้งใจฟังในขณะที่ครูเสนอบทเรียนทั้งชั้น เพื่อนำความรู้ความเข้าใจในบทเรียนไปใช้ในการแข่งขัน 3. ขั้นจัดกลุ่ม แบ่งกลุ่มนักเรียนกลุ่มละ 4 คน คละนักเรียนที่มีความสามารถ เก่ง ปานกลางและอ่อน เพื่อให้สมาชิกร่วมกันปฏิบัติกิจกรรมและเตรียมความพร้อมที่จะเข้าแข่งขัน 4. ขั้นการแข่งขัน เป็นการแข่งขันตอบคำถามจากเนื้อหาที่นักเรียนเรียนรู้ แต่ละกลุ่มจะส่งตัวแทน 1 คนมาแข่งขัน โดยยึดหลักนักเรียนที่มีความสามารถทัดเทียมกัน คือ นักเรียนเก่งของแต่ละกลุ่มแข่งขันกัน นักเรียนปานกลางแต่ละกลุ่มแข่งขันกันและนักเรียนอ่อนแข่งขันกัน คะแนนของแต่ละคนมารวมเป็นคะแนนรวมของกลุ่ม เพื่อให้นักเรียนแข่งขันกับตนเอง 5. ขั้นสรุป ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปบทเรียนและมอบรางวัลกลุ่มที่ได้คะแนนสูงสุด	1. ขั้นทบทวนความรู้เดิม ถามคำถามเพื่อทดสอบความรู้เดิมของนักเรียนและอธิบายความรู้พื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับความรู้ใหม่ที่นักเรียนจะเรียน 2. ขั้นสร้างความสนใจ สร้างความสนใจ ตั้งคำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิด ดึงเอาคำตอบที่ยังไม่ครอบคลุมสิ่งที่นักเรียนรู้หรือความคิดเกี่ยวกับความคิดรวบยอดหรือเนื้อหาสาระ 3. ขั้นสำรวจค้นหา ส่งเสริมให้นักเรียนทำงานร่วมกันในการสำรวจคำตอบ สังเกตและฟังการโต้ตอบกันระหว่างนักเรียนกับนักเรียน ซักถามเพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบของนักเรียน ให้เวลานักเรียนในการคิดข้อสงสัยตลอดจนปัญหาต่างๆทำหน้าที่ให้คำปรึกษาแก่นักเรียน 4. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป ส่งเสริมให้นักเรียนอธิบายความคิดรวบยอดหรือแนวคิดด้วยคำพูดของนักเรียนเอง ให้นักเรียนแสดงหลักฐาน ให้เหตุผลและอธิบายให้กระจ่าง ให้นักเรียนใช้ประสบการณ์เดิมของตนเป็นพื้นฐานในการอธิบายความคิดรวบยอด 5. ขั้นขยายความรู้ คาดหวังให้นักเรียนได้ใช้ประโยชน์จากการชี้บอกส่วนประกอบต่างๆ ในแผนภาพ คำจำกัดความและการอธิบายสิ่งที่ได้เรียนรู้มาแล้ว ส่งเสริมให้นักเรียนนำสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ไปประยุกต์ใช้หรือขยายความรู้และ

ตาราง 4 (ต่อ)

การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่ม	การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น
	ทักษะในสถานการณ์ใหม่ที่ใกล้เคียงกับสถานการณ์ที่ได้เรียนมาแล้ว ให้นักเรียนอ้างอิงข้อมูลที่มีอยู่พร้อมทั้งแสดงหลักฐานและถามคำถามนักเรียนได้เรียนรู้อะไรบ้างหรือได้แนวคิดอะไร 6. ขั้นประเมินผล สังเกตนักเรียนในการนำความคิดรวบยอดและทักษะใหม่ไปประยุกต์ใช้ ประเมินความรู้และทักษะของนักเรียน หาหลักฐานที่แสดงว่านักเรียนได้เปลี่ยนความคิดหรือพฤติกรรม ให้นักเรียนประเมินตนเองเกี่ยวกับการเรียนรู้และทักษะกระบวนการ ถามคำถามปลายเปิด เช่น ทำไมนักเรียนจึงคิดเช่นนั้น มีหลักฐานอะไร นักเรียนเรียนรู้เกี่ยวกับสิ่งนั้นและจะอธิบายสิ่งนั้นอย่างไร 7. ขั้นขยายความคิดรวบยอด สร้างสถานการณ์ที่โยงไปสู่สถานการณ์ที่มีความซับซ้อนหรือสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน ส่งเสริมให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้กับความรู้อื่นๆ

1.5.7 สื่อการเรียนรู้ / แหล่งการเรียนรู้

1.5.8 การวัดประเมินผล

1.5.9 บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

การหาคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ มีขั้นตอนดังนี้

1. นำแผนการจัดการเรียนรู้ไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางการสอนวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 ท่าน พิจารณาความเที่ยวตรงของเนื้อหา ภาษาที่ใช้แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

2. ปรับปรุงภาษาและการจัดกิจกรรมให้เหมาะสมและสอดคล้องกับรูปแบบการสอน นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 4 โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย ปทุมธานี ที่ไม่ใช่กลุ่มทดลอง โดยดำเนินการดังนี้

3. ทดลองกับนักเรียนกับกลุ่มย่อย 5 คน เพื่อทดสอบความเป็นไปได้ความถูกต้องเหมาะสม และบันทึกปัญหา ข้อบกพร่องต่างๆที่พบ เช่น ระยะเวลาที่ใช้ การสื่อความหมายแล้วนำมาแก้ไข

4. ปรับปรุงภาษาที่ใช้ในแต่ละขั้นของแบบฝึกให้รัดกุมและกระชับ

5. ทดลองสอนกับนักเรียน 34 คน เพื่อหาข้อบกพร่องในการสื่อความหมายของกิจกรรมการเรียนการสอน ระยะเวลา เพื่อปรับปรุงแก้ไขจนเป็นแผนการเรียนรู้อย่างสมบูรณ์

6. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปใช้จริงกับกลุ่มทดลองต่อไป

ขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมี 1

1. ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบและการเขียนข้อสอบในวิชาเคมี 1 จากเอกสารที่เกี่ยวกับการวัดผลประเมินผล

2. ศึกษาจุดประสงค์และเนื้อหาในวิชาเคมี 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องปริมาณสัมพันธ์ เพื่อสร้างตารางวิเคราะห์ข้อสอบ โดยแบ่งพฤติกรรมการวัด 4 ด้าน ได้แก่ ความรู้ - ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จุดประสงค์ที่ใช้ในการประเมินผลการเรียนครั้งนี้

3. สร้างตารางวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ ที่สอดคล้องกับเนื้อหาในวิชาเคมี 1 เรื่องปริมาณสัมพันธ์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

4. สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมี 1 แบบเลือกตอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก โดยมีสัดส่วนจำนวนข้อในแต่ละจุดประสงค์ตรงตามตารางวิเคราะห์หลักสูตร จำนวน 40 ข้อ

การหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมี 1

1. นำแบบทดสอบวัดสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมี 1 ไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางการสอนวิชาเคมี และการวัดผลจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบลักษณะการใช้คำถาม ตัวเลือก ภาษาที่ใช้โดยดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับลักษณะพฤติกรรมแล้วเลือกข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องที่คำนวณได้มากกว่าหรือเท่ากับ 0.50 ขึ้นไป (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540 : 117)

2. นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปใช้กับนักเรียนที่เรียนเรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ จำนวน 30 คน

3. นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p) และอำนาจการจำแนก (r) โดยใช้เทคนิค 27% ของ จุง เตห์ ฟาน แล้วคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.02 – 0.08 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป

4. นำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมี 1 ที่คัดเลือกไว้ จำนวน 40 ข้อ ไปทดสอบกับนักเรียนที่เรียน เรื่องปริมาณสัมพันธ์มาแล้ว จำนวน 30 คน ไปหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยคำนวณจากสูตร KR – 20 ของคูเดอร์ – ริชาร์ดสัน (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540 : 123)

5. นำแบบทดสอบที่ได้ไปใช้กับกลุ่มทดลองต่อไป

ขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

1. ศึกษาเอกสาร แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการคิดแก้ปัญหา

2. สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 10 สถานการณ์ โดยแต่ละสถานการณ์จะตั้งคำถาม 4 ข้อ แบบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก รวมจำนวน 40 ข้อ ตามขั้นตอนการแก้ปัญหาโดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ สรุปไว้ 4 ขั้นตอนดังนี้

2.1 ขั้นระบุปัญหา

2.2 ขั้นตั้งสมมติฐาน

2.3 ขั้นพิสูจน์หรือทดลอง

2.4 ขั้นสรุปผลและนำไปใช้

การหาคุณภาพแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาวิทยาศาสตร์มีดังนี้

1. นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้น ไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบลักษณะการใช้คำถาม ตัวเลือก ภาษาที่ใช้ โดยการคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) มากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 ขึ้นไป

2. นำแบบทดสอบที่แก้ไขและปรับปรุงแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มทดลอง จำนวน 30 คน

3. นำกระดาษคำตอบที่นักเรียนตอบแล้วมาตรวจให้คะแนน โดยข้อที่ถูกให้ 1 คะแนน ข้อที่ผิดหรือตอบเกิน 1 ตัวเลือกให้ 0 คะแนน เมื่อตรวจรวมคะแนนเรียบร้อยแล้ว นำมาวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

3.1 หาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบที่สร้างเป็นรายข้อโดยใช้เทคนิค 27 % ของ จุง-เตห์-ฟาน (Chung Teh Fan.1952 : 6-32)

3.2 คัดเลือกข้อทดสอบที่มีความยากง่าย (p) ระหว่าง 0.20 - 0.80 และมีค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป

4. นำข้อสอบที่คัดเลือกไว้มาหาค่าความเชื่อมั่นตามแบบของ คูเดอร์ – ริชาร์ดสัน โดยใช้สูตร KR – 20 (ล้วน สายยศ; และอังคณา สายยศ. 2536 : 166)

5. นำแบบทดสอบไปใช้กับกลุ่มทดลองต่อไป

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยดำเนินการทดลองตามขั้นตอน ดังนี้

1. ทดสอบก่อนเรียน โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมี 1 และแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

2. ทำการทดลอง โดยการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นทั้งสองกลุ่ม ใช้เวลาในการสอนกลุ่มละ 20 คาบ คาบละ 50 นาที ดังนี้

2.1 กลุ่มทดลองกลุ่ม 1 ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่ม จำนวน 38 คน

2.2 กลุ่มทดลองกลุ่ม 2 ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น จำนวน 38 คน

3. เมื่อสิ้นสุดการสอนตามกำหนด ทำการทดสอบหลังเรียน ทั้งสองกลุ่มด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมี 1 และแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

4. ตรวจผลการสอบ แล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์โดยใช้สถิติเพื่อทดสอบสมมติฐาน

การจัดกระทำข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมี 1 ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่ม ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้ t – test Dependent sample

2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมี 1 ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้ t – test Dependent sample

3. เปรียบเทียบความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่ม ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้ t – test Dependent sample

4. เปรียบเทียบความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้ t – test Dependent sample

5. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมี 1 ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่มและการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น โดยใช้ t – test Independent sample ในรูป Difference Score

6. เปรียบเทียบความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่มและการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น โดยใช้ t – test Independent sample ในรูป Difference Score

7. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

7.1 สถิติพื้นฐาน

7.1.1 หาค่าเฉลี่ยของคะแนนทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน (ล้วน สายยศ ; และอังคณา สายยศ. 2538: 73)

จากสูตร $$\overline{X} = \frac{\sum X}{N}$$

เมื่อ $\overline{X}$ แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนน

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

7.1.2 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

จากสูตร $$S.D. = \sqrt{\frac{N\sum X^2 - \left(\sum X\right)^2}{N(N-1)}}$$

เมื่อ *SD* แทน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

$\sum X^2$ แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง

N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

7.1.3 หาค่าความแปรปรวน (Variance)

จากสูตร $$S^2 = \frac{N\sum X^2 - \left(\sum X\right)^2}{N(N-1)}$$

เมื่อ S^2 แทน ค่าความแปรปรวนของคะแนน

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

$\sum X^2$ แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง

N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

7.2 สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

7.2.1 หาค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมี 1และแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540: 117)

จากสูตร $$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ *IOC* แทน ดัชนีความสอดคล้องข้อคำถามกับลักษณะพฤติกรรม

$\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

7.2.2 หาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมี 1(แบบปรนัย) และแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาโดยใช้เทคนิค 27% แล้วเปิดตารางสำเร็จรูปของ จุง เตห์ ฟาน (ล้วน สายยศ ; และ อังคณา สายยศ.)

หาค่าความยากง่าย $P = \frac{P_H - P_L}{2n}$

เมื่อ P แทน ค่าความยากง่าย

P_H แทน จำนวนคนที่ตอบถูกในกลุ่มสูง

P_L แทน จำนวนคนที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ

n แทน จำนวนคนในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ

หาค่าอำนาจจำแนก $r = \frac{P_H - P_L}{n}$

เมื่อ r แทน ค่าอำนาจจำแนก

P_H แทน จำนวนคนที่ตอบถูกในกลุ่มสูง

P_L แทน จำนวนคนที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ

n แทน จำนวนคนในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ

7.2.3 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมี 1 และแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้สูตร K.R.20 ของคูเดอร์ริชาร์ดสัน (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540: 123)

จากสูตร $r_{tt} = \frac{k}{k-1}\left[1 - \frac{\sum pq}{S_t^2}\right]$

เมื่อ r_{tt} แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

k แทน จำนวนข้อของแบบทดสอบ

p แทน สัดส่วนของคนทำถูกในแต่ละข้อ

$$\frac{\text{จำนวนของคนที่ทำถูก}}{\text{จำนวนคนทั้งหมด}}$$

q แทน สัดส่วนของคนทำผิดในแต่ละข้อ = *1 - p*

S_t^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนทั้งฉบับ

7.2.4 คำนวณหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ วิเคราะห์โดยใช้สูตร E_1 / E_2 (สุธรรม สอนเถื่อน. 2548: 13)

สูตรที่ 1 $$E_1 = \frac{\frac{\sum X}{n}}{A} \times 100$$

เมื่อ E_1 แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการ

$\sum X$ แทน คะแนนรวมจากการทำแบบฝึกหัดระหว่างการเรียน

n แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

A แทน คะแนนเต็มของแบบฝึกหัดระหว่างเรียนหรือกิจกรรมการเรียน

สูตรที่ 2 $$E_2 = \frac{\frac{\sum X}{n}}{B} \times 100$$

เมื่อ E_2 แทน ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

$\sum X$ แทน คะแนนรวมของผลลัพธ์หลังเรียน

n แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

B แทน คะแนนเต็มของการสอนหลังเรียน

7.3 สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

7.3.1 ใช้ค่าสถิติ t-test Dependent sample เพื่อเปรียบเทียบคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมี 1 และแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ (ล้วน สายยศ ; และ อังคณา สายยศ. 2538: 104)

จากสูตร $$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n\sum D^2 - \left(\sum D\right)^2}{n-1}}}$$; df = n-1

เมื่อ t แทน ค่าที่ใช้ในการพิจารณาใน t-distribution

$\sum D$ แทน ผลรวมของความแตกต่างระหว่าคะแนนการทดสอบก่อนเรียนกับหลังเรียน

$\sum D^2$ แทน ผลรวมกำลังสองของความแตกต่างระหว่างคะแนนการทดสอบก่อนเรียนกับหลังเรียน

n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

7.3.3 ใช้ค่าสถิติ t-test Independent sample ในรูป Difference Score เพื่อหาความแตกต่างของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมี 1 และคะแนนความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลอง 1 และกลุ่มทดลอง 2 (Scott. 1962 : 264)

จากสูตร $t = \frac{MD_1 - MD_2}{S_{MD_1 - MD_2}}; df = n_1 + n_2 - 2$

ซึ่ง $S_{MD_1 - MD_2} = \sqrt{\frac{S_D^2}{n_1} + \frac{S_D^2}{n_2}}$

และ $S_D^2 = \frac{\sum (D_1 - MD_1)^2 + \sum (D_2 - MD_2)^2}{n_1 + n_2 - 2}$

เมื่อ t แทน ค่าที่ใช้ในการพิจารณา t – distribution

MD_1 แทน ค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างคะแนนการทดสอบหลังเรียนกับก่อนเรียนของกลุ่มทดลอง 1

MD_2 แทน ค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างคะแนนการทดสอบหลังเรียนกับก่อนเรียนของกลุ่มทดลอง 2

D_1 แทน ผลต่างระหว่างคะแนนการทดสอบหลังเรียนกับก่อนเรียนของกลุ่มทดลอง 1

D_2 แทน ผลต่างระหว่างคะแนนการทดสอบหลังเรียนกับก่อนเรียนของกลุ่มทดลอง 2

S_D^2 แทน ค่าความแปรปรวนของผลต่างระหว่างคะแนนการทดสอบหลังเรียนและก่อนเรียนของกลุ่มทดลอง 1 และกลุ่มทดลอง 2

n_1 แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มทดลอง 1

n_2 แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มทดลอง 2

$S_{MD_1 - MD_2}$ แทน ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของผลต่างระหว่างคะแนนการทดสอบหลังเรียนและก่อนเรียนของกลุ่มทดลอง 1 และกลุ่มทดลอง 2

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้ใช้สัญลักษณ์ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

n	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มทดลอง
k	แทน	คะแนนเต็มของแบบทดสอบ
$\overline{X}$	แทน	คะแนนเฉลี่ย
S	แทน	ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
MD	แทน	ค่าเฉลี่ยผลต่างของคะแนนก่อนเรียนกับหลังเรียน
$S_{MD_1-MD_2}$	แทน	ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของผลต่างระหว่างคะแนนการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง
t	แทน	ค่าสถิติที่ใช้ในการพิจารณา t – distribution
df	แทน	ชั้นแห่งความเป็นอิสระ (Degrees of freedom)
**	แทน	นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
กลุ่มทดลอง 1	แทน	กลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่ม
กลุ่มทดลอง 2	แทน	กลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลและแปรผลข้อมูล ผู้วิจัยได้เสนอตามลำดับดังนี้

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมี 1 ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง 1 โดยใช้สถิติ t-test แบบ Dependent Sample

2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมี 1 ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง 2 โดยใช้สถิติ t-test แบบ Dependent Sample

3. เปรียบเทียบความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง 1 โดยใช้สถิติ t-test แบบ Dependent Sample

4. เปรียบเทียบความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง 2 โดยใช้สถิติ t-test แบบ Dependent Sample

5. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมี 1 ระหว่างกลุ่มทดลอง 1 กับกลุ่มทดลอง 2 โดยใช้สถิติ t-test แบบ Independent Sample ในรูป Difference Score

6. เปรียบเทียบความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างกลุ่มทดลอง 1 กับกลุ่มทดลอง 2 โดยใช้สถิติ t-test แบบ Independent Sample ในรูป Difference Score

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมี 1 ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง 1 โดยใช้สถิติ t-test แบบ Dependent Sample

ตาราง 5 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมี 1 ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง 1 โดยใช้สถิติ t-test แบบ Dependent Sample

การทดสอบ	n	K	$\overline{X}$	S	MD	t
ทดสอบก่อนเรียน	38	40	10.11	3.88	19.86	32.65**
ทดสอบหลังเรียน	38	40	29.97	5.71		

** $t_{(.01\ ;\ df\ 37)} = 2.7154$

จากตาราง 5 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางทางการเรียนในวิชาเคมี 1 ของกลุ่มทดลอง 1 คือนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่ม มีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและความเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 10.11 และ 3.88 ส่วนคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนและความเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 29.97 และ 5.71 ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง 1 พบว่ามีค่าเฉลี่ยผลต่างของคะแนนก่อนเรียนกับหลังเรียน เท่ากับ 19.86 ซึ่งต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1

2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมี 1 ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง 2 โดยใช้สถิติ t-test แบบ Dependent Sample

ตาราง 6 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมี 1 ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง 2 โดยใช้สถิติ t-test แบบ Dependent Sample

การทดสอบ	n	K	$\overline{X}$	S	MD	t
ทดสอบก่อนเรียน	38	40	8.61	3.17	20.07	30.32**
ทดสอบหลังเรียน	38	40	28.68	5.02		

** $t_{(.01\ ;\ df\ 37)}$ = 2.7154

จากตาราง 6 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางทางการเรียนในวิชาเคมี 1 ของกลุ่มทดลอง 2 คือนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น มีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและความเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 8.61 และ 3.17 ส่วนคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนและความเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 28.68 และ 5.02 ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง 2 พบว่ามีค่าเฉลี่ยผลต่างของคะแนนก่อนเรียนกับหลังเรียน เท่ากับ 20.07 ซึ่งต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2

3. เปรียบเทียบความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง 1 โดยใช้สถิติ t-test แบบ Dependent Sample

ตาราง 7 เปรียบเทียบความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง 1 โดยใช้สถิติ t-test แบบ Dependent Sample

การทดสอบ	n	K	$\overline{X}$	S	MD	t
ทดสอบก่อนเรียน	38	40	26.11	4.46	9.78	20.08**
ทดสอบหลังเรียน	38	40	35.89	4.10		

**$t_{(.01\ ;\ df\ 37)}$ = 2.7154

จากตาราง 7 พบว่า ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของกลุ่มทดลอง 1 คือนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่ม มีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและความเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 26.11 และ 4.46 ส่วนคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนและความเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 35.89 และ 4.10 ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง 1 พบว่ามีค่าเฉลี่ยผลต่างของคะแนนก่อนเรียนกับหลังเรียน เท่ากับ 9.78 ซึ่งต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3

4. เปรียบเทียบความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง 2 โดยใช้สถิติ t-test แบบ Dependent Sample

ตาราง 8 เปรียบเทียบความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง 2 โดยใช้สถิติ t-test แบบ Dependent Sample

การทดสอบ	n	k	$\overline{X}$	S	MD	t
ทดสอบก่อนเรียน	38	40	27.47	4.09	8.27	23.26**
ทดสอบหลังเรียน	38	40	35.74	4.25		

** $t_{(.01\ ;\ df\ 37)} = 2.7154$

จากตาราง 8 พบว่า ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของกลุ่มทดลอง 2 คือนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น มีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและความเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 27.47 และ 4.09 ส่วนคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนและความเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 35.74 และ 4.25 ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง 2 พบว่ามีค่าเฉลี่ยผลต่างของคะแนนก่อนเรียนกับหลังเรียน เท่ากับ 8.27 ซึ่งต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 4

5. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมี 1 ระหว่างกลุ่มทดลอง 1 กับกลุ่มทดลอง 2 โดยใช้สถิติ t-test แบบ Independent Sample ในรูป Difference Score

ตาราง 9 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมี 1 ระหว่างกลุ่มทดลอง 1 กับกลุ่มทดลอง 2 โดยใช้สถิติ t-test แบบ Independent Sample ในรูป Difference Score

กลุ่มทดลอง	n	k	ก่อนเรียน		หลังเรียน		MD	$S_{MD_1-MD_2}$	t
			$\overline{X}$	S	$\overline{X}$	S			
กลุ่มทดลอง 1	38	40	10.11	3.88	29.97	5.71	19.86	0.90	0.23
กลุ่มทดลอง 2	38	40	8.61	3.17	28.68	5.02	20.07		

$t_{(.01\ ;\ df\ 74)} = 2.6439$

จากตาราง 9 พบว่า คะแนนเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมี 1 ของกลุ่มทดลอง 1 คือนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่ม ก่อนเรียนมีคะแนนเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 10.11 และ 3.88 ตามลำดับ และหลังเรียนมีคะแนนเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 29.97 และ 5.71 ตามลำดับ ส่วนกลุ่มทดลอง 2 คือนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ก่อนเรียนมีคะแนนเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 8.61 และ 3.17 ตามลำดับ และหลังเรียนมีคะแนนเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 28.68 และ 5.02 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยผลต่างของคะแนนหลังเรียนกับก่อนเรียนของกลุ่มทดลอง 1 และกลุ่มทดลอง 2 มีค่าเท่ากับ 19.86 และ 20.07 ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยผลต่างของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมี 1 หลังเรียนกับก่อนเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง 1 และกลุ่มทดลอง 2 พบว่า กลุ่มทดลอง 1 คือนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่ม และกลุ่มทดลอง 2 คือ นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน และไม่เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 5

6. เปรียบเทียบความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างกลุ่มทดลอง 1 กับกลุ่มทดลอง 2 โดยใช้สถิติ t-test แบบ Independent Sample ในรูป Difference Score

ตาราง 10 เปรียบเทียบความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างกลุ่มทดลอง 1 กับกลุ่มทดลอง 2 โดยใช้สถิติ t-test แบบ Independent Sample ในรูป Difference Score

กลุ่มตัวอย่าง	n	k	ก่อนเรียน		หลังเรียน		MD	$S_{MD_1-MD_2}$	t
			$\overline{X}$	S	$\overline{X}$	S			
กลุ่มทดลอง 1	38	40	26.11	4.46	35.89	4.10	9.79	0.60	2.54
กลุ่มทดลอง 2	38	40	27.47	4.09	35.74	4.25	8.26		

$t_{(.01\ ;\ df\ 74)} = 2.6439$

จากตาราง 10 พบว่า คะแนนเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐานของความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของกลุ่มทดลอง 1 คือนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่ม ก่อนเรียนมีคะแนนเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 26.11 และ 4.4588 ตามลำดับ และหลังเรียนมีคะแนนเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 35.89 และ 4.0987 ตามลำดับ ส่วนกลุ่มทดลอง 2 คือนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ก่อนเรียนมีคะแนนเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 27.47 และ 4.09 ตามลำดับ และหลังเรียนมีคะแนนเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 35.74 และ 4.25 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยผลต่างของคะแนนหลังเรียนกับก่อนเรียนของกลุ่มทดลอง 1 และกลุ่มทดลอง 2 มีค่าเท่ากับ 9.79 และ 8.26 ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยผลต่างของคะแนนความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียนกับก่อนเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง1 และกลุ่มทดลอง 2 พบว่า กลุ่มทดลอง 1 คือนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่มและกลุ่มทดลอง 2 คือ นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น มีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน และไม่เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 6

บทที่ 5
สรุปผล อภิปราย และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมี 1และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่มและแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น สรุปสาระสำคัญและผลการศึกษาได้ดังนี้

ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งความมุ่งหมายไว้ดังนี้

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมี 1 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่ม ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมี 1 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้
3. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่ม ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้
4. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้
5. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมี 1 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่มและการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น
6. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่มและการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น

สมมติฐานในการวิจัย

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมี 1 ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่มหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมี 1 ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

3. ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่มหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

4. ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

5. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมี 1 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่มและการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น มีความแตกต่างกัน

6. ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่มและการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น มีความแตกต่างกัน

วิธีดำเนินการวิจัย

1. **การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง**

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย ปทุมธานี ตำบลบ่อเงิน อำเภอลาดหลุมแก้ว จังหวัดปทุมธานี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 จำนวน 2 ห้องเรียน รวมจำนวนนักเรียน 76 คน โดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 ด้วยวิธีจับสลาก ดังนี้

กลุ่มทดลองกลุ่ม 1 ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่ม จำนวน 38 คน

กลุ่มทดลองกลุ่ม 2 ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น จำนวน 38 คน

เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นเนื้อหาจากหลักสูตรสถานศึกษาในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 โดยมีหัวข้อดังต่อไปนี้

1. มวลอะตอม และมวลอะตอมเฉลี่ย
2. มวลโมเลกุล

3. จำนวนโมลกับมวลของสาร
4. ปริมาตรต่อโมลของแก๊ส
5. ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมล อนุภาคและปริมาตรของแก๊ส
6. ความเข้มข้นของสารละลาย
7. การเตรียมสารละลาย

ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง

ผู้วิจัยทำการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 ใช้เวลาในการทดลองกลุ่มละ 20 คาบ คาบละ 50 นาที โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการจัดการเรียนรู้ทั้งสองกลุ่ม

2. **เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย**

2.1 แผนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่ม เรื่องปริมาณสัมพันธ์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น แบ่งเป็น 7 แผนการจัดการเรียนรู้ ใช้เวลา 20 คาบ มีค่าประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ E_1/E_2 = 80.78/82.64 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) มีค่าเท่ากับ 1.00

2.2 แผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เรื่องปริมาณสัมพันธ์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น แบ่งเป็น 7 แผนการจัดการเรียนรู้ ใช้เวลา 20 คาบ มีค่าประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ E_1/E_2 = 80.77/81.40 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) มีค่าเท่ากับ 1.00

2.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมี 1 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นแบบตัวเลือก 5 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่น 0.8909 ค่าความยากง่าย (p) 0.36-0.76 และมีค่าอำนาจจำแนก (r) 0.25 – 0.82

2.4 แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นแบบตัวเลือก 5 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่น 0.8985 ค่าความยากง่าย (p) 0.25 – 0.76 และมีค่าอำนาจจำแนก (r) 0.27 – 0.82

3. **การดำเนินการทดลอง**

ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยการทดลองดังนี้

1. ทดสอบก่อนเรียน (Pretest) โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมี 1 และแบบทดสอบความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

2. ทำการทดลองโดยการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นทั้งสองกลุ่ม ใช้เวลาในการสอนกลุ่มละ 20 คาบ คาบละ 50 นาที ดังนี้

กลุ่มทดลอง 1 สอนตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่ม

กลุ่มทดลอง 2 สอนตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น

3. เมื่อสิ้นสุดการสอนตามกำหนด ทำการทดสอบหลังเรียน (Posttest) ทั้งสองกลุ่มด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมี 1 และแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

4. ตรวจผลการสอบ แล้วนำผลคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์โดยใช้สถิติเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ตรวจสอบสมมติฐานข้อที่ 1 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมี 1 ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่มก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้สถิติ t-test แบบ Dependent Sample

2. ตรวจสอบสมมติฐานข้อที่ 2 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมี 1 ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้สถิติ t-test แบบ Dependent Sample

3. ตรวจสอบสมมติฐานข้อที่ 3 เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่มก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้สถิติ t-test แบบ Dependent Sample

4. ตรวจสอบสมมติฐานข้อที่ 4 เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้สถิติ t-test แบบ Dependent Sample

5. ตรวจสอบสมมติฐานข้อที่ 5 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมี 1 ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่มและการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น โดยใช้สถิติ t-test แบบ Independent Sample ในรูป Difference Score

6. ตรวจสอบสมมติฐานข้อที่ 6 เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดแก้ปัญทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่มและการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น โดยใช้สถิติ t-test แบบ Independent Sample ในรูป Difference Score

5. **สรุปผลการศึกษาค้นคว้า**

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมี 1 ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่ม หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมี 1 ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่ม หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

5. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมี 1 ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่มและการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมี 1 ไม่แตกต่างกัน

6. ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่มและการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น มีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ไม่แตกต่างกัน

อภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมี 1 และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่มและการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ผลการศึกษาสามารถอภิปรายได้ดังนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมี 1 ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่ม หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่ม เป็นเทคนิครูปแบบหนึ่งในการสอนแบบร่วมมือและมีลักษณะของกิจกรรมคล้ายกันกับ STAD แต่เพิ่มเกมและการแข่งขันเข้ามาด้วย เหมาะสำหรับการจัดการเรียนการสอนในจุดประสงค์ที่มีคำตอบถูกต้องเพียงคำตอบเดียว ซึ่งการจัดการเรียนรู้รูปแบบนี้เกิดจากปัญหาการขาดแรงจูงใจในการเรียนของนักเรียน โดยการจัดการเรียนการสอนรูปแบบนี้องค์ประกอบหลัก 4 ประการ ซึ่งได้แก่การสอนโดยจัดว่าเป็นการนำเสนอ

