

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี และความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ  
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเปลี่ยนแปลง  
แนวความคิด และการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น



ปริญาณิพนธ์  
ของ  
จินดารัตน์ แก้วพิกุล

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา  
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษา

มีนาคม 2554

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี และความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ  
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเปลี่ยนแปลง  
แนวความคิด และการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา  
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา

มีนาคม 2554

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี และความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ  
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเปลี่ยนแปลง  
แนวความคิด และการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา  
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษา  
มีนาคม 2554

จินดารัตน์ แก้วพิกุล. (2554). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี และความสามารถด้าน การคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ โดยใช้การเปลี่ยนแปลงแนวความคิด และการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น. ปริญญาโท กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ. คณะกรรมการควบคุม: รองศาสตราจารย์ ดร.ชุตินา วัฒนศิริ, อาจารย์ ดร.ราชันย์ บุญธิมา.

การวิจัยครั้งนี้ มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี และความสามารถ ด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ การเปลี่ยนแปลงแนวความคิดและการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แผนการเรียน วิทยาศาสตร์ - คณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 โรงเรียนสันติราษฎร์วิทยาลัย กรุงเทพมหานคร จำนวน 97 คน ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง แล้วนำกลุ่มที่เลือกมาสุ่มอย่าง ง่าย โดยวิธีการจับฉลากเพื่อกำหนดเป็นกลุ่มทดลองที่ 1 จำนวน 48 คน ได้รับการจัดการเรียนรู้โดย ใช้การเปลี่ยนแปลง แนวความคิด และกลุ่มทดลองที่ 2 จำนวน 49 คน ได้รับการจัดการเรียนรู้ แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น ใช้เวลาในการทดลอง 20 คาบๆ ละ 50 นาที แบบแผนการทดลอง ประยุกต์ตามแบบแผนการวิจัยแบบ Randomized Control Group Pretest-Posttest Design การวิเคราะห์ข้อมูลใช้วิธีการทางสถิติ t - test แบบ Dependent Samples และ t - test แบบ Independent Samples ในรูป Difference Score

ผลการวิจัยสรุปได้ ดังนี้

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเปลี่ยนแปลงแนวความคิดมีผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนวิชาเคมีหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น มีผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนวิชาเคมีหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
3. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเปลี่ยนแปลงแนวความคิดกับนักเรียนที่ ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีไม่แตกต่างกัน
4. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเปลี่ยนแปลงแนวความคิดมีความสามารถ ด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
5. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น มีความสามารถด้านการ คิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
6. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเปลี่ยนแปลงแนวความคิดกับนักเรียนที่ ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น มีความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

A STUDY ON THE ACHIEVEMENT IN CHEMISTRY AND CRITICAL THINKING OF  
MATHAYOMSUKSA VI STUDENTS BY USING THE 7E LEARNING CYCLE  
MODEL AND CONCEPTUAL CHANGE STRATEGIES



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

March 2011

Jindarat Kaewpikul. (2011). *A Study on the Achievement in Chemistry and Critical Thinking of Mathayomsuksa VI Students by using the 7E Learning Cycle Model and Conceptual Change Strategies*. Master thesis. M.Ed. (Secondary Education). Bangkok: Graduate School, Srinakharinwirot University. Advisor Committee: Assoc. Prof. Dr.Chutima Wattanakheeree, Dr.Rachan Boonthima.

The purpose of this research was to study the achievements in Chemistry and the Critical thinking of Mathayomsuksa VI students by using the 7E Learning Cycle Model and Conceptual Change Strategies.

The sample of this research were 97 students in the six years of the certificate of vocational education in semester 2, Academic year 2010, in Santiratwittayalai school, Bangkok. Purposive Sampling techniques and Simple Random Sampling techniques were used to select 47 children in the first experimental group, teaching by using Conceptual Change Strategies and 49 children in the second experimental group, teaching by using the 7E Learning Cycle Model. Both groups were conducted a researcher for 20 periods. The research design is adapted by randomized control group pretest-posttest design. The t-test for dependent Samples and t-test for Independent Samples form the Difference Score.

The findings were as follow :

1. The students through the use of Conceptual Change Strategies. Achievement in chemistry after completion by the students were significantly higher than before taught at the .01 level.
2. The students through the use of the 7E Learning Cycle Model. Achievement in chemistry after completion by the students were significantly higher than before learning taught at the .01 level.
3. The students through the use of the 7E Learning Cycle Model and the students through the use of the Conceptual Change Strategies did not show any difference in achievement in chemistry.
4. The students through the use of Conceptual Change Strategies. Critical thinking after completion by the students were significantly higher than before learning taught at the .01 level.
5. The students through the use of the 7E Learning Cycle Model. Critical thinking after completion by the students were significantly higher than before learning taught at the .01 level.
6. The students through the use of the 7E Learning Cycle Model and the students through the use of the Conceptual Change Strategies did not show some difference in critical thinking.

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี และความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ  
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเปลี่ยนแปลง  
แนวความคิด และการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น

ของ

จินดารัตน์ แก้วพิกุล

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร  
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา  
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร. สมชาย สันติวัฒนกุล)

วันที่ ..... เดือน มีนาคม พ.ศ. 2554

คณะกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์

คณะกรรมการสอบปากเปล่า

..... ประธาน

..... ประธาน

(รองศาสตราจารย์ ดร.ชุตินา วัฒนะคีรี)

(อาจารย์ ดร.สนอง ทองปาน)

..... กรรมการ

..... กรรมการ

(อาจารย์ ดร.ราชันย์ บุญธิมา)

(รองศาสตราจารย์ตรูเนตร อั้งอั้งสวัสดิ์)

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ชุตินา วัฒนะคีรี)

..... กรรมการ

(อาจารย์ ดร.ราชันย์ บุญธิมา)

## ประกาศคุณูปการ

ปริญญา นิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จ ได้ด้วยดี ด้วยความกรุณาและความอนุเคราะห์อย่างยิ่ง จาก รองศาสตราจารย์ ดร.ชุตินา วัฒนาศิริ ประธานควบคุมปริญญา นิพนธ์ อาจารย์ ดร.ราชันย์ บุญธิมา กรรมการควบคุมปริญญา นิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทนง อัครธีรานนท์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สนธยา ศรีบางพลี และอาจารย์เสกสรรค์ กะชามาศ ที่ได้เสียสละเวลาอันมีค่าในการให้คำปรึกษา คำแนะนำในการวิจัยทุกขั้นตอนจน สำเร็จลุล่วงด้วยดี รวมทั้งทำให้ผู้วิจัยได้รับประสบการณ์ในการ ทำงานวิจัยและรู้ถึงคุณค่าของงานวิจัยที่จะนำไปใช้ในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ ตลอดจนนำไปใช้ ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษาในวง การศึกษา ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งถึงความกรุณาและขอกราบ ขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณ ดร.สนอง ทองปาน และ รองศาสตราจารย์ ดร.เนตร อังชสวัสดิ์ ใน ฐานะกรรมการแต่งตั้งเพิ่มเติมในการสอบปริญญา นิพนธ์ ที่ได้ให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมที่เป็น ประโยชน์อย่างยิ่ง ทำให้ปริญญา นิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน คือ ครูขวัญตา ปฏิเวธวิฑูร ครูมาลินี อมรศักดิ์ และครูศิริรัตน์ วงศ์ศิริ ที่ได้กรุณาตรวจสอบและให้ข้อคิดเห็น ข้อเสนอแนะในการปรับปรุง แก้ไข เครื่องมือที่ใช้ในการทำวิจัย รังนี้เป็นอย่างดี รวมไปถึงคณาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาท ความรู้แก่ผู้วิจัยในการศึกษาตามหลักสูตรสาขาวิชาการ มัธยมศึกษา อันเป็นพื้นฐานสำคัญในการ ศึกษาวิจัยครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณ ท่านผู้อำนวยการ ณิชกิจ บัวชม คณะครู และขอขอบใจนักเรียน ระดับชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 โรงเรียน สันติราษฎร์วิทยาลัย ที่ให้ ความร่วมมือเป็นอย่างดีในการทำกิจกรรมต่างๆ ในการทดลองเพื่อเก็บข้อมูลในการวิจัยในครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณ ท่านผู้อำนวยการ คณะครู และนักเรียนโรงเรียนเบญจมราชาลัย ในพระบรมราชูปถัมภ์ ที่ให้ความร่วมมือในการทดลองใช้เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา และครอบครัว ที่ให้กำลังใจ กำลังทรัพย์ และความ ห่วงใย ตลอดจนญาติมิตร เพื่อนร่วมงาน และเพื่อนๆ สาขาวิชาการมัธยมศึกษา กลุ่มการสอน วิทยาศาสตร์ทุกคนที่ให้กำลังใจและให้ความช่วยเหลือด้วยดีตลอดมา

ขอกราบขอบพระคุณทุกท่านที่ได้กล่าวนามไว้ ณ ที่นี้ ที่กรุณาให้ความช่วยเหลือ สนับสนุน และเป็นกำลังใจในการทำปริญญา นิพนธ์ฉบับนี้ให้สำเร็จสมบูรณ์ด้วยดี

คุณค่าและประโยชน์ใดๆ ที่พึงมีจาก ปริญญา นิพนธ์เล่มนี้ ผู้วิจัยขอ น้อมบูชาพระคุณของ บิดา-มารดา ครูอาจารย์ ตลอดจนผู้มีพระคุณทุกท่าน

จินดารัตน์ แก้วพิกุล



# สารบัญ

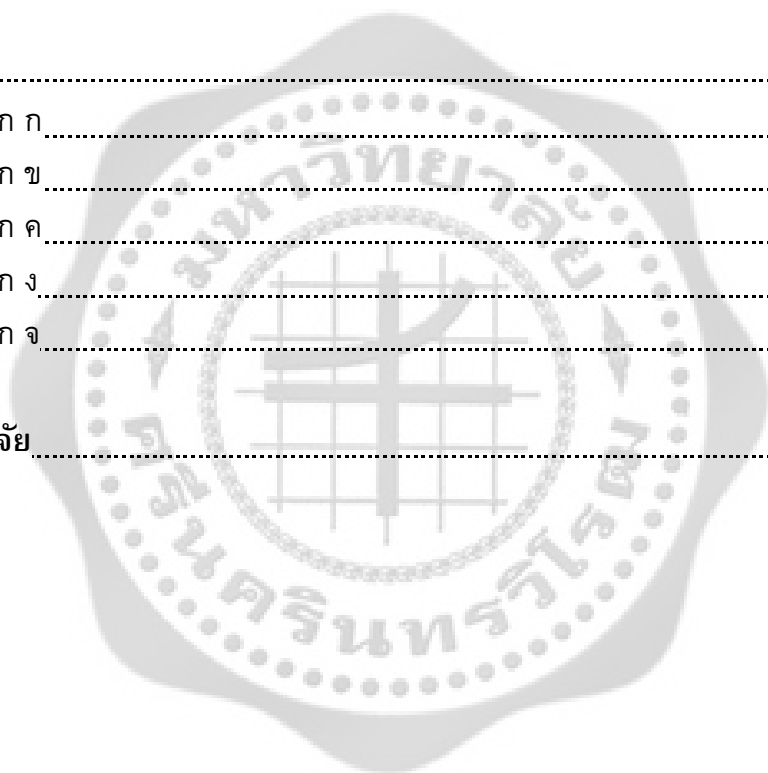
บทที่	หน้า
<b>1 บทนำ</b>	<b>1</b>
ภูมิหลัง	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย	3
ความสำคัญของการวิจัย	4
ขอบเขตของการวิจัย	4
นิยามศัพท์เฉพาะ	5
กรอบแนวคิดในการวิจัย	8
สมมติฐานของการวิจัย	9
<b>2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง</b>	<b>10</b>
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ โดยใช้การเปลี่ยนแปลงแนวความคิด	11
ความหมายของแนวความคิด	11
ทฤษฎีการเปลี่ยนแปลงแนวความคิด	14
รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเปลี่ยนแปลงแนวความคิด	16
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเปลี่ยนแปลง แนวความคิด	23
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น	26
ความหมายของวัฏจักรการเรียนรู้	26
รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้	27
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้	31
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์	39
ความมุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสตร์	39
ความหมายของการสอนวิทยาศาสตร์	40
กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	41
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	41
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์	46
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	50
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณ	52
ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ	53

## สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
<b>2 (ต่อ)</b>	
ความสำคัญของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ .....	56
ประเภทและลักษณะของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ .....	58
กระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ .....	59
กรอบแนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณ .....	68
ลักษณะของผู้มีการคิดอย่างมีวิจารณญาณ .....	70
แนวทางการจัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียนมีการคิดอย่างมีวิจารณญาณ .....	72
เครื่องมือวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ .....	73
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณ .....	77
<b>3 วิธีดำเนินการวิจัย .....</b>	<b>84</b>
การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง .....	84
ระยะเวลาในการวิจัย .....	84
เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย .....	84
แบบแผนการทดลอง .....	85
การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย .....	85
การเก็บรวบรวมข้อมูล .....	96
การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล .....	96
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล .....	97
<b>4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล .....</b>	<b>101</b>
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล .....	101
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล .....	101
<b>5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ .....</b>	<b>106</b>
ความมุ่งหมายของการวิจัย .....	106
สมมติฐานของการวิจัย .....	106
วิธีดำเนินการวิจัย .....	107
สรุปผลการวิจัย .....	109

## สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
5 (ต่อ)	
อภิปรายผลการวิจัย .....	110
ข้อเสนอแนะ .....	119
บรรณานุกรม .....	120
ภาคผนวก .....	138
ภาคผนวก ก .....	139
ภาคผนวก ข .....	141
ภาคผนวก ค .....	147
ภาคผนวก ง .....	156
ภาคผนวก จ .....	189
ประวัติย่อผู้วิจัย .....	203



## บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 กระบวนการผสมผสานความรู้ที่เกี่ยวข้องกับการใช้ทักษะพื้นฐาน การคิดอย่างมีวิจารณญาณ.....	66
2 กระบวนการผสมผสานความรู้ที่เกี่ยวข้องกับการใช้ทักษะพื้นฐาน การคิดอย่างมีวิจารณญาณ.....	67
3 แบบแผนการทดลอง.....	85
4 แสดงการเปรียบเทียบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การเปลี่ยนแปลง แนวความคิดตามรูปแบบของฮิวสันและฮิวสันกับการจัดการเรียนรู้ แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น.....	88
5 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีก่อนและหลังเรียน ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเปลี่ยนแปลงแนวความคิด.....	102
6 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีก่อนและหลังเรียน ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น.....	102
7 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนระหว่างกลุ่ม ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเปลี่ยนแปลงแนวความคิด และการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น.....	103
8 เปรียบเทียบความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณก่อนและหลังเรียน ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเปลี่ยนแปลงแนวความคิด.....	104
9 เปรียบเทียบความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณก่อนและหลังเรียน ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น.....	104
10 เปรียบเทียบความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนระหว่างกลุ่ม ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเปลี่ยนแปลงแนวความคิด และการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น.....	105
11 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้การเปลี่ยนแปลงแนวความคิดตามรูปแบบของฮิวสันและฮิวสัน.....	142
12 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น.....	142
13 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี.....	143
14 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดความสามารถ ด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ.....	144

## บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
15 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่น ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี.....	145
16 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่น ของแบบทดสอบความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ.....	146
17 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ โดยใช้การเปลี่ยนแปลงแนวความคิด.....	148
18 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น.....	150
19 คะแนนความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียน และหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับ การจัดการเรียนรู้โดยใช้การเปลี่ยนแปลงแนวความคิด.....	152
20 คะแนนความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียน และหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับ การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น.....	154

## บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	8
2 ความสัมพันธ์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์.....	40
3 ความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....	46
4 กระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ.....	64



# บทที่ 1

## บทนำ

### ภูมิหลัง

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีความสำคัญอย่างยิ่งในการดำรงชีวิตของมนุษย์ เพราะเป็นปัจจัยสำคัญและเป็นพื้นฐานในการพัฒนาประเทศ (รุ่ง แก้วแดง. 2544: 1) การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันมุ่งเน้นให้นักเรียนค้นพบความรู้ใหม่ด้วยตนเองมากที่สุด โดยการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการที่ นักเรียนเป็นผู้คิดลงมือปฏิบัติด้วย กิจกรรมที่หลากหลาย (กรมวิชาการ. 2544: 37) พระราชบัญญัติการศึกษา พุทธศักราช 2542 ได้กำหนดเกี่ยวกับการจัดการศึกษาไว้ในหมวด 4 มาตรา 6 ว่า การจัดการศึกษาต้องเป็นไปเพื่อพัฒนาคนไทยให้เป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ ทั้งร่างกาย จิตใจ สติปัญญา ความรู้และคุณธรรม มีจริยธรรม และวัฒนธรรมในการดำรงชีวิต สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข และในมาตรา 22 ได้กำหนดว่า การจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่า นักเรียนทุกคนมีความสามารถในการเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่านักเรียนสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ นักเรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มศักยภาพ (กรมวิชาการ. 2545: 69)

นอกจากนี้การกำหนดมาตรฐานเพื่อการประเมินคุณภาพการศึกษา ในมาตรฐานที่ 4 ระบุว่า “นักเรียนต้องสามารถคิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ คิดอย่างมีวิจารณญาณ คิดสร้างสรรค์ คิดไตร่ตรอง และมีวิสัยทัศน์” (สำนักงานรับรองและประเมินคุณภาพการศึกษา. 2547: 5) ซึ่งหน่วยงานต้องดำเนินการพัฒนาให้ นักเรียนมีคุณลักษณะดังกล่าวข้างต้น คือ สถานศึกษา และผู้ที่มีบทบาทสำคัญในการจัดกิจกรรมให้บรรลุเป้าหมายได้ คือ ครู ครูต้องจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นการฝึกทักษะกระบวนการคิด การจัดการเผชิญปัญหา จัดกิจกรรมให้ นักเรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกการปฏิบัติให้ทำได้ คิดเป็น แก้ปัญหาเป็น การคิดเป็น เป็นสิ่งที่มีอยู่ในตัวมนุษย์ทุกคนจึงถือว่า ครูผู้สอนเป็นบุคคลสำคัญที่มีบทบาทในการจัดการเรียนการสอนให้เกิดคุณภาพต่อ นักเรียนให้มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ตามมาตรฐานการศึกษาที่ ๓ ผู้เรียน ครูจึงจำเป็นต้องเร่งพัฒนาคุณภาพการจัดการเรียนการสอนให้ทันต่อการเปลี่ยนแปลงของโลกยุคใหม่ในกระบวนการจัดการเรียนการสอนของครูนั้น ถือเป็นตัวแปรหลักที่ทำให้เกิดประสิทธิภาพและความสำเร็จตามจุดหมาย จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ครูผู้สอนจะต้องจัด กิจกรรมการเรียนรู้อันเน้นให้ นักเรียน ได้ฝึกการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ซึ่งเป็นการคิดที่จำเป็นในการดำเนินชีวิตอย่างมาก เพราะเป็นการคิดที่ทำลายสมมติฐาน และหลักเหตุผลที่ใช้ในการตัดสินใจหรือทำทนายในการหาข้อสรุปเกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่ง ดังนั้นจึงทำให้เกิดการคิดอย่างรอบคอบ ครบถ้วน ครอบคลุมกว่าการสรุปหรือตัดสินใจโดยไม่ได้ใช้ วิจารณญาณ เมื่อมีการพิจารณาอย่างครบถ้วนแล้ว ก็สามารถที่จะแน่ใจได้ว่าสิ่งที่ตัดสินใจนั้น เป็นสิ่งที่ดีกว่าเดิม การคิดอย่างมีวิจารณญาณ จึงนำมาซึ่งการพัฒนาทั้งในระดับปัจเจก ระดับสังคม และ ประเทศชาติ (จิรพันธ์ วัชรกุล. 2546: 2)

การพัฒนาการคิดของ นักเรียน เป็นเป้าหมายที่สำคัญที่สุดยิ่งของการจัดการศึกษาและสามารถพัฒนาได้โดยการสอน แต่การสอนที่กระตือรือร้นการคิดประสบปัญหาต่าง ๆ ครูในโรงเรียนส่วนมากยังใช้วิธีการท่องจำ ซึ่งเป็นวิธีแบบเก่าที่ครูคุ้นเคยจนเกิดความเคยชิน และคิดว่าเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพ การสอนแบบเก่าทำให้นักเรียนไม่สามารถแก้ปัญหาได้ (ไฟโรจน์ กลิ่นกุหลาบ . 2542: 144) หากครูขาดความรู้ความสามารถย่อมก่อให้เกิดผลเสียต่อการจัดการเรียนรู้ ครูจึงต้องรู้จักพัฒนางานการสอนของตนเอง โดยเฉพาะในเรื่องของการพัฒนาทักษะความคิด (เมธาวิ โกยทา . 2546: 12-13) โดยเฉพาะความสามารถในการคิดระดับสูงนั้นมีความสำคัญอย่างยิ่งซึ่งจะช่วยเพิ่มขีดความสามารถในการพัฒนาเศรษฐกิจและความสามารถในการแข่งขันกับต่างประเทศแต่จากการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในระดับนานาชาติของสมาคมนานาชาติเพื่อประเมินผล การศึกษา (International Association for Assessment in Education: IEA) ที่เรียกว่า TIMSS-1999 ซึ่งมีประเทศเข้าร่วมทั้งหมด 38 ประเทศ พบว่าประเทศไทยมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง และอยู่ในลำดับที่ 24 (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี . 2545: 23) จากผลการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในระดับนานาชาติแสดงให้เห็นว่าขีดความสามารถด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศไทยในการแข่งขันกับต่างประเทศยังไม่สูงพอที่จะแข่งขันกับประเทศอื่น ๆ เช่น สิงคโปร์ ญี่ปุ่น หรือประเทศในแถบยุโรปได้ (พฤษฯ โปร่งสำโรง . 2549: 3) การจัดการเรียนรู้อัตโนมัติของประเทศยังเป็นปัญหาที่ต้องได้รับการแก้ไข

สำหรับวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นกลุ่มสาระการเรียนรู้หลักในโครงสร้างหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน ได้มีการกำหนดเป้าหมายของการจัดการเรียนการสอน ให้ นักเรียนสามารถพัฒนาการคิดของตน ทั้งการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดแก้ปัญหา นอกเหนือไปจากการจัดกิจกรรมเพื่อทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจกฎ หลักการ และทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ (กรมวิชาการ . 2546: 4) ดังนั้นกระบวนการจัดการเรียนรู้อาจเป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยพัฒนาสติปัญญาและความคิดของนักเรียน การเลือกกิจกรรมการเรียนรู้ที่เหมาะสมหรือจัดประสบการณ์ต่าง ๆ ที่ดีให้กับนักเรียน เน้นให้นักเรียนได้ฝึกคิดและแก้ปัญหาด้วยตนเองหรือให้นักเรียนได้เสาะแสวงหา ค้นคว้า และสรุปสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองจะสามารถพัฒนาสติปัญญาและความคิดของนักเรียนได้เป็นอย่างดี ซึ่งการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ต้องเน้นนักเรียนเป็นสำคัญ โดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนคิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาเป็น (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ . 2540 : 1) แนวความคิด ดังกล่าวมีความสอดคล้องกับทฤษฎีกลุ่มสร้างสรรค์ความรู้ ที่นักเรียนต้องสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยใช้กระบวนการสืบค้น เสาะหา สืบค้นตรวจสอบและค้นคว้าด้วยวิธีการต่างๆ จนทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและเกิดการรับรู้ความรู้นั้นอย่างมีความหมาย ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้แนวความคิดใหม่ให้เกิดขึ้น โดยใช้ความรู้เดิมที่มีอยู่ก่อนแล้วเสมอ (Hewson; & Hewson. 1988: 597-598) ดังนั้นการเรียนรู้จึงเป็นการเปลี่ยนแปลงแนวความคิดหรือการสร้างความรู้ใหม่ (ไพฑูรย์ สุขศรีงาม. 2545: 1; อ้างอิงจาก Duschl. 1991) ทฤษฎีการเรียนรู้ของกลุ่มสร้างสรรค์ความรู้มีความเชื่อว่าในการเรียนรู้ ผู้เรียนจะใช้กรอบความคิดเดิมที่มีอยู่แล้วเป็นเครื่องชี้นำและทำให้เกิดความรู้ขึ้น



ความหมาย และต้องอาศัยแนวความคิดและความรู้เดิมที่มีอยู่ก่อนไปปฏิสัมพันธ์กับมวลประสบการณ์ที่ได้รับ แล้วนักเรียนเป็นผู้สร้างความรู้ใหม่ด้วยตนเอง (Hewson; & Hewson. 1988: 597-598) ในการเรียนรู้ นักเรียนเป็นผู้เลือก และจัดเรียงข้อ สนเทศที่เขาได้รับและสร้างความหมายใหม่จากข้อสนเทศเหล่านั้น โดยอาศัยความรู้เดิมที่มีอยู่ก่อนแล้ว เช่น มโนคติและยุค ทธิวิธีในการจัดกระทำข้อสนเทศ บทบาทสำคัญในการปรุงแต่งการเรียนรู้ (Garnett; & Treagust. 1992: 1080) ดังนั้น นักเรียนแต่ละคน สร้างความรู้ขึ้นด้วยตนเอง โดยอาศัยแนวความคิดเดิมหรือความรู้ที่ได้จากการศึกษาเล่าเรียน เมื่อได้รับประสบการณ์อย่างเดียวกัน นักเรียนแต่ละคน สร้างแนวความคิดที่แตกต่างกันออกไป นักเรียนจึงนำแนวความคิดนี้มาบูรณาการเป็นส่วนหนึ่งของโครงสร้างความรู้สำหรับใช้ในการทำความเข้าใจเกี่ยวกับเรื่องราวต่างๆ ทางธรรมชาติ ตามทัศนะของตนเอง

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เริ่มต้นจากการทบทวนความรู้เดิมของนักเรียน เพื่อให้ครูนั้นสามารถค้นพบจุดที่จะกระตุ้นให้นักเรียนเกิดปัญหาและดำเนินการค้นหาคำตอบด้วยตนเอง แ ล้วอธิบายและสรุปผลโดยใช้ศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ ขั้นต่อไปคือนักเรียนประยุกต์ใช้ความรู้ไปสู่สถานการณ์ใหม่ แล้วมีการประเมินผล การเรียนรู้ของนักเรียน และสุดท้ายคือขยายความคิดรวบยอดไปสู่เรื่องอื่นๆ (Eisenkraft. 2003: 57 – 59) การจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น จึงส่งเสริมให้นักเรียนได้มีโอกาสในการพัฒนาความคิดในระดับสูง

จากหลักการและเหตุผลดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัย จึงสนใจที่จะใช้การจัดการเรียนรู้โดยการเปลี่ยนแปลงแนวความคิด และ การจัดการเรียนรู้แบบ วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง เคมีอินทรีย์ เพื่อนำผลการวิจัยที่ได้ ไปใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีประสิทธิภาพต่อไป

### ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเปลี่ยนแปลงแนวความคิด
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น
3. เพื่อ เปรียบเทียบ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเปลี่ยนแปลงแนวความคิด และการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น
4. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณก่อน เรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเปลี่ยนแปลงแนวความคิด
5. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณก่อน เรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น

6. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเปลี่ยนแปลงแนวความคิดและการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น

### ความสำคัญของการวิจัย

1. ได้พัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้น ผู้เรียนเป็นสำคัญ เรื่อง เคมีอินทรีย์ โดยใช้การเปลี่ยนแปลงแนวความคิดและการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น ที่มีประสิทธิภาพสอดคล้องกับความสนใจและความแตกต่างระหว่างบุคคลของนักเรียน

2. ได้แนวทางในการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเปลี่ยนแปลงแนวความคิดและการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีและความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

### ขอบเขตของการวิจัย

#### 1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์ โรงเรียนสันติราษฎร์วิทยาลัย กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 จำนวน 3 ห้องเรียน มีนักเรียนทั้งหมด 150 คน

#### 2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์ โรงเรียนสันติราษฎร์วิทยาลัย กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 จำนวน 2 ห้องเรียน มีนักเรียนทั้งหมด 96 คน ซึ่งได้มาจากวิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) แล้วนำกลุ่มที่เลือกมาสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยวิธีการจับฉลากเพื่อกำหนดเป็นกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 คือ

กลุ่มทดลองที่ 1 จำนวน 47 คน ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเปลี่ยนแปลงแนวความคิด

กลุ่มทดลองที่ 2 จำนวน 49 คน ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น

#### 3. ระยะเวลาในการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัยกระทำในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 โดยใช้เวลาในการทดลอง 20 คาบ ๆ ละ 50 นาที โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอนเองทั้ง 2 กลุ่ม

#### 4. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ใช้เนื้อหาวิชา เคมี 5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สารที่ 3: สารและสมบัติของสาร หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง เคมีอินทรีย์ ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544 กระทรวงศึกษาธิการ

## 5. ตัวแปรที่ศึกษา

### 5.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่

5.1.1 การจัดการเรียนรู้โดยใช้การเปลี่ยนแปลงแนวความคิด

5.1.2 การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น

### 5.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

5.2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

5.2.2 ความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

## นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการเรียนรู้โดยใช้การเปลี่ยนแปลงแนวความคิด หมายถึง การจัดการเรียนรู้เพื่อเปลี่ยนแปลงแนวความคิดตามรูปแบบของฮิวสันและฮิวสัน (มณีโกนัต หินสอ . 2549: 17-18; อ้างอิงจาก Hewson; & Hewson. 2003. *Journal of Research Teaching*. pp. 35-43) ซึ่งยุทธศาสตร์การจัดการเรียนรู้ประกอบด้วย 4 ชั้น ดังนี้

1.1 การบูรณาการ (Integration) คือ การรับรู้แนวคิดใหม่กับการรับรู้แนวคิดที่มีอยู่เดิมหรือการรับรู้แนวคิดต่าง ๆ ที่มีอยู่เดิมเข้าด้วยกัน ยุทธศาสตร์นี้เป็นยุทธศาสตร์ที่ใช้กันมากในการสอนวิทยาศาสตร์ปัจจุบัน โดยการตั้งคำถามเพื่อสำรวจแนวคิดที่มีอยู่เดิมของนักเรียน

1.2 การแยกความแตกต่าง (Differentiation) คือ การแยกการรับรู้แนวคิดที่มีอยู่กับการรับรู้แนวคิดอื่นที่ใกล้เคียงกัน แต่มีความชัดเจน และมีเหตุผลน่าเชื่อถือในสถานการณ์หนึ่ง อาจไม่น่าเชื่อถืออีกต่อไปในสถานการณ์อื่นที่แตกต่างและซับซ้อนขึ้น ได้แก่ การศึกษาจากใบความรู้ การร่วมอภิปราย และการทำการทดลอง ซึ่งเป็นกระบวนการที่นักเรียนได้ ลงมือปฏิบัติจริงหรือได้ศึกษาเรียนรู้ด้วยตนเอง

1.3 การแลกเปลี่ยน (Exchange) คือ การแลกเปลี่ยนการรับรู้แนวคิดที่มีอยู่กับแนวคิดใหม่ เพราะการรับรู้ แนวคิด นั้นขัดแย้งกัน ดังนั้นย่อมเป็นไปได้ที่การรับรู้ แนวคิด มีเหตุผลน่าเชื่อถือได้ทั้งคู่ ต้องทำให้นักเรียนเกิดความไม่พอใจในการรับรู้ แนวคิดที่มีอยู่เดิม ในขณะที่เดียวกับแสดงให้เห็นว่า การรับรู้แนวคิดใหม่สามารถอธิบายและทำนายได้มากกว่าอันเดิม จัดการเรียนรู้โดยให้ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็น จนเกิดเป็นข้อสรุปร่วมกัน หรือให้นักเรียนสรุปเป็นองค์ความรู้ด้วยตนเอง

1.4 การเชื่อมประสานการรับรู้แนวคิด (Conceptual bridging) คือ การสร้างบริบทที่เหมาะสมซึ่ง แนวคิด เชิงนามธรรมที่สำคัญสามารถเชื่อมโยงกับประสบการณ์สามัญที่มีความหมาย การตั้งคำถามต้องตอบโดยใช้แนวคิดเชิงนามธรรมที่เพิ่งเรียน ช่วยสร้างสิ่งแวดล้อมที่ทำให้มองเห็นว่าแนวคิดใหม่เหล่านี้ มีเหตุผลเชื่อถือได้ และมีประโยชน์เป็นที่พอใจ ได้แก่ การตอบคำถาม การทำแบบฝึกหัด และการทำแบบทดสอบ

**2. การจัดการเรียนรู้แบบ วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น** หมายถึง การจัดการเรียนรู้แบบ สืบเสาะที่เน้นกระบวนการคิดที่ต่อเนื่องกัน แบ่งเป็น 7 ชั้น คือ

2.1 **ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicitation Phase)** ในขั้นนี้จะเป็นขั้นที่ครูจะตั้งคำถาม เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนได้แสดงความรู้เดิมออกมา เพื่อครูจะได้รู้ว่า เด็กแต่ละคนมีพื้นฐานความรู้เดิม เท่าไหร่ จะได้วางแผนการสอนได้ถูกต้องและครูได้รู้ว่านักเรียนควรจะเรียนเนื้อหาใดก่อนที่จะเรียน ในเนื้อหาอื่นๆ

2.2 **ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement Phase)** เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่อง ที่สนใจซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัย หรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวนักเรียนเองหรือ เกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นอยู่ในเวลานั้น หรือ เป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เด็กเพิ่งเรียนรู้มาแล้ว ครูเป็นคนกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่จะศึกษาในกรณีที่ยังไม่มีประเด็นใดน่าสนใจ ครูอาจให้ศึกษาจากสื่อต่างๆ หรือเป็น ผู้กระตุ้นด้วยการเสนอประเด็นขึ้นก่อน แต่ไม่ควรบังคับให้นักเรียนยอมรับประเด็นหรือคำถามที่ครู กำลังสนใจเป็นเรื่องที่จะใช้ศึกษา

2.3 **ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration Phase)** ในขั้นนี้จะต่อเนื่องจากขั้นสร้างความ สนใจ ซึ่งเมื่อนักเรียนทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจจะศึกษาอย่างถ่องแท้แล้ว ก็มีการ วางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือ ปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อเสนอแนะ หรือปรากฏการณ์ต่างๆ วิธีการตรวจสอบอาจทำได้หลาย วิธี เช่น ทำการทดลอง ทำกิจกรรมภาคสนาม การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยสร้างสถานการณ์จำลอง (Simulation) การศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงจากแหล่งข้อมูลต่างๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูล อย่างเพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป

2.4 **ขั้นอธิบาย (Explanation Phase)** ในขั้นนี้เมื่อนักเรียนได้ข้อมูลมาอย่างเพียงพอ จากการสำรวจตรวจสอบแล้ว จึงนำข้อมูล ข้อเสนอแนะที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอ ผลที่ได้ในรูปแบบต่างๆ เช่น บรรยายสรุป สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ หรือรูปวาด สร้างตาราง ฯลฯ การค้นพบในขั้นนี้อาจเป็นไปได้หลายทาง เช่น สนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้ได้แย้งกับสมมติฐานที่ตั้ง ไว้ หรือไม่เกี่ยวข้องกันกับประเด็นที่ได้กำหนดไว้ แต่ผลที่ได้จะอยู่ในรูปใดก็สามารถสร้างความรู้และ ช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้

2.5 **ขั้นขยายความคิด (Expansion Phase / Elaboration Phase)** เป็นการนำความรู้ที่ สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิม หรือแนวความคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำแบบจำลอง หรือ ข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์ หรือเหตุการณ์อื่นๆ ถ้าใช้อธิบายเรื่องต่างๆ ได้มาก ก็แสดงว่า ข้อจำกัดน้อย ซึ่งก็จะช่วยให้เชื่อมโยงกับเรื่องราวต่างๆ และทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น

2.6 **ขั้นประเมินผล (Evaluation Phase)** ในขั้นนี้เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วย กระบวนการต่างๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด จากขั้นนี้จะนำไปสู่ การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่นๆ

2.7 ขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extension Phase) ในขั้นนี้เป็นขั้นที่ครูจะต้องมีการจัดเตรียมโอกาสให้นักเรียนเพื่อให้นักเรียนได้นำสิ่งที่ได้เรียนมาไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน ครูจะเป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปสร้างเป็นความรู้ใหม่ เรียกว่า “การถ่ายโอนความรู้”

**3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี** หมายถึง ความรู้ความสามารถของผู้เรียน เรื่องเคมีอินทรีย์ ซึ่งวัดได้จากการตอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามตารางวิเคราะห์หลักสูตร เป็นแบบปรนัย 5 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ โดยวัดความสามารถ 4 ด้าน คือ

3.1 ด้านความรู้ – ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกเรื่องราว หรือสิ่งต่างๆ ที่เคยเรียนมาแล้วเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ข้อตกลง นิยามศัพท์ หลักการ แนวความคิด กฎและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

3.2 ด้านความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการอธิบาย การจำแนก การขยาย ความและแปลความรู้โดยอาศัยข้อเท็จจริง ข้อตกลง หลักการ แนวคิดและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

3.3 ด้านการนำไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้และวิธีการค้นคว้าหาความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ๆ ที่แตกต่างออกไปจากที่เคยเรียนรู้มาแล้ว โดยเฉพาะอย่างยิ่ง คือ การนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

3.4 ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการค้นคว้าหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ สำหรับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับเนื้อหา ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย ทักษะการสังเกต ทักษะการวัด ทักษะการคำนวณ ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปสกับเวลา ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล ทักษะ การลงความคิดเห็นจากข้อมูล ทักษะการพยากรณ์ ทักษะการทดลอง และทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

**4. ความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ** หมายถึง ความสามารถในการคิดพิจารณา ไตร่ตรอง ข้อมูล เหตุการณ์ ปรากฏการณ์ต่างๆ ที่ปรากฏอย่างรอบคอบ จากข้อมูลและประสบการณ์ที่เคยได้รับมา โดยอาศัยการสรุปอ้างอิง การยอมรับข้อตกลงเบื้องต้น การอนุมาน การแปลความ และการประเมินข้อโต้แย้ง มาประกอบการตัดสินใจว่าสิ่งใดควรเชื่อควรทำ เพื่อให้ได้ข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผล ซึ่งวัดได้จากการตอบแบบทดสอบวัดความสามารถด้าน การคิดอย่างมีวิจารณญาณที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ตามแนวคิดของวัตสันและเกลเซอร์ (Watson; & Glaser. 1964: 10) ซึ่งมีองค์ประกอบ 5 ด้าน ดังนี้

4.1 ความสามารถในการอ้างอิง (Inference) หมายถึง ความสามารถในการแสดงความคิดเห็นต่อเรื่องราวตามข้อมูลที่ปรากฏในข้อความหรือสถานการณ์ที่ได้กำหนดไว้ ซึ่งความคิดเห็นนั้นอาจจะเป็นจริงหรือบอกได้ว่าไม่เป็นจริงในกรณีที่ข้อมูลยังไม่เพียงพอ

4.2 การยอมรับข้อตกลงเบื้องต้น (Recognition of Assumption) หมายถึง ความสามารถในการพิจารณาข้อความที่สมมติขึ้น หรือคาดการณ์ไว้ล่วงหน้า เพื่อรับรู้หรือตระหนักถึงข้อตกลงเบื้องต้น

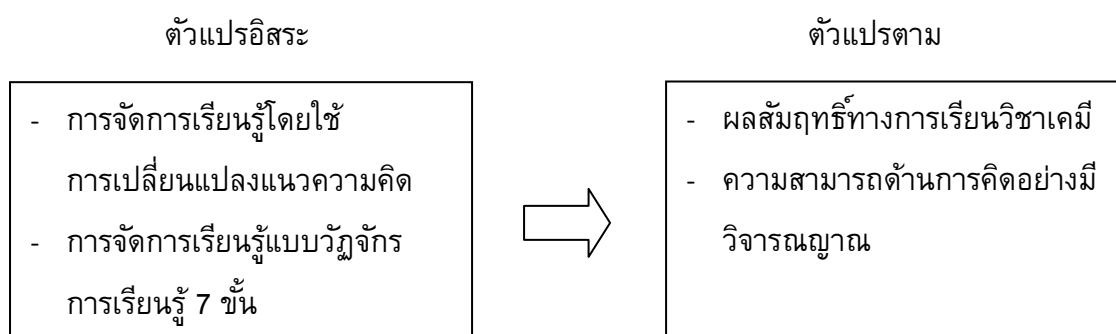
4.3 การอนุมาน (Deduction) หมายถึง ความสามารถในการคิด พิจารณาข้อความเกี่ยวกับเหตุและ ผลของข้อความหลัก 2 ข้อความที่มีอยู่ก่อน โดยคำนึงถึงข้อเท็จจริงที่เป็นสาเหตุ และอาศัยความสัมพันธ์ระหว่างสาเหตุทั้งหมด เพื่อสรุปเป็นผลสำหรับข้อความนั้น

4.4 การแปลความ (Interpretation) หมายถึง ความสามารถในการคิดพิจารณาข้อความย่อยว่าเป็นความจริงตามข้อความที่กำหนดไว้หรือไม่ โดยพิจารณาจากข้อมูลหรือเหตุผลที่กำหนดให้ได้อย่างมีเหตุผลเพียงพอ

4.5 การประเมินข้อโต้แย้ง (Evaluation of Arguments) หมายถึง ความสามารถในการตีคุณค่า การประเมินคำตอบ การประเมินข้อสรุปของข้อความและการตัดสินใจถูกต้องของข้อความที่กำหนดให้ เพื่อพิจารณาความสอดคล้องด้วยเหตุและผล ซึ่งเกี่ยวข้องโดยตรงกับสถานการณ์ที่กำหนด

### กรอบแนวคิดในการวิจัย

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ผู้วิจัยศึกษาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณตามแนวคิดของวัตสันและเกลเซอร์ (Watson; & Glaser. 1964: 10) การจัดการเรียนรู้โดยใช้การเปลี่ยนแปลงแนวความคิดตามรูปแบบของฮิวสันและฮิวสัน(มณีกันต์ หินสอ. 2549: 17-18; อ้างอิงจาก Hewson; & Hewson. 2003. *Journal of Research Teaching*. pp. 35-43) และการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น ตามแนวคิดของไอน์เซนคราฟ (Eisenkraft. 2003. 57-59) สรุปเป็นกรอบแนวคิดได้ว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้การเปลี่ยนแปลงแนว ความคิดและวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี และความสามารถในการคิดอย่างมี วิจารณญาณ ดังแสดงในภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

## สมมติฐานของการวิจัย

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ตั้งสมมติฐานไว้ดังนี้

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเปลี่ยนแปลงแนวความคิดมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
3. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเปลี่ยนแปลงแนวความคิดมีความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
4. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น มีความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
5. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเปลี่ยนแปลงแนวความคิดกับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีแตกต่างกัน
6. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเปลี่ยนแปลงแนวความคิดกับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น มีความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณแตกต่างกัน



## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับประเด็นสำคัญของการวิจัย ดังลำดับหัวข้อต่อไปนี้

1. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเปลี่ยนแปลงแนวความคิด
  - 1.1 ความหมายของแนวความคิด
  - 1.2 ทฤษฎีการเปลี่ยนแปลงแนวความคิด
  - 1.3 รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเปลี่ยนแปลงแนวความคิด
  - 1.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงแนวความคิด
2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น
  - 2.1 ความหมายของวัฏจักรการเรียนรู้
  - 2.2 รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้
  - 2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น
3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
  - 3.1 ความมุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสตร์
  - 3.2 ความหมายของการสอนวิทยาศาสตร์
  - 3.3 กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์
  - 3.4 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
  - 3.4 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
  - 3.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
4. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
  - 4.1 ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
  - 4.2 ความสำคัญของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
  - 4.3 ประเภทและลักษณะของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
  - 4.4 กระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
  - 4.5 กรอบแนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
  - 4.6 ลักษณะของผู้มีการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
  - 4.7 แนวทางการจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนมีการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
  - 4.8 เครื่องมือวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
  - 4.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณ



## 1. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเปลี่ยนแปลง แนวความคิด

### 1.1 ความหมายของแนวความคิด (Conception)

Conception ตามพจนานุกรมได้ให้ความหมายว่า “แนวความคิด” (Idea) “ความคิด” (Thought) “ข้อคิด” (Notion) (Longman Dictionary of Contemporary English. 1982: 224; Collins English Dictionary. 1979: 312; Mcquarie Dictionary. 1981: 392) และในขณะเดียวกันได้มีนักการศึกษาให้ความหมาย ดังนี้

แนวความคิด หมายถึง แนวความคิดในการมองเห็นสิ่งต่างๆ ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงการมีความสัมพันธ์เชิงคุณภาพระหว่างบุคคลกับปรากฏการณ์บางอย่าง และคำว่า Conception นี้ยังแสดงให้เห็นถึงหน่วยความคิดที่ใช้ประโยชน์ได้ ซึ่งประกอบด้วยความรู้ 2 ประเภท คือความรู้เกี่ยวกับข้อสนเทศ และความรู้เกี่ยวกับการปฏิบัติการ ดังนั้น Conception จึงสามารถมองเห็นหรือสังเกตได้ เนื่องจากการสะท้อนแนวความคิดของบุคคลออกมานั่นเอง (Johansson, Marton; & Svensson. 1985: 236)

แนวความคิด หมายถึง โครงสร้างความรู้ ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงทั้งความรู้ที่บุคคลนั้นมีอยู่ และลักษณะของการจัดระเบียบความรู้ ในภา คสมองหรือหมายถึงความเชื่อพื้นฐาน หรือความรู้ของนักเรียนเกี่ยวกับความเป็นไปในธรรมชาติ ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับการรับรู้ในเชิงอธิบายเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างเหตุกับผล

แนวความคิดของนักเรียนสะท้อนให้เห็นถึงความรู้ที่นักเรียนมีอยู่ในโครงสร้างความรู้ ดังนี้

#### 1. แนวความคิดล่วงหน้าหรือที่มีมาก่อน (Preconception)

คำว่า Preconception ในภาษาไทยใช้เรียกชื่อต่างๆ กันไป เช่น แนวความคิดล่วงหน้าหรือแนวความคิดที่มีมาก่อน โดยนักการศึกษาได้ให้ความหมายไว้ดังนี้

กาลเลกอส และคณะ (Gallegos, Jerezano; & Flores. 1994: 260; Renner; et al. 1990: 36) กล่าวว่า แนวความคิดล่วงหน้าหรือที่มีมาก่อน คือ ความรู้ที่มีมาก่อน ซึ่งเด็กนักเรียนใช้ในการทำความเข้าใจกับประสบการณ์ต่างๆ ที่เกี่ยวกับกระบวนการทางธรรมชาติ ในบางครั้งก็เรียกว่า กรอบความคิดเลือก วิทยาศาสตร์ของเด็ก หรือทฤษฎีอย่างง่าย

เคลเมนต์ (Clement. 1993: 1241) กล่าวว่า แนวความคิดในเรื่องใดเรื่องหนึ่งที่นักเรียนมีมาก่อนศึกษาเล่าเรียนในระบบโรงเรียน ซึ่งแนวความคิดล่วงหน้าในบางเรื่องอาจจะสอดคล้องกับแนวความคิดหรือความรู้ที่ยอมรับกันโดยทั่วไป และทำหน้าที่เป็นแนวความคิดสำหรับยึดเกาะกับความรู้ใหม่ที่เรียน

จากความหมายที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า แนวความคิด ล่วงหน้าหรือกรอบความคิดที่มีมาก่อนเกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่งที่นักเรียนมีมาก่อนการเรียนรู้ แนวความคิดเหล่านี้อาจไม่สอดคล้องกับแนวความคิดหรือความรู้ที่คนอื่นยอมรับ เมื่อเกิดขึ้นแล้วยากต่อการเปลี่ยนแปลงและเป็นอุปสรรคต่อการเรียนรู้สิ่งใหม่ๆ

## 2. แนวความคิดที่ผิดพลาด (Misconceptions)

คำว่า Misconceptions ในภาษาไทยใช้ชื่อเรียกแตกต่างกันไป เช่น มโนคติที่คลาดเคลื่อน มโนคติที่ผิดพลาด และ นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมาย ดังนี้

ซา รัว (Za Rour. 1975: 385) แนวความคิดที่ผิดพลาด หมายถึง แนวความคิดที่ผิดพลาดเกี่ยวกับความจริงและมโนคติทางวิทยาศาสตร์หรือเป็นข้อความเกี่ยวกับความจริง หลักการที่ผิดพลาดไปจากที่นักวิทยาศาสตร์ยอมรับ

ซา และคณะ (Cho, Kahle; & Nordland. 1985: 707) แนวความคิดที่ผิดพลาด หมายถึง แนวความคิดเชิงมโนคติที่มีความหมายแตกต่างไปจากความหมายซึ่งเป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไปของนักวิทยาศาสตร์

แวนเดอร์ซี (Wandersee. 1985: 581-582) แนวความคิดที่ผิดพลาด หมายถึง การแปลความหมายมโนคติของนักเรียนซึ่งไม่จำเป็นว่าจะไม่ถูกต้อง เสมอไป หรือเป็นแนวความคิดใหม่ที่ได้มาจากการเชื่อมโยงมโนคติ ตั้งแต่ 2 อย่างขึ้นไปอย่างไม่เหมาะสม ซึ่งอาจจะนำไปสู่การมีแนวความคิดที่ผิดพลาด โดยทั่วไปแนวความคิดที่ผิดพลาดจะเกิดขึ้นได้ก่อนการศึกษาเล่าเรียน (เรียกแนวความคิดก่อนเรียน) หรือเกิดขึ้นหลังจากการศึกษาเล่าเรียน และสามารถเกิดได้จากการเรียนรู้แบบรับรู้หรือการเรียนรู้แบบค้นพบ

ไพน์ และเวสต์ (Pines; & West. 1986: 583) แนวความคิดที่ผิดพลาด หมายถึง ความเข้าใจเกี่ยวกับแนวความคิดหรือมโนคติของนักเรียนที่เกิดขึ้นก่อน ในระหว่างและหลังการศึกษาเล่าเรียน เมื่อเปรียบเทียบกับความหมายของแนวความคิดหรือมโนคตินั้นที่สาธารณชนหรือผู้รู้ในสาขานั้นยอมรับ

อิมโบลา (Abimbola. 1988: 180) แนวความคิดที่ผิดพลาด หมายถึง แนวความคิดที่นักเรียนมีอยู่และคลาดเคลื่อนไปจากแนวความคิดที่ผู้อื่นยอมรับ

ลอว์สัน และทอมสัน (Lawson; & Thompson. 1988: 733-734) แนวความคิดที่ผิดพลาด หมายถึง ความรู้ที่ได้รับจากการมีประสบการณ์ด้วยตนเองและไม่สอดคล้องกับทฤษฎีหรือความรู้เชิงวิทยาศาสตร์ ตามแนวความคิดเลือกนี้โดยมากจะเป็นแนวความคิดที่ผิดพลาดที่นักเรียนมีอยู่และฝังแน่นยากที่จะเปลี่ยนแปลงแก้ไขได้ ซึ่งนักเรียนใช้เป็นกรอบความคิดในการแปลความหมายของเหตุการณ์ทางธรรมชาติ

เทรกัสต์ และการ์เนตต์ (Treagust; & Garnett. 1989: 301) แนวความคิดที่ผิดพลาด หมายถึง ทักษะหรือความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างไปจากของนักวิทยาศาสตร์

กริฟฟิธ และเพรสตัน (Griffiths; & Preston. 1992: 612) แนวความคิดที่ผิดพลาด หมายถึงแนวความคิดเชิงมโนคติที่มีความหมายแตกต่างกันไปจากความหมายซึ่ง เป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไปของนักวิทยาศาสตร์ และยากที่จะเปลี่ยนแปลงแก้ไขให้ถูกต้องได้โดยการใช้วิธีสอนแบบเก่า

บราวน์ (Brown. 1992: 17) แนวความคิดที่ผิดพลาด หมายถึง แนวความคิดของนักเรียนที่สอดคล้องกับความรู้เชิงวิทยาศาสตร์ที่คนทั่วไปยอมรับ แนวความคิดนี้เป็นสิ่งที่ขัดขวางที่สำคัญต่อการเรียนรู้ที่ถูกต้องของนักเรียน

แซนเดอร์ส (Sanders. 1993: 919) แนวความคิดที่ผิดพลาด หมายถึง ข้อสันนิษฐานเชิงสติปัญญาที่ผิดพลาดหรือไม่ถูกต้องที่นักเรียนมีอยู่และยากที่จะเปลี่ยนแปลงแก้ไขได้ ในการวิจัยพบว่าคำตอบที่ผิดไม่จำเป็นต้องเป็นแนวความคิดที่คลาดเคลื่อนเสมอไป จึงควรจำแนกอย่างชัดเจนว่าสิ่งใดเป็นความคิดที่ผิดพลาดและสิ่งใดเป็นความคิดที่คลาดเคลื่อน ซึ่งเป็นคำตอบที่ไม่ตรงกับทฤษฎีของนักวิทยาศาสตร์

จากความหมายที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า แนวความคิดที่ผิดพลาด หมายถึง ทศนะหรือความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับความจริง มโนคติหรือ หลักการทางวิทยาศาสตร์ที่ต่างไป จากแนวความคิดของนักวิทยาศาสตร์ที่ยอมรับในขณะนั้น แนวความคิดนี้อาจเกิดขึ้นก่อน ในระหว่างเรียนหรือหลังจากการศึกษาเล่าเรียน และเมื่อเกิดขึ้นแล้วฝังแน่นยากต่อการเปลี่ยนแปลง

### 3. แนวความคิดเลือก (Alternative Conceptions)

คำว่า Alternative Conceptions ในภาษาไทยใช้ชื่อเรียกแตกต่างกันไป เช่น มโนคติที่คลาดเคลื่อน แนวความคิดเลือก และนักการศึกษาได้ให้ความหมายดังนี้

ฮิวสัน และฮิวสัน (Hewson; & Hewson. 1983: 732) แนวความคิดเลือก หมายถึง แนวความคิดที่นักเรียนมีอยู่และแตกต่างกันไปจากแนวความคิดที่คนทั่วไปยอมรับ ซึ่งมีมาก่อนการศึกษาเล่าเรียน หรือเกิดหลังการศึกษาเล่าเรียน

จากความหมายที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า แนวความคิดเลือก หมายถึง แนวความคิดที่สร้างขึ้นด้วยตัวเอง มักอาศัยการมีแนวความคิดล่วงหน้า หรือที่มีอยู่ก่อน หรืออาศัยแนวความคิด ความรู้ที่ศึกษาจากโรงเรียนสำหรับบูรณาการความรู้ใหม่ๆ ที่คล้ายคลึงกัน แนวความคิดเลือกแตกต่างกันไปจากแนวความคิดของนักวิทยาศาสตร์ แนวความคิดเลือกเกิดขึ้นได้ต้องใช้ระยะเวลายาวนานถ้าเกิดขึ้นแล้ว และเป็นแนวความคิดที่ผิดพลาดคงอยู่ต่อไปอีกนาน ยากที่เปลี่ยนแปลงแก้ไข และโดยทั่วไปแล้ว แนวความคิดเชิงวิทยาศาสตร์ที่ยอมรับกันอยู่ในขณะนั้น ซึ่งเกิดขึ้นมาตั้งแต่ช่วงก่อนเข้าโรงเรียน เกิดจากการศึกษาเล่าเรียน หรือเกิดหลังจากการจบการศึกษาเล่าเรียน สาเหตุที่ทำให้เกิดแนวความคิดเลือก และแนวความคิดที่ผิดพลาด นักการศึกษาและนักวิจัยหลายท่านได้สรุปสาเหตุที่ทำให้เกิดแนวความคิดเลือก และแนวความคิดที่ผิดพลาดไว้ดังนี้

1. การมีปฏิสัมพันธ์กับโลกทางกายภาพและโลกแห่งมนุษย์ที่หลากหลาย (Griffiths; & Preson. 1992: 612)

2. การมีปฏิสัมพันธ์กับครู (Renner; et al. 1990: 35)

3. ประสบการณ์ในโรงเรียน (Simpson; & Marek. 1988: 362)

4. จากผู้ใหญ่ที่เข้าใจในมโนคติที่ผิดพลาด และได้อธิบายให้กับเด็กๆ อย่างไม่ถูกต้องทางวิชาการ (Simpson; & Marek. 1988: 362)

5. หลักการและวิธีการที่ไม่เหมาะสม จนสามารถนำไปจัดระเบียบเชื่อมโยงเข้ากับแนวความคิดเดิมที่มีอยู่ก่อนแล้ว (Renner; et al. 1990: 36)
6. ตำราเรียน (Renner; et al. 1990: 35; Griffiths; & Preson. 1992: 612)
7. นักเรียนมีแนวความคิดล่วงหน้าไม่สอดคล้องกับแนวความคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งไม่สามารถจัดระเบียบมโนคติใหม่ได้อย่างถูกต้อง (Renner; et al. 1990: 36)
8. นักเรียนขาดความสามารถในการคิดเชิงเหตุผล ที่จำเป็นสำหรับการจัดเตรียมมโนคติใหม่ (Renner; et al 1990: 35)
9. นักเรียนขาดมโนคติล่วงหน้าที่เหมาะสม (Renner; et al. 1990: 36)

## 1.2 ทฤษฎีการเปลี่ยนแปลงแนวความคิด (Theory of Conceptual Change)

### 1.2.1 พื้นฐานทางญาณวิทยา

จากความเชื่อเกี่ยวกับการเรียนรู้ของกลุ่มสร้างสรรค์ความรู้ที่เชื่อว่า การเรียนรู้เป็นผลของการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่ถูกสอนกับแนวความคิดเดิมของนักเรียน (Posner; et al 1982: 211) การเรียนจึงเป็นกิจกรรมที่ใช้เหตุผลหรือเป็นสิ่งที่ต้องใช้สติปัญญาและความรู้ และการเรียนรู้จึงเป็นกระบวนการเปลี่ยนแปลงแนวความคิด กลุ่มญาณวิทยาใช้กรอบความคิดในการอธิบายเกี่ยวกับกระบวนการเปลี่ยนแปลงแนวความคิดพื้นฐานจากปรัชญาวิทยาศาสตร์ภายใต้การได้รับแนวความคิดใหม่หรือข้อสนเทศใหม่โดยเสนอว่ามี 2 ชั้น (Posner; et al. 1982: 212-213)

ชั้นที่ 1 การมีแนวความรู้-แนวความคิดในการกำหนดขอบเขตของปัญหา กำหนดวิธีการแก้ปัญหา และกฎเกณฑ์ในการคัดเลือกคำตอบที่สอดคล้องกับปัญหาที่ศึกษา Khun เรียกแนวความคิดนี้ว่า Paradigm และเรียกวิทยาศาสตร์ที่มีความรู้ยอมรับกันว่า วิทยาศาสตร์ปกติ

ชั้นที่ 2 การเปลี่ยนแปลงแนวความคิดเกิดขึ้นเมื่อความรู้-แนวความคิดที่มีอยู่ก่อนแล้ว ไม่สามารถใช้แก้ปัญหาหรือใช้สืบเสาะได้อย่างสมบูรณ์เพียงพอ จำเป็นต้องหาแนวความคิดใหม่มาแทนที่ Khun เรียกวิทยาศาสตร์กลุ่มนี้ว่า วิทยาศาสตร์ปฏิรูป เป็นยุคที่มีความเจริญของความรู้เชิงวิทยาศาสตร์เกิดจากการสร้างความรู้ใหม่แทนความรู้เดิม (Duschl; & Gitomer. 1991: 842)

นอกจากนี้การเปลี่ยนแปลงแนวความคิดได้รับอิทธิพลมาจากความคิดการพัฒนาการทางสติปัญญาของ Piaget เรื่องปัจจัยที่มีผลต่อการพัฒนาทางสติปัญญา เช่น ประสบการณ์ส่วนบุคคลซึ่งเชื่อว่านักเรียนลงมือปฏิบัติด้วยตนเองในการเรียนรู้สิ่งต่างๆ ทำให้เกิดเป็นแนวความคิดของตนเอง (Stoffett; & Stoddart. 1994: 33) นักเรียนนำแนวความคิดล่วงหน้า ทำหน้าที่ในการกลั่นกรองความรู้ใหม่ที่จะเรียน และทำให้เกิดความหมายใหม่ต่อไป

### 1.2.2 การเปลี่ยนแปลงแนวความคิด

กลุ่มสร้างสรรค์ความรู้มีความเชื่อว่า นักเรียนเป็นผู้สร้างความรู้ แนวความคิดหรือความหมายด้วยตัวเขาเอง โดยอาศัยความรู้แนวความคิดเดิมที่มีอยู่ก่อน รวมถึงความเชื่อทางปรัชญาและจิตวิทยาที่กล่าวมาแล้ว ทำให้เกิดการสร้างทฤษฎีการเปลี่ยนแปลงแนวความคิด กล่าว

ว่า การเรียนรู้เป็นปฏิสัมพันธ์ระหว่างแนวความคิดใหม่กับแนวความคิดเดิมที่มีอยู่ก่อนแล้ว ซึ่งผลที่เกิดขึ้นอยู่กับธรรมชาติของปฏิสัมพันธ์ดังกล่าว ถ้าแนวความคิด ทั้งสองบูรณาการกันได้ การเรียนรู้จะดำเนินไปอย่างราบรื่น แต่ถ้าบูรณาการกันไม่ได้ ต้องมีการปรับปรุงเปลี่ยนแปลง แนวความคิดเดิมที่มีอยู่จึงทำให้เกิดการเรียนรู้ได้ (Hewson; & Hewson. 1984: 6)

โพสเนอร์ และคนอื่นๆ (Posner; et al. 1982: 212) ได้เสนอรูปแบบการเปลี่ยนแปลงแนวความคิดว่ามี 2 ระยะ คือ

ระยะที่ 1 นักเรียนจะมีแนวความคิดมโนคติเดิมอยู่ก่อนแล้วสำหรับการเผชิญหน้ากับปรากฏการณ์ใหม่ๆ เรียกว่า ขันขยายความคิด

ระยะที่ 2 เป็นระยะที่แนวความคิดมโนคติเดิมที่มีอยู่ก่อนแล้ว ไม่สามารถเผชิญหน้ากับปรากฏการณ์ใหม่ได้อย่างเหมาะสม จะต้องมีการแก้ไขขั้นนี้ เรียกว่า ขันปรับปรุงแนวความคิด จะเห็นว่าแนวความคิดของ โพสเนอร์ และคนอื่นๆ นั้น สอดคล้องกับแนวความเชื่อที่ว่า การสืบเสาะการเรียนรู้เกิดขึ้นโดยใช้มโนคติเป็นตัวชี้นำในการสืบเสาะหาคำตอบนั้นๆ

ในการทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงแนวความคิดนั้น จะต้องมีเงื่อนไข 4 ประการ ดังนี้ (Posner; et al. 1982: 214)

- 1) จะต้องมีคามไม่พึงพอใจในแนวความคิดเดิมที่มีอยู่ ซึ่งไม่สามารถแก้ปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นได้
- 2) แนวความคิดใหม่เป็นสิ่งที่ศึกษาเข้าใจได้หรือมีความหมาย
- 3) แนวความคิดใหม่ไม่มีศักยภาพในการแก้ปัญหาเดิมได้ หรือแก้ปัญหาได้จริง หรือมีความสอดคล้องกับทักษะต่างๆ เกี่ยวกับโลกธรรมชาติด้วย หรือมีความสอดคล้องกับมโนคติอื่นๆ
- 4) แนวความคิดใหม่เป็นประโยชน์ในการชี้แนะการวิจัย หรือนำไปใช้ประโยชน์ เช่น สามารถใช้แก้ปัญหาเดิม ชี้แนะวิธีการใหม่ ในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นและน่าเชื่อถือ จากทักษะเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงแนวความคิดนั้น ดำเนินภายใต้ข้อตกลงเบื้องต้น 3 ประการดังนี้ (Pintrich, Marx; & Boyle. 1993: 172)

4.1) แนวความคิด ทั้งหลาย เชื่อมโยงเป็นเครือข่าย เมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงแนวความคิดหนึ่งส่งผลกระทบต่อแนวความคิดอื่นๆ อีกด้วย

4.2) แต่ละบุคคลมีแนวความคิดและความเชื่อเกี่ยวกับธรรมชาติของความรู้และใช้สิ่งเหล่านี้เป็นพื้นฐานในการกำหนดว่าสิ่งใดจริงไม่จริง หรือการอธิบายเชื่อถือได้ไม่ได้

4.3) แนวความคิดคู่แข่งเกิดขึ้น ในระหว่างที่ มีแนวความคิดเดิมในการอธิบายแก้ไขปัญหามากมาย ที่ยังไม่สามารถแก้ไขลุกล่วงไปได้ ถ้าแนวความคิดคู่แข่งมีความเหมาะสมกว่า เข้ามาแทนที่แนวความคิดเดิม

กล่าวโดยสรุป ทฤษฎีการเปลี่ยนแปลงแนวความคิดเชื่อว่า การเรียนรู้เป็นปฏิสัมพันธ์ระหว่างประสบการณ์ใหม่กับแนวความคิดเดิม ทำหน้าที่เป็นกรอบสำหรับทำให้เกิดความเข้าใจและการแปลความหมายของข้อมูลที่ได้มาจากประสบการณ์ นอกจากนี้การมีแนวความคิดเดิมเป็นสิ่งที่

ยากต่อการแก้ไข (Pintrich, Marx; & Boyle. 1993: 170) ในกระบวนการเรียนรู้ ถ้านักเรียนมีความรู้ก่อนแล้ว ถ้าเกี่ยวกับเรื่องที่ศึกษาเขาสามารถนำความรู้ที่เรียนมาไปเชื่อมโยงกับแนวความคิดเดิมได้ เรียกกระบวนการนี้ว่า Assimilation แต่ถ้านักเรียนมีความรู้เกี่ยวกับเรื่องนั้นอย่างสมบูรณ์เพียงพอแล้ว และยังไม่ถูกต้อง หรือสอดคล้องกับที่ผู้เชี่ยวชาญกำหนดให้ เรียกแนวความคิดนี้ว่า แนวความคิดที่ผิดพลาด ซึ่งยากต่อการแก้ไขหรือเปลี่ยนแปลง ต้องใช้กระบวนการที่เหมาะสมจึงแก้ไขได้ เรียกกระบวนการนี้ว่า Accommodation นักเรียนใช้ทั้งกระบวนการ Assimilation และ Accommodation อย่างสมดุลกันเพื่อทำให้เกิดภาวะสมดุลระหว่างแนว ความคิดเดิมที่มีอยู่กับความรู้ และประสบการณ์ใหม่ที่ได้รับ (Pintrich, Marx; & Boyle. 1993: 171)

### 1.3 รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเปลี่ยนแปลงแนวความคิด

จากทฤษฎีการเปลี่ยนแปลงแนวความคิด การเรียนรู้ไม่ใช่เป็นเพียงการเพิ่มสารสนเทศขึ้นใหม่ และการเชื่อมโยงกันระหว่าง ความรู้ใหม่กับความรู้เดิมเท่านั้น แต่ยังรวมถึงการปฏิเสธความรู้เดิม ซึ่ง ทฤษฎีที่ เกี่ยวข้องกับความรู้ และการเรียนรู้ ที่มีรากฐานมาจากปรัชญา จิตวิทยา และมานุษยวิทยา เชื่อว่าบุคคลเป็นผู้สร้าง ความรู้ด้วยตนเอง โดยการมีปฏิสัมพันธ์กับบุคคลอื่นและสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ โดยต้องอาศัยความรู้ ประสบการณ์เดิม โครงสร้างทางปัญญา และแรงจูงใจภายในเป็นพื้นฐานสำหรับการเรียนรู้ ซึ่งรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเปลี่ยนแปลงแนวความคิดเพื่อสร้างความรู้ดังกล่าว มีดังนี้

#### 1.3.1 รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ CIPPA (กรมวิชาการ. 2539: 1-2)

รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ CIPPA เป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนได้ฝึกค้น รวบรวมข้อมูลและสร้างสรรค์ความรู้ด้วยตนเอง ตลอดทั้งฝึกตนเองให้มีวินัยและรับผิดชอบในการทำงาน และเป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่สามารถนำไปปฏิบัติได้โดยง่ายและสอดคล้องกับการดำรงชีวิต เหมาะสมกับความสามารถและความสนใจของผู้เรียน โดยเน้นให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมและลงมือปฏิบัติจริงทุกขั้นตอนจนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยมีหลักการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ดังนี้

- 1) Construct คือ การให้ผู้เรียนสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง โดยกระบวนการแสวงหาข้อมูล ทำความเข้าใจ คิดวิเคราะห์ ตีความ แปลความ สร้างความหมาย สังเคราะห์ข้อมูล และสรุปข้อความรู้
- 2) Interaction คือ การให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ต่อกัน เรียนรู้จากกัน แลกเปลี่ยนข้อมูลความคิดและประสบการณ์แก่กันและกัน
- 3) Participation คือ การให้ผู้เรียนมีบทบาท มีส่วนร่วมในการเรียนรู้ให้มากที่สุด
- 4) Process / Product คือ การให้ผู้เรียนได้เรียนรู้กระบวนการควบคู่ไปกับผลงาน และข้อความรู้ที่สรุปได้
- 5) Application คือ การให้ผู้เรียนนำความรู้ที่ได้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน

### 1.3.2 วัฏจักรการเรียนรู้ (สสวท. 2540: 11-19)

กระบวนการจัดการเรียนรู้โดยวิธีการสืบเสาะหาความรู้ จัดเป็นกระบวนการที่ เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องกันไปในลักษณะของวัฏจักร ในการจัดการเรียนรู้แต่ละครั้งหรือแต่ละแนวคิดจะ เริ่มต้นจากขั้นการนำเข้าสู่บทเรียนและจบด้วยการประเมินผล ผลที่ได้ก็จะถูกนำไปใช้เป็นพื้นฐานใน การจัดการเรียนรู้ในครั้งต่อไป จึงนิยมเรียกการจัดการเรียนรู้วิธีนี้ว่า เป็นการจัดการเรียนรู้แบบวัฏ จักร ในบางครั้งการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแบบวัฏจักรช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ใหม่ หรือช่วยในการแก้ปัญหาต่างๆ จนอาจเรียกว่าเป็นการเรียนแบบค้นพบ โดยนักเรียนจะเป็นผู้ กำหนดปัญหา วิธีการแก้ปัญหา การจัดการกระทำข้อมูลตลอดจนการแปลความหมายข้อมูลและสรุป ด้วยตนเอง

การจัดการเรียนรู้ดังกล่าวถูกเสนอโดยนักฟิสิกส์ชาวสหรัฐ ชื่อ Robert Karplus ที่เริ่มต้นใช้ในการจัดการเรียนรู้ในระดับประถมศึกษา เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนมีค วามสนใจ เรียนวิชาวิทยาศาสตร์และช่วยลดความน่าเบื่อในการเรียนในห้องเรียน ต่อมาได้มีกลุ่มนักการศึกษา นำวิธีการและขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้แตกต่างกัน นักการศึกษากลุ่ม BSCS (Biological Science Curriculum Study) ได้นำวิธีการจัดการเรียนรู้โดยวิธีสืบเสาะหาความรู้มา ใช้ในการพัฒนา หลักสูตรวิทยาศาสตร์ และได้เสนอขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้เป็น 5 ขั้น ดังนี้

1) การนำเข้าสู่บทเรียน (Engagement) ขั้นนี้มีลักษณะเป็นการแนะนำ บทเรียน กิจกรรมจะประกอบด้วย การซักถามปัญหา การทบทวนความรู้เดิม การกำหนดกิจกรรมที่ จะเกิดขึ้นในการจัดการเรียนรู้และเป้าหมายที่ต้องการ

2) การสำรวจ (Exploration) ขั้นนี้เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้แนวความคิดที่มี อยู่ก่อนแล้วมาจัดความสัมพันธ์กับหัวข้อที่กำลังจะเรียนให้เข้าเป็นหมวดหมู่ถ้าเป็นกิจกรรมที่ เกี่ยวข้องกับการทดลอง การสำรวจ การสืบค้นด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งเทคนิคและ ความรู้ทางการปฏิบัติ จะดำเนินไปด้วยตัวของนักเรียนเอง โดยมีเพียงครูเป็นเพียงผู้ค อยให้ คำแนะนำ หรือผู้เริ่มต้นในกรณีที่นักเรียนไม่สามารถหาจุดเริ่มต้นได้

3) การอธิบาย (Explanation) ในขั้นตอนนี้กิจกรรมหรือกระบวนการเรียนรู้ จะ มีการนำความรู้ที่รวบรวมมาแล้วในขั้นที่ 2 มาใช้เป็นพื้นฐานในการศึกษาหัวข้อหรือแนวคิดที่กำลัง ศึกษาอยู่ กิจกรรมอาจประกอบด้วย การเก็บรวบรวมข้อมูลจากการอ่านและนำข้อมูลมาอภิปราย

4) การลงข้อสรุป (Elaboration) ในขั้นตอนนี้จะเน้นให้นักเรียนได้นำความรู้ หรือข้อมูลจากขั้นที่ผ่านมาแล้วมาใช้ กิจกรรมส่วนใหญ่อาจเป็นการอภิปรายในกลุ่มของตนเอง เพื่อ ลงข้อสรุปเกิดเป็นแนวความคิดหลักขึ้น นักเรียนจะปรับแนวความคิดหลักของตัวเองในกรณีที่ไม สอดคล้องหรือคลาดเคลื่อนจากข้อเท็จจริง

5) การประเมินผล (Evaluation) เป็นขั้นตอนสุดท้ายของการเรียนรู้โดยครูเปิด โอกาสให้นักเรียนได้ตรวจสอบแนวความคิดหลักที่ตนเองได้เรียนรู้มาแล้ว โดยการประเมินด้วย ตนเองถึงแนวความคิดที่ได้สรุปไว้แล้วในขั้นที่ 4 ว่ามีความสอดคล้องหรือถูกต้องมากน้อยเพียงใด รวมทั้งมีการยอมรับมากน้อยเพียงใด ข้อสรุปที่ได้จะนำไปใช้เป็นพื้นฐานในการ ศึกษาต่อไปทั้งนี้ จะรวมทั้งการประเมินผลของครูต่อการเรียนรู้ของนักเรียนด้วย

### 1.3.3 รูปแบบการสร้างความรู้ (Generating Learning Model: GLM)

ออสบอร์น และวิททรอค (Osborne; & Wittrock. 1993) ได้เสนอรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ GLM ขึ้นมาโดยมีแนวความคิดเชื่อว่า สมอของมนุษย์ไม่ได้ทำหน้าที่เป็นผู้รับหรือบริโภคข้อสนเทศหรือความรู้ในลักษณะ คล้ายการสะสมสิ่งของ แต่สมอจะสร้างความหมายจากข้อสนเทศที่ได้รับและลงข้อสรุป – วินิจฉัย จากข้อสนเทศเหล่านี้บางครั้งสมอจะไม่ได้รับรู้ข้อสนเทศบางอย่างได้ หรือกล่าวอีกอย่างหนึ่งว่า สมอ ไม่ใช่ผ้าขาว หรือกระดานชนวนที่ว่างเปล่าที่ทำหน้าที่รองรับดูดซับสิ่งที่เรียนรู้และบันทึกข้อสนเทศที่ได้รับ แต่ความรู้ที่จดจำไว้และยุทธวิธีในการจัดการทำข้อสนเทศที่มีอยู่ก่อนแล้ว ในสมอจะทำปฏิกิริยากับข้อสนเทศเชิงประสบการณ์ที่ได้รับจากสิ่งแวดล้อม ทำให้เกิดการเลือกและใส่ใจเฉพาะข้อสนเทศบางอย่างแล้ว สร้างความหมายใหม่จากข้อสนเทศเหล่านั้น และบันทึกเก็บไว้ในหน่วยความจำระยะยาว การสร้างความรู้ ความหมายของสิ่งที่เรียนรู้ สามารถสอนให้เกิดขึ้นได้กับผู้เรียนไม่ว่าจะใช้การเรียนรู้แบบรับรู้ การเรียนรู้แบบค้นพบ การเรียนรู้จากการทำปฏิบัติการหรือการเรียนรู้จากการบรรยาย

รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบGLM มี 4 ขั้น ดังนี้ (ไพฑูริย์ สุขศรีงาม 2539: 36-37)

ขั้นที่ 1 การเลือกการรับรู้ (Selective Perception) เป็นการใช้ความรู้และกระบวนการทางสติปัญญาที่เก็บบันทึกไว้ในหน่วยความจำระยะยาวสำหรับเลือกความสนใจ หรือใส่ใจต่อประสบการณ์ที่มีแล้วทำให้เกิดการเลือกรับรู้

ขั้นที่ 2 การสร้างความหมาย (Construction of Meaning) เป็นระยะที่มีการสร้างความหมายจากข้อสนเทศเชิงสัมผัสที่ได้เลือกรับรู้มาแล้วในขั้นที่ 1 โดยการสร้างเชื่อมโยงสิ่งที่รับรู้เข้ากับข้อสนเทศเดิมที่เก็บสะสมไว้ในหน่วยความจำระยะยาว ในช่วงแรกความสัมพันธ์ที่ได้จะเป็นความสัมพันธ์ชั่วคราว แล้วทำให้เกิดความหมายชั่วคราวเกิดขึ้น ซึ่งนำไปสู่การสร้างความหมายที่ถาวรต่อไป

ขั้นที่ 3 การประเมินความหมาย (Evaluation of Meaning) ในการประเมินหรือตรวจสอบความหมายชั่วคราวที่สร้างขึ้นมาก็เพื่อตรวจสอบความสมเหตุสมผลหรือความเชื่อถือได้ของความหมาย ซึ่งสามารถตรวจสอบได้หลายแนวทาง เช่น ตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างความหมายชั่วคราวกับลักษณะอื่นๆ ของข้อสนเทศที่มีอยู่แล้วในหน่วยความจำระยะยาว หรือความสอดคล้องระหว่างความหมายชั่วคราวกับประสบการณ์เชิงสัมผัสที่มีอยู่ นอกจากนี้อาจใช้การตรวจสอบในรูปการพยากรณ์ ถ้าผลที่ได้สอดคล้องกับความหมายที่ใช้ในการพยากรณ์ ก็จะทำให้ได้ความหมายที่ถาวรหรือเป็นความหมาย ซึ่งวิทยาศาสตร์เกิดขึ้น จากนั้นจะเก็บบันทึกไว้ในหน่วยความจำระยะยาวต่อไป

ขั้นที่ 4 การเปลี่ยนแปลงความรู้ (Reconstructing of Knowledge) เนื่องจากการตรวจสอบหรือประเมินความหมายชั่วคราว ผลที่ได้เกิดขึ้นอาจนำไปสู่การปรับปรุงความรู้เดิมที่เก็บไว้ในหน่วยความจำระยะยาวได้ ทำให้เกิดความรู้ใหม่หรือแนวความคิดใหม่ที่เกิดขึ้น ดังนั้น ขั้นที่ 4 เป็นขั้นที่สำคัญในการทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความรู้หรือแนวความคิดของผู้เรียน



### 1.3.4 รูปแบบการจัดการเรียนรู้จากการแก้ปัญหา (Problem Centered Learning Model: PCLM)

เวทเลย์ (Wheatley. 1991) เป็นผู้เสนอ โดยมีแนวความคิดว่าทั้งครูและนักเรียนเป็นผู้สร้างความหมาย ผู้ซึ่งสร้างความหมายภายใต้บริบทใดๆ ให้กับถ้อยคำ และการกระทำที่เขาได้มีปฏิสัมพันธ์ (Cobb. 1988) การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียนถือว่าเป็นกระบวนการเจรจาต่อรองเพื่อให้ได้ มาซึ่งความหมายที่เหมาะสม ไม่ใช่เป็นการกำหนดรูปแบบหรือกระบวนการให้นักเรียนปฏิบัติตามอย่างเคร่งครัด (Bishop. 1985) นักเรียนแต่ละคนจะต้องถูกเร้าหรือกระตุ้นให้สร้างแนวความคิดด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนได้มีโอกาสจัดระเบียบความรู้ลงในกรอบความคิดในการแก้ปัญหา ดังนั้นครูมีบทบาทหน้าที่ในการจัดหาประสบการณ์ที่กระตุ้นเร้าและจูงใจ ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติเพื่อสร้างโครงสร้างการแก้ปัญหาเป็นของตนเอง

รูปแบบการสอนPCLM ประกอบด้วย 3 ขั้น ดังนี้ (ไพฑูริย์ สุขศรีงาม 2539: 37-38)

ขั้นที่ 1 การสร้างงานปัญหา (Problematic Tasks) ในขั้นนี้ครูทำหน้าที่ในการเลือกงานที่มีศักยภาพในการทำให้นักเรียนเกิดปัญหา หรือเป็นงานที่นักเรียนเผชิญหน้าแล้วสามารถหาประเด็นปัญหาได้สถานการณ์ที่จะส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้จะเกิดขึ้น เมื่อนักเรียนเกิดปัญหาขึ้นโดยอาศัยแนวความคิดเดิมที่มีอยู่ก่อนแล้ว นักเรียนแต่ละคนอาจจะเรียนรู้สิ่งที่เป็นปัญหาจากสถานการณ์เดียวกัน แตกต่างกัน อย่างไรก็ตามในการเลือกสถานการณ์ที่จะก่อให้เกิดเป็นปัญหาให้นักเรียนเป็นสำคัญ โดยครูจะต้องหาแนวทางทำความเข้าใจเกี่ยวกับรูปแบบการคิดของนักเรียนเพื่อจะได้กำหนดกรอบของงานจนกระทั่งนักเรียนมองเห็นปัญหาได้ด้วยตนเอง

ขั้นที่ 2 การแก้ปัญหาเป็นกลุ่ม (Cooperating Groups) เมื่อนักเรียนเกิดปัญหาร่วมกันแล้ว ครูแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มย่อยเพื่อแก้ปัญหาให้ลุล่วงไป การให้นักเรียนร่วมกันแก้ปัญหาสอดคล้องกับแนวความคิดของเพียเจต์ (Piaget. 1964) ในเรื่องการเรียนรู้กับเพื่อนหรือการถ่ายทอดทางสังคม ซึ่งจะก่อให้เกิดภาวะไร้สมดุลทางความคิด อันจะนำไปสู่การค้นหาแนวทางปรับโครงสร้างความคิดใหม่จนกระทั่งกลับสู่ภาวะสมดุล ได้พร้อมกับทำหน้าที่ให้ความรู้แนวความคิดหรือคำตอบของปัญหาที่ได้จากการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม มีความสมเหตุสมผลหรือเชื่อถือได้มากกว่าการแก้ปัญหาเป็นรายบุคคล ดังนั้นการเรียนรู้ภายใต้บริบททางสังคมของห้องเรียนที่เกิดขึ้นมาจากการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างสมาชิกภายในกลุ่มจะทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจถึงกระบวนการสร้างความรู้เชิงวิทยาศาสตร์ ที่ต้องอาศัยการมีส่วนร่วมของสมาชิกของชุมชนวิทยาศาสตร์ หรือชุมชนผู้รู้ หรือเข้าใจว่าความรู้เกิดมาจากการสร้างสรรค์ความรู้ โดยอาศัยการมีปฏิสัมพันธ์กับบุคคลอื่น

ขั้นที่ 3 การแลกเปลี่ยนความคิด (Sharing) ในขั้นนี้นักเรียนแต่ละกลุ่มจะนำเสนอคำตอบของปัญหาที่ค้นพบให้กับนักเรียนในกลุ่มอื่นๆ เพื่อนำไปสู่การอภิปรายโดยนักเรียนจะนำเสนอในเรื่องกรอบหรือแนวความคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหาวิธีการแก้ปัญหาและคำตอบของปัญหา ครูจะมีบทบาทเป็นเพียงผู้อำนวยการหรือผู้จัดการให้เกิดการอภิปรายเท่านั้น ไม่ต้องทำหน้าที่ตัดสิน

ว่า วิธีการหรือคำตอบของกลุ่ม มิได้ถูกผิด เมื่อมีข้อขัดแย้งเกิดขึ้น ปล่อยให้นักเรียนมีเสรีภาพทางความคิดที่จะเจรจาต่อรองกันเองจนกระทั่งนำไปสู่ข้อสรุปที่เหมาะสมแบบประชาธิปไตย เมื่อครูและนักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการอภิปรายเชิงวิทยาศาสตร์มากขึ้น จะนำไปสู่การสร้างคำอธิบายต่างๆ ที่สมเหตุสมผลและทำให้เกิดการคิดและความเข้าใจที่ถูกต้องและลึกซึ้งกว้างขวางมากกว่าเดิม

### 1.3.5 เทคนิคการจัดการเรียนรู้ของของ Hesse

เฮสส์ (Hesse. 1989: 56-58) ได้เสนอเทคนิคการจัดการเรียนรู้เพื่อเปลี่ยนแปลงแนวความคิดไว้ 3 ขั้น ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นวินิจฉัย (Diagnosis) เป็นขั้นตอนในการวินิจฉัยแนวความคิดของนักเรียนโดย

1.1 ครูใช้การสาธิตหรือการทำปฏิบัติการ ให้นักเรียนสังเกต

1.2 ครูซักถามให้นักเรียนอธิบายตามกรอบความคิดของนักเรียน โดยใช้คำถาม How และ Why เมื่อนักเรียนตอบ อธิบาย ให้เขียนคำตอบไว้บนกระดานดำ

1.3 เปิดโอกาสให้นักเรียนได้อธิบายโต้แย้งเกี่ยวกับแนวความคิดของแต่ละคนโดยครูจะวางตัวเป็นกลาง ไม่ต้องชี้ว่า แนวคิดของใครถูกหรือผิด จะช่วยให้นักเรียนรู้สึกสบายใจที่จะแสดงแนวความคิดอย่างเปิดเผยและจริงใจ

ขั้นที่ 2 ทำลายความคิด (Challenge Conceptions) เป็นขั้นที่ครูจะทำให้แนวความคิดเดิมของนักเรียนถูกท้าทายและถูกปฏิเสธไปในที่สุด โดย

2.1 ครูสาธิตเหตุการณ์ที่ก่อให้เกิดความขัดแย้งกับแนวความคิดเดิมของนักเรียน ซึ่งเป็นเหตุการณ์ที่ไม่สอดคล้องกับการพยากรณ์ – คาดคะเน จากแนวความคิดเดิมของนักเรียน

2.2 เมื่อสาธิตแล้วเสร็จ ครูอธิบายแนวความคิดใหม่ที่ต้องการให้นักเรียนพร้อมทั้งระบุจุดอ่อน ข้อบกพร่องของแนวความคิดเดิมให้นักเรียนรับทราบดี วยการอธิบายคำอธิบายที่ถูกต้อง จะต้องดำเนินการในลักษณะที่ทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจได้ และเป็นแนวความคิดที่ใช้ประโยชน์ได้ดีกว่า

ขั้นที่ 3 การเสริมแรงแนวความคิดที่ถูกต้อง (Reinforcing Scientific Conception) หลังจากการสาธิตและอธิบายที่ถูกต้องให้นักเรียนฟังแล้ว นักเรียนจะยอมรับแต่ยังไม่แน่ใจแนวความคิดใหม่จะถูกต้องเสมอไปหรือไม่ ดังนั้น ครูจึงต้องเป็นผู้ อภิปรายเสมอ โดยกระทำหลังจากการสาธิตแล้วเสร็จ เพื่อจะได้เสนอแนะแนวความคิดใหม่ ในขั้นการเสริมแรงทำได้อีกหนึ่งแนวความคิดใหม่ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ ซึ่งสถานการณ์ใหม่นี้จะต้องแสดงให้เห็นถึงการใช้ไม่ได้ของแนวความคิดควบคู่ไปด้วย

### 1.3.6 รูปแบบการจัดการเรียนรู้ของ Hewson & Hewson

ฮิวสัน และฮิวสัน (มณีกันต์ หินสอ. 2549: 17-18; อ้างอิงจาก Hewson; & Hewson. 2003. *Journal of Research Teaching*. pp. 35-43) ได้เสนอแนะรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบการเปลี่ยนแปลงแนวความคิด ว่ามีเงื่อนไข 3 ประการ ที่แนวความคิดใหม่ เป็นที่พอใจก่อนที่จะสามารถบูรณาการเข้าไปกับความรู้อื่นๆ คือ

- 1) แนวความคิดใหม่ผู้เรียนเข้าใจได้ง่าย
- 2) แนวความคิดใหม่มีเหตุผลน่าเชื่อถือ
- 3) แนวความคิดใหม่มีประโยชน์ต่อผู้เรียน

และเสนอว่า ยุทธศาสตร์การสอนควรประกอบด้วย

- 1) การบูรณาการ (Integration) มีจุดมุ่งหมายเพื่อบูรณาการการรับรู้แนวความคิดใหม่กับการรับรู้แนวความคิดที่มีอยู่เดิมหรือบูรณาการการรับรู้แนวความคิดต่างๆ ที่มีอยู่เดิมเข้าด้วยกันยุทธศาสตร์นี้เป็นยุทธศาสตร์ที่ใช้กันมากในการสอนวิทยาศาสตร์ปัจจุบัน
- 2) การแยกความแตกต่าง (Differentiation) มีจุดมุ่งหมายเพื่อให้แยกการรับรู้แนวความคิดที่มีอยู่กับการรับรู้แนวความคิดอื่นที่ใกล้เคียงกันแต่มีความชัดเจนกว่านักเรียนจำเป็นต้องเห็นว่าสิ่งที่มีเหตุผลน่าเชื่อถือในสถานการณ์หนึ่ง อาจจะไม่น่าเชื่อถืออีกต่อไป ในสถานการณ์อื่นที่แตกต่างและซับซ้อนขึ้น
- 3) การแลกเปลี่ยน (Exchange) มีจุดมุ่งหมายเพื่อแลกเปลี่ยนการรับรู้แนวความคิดที่มีอยู่กับอันใหม่ เพราะการรับรู้แนวความคิดนั้นขัดแย้งกัน ดังนั้นยอมเป็นไปไม่ได้ที่การรับรู้แนวความคิดจะมีเหตุผล น่าเชื่อถือได้ทั้งคู่ จะต้องทำให้นักเรียนเกิดความไม่พอใจในการรับรู้แนวความคิดที่มีอยู่เดิมในขณะที่ได้พบกับแสดงให้เห็นว่า การรับรู้แนวความคิดใหม่สามารถอธิบายและทำนายได้มากกว่าอันเดิม
- 4) การเชื่อมประสานการรับรู้แนวความคิด (Conceptual bridging) มีจุดมุ่งหมายเพื่อสร้างบริบทที่เหมาะสมซึ่งแนวความคิดเชิงนามธรรมที่สำคัญสามารถเชื่อมโยงกับประสบการณ์สามัญที่มีความหมาย การตั้งคำถามซึ่งจะต้องตอบโดยใช้แนวความคิดเชิงนามธรรมที่เพิ่งเรียนจะช่วยสร้างสิ่งแวดล้อมที่ทำให้มองเห็นว่าแนวความคิดใหม่เหล่านี้ มีเหตุผลน่าเชื่อถือได้ และมีประโยชน์เป็นที่น่าพอใจ

### 1.3.7 การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้โดยใช้การรู้คิด (Metacognitive Learning Cycle: MLC)

แบลนค์ (Blank. 2000) ได้นำการรู้คิดมาผสมผสานกับการเรียนรู้แบบวัฏจักร 4 ขั้นของบาร์แมน (Barman. 1997) ซึ่งได้ดัดแปลงให้เหมาะสมและตั้งชื่อใหม่ว่า วัฏจักรการเรียนรู้โดยใช้การรู้คิด นักเรียนจะถูกถามให้เปิดเผยและสะท้อนสถานภาพ หรือสภาพของแนวคิดวิทยาศาสตร์ของตนเองโดยสถานภาพดังกล่าวหมายถึงสภาพ 4 ประการที่จะช่วยให้นักเรียนสร้างความรู้ความเข้าใจด้วยตนเอง ได้แก่ ความไม่พึงพอใจในแนวคิดที่มีอยู่ ความสามารถเข้าใจได้ ความสามารถเชื่อถือได้ และความมีประโยชน์ ซึ่งเป็นกรอบแนวคิดของทฤษฎีการเปลี่ยนความคิด ของโพสเนอร์และคนอื่นๆ (Posner; et al. 1982: 212) MLC มี 4 ขั้น ดังนี้

1) ชั้นประเมินความคิดหรือมโนทัศน์ ในชั้นนี้นักเรียนจะสะท้อนแนวความคิดทางวิทยาศาสตร์ของตนเองและสะท้อนสถานภาพของแนวคิดก่อนที่จะเริ่มสอนนักเรียนจะบันทึกความคิดและสถานภาพของความคิดทางวิทยาศาสตร์โดยอาจใช้คำศัพท์เหล่านี้ เช่น ใช้ประโยชน์ โดยคิดเข้าใจอย่างแท้จริงเกี่ยวกับแนวคิดที่มีประโยชน์นักเรียนพิจารณาสถานภาพของความคิด โดยการถามตนเองด้วยคำถามเป็นชุดของเฮนเนสซี (Hennessey. 1991, 1993) ก็ได้ ดังนี้

- 1.1) แนวคิดนี้ข้าพเจ้าเข้าใจได้ ถ้า
  - 1.1.1) ข้าพเจ้าเข้าใจคำศัพท์เหล่านี้
  - 1.1.2) ข้าพเจ้าสามารถยกตัวอย่างเพิ่มเติมได้
  - 1.1.3) ข้าพเจ้าสามารถอธิบายแนวคิดนี้ให้กับเพื่อนๆ ได้โดยใช้

คำพูดของตนเอง

- 1.2) แนวความคิดนี้สามารถเชื่อถือได้ ถ้า
  - 1.2.1) แนวคิดนี้สอดคล้องกับแนวคิดอื่นที่ข้าพเจ้ารู้หรือเชื่อมาก่อนแล้ว
  - 1.2.2) แนวคิดนี้ช่วยให้ข้าพเจ้าสัมผัสสิ่งต่างๆ ได้อย่างมีความหมาย
- 1.3) แนวคิดนี้สามารถใช้ประโยชน์ได้ ถ้า
  - 1.3.1) แนวคิดนี้ช่วยในการแก้ปัญหาของข้าพเจ้าได้
  - 1.3.2) แนวคิดนี้ทำให้ข้าพเจ้ามีแนวคิดใหม่สำหรับการใช้การศึกษา
  - 1.3.3) แนวคิดนี้ช่วยให้ข้าพเจ้าสามารถอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ

ต่อไป

ในแนวทางใหม่ได้

2) ชั้นสำรวจความคิดหรือมโนทัศน์ ในชั้นนี้นักเรียนจะได้ลงมือสำรวจปรากฏการณ์ – เหตุการณ์ ที่เกี่ยวข้องกับความคิดหรือมโนทัศน์ที่กำลังศึกษา

3) ชั้นแนะนำความคิดหรือมโนทัศน์ ครูรวบรวมข้อมูลต่างๆ ที่นักเรียนมีและร่วมกับนักเรียนในการกำหนดรูปแบบของข้อมูลพร้อมกับแนะนำแนวคิดหลักของบทเรียนให้นักเรียน ซึ่งนักเรียนจะมีการปรับปรุงและสะท้อนให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงที่อาจเกิดขึ้นกับความคิดทางวิทยาศาสตร์ของตนหรือสะท้อนให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงสถานภาพของความคิด

4) ชั้นนำความคิดหรือมโนทัศน์ไปใช้ ในชั้นนี้นักเรียนจะเผชิญหน้ากับตัวอย่างอื่นๆ ของความคิดทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถจะเข้าใจได้โดยใช้ข้อมูลต่างๆ ที่นักเรียนในระหว่างชั้นแรกๆ และนักเรียนจะได้พิจารณาสถานภาพของความคิดของตนเองอีกครั้ง

จากการศึกษาเอกสาร แนวคิด ทฤษฎี และหลักการที่เกี่ยวข้องที่กล่าวมาข้างต้น การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัย จึงสนใจ เลือกใช้การจัดการเรียนรู้เพื่อเปลี่ยนแปลงแนวความคิดตามรูปแบบของ ฮิวสัน และฮิวสัน (มณีกานต์ หินสอ . 2549: 17-18; อ้างอิงจาก Hewson; & Hewson. 2003. *Journal of Research Teaching*. pp. 35-43) ซึ่งยุทธศาสตร์การสอนประกอบด้วย 4 ชั้น ดังนี้

- 1) การบูรณาการ (Integration)
- 2) การแยกความแตกต่าง (Differentiation)
- 3) การแลกเปลี่ยน (Exchange)
- 4) การเชื่อมประสานการรับรู้แนวความคิด (Conceptual bridging)

มาใช้ในการจัดการเรียนรู้ เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี และความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

#### 1.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเปลี่ยนแปลงแนวความคิด งานวิจัยต่างประเทศ

เบซิลี และแซนฟอร์ด (Basili; & Sanford. 1991: Abstract) ได้ทำการศึกษากลวิธี การเปลี่ยนมโนคติและการทำงานเป็นกลุ่มในวิชาเคมี เรื่อง กฎการคงตัวของสสารและพลังงาน ลักษณะ ธรรมชาติของอนุภาค ก๊าซ ของเหลว และของแข็ง ของนักศึกษาในวิทยาลัยชุมชนเมือง โดย กลุ่มควบคุมใช้การสอนโดยตรงและกลุ่มทดลองให้มีการทำงานเป็นกลุ่มเล็กๆ แบบการประชุม ร่วมกัน เพื่ออภิปรายและจดบันทึก จากนั้นแบ่งเป็นกลุ่มย่อย 3 – 5 คน อภิปรายและตอบคำถาม พร้อมกับการสร้างผังมโนคติขณะเข้ากลุ่มย่อย ครูคอยแนะนำและสังเกตพฤติกรรมตามแบบบันทึก ผลการสังเกตพฤติกรรม ตามเงื่อนไขของกระบวนการเปลี่ยนมโนคติของ Posner, Strike, Hewson และ Gertzog มีการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้แผนผังมโนคติ และทำการวิเคราะห์ข้อมูล จากแบบทดสอบด้วยค่า Chi – square พบว่า นักศึกษาในกลุ่มทดลองมีสัดส่วนของมโนคติที่ คลาดเคลื่อนต่ำกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สมิท และคณะ (Smith; et al. 1993: Abstract) ได้ศึกษากลวิธี การสอนเกี่ยวกับการ เปลี่ยนมโนคติในวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง การหายใจระดับเซลล์ การ หมุนเวียนของสสารในระบบนิเวศน์ โดยใช้กลวิธี การสอนที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนมโนคติของ โพลเนอร์ และคณะ โดยได้แทรกกลวิธี การสอนเข้าไปในการสอนปกติ ซึ่งมีการใช้คำถามเพื่อให้ นักเรียนได้ทราบถึงความคิดของตนเองและให้นักเรียนอธิบายเหตุการณ์ที่ไม่ตรงกัน เพื่อให้ นักเรียนเกิดความไม่พอใจกับมโนคติที่มีอยู่ และโต้แย้งกับมโนคติที่คลาดเคลื่อน ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนห้องที่ครูใช้อุปกรณ์การสอนที่สร้างขึ้นเป็นพิเศษ สอนตามเงื่อนไขที่กำหนด มีแนวโน้มการ ทดสอบ Posttest ดีกว่านักเรียนห้องที่ครูใช้อุปกรณ์การสอนแต่ไม่เป็นไปตามเงื่อนไขที่กำหนด และมีครูจำนวน 2 – 3 คน ที่ไม่ประสบผลสำเร็จกับกลวิธีเหล่านี้ ถ้าปราศจากการช่วยเหลือของอุปกรณ์ หลักสูตรที่เหมาะสม

แบลนค์ (Blank. 2000: Abstract) ได้ทดลองสอนเนื้อหาชีววิทยาในระดับมัธยมศึกษา ปีที่ 1 ในโรงเรียนเขตชานเมืองเป็นเวลา 3 เดือน นักเรียนห้องแรกเรียนโดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ที่ใช้ การรู้คิด (Metacognitive Learning Cycle) ซึ่งประกอบด้วยขั้นประเมินความคิด ขั้นสร้างความคิด ขั้นนำความคิดและขั้นนำความคิดไปใช้ โดยใช้กรอบแนวคิดของทฤษฎีการเปลี่ยนแปลงแนวคิด การวิจัยครั้งนี้จึงสรุปได้ว่า การรู้คิดมีประโยชน์ในการทำให้ นักเรียนสร้างตัวเชื่อมที่เข้มแข็ง ระหว่าง ประสบการณ์การเรียนวิทยาศาสตร์ แนวความคิดและความเข้าใจได้ดี

ฮิวสัน และฮิวสัน (Hewson; & Hewson. 2003) ได้ศึกษาผลการสอนโดยใช้ความรู้ที่มีมาก่อนของนักเรียนและยุทธศาสตร์การเปลี่ยนมโนคติต่อการเรียนรู่วิทยาศาสตร์ เพื่อศึกษาว่าการสอนโดยใช้ความรู้ที่มีมาก่อนของนักเรียนและยุทธศาสตร์การเปลี่ยนมโนคติเมื่อใช้ความรู้ที่มีมาก่อนของนักเรียนนักเรียนจะเกิดการเรียนรู้ และเกิดการเปลี่ยนมโนคติได้อย่างไรพบว่า คะแนนสอบก่อนทดลองของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ไม่แตกต่างกัน แต่คะแนนสอบหลังการทดลองของกลุ่มทดลองดีกว่ากลุ่มควบคุมอันเนื่องมาจากผลการสอนทั้ง 3 มโนคติ คือ เรื่อง ความหนาแน่น มวล และปริมาตร ในทางกลับกันกลุ่มทดลองมีคะแนนของมโนคติที่คลาดเคลื่อนน้อยกว่ากลุ่มควบคุม ซึ่งเป็นผลมาจากการสอน ผลการวิจัยนี้แสดงว่ายุทธศาสตร์การสอนที่ใช้กับกลุ่มทดลองมีผลทำให้นักเรียนได้รับรู้มโนคติเชิงวิทยาศาสตร์มากขึ้น และมีการละทิ้งการรับรู้มโนคติที่คลาดเคลื่อน เรื่อง ความหนาแน่น มวล และปริมาตร มากกว่ากลุ่มควบคุม

#### งานวิจัยในประเทศ

ปฐมพงศ์ อัมระภา (2546: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาและเปรียบเทียบผลการสอนเพื่อเปลี่ยนแปลงแนวความคิดที่ผิดพลาดเกี่ยวกับมโนคติชีววิทยา: การหมุนเวียนของเลือดและก๊าซและการกำจัดของเสีย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้เทคนิคการสอนของ Hesse เครื่องมือที่ใช้เป็นแบบทดสอบวัดแนวความคิดเลือกและแผนการสอน ผลการวิจัยพบว่าหลังจากการสอนโดยใช้เทคนิคการสอนของ Hesse นักเรียนโดยส่วนรวมและจำแนกตามเพศ มีความเข้าใจอย่างสมบูรณ์และความเข้าใจเพียงบางส่วนเพิ่มมากขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ถวิล ชนะบุญ (2546: 84- 85) ได้ศึกษาและเปรียบเทียบผลการสอนเพื่อเปลี่ยนแปลงแนวความคิดที่ผิดพลาดเกี่ยวกับมโนคติชีววิทยา : เซลล์และการเคลื่อนที่ของสารผ่านเซลล์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้เทคนิคการสอนของ Hesse เครื่องมือที่ใช้เป็นแบบทดสอบวัดแนวความคิดเลือกและแผนการสอน ผลการวิจัยพบว่าหลังจากการสอนโดยใช้เทคนิคการสอนของ Hesse นักเรียนโดยส่วนรวมและจำแนกตามเพศ มีความเข้าใจอย่างสมบูรณ์และความเข้าใจเพียงบางส่วนเพิ่มมากขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

วิทยา วรพันธ์ (2546: 68-72) ได้ศึกษาและเปรียบเทียบ ผลการสอนเพื่อเปลี่ยนแปลงแนวความคิดที่ผิดพลาดเกี่ยวกับมโนคติฟิสิกส์ : การหักเหของแสงและการเห็นโดยใช้เทคนิคการสอนของ Hesse ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในโรงเรียนเนินยางประชาสามัคคี เครื่องมือที่ใช้เป็นแบบ ทดสอบวัดแนวความคิดเลือกและแผนการสอนเพื่อเปลี่ยนแปลงแนวความคิดที่ผิดพลาดเกี่ยวกับมโนคติฟิสิกส์ : การหักเหของแสงและการเห็น ผลการวิจัยพบว่า หลังทดลองสอนโดยใช้เทคนิคการสอนของ Hesse นักเรียนโดยส่วนรวมและจำแนกตามเพศ มีความเข้าใจอย่างสมบูรณ์และความเข้าใจเพียงบางส่วนเพิ่มมากขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

บุญสม สุวรรณหงส์ (2546: 69-75) ได้ศึกษาและเปรียบเทียบผลการสอนเพื่อเปลี่ยนแปลงแนวความคิดที่ผิดพลาดเกี่ยวกับมโนคติฟิสิกส์ : งานและพลังงาน โดยใช้เทคนิคการสอนของ Hesse ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เครื่องมือที่ใช้เป็นแบบ ทดสอบวัดแนวความคิดเลือกและแผนการสอนเพื่อเปลี่ยนแปลงแนวความคิดที่ผิดพลาด เกี่ยวกับมโนคติฟิสิกส์ : งานและพลังงาน ผลการวิจัยพบว่า หลังทดลองสอนโดยใช้เทคนิคการสอนของ Hesse นักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงแนวความคิดจากความไม่เข้าใจ และมีแนวความคิดที่ผิดพลาดไปสู่ความเข้าใจอย่างสมบูรณ์ และ ความเข้าใจเพียงบางส่วน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

พงษ์ผกา ถิ่นแสนดี (2547: 70-71) ได้ศึกษาการสอนเพื่อเปลี่ยนแปลงแนวความคิดเลือกที่ผิดพลาดเกี่ยวกับมโนคติฟิสิกส์ : อัตราเร็วของแสงและการสะท้อนของแสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้เทคนิคการสอนของ Hesse พบว่า นักเรียนโดยส่วนรวมก่อนสอน มีแนวความคิดที่ผิดพลาด ความไม่เข้าใจและมีความเข้าใจเพียงบางส่วนและมีแนวความคิดที่ผิดพลาดด้วย โนมโนคติอัตราเร็วของแสงและการสะท้อนของแสง หลังทดลองสอนโดยใช้เทคนิคการสอนของ Hesse นักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงแนวความคิดจากแนวความคิดที่ผิดพลาดไปสู่ความเข้าใจอย่างสมบูรณ์และความเข้าใจเพียงบางส่วนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักเรียนชายก่อนสอน มีแนวความคิดที่ผิดพลาด ความไม่เข้าใจและมีความเข้าใจเพียงบางส่วนและมีแนวความคิดที่ผิดพลาดด้วย โนมโนคติอัตราเร็วของแสงและการสะท้อนของแสงหลังทดลองสอนโดยใช้เทคนิคการสอนของ Hesse นักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงแนวความคิดจากแนวความคิดที่ผิดพลาดไปสู่ความเข้าใจอย่างสมบูรณ์และความเข้าใจเพียงบางส่วนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักเรียนหญิงก่อนสอน มีแนวความคิดที่ผิดพลาด ความไม่เข้าใจและมีความเข้าใจเพียงบางส่วนและมีแนวความคิดที่ผิดพลาดด้วย โนมโนคติอัตราเร็วของแสงและการสะท้อนของแสงหลังทดลองสอนโดยใช้เทคนิคการสอนของ Hesse นักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงแนวความคิดจากแนวความคิดที่ผิดพลาดไปสู่ความเข้าใจอย่างสมบูรณ์และความเข้าใจเพียงบางส่วนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สิริพัทธ์ วงศ์วัฒน์ (2547: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการสอนเพื่อเปลี่ยนแปลงแนวความคิดที่ผิดพลาดเกี่ยวกับมโนคติชีววิทยา : การหายใจและการสังเคราะห์ด้วยแสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้เทคนิคการสอนของ Hesse พบว่า นักเรียนโดยส่วนรวม นักเรียนชาย นักเรียนหญิง หลังการทดลองสอนโดยใช้เทคนิคการสอนของ Hesse มีการเปลี่ยนแปลงแนวความคิดจากความไม่เข้าใจ และความเข้าใจเพียงบางส่วน และแนวความคิดที่ผิดพลาด เกี่ยวกับมโนคติชีววิทยา : การหายใจ การสังเคราะห์ด้วยแสง ไปสู่ความเข้าใจสมบูรณ์และความเข้าใจเพียงบางส่วนเพิ่มมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ดาร์ตัน ดีอูบล (2547: บทคัดย่อ) ได้ศึกษา การสอนเพื่อเปลี่ยนแปลงแนวความคิดที่ผิดพลาดเกี่ยวกับมโนคติชีววิทยา : ระบบนิเวศ การถ่ายทอดพลังงาน และวัฏจักรของสารของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้เทคนิคการสอนของ Hesse พบว่า นักเรียนโดยส่วนรวมหลังทดลองสอน โดยใช้เทคนิคการสอนของ Hesse มีการเปลี่ยนแปลงแนวความคิดจากความไม่เข้าใจและความเข้าใจเพียงบางส่วนและมีแนวความคิดที่ผิดพลาดไปสู่ความเข้าใจอย่างสมบูรณ์

ถนอมสิน วันสุตล (2547: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการสอนเพื่อเปลี่ยนแปลงแนวความคิดที่ผิดพลาดเกี่ยวกับมโนคติชีววิทยา : พืชหรือสัตว์ การจำแนกพืช และการจำแนกสัตว์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้เทคนิคการสอนของ Hesse พบว่า นักเรียนโดยส่วนรวมนักเรียนชายและนักเรียนหญิงหลังทดลองสอนโดยใช้เทคนิคการสอนของ Hesse มีการเปลี่ยนแปลงแนวความคิดจากความไม่เข้าใจ ความเข้าใจที่ผิดพลาด และความเข้าใจเพียงบางส่วนและมีแนวความคิดที่ผิดพลาดอยู่ด้วย ไปสู่ความเข้าใจอย่างสมบูรณ์ และความเข้าใจเพียงบางส่วนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ศิริกุล พลบูรณ์ (บทคัดย่อ: 2550) ได้ศึกษาแนวความคิดเลือกเกี่ยวกับมโนคติชีววิทยา เซลล์ การแบ่งเซลล์ การเคลื่อนที่ของสารผ่านเซลล์ และการคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีเพศต่างกัน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนโดยส่วนรวม นักเรียนชายและนักเรียนหญิง ที่เรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น โดยใช้การรู้จัก มีความเข้าใจอย่างสมบูรณ์มากกว่า แต่มีแนวความคิดที่ผิดพลาดเกี่ยวกับมโนคติชีววิทยา เรื่อง เซลล์ การแบ่งเซลล์การเคลื่อนที่ของสารผ่านเซลล์ น้อยกว่า นักเรียนโดยส่วนรวมที่เรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ชั้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สมบูรณ์ พายบุตร (2547: 84-85) ได้ศึกษาและเปรียบเทียบผลการสอนเพื่อเปลี่ยนแปลงแนวความคิดที่ผิดพลาดเกี่ยวกับมโนคติชีววิทยา : ปฏิกริยาเคมีในเซลล์ เอนไซม์และพลังงานเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้เทคนิคการสอนของ Hesse เครื่องมือที่ใช้เป็นแบบ ทดสอบวัดแนวความคิดเลือกและแผนการสอน ผลการวิจัยพบว่า หลังจากการสอนโดยใช้เทคนิคการสอนของ Hesse นักเรียนโดยส่วนรวมและจำแนกตามเพศ มีความเข้าใจอย่างสมบูรณ์และความเข้าใจเพียงบางส่วนเพิ่มมากขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

## 2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น

### 2.1 ความหมายของวัฏจักรการเรียนรู้ (E-learning Cycle)

ลอวสัน (ศิริกุล พลบูรณ์. 2550: 35; Lawson. 1995: 424) กล่าวว่า วัฏจักรการเรียนรู้เป็นรูปแบบของกระบวนการเรียนรู้ที่นักวิทยาศาสตร์ศึกษาได้คิดค้นขึ้น เพื่อให้ผู้เรียนสามารถใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องอาศัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการค้นพบความรู้หรือประสบการณ์การเรียนรู้ที่มีความหมายด้วยตนเอง โดย มีพื้นฐานมาจากแนวทฤษฎีสร้างสรรค์ความรู้ ซึ่งไม่เน้นการสอนแบบบรรยาย หรือบอกเล่า หรือให้ผู้เรียนเป็นผู้รับเนื้อหาวิชาต่าง ๆ จากครู หากแต่ครูจะต้องกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองภายใต้สภาพแวดล้อมที่เหมาะสม โดยมีความเชื่อว่านักเรียนมีวัฏจักรการเรียนรู้อยู่แล้ว



เรนเนอร์ และสแตฟฟอร์ด (เสาวรส พลโคตร. 2550: 25; Renner; & Stafford. 1979: 19) กล่าวว่า วัฏจักรการเรียนรู้ หมายถึง รูปแบบการทำงานที่บุคคลใช้เพื่อดำเนินการเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ซึ่งบุคคลจะใช้กระบวนการสังเกต การวัด การตีความ หมายถึงข้อมูล การทดลอง การทำนายผลและสร้างรูปแบบทางวิทยาศาสตร์เพื่อทำงานดังกล่าว

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546: 13) กล่าวว่า วัฏจักรการเรียนรู้เป็นการเรียนการสอนโดยวิธีสืบเสาะหาความรู้และการเรียนจากกลุ่มจัดเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องกันไปในลักษณะการเรียนรู้แบบวัฏจักร หรือการเรียนรู้แบบค้นพบ

กรมวิชาการ (2546: 80) ได้ให้ความหมายของวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ไว้ว่า หมายถึง การนำความรู้หรือแบบจำลองไปใช้อธิบายหรือนำไปประยุกต์ใช้อธิบายเหตุการณ์หรือเรื่องอื่นๆ จะนำไปสู่ข้อโต้แย้งหรือข้อจำกัด ซึ่งจะก่อให้เกิดเป็นประเด็นหรือคำถามหรือปัญหาที่จะต้องสำรวจตรวจสอบต่อไป ทำให้เกิดเป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องกันไปเรื่อยๆ

เสาวรส พลโคตร (2550: 25) วัฏจักรการเรียนรู้ หมายถึง รูปแบบของกระบวนการเรียนรู้ของนักวิทยาศาสตร์ ได้ศึกษาคิดค้นขึ้น เพื่อให้ผู้เรียนได้ใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการค้นพบความรู้หรือประสบการณ์ การเรียนรู้ที่มีความหมายด้วยตนเอง ครูเป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองภายใต้สภาพแวดล้อมที่เหมาะสม

กล่าวโดยสรุป วัฏจักรการเรียนรู้ หมายถึง กระบวนการเรียนรู้แบบหนึ่งที่ตอบสนองความต้องการของผู้เรียน โดยผู้เรียนค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองโดยใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องไปเรื่อยๆ แบบวัฏจักร

## 2.2 รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ (Learning Cycle)

### 2.2.1 วัฏจักรการเรียนรู้ 3 ขั้น (3E-Learning Cycle)

Karplus และคณะได้นำเสนอการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ ซึ่งเป็นรูปแบบที่ใช้ปรับปรุงหลักสูตรวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษาของสหรัฐอเมริกา (Science Curriculum Improvement Study: SCIS) (Renner; & Marak. 1990: 241-246) ประกอบด้วย 3 ขั้น ดังนี้

1. การสำรวจ (Exploration หรือ Concept Exploration) เป็นขั้นที่นักเรียนได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับรูปธรรม
2. การเกิดความคิด (Invention หรือ Concept Introduction หรือ Clarification) คาร์พลัส (Karplus. 1977: 174) และบาร์แมน (Barman. 1992) ระบุว่าเริ่มจากการเสนอโมโนทัศน์หรือหลักการใหม่ หรือคำอธิบายเสริมเพื่อช่วยให้นักเรียนประยุกต์รูปแบบการใช้เหตุผลในประสบการณ์ของเขาแต่เปิดโอกาสให้นักเรียนเสนอแนวคิดของตนด้วย
3. ระยะการค้นพบ (Discovery หรือ Concept Application) เป็นระยะที่นักเรียนเกิดความรู้ โมโนทัศน์ หรือทักษะที่เกิดขึ้นไปใช้ในสถานการณ์อื่นโดยการยกตัวอย่างเพื่อแสดงโมโนทัศน์นั้น (บุปผชาติ ทัพทิกรณ์. 2535: 56)

### 2.2.2 วัฏจักรการเรียนรู้ 4 ขั้น (4E-Learning Cycle)

มีกลุ่มนักศึกษาได้นำวิธีการนี้มาใช้และมีการพัฒนาวิธีการและขั้นตอนในการเรียนการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ออกเป็น 4 ขั้น (Barman; & Kotar. 1989: 29-32) ดังนี้

1. การสำรวจ (Exploration) ระยะเวลาสำรวจเป็นการเน้นนักเรียนสำคัญกระตุ้นความไม่สมดุลความคิดของผู้เรียน และช่วยให้เกิดการปรับขยายความคิด ครูรับผิดชอบการให้นักเรียนได้รับคำแนะนำ คำชี้แจงและวัสดุอุปกรณ์อย่างเพียงพอที่มีปฏิสัมพันธ์ในทางที่สัมพันธ์กับแนวคิด คำแนะนำชี้แจงของครูต้องไม่บอกนัก เรียนว่าพวกเขาควรเรียนอะไร และต้องไม่อธิบายแนวคิดให้แนวทางและคำแนะนำเพื่อให้การสำรวจดำเนินต่อไปได้ นักเรียนรับผิดชอบต่อการสำรวจวัสดุและการเก็บรวบรวมและ/หรือ การบันทึกข้อมูลของตนเอง ครูอาศัยทักษะการถามดังได้แสดงไว้ในรูปภาพเพื่อแนะแนวทางการเรียนรู้เด็กต้องมี วัสดุอุปกรณ์การเรียนรู้ และประสบการณ์ที่เป็นรูปธรรมด้วย ถ้าครูจะให้เด็กสร้างแนวคิดวิทยาศาสตร์สำหรับตนเอง ให้ใช้คำถามแนะเพื่อช่วยเริ่มกระบวนการวางแผนและคำถามต้องนำตรงไปสู่กิจกรรมของเด็ก เสนอแนะประเภทของบันทึกที่เด็กควรจะทำ และต้องไม่บอกหรืออธิบายแนวคิด อาจกล่าวถึงการสอนอย่างย่อๆ ได้บ้างที่อาจจะเป็นในรูปจุดประสงค์ของการสอน

2. การอธิบาย (Explanation) ระยะเวลาอธิบายเป็นระยะที่ยึดนักเรียนเป็นสำคัญน้อยลงและหาสิ่งอำนวยความสะดวกทางจิตใจให้แก่ผู้เรียน ความมุ่งหมายของระยะนี้เพื่อให้ครูได้นำนักเรียนในการคิดเพื่อว่าแนวคิด เกี่ยวกับบทเรียนจะได้รับการสร้างขึ้นด้วยความร่วมมือกันไม่ใช่เพียงครูให้คนเดียว เพื่อทำให้สำเร็จ ครูเลือกและจัดทำสภาพแวดล้อมของชั้นเรียนที่พึงประสงค์ ครูขอให้นักเรียนให้ข้อมูลตามทางจิตใจ เมื่อจัดเรียงเรียงข้อมูลแล้วครูแนะนำให้รู้จักภาษาจำเพาะที่ต้องการแนว คิดให้มากเท่าๆ กับมิสซิสแม็กโดนัลด์ ทำหลังจากเด็กๆ ได้สังเกตและสำรวจสิ่งที่เกิดขึ้นเมื่อองค์ความรู้ใหม่ได้รับการแนะนำในบรรยายกาศการเรียงเรียงของพวกเขา

3. การขยาย (Expansion) ระยะขยายควรเป็นระยะที่ยึดนักเรียนเป็นสำคัญให้มากที่สุดที่มากได้ และเป็นระยะจัดขึ้น เพื่อกระตุ้นความร่วมมือของกลุ่ม ความมุ่งหมายของระยะนี้เพื่อช่วยผู้เรียนให้จัดระเบียบประสบการณ์ทางความคิดที่นักเรียนได้มาจากการค้นพบ ความเชื่อมโยงกับประสบการณ์เดิมที่คล้ายคลึงกัน และเพื่อให้ค้นพบการประยุกต์ใหม่สำหรับสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้มาแล้ว แนวคิดที่สร้างขึ้นจะต้องเชื่อมโยงกับความคิดอื่นหรือประสบการณ์อื่นที่สัมพันธ์กัน ความมุ่งหมายเพื่อจะนำการคิดของนักเรียนให้ไปกว่าเดิมซึ่งเป็นอยู่ในปัจจุบัน ครูต้องให้เด็กใช้ภาษาหรือฉลากหรือฉายาต่างๆ ของแนวใหม่ เพื่อว่าพวกเขาจะได้เพิ่มความเข้าใจของพวกเขาโดยตรง นี่เป็นที่เหมาะสมที่จะช่วยนักเรียนให้ประยุกต์ใช้สิ่งที่ได้เรียนรู้ โดยการขยายตัวอย่างหรือโดยการจัดประสบการณ์เชิงการสำรวจเพิ่มเติมเพื่อพัฒนาส่วนบุคคลของนักเรียน การสอบสวนความสัมพันธ์ภายในระหว่างวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีสังคม ความเติบโตทางวิชาการและการตระหนักรู้ด้านอาชีพ ระยะเวลาขยายนี้สามารถนำไปสู่ระยะการสำรวจบทเรียนต่อไปได้โดยอัตโนมัติ ดังนั้นวงจรต่อเนื่องสำหรับการสอนและการเรียนจึงถูกสร้างขึ้นในระยะเวลา นี้ ครูช่วยนักเรียนให้จัดระเบียบการคิดของตนโดยการเชื่อมโยงสิ่งที่เรารู้มาเข้ากับความคิดหรือประสบการณ์อื่นๆ ซึ่งสัมพันธ์กับแนวคิดที่สร้างขึ้น ส่วนมากจะใช้รูปแบบแนวคิดในระยะเวลา นี้เพื่อเพิ่มความเข้าใจในความหมายของแนวคิดและเพื่อขยายขอบเขตความคิด

4. การประเมินผล (Evaluation) ความมุ่งหมายของระยะนี้ เพื่อเป็นการทดสอบมาตรฐานการเรียนรู้ การเรียนรู้มักจะเกิดขึ้นในสัดส่วนการเพิ่มขึ้นที่ น้อยกว่าการยกระดับทางความคิดที่มีการหยั่งรู้จริงที่เป็นไปได้ ดังนั้น การประเมินผลควรต่อเนื่อง ซึ่งไม่ใช่การสิ้นสุดของบทหรือของวิธีการของหน่วยการเรียนรู้ การวัดหลายชนิดมีความจำเป็นต่อการจัดทำกาประเมิน โดยรวมในการเรียนรู้ของนักเรียน และเพื่อกระตุ้นการสร้างแนว คิดทางจิตใจและทักษะกระบวนการ ประเมินผลรวมถึงในแต่ละระยะของวัฏจักรการเรียนรู้ไม่ใช่เพียงจัดทำเฉพาะตอนสุดท้าย

### 2.2.3 วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (5E-Learning Cycle)

ในปี ค.ศ.1992 นักการศึกษากลุ่ม BSCS (Biological Science Curriculum Study) ได้แบ่งขั้นตอนของการเรียนรู้แบบวัฏจักรออกเป็น 5 ขั้น หรือ 5E Model (Evan. 2004: 27) ดังนี้

1. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (Engagement) ขั้นนี้มีลักษณะเป็นการแนะนำบทเรียน กิจกรรมจะประกอบด้วย การซักถามปัญหา การทบทวนความรู้เดิม การกำหนดกิจกรรมที่จะเกิดขึ้น ในการเรียนการสอนและเป้าหมายที่ต้องการ

2. ขั้นสำรวจ (Exploration) ขั้นนี้จะเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แนวคิดที่มีอยู่แล้วมา จัดความสัมพันธ์กับหัวข้อที่กำลังจะเรียนให้เข้าหมวดหมู่ ถ้าเป็นกิจกรรมที่เกี่ยวกับการทดลอง การสำรวจการสืบค้นด้วยวิทยาศาสตร์ รวมทั้งเทคนิคและความรู้ทางการปฏิบัติจะดำเนินไปด้วยตัวของนักเรียนเองโดยครูมีหน้าที่เป็นเพียงผู้แนะนำหรือผู้เริ่มต้นในกรณีที่นักเรียนไม่สามารถหาจุดเริ่มต้นได้

3. ขั้นอธิบาย (Explanation) ในขั้นตอนนี้กิจกรรมหรือกระบวนการเรียนรู้จะมีการ นำความรู้ที่รวบรวมมาแล้วในขั้นที่ 2 มาใช้เป็นพื้นฐานในการศึกษาหัวข้อหรือแนวคิดที่กำลังศึกษา อยู่กิจกรรมอาจจะประกอบไปด้วยการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการอ่านและนำข้อมูลมาอภิปราย

4. ขั้นขยายความรู้ (Expansion) ในขั้นตอนนี้จะเน้นให้นักเรียนได้นำความรู้หรือ ข้อมูลจากขั้นที่ 2 และขั้นที่ 3 มาใช้กิจกรรมส่วนใหญ่อาจเป็นการอภิปรายในกลุ่มของตนเองเพื่อลง ข้อสรุปให้เห็นถึงความเข้าใจทักษะกระบวนการและความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจะ ช่วยให้นักเรียนได้มีโอกาสปรับแนวคิดหลักของตนเองในกรณีที่สอดคล้องหรือคลาดเคลื่อนจาก ข้อเท็จจริง

5. ขั้นประเมินผล (Evaluation) เป็นขั้นตอนสุดท้ายจากการเรียนรู้โดยครูเปิด โอกาสให้นักเรียนได้ตรวจสอบแนวความคิดหลักที่ตนเองได้เรียนรู้มาแล้ว โดยการประเมินผลด้วย ตนเองถึงแนวความคิดที่ได้สรุปไว้แล้วในขั้นที่ 4 ว่ามีความสอดคล้องหรือถูกต้องมากน้อยเพียงใด รวมทั้งมีการยอมรับมากน้อยเพียงใด ข้อสรุปที่ได้จะนำไปใช้เป็นพื้นฐานในการศึกษาต่อไป