ความคิดรวบยอดใหม่หรือบทเรียนใหม่ อาจเป็นการสอนตรงหรือจัดในรูปแบบของการอภิปราย หรือกลุ่มศึกษา องค์ประกอบที่ 2 คือการจัดกลุ่ม เป็นขั้นตอนการจัดกลุ่มของนักเรียน โดยจัดให้คละกันทั้งเพศและความสามารถ รวมทั้งกลุ่มจะต้องช่วยกันในการเตรียมความพร้อมและความเข้มแข็งให้สมาชิกทุกคน องค์ประกอบที่ 3 คือการแข่งขัน โดยที่การแข่งขันมักจัดในช่วงท้ายสัปดาห์หรือท้ายบทเรียน ซึ่งจะใช้คำถามเกี่ยวกับเนื้อหาที่เรียนมาในเรื่องที่ครูสอน และผ่านการเตรียมความพร้อมของกลุ่มมาแล้ว การจัดโต๊ะแข่งขันจะมีหลายโต๊ะ แต่ละโต๊ะจะมีตัวแทนของกลุ่ม แต่ละกลุ่มมาร่วมแข่งขันทุกโต๊ะการแข่งขันควรเริ่มดำเนินการเพื่อนำไปเทียบหาค่าคะแนนโบนัส และองค์ประกอบสุดท้ายคือการยอมรับความสำเร็จของกลุ่ม ให้นำคะแนนโบนัสของแต่ละคนในกลุ่มมารวมกันเป็นคะแนนของกลุ่ม และหาค่าเฉลี่ยกลุ่มที่มีค่าสูงสุด จะได้รับการยอมรับให้เป็นกลุ่มชนะเลิศ และควรประกาศผลการแข่งขันในที่สาธารณะด้วย และจากการที่การจัดการเรียนการสอนแบบร่วมมือด้วยเทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่มทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมี 1 สูงขึ้น ทั้งนี้น่าจะมีสาเหตุมาจากลักษณะเด่นของการจัดการเรียนการสอนรูปแบบนี้ ที่มีการรวมกลุ่มย่อย ซึ่งภายในกลุ่มประกอบไปด้วยนักเรียนที่มีความสามารถแตกต่างกัน ได้แก่ สูง กลาง ต่ำ นักเรียนที่มีผลการเรียนสูงจะต้องอธิบายให้ความช่วยเหลือนักเรียนที่มีผลการเรียนต่ำ เพราะทุกคนเสมือนอยู่ในเรือลำเดียวกันต้องช่วยเหลือให้คำปรึกษากัน ทำให้เกิดพลังกลุ่มที่จะผลักดันให้เกิดการเรียนรู้ ซึ่งจากการสังเกตของผู้วิจัยพบว่า นักเรียนในแต่ละกลุ่มเริ่มมีการพูดคุยกันถึงเรื่องแนวทางในการประสบความสำเร็จของกลุ่มตนมากยิ่งขึ้น เพราะทุกคนทราบว่าเมื่อกลุ่มประสบความสำเร็จ ก็จะหมายถึงความสำเร็จของตนเองด้วย สิ่งที่พบจากการวิจัยอีกเรื่องคือ นักเรียนแต่ละกลุ่มเริ่มมีการวางแผนในการเรียนและการแข่งขันครั้งต่อไปอย่างกระตือรือร้น ก่อนการแข่งขันจะพบว่านักเรียนที่เก่งจะพยายามช่วยเหลือสมาชิกในกลุ่มของตนอย่างดีเกือบทุกกลุ่ม ส่วนนักเรียนที่อ่อนก็มีความพยายามและตั้งใจปฏิบัติกิจกรรมกลุ่ม เข้าใจเนื้อหาที่ดีขึ้น และเกิดความมั่นใจในการเข้าร่วมการแข่งขันครั้งต่อมาๆ มากยิ่งขึ้น และอีกสิ่งหนึ่งคือนักเรียนเกิดความตระหนักถึงคุณค่าของตนเอง ว่าตนเองก็สามารถสร้างความสำเร็จให้แก่กลุ่มของตนได้เท่าเทียมกับผู้เรียนที่เก่ง ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของทิศนา แขมมณี (2543 : 85) กล่าวว่าการเล่นเกมทำให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนสูง เกิดความสนุกสนาน เกิดการเรียนรู้จากการเล่นเกม ความรู้อยู่คงทน การแข่งขันเป็นกลุ่ม ทุกคนภายในกลุ่มจะได้รับการฝึกให้คิดหาคำตอบทั้งนี้เพราะนักเรียนจะต้องเป็นตัวแทนของกลุ่มเข้าร่วมการแข่งขันกับกลุ่มอื่นๆ ซึ่งการแข่งขันถ้าได้คะแนนน้อยก็จะทำให้คะแนนรวมของกลุ่มเสียไปด้วย ดังนั้นภายในกลุ่มจะต้องช่วยกันทำแบบฝึกหัดทั้งในเวลาเรียนและนอกเวลาเรียน อีกทั้งแต่ละกลุ่มยังต้องหาแบบฝึกหัดหลายๆ รูปแบบมาฝึกทำ ซึ่งส่งผลให้นักเรียนสามารถคำตอบได้อย่างรวดเร็ว รวมทั้งการให้รางวัลโดยพิจารณาจากคะแนนรวมของกลุ่มและการรับรางวัลจากที่เคยรับรางวัลเป็นรายบุคคลมาเป็นรับรางวัลเป็นกลุ่ม การประกาศคะแนนทุกครั้งหลังการ

แข่งขัน จึงทำให้นักเรียนรู้ว่าคะแนนของกลุ่มอยู่ในระดับใดทำให้นักเรียนเกิดความตื่นเต้นและสนุกสนาน อีกทั้งยังมีความพยายามปรับปรุงกลุ่มให้มีคะแนนสูงขึ้นกว่ากลุ่มอื่นๆ

จากเหตุผลดังกล่าว จึงสนับสนุนว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่มจะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมี 1 หลังเรียนสูงขึ้นกว่าก่อนเรียน

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมี 1 ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เป็นการสอนที่เน้นการถ่ายโอนการเรียนรู้ และความสำคัญเกี่ยวกับการตรวจสอบความรู้เดิมของเด็ก ซึ่งเป็นสิ่งที่ครูละเลยไม่ได้ และการตรวจสอบความรู้พื้นฐานเดิมของเด็กจะทำให้ครูค้นพบว่านักเรียนต้องเรียนรู้อะไรก่อน ก่อนที่จะเรียนรู้ในเนื้อหาบทเรียนนั้นๆ ซึ่งจะช่วยให้เด็กเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งจากการวิจัยพบว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น มีขั้นตอนที่เป็นจุดเน้นสำคัญ 7 ขั้นตอน ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมี ซึ่งได้แก่ขั้นทบทวนความรู้เดิม เป็นขั้นที่จัดกิจกรรมเพื่อให้ผู้เรียนแสดงออกถึงความรู้ ความเข้าใจเดิมหรือ การทบทวนความรู้เดิมที่ผู้เรียนมีอยู่ ในขั้นนี้เป็นกิจกรรมเปิดฉากแรกของการเรียนรู้แต่ละครั้ง ทำอย่างไรที่เร้าความสนใจผู้เรียนและไม่เครียดให้ผู้เรียนเปลี่ยนอิริยาบถจากการทำกิจกรรมก่อนหน้านี้ และเตรียมพร้อมที่จะเรียนโดยการทบทวนของเดิมก่อน ขั้นถัดมาคือ ขั้นสร้างความสนใจ เป็นขั้นที่จัดกิจกรรมเพื่อสร้างความสนใจ กระตุ้น ยั่วยุ ให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น อยากกระทำการปฏิบัติการ ตั้งคำถามประเด็นสงสัย เชื่อมโยงกับความรู้เดิมจากขั้นทบทวนความรู้เดิม และขั้นที่สาม คือ ขั้นสำรวจค้นหา เป็นขั้นที่ฝึกการคิดวิเคราะห์ กระตุ้นให้นักเรียนตรวจสอบปัญหา ข้อมูลต่างๆที่โจทย์คำถามที่ต้องการคำตอบ กำหนด จำนวน หน่วยของจำนวนที่กำหนด สัญลักษณ์ ข้อความที่เกี่ยวข้อง สิ่งหรือข้อมูลใช้ในการตอบคำตอบ สำรวจหลักการทฤษฎี ที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหาหรือ การสืบค้นและรวบรวมต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ลงมือฝึกปฏิบัติทดลอง ผู้เรียนร่วมมือกันทำกิจกรรม หรือกระทำด้วยตนเอง จัดกิจกรรมให้ผู้เรียนสนใจมากที่สุด ขั้นตอนถัดมา คือ ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป โดยขั้นนี้จะส่งเสริมให้ผู้เรียนนำข้อมูลมาวิเคราะห์ จัดกระทำข้อมูลในรูปตาราง กราฟ แผนภาพ ฯลฯ หรือ อธิบายสรุปขั้นตอนที่มาของคำตอบ เป็นแนวคิดความสัมพันธ์ของข้อมูล สรุปผล โดยอ้างอิงหลักการและวิชาการประกอบอย่างเป็นเหตุเป็นผล มีการอ้างอิงหลักการทฤษฎี นอกจากนี้ครูยังมีหน้าที่จัดกิจกรรมส่งเสริมให้ผู้เรียนอธิบายความคิดด้วยตนเองให้เหตุผลประกอบ ขั้นต่อมาคือขั้นขยายความรู้ ซึ่งเป็นขั้นที่ครูกระตุ้นให้ผู้เรียนประยุกต์ใช้สัญลักษณ์ นิยาม คำอธิบายและทักษะไปสู่สถานการณ์ใหม่ กระตุ้นให้ผู้เรียนใช้ข้อมูล ที่มีอยู่ในการตอบคำถาม เสนอแนวทางแก้ปัญหา ตัดสินใจเลือกแนวทางแก้ปัญหา และการออกแบบหาวิธีการที่ได้มาซึ่งคำตอบ

ตามมาด้วยขั้นประเมินผล ซึ่งเป็นการประเมินผลการเรียนรู้ผู้เรียน ซึ่งมีทั้งการประเมินการปฏิบัติกิจกรรม ในแต่ละขั้นตอนและการประเมินการเรียนรู้ของผู้เรียนก่อนที่ผู้เรียนจะขยายความคิดรวบยอดและค้นพบ ปัญหาใหม่ โดยครูและนักเรียนมีส่วนร่วมในการประเมิน และขั้นสุดท้ายคือ ขั้นขยายความคิดรวบยอด โดยครูส่งเสริมให้ผู้เรียนเชื่อมโยงความคิดรวบยอดหรือ หัวข้อที่นักเรียนได้เรียนแล้วไปสู่หัวข้ออื่นๆ หรือบูรณาการกับเรื่องต่างๆ ทั้งในและนอกสาระการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้อง และกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดปัญหาใหม่ ซึ่งจะเห็นว่าในการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นนั้นช่วยให้การเรียนเกิดประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของพฤกษ์ โปร่งสำโรง ซึ่งพบว่าการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาฟิสิกส์สูงขึ้น นอกจากนี้ยังมีคำกล่าวที่ว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7ขั้น เน้นขั้นตอนการทบทวนความรู้เดิมหรือล้วงประสบการณ์เดิม แล้วกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสงสัยหรือเกิดปัญหาใหม่ เป็นขั้นตอนที่นักเรียนเชื่อมโยงความรู้เดิมกับประสบการณ์ใหม่ เริ่มเกิดความไม่สมดุลทางความคิดแล้วใช้กระบวนการสำรวจค้นหา เพื่อหาคำตอบและปรับสมดุลทางความคิด อีกทั้งนำความรู้ที่ได้ไปเชื่อมโยงและแก้ปัญหาสถานการณ์ใหม่ๆที่เกี่ยวข้อง ทำให้การเรียนรู้ของนักเรียนมีความคงทนและยาวนาน เนื่องจากผู้เรียนได้เรียนรู้และลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง (Eisenkraft. 2003 : 57 - 59) ซึ่งการทบทวนความรู้เดิมเป็นการให้ผู้เรียนเรียกใช้ความรู้เดิม รวมทั้งเจตคติที่ได้เรียนรู้สิ่งต่างๆ และถูกบันทึกไว้มาใช้ในการแก้ปัญหาหรือเรียนรู้สิ่งใหม่ ซึ่งจะเชื่อมโยงมโนทัศน์ใหม่เข้ากับความรู้และประสบการณ์เดิมนั้น ทำให้เกิดการปรับเปลี่ยนหรือขยายความรู้เดิม (Hassard; citing Hemmerich ; et al., 1993 : 4 - 16)

จากเหตุผลดังกล่าว จึงสนับสนุนว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น จะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาเคมี 1 หลังเรียนสูงขึ้นกว่าก่อนเรียน

3. ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่ม หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่ม เป็นรูปแบบของการจัดการเรียนรู้ที่มีเกมเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้ ซึ่งสิ่งหนึ่งที่มักจะพบอย่างแน่นอนในระหว่างการเรียนก็คือปัญหาที่จะเกิดขึ้นจากเนื้อหาวิชาที่เรียน ซึ่งถ้านักเรียนสามารถผ่านปัญหาเหล่านั้นไปได้ก็น่าจะส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดี ดังนั้นความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ จึงเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ควรได้รับการพัฒนา เพราะความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เป็นสิ่งที่แสดงออกถึงความสามารถทางสติ ปัญญาและความคิดที่นำเอาประสบการณ์

เดิมมาใช้ในการแก้ปัญหาที่เป็นประสบการณ์ใหม่ ซึ่งความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนั้นโดยอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ 4 ขั้น ได้แก่ ขั้นระบุปัญหา ขั้นตั้งสมมติฐาน ขั้นพิสูจน์หรือทดลอง และขั้นสรุปผลและนำไปใช้ โดยที่ขั้นระบุปัญหา หมายถึง ความสามารถในการบอกปัญหาที่สำคัญที่สุด ภายในขอบเขตของข้อเท็จจริงจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ส่วนขั้นตั้งสมมติฐาน หมายถึง ความสามารถในการคิด วิเคราะห์ คาดคะเน บอกสาเหตุที่แท้จริงของปัญหาหรือสาเหตุที่เป็นไปได้ของปัญหา จากข้อเท็จจริงในสถานการณ์ที่กำหนดให้ ขั้นต่อมาคือ ขั้นพิสูจน์หรือทดลอง หมายถึง ความสามารถในการคิดค้น วางแผน เสนอแนวทางในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หรือเสนอข้อมูลเพิ่มเติม เพื่อนำไปสู่การคิดแก้ปัญหาที่ระบุไว้อย่างสมเหตุสมผล และขั้นสุดท้าย คือ ขั้นสรุปและนำไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการอธิบายได้ว่าผลที่เกิดจากการกำหนดวิธีการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์นั้นสอดคล้องกับปัญหาที่ระบุไว้หรือไม่หรือผลที่ได้จะเป็นอย่างไรและนำไปใช้ได้ ซึ่งจากผลการทดลองพบว่ากลุ่มทดลองมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากวิธีการเรียนประเภทกลุ่มแข่งขัน เป็นเทคนิคที่ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้เกิดการเรียนรู้ โดยผู้เรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้ทุกขั้นตอนด้วยการช่วยเหลือพึ่งพาซึ่งกันและกัน เพราะในระหว่างการจัดการเรียนรู้ ตลอดจนการแข่งขันต่างๆ นักเรียนจะได้พบกับปัญหาต่างๆ ทั้งปัญหาจากการเรียน ปัญหาในการทำให้กลุ่มได้ชัยชนะจากการแข่งขัน ซึ่งเมื่อนักเรียนรับทราบปัญหาเหล่านั้น ทางออกของปัญหาคือการตั้งสมมติฐานในสิ่งเหล่านั้น เมื่อเกิดการตั้งสมมติฐานแล้วสิ่งที่ตามมา นักเรียนก็จะทำการพิสูจน์ ซึ่งอาจเกิดขึ้นในระหว่างขั้นตอนที่มีการแข่งขัน และสุดท้ายเมื่อการแข่งขันเสร็จสิ้นลง นักเรียนจะสามารถสรุปสิ่งที่เกิดขึ้นกับกลุ่มของตน และเรียนรู้ที่จะนำผลในครั้งนั้นมาเป็นบทเรียนในการแข่งขันครั้งต่อๆ ไป ซึ่งสิ่งเหล่านี้เองล้วนก่อให้เกิดกระบวนการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของอรพรรณ พรสีมา (2540 : 44) ที่กล่าวไว้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่มจะส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความสามารถในการแก้ปัญหาและความรับผิดชอบ เนื่องจากกิจกรรมการแข่งขันระหว่างกลุ่มด้วยเกมตอบปัญหาทางวิชาการจะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความรับผิดชอบในการเรียนรู้ของตนเองและเพื่อนร่วมกลุ่ม เพื่อจะมีความสามารถทำคะแนนสะสมได้สูงถึงเกณฑ์ตามเป้าหมาย และขณะที่เล่นเกมนักเรียนจะต้องคิดคำนวณ คิดแก้ปัญหาเพื่อให้ได้ข้อสรุปเพื่อจะตอบปัญหานั้น เป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความสามารถในการแก้ปัญหาและการทำงานกลุ่ม มีการอภิปรายและแก้ไขปัญหาร่วมกันกับเพื่อน พร้อมกับลงมือปฏิบัติร่วมกันตามขั้นตอนที่กำหนดไว้จากมติของกลุ่มในการแก้ปัญหา และอีกสิ่งหนึ่งที่ผู้วิจัยสังเกตเห็น พบว่าความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมีการพัฒนาผลคะแนนขึ้นทุกคน ดังนั้นการเรียนการสอนจึงเป็นส่วนหนึ่งที่จะช่วยพัฒนาปัจจัยต่าง ๆ อันจะส่งผลให้ความสามารถใน

การคิดแก้ปัญหาของนักเรียนดีขึ้นได้ สอดคล้องกับ เดรสเซล (Dressel. 1995: 418-420) และแครอล (Caroll. 1964: 76) จากเหตุผลดังกล่าว จึงสนับสนุนว่าความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่มมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

4. ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากที่กล่าวมาแล้วว่าการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เป็นการสอนที่เน้นการถ่ายโอนการเรียนรู้ และความสำคัญเกี่ยวกับการตรวจสอบความรู้เดิมของเด็ก ซึ่งจากการวิจัยพบว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น มีส่วนส่งเสริมในการพัฒนาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เพราะด้วยรูปแบบของการจัดการเรียนรู้ที่ประกอบไปด้วยขั้นตอนต่างๆ ซึ่งได้แก่ ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม ,ขั้นเร้าความสนใจ , ขั้นสำรวจค้นหา , ขั้นอธิบาย , ขั้นขยายความรู้ , ขั้นประเมินผล และขั้นนำความรู้ไปใช้ ซึ่งเมื่อสังเกตทั้ง 7 ขั้นตอน จะมีลักษณะที่สอดคล้องกับแนวคิดของเวียร์ (มนัสนันท์ สระทองเทียน. 2548 : 29 ; อ้างอิงจาก Weir. 1974 : 16 - 18) ได้กล่าวว่าเทคนิคการแก้ปัญหาที่นำไปประยุกต์ในวิธีการแก้ปัญหาที่นำมาอภิปรายกันในทางวิทยาศาสตร์การแก้ปัญหาขึ้นอยู่กับความเกี่ยวข้องกับการคิดและประสบการณ์การเรียนรู้ซึ่งจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องฝึกฝนคนให้มีความพยายามในการแก้ปัญหาและการพัฒนาทักษะในการแก้ปัญหาที่เขาประสบในชั้นเรียนและชีวิตประจำวัน จากหนังสือหลายเล่มทางด้านวิทยาศาสตร์ที่ได้กล่าวถึงวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาและการศึกษาค้นคว้า ซึ่งอาศัยการสังเกตอย่างรอบคอบและการวัดที่ถูกต้อง การนิยามปัญหาขึ้นด้วยความสัมพันธ์ของข้อเท็จจริงที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่ได้รวบรวมไว้ และตั้งสมมติฐานขึ้นเพื่ออธิบายปัญหาอย่างคร่าวๆ สำหรับการแก้ไขปัญหานั้นบางครั้งต้องอาศัยข้อมูลที่ถูกต้องมาช่วยเสริม ดังนั้นการทดลองจึงจำเป็นที่จะต้องนำมาใช้ในการแก้ปัญหาซึ่งจะต้องเตรียมไว้เพื่อให้เหมาะสมในการเก็บข้อมูลและผลลัพธ์ที่จำเป็นในการตีความหมายต่อไปและเมื่อคำถามเกิดขึ้น การดำเนินการเพื่อที่จะตอบคำถามก็คือการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งวิธีการทางวิทยาศาสตร์สามารถใช้แก้ปัญหาได้อย่างประสบผลสำเร็จตลอดมาและการเรียนวิทยาศาสตร์นั้นเวลาส่วนใหญ่ถูกใช้ไปในกิจกรรมแก้ปัญหา การเน้นอย่างสม่ำเสมอในเรื่องเทคนิคของการแก้ปัญหา สามารถช่วยให้นักเรียนมีความเชื่อมั่นว่าการคิดคือทักษะซึ่งสามารถพัฒนาและปรับปรุงได้หากรู้ว่ามีวิธีการอย่างไร ขณะที่นักเรียนได้พบปัญหาที่ยุ่งยากและน่าพิศวง เขาจะเกิดความระมัดระวังมากยิ่งขึ้นโดยเฉพาะรูปแบบการคิด ทั้งจุดดีและจุดด้อยของวิธีการคิดรวมถึงการคิดอย่างเป็นระบบ ซึ่งสิ่งเหล่านี้เป็นสาเหตุทำให้เกิดความสำเร็จหรือความล้มเหลวต่อการแก้ปัญหา ซึ่งเมื่อ

พิจารณาถึงขั้นตอนของรูปแบบการจัดการรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ก็น่าจะส่งผลต่อการพัฒนาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้สูงขึ้น นอกจากนี้แล้วในงานวิจัยของพฤกษ์ โปร่งสำโรง (2549 : 80) ได้กล่าวว่าในขั้นตอนสำรวจค้นหาและขั้นอธิบายลงข้อสรุป ครูออกแบบกิจกรรมให้นักเรียนได้ฝึกตั้งปัญหา ออกแบบการทดลอง รวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล นำเสนอข้อมูลและสรุปผล ซึ่งขั้นตอนเหล่านี้เป็นกระบวนการแก้ปัญหาที่นักเรียนได้ปฏิบัติได้ด้วยตัวนักเรียนเอง ซึ่งสลาวิน (Slavin. 1994 : 224 - 225) กล่าวโดยสรุปว่า แนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เป็นกระบวนการพัฒนาทางสติปัญญาที่นักเรียนมีบทบาทในการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยพยายามค้นพบความรู้จากการตรวจสอบข้อมูลที่ขัดกับความรู้เดิม กระบวนการสร้างความรู้เป็นไปอย่างต่อเนื่องทั้งการดูดซึมและการปรับขยายข้อมูลกลายเป็นความรู้ใหม่ที่มีความซับซ้อนขึ้น ดังนั้นเมื่อนักเรียนได้สร้างความรู้ด้วยตนเองจึงมีส่วนช่วยให้ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนสูงขึ้น จากเหตุผลดังกล่าว จึงสนับสนุนว่าความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

5. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมี 1 ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่มและการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ก่อนเรียนและหลังเรียน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

จากการศึกษารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่มและการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ทั้งสองรูปแบบก็มีข้อดีที่แตกต่างกันออกไป กล่าวคือ การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่ม เป็นการจัดการเรียนการสอนที่สนับสนุนสภาพธรรมชาติที่มีหลายระดับในห้องเรียนในการเพิ่มคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และติวกันเองจะเป็นหัวใจของการร่วมมือภายในทีม ซึ่งประกอบไปด้วยสมาชิกที่มีความแตกต่างกันผ่านเกมทางวิชาการ ซึ่งการใช้เกมในชั้นเรียนจะเป็นการใช้สภาพที่เป็นจริง จะช่วยเพิ่มพลังความทะเยอทะยานต่อวิชาการและการปฏิสัมพันธ์ภายในกลุ่ม โดยใช้ห้องเรียนเป็นสื่อกลางในการสร้างค่านิยมนี้ นอกจากนี้ยังพบว่าปัจจุบันเกมทางวิชาการมีความก้าวหน้าไปหลายส่วน (Boocock & Schild. 1968) มีผลงานของอัลเลนและคนอื่นๆ (Allen and others. 1970) ปรากฏออกมาหลายลักษณะ ในการพัฒนาเกม เช่น หนังสืออีเควชั่น (Equations) ของอัลเลน (Allen.1969) จะมีเกมที่เป็นพื้นฐานแก่นักเรียนในห้องที่มีความแตกต่างทางความสามารถอย่างมาก ดังนั้นการบูรณาการเกมเข้าไปในชั้นเรียนจึงช่วยพัฒนาเจตคติของนักเรียน และกระตุ้นทักษะพื้นฐาน ในลักษณะผสมผสานวิธีการที่ไม่ได้เป็นเพียงการสอนอยู่ในรูปแบบเดิมๆ แต่เพียงแบบเดียว ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของอรพรรณ พรสีมา (2540 : 43-44)ที่ว่า การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคการแข่งขันระหว่าง

กลุ่มจะส่งเสริมการเรียนรู้และทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น เนื่องจากผู้เรียนได้ ร่วมกันเรียนและร่วมกันเล่นเกมการแข่งขันตอบปัญหาทางวิชาการ จะช่วยให้ผู้เรียนเห็นคุณค่าของการเรียน และการที่ผู้เรียนเก่งช่วยอธิบายให้เพื่อนในกลุ่มฟัง จะช่วยให้ตนเองเข้าใจในเรื่องที่เรียนได้ดียิ่งขึ้น ส่วนนักเรียนที่เรียนไม่เก่งหรือเรียนช้าจะรู้สึกอบอุ่นไม่โดดเดี่ยว รู้สึกเป็นกันเองและกล้าซักถามปัญหาที่ไม่เข้าใจกับเพื่อน จนเกิดการเรียนรู้ได้ดีขึ้น ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนสูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของเกษม วิจิโน (2535 : บทคัดย่อ) ,รัตนา เจียมบุญ (2540 : บทคัดย่อ) , ศรีภรณ์ ณะวงศ์ษา (2542 : บทคัดย่อ) และสลาวิน (Slavin. 1980) ที่ได้นำเอารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่มไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ และส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

ส่วนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ซึ่งเป็นการสอนที่เน้นการถ่ายโอนการเรียนรู้ และความสำคัญเกี่ยวกับการตรวจสอบความรู้เดิมของเด็กซึ่งก็มีข้อดีอยู่หลายประการ และสามารช่วยให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงสิ่งต่างๆได้ ซึ่งจะส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และสอดคล้องกับคำกล่าวของแอคคินสัน ; และชิฟริน (Atkinson ; & Shiffrin. 1968 ; citing Minizes ; et al., 1977 : 421) ที่เสนอขั้นตอนของการสร้างความรู้ โดยเริ่มจากการรับรู้ผ่านประสาทสัมผัสทั้งห้า ได้แก่ การสัมผัส การได้ยิน การมองเห็น การดมกลิ่น และการชิมรส ข้อมูลต่างๆที่ผู้เรียนใส่ใจจะเคลื่อนย้ายเข้าสู่ความจำระยะสั้นอย่างรวดเร็ว กระบวนการที่ข้อมูลจะถูกเก็บเข้าไปในความจำระยะสั้นมี 2 อย่าง คือ การรู้จักและการใส่ใจ ขั้นต่อมาคือการเรียกคืนความรู้ที่จัดเก็บอยู่ในความทรงจำระยะยาว การจัดเก็บความรู้เกี่ยวข้องกับการกระตุ้นมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องในความจำระยะยาวและมโนทัศน์ที่ถูกกระตุ้นนี้จะลดความยาวของเครือข่ายมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องลง มโนทัศน์ที่ถูกกระตุ้นก็จะถูกเรียกเข้าสู่ความจำระยะสั้น ขั้นสุดท้ายคือการเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลที่ได้จากการรับรู้ผ่านประสาทสัมผัสกับข้อมูลที่เป็นความรู้เดิม ในการเชื่อมโยงข้อมูลนั้น ต้องมีการเรียกคืนความรู้ที่จัดเก็บอยู่ในความทรงจำระยะยาว โดยการเชื่อมนั้น เป็นการอธิบาย การแปลความหมาย การประเมิน การเปรียบเทียบ และการโต้แย้งข้อมูลใหม่กับความรู้เดิมทำให้เกิดการดูดซึมและการปรับโครงสร้างทางความคิด ซึ่งสิ่งเหล่านี้เองจะช่วยพัฒนาให้นักเรียนสามารถเชื่อโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ได้ และส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรียนสูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของขวัญใจ สุขรมณ์ (2549 : บทคัดย่อ) ,รุ่งทิพย์ ร่มจำปา (2549 : บทคัดย่อ), พฤกษ์ โปร่งสำโรง (2549 : บทคัดย่อ) , ปิยวรรณ ประเสริฐไทย (2549 : บทคัดย่อ) และโซเมอร์ (Somer. 2005 : 30) ที่ได้นำเอารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ในวิชาทางด้านวิทยาศาสตร์ซึ่งส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้น จากเหตุผลดังกล่าว จึงสนับสนุนว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้ทั้งสองรูปแบบ ล้วนส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้น จึงแสดงให้เห็นว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมี 1 ของนักเรียนที่

ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่มและแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ก่อนเรียนและหลังเรียนไม่แตกต่างกันทางสถิติ

6. ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่มและการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ก่อนเรียนและหลังเรียน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

จากการศึกษารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่มและการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ทั้งสองรูปแบบก็ต่างสนับสนุนความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่มจะมีลักษณะกระตุ้นให้ผู้เรียนสนใจและตั้งใจเรียนอย่างต่อเนื่อง กระตือรือร้นในการค้นคว้าหาความรู้และทบทวนบทเรียนให้เข้าใจเป็นการเตรียมที่จะเข้าร่วมเกมการแข่งขันตอบปัญหาทางวิชาการ เพื่อสะสมคะแนนความสามารถของกลุ่มและบรรลุเป้าหมายที่ต้องการ นอกจากนี้แล้วยังส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความสามารถในการแก้ปัญหาและความรับผิดชอบ เนื่องจากกิจกรรมการแข่งขันระหว่างกลุ่มด้วยเกมตอบปัญหาทางวิชาการจะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความรับผิดชอบในการเรียนรู้ของตนเองและเพื่อนร่วมกลุ่ม เพื่อจะมีความสามารถทำคะแนนสะสมได้สูงถึงเกณฑ์ตามเป้าหมาย และขณะที่เล่นเกมนักเรียนจะต้องคิดคำนวณ คิดแก้ปัญหาเพื่อให้ได้ข้อสรุปเพื่อจะตอบปัญหานั้น เป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความสามารถในการแก้ปัญหาและการทำงานกลุ่ม มีการอภิปรายและแก้ไขปัญหาร่วมกันกับเพื่อน พร้อมกับลงมือปฏิบัติร่วมกันตามขั้นตอนที่กำหนดไว้จากมติของกลุ่มในการแก้ปัญหา (อรพรรณ พรสีมา. 2540 : 43-44) ส่วนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ในแต่ละขั้นตอนก็ล้วนแต่ส่งเสริมพัฒนาการด้านความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเริ่มจากขั้นตรวจสอบความรู้เดิม ก็มักจะมีคำถามจากครูผู้สอนเพื่อกระตุ้นให้เด็กได้แสดงความรู้เดิม การนำวิทยาศาสตร์มาใช้ในชีวิตประจำวัน และเด็กสามารถเชื่อมโยงการเรียนรู้ไปยังประสบการณ์ที่ตนมี นั่นแสดงให้เห็นว่านักเรียนได้ทราบว่าสิ่งใดคือปัญหา หลังจากนั้นครูก็มักจะเร้าความสนใจ เพื่อนำนักเรียนเข้าสู่การตั้งสมมติฐานของปัญหาเหล่านั้น ซึ่งอาจเกิดความสนใจของนักเรียน หรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นในช่วงเวลานั้น หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เด็กเพิ่งเรียนรู้มาแล้ว ถัดมานักเรียนก็จะเริ่มหาคำตอบของสิ่งเหล่านั้น ก็คือ ขั้นสำรวจค้นหา เมื่อนักเรียนทำความเข้าใจประเด็นหรือคำถามที่สนใจจะศึกษาอย่างถ่องแท้แล้ว ก็มีการวางแผน กำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติ เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อสนเทศหรือปรากฏการณ์ต่างๆ วิธีการตรวจสอบ อาจทำได้หลายวิธี ขั้นถัดมาเมื่อนักเรียนได้ข้อมูลมาแล้ว นักเรียนจะนำข้อมูลเหล่านั้นมาทำ