### 2.2.4 วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E-Learning Cycle)

ต่อมาในปี ค.ศ. 2003 Eisenkraft (2003: 57-59) ได้ขยายรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้จาก 5 ขั้น เป็น 7 ขั้น โดยปรับรูปแบบการจัดการเรียนรู้ในขั้นนำเข้าสู่บทเรียนแยกออกเป็นสองส่วนคือ ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicitation) และขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (Engagement) และในขั้นขยายความรู้และขั้นประเมินผลได้ปรับเป็น 3 ส่วน คือ ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) ขั้นประเมินผล (Evaluation) และขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extension) ซึ่งสรุปรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ 7 ขั้น หรือเรียกย่อว่า 7E มีดังนี้คือ 1. ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicitation) 2. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (Engagement) 3. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) 4. ขั้นอธิบาย (Explanation) 5. ขั้นขยายความรู้ (Expansion) 6. ขั้นประเมินผล (Evaluation) และ 7. ขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extension) ซึ่งการจัดการเรียนรู้ 7 ขั้น ที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องกันไปในลักษณะของวัฏจักรการเรียนรู้ ในขั้นตรวจสอบความรู้เดิมจะช่วยให้นักเรียนถ่ายโอนความรู้ที่มีอยู่และช่วยป้องกันไม่ให้เกิดแนวความคิดที่ผิดพลาด (Eisenkraft. 2003: 57) การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น มีขั้นตอนต่างๆ และสาระสำคัญในแต่ละขั้นดังนี้

1. ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicitation) ในขั้นนี้จะเป็นขั้นที่ครูตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนได้แสดงความรู้เดิมออกมา เพื่อครูจะได้รู้ว่าเด็กแต่ละคนมีพื้นฐานความรู้เดิมเท่าไรจะได้วางแผนการจัดการเรียนรู้ได้ถูกต้อง และครูได้รู้ว่านักเรียนควรจะเรียนเนื้อหาใดก่อนที่จะเรียนเนื้อหานั้นๆ

2. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (Engagement) เป็นการนำเรื่องที่สนใจซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัยหรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวนักเรียนเองหรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นอยู่ในช่วงเวลานั้น หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เด็กเพิ่งเรียนรู้ออกมาแล้ว ครูเป็นคนกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่จะศึกษาในกรณีที่ยังไม่มีประเด็นใดน่าสนใจ ครูอาจให้ศึกษาจากสื่อต่างๆ หรือเป็นผู้กระตุ้นด้วยการเสนอประเด็นขึ้นก่อน แต่ไม่ควรบังคับให้นักเรียนยอมรับประเด็นหรือคำถามที่ครู กำลังสนใจเป็นเรื่องที่จะใช้ศึกษา

3. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) ในขั้นนี้จะต่อเนื่องจากขั้นแรกความสนใจซึ่งเมื่อนักเรียนทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจจะศึกษาอย่างถ่องแท้แล้วก็มีการวางแผน กำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่ เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อเสนอแนะหรือปรากฏการณ์ต่างๆ วิธีการตรวจสอบอาจทำได้หลายวิธี เช่น ทำการทดลอง ทำกิจกรรมภาคสนาม การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยสร้างสถานการณ์จำลอง การศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงจากแหล่งข้อมูลต่างๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป

4. **ชั้นอธิบาย (Explanation)** ในขั้นนี้เมื่อนักเรียนได้ข้อมูลมาอย่างเพียงพอจากการสำรวจตรวจสอบแล้ว จึงนำข้อมูล ข้อสนเทศที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่างๆ เช่น บรรยายสรุป สร้างและจำลองทางคณิตศาสตร์หรือรูปวาด สร้างตาราง ฯลฯ การค้นพบในขั้นนี้อาจเป็นไปได้หลายทาง เช่น สนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้ โต้แย้งกับสมมติฐานที่ตั้งไว้หรือเกี่ยวข้องกับประเด็นที่ได้กำหนดไว้ แต่ผลที่ได้จะอยู่ในรูปใดก็สามารถสร้างความรู้และช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้

5. **ชั้นขยายความรู้ (Expansion/Elaboration)** เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวความคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่นๆ ถ้าใช้อธิบายเรื่องต่างๆ ได้มากก็แสดงว่าข้อจำกัดน้อยซึ่งก็จะช่วยให้เชื่อมโยงกับเรื่องราวต่างๆ และทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น

6. **ชั้นประเมินผล (Evaluation)** ในขั้นนี้เป็นการประเมินการเรียนรู้ ด้วยกระบวนการต่างๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด จากขั้นนี้จะนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่นๆ

7. **ชั้นนำความรู้ไปใช้ (Extension)** ในขั้นนี้เป็นขั้นที่ครูจะต้องมีการจัดเตรียมโอกาสให้นักเรียนเพื่อให้นักเรียนได้นำสิ่งที่เรียนมาไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน ครูจะเป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปสร้างเป็นความรู้ใหม่ เรียกว่า “การถ่ายโอนการเรียนรู้”

สรุปได้ว่า วัฏจักรการเรียนรู้เหมาะที่จะใช้กับนักเรียนทุกระดับชั้น โดยเฉพาะในการจัดการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ เพราะเน้นทักษะการคิด โดยเฉพาะอย่างยิ่งการคิดแก้ปัญหา การคิดวิเคราะห์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดสร้างสรรค์ ซึ่งส่งผลให้นักเรียนสามารถค้นพบหรือเรียนรู้ทักษะทางวิทยาศาสตร์ได้ด้วยตนเองได้อย่างเต็มตามศักยภาพ วัฏจักรการเรียนรู้เป็นประโยชน์ต่อครูผู้สอนในการออกแบบการจัดการเรียนรู้และพัฒนาหลักสูตร อีกทั้งยังช่วยให้ครูสามารถจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

## 2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น

### งานวิจัยต่างประเทศ

ซอมเมอร์ (Sommer, 2005: 30) ได้ใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ในการจัดการเรียนรู้สิ่งแวดล้อมศึกษา เรื่อง พืชชายฝั่งของรัฐหลุยส์เซียน่า สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 7 และ เกรด 8 จำนวน 155 คน ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

### งานวิจัยในประเทศ

กษมา ตราชู (2549: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น และการเรียนสืบเสาะแบบ สสวท. ที่มีต่อแนวความคิดเลือกเกี่ยวกับมโนคติชีววิทยา : การเจริญเติบโตของพืช การสังเคราะห์ด้วยแสง และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน

ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 พบว่า นักเรียนโดยส่วนรวมและนักเรียนชายที่เรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น มีความเข้าใจอย่างสมบูรณ์มากกว่า แต่มีแนวความคิดที่ผิดพลาดในโมเมนต์การเจริญเติบโตของพืช และการสังเคราะห์ด้วยแสงน้อยกว่านักเรียนโดยส่วนรวม และนักเรียนชายที่เรียนสืบเสาะแบบ สสวท . ส่วนนักเรียนหญิงมีความเข้าใจอย่างสมบูรณ์มากกว่า นักเรียนหญิงที่เรียนสืบเสาะแบบ สสวท. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ชนิดา ทาทอง (2549: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น และการเรียนสืบเสาะแบบ สสวท . ที่มีต่อแนวความคิดเลือกเกี่ยวกับมโนมติชีววิทยา : พืชหรือสัตว์ การจัดจำแนกพืช และการจัดจำแนกสัตว์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 พบว่า นักเรียนหญิงที่เรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น มีความเข้าใจเพียงบางส่วนมากที่สุด รองลงมาคือความเข้าใจอย่างสมบูรณ์ แต่นักเรียนชายมีความเข้าใจอย่างสมบูรณ์มากที่สุด รองลงมาคือมีความเข้าใจเพียงบางส่วนเกี่ยวกับมโนมติพืชหรือสัตว์ และการจัดจำแนกพืช และนักเรียนโดยส่วนรวมและนักเรียนชายที่เรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น มีความเข้าใจอย่างสมบูรณ์มากที่สุด รองลงมาคือมีความเข้าใจเพียงบางส่วน นักเรียนหญิงมีความเข้าใจเพียงบางส่วนมากที่สุด รองลงมาคือมีความเข้าใจอย่างสมบูรณ์เกี่ยวกับ มโนมติการจัดจำแนกสัตว์ ส่วนนักเรียนโดยส่วนรวม นักเรียนชาย และนักเรียนหญิงที่เรียนสืบเสาะแบบ สสวท . มีความเข้าใจเพียงบางส่วนมากที่สุด รองลงมาคือมีความเข้าใจเพียงบางส่วนและมีแนวความคิดที่ผิดพลาดเกี่ยวกับมโนมติพืชหรือสัตว์ การจัดจำแนกพืช และการจัดจำแนกสัตว์นักเรียนโดยส่วนรวม นักเรียนชาย และนักเรียนหญิงที่เรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น มีความเข้าใจอย่างสมบูรณ์มากกว่า แต่มีความเข้าใจเพียงบางส่วนและมีแนวความคิดที่ผิดพลาดในมโนมติชีววิทยา : พืชหรือสัตว์ การจัดจำแนกพืช และการจัดจำแนกสัตว์น้อยกว่านักเรียนที่เรียนสืบเสาะแบบ สสวท . อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

วริศรา ศิริมงคล (2549: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลของการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น และการสืบเสาะแบบ สสวท . ที่มีต่อการมีแนวความคิดเลือกเกี่ยวกับมโนมติชีววิทยา: การย่อยอาหาร การหมุนเวียนของเลือดและแก๊ส และการกำจัดของเสีย และความคิดเชิงเหตุผล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า นักเรียนโดยส่วนรวม นักเรียนชาย นักเรียนหญิงที่เรียนการย่อยอาหาร การหมุนเวียนของเลือดและแก๊ส และการกำจัดของเสีย มีความเข้าใจอย่างสมบูรณ์มากที่สุด รองลงมาคือมีความเข้าใจเพียงบางส่วน ส่วนนักเรียนโดยส่วนรวม นักเรียนชายและนักเรียนหญิงที่เรียนสืบเสาะแบบ สสวท . มีแนวความคิดที่ผิดพลาดในมโนมติทั้ง 3 มากที่สุดนักเรียนโดยส่วนรวม และนักเรียนชายที่เรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น มีความเข้าใจอย่างสมบูรณ์มากกว่า แต่มีความเข้าใจเพียงบางส่วนและแนวความคิดที่ผิดพลาดน้อยกว่านักเรียนโดยส่วนรวม และนักเรียนชายที่เรียนสืบเสาะแบบ สสวท . และนักเรียนหญิงที่เรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น มีความเข้าใจอย่างสมบูรณ์มากกว่า และมีแนวความคิดที่ผิดพลาดน้อยกว่านักเรียนหญิงที่เรียนสืบเสาะแบบ สสวท. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

รุ่งทิพย์ ร่มจำปา (2549: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการเรียนแบบวัฏจักร การเรียนรู้ 7 ชั้นและการเรียนสืบเสาะแบบ สสวท . ที่มีต่อแนวความคิดเลือกเกี่ยวกับมโนมติชีววิทยา : การหมุนเวียนเลือดและก๊าซ และการกำจัดของเสีย และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ษาปีที่ 2 พบว่า นักเรียนโดยส่วนรวมที่เรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น มีความเข้าใจอย่างสมบูรณ์มากกว่า แต่มีแนวความคิดที่ผิดพลาดน้อยกว่านักเรียนโดยส่วนรวมที่เรียนแบบ สสวท. ส่วนนักเรียนชายที่เรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้นมีแนวความคิดที่ผิดพลาดน้อยกว่านักเรียนชายที่เรียนแบบ สสวท . และนักเรียนหญิงที่เรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น มีความเข้าใจอย่างสมบูรณ์มากกว่านักเรียนหญิงที่เรียนแบบ สสวท . อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนที่เรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานหลังเรียนและเป็นรายด้าน 8 ด้าน มากกว่านักเรียนที่เรียนแบบ สสวท . อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

กมลลา บุตรา (2549: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเปรียบเทียบของผลการเรียนแบบวัฏจักร การเรียนรู้ 7 ชั้น และการเรียนสืบเสาะแบบ สสวท. ที่มีต่อแนวความคิดเลือกเกี่ยวกับมโนมติชีววิทยา : เซลล์การแบ่งเซลล์และการเคลื่อนที่ของสารผ่านเซลล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า นักเรียนโดยส่วนรวมที่เรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น มีความเข้าใจที่สมบูรณ์มากกว่า แต่มีแนวความคิดที่ผิดพลาดในมโนมติทั้ง 3 น้อยกว่านักเรียนโดยส่วนรวมที่เรียนสืบเสาะแบบ สสวท . นักเรียนที่เรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น มีแนวความคิดที่ผิดพลาดในมโนมติทั้ง 3 น้อยกว่านักเรียนชายที่เรียนสืบเสาะแบบ สสวท . และนักเรียนหญิงที่เรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น มีความเข้าใจอย่างสมบูรณ์ในมโนมติเซลล์ และการแบ่งเซลล์มากกว่า แต่มีแนวความคิดที่ผิดพลาดในมโนมติการเคลื่อนที่ของสารผ่านเซลล์น้อยกว่านักเรียนหญิงที่เรียนสืบเสาะแบบ สสวท . อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ขวัญใจ สุขรมย์ (2549: 118) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลการเรียนแบบวัฏจักร การเรียนรู้ 7 ชั้น และการเรียนสืบเสาะแบบ สสวท. ที่มีต่อแนวความคิดเลือกเกี่ยวกับมโนมติชีววิทยา : ระบบนิเวศ การถ่ายทอดพลังงานและวัฏจักรของสาร และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า นักเรียนโดยส่วนรวมและนักเรียนหญิงที่เรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น มีความเข้าใจที่สมบูรณ์มากกว่า แต่มีความเข้าใจเพียงบางส่วนและมีแนวความคิดที่ผิดพลาดน้อยกว่านักเรียนโดยส่วนรวม และนักเรียนหญิงที่เรียนสืบเสาะแบบ สสวท . อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่นักเรียนชายที่เรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น มีความเข้าใจที่สมบูรณ์มากกว่านักเรียนชายที่เรียนสืบเสาะแบบ สสวท.อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05

บุญรัตน์ แสนเจริญสุข (2549: 108-109) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการเรียนแบบวัฏจักร การเรียนรู้ 7 ชั้น และการเรียนสืบเสาะแบบ สสวท. ที่มีต่อแนวความคิดเลือกเกี่ยวกับมโนมติชีววิทยา: การเจริญเติบโตของพืช การสังเคราะห์ด้วยแสง และความสัมพันธ์ระหว่างพืชกับมนุษย์ และสัตว์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 พบว่า นักเรียนโดยส่วนรวม นักเรียนหญิงและนักเรียนชายที่เรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น มีความเข้าใจเพียงบางส่วนมากที่สุด รองลงมา มีความเข้าใจ

อย่างสมบูรณ์เกี่ยวกับมโนคติทั้ง 3 เรื่อง นักเรียนโดยส่วนรวม นักเรียนชาย และนักเรียนหญิง ส่วนมากมีความเข้าใจที่สมบูรณ์ และความเข้าใจเพียงบางส่วนมากกว่า แต่มีความเข้าใจเพียง บางส่วนและมีแนวความคิดที่ผิดพลาด และมีแนวความคิดที่ผิดพลาดในมโนคติทั้ง 3 เรื่อง น้อยกว่า นักเรียนโดยส่วนรวม นักเรียนชาย และนักเรียนหญิงที่เรียนสืบเสาะแบบ สสวท . อย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ .05

สุระศักดิ์ อุปพระจันทร์ (2549: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลของการเรียน แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น และการสืบเสาะแบบ สสวท . ที่มีต่อการมีแนวความคิดเลือกเกี่ยวกับ มโนคติชีววิทยา : การหายใจ การหายใจและการสังเคราะห์ด้วยแสง และการสังเคราะห์ด้วยแสงของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า นักเรียนโดยส่วนรวมและนักเรียนหญิงที่เรียนแบบ วัฏจักรการ เรียนรู้ 7 ชั้น มีความเข้าใจที่สมบูรณ์และความเข้าใจเพียงบางส่วนมากกว่า แต่ความเข้าใจเพียง บางส่วนและมีแนวความคิดที่ผิดพลาด และมีแนวความคิดที่ผิดพลาดในมโนคติทั้ง 3 น้อยกว่า นักเรียนโดยส่วนรวมและ นักเรียนหญิงที่เรียนสืบเสาะแบบ สสวท . ส่วนนักเรียนชายที่เรียนแบบวัฏ จักรการเรียนรู้ 7 ชั้น มีแนวความคิดที่ผิดพลาด ในมโนคติการหายใจ การหายใจและการสังเคราะห์ ด้วยแสงน้อยกว่า และมีความเข้าใจเพียงบางส่วนและมีแนวความคิดที่ผิดพลาดในมโนคติการ สังเคราะห์ด้วยแสง น้อยกว่านักเรียนชายที่เรียนสืบเสาะแบบ สสวท . อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .05

ศิริพรรณ ศิริบุญนาม (2549: 115-117) ได้ศึกษาเปรียบเทียบการเรียนแบบวัฏจักร การเรียนรู้ 7 ชั้น โดยใช้พหุปัญญาและการสืบเสาะแบบ สสวท . พบว่า นักเรียนโดยส่วนรวม และ นักเรียนกลุ่มความสามารถ ที่เรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้นโดยใช้พหุปัญญา มีความเข้าใจ อย่างสมบูรณ์มากกว่า แต่มีความเข้าใจเพียงบางส่วนและมีแนวความคิดที่ผิดพลาดในมโนคติ ชีววิทยา: การย่อยอาหาร การหมุนเวียนของเลือดและก๊าซ และการกำจัดของเสียน้อยกว่านักเรียน โดยส่วนรวมและนักเรียนกลุ่มความสามารถที่เรียนสืบเสาะแบบ สส วท. อย่างมีนัยสำคัญทาง สถิติที่ระดับ .05 ส่วนนักเรียนกลุ่มอิสระ ที่เรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้นโดยใช้พหุปัญญา มี ความเข้าใจเพียงบางส่วนมากกว่า แต่มีความเข้าใจเพียงบางส่วนและมีแนวความคิดที่ผิดพลาดใน มโนคติชีววิทยา: การย่อยอาหาร การหมุนเวียนของเลือดและก๊าซ และการกำจัดของเสียน้อยกว่า นักเรียนกลุ่มอิสระที่เรียนสืบเสาะแบบ สสวท. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

วรวิทย์ อะสุรินทร์ (2549: 115-116) ได้ศึกษาเปรียบเทียบการเรียนแบบวัฏจักรการ เรียนรู้ 7 ชั้น โดยใช้พหุปัญญาและการสืบเสาะแบบ สสวท . พบว่า นักเรียนโดยส่วนรวม ที่เรียน แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น โดยใช้พหุปัญญา มีความเข้าใจอย่างสมบูรณ์มากกว่า แต่มีความเข้าใจ เพียงบางส่วน ในมโนคติชีววิทยา : การย่อยอาหาร การหมุนเวียนของเลือดและก๊าซและการกำจัด ของเสียน้อยกว่านักเรียนโดยส่วนรวม ที่เรียนสืบเสาะแบบ สสวท . นักเรียนเรียนเก่งและนักเรียน เรียนอ่อนที่เรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น โดยใช้พหุปัญญา มีความเข้าใจอย่างสมบูรณ์ในมโน คติชีววิทยาทั้ง 3 มโนคติมากกว่านักเรียนเรียนเก่ง และนักเรียนเรียนอ่อน ที่เรียนสืบเสาะแบบ สสวท. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05



สายใจ ทิพพิชัย (2549: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเปรียบเทียบการเรียนแบบวัฏจักรการ เรียนรู้ 7 ชั้น โดยใช้พหุปัญญาและการสืบเสาะแบบ สสวท. พบว่านักเรียนโดยส่วนรวม และนักเรียน ที่มีความสามารถทางสติปัญญาปานกลางใน กลุ่มทดลอง มีความเข้าใจอย่างสมบูรณ์มากกว่าแต่มี แนวความคิดที่ผิดพลาดใหม่โนมิติ ชีววิทยา : พีชหรือสัตว์ การจำแนกพืช และการจำแนกสัตว์น้อย กว่านักเรียนโดยส่วนรวม และนักเรียนที่มีความสามารถทางสติปัญญาปานกลางในกลุ่มควบคุม ( $p < .05$ ) ส่วนนักเรียนที่มีความสามารถทางสติปัญญาสูงในกลุ่มทดลองมีความเข้าใจอย่างสมบูรณ์ ใหม่โนมิติทั้งสามมากกว่านักเรียนที่มีความสามารถทางสติปัญญาสูงในกลุ่มควบคุม ( $p < .05$ )

กนกอร คำผุย (2549: 122-123) ได้ศึกษาเปรียบเทียบการเรียนแบบวัฏจักรการ เรียนรู้ 7 ชั้น โดยใช้พหุปัญญาและการสืบเสาะแบบ สสวท. พบว่านักเรียนโดยส่วนรวมนักเรียนที่มี ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง และนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนปานกลาง ที่เรียนแบบวัฏจักร การเรียนรู้ 7 ชั้น โดยใช้พหุปัญญา นักเรียนโดยส่วนรวม และนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ปานกลาง ที่เรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น โดยใช้พหุปัญญา มีความเข้าใจสมบูรณ์และมีความ เข้าใจเพียงบางส่วนเกี่ยวกับมโนมิติชีววิทยา : การหายใจ การสังเคราะห์ด้วยแสง และการหายใจ และการสังเคราะห์ด้วยแสงมากกว่านักเรียนโดยส่วนรวม และนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ปานกลางที่เรียนสืบเสาะแบบ สสวท. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้นักเรียนที่มี ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงที่เรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น โดยใช้พหุปัญญา มีความเข้าใจ สมบูรณ์ใหม่โนมิติทั้ง 3 มากกว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงที่เรียนสืบเสาะแบบ สสวท. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

กรนันท์ สิมลี (2549: 124-125) นักเรียนโดยส่วนรวมและนักเรียนที่มีความสามารถ ทางสติปัญญาปานกลาง ที่เรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น โดยใช้พหุปัญญา มีความเข้าใจเพียง บางส่วนมากกว่าและ นักเรียนที่มีความสามารถทางสติปัญญาสูง มีความเข้าใจอย่างสมบูรณ์ มากกว่า แต่มีแนวคิดที่ผิดพลาดเกี่ยวกับมโนมิติชีววิทยา : เซลล์และเคลื่อนที่ของสารผ่านเซลล์น้อยกว่านักเรียนโดยรวม นักเรียนที่มีความสามารถทางสติปัญญาสูง และนักเรียนที่มีความสามารถทาง สติปัญญาปานกลางที่เรียนสืบเสาะแบบ สสวท. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สุวรรณี ผาผอง (2549: 105-106) ได้ศึกษาเปรียบเทียบการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น โดยใช้พหุปัญญาและการสืบเสาะแบบ สสวท. พบว่า นักเรียนโดยส่วนรวมที่เรียนแบบวัฏจักร การเรียนรู้ 7 ชั้น โดยใช้พหุปัญญา มีความเข้าใจอย่างสมบูรณ์ใหม่โนมิติกา รหายใจมากกว่า แต่มี ความเข้าใจเพียงบางส่วนและมีแนวความคิดที่ผิดพลาดน้อยกว่า และมีความเข้าใจอย่างสมบูรณ์ใน มโนมิติการสังเคราะห์ด้วยแสงมากกว่านักเรียนโดยส่วนรวม ที่เรียนสืบเสาะแบบ สสวท. นักเรียน เรียนเก่ง และนักเรียนเรียนอ่อน ที่เรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น โดยใช้พหุปัญญา มีความเข้าใจ อย่างสมบูรณ์ใหม่โนมิติ การหายใจและการสังเคราะห์ด้วยแสงมากกว่านักเรียนเรียนเก่ง และ นักเรียนเรียนอ่อนที่เรียนสืบเสาะแบบ สสวท. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อนามิกา อุตรนคร (2550: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาและเปรียบเทียบผลการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้นโดยใช้เทคนิคการรู้จักคิด และการเรียนสืบเสาะแบบใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ชั้นที่มีต่อแนวความคิดเลือกเกี่ยวกับมโนคติชีววิทยา : การหายใจ การหายใจและการสังเคราะห์ด้วยแสง การสังเคราะห์ด้วยแสง และการคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่านักเรียนโดยส่วนรวม มีความเข้าใจอย่างสมบูรณ์มากกว่า แต่มีความเข้าใจเพียงบางส่วนหรือความเข้าใจเพียงบางส่วน แต่มีแนวความคิดที่ผิดพลาด น้อยกว่า อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนโดยส่วนรวม นักเรียนชายและนักเรียนหญิงที่เรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น โดยใช้เทคนิคการรู้จักคิดและเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ชั้น มีคะแนนเฉลี่ยการคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์หลังเรียนโดยรวมและเป็นรายด้าน 5 ด้าน เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

รุ่งนภาลัย ราชภักดี (2550: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น โดยใช้เทคนิคการรู้จักคิด และการเรียนสืบเสาะแบบ สสวท. ที่มีต่อแนวความคิดเลือกเกี่ยวกับมโนคติชีววิทยา : การย่อยอาหาร การหมุนเวียนของเลือดและแก๊ส และการกำจัดของเสีย และการคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่างกัน พบว่า นักเรียนโดยส่วนรวม มีความเข้าใจอย่างสมบูรณ์ ในมโนคติทั้ง 3 เรื่องมากกว่านักเรียนในกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักเรียนโดยส่วนรวม นักเรียนที่มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงและนักเรียนที่มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่ำ ในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มีการคิด เชิงวิพากษ์วิจารณ์หลังเรียนโดยรวมและเป็นรายด้าน 5 ด้านเพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนที่มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่างกัน หลังเรียนสืบเสาะมีการคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์โดยรวม และเป็นรายด้าน 5 ด้าน ไม่แตกต่างกัน

นันทิยาวรรณ บุบผาคร (2550: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น โดยใช้การรู้จักคิดและแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ชั้น ที่มีต่อแนวความคิดเลือกเกี่ยวกับมโนคติ: พิสิกส์ งาน พลังงานและโมเมนตัมและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีการคิดวิพากษ์วิจารณ์ต่างกัน พบว่า นักเรียนโดยส่วนรวม มีความเข้าใจสมบูรณ์มากที่สุด รองลงมา มีความเข้าใจเพียงบางส่วน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 มีคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการทั้งโดยรวมและเป็นรายด้าน ทุกด้านเพิ่มขึ้นกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .05

ศิริกัญญา ดรรครชุม (2550: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น โดยใช้การรู้จักคิดและการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ชั้น ที่มีต่อแนวความคิดเลือกเกี่ยวกับมโนคติพิสิกส์ : งาน พลังงานและโมเมนตัม และเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีผลการเรียนวิทยาศาสตร์ต่างกัน นักเรียนโดยส่วนรวมและจำแนกตามผลการเรียนวิทยาศาสตร์ต่ำที่เรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น โดยใช้การรู้จักคิดส่วนใหญ่มีความเข้าใจอย่างสมบูรณ์ แต่มีความเข้าใจ เพียงบางส่วนและมีแนวความคิดที่ผิดพลาดและมีแนวความคิดที่ผิดพลาดน้อยกว่า นักเรียนโดยส่วนรวมและจำแนกตามผลการเรียนวิทยาศาสตร์ต่ำที่เรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ชั้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สุพจน์ วงศ์คำจันทร์ (2550: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการเรียนแบบวัฏจักร การเรียนรู้ 7 ชั้น โดยใช้การรู้คิด และการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ชั้น ที่มีต่อแนวความคิด เลือุกเกี่ยวกับมโนคติพิสิกส์: งาน พลังงานและโมเมนตัม และการคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่างกัน นักเรียนโดยส่วนรวม นักเรียน ที่เรียนเก่งและนักเรียนที่เรียนอ่อนน ที่เรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น โดยใช้การรู้คิด ส่วนใหญ่มี ความเข้าใจอย่างสมบูรณ์ แต่มีความเข้าใจเพียงบางส่วนน้อยกว่า นักเรียนโดยส่วนรวม อย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนที่เรียนเก่งมีการคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์มากกว่านักเรียนที่ เรียนอ่อนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ประสาร จันเสนา (2551: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาและเปรียบเทียบผลการเรียนแบบวัฏ จักรการเรียนรู้ 7 ชั้น โดยใช้เทคนิคการรู้คิด ที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงแนวความคิดผิดพลาดเกี่ยวกับ มโนคติชีววิทยาและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นพื้นฐาน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีเพศต่างกัน พบว่า หลังเรียนนักเรียนมีความเข้าใจอย่างสมบูรณ์ในมโนคติทั้งสามเพิ่มขึ้น จากก่อนเรียนและไม่มีแนวความคิดที่ผิดพลาด ในมโนคติชีววิทยา : พืชหรือสัตว์การจำแนกพืช และ การจำแนกสัตว์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้น พื้นฐานหลังเรียนโดยรวมและเป็นรายด้านทั้ง 8 ด้าน สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 50 ของคะแนนเต็ม และ เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียน อย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนหญิงมีทักษะด้านการลง วินิจฉัยเท่านั้นมากกว่านักเรียนชาย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

พรทิพย์ ภัทรารักษ์ (2551: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการเรียนแบบวัฏ จักรการเรียนรู้ 7 ชั้น ที่ใช้เทคนิคการรู้คิดที่มี ต่อการเปลี่ยนแปลงแนวความคิดที่ผิดพลาดเกี่ยวกับ มโนคติชีววิทยา และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นพื้นฐานของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีผลการเรียนวิทยาศาสตร์ต่างกัน พบว่า หลังเรียนนักเรียนมีความเข้าใจอย่างสมบูรณ์เพิ่มขึ้น และไม่มีแนวความคิดที่ผิดพลาดจ จากก่อนเรียน ในมโนคติชีววิทยา : การเจริญเติบโตของพืช การ สังเคราะห์ด้วยแสง และความสัมพันธ์ระหว่างพืชกับมนุษย์และสัตว์และมีทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ชั้นพื้นฐานทั้งโดยรวมและเป็นรายด้านทุกด้านเพิ่มขึ้นจากก่อนเรียน และนักเรียนที่มี ผลการเรียนวิทยาศาสตร์สูงทักษะก บวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นพื้นฐานหลังเรียน เฉพาะรายด้าน 4 ด้าน คือ ทักษะการสังเกต ทักษะการวัด ทักษะการจัดกระทำและการสื่อความหมายข้อมูล และ ทักษะการพยากรณ์ มากกว่านักเรียนที่มีผลการเรียนวิทยาศาสตร์ต่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .05

ฤชอร บุญศรีไชย (2551: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการเรียนแบบวัฏจักร การเรียนรู้ 7 ชั้น โดยใช้เทคนิคการรู้คิดที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงแนวความคิดที่ผิดพลาดในมโนคติ ชีววิทยาและการคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีแนวคิดแก้ปัญหาทาง วิทยาศาสตร์ต่างกัน พบว่า หลังเรียนนักเรียนมีความเข้าใจอย่างสมบูรณ์เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียน และ ไม่มีความเข้าใจเพียงบางส่วนและแนว ความคิดที่ผิดพลาด และไม่มีแนวความคิดที่ผิดพลาด เกี่ยวกับมโนคติเซลล์ การเคลื่อนที่ของสารผ่านเซลล์และการแบ่งเซลล์ และมีการคิดเชิง วิพากษ์วิจารณ์ ทั้งโดยรวมและเป็นรายด้านทุกด้านเพิ่มขึ้นจากก่อนเรียน และนักเรียนที่มีแนวคิดใน

การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ต่างกัน มีการคิดวิพากษ์วิจารณ์รายด้าน ไม่แตกต่างกัน ( $p > .05$ ) แต่นักเรียนที่มีแนวคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สูงมีการคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์โดยรวมมากกว่านักเรียนที่มีแนวคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ต่ำ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

دنوفل سيبسارام (2551: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น โดยใช้เทคนิคการรู้คิดที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงแนวความคิดที่ผิดพลาดเกี่ยวกับมโนคติชีววิทยา และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีผลการเรียนวิทยาศาสตร์ต่างกัน พบว่าหลังเรียนนักเรียนมีความเข้าใจอย่างสมบูรณ์เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียน และไม่มีแนวความคิดที่ผิดพลาดใหม่ในมโนคติชีววิทยา : การหายใจ การหายใจ และการสังเคราะห์ด้วยแสง และการสังเคราะห์ด้วยแสงมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการโดยรวม และเป็นรายด้าน 4 - 5 ด้าน เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียน และนักเรียนที่มีผลการเรียนวิทยาศาสตร์ต่างกัน มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการโดยรวมและเป็นรายด้าน ไม่แตกต่างกัน ( $p > .05$ )

กฤษณา โสมดำ (2551: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น โดยใช้เทคนิคการรู้คิดที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงแนวความคิดผิดพลาดเกี่ยวกับมโนคติชีววิทยา และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีผลการเรียนวิทยาศาสตร์ต่างกัน พบว่า หลังเรียนนักเรียน มีความเข้าใจอย่างสมบูรณ์ เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียน และไม่มีแนวความคิดที่ผิดพลาดใหม่ในมโนคติชีววิทยา : ปฏิกริยาเคมีในเซลล์ เอนไซม์และพลังงานเคมี มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการทั้งโดยรวมและเป็นรายด้านทุกด้าน เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนที่มีผลการเรียนวิทยาศาสตร์ต่างกันมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการโดยรวมและเป็นรายด้านแตกต่างกัน ( $p > .05$ )

กุลชาติ ชลเทพ (2551: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาและเปรียบเทียบผลของการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น โดยใช้เทคนิคการรู้คิด ที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงแนวความคิดที่ผิดพลาดเกี่ยวกับมโนคติฟิสิกส์ : อัตราเร็วของแสง การสะท้อนของแสง การหักเหของแสง และการเห็นและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่าหลังเรียนนักเรียนมีความเข้าใจอย่างสมบูรณ์เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียน และไม่มีแนวความคิดที่ผิดพลาดมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ ทั้งโดยรวมและเป็นรายด้านทุกด้าน เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียน และนักเรียนที่มีผลการเรียนวิทยาศาสตร์ต่างกันมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการโดยรวมและเป็นรายด้าน 4 ด้าน ไม่แตกต่างกัน แต่นักเรียนที่มีผลการเรียนวิทยาศาสตร์สูงมีทักษะด้านการแปลความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุปมากกว่านักเรียนที่มีผลการเรียนวิทยาศาสตร์ต่ำ ( $p = .006$ )

เนาวรัตน์ อกศรี (2551: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาและเปรียบเทียบผลการเรียนแบบวัฏจักร การเรียนรู้ 7 ชั้น โดยใช้เทคนิคการรู้จัก และการเรียนสืบเสาะแบบ สสวท. ที่มีต่อแนวความคิดเลือก เกี่ยวกับ มโนคติชีววิทยา: พืชหรือสัตว์ การจำแนกพืช และการจำแนกสัตว์และทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีเพศต่างกัน นักเรียนโดย ส่วนรวมมีความเข้าใจอย่างสมบูรณ์ในมโนคติทั้ง 3 เรื่องมากกว่านักเรียนในกลุ่มควบคุม อย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .05 และนักเรียนโดยส่วนรวม มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้น พื้นฐานและเป็นรายด้านทั้ง 8 ด้าน เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ นักเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น โดยใช้เทคนิคการรู้จัก มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นพื้นฐานโดยรวม และเป็นรายด้าน 5 ด้าน คือ ด้านการจัดประเภทสิ่งของการวัดการใช้เลขจำนวน และการคำนวณ, การวัด, การใช้ความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับมิติ และด้านการพยากรณ์มากกว่า นักเรียนที่เรียนสืบเสาะแบบ สสวท. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

การศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น ทั้งในและ ต่างประเทศ พบว่า การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการ เรียนรู้ด้วยตนเอง นักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเองจากการแสวงหาความรู้ตาม ชั้นตอน ซึ่งกระบวนการแสวงหาความรู้ของนักเรียนเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนได้พัฒนาด้านทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และด้านการคิดของนักเรียนไปด้วย ส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนรู้สูงขึ้น

### 3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

#### 3.1 ความมุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้กำหนดเป้าหมายของการสอน วิทยาศาสตร์ไว้ ดังนี้ (อรอุมา กาญจนี. 2549: 26; อ้างอิงจาก สสวท. 2546. *คู่มือการวัดประเมินผล วิทยาศาสตร์.*)

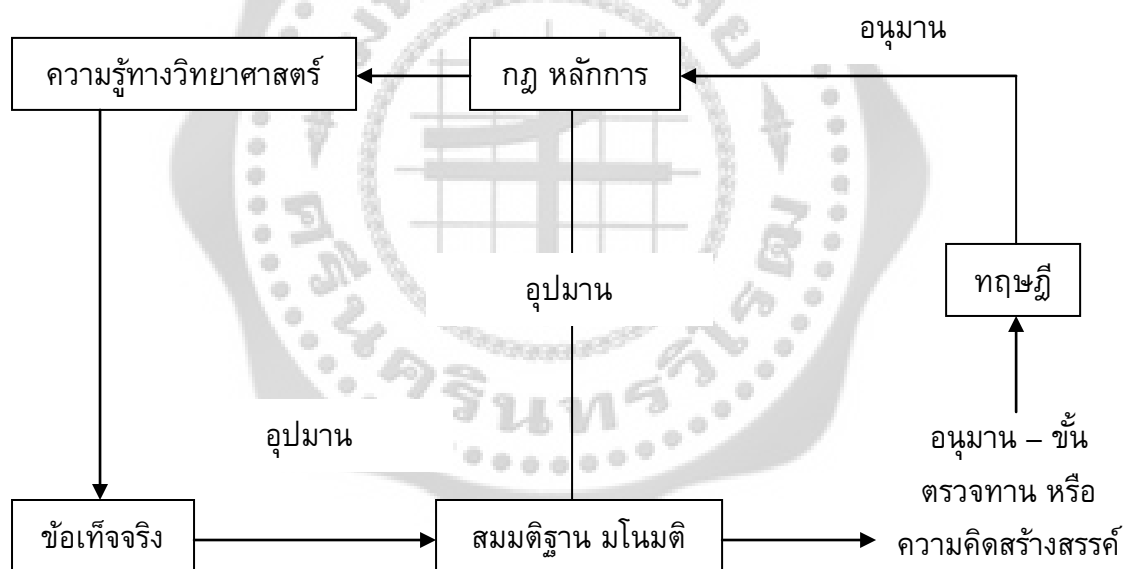
1. เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานในวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เข้าใจขอบเขต ธรรมชาติและข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้า และคิดค้นทางวิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยี
4. เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหาและการ จัดการทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ
5. เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์ และ สภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน
6. เพื่อนำความรู้ความเข้าใจในเรื่องวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ ต่อสังคมและการดำรงชีวิต

7. เพื่อให้เป็นคนที่มีความรู้ทางวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

จากความมุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสตร์ดังกล่าว สรุปได้ว่า ในการสอนวิทยาศาสตร์มีความมุ่งหมายเพื่อให้เกิดความเข้าใจในหลักการ และทฤษฎีขั้นพื้นฐานของวิทยาศาสตร์ เข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีทักษะในการศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ มีความเข้าใจในเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และสามารถนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในการดำรงชีวิต เพื่อให้เป็นคนที่มีความรู้ทางวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม ใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

### 3.2 ความหมายของวิทยาศาสตร์

ความหมายที่แท้จริงของวิทยาศาสตร์ หมายถึง ส่วนที่เป็นตัวความรู้ ทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ข้อเท็จจริง มโนคติ หลักการ ทฤษฎี กฎ สมมติฐาน และส่วนที่เป็นกระบวนการแสวงหาความรู้ (อรสา เอี่ยมสะอาด. 2548: 30; อ้างอิงจาก สมจิต สวรรณไพบูลย์. 2535: 94)



ภาพประกอบ 2 แสดงความสัมพันธ์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ที่มา: สมจิต สวรรณไพบูลย์. (2526). วิทยาศาสตร์สำหรับครูประถม. หน้า 9.

### 3.3 กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการคิดและกระทำอย่างมีระบบที่นำมาใช้ในการแสวงหาความรู้ที่นี้อาจแตกต่างกันบ้าง แต่ถ้ามีลักษณะร่วมกันทำให้สามารถจัดเป็นขั้นตอนได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีขั้นตอน ดังนี้ (ภพ เลหาไพบูลย์. 2542: 10)

1. ขั้นตั้งปัญหา
2. ขั้นตั้งสมมติฐาน
3. ขั้นรวบรวมข้อมูล โดยการสังเกตและ/หรือทดลอง
4. ขั้นสรุปผล การสังเกตหรือทดลอง

ในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้น นอกจากจะใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ หรือวิธีการแก้ปัญหาทางอื่น ๆ เพื่อให้การศึกษาค้นคว้าให้ได้ผลดีนั้นขึ้นอยู่กับความคิด การกระทำที่เป็นอุปนิสัยของผู้คนที่ก่อให้เกิดประโยชน์ต่อการแสวงหาความรู้เร็วกว่าเจตคติของวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยคุณลักษณะ ดังนี้

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

### 3.4 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาเอกสารเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของภพ เลหาไพบูลย์ (2542: 14-19) และ วรรณทิพา รอดแรงคำ พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2542: 3-5) สรุปได้ว่า สมาคมอเมริกันเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์(American Association for the Advancement of Science - AAAS) ได้กำหนดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ 13 ทักษะประกอบด้วยทักษะพื้นฐาน 8 ทักษะ และทักษะขั้นพื้นฐานผสมผสาน 5 ทักษะ ดังนี้

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน

1. ทักษะการสังเกต
2. ทักษะการวัด
3. ทักษะการคำนวณหรือการใช้ตัวเลข
4. ทักษะการจำแนกประเภท
5. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปส และสเปกกับเวลา
6. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล
7. ทักษะการลงความคิดเห็นข้อมูล
8. ทักษะการพยากรณ์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานผสมผสาน

1. ทักษะการตั้งสมมติฐาน
2. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ
3. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร
4. ทักษะการทดลอง
5. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงสรุปข้อมูล

### 1. ทักษะการสังเกต

การสังเกต หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง เข้าไปสัมผัสวัตถุหรือเหตุการณ์ โดยมีวัตถุประสงค์ที่จะเข้าหาข้อมูลซึ่งเป็นรายละเอียดของสิ่งนั้นๆ โดยไม่ใส่ความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไป

ข้อมูลที่ได้จากการสังเกต อาจแบ่งได้เป็นประเภท คือ ข้อมูลเชิงคุณภาพ ข้อมูลเชิงปริมาณและข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลง

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

1.1 ชี้บ่งและบรรยายคุณสมบัติของสิ่งที่สังเกตเกี่ยวกับรูปร่าง กลิ่น รส เสียง และบอกหน่วยต่างๆ เข้าใจ

1.2 บอกรายละเอียดเกี่ยวกับปริมาณโดยการกะประมาณ

1.3 บรรยายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกตได้

### 2. ทักษะการวัด

การวัด หมายถึง การเลือกและการใช้เครื่องมือวัดหาปริมาณของสิ่งต่างๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสมและถูกต้องโดยมีหน่วยกำกับเสมอ ความสามารถ ที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

2.1 เลือกเครื่องมือได้เหมาะสมกับสิ่งที่วัด

2.2 บอกเหตุผลในการเลือกเครื่องมือวัดได้

2.3 บอกวิธีวัดและวิธีใช้เครื่องมือได้อย่างถูกต้อง

2.4 ทำการวัดความกว้าง ความยาว ความสูง อุณหภูมิ ปริมาตร น้ำหนัก และอื่นๆ ได้ถูกต้อง

2.5 ระบุนิยามตัวเลขที่ได้จากการวัดได้

### 3. ทักษะการคำนวณหรือการใช้ตัวเลข

การคำนวณ หมายถึง การนับจำนวนของวัตถุและการนับตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้มาคิดคำนวณโดยการบวก ลบ คูณ หาร หรือหาค่าเฉลี่ยความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ การนับ ได้แก่

3.1 การนับสิ่งของได้ถูกต้อง

3.2 การใช้ตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้

3.3 ตัดสินว่าสิ่งของในแต่ละกลุ่มมีจำนวนเท่ากันหรือต่างกัน

3.4 ตัดสินว่าของในกลุ่มใดมีจำนวนเท่ากันหรือต่างกัน



การหาค่าเฉลี่ย ได้แก่

3.5 บอกวิธีหาค่าเฉลี่ย

3.6 หาค่าเฉลี่ย

3.7 แสดงวิธีการหาค่าเฉลี่ย

#### 4. ทักษะการจำแนกประเภท

การจำแนกประเภท หมายถึง การแบ่งพวกหรือเรียงลำดับวัตถุหรือสิ่งของที่อยู่ในปรากฏการณ์โดยเกณฑ์ดังกล่าว อาจใช้ความเหมือน ความแตกต่าง หรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

4.1 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่าง ๆ จากเกณฑ์ที่ผู้อื่นกำหนดให้ได้

4.2 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่าง ๆ โดยใช้เกณฑ์ของตนเองได้

4.3 เกณฑ์ที่ผู้อื่นใช้เรียงลำดับหรือแบ่งพวกได้

#### 5. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา

สเปสของวัตถุ หมายถึง ที่ว่างที่วัตถุนั้นครอบครองอยู่ จะมีรูปร่างลักษณะเช่นเดียวกับวัตถุนั้น โดยทั่วไปแล้วสเปสของวัตถุ มี 3 มิติ คือ ความกว้าง ความยาว ความสูง ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสของวัตถุ ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่าง 3 มิติ กับ 2 มิติ ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

5.1 ชี้บ่งรูป 2 มิติ และวัตถุ 3 มิติที่กำหนดให้ได้

5.2 วาดรูป 2 มิติ จากวัตถุหรือรูป 3 มิติที่กำหนดให้ได้

5.3 บอกชื่อของรูปทรงและรูปทรงเรขาคณิตได้ บอกความสัมพันธ์ของรูป 2 มิติได้ เช่น รูป 3 มิติ ที่เห็นเนื่องจากการหมุนรูป 2 มิติ เมื่อเห็นเงาของวัตถุ สามารถบอกรูปทรงของวัตถุเป็นต้นกำเนิดเงา

5.4 บอกรูปกรวยรอยตัดที่เกิดจากการตัดวัตถุออกเป็น 2 ส่วน

5.5 บอกตำแหน่งหรือทิศของวัตถุได้

5.6 บอกได้ว่าวัตถุหนึ่งอยู่ในตำแหน่งหรือทิศใดของอีกวัตถุหนึ่ง

บอกความสัมพันธ์ของสิ่งที่อยู่หน้ากระจกและภาพที่ปรากฏอยู่หน้ากระจกว่าเป็นซ้ายหรือขวาของกันและกันได้

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุกับเวลา ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา หรือความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุที่เปลี่ยนไปกับเวลา

5.7 บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลาได้

5.8 บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงขนาดหรือปริมาณขสิ่งต่าง ๆ

กับเวลาได้

## 6. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล

การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่นๆ มาจัดกระทำเสียใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของ ข้อมูลชุดนี้ดีขึ้น โดยอาจเสนอในรูปของตาราง แผนภูมิ แผนภาพ ไดอะแกรม วงจร กราฟ สมการ เขียนบรรยาย เป็นต้น

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

- 6.1 เลือกรูปแบบที่จะใช้ในการนำเสนอข้อมูลได้เหมาะสม
- 6.2 บอกเหตุผลในการเลือกรูปแบบที่จะใช้ในการนำเสนอข้อมูลได้
- 6.3 ออกแบบการนำเสนอข้อมูลตามรูปแบบที่เลือกไว้
- 6.4 เปลี่ยนแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบใหม่ที่เข้าใจดีขึ้นได้

บรรยายลักษณะของสิ่งใดสิ่งหนึ่งด้วยข้อความที่เหมาะสม กะทัดรัดจนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

บรรยายหรือวาดแผนผังแสดงตำแหน่งหรือสภาพที่ต้นสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

## 7. ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล

การลงความคิดเห็นจากข้อมูล หมายถึง การเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วยความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ สามารถอธิบายหรือสรุปโดยเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตโดยใช้ความรู้หรือประสบการณ์มาช่วย

## 8. ทักษะการพยากรณ์

การพยากรณ์ หมายถึง การสรุปคำตอบล่วงหน้าก่อนที่จะทดลอง โดยอาศัยประสบการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำๆ หลักการ กฎ ทฤษฎีที่มีอยู่แล้วในเรื่องนั้นๆ มาช่วยในการสรุป การพยากรณ์ข้อมูลเกี่ยวกับตัวเลข ได้แก่ ข้อมูลที่เป็นตาราง หรือกราฟทำได้ 2 แบบ คือ การพยากรณ์ในขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่กับการพยากรณ์ภายนอกขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

8.1 การทำนายทั่วไป เช่น ทำนายผลที่เกิดขึ้นจากข้อมูลที่เป็น หลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่ได้

8.2 การพยากรณ์จากข้อมูลเชิงปริมาณ เช่น

8.2.1 ทำนายผลที่จะเกิดภายในขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้

8.2.2 ทำนายผลที่จะเกิดภายนอกขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้

## 9. ทักษะการตั้งสมมติฐาน

การตั้งสมมติฐาน หมายถึง คำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้า มักกล่าวเป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น กับตัวแปรตาม สมมติฐานที่ตั้งไว้อาจถูกหรือผิดก็ได้ ซึ่งทราบได้ภายหลังการทดลองหาคำตอบเพื่อสนับสนุนหรือคัดค้านสมมติฐานที่ตั้งไว้ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ สามารถหาคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลองโดยอาศัยการสังเกต ความรู้และประสบการณ์เดิม

## 10. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ

ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การกำหนดความหมายหรือขอบเขตของคำต่างๆ ให้เข้าใจตรงกันและสามารถสังเกตหรือวัดได้

### 11. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร

การกำหนดตัวแปร หมายถึง การชี้บ่งตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องการควบคุมในสมมติฐานหนึ่งๆ

ตัวแปรต้น หมายถึง สิ่งที่เป็นสาเหตุทำให้เกิดผลต่างๆ หรือสิ่งที่เราต้องการทดลองดูว่าเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่

ตัวแปรตาม หมายถึง สิ่งที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งที่เป็นสาเหตุเปลี่ยนแปลงไป ตัวแปรตามหรือสิ่งที่เป็นผลจะเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย

ตัวแปรควบคุม หมายถึง การควบคุมสิ่งอื่นๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่ทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน ถ้าหากไม่สามารถควบคุมให้เหมือนกัน

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ ชี้บ่งและกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตามและตัวแปรที่ต้องควบคุมได้

### 12. ทักษะการทดลอง

การทดลอง หมายถึง กระบวนการปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบหรือสมมติฐานที่ตั้งไว้ การทดลองประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอน คือ

12.1 การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนลงมือทดลองจริง เพื่อกำหนดวิธีการทดลอง ซึ่งเกี่ยวกับการกำหนดและควบคุมตัวแปร อุปกรณ์ หรือสารเคมีที่จะต้องใช้ในการทดลอง

12.2 การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติการทดลองจริง

12.3 การบันทึกการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งอาจเป็นผลจากการสังเกต การวัดและอื่นๆ

12.4 ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

12.4.1 การออกแบบการทดลองโดยกำหนดวิธีการทดลองได้ถูกต้องเหมาะสม โดยคำนึงถึง ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมด้วย

12.4.2 ปฏิบัติการทดลองและให้อุปกรณ์ได้ถูกต้องเหมาะสม

12.4.3 บันทึกผลการทดลองได้คล่องแคล่วและถูกต้อง

### 13. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

การตีความหมายข้อมูล หมายถึง การแปรความหมายหรือบรรยายคุณลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่

การตีความหมายในบางครั้ง อาจต้องใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อื่นๆ ด้วย เช่น ทักษะการสังเกต ทักษะการคำนวณ เป็นต้น

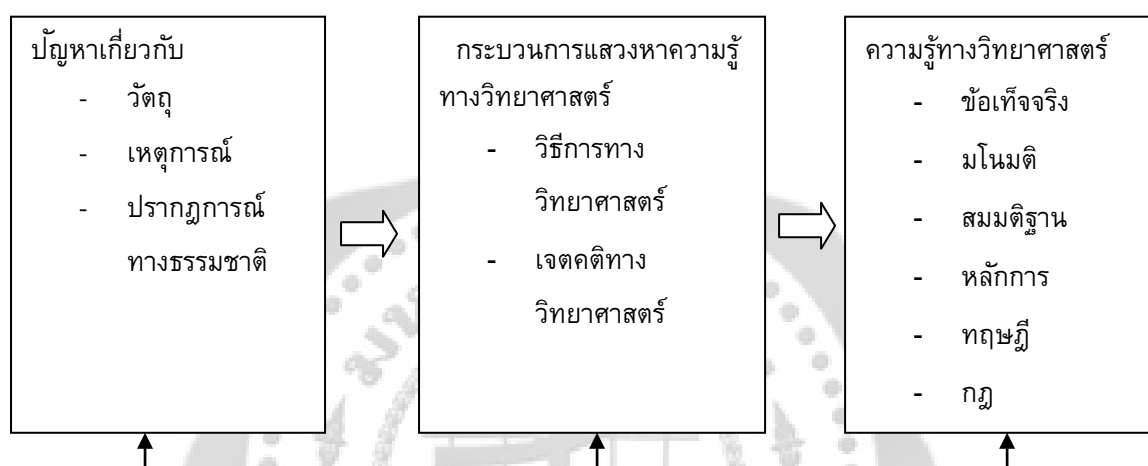
การลงข้อสรุป หมายถึง การสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

13.1 แปรความหมายหรือบรรยายลักษณะ และสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ได้

13.2 บอกความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีอยู่ได้

ทักษะดังกล่าว เป็นทักษะที่ใช้ในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ใน การศึกษาวิทยาศาสตร์จะต้องให้นักเรียนได้ทั้งความรู้และมีทักษะในการแสวงหาความรู้ ซึ่ง สมจิต สวชนไพบูลย์ (อุดมลักษณ์ นกพืงพุ่ม . 2549: 59; อ้างอิงจาก สมจิต สวชนไพบูลย์ . 2535: 103) ได้สรุปความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้



ภาพประกอบ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ที่มา: สมจิต สวชนไพบูลย์. (2535). *ธรรมชาติวิทยา*. หน้า 103.

### 3.5 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

#### 3.5.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

อนาสตาซี (พวงเพ็ญ สิงโตทอง 2548: 32; อ้างอิงจาก Anastasi. 1970: 107) ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนพอสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีความสัมพันธ์กับองค์ประกอบทางสติปัญญา สังคม แรงจูงใจและองค์ประกอบที่ไม่ใช่สติปัญญา อันได้แก่องค์ประกอบทางเศรษฐกิจ สังคม แรงจูงใจและองค์ประกอบที่ไม่ใช่สติปัญญาอื่น

กู๊ด (ศักดิ์ชัย จันทะแสง . 2550: 37; อ้างอิงจาก Good. 1973: 195) ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า หมายถึง การเข้าถึงความรู้ การพัฒนาทักษะในการเรียน ซึ่งอาจพิจารณาจากคะแนนสอบที่กำหนดให้ คะแนนที่ได้จากงานที่ครูมอบหมายให้หรือทั้งสองอย่าง

ไอแซงค์และมิล (ศักดิ์ชัย จันทะแสง . 2550: 37; อ้างอิงจาก Eysenk; & Meilli. 1972: 6) ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ว่าหมายถึง ขนาดของความสำเร็จที่ได้จากการทำงานที่อาศัยความพยายามอย่างมากซึ่งเป็นผลมาจากการกระทำที่ต้องอาศัยความสามารถทั้งทางร่างกายและสติปัญญา ดังนั้นผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จึงเป็นขนาดของความสำเร็จ ที่ได้จากการเรียน โดยอาศัยความสามารถเฉพาะตัว ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอาจได้จากกระบวนการที่ต้องอาศัยการทดสอบ

เช่น การสังเกต หรือ การตรวจการบ้าน หรืออาจได้ในรูปเกรดของโรงเรียนซึ่งต้องอาศัยกระบวนการที่ซับซ้อนและระยะเวลาอันพอสมควร หรืออาจได้ด้วยการวัดแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั่วไป

จินตนา ช่วยดวง (2547: 29) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถในการที่จะพยายามเข้าถึงความรู้ ซึ่งเกิดจากการกระทำที่ประสานกันและอาศัยความพยายามอย่างมาก ทั้งองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับสติปัญญาและองค์ประกอบที่ไม่ใช่สติปัญญา แสดงออกในรูปของความสำเร็จ ซึ่งสามารถสังเกตและวัดด้วยเครื่องมือทางจิตวิทยาหรือแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยทั่วไป

ศุภพงศ์ คล้ายคลึง (2548: 27) ได้กล่าวไว้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสำเร็จที่เกิดจากพฤติกรรมการกระทำกิจกรรมของแต่ละบุคคล ที่ต้องอาศัยความพยายามอย่างมาก ทั้งองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับสติปัญญา และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านต่าง ๆ

วิไลรัตน์ กลิ่นจันทร์ (2552: 54) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลของความสามารถของบุคคลที่ต้องอาศัยทักษะ ความรอบรู้ ทักษะที่ได้รับจากการเรียนการสอน การฝึกฝน อบรม สั่งสอนทำให้เกิดความสำเร็จหรือความสามารถในด้านต่าง ๆ

วิบุรุษ สุขสำราญ (2553: 36) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ทางที่เกิดจากการสะสม และเชื่อมโยงสาระสำคัญที่ค้นพบ และพิสูจน์แล้วต้องไม่ใช่องค์ประกอบทางสติปัญญา และองค์ประกอบที่ไม่ใช่สติปัญญา สามารถ สังเกตและวัดได้ด้วยเครื่องมือทางจิตวิทยา หรือแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านต่าง ๆ แล้วเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม และประสบการณ์การเรียนรู้จากการฝึกฝนอบรม

จากความหมายดังกล่าวพอสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถในด้านความรู้ และทักษะทางการเรียน โดยปกติจะพิจารณาจากคะแนนสอบหรือภาระงานที่ครูกำหนดให้ทำหรือทั้งสองอย่าง ซึ่งในการวิจัยนี้หมายถึงคะแนนที่ได้จากแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

### 3.5.2 การประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

บลูม (บุญนำ อินทนนท์. 2551: 63; อ้างอิงจาก Bloom. 1965: 201) ได้กล่าวถึงลำดับขั้นที่ใช้ในการเขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมด้านความรู้ความคิด ไว้ 6 ขั้น ดังนี้ คือ

1. ความรู้ความจำ หมายถึง การระลึกหรือท่องจำความรู้ต่างๆ ที่ได้เรียนมาแล้ว โดยตรง ในขั้นนี้การระลึกถึงข้อมูล ข้อเท็จจริงต่างๆ ไปจนถึงกฎ กณฑ์ ทฤษฎีจากตำรา ดังนั้น ขั้นความรู้ความจำ จึงจัดได้ว่าเป็นขั้นต่ำสุด

2. ความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถจับใจความสำคัญของเนื้อหาที่ได้เรียนหรืออาจแปลความจากตัวเลข การสรุป การย่อความต่างๆ การเรียนรู้ในขั้นนี้ถือว่าเป็นขั้นที่สูงกว่าการท่องจำตามปกติอีกขั้นหนึ่ง

3. การนำไปใช้ หมายถึง ความสามารถที่จะนำความรู้ที่นักเรียนได้เรียนมาแล้ว ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ ดังนั้น ในขั้นนี้จึงรวมถึงความสามารถในการเอากฎ มโนทัศน์ หลักสำคัญ วิธีการนำไปใช้ การเรียนรู้ในขั้นนี้ ถือว่านักเรียนจะต้องมีความเข้าใจในเนื้อหาเป็นอย่างดีเสียก่อนจึงจะนำความรู้ไปใช้ได้ ดังนั้น จึงจัดอันดับให้สูงกว่าความเข้าใจ

4. การวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถที่จะแยกแยะเนื้อหาวิชา ลงไปเป็นองค์ประกอบย่อยๆ เหล่านั้น เพื่อที่จะได้มองเห็นหรือเข้าใจความเกี่ยวข้องต่างๆ ในขั้นนี้ จึงรวมถึงการแยกแยะหาส่วนประกอบย่อยๆ หาความสัมพันธ์ระหว่างส่วนย่อยๆ เหล่านั้น ตลอดจนหลักสำคัญต่างๆ ที่เข้ามาเกี่ยวข้อง การเรียนรู้ในขั้นนี้ ถือว่าสูงกว่าการนำเอาไปใช้ และต้องเข้าใจทั้งเนื้อหาและโครงสร้างของบทเรียน

5. การสังเคราะห์ หมายถึง ความสามารถที่จะนำเอาส่วนย่อยๆ มาประกอบกันเป็นสิ่งใหม่ การสังเคราะห์จึงเกี่ยวกับการวางแผน การออกแบบการทดลอง การตั้งสมมติฐาน การแก้ปัญหาที่ยาก การเรียนรู้ในระดับนี้ เป็นการเน้นพฤติกรรมที่สร้างสรรค์ ในอันที่จะสร้างแนวคิดหรือแบบแผนใหม่ๆ ขึ้นมา ดังนั้น การสังเคราะห์เป็นสิ่งที่สูงกว่าการวิเคราะห์อีกขั้นหนึ่ง

6. การประเมินค่า หมายถึง ความสามารถที่จะตัดสินใจเกี่ยวกับคุณค่าต่างๆ ไม่ว่าจะคำพูด นวนิยาย บทกวี หรือรายงานการวิจัย การตัดสินใจดังกล่าว จะต้องวางแผนอยู่บนเกณฑ์ที่แน่นอน เกณฑ์ดังกล่าวอาจจะเป็นสิ่งที่นักเรียนคิดขึ้นมาเอง หรือนำมาจากที่อื่นก็ได้ การเรียนรู้ในขั้นนี้ถือว่าเป็นการเรียนรู้ขั้นสูงสุดของความรู้ความจำ

คลอฟเฟอร์ (ภพ เลหาไพบูลย์, 2542: 295-304; อ้างอิงจาก Klopfer, 1971) ได้กล่าวถึงการประเมินผลการเรียนด้านสติปัญญา หรือความรู้ความคิดในวิชาวิทยาศาสตร์เป็น 4 พฤติกรรม ดังนี้

1. ความรู้ความจำ
2. ความเข้าใจ
3. กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์
4. การนำความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้

ประวิตร ชูศิลป์ (2524: 25) กล่าวว่า เพื่อความสะดวกในการประเมินผล จึงได้ทำการจำแนกพฤติกรรมในการวัดผลวิชาวิทยาศาสตร์ในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์สำหรับเป็นเกณฑ์วัดความสามารถด้านต่างๆ 4 ด้าน คือ

1. ด้านความรู้ – ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกสิ่งที่เคยเรียนมาแล้วเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ข้อตกลง คำศัพท์ หลักการและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์
2. ด้านความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการอธิบายความหมาย ขยายความ และแปลความรู้โดยอาศัยข้อเท็จจริง ข้อตกลง คำศัพท์ หลักการและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

3. ด้านการนำไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่แตกต่างกันออกไป หรือสถานการณ์ที่คล้ายคลึง โดยเฉพาะอย่างยิ่งการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

4. ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการสืบเสาะหาความรู้ โดยผ่านการปฏิบัติและฝึกฝนความคิดอย่างมีระบบจนเกิดความคล่องแคล่วชำนาญ สามารถเลือกใช้กิจกรรมต่างๆ ได้อย่างเหมาะสม สำหรับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย ทักษะการสังเกต ทักษะการคำนวณ ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล ทักษะการ จัดกระทำสื่อความหมายข้อมูล ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการทดลอง และทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

จากเอกสารข้างต้น ผู้วิจัยได้นำการจำแนกพฤติกรรมในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ทั้ง 4 ด้าน คือ ความรู้ – ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มาใช้ในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ โดยพิจารณาให้ครอบคลุมเนื้อหา เรื่อง เคมีอินทรีย์

### 3.5.3 ลักษณะของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดี

ภักตรา นิคมานนท์ (2538: 48-51) ได้สรุปว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ดีมีลักษณะดังนี้

1. มีความเที่ยงตรง (Validity) เป็นลักษณะที่สำคัญที่สุดที่ทำให้เครื่องมือวัดผลนั้นมีคุณภาพดี เพราะเป็นการแสดงให้เห็นว่าเครื่องมือวัดนั้นสามารถวัดได้อย่างมีประสิทธิภาพ คือวัดได้ตรงและครบถ้วนตามเนื้อหา ที่ต้องการวัด วัดได้ตรงตามจุดมุ่งหมาย วัดได้ตรงตามสภาพความเป็นจริง และวัดแล้วสามารถนำผลการวัดไปพยากรณ์หรือคาดคะเนอนาคตได้
2. มีความเชื่อมั่นสูง (Reliability) เครื่องมือวัดผลที่ดีวัดสิ่งเดียวกันหลายๆ ครั้ง ผลที่ได้จากการวัดจะเหมือนกัน หรือแตกต่างกันน้อยมาก
3. ความเป็นปรนัย (Objectivity) เครื่องมือที่มีความเป็นปรนัยจะมีความชัดเจนในตัวเองอยู่ 3 ประการ คือ คำถามชัดเจนอ่านแล้วเข้าใจตรงกัน คำตอบแน่นอน ใครตรวจก็ให้คะแนนตรงกัน และประการสุดท้าย คือแปลความหมายคะแนนได้ตรงกัน
4. มีความยากง่ายพอเหมาะ (Difficulty) ไม่ยากเกินไปและไม่ง่ายเกินไปข้อสอบข้อใดที่มีคนตอบถูกมากแสดงว่าง่าย ข้อใดมีคนตอบถูกน้อยแสดงว่ายาก
5. มีอำนาจจำแนก (Discrimination) หมายถึง สามารถแบ่งแยกคนออกเป็นประเภทต่างๆ ได้ถูกต้อง ข้อสอบที่จำแนกได้ คือ ข้อสอบที่คนเก่งตอบถูก คนอ่อนตอบผิด ข้อสอบที่จำแนกกลับ คนเก่งจะตอบผิด แต่คนอ่อนจะตอบถูก และข้อสอบที่จำแนกไม่ได้ คือ ข้อสอบที่คนเก่งและคนอ่อนจะตอบถูกและผิดพอๆ กัน ไม่ใคร่มีความแตกต่างกันมากนัก
6. มีประสิทธิภาพ (Efficiency) คือ เครื่องมือที่สามารถทำให้ได้ข้อมูลที่ดีที่สุด เชื่อถือได้มาก โดยใช้วิธีการที่สะดวก รวดเร็ว คล่องตัว แต่เสียเวลาน้อยและใช้เวลาน้อย

7. มีความยุติธรรม (Fair) ไม่เปิดโอกาสให้มีการได้เปรียบเสียเปรียบกันระหว่างผู้ที่ถูกวัดด้วยกัน
8. ใช้คำถามลึก (Searching) ข้อสอบที่ดีต้องถามให้ผู้ตอบใช้ความสามารถในการคิดค้นก่อนที่จะตอบ
9. ใช้คำถามยั่ว (Exemplary) มีลักษณะที่ทำให้ทายให้ผู้ตอบอยากคิด อยากตอบ
10. ใช้คำถามจำเพาะเจาะจง (Definite) ไม่ถามกว้างเกินไป หรือถามคลุมเครือให้คิดได้หลายมุม

### 3.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

#### งานวิจัยต่างประเทศ

ยัง (Young. 1970: 53) ได้ทำการศึกษาการใช้อุปกรณ์การสอนสำหรับพัฒนาความคิดแบบสืบเสาะหาความรู้ สอนให้นักเรียนรู้จักคิดอย่างอิสระ จัดเหตุการณ์ให้นักเรียนคาดหวังและเร่งเร้าให้นักเรียนอยากรู้ อยากเห็น นักเรียนต้องพยายามหาคำอธิบายสำหรับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นอย่างขัดแย้ง โดยเปรียบเทียบ ระหว่างสิ่งที่ใช้ความคิดแบบสืบเสาะหาความรู้หลายทางด้วยกัน โดยทดลอง 2 กลุ่ม เป็นนักเรียนเกรด 4 จำนวน 71 คน แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มควบคุม อีก 2 กลุ่มเป็นกลุ่มทดลอง และทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์โดยสอบก่อนและหลัง ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มทดลองสามารถอธิบายปัญหาที่ตั้งขึ้นได้ดีกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนอย่างอื่นแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

โอลาลินอย (Olalinoye. 1979: 4348-A) ได้ทำการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบผลการสอน 3 แบบ คือ การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีการชี้แนวทาง การสอนแบบปกติ และแบบสืบเสาะหาความรู้ที่นักเรียนเป็นผู้ดำเนินการเอง ในวิชาฟิสิกส์โดยให้กลุ่มควบคุมได้รับการสอนปกติ กลุ่มทดลองที่ 1 ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีการชี้แนะแนวทางและกลุ่มทดลองที่ 2 ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่นักเรียนเป็นผู้ดำเนินการเอง พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งสามกลุ่มไม่แตกต่างกัน

วิลเลียม (William. 1981: 1605-A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณระหว่างการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้กับการ สอนแบบเดิมที่ครูเป็นศูนย์กลางวิชาประวัติศาสตร์อเมริกา 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 และทฤษฎีเซตทั้งสองกลุ่มใช้การสืบเสาะตลอดเวลา จัดประสบการณ์ด้านต่างๆ เช่น จัดภาพยนตร์ และตั้งปัญหาทางตรรกวิทยา 8 ข้อ ผลปรากฏว่า กลุ่มทดลองได้คะแนนเฉลี่ย 6 คะแนน กลุ่มควบคุมได้ 5 คะแนน ซึ่งผลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ



สมิท (Smith. 1994: 2528-A) ได้ศึกษาผลจากวิธีการสอนที่มีต่อเจตคติและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาเกรด 7 โดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 3 กลุ่ม คือ กลุ่มแรกได้รับการสอนแบบบรรยาย กลุ่มที่สองได้รับการสอนแบบให้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง และกลุ่มที่สามได้รับการสอนแบบทั้งบรรยายและให้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง เครื่องมือที่ใช้เป็นวิธีทดสอบภาคสนามซึ่งเรียกว่า การประเมินผลวิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้วิธีการปฏิบัติกิจกรรมแบบบูรณาการ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบให้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบทั้งบรรยายและให้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบบรรยาย

#### งานวิจัยในประเทศ

พรศรี ดาวรุ่งสวรรค์ (2548: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ พบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยชุดกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยชุดกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อรสา เอี่ยมสะอาด (2548: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

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

สมใจ มีสมวิทย์ (2548: บทคัดย่อ) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนแบบอริยสัจ 4 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบ อริยสัจ 4 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

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

ณัฐนิชา เต็มสินวานิช (2550: บทคัดย่อ) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถด้านความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนแบบร่วมมือ พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบร่วมมือ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

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

วิไลรัตน์ กลิ่นจันทร์ (2552: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ พบว่า การจัดการเรียนรู้ในรูปแบบต่างๆ ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ มีการใช้สื่อการสอนหรือนวัตกรรมต่างๆ สามารถช่วยพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนได้ ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญโดยใช้การเปลี่ยนแปลงแนวความคิดและการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น

#### 4. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

การคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นคำที่มีผู้ให้ความหมายที่แตกต่างกันออกไป เช่น การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การคิดวิจารณ์ การคิดวิเคราะห์วิจารณ์ การคิดวิพากษ์วิจารณ์ เป็นต้น ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้คำว่า “การคิดอย่างมีวิจารณญาณ”

#### 4.1 ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

การคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking) มีผู้ให้ความหมายแตกต่างกันตามแง่มุมในการพิจารณาของแต่ละบุคคล ซึ่งเมื่อพิจารณากระบวนการคิดในแต่ละครั้ง มักพบว่าต้องประกอบด้วย สิ่งที่จะคิดหรือข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการคิด วิธีการคิด และจุดมุ่งหมายของการคิดที่แตกต่างกัน (ชานาญ เอี่ยมสำอางค์. 2539: 51; อ้างอิงจาก De Bono. 1976: 29-32) ดังนี้

ดิวอี้ (Dewey. 1933: 30) ได้เสนอว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นการคิดอย่างใคร่ครวญ ไตร่ตรอง ดิวอี้ อธิบายขอบเขตของการคิดอย่างมีวิจารณญาณว่าเป็นการคิดที่เริ่มต้นจากสถานการณ์ ที่มีความยุ่งยากและสิ้นสุดด้วยสถานการณ์ที่มีความชัดเจน

ฮิลการ์ด (Hilgard. 1962: 12) ให้ความหมายการคิดอย่างมีวิจารณญาณว่าเป็นความสามารถในการตัดสินใจหรือปัญหาว่าสิ่งใดเป็นจริง สิ่งใดเป็นเหตุเป็นผลกัน

วัตสัน และเกลเซอร์ (Watson: & Glaser. 1964: 10) ได้ให้ความหมายว่าการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ประกอบด้วย ทักษะคิดในการสืบเสาะความรู้ในการหาแหล่งข้อมูล อ้างอิงและทักษะในการใช้ความรู้และทัศนคติ

กู๊ด (Good. 1973: 680) ให้ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณว่าเป็นการคิดอย่างรอบคอบ ตามหลักการของการประเมินและมีหลักฐานอ้างอิงเพื่อหาข้อสรุปที่น่าเป็นไปได้ ตลอดจนพิจารณาองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องทั้งหมด และใช้กระบวนการตรรกวิทยาได้อย่างถูกต้อง

สกินเนอร์ (Arune. 1980: 48; อ้างอิงจาก Skinner. 1976) ได้ให้ความหมายว่าการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ประกอบด้วยกระบวนการและความสามารถ กระบวนการ หมายถึง วิธีแก้ปัญหาแบบวิทยาศาสตร์และทัศนคติในการแสวงหาความรู้ ส่วนความสามารถ หมายถึง ความรู้ในข้อเท็จจริง หลักการสรุปกรณีทั่วไป การอนุมาน การยอมรับข้อตกลงเบื้องต้น การนิรนัย การตีความหมาย และการประเมินผล รวมทั้งทักษะทางด้านความเข้าใจ การคิดวิเคราะห์การสังเคราะห์ และการประเมินผล

อันจิโล (Angelo. 1995: 6-7) ให้ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณว่าเป็นการคิดด้วยเหตุผลและใช้ทักษะการคิดที่ซับซ้อนขึ้นเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ สังเคราะห์ ระบุปัญหาแก้ปัญหาและหาข้อสรุป

สตีเวน (ศันสนีย์ ฉัตรคุปต์. 2548: 30; อ้างอิงจาก Sciven. 1996) ให้ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณคือ กระบวนการคิดอย่างวิเคราะห์หรือสังเคราะห์หรือนำไปประยุกต์ใช้หรือเพื่อตรวจสอบข้อมูล ซึ่งอาจได้มาจากการเผ้าสังเกต จากการทดลอง การใช้เหตุผล หรือการติดต่อสื่อสารเพื่อใช้เป็นแนวทางนำไปปฏิบัติต่อไป

มิเชล สตีเวน และ ริชาร์ด พอล (Michael Scriven; & Richard Paul. 2006: ออนไลน์) ให้ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ หมายถึง กระบวนการใช้สติปัญญาความคิดที่ต้องใช้

อุษณีย์ อนุรุทธีวงศ์ (2545: 84) ให้ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณว่าเป็นวิธีคิดอย่างมีเหตุผลและมีประสิทธิภาพก่อนตัดสินใจว่าจะเชื่ออะไรหรือไม่เชื่ออะไร หรือก่อนจะตัดสินใจว่าจะทำอะไรหรือไม่ทำอะไร

พงษ์เทพ บุญศรีโรจน์(2545: 36) ได้สรุปความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณว่าเป็นการคิดเพื่อพิจารณาสถานการณ์ต่างๆ ด้วยความรอบคอบ ไตร่ตรองอย่างถี่ถ้วนมีข้อมูลหลักฐานที่เชื่อถือได้มาสนับสนุนมากที่สุด มีการประเมินค่าปัจจัยต่างๆ เพื่อประกอบการตัดสินใจ

อัศรพันธ์ ศรีหาคำ (2545: 10) ให้ความหมายว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณหมายถึง ความสามารถในการคิดพิจารณาอย่างรอบคอบ ไคร่ครวญ วิเคราะห์ สังเคราะห์ และการประเมินผลในข้อความหรือข้อโต้แย้งโดยหาหลักฐานที่มีเหตุผลหรือข้อมูลที่เชื่อถือได้มาสนับสนุนยืนยันในการตัดสินใจชี้ขาดตามเรื่องราวหรือสถานการณ์นั้นๆ เพื่อลงสรุปที่ถูกต้องว่าควรเชื่อหรือไม่เชื่อในสถานการณ์หรือเรื่องราวที่ได้รับมา

อวยพร เรื่องศรี (2545: 7) ให้ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณว่า เป็นการคิดพิจารณาไตร่ตรองอย่างรอบคอบเกี่ยวกับข้อมูลที่เป็นปัญหาข้อโต้แย้งหรือข้อมูลที่คลุมเครือเพื่อนำไปสู่การตัดสินใจและการสรุปเป็นข้อยุติอย่างสมเหตุสมผล

ดวงกมล โพธิ์นาค (2545: 12) ให้ความหมายการคิดอย่างมีวิจารณญาณ หมายถึงความสามารถในการคิดพิจารณาไตร่ตรองอย่างรอบคอบเกี่ยวกับข้อมูลต่างๆ สถานการณ์ที่ปรากฏข้อโต้แย้งหรือข้อมูลที่คลุมเครือ โดยใช้ความรู้ ความคิดและประสบการณ์ของตนเองในการตัดสินใจเพื่อลงสรุปเป็นข้อยุติที่สมเหตุสมผล

เคน จันทรวงษ์ (2546: 40) ให้ความหมายการคิดอย่างมีวิจารณญาณ หมายถึงกระบวนการพิจารณาไตร่ตรองเกี่ยวกับข้อมูล สถานการณ์ที่เป็นปัญหาหรือข้อมูลที่คลุมเครือข้อโต้แย้งต่างๆ อย่างรอบคอบ โดยใช้ความรู้ ความคิดและประสบการณ์ของตนเองมาประกอบในการพิจารณาหลักฐานและข้อมูลต่างๆ เพื่อนำไปสู่การตัดสินใจและการสรุปที่เป็นข้อยุติอย่างสมเหตุสมผล

ราชบัณฑิตยสถาน (2546 : 1073) ให้ความหมายวิจารณ์ว่าคือปัญหาที่สามารถรู้หรือให้เหตุผลที่ถูกต้องได้

ฉวีวรรณ แก้วไทรอะ และคณะ (2546: 56) การคิดอย่างมีวิจารณญาณ หมายถึงกระบวนการคิดที่มีการพิจารณากลับกรอง ไคร่ตรองอย่างดีแล้ว เพื่อให้เกิดผลของการคิดที่รอบคอบสมเหตุสมผล

ทิพาวดี คลีขจาย (2547: 10-11) ให้ความหมายการคิดอย่างมีวิจารณญาณหมายถึง ความสามารถในการคิดพิจารณาไตร่ตรองอย่างรอบคอบ ไคร่ครวญ วิเคราะห์ สังเคราะห์ และการประเมินผลในข้อความที่เป็นปัญหาหรือข้อโต้แย้งโดยหาหลักฐานที่มีเหตุผลหรือข้อมูลที่นำเชื่อถือได้มาสนับสนุนยืนยันในการตัดสินใจชี้ขาดตามเรื่องราวหรือสถานการณ์นั้นๆ เพื่อลงสรุปอย่างสมเหตุสมผลที่ถูกต้อง ว่าควรเชื่อหรือไม่เชื่อ ในสถานการณ์หรือเรื่องราวที่ได้รับมา

สุนิษา มุลผล (2547: 26) ได้ให้ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณว่าเป็นการคิดที่ประกอบไปด้วยความถูกต้องเหมาะสมในการนำไปใช้ การคิดไตร่ตรองความมีเหตุผลความเชื่อ มีการพิจารณาไตร่ตรองด้วยเหตุผลว่าสิ่งใดมีความสำคัญ เป็นสิ่ง ที่จำเป็นก่อนที่จะตัดสินใจเชื่อหรือปฏิบัติ

ปรียานูช จุลพรหม (2547: 11) สรุปความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณว่า การคิดพิจารณาอย่างมีเหตุผลเกี่ยวกับข้อมูลต่าง ๆ หรือสภาพการณ์ที่ปรากฏโดยอาศัยความสามารถด้านการใช้เหตุผล การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ การประเมิน ค่าเพื่อนำไปสู่การตัดสินใจที่ถูกต้องและหาข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผล

ทิพาวดี คลีชฉาย (2547: 10) สรุปความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณว่าเป็นความสามารถในการคิดพิจารณาไตร่ตรองอย่างรอบคอบใคร่ครวญ วิเคราะห์ สังเคราะห์และการประเมินผลในข้อความที่เป็นปัญหาหรือข้อโต้แย้ง โดยหาหลักฐานที่มีเหตุผลหรือข้อมูลที่เชื่อถือได้มาสนับสนุนยืนยันในการตัดสินใจชี้ขาดตามเรื่องราว หรือสถานการณ์ เพื่อลงสรุปอย่างสมเหตุ สมผลที่ถูกต้องว่าควรเชื่อหรือไม่ควรเชื่อในสถานการณ์หรือเรื่องราวที่ได้รับมา

สุวิทย์ มูลคำ (2547: 9) สรุปการคิดอย่างมีวิจารณญาณหมายถึงการคิดที่มีเหตุผลโดยผ่านการพิจารณาไตร่ตรองอย่างรอบคอบมีหลักเกณฑ์ มีหลักฐานที่เชื่อถือได้เพื่อนำไปสู่การสรุปและตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพว่าสิ่งใดถูกต้อง สิ่งใดควรเชื่อ สิ่งใดควรเลือกหรือสิ่งใดควรทำ

ศันสนีย์ ฉัตรคุปต์ (2548: 31) สรุปการคิดอย่างมีวิจารณญาณหมายถึงการคิดวิเคราะห์สังเคราะห์ ตัดสินใจและแก้ปัญหา โดยยึดหลักการคิดด้วยเหตุผลจากข้อมูลที่เป็นจริงมากกว่าอารมณ์และการคาดเดา

ครองสิน มิตะทั้ง (2548: 17) ให้ความหมายการคิดอย่างมีวิจารณญาณ หมายถึงความสามารถทางสมองของบุคคลที่แสดงออกมาโดยใช้กระบวนการคิดพิจารณาไตร่ตรองอย่างรอบคอบและมีเหตุผลเกี่ยวกับข้อมูลหรือสถานการณ์ที่ปรากฏ คิดแก้ปัญหาโดยยึดหลักการคิดด้วยเหตุผลจากข้อมูลที่เป็นจริง โดยใช้ความรู้ ความคิดหรือประสบการณ์ของตนเองในการตัดสินใจ เชื่อหรือการกระทำสิ่งต่าง ๆ เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปที่สมเหตุสมผล

วินัย คำสุวรรณ (2548: 34) การคิดอย่างมีวิจารณญาณ หมายถึง การตั้งคำถามซึ่งรวมไปถึงการรับข้อมูล ข่าวสาร การสอบถามและใช้สิ่งเหล่านั้นเพื่อสร้างความคิดใหม่หรือนำไปแก้ปัญหาหรือใช้ในการตัดสินใจ ใช้สร้างเหตุผล ข้ออ้างทั้งปวงและใช้ในการวางแผน เป็นต้น

ลักขณา สรวิวัฒน์ (2549: 89) ได้ให้ความหมายไว้ว่า การคิดพิจารณา หมายถึงการใช้ความคิดในลักษณะวิเคราะห์ สังเคราะห์ ตัดสินใจและแก้ปัญหาโดยยึดหลักการคิดด้วยเหตุผลจากข้อมูลที่เป็นจริงมากกว่าอารมณ์ และการคาดเดา โดยพิจารณาความเป็นไปได้ในแง่มุมต่างๆ ว่าอะไรคือความจริง อะไรคือความถูกต้อง คิดด้วยความรอบคอบระมัดระวัง ใช้สติปัญญาและทักษะการคิดอย่างไตร่ตรอง มีวิจารณญาณมากกว่าการใช้อารมณ์ที่ทำให้เกิดความลำเอียง ซึ่งมีผลเสียต่อการตัดสินใจ

สุวิทย์ มูลคำ และคณะ (2549: 46) การคิดอย่างมีวิจารณญาณ หมายถึง การคิดที่มีเหตุผลโดยผ่านการพิจารณาไตร่ตรองอย่างรอบคอบ มีหลักเกณฑ์และหลักฐานที่เชื่อถือได้ เพื่อนำไปสู่การสรุปและตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพว่า สิ่งใดถูกต้อง สิ่งใดควรเชื่อ สิ่งใดควรเลือกหรือสิ่งใดควรทำ

จิตราภรณ์ พงษ์มาลี (2550: 25-26) ให้ความหมายการคิดอย่างมีวิจารณญาณ หมายถึง ความสามารถในการคิดไตร่ตรองอย่างรอบคอบสมเหตุสมผล มีการวิเคราะห์ สังเคราะห์ที่ใช้ความรู้ ความคิด เหตุผลและประสบการณ์เป็นข้อมูลในการประเมินผลของข้อความที่เป็นปัญหาหรือข้อโต้แย้ง โดยมีหลักฐานมีเหตุผลหรือข้อมูลที่น่าเชื่อถือได้มาสนับสนุนยืนยันเพื่อนำไปสู่การสรุปตัดสินใจที่ถูกต้อง เหมาะสมอย่างสมเหตุสมผลว่าควรเชื่อหรือไม่ควร เชื่อ ในสถานการณ์หรือเรื่องราวที่ได้รับมาก่อนที่จะนำไปปฏิบัติซึ่งเป็นทางเลือกที่ดีกว่า

สุทธภา โขติประดิษฐ์ (2551: 22) ได้ให้ความหมายไว้ว่า การคิดวิจารณ์ญาณของเด็กปฐมวัย หมายถึงความสามารถในการคิดโดยการพิจารณา ไตร่ตรองด้วยเหตุผลตามข้อมูลที่ได้จากประสบการณ์จริงมาประกอบการวิเคราะห์ สังเคราะห์ ตัดสินใจแก้ปัญหาอย่างรอบคอบด้วยความระมัดระวัง มีการตรวจสอบความคิดและประเมินความคิดของตนเองได้เหมาะสมกับวัย ความสามารถในการคิดที่ปรากฏเด็กจะแสดงออกด้วยการตั้งคำถามตามความสนใจใฝ่รู้ ต้องการหาคำตอบจากการตรวจสอบข้อมูลจาก การพิสูจน์ และการใช้เหตุผลจากการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง โดยรับฟังความคิดเห็นของเพื่อนโดยไม่ใช้อารมณ์ ยอมรับการเปลี่ยนแปลงทางความคิดเมื่อพบเหตุผลที่ดีกว่า และการหาข้อสรุปบนพื้นฐานของข้อเท็จจริงเพื่อใช้ในการตัดสินใจ

จากความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่กล่าวไว้ข้างต้น ผู้วิจัยพอสรุปได้ว่าการคิดอย่างมีวิจารณญาณ หมายถึง ความสามารถในการคิดพิจารณา ไตร่ตรอง ข้อมูล เหตุการณ์ปรากฏการณ์ต่างๆ ที่ปรากฏอย่างรอบคอบ จากข้อมูลและประสบการณ์ที่เคยได้รับมา โดยอาศัยการสรุปอ้างอิง การยอมรับข้อตกลงเบื้องต้น การอนุมาน การแปลความ และการประเมินข้อโต้แย้งมาประกอบการตัดสินใจว่าสิ่งใดควรเชื่อควรทำ เพื่อให้ได้ข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผล

#### 4.2 ความสำคัญของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

รัสเซล (ตันสนีย์ ฉัตรคุปต์. 2548: 50; อ้างอิงจาก Russell. 1991) กล่าวถึงความสำคัญของการคิดอย่างมีวิจารณญาณว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณทำให้เรามีความสามารถที่จะควบคุมจัดการกับความคิดของตนได้และประโยชน์ที่เห็นง่าย ๆ คือเมื่อเราสามารถจัดการกับความคิดของเราได้ก็เท่ากับว่าเราสามารถควบคุมการดำเนินชีวิตของเราได้เช่นกัน รวมทั้งเร อาจปรับปรุงแก้ไขชีวิตเราให้ดีขึ้นและเดินทางไปในทางที่ถูกต้อง การคิดอย่างมีวิจารณญาณมีความ สำคัญมาก เป็นทักษะที่ครูผู้สอนต้องฝึกให้เกิดแก่ผู้เรียนเพราะจะทำให้เด็ก มีความสามารถเลือกรับข้อมูลที่มีประโยชน์และรู้จักใช้เหตุผล

ทีศนา แคมมณี และคณะ (2544: 59-60) กล่าวถึงประโยชน์ของการจัดการเรียนการสอนให้ผู้เรียนมีความคิดอย่างมีวิจารณญาณ ดังนี้

1. ช่วยให้ผู้เรียนสามารถปฏิบัติตนอย่างมีหลักการ มีเหตุผลได้งานที่มีประสิทธิภาพ
2. ช่วยให้ผู้เรียนประเมินงานโดยใช้เกณฑ์อย่างสมเหตุสมผล
3. ส่งเสริมให้ผู้รู้จักประเมินตนเองอย่างมีเหตุผลและมีทักษะในการตัดสินใจ
4. ช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เนื้อหาอย่างมีความหมายและเป็นประโยชน์
5. ช่วยให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการใช้เหตุผลในการแก้ปัญหา

6. ช่วยให้ผู้เรียนสามารถกำหนดเป้าหมาย รวบรวมข้อมูลเชิงประจักษ์ ด้านความรู้ ทฤษฎีหลักการ ตั้งข้อสันนิษฐาน ตีความหมายและลงข้อสรุป
  7. ช่วยให้ผู้เรียนประสบความสำเร็จในการใช้ภาษาและสื่อความหมาย
  8. ช่วยให้ผู้เรียนสามารถคิดอย่างชัดเจน คิดอย่างถูกต้อง คิดอย่างแจ่มแจ้ง คิดอย่าง กว้างขวาง และคิดอย่างนุ่มลึก สมเหตุสมผล
  9. ช่วยให้ผู้เรียนเป็นผู้มีปัญญา กอปรด้วยความรับผิดชอบ ความมีระเบียบวินัย ความ มีเมตตาและเป็นผู้มีประโยชน์
  10. ช่วยให้ผู้เรียนสามารถอ่าน เขียน พูด ฟัง ได้ดี ช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาความสามารถ ในการเรียนรู้ตลอดชีวิตอย่างต่อเนื่องในสถานการณ์ที่โลกมีการเปลี่ยนแปลง
- พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2548: 33) กล่าวถึงประโยชน์ของการจัดการเรียนการสอนให้ผู้เรียน มีความคิดอย่างมีวิจารณญาณ ดังนี้

1. ช่วยให้ผู้เรียนสามารถปฏิบัติหน้าที่ในการทำงานอย่างมีหลักการและเหตุผล และได้ งานที่มีประสิทธิภาพ
2. ช่วยให้ผู้เรียนประเมินงานโดยใช้เกณฑ์อย่างสมเหตุสมผล
3. ส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักประเมินตนเองอย่างมีเหตุผล และฝึกการตัดสินใจ
4. ช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้เนื้อหาอย่างมีความหมายและเป็นประโยชน์
5. ช่วยให้ผู้เรียนฝึกทักษะการใช้เหตุผลในการแก้ปัญหา
6. ช่วยฝึก ให้ผู้เรียนกำหนดเป้าหมาย รวบรวมข้อมูลเชิงประจักษ์ ค้นหาความรู้ ทฤษฎี หลักการ ตั้งข้อสันนิษฐาน ตีความหมาย และลงข้อสรุป
7. ช่วยฝึกให้ผู้เรียนประสบความสำเร็จในการใช้ภาษาและสื่อความหมาย
8. ช่วยให้ผู้เรียนคิดอย่างชัดเจน คิดอย่างถูกต้อง คิดอย่างแจ่มแจ้ง คิดใ ห้กว้าง และ คิดอย่างนุ่มลึก ตลอดจนคิดอย่างสมเหตุสมผล
9. ช่วยให้ผู้เรียนเป็นผู้มีปัญญา กอปรด้วยความรับผิดชอบ ความมีระเบียบวินัย ความ เมตตา และเป็นผู้มีประโยชน์
10. ช่วยให้ผู้เรียนสามารถอ่าน เขียน พูด ฟัง ได้ดี
11. ช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ตลอดชีวิตได้ ตัวอย่างต่อเนื่องในโลกที่มีสถานการณ์ เปลี่ยนแปลงไปสู่ยุคสารสนเทศ

จากความสำคัญของการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยพอสรุปได้ว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณมีความสำคัญกับมนุษย์ในการใช้ชีวิตประจำวัน ให้สามารถดำเนินชีวิตอยู่ในโลกที่มีสถานการณ์เปลี่ยนแปลงตลอดเวลาได้ จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องจัดการเรียน รู้ให้ นักเรียนมีความคิดอย่างมีวิจารณญาณ เพื่อที่จะช่วยในการตัดสินใจในเรื่องต่างๆ ให้มีความ ผิดพลาดน้อยที่สุด

### 4.3 ประเภทและลักษณะของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

ประเภทของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ได้มีนักการศึกษาหลายท่านกล่าวไว้ในหลายลักษณะดังนี้

ทิตนา แคมณี และคณะ (2544: 78-79) ได้จำแนกประเภทของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ออกเป็น 4 ประเภท ดังนี้

1. การคิดที่มีวิจารณญาณ การคิดแบบนี้มีลักษณะการคิดคือ
  - 1) เป็นศิลปะของการคิดที่เกี่ยวกับความคิดของตนเองขณะที่ ตนกำลังคิด เพื่อจะช่วยให้ความคิดของตนเองมีความชัดเจน กระชับ ถูกต้อง มีความสัมพันธ์ ความคงเส้นคงวาและยุติธรรม
  - 2) เป็นศิลปะการสงสัยอย่างสร้างสรรค์
  - 3) เป็นศิลปะของการค้นหาและขจัดอคติ
  - 4) เป็นศิลปะของการนำตนเองความลึกซึ้งและการเรียนรู้การใช้เหตุผล
  - 5) เป็นการคิดที่ทำให้เราเกิดความรู้อย่างมีเหตุผลและกระจ่างชัดในสิ่งที่ไม่รู้
2. การคิดที่ไม่มีวิจารณญาณ การคิดแบบนี้มีลักษณะการคิดคือ
  - 1) เป็นการคิดที่ยึดติดกับความต้องการของตนเองหรือติดอยู่กับเงื่อนไขทางสังคมรวมทั้งอคติและความประทับใจที่ไม่มีเหตุผล
  - 2) เป็นการคิดที่ยึดตัวเองเป็นหลัก เป็นการคิดที่กระทำอย่างขาดความระมัดระวังรอบคอบ ขาดสมมติฐาน ขาดข้อมูลหลักฐานและแนวทางการนำไปใช้
3. การคิดที่มีวิจารณญาณแบบยึดความสนใจของตนเอง การคิดแบบนี้มีลักษณะของการคิดคือ
  - 1) เป็นการคิดที่มีความสอดคล้องกับหลักการและทฤษฎี ในขณะที่เรื่องที่คิดอยู่ในความสนใจของตนเอง
  - 2) เป็นทักษะการคิดอย่างชำนาญที่ตั้งอยู่บนสมมติฐานมีเหตุผล ข้อมูลและหลักฐานมีการนำไปใช้
  - 3) เป็นทักษะการคิดอย่างชำนาญที่ได้มาจากความสนใจการยึดตัวเองเป็นศูนย์กลางการยึดชนชั้นหรือกลุ่มของตนเองมากกว่าความเป็นจริงหรือเหตุผล
4. การคิดที่มีวิจารณญาณแบบเป็นกลางหรือยุติธรรม การคิดแบบนี้มีลักษณะการคิดคือ
  - 1) เป็นทักษะการคิดที่ชำนาญที่มีความสอดคล้องหลักการและทฤษฎีแม้ไม่ใช่เรื่องที่ตนเองสนใจ
  - 2) เป็นทักษะการคิดที่ชำนาญที่มีลักษณะของการรู้สึกเข้าใจในความคิดเห็นที่ขัดแย้งกับตนและยึดความจริงเป็นหลักไม่ยึดกับความสนใจของตนเพียงอย่างเดียว



3) เป็นทักษะการคิดที่ชำนาญ ที่แสดงให้เห็นถึงการยอมรับความคิดเห็นในแง่มุมต่างๆ และการยอมรับนั้นเกิดจากการมีความรู้สึกเข้าใจในความคิด นั้นๆ อย่างมีเหตุผล ไม่ยึดติด การคิดที่ไม่มีวิจารณญาณ การคิดที่มีวิจารณญาณแบบยึดความสนใจของตนเอง การคิดที่มี วิจารณญาณแบบเป็นกลางหรือยุติธรรม ในแต่ละประเภทของการคิดนั้นเป็นศิลปะของการคิดในแต่ ละบุคคลที่แตกต่างกันออกไป ซึ่งทำให้ลักษณะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของ บุคคลที่แสดงออกมา แตกต่างกันนั่นเอง

#### 4.4 กระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

การคิดอย่างมีวิจารณญาณ เป็นกระบวนการซับซ้อนที่ประกอบไปด้วยการรับรู้ การระลึก ถึงความรู้ที่มีอยู่ และการผสมผสานความรู้ด้วยการย่อยข้อมูลขึ้นมาใหม่เพื่อหาคำตอบ การคิดอย่าง มีวิจารณญาณประกอบด้วยกระบวนการต่างๆ ที่เกี่ยวกับการคิดเริ่มตั้งแต่เมื่อเผชิญปัญหาจนถึงขั้น สรุปรูป มีนักการศึกษา นักจิตวิทยา และผู้เชี่ยวชาญทางการศึกษา กล่าวไว้ในลักษณะที่ต่างกันไป ดังนี้

ดีคาโล (พรศรี ดาวรุ่งสุวรรณ. 2548: 32; อ้างอิงจาก Decaroli. 1973: 67-69) ได้เสนอ แนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ดังนี้

1. การนิยาม เป็นการกำหนดปัญหา ทำความตกลงเกี่ยวกับความหมายของคำ และข้อความและการกำหนดเกณฑ์
2. การแสวงหาสมมติฐาน การคิดถึงความสัมพันธ์เชิงเหตุผล การหาทางเลือก และการพยากรณ์
3. การประมวลผลข่าวสาร เป็นการระบุข้อมูลที่จำเป็น รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง หาหลักฐาน และจัดระบบข้อมูล
4. การตีความหมายข้อเท็จจริงและการสรุปอ้างอิงจากหลักฐาน การระบุอคติ
5. การใช้เหตุผล โดยระบุเหตุและผล ความสัมพันธ์เชิงตรรกศาสตร์
6. การประเมินผล โดยอาศัยเกณฑ์ การกำหนดความสมเหตุสมผล

วัตสัน และเกลเซอร์ (ปิยะอนงค์ นิสาวัดนานันท์. 2551: 31-32; อ้างอิงจาก Watson; & Glaser. 1964: 1-10) ได้ให้แนวคิดว่าการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ประกอบด้วยเจตคติความรู้และ ทักษะ ดังนี้

1. เจตคติ หมายถึง เจตคติในการแสวงหาความรู้ ความสามารถในการตระหนักถึง ปัญหาที่เป็นอยู่ และการยอมรับหลักฐานสำคัญที่มาสันนิษฐานเพื่อยืนยันว่า เป็นจริง
2. ความรู้ หมายถึง ความรู้ในการหาแหล่งข้อมูลอ้างอิง การให้น้ำหนัก หรือความ ถูกต้องของหลักฐานต่างๆ ด้วยเหตุและผล
3. ทักษะ หมายถึง ทักษะในการใช้และการประยุกต์ใช้เจตคติและความรู้ดังกล่าว วัตสัน และ เกลเซอร์ ได้ทำการศึกษาค้นคว้าอย่างต่อเนื่องจนได้ผลสรุปว่า การคิดอย่างมี วิจารณญาณ สามารถวัดได้โดยใช้แบบทดสอบย่อย 5 ฉบับ เพื่อวัดความสามารถในด้านต่างๆ ที่ รวมกันเป็นความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ดังนี้

3.1 ความสามารถในการอ้างอิง เป็นความสามารถในการจำแนกความน่าจะเป็นของข้อสรุปว่าข้อสรุปใดเป็นจริงหรือเป็นเท็จ ในการลงข้อสรุปอ้างอิงข้อมูลที่กำหนดให้

3.2 ความสามารถในการตระหนักถึงข้อตกลงเบื้องต้น เป็นความสามารถในการรับรู้ข้อตกลงเบื้องต้นหรือข้อความสมมติที่กำหนดในประโยค โดยสามารถจำแนกได้ว่า ข้อความใดเป็นข้อตกลงเบื้องต้นหรือไม่เป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้น

3.3 ความสามารถในการนิรนัย เป็นความสามารถในการหาข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผลโดยการรับรู้ถึงความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งต่างๆ ที่กำหนดให้ เพื่อตัดสิน ลงข้อสรุป ข้อความที่เป็นไปได้

3.4 ความสามารถในการตีความ เป็นความสามารถในการลงความเห็นและอธิบายความเป็นไปได้ของข้อสรุป จำแนกได้ว่าข้อสรุปที่เป็นไปได้ตามสถานการณ์ที่กำหนดให้

3.5 ความสามารถในการประเมินข้อโต้แย้ง เป็นความสามารถในการประเมินน้ำหนักข้อมูลเพื่อตัดสินว่าเข้าประเด็นกับเรื่องหรือไม่ เห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วย ควรหรือไม่ควร

นีดเลอร์ (Woolfolk. 1987: 312; citing Kneedler. 1985: 227) ได้กำหนดความสามารถในกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็น 3 กลุ่ม คือ

1. การนิยามและทำความเข้าใจของปัญหาซึ่งจำแนกเป็นความสามารถย่อยๆ ได้แก่

1.1 การระบุเรื่องราวที่สำคัญหรือการระบุปัญหา เป็นความสามารถในการระบุความสำคัญของเรื่องที่อ่าน การอ้างเหตุผล ภาพล่อทางการเมือง การใช้เหตุผลต่างๆ และข้อสรุปในการอ้างเหตุผล

1.2 การเปรียบเทียบความคล้ายคลึง และความแตกต่างระหว่างคน วัตถุสิ่งของ ความคิด หรือผลลัพธ์ตั้งแต่ 2 อย่างขึ้นไป

1.3 การกำหนดว่าข้อมูลใดมีความเกี่ยวข้อง เป็นความสามารถในการจำแนกระหว่างข้อมูลที่สามารถพิสูจน์ความถูกต้องได้กับข้อมูลที่ไม่สามารถพิสูจน์ความถูกต้องได้รวมทั้งการจำแนกระหว่างข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องกับเรื่องราว

1.4 การกำหนดคำถามที่เหมาะสม เป็นความสามารถในการกำหนดคำถามซึ่งจะนำไปสู่ความเข้าใจที่ลึกซึ้งและชัดเจนเกี่ยวกับเรื่องราว

2. การพิจารณาตัดสินข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กับปัญหาจำแนกเป็นความสามารถย่อยๆ ได้แก่

2.1 การจำแนกหลักฐาน เป็นลักษณะข้อเท็จจริง ความคิดเห็น ซึ่งพิจารณาตัดสินโดยใช้เหตุผล เป็นความสามารถในการประยุกต์เกณฑ์ต่างๆ เพื่อการพิจารณาตัดสินลักษณะคุณภาพของการสังเกตและการคิดหาเหตุผล

2.2 การตรวจสอบความสอดคล้อง เป็นความสามารถในการตัดสินว่าข้อความหรือสัญลักษณ์ที่กำหนดมีความสอดคล้องสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน และมีความสอดคล้องกับบริบททั้งหมดหรือไม่

2.3 การระบุข้อตกลงเบื้องต้นที่ไม่ได้กล่าวอ้าง เป็นความสามารถในการระบุว่าข้อตกลงเบื้องต้นในที่ไม่ได้กล่าวไว้ในการอ้างเหตุผล

2.4 การระบุภาพพจน์ ในการอ้างเหตุผล เป็นความสามารถของการระบุความคิดเห็นที่บุคคลยึดติด หรือความคิดตามประเพณีนิยม

2.5 การระบุความมีอคติปัจจัยทางอารมณ์และการโฆษณา เป็นความสามารถในการระบุความมีอคติในการอ้างเหตุผลและการตัดสินความเชื่อถือได้ของแหล่งข้อมูล

2.6 การระบุความแตกต่างระหว่างระบบค่านิยมและอุดมการณ์ เป็นความสามารถในการระบุความคล้ายคลึงและความแตกต่างระหว่างระบบค่านิยมและอุดมการณ์

3. การแก้ปัญหาหรือการลงข้อสรุป จำแนกเป็น 2 ความสามารถย่อย ได้แก่

3.1 การระบุความเพียงพอของข้อมูล เป็นความสามารถในการตัดสินใจว่าข้อมูลที่มีอยู่เพียงพอทั้งด้านปริมาณและคุณภาพต่อการนำไปสู่ข้อสรุป การตัดสินใจ หรือการกำหนดสมมติฐานที่เป็นไปได้หรือไม่

3.2 การพยากรณ์ผลลัพธ์ที่อาจเป็นไปได้ เป็นความสามารถในการทำนายผลลัพธ์ที่อาจเป็นไปได้ของเหตุการณ์ หรือชุดของเหตุการณ์ต่างๆ

เอนนิส (Ennis) ซึ่งได้นิยามการคิดอย่างมีวิจารณญาณเผยแพร่เป็นครั้งแรกในปี 1962 และได้ปรับขยายคำนิยามให้ครอบคลุมมากขึ้นในปี 1985 และต่อมาในปี 1989 เขาได้เขียนหนังสือร่วมกับนอริส (Noris) มีชื่อว่า Evaluating Critical Thinking คำนิยามในหนังสือนี้มีความหมายเช่นเดียวกันกับคำนิยามที่เคยให้ไว้คือ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ เป็นการคิดอย่างมีเหตุผล และการคิดแบบไตร่ตรองเพื่อการตัดสินใจก่อนจะเชื่อหรือก่อนจะลงมือปฏิบัติ (Ennis. 1985: 45-48) และเสนอแนวคิดเกี่ยวกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณไว้ดังนี้

1. ทักษะการนิยาม ได้แก่ การระบุจุดสำคัญของประเด็นปัญหา ข้อสรุป ระบุเหตุผล ทั้งที่ปรากฏและไม่ปรากฏ การตั้งคำถามที่เหมาะสมในแต่ละสถานการณ์ การระบุเงื่อนไข และข้อตกลงเบื้องต้น

2. ทักษะการตัดสินข้อมูล ได้แก่ การตัดสินความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล การตัดสินความเกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหา การพิจารณาความสอดคล้อง

3. ทักษะการสรุปอ้างอิงในการแก้ปัญหาและการลงสรุปอย่างสมเหตุสมผล ได้แก่ การอ้างอิงและการสรุปแบบอุปนัย การนิรนัยโดยมีความตรง การทำนายสิ่งที่จะเกิดขึ้นตามมาอย่างน่าเชื่อถือ

เวลล์มอลซ์ (Quellmalz. 1985: 312) ได้สรุปความคล้ายคลึงกันของทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณระหว่างทฤษฎีของนักจิตวิทยากับทฤษฎีของนักปรัชญาใน 4 ขั้นตอนย่อยของกระบวนการคิด ดังนี้

1. ขั้นการนิยามปัญหา ตามทฤษฎีของนักจิตวิทยาเป็นการค้นหาองค์ประกอบที่สำคัญของปัญหากับขั้นการทำความกระจ่างตามทฤษฎีของนักปรัชญา ซึ่งประกอบด้วย การกำหนดคำถามวิเคราะห์องค์ประกอบของปัญหาและการนิยามคำถาม

2. ขั้นการระบุข้อมูล เนื้อหาและกระบวนการที่จำเป็นในการแก้ปัญหา ตามทฤษฎีของนักจิตวิทยา ตรงกับขั้นการตัดสินใจที่เชื่อถือได้ของข้อมูลที่นำมาสนับสนุน แหล่งข้อมูล ตลอดจนข้อมูลที่ได้จากการสังเกต ตามทฤษฎีของนักปรัชญา

3. ขั้นการนำข้อมูลมาประกอบใช้เพื่อการแก้ปัญหาตามทฤษฎีทางจิตวิทยาตรงกับขั้นการคิดหาเหตุผลตามทฤษฎีของนักปรัชญา ซึ่งประกอบด้วย การคิดหาเหตุผลเชิงอนุมานและการคิดหาเหตุผลเชิงอุปมาน

4. ขั้นการประเมินผลสำเร็จของคำตอบตามทฤษฎีของนักจิตวิทยา ตรงกับขั้นการใช้เกณฑ์ในการตัดสินใจเพียงพอของคำตอบตามทฤษฎีของนักปรัชญา

มิลวัลล์ สมคักดี (2540: 34-36) กล่าวว่า กระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณนั้น ประกอบด้วย การนิยามปัญหา การรวบรวมข้อมูล การจัดระบบข้อมูล การตั้ง สมมติฐาน การสรุปอ้างอิงโดยใช้หลักตรรกศาสตร์และการประเมินการสรุปอ้างอิง ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. การนิยามปัญหา หมายถึง การกำหนดปัญหาและการทำความเข้าใจของปัญหา โดยการพิจารณาข้อมูล เพื่อกำหนดปัญหาข้อโต้แย้งหรือข้อมูลที่คลุมเครือรวมทั้งการนิยามความหมายของคำและข้อความการนิยามปัญหาเป็นกระบวนการที่เป็นจุดเริ่มต้นของการคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นการกระตุ้นให้บุคคลเริ่มต้นคิดเมื่อตระหนักว่ามีปัญหาหรือข้อโต้แย้ง หรือได้รับข้อมูลข่าวสารที่คลุมเครือจะพยายามหาคำตอบที่สมเหตุสมผลเพื่อทำความเข้าใจกับปัญหานั้น ปัญหาจึงเป็นสิ่งเร้าซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

2. การรวบรวมข้อมูล หมายถึง การรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหา ข้อโต้แย้งหรือข้อมูลที่คลุมเครือจากแหล่งต่างๆ รวมทั้งการดึงข้อมูลหรือความรู้จากประสบการณ์เดิมที่มีอยู่มาใช้เมื่อบุคคลที่พบกับปัญหาหรือ อพบกับความสงสัย จะแสวงหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหานั้นจากแหล่งต่างๆ ให้มากที่สุด เพื่อครอบคลุมปัญหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหาที่จำเป็นต้องใช้กระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณนั้น เป็นข้อมูลที่เป็นปัญหาข้อโต้แย้งหรือข้อมูลคลุมเครือ ดังนั้นวิธีกา รรวบรวมข้อมูลที่เป็นสำหรับการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ได้แก่ การสังเกตทั้งการสังเกตด้วยตนเองและการรวบรวมข้อมูลจากการรายงานผลและการสังเกตของผู้อื่น

3. การจัดระบบข้อมูล หมายถึง การพิจารณาความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล พิจารณาความพอเพียงของข้อมูลและการจัดระบบข้อมูล ภายหลังจากได้รวบรวมข้อมูลจะต้องพิจารณาความน่าเชื่อถือของแหล่งที่มาของข้อมูล เพราะข้อมูลที่ได้มาจากแหล่งที่ไม่น่าเชื่อถืออาจ

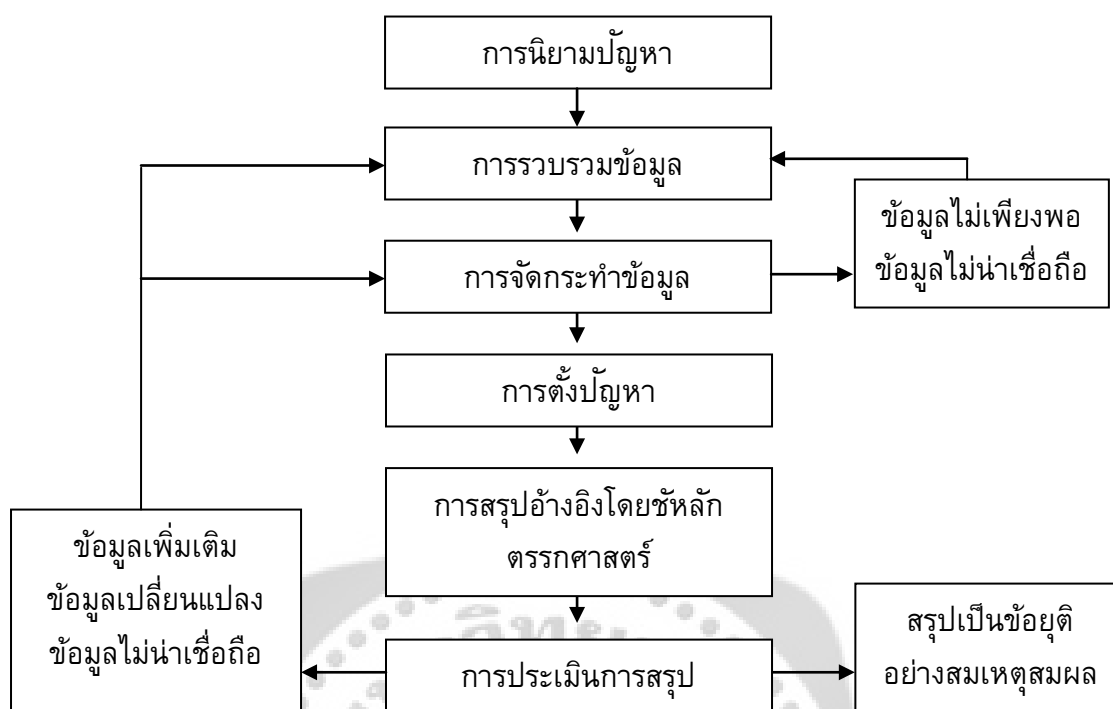
นำไปสู่การสรุปที่อาจผิดพลาดได้ ถ้าประเมินแล้วพบว่าข้อมูลที่มาจากแหล่งที่ขาดความน่าเชื่อถือก็จะตัดทิ้ง ส่วนข้อมูลที่มาจากแหล่งที่ น่าเชื่อถือก็จะเก็บไว้ใช้ต่อไป ขณะเดียวกันจะต้องประเมินความถูกต้องและความเพียงพอของข้อมูลได้ว่าจะนำไปสู่การสรุปอ้างอิงได้หรือไม่ ในการสรุปอ้างอิงถ้าข้อมูลไม่เพียงพอจะต้องรวบรวมข้อมูลเพิ่มเติมอีก เมื่อรวบรวมข้อมูลมาจากแหล่งที่น่าเชื่อถือและข้อมูลถูกต้องเพียงพอแล้วจะต้องมีการจัดระบบข้อมูลที่รวบรวมได้โดยแยกแยะความแตกต่างของข้อมูลคือ จำแนกความแตกต่างระหว่างข้อมูลที่ชัดเจนกับข้อมูลที่คลุมเครือ ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหาการระบุข้อตกลงเบื้องต้น เพื่อนำมาจัดกลุ่มจัดลำดับความสำคัญของข้อมูล เพื่อใช้เป็นแนวทางในการตั้งสมมติฐาน

4. การตั้งสมมติฐาน หมายถึง การพิจารณาแนวทางสรุปอ้างอิงของปัญหา ข้อโต้แย้งหรือข้อมูลที่คลุมเครือ โดยมีการนำข้อมูลที่มีการจัดระบบแล้วมาพิจารณาเชื่อมโยงหาความสัมพันธ์เพื่อกำหนดแนวทางการสรุปที่น่าจะเป็นไปได้ว่า จากข้อมูลที่ปรากฏสามารถเป็นไปได้ในทิศทางใดบ้างเพื่อที่จะได้พิจารณาเลือกแนวทางที่เป็นไปได้มากที่สุดหรือการตัดสินใจอย่างสมเหตุสมผลต่อไป

5. การสรุปอ้างอิงโดยใช้หลักตรรกศาสตร์หมายถึง การพิจารณาเลือกแนวทางที่สมเหตุสมผลที่สุดจากข้อมูลและหลักฐานที่มีอยู่หลังจากกำหนดแนวทางเลือกที่อาจเป็นไปได้ก็พยายามเลือกวิธีการหรือแนวทางที่เป็นไปได้มากที่สุดที่จะนำไปสู่การสรุปที่สมเหตุสมผล การใช้เหตุผลเป็นทักษะการคิดที่จำเป็นต่อการตัดสินใจสรุปปัญหา เป็นทักษะการคิดที่สำคัญของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เพราะการคิดที่ดีนั้นขึ้นอยู่กับการใช้เหตุผลที่ดี ข้อสรุปที่ดีที่สุดจะต้องได้รับการสนับสนุนจากเหตุผลที่ดีด้วย (Norris; & Ennis. 1989) ดังนั้นการคิดอย่างมีวิจารณญาณจึงจำเป็นต้องใช้เหตุผลที่ดีเพื่อนำไปสู่ข้อสรุปเป็นข้อยุติอย่างสมเหตุสมผล และคุณลักษณะของการคิดอย่างมีวิจารณญาณมีความสัมพันธ์กับการใช้เหตุผลแบบตรรกศาสตร์ หรือใช้เหตุผลแบบอุปมานและอนุमान หรือการสรุปอ้างอิงโดยใช้หลักตรรกศาสตร์

6. การประเมินการสรุปอ้างอิง หมายถึง การประเมินความสมเหตุสมผลของการสรุปอ้างอิงหลังจากตัดสินใจสรุป โดยใช้ หลักตรรกศาสตร์จะต้องประเมินข้อสรุปอ้างอิงว่าสมเหตุสมผลหรือไม่รวมทั้งพิจารณาว่า ข้อสรุปนั้นสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หรือไม่ผลที่เกิดขึ้นจะเป็นอย่างไร ถ้าข้อมูลที่ได้รับมีการเปลี่ยนแปลงและได้รับข้อมูลเพิ่มเติมต้องกลับไปรวบรวมข้อมูลที่มีอยู่อีกครั้ง เพื่อตั้งข้อสมมติฐานและสรุปอ้างอิงใหม่

กระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ มีลำดับขั้นของการคิดตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ดังเสนอในภาพประกอบ 4



ภาพประกอบ 4 กระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

ที่มา: มลิวัลย์ สมศักดิ์. (2540). รูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนในโครงการขยายโอกาสทางการศึกษาขั้นพื้นฐาน. หน้า 37.

วรรณา บุญฉิม (2541: 18) ได้สรุปลักษณะของกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณโดยใช้แนวคิดของ Dressel โดยปรับปรุงข้อความและสถานการณ์ที่ใช้ในการออกแบบทดสอบให้มีความเหมาะสมกับกลุ่มตัวอย่าง มีขั้นตอนดังนี้

1. การตระหนักและเห็นปัญหาที่มีอยู่
2. การตั้งสมมติฐาน
3. การคิดหาวิธีทดสอบสมมติฐาน
4. การรวบรวมข้อมูลและข้อเท็จจริง
5. การรับหรือปฏิเสธสมมติฐาน
6. การสรุปผลหรือสรุปคำตอบ

ทีศนา แคมมณีและคณะ (2544: 150-151) ได้นำเสนอกระบวนการแนวคิดอย่างมีวิจารณญาณ ดังนี้

1. การนิยามและการทำความเข้าใจของปัญหา ประกอบด้วย
  - 1.1 การระบุเรื่องราวที่สำคัญหรือการระบุปัญหา
  - 1.2 การเปรียบเทียบความคล้ายคลึงและความแตกต่างของคน ความคิด วัตถุประสงค์ของหรือของตั้งแต่ 2 อย่างขึ้นไป

1.3 การตัดสินใจระหว่างข้อมูลที่ชัดเจนกับข้อมูลที่คลุมเครือข้อมูลที่เกี่ยวข้องหรือไม่เกี่ยวข้อง ข้อมูลที่จำเป็นกับข้อมูลที่ไม่จำเป็น

1.4 การตั้งคำถามที่จะนำไปสู่ความเข้าใจที่ลึกซึ้งและชัดเจนเกี่ยวกับเรื่องราวหรือสถานการณ์

2. การพิจารณาตัดสินใจข้อมูลที่สัมพันธ์กับปัญหา ประกอบด้วย

2.1 การจำแนกความแตกต่างระหว่างข้อเท็จจริง ความคิดเห็นและการตัดสินใจอย่างมีเหตุผล

2.2 การตัดสินใจว่าข้อความหรือสัญลักษณ์ที่กำหนดให้มีความสอดคล้องสัมพันธ์ซึ่งกันและกันและสอดคล้องกับบริบททั้งหมดหรือไม่

2.3 การระบุข้อสมมติฐานที่ไม่ได้กล่าวไว้ในการอ้างเหตุผล

2.4 การระบุความคิดที่คนยึดติดหรือความคิดดั้งเดิมที่เกี่ยวกับคน กลุ่ม คน การระบุความคิด ปัจจัยด้านอารมณ์ การโฆษณา การเข้าข้างตนเอง

2.5 การระบุความคล้ายคลึงและความแตกต่างระหว่างระบบค่านิยมและอุดมการณ์ที่แตกต่างกัน

3. การแก้ปัญหาและการลงสรุป ประกอบด้วย

3.1 การระบุความเพียงพอของข้อมูล

3.2 การพยากรณ์ผลลัพธ์ที่อาจเป็นไปได้

นวลลออ ทินานนท์ (2545: 38) ได้สรุปกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณมี 7 ขั้นตอน ดังนี้

1. การนิยาม เป็นการกำหนดปัญหาทำความเข้าใจเกี่ยวกับความหมายของคำข้อความและการกำหนดกฎเกณฑ์

2. การแสวงหาสมมติฐาน เป็นการคิดถึงความสัมพันธ์เชิงเหตุผล หาทางเลือกและการพยากรณ์

3. การประมวลข่าวสารเป็นการระบุข้อมูลที่จำเป็นรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องหาหลักฐานและเก็บระบบข้อมูล

4. การตีความข้อเท็จจริงและการสรุปอ้างอิงจากหลักฐาน

5. การใช้เหตุผลโดยระบุเหตุผลความสัมพันธ์เชิงตรรกศาสตร์

6. การประเมินผลโดยอาศัยความสัมพันธ์เชิงตรรกศาสตร์ การประยุกต์ใช้เป็นการสรุปอ้างอิงหรือนำไปปฏิบัติ

จากการศึกษากระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณตามแนวความคิดข้างต้นนั้น จะเห็นว่าความรู้กับความคิดเป็นสิ่งที่ต้องเกิดควบคู่กันไปเสมอ เป็นการทำงานของสมองเพื่อค้นหาความหมายของสิ่งต่างๆ ตามประสบการณ์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณสามารถพัฒนาและฝึกฝนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ทักษะพื้นฐานในการคิด การได้ลงมือกระทำตามความคิดของตนเองและประเมินผลความคิดของตนเองได้ จะนำไปสู่ผลสำเร็จในการเรียนรู้ การคิดอย่างมี วิจารณ์ญาณมี

กระบวนการคิดที่ผสมผสานความรู้และใช้ทักษะการตัดสินใจ การตรวจสอบสถานการณ์ การทดลอง การแก้ปัญหา การประดิษฐ์คิดค้นจะเห็นว่ามีคุณสมบัติคล้ายกันในแต่ละแนวคิดที่ ออกแบบเพื่อการทดสอบให้เหมาะสมกับวัยของเด็กที่จะศึกษา ซึ่งประกอบด้วย กระบวนการนี้ ยาม ปัญหา การเลือกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา การตระหนักในข้อตกลงเบื้องต้น การกำหนดและเลือก สมมติฐาน การสรุปอย่างสมเหตุสมผล ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นการคิดที่มี เหตุผล ซึ่งผู้ที่มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณนั้น ต้องมีทักษะในการคิดระดับสูง

ศันสนีย์ ฉัตรคุปต์ (2548: 32-38) กล่าวถึงการคิดอย่างมีวิจารณญาณว่า มีส่วนประกอบ 3 ส่วนดังนี้

1. กระบวนการทำงานของการคิด มีอยู่ 2 ส่วนคือ

1.1 กระบวนการผสมผสานความรู้ คือการใช้ทักษะขั้นพื้นฐานต่างๆ ในการ ย่อยข้อมูลด้วยยุทธวิธีต่างๆ โดยมีทักษะการเปรียบเทียบ การจัดหมวดหมู่ การคาดคะเน การ พิจารณาจากข้อเท็จจริง การวิเคราะห์ข้อผิดพลาดของเหตุผล การสร้างข้อถกเถียงการวิเคราะห์ข้อ สันนิษฐาน การวิเคราะห์ระบบ ด้วยยุทธวิธีสร้างความรู้ด้วยการตัดสินใจ การตรวจสอบสถานการณ์ การทดลอง การแก้ปัญหาและการประดิษฐ์คิดค้น ดังตาราง 1

ตาราง 1 กระบวนการผสมผสานความรู้ที่เกี่ยวกับการใช้ทักษะพื้นฐานการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

กระบวนการผสมผสานความรู้	
ทักษะพื้นฐานในการย่อยข้อมูล	ยุทธวิธีในการสร้างความรู้
การเปรียบเทียบ	การตัดสินใจ
การจัดหมวดหมู่	การตรวจสอบสถานการณ์
การคาดคะเน	การทดลอง
การพิจารณาจากข้อเท็จจริง	การแก้ปัญหา
การวิเคราะห์ข้อผิดพลาดของเหตุผล	การประดิษฐ์คิดค้น
การสร้างข้อถกเถียง	
การวิเคราะห์ข้อสันนิษฐาน	
การวิเคราะห์ระบบ	

ที่มา: ศันสนีย์ ฉัตรคุปต์. 2548; อ้างอิงจาก Marzano: 1992. *ฝึกสมองให้คิดอย่างมี วิจารณญาณ*. หน้า 33.