การวิเคราะห์แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่างๆ เช่น บรรยายสรุป สร้างแบบจำลอง รูปวาด ตาราง กราฟ ฯลฯ ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนเห็นแนวโน้มหรือความสัมพันธ์ของข้อมูล สรุปและอภิปรายผลการทดลอง โดยอ้างอิงประจักษ์พยานอย่างชัดเจนเพื่อนำเสนอแนวคิดต่อไป ขั้นนี้จะทำให้นักเรียนได้สร้างองค์ความรู้ใหม่ การค้นพบในขั้นนี้อาจเป็นไปได้หลายทาง เช่น สนับสนุน สมมติฐาน แต่ผลที่ได้จะอยู่ในรูปแบบใดก็สามารถสร้างความรู้ และช่วยนักเรียนได้เกิดการเรียนรู้ หลังจากนั้นก็จะเข้าสู่ขั้นขยายความรู้ ซึ่งช่วงนี้เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดเดิมที่ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่นๆ ถ้าใช้อธิบายเรื่องราวต่างๆ ได้มากก็แสดงว่ามีข้อจำกัดน้อย ซึ่งก็จะช่วยให้เชื่อมโยงเกี่ยวกับเรื่องราวต่างๆ และทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น เมื่อสิ้นสุดแล้วให้นักเรียนประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่างๆ ว่า นักเรียนรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด ขั้นนี้จะช่วยให้นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้มาประมวลและปรับประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่นๆ ได้ และขั้นสุดท้ายคือการขั้นนำความรู้ไปใช้ โดยครูอาจเปิดโอกาสให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้ไปปรับประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมและเกิดประโยชน์ต่อชีวิตประจำวัน ซึ่งจะเห็นว่าจากกิจกรรมดังกล่าวนักเรียนได้เรียนรู้ขั้นตอนต่างๆ ในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของพฤกษ์ โปร่งสำโรง (2549 : บทคัดย่อ) ที่ได้นำรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ในวิชาฟิสิกส์ซึ่งส่งผลให้ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนหลังเรียนสูงขึ้นกว่าก่อนเรียน จากเหตุผลดังกล่าว จึงสนับสนุนว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้ทั้งสองรูปแบบ ล้วนส่งผลให้ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนสูงขึ้น จึงแสดงให้เห็นว่าความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่มและแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ก่อนเรียนและหลังเรียนไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ข้อเสนอแนะ

จากผลการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะซึ่งอาจเป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอนและการวิจัยดังนี้

ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. ครูผู้สอนควรนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่มและการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ไปใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้เพราะรูปแบบการจัดการเรียนรู้ทั้งสองแบบช่วยให้ผู้สอนสามารถพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนให้มีความคิดในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้

2. ครูผู้สอนที่จะใช้การจัดการเรียนรู้ทั้งสองแบบควรจัดเตรียมความพร้อมในบทบาทของตนเอง โดยเฉพาะในกรณีการจัดการเรียนการสอนแบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่ม โดยการศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับการแข่งขัน เพื่อความเข้าใจในการทำกิจกรรม

3. ครูผู้สอนควรใช้เทคนิคการเสริมแรงอย่างเหมาะสมกับผู้เรียนในแต่ละกลุ่มที่ปฏิบัติกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนได้พัฒนาศักยภาพแห่งตน ทั้งนี้เพราะจากการสังเกตผู้เรียน พบว่าผู้เรียนในระดับชั้นนี้เป็นช่วงที่มีความคิดสร้างสรรค์และมีแนวคิดที่ดี ครูผู้สอนจึงควรส่งเสริมให้ผู้เรียนได้มีโอกาสคิดและปฏิบัติอย่างเสรี ดังนั้นผู้สอนจึงควรส่งเสริมทั้งรายบุคคลและเป็นกลุ่มเพื่อให้ผู้เรียนได้พัฒนาตนเองได้เต็มตามศักยภาพ

4. ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่ม ครูผู้สอนควรชี้แจงทำความเข้าใจกับนักเรียนทั้งขั้นตอนการเรียนและงานที่มอบหมายให้ทำอย่างชัดเจน พร้อมทั้งติดตามการทำงานของนักเรียนและหมุนเวียนหน้าที่ของสมาชิกในกลุ่ม ให้ได้มีโอกาสรับผิดชอบในทุกหน้าที่

5. ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่ม ครูผู้สอนควรออกแบบกิจกรรมให้ครบขั้นตอน ให้เสร็จสิ้นภายในคาบเรียนเพื่อลดปัจจัยอื่นๆ ที่อาจมาแทรกซ้อนงานวิจัยได้

6. ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ ครูควรกระตุ้นความสนใจของนักเรียนโดยใช้คำถามที่น่าสนใจ หรือเชื่อมโยงสถานการณ์ปัจจุบันเข้าสู่บทเรียน เรียงลำดับคำถามให้ชัดเจน ไม่ถามวกวน

ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัย

1. ควรนำรูปแบบการวิจัยนี้ไปวิจัยกับผู้เรียนกลุ่มอื่นๆ เช่น นักเรียนชั้นประถมศึกษาหรือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีอื่นๆ

2. ควรนำรูปแบบการวิจัยนี้ไปใช้ในการพัฒนาทักษะด้านอื่นๆ ให้แก่นักเรียนเพิ่มเติม เช่น ความรับผิดชอบ ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารญาณ เป็นต้น

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

กมลรัตน์ หล้าสุวงษ์. (2523). *จิตวิทยาการศึกษา.* กรุงเทพฯ : ภาควิชาการแนะแนวและจิตวิทยาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

กรมวิชาการ. (2535). *จิตวิทยาการศึกษา.* พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : ศรีเดชา. กรมวิชาการ.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2542). *คู่มือครูแนวทางจัดทำแผนการสอนพัฒนาศักยภาพ โครงการทดลองพัฒนาศักยภาพของเด็กไทย.* กรุงเทพฯ : กองวิจัยทางการศึกษา.

----------. (2545). *แนวทางการจัดทำหลักสูตรสถานศึกษา.* กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภา ลาดพร้าว.

----------. (2542). *หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.* กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภา ลาดพร้าว.

กาญจนา ฉัตรศรีสกุล. (2544). *การเปรียบเทียบความสามารถในการเขียนเค้าโครงงานภูมิปัญญาไทย การคิดแก้ปัญหาและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่สอนโดยใช้แบบฝึกการทำโครงงานภูมิปัญญาไทยทางวิทยาศาสตร์กับการสอนแบบสืบเสาะ.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

กิตติ กล่อมเกลี้ยง. (2532). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยมีการใช้สถานการณ์ฝึกกำหนดปัญหาและตั้งสมมติฐานกับไม่มีการใช้สถานการณ์ฝึกกำหนดปัญหาและตั้งสมมติฐาน.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม.(การมัธยมศึกษา) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

กัญญา ทองมั่น. (2534). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ด้านความรู้ความจำและด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม.(การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

ขวัญใจ สุขรมย์.(2549). *การเปรียบเทียบผลการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นและการเรียนสืบเสาะแบบสสวท. ที่มีต่อแนวความคิดเลือกเกี่ยวกับมโนมติชีววิทยา : ระบบนิเวศการถ่ายทอดพลังงานและวัฏจักรของสารและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.* วิทยานิพนธ์ กศ.ม.(การมัธยมศึกษา). มหาสารคาม : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. ถ่ายเอกสาร.

จงกลรัตน์ อาจศัตรู. (2544). *การศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามแนววัฏจักรการเรียนรู้ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.* วทม.(การศึกษาวิทยาศาสตร์). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. ถ่ายเอกสาร.

ชัยยงค์ พรหมวงศ์; และคณะ. (2520). การผลิตชุดการเรียนการสอน. *เทคโนโลยีและสื่อการศึกษา.* กรุงเทพฯ : ป.สัมพันธ์พาณิชย์ใ

ชุติมา ทองสุข. (2547). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ใช้แบบฝึกทักษะการทดลอง.* สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

ชูศรี วงศ์รัตนะ. (2546). *เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย.* พิมพ์ครั้งที่ 9. กรุงเทพฯ : เทพเนรมิตการพิมพ์.

ณัฐณิชา เติมสินวาณิช. (2550). *การการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถด้านความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนแบบร่วมมือ.* สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

ดรุณี พรายแสงเพ็ชร. (2548). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนแบบแก้ปัญหาโดยใช้สารสนเทศ.* สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

ทบวงมหาวิทยาลัย. (2525). *การพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา.* กรุงเทพฯ: คณะกรรมการการพัฒนาการสอนและวัสดุอุปกรณ์.

ทิศนา แขมมณี ; และคนอื่นๆ. (2545). *วิทยาการด้านการคิด.* กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์บริษัทเดอะมาสเตอร์กรุ๊ปแมเนจเม้นท์.

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ. (2541). *คิดเก่ง สมองไว.* กรุงเทพฯ: โปรดัคทีฟบุ๊ค.

นภาพร วงค์เจริญ. (2550). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบพหุปัญญา.* สารนิพนธ์ กศ.ม. (สาขาการมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

นันทิพิทย์ รองเดช. (2549). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถทางสติปัญญาด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมส่งเสริมพหุปัญญา.* สารนิพนธ์ กศ.ม.(การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

นารีรัตน์ ฟักสมบูรณ์. (2541). *การใช้ชุดส่งเสริมศักยภาพทางวิทยาศาสตร์ในการพัฒนาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และบุคลิกภาพนักวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม.(การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.

ประวิตร ชูศิลป์. (2524). *หลักการประเมินผลวิชาวิทยาศาสตร์แผนใหม่.* กรุงเทพฯ: ภาคพัฒนาตำราและเอกสารวิชาการ หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมการฝึกหัดครู.

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ. (2545). *พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545.* กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ.

พรรณนภา หาญบำรุง. (2548). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความฉลาดทางอารมณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สืบสวนเป็นกลุ่ม.* สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

พิมพันธ์ เดชะคุปต์. (2544). *การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญแนวคิดวิธีและเทคนิคการสอน 1.* กรุงเทพมหานคร; เดอะมาสเตอร์กรุ๊ปแมเนจเม้นท์.

พฤกษ์ โปร่งสำโรง (2549). *ผลของการใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E ในวิชาฟิสิกส์ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย,* วิทยานิพนธ์ ค.ม. (การสอนและเทคโนโลยีการศึกษา). กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.

พวงเพ็ญ สิงห์โตทอง. (2548). *การศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการสำรวจค้นหาทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์.* สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2529). *การสร้างและพัฒนาแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์.* กรุงเทพฯ : สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

----------. (2540). *วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์.* กรุงเทพฯ : สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ไพศาล หวังพานิช. (2523). *การวัดผลการศึกษา.* กรุงเทพฯ : สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ภพ เลาหไพบูลย์. (2537). *แนวการสอนวิทยาศาสตร์.* กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.

----------. (2540). *แนวการสอนวิทยาศาสตร์.* กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.

มณีรัตน์ เกตุไสว. (2540). *การศึกษาผลการจัดกิจกรรมการทดลองที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนมติทางวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

มนมนัส สุดสิ้น. (2543). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์และความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์วิจารณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนมติ.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

มนัสนันท์ สระทองเทียน. (2548). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.* สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

มาณิตย์ คดีพิศาล. (2541). *การศึกษาผลการสอนโดยการเรียนแบบร่วมมือกับการสอนตามคู่มือครูที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ในวิชาเคมีของนักเรียนในชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย.* สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

รุ่งชีวา สุขดี. (2531). *การศึกษาผลการฝึกออกแบบการทดลองในการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมปีที่ 6.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม.(วิทยาศาสตร์การศึกษา) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

รุ่งทิพย์ ร่มจำปา. (2549). *การเปรียบเทียบผลการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นและการเรียนสืบเสาะแบบสสวท. ที่มีต่อแนวความคิดเลือกเกี่ยวกับมโนมติชีววิทยา : การหมุนเวียนเลือดและก๊าซ และการกำจัดของเสียและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

ล้วน สายยศ; และ อังคณา สายยศ.(2538). *เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา*. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

----------. (2539). *เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้*. กรุงเทพฯ: ชมรมเด็ก.

วรกิตต์ ผ่องศรี. (2538). *ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้านความคิดรวบยอดและความสนใจในการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้โมชั่นพิคเจอร์กับการสอนตามคู่มือครู*. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

วรรณทิพา รอดแรงค้า. (2543). การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อให้สอดคล้องกับหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน. *เอกสารประกอบการอบรมโครงการประชุมเชิงปฏิบัติการเพื่อพัฒนาครูวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ : สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ(พว.).

วรรณี โสมประยูร. (2537). การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของเด็กประถมศึกษา. *ประมวลสารชุดวิชาสัมมนาการประถมศึกษา*. กรุงเทพฯ : สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

วัชรา เล่าเรียนดี. (2547, พฤศจิกายน – 2548, มีนาคม). เทคนิคการแก้ปัญหาอนาคต : ยุทธวิธีการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมทักษะการคิด. *วารสารศึกษาศาสตร์*. มหาวิทยาลัยศิลปากร. 2(2) : 43 - 52.

วัฒนาพร ระงับทุกข์. (2541). *การจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง*. กรุงเทพฯ : เลิฟแอนด์ลิพเพรส.

---------- . (2545). *ทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อพัฒนากระบวนการคิด*. กรุงเทพฯ : วัฒนาพานิช.

ศุภพงศ์ คล้ายคลึง. (2548). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะการทดลองโดยใช้ชุดปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์*. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา).กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2535). *ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.* กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

---------- . (2535). *คู่มือวัดประเมินผลทางวิทยาศาสตร์.*กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

---------- . (2546). *หนังสือการจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน.* กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

สมจิต สวธนไพบูลย์. (2527). *สมรรถภาพการสอนของครู : การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์.* กรุงเทพฯ : ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

---------- (2535). *การศึกษาผลของการจัดชั้นเรียนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โดยการสังเคราะห์งานวิจัยปีการศึกษา 2518 - 2534.* กรุงเทพฯ : ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

---------- (2535). *ธรรมชาติวิทยาศาสตร์.* ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

---------- (2537). *การศึกษาความสามารถการพึ่งพาตนเองด้านวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา จากการเรียนด้านกิจกรรมวิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยี.* กรุงเทพฯ : ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

---------- (2541). *การประชุมปฏิบัติการสอนวิทยาศาสตร์.* กรุงเทพฯ : ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.

สมใจ มีสมวิทย์. (2548). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนแบบอริยสัจ 4.* สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

สมศักดิ์ สินธุระเวชญ์. (2544). *การยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง และการประเมินตามสภาพจริง.* กรุงเทพฯ : เชียงใหม่โรงพิมพ์และศิลป์.

สมศรี เพชรขจร. (2531). *การศึกษาการใช้แบบฝึกการอภิปรายระหว่างนักเรียนที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา).กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

สุกัญญา ยุติธรรมนนท์. (2539). *ผลการใช้กระบวนการคิดแก้ปัญหาอนาคตตามแนวคิดของทอแรนซ์ที่มีต่อความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6.* วิทยานิพนธ์ ค.ม. (การประถมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สาวิตรี เครือใหญ่. (2548). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความคิดวิจารณญาณในสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ด้วยวงจรการเรียนรู้กับการสอนที่เน้นการเรียนแบบร่วมมือ* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

สายหยุด สมประสงค์. (2523). ยุทธศาสตร์การคิด. *โครงการส่งเสริมความเป็นเลิศทางวิชาการ.* กรุงเทพฯ : กรมสามัญศึกษา. ถ่ายเอกสาร.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2540). *ทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อพัฒนากระบวนการคิด : ต้นแบบการเรียนรู้ทางด้านทฤษฎีและแนวปฏิบัติ.* กรุงเทพฯ : สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ สำนักนายกรัฐมนตรี.

สำนักงานคณะกรรมการแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2544). *แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 9 พ.ศ. 2544 – 2549.* กรุงเทพฯ : สำนักงานฯ.

สำราญ วังนุราช. (2542). *การสร้างชุดฝึกอบรมด้วยตนเอง เรื่องการสอนเพื่อพัฒนากระบวนการคิด. รายงานการวิจัย.* กรุงเทพฯ : คณะกรรมการวิจัยการศึกษา การศาสนาและวัฒนธรรม กระทรวงศึกษาธิการ. ถ่ายเอกสาร.

สุมาลี โชติชุ่ม. (2544). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และเชาว์อารมณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยการสอนโดยใช้ชุดการเรียนวิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมเชาว์อารมณ์กับการสอนตามคู่มือครู.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา).กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

สุภาวรรณ ด่านสกุล. (2539). *การเปรียบเทียบความสามารถในการคิดแก้ปัญหา และการพึ่งตนเองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยการสอนกิจกรรมตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือการจัดกิจกรรม.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

สุลัดดา ลอยฟ้า. (2536). *รูปแบบการสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้*. ขอนแก่น : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ถ่ายเอกสาร.

สุวิทย์ มูลคำ. (2547). *กลยุทธ์การสอนคิดแก้ปัญหา*. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.

สุวิทย์ มูลคำ ; และ อรทัย มูลคำ. (2545). *21 วิธีการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนากระบวนการคิด*. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.

สุนทรี วัฒนพันธุ์. (2535). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการตัดสินใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภททดลองที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู*. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

หทัยรัช รังสุวรรณ. (2539). *ผลของการสอนโดยใช้แผนที่มโนมติที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ กายภาพชีวภาพด้านมโนมติ และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5*. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

หนึ่งนุช กาฬภักดี. (2543). *การเปรียบเทียบความสามารถในการคิดระดับสูงและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิซึมกับการสอนตามคู่มือครู*. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

อัญชลีพร เตชะศิรินุกูล. (2535). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดยใช้ชุดการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ด้วยยุทธวิธีการตัดสินใจกับการสอนตามคู่มือครู*. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

อนันต์ เลขวรรณวิจิตร. (2538). *การศึกษาผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้วีดีทัศน์วิชาวิทยาศาสตร์ คหกรรม และศิลปหัตถกรรม สำหรับนักเรียนชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ*. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

อรพรรณ พรสีมา. (2540). การเรียนแบบร่วมแรงร่วมใจ. *วารสารครุศาสตร์*. 26(2): 30-33.

อรสา เอี่ยมสะอาด. (2548). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ.* สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

อรทัย มูลคำ ; และคณะ. (2543). *การบูรณาการหลักสูตรและการเรียนการสอนโดยเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง.* พิมพ์ครั้งที่ 3 กรุงเทพมหานคร; ที.พี.พริ้นท์.

อุมาวิชนีย์ อาจพรม. (2546). *ผลการเรียนรู้จากห้องเรียนเสมือนวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสท์.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (เทคโนโลยีการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

อุดมลักษณ์ นกพึ่งพุ่ม. (2545). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ผังมโนมติ.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

Bard, Eugene Dwight. (1975, March). Development of a variable – Step Programmed System of Instruction For Collage Physical, *Dissertation Abstracts International.* 35(a) : 5947 - A.

Bloom, Benjamin S. (1956). *Taxonomy of Education Objective Handbook I* : Cognitive Domain. New York: David Mackey Company, Inc.

Bybee, R. ; & Loucks - Horsley, S. (2002, March). Implementing the national science education standard. *The Science Teacher*, 22 - 26.

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

Collins, O.W. (1990, March). The Impact of Computer – Assisted Instruction upon Student Achievement in Magenet School*. Dissertation Abstracts International.*

Dressel, Paul. (1995). Critical Thinking : The Goal of Education*, The Journal of the National Education Association.* 44 : 418 – 420.

Eisenkraft, Arthur. (2003). Expanding the 5E Model. *Science Education.* 5(6), 57 – 59.

Fan, Chung – Teh. (1952). *Item Analysis Table. Princeton.* New Jersey: Educational Services.

Gagne, Robert M. (1965). *The Condition of Learning. 3rd ed.* New York: Holt, Reinhart and Winston, Inc.

Good, Carter V. (1973). *Dictionary of Education*. Edited by Good, Carter V. New York: Mc Graw-Hill.

Guiford , J.P. (1967). *The Nature of Human Intelligence.* New York: Mc Graw Hill.

Hoolowell, Kothleem Am. (1977). A Flow Chart Model of Cognitive Process in Mathmatical Problem-Solving. *Dissertation Abstract International* . 37: 7373 - 8015 A

Hoover, Carolyn J. (1999, March). Effect of System – Model Diagrams with Scientific Text on Explanative Recall and Problem Solving Performance of Community College Student, *Dissertation Abstract International.* CD-ROM. 59(9).

Jolly, Anju B. (1999, March). The Effectiveness of Learning with Concept Mapping on the Science Problem – Solving of Sixth – Grade Children, *Dissertation Abstract International.* CD-ROM. 49(9).

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

Mahan, Luther A. (1970,October). Which Extreme Variant of the Problem-Solving Method of Teaching Should be More Characteristic of the Many Teacher Variation of Problem-Solving Teaching. *Science Education.* 54 (4) : 309-316

Nabor, OG. (1975). A Comparative Study of Academic Achievement and Problem-Solving Abilities of Blank Pupils at the Intermediate Level on Computer Supported Instructional Program. *Dissertation Abstracts International.* 36 : 3241 - 3242A.

Olarinoye, Rappel. (1979, February). A Comparative Study of the Effectiveness of Teaching A Secondary, *Dissertation Abstracts International.* 39 : 4848-A.

Piaget, J & Inhelder. (1964) *The growth of Logic From Childhood to Adolescence*. New York : Basic Book.

Piaget, J. (1969). *The Origins of Intelligence in Children*. New York: W.W. Norton.

Scott, William A. (1962). *Introduction to Psychological Research*. New York: John Wiley & Son Inc.

Shaw, Terry J. (1977, March). The Effect of Problem Solving Training in Science Upon Utilization of Problem Solving Skills in Science and Social Studies, *Dissertation Abstract International.* CD-ROM. 49(9).

Slavin, R.E. (1994). *Education psychology theory and practice.* Massachusetts: Allyn and Bacon.

Smith, Patty Templeton. (1994, January). Instructional method effects on Student attitude and achievement, *Dissertation Abstract International.* 54(7): 2528-A.

Somer, R.L. (2005). *Putting down roots in environmental literacy: A study of middle school student' participation in Louisiana sea grant's coastal roots project.* Retrieved August 15, 2010. from: http://etd.lsu/docs/available/etd-04142005-104733/ unrestricted/ Somers_thesis.pdf.

Trueblood, C.R.; & Szmbo, M. (1974). Procedures for Designing Your Own Metric Games for Pupil Involvement. *The Arithmetic Teacher.* 21(5) : 405-408.

Weir, John Joseph. (1974, April). Problem Solving is Everybody' Problem, *Science Teacher.* (4) : 16-18.

William, Jame Milford. (1981,October). A Comparison Study of Tradition Teaching Procedures on Student Attitude Achievement and Critical Thinking Ability in Eleventh Grade United State History. *Dissertation Abstracts International.* 42(4) : 1605 - A

Young, Richad C. (1970, February). The Murturance of Independent and Learning in Fourth Grade Children Through Inquiry Development: Final Report. *Research in Educational.* 5(2) : 53.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

- ผู้ทรงคุณวุฒิที่ตรวจเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย (4 ท่าน)

ผู้ทรงคุณวุฒิที่ตรวจเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการแนะนำ ตรวจสอบแก้ไขเครื่องมือ เพื่อทำปริญญานิพนธ์ด้านต่างๆ ดังนี้

- แผนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่ม
- แผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น

อาจารย์พรรณิภา	กิจเอก	โรงเรียนปทุมวิไล จังหวัดปทุมธานี
อาจารย์สาริณี	วังธนะรุ่งโรจน์	โรงเรียนรัตนาธิเบศร์ จังหวัดนนทบุรี
อาจารย์วารีย์	บุญลือ	โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย ปทุมธานี

- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมี 1
- แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

อาจารย์พรรณิภา	กิจเอก	โรงเรียนปทุมวิไล จังหวัดปทุมธานี
อาจารย์สาริณี	วังธนะรุ่งโรจน์	โรงเรียนรัตนาธิเบศร์ จังหวัดนนทบุรี
อาจารย์จุฑารัตน์	ใจงาม	โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย ปทุมธานี

ภาคผนวก ข

- ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่ม และแผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น
- ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมี 1 และแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
- ผลการวิเคราะห์ความยากง่าย อำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมี 1 และแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
- ผลการวิเคราะห์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมี 1 และแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ตาราง 11 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่ม

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ			IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
1	1	1	1	1.00
2	1	1	1	1.00
3	1	1	1	1.00
4	1	1	1	1.00
5	1	1	1	1.00
6	1	1	1	1.00
7	1	1	1	1.00

ตาราง 12 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ			IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
1	1	1	1	1.00
2	1	1	1	1.00
3	1	1	1	1.00
4	1	1	1	1.00
5	1	1	1	1.00
6	1	1	1	1.00
7	1	1	1	1.00

ตาราง 13 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมี 1

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ			IOC	ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ			IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
1	1	1	1	1.00	21	1	1	1	1.00
2	1	1	1	1.00	22	1	1	1	1.00
3	1	1	1	1.00	23	1	1	1	1.00
4	1	1	1	1.00	24	1	1	1	1.00
5	1	1	1	1.00	25	1	1	1	1.00
6	1	1	1	1.00	26	1	1	1	1.00
7	1	1	1	1.00	27	1	1	1	1.00
8	1	1	1	1.00	28	1	1	1	1.00
9	1	1	1	1.00	29	1	1	1	1.00
10	1	1	1	1.00	30	1	1	1	1.00
11	1	1	1	1.00	31	1	1	1	1.00
12	1	1	1	1.00	32	1	1	1	1.00
13	1	1	1	1.00	33	1	1	1	1.00
14	1	1	1	1.00	34	1	1	1	1.00
15	1	1	1	1.00	35	1	1	1	1.00
16	1	1	1	1.00	36	1	1	1	1.00
17	1	1	1	1.00	37	1	1	1	1.00
18	1	1	1	1.00	38	1	1	1	1.00
19	1	1	1	1.00	39	1	1	1	1.00
20	1	1	1	1.00	40	1	1	1	1.00

ตาราง 14 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ			IOC	ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ			IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
1	1	1	1	1.00	21	1	1	1	1.00
2	1	1	1	1.00	22	1	1	1	1.00
3	1	1	1	1.00	23	1	1	1	1.00
4	1	1	1	1.00	24	1	1	1	1.00
5	1	1	1	1.00	25	1	1	1	1.00
6	1	1	1	1.00	26	1	1	1	1.00
7	1	1	1	1.00	27	1	1	1	1.00
8	1	1	1	1.00	28	1	1	1	1.00
9	1	1	1	1.00	29	1	1	1	1.00
10	1	1	1	1.00	30	1	1	1	1.00
11	1	1	1	1.00	31	1	1	1	1.00
12	1	1	1	1.00	32	1	1	1	1.00
13	1	1	1	1.00	33	1	1	1	1.00
14	1	1	1	1.00	34	1	1	1	1.00
15	1	1	1	1.00	35	1	1	1	1.00
16	1	1	1	1.00	36	1	1	1	1.00
17	1	1	1	1.00	37	1	1	1	1.00
18	1	1	1	1.00	38	1	1	1	1.00
19	1	1	1	1.00	39	1	1	1	1.00
20	1	1	1	1.00	40	1	1	1	1.00

ตาราง 15 การหาค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมี 1 เรื่องปริมาณสัมพันธ์

ข้อที่	p	r	หมายเหตุ	ข้อที่	p	r	หมายเหตุ
1	.76	.77	คัดไว้	21	.65	.54	คัดไว้
2	.65	.54	คัดไว้	22	.76	.77	คัดไว้
3	.76	.77	คัดไว้	23	.76	.77	คัดไว้
4	.76	.77	คัดไว้	24	.76	.33	คัดไว้
5	.76	.77	คัดไว้	25	.44	.39	คัดไว้
6	.51	.25	คัดไว้	26	.76	.77	คัดไว้
7	.76	.33	คัดไว้	27	.65	.54	คัดไว้
8	.57	.38	คัดไว้	28	.71	.44	คัดไว้
9	.58	.63	คัดไว้	29	.65	.54	คัดไว้
10	.42	.62	คัดไว้	30	.65	.54	คัดไว้
11	.70	.82	คัดไว้	31	.63	.27	คัดไว้
12	.76	.77	คัดไว้	32	.65	.54	คัดไว้
13	.76	.77	คัดไว้	33	.76	.77	คัดไว้
14	.76	.77	คัดไว้	34	.76	.33	คัดไว้
15	.76	.33	คัดไว้	35	.65	.54	คัดไว้
16	.65	.54	คัดไว้	36	.71	.44	คัดไว้
17	.57	.38	คัดไว้	37	.76	.77	คัดไว้
18	.76	.77	คัดไว้	38	.36	.58	คัดไว้
19	.58	.63	คัดไว้	39	.63	.27	คัดไว้
20	.71	.44	คัดไว้	40	.36	.58	คัดไว้

ผลการวิเคราะห์ความเชื่อมั่น KR-20 .8909

ตาราง 16 การหาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

สถานการณ์ที่	ข้อที่	p	r
1	1	.70	.82
	2	.76	.77
	3	.76	.77
	4	.76	.77
2	1	.76	.33
	2	.58	.63
	3	.65	.54
	4	.70	.82
3	1	.37	.27
	2	.65	.54
	3	.71	.44
	4	.65	.54
4	1	.76	.77
	2	.50	.50
	3	.76	.77
	4	.76	.77
5	1	.57	.38
	2	.76	.77
	3	.70	.82
	4	.76	.77
6	1	.76	.77
	2	.76	.77
	3	.76	.33
	4	.57	.38

ตาราง 16 (ต่อ)

สถานการณ์ที่	ข้อที่	P	r
7	1	.76	.77
	2	.50	.50
	3	.71	.44
	4	.65	.54
8	1	.71	.44
	2	.76	.77
	3	.76	.77
	4	.63	.27
9	1	.76	.77
	2	.25	.32
	3	.36	.53
	4	.63	.27
10	1	.76	.77
	2	.76	.33
	3	.71	.44
	4	.76	.77

ผลการวิเคราะห์ความเชื่อมั่น KR-20 .8985

ภาคผนวก ค

- ตารางคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมี 1 ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่ม
- ตารางคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมี 1 ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น
- ตารางคะแนนความสามารถในการคิดแก้ปัญหาก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่ม
- ตารางคะแนนความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น

ตาราง 17 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมี 1 ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่ม

คนที่	**ก่อนเรียน** (X_1)	**หลังเรียน** (X_2)	**ผลต่าง** (D_1)	$D_1 - MD_1$	$(D_1 - MD_1)^2$
1	8	23	15	-4.87	23.72
2	7	28	21	1.13	1.28
3	6	27	21	1.13	1.28
4	7	29	22	2.13	4.54
5	8	38	30	10.13	102.62
6	8	23	15	-4.87	23.72
7	8	36	28	8.13	66.10
8	4	25	21	1.13	1.28
9	6	26	20	0.13	0.02
10	10	37	27	7.13	50.84
11	7	24	17	-2.87	8.24
12	6	24	18	-1.87	3.50
13	4	20	16	-3.87	14.98
14	6	24	18	-1.87	3.50
15	6	21	15	-4.87	23.72
16	7	25	18	-1.87	3.50
17	8	35	27	7.13	50.84
18	6	21	15	-4.87	23.72
19	10	32	22	2.13	4.54
20	9	31	22	2.13	4.54
21	14	34	20	0.13	0.02
22	15	35	20	0.13	0.02
23	16	38	22	2.13	4.54
24	15	34	19	-0.87	0.76
25	14	32	18	-1.87	3.50

ตาราง 18 (ต่อ)

คนที่	ก่อนเรียน (X_1)	หลังเรียน (X_2)	ผลต่าง (D_1)	$D_1 - MD_1$	$(D_1 - MD_1)^2$
26	16	37	21	1.13	1.28
27	15	37	22	2.13	4.54
28	13	32	19	-0.87	0.76
29	14	35	21	1.13	1.28
30	13	34	21	1.13	1.28
31	13	27	14	-5.87	34.46
32	5	20	15	-4.87	23.72
33	15	36	21	1.13	1.28
34	13	32	19	-0.87	0.76
35	15	32	17	-2.87	8.24
36	14	35	21	1.13	1.28
37	13	34	21	1.13	1.28
38	10	26	16	-3.87	14.98
$\sum$	384	1139	755		520.34
	$\overline{X_1} = 10.11$	$\overline{X_2} = 29.97$	$MD_1 = 19.87$		
	SD = 3.8750	SD = 5.7067			

ตาราง 18 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมี 1 ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น