ตาราง 2 กระบวนการผสมผสานความรู้ที่เกี่ยวกับการใช้ทักษะพื้นฐานการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

กระบวนการผสมผสานความรู้ การใช้ทักษะต่างๆ สำหรับการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
1. การตั้งประเด็นคำถาม
2. การวิเคราะห์ข้อถกเถียง
3. การถามและตอบคำถามได้ชัดเจนตรงประเด็น
4. การตัดสินใจที่น่าเชื่อถือของข้อมูล
5. การสังเกตและตัดสินใจจากรายงานผลการสังเกต
6. การคาดคะเนตามหลักเหตุผล
7. การสรุปและตัดสินใจโดยให้เหตุผลตามข้อเท็จจริง
8. การสร้างการตัดสินใจที่ถูกต้อง
9. การระบุนิยามศัพท์และการกำหนดคำจำกัดความ
10. การกำหนดสมมติฐาน
11. การกำหนดแนวทางการปฏิบัติ
12. การปฏิสัมพันธ์กับเรื่องอื่นอย่างใคร่ครวญพิจารณา

ที่มา: ศันสนีย์ ฉัตรคุปต์. 2548; อ้างอิงจาก Ennis: 1987. *ฝึกสมองให้คิดอย่างมี  
วิจารณญาณ*. หน้า 34.

จากตาราง 2 ในกระบวนการผสมผสานความรู้นั้น จำเป็นต้องมีทักษะต่างๆ สำหรับการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ทักษะเหล่านั้นได้แก่ การตั้งประเด็นคำถาม การวิเคราะห์ข้อถกเถียง การถามและตอบคำถามได้ชัดเจนตรงประเด็น การตัดสินใจที่น่าเชื่อถือของข้อมูล การสังเกตและการตัดสินใจจากรายงานผลการสังเกต การคาดคะเนตามหลักเหตุผล การสรุปและตัดสินใจโดยให้เหตุผลตามข้อเท็จจริง การสร้างการตัดสินใจที่ถูกต้อง การระบุนิยามศัพท์และการกำหนดคำจำกัดความ การกำหนดสมมติฐาน การกำหนดแนวทางการปฏิบัติ และการปฏิสัมพันธ์กับเรื่องอื่นอย่างใคร่ครวญ

1.2 กระบวนการจัดการและควบคุม ความคิด ซึ่งมีขั้นตอนการทำงานคือวางแผนปรับยุทธวิธีและทักษะพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับความคิด เพื่อให้เกิดผลสำเร็จประเมินผลการทำงานของความคิดของตนเอง ควบคุมการทำงานของความคิดปรับเปลี่ยนความคิดตามผลของการประเมินเป็นระยะๆ

การพัฒนากระบวนการจัดการควบคุมความคิดคือ ให้อิสระในการคิดฝึกให้ใช้ทักษะพื้นฐานสำหรับการคิดอย่างมีวิจารณญาณทั้งในการย่อยข้อมูลและการสร้างความรู้ใหม่ ให้พูดถึงความคิดของตนเองและลงมือกระทำตามความคิดของตน ซึ่งจะช่วยให้รู้เท่าทันความคิด สามารถประเมินความคิดของตน รวมถึงสามารถควบคุมความคิดและปรับเปลี่ยนความคิดของตนเองได้

2. การก่อเกิดความคิด ความคิดเกิดจากกระบวนการทำงานของการคิดทั้งในส่วน of กระบวนการผสมผสานความรู้ และส่วนของกระบวนการจัดการและควบคุมการคิดยุทธวิธีที่ทำให้เกิดความคิดและพฤติกรรมที่ฉลาดและเกิดผลดี ได้แก่ รู้จักเลือกใช้ข้อมูลที่น่าเชื่อถือ อมองหาหลักฐานสนับสนุน เปิดใจกว้างรับฟังความคิดเห็น ตั้งใจทำงานจนสำเร็จ เปลี่ยนความคิดเห็นเมื่อมีเหตุผลที่ควรรับฟัง ไม่ด่วนตัดสินความหากยังมีหลักฐานไม่เพียงพอ

3. ความรู้ คือ สิ่งที่เราได้รับรู้ซึ่งอาจจะมาจากการจำมาจากการนำความรู้ใหม่ผสมผสานกับความรู้เดิม ในขณะที่การรู้ คือ กระบวนการรับรู้ซึ่งสมองได้รับรู้และอาจจะเก็บเป็นความรู้หรือไม่เก็บไว้เป็นความรู้ก็ได้ เช่น ในกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณซึ่งเป็นทักษะการคิดระดับสูง อาจจำเป็นต้องใช้ทักษะการคิดแทน หรือทักษะการคิดพื้นฐานหลายทักษะ เช่น จำแนก แยกแยะเปรียบเทียบ จัดกลุ่ม เชื่อมโยง จัดลำดับ ตั้งสมมติฐาน ประเมิน เลือกลงและสรุป เป็นต้น

#### 4.5 กรอบแนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

การคิดวิจารณ์ญาณ เป็นการคิดอย่างมีเหตุผลที่จะนำไปสู่การตัดสินใจอย่างรอบคอบ ซึ่งเป็นพื้นฐานของการคิดในขั้นสูง คือ การแก้ปัญหา และการคิดสร้างสรรค์ จากการศึกษาพบว่า มีผู้เสนอแนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการคิดวิจารณ์ญาณไว้หลายแนว ในที่นี้ จึงนำเสนอแนวคิดทฤษฎีความสามารถทางสมองที่แสดงให้เห็นกระบวนการคิดวิจารณ์ญาณ ดังนี้

ทฤษฎีพัฒนาการทางเชาวน์ปัญญาของ เพียเจต์ (อรรณี รัตนิวิจิตร. 2543: 7-8; อ้างอิงจาก Piaget. 1969) ได้กล่าวว่า ทฤษฎีพัฒนาการทางเชาวน์ปัญญาของ เพียเจต์ มีแนวคิดที่ว่า เชาวน์ปัญญาเป็นการปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมทั้งทางชีวภาพและสังคม ส่วนพัฒนาการทางเชาวน์ปัญญา เป็นผลมาจากประสบการณ์ที่เด็กมีปฏิสัมพันธ์อย่างต่อเนื่องกับสิ่งแวดล้อม มรดบตัวตั้งแต่เกิด การมีปฏิสัมพันธ์นี้ทำให้มีการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา เพื่อให้เกิดความสมดุลระหว่างบุคคล และสิ่งแวดล้อมภายนอก รวมทั้งกระบวนการคิดของคน โมเดลการคิดของ เพียเจต์ ประกอบด้วย มโนมิตที่สำคัญ 2 มโนมิต คือ การดูดซึมเข้าโครงสร้าง หมายถึง การตีความหรือการรับข้อมูลจากภายนอกเข้าสู่โครงสร้างทางความคิด โดยอาศัยความรู้หรือวิธีการที่มีอยู่แล้ว และการปรับโครงสร้าง หมายถึง การสังเกตคุณสมบัติตามความจริงของวัตถุหรือสิ่งแวดล้อม แล้วปรับโครงสร้างทางความคิดให้เข้ากับความเป็นจริงนั้น ดังนั้น การดูดซึมเข้าโครงสร้างจึงเป็นกระบวนการปรับสิ่งแวดล้อมภายนอกให้เข้ากับโครงสร้างทางความคิด และการปรับโครงสร้างจึงเป็นการปรับโครงสร้างทางความคิดให้เข้ากับสิ่งแวดล้อม

กระบวนการปรับตัวดังกล่าว ทำให้พัฒนาการความสามารถทางสมองของมนุษย์เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง เรียกว่า ขั้นพัฒนาการ ซึ่งเพียเจท์ ได้เสนอว่า พัฒนาการของความสามารถทางสมองของมนุษย์นั้นแบ่งออกเป็น 4 ขั้น ดังนี้

1. ขั้นประสาทสัมผัสและการเคลื่อนไหว เริ่มตั้งแต่แรกเกิดถึง ประมาณ 2 ขวบ เป็นขั้นของพัฒนาการทางสติปัญญา ความคิดก่อนระยะเวลาที่เด็กอ่อนจะพูด และใช้ภาษาได้ สติปัญญา ความคิดของเด็กในวัยนี้ แสดงออกโดยทางการกระทำ เด็กสามารถแก้ปัญหาได้ แม้ว่าจะไม่สามารถที่จะอธิบายได้

2. ขั้นก่อนการปฏิบัติการ อายุประมาณ 2 ขวบ – 7 ปี เด็กวัยนี้มีโครงสร้างของสติปัญญาที่จะใช้สัญลักษณ์แทนวัตถุสิ่งของที่อยู่รอบๆ ตัวได้ หรือมีพัฒนาการทางด้านภาษา เด็กวัยนี้ จะเริ่มด้วยการพูดเป็นประโยคและเรียนรู้คำต่างๆ เพิ่มขึ้น เด็กจะรู้จักคิดในใจ ความคิดของเด็กวัยนี้ยังขึ้นอยู่กับความรู้เป็นส่วนใหญ่ ไม่สามารถที่จะใช้เหตุผลอย่างลึกซึ้ง แต่เป็นขั้นที่เด็กเริ่มใช้ภาษา สามารถที่จะบอกชื่อสิ่งต่างๆ ที่อยู่รอบตัวเขา และเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของเขา สามารถที่จะเรียนรู้สัญลักษณ์ และใช้สัญลักษณ์ได้ เด็กในวัยนี้ มักจะเล่นสมมติเช่น พูดกับตุ๊กตาเหมือนพูดกับคนจริงๆ เด็กวัยนี้ มีความตั้งใจที่ละเอียด และยังไม่สามารถที่จะเข้าใจสิ่งที่เท่ากัน แม้ว่า จะเปลี่ยนรูปร่าง หรือแปรสภาพ หรือเปลี่ยนที่วางควรจะยังคงเท่ากัน และยังไม่สามารถที่จะเปรียบเทียบสิ่งของมากและน้อย ยาวและสั้น ได้อย่างแท้จริง และมีการยึดตัวเองเป็นศูนย์กลาง ไม่สามารถที่จะเข้าใจความคิดเห็นของผู้อื่น

3. ขั้นปฏิบัติการด้านรูปธรรม อายุประมาณ 7 – 11 ปี เด็กวัยนี้ สามารถที่จะสร้างกฎเกณฑ์ และตั้งเกณฑ์ในการแบ่งสิ่งแวดล้อม ออกเป็นหมวดหมู่ได้ เด็กวัยนี้ สามารถที่จะเข้าใจเหตุผลว่า ของที่มีขนาดเท่ากัน แม้ว่าจะแปรรูปร่าง ก็ยังคงจะมีขนาดเท่ากันหรือคงตัว นอกจากนี้ เด็กเข้าใจความหมายของการเปรียบเทียบว่าของจะสูงกว่าหนักรกว่า หรือเบากว่า เช่นเดียวกับมากหรือน้อย และการคิดยึดตนเองเป็นศูนย์กลางน้อยลง

4. ขั้นปฏิบัติการด้านนามธรรม อายุประมาณ 12 ปี ขึ้นไป ในขั้นนี้พัฒนาการทางสติปัญญาและความคิดของเด็กเป็นขั้นสุดยอด คือ เด็กในวัยนี้จะเริ่มคิดเป็นผู้ใหญ่ ความคิดแบบเด็กจะสิ้นสุดลง เด็กสามารถที่จะคิดหาเหตุผลนอกเหนือไปจากข้อมูลที่มีอยู่ สามารถที่จะคิดอย่างนักวิทยาศาสตร์ สามารถที่จะตั้งสมมติฐานและทฤษฎี และเห็นว่า ความเป็นจริงที่เห็นด้วยกับการรับรู้ไม่สำคัญเท่ากับความคิดถึงสิ่งที่อาจเป็นไปได้ เด็กในวัยนี้เป็นผู้ที่คิดเหนือไปกว่าสิ่งปัจจุบันสนใจที่จะสร้างทฤษฎีเกี่ยวกับทุกสิ่งทุกอย่าง และมีความพอใจที่จะคิดพิจารณาเกี่ยวกับสิ่งที่ไม่มีตัวตน

นอกจากนี้ เพียเจท์ ได้เสนอว่า การใช้ความคิดของวัยรุ่นจะใกล้เคียงกับผู้ใหญ่ เมื่อเผชิญกับปัญหา วัยรุ่น หรือผู้ใหญ่ จะแก้ปัญหา โดยการพิจารณาข้อมูลที่ได้มา ตั้งสมมติฐานจากข้อมูล แล้วทดลองเพื่อดูว่าสิ่งที่ตั้งสมมติฐานไว้จริงหรือไม่ จากนั้น จึงสรุปผลอีกครั้ง ซึ่งเป็นการใช้เหตุผลที่เรียกว่า การนิรนัยเชิงสมมติฐาน จากแนวความคิดนี้แสดงให้เห็นว่าวัยรุ่นน่าจะเป็นวัยที่สมควรจะได้รับการฝึกการคิดวิจารณ์ญาณให้เพิ่มขึ้นอย่างเต็มศักยภาพ

#### 4.6 ลักษณะของผู้มีการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

เวด (Wade. 1995) กล่าวถึงลักษณะของผู้ที่คิดอย่างมีวิจารณญาณ ดังนี้

1. คิดตั้งคำถาม
2. ทำให้คำถามมีความชัดเจน
3. ตรวจสอบหาข้อมูล
4. วิเคราะห์ข้อสันนิษฐานและความลำเอียงที่อาจมีขึ้น
5. หลีกเลี่ยงที่จะใช้อารมณ์มาเป็นตัวตัดสิน
6. หลีกเลี่ยงการคิดแบบตื้น ๆ
7. พิจารณาถึงการตีความที่อาจเป็นไปได้หลายทาง
8. ยอมรับว่าอาจมีภาวะกำกวมไม่ตรงไปตรงมาเกิดขึ้นได้
9. ตระหนักเกี่ยวกับความคิดของตน รู้ตัวว่าคิดอะไรอยู่

ไบเออร์ (Beyer. 1995) กล่าวถึงลักษณะของผู้ที่คิดอย่างมีวิจารณญาณ ดังนี้

1. คิดตั้งคำถาม
2. วิเคราะห์ข้อสันนิษฐาน
3. ใช้เหตุผล สามารถหาข้อยุติจากข้อเสนอหรือหลักฐานที่มีอยู่หลากหลาย
4. รู้จักใช้มุมมองต่าง ๆ กันในการตีความ เพื่อให้เข้าใจได้ดีขึ้น
5. ใจกว้าง ยอมรับฟังความคิดของผู้อื่น เคารพต่อเหตุผล ยอมเปลี่ยนแปลงยืนเมื่อมี

เหตุผลที่ดี

6. แยกแยะ หาข้อสรุป หรือข้อสรุป หรือข้อตัดสินที่ตั้งอยู่บนหลักความจริงที่เชื่อถือได้ มีความแม่นยำ สามารถถกเถียงอย่างสร้างสรรค์

เฟอร์เรท (Ferrett. 1977) กล่าวถึงลักษณะของผู้ที่คิดอย่างมีวิจารณญาณ ดังนี้

1. การคิดตั้งคำถาม
2. มีความสนใจใฝ่รู้ ต้องการค้นหาคำตอบใหม่ๆ
3. ตอบคำถามได้ตรงประเด็น
4. ตรวจสอบข้อมูล ความเชื่อ
5. วิเคราะห์ข้อมูล ข้อสันนิษฐานความเห็นต่างๆ และหาข้อพิสูจน์
6. ใช้เหตุผลจากข้อมูลที่เป็นจริงหรือจากข้อเท็จจริงต่างๆ
7. ตรวจสอบความคิดเห็นของตนเอง
8. รับฟังความเห็นของผู้อื่น ยอมรับว่าตัวเองยังมีความรู้ความเข้าใจไม่มากพอเปลี่ยนแปลง

ความคิดได้

9. ประเมินข้อถกเถียงได้ และตัดสินเรื่องราวจากการรวบรวมข้อเท็จจริงทั้งหมด

เอนนิส (Ennis. 1991) แบ่งลักษณะการแสดงออกของผู้มีการคิดวิจารณ์ไว้ 12 ข้อ

ดังนี้

1. พุด เขียน หรือการสื่อความเข้าใจอย่างมีความหมายชัดเจน
2. กำหนดประเด็นหรือปัญหาได้อย่างชัดเจน
3. พิจารณาสถานการณ์ต่างๆ ในภาพรวม
4. พยายามค้นหาเหตุผลและใช้เหตุผล
5. เป็นผู้ที่มีความรู้ทันสมัยอยู่เสมอ
6. พิจารณาทางเลือกหลายๆ ทาง
7. แสวงหาความถูกต้อง แม่นยำให้มากที่สุด
8. ตระหนักถึงความเชื่อพื้นฐานของตนเอง
9. เปิดใจกว้างในการพิจารณาทรรศนะอื่นๆ นอกเหนือจากแนวคิดของตนเอง
10. ไม่ด่วนวินิจฉัย ตัดสินใจในกรณีที่หลักฐานและเหตุผลไม่พอเพียง
11. ยืนยันข้อสรุปหรือเปลี่ยนแปลงเมื่อมีหลักฐานและเหตุผลที่พอเพียง
12. มีการคิด วิเคราะห์ด้วยตนเอง

กรมวิชาการ (2542: 72) กล่าวถึงลักษณะของผู้ที่มีการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ดังนี้

1. ด้านการระบุประเด็นสำคัญ มีการแสดงออกดังนี้
  - 1.1 ตระหนักถึงความสำคัญของการระบุหรือกำหนดความหมายของคำที่ชัดเจน
  - 1.2 ระบุหรือกำหนดประเด็นปัญหาที่ชัดเจนได้
2. ด้านการรวบรวมข้อมูล มีการแสดงออกดังนี้
  - 2.1 สังเกตปรากฏการณ์ต่าง ๆ ด้วยความเป็นปรนัย
  - 2.2 วินิจฉัยตัดสินการรายงานการสังเกตได้
  - 2.3 เลือกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาและรู้จักหาข้อมูลที่ถูกต้อง ชัดเจนมากขึ้น
3. ด้านการพิจารณาความน่าเชื่อถือ มีการแสดงออกดังนี้
  - 3.1 เห็นความสำคัญของความรู้ที่เชื่อถือได้ ไม่ใช้การเดาในการหาข้อเท็จจริง
  - 3.2 แสดงถึงข้อจำกัดของข้อมูลได้
4. ด้านการแยกแยะความแตกต่างของข้อมูล มีการแสดงออกดังนี้
  - 4.1 จำแนกความแตกต่าง / ประเภทของข้อมูลได้
  - 4.2 ชี้ให้เห็นแนวคิดที่ซ่อนอยู่เบื้องหลัง ข้อตกลงเบื้องต้นที่ปรากฏอยู่ได้
5. ด้านการตั้งสมมติฐาน มีการแสดงออกดังนี้
  - 5.1 ให้ความสำคัญกับการตั้งสมมติฐานในการแก้ปัญหา
  - 5.2 มองหาทางเลือกหลายๆ ทาง
6. ด้านการลงข้อสรุปโดยการใช้เหตุผลแบบอุปนัยและนิรนัย มีการแสดงออกดังนี้
  - 6.1 มีความรู้ทันสมัย ใจกว้างและแสวงหาเหตุผลอยู่เสมอ
  - 6.2 ตัดสินใจสรุปเมื่อมีเหตุผลพอเพียง
  - 6.3 สรุปจากข้อมูลที่ให้ไว้ได้อย่างถูกต้อง สมเหตุสมผล

- 6.4 มีความสามารถในการใช้เหตุผล และใช้คำถามที่เป็นการอธิบายได้
- 6.5 มีความสามารถในการสังเกต ควบคุม และแก้ไขกระบวนการคิดของตน
- 6.6 สามารถคิดอย่างมีเหตุผลจากข้อมูลที่มีอยู่แล้ว สรุปลงเป็นประโยค ประเด็นหรือ

กฎเกณฑ์ได้

- 7. ด้านการประเมินผล มีการแสดงออกดังนี้
  - 7.1 ยืนยันข้อสรุป เมื่อมีหลักฐานและเหตุผลพอเพียง
  - 7.2 พิจารณาข้อสรุปใหม่ เมื่อมีหลักฐานหรือเหตุผลเพิ่มเติม

#### 4.7 แนวทางการจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนมีการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

เบเยอร์ (Beyer. 1985: 279-303) ได้เสนอแนวทางการพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณในการเรียนจัดการเรียนรู้ไว้ดังนี้

1. แนะนำทักษะที่ฝึก
2. นักเรียนทบทวนกระบวนการค้น ทักษะ กฎ และความรู้ที่เกี่ยวกับทักษะที่จะฝึก
3. นักเรียนใช้ทักษะเพื่อบรรลุจุดมุ่งหมายที่กำหนด
4. นักเรียนทบทวนสิ่งที่เกิดขึ้นในสมอขณะที่ทำกิจกรรม

อุษณีย์ โพธิสุข (2537: 99-100) ได้เสนอแนวการจัดการเรียนรู้เพื่อช่วยปรับปรุงความคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนไว้ ดังนี้

1. ประสบการณ์ตรง การให้นักเรียน ศึกษาเรื่องชุมชนของเราจากหนังสืออาจไม่ดีเท่าให้เด็กไปสถานที่ที่เป็นชุมชนของตนเอง เช่น โรงพยาบาล โรงพัก ตลาด บ้านผู้ใหญ่บ้าน และกิจกรรมที่เขาทำอยู่ว่ามีอะไรบ้าง มีประโยชน์อย่างไร การจัดให้นักเรียนไปทัศนศึกษาหรือเปิดโอกาสให้นักเรียนทดลองปฏิบัติสิ่งต่างๆ ด้วยตนเองจะเป็นการให้โอกาสที่สำคัญ
2. การทำวิจัย หรือการศึกษาหาความรู้ ความจริงด้วยตนเอง เป็น ทักษะการเรียนรู้ด้วยตนเองให้นักเรียน ได้มีขั้นตอนในการศึกษาอย่างถูกต้อง เช่น การทำรายงาน เรื่อง “ไดโนเสาร์” เป็นต้น
3. การใช้กิจกรรมเป็นสื่อกระตุ้นความคิด เช่น การพาไปดูการโต้วาที จัดให้โต้วาที การอภิปรายหัวข้อต่างๆ การจัดมุมหรือชมรมนักคิด ฯลฯ
4. การใช้สถานการณ์สมมติ เป็นกิจกรรมและวิธีสอนที่จะทำให้นักเรียนเกิดความรู้ ความเข้าใจกระจ่างขึ้นและมองเห็นปัญหาที่เกิดขึ้นรวมทั้งการพยายามคิดค้นการแก้ปัญหา
5. ให้นักเรียนได้มีโอกาสเสนอผลงานสิ่งที่ตนเองศึกษามาให้ผู้อื่นฟังอาจเป็นเพื่อนระดับเดียวกันหรือเพื่อนต่างระดับหรือให้คนอื่นฟัง
6. กิจกรรมกลุ่ม การระดมพลังสมอง การระดมความคิด การไต่ตรองความคิดของกลุ่มรวมถึงการวิจารณ์อย่างมีเหตุ ผล การวิจารณ์ในทางสร้างสรรค์ ล้วนเป็นทักษะระดับสูงทางสติปัญญาและทางสังคมทั้งสิ้น สิ่งเหล่านี้จะช่วยให้ นักเรียน ได้มีข้อมูลย้อนกลับเกี่ยวกับความคิดของตนเองและผู้อื่น รวมทั้งกลยุทธ์ทางความคิดของผู้อื่นได้เป็นอย่างดี

หนึ่งนุช กาพภักดี (2543: 80) ได้สรุปแนวการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความคิดอย่างมีวิचारณญาณไว้ ดังนี้

1. เสนอสถานการณ์ที่กระตุ้นให้คิด
2. คิดอย่างเป็นระบบโดยใช้เหตุผล
3. นำข้อมูลต่างๆ มาใช้ในการระบวนการคิดบนพื้นฐานของความจริง ความดีงาม

ความถูกต้อง

4. คิดและตัดสินใจ ลงมือปฏิบัติ
5. ตรวจสอบ วัด และประเมินผลการปฏิบัติรวมทั้งการประเมินผลของตนเอง

#### 4.8 เครื่องมือวัดการคิดอย่างมีวิचारณญาณ

การวัดความสามารถในการคิด มีเทคนิคการวัดที่สามารถเลือกใช้อย่างหลากหลายไม่ว่าจะเป็นการวัดโดยใช้แบบสอบ การสังเกตพฤติกรรมโดยตรง การสัมภาษณ์เป็นรายบุคคล การบันทึกข้อมูลส่วนบุคคล ตลอดจนการตรวจผลงานจากแฟ้มสะสมผลงานหรือพัฒนางาน จากการศึกษาพบว่า มีผู้สร้างแบบสอบวัด การคิดอย่างมีวิचारณญาณเป็นแบบสอบมาตรฐานส่วนหนึ่งที่มีผู้พัฒนาไว้แล้ว และผู้วิจัยได้รวบรวมนำเสนอ (ทิตินา แซมมณี; และคณะ. 2544: 180-189) ดังนี้

##### 4.8.1 แบบสอบ Watson – Glaser Critical Thinking Appraisal

###### 1) ลักษณะทั่วไปของแบบสอบ

แบบสอบนี้สร้างโดยวัตสันและเกลเซอร์ (Watson; & Glaser. 1937) มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ฉบับปรับปรุงล่าสุดในปี ค.ศ. 1980 สำหรับใช้กับนักเรียนระดับ ม.3 ถึงวัยผู้ใหญ่ แบบสอบมี 2 แบบ ซึ่งคู่ขนานกันคือ แบบ A และ แบบ B แต่ละแบบประกอบด้วย 5 แบบสอบย่อย มีข้อสอบรวมทั้งหมด 80 ข้อ ใช้เวลาสอบ 50 นาที แต่ละแบบย่อยวัดความสามารถในการคิดต่างๆ กัน ดังนี้

1.1) ความสามารถในการสรุปอ้างอิง เป็นการวัดความสามารถในการตัดสินใจ และจำแนกความน่าจะเป็นของข้อสรุปว่า ข้อสรุปใดเป็นจริงหรือเป็นเท็จลักษณะของแบบสอบย่อยนี้ มีการกำหนดสถานการณ์มาให้ แล้วมีข้อสรุปของสถานการณ์ 3-5 ข้อสรุป จากนั้นผู้สอบต้องพิจารณาตัดสินใจว่า ข้อสรุปแต่ละข้อเป็นเช่นไร โดยเลือกจากตัวเลือก 5 ตัวเลือก ได้แก่ เป็นจริง น่าจะเป็นจริง ข้อมูลที่ให้ไม่เพียงพอ น่าจะเป็นเท็จ และเป็นเท็จ

1.2) ความสามารถในการยอมรับข้อตกลงเบื้องต้น เป็นการวัดความสามารถในการจำแนกว่า ข้อความใดเป็นข้อตกลงเบื้องต้น ข้อความใดไม่เป็นลักษณะของแบบสอบย่อยนี้ มีการกำหนดสถานการณ์มาให้ แล้วมีข้อความตามมา สถานการณ์ละ 2-3 ข้อความ จากนั้นผู้สอบต้องพิจารณาตัดสินใจข้อความในแต่ละข้อว่า ข้อใดเป็นหรือไม่เป็นข้อตกลงเบื้องต้นของสถานการณ์ทั้งหมด

1.3) ความสามารถในการนิรนัย เป็นการวัดความสามารถในการหาข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผลจากสถานการณ์ ที่กำหนดมาให้โดยใช้หลักตรรกศาสตร์ ลักษณะของแบบสอบย่อยนี้มีการกำหนดสถานการณ์มาให้ 1 ย่อหน้า แล้วมีข้อสรุปตามมา สถานการณ์ละ 2-4 ข้อ จากนั้นผู้ตอบต้องพิจารณาตัดสินว่าข้อสรุปในแต่ละข้อเป็นข้อสรุปที่เป็นไปได้หรือไม่ตามสถานการณ์นั้น

1.4) ความสามารถในการแปลความ เป็นการวัดความสามารถในการให้นำหนักข้อมูลหรือหลักฐานเพื่อตัดสินความเป็นไปได้ของข้อสรุป ลักษณะของแบบสอบย่อยนี้ มีการกำหนดสถานการณ์มาให้ แล้วมีข้อสรุปสถานการณ์ละ 2-3 ข้อ จากนั้นผู้ตอบต้องพิจารณาตัดสินว่าข้อสรุปในแต่ละข้อว่าน่าเชื่อถือหรือไม่ภายใต้สถานการณ์นั้น

1.5) ความสามารถในการประเมินข้อโต้แย้ง เป็นการวัดความสามารถในการจำแนกการใช้เหตุผลว่าสิ่งใดเป็นความสมเหตุสมผล ลักษณะของแบบสอบย่อยนี้มีการกำหนดชุดของคำถามเกี่ยวกับประเด็นปัญหาสำคัญมาให้ ซึ่งแต่ละคำถามมีชุดของคำตอบพร้อมเหตุผลกำกับ จากนั้นผู้ตอบต้องพิจารณาตัดสินว่าคำตอบใดมีความสำคัญเกี่ยวข้องโดยตรงกับคำถามหรือไม่ และให้เหตุผลประกอบ

## 2) คุณภาพของแบบสอบ

แบบสอบนี้มีความเที่ยงแบบความสอดคล้องภายใน โดยมีวิธีหาความเที่ยงแบบแบ่งครึ่งข้อสอบ มีพิสัยระหว่าง 0.69 ถึง 0.85 และมีความเที่ยงแบบคงที่โดยวิธีสอบซ้ำ (ระยะห่างระหว่างการสอบ 3 เดือน) เท่ากับ 0.73 มีการตรวจสอบความตรง โดยคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนจากแบบสอบเขาวนัญญาแบบวัดเจตคติ และแบบสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

### 4.8.2 แบบสอบ Cornell Critical Thinking Test, Level X and Level Z

#### 1) ลักษณะทั่วไปของแบบสอบ

Cornell Critical Thinking Test พัฒนาโดยเอนนิสและมิลแมน (Ennis; & Millman. 1985) พัฒนาขึ้นมาโดยยึดทฤษฎีของ Ennis เป็นหลัก ทฤษฎีนี้ได้กำหนดว่าการคิดวิเคราะห์มีองค์ประกอบ 3 ส่วน คือ

1.1) การนิยามปัญหา /สิ่งเกี่ยวข้องและการทำให้กระจ่าง ซึ่งประกอบด้วยความสามารถต่างๆ ดังนี้

- 1.1.1) ระบุประเด็นปัญหาต่างๆ ที่สำคัญ ระบุข้อสรุป
- 1.1.2) ระบุเหตุผลที่ปรากฏและไม่ปรากฏ
- 1.1.3) ตั้งคำถามให้เหมาะสมในแต่ละสถานการณ์
- 1.1.4) ระบุข้อตกลงเบื้องต้น



- 1.2) การพิจารณาตัดสินข้อมูล ซึ่งประกอบด้วยความสามารถต่างๆ ดังนี้
  - 1.2.1) ตัดสินความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูลและการสังเกต
  - 1.2.2) ตัดสินความเกี่ยวข้องของข้อมูลกับปัญหา
  - 1.2.3) ตระหนักในความคงเส้นคงวาของข้อมูล
- 1.3) การอ้างอิงเพื่อการแก้ ปัญหาและการลงข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผล ซึ่งประกอบด้วยความสามารถต่างๆ ดังนี้
  - 1.3.1) ตัดสินสรุปแบบอุปนัย และอ้างอิง
  - 1.3.2) การนิรนัย
  - 1.3.3) ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นตามมา

คู่มือการใช้แบบสอบได้ระบุถึงผู้คิดอย่างมีวิจารณญาณนั้น จะต้องมีความสามารถในการ ตัดสินได้ว่าสิ่งเหล่านี้เกิดขึ้นหรือไม่ ซึ่งมี 10 ลักษณะดังนี้

1. ข้อความที่ใช้สืบเนื่องมาจากข้อความที่กำหนดให้
2. สิ่งที่ถูกกล่าวถึงเป็นข้อตกลงเบื้องต้น
3. สิ่งที่เกิดขึ้นได้มีความตรง
4. สิ่งที่ถูกกล่าวหาเชื่อถือได้
5. การสรุปอ้างอิงเบื้องต้นมีความถูกต้อง
6. สมมติฐานมีความสมเหตุสมผล
7. ทฤษฎีที่ใช้มีความเหมาะสม
8. ประเด็นโต้แย้งขึ้นกับประเด็นคลุมเครือ
9. ข้อความที่ใช้มีความเฉพาะและชัดเจน
10. การใช้เหตุผลได้ตรงประเด็น

แบบสอบ Cornell Critical Thinking Test ทั้ง Level X และ Level Z เหมาะสำหรับใช้ กับกลุ่มตัวอย่างคนละกลุ่ม และสมรรถภาพที่มุ่งวัดความแตกต่างกันตามกลุ่มตัวอย่างที่ใช้โดยแบบ สอบ Level X ใช้สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 4 ถึงมัธยมศึกษา ประกอบด้วยข้อสอบแบบ เลือกตอบ 71 ข้อ โดยวัดองค์ประกอบของการคิด 4 ด้าน คือ ด้านการตัดสินสรุปการอ้างอิงแบบ อุปนัย การตัดสินความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูลและการสังเกต การนิรนัย และการระบุข้อตกลงเบื้องต้น ซึ่งสมรรถภาพที่มุ่งวัดครอบคลุม 7 ลักษณะ ยกเว้นสมรรถภาพที่ 7, 8 และ 9

สำหรับแบบสอบ Cornell Critical Thinking Test, Level Z ใช้สำหรับนักเรียนระดับ มัธยมศึกษาตอนปลาย นักศึกษาระดับปริญญาตรี และบัณฑิตศึกษา รวมทั้งผู้ใหญ่ ประกอบด้วย ข้อสอบแบบเลือกตอบ 52 ข้อ โดยวัดองค์ประกอบของการคิด 7 ด้าน คือ การนิรนัย การให้ ความหมาย ความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล การสรุปโดยอ้างเหตุผลที่สนับสนุนด้วยข้อมูล การสรุป โดยการทดสอบสมมติฐาน และการทำนาย การนิยามและการใช้เหตุผลที่ไม่ปรากฏ และการระบุ ข้อตกลงเบื้องต้น ซึ่งสมรรถภาพที่มุ่งวัดครอบคลุมทั้ง 10 ลักษณะยกเว้นสมรรถภาพที่ 7 และเน้น น้อยลงสำหรับสมรรถภาพที่ 3 และ 4

## 2) คุณภาพของแบบสอบ

แบบสอบ Cornell Critical Thinking Test, Level X มีค่าความเที่ยงอยู่ในช่วง 0.67 ถึง 0.79 ส่วน Level Z มีค่าความเที่ยงอยู่ใน 0.50 ถึง 0.77 ในด้านความตรงของแบบสอบมีการศึกษาทางด้านเนื้อหา ความตรงตามเกณฑ์และการวิเคราะห์ตัวประกอบ

### 2.8.3 แบบสอบ The Ennis-Weir Critical Thinking Essay Test

#### 1) ลักษณะทั่วไปของแบบสอบ

The Ennis-Weir Critical Thinking Essay Test พัฒนาโดยเอนนีสและอีริก (Robert H. Ennis; & Eric Weir. 1985) แบบสอบนี้เป็นแบบอัตนัย ใช้สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาและระดับอุดมศึกษา แต่มีผู้นำไปใช้อย่างได้ผลกับเด็กนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 แบบสอบนี้ต้องการทดสอบประเด็นการคิดที่สำคัญเกี่ยวกับการจับประเด็น การพิจารณาเหตุผล และข้อตกลงเบื้องต้น การเสนอประเด็นของตนเอง การใช้เหตุผลที่ดี การพิจารณาประเด็นหรือคำอธิบายที่เป็นไปได้ของผู้อื่น ในการสอบผู้สอบจะได้อ่านจดหมายสมมุติที่มีผู้เขียนถึงบรรณาธิการหนังสือพิมพ์ฉบับหนึ่ง จดหมายประกอบด้วยข้อความ 8 ย่อหน้า แสดงการโต้แย้งถึงการให้ยกเลิกกฎระเบียบอย่างหนึ่ง งานของผู้สอบคือจะต้องเขียนจดหมายตอบจดหมายดังกล่าวด้วยความยาว 8 ย่อหน้าเช่นกัน พร้อมทั้งประเมินความคิดโดยภาพรวมของจดหมายดังกล่าว คู่มือของการสอบมีการระบุถึงลักษณะการตอบที่อาจนำมาใช้ และวิธีการตรวจให้คะแนน เมื่อเข้าใจคำแนะนำแล้วจึงให้ลงมือทำ

## 2) คุณภาพของแบบสอบ

แบบสอบมีค่าความเที่ยงและความสอดคล้องระหว่างผู้ตรวจทำกับ 0.86 และ 0.82

### 2.8.4 แบบสอบ New Jersey Test of Reasoning Skills

#### 1) ลักษณะทั่วไปของแบบสอบ

New Jersey Test of Reasoning Skills พัฒนาโดยเวอร์จิเนีย ชิพแมน (Virginia Shipman.1983) เน้นการใช้ในโครงการปรัชญาสำหรับเด็กของ Institute for the Advancement of Philosophy for Children ซึ่งสามารถนำไปใช้ได้สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ขึ้นไปจนถึงระดับมัธยมศึกษา

แบบสอบถามมุ่งวัดการใช้เหตุผลทางภาษา แบบสอบประกอบด้วยข้อสอบแบบเลือกตอบ 50 ข้อ ครอบคลุมทักษะ 22 ทักษะ ทักษะที่สำคัญประกอบด้วย

1. การแปลความให้อยู่ในรูปเหตุผล
2. การตระหนักถึงการใช้คำถามที่ไม่เหมาะสม
3. การหลีกเลี่ยงการด่วนสรุป
4. การใช้เหตุผลเชิงอุปมาอุปไมย
5. การบ่งชี้ข้อตกลงเบื้องต้น

6. การบ่งชี้ความคลุมเครือ
7. การเชื่อมโยงความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ
8. การระบุเหตุผลที่ดี
9. การจำแนกประเภท และขนาดของความแตกต่าง
10. การตระหนักถึงการถ่ายทอดความสัมพันธ์

## 2) คุณภาพของแบบสอบ

แบบสอบ New Jersey Test of Reasoning Skills มีค่าความเที่ยงอยู่ในช่วง 0.85 (สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 5) จนถึง 0.79 (สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 7) สำหรับความตรงของแบบสอบ แบบสอบมีความครอบคลุมถึงทักษะสำคัญ 2 ประเภท ได้แก่ ทักษะการใช้เหตุผล และทักษะการสืบเสาะ

จากการศึกษาทฤษฎีดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า แบบสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณมาตรฐานที่มีผู้สร้างขึ้นไว้มีหลากหลาย ซึ่งเราสามารถเลือกใช้ให้เหมาะสมกับกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยและสมรรถภาพที่ต้องการวัด สำหรับการวิจัยนี้ ผู้วิจัยสร้างแบบทดสอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณโดยยึดกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ตามแนวคิดของวัตสันและเกลเซอร์ (Watson; & Glaser. 1964: 10) ซึ่งมีองค์ประกอบ 5 ด้าน ดังนี้ ความสามารถในการอ้างอิง การยอมรับข้อตกลงเบื้องต้น การอนุมาน การแปลความ และการประเมินข้อโต้แย้ง

### 4.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

#### งานวิจัยต่างประเทศ

วัตสัน; และเกลเซอร์ (Watson; & Glaser. 1964: 11-12) ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการคิดอย่างมีวิจารณญาณกับความสามารถในการอ่าน ผลการศึกษาพบว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณมีความสัมพันธ์กับความสามารถในการอ่าน และยังได้อธิบายเพิ่มเติมว่าบุคคลจะต้องมีความสามารถในการอ่าน จึงจะทำแบบประเมินการคิดอย่างมี วิจารณญาณได้อย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากข้อคำถามในแบบทดสอบอาศัยกิจกรรมทางสมองที่ยุ่งยากซับซ้อนต้องรับรู้เกี่ยวกับ คำศัพท์และความเข้าใจประโยค บุคคลที่มีความสามารถในการอ่านดีกว่า ซึ่งวัดจากแบบทดสอบการอ่านอาจจะได้รับคะแนนที่ต่ำในแบบประเมินการคิดอย่างมีวิจารณญาณ แต่ถ้าบุคคลใดที่คะแนนในแบบประเมินการคิดอย่างมีวิจารณญาณสูง ก็จะได้รับคะแนนที่สูงจากแบบทดสอบการอ่านด้วย

อีเดลแมน (Edelman. 1986) ได้ศึกษาผลของการทดลองใช้รูปแบบการอภิปรายที่มีต่อการคิดวิจาร์ณญาณของนักเรียนระดับประถมศึกษา กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 4 และเกรด 5 จำนวน 10 คน ในช่วงเวลา 1 เดือน บทเรียนนำมาเสนอโดยครูและเทปเสียงใช้วิธีการอภิปราย ส่วนเนื้อหาการสอนจะได้รับการจัดไว้สำหรับนักเรียน ซึ่งบทเรียนดังกล่าวใช้เป็นข้อมูลพื้นฐาน เพื่อกำหนดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของครูกับนักเรียน ครูจะได้เข้าร่วมการฝึกปฏิบัติ การที่ออกแบบมา เพื่อให้คุ้นเคยกับธรรมชาติของการคิดวิจาร์ณญาณ เท่ากับทักษะอื่นที่ใช้ในกลุ่มย่อย และครูใช้วิธีการอภิปรายกับผู้เรียนกลุ่มย่อย เมื่อเสนอบทเรียนที่ออกแบบมา เพื่อส่งเสริมการคิดวิจาร์ณญาณ

นอกจากนี้ทุกบทเรียนจะได้รับการสังเกตและบันทึกเสียงไว้ผลการ วิจัยปรากฏว่า การใช้โปรแกรม การสอนส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของครูและนักเรียนอย่างมีนัยสำคัญ ในระหว่างการ เรียนพบว่าความถี่ในการพูดของครูจะลดลง ส่วนความถี่ในการพูดของนักเรียนจะเพิ่มขึ้น สำหรับ จำนวนหลักฐานที่นักเรียนใช้เพื่อสนับสนุนข้อสรุปของตนก็เพิ่มขึ้น แต่ไม่พบการเปลี่ยนแปลงในการ ใช้คำถามของครู เพื่อกระตุ้นการคิดของนักเรียน และจากผลการทดสอบแสดงได้ว่า ไม่มีการ เปลี่ยนแปลงในการถ่ายโอนการคิดวิจารณ์ญาณของนักเรียน

วอล์ฟ (Wolf. 1987: บทคัดย่อ) ศึกษาผลทักษะการสอนคิดอย่างมีวิจารณญาณในวิชา สังคมศึกษา ระดับมัธยมศึกษา กษา ของผู้เรียนเกรด 9 ผลการศึกษาพบว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองไม่แตกต่างกัน

กริฟฟิทส์ (Griffits. 1987) ได้ศึกษาผลการสอนด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่มี ต่อการพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยการทดลองสอน ด้วยวิธีวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติเป็นหลักและแบบเน้นตำรา แล้วนำคะแนนความสามารถในการคิด อย่างมีวิจารณญาณกับคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ มาเปรียบเทียบกัน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และ แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลการวิจัยปรากฏว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทาง สถิติระหว่างการสอนทั้งสองแบบในการพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณ แต่พบความแตกต่าง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติ เป็นหลัก มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่เรียนโดยเน้นตำรา

เซฟเฟอ์ท (Shepherd. 1998: 779-A) ได้ศึกษาการใช้รูปแบบการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ในการแก้ปัญหาในวิชาสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตของนักเรียนเกรด 4 และเกรด 5 ซึ่งแบ่งเป็นกลุ่ม ทดลอง 20 คน และกลุ่มควบคุม 15 คน ดำเนินการวิจัยโดยใช้รูปแบบการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของแคมเบลล์และสแตนลีย์ แก้ปัญหาในวิชาสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต แล้ววัดความสามารถใน การคิดอย่างมีวิจารณญาณ เปรียบเทียบกันระหว่างก่อนและหลังเรียน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบทดสอบ Cornell Critical Thinking Test (CCTT) ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มทดลองมีทักษะการคิด อย่างมีวิจารณญาณเพิ่มขึ้นสูงกว่ากลุ่มควบคุม และจากการสังเกตและสัมภาษณ์นักเรียนชอบการ เรียนการสอนที่ใช้รูปแบบการแก้ปัญหาแบบใหม่มากกว่าการเรียนการสอนแบบเก่ารวมทั้งเห็นว่า รูปแบบดังกล่าว มีประสิทธิภาพในการพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และมีทัศนคติในการ คิดที่ดีต่อการแก้ปัญหา

กู๊ดแมน (Goodman. 1990: Abstract) ได้รวบรวมการฝึกปฏิบัติเพื่อพัฒนาการคิด อย่างมีวิจารณญาณและส่งเสริมการแสดงออกโดยผ่านการเขียนอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนระดับ 2-6 ที่มีความคิดและทักษะการจัดระบบต่ำ จำนวน 6 คน โดยใช้ครู 3 คน และครูอีก 1 คนเป็นผู้ให้ คำแนะนำในการใช้เทคนิคระดมสมอง กำหนดโครงร่างและการร่างเรื่องราว จากการวิเคราะห์ ตัวอย่างการเขียนและนักเรียนพบว่า มีการปรับปรุงการเขียนของตนเองในทางที่ดีขึ้นอย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติ เมื่อได้รับการฝึกอย่าง มีโครงสร้าง และแสดงให้เห็นความสำคัญของการสอน นักเรียนที่ประสบความสำเร็จง่ายลำบากในการเขียนโดยการสอนที่ละชั้น นอกจากนี้ยังได้เรียนรู้ที่จะ คิดอย่างมีระบบและมีการวางแผนมากขึ้น

ลัมพ์คิม (Lumpkim. 1991: Abstract) ศึกษาผลการสอนทักษะการคิดอย่างมี วิจารณ์ญาณที่มีต่อความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความ คงทนในการเรียนเนื้อหาวิชาสังคมศึกษาของผู้เรียนเกรด 5 และเกรด 6 ผลการศึกษาพบว่า เมื่อได้ สอนทักษะการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณแล้วผู้เรียนเกรด 5 และเกรด 6 มีความสามารถด้านการคิด อย่างมีวิจารณ์ญาณไม่แตกต่างกัน ผู้เรียนเกรด 5 ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน ส่วนนักเรียนเกรด 6 ที่เป็นกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และ ความคงทนในการเรียนเนื้อหาวิชาสังคมศึกษาสูงกว่ากลุ่มควบคุม

แมคคริง (McCrink. 1999: 3420-A) ได้ศึกษาผลของวิธีสอนของครูและรูปแบบการ เรียนของผู้เรียนที่ส่งผลต่อการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณ กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนระดับมัธยมศึกษา ตอนต้นในเขตไมอามี ประเทศสหรัฐอเมริกาจำนวน 79 คน เครื่องมือที่ใช้วัดการคิดอย่างมี วิจารณ์ญาณ คือแบบทดสอบการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณของวัตสันและเกลเซอร์ (The Watson- Glaser critical thinking appraisal) ผลการศึกษาพบว่า วิธีการสอนของครูส่งผลต่อการคิดอย่างมี วิจารณ์ญาณของนักเรียน ครูที่สอนโดยใช้นวัตกรรมทางการศึกษาประกอบการเรียนจะทำให้ผู้เรียน มีการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณมากกว่าครูที่สอนตามปกติ

วอลซ์ และฮาร์ดี้ (Walsh; & Hardy. 1999) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการแสดงออก ทางการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณระหว่างเพศกับวิชาเอก กลุ่มตัวอย่างคือนักศึกษาชั้นปีที่ 3 จำนวน 334 คน เป็นชาย 213 คน หญิง 121 คน จากวิชาเอกการศึกษารัฐกิจพยาบาล ภาษาอังกฤษ ประวัติศาสตร์ และจิตวิทยา โดยใช้ แบบวัด California Critical Thinking Disposition Inventory (CCTDI) ผลการวิจัยพบว่า นักศึกษาที่มีการคิดวิจารณ์ญาณสูง 3 อันดับแรก คือ นักศึกษาวิชาเอก ภาษาอังกฤษ จิตวิทยา และพยาบาล ตามลำดับ และนักศึกษาหญิงมีคะแนนการคิดอย่างมี วิจารณ์ญาณสูงกว่านักศึกษาชายในด้านการมีใจกว้างและวุฒิภาวะ

ฮัซส์ (Hughes. 2000: abstract) ได้ศึกษาผลกระทบของหลักสูตรที่สร้างขึ้นเองเพื่อ นำมาใช้ในการสอนการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณโดยนำวิชาการเขียนเพื่อจุดมุ่งประสงค์ กลุ่มตัวอย่างที่ ใช้ในการศึกษาได้แก่ นักเรียนที่มีปัญหาเลิศ นักเรียนที่มีปัญหาปกติ และนักเรียนที่มีปัญหาด้าน การเรียนรู้ ผลการศึกษาพบว่า 1) นักเรียนที่มีปัญหาเลิศสามารถทำคะแนนได้สูงกว่านักเรียนที่มี ปัญหาปกติ และนักเรียนปกติสามารถทำคะแนนได้ดีกว่านักเรียนที่มีปัญหาด้านการเรียนรู้ 2) หลังจากที่ได้อสอนวิธีการเขียนแรงจูงใจ แล้วนำมาเปรียบเทียบ ผลของการเขียนแรงจูงใจกับกลุ่ม ของนักเรียนที่มีความสามารถเท่าเทียมกัน พบว่า นักเรียนแต่ละกลุ่มมีพัฒนาการด้านการใช้รูป ประโยคแสดงความคิดเห็นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 3) นักเรียนที่มีปัญหาเลิศ นักเรียน ที่มีปัญหาปกติ และนักเรียนที่มีปัญหาด้านการเรียนรู้ มีวิธีการแสดงความคิดเห็นที่แตกต่างกันโดย

นักเรียนที่มีปัญญาเลิศมักจะอ้างถึงคุณธรรมหรือความหมายของบทกลอนมากกว่า ในขณะที่นักเรียนที่มีปัญหาด้านการเรียนรู้มักจะอ้างถึงการตอบสนองของตนเองที่มีต่อบทกลอนมากกว่า ซึ่งความแตกต่างนี้ยังคงมีอยู่อย่างคงที่ภายหลังจากที่ มีการสอนแล้ว แสดงให้เห็นว่า แม้การสอนจะส่งผลต่อพัฒนาการด้านโครงสร้างของงานเขียนแบบจูงใจอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติสำหรับนักเรียนในทุกระดับก็ตามแต่พัฒนาการของนักเรียนแต่ละกลุ่มก็มีความแตกต่างกัน 4) ครูที่มีการใช้หลักสูตรนี้อย่างเข้มข้นในช่วงเวลาสั้นๆ ในชั้นเรียน แสดงให้เห็นถึงพัฒนาการของเด็กนักเรียนมากกว่าครูที่ใช้หลักสูตรนี้ในระยะเวลานาน และไม่มีความเข้มข้นในระยะเวลานั้นๆ ดังนั้นการสอนวิธีการคิดวิเคราะห์ห้อย่างมีวิจารณ์ญาณนักเรียนมีความแตกต่างกัน

### งานวิจัยในประเทศ

พรนิภา สมาเอ้ม (2545: 95) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาสังคมศึกษาและ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า นักเรียนที่เรียน โดยการสอนแบบบูรณาการตามแนวพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 กับแนว คู่มือครู มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาสังคมศึกษาและความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

พรเพ็ญ ศรีวิรัตน์ (2545: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณของเด็กปฐมวัย ที่ได้รับการเล่นเกมฝึกทักษะการคิด กลุ่มตัวอย่างเป็นเด็กปฐมวัยชาย - หญิงที่กำลังศึกษาอยู่ใน ชั้นอนุบาลปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2545 โรงเรียนอนุบาลนครศรีธรรมราช พบว่า เด็กปฐมวัยที่เล่นเกม ฝึกทักษะการคิดมีการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และเด็กปฐมวัย ที่เล่นสื่อตามมุม มีการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01 และเมื่อ เปรียบเทียบระหว่างเด็กปฐมวัยที่เล่นเกมฝึกทักษะการคิดกับเด็กปฐมวัยที่เล่นสื่อตามมุม ปรากฏว่า มีการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณไม่แตกต่างกัน

อรุณี ไทยบัณฑิตย์ (2545: 48) ศึกษาผลการฝึกคิดแบบโยนิโสมนสิการ ที่มีต่อ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกัน พบว่า นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงมีคะแนนการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณสูงกว่านักเรียนที่มี ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ

อัชรพันธ์ ศรีหาคำ (2545: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลการฝึกรูปแบบการคิดต่างกันที่มีต่อ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2545 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการฝึกรูปแบบการคิดแบบวิเคราะห์ กับนักเรียนที่ได้รับการ ฝึกการคิดแบบจำแนกประเภท มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณต่างกันอย่าง มี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง กับนักเรียนที่มีระดับ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนปานกลาง พบว่า นักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกับนักเรียนที่ มีระดับผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนต่ำ มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณต่างกันอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ดวงกมล โพธิ์นาค(2545: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาตัวแปรที่ส่งผลต่อการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในเขตกรุงเทพมหานครด้วยการวิเคราะห์พหุระดับ พบว่า ตัวแปรอิสระระดับห้องเรียนคือ คุณภาพการสอนของครูส่งผลต่อการคิดอย่างมีวิจารณญาณอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และยังมีส่งผลต่อค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของความเชื่ออำนาจภายในตนของนักเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อวยพร เรืองศรี (2545: 58-61) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการคิดอภิमानกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่า การคิดอภิमान แต่ละด้าน ได้แก่ ด้านการตระหนักรู้ ด้านยุทธวิธีทางความคิด ด้านการวางแผนและด้านการตรวจสอบตนเอง มีสหสัมพันธ์พหุคูณกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณโดยรวมทุกด้านและตามด้านต่างๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกด้าน ทั้งจากการวิเคราะห์ในกลุ่มนักเรียนชายและนักเรียนหญิง

ธัญสิดา อินถา (2545: บทคัดย่อ) ได้พัฒนาแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 – 6 ในด้านความสามารถในการพิจารณาข้อมูลความสามารถในการระบุเหตุผลที่อยู่เบื้องหลัง ความสามารถในการสรุปอ้างอิงแบบนिरนัย ความสามารถในการลงสรุปแบบอุปนัย ผลปรากฏว่าได้ค่าความเที่ยงตรงเชิงปรากฏเท่ากับ 0.08 – 1.00 ค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.22 – 0.78 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 – 0.83 ค่าความเที่ยงตรงเชิงตามสภาพตั้งแต่ 2.112 – 9.761 ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างตั้งแต่ 0.306 – 0.554 และค่าความเชื่อมั่นในด้านความสามารถในการพิจารณาความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล ความสามารถในการระบุเหตุผลที่อยู่เบื้องหลัง ความสามารถในการสรุป อ้างอิงแบบนिरนัย และความสามารถในการลงสรุปแบบอุปนัย มีค่าเท่ากับ 0.6819, 0.7558, 0.6719 และ 0.4264 ตามลำดับ และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.8473

จิรพันธ์ วัชรกุล (2546: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลของการฝึกการคิดอย่างมีวิจารณญาณในนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2545 โรงเรียนบ้านหนองกระทุ่ม อำเภोजอมพระ จังหวัดสุรินทร์ พบว่า นักเรียนที่ได้รับการฝึกการคิดอย่างมีวิจารณญาณมีการคิดอย่างมีวิจารณญาณสูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้รับการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการฝึกการคิดอย่างมีวิจารณญาณ มีการคิดอย่างมีวิจารณญาณสูงกว่าก่อนได้รับการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

พัลลภ พุฒตาล (2546: 39-46) ได้ศึกษาผลของการใช้รูปแบบพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณในการสอนวรรณคดีไทยระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านบึงหญ้า สำนักงานการประถมศึกษาอำเภอกีรีมาศ จังหวัดสุโขทัย มีขั้นตอนการสอน 5 ขั้นตอนคือ ขั้นกระตุ้นการคิด เป็นการสร้างแรงจูงใจ ขั้นการคิดเป็นรายบุคคล ขั้นการคิดเป็นกลุ่ม ขั้นอภิปราย ขั้นสรุป รูปแบบการสอนสร้างเป็นแผนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ พบว่า นักเรียนมีคะแนนของการคิดอย่างมีวิจารณญาณในการอ่านวรรณคดีไทย หลังจากที่ได้เรียนโดยใช้รูปแบบการพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณสูงกว่าก่อนการเรียนซึ่งแสดงว่า นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

ในการอ่านวรรณคดีไทยมากขึ้น และรูปแบบพัฒนาการคิด อย่างมีวิจารณญาณก็สามารถนำมาสอนวรรณคดีไทยได้เป็นอย่างดีส่วนคะแนนการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชายกับนักเรียนหญิงหลังจากที่ได้เรียนโดยใช้รูปแบบพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณไม่แตกต่างกันแสดงว่า เพศไม่มีอิทธิพลต่อผลของการคิดอย่างมีวิจารณญาณในการอ่านวรรณคดีไทยของนักเรียน

สุกัญญา วุฒิรัตน์ (2546: บทคัดย่อ) ศึกษาและเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังการสอนโดยใช้โครงงานคณิตศาสตร์ พบว่า ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์หลังการสอนโดยใช้โครงงานคณิตศาสตร์สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ทิพา คลีชงาย (2547: บทคัดย่อ) ศึกษาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานโรงเรียนเอกชน ในเขตพื้นที่การศึกษากรุงเทพมหานครเขต 1 พบว่า ความถนัด ทางเหตุผลด้านจำแนกประเภท ด้านอุปมาอุปไมย ด้านอนุกรมมิติ และด้านวิเคราะห์ ส่งผลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ต่อความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ส่วนการสรุปความส่งผลอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และค่าน้ำหนักความสัมพันธ์ของเพศและระดับชั้น ส่งผลต่อความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่าความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณระหว่างชายหญิงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กับ 3 และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และ 3 ไม่แตกต่างกัน

กัสม่า สิทธิกุล (2547: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลการคิดแบบหมวกหกใบที่มีต่อการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสุเหร่าบ้านดอน เขตวัฒนา กรุงเทพฯ โดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 15 คน โดยมีเครื่องมือวัดเป็นแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิจาร์ณญาณ ผลการศึกษา พบว่า นักเรียนมีการคิดวิจาร์ณญาณมากขึ้นหลังจากได้รับการฝึกคิดแบบหมวกหกใบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนที่ได้รับการฝึกคิดแบบหมวกหกใบมีการคิดวิจาร์ณญาณมากขึ้นกว่า นักเรียนที่ไม่ได้รับการฝึกคิดแบบหมวกหกใบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อรสา เอี่ยมสะอาด(2548: บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรัฐวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรัฐวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .01 และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01



ครองสิน มิตะทัง (2548: 108) ได้ศึกษาตัวแปรสภาพแวดล้อมในครอบครัว ลักษณะครูและลักษณะของนักเรียนที่ส่งผลต่อความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จังหวัดนครพนม ผลการศึกษาพบว่า มีความสัมพันธ์กันในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกอย่างโดยตัวแปรสาเหตุที่มีความสัมพันธ์กับความสามารถในการคิดวิจาร์ณญาณสูงที่สุดได้แก่ แรงจูงใจภายใน รองลงมาได้แก่ นิสัยในการเรียน ความเชื่ออำนาจภายในตน คุณภาพการสอนของครู การสนับสนุนทางวิชาการจากผู้ปกครองและสัมพันธภาพในครอบครัว ตามลำดับ

จากการศึกษาเอกสาร แนวคิด ทฤษฎี หลักการ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่าความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นทักษะการคิดขั้นสูงที่มีความสำคัญที่ใช้ในการตัดสินใจและมีประโยชน์ต่อนักเรียนในการใช้ในชีวิตประจำวัน ดังนั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนจึงควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกฝนและปฏิบัติเพื่อให้เกิดทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตของนักเรียนเป็นอย่างยิ่ง



## บทที่ 3

### วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

1. การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง
2. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย
3. ระยะเวลาในการวิจัย
4. แบบแผนการทดลอง
5. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
6. การเก็บรวบรวมข้อมูล
7. การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

#### การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง

##### ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แผนการเรียน วิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์ โรงเรียนสันติราษฎร์วิทยาลัย กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 จำนวน 3 ห้องเรียน มีนักเรียนทั้งหมด 150 คน

##### การเลือกกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แผนการเรียน วิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์ โรงเรียนสันติราษฎร์วิทยาลัย กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 จำนวน 2 ห้องเรียน มีนักเรียนทั้งหมด 96 คน ซึ่งได้มาจากวิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยเลือก แล้วนำกลุ่มที่เลือกมาสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยวิธีการจับฉลากเพื่อกำหนดเป็นกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 คือ

กลุ่มทดลองที่ 1 จำนวน 47 คน ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเปลี่ยนแปลงแนวความคิด

กลุ่มทดลองที่ 2 จำนวน 49 คน ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น

##### ระยะเวลาในการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัยกระทำในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 โดยใช้เวลาในการทดลอง 20 คาบๆ ละ 50 นาที โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอนเองทั้ง 2 กลุ่ม

##### เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ใช้เนื้อหาวิชาเคมี 5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สารที่ 3: สารและสมบัติของสาร หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง เคมีอินทรีย์ ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544 กระทรวงศึกษาธิการ

### แบบแผนการทดลอง

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยมีรูปแบบการทดลอง (Experimental Design) ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการทดลองโดยประยุกต์ตามแบบแผนการวิจัยแบบ Randomized Control Group Pretest-Posttest Design (ชูศรี วงศ์รัตน์. 2550: 377) ซึ่งมีรูปแบบการวิจัย ดังนี้

ตาราง 3 แบบแผนการทดลอง

กลุ่ม	สอบก่อน	การทดลอง	สอบหลัง
RE <sub>1</sub>	T <sub>1</sub>	X <sub>1</sub>	T <sub>1</sub>
RE <sub>2</sub>	T <sub>2</sub>	X <sub>2</sub>	T <sub>2</sub>

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการวิจัย

RE <sub>1</sub>	แทน	กลุ่มทดลองที่ 1 ที่เลือกมาแบบสุ่ม
RE <sub>2</sub>	แทน	กลุ่มทดลองที่ 2 ที่เลือกมาแบบสุ่ม
T <sub>1</sub>	แทน	การทดสอบก่อนการทดลอง (Pretest)
T <sub>2</sub>	แทน	การทดสอบหลังการทดลอง (Posttest)
X <sub>1</sub>	แทน	การจัดการเรียนรู้โดยใช้การเปลี่ยนแปลงแนวความคิด
X <sub>2</sub>	แทน	การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น

### การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย

1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเปลี่ยนแปลงแนวความคิดตามรูปแบบของฮิวสัน และฮิวสัน
2. แผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น
3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี
4. แบบทดสอบวัดความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

ผู้วิจัยสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ คือ

1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเปลี่ยนแปลงแนวความคิดตามรูปแบบของฮิวสันและฮิวสัน