คนที่	ก่อนเรียน (X_1)	หลังเรียน (X_2)	ผลต่าง (D_2)	$D_2 - MD_2$	$(D_2 - MD_2)^2$
1	5	22	17	-3.08	9.49
2	7	29	22	1.92	3.69
3	5	28	23	2.92	8.53
4	6	27	21	0.92	0.85
5	9	30	21	0.92	0.85
6	5	39	34	13.92	193.77
7	6	28	22	1.92	3.69
8	4	27	23	2.92	8.53
9	7	27	20	-0.08	0.01
10	10	34	24	3.92	15.37
11	7	33	26	5.92	35.05
12	6	21	15	-5.08	25.81
13	6	29	23	2.92	8.53
14	7	35	28	7.92	62.73
15	5	22	17	-3.08	9.49
16	4	20	16	-4.08	16.65
17	6	25	19	-1.08	1.17
18	7	21	14	-6.08	36.97
19	6	28	22	1.92	3.69
20	5	20	15	-5.08	25.81
21	15	39	24	3.92	15.37
22	10	32	22	1.92	3.69
23	13	37	24	3.92	15.37
24	11	32	21	0.92	0.85
25	13	33	20	-0.08	0.01

ตาราง 18 (ต่อ)

คนที่	ก่อนเรียน (X_1)	หลังเรียน (X_2)	ผลต่าง (D_2)	$D_2 - MD_2$	$(D_2 - MD_2)^2$
26	10	27	17	-3.08	9.49
27	9	27	18	-2.08	4.33
28	10	28	18	-2.08	4.33
29	9	26	17	-3.08	9.49
30	12	30	18	-2.08	4.33
31	11	27	16	-4.08	16.65
32	12	33	21	0.92	0.85
33	9	26	17	-3.08	9.49
34	14	32	18	-2.08	4.33
35	12	28	16	-4.08	16.65
36	11	29	18	-2.08	4.33
37	15	36	21	0.92	0.85
38	8	23	15	-5.08	25.81
$\sum$	372	1090	763		616.76
	$\overline{X_1} = 8.61$	$\overline{X_2} = 28.68$	$MD_1 = 20.08$		
	SD = 3.1669	SD = 5.0248			

ตาราง 19 คะแนนความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่ม

คนที่	**ก่อนเรียน** (X_1)	**หลังเรียน** (X_2)	**ผลต่าง** (D_1)	$D_1 - MD_1$	$(D_1 - MD_1)^2$
1	28	32	4	-5.79	33.52
2	29	36	7	-2.79	7.78
3	25	36	11	1.21	1.46
4	27	35	8	-1.79	3.20
5	30	40	10	0.21	0.04
6	22	33	11	1.21	1.46
7	26	40	14	4.21	17.72
8	28	34	6	-3.79	14.36
9	26	36	10	0.21	0.04
10	31	40	9	-0.79	0.62
11	28	37	9	-0.79	0.62
12	25	35	10	0.21	0.04
13	17	28	11	1.21	1.46
14	18	30	12	2.21	4.88
15	15	28	13	3.21	10.30
16	28	34	6	-3.79	14.36
17	32	40	8	-1.79	3.20
18	18	27	9	-0.79	0.62
19	30	36	6	-3.79	14.36
20	29	34	5	-4.79	22.94
21	28	38	10	0.21	0.04
22	25	40	15	5.21	27.14
23	33	40	7	-2.79	7.78
24	28	39	11	1.21	1.46
25	18	37	19	9.21	84.82

ตาราง 19 (ต่อ)

คนที่	**ก่อนเรียน (X_1)**	**หลังเรียน (X_2)**	**ผลต่าง (D_1)**	$D_1 - MD_1$	$(D_1 - MD_1)^2$
26	28	40	12	2.21	4.88
27	26	40	14	4.21	17.72
28	27	38	11	1.21	1.46
29	28	40	12	2.21	4.88
30	29	37	8	-1.79	3.20
31	27	36	9	-0.79	0.62
32	18	25	7	-2.79	7.78
33	29	40	11	1.21	1.46
34	24	37	13	3.21	10.30
35	28	36	8	-1.79	3.20
36	31	40	9	-0.79	0.62
37	29	38	9	-0.79	0.62
38	24	32	8	-1.79	3.20
$\sum$	992	1364	372		334.32
	$\overline{X_1} = 26.11$	$\overline{X_2} = 35.89$	$MD_1 = 9.79$		
	4.4588	4.0987			

ตาราง 20 คะแนนความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น

คนที่	**ก่อนเรียน** (X_1)	**หลังเรียน** (X_2)	**ผลต่าง** (D_2)	$D_2 - MD_2$	$(D_2 - MD_2)^2$
1	26	33	7	-1.26	1.59
2	26	34	8	-0.26	0.07
3	28	36	8	-0.26	0.07
4	22	35	13	4.74	22.47
5	26	36	10	1.74	3.03
6	31	40	9	0.74	0.55
7	28	38	10	1.74	3.03
8	27	36	9	0.74	0.55
9	27	35	8	-0.26	0.07
10	32	39	7	-1.26	1.59
11	28	38	10	1.74	3.03
12	22	29	7	-1.26	1.59
13	29	35	6	-2.26	5.11
14	27	39	12	3.74	13.99
15	19	28	9	0.74	0.55
16	19	25	6	-2.26	5.11
17	22	32	10	1.74	3.03
18	18	26	8	-0.26	0.07
19	29	37	8	-0.26	0.07
20	20	24	4	-4.26	18.15
21	34	40	6	-2.26	5.11
22	26	38	12	3.74	13.99
23	28	40	12	3.74	13.99
24	31	37	6	-2.26	5.11
25	31	40	9	0.74	0.55

ตาราง 20 (ต่อ)

คนที่	**ก่อนเรียน (X_1)**	**หลังเรียน (X_2)**	**ผลต่าง (D_2)**	$D_2 - MD_2$	$(D_2 - MD_2)^2$
26	31	36	5	-3.26	10.63
27	26	37	11	2.74	7.51
28	32	35	3	-5.26	27.67
29	28	36	8	-0.26	0.07
30	31	39	8	-0.26	0.07
31	27	36	9	0.74	0.55
32	33	40	7	-1.26	1.59
33	30	37	7	-1.26	1.59
34	31	39	8	-0.26	0.07
35	29	38	9	0.74	0.55
36	29	39	10	1.74	3.03
37	32	40	8	-0.26	0.07
38	29	36	7	-1.26	1.59
$\sum$	1044	1358	314		177.37
	$\overline{X_1} = 27.47$	$\overline{X_2} = 35.74$	$MD_1 = 8.26$		
	4.0918	4.2534			

ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมี 1 ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง 1 โดยใช้สถิติ t-test แบบ Dependent Sample

จากสูตร $t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{\left[n\sum D^2 - \left(\sum D\right)^2\right]}{n-1}}}$

จะได้ $t = \frac{755}{\sqrt{\frac{(38)(15521) - (755)^2}{37}}}$

$t = \frac{755}{23.1172}$

$t = 32.65$

ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมี 1 ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง 2 โดยใช้สถิติ t-test แบบ Dependent Sample

จากสูตร $t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{\left[n\sum D^2 - \left(\sum D\right)^2\right]}{n-1}}}$

จะได้ $t = \frac{763}{\sqrt{\frac{(38)(15937) - (763)^2}{37}}}$

$t = \frac{763}{25.1681}$

$t = 30.32$

ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียน ของกลุ่มทดลอง 1 โดยใช้สถิติ t-test แบบ Dependent Sample

จากสูตร $t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{\left[n\sum D^2 - \left(\sum D\right)^2\right]}{n-1}}}$

จะได้ $t = \frac{372}{\sqrt{\frac{(38)(3976) - (372)^2}{37}}}$

$t = \frac{372}{18.53}$

$t = 20.28$

ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียน ของกลุ่มทดลอง 2 โดยใช้สถิติ t-test แบบ Dependent Sample

จากสูตร $t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{\left[n\sum D^2 - \left(\sum D\right)^2\right]}{n-1}}}$

จะได้ $t = \frac{314}{\sqrt{\frac{(38)(2772) - (314)^2}{37}}}$

$t = \frac{314}{13.50}$

$t = 23.26$

ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมี 1 ระหว่างกลุ่มทดลอง 1 กับกลุ่มทดลอง 2 โดยใช้สถิติ t-test แบบ Independent Sample ในรูป Difference Score

จากสูตร $t = \frac{MD_1 - MD_2}{S_{MD_1 - MD_2}}; df = n_1 + n_2 - 2$

ซึ่ง $S_{MD_1 - MD_2} = \sqrt{\frac{S_D^2}{n_1} + \frac{S_D^2}{n_2}}$

และ $S_D^2 = \frac{\sum (D_1 - MD_1)^2 + \sum (D_2 - MD_2)^2}{n_1 + n_2 - 2}$

จะได้ $S_D^2 = \frac{520.34 + 616.76}{38 + 38 - 2}$

$S_D^2 = 15.3662$

$S_{MD_1 - MD_2} = \sqrt{\frac{15.3662}{38} + \frac{15.3662}{38}}$

$S_{MD_1 - MD_2} = 0.8993$

$t = \frac{MD_1 - MD_2}{S_{MD_1 - MD_2}}; df = n_1 + n_2 - 2$

$t = \frac{20.07 - 19.86}{0.8993}$

$t = 0.2335$

ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างกลุ่มทดลอง 1 กับกลุ่มทดลอง 2 โดยใช้สถิติ t-test แบบ Independent Sample ในรูป Difference Score

จากสูตร $t = \frac{MD_1 - MD_2}{S_{MD_1 - MD_2}}; df = n_1 + n_2 - 2$

ซึ่ง $S_{MD_1 - MD_2} = \sqrt{\frac{S_D^2}{n_1} + \frac{S_D^2}{n_2}}$

และ $S_D^2 = \frac{\sum (D_1 - MD_1)^2 + \sum (D_2 - MD_2)^2}{n_1 + n_2 - 2}$

จะได้ $S_D^2 = \frac{334.32 + 177.37}{38 + 38 - 2}$

$S_D^2 = 6.9147$

$S_{MD_1 - MD_2} = \sqrt{\frac{6.9147}{38} + \frac{6.9147}{38}}$

$S_{MD_1 - MD_2} = 0.6033$

$t = \frac{MD_1 - MD_2}{S_{MD_1 - MD_2}}; df = n_1 + n_2 - 2$

$t = \frac{9.79 - 8.26}{0.6033}$

$t = 2.5361$

ภาคผนวก ง

- ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่ม
- ตัวอย่างแผนการจัดการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น
- ตัวอย่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมี 1
- ตัวอย่างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้

โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่ม

(TGT หรือ Team Game Tournament)

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ เวลา 20 ชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง มวลอะตอมและมวลอะตอมเฉลี่ย เวลา 2 คาบเรียน

วัน ที่ เดือน พ.ศ. 2553 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553

ชื่อผู้จัดกิจกรรม : นายขุนทอง คล้ายทอง สาขาวิชา เคมี

---

1. **มาตรฐานการเรียนรู้**

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. **สาระสำคัญ**

มวลอะตอม คือ มวลที่เกิดจากการเปรียบเทียบกับมวลมาตรฐาน (ไม่มีหน่วย) มวลของธาตุ 1 อะตอม คือมวลที่แท้จริงของธาตุนั้น 1 อะตอม มีหน่วยเป็นกรัม ส่วนมวลอะตอมเฉลี่ย เป็นค่ามวลอะตอมของธาตุที่มีหลายไอโซโทปในธรรมชาติ

3. **ผลการเรียนรู้**

อธิบายความหมายและคำนวณหามวลของธาตุ 1 อะตอม มวลอะตอม และมวลอะตอมเฉลี่ยได้

4. **จุดประสงค์การเรียนรู้**

1. **ด้านความรู้** นักเรียนสามารถ

1.1 อธิบายความหมายของมวลอะตอม คำนวณหามวลอะตอมของธาตุ มวลของธาตุ 1 อะตอมและมวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุได้

2. **ด้านทักษะ/กระบวนการ** นักเรียนได้พัฒนา

2.1 ทักษะการสังเกต

2.2 ทักษะการจำแนกประเภท

2.3 ทักษะการคำนวณ

2.4 ทักษะการจัดกระทำข้อมูล และการสื่อความหมาย

2.5 ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล

2.6 ทักษะการตีความหมายข้อมูล และลงข้อสรุป

2.7 กระบวนการกลุ่ม

3. **ด้านเจตคติ คุณธรรมและจริยธรรม** นักเรียนได้ส่งเสริม

3.1 ความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย รวมถึงความเป็นระเบียบเรียบร้อยและสะอาด

3.2 ความมีน้ำใจช่วยเหลือซึ่งกันและกัน ในการทำกิจกรรมกลุ่ม

3.3 ความกระตือรือร้นในการเรียนรู้และฝึกฝน

5. **สาระการเรียนรู้**

มวลอะตอม (Atomic mass) เป็นสมบัติของธาตุ ซึ่งธาตุแต่ละธาตุจะมีมวลอะตอมแตกต่างกัน การหามวลอะตอมของธาตุ ทำได้โดยการเปรียบเทียบกับ $\frac{1}{2}$ ของมวลของ C – 12 , 1 อะตอม ซึ่งมีมวลเท่ากับ 1.66×10^{-24} g หรือ 1 amu การหามวลอะตอมของธาตุสามารถหาได้ดังนี้

$$\text{มวลอะตอมของธาตุ} = \frac{\text{มวลของธาตุ 1 อะตอม (g)}}{\frac{1}{12}\text{ ของมวลของ C – 12 , 1 อะตอม (g)}}$$

$$= \frac{\text{มวลของธาตุ 1 อะตอม (g)}}{1.66 \times 10^{-24}\text{ (g)}}$$

$$= \frac{\text{มวลของธาตุ 1 อะตอม}}{\text{1 amu}}$$

ดังนั้นเราจะได้ความสัมพันธ์ดังนี้

$\frac{1}{12}$ ของมวลของ C – 12 , 1 อะตอม = 1.66×10^{-24} (g) = 1 amu

<u>ข้อสังเกต</u> มวลอะตอมจะไม่มีหน่วย แต่มวลของสาร 1 อะตอมจะมีหน่วยเป็นกรัมหรือ amu

มวลอะตอมเฉลี่ย (M) เป็นค่ามวลอะตอมของธาตุที่มีหลายไอโซโทปในธรรมชาติ ซึ่งหาได้จากสูตร

$$\text{มวลอะตอมเฉลี่ย (M)} = \frac{(\%m_1) + (\%m_2) + (\%m_3) + (\%m_n)}{100}$$

เมื่อ M = มวลอะตอมเฉลี่ย

% = เปอร์เซ็นต์ของธาตุแต่ละไอโซโทป

m = มวลอะตอมของแต่ละไอโซโทป

6. **กิจกรรมการเรียนรู้**

ขั้นนำ

1. ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้
2. ครูทบทวนความรู้เกี่ยวกับความหมายของไอโซโทป ทฤษฎีอะตอมของดอลตัน โดยเฉพาะในเรื่องที่ว่า อะตอมของธาตุต่างชนิดกันมีมวลไม่เท่ากัน และเน้นให้นักเรียนเข้าใจว่า อะตอมเป็นอนุภาคที่มีขนาดเล็กมากและไม่สามารถชั่งหามวลได้โดยตรง การหามวลอะตอมจึงใช้วิธีการเปรียบเทียบกับมวลของธาตุที่กำหนดเป็นมาตรฐาน
3. ครูแจกใบความรู้และแจ้งให้นักเรียนทราบว่า วันนี้จะทำการศึกษาตามใบความรู้ที่ 1 เรื่อง มวลอะตอมและมวลอะตอมเฉลี่ย

ขั้นสอน

1. ครูชี้แจงเกี่ยวกับการหามวลอะตอมว่ามีแนวทางในการคำนวณหามวลอะตอมเป็นอย่างไร และให้นักเรียนศึกษาจากหนังสือเรียนหน้าที่ 1 – 3 / ใบความรู้
2. เมื่อนักเรียนศึกษาข้อมูลเสร็จแล้ว ครูตั้งคำถามถามนักเรียนทั้งห้องให้ช่วยกันตอบ หรือเลือกถามทีละคน หรือให้อาสาสมัครตอบ โดยมีแนวคำถาม ดังนี้
    1) การคำนวณหามวลอะตอมในปัจจุบันคำนวณโดยการนำไปเปรียบเทียบกับมวลอะตอมของธาตุใด
    2) มวลของไฮโดรเจน 1 อะตอมหนักกี่กรัม
    3) $\frac{1}{12}$ ของมวลของ C – 12 , 1 อะตอมหนักกี่กรัม
    4) $\frac{1}{12}$ ของมวลของ C – 12 , 1 อะตอมมีค่ากี่ amu
    5) สูตรการคำนวณหามวลอะตอมเขียนได้อย่างไร
3. ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปเกี่ยวกับการคำนวณหามวลอะตอมและมวลของธาตุ 1 อะตอม โดยใช้แนวการตอบคำถามข้างต้นมาอธิบาย
4. เมื่อนักเรียนมีความเข้าใจดีแล้ว ครูยกตัวอย่างโจทย์เกี่ยวกับการคำนวณหา มวลอะตอมและมวลของธาตุ 1 อะตอม พร้อมทั้งแสดงวิธีทำให้เป็นตัวอย่างบนกระดาน 1 ข้อ จากนั้นข้อที่ 2 ครูยกตัวอย่างบนกระดาน แต่ให้นักเรียนทั้งห้องช่วยกันวิเคราะห์โจทย์ ช่วยกัน

อภิปรายและแสดงวิธีทำบนกระดาน โดยครูเป็นผู้ชี้แนะและให้คำปรึกษา ตัวอย่างโจทย์มีรายละเอียดดังนี้

ตัวอย่างที่ 1 ธาตุแมกนีเซียมมีมวลอะตอม 24.31 ธาตุแมกนีเซียม 1 อะตอมมีมวลเท่าใด

โจทย์กำหนด มวลอะตอมของแมกนีเซียม = 24.31

$\frac{1}{12}$ ของมวลของ C – 12 , 1 อะตอม ซึ่งมีมวลเท่ากับ 1.66×10^{-24} g

โจทย์ถาม ธาตุแมกนีเซียม 1 อะตอมมีมวลเท่าใด

วิธีทำ จากสูตร

$$\text{มวลอะตอมของ Mg} = \frac{\text{มวลของ Mg 1 อะตอม (g)}}{1.66 \times 10^{-24}\ \text{g}}$$

$$24.31 = \frac{\text{มวลของ Mg 1 อะตอม (g)}}{1.66 \times 10^{-24}\ \text{g}}$$

$$\text{มวลของ Mg 1 อะตอม} = 24.31 \times 1.66\ \text{g}$$

$$= 4.04 \times 10^{-23}\ \text{g}$$ **ตอบ**

ตัวอย่างที่ 2 ธาตุโซเดียม 10 อะตอม มีมวล 3.82×10^{-22} g มวลอะตอมของธาตุ Na มีค่าเท่าใด

โจทย์กำหนด Na 10 อะตอมมีมวล 3.82×10^{-22} g

$\frac{1}{12}$ ของมวลของ C – 12 , 1 อะตอม ซึ่งมีมวลเท่ากับ 1.66×10^{-24} g

โจทย์ถาม มวลอะตอมของ Na

วิธีทำ หามวลของ Na 1 อะตอม

$$\text{มวลของ Na 1 อะตอม} = \frac{3.82 \times 10^{-22}}{10}$$

$$= 3.82 \times 10^{-23}\ \text{g}$$

จากสูตร

$$\text{มวลอะตอมของ Na} = \frac{\text{มวลของ Na 1 อะตอม (g)}}{1.66 \times 10^{-24}\ \text{g}}$$

$$= \frac{3.82 \times 10^{-23}\ \text{g}}{1.66 \times 10^{-24}\ \text{g}}$$

$$= 23.01$$

เพราะฉะนั้นมวลอะตอมของธาตุ Na เท่ากับ 23.01 **ตอบ**

5. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปวิธีการหามวลอะตอม ซึ่งหาได้โดยการเปรียบเทียบกับ $\frac{1}{12}$ ของมวลของ C – 12 , 1 อะตอม ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1.66×10^{-24} g หรือ 1 amu และข้อแตกต่างของมวลอะตอม กับ มวลของธาตุ 1 อะตอม คือ มวลอะตอมจะไม่มีหน่วย ส่วนมวลของธาตุ 1 อะตอม มีหน่วย คือ อาจอยู่ในหน่วยกรัม หรือ amu ก็ได้
6. ครูมอบหมายให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดที่ 1 และแบบฝึกหัดในหนังสือเรียน

ขั้นจัดกลุ่ม

แบ่งกลุ่มนักเรียนกลุ่มละ 4 คน คละนักเรียนที่มีความสามารถ เก่ง ปานกลางและอ่อน เพื่อให้สมาชิกร่วมกันปฏิบัติกิจกรรมและเตรียมความพร้อมที่จะเข้าแข่งขัน

ขั้นการแข่งขัน

1. ผู้สอนแนะนำการแข่งขันให้ผู้เรียนทราบ
2. จัดผู้เรียนหรือสมาชิกตัวแทนของแต่ละทีมเข้าประจำโต๊ะการแข่งขัน ตามแผนผังรายชื่อ
3. ผู้สอนแนะนำเกี่ยวกับเกม โดยอธิบายจุดประสงค์และกติกาของการเล่นเกม
4. สมาชิกหรือผู้เรียนทุกคนเริ่มเล่นเกมพร้อมกัน ด้วยชุดคำถามที่เหมือนกันผู้สอนเดินตามโต๊ะการแข่งขันต่าง ๆ เพื่อตอบปัญหาข้อสงสัย
5. เมื่อการแข่งขันจบลง ให้แต่ละโต๊ะตรวจคะแนน จัดลำดับผลการแข่งขันและให้หาค่าคะแนนโบนัส
6. ผู้เข้าร่วมแข่งขันกลับไปเข้าทีมเดิมของตน พร้อมนำคะแนนโบนัสไปด้วย
7. กลุ่มนำคะแนนโบนัสของแต่ละคนมารวมกันเป็นคะแนนรวมของกลุ่ม อาจจะหาค่าเฉลี่ยหรือไม่ก็ได้ กลุ่มที่ได้คะแนนรวมสูงสุดจะได้รับการยอมรับว่าเป็นกลุ่มชนะเลิศ และรองชนะเลิศตามลำดับ

ขั้นสรุป

ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปบทเรียน และมอบรางวัลกลุ่มที่ได้คะแนนสูงสุดประจำสัปดาห์

7. **สื่อการเรียนรู้**

1. ใบความรู้ที่ 1 เรื่องมวลอะตอมและมวลอะตอมเฉลี่ย
2. แบบทดสอบที่ 1 เรื่องมวลอะตอมและมวลอะตอมเฉลี่ย
3. อุปกรณ์ประกอบการเล่นเกม

1) Game Sheet
2) กระดาษคำตอบ
3) กระดาษบันทึกคะแนนแต่ละเกม

4. คอมพิวเตอร์ อินเตอร์เน็ต
5. เว็บไซด์ต่าง ๆ เกี่ยวกับมวลอะตอมและมวลอะตอมเฉลี่ย เช่น

- http://www.sci.nu.ac.th
- http://chemsci.kku.ac.th
- http://www.vcharkarn.com
- http://www.mwit.ac.th
- http://www.lks.ac.th
- http://school.obec.go.th
- http://my.dek-d.com
- http://www.thainame.net
- http://www.eduzones.com

การวัดผลประเมินผล

วิธีการวัดและประเมินผล

1. วัดจากแบบฝึกหัดจากใบงานที่ 1 และ แบบทดสอบที่ 1
2. สังเกตการปฏิบัติ ซึ่งจะประเมินกระบวนการทำกิจกรรม การนำเสนอผลงานทำกิจกรรม การอภิปรายแสดงความคิดเห็น การสรุปความรู้
3. ประเมินความร่วมมือในการทำกิจกรรมกลุ่ม
4. ประเมินระหว่างกิจกรรม
5. ประเมินเจตคติ คุณธรรม ค่านิยม ที่นักเรียนแสดงให้เห็นตลอดกระบวนการเรียนรู้

เครื่องมือวัด

1. แบบฝึกหัดเกี่ยวกับมวลอะตอมและมวลอะตอมเฉลี่ย
2. แบบประเมินปฏิบัติกิจกรรมของตนและของกลุ่ม
3. แบบประเมินจิตพิสัยของผู้เรียนและของกลุ่ม

เกณฑ์การประเมิน

ทำแบบฝึกหัดและแบบทดสอบ ถูกร้อยละ 50

บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

รายวิชา เคมีเพิ่มเติม ว30222 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง มวลอะตอมและมวลอะตอมเฉลี่ย เวลา 2 คาบ

1. จำนวนนักเรียนที่ใช้สอน

   ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/3 จำนวนนักเรียนเต็ม 38 คน เข้าเรียน .....คน คิดเป็น.....%

2. ผลการจัดการเรียนรู้

   2.1 ความเหมาะสมของระยะเวลา ( ) ดีมาก ( ) ดี ( ) พอใช้ ( ) ต้องปรับปรุง

   2.2 ความเหมาะสมของเนื้อหา ( ) ดีมาก ( ) ดี ( ) พอใช้ ( ) ต้องปรับปรุง

   2.3 ความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนการสอน ( ) ดีมาก ( ) ดี ( ) พอใช้ ( ) ต้องปรับปรุง

   2.4 ความเหมาะสมของสื่อการสอนที่ใช้ ( ) ดีมาก ( ) ดี ( ) พอใช้ ( ) ต้องปรับปรุง

   2.5 พฤติกรรม/การมีส่วนร่วมของนักเรียน ( ) ดีมาก ( ) ดี ( ) พอใช้ ( ) ต้องปรับปรุง

   2.6 ผลการปฏิบัติกิจกรรม/ใบกิจกรรม การทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

   1.) **การประเมินผลความรู้หลังการเรียน** โดยใช้แบบทดสอบชนิดปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 10 ข้อ พบว่า นักเรียนได้คะแนนเฉลี่ย.....จากคะแนนเต็ม..... มีนักเรียนร้อยละ ..... ไม่ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำที่กำหนดไว้คือ ร้อยละ 60

   2.) **การประเมินด้านทักษะกระบวนการ** ผลการประเมินโดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรม พบว่ามีนักเรียนร้อยละ ..... ผ่านเกณฑ์การประเมิน และมีนักเรียนร้อยละ .....ไม่ผ่านเกณฑ์การประเมิน

   3.) **การประเมินด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์** ผลการประเมินโดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมพบว่ามีนักเรียนร้อยละ ..... ผ่านเกณฑ์การประเมิน และมีนักเรียนร้อยละ .....ไม่ผ่านเกณฑ์การประเมิน

ปัญหาที่ควรแก้ไข/พัฒนา	วิธีดำเนินการแก้ไข / พัฒนา	ผลการแก้ไข /พัฒนา
.....	.....	.....
.....	.....	.....
.....	.....	.....
.....	.....	.....

ลงชื่อ..... ผู้สอน/ผู้บันทึก
(นายขุนทอง คล้ายทอง)
ตำแหน่ง ครูผู้ช่วย

ลงชื่อ .....ผู้นิเทศ
(นายประยงค์ ปิยะนารถ)
ตำแหน่ง ครู คศ.2

ชื่อ.....นามสกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

ใบความรู้ที่ 1	เรื่อง มวลอะตอมและมวลอะตอมเฉลี่ย
จุดประสงค์	- อธิบายความหมายของมวลอะตอมได้ - คำนวณหามวลอะตอม มวลที่แท้จริงของอะตอมได้ - คำนวณหามวลอะตอมเฉลี่ย และปริมาณร้อยละไอโซโทปที่มีในธรรมชาติของธาตุได้

อะตอม มาจากภาษากรีก “Atomos” ซึ่งมีความหมายว่าแบ่งแยกไม่ได้ ดังนั้นอะตอมจึงเป็นอนุภาคที่เล็กที่สุดของธาตุที่ไม่สามารถแบ่งแยกได้อีกโดยวิธีทางเคมี

องค์ประกอบพื้นฐานของอะตอม ได้แก่ อิเล็กตรอน โปรตอน และนิวตรอน ซึ่งมีประจุไฟฟ้าเป็นประจุลบ ประจุบวก และเป็นกลาง ตามลำดับ โดยโปรตอนและนิวตรอนรวมกันอยู่ตรงกลางของอะตอม เรียกว่า นิวเคลียส และมีอิเล็กตรอนวิ่งอยู่รอบ ๆ นิวเคลียส ดอลตันเชื่อว่าอะตอมของธาตุต่างชนิดกันจะมีมวลไม่เท่ากัน จึงได้พยายามหามวลของอะตอมของธาตุแต่ละชนิด แต่เนื่องจากอะตอมมีขนาดเล็กและมีมวลน้อยมากจนนำมาชั่งไม่ได้ กล่าวคืออะตอมที่มีขนาดเล็กที่สุดคืออะตอมของธาตุไฮโดรเจน มีมวลประมาณ 1.66×10^{-24} กรัม และอะตอมที่ใหญ่ที่สุดจะมีมวลไม่เกิน 300 เท่าของไฮโดรเจน เนื่องจากอะตอมมีมวลน้อยมาก และไม่สะดวกแก่การชั่งนั่นเอง ในทางปฏิบัติจึงใช้วิธีเปรียบเทียบโดยพิจารณาว่าอะตอมของธาตุหนึ่งมีมวลมากกว่า หรือน้อยกว่าอะตอมของอีกธาตุหนึ่งกี่เท่า ค่าที่ได้จากการเปรียบเทียบดังกล่าวเรียกว่า “มวลอะตอม”

<u>การหามวลอะตอมโดยใช้ธาตุไฮโดรเจนเป็นมาตรฐาน</u>

ดอลตันพบว่าธาตุไฮโดรเจนเป็นธาตุที่เบาที่สุด จึงเสนอให้ใช้ไฮโดรเจนเป็นธาตุมาตรฐานในการเปรียบเทียบเพื่อหามวลของอะตอมของธาตุอื่น ๆ โดยกำหนดให้ไฮโดรเจน 1 อะตอม มีมวล 1 หน่วย หรือ 1 amu

$$1 \text{ amu} = 1 \text{ atomic mass unit} = 1.66 \times 10^{-24} \text{ กรัม}$$

เมื่อใช้ธาตุไฮโดรเจนเป็นมาตรฐานจึงกำหนดนิยามของมวลอะตอมดังนี้

“มวลอะตอม หมายถึง ตัวเลขที่บอกให้ทราบว่าธาตุนั้น 1 อะตอม มีมวลเป็นกี่เท่าของธาตุไฮโดรเจน 1 อะตอม”

เขียนเป็นสูตรแสดงความสัมพันธ์ได้ดังนี้

$$\text{มวลอะตอมของธาตุ} = \frac{\text{มวลของธาตุ 1 อะตอม}}{1.66 \times 10^{-24} \text{ กรัม}}$$

<u>ตัวอย่างเช่น</u>

1. มวลอะตอมของธาตุคาร์บอน = 12.000 หมายความว่าธาตุคาร์บอน 1 อะตอม มีมวลเป็น 12.000 เท่าของมวลของธาตุไฮโดรเจน 1 อะตอม

2. มวลอะตอมของธาตุคลอรีน = 35.453 หมายความว่า ธาตุคลอรีน 1 อะตอม มีมวลเป็น 35.453 เท่าของมวลของไฮโดรเจน 1 อะตอม เป็นต้น

การทราบมวลอะตอมของธาตุสามารถใช้บอกได้ว่าอะตอมของธาตุใดมีมวลมากหรือน้อยกว่า

เช่น มวลอะตอมของคาร์บอน = 12.000

มวลอะตอมของคลอรีน = 35.453

มวลอะตอมของไนโตรเจน = 14.000

หมายความว่าอะตอมของธาตุคลอรีนมีมวลมากกว่าอะตอมของธาตุไนโตรเจน และอะตอมของธาตุไนโตรเจนมีมวลมากกว่าอะตอมของธาตุคาร์บอน

นอกจากจะใช้หาค่ามวลอะตอมแล้ว ยังสามารถใช้หามวลของอะตอมได้ด้วย

เนื่องจากมวลของไฮโดรเจน 1 อะตอม = 1.66×10^{-24} กรัม

ดังนั้น มวลอะตอมของธาตุ $= \dfrac{\text{มวลของธาตุ 1 อะตอม}}{1.66 \times 10^{-24} \text{ กรัม}}$

หรือ มวลของธาตุ 1 อะตอม = มวลอะตอมของธาตุ $\times 1.66 \times 10^{-24}$ กรัม

ดังนั้น ถ้าทราบมวลอะตอมก็จะคำนวณค่ามวลของ 1 อะตอมได้ เช่น

มวลของคาร์บอน 1 อะตอม = มวลอะตอมของคาร์บอน $\times 1.66 \times 10^{-24}$ กรัม

$= 12.000 \times 1.66 \times 10^{-24}$ กรัม

มวลของคลอรีน 1 อะตอม = $35.453 \times 1.66 \times 10^{-24}$ กรัม

มวลของไนโตรเจน 1 อะตอม = $14.000 \times 1.66 \times 10^{-24}$ กรัม

นอกจากจะหามวลอะตอมโดยเปรียบเทียบกับไฮโดรเจน 1 อะตอมแล้ว นักวิทยาศาสตร์ในสมัยนั้นยังใช้วิธีหามวลอะตอมโดยเปรียบเทียบมวลของธาตุกับมวลของไฮโดรเจนที่มีจำนวนอะตอมเท่ากันดังนี้

$$\text{มวลอะตอมของธาตุ} = \frac{\text{มวลของธาตุ n อะตอม}}{\text{มวลของไฮโดรเจน n อะตอม}}$$

ข้อแตกต่างระหว่างมวลอะตอมกับมวล 1 อะตอม

มวลอะตอมเป็นค่าเปรียบเทียบ ไม่มีหน่วย แต่มวล 1 อะตอม เป็นมวลที่แท้จริงต้องมีหน่วย (เป็นกรัมหรือกิโลกรัม)

เช่น มวลอะตอมของไฮโดรเจน = 1

มวล 1 อะตอมของไฮโดรเจน = $1 \times 1.66 \times 10^{-24}$ กรัม เป็นต้น

การหามวลอะตอมโดยใช้ธาตุออกซิเจนเป็นมาตรฐาน

J.S Stas นักเคมีชาวเบลเยียม ได้เสนอให้ใช้ธาตุออกซิเจนเป็นมาตรฐานในการหาค่ามวลอะตอมแทนธาตุไฮโดรเจน โดยใช้เหตุผลว่าออกซิเจนมีอยู่มาก และเป็นอิสระในธรรมชาติ รวมทั้งยังเป็นธาตุที่สามารถทำปฏิกิริยากับธาตุอื่น ๆได้เกลือบหมด จึงน่าจะใช้เป็นมาตรฐานแทนธาตุไฮโดรเจน และเปลี่ยนนิยามของมวลอะตอมใหม่เป็นดังนี้

“มวลอะตอม หมายถึง ตัวเลขที่บอกให้ทราบว่าธาตุนั้น 1 อะตอม หนักเป็นกี่เท่าของ 1/16 มวลขอองออกซิเจน 1 อะตอม” เขียนเป็นสูตรแสดงความสัมพันธ์ได้ดังนี้

$$\text{มวลอะตอมของธาตุ} = \frac{\text{มวลของธาตุ 1 อะตอม}}{\text{1/16 มวลของออกซิเจน 1 อะตอม}}$$

เช่น ธาตุแมกนีเซียมมีมวลอะตอมเท่ากับ 24 หมายความว่า ธาตุแมกนีเซียม 1 อะตอม หนักเป็น 24 เท่าของ 1/16 ของมวลออกซิเจน 1 อะตอม เป็นต้น

การหามวลอะตอมโดยใช้คาร์บอน -12 เป็นมาตรฐาน

การใช้ธาตุออกซิเจนเป็นมาตรฐานในการหามวลอะตอม ทำให้เกิดความขัดแย้งกันระหว่างนักเคมี และนักฟิสิกส์ในการกำหนดมวลของธาตุออกซิเจน เนื่องจากนักเคมีคิดมวลอะตอมของออกซิเจนจากไอโซโทปของออกซิเจน – 16 เพียงอย่างเดียว เนื่องจากมีอยู่ในธรรมชาติมากที่สุด ดังนั้นมวลอะตอมของธาตุต่าง ๆที่คิดโดยนักเคมีและนักฟิสิกส์จึงไม่เท่ากัน ก่อให้เกิดปัญหาขึ้น ดังนั้นในปี ค.ศ. 1962 (พ.ศ. 2504) นักวิทยาศาสตร์จึงตกลงเลือกธาตุมาตรฐานเพื่อหามวลอะตอมใหม่โดยใช้คาร์บอน–12 เป็นตัวเปรียบเทียบ และให้นิยามมวลอะตอมดังนี้

“มวลอะตอม หมายถึง ตัวเลขที่บอกให้ทราบว่าธาตุนั้น 1 อะตอม มีมวลเป็นกี่เท่าของ 1/12 ของมวลของคาร์บอน–12 1 อะตอม เขียนเป็นสูตรแสดงความสัมพันธ์ได้ดังนี้

$$\text{มวลอะตอมของธาตุ} = \frac{\text{มวลของธาตุ 1 อะตอม}}{\text{1/12 มวลของคาร์บอน-12 1 อะตอม}}$$

เช่น มวลอะตอมของออกซิเจน = 16.00 หมายความว่าธาตุออกซิเจน 1 อะตอม มีมวลเป็น 16 เท่าของ 1/12 มวลของคาร์บอน – 12 , 1 อะตอม

<u>สรุปเกี่ยวกับมวลอะตอม</u>

1.มวลอะตอมของธาตุ $= \dfrac{\text{มวลของธาตุ 1 อะตอม}}{\text{มวลของไฮโดรเจน 1 อะตอม}}$

$= \dfrac{\text{มวลของธาตุ 1 อะตอม}}{\text{1/12 มวลของคาร์บอน-12 1 อะตอม}}$

2.มวลของธาตุ 1 อะตอม = มวลอะตอมของธาตุ x 1.66×10^{-24} กรัม

3.มวลอะตอมไม่มีหน่วย เพราะเป็นมวลเปรียบเทียบ แต่มวล 1 อะตอมมีหน่วย (กรัมหรือกิโลกรัม) เพราะเป็นมวลที่แท้จริง

<u>การคำนวณมวลอะตอม</u>

มวลอะตอมสามารถคำนวณได้หลายวิธี ซึ่งขึ้นอยู่กับลักษณะของข้อมูล เช่น อาจจะคำนวณมวลอะตอมโดยการเปรียบเทียบกับไฮโดรเจนหรือคาร์บอน – 12 อาจจะคำนวณโดยอาศัยปฏิกิริยาเคมีของธาตุ และคำนวณจากไอโซโทป แต่ละวิธีลักษณะการคำนวณแตกต่างกันดังนี้

1. คำนวณมวลอะตอมโดยการเปรียบเทียบกับมวลมาตรฐาน ส่วนใหญ่ได้แก่การเปรียบเทียบกับธาตุไฮโดรเจนและคาร์บอน - 12

นอกจากนี้ก็ยังสามารถคำนวณมวลอะตอมได้จากการเปรียบเทียบกับธาตุอื่น ๆ ที่ทราบมวลอะตอมแล้วรวมทั้งคำนวณได้จากมวลของธาตุ 1 อะตอมด้วย

2. คำนวณมวลอะตอมจากปฏิกิริยาเคมีของธาตุ เมื่อธาตุตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไปทำปฏิกิริยากันแล้วได้สารประกอบเพียงชนิดเดียว ถ้าทราบมวลของธาตุที่ทำปฏิกิริยากันพอดี และทราบมวลอะตอมของธาตุหนึ่ง จะสามารถคำนวณมวลอะตอมของธาตุอื่น ได้ ตัวอย่าง เช่น

ธาตุ A + ธาตุ B $\rightarrow$ สารประกอบ A_XB_Y

สามารถจะหามวลอะตอมของธาตุ A หรือธาตุ B ได้โดยใช้ความสัมพันธ์ดังนี้

$$\frac{W_A}{W_B} = \frac{M_A.(X)}{M_B.(Y)}$$

เมื่อ W_A , W_B = มวลของธาตุ A และ B ตามลำดับที่ทำปฏิกิริยาพอดีกัน

M_A , M_B = มวลอะตอมของธาตุ A และ B ตามลำดับ

X , Y = ตัวเลขแสดงจำนวนอะตอมของธาตุ A และ B ตามลำดับ

ค่า X , Y หรือ X / Y หาได้จากสูตรของสารประกอบ

เช่น $N_2 + 1/2\ O_2 \rightarrow N_2O$ มี $X / Y = 2 / 1$

$H_2 + Cl_2 \rightarrow 2HCl$ มี $X / Y = 1 / 1$

ในกรณีที่มีธาตุมากกว่า 2 ชนิด ทำปฏิกิริยากันก็หามวลอะตอมได้ในทำนองเดียวกัน เช่น

ธาตุ A + ธาตุ B + ธาตุ C + ... $\rightarrow$ สารประกอบ $A_XB_YC_Z$ .....

เมื่อต้องการจะหามวลของอะตอมของธาตุใด ให้นำธาตุนั้นไปเปรียบเทียบกับธาตุซึ่งทราบมวลอะตอมแล้ว เช่น

ถ้าทราบมวลอะตอมของ A จะหามวลอะตอมของ B และ C ได้โดยการเปรียบเทียบกับ A ดังนี้

$$\frac{W_A}{W_B} = \frac{M_A}{M_B} \cdot \frac{X}{Y} \quad \text{และ} \quad \frac{W_A}{W_C} = \frac{M_A}{M_C} \cdot \frac{X}{Y}$$

จะเห็นได้ว่าการคำนวณมวลอะตอมจากปฏิกิริยาของธาตุดังกล่าวนี้ สามารถทำได้โดยไม่ต้องเขียนสมการและยังสามารถนำไปประยุกต์หามวลโมเลกุลหรือหาน้ำผลึกในโมเลกุลได้อีกด้วย

<u>สรุปการคำนวณมวลอะตอมจากปฏิกิริยาของธาตุ</u>

1. ต้องเป็นปฏิกิริยาที่เกิดสารประกอบชนิดเดียว
2. ต้องทราบสูตรของสารประกอบที่เกิดขึ้น เพื่อหาค่า X / Y
3. ต้องทราบมวลของธาตุที่ทำปฏิกิริยากัน
4. ต้องทราบมวลอะตอมของธาตุ ๆ หนึ่ง

<u>ตัวอย่างที่ 1</u> ธาตุ A 1 อะตอมหนัก 3.818×10^{-23} กรัม จะมีมวลอะตอมเป็นเท่าใด

<u>วิธีทำ</u> มวลของ A 1 อะตอม = มวลอะตอมของ A x 1.66×10^{-24} กรัม

3.818×10^{-23} กรัม = มวลอะตอมของ A x 1.66×10^{-24} กรัม

เพราะฉะนั้นมวลอะตอมของ A $= \dfrac{3.818 \times 10^{-23} \text{ กรัม}}{1.66 \times 10^{-24} \text{ กรัม}} = 23.0$ ตอบ

<u>ตัวอย่างที่ 2</u> ธาตุ A มีมวลอะตอม 107.8 ธาตุ A 2 อะตอม หนักกี่กรัม

<u>วิธีทำ</u> มวล 1 อะตอม = มวลอะตอม x 1.66×10^{-24} กรัม

เพราะฉะนั้น มวล 2 อะตอม $= 2 \times 107.8 \times 1.66 \times 10^{-24}$

$= 3.58 \times 10^{-22}$ กรัม ตอบ

ตัวอย่างที่ 3 ธาตุ M 2 อะตอมมีมวลเป็น 5 เท่าของธาตุ N 3 อะตอม ถ้ามวลอะตอมของ N เท่ากับ 9 จงคำนวณมวล

1 อะตอม และมวลอะตอมของ M

วิธีทำ ธาตุ N 3 อะตอม หนัก $= 3 \times 9 \times 1.66 \times 10^{-24}$ กรัม

เพราะฉะนั้น ธาตุ M 2 อะตอม หนัก $= 5\ (3 \times 9 \times 1.66 \times 10^{-24})$ กรัม

หรือ ธาตุ M 1 อะตอม หนัก $= \frac{5}{2}\ (3 \times 9 \times 1.66 \times 10^{-24})$ กรัม

$= 1.12 \times 10^{-22}$ กรัม

จากมวล 1 อะตอม = มวลอะตอม $\times 1.66 \times 10^{-24}$ กรัม

เพราะฉะนั้นมวลอะตอมของ M $= \frac{5}{2} \times 3 \times 9 = 67.5$ ตอบ

ตัวอย่างที่ 4 ธาตุโพแทสเซียมมีมวลอะตอม 39 ธาตุไนโตรเจนมีมวลอะตอม 14 ธาตุโพแทสเซียม 200 อะตอม หนักเป็นกี่เท่าของธาตุไนโตรเจน 50 อะตอม

วิธีทำ K 200 อะตอม หนัก $= 200 \times 39 \times 1.66 \times 10^{-24}$ กรัม

N 50 อะตอม หนัก $= 50 \times 14 \times 1.66 \times 10^{-24}$ กรัม

เพราะฉะนั้น $\frac{\text{มวลของ K}}{\text{มวลของ N}} = \frac{200 \times 39 \times 1.66 \times 10^{-24} \text{ กรัม}}{50 \times 14 \times 1.66 \times 10^{-24} \text{ กรัม}}$

$= 11.14$

K 200 อะตอม หนักเป็น 11.4 เท่าของ N 50 อะตอม ตอบ

ตัวอย่างที่ 5 ธาตุ X 13.8 กรัม ทำปฏิกิริยาเคมีกับ O_2 ได้เป็น X_2O เพียงชนิดเดียวหนัก 18.6 กรัม จงคำนวณมวลอะตอมของธาตุ X

วิธีทำ $X + O_2 \rightarrow X_2O$

จาก $\frac{W_X}{W_O} = \frac{M_X}{M_O} \cdot \frac{X}{Y}$

จาก X_2O ได้ $\frac{x}{y} = \frac{2}{1}$

$W_X = 13.8$ กรัม , $M_O = 16$

$W_O = W_{X_2O} - W_X = 18.6 - 18.3$ กรัม $= 4.8$ กรัม

เพราะฉะนั้นจากสูตร แทนค่า จะได้ $\frac{13.8}{4.8} = \frac{M_x}{16} \times \frac{2}{1}$

$M_X = 23$

มวลอะตอมของ X $= M_X = 23$ ตอบ

มวลอะตอมเฉลี่ยจากไอโซโทป

ธาตุแต่ละชนิดที่อยู่ในธรรมชาติมักจะมีไอโซโทปหลายชนิดปนกันอยู่ เช่น ธาตุคาร์บอนจะมีไอโซโทปในธรรมชาติที่สำคัญคือ C–12 และ C–13 ธาตุออกซิเจนมี O–16 , O–17 และ O–18 เป็นต้น ไอโซโทปของธาตุแต่ละชนิดจะมีปริมาณไม่เท่ากันในธรรมชาติ และมีมวลอะตอมไม่เท่ากันด้วย

เช่น N-14 มีในธรรมชาติ 99.64 % และมีมวลอะตอม 14.0031

N-15 มีในธรรมชาติ 0.36 % และมีมวลอะตอม 15.0001

การพิจารณามวลอะตอมที่แท้จริงจึงต้องคิดจากไอโซโทปทุก ๆ ตัวที่มีอยู่ในธรรมชาติเป็นค่าเฉลี่ย เรียกว่า “มวลอะตอมเฉลี่ยของไอโซโทป”

การหามวลอะตอมและปริมาณของไอโซโทปแต่ละธาตุ ใช้เครื่องมือที่เรียกว่า แมสสเปกโตรมิเตอร์ (mass spectrometer)

ตาราง 1 มวลอะตอมและปริมาณไอโซโทปของธาตุบางชนิดในธรรมชาติ

ธาตุ	ไอโซโทป	มวลอะตอมของไอโซโทป	ปริมาณไอโซโทป (%)	มวลอะตอมเฉลี่ย
คาร์บอน	^{12}C	12.000	98.9	12.001
	^{13}C	13.003	1.1	
ออกซิเจน	^{16}O	15.995	99.76	
	^{17}O	16.999	0.04	15.999
	^{18}O	17.999	0.20	
นีออน	^{20}Ne	19.992	90.92	
	^{21}Ne	20.993	0.26	20.183
	^{22}Ne	21.991	8.82	
คลอรีน	^{35}Cl	34.967	75.5	35.453
	^{37}Cl	36.966	24.5	
แมกนีเซียม	^{24}Mg	23.99	78.10	
	^{25}Mg	24.99	10.13	24.31
	^{26}Mg	25.98	11.17	
อาร์กอน	^{36}Ar	35.968	0.337	
	^{38}Ar	37.963	0.063	39.947
	^{40}Ar	39.962	99.600	
โบรอน	^{10}B	10.0130	19.9	10.811
	^{11}B	11.0093	80.1	

<u>การคำนวณมวลอะตอมเฉลี่ยจากไอโซโทป</u>

การคำนวณมวลอะตอมเฉลี่ยจากไอโซโทป ต้องคิดจากไอโซโทปทุก ๆ ตัวในธรรมชาติ โดยคิดค่าเฉลี่ยจากความสัมพันธ์ดังนี้

$$M = \sum \frac{(\%)(A)}{100} = \frac{(\%A)_1 + (\%A)_2 + (\%A)_3 + ...}{100}$$

M = มวลอะตอมเฉลี่ยของไอโซโทป

$\sum$ = Summation (ผลบวก)

% = เปอร์เซ็นต์ของไอโซโทปแต่ละตัวในธรรมชาติ

A = มวลอะตอมของแต่ละไอโซโทป

จากตัวอย่างของไอโซโทปจากตารางที่ผ่านมา จะเห็นได้ว่าค่ามวลอะตอมของแต่ละไอโซโทปใกล้เคียงกับเลขมวลของไอโซโทปนั้น ๆ ดังนั้นในกรณีที่โจทย์ไม่กำหนดมวลอะตอมของแต่ละไอโซโทปให้ ถ้าทราบเลขมวลให้ใช้เลขมวลแทนได้

<u>ตัวอย่างที่ 6</u> จากการใช้แมสสเปกโตรมิเตอร์ได้ผลการทดลองว่าก๊าซอาร์กอนประกอบด้วย 3 ไอโซโทป คือ $^{36}_{18}Ar$, $^{38}_{18}Ar$ และ $^{40}_{18}Ar$ ปริมาณของไอโซโทปมี 0.1% , 0.3 % และ 99.6 % ตามลำดับ ให้หามวลอะตอมของ Ar

<u>วิธีทำ</u> เนื่องจากโจทย์ไม่กำหนดมวลอะตอมของแต่ละไอโซโทปมาให้ จึงต้องใช้เลขมวลของแต่ละไอโซโทปแทน

จากสูตร $M = \sum \frac{(\%)(A)}{100} = \frac{(\%A)_1 + (\%A)_2 + (\%A)_3}{100}$

ชนิดที่ 1 $^{36}_{18}Ar$ มี % = 0.1 , A = 36

ชนิดที่ 2 $^{38}_{18}Ar$ มี % = 0.3 , A = 38

ชนิดที่ 3 $^{40}_{18}Ar$ มี % = 99.6 , A = 40

เพราะฉะนั้น $M = \frac{0.1 \times 36 + 0.3 \times 38 + 99.6 \times 40}{100} = 39.99$

มวลอะตอมเฉลี่ยของไอโซโทป(อาร์กอน) = 39.99 ตอบ

ตัวอย่างที่ 7 ธาตุคาร์บอนมีไอโซโทปที่ในธรรมชาติ 2 ชนิด คือ C–12 มีมวลอะตอม 12.000 และ C–13 มีมวลอะตอม 13.003 ถ้ามวลอะตอมเฉลี่ยของไอโซโทปของคาร์บอนเป็น 12.011 จงคำนวณ% ในธรรมชาติของแต่ละไอโซโทป

วิธีทำ $M = \sum \frac{(\%)(A)}{100}$

สมมติให้มี C–12 ในธรรมชาติ X % , มวลอะตอม 12.000

เพราะฉะนั้นมี C–13 ในธรรมชาติ 100 - X % , มวลอะตอม 13.003

$$\text{จาก} \quad M = \frac{(\%A)_1 + (\%A)_2}{100}$$

$$12.001 = \frac{(X)\,x\,12.000 + (100 - X)\,x\,13.003}{100}$$

$$X = 98.9\ \%$$

เพราะฉะนั้นมี C–12 ในธรรมชาติ เท่ากับ 98.9 % มี C–13 ในธรรมชาติ 100-X % = 1.1%

ชื่อ.....นามสกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

แบบฝึกหัดที่ 1

เรื่อง มวลอะตอมและมวลอะตอมเฉลี่ย

****

1. จงหามวลอะตอมของกำมะถัน เมื่อกำมะถัน 1 อะตอม มีมวล $32 \times 1.66 \times 10^{-24}$ กรัม

2. มวลอะตอมของโซเดียมเท่ากับ 23 โซเดียม 1 อะตอมมีมวลเป็นกี่เท่าของ 1/12 มวลของคาร์บอน-12 1 อะตอม

3. ออกซิเจนมีมวลอะตอม 16.00 ธาตุ X จะมีมวลอะตอมเท่าใด เมื่อธาตุ X 1 อะตอมมีมวลเป็น 4 เท่าของมวลของออกซิเจน 2 อะตอม

4. มวลอะตอมของไฮโดรเจนเท่ากับ 1.008 ไฮโดรเจน 1 อะตอมจะมีมวลกี่กรัม

5. จงหามวลอะตอมของอิริเดียม (Ir) จากข้อมูลต่อไปนี้

ไอโซโทป	มวลอะตอมของไอโซโทป	ปริมาณร้อยละในธรรมชาติ
Ir-191	191.00	37.30
Ir-193	193.00	62.70

6. ธาตุซิลิคอนที่พบในธรรมชาติมี 3 ไอโซโทป มีมวลอะตอมเท่ากับ 27.977 28.976 และ 29.974 คิดเป็นร้อยละ 92.21 4.70 และ 3.09 ตามลำดับ จงหามวลอะตอมของธาตุซิลิคอน

7. ธาตุยูโรเพียม พบในธรรมชาติ 2 ไอโซโทป คือ ^{151}Eu มีมวลอะตอมเท่ากับ 150.9196 และ ^{153}Eu มีมวลอะตอมเท่ากับ 152.92.09 ถ้ามวลอะตอมเฉลี่ยของ Eu เท่ากับ 151.9600 จงหาปริมาณร้อยละของ Eu แต่ละไอโซโทป

8. ธาตุเงินที่พบในธรรมชาติมี 2 ไอโซโทป คือ ^{107}Ag มีมวลอะตอมเท่ากับ 106.905 และ ^{109}Ag มีอยู่ในธรรมชาติร้อยละ 51.82 ถ้าธาตุเงินมีมวลอะตอมเฉลี่ยเท่ากับ 107.868 จงคำนวณหามวลอะตอมของ ^{109}Ag

บัตรกำหนดงาน

1. ให้นักเรียนจัดกลุ่ม กลุ่มละ 4 คน สมาชิกมีความสามารถแตกต่างกัน คือ เก่ง ปานกลาง อ่อน ประกอบด้วย 1 : 2 : 1 เป็นกลุ่มประจำ เมื่อเปลี่ยนหัวข้อเรื่องใหม่ให้มีการเปลี่ยนแปลงตำแหน่ง สมาชิกภายในกลุ่มทุกครั้ง โดยปฏิบัติดังนี้
   1.1 เลือกหัวหน้ากลุ่ม ทำหน้าที่ประสานงาน กระตุ้นการทำงาน และนำอภิปรายในกลุ่ม
   1.2 เลือกเลขานุการ ทำหน้าที่สรุปและบันทึกข้อสรุปจากการอภิปรายภายในกลุ่ม
   1.3 เลือกผู้รายงาน ทำหน้าที่รายงาน ผลที่ได้ อันได้แก่ข้อสรุปการตอบคำถามที่ได้จากการทำกิจกรรมภายในกลุ่ม
2. หัวหน้ากลุ่มกระตุ้นสมาชิกทุกคนร่วมกันศึกษาค้นคว้า ระดมสมองแสดงความคิดเห็นร่วมกัน สรุปสาระสำคัญและตอบคำถามโดยบันทึกกิจกรรมลงในใบงาน
3. เลขานุการกลุ่มสรุปและบันทึกข้อแสดงความคิดเห็นของกลุ่มลงในใบงานเพื่อนำเสนองาน
4. ผู้รายงานของแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอผลงานที่ได้จากการระดมสมองภายในกลุ่ม โดยการนำเสนอหน้าชั้นเรียน

ตัวอย่างคำถามประกอบการแข่งขัน

1. Cl 1 อะตอมมีมวล $35.5 \times 1.66 \times 10^{-24}$ กรัม จงหาว่า Cl มีมวลอะตอมเท่าใด
   ตอบ 35.5

2. ฟลูออรีนมีมวลอะตอมเท่ากับ 19 อยากทราบว่าฟลูออรีน 2 อะตอมมีมวลกี่กรัม
   ตอบ $38 \times 1.66 \times 10^{-24}$ กรัม

3. แมกนีเซียมมีมวลอะตอมเท่ากับ 24 อยากทราบว่าแมกนีเซียม 1 อะตอมมีมวลหนักเป็นกี่เท่าของมวลของคาร์บอน 1 อะตอม
   ตอบ 2

4. ธาตุ X 2 อะตอมมีมวลเป็น 4 เท่าของธาตุออกซิเจน (O) 3 อะตอม ถ้าธาตุออกซิเจนมีมวลอะตอมเท่ากับ 16 จงคำนวณหา มวลอะตอมของธาตุ X
   ตอบ 96

5. ธาตุ X หนัก 17.73 กรัม ทำปฏิกิริยาพอดีกับออกซิเจนเป็นออกไซด์ XO 25.73 กรัม มวลอะตอมของ X เป็นเท่าใด (O = 16)
   ตอบ 35.46

6. ธาตุ X ทำปฏิกิริยากับออกซิเจนได้สารประกอบมีสูตร X_4O_6 ถ้า 8.4 กรัมของธาตุ X ทำปฏิกิริยาพอดีกับ 6.5 กรัม ของออกซิเจน มวลอะตอมของธาตุ X เป็นเท่าใด (O = 16)
   ตอบ 31.01

7. นักเรียนผู้หนึ่งนำ $NiCl_2$ 1.296 กรัม มาทำให้เป็นโลหะ Ni กับก๊าซคลอรีน ด้วยวิธีทางไฟฟ้า มวลของโลหะ Ni ที่ได้เท่ากับ 0.578 กรัม ถ้ามวลอะตอมของคลอรีนเท่ากับ 35.453 มวลอะตอมของโลหะ Ni เป็นเท่าใด
   ตอบ 57.08

8. ธาตุคาร์บอนมี 2 ไอโซโทป คือ C-12 มีมวลอะตอม 12.00000 ส่วนอีกไอโซโทป คือ C-13 มีมวลอะตอม 13.00335 ถ้ามวลอะตอมเฉลี่ยของคาร์บอนเท่ากับ 12.009 จงหาเปอร์เซ็นต์ของ C-12
   ตอบ 98.89

ตัวอย่างแบบประเมินการทำงานกลุ่ม

โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่ม

(TGT หรือ Team Game Tournament)

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ เวลา 20 ชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง มวลอะตอมและมวลอะตอมเฉลี่ย เวลา 2 คาบเรียน

วัน ที่ เดือน พ.ศ. 2553 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553

ชื่อผู้จัดกิจกรรม : นายขุนทอง คล้ายทอง สาขาวิชา เคมี

กลุ่มที่	ชื่อ – สกุล	รายการประเมิน					รวม	เกณฑ์การประเมิน
		ความร่วมมือ (3)	การแสดงความคิดเห็น (3)	ถูกต้องตรงประเด็น (3)	การนำเสนอ (3)	การมีส่วนร่วม (3)		
1.								
2.								
3.								
4.								

กลุ่มที่	ชื่อ – สกุล	รายการประเมิน					รวม	เกณฑ์การประเมิน
		ความร่วมมือ (3)	การแสดงความคิดเห็น (3)	ถูกต้องตรงประเด็น (3)	การนำเสนอ (3)	การมีส่วนร่วม (3)		
5.								
6.								
7.								
8.								

ระดับคุณภาพ	3 คะแนน	ดี	**การแปลผล**	13 – 15 คะแนน	ดี
	2 คะแนน	พอใช้		9 – 12 คะแนน	พอใช้
	1 คะแนน	ต้องปรับปรุง		5 – 8 คะแนน	ต้องปรับปรุง

เกณฑ์การประเมิน : นักเรียนได้ 9 คะแนนขึ้นไปถือว่าผ่านเกณฑ์การประเมิน

แผนการจัดการเรียนรู้

โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น

(Learning Cycle – 7E)

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ เวลา 20 ชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง มวลอะตอมและมวลอะตอมเฉลี่ย เวลา 2 คาบเรียน

วัน ที่ เดือน พ.ศ. 2553 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553

ชื่อผู้จัดกิจกรรม : นายขุนทอง คล้ายทอง สาขาวิชา เคมี

---

1. **มาตรฐานการเรียนรู้**

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. **สาระสำคัญ**

มวลอะตอม คือ มวลที่เกิดจากการเปรียบเทียบกับมวลมาตรฐาน (ไม่มีหน่วย) มวลของธาตุ 1 อะตอม คือมวลที่แท้จริงของธาตุนั้น 1 อะตอม มีหน่วยเป็นกรัม ส่วนมวลอะตอมเฉลี่ย เป็นค่ามวลอะตอมของธาตุที่มีหลายไอโซโทปในธรรมชาติ

3. **ผลการเรียนรู้**

อธิบายความหมายและคำนวณหามวลของธาตุ 1 อะตอม มวลอะตอม และมวลอะตอมเฉลี่ยได้

4. **จุดประสงค์การเรียนรู้**

1. **ด้านความรู้** นักเรียนสามารถ

1.1 อธิบายความหมายของมวลอะตอม คำนวณหามวลอะตอมของธาตุ มวลของธาตุ 1 อะตอมและมวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุได้

2. **ด้านทักษะ/กระบวนการ** นักเรียนได้พัฒนา

2.1 ทักษะการสังเกต

2.2 ทักษะการจำแนกประเภท

2.3 ทักษะการคำนวณ

2.4 ทักษะการจัดกระทำข้อมูล และการสื่อความหมาย

2.5 ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล

2.6 ทักษะการตีความหมายข้อมูล และลงข้อสรุป

2.7 กระบวนการกลุ่ม

3. **ด้านเจตคติ คุณธรรมและจริยธรรม** นักเรียนได้ส่งเสริม

3.1 ความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย รวมถึงความเป็นระเบียบเรียบร้อยและสะอาด

3.2 ความมีน้ำใจช่วยเหลือซึ่งกันและกัน ในการทำกิจกรรมกลุ่ม

3.3 ความกระตือรือร้นในการเรียนรู้และฝึกฝน

5. สาระการเรียนรู้

มวลอะตอม (Atomic mass) เป็นสมบัติของธาตุ ซึ่งธาตุแต่ละธาตุจะมีมวลอะตอมแตกต่างกัน การหามวลอะตอมของธาตุ ทำได้โดยการเปรียบเทียบกับ $\frac{1}{2}$ ของมวลของ C – 12 , 1 อะตอม ซึ่งมีมวลเท่ากับ 1.66×10^{-24} g หรือ 1 amu การหามวลอะตอมของธาตุสามารถหาได้ดังนี้

$$\text{มวลอะตอมของธาตุ} = \frac{\text{มวลของธาตุ 1 อะตอม (g)}}{\frac{1}{12}\text{ ของมวลของ C – 12 , 1 อะตอม (g)}}$$

$$= \frac{\text{มวลของธาตุ 1 อะตอม (g)}}{1.66 \times 10^{-24}\text{ (g)}}$$

$$= \frac{\text{มวลของธาตุ 1 อะตอม}}{\text{1 amu}}$$

ดังนั้นเราจะได้ความสัมพันธ์ดังนี้

$\frac{1}{12}$ ของมวลของ C – 12 , 1 อะตอม = 1.66×10^{-24} (g) = 1 amu

<u>ข้อสังเกต</u> มวลอะตอมจะไม่มีหน่วย แต่มวลของสาร 1 อะตอมจะมีหน่วยเป็นกรัมหรือ amu

มวลอะตอมเฉลี่ย (M) เป็นค่ามวลอะตอมของธาตุที่มีหลายไอโซโทปในธรรมชาติ ซึ่งหาได้จากสูตร

$$\text{มวลอะตอมเฉลี่ย (M)} = \frac{(\%m_1) + (\%m_2) + (\%m_3) + (\%m_n)}{100}$$

เมื่อ M = มวลอะตอมเฉลี่ย

% = เปอร์เซ็นต์ของธาตุแต่ละไอโซโทป

m = มวลอะตอมของแต่ละไอโซโทป

6. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นทบทวนความรู้เดิม

1. ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้
2. ครูทบทวนความรู้เกี่ยวกับความหมายของไอโซโทป ทฤษฎีอะตอมของดอลตัน โดยเฉพาะในเรื่องที่ว่า อะตอมของธาตุต่างชนิดกันมีมวลไม่เท่ากัน