1.1 ขั้นตอนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเปลี่ยนแปลงแนวความคิดตามรูปแบบของฮิวสันและฮิวสัน เรื่อง เคมีอินทรีย์

1.1.1 ศึกษาสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง คำอธิบายรายวิชา และหน่วยการเรียนรู้จากหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2544

1.1.2 ศึกษาสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง คำอธิบายรายวิชา และหน่วยการเรียนรู้จากหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนสันติราษฎร์วิทยาลัย กรุงเทพมหานคร

1.1.3 วิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น ผลการเรียนรู้ และหน่วยการเรียนรู้ สาระที่ 3: สารและสมบัติของสาร หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง เคมีอินทรีย์ เพื่อกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้และสาระการเรียนรู้ ซึ่งประกอบด้วยหัวข้อดังต่อไปนี้

- 1) พันธะของคาร์บอน
- 2) หมู่ฟังก์ชัน
- 3) สารประกอบไฮโดรคาร์บอน
- 4) สารประกอบอินทรีย์ที่มีธาตุออกซิเจนเป็นองค์ประกอบ
- 5) สารประกอบอินทรีย์ที่มีธาตุไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ
- 6) สารประกอบอินทรีย์ที่มีธาตุออกซิเจนและไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ

1.1.4 ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับหลักการและวิธีการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ โดยการใช้การเปลี่ยนแปลงแนวความคิดตามรูปแบบของฮิวสันและฮิวสันเพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้

1.1.5 จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ และเอกสารประกอบการเรียน โดยการใช้การเปลี่ยนแปลงแนวความคิดตามรูปแบบของฮิวสันและฮิวสัน ให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่อง เคมีอินทรีย์ จำนวน 20 คาบ

1.2 วิธีการหาคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยการใช้การเปลี่ยนแปลงแนวความคิดตามรูปแบบของฮิวสันและฮิวสัน

1.2.1 นำแผนการจัดการเรียนรู้ โดยการใช้การเปลี่ยนแปลงแนวความคิดตามรูปแบบของฮิวสันและฮิวสัน และเอกสารประกอบการเรียนไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบเกี่ยวกับความเที่ยงตรงของเนื้อหา ภาษา และกิจกรรมต่างๆ ในเอกสารประกอบการจัดการเรียนรู้ โดยการใช้การเปลี่ยนแปลงแนวความคิดตามรูปแบบของฮิวสันและฮิวสัน เพื่อวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้กับจุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา และขั้นตอนการดำเนินกิจกรรม โดยพิจารณาว่าค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)  $\geq .50$  ขึ้นไป พบว่าค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) มีค่าระหว่าง 0.67 – 1.00

1.2.2 นำแผนการจัดการเรียนรู้ และเอกสารประกอบการเรียน โดยการใช้การเปลี่ยนแปลงแนวความคิดตามรูปแบบของฮิวสันและฮิวสัน ที่ผู้เชี่ยวชาญ ตรวจสอบ และปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสันติราษฎร์วิทยาลัย ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 54 คน เพื่อหาข้อบกพร่องในการใช้ภาษา ความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ กับเวลาที่กำหนด แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข ก่อนนำไปใช้จริง

1.2.3 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างจริง

## 2. แผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น

2.1 ขั้นตอนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น เรื่อง เคมีอินทรีย์

2.1.1 ศึกษาสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง คำอธิบายรายวิชา และหน่วยการเรียนรู้จากหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2544

2.1.2 ศึกษาสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง คำอธิบายรายวิชา และหน่วยการเรียนรู้จากหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียน สันติราษฎร์วิทยาลัย กรุงเทพมหานคร

2.1.3 วิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น ผลการเรียนรู้ และหน่วยการเรียนรู้ สาระที่ 3: สารและสมบัติของสาร หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง เคมีอินทรีย์ เพื่อกำหนดจุดประสงค์ การเรียนรู้และสาระการเรียนรู้ ซึ่งประกอบด้วยหัวข้อดังต่อไปนี้

- 1) พันธะของคาร์บอน
- 2) หมู่ฟังก์ชัน
- 3) สารประกอบไฮโดรคาร์บอน
- 4) สารประกอบอินทรีย์ที่มีธาตุออกซิเจนเป็นองค์ประกอบ
- 5) สารประกอบอินทรีย์ที่มีธาตุนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ
- 6) สารประกอบอินทรีย์ที่มีธาตุออกซิเจนและไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ

2.1.4 ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับหลักการและวิธีการเขียนแผนการจัดการ แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้

2.1.5 จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ และเอกสารประกอบการเรียน ตาม แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น ให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่อง เคมีอินทรีย์ จำนวน 20 คาบ

### 2.2 วิธีการหาคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น

2.2.1 นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น และเอกสาร ประกอบการเรียนไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบเกี่ยวกับความเที่ยงตรงของเนื้อหา ภาษา และกิจกรรมต่างๆ ในเอกสารประกอบการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น เพื่อวิเคราะห์ ค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้กับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง เนื้อหา ขั้นตอนการจัด กิจกรรมการเรียนรู้ และ เกณฑ์การวัดและประเมินผล โดยพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)  $\geq .50$  ขึ้นไป พบว่าค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) มีค่าระหว่าง 0.67 – 1.00

2.2.2 นำแผนการจัดการเรียนรู้ และเอกสารประกอบการเรียน ตามแบบวัฏจักร การเรียนรู้ 7 ชั้น ที่ผู้เชี่ยวชาญตรวจ และปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 6 โรงเรียนสันติราษฎร์วิทยาลัย ที่ไม่ใช้กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 54 คน เพื่อหาข้อบกพร่องในการ ใช้ภาษา ความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้กับเวลาที่กำหนด แล้วนำมาปรับปรุง แก้ไข ก่อนนำไปใช้จริง

2.2.3 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างจริง  
แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเปลี่ยนแปลงแนวความคิดตามรูปแบบของฮิวสันและ  
ฮิวสัน และการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น มีขั้นตอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้  
แตกต่างกันดังตาราง 4

ตาราง 4 แสดงการเปรียบเทียบการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเปลี่ยนแปลงแนวความคิดตามรูปแบบ  
ของฮิวสันและฮิวสัน กับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น

การจัดการเรียนรู้โดยใช้การเปลี่ยนแปลง แนวความคิดตามรูปแบบของฮิวสันและฮิวสัน	การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น
<p><b>1. การบูรณาการ (Integration)</b></p> <p>1.1 ครูให้นักเรียนช่วยกันยกตัวอย่างปัจจัยสี่ ซึ่งเป็นปัจจัยพื้นฐานในการดำรงชีวิตของมนุษย์ หรือสิ่งของเครื่องใช้ต่างๆ ที่ใช้ในชีวิตประจำวัน พร้อมทั้งระบุว่าสิ่งของเครื่องใช้เหล่านั้น ประกอบด้วยธาตุสำคัญอะไรบ้าง</p> <p>แนวคำตอบ</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ข้าว (ประกอบด้วยธาตุ C, H, O)</li> <li>- ไม้ดินสอ (ประกอบด้วยธาตุ C)</li> </ul> <p>1.2 ครูตั้งคำถามถามนักเรียนว่า “ปัจจัยสี่ ซึ่งเป็นปัจจัยพื้นฐานในการดำรงชีวิตของมนุษย์มี ธาตุใดที่เป็นองค์ประกอบสำคัญ”</p> <p>1.3 นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อหา คำตอบ (ธาตุคาร์บอน)</p>	<p><b>1. ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicitation Phase)</b></p> <p>1.1 ครูตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียน โดยให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน</p> <p>1.2 ครูนักเรียนช่วยกันยกตัวอย่างปัจจัยสี่ ซึ่งเป็นปัจจัยพื้นฐานในการดำรงชีวิตของ มนุษย์ หรือสิ่งของเครื่องใช้ต่างๆ ที่ใช้ในชีวิตประจำวัน พร้อมทั้งระบุว่าสิ่งของเครื่องใช้ เหล่านั้นประกอบด้วยธาตุสำคัญอะไรบ้าง</p> <p><b>2. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement Phase)</b></p> <p>2.1 ครูนำภาพสิ่งของเครื่องใช้ต่างๆ รวมทั้งปัจจัยสี่มาให้ให้นักเรียนดู</p> <p>2.2 นักเรียนร่วมกันอภิปรายว่าสิ่งของ เครื่องใช้ต่างๆ รวมทั้งปัจจัยสี่ที่เห็นในภาพมี ธาตุที่เป็นองค์ประกอบหลักเหมือนกันคือธาตุ ใด (ธาตุคาร์บอน)</p>

ตาราง 4 (ต่อ)

การจัดการเรียนรู้โดยใช้การเปลี่ยนแปลง แนวความคิดตามรูปแบบของฮิวสันและฮิวสัน	การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น
<p><b>2. การแยกความแตกต่าง (Differentiation)</b></p> <p>2.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับความหมายของสารอินทรีย์ สารอนินทรีย์ และเคมีอินทรีย์ เพื่อให้ได้แนวความคิดดังต่อไปนี้</p> <p>2.1.1 สารอินทรีย์ หมายถึง สารที่มีธาตุคาร์บอนเป็นองค์ประกอบหลัก ยกเว้นสารในกลุ่มของ สารประกอบออกไซด์ของคาร์บอน เกลือคาร์บอเนต เกลือคาร์ไบด์ เกลือไซยาไนด์ เกลือไซยาเนต และสารประกอบของคาร์บอนอื่นๆ เช่น <math>CS_2</math>, <math>CCl_4</math> และ <math>COCl_2</math></p> <p>2.1.2 สารอนินทรีย์ หมายถึง สารประกอบอื่นๆ ที่ไม่ใช่สารอินทรีย์ สารอนินทรีย์ประกอบด้วยธาตุต่างๆ จำนวนมาก เช่น S, O, Cl, Na, Mg, Al และ C เป็นต้น</p> <p>2.1.3 เคมีอินทรีย์ คือ สาขาหนึ่งของวิชาเคมีที่ศึกษาเกี่ยวกับโครงสร้าง ชนิด สมบัติ ปฏิกิริยา และการสังเคราะห์สารอินทรีย์</p> <p>2.2 นักเรียนศึกษา เรื่อง พันธะของคาร์บอน และการเขียนสูตรโครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์จากหนังสือเรียนและเอกสารประกอบการเรียน</p>	<p><b>3. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration Phase)</b></p> <p>3.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับความหมายของสารอินทรีย์ สารอนินทรีย์ และเคมีอินทรีย์ เพื่อให้ได้แนวความคิดดังต่อไปนี้</p> <p>3.1.1 สารอินทรีย์ หมายถึง สารที่มีธาตุคาร์บอนเป็นองค์ประกอบหลัก ยกเว้นสารในกลุ่มของ สารประกอบออกไซด์ของคาร์บอน เกลือคาร์บอเนต เกลือคาร์ไบด์ เกลือไซยาไนด์ เกลือไซยาเนต และสารประกอบของคาร์บอนอื่นๆ เช่น <math>CS_2</math>, <math>CCl_4</math> และ <math>COCl_2</math></p> <p>3.1.2 สารอนินทรีย์ หมายถึง สารประกอบอื่นๆ ที่ไม่ใช่สารอินทรีย์ สารอนินทรีย์ประกอบด้วยธาตุต่างๆ จำนวนมาก เช่น S, O, Cl, Na, Mg, Al และ C</p> <p>3.1.3 เคมีอินทรีย์ คือ สาขาหนึ่งของวิชาเคมีที่ศึกษาเกี่ยวกับโครงสร้าง ชนิด สมบัติ ปฏิกิริยา และการสังเคราะห์สารอินทรีย์</p> <p>3.2 นักเรียนศึกษา เรื่อง พันธะของคาร์บอน และการเขียนสูตรโครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์จากหนังสือเรียนและเอกสารประกอบการเรียน</p>

## ตาราง 4 (ต่อ)

การจัดการเรียนรู้โดยใช้การเปลี่ยนแปลง แนวความคิดตามรูปแบบของฮิวสันและ ฮิวสัน	การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น
<p><b>3. การแลกเปลี่ยน (Exchange)</b></p> <p>3.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย เรื่อง พันธะของคาร์บอน และการเขียนสูตรโครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์ เพื่อให้ได้แนวคิดดังนี้</p> <p>3.1.1 คาร์บอนมีเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่ากับ 4 เกิดเป็นพันธะโคเวเลนต์ได้ 4 พันธะ สามารถสร้างพันธะกับธาตุคาร์บอนด้วยพันธะเดี่ยว พันธะคู่ หรือพันธะสามและสร้างพันธะต่อกันไปได้เรื่อยๆ และสามารถสร้างพันธะกับธาตุอื่นๆ ได้จึงทำให้มีสารประกอบอินทรีย์เป็นจำนวนมาก</p> <p>3.1.2 สูตรโครงสร้างของสารอินทรีย์สามารถเขียนแสดงได้หลายแบบ ได้แก่ โครงสร้างลิวอิส แบบย่อและแบบใช้เส้นและมุม</p> <p>3.2 ครูสุ่มให้นักเรียนออกมาเขียนสูตรโครงสร้างแบบต่างๆ ของสารอินทรีย์บนกระดาน</p>	<p><b>4. ขั้นอธิบาย (Explanation Phase)</b></p> <p>4.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย เรื่อง พันธะของคาร์บอน และการเขียนสูตรโครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์ เพื่อให้ได้แนวคิดดังนี้</p> <p>4.1.1 คาร์บอนมีเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่ากับ 4 เกิดเป็นพันธะโคเวเลนต์ได้ 4 พันธะ สามารถสร้างพันธะกับธาตุคาร์บอนด้วยพันธะเดี่ยว พันธะคู่ หรือพันธะสามและสร้างพันธะต่อกันไปได้เรื่อยๆ และสามารถสร้างพันธะกับธาตุอื่นๆ ได้จึงทำให้มีสารประกอบอินทรีย์เป็นจำนวนมาก</p> <p>4.1.2 สูตรโครงสร้างของสารอินทรีย์สามารถเขียนแสดงได้หลายแบบ ได้แก่ โครงสร้างลิวอิส แบบย่อและแบบใช้เส้นและมุม</p> <p>4.2 ครูยกตัวอย่างการเขียนสูตรโครงสร้างของสารอินทรีย์แบบต่างๆ ให้นักเรียนดูเป็นตัวอย่าง</p>
<p><b>4. การเชื่อมประสานการรับรู้แนวความคิด (Conceptual bridging)</b></p> <p>4.1 นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อตอบคำถามดังนี้</p> <p>4.1.1 ให้นักเรียนช่วยกันยกตัวอย่างของสารอินทรีย์ และสารอนินทรีย์ (สารอินทรีย์ ได้แก่ แอลกอฮอล์ คีโตน สารอนินทรีย์ ได้แก่ คาร์บอนเตตระคลอไรด์ แคลเซียมคาร์บอเนต)</p> <p>4.1.2 สารอินทรีย์ได้จากสิ่งมีชีวิตเท่านั้นใช่หรือไม่ เพราะเหตุใด (ไม่ใช่ เพราะนอกจากจะได้จากพืชและสัตว์แล้ว ยังสามารถสังเคราะห์สารอินทรีย์จากสารอนินทรีย์ได้อีกด้วย)</p> <p>4.2 ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเพื่อให้ได้แนวคิดดังนี้</p>	<p><b>5. ขั้นขยายความคิด (Expansion Phase / Elaboration Phase)</b></p> <p>5.1 ให้นักเรียนทำใบงานที่ 1 เรื่อง การเขียนสูตรโครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์</p> <p><b>6. ขั้นประเมินผล (Evaluation Phase)</b></p> <p>6.1 ครูสุ่มตัวแทนนักเรียนออกมาเฉลยใบงานที่ 1 จากนั้นครูเฉลยต่อจนครบทุกข้อ</p> <p>6.2 นักเรียนเขียนความรู้ที่ได้ รวมทั้งประเด็นที่สงสัยและไม่เข้าใจลงในสมุดเพื่อส่งครู</p>



## ตาราง 4 (ต่อ)

การจัดการเรียนรู้โดยใช้การเปลี่ยนแปลง แนวความคิดตามรูปแบบของฮิวสันและฮิวสัน	การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น
<p>4.2.1 สารอินทรีย์นอกจากได้จากสิ่งมีชีวิต แล้วยังสามารถสังเคราะห์ได้จากสารอนินทรีย์</p> <p>4.2.1 สารอินทรีย์นอกจากได้จาก สิ่งมีชีวิตแล้วยังสามารถสังเคราะห์ได้จากสาร อนินทรีย์</p> <p>4.2.2 สารที่มีธาตุคาร์บอนเป็น องค์ประกอบอาจเป็นได้ทั้งสารอินทรีย์และสาร อนินทรีย์</p>	<p><b>7. ชั้นนำความรู้ไปใช้ (Extension Phase)</b></p> <p>7.1 ให้นักเรียนจับคู่ทำแบบฝึกหัด</p> <p>11.1 ข้อ 1 (ในหนังสือเรียนหน้า 14) โดยทำ ส่งในรูปแบบของหนังสือเล่มเล็ก คู่ละ 1 เล่ม</p>

### 3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี

#### 3.1 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี

3.1.1 ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการวัดผลประเมินผล การเขียนข้อสอบและการ  
สร้างข้อสอบวิชาเคมี

3.1.2 ศึกษาสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สาระที่ 3: สารและสมบัติของสาร  
หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง เคมีอินทรีย์ จากหนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติม กลุ่ม ม  
สาระ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เคมี 5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน  
พุทธศักราช 2544 เพื่อสร้างตารางวิเคราะห์ข้อสอบวิชาเคมี แบ่งพฤติกรรมเป็น 4 ด้าน คือ ด้าน  
ความรู้ – ความจำ ความเข้าใจ ด้านการนำไปใช้ และด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

3.1.3. สร้างตารางวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ ที่สอดคล้องกับเนื้อหาวิชา  
เคมี 5 เรื่อง เคมีอินทรีย์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

3.1.4 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี แบบปรนัย ชนิด  
เลือกตอบ 5 ตัวเลือก จำนวน 45 ข้อ ตามตารางวิเคราะห์แบบทดสอบ

#### 3.2 วิธีการหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี

3.2.1 นำแบบทดสอบให้ผู้เชี่ยวชาญทางการสอน วิชาเคมี จำนวน 3 ท่าน  
ตรวจสอบลักษณะการใช้คำถาม ตัวเลือก ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด ความถูกต้อง  
ด้านภาษา เพื่อปรับปรุงแก้ไข โดยการคัดเลือกข้อสอบที่มีดัชนีความสอดคล้อง (IOC)  $\geq .50$  ขึ้น  
ไปพบว่าค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) มีค่าระหว่าง 0.67 – 1.00

3.2.2 นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วทดลองกับนักเรียนโรงเรียน  
เบญจมราชูทิศ ในพระบรมราชูปถัมภ์ ที่ผ่านการเรียนเรื่องเคมีอินทรีย์แล้ว จำนวน 50 คน

3.2.3 นักกระดาษคำตอบที่นักเรียนตอบแล้วมาตรวจให้คะแนน โดยข้อที่ถูกให้ 1 คะแนน ข้อที่ผิด หรือตอบเกิน 1 ตัวเลือกให้ 0 คะแนน เมื่อตรวจรวมคะแนนเรียบร้อยแล้ว นำมาวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

1) หาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเป็นรายข้อโดยใช้เทคนิค 27% ของ จุง-เตห์-ฟาน (Chung The Fan. 1952: 6 – 32)

2) คัดเลือกข้อสอบที่มีความยากง่าย (p) ระหว่าง .20 – .80 และมีค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ .20 ขึ้นไป คัดเลือกไว้ 30 ข้อ

3.2.4 นำแบบทดสอบที่คัดเลือกไว้แล้วไปทดสอบกับนักเรียนโรงเรียนเบญจมราชูทิศ ในพระบรมราชูปถัมภ์ ที่ผ่านการเรียนเรื่องเคมีอินทรีย์แล้ว จำนวน 50 คน เพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้สูตร KR – 20 ของ คูเดอร์ – ริชาร์ดสัน (ล้วน สายยศ; และอังคณา สายยศ. 2538: 197 – 198) พบว่าค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบมีค่าเท่ากับ 0.92

3.2.5 นำแบบทดสอบไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างจริงต่อไป

### ตัวอย่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี

<p><b>ด้านความรู้ – ความจำ</b></p> <p>(0) ข้อความต่อไปนี้ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้อง</p> <p>ก. สารอินทรีย์สามารถสังเคราะห์ได้จากสารอนินทรีย์</p> <p>ข. สารไฮโดรคาร์บอนไม่ละลายน้ำเพราะเป็นโมเลกุลไม่มีขั้ว</p> <p>ค. สารประกอบที่มีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบเป็นสารอินทรีย์</p> <p>ง. สารไฮโดรคาร์บอนเป็นสารอินทรีย์ที่มีในธรรมชาติ</p> <p>จ. สารไฮโดรคาร์บอนมีพันธะโคเวเลนต์</p> <p><u>เฉลย ค.</u></p>	<p><b>ด้านการนำไปใช้</b></p> <p>(000) ถ้าต้องการเตรียม ethyl propanoate 2.04 กรัม จะต้องใช้สารใดบ้างอย่างละกี่กรัม (สมมติว่าปฏิกิริยาเกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์)</p> <p>ก. acetic acid 1.20 g และ ethanol 0.92 g</p> <p>ข. acetic acid 1.20 g และ propanal 1.16 g</p> <p>ค. propanal 1.16 g และ ethanoic acid 0.92 g</p> <p>ง. propanoic acid 1.48 g และ ethanol 0.92 g</p> <p>จ. propanoic acid 1.48 g และ propanol 1.16 g</p> <p><u>เฉลย ง.</u></p>
<p><b>ด้านความเข้าใจ</b></p> <p>(00) เฮปเทนมีกี่ไอโซเมอร์</p> <p>ก. 3</p> <p>ข. 5</p> <p>ค. 7</p> <p>ง. 9</p> <p>จ. 11</p> <p><u>เฉลย ง.</u></p>	<p><b>ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์</b></p> <p>(0000) สาร X เป็นสารประกอบอินทรีย์ซึ่งไม่ละลายน้ำ สารนี้ฟอกจากสีสารละลายต่างทั้งทึบและสารละลายโบรมีนในคาร์บอนเตตระคลอไรด์ได้ เมื่อมีความร้อนและคะตะไลส์ สาร X เกิดปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชัน สาร X คือสารในข้อใด</p> <p>ก. กรดซาลิซิลิก                      ข. ไซโคลเฮกซีน</p> <p>ค. โพรพานอล                            ง. โทลูอีน</p> <p>จ. แนฟทาลีน                              <u>เฉลย ข.</u></p>

#### 4. แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

##### 4.1 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

4.1.1 ศึกษาเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ แล้วนำมาเขียนนิยามเชิงปฏิบัติการ

4.1.2 สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยอาศัยหลักการของวัตสัน และเกลเซอร์ (Watson; & Glaser) ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ

1) ความสามารถในการอ้างอิง (Inference) เป็นความสามารถในการแสดงความคิดเห็นต่อเรื่องราวตามข้อมูลที่ปรากฏในข้อความหรือสถานการณ์ที่ได้กำหนดไว้ ซึ่งความคิดเห็นนั้นอาจจะเป็นจริงหรือบอกได้ว่าไม่เป็นจริงในกรณีที่ข้อมูลยังไม่เพียงพอ

2) การยอมรับข้อตกลงเบื้องต้น (Recognition of Assumption) เป็นความสามารถในการพิจารณาข้อความที่สมมติขึ้น หรือคาดการณ์ไว้ล่วงหน้า เพื่อรับรู้หรือตระหนักถึงข้อตกลงเบื้องต้น

3) การอนุมาน (Deduction) เป็นความสามารถในการคิด พิจารณาข้อความเกี่ยวกับเหตุและผลของข้อความหลัก 2 ข้อความที่มีอยู่ก่อน โดยคำนึงถึงข้อเท็จจริงที่เป็นสาเหตุ และอาศัยความสัมพันธ์ระหว่างสาเหตุทั้งหมด เพื่อสรุปเป็นผลสำหรับข้อความนั้น

4) การแปลความ (Interpretation) เป็นความสามารถในการคิดพิจารณาข้อความย่อยว่าเป็นความจริง ตามข้อความที่กำหนดไว้หรือไม่ โดยพิจารณาจากข้อมูลหรือเหตุผลที่กำหนดให้อย่างมีเหตุผลเพียงพอ

5) การประเมินข้อโต้แย้ง (Evaluation of Arguments) เป็นความสามารถในการตีคุณค่า การประเมินคำตอบ การประเมินข้อสรุปของข้อความและการตัดสินใจถูกต้องของข้อความที่กำหนด ให้ เพื่อพิจารณาความสอดคล้องด้วยเหตุและผล ซึ่งเกี่ยวข้องโดยตรงกับสถานการณ์ที่กำหนด

4.1.3 แบบทดสอบที่สร้างขึ้นประกอบด้วย ข้อความที่มีลักษณะเป็นปัญหาข้อโต้แย้งสถานการณ์ หรือข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากบทความ หรือรายงานต่างๆ เช่น การอ่านหนังสือพิมพ์ การฟังวิทยุ การชมโทรทัศน์ ข้อสอบเป็นแบบ ปรนัย 2 ตัวเลือก จำนวน 45 ข้อ ในแต่ละข้อ จะมีคำตอบที่ถูกต้องเพียงข้อเดียว การตรวจให้คะแนน ถ้าตอบถูกให้คะแนนข้อละ 1 คะแนน ถ้าตอบผิดให้ 0 คะแนน คะแนนของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ คิดจากผลรวมของข้อสอบที่ตอบถูก

4.2 วิธีการหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมี  
 วิจารณ์ญาณ

4.2.1 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบลักษณะการใช้คำถาม ตัวเลือก ความถูกต้องด้านภาษา แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขด้านความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์คำถามกับตัวเลือกและการใช้ภาษา แล้วคัดเลือกข้อสอบที่มีความเที่ยงตรงตามเนื้อหา โดยมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่าง 0.67 – 1.00

4.2.2 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนโรงเรียนเบญจมราชูทิศ ในพระบรมราชูปถัมภ์ จำนวน 50 คน

4.2.3 นำกระดาษคำตอบที่นักเรียนตอบแล้วมาตรวจให้คะแนนโดยข้อที่ตอบถูกให้ 1 คะแนน ข้อที่ตอบผิดหรือตอบเกิน 1 คำตอบให้ 0 คะแนน เมื่อตรวจรวมคะแนนเรียบร้อยแล้วให้นำมาวิเคราะห์ ดังต่อไปนี้

1) หาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเป็นรายข้อโดยใช้เทคนิค 27% ของ จุง-เตห์-ฟาน (Chung The Fan. 1952: 6 – 32)

2) คัดเลือกข้อสอบที่มีความยากง่าย (p) ระหว่าง .20 – .80 และมีค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ .20 ขึ้นไป คัดเลือกไว้ 30 ข้อ

4.2.4 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ที่คัดเลือกไว้ไปทดสอบกับนักเรียน โรงเรียนเบญจมราชูทิศ ในพระบรมราชูปถัมภ์ จำนวน 50 คน เพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของแบบ ทดสอบโดยคำนวณจากสูตร KR – 20 ของคูเดอร์ – ริชาร์ดสัน (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540: 123) ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเท่ากับ 0.78

4.2.5 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่หาคุณภาพแล้วไปใช้ในการวิจัย

### ตัวอย่างแบบทดสอบในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

#### ด้านความสามารถในการอ้างอิง

สถานการณ์ อาหารเช้า นับได้ว่า เป็นมื้อที่สำคัญที่สุดสำหรับทุกคน เพราะหลังจากที่เรารับประทานอาหารเช้าเรียบร้อยแล้ว ก็จะหยุดการรับประทานไปอีก 8 – 9 ชั่วโมง ซึ่งเมื่อตื่นขึ้นมาในตอนเช้า ร่างกายของเราจะต้องการสารอาหาร เพื่อนำไปใช้ในกิจกรรมต่างๆ ระหว่างวัน ดังนั้น หากใครไม่ได้รับประทานอาหารเช้า ก็จะอ่อนล้าไม่มีพลังงานในการทำงานและการเรียน

จากสถานการณ์ข้างต้นจึงสรุปได้ว่า การออกกำลังกายช่วยลดภาวะความเครียดได้เสมอ

ก. ข้อสรุปนั้นเป็นจริงหรือเป็นไปได้

ข. ข้อสรุปนั้นไม่จริง เป็นไปไม่ได้หรือข้อมูลยังไม่เพียงพอ

### ด้านการยอมรับข้อตกลงเบื้องต้น

สถานการณ์ ปกติบชั้นที่จัดได้ว่ามีสิ่งมีชีวิตที่หลากหลายมากที่สุด คือ ภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เนื่องจากสภาพภูมิอากาศคงที่ สภาพชั้นดินลึกกักเก็บความชื้นได้ดี และมีอุณหภูมิต่ำเหมาะสมกับการดำรงชีวิตของสัตว์และพืช

จากสถานการณ์ ข้อความต่อไปนี้ตรงกับเงื่อนไขใด

“ป่าแต่ละประเภทมีความหลากหลายทางชีวภาพแตกต่างกัน”

ก. เป็นข้อตกลงที่กล่าวไว้ในข้อความ

ข. ไม่ได้เป็นข้อตกลงที่กล่าวไว้ในข้อความ

### ด้านการนิรภัย

สถานการณ์ ตะคริวมักเกิดระหว่างหรือหลังการเล่นกีฬาในช่วงฤดูร้อน เมื่ออากาศร้อนจัด ร่างกายจะสูญเสียเกลือโซเดียมไปกับเหงื่อเป็นจำนวนมาก

จากสถานการณ์ข้างต้น สรุปได้ว่า นักกีฬาจะเป็นตะคริวเฉพาะฤดูร้อน

ก. สรุปตามข้อความหลักที่เสนอไว้

ข. ไม่ได้สรุปตามข้อความหลักที่เสนอไว้

### ด้านการศึกษา

สถานการณ์ สัตว์บางชนิดมีกระดูกเป็นแกนอยู่ตรงกลางลำตัว แต่บางชนิดก็ไม่มี ซึ่งกระดูกที่อยู่ตรงส่วนแกนของลำตัวนี้เรียกว่า กระดูกสันหลัง เราจึงสามารถจัดจำแนกสัตว์โดยใช้กระดูกสันหลังเป็นเกณฑ์ได้เป็น 2 ประเภท คือ สัตว์มีกระดูกสันหลัง และสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง

จากสถานการณ์ข้างต้น สรุปได้ว่า กระดูกสันหลังสามารถใช้เป็นเกณฑ์ในการจำแนกสัตว์

ก. จริงตามข้อความหลักที่เสนอ

ข. ไม่จริงตามข้อความหลักที่เสนอ

### ด้านการประเมินข้อโต้แย้ง

สถานการณ์ ผู้บริโภคต้องรู้จักเลือกซื้อ เลือกบริโภค และรู้วิธีรับประทานที่ปลอดภัย

จากสถานการณ์ข้างต้น ข้อคิดเห็นที่ว่า “เห็นด้วย เพราะอาหารบางอย่างไม่ดีต่อสุขภาพ” ข้อคิดเห็นนี้มีเหตุผลเหมาะสมหรือไม่

ก. มีเหตุผลดี

ข. เหตุผลยังไม่เหมาะสม

## การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

1. เลือกนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์ มาจำนวน 2 ห้องเรียน จาก 3 ห้องเรียน และจับฉลากเป็นกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2
2. ทดสอบก่อนเรียนทั้งกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีและแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณแล้วนำผลการสอบมาตรวจให้คะแนน
3. ดำเนินการทดลองโดยผู้วิจัยดำเนินการสอนเอง โดยใช้เนื้อหาเดียวกันทั้งกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 โดยใช้ระยะเวลาในการทดลองเท่ากัน คือใช้เวลาในการทดลองกลุ่มละ 20 คาบๆ ละ 50 นาที ดังนี้
  - 3.1 กลุ่มทดลองที่ 1 ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเปลี่ยนแปลงแนวความคิด
  - 3.2 กลุ่มทดลองที่ 2 ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น
4. เมื่อสิ้นสุดการสอนตามกำหนด ทำการทดสอบหลังเรียนทั้งกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี และแบบทดสอบวัดความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณชุดเดิม
5. ทำการตรวจให้คะแนนการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี และแบบทดสอบวัดความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ทั้งกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 แล้วนำผลคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ โดยวิธีการทางสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐานต่อไป

## การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมีก่อนและหลังเรียน ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเปลี่ยนแปลงแนวความคิด โดยใช้วิธีการทางสถิติ  $t - test$  แบบ Dependent Samples
2. วิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีก่อนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น โดยใช้วิธีการทางสถิติ  $t - test$  แบบ Dependent Samples
3. วิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเปลี่ยนแปลงแนวความคิด และวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น โดยใช้  $t - test$  Independent Samples ในรูป Difference Score
4. วิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณก่อนและหลังเรียน ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเปลี่ยนแปลงแนวความคิด โดยใช้วิธีการทางสถิติ  $t - test$  แบบ Dependent Samples

5. วิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนจากแบบทดสอบวัด ความสามารถด้านการคิดอย่างมี วิจารณ์ญาณก่อนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น โดยใช้วิธีการทางสถิติ t – test แบบ Dependent Samples

6. วิเคราะห์ เปรียบเทียบ คะแนนจากแบบทดสอบวัด ความสามารถด้าน การคิดอย่างมี วิจารณ์ญาณของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเปลี่ยนแปลงแนวความคิด และวัฏจักร การเรียนรู้ 7 ขั้น โดยใช้ t-test Independent ในรูป Difference Score

## สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

### 1. สถิติพื้นฐาน

1.1 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Mean) โดยคำนวณจากสูตร (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ 2538: 73)

$$\text{จากสูตร } \bar{X} = \frac{\sum X}{N}$$

เมื่อ	$\bar{X}$	แทน	คะแนนเฉลี่ย
	$\sum X$	แทน	ผลรวมคะแนนทั้งหมด
	N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

1.2 ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) ของคะแนน คำนวณจากสูตร (ล้วน สายยศ; และ อังคณา สายยศ. 2538: 79)

$$\text{จากสูตร } S = \sqrt{\frac{n\sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}}$$

เมื่อ	S	แทน	คะแนนเฉลี่ย
	$\sum X$	แทน	ผลรวมคะแนนทั้งหมด
	$\sum X^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง
	N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

## 2. สถิติที่ใช้ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

2.1 หาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีโดยใช้สูตร (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540: 117)

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ	IOC	แทน	ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้
	$\sum R$	แทน	ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด
	N	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.2 หาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีและแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่สร้างเป็นรายข้อโดยใช้การวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ (Item – Analysis) ใช้เทคนิค 27% ของ จุง-เตห์-ฟาน (Chung The Fan. 1952: 6 – 32)

2.3 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี และแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยใช้สูตร KR-20 (Kuder-Richardson) ซึ่งใช้สูตร ดังนี้ (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540: 123)

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

เมื่อ	$r_{tt}$	แทน	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	n	แทน	จำนวนข้อสอบของแบบทดสอบ
	p	แทน	สัดส่วนของคนทำถูกในแต่ละข้อ หรือ $\frac{\text{จำนวนคนที่ตอบถูก}}{\text{จำนวนคนทั้งหมด}}$
	q	แทน	สัดส่วนของคนทำผิดในแต่ละข้อ หรือ = 1-p
	$S_t^2$	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบทั้งฉบับ



### 3. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

3.1 ทดสอบสมมติฐาน ข้อ 1, 2, 4 และ 5 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี และความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ของกลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่ม โดยใช้ t – test Dependent Samples (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540: 166) โดยคำนวณจากสูตร

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{N \sum D^2 - (\sum D)^2}{N-1}}} \quad ; \quad df = N - 1$$

เมื่อ	t	แทน	ผลต่างของคะแนนแต่ละคู่
	$\sum D$	แทน	ผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนนทดสอบของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน
	$\sum D^2$	แทน	ผลรวมกำลังสองของความแตกต่างระหว่างคะแนนทดสอบของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน
	N	แทน	จำนวนผู้เรียนในกลุ่มตัวอย่าง

3.2 ทดสอบสมมติฐาน ข้อ 3 และ 6 หาความแตกต่างของคะแนน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี และคะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถด้าน การคิดอย่างมีวิจารณญาณระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 โดยใช้ t – test Independent Samples ในรูป Difference Score (Scott; & Werthinmer. 1962: 264) ซึ่งมีสูตรดังนี้

$$t = \frac{MD_1 - MD_2}{S_{MD_1 - MD_2}} \quad ; \quad df = N_1 + N_2 - 2$$

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	ค่าที่ใช้ในการพิจารณาใน $t$ – distribution
	$MD_1$	แทน	ค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างการทดสอบหลังการเรียนกับ ก่อนการเรียนของกลุ่มทดลองที่ 1
	$MD_2$	แทน	ค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างการทดสอบหลังการเรียนกับ ก่อนการเรียนของกลุ่มทดลองที่ 2
	$D_1$	แทน	ผลต่างระหว่างการทดสอบหลังการเรียนกับก่อนการเรียน ของกลุ่มทดลองที่ 1
	$D_2$	แทน	ผลต่างระหว่างการทดสอบหลังการเรียนกับก่อนการเรียน ของกลุ่มทดลองที่ 2
	$S_D^2$	แทน	ค่าความแปรปรวนของผลต่างระหว่างการทดสอบหลังการ เรียน กับก่อนการเรียนของกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่ม ทดลองที่ 2
	$N_1$	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มทดลองที่ 1
	$N_2$	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มทดลองที่ 2
	$S_{MD_1-MD_2}$	แทน	ค่าความคาดเคลื่อนมาตรฐานของผลต่างระหว่างการ ทดสอบก่อนการเรียนกับหลังการเรียนของกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2

## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

#### สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้ใช้สัญลักษณ์ในการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

n	แทน	จำนวนนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง
$\bar{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนนของกลุ่มตัวอย่างจากการทดลองก่อนเรียน และหลังเรียน
$\bar{X}_1$	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนนของกลุ่มตัวอย่างจากการทดลองก่อนเรียน
$\bar{X}_2$	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนนของกลุ่มตัวอย่างจากการทดลองหลังเรียน
SD	แทน	ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
MD	แทน	ค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างการทดสอบหลังการเรียนกับก่อนการเรียน
t	แทน	ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาการแจกแจง t
**	แทน	มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
กลุ่มทดลองที่ 1	แทน	นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเปลี่ยนแปลงแนวความคิด
กลุ่มทดลองที่ 2	แทน	นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น

#### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลและแปลข้อมูล ผู้วิจัยได้เสนอตามลำดับ ดังนี้

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ก่อนและหลังเรียน ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเปลี่ยนแปลงแนวความคิด
2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ก่อนและหลังเรียน ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น
3. เปรียบเทียบ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียน ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเปลี่ยนแปลงแนวความคิด และการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น
4. เปรียบเทียบความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณก่อนและหลังเรียน ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเปลี่ยนแปลงแนวความคิด
5. เปรียบเทียบความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณก่อนและหลังเรียน ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น

6. เปรียบเทียบความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเปลี่ยนแปลงแนวความคิด และการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีก่อนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเปลี่ยนแปลงแนวความคิด

ผู้วิจัยได้นำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนทั้งก่อนและหลังเรียน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ โดยใช้การเปลี่ยนแปลงแนวความคิดมาเปรียบเทียบกันโดยใช้วิธีการทางสถิติ t – test แบบ Dependent Samples ได้ผลดังแสดงในตาราง 5

ตาราง 5 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีก่อนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเปลี่ยนแปลงแนวความคิด

การทดสอบ	n	$\bar{X}$	SD	t
ก่อนเรียน	47	7.45	1.85	6.961**
หลังเรียน	47	12.06	4.21	

จากตาราง 5 แสดงว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเปลี่ยนแปลงแนวความคิดมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1

2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีก่อนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น

ผู้วิจัยได้นำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนทั้งก่อนและหลังเรียน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น มาเปรียบเทียบกันโดยใช้วิธีการทางสถิติ t – test แบบ Dependent Samples ได้ผลดังแสดงในตาราง 6

ตาราง 6 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีก่อนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น

การทดสอบ	n	$\bar{X}$	SD	t
ก่อนเรียน	49	8.29	3.34	7.764**
หลังเรียน	49	12.39	4.96	

จากตาราง 6 แสดงว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2

### 3. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเปลี่ยนแปลงแนวความคิด และการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น

ผู้วิจัยได้นำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเปลี่ยนแปลงแนวความคิด และการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น มาเปรียบเทียบกันโดยใช้วิธีการทางสถิติ  $t - test$  Independent Samples ในรูป Difference Score ได้ผลดังแสดงในตาราง 7

ตาราง 7 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเปลี่ยนแปลงแนวความคิด และการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น

กลุ่มทดลอง	n	MD	$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	SD	t
กลุ่มทดลองที่ 1	47	4.62	7.45	12.06	4.55	.610
กลุ่มทดลองที่ 2	49	4.10	8.29	12.39	3.70	

จากตาราง 7 แสดงว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเปลี่ยนแปลงแนวความคิด และการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3

### 4. เปรียบเทียบความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณก่อนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเปลี่ยนแปลงแนวความคิด

ผู้วิจัยได้นำคะแนนความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนทั้งก่อนและหลังเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ โดยใช้การเปลี่ยนแปลงแนวความคิด มาเปรียบเทียบกันโดยใช้วิธีการทางสถิติ  $t - test$  แบบ Dependent Samples ได้ผลดังแสดงในตาราง 8

ตาราง 8 เปรียบเทียบความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณก่อนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเปลี่ยนแปลงแนวความคิด

การทดสอบ	N	$\bar{X}$	SD	t
ก่อนเรียน	47	16.32	6.07	
หลังเรียน	47	21.87	4.11	10.373**

จากตาราง 8 แสดงว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเปลี่ยนแปลงแนวความคิดมีความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 4

##### 5. เปรียบเทียบความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณก่อนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น

ผู้วิจัยได้นำคะแนนความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนทั้งก่อนและหลังเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น มาเปรียบเทียบกันโดยใช้วิธีการทางสถิติ t – test แบบ Dependent Samples ได้ผลดังแสดงในตาราง 9

ตาราง 9 เปรียบเทียบความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณก่อนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น

การทดสอบ	n	$\bar{X}$	SD	t
ก่อนเรียน	49	19.24	4.03	
หลังเรียน	49	22.55	3.33	7.002**

จากตาราง 9 แสดงว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น มีความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 5

**6. เปรียบเทียบความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเปลี่ยนแปลงแนวความคิด และการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น**

ผู้วิจัยได้นำคะแนนความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเปลี่ยนแปลงแนวความคิด และการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น มาเปรียบเทียบกันโดยใช้วิธีการทางสถิติ  $t - test$  Independent Samples ในรูป Difference Score ได้ผลดังแสดงในตาราง 10

ตาราง 10 เปรียบเทียบความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเปลี่ยนแปลงแนวความคิด และการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น

กลุ่มทดลอง	n	MD	$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	SD	t
กลุ่มทดลองที่ 1	47	5.55	16.32	21.87	3.67	3.041**
กลุ่มทดลองที่ 2	49	3.53	19.24	22.55	2.80	

จากตาราง 10 แสดงว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเปลี่ยนแปลงแนวความคิด และการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น มีความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 6

## บทที่ 5

### สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นการศึกษาวิจัยเชิงทดลองเพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมีและความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเปลี่ยนแปลงแนวความคิด และการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น ซึ่งสรุปผลการศึกษาได้ดังนี้

#### ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเปลี่ยนแปลงแนวความคิด
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น
3. เพื่อเปรียบเทียบ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเปลี่ยนแปลงแนวความคิด และการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น
4. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณก่อน เรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเปลี่ยนแปลงแนวความคิด
5. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณก่อน เรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น
6. เพื่อ เปรียบเทียบความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเปลี่ยนแปลงแนวความคิด และการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น

#### สมมติฐานของการวิจัย

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเปลี่ยนแปลงแนวความคิดมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
3. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น มีความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน



4. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเปลี่ยนแปลงแนวความคิดกับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีแตกต่างกัน
5. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเปลี่ยนแปลงแนวความคิดมีความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
6. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเปลี่ยนแปลงแนวความคิดกับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น มีความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณแตกต่างกัน

## วิธีดำเนินการวิจัย

### การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง

#### ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์ โรงเรียนสันติราษฎร์วิทยาลัย กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 จำนวน 3 ห้องเรียน มีนักเรียนทั้งหมด 150 คน

#### การเลือกกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์ โรงเรียนสันติราษฎร์วิทยาลัย กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 จำนวน 2 ห้องเรียน มีนักเรียนทั้งหมด 96 คน ซึ่งได้มาจากวิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยเลือก แล้วนำกลุ่มที่เลือกมาสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยวิธีการจับฉลากเพื่อกำหนดเป็นกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 คือ

กลุ่มทดลองที่ 1 จำนวน 47 คน ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเปลี่ยนแปลงแนวความคิด

กลุ่มทดลองที่ 2 จำนวน 49 คน ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น

#### ระยะเวลาในการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัยกระทำในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 โดยใช้เวลาในการทดลอง 20 คาบๆ ละ 50 นาที โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอนเองทั้ง 2 กลุ่ม

#### เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ใช้เนื้อหาวิชาเคมี 5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สารที่ 3: สารและสมบัติของสาร หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง เคมีอินทรีย์ ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544 กระทรวงศึกษาธิการ

## การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย

1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเปลี่ยนแปลงแนวความคิดตามรูปแบบของฮิวสัน และฮิวสัน เรื่อง เคมีอินทรีย์ จำนวน 20 คาบ ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) มีค่าระหว่าง 0.67 – 1.00
2. แผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เรื่อง เคมีอินทรีย์ จำนวน 20 คาบ ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) มีค่าระหว่าง 0.67 – 1.00
3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี แบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) มีค่าระหว่าง 0.67 – 1.00 และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบมีค่าเท่ากับ 0.92
4. แบบทดสอบวัดความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยอาศัยหลักการของวัตสัน และเกลเซอร์ (Watson; & Glaser) ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ ความสามารถในการอ้างอิง การยอมรับข้อตกลงเบื้องต้น การอนุมาน การแปลความ และการประเมินข้อโต้แย้ง แบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 2 ตัวเลือก ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) มีค่าระหว่าง 0.67 – 1.00 และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบมีค่าเท่ากับ 0.78

## การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. เลือกนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์ มาจำนวน 2 ห้องเรียน จาก 3 ห้องเรียน และจับฉลากเป็นกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2
2. ทดสอบก่อนเรียนทั้งกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีและแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณแล้วนำผลการสอบมาตรวจให้คะแนน
3. ดำเนินการทดลองโดยผู้วิจัยดำเนินการสอนเอง โดยใช้เนื้อหาเดียวกันทั้งกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 โดยใช้ระยะเวลาในการทดลองเท่ากัน คือใช้เวลาในการทดลองกลุ่มละ 20 คาบ ๆ ละ 50 นาที ดังนี้
  - 3.1 กลุ่มทดลองที่ 1 ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเปลี่ยนแปลงแนวความคิด
  - 3.2 กลุ่มทดลองที่ 2 ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น
4. เมื่อสิ้นสุดการสอนตามกำหนด ทำการทดสอบหลังเรียนทั้งกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี และแบบทดสอบวัดความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณชุดเดิม
5. ทำการตรวจให้คะแนนการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี และแบบทดสอบวัดความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ทั้งกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 แล้วนำผลคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ โดยวิธีการทางสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐานต่อไป

## การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีก่อนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่ม โดยใช้วิธีการทางสถิติ t – test แบบ Dependent Samples
2. วิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเปลี่ยนแปลงแนวความคิด และวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น โดยใช้ t-test Independent Samples ในรูป Difference Score
3. วิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณก่อนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่ม โดยใช้วิธีการทางสถิติ t – test แบบ Dependent Samples
4. วิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเปลี่ยนแปลงแนวความคิด และวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น โดยใช้ t-test Independent ในรูป Difference Score

## สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษา ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีและความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเปลี่ยนแปลงแนวความคิด และการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น สรุปผลการศึกษาได้ดังนี้

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเปลี่ยนแปลงแนวความคิดมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
3. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเปลี่ยนแปลงแนวความคิดกับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีไม่แตกต่างกัน
4. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเปลี่ยนแปลงแนวความคิดมีความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
5. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น มีความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
6. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเปลี่ยนแปลงแนวความคิดกับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น มีความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

## อภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษา ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีและความสามารถด้านการคิดอย่างมี  
 วิจารณ์ญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเปลี่ยนแปลง  
 แนวความคิด และการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น อภิปรายผลการศึกษาได้ดังนี้

### 1. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีก่อน เรียนและหลังเรียนของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเปลี่ยนแปลงแนวความคิด

จากการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีก่อน เรียนและหลังเรียนของนักเรียน  
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเปลี่ยนแปลงแนวความคิด พบว่า  
 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่ง  
 เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 จากผลการวิจัยดังกล่าวสรุปได้ ดังนี้

การจัดการเรียนรู้โดยใช้การเปลี่ยนแปลงแนวความคิดนั้น เป็น การจัดการเรียนรู้เพื่อ  
 เปลี่ยนแปลงแนวความคิดตามรูปแบบของฮิวสันและฮิวสัน (มณีกานต์ หินสอ . 2549: 17-18; อ้างอิง  
 จาก Hewson; & Hewson. 2003. *Journal of Research Teaching*. pp. 35-43) ซึ่งยุทธศาสตร์การ  
 จัดการเรียนรู้ประกอบด้วย 4 ชั้น คือ 1. การบูรณาการ เพื่อบูรณาการการรับรู้ แนวคิดใหม่กับการ  
 รับรู้แนวคิดที่มีอยู่เดิมหรือบูรณาการการรับรู้ แนวคิดต่างๆ ที่มีอยู่เดิมเข้าด้วยกัน ยุทธศาสตร์นี้เป็น  
 ยุทธศาสตร์ที่ใช้นานมากในการสอนวิทยาศาสตร์ปัจจุบัน โดยการใช้คำถามเพื่อสำรวจแนวความคิดที่  
 มีอยู่เดิมของนักเรียน 2. การแยกความแตกต่าง เพื่อให้แยกการ รับรู้แนวคิด ที่มีอยู่กับการรับรู้  
 แนวคิดอื่นที่ใกล้เคียงกันแต่มีความชัดเจนกว่า นักเรียนจำเป็นต้องเห็นว่าสิ่งที่มีเหตุผลน่าเชื่อถือใน  
 สถานการณ์หนึ่ง อาจไม่น่าเชื่อถืออีกต่อไปในสถานการณ์อื่น โดยให้นักเรียนศึกษาหาความรู้จากไป  
 ความรู้ หรือทดลองในกิจกรรมการทดลอง 3. การแลกเปลี่ยน เพื่อแลกเปลี่ยนการรับรู้ แนวคิดที่มี  
 อยู่เดิมกับแนวคิดใหม่ เพราะการรับรู้แนวคิดนั้นขัดแย้งกัน ทำให้นักเรียนเกิดความไม่พอใจในการ  
 รับรู้แนวคิดที่มีอยู่เดิมขณะเดียวกันแสดงให้เห็นว่าการรับรู้แนวคิดใหม่สามารถอธิบายและทำนายได้  
 มากกว่าแนวคิดเดิม ซึ่งจัดการเรียนรู้โดยให้ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายในประเด็นต่างๆ เพื่อให้  
 ได้ข้อสรุปร่วมกัน และ 4. การเชื่อมประสานการรับรู้แนวคิด เพื่อสร้างบริบทที่เหมาะสม แนวคิดเชิง  
 นามธรรมที่สำคัญสามารถเชื่อมโยงกับประสบการณ์สามัญที่มีความหมาย การตั้งคำถามจะต้องตอบ  
 โดยใช้แนวคิดเชิงนามธรรมที่เพิ่งเรียน ช่วยสร้างสิ่งแวดล้อมที่ทำให้มองเห็นว่า แนวคิดใหม่เหล่านี้ มี  
 เหตุผลน่าเชื่อถือได้ และมีประโยชน์เป็นที่น่าพอใจ จัดการเรียนรู้โดยให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด ทำ  
 แบบทดสอบ และตอบคำถามในประเด็นปัญหาต่างๆ

การจัดการเรียนรู้ดังกล่าว เชื่อว่าการเรียนรู้เป็นปฏิสัมพันธ์ระหว่างประสบการณ์ใหม่กับ  
 แนวความคิดเดิม ทำหน้าที่เป็นกรอบสำหรับทำให้เกิดความเข้าใจและการแปลความหมายของ  
 ข้อมูลที่ได้มาจากประสบการณ์ นอกจากนี้การมีแนวความคิดเดิมเป็นสิ่งที่ยากต่อการแก้ไข  
 (Pintrich, Marx and Boyle. 1993: 170) ในกระบวนการเรียนรู้ ถ้านักเรียนมีความรู้ก่อนแล้ว จะง่าย  
 ต่อการนำความรู้ที่เรียนมาไปเชื่อมโยงกับแนวความคิดเดิมได้ แต่ถ้านักเรียนมีความรู้เกี่ยวกับเรื่อ

นั้นอยู่แล้วแต่ยังไม่ถูกต้อง ทำให้ยากต่อการแก้ไขหรือเปลี่ยนแปลง (Pintrich, Marx; & Boyle. 1993: 171) ถ้าแนวความคิดทั้งสองบูรณาการกันได้ การเรียนรู้จะดำเนินไปอย่างราบรื่น แต่ถ้า บูรณาการกันไม่ได้ ต้องมีการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงแนวความคิดเดิมที่มีอยู่จึงจะทำให้เกิดการเรียนรู้ ได้ (Hewson; & Hewson. 1984: 6) ดังนั้น ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน สามารถวัดได้จาก พฤติกรรมใน 4 ด้าน คือ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงแนวความคิดเป็นส่วนที่ช่วยสร้างพฤติกรรมด้านความรู้ความจำ และความเข้าใจ การเปลี่ยนแปลงแนวความคิด จึงเป็นส่วนหนึ่งของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เมื่อ นักเรียนเกิดการ เปลี่ยนแปลงแนวความคิดที่คลาดเคลื่อนแล้ว ย่อม ส่งผลให้นักเรียนมี ผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนดีขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ มณีกานต์ หินสอ (2549: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาความ เข้าใจโมเมนต์วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบการไหลเวียนโลหิตในร่างกายมนุษย์ของนักศึกษาระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง โดยใช้ยุทธศาสตร์การสอนเพื่อเปลี่ยนมโนคติ ของ ฮิวสันและฮิวสัน (Hewson; & Hewson. 2003) ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ 4 เรื่องระบบการไหลเวียนโลหิตในร่างกาย มนุษย์ ผลการวิจัยพบว่า คะแนนความเข้าใจโมเมนต์วิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบการไหลเวียนโลหิตใน ร่างกายมนุษย์ เฉลี่ยก่อนและหลังการใช้รูปแบบการเรียนรู้เพื่อเปลี่ยนมโนคติ (Conceptual change) มีความแตกต่างกัน โดยที่คะแนนเฉลี่ยหลังการใช้ รูปแบบการเรียนรู้เพื่อเปลี่ยนมโนคติสูง กว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนการใช้รูปแบบการเรียนรู้เพื่อเปลี่ยนมโนคติ (17.67% และ 52.33% ตามลำดับ) และฮิวสันและฮิวสัน (Hewson; & Hewson. 2003) ได้ศึกษาผลการสอนโดยใช้ความรู้ที่มี มาก่อนของนักเรียนและยุทธศาสตร์การเปลี่ยนมโนคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ เพื่อศึกษาว่าการ สอนโดยใช้ความรู้ที่มีมาก่อนของนักเรียนและยุทธศาสตร์การเปลี่ยนมโนคติเมื่อใช้ความรู้ที่มีมาก่อน ของนักเรียน นักเรียนจะเกิดการเรียนรู้ และ เกิดการเปลี่ยนมโนคติได้อย่างไร จากการศึกษา พบว่า คะแนนสอบก่อนทดลองของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ไม่แตกต่างกัน แต่คะแนนสอบหลังการ ทดลองของกลุ่มทดลองดีกว่ากลุ่มควบคุมอันเนื่องมาจากผลการสอนทั้ง 3 มโนคติ คือ เรื่อง ความหนาแน่น มวล และปริมาตร ในทางกลับกันกลุ่มทดลองมีคะแนนของมโนคติที่คลาดเคลื่อนน้อยกว่า กลุ่มควบคุม ซึ่งเป็นผลมาจากการสอน ผลการวิจัยนี้แสดงว่ายุทธศาสตร์การสอนที่ใช้กับกลุ่ม ทดลองมีผลทำให้นักเรียนได้รับรู้มโนคติเชิงวิทยาศาสตร์มากขึ้น และมีการละทิ้งการรับรู้มโนคติที่ คลาดเคลื่อน เรื่อง ความหนาแน่น มวล และปริมาตร มากกว่ากลุ่มควบคุม

ด้วยเหตุผลดังกล่าว จึง เป็นการสนับสนุนข้อค้นพบที่ว่า นัก เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ โดยใช้การเปลี่ยนแปลงแนวความคิดมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

## 2. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น

จากการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2 จากผลการวิจัยดังกล่าวสรุปได้ ดังนี้

การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดที่ต่อเนื่องกัน แบ่งเป็น 7 ขั้น คือ 1. ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม ในขั้นนี้เป็นขั้นที่ครู ตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้แสดงความรู้เดิมออกมา เพื่อครู ได้รู้ว่า นักเรียนแต่ละคนมีพื้นฐานความรู้ เดิมเท่าไร ได้วางแผนการจัดการเรียนรู้ได้ถูกต้องและครูได้รู้ว่าควร เรียนเนื้อหาใดก่อนที่จะเรียนในเนื้อหานั้นๆ 2. ขั้นสร้างความสนใจ เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัย หรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวนักเรียนเองหรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นอยู่ในช่วงเวลานั้น หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่นักเรียนเพิ่งเรียนรู้มาแล้ว ครูเป็นคนกระตุ้นให้นัก เรียนสร้างคำถามกำหนดประเด็นที่ศึกษาในกรณีที่ยังไม่มีประเด็นที่น่าสนใจ ครูอาจให้ศึกษาจากสื่อต ่างๆ หรือเป็นผู้กระตุ้นด้วยการเสนอประเด็นขึ้นก่อน แต่ไม่ควรบังคับให้นักเรียนยอมรับประเด็นหรือคำถามที่ครูกำลังสนใจเป็น เรื่องที่จะใช้ศึกษา 3. ขั้นสำรวจและค้นหา ในขั้นนี้จะต่อเนื่องจากขั้นสร้างความสนใจ ซึ่งเมื่อนักเรียน ทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจจะศึ กษาอย่างถ่องแท้แล้ว ก็มีการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวม ข้อมูล ข้อสนเทศ หรือปรากฏการณ์ต่างๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป 4. ขั้นอธิบาย ในขั้นนี้เมื่อนักเรียน ได้ข้อมูลมาอย่างเพียงพอจากการสำรวจตรวจสอบแล้ว จึงนำ ข้อมูล ข้อสนเทศที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่างๆ การค้นพบในขั้น นี้อาจเป็นไปได้หลายทาง แต่ผลที่ได้จะอยู่ในรูปใดก็สามารถสร้างความรู้และช่วยให้เกิดการเรียนรู้ ได้ 5. ขั้นขยายความคิด เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิม หรือแนวความคิดที่ ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำแบบจำลอง หรือข้อสรุปที่ได้ นำไปใช้อธิบายสถานการณ์ หรือเหตุการณ์ อื่นๆ ถ้าใช้อธิบายเรื่องต่างๆ ได้มาก ก็แสดงว่า ข้อจำกัดน้อย ซึ่งก็จะช่วยให้เชื่อมโยงกับเรื่องราว ต่างๆ และทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น 6. ขั้นประเมินผล ในขั้นนี้เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วย กระบวนการต่างๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด จากขั้นนี้จะนำไปสู่ การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่นๆ และ 7. ขั้นนำความรู้ไปใช้ ในขั้นนี้เป็นขั้นที่ครูจะต้องมีการ จัดเตรียมโอกาสให้นักเรียนเพื่อให้นักเรียนได้นำสิ่งที่ได้เรียนมาไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ใน ชีวิตประจำวัน ครูจะเป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปสร้างเป็นความรู้ใหม่ เรียกว่า “การถ่ายโอนความรู้”

การจัดการเรียนรู้ดังกล่าว จึงเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นพัฒนาการทางสติปัญญาของนักเรียน ตามทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของ เพียเจต์ นักเรียนมีโอกาสได้สร้างความรู้แบบกระบวนการ (Procedural Knowledge) ซึ่งเกิดจากการใช้ทักษะในการสร้างและทดสอบแนวความคิด (Lawson. 2001: 166) ทำให้นักเรียนมีศักยภาพด้านสติปัญญา (Intellectual Potential) และมีความสามารถในการแก้ปัญหาเพิ่มมากขึ้น จึงส่งผลต่อการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้เป็นอย่างดี ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ เสาวรสร์ พลโคตร (2550: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนด้วยรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้นและรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ชั้น ที่กำหนดและหมุนเวียนหน้าที่ของสมาชิก ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่เรียน ด้วยรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น และนักเรียนที่เรียน ด้วยรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ชั้น มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับสูง และนักเรียนที่เรียน ด้วยรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ชั้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ รุจามา ประถมวงษ์ (2551: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ชั้น กับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียน แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ชั้น และนักเรียนที่เรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น มีคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน และคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนเพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น เป็นการจัดการเรียนรู้ที่มีขั้นตอนที่ชัดเจน มีกระบวนการที่หลากหลาย เน้นผู้เรียน เป็นสำคัญทำให้นักเรียนได้ค้นพบ ความรู้ด้วยตนเอง จึงส่งผลให้นัก เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้น

ด้วยเหตุผลดังกล่าว จึง เป็นการสนับสนุนข้อค้นพบที่ว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

### 3. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเปลี่ยนแปลงแนวความคิด และการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น

จากการ เปรียบเทียบ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยม ศึกษาปีที่ 6 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเปลี่ยนแปลงแนวความคิด และการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียน ทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 5 จากผลการวิจัยดังกล่าวสรุปได้ ดังนี้