ขั้นสร้างความสนใจ

1. ครูเน้นให้นักเรียนเข้าใจว่าอะตอมเป็นอนุภาคที่มีขนาดเล็กมากและไม่สามารถชั่งหามวลได้โดยตรง การหามวลอะตอมจึงใช้วิธีการเปรียบเทียบกับมวลของธาตุที่กำหนดเป็นมาตรฐาน
2. ครูแจกใบความรู้และแจ้งให้นักเรียนทราบว่า วันนี้จะทำการศึกษาตามใบความรู้ที่ 1 เรื่อง มวลอะตอมและมวลอะตอมเฉลี่ย

ขั้นสำรวจค้นหา

1. ครูส่งเสริมให้นักเรียนทำงานร่วมกันในการสำรวจคำตอบ โดยให้นักเรียนอ่านใบความรู้และร่วมกันทำใบงาน โดยครูสังเกตและฟังการโต้ตอบกันระหว่างนักเรียนกับนักเรียน ซักถามเพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบของนักเรียน
2. ครูให้เวลานักเรียนในการคิดข้อสงสัยตลอดจนปัญหาต่างๆทำหน้าที่ให้คำปรึกษาแก่นักเรียน

ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

1. ครูส่งเสริมให้นักเรียนอธิบายความคิดรวบยอดโดยการยกตัวอย่างเกี่ยวกับการคำนวณหามวลอะตอมและมวลของธาตุ 1 อะตอม พร้อมทั้งแสดงวิธีทำให้เป็นตัวอย่างบนกระดาน 1 ข้อ จากนั้นข้อที่ 2 ครูยกตัวอย่างบนกระดาน แต่ให้นักเรียนทั้งห้องช่วยกันวิเคราะห์โจทย์ช่วยกันอภิปรายและแสดงวิธีทำบนกระดาน โดยครูเป็นผู้ชี้แนะและให้คำปรึกษา ตัวอย่างโจทย์มีรายละเอียดดังนี้

ตัวอย่างที่ 1 ธาตุแมกนีเซียมมีมวลอะตอม 24.31 ธาตุแมกนีเซียม 1 อะตอมมีมวลเท่าใด

โจทย์กำหนด มวลอะตอมของแมกนีเซียม = 24.31

$\frac{1}{12}$ ของมวลของ C – 12 , 1 อะตอม ซึ่งมีมวลเท่ากับ 1.66×10^{-24} g

โจทย์ถาม ธาตุแมกนีเซียม 1 อะตอมมีมวลเท่าใด

วิธีทำ จากสูตร

$$\text{มวลอะตอมของ Mg} = \frac{\text{มวลของ Mg 1 อะตอม (g)}}{1.66 \times 10^{-24}\ \text{g}}$$

$$24.31 = \frac{\text{มวลของ Mg 1 อะตอม (g)}}{1.66 \times 10^{-24}\ \text{g}}$$

$$\text{มวลของ Mg 1 อะตอม} = 24.31 \times 1.66\ \text{g}$$

$$= 4.04 \times 10^{-23}\ \text{g}$$ **ตอบ**

ตัวอย่างที่ 2 ธาตุโซเดียม 10 อะตอม มีมวล 3.82×10^{-22} g มวลอะตอมของธาตุ Na มีค่าเท่าใด

โจทย์กำหนด Na 10 อะตอมมีมวล 3.82×10^{-22} g

$\frac{1}{12}$ ของมวลของ C – 12 , 1 อะตอม ซึ่งมีมวลเท่ากับ 1.66×10^{-24} g

โจทย์ถาม มวลอะตอมของ Na

วิธีทำ หามวลของ Na 1 อะตอม

$$\text{มวลของ Na 1 อะตอม} = \frac{3.82 \times 10^{-22}}{10}$$

$$= 3.82 \times 10^{-23}\ \text{g}$$

จากสูตร

$$\text{มวลอะตอมของ Na} = \frac{\text{มวลของ Na 1 อะตอม (g)}}{1.66 \times 10^{-24}\ \text{g}}$$

$$= \frac{3.82 \times 10^{-23}\ \text{g}}{1.66 \times 10^{-24}\ \text{g}}$$

$$= 23.01$$

เพราะฉะนั้นมวลอะตอมของธาตุ Na เท่ากับ 23.01 **ตอบ**

2. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปวิธีการหามวลอะตอม ซึ่งหาได้โดยการเปรียบเทียบกับ $\frac{1}{12}$ ของมวลของ C – 12 , 1 อะตอม ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1.66×10^{-24} g หรือ 1 amu และข้อแตกต่าง

ของมวลอะตอม กับ มวลของธาตุ 1 อะตอม คือ มวลอะตอมจะไม่มีหน่วย ส่วนมวลของธาตุ 1 อะตอม มีหน่วย คือ อาจอยู่ในหน่วยกรัม หรือ amu ก็ได้

ขั้นขยายความรู้

1. ครูมอบหมายให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดที่ 1 และแบบฝึกหัดในหนังสือเรียน
2. นักเรียนศึกษาเพิ่มเติมจากหนังสือเรียนหรือหนังสืออ่านประกอบ หรือสืบค้นทางอินเทอร์เน็ต แล้วจดบันทึกลงในสมุด
3. ครูสุ่มถามคำถามนักเรียนจากการอ่านเอกสารเป็นบางคน โดยมีแนวคำถาม ดังนี้
   - ทำไมต้องหาค่ามวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุ
   - สูตรการคำนวณหามวลอะตอมเฉลี่ย
4. ครูและนักเรียนช่วยกันอภิปรายเกี่ยวกับการคำนวณหามวลอะตอมเฉลี่ย โดยใช้พื้นฐานความรู้เรื่องการหามวลอะตอม พร้อมทั้งหาข้อสรุป
5. เมื่อนักเรียนสามารถสรุปและมีความเข้าใจวิธีการคำนวณมวลอะตอมเฉลี่ยดีแล้ว ครูยกตัวอย่างการคำนวณหามวลอะตอมเฉลี่ย พร้อมทั้งอธิบายบนกระดาน 1 ข้อ จากนั้นข้อที่ 2 ให้นักเรียนทั้งห้องช่วยกันวิเคราะห์โจทย์และแสดงวิธีร่วมกัน

ขั้นประเมินผล

1. เปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามข้อสงสัยเกี่ยวกับเรื่องที่ยังไม่เข้าใจ
2. ครูสุ่มถามนักเรียนเป็นรายบุคคล เพื่อประเมินความเข้าใจ แล้วนำไปพัฒนาต่อไป
3. ประเมินคุณลักษณะที่พึงประสงค์
4. ถ้ามีนักเรียนยังไม่เข้าใจในหัวข้อที่เรียน ครูทำการสอนซ่อมเสริมเฉพาะกลุ่ม

ขั้นขยายความคิดรวบยอด

ให้นักเรียนเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ที่ได้รับ ประสบการณ์ และความรู้เดิมให้สัมพันธ์กันได้อย่างถูกต้อง และมีเหตุผล โดยตอบคำถามในใบงาน

7. สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้

1. ใบความรู้ที่ 1 เรื่องมวลอะตอมและมวลอะตอมเฉลี่ย
2. แบบทดสอบที่ 1 เรื่องมวลอะตอมและมวลอะตอมเฉลี่ย
3. คอมพิวเตอร์ อินเตอร์เน็ต
4. เว็บไซด์ต่าง ๆ เกี่ยวกับมวลอะตอมและมวลอะตอมเฉลี่ย เช่น
   - http://www.sci.nu.ac.th
   - http://chemsci.kku.ac.th

- http://www.vcharkarn.com
- http://www.mwit.ac.th
- http://www.lks.ac.th
- http://school.obec.go.th
- http://my.dek-d.com
- http://www.kr.ac.th
- http://www.thainame.net
- http://www.eduzones.com

การวัดผลประเมินผล

วิธีการวัดและประเมินผล

1. วัดจากแบบฝึกหัดจากใบงานที่ 1 และ แบบทดสอบที่ 1
2. สังเกตการปฏิบัติ ซึ่งจะประเมินกระบวนการทำกิจกรรม การนำเสนอผลงานทำกิจกรรม การอภิปรายแสดงความคิดเห็น การสรุปความรู้
3. ประเมินความร่วมมือในการทำกิจกรรมกลุ่ม
4. ประเมินระหว่างกิจกรรม
5. ประเมินเจตคติ คุณธรรม ค่านิยม ที่นักเรียนแสดงให้เห็นตลอดกระบวนการเรียนรู้

เครื่องมือวัด

1. แบบฝึกหัดเกี่ยวกับมวลอะตอมและมวลอะตอมเฉลี่ย
2. แบบประเมินปฏิบัติกิจกรรมของตนและของกลุ่ม
3. แบบประเมินจิตพิสัยของผู้เรียนและของกลุ่ม

เกณฑ์การประเมิน

ทำแบบฝึกหัดและแบบทดสอบ ถูกร้อยละ 50

ชื่อ.....นามสกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

ใบความรู้ที่ 1	เรื่อง มวลอะตอมและมวลอะตอมเฉลี่ย
จุดประสงค์	- อธิบายความหมายของมวลอะตอมได้ - คำนวณหามวลอะตอม มวลที่แท้จริงของอะตอมได้ - คำนวณหามวลอะตอมเฉลี่ย และปริมาณร้อยละไอโซโทปที่มีในธรรมชาติของธาตุได้

อะตอม มาจากภาษากรีก “Atomos” ซึ่งมีความหมายว่าแบ่งแยกไม่ได้ ดังนั้นอะตอมจึงเป็นอนุภาคที่เล็กที่สุดของธาตุที่ไม่สามารถแบ่งแยกได้อีกโดยวิธีทางเคมี

องค์ประกอบพื้นฐานของอะตอม ได้แก่ อิเล็กตรอน โปรตอน และนิวตรอน ซึ่งมีประจุไฟฟ้าเป็นประจุลบ ประจุบวก และเป็นกลาง ตามลำดับ โดยโปรตอนและนิวตรอนรวมกันอยู่ตรงกลางของอะตอม เรียกว่า นิวเคลียส และมีอิเล็กตรอนวิ่งอยู่รอบ ๆ นิวเคลียส ดอลตันเชื่อว่าอะตอมของธาตุต่างชนิดกันจะมีมวลไม่เท่ากัน จึงได้พยายามหามวลของอะตอมของธาตุแต่ละชนิด แต่เนื่องจากอะตอมมีขนาดเล็กและมีมวลน้อยมากจนนำมาชั่งไม่ได้ กล่าวคืออะตอมที่มีขนาดเล็กที่สุดคืออะตอมของธาตุไฮโดรเจน มีมวลประมาณ 1.66×10^{-24} กรัม และอะตอมที่ใหญ่ที่สุดจะมีมวลไม่เกิน 300 เท่าของไฮโดรเจน เนื่องจากอะตอมมีมวลน้อยมาก และไม่สะดวกแก่การชั่งนั่นเอง ในทางปฏิบัติจึงใช้วิธีเปรียบเทียบโดยพิจารณาว่าอะตอมของธาตุหนึ่งมีมวลมากกว่า หรือน้อยกว่าอะตอมของอีกธาตุหนึ่งกี่เท่า ค่าที่ได้จากการเปรียบเทียบดังกล่าวเรียกว่า “มวลอะตอม”

<u>การหามวลอะตอมโดยใช้ธาตุไฮโดรเจนเป็นมาตรฐาน</u>

ดอลตันพบว่าธาตุไฮโดรเจนเป็นธาตุที่เบาที่สุด จึงเสนอให้ใช้ไฮโดรเจนเป็นธาตุมาตรฐานในการเปรียบเทียบเพื่อหามวลของอะตอมของธาตุอื่น ๆ โดยกำหนดให้ไฮโดรเจน 1 อะตอม มีมวล 1 หน่วย หรือ 1 amu

$$1 \text{ amu} = 1 \text{ atomic mass unit} = 1.66 \times 10^{-24} \text{ กรัม}$$

เมื่อใช้ธาตุไฮโดรเจนเป็นมาตรฐานจึงกำหนดนิยามของมวลอะตอมดังนี้

“มวลอะตอม หมายถึง ตัวเลขที่บอกให้ทราบว่าธาตุนั้น 1 อะตอม มีมวลเป็นกี่เท่าของธาตุไฮโดรเจน 1 อะตอม”

เขียนเป็นสูตรแสดงความสัมพันธ์ได้ดังนี้

$$\text{มวลอะตอมของธาตุ} = \frac{\text{มวลของธาตุ 1 อะตอม}}{1.66 \times 10^{-24} \text{ กรัม}}$$

<u>ตัวอย่างเช่น</u>

1. มวลอะตอมของธาตุคาร์บอน = 12.000 หมายความว่าธาตุคาร์บอน 1 อะตอม มีมวลเป็น 12.000 เท่าของมวลของธาตุไฮโดรเจน 1 อะตอม

2. มวลอะตอมของธาตุคลอรีน = 35.453 หมายความว่า ธาตุคลอรีน 1 อะตอม มีมวลเป็น 35.453 เท่าของมวลของไฮโดรเจน 1 อะตอม เป็นต้น

การทราบมวลอะตอมของธาตุสามารถใช้บอกได้ว่าอะตอมของธาตุใดมีมวลมากหรือน้อยกว่า

เช่น มวลอะตอมของคาร์บอน = 12.000

มวลอะตอมของคลอรีน = 35.453

มวลอะตอมของไนโตรเจน = 14.000

หมายความว่าอะตอมของธาตุคลอรีนมีมวลมากกว่าอะตอมของธาตุไนโตรเจน และอะตอมของธาตุไนโตรเจนมีมวลมากกว่าอะตอมของธาตุคาร์บอน

นอกจากจะใช้หาค่ามวลอะตอมแล้ว ยังสามารถใช้หามวลของอะตอมได้ด้วย

เนื่องจากมวลของไฮโดรเจน 1 อะตอม = 1.66×10^{-24} กรัม

ดังนั้น มวลอะตอมของธาตุ $= \dfrac{\text{มวลของธาตุ 1 อะตอม}}{1.66 \times 10^{-24} \text{ กรัม}}$

หรือ มวลของธาตุ 1 อะตอม = มวลอะตอมของธาตุ $\times 1.66 \times 10^{-24}$ กรัม

ดังนั้น ถ้าทราบมวลอะตอมก็จะคำนวณค่ามวลของ 1 อะตอมได้ เช่น

มวลของคาร์บอน 1 อะตอม = มวลอะตอมของคาร์บอน $\times 1.66 \times 10^{-24}$ กรัม

$= 12.000 \times 1.66 \times 10^{-24}$ กรัม

มวลของคลอรีน 1 อะตอม = $35.453 \times 1.66 \times 10^{-24}$ กรัม

มวลของไนโตรเจน 1 อะตอม = $14.000 \times 1.66 \times 10^{-24}$ กรัม

นอกจากจะหามวลอะตอมโดยเปรียบเทียบกับไฮโดรเจน 1 อะตอมแล้ว นักวิทยาศาสตร์ในสมัยนั้นยังใช้วิธีหามวลอะตอมโดยเปรียบเทียบมวลของธาตุกับมวลของไฮโดรเจนที่มีจำนวนอะตอมเท่ากันดังนี้

$$\text{มวลอะตอมของธาตุ} = \frac{\text{มวลของธาตุ n อะตอม}}{\text{มวลของไฮโดรเจน n อะตอม}}$$

ข้อแตกต่างระหว่างมวลอะตอมกับมวล 1 อะตอม

มวลอะตอมเป็นค่าเปรียบเทียบ ไม่มีหน่วย แต่มวล 1 อะตอม เป็นมวลที่แท้จริงต้องมีหน่วย (เป็นกรัมหรือกิโลกรัม)

เช่น มวลอะตอมของไฮโดรเจน = 1

มวล 1 อะตอมของไฮโดรเจน = $1 \times 1.66 \times 10^{-24}$ กรัม เป็นต้น

การหามวลอะตอมโดยใช้ธาตุออกซิเจนเป็นมาตรฐาน

J.S Stas นักเคมีชาวเบลเยียม ได้เสนอให้ใช้ธาตุออกซิเจนเป็นมาตรฐานในการหาค่ามวลอะตอมแทนธาตุไฮโดรเจน โดยใช้เหตุผลว่าออกซิเจนมีอยู่มาก และเป็นอิสระในธรรมชาติ รวมทั้งยังเป็นธาตุที่สามารถทำปฏิกิริยากับธาตุอื่น ๆได้เกลือบหมด จึงน่าจะใช้เป็นมาตรฐานแทนธาตุไฮโดรเจน และเปลี่ยนนิยามของมวลอะตอมใหม่เป็นดังนี้

"มวลอะตอม หมายถึง ตัวเลขที่บอกให้ทราบว่าธาตุนั้น 1 อะตอม หนักเป็นกี่เท่าของ 1/16 มวลขอองออกซิเจน 1 อะตอม" เขียนเป็นสูตรแสดงความสัมพันธ์ได้ดังนี้

$$\text{มวลอะตอมของธาตุ} = \frac{\text{มวลของธาตุ 1 อะตอม}}{\text{1/16 มวลของออกซิเจน 1 อะตอม}}$$

เช่น ธาตุแมกนีเซียมมีมวลอะตอมเท่ากับ 24 หมายความว่า ธาตุแมกนีเซียม 1 อะตอม หนักเป็น 24 เท่าของ 1/16 ของมวลออกซิเจน 1 อะตอม เป็นต้น

การหามวลอะตอมโดยใช้คาร์บอน -12 เป็นมาตรฐาน

การใช้ธาตุออกซิเจนเป็นมาตรฐานในการหามวลอะตอม ทำให้เกิดความขัดแย้งกันระหว่างนักเคมี และนักฟิสิกส์ในการกำหนดมวลของธาตุออกซิเจน เนื่องจากนักเคมีคิดมวลอะตอมของออกซิเจนจากไอโซโทปของออกซิเจน – 16 เพียงอย่างเดียว เนื่องจากมีอยู่ในธรรมชาติมากที่สุด ดังนั้นมวลอะตอมของธาตุต่าง ๆที่คิดโดยนักเคมีและนักฟิสิกส์จึงไม่เท่ากัน ก่อให้เกิดปัญหาขึ้น ดังนั้นในปี ค.ศ. 1962 (พ.ศ. 2504) นักวิทยาศาสตร์จึงตกลงเลือกธาตุมาตรฐานเพื่อหามวลอะตอมใหม่โดยใช้คาร์บอน–12 เป็นตัวเปรียบเทียบ และให้นิยามมวลอะตอมดังนี้

"มวลอะตอม หมายถึง ตัวเลขที่บอกให้ทราบว่าธาตุนั้น 1 อะตอม มีมวลเป็นกี่เท่าของ 1/12 ของมวลของคาร์บอน–12 1 อะตอม เขียนเป็นสูตรแสดงความสัมพันธ์ได้ดังนี้

$$\text{มวลอะตอมของธาตุ} = \frac{\text{มวลของธาตุ 1 อะตอม}}{\text{1/12 มวลของคาร์บอน-12 1 อะตอม}}$$

เช่น มวลอะตอมของออกซิเจน = 16.00 หมายความว่าธาตุออกซิเจน 1 อะตอม มีมวลเป็น 16 เท่าของ 1/12 มวลของคาร์บอน – 12 , 1 อะตอม

<u>สรุปเกี่ยวกับมวลอะตอม</u>

1.มวลอะตอมของธาตุ $= \dfrac{\text{มวลของธาตุ 1 อะตอม}}{\text{มวลของไฮโดรเจน 1 อะตอม}}$

$= \dfrac{\text{มวลของธาตุ 1 อะตอม}}{\text{1/12 มวลของคาร์บอน-12 1 อะตอม}}$

2.มวลของธาตุ 1 อะตอม = มวลอะตอมของธาตุ $\times 1.66 \times 10^{-24}$ กรัม

3.มวลอะตอมไม่มีหน่วย เพราะเป็นมวลเปรียบเทียบ แต่มวล 1 อะตอมมีหน่วย (กรัมหรือกิโลกรัม) เพราะเป็นมวลที่แท้จริง

<u>การคำนวณมวลอะตอม</u>

มวลอะตอมสามารถคำนวณได้หลายวิธี ซึ่งขึ้นอยู่กับลักษณะของข้อมูล เช่น อาจจะคำนวณมวลอะตอมโดยการเปรียบเทียบกับไฮโดรเจนหรือคาร์บอน – 12 อาจจะคำนวณโดยอาศัยปฏิกิริยาเคมีของธาตุ และคำนวณจากไอโซโทป แต่ละวิธีลักษณะการคำนวณแตกต่างกันดังนี้

1. คำนวณมวลอะตอมโดยการเปรียบเทียบกับมวลมาตรฐาน ส่วนใหญ่ได้แก่การเปรียบเทียบกับธาตุไฮโดรเจนและคาร์บอน - 12

นอกจากนี้ก็ยังสามารถคำนวณมวลอะตอมได้จากการเปรียบเทียบกับธาตุอื่น ๆ ที่ทราบมวลอะตอมแล้วรวมทั้งคำนวณได้จากมวลของธาตุ 1 อะตอมด้วย

2. คำนวณมวลอะตอมจากปฏิกิริยาเคมีของธาตุ เมื่อธาตุตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไปทำปฏิกิริยากันแล้วได้สารประกอบเพียงชนิดเดียว ถ้าทราบมวลของธาตุที่ทำปฏิกิริยากันพอดี และทราบมวลอะตอมของธาตุหนึ่ง จะสามารถคำนวณมวลอะตอมของธาตุอื่น ได้ ตัวอย่าง เช่น

ธาตุ A + ธาตุ B $\rightarrow$ สารประกอบ A_XB_Y

สามารถจะหามวลอะตอมของธาตุ A หรือธาตุ B ได้โดยใช้ความสัมพันธ์ดังนี้

$$\frac{W_A}{W_B} = \frac{M_A . (X)}{M_B . (Y)}$$

เมื่อ W_A , W_B = มวลของธาตุ A และ B ตามลำดับที่ทำปฏิกิริยาพอดีกัน

M_A , M_B = มวลอะตอมของธาตุ A และ B ตามลำดับ

X , Y = ตัวเลขแสดงจำนวนอะตอมของธาตุ A และ B ตามลำดับ

ค่า X , Y หรือ X / Y หาได้จากสูตรของสารประกอบ

เช่น $N_2 + 1/2\ O_2 \rightarrow N_2O$ มี $X / Y = 2 / 1$

$H_2 + Cl_2 \rightarrow 2HCl$ มี $X / Y = 1 / 1$

ในกรณีที่มีธาตุมากกว่า 2 ชนิด ทำปฏิกิริยากันก็หามวลอะตอมได้ในทำนองเดียวกัน เช่น

ธาตุ A + ธาตุ B + ธาตุ C + ... $\rightarrow$ สารประกอบ $A_XB_YC_Z$ .....

เมื่อต้องการจะหามวลของอะตอมของธาตุใด ให้นำธาตุนั้นไปเปรียบเทียบกับธาตุซึ่งทราบมวลอะตอมแล้ว เช่น

ถ้าทราบมวลอะตอมของ A จะหามวลอะตอมของ B และ C ได้โดยการเปรียบเทียบกับ A ดังนี้

$$\frac{W_A}{W_B} = \frac{M_A}{M_B} \cdot \frac{X}{Y} \quad \text{และ} \quad \frac{W_A}{W_C} = \frac{M_A}{M_C} \cdot \frac{X}{Y}$$

จะเห็นได้ว่าการคำนวณมวลอะตอมจากปฏิกิริยาของธาตุดังกล่าวนี้ สามารถทำได้โดยไม่ต้องเขียนสมการและยังสามารถนำไปประยุกต์หามวลโมเลกุลหรือหาน้ำผลึกในโมเลกุลได้อีกด้วย

<u>สรุปการคำนวณมวลอะตอมจากปฏิกิริยาของธาตุ</u>

1. ต้องเป็นปฏิกิริยาที่เกิดสารประกอบชนิดเดียว
2. ต้องทราบสูตรของสารประกอบที่เกิดขึ้น เพื่อหาค่า X / Y
3. ต้องทราบมวลของธาตุที่ทำปฏิกิริยากัน
4. ต้องทราบมวลอะตอมของธาตุ ๆ หนึ่ง

<u>ตัวอย่างที่ 1</u> ธาตุ A 1 อะตอมหนัก 3.818×10^{-23} กรัม จะมีมวลอะตอมเป็นเท่าใด

<u>วิธีทำ</u> มวลของ A 1 อะตอม = มวลอะตอมของ A x 1.66×10^{-24} กรัม

3.818×10^{-23} กรัม = มวลอะตอมของ A x 1.66×10^{-24} กรัม

เพราะฉะนั้นมวลอะตอมของ A $= \dfrac{3.818 \times 10^{-23} \text{ กรัม}}{1.66 \times 10^{-24} \text{ กรัม}} = 23.0$ ตอบ

<u>ตัวอย่างที่ 2</u> ธาตุ A มีมวลอะตอม 107.8 ธาตุ A 2 อะตอม หนักกี่กรัม

<u>วิธีทำ</u> มวล 1 อะตอม = มวลอะตอม x 1.66×10^{-24} กรัม

เพราะฉะนั้น มวล 2 อะตอม $= 2 \times 107.8 \times 1.66 \times 10^{-24}$

$= 3.58 \times 10^{-22}$ กรัม ตอบ

ตัวอย่างที่ 3 ธาตุ M 2 อะตอมมีมวลเป็น 5 เท่าของธาตุ N 3 อะตอม ถ้ามวลอะตอมของ N เท่ากับ 9 จงคำนวณมวล

1 อะตอม และมวลอะตอมของ M

วิธีทำ ธาตุ N 3 อะตอม หนัก $= 3 \times 9 \times 1.66 \times 10^{-24}$ กรัม

เพราะฉะนั้น ธาตุ M 2 อะตอม หนัก $= 5 (3 \times 9 \times 1.66 \times 10^{-24})$ กรัม

หรือ ธาตุ M 1 อะตอม หนัก $= \frac{5}{2} (3 \times 9 \times 1.66 \times 10^{-24})$ กรัม

$= 1.12 \times 10^{-22}$ กรัม

จากมวล 1 อะตอม = มวลอะตอม $\times 1.66 \times 10^{-24}$ กรัม

เพราะฉะนั้นมวลอะตอมของ M $= \frac{5}{2} \times 3 \times 9 = 67.5$ ตอบ

ตัวอย่างที่ 4 ธาตุโพแทสเซียมมีมวลอะตอม 39 ธาตุไนโตรเจนมีมวลอะตอม 14 ธาตุโพแทสเซียม 200 อะตอม หนักเป็นกี่เท่าของธาตุไนโตรเจน 50 อะตอม

วิธีทำ K 200 อะตอม หนัก $= 200 \times 39 \times 1.66 \times 10^{-24}$ กรัม

N 50 อะตอม หนัก $= 50 \times 14 \times 1.66 \times 10^{-24}$ กรัม

เพราะฉะนั้น $\frac{\text{มวลของ K}}{\text{มวลของ N}} = \frac{200 \times 39 \times 1.66 \times 10^{-24} \text{ กรัม}}{50 \times 14 \times 1.66 \times 10^{-24} \text{ กรัม}}$

$= 11.14$

K 200 อะตอม หนักเป็น 11.4 เท่าของ N 50 อะตอม ตอบ

ตัวอย่างที่ 5 ธาตุ X 13.8 กรัม ทำปฏิกิริยาเคมีกับ O_2 ได้เป็น X_2O เพียงชนิดเดียวหนัก 18.6 กรัม จงคำนวณมวลอะตอมของธาตุ X

วิธีทำ $X + O_2 \rightarrow X_2O$

จาก $\frac{W_X}{W_O} = \frac{M_X}{M_O} \cdot \frac{X}{Y}$

จาก X_2O ได้ $\frac{x}{y} = \frac{2}{1}$

$W_X = 13.8$ กรัม , $M_O = 16$

$W_O = W_{X_2O} - W_X = 18.6 - 18.3$ กรัม $= 4.8$ กรัม

เพราะฉะนั้นจากสูตร แทนค่า จะได้ $\frac{13.8}{4.8} = \frac{M_x}{16} \times \frac{2}{1}$

$M_X = 23$

มวลอะตอมของ X $= M_X = 23$ ตอบ

มวลอะตอมเฉลี่ยจากไอโซโทป

ธาตุแต่ละชนิดที่อยู่ในธรรมชาติมักจะมีไอโซโทปหลายชนิดปนกันอยู่ เช่น ธาตุคาร์บอนจะมีไอโซโทปในธรรมชาติที่สำคัญคือ C–12 และ C–13 ธาตุออกซิเจนมี O–16 , O–17 และ O–18 เป็นต้น ไอโซโทปของธาตุแต่ละชนิดจะมีปริมาณไม่เท่ากันในธรรมชาติ และมีมวลอะตอมไม่เท่ากันด้วย

เช่น N-14 มีในธรรมชาติ 99.64 % และมีมวลอะตอม 14.0031

N-15 มีในธรรมชาติ 0.36 % และมีมวลอะตอม 15.0001

การพิจารณามวลอะตอมที่แท้จริงจึงต้องคิดจากไอโซโทปทุก ๆ ตัวที่มีอยู่ในธรรมชาติเป็นค่าเฉลี่ย เรียกว่า “มวลอะตอมเฉลี่ยของไอโซโทป”

การหามวลอะตอมและปริมาณของไอโซโทปแต่ละธาตุ ใช้เครื่องมือที่เรียกว่า แมสสเปกโตรมิเตอร์ (mass spectrometer)

ตาราง 1 มวลอะตอมและปริมาณไอโซโทปของธาตุบางชนิดในธรรมชาติ

ธาตุ	ไอโซโทป	มวลอะตอมของไอโซโทป	ปริมาณไอโซโทป (%)	มวลอะตอมเฉลี่ย
คาร์บอน	^{12}C	12.000	98.9	12.001
	^{13}C	13.003	1.1	
ออกซิเจน	^{16}O	15.995	99.76	
	^{17}O	16.999	0.04	15.999
	^{18}O	17.999	0.20	
นีออน	^{20}Ne	19.992	90.92	
	^{21}Ne	20.993	0.26	20.183
	^{22}Ne	21.991	8.82	
คลอรีน	^{35}Cl	34.967	75.5	35.453
	^{37}Cl	36.966	24.5	
แมกนีเซียม	^{24}Mg	23.99	78.10	
	^{25}Mg	24.99	10.13	24.31
	^{26}Mg	25.98	11.17	
อาร์กอน	^{36}Ar	35.968	0.337	
	^{38}Ar	37.963	0.063	39.947
	^{40}Ar	39.962	99.600	
โบรอน	^{10}B	10.0130	19.9	10.811
	^{11}B	11.0093	80.1	

<u>การคำนวณมวลอะตอมเฉลี่ยจากไอโซโทป</u>

การคำนวณมวลอะตอมเฉลี่ยจากไอโซโทป ต้องคิดจากไอโซโทปทุก ๆ ตัวในธรรมชาติ โดยคิดค่าเฉลี่ยจากความสัมพันธ์ดังนี้

$$M = \sum \frac{(\%)(A)}{100}$$

$$= \frac{(\%A)_1 + (\%A)_2 + (\%A)_3 + ...}{100}$$

M = มวลอะตอมเฉลี่ยของไอโซโทป

$\sum$ = Summation (ผลบวก)

% = เปอร์เซ็นต์ของไอโซโทปแต่ละตัวในธรรมชาติ

A = มวลอะตอมของแต่ละไอโซโทป

จากตัวอย่างของไอโซโทปจากตารางที่ผ่านมา จะเห็นได้ว่าค่ามวลอะตอมของแต่ละไอโซโทปใกล้เคียงกับเลขมวลของไอโซโทปนั้น ๆ ดังนั้นในกรณีที่โจทย์ไม่กำหนดมวลอะตอมของแต่ละไอโซโทปให้ ถ้าทราบเลขมวลให้ใช้เลขมวลแทนได้

<u>ตัวอย่างที่ 6</u> จากการใช้แมสสเปกโตรมิเตอร์ได้ผลการทดลองว่าก๊าซอาร์กอนประกอบด้วย 3 ไอโซโทป คือ $^{36}_{18}Ar$, $^{38}_{18}Ar$ และ $^{40}_{18}Ar$ ปริมาณของไอโซโทปมี 0.1% , 0.3 % และ 99.6 % ตามลำดับ ให้หามวลอะตอมของ Ar

<u>วิธีทำ</u> เนื่องจากโจทย์ไม่กำหนดมวลอะตอมของแต่ละไอโซโทปมาให้ จึงต้องใช้เลขมวลของแต่ละไอโซโทปแทน

จากสูตร $M = \sum \frac{(\%)(A)}{100} = \frac{(\%A)_1 + (\%A)_2 + (\%A)_3}{100}$

ชนิดที่ 1 $^{36}_{18}Ar$ มี % = 0.1 , A = 36

ชนิดที่ 2 $^{38}_{18}Ar$ มี % = 0.3 , A = 38

ชนิดที่ 3 $^{40}_{18}Ar$ มี % = 99.6 , A = 40

เพราะฉะนั้น $M = \frac{0.1 \times 36 + 0.3 \times 38 + 99.6 \times 40}{100} = 39.99$

มวลอะตอมเฉลี่ยของไอโซโทป(อาร์กอน) = 39.99 ตอบ

ตัวอย่างที่ 7 ธาตุคาร์บอนมีไอโซโทปที่ในธรรมชาติ 2 ชนิด คือ C–12 มีมวลอะตอม 12.000 และ C–13 มีมวลอะตอม 13.003 ถ้ามวลอะตอมเฉลี่ยของไอโซโทปของคาร์บอนเป็น 12.011 จงคำนวณ% ในธรรมชาติของแต่ละไอโซโทป

วิธีทำ $M = \sum \frac{(\%)(A)}{100}$

สมมติให้มี C–12 ในธรรมชาติ X % , มวลอะตอม 12.000

เพราะฉะนั้นมี C–13 ในธรรมชาติ 100 - X % , มวลอะตอม 13.003

$$\text{จาก} \quad M = \frac{(\%A)_1 + (\%A)_2}{100}$$

$$12.001 = \frac{(X)\,x\,12.000 + (100 - X)\,x\,13.003}{100}$$

$$X = 98.9\ \%$$

เพราะฉะนั้นมี C–12 ในธรรมชาติ เท่ากับ 98.9 % มี C–13 ในธรรมชาติ 100-X % = 1.1%

ชื่อ.....นามสกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

แบบฝึกหัดที่ 1

เรื่อง มวลอะตอมและมวลอะตอมเฉลี่ย

****

1. จงหามวลอะตอมของกำมะถัน เมื่อกำมะถัน 1 อะตอม มีมวล $32 \times 1.66 \times 10^{-24}$ กรัม

2. มวลอะตอมของโซเดียมเท่ากับ 23 โซเดียม 1 อะตอมมีมวลเป็นกี่เท่าของ 1/12 มวลของคาร์บอน-12 1 อะตอม

3. ออกซิเจนมีมวลอะตอม 16.00 ธาตุ X จะมีมวลอะตอมเท่าใด เมื่อธาตุ X 1 อะตอมมีมวลเป็น 4 เท่าของมวลของออกซิเจน 2 อะตอม

4. มวลอะตอมของไฮโดรเจนเท่ากับ 1.008 ไฮโดรเจน 1 อะตอมจะมีมวลกี่กรัม

5. จงหามวลอะตอมของอิริเดียม (Ir) จากข้อมูลต่อไปนี้

ไอโซโทป	มวลอะตอมของไอโซโทป	ปริมาณร้อยละในธรรมชาติ
Ir-191	191.00	37.30
Ir-193	193.00	62.70

6. ธาตุซิลิคอนที่พบในธรรมชาติมี 3 ไอโซโทป มีมวลอะตอมเท่ากับ 27.977 28.976 และ 29.974 คิดเป็นร้อยละ 92.21 4.70 และ 3.09 ตามลำดับ จงหามวลอะตอมของธาตุซิลิคอน

7. ธาตุยูโรเพียม พบในธรรมชาติ 2 ไอโซโทป คือ ^{151}Eu มีมวลอะตอมเท่ากับ 150.9196 และ ^{153}Eu มีมวลอะตอมเท่ากับ 152.92.09 ถ้ามวลอะตอมเฉลี่ยของ Eu เท่ากับ 151.9600 จงหาปริมาณร้อยละของ Eu แต่ละไอโซโทป

8. ธาตุเงินที่พบในธรรมชาติมี 2 ไอโซโทป คือ ^{107}Ag มีมวลอะตอมเท่ากับ 106.905 และ ^{109}Ag มีอยู่ในธรรมชาติร้อยละ 51.82 ถ้าธาตุเงินมีมวลอะตอมเฉลี่ยเท่ากับ 107.868 จงคำนวณหามวลอะตอมของ ^{109}Ag

แบบทดสอบหลังเรียน

1. Cl 1 อะตอมมีมวล $35.5 \times 1.66 \times 10^{-24}$ กรัม จงหาว่า Cl มีมวลอะตอมเท่าใด
   ตอบ 35.5

2. ฟลูออรีนมีมวลอะตอมเท่ากับ 19 อยากทราบว่าฟลูออรีน 2 อะตอมมีมวลกี่กรัม
   ตอบ $38 \times 1.66 \times 10^{-24}$ กรัม

3. แมกนีเซียมมีมวลอะตอมเท่ากับ 24 อยากทราบว่าแมกนีเซียม 1 อะตอมมีมวลหนักเป็นกี่เท่าของมวลของคาร์บอน 1 อะตอม
   ตอบ 2

4. ธาตุ X 2 อะตอมมีมวลเป็น 4 เท่าของธาตุออกซิเจน (O) 3 อะตอม ถ้าธาตุออกซิเจนมีมวลอะตอมเท่ากับ 16 จงคำนวณหา มวลอะตอมของธาตุ X
   ตอบ 96

5. ธาตุ X หนัก 17.73 กรัม ทำปฏิกิริยาพอดีกับออกซิเจนเป็นออกไซด์ XO 25.73 กรัม มวลอะตอมของ X เป็นเท่าใด (O = 16)
   ตอบ 35.46

6. ธาตุ X ทำปฏิกิริยากับออกซิเจนได้สารประกอบมีสูตร X_4O_6 ถ้า 8.4 กรัมของธาตุ X ทำปฏิกิริยาพอดีกับ 6.5 กรัม ของออกซิเจน มวลอะตอมของธาตุ X เป็นเท่าใด (O = 16)
   ตอบ 31.01

7. นักเรียนผู้หนึ่งนำ $NiCl_2$ 1.296 กรัม มาทำให้เป็นโลหะ Ni กับก๊าซคลอรีน ด้วยวิธีทางไฟฟ้า มวลของโลหะ Ni ที่ได้เท่ากับ 0.578 กรัม ถ้ามวลอะตอมของคลอรีนเท่ากับ 35.453 มวลอะตอมของโลหะ Ni เป็นเท่าใด
   ตอบ 57.08

8. ธาตุคาร์บอนมี 2 ไอโซโทป คือ C-12 มีมวลอะตอม 12.00000 ส่วนอีกไอโซโทป คือ C-13 มีมวลอะตอม 13.00335 ถ้ามวลอะตอมเฉลี่ยของคาร์บอนเท่ากับ 12.009 จงหาเปอร์เซ็นต์ของ C-12
   ตอบ 98.89

ตัวอย่างแบบประเมินการทำงานกลุ่ม

โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่ม

*(TGT **หรือ** Team Game Tournament)*

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ เวลา 20 ชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง มวลอะตอมและมวลอะตอมเฉลี่ย เวลา 2 คาบเรียน

วัน ที่ เดือน พ.ศ. 2553 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553

ชื่อผู้จัดกิจกรรม : นายขุนทอง คล้ายทอง สาขาวิชา เคมี

เลขที่	ชื่อ – สกุล	รายการประเมิน					รวม	เกณฑ์การประเมิน
		ความร่วมมือ (3)	การแสดงความคิดเห็น (3)	ถูกต้องตรงประเด็น (3)	การนำเสนอ (3)	การมีส่วนร่วม (3)		

เลขที่	ชื่อ – สกุล	รายการประเมิน					รวม	เกณฑ์การประเมิน
		ความร่วมมือ (3)	การแสดงความคิดเห็น (3)	ถูกต้องตรงประเด็น (3)	การนำเสนอ (3)	การมีส่วนร่วม (3)		

ระดับคุณภาพ	3 คะแนน	ดี	**การแปลผล**	13 – 15 คะแนน	ดี
	2 คะแนน	พอใช้		9 – 12 คะแนน	พอใช้
	1 คะแนน	ต้องปรับปรุง		5 – 8 คะแนน	ต้องปรับปรุง
เกณฑ์การประเมิน : นักเรียนได้ 9 คะแนนขึ้นไปถือว่าผ่านเกณฑ์การประเมิน					

บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

รายวิชา เคมีเพิ่มเติม ว30222 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง มวลอะตอมและมวลอะตอมเฉลี่ย เวลา 2 คาบ

1. จำนวนนักเรียนที่ใช้สอน

   ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/4 จำนวนนักเรียนเต็ม 38 คน เข้าเรียน .....คน คิดเป็น.....%

2. ผลการจัดการเรียนรู้

   2.1 ความเหมาะสมของระยะเวลา ( ) ดีมาก ( ) ดี ( ) พอใช้ ( ) ต้องปรับปรุง

   2.2 ความเหมาะสมของเนื้อหา ( ) ดีมาก ( ) ดี ( ) พอใช้ ( ) ต้องปรับปรุง

   2.3 ความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนการสอน ( ) ดีมาก ( ) ดี ( ) พอใช้ ( ) ต้องปรับปรุง

   2.4 ความเหมาะสมของสื่อการสอนที่ใช้ ( ) ดีมาก ( ) ดี ( ) พอใช้ ( ) ต้องปรับปรุง

   2.5 พฤติกรรม/การมีส่วนร่วมของนักเรียน ( ) ดีมาก ( ) ดี ( ) พอใช้ ( ) ต้องปรับปรุง

   2.6 ผลการปฏิบัติกิจกรรม/ใบกิจกรรม การทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

   1.) **การประเมินผลความรู้หลังการเรียน** โดยใช้แบบทดสอบชนิดปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 10 ข้อ พบว่า นักเรียนได้คะแนนเฉลี่ย.....จากคะแนนเต็ม..... มีนักเรียนร้อยละ ..... ไม่ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำที่กำหนดไว้คือ ร้อยละ 60

   2.) **การประเมินด้านทักษะกระบวนการ** ผลการประเมินโดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรม พบว่ามีนักเรียนร้อยละ ..... ผ่านเกณฑ์การประเมิน และมีนักเรียนร้อยละ .....ไม่ผ่านเกณฑ์การประเมิน

   3.) **การประเมินด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์** ผลการประเมินโดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมพบว่ามีนักเรียนร้อยละ ..... ผ่านเกณฑ์การประเมิน และมีนักเรียนร้อยละ .....ไม่ผ่านเกณฑ์การประเมิน

ปัญหาที่ควรแก้ไข/พัฒนา	วิธีดำเนินการแก้ไข / พัฒนา	ผลการแก้ไข /พัฒนา
.....	.....	.....
.....	.....	.....
.....	.....	.....
.....	.....	.....

ลงชื่อ..... ผู้สอน/ผู้บันทึก
(นายขุนทอง คล้ายทอง)
ตำแหน่ง ครูผู้ช่วย

ลงชื่อ .....ผู้นิเทศ
(นายประยงค์ ปิยะนารถ)
ตำแหน่ง ครู คศ.2

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
เรื่องปริมาณสัมพันธ์

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องปริมาณสัมพันธ์ มีคำถามทั้งหมด 40 ข้อ ใช้เวลา 60 นาที
2. คำถามแต่ละข้อมี 5 ตัวเลือก ซึ่งมีคำตอบที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียวให้เลือกตอบ
3. นักเรียนสามารถเลือกได้เพียง 1 คำตอบเท่านั้น ถ้าเลือกเกิน 1 คำตอบ ถือว่าผิดไม่ได้คะแนนในข้อนั้น
4. นักเรียนทำเครื่องหมาย X ลงในช่องที่ตรงกับคำตอบที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียวดังตัวอย่าง เมื่อนักเรียนต้องการตอบข้อ ก.

   ตัวอย่าง

   ก. ☒ ข. ☐ ค. ☐ ง. ☐ จ. ☐

5. เมื่อนักเรียนต้องการเปลี่ยนคำตอบใหม่ ให้ขีดเส้นขวางทับเครื่องหมายในข้อเดิม แล้วทำเครื่องหมาย X ลงในช่องที่ตรงกับคำตอบที่ต้องการดัง ตัวอย่าง

   ตัวอย่าง

   ก. ~~☒~~ ข. ☐ ค. ☐ ง. ☐ จ. ☒
6. ห้ามนักเรียนทำเครื่องหมายใดๆ ในแบบทดสอบฉบับนี้
7. หากนักเรียนมีข้อสงสัยให้ถามกรรมการคุมสอบเท่านั้น
8. กำหนดให้มวลอะตอมของธาตุต่างๆ ดังต่อไปนี้

H = 1	C = 12	N = 14	O = 16	F=19
Na = 23	P = 31	S = 32	Cl = 35.5	K = 39
Ar = 40	Ca = 40	Mn = 54	Fe = 56	Cu = 63.5
Zn = 65	Ag = 108	Au = 197		

1. K มีมวลอะตอม 39 มีความหมายตรงกับข้อใด
   ก. โพแทสเซียมมีมวลอะตอมเป็น 39 เท่าของคาร์บอน 1 อะตอม
   ข. โพแทสเซียม 1 อะตอมมีมวล $39 \times 1.66 \times 10^{-24}$ กรัม
   ค. โพแทสเซียมมีมวลอะตอม $39 \times 6.02 \times 10^{-24}$ กรัม
   ง. โพแทสเซียม 1 อะตอมมีมวล 39 กรัม
   จ. โพแทสเซียม 39 กรัม มีมวลเท่ากับคาร์บอน 1 อะตอม
2. ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้องเกี่ยวกับมวลอะตอม
   ก. มวลอะตอมของธาตุ ไม่มีหน่วย เนื่องจากเป็นมวลเปรียบเทียบ
   ข. มวลของธาตุ 1 อะตอม เป็นมวลที่แท้จริงของธาตุจึงไม่ต้องมีหน่วยและมวลกำกับไว้
   ค. แมสสเปกโตรมิเตอร์เป็นเครื่องมือที่ใช้หาอะตอมและปริมาณของไอโซโทปของธาตุ
   ง. มวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุขึ้นอยู่กับปริมาณและมวลอะตอมของไอโซโทปที่มีอยู่ในธรรมชาติ
   จ. ดอลตันได้พบว่าไฮโดรเจนเป็นธาตุที่อะตอมมีมวลน้อยที่สุด จึงเสนอให้ใช้ไฮโดรเจนเป็นธาตุมาตรฐานในการเปรียบเทียบ
3. ถ้าพบว่า Br 1 อะตอมมีมวล 1.326×10^{-22} กรัม ดังนั้น Br จะมีมวลอะตอมเท่าไร
   ก. 18.998 ข. 35.453 ค. 39.098
   ง. 79.904 จ. 85.468
4. ถ้าธาตุ A 3 อะตอมหนักเป็น 48 เท่าของ 1/12 ของมวล ^{12}C 1 อะตอม มวลอะตอมของ A เป็นเท่าใด
   ก. 12 ข. 14 ค. 16
   ง. 18 จ. 20
5. ถ้าธาตุ Z มี 3 ไอโซโทป และพบว่าในนิวเคลียสของ Z มี 30 โปรตอน ซึ่งมีปริมาณร้อยละโดยจำนวนอะตอมในธรรมชาติของธาตุ Z1 ,Z2 และ Z3 ตามลำดับดังนี้ 45% , 30% ,25% และมีนิวตรอนของ Z1 ,Z2 และ Z3 ตามลำดับดังนี้ 20,25,45 ตามลำดับ จงหามวลอะตอมเฉลี่ยของ Z
   ก. 35.25 ข. 40.25 ค. 45.25
   ง. 50.25 จ. 55.25

6. ธาตุ M ประกอบด้วยไอโซโทป 2 ชนิด ที่มีมวลอะตอม 14.00 และ 15.00 ตามลำดับ หากมวลอะตอมของธาตุ M เท่ากับ 14.10 ปริมาณในธรรมชาติของ M ที่มีมวลอะตอม 15.00 จะเท่ากับเท่าใด

   ก. 10 % ข. 12 % ค. 15 %

   ง. 18 % ข. 20 %

7. ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้อง เกี่ยวกับโมเลกุลของธาตุและสารประกอบ

   ก. มวล 1 โมเลกุลของสารจะเป็นมวลที่แท้จริงของสารนั้น เกิดจากผลรวมของมวลที่จริงของธาตุทั้งหมดที่เป็นองค์ประกอบใน 1 โมเลกุลของสาร

   ข. มวลโมเลกุลของสารจะเท่ากับผลบวกของมวลอะตอมของาตุทั้งหมดในสารมีหน่วยเป็นกรัม

   ค. มวล 1 โมเลกุลของสารจะเท่ากับผลบวกของมวลอะตอมของธาตุทั้งหมดในสารมีหน่วยเป็นกรัม

   ง. มวลโมเลกุลของสารจะเท่ากับมวล 1 โมเลกุลของสารเทียบกับ 1/12 ของ C-12 1 อะตอม

   จ. มวลโมเลกุลของสารคิดได้จากการเปรียบเทียบเช่นเดียวกับการหามวลอะตอม หรือคิดจากผลบวกของอะตอมของธาตุต่าง ๆ ที่เป็นองค์ประกอบใน 1 โมเลกุลของสารนั้น

8. กำหนดให้ธาตุ Se, Br, Kr Rb และ Sr มวลอะตอมเท่ากับ 78.96, 79.90, 83.80 85.47 และ 87.62 ตามลำดับ ถ้า Y มีสูตรเป็น Y_2 และหนึ่งโมเลกุลหนักเป็น 4 เท่าของ C-12 3 อะตอม ธาตุ Y คือ ธาตุใด

   ก. Se ข. Br ค. Kr

   ง. Rb จ. Sr

9. สารประกอบชนิดหนึ่งจากการวิเคราะห์พบว่าประกอบด้วย Zn , Al และ O โดยมีสัดส่วนจำนวนอะตอมเป็น 1 : 2 : 4 ตามลำดับ ถ้านำสารดังกล่าวมา 18.3 กรัม มาวิเคราะห์หา Zn จะได้ Zn หนักกี่กรัม (Zn = 65 , Al = 27)

   ก. 2.5 ข. 4.5 ค. 6.5

   ง. 8.5 จ. 10.5

10. สาร X มีมวลโมเลกุลเท่ากับ 98 มี H เป็นองค์ประกอบ 3.06% มี P เป็นองค์ประกอบ 31.63% อยากทราบว่า 1 โมเลกุล ของสารนี้ มี O เป็นองค์ประกอบกี่อะตอม

    ก. 1 ข. 2 ค. 3

    ง. 4 จ. 5

11. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับเลขอาโวกาโดร
    ก. H_2O 1 โมล มี O เท่ากับ 6.02×10^{23} โมเลกุล
    ข. แก๊ส N_2 2 โมล มี N เท่ากับ 6.02×10^{23} โมเลกุล
    ค. ออกซิเจนอะตอม 1 โมล มี O เท่ากับ 6.02×10^{23} โมเลกุล
    ง. CO_3^{2-} 1 โมล จะมีจำนวนไอออนเท่ากับ 6.02×10^{23} อะตอม
    จ. H_2SO_4 1 โมล มี H เท่ากับ 6.02×10^{23} อะตอม
12. สารในข้อใดต่อไปนี้มีมวลหนักที่สุด
    ก. O_2 จำนวน 2 โมล ข. NH_3 จำนวน 3 โมล ค. NO จำนวน 36 กรัม
    ง. NH_3 จำนวน 10 ลิตรที่ STP จ. O_2 จำนวน 6.02×10^{23} โมเลกุล
13. แคลเซียมไฮดรอกไซด์ $Ca(OH)_2$ หนัก 162 มี O กี่โมลอะตอม
    ก. 40 ข. 50 ค. 60
    ง. 70 จ. 80
14. ถ้านำแก๊สต่อไปนี้มาจำนวนหนึ่งให้มีมวลเท่ากัน แก๊สใดจะมีปริมาตรมากที่สุดที่อุณหภูมิและความดันมาตรฐาน
    ก. N_2 ข. O_2 ค. CO_2
    ง. NO_2 จ. CH_4
15. แก๊สแอมโมเนีย 34 กรัม จะมีจำนวนโมลเท่ากับข้อใด
    ก. แก๊สออกซิเจน 28 กรัม
    ข. แก๊สคลอรีนปริมาตร 11.2 dm^3 ที่ STP
    ค. แก๊สไฮโดรเจนจำนวน 3.01×10^{23} อนุภาค
    ง. แก๊สไนโตรเจนจำนวน 22,400 cm^3 ที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส และความดัน 1 บรรยากาศ
    จ. แก๊สมีเทนจำนวน 22.4 dm^3 ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และความดัน 760 มิลลิเมตรปรอท
16. ไนโตรเจนไดออกไซด์ 0.115 กรัม จะมีปริมาตรเป็นกี่ลิตรที่ STP
    ก. 0.012 ลิตร ข. 0.056 ลิตร ค. 0.112 ลิตร
    ง. 0.115 ลิตร จ. 0.560 ลิตร

17. สาร XY_2 3.85 กรัม มีอะตอมของ Y เท่ากับ 4.21×10^{22} อะตอม มวลโมเลกุลของสารนี้ควรเป็นเท่าใด

ก. 90 ข. 100 ค. 110

ง. 120 จ. 130

18. ถ้าแก๊ส H_2SO_4 มีปริมาตร 168 ลิตรที่อุณหภูมิ 273 K ความดัน760 mmHg แก๊ส H_2SO_4 จะมีมวลเท่าใด

ก. 375 กรัม ข. 537 กรัม ค. 735 กรัม

ง. 750 กรัม จ. 1,470 กรัม

19. เหรียญวัตถุมงคลมีทอง (Au) ผสมอยู่ 0.25 โมล และโลหะชนิดอื่นๆ โดยมีน้ำหนักรวม 50 กรัม จะมีจำนวนอะตอมของทองอยู่เท่าใด

ก. 4.50×10^{23} อะตอม ข. 3.25×10^{23} อะตอม ค. 2.52×10^{23} อะตอม

ง. 1.51×10^{23} อะตอม จ. 0.52×10^{23} อะตอม

20. สารละลายกรด HCl เข้มข้น 2% โดยปริมาตร จำนวน 200 cm^3 จะมีกรด HCl ปริมาตรเท่าใด

ก. 2 ข. 4 ค. 8

ง. 10 จ. 12

21. นำ KF จำนวน 10 กรัม ละลายในน้ำ 2.5 กิโลกรัม จะเข้มข้น กี่โมลต่อกิโลกรัม

ก. 0.068 ข. 0.68 ค. 6.89

ง. 68.96 จ. 69.86

22. จงหาเศษส่วนโมลของ H_2 ในแก๊สผสมที่ประกอบด้วย H_2 10 กรัม O_2 8 กรัม และ CH_4 16 กรัม

ก. 0.16 ข. 0.8 ค. 1.6

ง. 8.0 จ. 16.0

23. เมื่อใช้ NaOH จำนวน 20 กรัม ต้องการเตรียมสารละลายให้มีความเข้มข้น 30% โดยมวล/ปริมาตร จะได้สารละลายกี่ลูกบาศก์เซนติเมตร

ก. 0.66 ข. 6.06 ค. 6.66

ง. 60.6 จ. 66.6

24. น้ำตาลกลูโคส $C_6H_{12}O_6$ จำนวน 90 กรัม นำมาละลายน้ำจนได้สารละลายมีปริมาตร 500 cm^3 จงหาว่าสารละลายจะเข้มข้นกี่โมล/ลูกบาศก์เดซิเมตร

ก. 0.1 ข. 0.2 ค. 1.0

ง. 2.0 จ. 1.2

25. จงคำนวณหาความเข้มข้นในหน่วยโมลต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ของสารละลายกลูโคส $C_6H_{12}O_6$ ที่มีความเข้มข้น 0.396 โมแลล ถ้าสารละลายดังกล่าวมีความหนาแน่นเป็น 1.16 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

ก. 8.58 ข. 5.88 ค. 4.29

ง. 2.14 จ. 0.42

26. จงหามวลของ C_2H_5OH ที่ต้องการละลายในน้ำ 125 กรัม เพื่อเตรียมเป็นสารละลาย เข้มข้น 0.5 mol/kg

ก. 0.28 ข. 2.87 ค. 5.74

ง. 25.75 จ. 28.75

27. น้ำทิ้งในโรงงานอุตสาหกรรมแห่งหนึ่งตรวจพบว่าในน้ำทิ้ง 100 กรัม มีโลหะหนักเจือปนอยู่ 0.01 กรัม จงหาว่ามีโลหะหนักเจือปนอยู่ในน้ำทิ้ง คิดเป็นกี่ ppm

ก. $1x10^{-3}$ ข. $1x10^{-2}$ ค. $1x10^{-1}$

ง. $1x10^{2}$ จ. $1x10^{3}$

28. ในการเตรียมสารละลาย NaOH เข้มข้น 0.1 mol/dm^3 จำนวน 5 ลิตร จะต้องใช้ NaOH กี่กรัม

ก. 10 ข. 20 ค. 30

ง. 40 จ. 50

29. ในการทดลองเรื่อง การเตรียมสารละลาย จะต้องใช้อุปกรณ์การทดลองใดบ้างในการเตรียมสารละลายโซเดียมคลอไรด์ 0.4 mol/dm^3 จำนวน 250 cm^3

ก. เครื่องชั่ง , ขวดวัดปริมาตร และบิวเรต

ข. เครื่องชั่ง , บีกเกอร์ และกระบอกตวง

ค. ขวดฉีดน้ำกลั่น , เครื่องชั่ง และขวดรูปชมพู่

ง. เครื่องชั่ง , ขวดฉีดน้ำกลั่น และขวดวัดปริมาตร

จ. ขวดฉีดน้ำกลั่น , ขวดรูปชมพู่ และขวดวัดปริมาตร

30. ในการเตรียมสารที่มีความเข้มข้นในหน่วยโมลาริตี (Molarity ,M) ข้อใดกล่าวได้ถูกต้อง
    ก. เป็นการเตรียมสารละลายในหน่วยโมลต่อลิตรของปริมาณตัวทำละลายในสารละลาย 1 ลิตร
    ข. เป็นการเตรียมสารละลายที่มีปริมาณของตัวถูกละลายมีหน่วยเป็นกรัม ในสารละลาย 1,000 cm^3
    ค. เป็นการเตรียมสารละลายที่มีปริมาณของตัวทำละลายมีมวลเป็นกรัม ในสารละลาย 1 ลิตร
    ง. เป็นการเตรียมสารละลายที่มีปริมาณของตัวถูกละลายเป็นโมล ในสารละลาย 1,000 cm^3
    จ. เป็นการเตรียมสารละลายที่มีปริมาณของตัวทำละลายมีมวลเป็นกรัมในสารละลาย 1 ลิตร
31. เมื่อนำโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) 2.5 กรัม ละลายน้ำจนได้ปริมาตรครบ 150 cm^3 สารนี้จะมีความเข้มข้นเท่าใด
    ก. 0.35 โมลต่อลิตร ข. 0.42 โมลต่อลิตร ค. 0.48 โมลต่อลิตร
    ง. 0.55 โมลต่อลิตร จ. 0.62 โมลต่อลิตร
32. เมื่อนำสารละลายกรดไฮโดรคลอริก 0.5 M มา 250 cm^3 แล้วเติมน้ำลงไปอีก 250 cm^3 สารละลายใหม่ที่ได้จะมีความเข้มข้นเท่าใด
    ก. 0.50 โมลต่อลิตร ข. 0.25 โมลต่อลิตร ค. 0.15 โมลต่อลิตร
    ง. 0.10 โมลต่อลิตร จ. 0.05 โมลต่อลิตร
33. ต้องการเตรียมสารละลาย $FeCl_3$ เข้มข้น 0.2 mol/dm^3 จำนวน 50 cm^3 จะต้องชั่ง $FeCl_3$ มากี่กรัม
    ก. 162.5 ข. 16.25 ค. 1.625
    ง. 0.1625 จ. 0.1265
34. สารละลายชนิดหนึ่งเข้มข้น 5 mol/dm^3 ปริมาตร 1 ลิตร เมื่อเติมน้ำลงไปจนปริมาตรสุดท้ายรวมเป็น 10 ลิตร ความเข้มข้นหลังเจือจางแล้วจะเป็นกี่ mol/dm^3
    ก. 0.1 ข. 0.2 ค. 0.3
    ง. 0.4 จ. 0.5
35. สารละลายชนิดหนึ่งเข้มข้น 2 mol/dm^3 ปริมาตร 1 ลิตร เมื่อเติมน้ำลงไปอีก 4 ลิตร สารละลายจะมีความเข้มข้นใหม่เป็นเท่าใด
    ก. 0.01 ข. 0.20 ค. 0.30
    ง. 0.40 จ. 0.50

36. มีสารละลาย NaOH เข้มข้น 1 mol/dm^3 อยู่ 500 cm^3 แบ่งมา 100 cm^3 แล้วทำให้เจือจางเป็น 1ลิตร สารละลายใหม่จะเข้มข้นเท่าใด

ก. 0.5 ข. 0.4 ค. 0.3

ง. 0.2 จ. 0.1

37. ถ้านักเรียนต้องการเตรียมสารละลายซิลเวอร์คลอไรด์ (AgCl) 250 cm^3 โดยต้องการให้มีโลหะเงิน (Ag) อยู่เป็นปริมาณ 20% W/V ควรจะต้องใช้ซิลเวอร์คลอไรด์กี่กรัม

ก. 66.44 กรัม ข. 70.25 กรัม ค. 80.50 กรัม

ง. 90.55 กรัม จ. 95.75 กรัม

38. ถ้านำสารละลายกรดซัลฟิวริก (H_2SO_4) ความเข้มข้น 2 mol/dm^3 จำนวน 250 cm^3 มาผสมกับสารละลายกรดไฮโดรคลอริก (HCl) ความเข้มข้น 1 mol/dm^3 จำนวน 300 cm^3 แล้วเติมน้ำให้มีปริมาตร 750 cm^3 ความเข้มข้นของ [H^+] จะมีค่าเท่าใด

ก. 1.33 mol/dm^3 ข. 1.50 mol/dm^3 ค. 1.66 mol/dm^3

ง. 1.73 mol/dm^3 จ. 1.85 mol/dm^3

39. เมื่อผสม NaOH 1 mol/dm^3 จำนวน 100 cm^3 กับ NaOH 2 mol/dm^3 จำนวน 50 cm^3 และ NaOH 4 mol/dm^3 จำนวน 200 cm^3 แล้วเติมน้ำลงไปอีก 100 cm^3 จงหาความเข้มข้นของสารละลายหลังผสม

ก. 0.22 ข. 2.00 ค. 2.22

ง. 4.04 จ. 4.44

40. ถ้าต้องการเตรียมสารละลายกรดไนตริก (HNO_3) เข้มข้น 2 mol/dm^3 จำนวน 210 cm^3 จากกรดไนตริกที่เขียนป้ายบอกว่าเข้มข้น 63% โดยมวล ความหนาแน่น 1.4 g/dm^3 จะต้องใช้กรดเข้มข้น 63% โดยมวล กี่ลูกบาศก์เซนติเมตร

ก. 15 ข. 20 ค. 25

ง. 30 จ. 35

แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้วัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ มีคำถามทั้งหมด 40 ข้อ ใช้เวลา 60 นาที
2. คำถามแต่ละข้อมี 5 ตัวเลือก ซึ่งมีคำตอบที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียวให้เลือกตอบ
3. นักเรียนสามารถเลือกได้เพียง 1 คำตอบเท่านั้น ถ้าเลือกเกิน 1 คำตอบ ถือว่าผิดไม่ได้คะแนนในข้อนั้น
4. นักเรียนทำเครื่องหมาย X ลงในช่องที่ตรงกับคำตอบที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียวดังตัวอย่าง เมื่อนักเรียนต้องการตอบข้อ ก.