จากผลการวิจัยพบว่าวิธีการจัดการเรียนรู้ทั้งสองวิธีสามารถเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ได้ โดยมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีหลังเรียนสูงกว่า ก่อนเรียน แต่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียน ทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน ซึ่งเหตุผล ประการแรก เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ทั้งสองวิธีนี้ เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เหมือนกัน โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเปลี่ยนแปลงแนวความคิดนั้น เน้นไปที่การจัดการเรียนรู้ เพื่อเปลี่ยนแปลงแนวความคิดที่ผิดพ ลาดหรือแนวความคิดคลาดเคลื่อนของนักเรียน ซึ่งเป็น ความ เข้าใจที่ขัดแย้งกับหลักการทางวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นผลมาจาก การสังเกตหรือประสบการณ์เดิมของ นักเรียนที่ไม่สมบูรณ์ ทำให้การตีความหรือให้ความหมายกับประสบการณ์ใหม่เบี่ยงเบนไป (มณีกานต์ หินสอ. 2549: 13) โดยผ่านยุทธศาสตร์การจัดการเรียนรู้ตาม รูปแบบของฮิวสันและ ฮิวสัน 4 ขั้น คือ การบูรณาการ การแยกความแตกต่าง การแลกเปลี่ยน และการเชื่อมประสานการ รับรู้แนวคิด ส่วนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ เน้นการถ่าย โอนการเรียนรู้ และให้ความสำคัญกับการตรวจสอบความรู้เดิมของ นักเรียน ซึ่งเป็นสิ่งที่ครูไม่ควร ละเลย หรือละทิ้ง เนื่องจาก การตรวจสอบพื้นความรู้เดิมของ นักเรียนทำให้ครูได้ค้นพบว่านักเรียน จะต้องเรียนรู้อะไรก่อน การเรียนในเนื้อหาอื่นๆ นักเรียน สร้างความรู้จากพื้นความรู้เดิม ที่มี ทำให้นักเรียน เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย และไม่เกิดแนวความคิดที่ผิดพลาด การละเลยหรือ เพิกเฉยในขั้นนี้ ทำให้ยากแก่การพัฒนาแนวความคิดของนักเรียน ซึ่งไม่เป็นไปตามจุดมุ่งหมายที่ครู วางไว้ นอกจากนี้ ยังเน้นให้นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ ใช้ให้เกิดประโยชน์ใน ชีวิตประจำวันได้ (Bransford, Brown; & Cocking. 2000: 64) ดังนั้น การจัดการเรียนรู้ทั้งสองวิธีนี้ จึงเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ให้นักเรียนได้ฝึกคิด ฝึกปฏิบัติด้วยตนเอง เปิด โอกาสให้นักเรียนได้เรียนรู้ จนกระทั่งสามารถสรุปเป็นองค์ ความรู้ได้ด้วยตนเองอย่างเป็น กระบวนการ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ประการที่สอง การจัดการเรียนรู้ทั้งสองวิธีนี้ผู้วิจัยเป็นผู้ทำการทดลองโดยการจัดการ เรียนรู้ด้วยตนเองทั้งสองกลุ่ม ดังนั้น ขณะที่มีการจัดการเรียนรู้ ในเนื้อหาส่วนที่มีความสำคัญ ผู้วิจัย มีการเน้นย้ำในเนื้อหาในส่วนนั้น ให้กับผู้เรียนทั้งสองกลุ่มเหมือนกัน และใบความรู้หรือเอกสารที่ใช้ ประกอบการจัดการเรียนรู้ก็เป็นเอกสารชุดเดียวกัน จึงอาจส่งผลให้นักเรียนทั้งสองกลุ่มมีผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน

ด้วยเหตุผลดังกล่าว จึงเป็นการสนับสนุนข้อค้นพบที่ว่า นักเรียนที่ ได้รับการจัดการ เรียนรู้โดยใช้การเปลี่ยนแปลงแนวความคิดกับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการ เรียนรู้ 7 ขั้น มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีไม่แตกต่างกัน



#### 4. การศึกษาความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเปลี่ยนแปลง แนวความคิด

จากการเปรียบเทียบความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียนและหลังเรียน  
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเปลี่ยนแปลงแนวความคิด  
พบว่า ความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทาง  
สถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3 จากผลการวิจัยดังกล่าวสรุปได้ ดังนี้

การพัฒนาความสามารถด้านการคิด อย่างมีวิจารณญาณโดยใช้การจัดการเรียนรู้ เพื่อ  
เปลี่ยนแปลงแนวความคิดตามรูปแบบของฮิวสันและฮิวสันมณีกันต์ หินสอ. 2549: 17-18; อ้างอิงจาก  
Hewson; & Hewson. 2003. *Journal of Research Teaching*. pp. 35-43) ซึ่งรูปแบบการจัดการ  
เรียนรู้โดยใช้การเปลี่ยนแปลงแนวความคิดนี้ มีเงื่อนไข 3 ประการ ก่อนที่แนวความคิดใหม่จะเป็นที่  
พอใจก่อนบูรณาการเข้ากับความรู้เดิม คือ แนวความคิดใหม่นักเรียนเข้าใจได้ง่าย แนวความคิดใหม่  
มีเหตุผลน่าเชื่อถือ และแนวความคิด ใหม่มีประโยชน์ต่อ นักเรียน การจัดการเรียนรู้ โดยรูปแบบ  
ดังกล่าวจึงเน้นให้นักเรียนได้ฝึกการคิดพิจารณา ไตร่ตรอง ข้อมูล เหตุการณ์ ปรากฏการณ์ต่างๆ ที่  
ปรากฏอย่างรอบคอบ จากข้อมูลและประสบการณ์ที่เคยได้รับมา ซึ่งการวัดความสามารถด้านการ  
คิดอย่างมีวิจารณญาณนั้น วัดได้จากการตอบแบบสอบถามความสามารถ ด้านการคิดอย่างมี  
วิจารณญาณที่สร้างขึ้นตาม แนวคิดของวัตสันและเกลเซอร์ (Watson; & Glaser. 1964: 10) มี  
องค์ประกอบ 5 ด้าน คือ 1. ความสามารถในการอ้างอิง เป็นความสามารถในการแสดงความคิดเห็น  
ต่อเรื่องราวตามข้อมูลที่ปรากฏในข้อความหรือสถานการณ์ที่ได้กำหนดไว้ ซึ่งความคิดเห็นนั้นอาจจะ  
เป็นจริงหรือบอกได้ว่าไม่เป็นจริงในกรณีข้อมูลที่ยังไม่เพียงพอ 2. การยอมรับข้อตกลงเบื้องต้น เป็น  
ความสามารถในการพิจารณาข้อความที่สมมติขึ้น หรือคาดการณ์ไว้ล่วงหน้า เพื่อรับรู้หรือตระหนัก  
ถึงข้อตกลงเบื้องต้น 3. การอนุมาน เป็นความสามารถในการคิด พิจารณาข้อความเกี่ยวกับเหตุและ  
ผลของข้อความหลัก 2 ข้อความที่มีอยู่ก่อน โดยคำนึงถึงข้อเท็จจริงที่เป็นสาเหตุและอาศัย  
ความสัมพันธ์ระหว่างสาเหตุทั้งหมด เพื่อสรุปเป็นผลสำหรับข้อความนี้ 4. การแปลความ เป็น  
ความสามารถในการคิดพิจารณาข้อความย่อว่าเป็นความจริงตามข้อความที่กำหนดไว้หรือไม่ โดย  
พิจารณาจากข้อมูลหรือเหตุผลที่กำหนดให้อย่างมีเหตุผลเพียงพอ และ 5. การประเมินข้อโต้แย้ง  
เป็นความสามารถในการตีคุณค่า การประเมินคำตอบ การประเมินข้อสรุปของข้อความและการ  
ตัดสินความถูกต้องของข้อความที่กำหนดให้ เพื่อพิจารณาความสอดคล้อง ด้วยเหตุและผล ซึ่ง  
เกี่ยวข้องโดยตรงกับสถานการณ์ที่กำหนด

ดังนั้น การจัดการเรียนรู้โดยใช้การเปลี่ยนแปลงแนวความคิดจึงเป็นการกระตุ้นให้นัก เรียน  
ได้พัฒนาการเรียนรู้ ได้ฝึกคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยการตรวจสอบความรู้ ความคิด ความเข้าใจ  
เดิมที่มีอยู่ ถ้าพบว่าไม่ถูกต้องก็ต้องปรับเปลี่ยนยอมรับแนวความคิดใหม่เข้าไปแทนที่แนวความคิด  
เดิมที่ผิดพลาด (Posner; et al. 1982: 214) การเปลี่ยนแปลงแนวความคิดได้รับอิทธิพลมาจาก

ความคิดการพัฒนาการทางสติปัญญาของ Piaget เรื่องปัจจัยที่มีผลต่อการพัฒนาทางสติปัญญา เช่น ประสบการณ์ส่วนบุคคลซึ่งเชื่อว่านักเรียนลงมือปฏิบัติด้วยตนเองในการเรียนรู้สิ่งต่างๆ ทำให้เกิดเป็นแนวความคิดของตนเอง (Stoffett; & Stoddart. 1994: 33) กระบวนการเหล่านี้เป็นการฝึกกระบวนการคิดขั้นสูง จึงสามารถส่งเสริมความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนให้สูงขึ้นได้

ด้วยเหตุผลดังกล่าว จึงเป็นการสนับสนุนข้อค้นพบที่ว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเปลี่ยนแปลงแนวความคิด มีความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

### 5. การศึกษาความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น

จากการเปรียบเทียบความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น พบว่าความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 4 จากผลการวิจัยดังกล่าวสรุปได้ ดังนี้

การจัดการเรียนรู้ แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เป็นการจัดการเรียนรู้ ที่ตอบสนองความต้องการของ นักเรียน โดยนักเรียนค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองโดยใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องไปเรื่อยๆ แบบวัฏจักร นอกจากนี้ในแต่ละขั้นของการเรียนรู้แบบเป็นวัฏจักรการเรียนรู้ นักเรียนยังได้ใช้สติปัญญาตามทฤษฎีพุทธิปัญญาไปพร้อมๆ กัน ทำให้ สติปัญญาด้านต่างๆ ทำงานร่วมกัน ส่งผลให้นักเรียนสามารถพัฒนาได้ทั้งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นพื้นฐาน ซึ่งเป็นทักษะทางสติปัญญา (Tamir. 1983: 659) และความคิดระดับสูง เช่น ความคิดด้านวิจารณญาณ ได้อย่างเหมาะสม ภพ เลหาไพบูลย์ (2542) ได้กล่าวถึง การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ สรุปได้ว่า เป็นการสอนที่เน้นกระบวนการแสวงหาความรู้ที่จะช่วยให้นักเรียนได้ค้นพบความจริงต่าง ๆ ด้วยตนเอง ให้นักเรียนมีประสบการณ์ตรงในการเรียนรู้เนื้อหาวิชา นอกจากนี้ การจัดการกระบวนการเรียนการสอนที่ส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณถือได้ว่าเป็นการฝึกให้นักเรียนได้คิดค้นคว้า หาความรู้ และ คำตอบโดยใช้กระบวนการคิด ทั้งนี้กระบวนการการคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นกระบวนการพัฒนา ความคิดขั้นสูงของนักเรียน และการพัฒนาความคิดนั้นจะต้องอาศัยความสามารถทางสติปัญญา การรับรู้ และประสบการณ์ การจัดการเรียนรู้ แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น จึงสามารถพัฒนาความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สุภาพร วงเวียง (2549: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลการเรียนวิทยาศาสตร์แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ที่กำหนด และ หมุนเวียนหน้าที่ของสมาชิกกับการสอนสืบเสาะแบบ สสวท . ที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นพื้นฐานและการคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยพบว่า

นักเรียนที่เรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น ที่กำหนดและหมุนเวียนหน้าที่ของสมาชิก มีคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานและความคิดวิพากษ์วิจารณ์หลังเรียนโดยรวม และเป็นรายด้านทุกด้านมากกว่านักเรียนที่เรียนสืบเสาะแบบ สสวท . อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 สอดคล้องกับงานวิจัยของ รัตนภรณ์ ศรีประโชติ (2549: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลของการเรียนเรื่อง สมดุลเคมีโดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น ที่มีต่อการคิดวิพากษ์วิจารณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนโดยส่วนรวม นักเรียนชายและนักเรียนหญิงที่เรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น มีการคิดวิพากษ์วิจารณ์หลังเรียนโดยรวมและเป็นรายด้านเพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ ศิริกุล พลบูรณ์ (2550: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น โดยใช้เทคนิคการรู้คิดและแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ชั้น ที่มีต่อแนวความคิดเลือกเกี่ยวกับมโนคติชีววิทยา เรื่อง เซลล์ การแบ่งเซลล์ และการเคลื่อนที่ของสารผ่านเซลล์ และการคิดวิพากษ์วิจารณ์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีเพศต่างกัน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนโดยส่วนรวม นักเรียนชาย และนักเรียนหญิงที่เรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น โดยใช้เทคนิคการรู้คิด และนักเรียนโดยส่วนรวม นักเรียนชาย และนักเรียนหญิงที่เรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ชั้น มีการคิดวิพากษ์วิจารณ์โดยรวมและเป็นรายด้านทุกด้านเพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ด้วยเหตุผลดังกล่าว จึงเป็นการสนับสนุนข้อค้นพบที่ว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น มีความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียน

## **6. การศึกษา ความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเปลี่ยนแปลงแนวความคิด และการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น**

จากการ เปรียบเทียบความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเปลี่ยนแปลงแนวความคิด และการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น พบว่า ความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนทั้งสองกลุ่มมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 6 จากผลการวิจัยดังกล่าวสรุปได้ ดังนี้

จากผลการวิจัยพบว่าวิธีการจัดการเรียนรู้ทั้งสองวิธีสามารถเพิ่มความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนได้โดยความสามารถด้านกา รคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ซึ่งการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเปลี่ยนแปลงแนวความคิดสามารถพัฒนาความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนได้ดีกว่าการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น เนื่องจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเปลี่ยนแปลงแนวความคิดเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ให้ผู้เรียนได้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยพัฒนาการจากทฤษฎีของเพียเจต์ ที่เชื่อว่า นักเรียนเป็นผู้ลงมือกระทำหรือปฏิบัติด้วยตนเอง ในการเรียนรู้สิ่ง ต่าง ๆ ทำให้

เกิดแนวความคิดของตนเอง(Stofflett; & Stoddart. 1994: 33) นักเรียนได้ฝึกปฏิบัติการในการถ่ายโอนความรู้ (Thorndike. 1923: 165-167) ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีกลุ่มสร้างสรรค์ความรู้ (Constructivism) (Wheatley. 1991: 9-21) ที่ว่าผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้- แนวความคิดใหม่ให้เกิดขึ้น โดยใช้ความรู้เดิมที่มีอยู่ก่อนแล้วเสมอ (Hewson; & Hewson. 1988: 597-598) และตามทฤษฎีของฮิวสัน และฮิวสัน (มณีกานต์ หินสอ. 2549: 17-18; อ้างอิงจาก Hewson; & Hewson. 2003. *Journal of Research Teaching*. pp. 35-43) ได้เสนอแนะรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบการเปลี่ยนแปลงแนวความคิด ว่ามีเงื่อนไข 3 ประการ ที่แนวความคิดใหม่จะเป็นที่พอใจก่อนที่จะสามารถบูรณาการเข้าไปกับความรู้เดิม คือ แนวความคิดใหม่ผู้เรียนเข้าใจได้ง่าย แนวความคิดใหม่มีเหตุผลน่าเชื่อถือ และแนวความคิดใหม่มีประโยชน์ต่อผู้เรียน การจัดการเรียนรู้โดยใช้การเปลี่ยนแปลงแนวความคิด จึงทำให้นักเรียนมีแนวความคิดที่ถูกต้องมากยิ่งขึ้นจึงสามารถพัฒนาความคิดระดับสูงของนักเรียนได้ส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณสูงกว่าการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น

ถึงแม้การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น จะไม่สามารถพัฒนาความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณได้ดีเท่ากับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเปลี่ยนแปลงแนวความคิด แต่ก็สามารถพัฒนาความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนให้สูงกว่าก่อนเรียนได้ เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้จากพื้นความรู้เดิมและสามารถถ่ายโอนความรู้ได้ และเน้นการค้นพบองค์ความรู้ด้วยตนเอง สะท้อนให้เห็นความสามารถในการคิดตามทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ (Barman. 1989: 28-31) ในเรื่องการปรับขยายโครงสร้างปฏิบัติการทางสติปัญญา การปรับหรือโครงสร้างปฏิบัติ การทางสติปัญญา และจัดระเบียบสิ่งเร้าใหม่ให้เข้ากับโครงสร้างปฏิบัติการทางสติปัญญา ในระหว่างการเรียนชั้นการสำรวจ ชั้นอธิบาย และชั้นขยายความคิด (Marek, Eubanks; & Gallagher. 1990: 823; Lawson. 2001: 167) และการจัดการเรียนรู้แบบนี้มีผลทำให้ความสนใจของนักเรียนทำให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น โดยเฉพาะในชั้นสำรวจและค้นหา นักเรียนได้มีการลงมือปฏิบัติกิจกรรมต่างๆ ด้วยตนเอง เช่น ทำการทดลอง ทำให้นักเรียนได้ฝึกการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการเรียนรู้และ ค้นพบองค์ความรู้ใหม่ๆ และเมื่อนักเรียนได้มีโอกาสฝึกฝนทักษะกระบวนการทุกด้านอย่างสม่ำเสมอ ทำให้เกิดการพัฒนาทักษะต่างๆ อย่างเหมาะสมซึ่งสอดคล้องกับ กฎการฝึกหัด (Law of Exercise) (Thorndike. 1955: 77) ดังนั้นจึงสามารถพัฒนาความสามารถในด้านการคิดให้เกิดขึ้นกับนักเรียน (Renner; & Marek. 1990: 241-246; ไพฑูริย์ สุขศรีงาม. 2545: 1) ได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สุมาลี มุลผลา (2551: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลของการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น โดยใช้เทคนิคการรู้คิด (Metacognitive Moves) ที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงแนวความคิดเลือกเกี่ยวกับมโนคติชีววิทยา : การย่อยอาหาร การหมุนเวียนเลือดและก๊าซ และการกำจัดของเสีย และการคิดวิพากษ์วิจารณ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีผลการเรียนวิทยาศาสตร์ต่างกัน พบว่านักเรียนที่มีผลการเรียนวิทยาศาสตร์สูง ที่เรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น โดยใช้เทคนิคการรู้คิด มีการคิดวิพากษ์วิจารณ์หลังเรียนโดยรวมและเป็นรายด้าน 4 ด้าน (ยกเว้นด้านการนิรนัย) มากกว่านักเรียนที่มีผลการเรียนวิทยาศาสตร์ต่ำ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ด้วยเหตุผลดังกล่าว จึงเป็นการสนับสนุนข้อค้นพบที่ว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเปลี่ยนแปลงแนวความคิดกับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น มีความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณแตกต่างกัน

## ข้อเสนอแนะ

### 1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 ครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ควรจัดการเรียนรู้ให้กับนักเรียนโดยกระบวนการที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง ทำการทดลอง มีการศึกษาค้นคว้าโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อหาคำตอบแล้วสรุปเป็นองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง

1.2 ครูผู้สอนควรสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน และบันทึกพฤติกรรมในแบบประเมินทุกครั้ง เพื่อนำผลของการบันทึกนั้นมาปรับปรุง และพัฒนานักเรียนเป็นรายบุคคล

### 2. ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยใช้การจัดการเรียนรู้รูปแบบหรือเทคนิคอื่นๆ เช่น การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ

2.2 ควรศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการคิดด้านอื่นๆ เช่น การคิดวิเคราะห์ การคิดสร้างสรรค์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น และการเปลี่ยนแปลงแนวความคิด

2.3 ควรศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในสาระการเรียนรู้อื่นๆ เช่น ภาษาไทย คณิตศาสตร์ และภาษาต่างประเทศ เป็นต้น



บรรณานุกรม

## บรรณานุกรม

- กนกอร คำผุย. (2549). การเปรียบเทียบผลการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น โดยใช้  
พหุปัญญากับการสืบเสาะแบบ สสวท. ที่มีต่อแนวความคิดเลือกเกี่ยวกับมโนคติชีววิทยา :  
การหายใจ การสังเคราะห์ด้วยแสง และการหายใจและการสังเคราะห์ด้วยแสงและการคิด  
เชิงวิพากษ์วิจารณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 7 วิทยานิพนธ์ กคม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา).  
มหาสารคาม: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. ถ่ายเอกสาร.
- กมลมา บุตรา. (2549). การเปรียบเทียบผลของการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น และ  
การเรียนสืบเสาะแบบ สสวท. ที่มีต่อแนวความคิดเลือกเกี่ยวกับมโนคติชีววิทยา : เซลล์  
การแบ่งเซลล์และการเคลื่อนที่ของสารผ่านเซลล์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.  
การศึกษาค้นคว้าอิสระ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). มหาสารคาม: บัณฑิตวิทยาลัย  
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. ถ่ายเอกสาร.
- กรนันท์ สิมลี. (2549). การเปรียบเทียบผลการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น โดยใช้  
พหุปัญญากับการสืบเสาะแบบ สสวท. ที่มีต่อแนวความคิดเลือกเกี่ยวกับมโนคติชีววิทยา:  
เซลล์และการเคลื่อนที่ของสารผ่านเซลล์และการคิดวิพากษ์วิจารณ์ของชั้นมัธยมศึกษา  
ปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). มหาสารคาม: บัณฑิตวิทยาลัย  
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. ถ่ายเอกสาร
- กรมวิชาการ. (2539). การประเมินผลจากสภาพจริง. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.  
----- (2542). การสังเคราะห์รูปแบบการพัฒนาศักยภาพของเด็กไทยด้านทักษะการคิด.  
กรุงเทพฯ: กองวิจัยทางการศึกษา กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ.  
----- (2544). คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์  
คุรุสภาลาดพร้าว.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2545). หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. พิมพ์ครั้งที่ 3.  
กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- กฤษฎา โสมดำ. (2551). การเปรียบเทียบผลการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น โดยใช้เทคนิค  
การรู้คิด (Metacognitive Moves) ที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงแนวความคิดที่ผิดพลาดเกี่ยวกับ  
มโนคติชีววิทยาและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการของนักเรียนชั้น  
มัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีผลการเรียนวิทยาศาสตร์ต่างกัน. วิทยานิพนธ์ กศ.ม.  
(วิทยาศาสตร์ศึกษา). มหาสารคาม: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.  
ถ่ายเอกสาร.

- เกษมา ตราชู. (2549). การเปรียบเทียบผลของการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น และการสืบเสาะแบบ สสวท. ที่มีต่อการมีแนวคิดเลือกเกี่ยวกับมโนคติชีววิทยา : การเจริญเติบโตของพืช การสังเคราะห์ด้วยแสงและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นพื้นฐานของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (หลักสูตรและการสอน). มหาสารคาม: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. ถ่ายเอกสาร.
- กัสม่า สิทธิกุล. (2547). ผลของการฝึกคิดแบบหมวกหกใบที่ต่อการคิดวิจารณ์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสุเหร่าบ้านดอน เขตวัฒนา กรุงเทพมหานคร. สารนิพนธ์ กศ.ม. (จิตวิทยาการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร
- กุลชาติ ชลเทพ. (2551). การเปรียบเทียบผลการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น โดยใช้เทคนิคการรู้คิดที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงแนวความคิดที่ผิดพลาดเกี่ยวกับมโนคติฟิสิกส์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีผล การเรียนวิทยาศาสตร์ต่างกัน. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). มหาสารคาม: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. ถ่ายเอกสาร.
- ขวัญใจ สุขรมย์. (2549). การเปรียบเทียบผลการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น และการเรียนสืบเสาะแบบ สสวท. ที่มีต่อแนวความคิดเลือกเกี่ยวกับมโนคติชีววิทยา : ระบบนิเวศ การถ่ายทอดพลังงาน และวัฏจักรของสาร และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). มหาสารคาม: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. ถ่ายเอกสาร.
- เคน จันทรวงษ์. (2544). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนเรื่องสิ่งแวดล้อมในประเทศด้วยการสอนแบบอริยสัจ และการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิซึม. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- จิตรภรณ์ พงษ์มาลี. (2550). การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมการสอนของครูกับความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษานครราชสีมา เขต ๑. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การบริหารการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- จินตนา ช่วยด้วง. (2547). การใช้เทคนิคการสอนแบบ 4MAT ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- จีรพันธ์ วัชรกุล. (2546, กรกฎาคม-กันยายน). การฝึกการคิดอย่างมีวิจารณญาณในนักเรียนชั้นประถมศึกษา. วารสารศูนย์บริการวิชาการมหาวิทยาลัยขอนแก่น. 3(11): 8-11.



- ฉวีวรรณ แก้วไทร; และคณะ. (2546). *การคิดและการตัดสินใจ*. เอกสารประกอบการเรียนการสอนหมวดวิชาการศึกษาทั่วไป. สำนักงานสถาบันราชภัฏ.
- ชนิดา ทาทอง. (2549). *การเปรียบเทียบผลการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น และการเรียนสืบเสาะแบบ สสวท. ที่มีต่อแนวความคิดเลือกเกี่ยวกับมโนคติชีววิทยา : พืชหรือสัตว์ การจัดจำแนกพืชและการจัดจำแนกสัตว์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นพื้นฐานของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). มหาสารคาม: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. ถ่ายเอกสาร.
- ชูศรี วงศ์รัตนะ. (2546). *เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย*. พิมพ์ครั้งที่ 9. กรุงเทพฯ: เทพเนรมิตการพิมพ์.
- ณัฐธิดา เต็มสินวานิช. (2550). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถด้านความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนแบบร่วมมือ*. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- दनุพล สืบสำราญ. (2551). *การเปรียบเทียบผลการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น โดยใช้เทคนิคการรู้คิด (Metacognitive Moves) ที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงแนวความคิดที่ผิดพลาดเกี่ยวกับมโนคติชีววิทยาและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีผลการเรียนวิทยาศาสตร์ต่างกัน*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). มหาสารคาม: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. ถ่ายเอกสาร.
- ดวงกมล โพธิ์นาค. (2545). *การศึกษาตัวแปรที่ส่งผลต่อการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในเขตกรุงเทพมหานครด้วยการวิเคราะห์พหุระดับ*. ปริญญาานิพนธ์ กศ.ม. (การวิจัยและสถิติทางการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ดาร์ตน์ ดีอุบล. (2547). *การสอนเพื่อเปลี่ยนแปลงแนวความคิดที่ผิดพลาดเกี่ยวกับมโนคติชีววิทยา : ระบบนิเวศ การถ่ายทอดพลังงาน และวัฏจักรของสารของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้เทคนิคการสอนของ Hesse*. การศึกษาค้นคว้าอิสระ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). มหาสารคาม: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. ถ่ายเอกสาร.
- ถนอมสิน วันสุตล. (2547). *การสอนเพื่อเปลี่ยนแปลงแนวคิดที่ผิดพลาดเกี่ยวกับมโนคติชีววิทยา : พืชหรือสัตว์ การจัดจำแนกพืช และการจัดจำแนกสัตว์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้เทคนิคการสอนของ Hesse*. การศึกษาค้นคว้าอิสระ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). มหาสารคาม: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. ถ่ายเอกสาร.

- ถวิล ชนะบุญ. (2546). การพัฒนาหลักสูตรท้องถิ่นในการจัดการสิ่งแวดล้อมด้วยภูมิปัญญาอีสาน : รายงานฉบับสมบูรณ์ = Local curriculum development for environmental management by using Isan indigenous knowledge. มหาสารคาม: คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ทิพาวดี คลีขจาย. (2547). การศึกษาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน โรงเรียนเอกชน ในเขตพื้นที่การศึกษากรุงเทพมหานคร เขต 1. ปรินซ์นิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ทศนา แหมมณี; และคณะ. (2544). วิทยาการด้านการคิด. กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป.
- (2544). 14 วิธีสอนสำหรับครูมืออาชีพ. กรุงเทพฯ: ศูนย์หนังสือแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ธัญลิตา อินถา. (2545). การพัฒนาแบบวัดความสามารถทางการคิดวิจรรณญาณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5-6. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. (การวัดและประเมินผลการศึกษา). เชียงใหม่: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. ถ่ายเอกสาร.
- นภาพร วงศ์เจริญ. (2550). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบพหุปัญญา. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- นันทิพิทย์ รongเดช. (2549). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถทางสติปัญญาด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมส่งเสริมพหุปัญญา. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- นันทิยาวรรณ บุปผาคร. (2550). การเปรียบเทียบผลการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นโดยใช้เทคนิคการรู้คิดและแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น ที่มีต่อแนวคิดเลือกเกี่ยวกับบมโนมติ : พิสิกส์งาน พลังงานและโมเมนตัมและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีการคิดวิพากษ์วิจารณ์ต่างกัน. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). มหาสารคาม: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. ถ่ายเอกสาร.
- เนาวรัตน์ อกศรี. (2551). การเปรียบเทียบผลการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น โดยใช้เทคนิคการรู้คิดและการเรียนสืบเสาะแบบ สวาท. ที่มีต่อแนวความคิดเลือกเกี่ยวกับบมโนมติชีววิทยาเรื่องพืชหรือสัตว์การจดจำนกพืช การจำแนกสัตว์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีเพศต่างกัน. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). มหาสารคาม: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. ถ่ายเอกสาร.

- บุญนำ อินทนนท์. (2551). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนโยธินบำรุงที่ ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้. ปรินทิพย์. กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- บุญรัตน์ แสนเจริญสุข. (2549). การเปรียบเทียบผลของการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น และการเรียน สืบเสาะแบบ สวท. ที่มีต่อแนวความคิดเลือกเกี่ยวกับมโนคติชีววิทยา : การเจริญเติบโตของพืช การสังเคราะห์ด้วยแสง และความสัมพันธ์ระหว่างพืชกับมนุษย์ และสัตว์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). มหาสารคาม: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. ถ่ายเอกสาร.
- บุญสม สุวรรณหงษ์. (2546). การสอนเพื่อเปลี่ยนแปลงแนวความคิดที่ผิดพลาดเกี่ยวกับมโนคติ พิสิกส์: งานและพลังงานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้เทคนิคการสอนของ Hesse. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). มหาสารคาม: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. ถ่ายเอกสาร.
- ปฐมพงศ์ อัมระกา. (2546). การสอนเพื่อเปลี่ยนแปลงแนวความคิดที่ผิดพลาดเกี่ยวกับมโนคติ ชีววิทยา : การหมุนเวียนของเลือดและก๊าซและการกำจัดของเสียของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้เทคนิคการสอนของ Hesse. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). มหาสารคาม: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. ถ่ายเอกสาร.
- ประวิตร ชูศิลป์. (2524). หลักการประเมินผลวิชาวิทยาศาสตร์แผนใหม่. กรุงเทพฯ: หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมการฝึกหัดครู.
- ประสาร จันเสนา. (2551). การเปรียบเทียบผลการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น โดยใช้ เทคนิคการรู้คิดที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงแนวความคิดที่ผิดพลาดในมโนคติชีววิทยาและ ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีเพศ ต่างกัน. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). มหาสารคาม: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. ถ่ายเอกสาร.
- ปรียานุช จุลพรหม. (2547). การพัฒนาความสามารถด้านการคิดวิจารณ์ญาณของเด็กปฐมวัยด้วย การจัดกิจกรรมศิลปะประดิษฐ์. ปรินทิพย์. กศ.ม. (การศึกษาปฐมวัย). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ปิยะอนงค์ นิตาวัฒน์นันท์. (2551). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการ จัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดแบบโยนิโสมนสิการ. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

- พงศ์ผกา ถิ่นแสนดี. (2547). การสอนเพื่อเปลี่ยนแปลงแนวคิดที่ผิดพลาดเกี่ยวกับโมเมนต์ฟิสิกส์ : อัตราเร็วของกระแสและการสะท้อนของแสงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้เทคนิคการสอนของ Hesse. การศึกษาค้นคว้าอิสระ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). มหาสารคาม: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. ถ่ายเอกสาร.
- พงษ์เทพ บุญศรีโรจน์. (2545, มกราคม-กุมภาพันธ์). คิดอย่างมีวิจารณญาณ. วารสารการศึกษา วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี. (116): 35-37.
- พรทิพย์ ภัทรภักดิ์. (2551). การเปรียบเทียบผลการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นที่ใช้เทคนิคการรู้คิดที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงแนวความคิดที่ผิดพลาดเกี่ยวกับโมเมนต์ชีววิทยา และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีผลการเรียนวิทยาศาสตร์ต่างกัน. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). มหาสารคาม: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. ถ่ายเอกสาร.
- พรนิภา สماعيل. (2545). การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาสังคมศึกษาและความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการสอนแบบบูรณาการ ตามแนวพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 กับตามแนวคู่มือครู. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- พรเพ็ญ ศรีวิรัตน์. (2546). การคิดอย่างมีวิจารณญาณของเด็กปฐมวัยที่ได้รับการเล่นเกมฝึกทักษะการคิด. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การศึกษาปฐมวัย). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- พรศรี ดาวรุ่งสวรรค์. (2548). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยชุดกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- พฤกษา สุขุมากัย. (2546). การศึกษาความสอดคล้องของการประเมินพฤติกรรมการสอนของครูที่ประเมินโดยตนเอง เพื่อนร่วมงาน และผู้บริหารสถานศึกษา. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร
- พวงเพ็ญ สิงห์โตทอง. (2548). การศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการสำรวจค้นหาทางวิทยาศาสตร์ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2540). วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ: สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

- พัลลภ พุฒตาล. (2545). ผลของการใช้รูปแบบพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณในการสอน  
วรรณคดีไทยระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. เชียงใหม่: บัณฑิตวิทยาลัย  
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. ถ่ายเอกสาร.
- พิมพ์พันธ์ เตชะคุปต์. (2548). วิธีวิทยาการสอนวิทยาศาสตร์ทั่วไป. กรุงเทพฯ: พัฒนาคุณภาพ  
วิชาการ.
- ไพฑูริย์ สุขศรีงาม. (2537, กรกฎาคม-ธันวาคม). การเรียนรู้ตามกลุ่มทรงตะกร้อสร้างสรรค์  
ความรู้กับการสอนวิทยาศาสตร์. วารสารมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม.  
(12): 111-119.
- ไพโรจน์ กลิ่นกุหลาบ. (2542). การนิเทศการศึกษา: ทฤษฎีและการปฏิบัติ. กรุงเทพฯ:  
ภาควิชาการบริหารการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ภพ เลหาไพบูลย์. (2542). แนวการสอนวิทยาศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- ภัทธา นิคมานนท์. (2538). การประเมินผลการเรียน. กรุงเทพฯ: อักษรพิพัฒน์.
- มณีกานต์ หินสอ. (2549). ความเข้าใจโมเดลวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบการไหลเวียนโลหิตใน  
ร่างกายมนุษย์ ของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงเมื่อใช้ยุทธศาสตร์การสอน  
เพื่อเปลี่ยนโมเดล. รายงานการศึกษาอิสระ ศษ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). ขอนแก่น:  
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ถ่ายเอกสาร.
- รัตนภรณ์ ศรีประโชติ. (2549). ผลของการเรียนเรื่องสมมูลเคมีโดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นที่มีต่อ  
การคิดวิพากษ์วิจารณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. การศึกษาค้นคว้าอิสระ กศ.ม.  
(หลักสูตรและการสอน). มหาสารคาม: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.  
ถ่ายเอกสาร.
- รับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา, สำนักงาน. (2547). พระราชบัญญัติการศึกษา  
แห่งชาติ พ.ศ.2542 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ.2545. กรุงเทพฯ: พรักหวานกราฟฟิค.
- ราชบัณฑิตยสถาน. (2546). พจนานุกรม ฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ.2542. กรุงเทพฯ:  
นานมีบุ๊คส์.
- รุ่ง แก้วแดง. (2544). ประกันคุณภาพการศึกษา: ทุกคนทำได้ไม่ยาก. กรุงเทพฯ: วัฒนาพานิช.
- รุ่งทิพย์ ร่มจำปา. (2549). การเปรียบเทียบผลการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น และการเรียน  
สืบเสาะแบบ สสวท. ที่มีต่อแนวความคิดเลือกเกี่ยวกับโมเดลชีววิทยา : การหมุนเวียนของ  
เลือดและก๊าซ และการกำจัดของเสียและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของ  
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). มหาสารคาม:  
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. ถ่ายเอกสาร.

- รุ่งนภาลักษณ์ ราชภักดี. (2550). การเปรียบเทียบผลของการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น โดยใช้  
พหุปัญญากับการเรียนสืบเสาะแบบ สสวท. ที่มีต่อแนวคิดเลือกเกี่ยวกับมโนคติชีววิทยา :  
การหายใจและการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้น  
บูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่างกัน.  
วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). มหาสารคาม: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย  
มหาสารคาม. ถ่ายเอกสาร.
- รุจาภา ประถมวงษ์. (2551). การเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ทักษะกระบวนการ  
ทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์  
เรื่อง สารในชีวิตประจำวันของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้  
5 ชั้น (5E) กับแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น (7E). วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การวิจัยการศึกษา).  
มหาสารคาม: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. ถ่ายเอกสาร.
- ฤชอร บุญศรีไชย. (2551). การเปรียบเทียบผลการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น โดยใช้  
เทคนิคการรู้คิดที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงแนวความคิดที่ผิดพลาดในมโนคติชีววิทยาและ  
การคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีแนวคิดแก้ปัญหาทาง  
วิทยาศาสตร์ต่างกัน. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). มหาสารคาม:  
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. ถ่ายเอกสาร.
- ล้วน สายยศ; และอังคณา สายยศ. (2538). เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพฯ: สุวีริยา  
สาส์น.
- ลักขณา สริวัฒน์. (2549). Title การคิด = *Thinking*. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- วรรณทิพา รอดแรงคำ; และ พิมพันธ์ เดชะคุปต์. (2542). กิจกรรมทักษะกระบวนการทาง  
วิทยาศาสตร์สำหรับครู. กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ปแบบเนจเม้นจ์.
- วรรณ บุญฉิม. (2541). ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถด้านเหตุผลกับความสามารถใน  
การคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. ปรินูญญาณิพนธ์ กศ.ม.  
(การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.  
ถ่ายเอกสาร.
- รววิทย์ อะสุรินทร์. (2549). การเปรียบเทียบผลของการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น โดยใช้  
พหุปัญญากับการเรียนสืบเสาะแบบ สสวท. ที่มีต่อแนวคิดเลือกเกี่ยวกับมโนคติชีววิทยา :  
การย่อยอาหาร การหมุนเวียนของเลือดและก๊าซ และการกำจัดของเสียและทักษะ  
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีผลการเรียน  
ต่างกัน. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). มหาสารคาม: บัณฑิตวิทยาลัย  
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. ถ่ายเอกสาร.

- วริศรา ศิริมงคล. (2549). การเปรียบเทียบผลของการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น และการสืบเสาะแบบ สสวท. ที่มีต่อการมีแนวความคิดเลือกเกี่ยวกับมโนมติชีววิทยา : การย่อยอาหาร การหมุนเวียนของเลือด และแก๊ส และการกำจัดของเสีย และความคิดเชิงเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (หลักสูตรและการสอน). มหาสารคาม: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. ถ่ายเอกสาร.
- วิทยา วรพันธ์. (2546). การสอนเพื่อเปลี่ยนแปลงแนวความคิดที่ผิดพลาดเกี่ยวกับมโนมติฟิสิกส์ : การหักเห ของแสงและการเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้เทคนิคการสอนของ Hesse. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). มหาสารคาม: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. ถ่ายเอกสาร.
- วินัย ดำสุวรรณ. (2548). การอ่าน คิดวิเคราะห์และเขียน. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แม็ค.
- วินุรักษ์ สุขสำราญ. (2553). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค TGT. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- วีระ สุดสังข์. (2550). การคิดวิเคราะห์ คิดอย่างมีวิจารณญาณ และคิดสร้างสรรค์. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- วิไลรัตน์ กลิ่นจันทร์. (2552). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการคิดวิเคราะห์. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ศักดิ์ชัย จันทะแสง. (2550). การศึกษาปัจจัยด้านสติปัญญาและด้านที่ไม่ใช่สติปัญญาที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (การวิจัยและสถิติทางการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ศิริกัญญา ดรรครชุม. (2550). การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น โดยใช้เทคนิคการรู้คิดและการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ชั้น ที่มีต่อแนวความคิดเลือกเกี่ยวกับมโนมติฟิสิกส์ : งาน พลังงานและโมเมนตัม และเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). มหาสารคาม: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. ถ่ายเอกสาร.

- ศิริกุล พลบูรณ์. (2550). การเปรียบเทียบผลการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น โดยใช้เทคนิค การรู้จักคิด และแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ชั้น ที่มีต่อแนวความคิดเลือกเกี่ยวกับมโนมติ ชีววิทยาเรื่องเซลล์ การแบ่งเซลล์ และการเคลื่อนที่ของสารผ่านเซลล์ และการคิด วิพากษ์วิจารณ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีเพศต่างกัน. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). มหาสารคาม: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. ถ่ายเอกสาร.
- ศิริพรรณ ศิริบุญนาม. (2549). การเปรียบเทียบผลการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้นโดยใช้ พหุปัญญากับการสืบเสาะแบบ สสวท. ที่มีต่อแนวความคิดเลือกเกี่ยวกับมโนมติชีววิทยา : การย่อยอาหาร การหมุนเวียนของเลือดและก๊าซ และการกำจัดของเสีย และการคิด วิพากษ์วิจารณ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดรูปแบบกลุ่มปฏิบัติการ ต่างกัน. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). มหาสารคาม: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. ถ่ายเอกสาร.
- ศุภพงศ์ คล้ายคลึง. (2548). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะการ ทดลองโดยใช้ชุดปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). การจัดสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยี.
- สมจิต สวธนไพบูลย์. (2526). วิทยาศาสตร์สำหรับครูประถม. กรุงเทพฯ: ภาควิชาหลักสูตรและ การสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- (2536). *ธรรมชาติวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- (2537). การศึกษาความสามารถในการพึ่งพาตนเองด้านวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สมใจ มีสมวิทย์. (2548). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทาง วิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนแบบอริยสัจ 4. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สมบูรณ์ พายบุตร. (2547). การสอนเพื่อเปลี่ยนแปลงแนวความคิดที่ผิดพลาดเกี่ยวกับมโนมติ ชีววิทยา : ปฏิกริยาเคมีในเซลล์ เอนไซม์ และพลังงานเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 5 โดยใช้เทคนิคการสอนของ Hesse. การศึกษาค้นคว้าอิสระ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). มหาสารคาม: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. ถ่ายเอกสาร.



- สายใจ ทิพพิชัย. (2549). การเปรียบเทียบผลการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้อัน 7 ชั้น โดยใช้  
พหุปัญญากับการสืบเสาะแบบ สสวท. ที่มีต่อแนวความคิดเลือกเกี่ยวกับมโนคติชีววิทยา:  
พืชหรือสัตว์ การจำแนกพืช และการจำแนกสัตว์ และการคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์ของนักเรียน  
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). มหาสารคาม:  
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. ถ่ายเอกสาร.
- สิริพัทธ์ วงษ์วัฒน์. (2547). การสอนเพื่อเปลี่ยนแปลงแนวความคิดที่ผิดพลาดเกี่ยวกับมโนคติ  
ชีววิทยา : การหายใจและการสังเคราะห์ด้วยแสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้  
เทคนิคการสอนของ Hesse. การศึกษาค้นคว้าอิสระ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา).  
มหาสารคาม: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. ถ่ายเอกสาร.
- สุกัญญา วุฒิรัตน์. (2547). การศึกษาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่มี  
ความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้โครงการคณิตศาสตร์.  
ปริญญาโท กศ.ม. (การศึกษาพิเศษ). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย  
ศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร
- สุทธภา โชติประดิษฐ์. (2551). การศึกษาและการพัฒนาการคิดวิจารณ์ของเด็กรุ่นมัธยมด้วย  
รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้อัน 7 โดยใช้วิธีการสื่อความหมายเป็นฐาน. ปริญญาโท  
กศ.ด. (การศึกษาปฐมวัย). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.  
ถ่ายเอกสาร.
- สุนิษา มูลผล. (2547). การศึกษาความสัมพันธ์ค่านิยมระหว่างเชาวน์ปัญญาทางอารมณ์กับ  
การคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. ปริญญาโท กศ.ม.  
(การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.  
ถ่ายเอกสาร.
- สุพจน์ วงศ์คำจันทร์. (2550). การเปรียบเทียบผลการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้อัน 7 ชั้นโดยใช้  
เทคนิคการรู้คิดและการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้อัน 5 ชั้นที่มีต่อแนวความคิดเลือกเกี่ยวกับ  
มโนคติฟิสิกส์ งาน พลังงาน และโมเมนตัม และการคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์ของนักเรียนชั้น  
มัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน. วิทยานิพนธ์ กศ.ม.  
(วิทยาศาสตร์ศึกษา). มหาสารคาม: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.  
ถ่ายเอกสาร.
- สุพรรณิ สุวรรณจรัส. (2543). ผลของการฝึกใช้เทคนิคแผนผังทางปัญญาที่มีต่อการคิดอย่างมี  
วิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (จิตวิทยาการศึกษา).  
กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- สุภาพร วงเวียง. (2549). การเปรียบเทียบผลการเรียนวิทยาศาสตร์แบบวัฏจักรการเรียนรู้อัน 7 ชั้น  
(7-E) ที่กำหนดและหมุนเวียนหน้าที่ของการสอนสืบเสาะแบบ สสวท. ที่มีต่อ  
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานและการคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์ของนักเรียน  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (หลักสูตรและการสอน). มหาสารคาม:  
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. ถ่ายเอกสาร.

- สุมาลี มูลผาผลา. (2551). การเปรียบเทียบผลของการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น โดยใช้เทคนิคการรู้คิด (Metacognitive Moves) ที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงแนวความคิดเลือกเกี่ยวกับมโนคติชีววิทยา : การย่อยอาหาร การหมุนเวียนเลือดและก๊าซ และการกำจัดของเสีย และการคิดวิพากษ์วิจารณ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีผลการเรียนวิทยาศาสตร์ต่างกัน. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). มหาสารคาม: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. ถ่ายเอกสาร.
- สุระศักดิ์ อุประจันทร์. (2549). การเปรียบเทียบผลของการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น และการเรียนสืบเสาะ แบบ สสวท. ที่มีต่อแนวความคิดเลือกเกี่ยวกับมโนคติชีววิทยา : การหายใจ การหายใจและการสังเคราะห์ด้วยแสง และการสังเคราะห์ด้วยแสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. การศึกษาค้นคว้าอิสระ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). มหาสารคาม: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. ถ่ายเอกสาร.
- สุวรรณี ผาผง. (2549). การเปรียบเทียบผลของการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น โดยใช้พหุปัญญากับการเรียนสืบเสาะแบบ สสวท. ที่มีต่อแนวความคิดเลือกเกี่ยวกับมโนคติชีววิทยา : การหายใจและการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่างกัน. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). มหาสารคาม: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. ถ่ายเอกสาร.
- สุวิทย์ มูลคำ; และคณะ. (2551). การเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการคิด. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.
- สุวิทย์ มูลคำ. (2547). กลยุทธ์การสอนคิดแก้ปัญหา. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: ดวงกมลสมัย
- เสาวรส พลโคตร. (2550). การเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้นและรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ชั้นที่กำหนดและหมุนเวียนหน้าที่ของสมาชิกต่างกัน. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (หลักสูตรและการสอน). มหาสารคาม: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. ถ่ายเอกสาร.
- หนึ่งนุช ภาพภักดี. (2543). การเปรียบเทียบความสามารถในการคิดระดับสูงและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่มกับการสอนตามคู่มือครู. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- อนามิกา อุตรนคร. (2550). การเปรียบเทียบผลการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้นโดยใช้เทคนิคการรู้คิดและแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ชั้น ที่มีต่อแนวความคิดเลือกเกี่ยวกับมโนคติชีววิทยา : การหายใจ การหายใจและการสังเคราะห์ด้วยแสง การสังเคราะห์ด้วยแสง และการคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีเพศต่างกัน. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). มหาสารคาม: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. ถ่ายเอกสาร.

- อรสา เอี่ยมสอาด. (2548). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู่วิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่าง มีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). มหาสารคาม: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. ถ่ายเอกสาร.
- อรอุมา กาญจนี. (2549). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทาง PDCA และแบบสืบเสาะหาความรู้. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- อรุณี รัตนวิจิตร. (2543). ผลของการฝึกการคิดวิจารณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนท่าทางแนววิทยายน อำเภอแวงน้อย จังหวัดขอนแก่น = *The effect of critical thinking training on matayomsuksa I student, Tanangnaew Wittayayon school, Waengnoi District, Khon Kaen Province.* วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. (จิตวิทยาการศึกษา). ขอนแก่น: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ถ่ายเอกสาร.
- อวยพร เรืองศรี. (2545). การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการคิดอภิमानกับการคิดอย่างมี วิจารณ์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผล การศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- อัศวพรณ์ ศรีหาคำ. (2545). ผลการฝึกรูปแบบการคิดต่างกันที่มีต่อความสามารถในการคิดอย่าง มีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การวิจัยและ สถิติทางการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- อารุณี ไทยบัณฑิตย์. (2545). การพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้การฝึกคิดแบบโยนิโสมนสิกา. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (จิตวิทยาพัฒนาการ). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- อุดมลักษณ์ นกฟุ้งฟูม. (2545). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิด แก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ผัง มโนมติ. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- อุษณีย์ โพธิสุข. (2537). เอกสารประกอบการสอน กพ 554 วิธีการสอนเด็กปัญญาเลิศ. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- อุษณีย์ อนุรุทธวงศ์. (2545, กุมภาพันธ์). ความคิดสร้างสรรค์: การมองต่างมุมของนักวิชาการ. *สานปฏิรูป.* 4(47): 94-95.

- Abimbola, I.O. (1988, February). The Problem of Terminology in the Study of Student Conception in Science. *Science Education*. 72(2): 175 -184.
- Angelo S. Paola, Donald L. Lamm and Frederick A. Paola. (1995). *Campbell's urology : review and assessment*. Philadelphia: W.B. Saunders
- Anita E. Woolfolk. (1987). *Educational psychology*. Englewood Cliff. N.J.: Prentice Hall.
- Arunee Walai. (1980). *Critical Thinking Techniques of Social Study Education In Thailand*. Dissertation M.Ed. (Educational Measurement) . Pennsylvania State University.
- Barman, Charles R.; & Michael Kotar. (1989, April). The Learning Cycle. *Science and Children*. 26(7): 30-32 .
- Basili, Patricia A. and Sanford, Julie P. (1991). Conceptual Change Strategies and Cooperative Group Work in Chemistry. *Journal of Research in Science Teaching*. 28(4): 293 – 304.
- Blank, L.M. (2000). A Metacognitive Learning Cycle: A Better Warranty for Student Understanding?. *Science Education*. 84(4): 486-516.
- Carter V. Good, editor; Winifred R. Merkel. (1973). *Dictionary of education : prepared under the auspices of Phi Delta Kappa*. New York: McGraw-Hill.
- Cho, H.H. J.B. Kahle; & F.H. Nordland. (1985, October). An Investigation of High School Biology Textbook as Sources of Misconceptions and Difficulties in Genetics and Some Suggestions for Teaching Genetics. *Science Education*. 69(5): 707 – 719.
- Collette, A.T. (1973). *Science Teaching in the Secondary School : A Guide for Modernizing Instruction*. Boston: Allyn and Bacon
- Collins, O.W. (1990, March). *The Impact of Computer – Assisted Instruction upon Student Achievement in Magen School*. Dissertation Abstracts International.
- Dewey, J. (1933). *How We Think*. New York: D.C. Heath and company.
- Eisenkraft, A. (2003, September). “Expanding the 5E Model: A Proposed 7E Model Emphasizes Trans of Learning and the Importance of Eliciting Prior Understanding. *The Science Teacher*. 70(6): 56-59.
- Ennis, R.H. (1985). Logical Operation in Classroom. *International Enclopedia of Education*. V.5.P. 3129-3139. New York: Pergamon Press.
- (1991, April). *Critical Thinking Conception*. Draft for Presentation at Area in Chicago.
- Evan, Carolyn. (2004, January). Learning with Inquiring Minds. *The Science Teacher*. 71(1): 27-30.

- Gallegos, L. M.E., Jerazeno; & F. Flores. (1994, March). Preconception and Relations Used by Children in the Construction of Food Chain. *Journal of Research in Science Teaching*. 31(3): 252-272.
- Garnett, P.J. and D.E. Treagust. (1992, November). Conceptual Difficulties Experienced by Senior High School Students of Electrochemistry: Electric Circuits (Galvanic) and Electrolytic Cell. *Journal of Research in Science Teaching*. 29(10): 1079-1099.
- Griffiths, A.K.; & K.R. Preston. (1992, August). Grade-12 Student's Misconceptions Relation to Fundamental Characteristics of Atoms and Molecules. *Journal of Research in Science Teaching*. 25(9): 611-628.
- Hesse. (1989). *Sensors: a comprehensive survey*. New York: VCH.
- Hewson, Mariana G. ; & Hewson, Peter W. (2003). Effect of instruction using students' prior knowledge and Conceptual change strategies on science learning. *Journal of Research Teaching*. 25(8), 35-43.
- Hilgard. (1962). *Introduction to psychology*. New York: Harcourt, Brace & World.
- Hudgins, B.B. ; & Edelman S.(1986, July – August). Teaching Critical Thinking Skills to Fourth and Fifth Graders Through Teacher-Led Small-Group Discussions. *Journal of Educational Research*. 79(6): 333-342.
- Hughes, Claire Elizabeth. (2000, November). A Comparative Study of Teaching Critical Thinking Through Persuasive Writing to Average, Gifted and Students with Learning Disabilities. *Dissertation Abstracts. International*. 65-A(05): 1797.
- Johansson, R.T., Marton; & L. Svenson. (1985). *An Approach to Describing Learning as Change between Qualitatively Different Conceptions in Cognitive Structure and Conceptual Change*. edited by L.H.T. West and A.L. Pines. p. 233-257. New York: Academic Inc.
- Joyce, B.; & M. Weil. Models of Teaching. (1992). *New Jersey : Prentice Hall, 1980*.
- Kapfer, Philiip; & Miriam Kapfer. (1972). *Instructional To Learn Package in American Education*. New Jersey: Education Technology Publication, Englewoog Cliffs.
- Lawson, A.E.; & L.D. Thompson. (1988, November). Formal Reasoning Ability and Misconceptions Concerning Genetics and Natural Selection. *Journal of Research in Science Teaching*. 25(9): 733-746.
- Libby Goodman. (1990). *Time and learning in the special education classroom*. Albany, N.Y.: State University of New York Press.

- Lumpkin, C.R. (1991, May). Effect of Teaching Critical Thinking on the Critical Thinking Ability, Achievement, and Retention of Social Content by Fifth and Sixth-Grade. *Dissertation Abstracts International*. 51(11): 3694 – A.
- Mc Crink, Carmen Lourdes Suarez. (1999, March). The Role of Innovation Teaching Methodology and Learning Styles on Critical Thinking. (n.d.). *Dissertation Abstract Internationals*. 59(9): 3420.
- Olarinoye, Rappale Dale. (1979). A Comparative Study of the Effectiveness of Teaching a Secondary School. *Dissertation Abstracts International*.
- Pintrich, P.R., R.W. Marx; & R.A. Boyle. (1993, Summer). Beyond Cold Conceptual Change: The Role of Motivational Beliefs and Classroom Contextual Factors in Process of Conceptual Change. *Reviews of Educational Research*. 63(2): 167-199.
- Posner, G.J.; et al. (1982, April). Accommodation of a Scientific Conception Toward a Theory of Conceptual Change. *Science Education*. 66(2): 211 – 215.
- Renner, J.W.; et al. (1990, January). Understandings and Misunderstanding of Eighth Graders of Four Physics Concepts Found in Textbooks. *Journal of Research in Science Teaching*. 27(1): 35-54.
- Sanders, M. (1993, October). Erroneous Ideas about Respiration : The Teacher Factor. *Journal of Research in Science Teaching*. 30(8): 919-934.
- Smith, Edward L., Blakeslee, Theron D.; & Anderson, Charles W. (1993). Teaching Strategies Associated with Conceptual Change Learning in Science. *Journal of Research in Science Teaching*. 30(2): 111 – 126.
- Smith, Patty Templeton. (1994, January). Instructional Method Effect on Student Attitude and Achievement. *Dissertation Abstracts International*. 54(7): 2528 – 17.
- Wade, Wilna Jean. (1995, September). The Effects of Traditional Instruction Laboratory Experiences and Computer – Assisted. Instruction on Ninth – Grade Biology Students Science Process Skills Achievement. *Proquest – Dissertation Abstracts*. 56(03): 816.
- Wandersee, J. H. (1985, October). Can the History of Science Help Science Educators Anticipate Student’s Misconceptions. *Journal of Research in Science Teaching*. 23(7): 581-597.
- Watson, G.; & Glaser, E.M. (1964). *Watson-Glaser Critical Thinking Appraisal*. New York: Harcourt, Brace and world, Inc.

- Wheatley, G. H. (1991, January). Constructivism Perspective on Science and Mathematics. *Science Education*. 75(1): 9-21.
- William, Jame Milford. (1981). A Comparison Study of Tradition Teaching Procedures on Student Attitude Achievement and Critical Thinking Ability in Eleventh Grade United State History. *Dissertation Abstracts International*.
- Young, Richad C. (1970, February). The Murturance of Independent and Learning in Fourth Grade Children Thruh Inquiry Development: Final Report. *Research in Educational*. 5(2): 53.
- Za' Rour, G.I. (1975, October). Science Misconceptions Among Certain Groups of Students in Lebanon. *Journal of Research in Science Teaching*. 12(3): 385-391.