   ตัวอย่าง

   ก. ☒ ข. ☐ ค. ☐ ง. ☐ จ. ☐

5. เมื่อนักเรียนต้องการเปลี่ยนคำตอบใหม่ ให้ขีดเส้นขวางทับเครื่องหมายในข้อเดิม แล้วทำเครื่องหมาย X ลงในช่องที่ตรงกับคำตอบที่ต้องการดัง ตัวอย่าง

   ตัวอย่าง

   ก. ~~☒~~ ข. ☐ ค. ☐ ง. ☐ จ. ☒
6. ห้ามนักเรียนทำเครื่องหมายใดๆ ในแบบทดสอบฉบับนี้
7. หากนักเรียนมีข้อสงสัยให้ถามกรรมการคุมสอบเท่านั้น

แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

สถานการณ์ที่ 1

อภิกิจได้รับมอบหมายจากเพื่อนๆ ในกลุ่มในการเตรียมสารละลายกรดอะซิติกหรือกรดน้ำส้ม สำหรับทำการทดลอง เมื่อไปถึงห้องเก็บสารเคมี อภิกิจได้หยิบสารเคมีขวดหนึ่งขึ้นมาดูรอบๆขวด ปรากฏว่าไม่พบฉลากติดบนขวด อภิกิจจำเป็นที่จะต้องเตรียมสารให้เสร็จภายในเวลานั้นเนื่องจากเพื่อนๆ รอทำการทดลองอยู่

1. ข้อใดเป็นปัญหาที่สำคัญที่สุดของสถานการณ์นี้
   ก. อภิกิจขาดความรู้วิชาเคมี
   ข. อภิกิจไม่ทราบว่าขวดที่หยิบมานั้นเป็นสารชนิดใด
   ค. อภิกิจไปผิดห้อง
   ง. อภิกิจไม่ทราบว่ากรดอะซิติกมีสูตรอย่างไร
   จ. อภิกิจรีบเพราะต้องทำให้เสร็จทันเวลา
2. สาเหตุของปัญหาในสถานการณ์นี้คืออะไร
   ก. ครูผู้สอนไม่บอกว่ากรดอะซิติกคืออะไร
   ข. ไม่มีเวลาในการเตรียมตัว
   ค. ห้องเก็บสารมีลักษณะคล้ายกัน
   ง. อ่านหนังสือน้อย
   จ. ฉลากที่ติดขวดหายไป
3. จากปัญหาที่เกิดขึ้น ถ้าเป็นนักเรียนจะมีวิธีการแก้ปัญหาอย่างไร
   ก. ตรวจสอบคุณสมบัติเบื้องต้น เช่น อาจลองดมกลิ่น
   ข. ไปให้เพื่อนเตรียมแทน
   ค. ไว้เตรียมวันอื่น
   ง. ใช้สารอื่นที่เป็นกรดแทน เพราะเพื่อนคงไม่รู้
   จ. ตั้งใจเรียนวิชาเคมีให้มากกว่าวิชาอื่นๆ
4. จากวิธีการแก้ปัญหาดังกล่าว นักเรียนคิดว่าผลที่ได้จากการแก้ปัญหาน่าจะเป็นอย่างไร
   ก. ได้สารละลายที่ถูกต้องเพราะเพื่อนเตรียมให้
   ข. ได้เกรดสี่วิชาเคมี
   ค. ทราบคุณสมบัติเบื้องต้น และถ้ามีกลิ่นเปรี้ยวคล้ายน้ำส้มก็จะเตรียมต่อไปได้

ง. อาจทำให้เตรียมสารได้ไม่ทัน ทำการทดลองไม่ได้

จ. ผลการทดลองผิดพลาด

สถานการณ์ที่ 2

คุณัชทำการทดลองเคมีอยู่ แต่พบว่าผลการทดลองคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริง คุณัชเริ่มสงสัยว่าในระหว่างเตรียมสารละลาย ตนเองอาจจะทำผิดพลาดจึงเริ่มนึกว่าตนเองทำอะไรลงไปบ้าง เริ่มแรกคุณัชได้หยิบสารเคมีมา 1 ขวด เมื่ออ่านฉลากพบว่ามีชื่อตรงกับสารที่ต้องการ ลักษณะของสารก็เป็นของแข็งสีขาวถูกต้อง ส่วนบีกเกอร์ที่ใช้คุณัชเห็นว่ามีวางอยู่ข้างเครื่องชั่งอยู่แล้ว จึงหยิบมาใช้ทันที สำหรับเครื่องชั่งคุณัชเคยเรียนมาว่าควรใช้เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง แต่ก็มาเสีย คุณัชจึงเลือกใช้เครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่งแทน ส่วนเรื่องอื่นๆ คุณัชก็คิดว่าไม่น่าจะมีอะไรผิดพลาด

5. ข้อใดเป็นปัญหาที่สำคัญที่สุดของสถานการณ์นี้
   ก. คุณัชเป็นคนคิดมากอาจคิดไปเอง
   ข. คุณัชรีบอ่านฉลากทำให้อ่านผิด
   ค. เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่งเสีย
   ง. ใช้อุปกรณ์ไม่ถูกต้อง
   จ. ผลการทดลองคลาดเคลื่อน
6. สาเหตุของปัญหาในสถานการณ์นี้คืออะไร
   ก. บีกเกอร์ที่นำมาใช้อาจจะไม่สะอาด
   ข. ขาดการบำรุงรักษาเครื่องชั่ง
   ค. ขาดการฝึกสมาธิ
   ง. ขาดความรอบคอบในการทำงาน
   จ. ขาดทักษะในการใช้อุปกรณ์
7. จากปัญหาที่เกิดขึ้น นักเรียนจะแนะนำคุณัช ถึงวิธีการแก้ปัญหาอย่างไร
   ก. ให้คุณัชฝึกสมาธิก่อนเรียนวันละ 12 นาที
   ข. ให้คุณัชฝึกทักษะการใช้อุปกรณ์ก่อนใช้งาน
   ค. แจ้งครูผู้ดูแลอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ให้ซ่อมเครื่องชั่งที่เสีย
   ง. ให้เพื่อนที่เก่งกว่าช่วยเตรียมสารละลายแทน
   จ. เตรียมสารละลายใหม่ โดยเลือกใช้บีกเกอร์ที่สะอาด

8. จากวิธีการแก้ปัญหาดังกล่าว นักเรียนคิดว่าผลที่ได้จากการแก้ปัญหาน่าจะเป็นอย่างไร
   ก. ได้สารละลายที่ถูกต้อง ผลการทดลองไม่คาดเคลื่อน
   ข. คุณัชไม่ต้องเตรียมสารละลายอีกต่อไป เพราะเพื่อนคอยทำให้ตลอด
   ค. คุณัชมีทักษะในการเตรียมสารละลาย
   ง. มีเครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง ที่ใช้งานได้
   จ. คุณัชมีสมาธิในการเรียนมากขึ้น

สถานการณ์ที่ 3

คคนานต์ต้องการเตรียมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 0.1 M จำนวน 0.5 dm^3 ซึ่งปกติเธอจะเตรียมโดยนำโซเดียมไฮดรอกไซด์ซึ่งมีลักษณะเป็นของแข็งมาชั่ง แล้วนำมาเตรียมเป็นสารละลาย แต่ปรากฏว่าโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เป็นเม็ดหมดเนื่องจากชวิศเพิ่งใช้หมดไป คงมีเหลือแต่สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 1.0 M จำนวน 450 cm^3 ที่ชวิศเหลือจากการใช้ไปเพียง 50 cm^3 เท่านั้น

9. ข้อใดเป็นปัญหาที่สำคัญที่สุดของสถานการณ์นี้
   ก. คคนานต์ไม่สามารถเตรียมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 0.1 M ได้
   ข. ชวิศใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ความหมด
   ค. คคนานต์เตรียมสารเป็นเฉพาะสารที่เป็นของแข็งเท่านั้น
   ง. ครูไม่ยอมซื้อสารโซเดียมโฮดรอกไซด์มาเพิ่ม
   จ. คคนานต์ไม่ยอมวางแผนการทดลอง
10. สาเหตุของปัญหาในสถานการณ์นี้คืออะไร
   ก. ชวิศไม่คำนวณปริมาตรที่จำเป็นต้องใช้
   ข. คคนานต์ขาดความรู้ในการเตรียมสารจากสารละลายเข้มข้น
   ค. ครูที่ทำหน้าที่ดูแลห้องปฏิบัติการไม่ตรวจสอบปริมาณสารเคมีในห้องปฏิบัติการ
   ง. สารโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เป็นของแข็งหมด
   จ. คคนานต์เป็นคนไม่รอบคอบ
11. จากปัญหาที่เกิดขึ้น นักเรียนซึ่งเป็นเพื่อนของคคนานต์จะแก้ปัญหาอย่างไร
   ก. ให้คคนานต์ไปสั่งให้ครูที่รับผิดชอบรีบซื้อสารเคมีโดยด่วน
   ข. ไม่เข้าไปยุ่งให้คคนานต์แก้ปัญหาเองบ้าง เพราะคคนานต์เป็นคนไม่รอบคอบ
   ค. สอนให้คคนานต์เตรียมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์จากสารละลายที่เหลือของชวิศ

ง. ไปตามชวิศมาแก้ปัญหา เนื่องจากเป็นคนใช้สารหมด

จ. ไปฟ้องครู ว่าชวิศใช้สารเคมีเปลือง เพื่อที่ครูจะได้ให้จิตพิสัยเพิ่ม

12. จากวิธีการแก้ปัญหาดังกล่าว นักเรียนคิดว่าผลที่ได้จากการแก้ปัญหาน่าจะเป็นอย่างไร

ก. ชวิศถูกทำโทษ ส่วนตัวเองได้คำชื่นชมจากครู

ข. ชวิศเตรียมสารละลายให้คคนานต์ได้สำเร็จ เพราะชวิศเตรียมสารจากสารละลายเข้มข้นได้

ค. คคนานต์ได้สารละลายที่ตนเองต้องการ จากการเตรียมจากสารละลายที่เหลือของชวิศ

ง. ได้สารโซเดียมไฮดรอกไซด์จำนวนหนึ่งมาเก็บไว้ที่ห้องปฏิบัติการ

จ. คคนานต์เรียนรู้การเป็นคนรอบคอบมากขึ้น

สถานการณ์ที่ 4

อุรัสยาได้รับมอบหมายจากครูให้ทำหน้าที่เตรียมสารละลายไฮโดรคลอริก ระหว่างที่อุรัสยาเตรียมสารอยู่นั้นเกื้อกูลมาวิ่งเล่นด้านหลังทำให้อุรัสยาตกใจ ทำปิเปตต์ซึ่งมีเพียงหนึ่งอันตกแตก อุรัสยาเสียใจที่จะไม่มีสารละลายไปส่งครูจึงนั่งลงร้องไห้ ส่วนเกื้อกูลก็รีบวิ่งหนีไป

13. ข้อใดเป็นปัญหาที่สำคัญที่สุดของสถานการณ์นี้

ก. อุรัสยาร้องไห้ที่ไม่สามารถเตรียมสารละลายได้

ข. เกื้อกูลเข้ามาวิ่งเล่นในห้องปฏิบัติการ

ค. อุรัสยาไม่สามารถเตรียมสารละลายไฮโดรคลอริกได้

ง. ครูไม่ยอมซื้อปิเปตต์มาหลายๆอัน

จ. อุรัสยาร้องไห้ ที่เกื้อกูลวิ่งหนีไปโดยไม่ขอโทษ

14. สาเหตุของปัญหาในสถานการณ์นี้คืออะไร

ก. ปิเปตต์ซึ่งมีเพียงอันเดียวตกแตก

ข. เกื้อกูลไม่รู้จักกาละเทศะ

ค. อุรัสยาเป็นผู้หญิงบอบบาง อ่อนแอ เสียใจง่ายเกินไป

ง. ครูมอบหมายงานที่ยากเกินไป

จ. โรงเรียนควรจะซื้อปิเปตต์มาจำนวนมากกว่านี้

15. จากปัญหาที่เกิดขึ้น นักเรียนจะเสนอแนะให้อุรัสยาแก้ปัญหาอย่างไร

ก. แนะนำให้อุรัสยารีบหนีกลับบ้านก่อนที่ครูจะมาพบ

ข. แนะนำให้อุรัสยาไปบอกแฟนเพื่อให้ไปจัดการเกื้อกูล

ค. แนะนำให้อุรัสยาเลือกใช้อุปกรณ์ชนิดอื่นที่สามารถใช้ในแทนกันได้ เช่น กระบอกตวง

ง. แนะนำให้อุรัสยาไปบอกครูให้ซื้อปิเปตต์เพิ่ม แล้วจะเตรียมให้ใหม่ในวันหลัง

จ. แนะนำให้อุรัสยาหยุดร้องไห้ เพราะการร้องไห้ไม่ได้ช่วยแก้ปัญหาอะไรเลย

16. จากวิธีการแก้ปัญหาดังกล่าว นักเรียนคิดว่าผลที่ได้จากการแก้ปัญหาน่าจะเป็นอย่างไร

ก. ได้สารละลายที่ต้องการแต่อาจคาดเคลื่อนเล็กน้อย

ข. อุรัสยากลับบ้านได้ทันก่อนที่ครูจะมาพบ

ค. เกื้อกูลไม่กล้ามาเล่นที่ห้องปฏิบัติการอีกต่อไป

ง. มีปิเปตต์สำหรับใช้ในห้องปฏิบัติการเพิ่มขึ้น

จ. อุรัสยาเป็นคนที่เข้มแข็งขึ้น และกล้าเผชิญต่อปัญหาต่างๆ

สถานการณ์ที่ 5

จิตติพงศ์เป็นนักเรียนที่เรียนดี ผลการเรียนในวิชาเคมีภาคเรียนที่ผ่านมา ซึ่งเน้นความจำและความเข้าใจ จิตติพงศ์สอบได้เกรด 4 แต่สิ่งที่พบอีกเรื่องคือในวิชาคณิตศาสตร์และฟิสิกส์ จิตติพงศ์ได้เกรดไม่ดีเลย ภาคเรียนต่อมาในวิชาเคมี เรื่องปริมาณสัมพันธ์ ครูผู้สอนเริ่มพบว่าจิตติพงศ์มีสีหน้าเหมือนไม่เข้าใจในระหว่างเรียนและผลคะแนนในหน่วยแรกๆ ไม่ดีเลย

17. ข้อใดเป็นปัญหาที่สำคัญที่สุดของสถานการณ์นี้

ก. จิตติพงศ์มีสีหน้าไม่ดีระหว่างเรียนวิชาเคมี เรื่องปริมาณสัมพันธ์

ข. จิตติพงศ์ไม่ชอบเรียนวิชาเคมีแล้ว

ค. จิตติพงศ์เรียนเรื่องปริมาณสัมพันธ์ไม่เข้าใจและผลคะแนนไม่ดี

ง. จิตติพงศ์คิดว่าตนเองไม่เหมาะกับวิชาเคมี

จ. จิตติพงศ์มีพื้นฐานวิชาคณิตศาสตร์ไม่ดี

18. สาเหตุของปัญหาในสถานการณ์นี้คืออะไร

ก. จิตติพงศ์มีทัศนคติที่ไม่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์

ข. วิชาเคมีเป็นวิชาที่ยาก

ค. จิตติพงศ์ไม่ตั้งใจเรียนเอง

ง. จิตติพงศ์มีทักษะในการคำนวณที่ไม่ดี

จ. ครูออกข้อสอบไม่ตรงกับสิ่งที่จิตติพงศ์ทราบ

19. จากปัญหาที่เกิดขึ้น นักเรียนจะแนะนำให้จิตติพงศ์แก้ปัญหาอย่างไร

ก. บอกให้จิตติพงศ์ไปหลอกถามแนวข้อสอบจากอาจารย์ผู้สอน

ข. ให้จิตติพงศ์ฝึกทำแบบฝึกหัดบ่อยๆ เพื่อฝึกการคำนวณ

ค. แนะนำให้จิตติพงศ์ตั้งใจเรียนให้มากกว่าเดิม

ง. แนะนำให้จิตติพงศ์ทำใจเพราะวิชาเคมียาก

จ. แนะนำให้จิตติพงศ์ปรับทัศนคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

20. จากวิธีการแก้ปัญหาดังกล่าว นักเรียนคิดว่าผลที่ได้จากการแก้ปัญหาน่าจะเป็นอย่างไร

ก. จิตติพงศ์ได้รับคำชมเชยจากอาจารย์ผู้สอน

ข. จิตติพงศ์ทำข้อสอบได้เพราะรู้แนวข้อสอบอยู่แล้ว

ค. จิตติพงศ์มีทัศนคติต่อวิชาคณิตศาสตร์มากขึ้น

ง. จิตติพงศ์เข้าใจมากขึ้นว่าวิชาเคมีเป็นวิชาที่ยาก

จ. จิตติพงศ์สามารถทำข้อสอบที่เน้นทักษะการคำนวณได้มากขึ้น

สถานการณ์ที่ 6

ชุมนุมสิ่งแวดล้อมของโรงเรียนมักจะพานักเรียนไปเข้าค่ายเพื่อทำกิจกรรมด้านสิ่งแวดล้อมเป็นประจำทุกปี ซึ่งปีที่แล้วชุมนุมได้พานักเรียนไปเดินป่า วันที่สองของค่าย นักเรียนได้เดินเข้าไปสำรวจในป่าทั้งวัน หลังจากที่กลับมามาถึงค่ายในตอนเย็น ปรากฏว่าภัสสร มีผื่นขึ้นเต็มตัว ครูผู้ดูแลจึงรีบหาใบไม้ชนิดหนึ่งมาผสมแอลกอฮอล์และทาตามผิวของภัสสร

21. ข้อใดเป็นปัญหาที่สำคัญที่สุดของสถานการณ์นี้

ก. ภัสสรไม่ได้รับสารอาหารระหว่างอยู่ค่าย

ข. ภัสสรเป็นผื่นลมพิษ

ค. ภัสสรลบหลู่สิ่งศักดิ์สิทธิ์ในป่า

ง. ครูไม่สามารถหายารักษาโรคได้ทัน

จ. ชุมนุมสิ่งแวดล้อมชอบจัดกิจกรรมเดินป่า

22. สาเหตุของปัญหาในสถานการณ์นี้คืออะไร

ก. ภัสสรมีผิวบอบบางเกินกว่าจะเดินป่าได้

ข. ครูไม่ใช่คนพื้นที่

ค. การจัดกิจกรรมอื่นๆ ไม่น่าสนใจเท่ากิจกรรมการเดินป่า

ง. แพ้พิษของพืชในป่าบางชนิด

จ. ภัสสรเป็นคนหัวแข็ง

23. จากปัญหาที่เกิดขึ้น นักเรียนมีวิธีการแก้ปัญหาอย่างไร

ก. เสนอให้ชุมนุมสิ่งแวดล้อมจัดค่ายทางทะเล

ข. แนะนำให้ภัสสร เลิกลบหลู่สิ่งที่มองไม่เห็น

ค. ทดลองนำใบพืชมาหาสารที่สามารถลดผื่นคัน จากลมพิษ

ง. หาคนพื้นที่เข้าร่วมกิจกรรมด้วย

จ. ก่อนเดินป่าทุกครั้งควรทาครีมกันผื่นคัน

24. จากวิธีการแก้ปัญหาดังกล่าว นักเรียนคิดว่าผลที่ได้จากการแก้ปัญหาน่าจะเป็นอย่างไร

ก. ได้รับความรู้ในการรักษาโรค

ข. มีการรักษาโรคลมพิษได้เองจากใบพืช

ค. มีสุขภาพร่างกายที่แข็งแรง

ง. มีผิวที่สดใสและเรียบไม่เกิดแผลเป็น

จ. มีรายได้เพิ่มขึ้น

สถานการณ์ที่ 7

ที่บ้านพักของครูอ้อมหลังโรงเรียน ครูอ้อมได้ปลูกฟักทองไว้จำนวนหนึ่งช่วงแรกๆ มีฟักทองออกเป็นจำนวนมาก แต่ต่อมาครูอ้อมรู้สึกว่าฟักทองถูกแมลงมารบกวน ครูอ้อมจึงใช้ยาปราบศัตรูพืชฉีดพ่นเป็นประจำ ผลปรากฏว่าฟักทองเจริญงอกงามเป็นอย่างดี ปราศจากแมลงมารบกวน แต่ครูอ้อมก็ต้องแปลกใจเมื่อฟักทองติดผลน้อยมาก ทั้งๆที่มีดอกจำนวนมาก

25. ข้อใดเป็นปัญหาที่สำคัญที่สุดของสถานการณ์นี้

ก. ครูอ้อมปลูกฟักทองมากเกินไป

ข. ดินเสื่อมสภาพ

ค. ฟักทองมีดอกมากเกินไป

ง. ครูอ้อมใช้ยาฆ่าแมลง

จ. ฟักทองติดผลน้อย

26. สาเหตุของปัญหาในสถานการณ์นี้คืออะไร

ก. ครูอ้อมลืมใส่ปุ๋ยให้ฟักทอง

ข. ยาฆ่าแมลงทำให้ดอกฟักทองเหี่ยว จนไม่ติดผล

ค. ขาดแมลงมาช่วยผสมเกสรดอกฟักทอง

ง. ดินเกิดสภาพเป็นกรดเป็นเบสมากเกินไป

จ. ครูอ้อมถูกหลอกซื้อพันธุ์ฟักทองที่ไม่ดีจริง

27. นักเรียนคิดว่าจะออกแบบการทดลองอย่างไรเพื่อตรวจสอบสาเหตุของปัญหา
    ก. ปลูกฟักทอง 2 แปลง แปลงหนึ่งปรับสภาพดินให้เป็นกลาง อีกแปลงหนึ่งไม่ปรับสภาพดิน
    ข. ปลูกฟักทอง 2 แปลง แปลงหนึ่งใส่ปุ๋ย อีกแปลงหนึ่งไม่ต้องใส่ปุ๋ย
    ค. ปลูกฟักทอง 2 แปลง แปลงหนึ่งกางมุ้งป้องกันแมลง อีกแปลงหนึ่งปล่อยตามธรรมชาติ
    ง. ปลูกฟักทอง 2 แปลง แปลงหนึ่งใช้ยาปราบศัตรูพืชชนิดเดิม อีกแปลงเปลี่ยนชนิดยาปราบศัตรูพืชชนิดที่ร้ายแรงกว่าเดิม
    จ. ปลูกฟักทอง 2 แปลง แปลงหนึ่งใช้ฟักทองพันธุ์เดิม อีกแปลงหนึ่งใช้ฟักทองพันธุ์ที่ดีกว่าเดิม
28. จากวิธีการแก้ปัญหาดังกล่าว นักเรียนคิดว่าผลที่ได้จากการแก้ปัญหาน่าจะเป็นอย่างไร
    ก. แปลงที่ใส่ปุ๋ยจะติดผลมากกว่า
    ข. แปลงที่พันธุ์ดีกว่าเดิมจะติดผลมากกว่า
    ค. แปลงที่ปรับสภาพดิน จะติดผลมากกว่า
    ง. แปลงที่ไม่กางมุ้งจะติดผลมากกว่า
    จ. แปลงที่ใส่ยาปราบศัตรูพืชชนิดร้ายแรงจะติดผลมากกว่า

สถานการณ์ที่ 8

ที่หอพักนิลปัทม์พงศ์พล ผู้รักในต้นไม้อยากจัดห้องนอนใหม่เลยนำต้นไม้กระถางมาประดับไว้ภายในห้องนอน เพื่อให้เกิดความสวยงามและมีความสดชื่นในเวลานอน โดยไม่ได้ขออนุญาตครูหอพัก แต่ปรากฏว่าในวันรุ่งขึ้นหลังจากจัดหอพัก เขารู้สึกอ่อนเพลียและปวดศีรษะ ซึ่งโดยปกติแล้วพงศ์พลเป็นคนแข็งแรง

29. ข้อใดเป็นปัญหาที่สำคัญที่สุดของสถานการณ์นี้
    ก. พงศ์พลนำต้นไม้มาไว้ที่ห้องนอนโดยไม่ขออนุญาตครูหอพัก
    ข. ในห้องมีแก๊สออกซิเจนมากเกินไป
    ค. พงศ์พลจัดห้องนอนใหม่
    ง. การนำต้นไม้มาไว้ในห้องนอน
    จ. ร่างกายอ่อนเพลียและปวดศีรษะ
30. สาเหตุของปัญหาในสถานการณ์นี้คืออะไร
    ก. พงศ์พลไม่ได้ขออนุญาตครูหอพัก
    ข. ต้นไม้ที่นำมาจัดให้ห้องเป็นต้นไม้ใหญ่ทำให้มีแก๊สออกซิเจนมากเกินไป

ค. พงศ์พลเหนื่อยจากการจัดห้อง

ง. ตอนกลางคืนต้นไม้คายแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์

จ. พงศ์พลเริ่มไม่สบาย

31. จากปัญหาที่เกิดขึ้น นักเรียนจะแนะนำวิธีการแก้ปัญหาให้พงศ์พลว่าอย่างไร

ก. เปิดไฟดวงเล็กๆ ไว้ใต้ต้นไม้ เพื่อให้ต้นไม้ได้สังเคราะห์แสง

ข. นำต้นไม้ออกนอกห้อง

ค. ขออนุญาตครูหอพักในการนำต้นไม้เข้ามาไว้ในหอพัก

ง. ไปพบแพทย์และรับประทานยาให้ตรงเวลา

จ. บอกพงศ์พลว่าทีหลังหากจะจัดห้องให้เรียกนักเรียนด้วย จะได้ช่วยกัน

32. จากวิธีการแก้ปัญหาดังกล่าว นักเรียนคิดว่าผลที่ได้จากการแก้ปัญหาน่าจะเป็นอย่างไร

ก. จัดห้องเสร็จเร็วกว่าเดิม และไม่ต้องเหนื่อย

ข. หายจากอาการอ่อนเพลียและปวดศีรษะ

ค. ห้องสวยงามและสดชื่นเพราะต้นไม้ต้นเล็กๆ ไม่ทำให้ห้องมีแก๊สหนาแน่นมากเกินไป

ง. แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์และแก๊สออกซิเจนมีปริมาณสมดุลกัน

จ. ห้องโล่งมากขึ้น พงศ์พลก็จะไม่อึดอัด

สถานการณ์ที่ 9

บริเวณทางเข้าโรงเรียนเป็นทุ่งนากว้างของลุงก็อต ตอนสมัยที่น้องพิกเจอร์อยู่ชั้น ม.1 เวลานั่งรถเข้าโรงเรียนพบว่าข้าวในนาของลุงก็อตงามมาก และให้ผลผลิตสูง แต่จากการที่ช่วงหลังมานี้พิกเจอร์สังเกตเห็นว่าลุงก็อตทำนาปีละ 3-4 ครั้ง และพบว่าต้นข้าวไม่ค่อยงามเหมือนเมื่อก่อน เมื่อพิกเจอร์ไปถามลุงก็อต ก็เป็นอย่างที่พิกเจอร์คิดคือผลผลิตของลุงก็อตลดลงทุกปี ทั้งที่ใช้ข้าวพันธุ์เดิม ยิ่งปลูกบ่อยครั้งขึ้นข้าวกลับเมล็ดลีบเล็กและให้ผลผลิตน้อยลง

33. ข้อใดเป็นปัญหาที่สำคัญที่สุดของสถานการณ์นี้

ก. ข้าวในนาลุงก็อตเมล็ดลีบเล็กและมีผลผลิตน้อยลง

ข. ลุงก็อตปลูกข้าวบ่อยครั้งเกินไป

ค. ลุงก็อตไม่ยอมปลูกพืชชนิดอื่น

ง. ลุงก็อตใช้แต่ข้าวพันธุ์เดิมๆ

จ. ดินในนาข้าวขาดสารอาหาร

34. สาเหตุของปัญหาในสถานการณ์นี้คืออะไร
    ก. ลุงก็อตมีความโลภ เลยเร่งปลูกข้าวให้บ่อยครั้งขึ้น
    ข. ขาดความรู้เรื่องการจัดการ
    ค. พันธุ์ข้าวที่ลุงใช้เสื่อมคุณภาพ
    ง. ลุงก็อตไม่บำรุงสภาพดิน
    จ. ลุงก็อตปลูกข้าวบ่อยครั้งเกินไป นาปรับสภาพไม่ทัน
35. จากปัญหาที่เกิดขึ้น นักเรียนจะแนะนำวิธีการแก้ปัญหาให้ลุงก็อตว่าอย่างไร
    ก. ลดจำนวนครั้งในการปลูกข้าวให้น้อยลง
    ข. ไปเรียนเพิ่มเติมเรื่องการจัดการที่นา
    ค. เปลี่ยนพันธุ์ข้าวที่ใช้ในการปลูก
    ง. เปลี่ยนไปเพาะปลูกอย่างอื่นบ้าง
    จ. ทดลองใช้ปุ๋ยสูตรต่างๆ
36. จากวิธีการแก้ปัญหาดังกล่าว นักเรียนคิดว่าผลที่ได้จากการแก้ปัญหาน่าจะเป็นอย่างไร
    ก. ได้พันธุ์ข้าวชนิดใหม่ที่เหมาะสมกับพื้นที่มากกว่า
    ข. ได้พืชชนิดใหม่ที่เหมาะสมกับพื้นที่มากกว่า
    ค. ได้ปริมาณผลผลิตมากขึ้นกว่าเดิม
    ง. ลุงก็อตมีความรู้ในการจัดการที่นามากขึ้น
    จ. ได้ทราบถึงชนิดของปุ๋ยที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของข้าวในนา

สถานการณ์ที่ 10

ชาติและชาย เป็นนักเรียนฝาแฝด พ่อและแม่ค่อนข้างคาดหวังกับลูกทั้งสองคน ตอนนี้ชาติและชายเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ชาติเป็นนักเรียนที่เรียนวิชาใดก็ตามมักจะเข้าใจง่ายกว่าชาย แต่ชายมีนิสัยชอบอ่านหนังสือเป็นประจำทุกวัน ซึ่งต่างจากชาติที่มักจะอ่านหนังสือเฉพาะช่วงก่อนสอบเท่านั้น สิ่งที่พบคือชาติจะอ่านจนถึงเช้าของวันก่อนสอบ ดังนั้นเมื่อมีการสอบคราวใดชาติจะรู้สึกอ่อนเพลียและผลสอบก็ไม่ค่อยดีเมื่อเทียบกับชายซึ่งผลสอบออกมาดีทุกครั้ง

37. ข้อใดเป็นปัญหาที่สำคัญที่สุดของสถานการณ์นี้
    ก. ชาติอ่านหนังสือมากจนไม่มีเวลาพักผ่อน
    ข. ผลสอบของชาติไม่ดีเท่าชาย
    ค. ชาติมีร่างกายอ่อนเพลีย

ง. ชาติสมองดีแต่ไม่ตั้งใจเรียน

จ. ชาติถูกที่บ้านกดดัน จากความหวังของพ่อแม่

38. สาเหตุของปัญหาในสถานการณ์นี้คืออะไร

ก. พ่อแม่คาดหวังกับลูกทั้งสองคนมากเกินไป

ข. ชาติไม่รู้จักแบ่งเวลา

ค. การอ่านหนังสือมากจนไม่มีเวลาพักผ่อน

ง. มั่นใจว่าตนเองเรียนเก่งมากเกินไป

จ. การอ่านหนังสือนักเพราะเป็นช่วงสอบ

39. จากปัญหาที่เกิดขึ้น นักเรียนจะแนะนำวิธีการแก้ปัญหาว่าอย่างไร

ก. พักผ่อนให้เพียงพอ

ข. ควรอ่านหนังสือเป็นประจำทุกวัน

ค. ไปเรียนกวดวิชาเพิ่มเติม

ง. ตั้งใจเรียนในห้องเรียนให้มากขึ้น

จ. พ่อแม่ไม่ควรสร้างความกดดันให้แก่ลูก

40. จากวิธีการแก้ปัญหาดังกล่าว นักเรียนคิดว่าผลที่ได้จากการแก้ปัญหาน่าจะเป็นอย่างไร

ก. ลูกไม่กดดันกับการสอบมากเกินไป

ข. ผลการสอบของชาติดีขึ้นกว่าเดิม

ค. ชาติมีร่างกายแข็งแรง

ง. ชาติมีเวลาพักผ่อนมากขึ้น

จ. ชาติได้รับคำชมเชยจากพ่อแม่

ประวัติย่อผู้วิจัย

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ ชื่อสกุล	นายขุนทอง คล้ายทอง
วันเดือนปีเกิด	20 ตุลาคม พ.ศ. 2528
สถานที่เกิด	อำเภอปากเกร็ด จังหวัดนนทบุรี
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	27 หมู่ 2 ตำบลบ้านฉาง อำเภอเมือง จังหวัดปทุมธานี รหัสไปรษณีย์ 12000
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	ครูผู้ช่วย
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย ปทุมธานี เลขที่ 51 หมู่ 6 ตำบลบ่อเงิน อำเภอลาดหลุมแก้ว จังหวัดปทุมธานี รหัสไปรษณีย์ 12140

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2541	ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จากโรงเรียนเทศบาลเมืองปทุมธานี จังหวัดปทุมธานี
พ.ศ. 2547	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากโรงเรียนปทุมวิไล จังหวัดปทุมธานี
พ.ศ. 2551	วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาเคมี จากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
พ.ศ. 2552	ประกาศนียบัตรบัณฑิต สาขาวิชาชีพครู จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
พ.ศ. 2554	การศึกษามหาบัณฑิต สาขาการมัธยมศึกษา (การสอนวิทยาศาสตร์) จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