ภาคผนวก ก

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

## รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. นางสาวศิริรัตน์ วงศ์ศิริ

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสันติราษฎร์วิทยาลัย กรุงเทพมหานคร

2. นางขวัญตา ปฏิเวธวิฑูร

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการ รัชดา  
กรุงเทพมหานคร

3. นางมาลินี อมรศักดิ์

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการ รัชดา  
กรุงเทพมหานคร



### ภาคผนวก ข

- ค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเปลี่ยนแปลงแนวความคิดตามรูปแบบของฮิวสันและฮิวสัน
- ค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น
- ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี
- ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
- ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่น ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี
- ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่น ของแบบทดสอบวัดความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

ตาราง 11 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเปลี่ยนแปลง  
แนวความคิดตามรูปแบบของฮิวสันและฮิวสัน

แผนที่	ผู้เชี่ยวชาญ			IOC	แผนที่	ผู้เชี่ยวชาญ			IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
1	+1	+1	+1	1.00	7	+1	+1	+1	1.00
2	+1	+1	+1	1.00	8	+1	+1	+1	1.00
3	0	+1	+1	0.67	9	+1	+1	0	0.67
4	+1	+1	+1	1.00	10	+1	+1	+1	1.00
5	+1	0	+1	0.67	11	+1	+1	+1	1.00
6	+1	+1	+1	1.00	12	+1	+1	+1	1.00

ตาราง 12 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น

แผนที่	ผู้เชี่ยวชาญ			IOC	แผนที่	ผู้เชี่ยวชาญ			IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
1	+1	+1	+1	1.00	7	+1	+1	+1	1.00
2	+1	0	+1	0.67	8	+1	+1	+1	1.00
3	0	+1	+1	0.67	9	+1	+1	+1	1.00
4	+1	+1	+1	1.00	10	+1	+1	+1	1.00
5	+1	+1	+1	1.00	11	+1	+1	+1	1.00
6	+1	+1	+1	1.00	12	+1	+1	+1	1.00

ตาราง 13 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี

แผนที่	ผู้เชี่ยวชาญ			IOC	แผนที่	ผู้เชี่ยวชาญ			IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
1	+1	+1	+1	1.00	24	+1	0	+1	0.67
2	0	+1	+1	0.67	25	+1	+1	+1	1.00
3	0	+1	+1	0.67	26	0	+1	+1	0.67
4	+1	+1	+1	1.00	27	+1	+1	+1	1.00
5	0	+1	+1	0.67	28	+1	+1	+1	1.00
6	+1	+1	+1	1.00	29	+1	+1	+1	1.00
7	+1	+1	+1	1.00	30	+1	+1	+1	1.00
8	0	+1	+1	0.67	31	+1	+1	+1	1.00
9	+1	+1	0	0.67	32	+1	+1	0	0.67
10	+1	+1	+1	1.00	33	+1	+1	+1	1.00
11	+1	+1	+1	1.00	34	+1	+1	+1	1.00
12	+1	+1	+1	1.00	35	+1	+1	+1	1.00
13	+1	0	+1	0.67	36	+1	+1	+1	1.00
14	+1	+1	+1	1.00	37	+1	+1	+1	1.00
15	+1	+1	+1	1.00	38	+1	0	+1	0.67
16	+1	+1	+1	1.00	39	+1	+1	+1	1.00
17	+1	+1	+1	1.00	40	+1	+1	+1	1.00
18	+1	+1	+1	1.00	41	+1	+1	+1	1.00
19	+1	+1	+1	1.00	42	+1	+1	+1	1.00
20	0	+1	+1	0.67	43	+1	+1	+1	1.00
21	+1	+1	+1	1.00	44	0	+1	+1	0.67
22	+1	+1	+1	1.00	45	+1	+1	+1	1.00
23	0	+1	+1	0.67					

ตาราง 14 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดความสามารถด้านการคิดอย่างมี  
 วิจารณญาณ

แผนที่	ผู้เชี่ยวชาญ			IOC	แผนที่	ผู้เชี่ยวชาญ			IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
1	+1	+1	+1	1.00	24	+1	+1	0	0.67
2	+1	0	+1	0.67	25	+1	+1	+1	1.00
3	+1	+1	+1	1.00	26	0	+1	+1	0.67
4	+1	+1	+1	1.00	27	0	+1	+1	0.67
5	+1	+1	0	0.67	28	+1	0	+1	0.67
6	+1	+1	+1	1.00	29	+1	+1	+1	1.00
7	+1	+1	+1	1.00	30	0	+1	+1	0.67
8	0	+1	+1	0.67	31	+1	+1	+1	1.00
9	+1	+1	+1	1.00	32	+1	+1	+1	1.00
10	+1	+1	+1	1.00	33	+1	+1	+1	1.00
11	+1	+1	+1	1.00	34	+1	+1	+1	1.00
12	+1	0	+1	0.67	35	+1	+1	+1	1.00
13	+1	+1	+1	1.00	36	+1	+1	+1	1.00
14	+1	0	+1	0.67	37	0	+1	+1	0.67
15	+1	+1	+1	1.00	38	+1	+1	+1	1.00
16	+1	+1	+1	1.00	39	0	+1	+1	0.67
17	+1	+1	+1	1.00	40	+1	+1	+1	1.00
18	+1	+1	+1	1.00	41	0	+1	+1	0.67
19	0	+1	+1	0.67	42	0	+1	+1	0.67
20	0	+1	+1	0.67	43	0	+1	+1	0.67
21	0	+1	+1	0.67	44	+1	+1	+1	1.00
22	+1	+1	+1	1.00	45	+1	+1	0	0.67
23	+1	+1	+1	1.00					

ตาราง 15 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี

ข้อที่	ค่าความยาก (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ข้อที่	ค่าความยาก (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
1	.52	.72	16	.40	.61
2	.55	.21	17	.59	.72
3	.71	.60	18	.73	.69
4	.61	.23	19	.55	.68
5	.58	.43	20	.59	.72
6	.54	.53	21	.63	.75
7	.48	.51	22	.38	.64
8	.60	.33	23	.68	.65
9	.46	.91	24	.57	.84
10	.63	.60	25	.61	.65
11	.40	.58	26	.62	.66
12	.58	.65	27	.71	.43
13	.58	.91	28	.66	.56
14	.43	.71	29	.60	.62
15	.71	.65	30	.53	.74

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี มีค่าเท่ากับ 0.92

ตาราง 16 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

ข้อที่	ค่าความยาก (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ข้อที่	ค่าความยาก (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
1	.58	.46	16	.67	.62
2	.73	.46	17	.56	.23
3	.44	.23	18	.44	.39
4	.67	.31	19	.69	.62
5	.73	.23	20	.56	.39
6	.46	.62	21	.44	.46
7	.56	.69	22	.79	.31
8	.40	.54	23	.52	.31
9	.63	.23	24	.75	.22
10	.50	.54	25	.71	.54
11	.40	.39	26	.67	.62
12	.71	.69	27	.66	.39
13	.71	.54	28	.52	.46
14	.75	.46	29	.50	.46
15	.73	.62	30	.63	.31

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณมีค่าเท่ากับ 0.78



#### ภาคผนวก ค

- คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเปลี่ยนแปลงแนวความคิด
- คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น
- คะแนนความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเปลี่ยนแปลงแนวความคิด
- คะแนนความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น

ตาราง 17 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียน  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเปลี่ยนแปลงแนวความคิด

คนที่	ก่อนเรียน (30 คะแนน)	หลังเรียน (30 คะแนน)	ผลต่าง (D)	D <sup>2</sup>
1	6	21	15	225
2	6	20	14	196
3	7	16	9	81
4	7	25	18	324
5	6	18	12	144
6	5	16	11	121
7	9	20	11	121
8	10	13	3	9
9	10	15	5	25
10	9	15	6	36
11	9	12	3	9
12	5	17	12	144
13	9	11	2	4
14	6	21	15	225
15	8	11	3	9
16	8	8	0	0
17	8	10	2	4
18	8	9	1	1
19	11	13	2	4
20	6	10	4	16
21	8	12	4	16
22	7	12	5	25
23	6	10	4	16
24	6	8	2	4

25 | 8 | 11 | 3 | 9  
 ตาราง 17 (ต่อ)

คนที่	ก่อนเรียน (30 คะแนน)	หลังเรียน (30 คะแนน)	ผลต่าง (D)	D <sup>2</sup>
26	5	9	4	16
27	5	9	4	16
28	12	13	1	1
29	4	11	7	49
30	6	8	2	4
31	7	10	3	9
32	7	10	3	9
33	8	9	1	1
34	9	12	3	9
35	8	9	1	1
36	9	11	2	4
37	6	6	0	0
38	8	9	1	1
39	7	7	0	0
40	4	9	5	25
41	8	9	1	1
42	7	12	5	25
43	12	13	1	1
44	9	11	2	4
45	6	8	2	4
46	7	9	2	4
47	8	9	1	1
$\bar{X}$	7.45	12.06		-
$\sum D$	-	-	217	-
$\sum D^2$	-	-	-	1953

ตาราง 18 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียน  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น

คนที่	ก่อนเรียน (30 คะแนน)	หลังเรียน (30 คะแนน)	ผลต่าง (D)	D <sup>2</sup>
1	7	9	2	4
2	7	12	5	25
3	9	12	3	9
4	6	10	4	16
5	7	9	2	4
6	5	16	11	121
7	17	26	9	81
8	9	15	6	36
9	9	9	0	0
10	9	11	2	4
11	7	11	4	16
12	9	10	1	1
13	9	12	3	9
14	9	9	0	0
15	9	9	0	0
16	9	11	2	4
17	11	19	8	64
18	5	5	0	0
19	9	11	2	4
20	7	9	2	4
21	7	7	0	0
22	8	14	6	36
23	11	14	3	9
24	7	12	5	25
25	6	10	4	16

ตาราง 18 (ต่อ)

คนที่	ก่อนเรียน (30 คะแนน)	หลังเรียน (30 คะแนน)	ผลต่าง (D)	D <sup>2</sup>
26	10	10	0	0
27	4	9	5	25
28	6	9	3	9
29	12	15	3	9
30	10	13	3	9
31	6	7	1	1
32	13	24	11	121
33	20	25	5	25
34	9	18	9	81
35	6	16	10	100
36	19	21	2	4
37	6	21	15	225
38	6	18	12	144
39	5	17	12	144
40	6	9	3	9
41	7	8	1	1
42	9	12	3	9
43	6	12	6	36
44	6	11	5	25
45	7	8	1	1
46	5	8	3	9
47	5	6	1	1
48	6	7	1	1
49	9	11	2	4
$\bar{X}$	8.29	12.39		-
$\sum D$	-	-	117	-
$\sum D^2$	-	-	-	993

ตาราง 19 คะแนนความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียน  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเปลี่ยนแปลงแนวความคิด

คนที่	ก่อนเรียน (30 คะแนน)	หลังเรียน (30 คะแนน)	ผลต่าง (D)	D <sup>2</sup>
1	7	16	9	81
2	18	23	5	25
3	16	22	6	36
4	16	26	10	100
5	4	13	9	81
6	12	16	4	16
7	16	23	7	49
8	20	23	3	9
9	17	20	3	9
10	22	27	5	25
11	7	18	11	121
12	17	24	7	49
13	19	23	4	16
14	23	27	4	16
15	18	20	2	4
16	18	20	2	4
17	21	21	0	0
18	24	26	2	4
19	25	29	4	16
20	21	25	4	16
21	24	24	0	0
22	17	26	9	81
23	5	19	14	196
24	28	28	0	0
25	25	28	3	9

ตาราง 19 (ต่อ)

คนที่	ก่อนเรียน (30 คะแนน)	หลังเรียน (30 คะแนน)	ผลต่าง (D)	D <sup>2</sup>
26	8	16	8	64
27	20	23	3	9
28	17	25	8	64
29	20	26	6	36
30	10	19	9	81
31	8	17	9	81
32	10	21	11	121
33	17	24	7	49
34	10	16	6	36
35	11	18	7	49
36	8	19	11	121
37	23	23	0	0
38	20	22	2	4
39	10	21	11	121
40	12	22	10	100
41	17	27	10	100
42	20	21	1	1
43	25	25	0	0
44	21	27	6	36
45	9	13	4	16
46	16	20	4	16
47	15	16	1	1
$\bar{X}$	16.32	21.87		-
$\sum D$	-	-	261	-
$\sum D^2$	-	-	-	2069


ตาราง 20 คะแนนความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียน  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น

คนที่	ก่อนเรียน (30 คะแนน)	หลังเรียน (30 คะแนน)	ผลต่าง (D)	D <sup>2</sup>
1	15	20	5	25
2	15	22	7	49
3	20	24	4	16
4	17	20	3	9
5	18	24	6	36
6	19	23	4	16
7	17	20	3	9
8	20	20	0	0
9	18	21	3	9
10	20	23	3	9
11	14	26	12	144
12	20	20	0	0
13	17	28	11	121
14	19	28	9	81
15	16	17	1	1
16	26	27	1	1
17	17	21	4	16
18	22	23	1	1
19	23	23	0	0
20	22	25	3	9
21	23	28	5	25
22	21	23	2	4
23	23	23	0	0
24	22	22	0	0
25	18	22	4	16
26	22	25	3	9



ตาราง 20 (ต่อ)

คนที่	ก่อนเรียน (30 คะแนน)	หลังเรียน (30 คะแนน)	ผลต่าง (D)	D <sup>2</sup>
27	16	20	4	16
28	17	21	4	16
29	23	27	4	16
30	17	20	3	9
31	22	24	2	4
32	20	29	9	81
33	16	20	4	16
34	18	24	6	36
35	17	19	2	4
36	17	20	3	9
37	17	20	3	9
38	27	28	1	1
39	21	23	2	4
40	23	26	3	9
41	15	15	0	0
42	20	26	6	36
43	21	23	2	4
44	17	18	1	1
45	14	22	8	64
46	5	14	9	81
47	18	23	5	25
48	25	28	3	9
49	24	26	2	4
$\bar{X}$	19.06	22.73		-
$\sum D$	-	-	180	-
$\sum D^2$	-	-	-	1060



ภาคผนวก ง

- ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเปลี่ยนแปลงแนวความคิด
- ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นตอน

## แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเปลี่ยนแปลงแนวความคิด

### แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

รายวิชาเคมี 5 ว 40225

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เคมีอินทรีย์

เรื่อง ไอโซเมอร์ซิม เวลา 2 คาบ

ผู้สอน ครูจินดารัตน์ แก้วพิกุล

#### มาตรฐานการเรียนรู้

**มาตรฐาน ว 3.1** เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรีเรียนรู้ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

**มาตรฐาน ว 8.1** ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และจิตวิทยาศาสตร์ ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่ มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบาย และตรวจสอบได้ ภายใต้ข้อมูล และเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่า วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

#### ผลการเรียนรู้

1. อธิบายความหมายและระบุสารที่เป็นไอโซเมอร์กันได้
2. เขียนโครงสร้างลิวอิสของแต่ละไอโซเมอร์ได้
3. อธิบายการเกิดไอโซเมอร์และผลของการเกิดไอโซเมอร์ได้

#### สาระสำคัญ

1. ไอโซเมอร์ซิม
2. การทดลอง เรื่อง การจัดเรียงอะตอมของคาร์บอนในสารประกอบอินทรีย์

#### สาระการเรียนรู้

##### 1. ความรู้

ไอโซเมอร์ซิม หมายถึง ปรากฏการณ์ที่สารต่างชนิดกัน โครงสร้างโมเลกุลต่างกัน แต่มีสูตรโมเลกุลเหมือนกัน สารประกอบอินทรีย์ที่มีสูตรโมเลกุลสูตรหนึ่งอาจมีสูตรโครงสร้างได้หลายโครงสร้าง ทำให้เกิดสารประกอบที่ต่างกันหลายชนิด

##### 2. ทักษะ / กระบวนการ / กระบวนการคิด

- ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ค้นพบข้อสรุปขององค์ความรู้
- ทักษะกระบวนการกลุ่ม
- ทักษะการสร้างคำอธิบาย

- ทักษะการทดลองทางวิทยาศาสตร์

### 3. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

- ใฝ่เรียนรู้
- มุ่งมั่นในการทำงาน
- รับผิดชอบ

## กิจกรรมการเรียนรู้

### 1. การบูรณาการ (Integration)

1.1 ครูตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียนโดยให้นักเรียนช่วยกันจำแนกว่าสารประกอบที่ครูยกตัวอย่าง เป็นสารประกอบอินทรีย์หรือไม่ พร้อมทั้งสุ่มนักเรียนออกมาเขียนสูตรโครงสร้างของสารประกอบที่เป็นสารประกอบอินทรีย์

### 2. การแยกความแตกต่าง (Differentiation)

2.1 นักเรียนพิจารณาโครงสร้างลิวอิสบิวเทนกับไอโซบิวเทนบนกระดาษ ซึ่งมีสูตรโมเลกุลเหมือนกันแต่สูตรโครงสร้างต่างกัน

2.2 นักเรียนพิจารณาสมบัติของบิวเทนและไอโซบิวเทน แล้วร่วมกันอภิปรายว่าสารบางชนิดมีสูตรโมเลกุลเหมือนกันแต่สูตรโครงสร้างต่างกัน ทำให้มีสมบัติต่างกัน

### 3. การแลกเปลี่ยน (Exchange)

3.1 ครูตั้งคำถามเพื่อนำเข้าสู่การทดลองว่า สารประกอบอินทรีย์ที่มีสูตรโมเลกุลเป็น  $C_5H_{12}$  การจัดเรียงอะตอมของคาร์บอนจะเป็นอย่างไร

3.2 นักเรียนแต่ละคนศึกษาวิธีการทดลองในกิจกรรมการทดลอง เรื่อง การจัดเรียงอะตอมของคาร์บอนในสารประกอบอินทรีย์ จากนั้นครูสุ่มนักเรียนแต่ละกลุ่มเพื่ออธิบายวิธีการทดลอง

3.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มมารับอุปกรณ์การทดลอง แล้วลงมือทำการทดลองตามขั้นตอน ครูคอยสังเกตและดูแลอย่างใกล้ชิด พร้อมทั้งฝึกฝนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียนไปด้วย เช่น ทักษะการสังเกต การตั้งสมมติฐาน การทดลอง และการลงความเห็นจากข้อมูล เป็นต้น

3.4 นักเรียนตอบคำถามหลังการทดลอง

3.5 ครูให้ความรู้เกี่ยวกับความหมายของไอโซเมอร์ ริซึม ไอโซเมอร์และไอโซเมอร์โครงสร้าง รวมถึงลักษณะโครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์แบบโซ่ตรงและโซ่กิ่ง โครงสร้างแบบโซ่เปิด

### 4. การเชื่อมประสานการรับรู้แนวคิด (Conceptual bridging)

4.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายหลังการทดลองเพื่อให้ได้แนวความคิดดังต่อไปนี้

4.1.1 เมื่อต่อคาร์บอน 5 อะตอม และไฮโดรเจน 12 อะตอม ด้วยพันธะเดี่ยวทั้งหมด จะได้โครงสร้าง 3 แบบหรือ 3 ไอโซเมอร์ ซึ่งเป็นโครงสร้างแบบโซ่เปิด

4.1.2 ไอโซเมอร์ของโมเลกุล  $C_5H_{12}$  เกิดการเปลี่ยนตำแหน่งของคาร์บอนจากโซ่ตรงเป็นโซ่กิ่ง

4.1.3 เมื่อต่อแบบจำลองโดยใช้คาร์บอน 5 อะตอมเช่นเดียวกัน แต่ให้มีพันธะคู่ระหว่างอะตอมของคาร์บอน 1 พันธะ ได้โครงสร้างที่เป็นโซ่เปิด 5 แบบ หรือ 5 ไอโซเมอร์

4.2 ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเพื่อให้ได้แนวคิดที่ว่า “การที่สารประกอบอินทรีย์ชนิดหนึ่งๆ สามารถเกิดไอโซเมอร์โครงสร้างได้หลายแบบ เป็นสาเหตุอีกประการหนึ่งที่ทำให้มีสารประกอบอินทรีย์เป็นจำนวนมาก และพบว่าจำนวนไอโซเมอร์จะเพิ่มขึ้นเมื่อสารประกอบอินทรีย์มีจำนวนอะตอมของคาร์บอนเพิ่มขึ้น”

### การวัดประเมินผล

วิธีการวัดและประเมินผล	เครื่องมือวัดผลและประเมินผล	เกณฑ์การวัดผลและประเมินผล
1. สังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้	1. แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้	1. นักเรียนมีผลการประเมินพฤติกรรมการเรียนรู้ระดับปานกลางขึ้นไป
2. การมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมกลุ่ม	2. แบบประเมินกิจกรรมกลุ่ม	2. นักเรียนมีผลการประเมินการมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมระดับปานกลางขึ้นไป
3. ประเมินความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	3. แบบประเมินความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	3. นักเรียนมีผลการประเมินระดับพอใช้ขึ้นไป
4. แบบฝึกหัด 11.1 ข้อ 4-5	4. เฉลยแบบฝึกหัด 11.1 ข้อ 4-5	4. นักเรียนสามารถทำแบบฝึกหัดถูกต้องมากกว่า 80 %

### วัสดุอุปกรณ์ / สื่อและแหล่งการเรียนรู้

#### วัสดุอุปกรณ์ / สื่อ

1. หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติม เคมี เล่ม 5
2. แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้
3. ใบบันทึกผลการทดลองกิจกรรมเรื่อง การจัดเรียงอะตอม
4. แบบประเมินความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
5. แบบประเมินกิจกรรมกลุ่ม
6. ใบความรู้ เรื่อง ไอโซเมอร์

#### แหล่งการเรียนรู้

1. ห้องสมุด
2. <http://www.edchem.multiply.com>

## บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

## 1. ผลการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

## 2. ปัญหา/อุปสรรค

.....

.....

.....

.....

## 3. วิธีการแก้ปัญหา

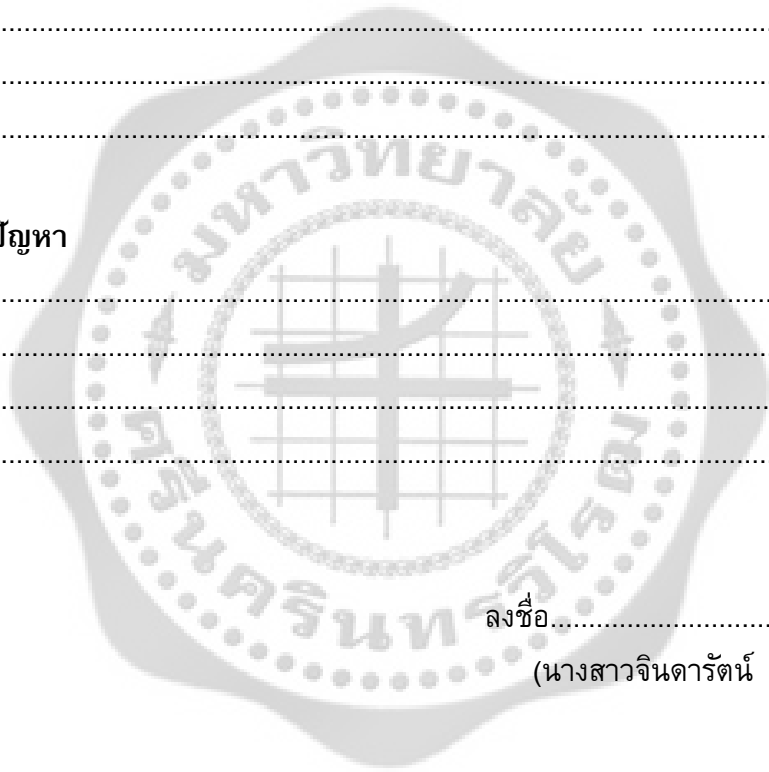
.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน  
(นางสาวจินดารัตน์ แก้วพิกุล)



## กิจกรรมการทดลอง

เรื่อง การจัดเรียงอะตอมของคาร์บอนในสารประกอบอินทรีย์

ชื่อ..... ชั้น..... เลขที่.....

จุดประสงค์การทดลอง

.....

.....

.....

วัสดุอุปกรณ์และสารเคมี

.....

.....

.....

.....

.....

ตารางบันทึกผลการทดลอง

แบบที่	สูตรโครงสร้างลิวอิส
1	
2	
3	





## ใบความรู้ เรื่อง ไอโซเมอร์

วิชา เคมี 5 ว 40225

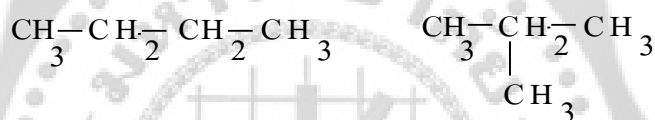
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

### ไอโซเมอร์ซิม (ISOMERISM)

เนื่องจากธาตุคาร์บอนสามารถเกิดพันธะกับธาตุคาร์บอนด้วยตัวเองได้โดยสามารถต่อกันเป็นทั้งสายยาวที่มีสาขา และนอกจากนี้ยังพบว่าสารอินทรีย์ที่มีจำนวนคาร์บอนเท่ากันยังสามารถเขียนโครงสร้างได้หลายแบบที่เรียกว่า ไอโซเมอร์ ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้สารอินทรีย์มีจำนวนมากมาย

**ไอโซเมอร์ซิม** หมายถึง ปรากฏการณ์ที่สารอินทรีย์มีสูตรโมเลกุลเหมือนกัน แต่มีสูตรโครงสร้างต่างกัน ซึ่งอาจจะเป็นสารประเภทเดียวกันหรือต่างชนิดกันก็ได้

**ไอโซเมอร์** หมายถึง สารอินทรีย์ที่มีสูตรโมเลกุลเหมือนกัน แต่มีสูตรโครงสร้างแตกต่างกัน เช่น



บิวเทน

2 - เมทิลโพรเพน

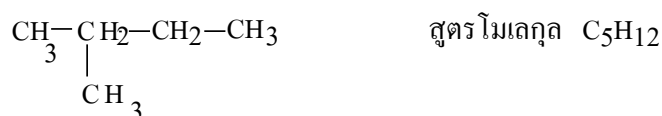
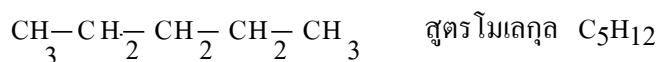
สารทั้งสองมีสูตรโมเลกุลเป็น  $\text{C}_4\text{H}_{10}$  เหมือนกัน แต่มีสูตรโครงสร้างต่างกัน จึงจัดว่าเป็นไอโซเมอร์กัน

### ประเภทของไอโซเมอร์

ไอโซเมอร์อาจจะแบ่งเป็นประเภทใหญ่ ๆ ได้ 2 ประเภท คือ Structural isomer และ Stereoisomer

ก. **Structural isomer** เป็นไอโซเมอร์ในแง่ของโครงสร้าง หมายถึง สารอินทรีย์ที่มีสูตรโมเลกุลเหมือนกัน แต่มีสูตรโครงสร้างต่างกัน แบ่งเป็นประเภทย่อยๆ ดังนี้

1. **Skeleton isomer** หมายถึง ไอโซเมอร์ที่มีการจัดเรียงโครงสร้างหลัก (Basic Unit) ของคาร์บอนอะตอมต่างกัน เช่น



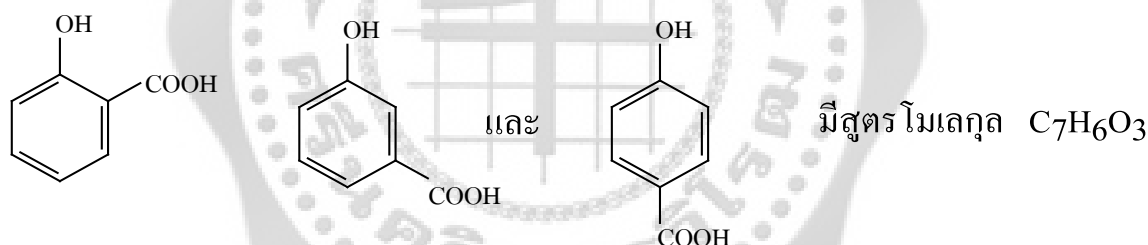
สารทั้งสามชนิดมีสูตรโมเลกุลเหมือนกัน แต่สูตรโครงสร้างต่างกันเนื่องจากการจัดเรียงตัวของธาตุ C ในโครงสร้างหลัก ดังนั้นจึงจัดเป็น Skeleton isomer

**2. Position isomer** หมายถึง ไอโซเมอร์ที่เกิดจากหมู่ฟังก์ชัน มาต่อกับอะตอมคาร์บอนของโครงสร้างหลักในตำแหน่งที่ต่างกัน หรือกล่าวอีกอย่างหนึ่งว่าเป็นไอโซเมอร์ที่มีสูตรโมเลกุลเหมือนกัน มีหมู่ฟังก์ชันชนิดเดียวกัน แต่ตำแหน่งของหมู่ฟังก์ชันที่มต่ออยู่กับ C แตกต่างกัน เช่น

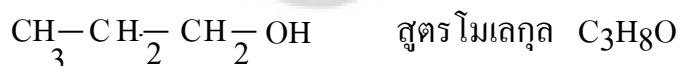


สารทั้งสองชนิดเป็นแอลกอฮอล์เหมือนกัน ตัวแรกมีหมู่ -OH อยู่ที่คาร์บอนอะตอมที่ 1 แต่ตัวที่ 2 อยู่ที่อะตอมที่ 2 จึงทำให้สูตรโครงสร้างต่างกัน จัดเป็น Position isomer

อีกตัวอย่างหนึ่งที่จัดว่าเป็น Position isomer ได้แก่

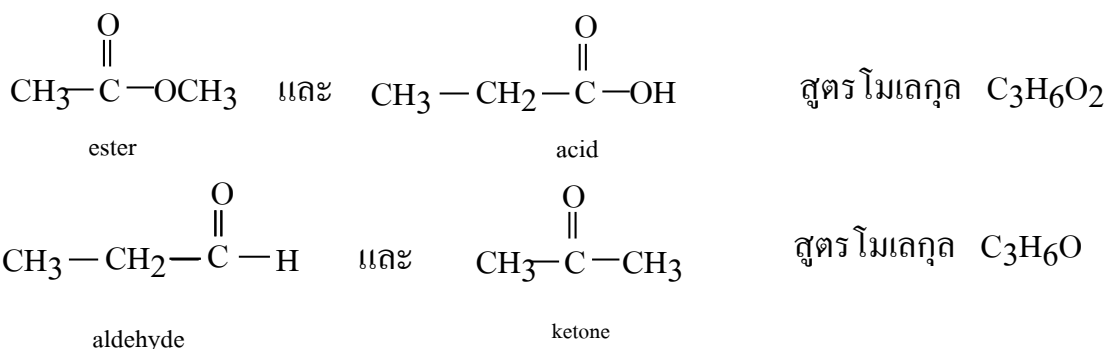


**3. functional isomer** หมายถึง ไอโซเมอร์ที่มีหมู่ฟังก์ชันต่างกัน ไอโซเมอร์ประเภทนี้จะเป็นสารอินทรีย์ต่างชนิดกัน มีสูตรโมเลกุลเหมือนกันแต่สูตรโครงสร้างต่างกัน เช่น



สารตัวแรกเป็นแอลกอฮอล์มีหมู่ -OH สารตัวที่ 2 เป็นอีเทอร์มีหมู่ C - O - C ซึ่งทั้งสารทั้งสองชนิดมีหมู่ฟังก์ชันต่างกัน มีโครงสร้างต่างกันและเป็นสารต่างชนิดกันด้วย แต่มีสูตรโมเลกุลเหมือนกัน จึงจัดเป็น functional isomer

ตัวอย่างอื่นๆ ของ functional isomer ได้แก่

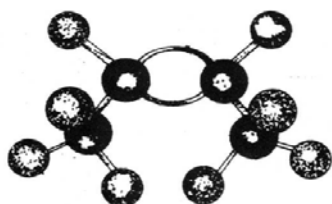


**ข. Stereoisomer** เป็นไอโซเมอร์ในแง่ของการจัดเรียงอะตอม จึงทำให้มีสูตรโครงสร้างที่ต่างกันแบ่งเป็น 2 ประเภทคือ

**1. geometrical isomer หรือ cis-trans isomer** เป็นไอโซเมอร์ที่เกิดกับสารประกอบแอลคีนหรือสารอินทรีย์ที่คาร์บอนมีพันธะคู่ ( $\text{C}=\text{C}$ ) อะตอมหรือกลุ่มอะตอมหรือหมู่ฟังก์ชันที่มาเกาะที่พันธะคู่จะเรียงตัวตามแบบเรขาคณิตที่ต่างกัน ไอโซเมอร์ประเภทนี้เมื่อเขียนสูตรโครงสร้างต่างๆ ไปจะเหมือนกัน เช่น



ทั้งสองชนิดมีสูตรโมเลกุลเหมือนกันคือ  $\text{C}_4\text{H}_8$  ถ้าเขียนสูตรโครงสร้างต่างๆ ไปจะเป็น  $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_3$  ซึ่งเหมือนกันทั้งสองชนิด แต่เมื่อแสดงรายละเอียดของตำแหน่งอะตอมที่มาต่อตรงพันธะคู่จะพบว่าแตกต่างกัน จึงจัดว่าเป็น geometrical isomer



cis-2-butene

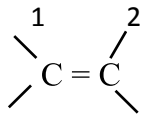


trans-2-butene

รูปแสดง geometrical isomer ของ 2-butene ในลักษณะ 3 มิติ

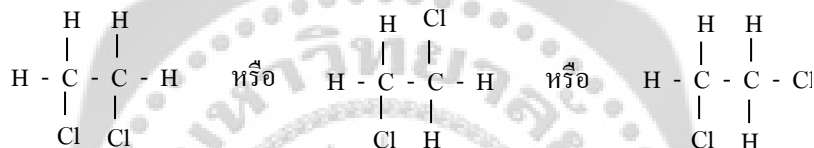
**หมายเหตุ** cis- ใช้กับไอโซเมอร์ที่มีกลุ่มอะตอมเหมือนกันอยู่ด้านเดียวกันของระนาบ  
trans- ใช้กับไอโซเมอร์ที่กลุ่มอะตอมเหมือนกันอยู่ด้านตรงกันข้าม

การที่ cis-2-butene และ trans-2-butene มีสูตรโครงสร้างเชิงเรขาคณิตไม่เหมือนกัน เนื่องจากมีพันธะคู่ซึ่งไม่สามารถหมุนได้อย่างอิสระ



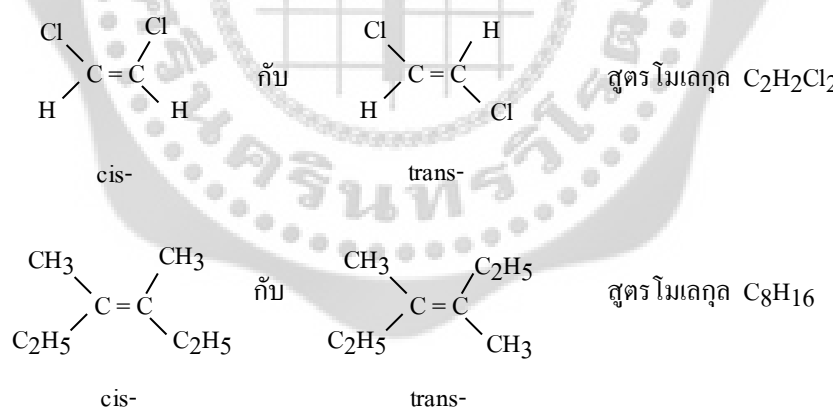
ถ้าหมุนคาร์บอนตัวที่ 1 ไปคาร์บอนตัวที่ 2 จะหมุนตามไปด้วยเท่ากัน ถ้าหมุนเพียงอะตอมเดียวจะทำให้พันธะแตกออกหรือสลายตัวได้ ดังนั้นจึงไม่สามารถที่จะจัดลักษณะการเรียงอะตอมของสารทั้งสองให้เหมือนกัน หรือไม่สามารถนำมาซ้อนกันสนิทเป็นรูปเดียวกันได้ จึงจัดว่าเป็นไอโซเมอร์

แต่ถ้าเป็นกรณีพันธะเดี่ยวถือว่าไม่ใช่ไอโซเมอร์ เช่น



สารทั้งสามเป็นสารชนิดเดียวกัน ไม่ใช่ไอโซเมอร์ เนื่องจาก C ที่ยึดด้วยพันธะเดี่ยวสามารถที่จะหมุนได้รอบตัวเอง  $360^\circ$  จึงสามารถปรับรูปร่างให้เหมือนกันเป็นสารตัวเดียวกันได้

ตัวอย่างของ cis-trans isomer อื่นๆ ได้แก่



**2. optical isomer** เป็นไอโซเมอร์ที่เกิดจากสารที่มีสูตรโมเลกุลเหมือนกัน แต่มีคุณสมบัติในการบิดระนาบของแสงโพลาไรซ์ไม่เหมือนกัน อันเนื่องมาจากการมีสูตรโครงสร้างที่แตกต่างกัน



ลำดับ ที่	ชื่อสกุล	พฤติกรรม			ความสนใจใฝ่เรียนรู้			ความเป็นระเบียบ			ความรับผิดชอบ ตรงต่อเวลา			ความตั้งใจเรียนและ ร่วมทำกิจกรรม			ความกล้าแสดงออก และกล้าแสดงความคิดเห็น			รวม คะแนน	
		3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	15				
26																					
27																					
28																					
29																					
30																					
31																					
32																					
33																					
34																					
35																					
36																					
37																					
38																					
39																					
40																					
41																					
42																					
43																					
44																					
45																					
46																					
47																					
48																					
49																					
50																					

ลงชื่อ ..... ผู้ประเมิน

( )

วันที่ ...../...../.....

## เกณฑ์การให้คะแนนพฤติกรรมการเรียนรู้

### ความสนใจใฝ่เรียนรู้

- คะแนน 3 คือ มีความสนใจเรียนมาก ตอบคำถามและใฝ่เรียนรู้ตลอดเวลา  
 คะแนน 2 คือ มีความสนใจเรียน และใฝ่เรียนรู้ปานกลาง  
 คะแนน 1 คือ มีความสนใจเรียน และใฝ่เรียนรู้น้อย

### ความเป็นระเบียบ

- คะแนน 3 คือ มีการแต่งกายและมารยาทเรียบร้อย และไม่ทำผิดข้อตกลงในชั้นเรียน  
 คะแนน 2 คือ มีการแต่งกายและมารยาทเรียบร้อย และทำผิดข้อตกลงในชั้นเรียนบ้าง  
 คะแนน 1 คือ มีการแต่งกายและมารยาทไม่ค่อยเรียบร้อยและทำผิดข้อตกลงในชั้นเรียนบ่อย

### ความรับผิดชอบ ตรงต่อเวลา

- คะแนน 3 คือ ส่งงานตรงเวลา รับผิดชอบงานที่ได้มอบหมายเป็นอย่างดี  
 คะแนน 2 คือ ส่งงานตรงเวลา รับผิดชอบงานที่ได้มอบหมายปานกลาง  
 คะแนน 1 คือ ส่งงานไม่ตรงเวลา รับผิดชอบงานที่ได้มอบหมายน้อย

### ความตั้งใจเรียนและร่วมกิจกรรม

- คะแนน 3 คือ มีความตั้งใจเรียนมาก และให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมเป็นอย่างดี  
 คะแนน 2 คือ มีความตั้งใจเรียนปานกลาง และให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมดี  
 คะแนน 1 คือ มีความตั้งใจเรียนน้อย และให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมน้อย

### ความกล้าแสดงออกและการแสดงความคิดเห็น

- คะแนน 3 คือ ตอบคำถามเป็นประจำ และมีข้อเสนอแนะในเนื้อหาที่เรียน  
 คะแนน 2 คือ ตอบคำถามบ้าง และมีข้อเสนอแนะในเนื้อหาที่เรียน  
 คะแนน 1 คือ ตอบคำถามน้อย และไม่มีข้อเสนอแนะในเนื้อหาที่เรียน

### สรุปคะแนน

- 11-15 คะแนน = ดี  
 6-10 คะแนน = ปานกลาง  
 1-5 คะแนน = ปรับปรุง

**แบบประเมินกิจกรรมกลุ่ม**  
วิชา เคมี 5 ว 40225 ชั้น ม.6/.....

กลุ่มที่ ..... ชื่อกลุ่ม ..... ชั้น ม.6/.....

กลุ่มที่	พฤติกรรม						
	การมีส่วนร่วมในการ ทำงานกลุ่ม	การปฏิบัติตาม บทบาทหน้าที่	การแสดงความคิดเห็น และยอมรับความ	ความตั้งใจในการทำงาน	การตรงต่อเวลา	ความถูกต้อง ชัดเจนของ เนื้อหา	รวมคะแนน
	3	3	3	3	3	5	20
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							

ลงชื่อ ..... ผู้ประเมิน  
วันที่ ...../...../.....



## เกณฑ์การให้คะแนนพฤติกรรมการเรียนรู้

### การมีส่วนร่วมในการทำงานกลุ่ม

- คะแนน 3 คือ เข้าร่วมกลุ่ม และมีส่วนร่วมในการวางแผนอย่างเต็มที่  
 คะแนน 2 คือ เข้าร่วมกลุ่ม และมีส่วนร่วมในการวางแผนปานกลาง  
 คะแนน 1 คือ เข้าร่วมกลุ่ม และมีส่วนร่วมในการวางแผนน้อย

### การปฏิบัติงานตามบทบาทหน้าที่

- คะแนน 3 คือ ทำงานตามที่ได้รับมอบหมายเป็นอย่างดี  
 คะแนน 2 คือ ทำงานตามที่ได้รับมอบหมายปานกลาง  
 คะแนน 1 คือ ทำงานตามที่ได้รับมอบหมายน้อย

### การแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นผู้อื่น

- คะแนน 3 คือ แสดงความคิดเห็นเป็นประจำ และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น  
 คะแนน 2 คือ แสดงความคิดเห็นปานกลาง และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นบ้าง  
 คะแนน 1 คือ แสดงความคิดเห็นน้อย และไม่ค่อยยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

### ความตั้งใจในการทำงานกลุ่ม

- คะแนน 3 คือ มีความตั้งใจในการทำงานกลุ่มมาก  
 คะแนน 2 คือ มีความตั้งใจในการทำงานกลุ่มปานกลาง  
 คะแนน 1 คือ มีความตั้งใจในการทำงานกลุ่มน้อย

### การตรงต่อเวลา

- คะแนน 3 คือ ดำเนินกิจกรรมภายในกลุ่ม และส่งงานในระยะเวลาที่กำหนด  
 คะแนน 2 คือ ดำเนินกิจกรรมภายในกลุ่ม และส่งงานช้ากว่ากำหนด 1 วัน  
 คะแนน 1 คือ ดำเนินกิจกรรมภายในกลุ่ม และส่งงานช้ากว่ากำหนด 2 วัน

### ความถูกต้องของเนื้อหา

- คะแนน 5 คือ เนื้อหาถูกต้องครบถ้วน อธิบายเข้าใจอย่างชัดเจนมาก  
 คะแนน 4 คือ เนื้อหาถูกต้องครบถ้วน อธิบายให้เข้าใจอย่างชัดเจนปานกลาง  
 คะแนน 3 คือ เนื้อหาถูกต้องปานกลาง อธิบายให้เข้าใจอย่างชัดเจนปานกลาง  
 คะแนน 2 คือ เนื้อหาถูกต้องปานกลาง อธิบายให้เข้าใจอย่างชัดเจนน้อย  
 คะแนน 1 คือ เนื้อหาถูกต้องน้อย อธิบายให้เข้าใจอย่างชัดเจนน้อย

### สรุปคะแนน

- 16-20 คะแนน = ดีมาก  
 11-15 คะแนน = ดี  
 5-10 คะแนน = ปานกลาง  
 5-10 คะแนน = ปรับปรุง

## แบบประเมินความสามารถด้านทักษะกระบวนการ

กลุ่มที่ ..... ชั้น .....

สมาชิกภายในกลุ่ม 1. .... 2. ....  
3. .... 4. ....  
5. .... 6. ....

คำชี้แจง ให้ทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องที่ตรงกับความเป็นจริง

ลำดับที่	รายการพฤติกรรม	คุณภาพการปฏิบัติ		
		3	2	1
1	มีการวางแผนร่วมกัน			
2	การแบ่งงานรับผิดชอบ			
3	มีการให้ความช่วยเหลือกัน			
4	การรับฟังความคิดเห็นและแก้ปัญหาาร่วมกัน			
5	สามารถให้คำแนะนำกลุ่มอื่นได้			
6	เลือกใช้อุปกรณ์ได้ถูกต้อง			
7	ปฏิบัติตามทดลองตามขั้นตอนที่กำหนดให้			
8	ทำความสะอาด/เก็บอุปกรณ์เรียบร้อย			
9	ร่วมกันอภิปรายและสรุปผลงานของกลุ่ม			
10	ร่วมกันปรับปรุงผลงานของกลุ่ม			

ลงชื่อ ..... ผู้ประเมิน

...../...../.....

### เกณฑ์การให้คะแนน

พฤติกรรมที่ปฏิบัติชัดเจนและสม่ำเสมอ	ให้ 3	คะแนน
พฤติกรรมที่ปฏิบัติชัดเจนและบ่อยครั้ง	ให้ 2	คะแนน
พฤติกรรมที่ปฏิบัติบางครั้ง	ให้ 1	คะแนน

### เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
24-30	3 = ดี
17-23	2 = พอใช้
10-16	1 = ปรับปรุง

## แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น

### แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

รายวิชาเคมี 5 ว 40225

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เคมีอินทรีย์

เรื่อง ไอโซเมอร์ซิม เวลา 2 คาบ

ผู้สอน ครูจินดารัตน์ แก้วพิกุล

#### มาตรฐานการเรียนรู้

**มาตรฐาน ว 3.1** เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรีเรียนรู้ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

**มาตรฐาน ว 8.1** ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และจิตวิทยาศาสตร์ ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา ระบุว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่ มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบาย และตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูล และเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่า วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

#### ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

1. อธิบายความหมายและระบุสารที่เป็นไอโซเมอร์กันได้
2. เขียนโครงสร้างลิวอิสของแต่ละไอโซเมอร์ได้
3. อธิบายการเกิดไอโซเมอร์และผลของการเกิดไอโซเมอร์ได้

#### สาระสำคัญ

1. ไอโซเมอร์ซิม
2. การทดลอง เรื่อง การจัดเรียงอะตอมของคาร์บอนในสารประกอบอินทรีย์

#### สาระการเรียนรู้

##### 1. ความรู้

ไอโซเมอร์ซิม หมายถึง ปรากฏการณ์ที่สารต่างชนิดกัน โครงสร้างโมเลกุลต่างกัน แต่มีสูตรโมเลกุลเหมือนกัน สารประกอบอินทรีย์ที่มีสูตรโมเลกุลสูตรหนึ่งอาจมีสูตรโครงสร้างได้หลายโครงสร้าง ทำให้เกิดสารประกอบที่ต่างกันหลายชนิด

##### 2. ทักษะ / กระบวนการ / กระบวนการคิด

- ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ค้นพบข้อสรุปขององค์ความรู้
- ทักษะกระบวนการกลุ่ม
- ทักษะการสร้างคำอธิบาย
- ทักษะการทดลองทางวิทยาศาสตร์

### 3. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

- ใฝ่เรียนรู้
- มุ่งมั่นในการทำงาน
- รับผิดชอบ

### กิจกรรมการเรียนรู้

#### 1. ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicitation Phase)

1.1 ครูตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียนโดยให้นักเรียนบอกสูตรโมเลกุลของสูตรโครงสร้างที่ครูยกตัวอย่างบนกระดาน

1.2 ครูสุ่มนักเรียนออกมาเขียนสูตรโครงสร้างจากสูตรโมเลกุลที่ครูกำหนดให้

#### 2. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement Phase)

2.1 นักเรียนพิจารณาโครงสร้างลิวอิสบิวเทนกับไอโซบิวเทนบนกระดาน ซึ่งมีสูตรโมเลกุลเหมือนกันแต่สูตรโครงสร้างต่างกัน

2.2 นักเรียนพิจารณาสมบัติของบิวเทนและไอโซบิวเทน แล้วร่วมกันอภิปรายว่าสารบางชนิดมีสูตรโมเลกุลเหมือนกันแต่สูตรโครงสร้างต่างกัน ทำให้มีสมบัติต่างกัน

2.3 ครูตั้งคำถามเพื่อนำเข้าสู่การทดลองว่า สารประกอบอินทรีย์ที่มีสูตรโมเลกุลเป็น  $C_5H_{12}$  การจัดเรียงอะตอมของคาร์บอนจะเป็นอย่างไร

#### 3. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration Phase)

3.1 นักเรียนแต่ละคนศึกษาวิธีการทดลองในกิจกรรมการทดลอง เรื่อง การจัดเรียงอะตอมของคาร์บอนในสารประกอบอินทรีย์

3.2 นักเรียนเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับวิธีการทดลอง จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มมารับอุปกรณ์การทดลอง แล้วลงมือทำการทดลองตามขั้นตอน ครูคอยสังเกตและดูแลอย่างใกล้ชิด พร้อมทั้งฝึกฝนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียนไปด้วย เช่น ทักษะการสังเกต การตั้งสมมติฐาน การทดลอง และการลงความเห็นจากข้อมูล เป็นต้น

3.3 นักเรียนตอบคำถามหลังการทดลอง

#### 4. ขั้นอธิบาย (Explanation Phase)

4.1 ครูให้ความรู้เกี่ยวกับความหมายของไอโซเมอร์ซีม ไอโซเมอร์และไอโซเมอร์โครงสร้าง รวมถึงลักษณะโครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์แบบโซ่ตรงและโซ่กิ่ง โครงสร้างแบบโซ่เปิด

4.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายหลังการทดลองเพื่อให้ได้แนวความคิดดังต่อไปนี้

4.2.1 เมื่อต่อคาร์บอน 5 อะตอม และไฮโดรเจน 12 อะตอม ด้วยพันธะเดี่ยวทั้งหมด จะได้โครงสร้าง 3 แบบหรือ 3 ไอโซเมอร์ ซึ่งเป็นโครงสร้างแบบโซ่เปิด

4.2.2 ไอโซเมอร์ของโมเลกุล  $C_5H_{12}$  เกิดการเปลี่ยนตำแหน่งของคาร์บอนจากโซ่ตรงเป็นโซ่กิ่ง

4.2.3 เมื่อต่อแบบจำลองโดยใช้คาร์บอน 5 อะตอมเช่นเดียวกัน แต่ให้มีพันธะคู่ระหว่างอะตอมของคาร์บอน 1 พันธะ ได้โครงสร้างที่เป็นโซ่เปิด 5 แบบ หรือ 5 ไอโซเมอร์

#### 5. ขั้ขยายความคิด (Expansion Phase / Elaboration Phase)

5.1 ให้นักเรียนเขียนโครงสร้างแบบวงของสารประกอบอินทรีย์ที่มีโมเลกุล  $C_5H_{10}$  ให้ครบทุกไอโซเมอร์ โดยศึกษาเพิ่มเติมจากใบความรู้ เรื่อง ไอโซเมอร์

#### 6. ขั้ประเมินผล (Evaluation Phase)

6.1 ครูสุ่มตัวแทนนักเรียนออกมาเขียนโครงสร้างแบบวงของสารประกอบอินทรีย์ที่มีโมเลกุล  $C_5H_{10}$

6.2 นักเรียนเขียนความรู้ที่ได้ รวมทั้งประเด็นที่สงสัยและไม่เข้าใจลงในสมุดเพื่อส่งครู

#### 7. ขั้หน้าความรู้ไปใช้ (Extension Phase)

7.1 ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด 11.1 ข้อ 4-5 (ในหนังสือเรียนหน้า 15-16) ลงในสมุดเป็นการบ้าน

#### การวัดประเมินผล

วิธีการวัดและประเมินผล	เครื่องมือวัดผลและประเมินผล	เกณฑ์การวัดผลและประเมินผล
1. สังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้	1. แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้	1. นักเรียนมีผลการประเมินพฤติกรรมการเรียนรู้ระดับปานกลางขึ้นไป
2. การมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมกลุ่ม	2. แบบประเมินกิจกรรมกลุ่ม	2. นักเรียนมีผลการประเมินการมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมระดับปานกลางขึ้นไป
3. ประเมินความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	3. แบบประเมินความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	3. นักเรียนมีผลการประเมินระดับพอใช้ขึ้นไป
4. แบบฝึกหัด 11.1 ข้อ 4-5	4. เฉลยแบบฝึกหัด 11.1 ข้อ 4-5	4. นักเรียนสามารถทำแบบฝึกหัดถูกต้องมากกว่า 80 %

## วัสดุอุปกรณ์ / สื่อและแหล่งการเรียนรู้

### วัสดุอุปกรณ์ / สื่อ

1. หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติม เคมี เล่ม 5
2. แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้
3. ใบบันทึกผลการทดลองกิจกรรม เรื่อง การจัดเรียงอะตอม
4. แบบประเมินความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
5. แบบประเมินกิจกรรมกลุ่ม
6. ใบความรู้ เรื่อง ไอโซเมอร์

### แหล่งการเรียนรู้

1. ห้องสมุด
2. <http://www.edchem.multiply.com>
3. <http://www.ipst.ac.th>



## บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

## 1. ผลการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

## 2. ปัญหา/อุปสรรค

.....

.....

.....

## 3. วิธีการแก้ปัญหา

.....

.....

.....



ลงชื่อ.....ผู้สอน  
(นางสาวจินดารัตน์ แก้วพิกุล)

## กิจกรรมการทดลอง

เรื่อง การจัดเรียงอะตอมของคาร์บอนในสารประกอบอินทรีย์

ชื่อ..... ชั้น..... เลขที่.....

จุดประสงค์การทดลอง

.....

.....

.....

วัสดุอุปกรณ์และสารเคมี

.....

.....

.....

.....

.....

ตารางบันทึกผลการทดลอง

แบบที่	สูตรโครงสร้างลิวอิส
1	
2	
3	



### คำถามหลังการทดลอง

1. เมื่อต่อคาร์บอน 5 อะตอมด้วยพันธะเดี่ยวทั้งหมดจะได้ไอโซเมอร์ แต่ละไอโซเมอร์มีโครงสร้างอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. ถ้าต่อแบบจำลองโดยใช้คาร์บอน 5 อะตอม แต่เปลี่ยนพันธะเดี่ยวเป็นพันธะคู่ 1 พันธะจะได้ไอโซเมอร์ แต่ละไอโซเมอร์มีโครงสร้างอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

### สรุปและอภิปรายผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**ใบความรู้**  
**เรื่อง ไอโซเมอริซึม**  
วิชา เคมี 5 ว 40225 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

**ไอโซเมอริซึม**

**ไอโซเมอริซึม (Isomerism)** คือ ปรากฏการณ์ของสารอินทรีย์ที่มีสูตรโมเลกุลเหมือนกัน แต่มีสูตรโครงสร้างต่างกัน

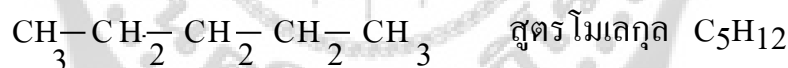
**ไอโซเมอร์ (Isomer)** คือ สารที่มีสูตรโมเลกุลเหมือนกัน แต่มีสูตรโครงสร้างต่างกัน

**ประเภทของไอโซเมอร์**

ไอโซเมอร์ อาจจะแบ่งเป็นประเภทใหญ่ๆ ได้เป็น 2 ประเภท คือ Structural isomer และ Stereoisomer

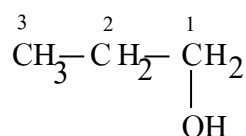
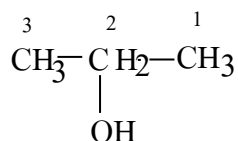
ก. **Structural isomer** เป็นไอโซเมอร์ในแง่ของโครงสร้าง หมายถึง สารอินทรีย์ที่มีสูตรโมเลกุลเหมือนกัน แต่มีสูตรโครงสร้างต่างกัน แบ่งเป็นประเภทย่อยๆ ดังนี้

**1. Skeleton isomer** หมายถึง ไอโซเมอร์ที่มี การจัดเรียงโครงสร้างหลัก (Basic Unit) ของคาร์บอนอะตอมต่างกัน เช่น

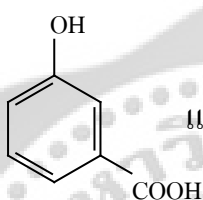
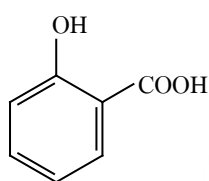


สารทั้งสามชนิดมีสูตรโมเลกุลเหมือนกัน แต่สูตรโครงสร้างต่างกัน เนื่องจากการจัดเรียงตัวของธาตุ C ในโครงสร้างหลัก ดังนั้นจึงจัดเป็น Skeleton isomer

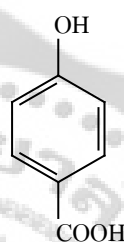
**2. Position isomer** หมายถึง ไอโซเมอร์ที่เกิดจากหมู่ฟังก์ชัน มาต่อกับอะตอมคาร์บอนของโครงสร้างหลักในตำแหน่งที่ต่างกัน หรือกล่าวอีกอย่างหนึ่งว่าเป็นไอโซเมอร์ที่มีสูตรโมเลกุลเหมือนกัน มีหมู่ฟังก์ชันชนิดเดียวกัน แต่ตำแหน่งของหมู่ฟังก์ชันที่มาต่อกับ C แตกต่างกันไป เช่น

สูตรโมเลกุล  $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$ สูตรโมเลกุล  $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$ 

สารทั้งสองชนิดเป็นแอลกอฮอล์เหมือนกัน ตัวแรกมีหมู่  $-\text{OH}$  อยู่ที่คาร์บอนอะตอมที่ 1 แต่ตัวที่ 2 อยู่ที่อะตอมที่ 2 จึงทำให้สูตรโครงสร้างต่างกัน จัดเป็น Position isomer อีกตัวอย่างหนึ่งที่จัดว่าเป็น Position isomer ได้แก่



และ

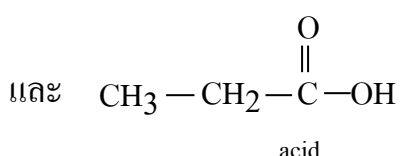
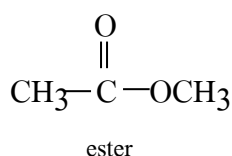
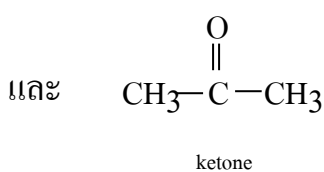
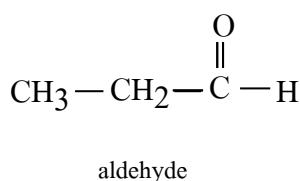
มีสูตรโมเลกุล  $\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_3$ 

**3. Functional isomer** หมายถึง ไอโซเมอร์ที่มีหมู่ฟังก์ชันต่างกัน ไอโซเมอร์ประเภทนี้จะเป็นสารอินทรีย์ต่างชนิดกัน มีสูตรโมเลกุลเหมือนกันแต่สูตรโครงสร้างต่างกัน เช่น



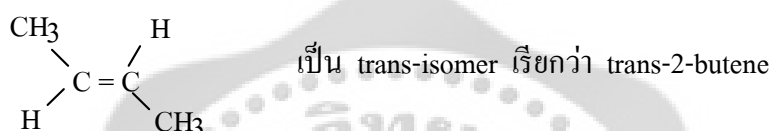
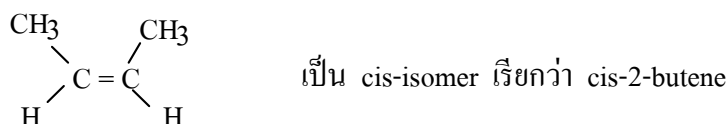
สารตัวแรกเป็นแอลกอฮอล์มีหมู่  $-\text{OH}$  สารตัวที่ 2 เป็นอีเทอร์มีหมู่  $\text{C} - \text{O} - \text{C}$  ซึ่งทั้งสารทั้งสองชนิดมีหมู่ฟังก์ชันต่างกัน มีโครงสร้างต่างกันและเป็นสารต่างชนิดกันด้วย แต่มีสูตรโมเลกุลเหมือนกัน จึงจัดเป็น **functional isomer**

ตัวอย่างอื่นๆ ของ functional isomer ได้แก่

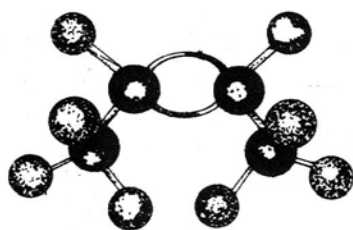
สูตรโมเลกุล  $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2$ สูตรโมเลกุล  $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$

**ข. Stereoisomer** เป็นไอโซเมอร์ในแง่ของการจัดเรียงอะตอม จึงทำให้มีสูตรโครงสร้างที่ต่างกันแบ่งเป็น 2 ประเภทคือ

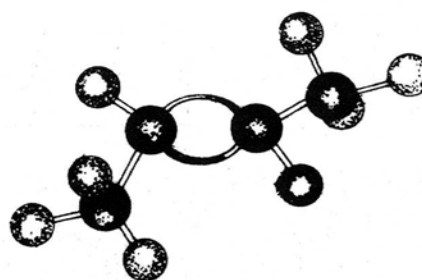
**1. Geometrical isomer หรือ cis-trans isomer** เป็นไอโซเมอร์ที่เกิดกับสารประกอบแอลคีนหรือสารอินทรีย์ที่คาร์บอนมีพันธะคู่ (C=C) อะตอมหรือกลุ่มอะตอมหรือหมู่ฟังก์ชันที่มาเกาะที่พันธะคู่จะเรียงตัวตามแบบเรขาคณิตที่ต่างกัน ไอโซเมอร์ประเภทนี้เมื่อเขียนสูตรโครงสร้างต่างๆ ไปจะเหมือนกัน เช่น



ทั้งสองชนิดมีสูตรโมเลกุลเหมือนกัน คือ  $\text{C}_4\text{H}_8$  ถ้าเขียนสูตรโครงสร้างต่างๆ ไปจะเป็น  $\text{CH}_3\text{-CH=CH-CH}_3$  ซึ่งเหมือนกันทั้งสองชนิด แต่เมื่อแสดงรายละเอียดของตำแหน่งอะตอมที่มาต่อตรงพันธะคู่จะพบว่าแตกต่างกัน จึงจัดว่าเป็น geometrical isomer



cis-2-butene



trans-2-butene

รูปที่ 10.3 geometrical isomer ของ 2-butene ในลักษณะ 3 มิติ

**หมายเหตุ** cis- ใช้กับไอโซเมอร์ที่มีกลุ่มอะตอมเหมือนกันอยู่ด้านเดียวกันของระนาบ  
trans- ใช้กับไอโซเมอร์ที่มีกลุ่มอะตอมเหมือนกันอยู่ด้านตรงกันข้าม



ลำดับ ที่	ชื่อสกุล	พฤติกรรม			ความสนใจใฝ่เรียนรู้			ความเป็นระเบียบ			ความรับผิดชอบ ตรงต่อเวลา			ความตั้งใจเรียนและ ร่วมทำกิจกรรม			ความกล้าแสดงออก และกล้าแสดงความคิดเห็น			รวม คะแนน	
		3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	15				
26																					
27																					
28																					
29																					
30																					
31																					
32																					
33																					
34																					
35																					
36																					
37																					
38																					
39																					
40																					
41																					
42																					
43																					
44																					
45																					
46																					
47																					
48																					
49																					
50																					

ลงชื่อ ..... ผู้ประเมิน  
 ( ..... )  
 วันที่ ...../...../.....

## เกณฑ์การให้คะแนนพฤติกรรมการเรียนรู้

### ความสนใจใฝ่เรียนรู้

- คะแนน 3 คือ มีความสนใจเรียนมาก ตอบคำถามและใฝ่เรียนรู้ตลอดเวลา  
 คะแนน 2 คือ มีความสนใจเรียน และใฝ่เรียนรู้ปานกลาง  
 คะแนน 1 คือ มีความสนใจเรียน และใฝ่เรียนรู้น้อย

### ความเป็นระเบียบ

- คะแนน 3 คือ มีการแต่งกายและมารยาทเรียบร้อย และไม่ทำผิดข้อตกลงในชั้นเรียน  
 คะแนน 2 คือ มีการแต่งกายและมารยาทเรียบร้อย และทำผิดข้อตกลงในชั้นเรียนบ้าง  
 คะแนน 1 คือ มีการแต่งกายและมารยาทไม่ค่อยเรียบร้อยและทำผิดข้อตกลงในชั้นเรียนบ่อย

### ความรับผิดชอบ ตรงต่อเวลา

- คะแนน 3 คือ ส่งงานตรงเวลา รับผิดชอบงานที่ได้มอบหมายเป็นอย่างดี  
 คะแนน 2 คือ ส่งงานตรงเวลา รับผิดชอบงานที่ได้มอบหมายปานกลาง  
 คะแนน 1 คือ ส่งงานไม่ตรงเวลา รับผิดชอบงานที่ได้มอบหมายน้อย

### ความตั้งใจเรียนและร่วมกิจกรรม

- คะแนน 3 คือ มีความตั้งใจเรียนมาก และให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมเป็นอย่างดี  
 คะแนน 2 คือ มีความตั้งใจเรียนปานกลาง และให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมดี  
 คะแนน 1 คือ มีความตั้งใจเรียนน้อย และให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมน้อย

### ความกล้าแสดงออกและการแสดงความคิดเห็น

- คะแนน 3 คือ ตอบคำถามเป็นประจำ และมีข้อเสนอแนะในเนื้อหาที่เรียน  
 คะแนน 2 คือ ตอบคำถามบ้าง และมีข้อเสนอแนะในเนื้อหาที่เรียน  
 คะแนน 1 คือ ตอบคำถามน้อย และไม่มีข้อเสนอแนะในเนื้อหาที่เรียน

### สรุปคะแนน

- 11-15 คะแนน = ดี  
 6-10 คะแนน = ปานกลาง  
 1-5 คะแนน = ปรับปรุง

**แบบประเมินกิจกรรมกลุ่ม**  
วิชา เคมี 5 ว 40225 ชั้น ม.6/.....

กลุ่มที่ ..... ชื่อกลุ่ม..... ชั้น ม.6/.....

กลุ่มที่	พฤติกรรม						
	การมีส่วนร่วมในการ ทำงานกลุ่ม	การปฏิบัติตาม บทบาทหน้าที่	การแสดงความคิดเห็น และยอมรับความ	ความตั้งใจในการทำงาน	การตรงต่อเวลา	ความถูกต้อง ชัดเจนของ เนื้อหา	รวมคะแนน
	3	3	3	3	3	5	20
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							

ลงชื่อ ..... ผู้ประเมิน  
วันที่ ...../...../.....



## เกณฑ์การให้คะแนนพฤติกรรมการเรียนรู้

### การมีส่วนร่วมในการทำงานกลุ่ม

- คะแนน 3 คือ เข้าร่วมกลุ่ม และมีส่วนร่วมในการวางแผนอย่างเต็มที่
- คะแนน 2 คือ เข้าร่วมกลุ่ม และมีส่วนร่วมในการวางแผนปานกลาง
- คะแนน 1 คือ เข้าร่วมกลุ่ม และมีส่วนร่วมในการวางแผนน้อย

### การปฏิบัติงานตามบทบาทหน้าที่

- คะแนน 3 คือ ทำงานตามที่ได้รับมอบหมายเป็นอย่างดี
- คะแนน 2 คือ ทำงานตามที่ได้รับมอบหมายปานกลาง
- คะแนน 1 คือ ทำงานตามที่ได้รับมอบหมายน้อย

### การแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นผู้อื่น

- คะแนน 3 คือ แสดงความคิดเห็นเป็นประจำ และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น
- คะแนน 2 คือ แสดงความคิดเห็นปานกลาง และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นบ้าง
- คะแนน 1 คือ แสดงความคิดเห็นน้อย และไม่ค่อยยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

### ความตั้งใจในการทำงานกลุ่ม

- คะแนน 3 คือ มีความตั้งใจในการทำงานกลุ่มมาก
- คะแนน 2 คือ มีความตั้งใจในการทำงานกลุ่มปานกลาง
- คะแนน 1 คือ มีความตั้งใจในการทำงานกลุ่มน้อย

### การตรงต่อเวลา

- คะแนน 3 คือ ดำเนินกิจกรรมภายในกลุ่ม และส่งงานในระยะเวลาที่กำหนด
- คะแนน 2 คือ ดำเนินกิจกรรมภายในกลุ่ม และส่งงานช้ากว่ากำหนด 1 วัน
- คะแนน 1 คือ ดำเนินกิจกรรมภายในกลุ่ม และส่งงานช้ากว่ากำหนด 2 วัน

### ความถูกต้องของเนื้อหา

- คะแนน 5 คือ เนื้อหาถูกต้องครบถ้วน อธิบายเข้าใจอย่างชัดเจนมาก
- คะแนน 4 คือ เนื้อหาถูกต้องครบถ้วน อธิบายให้เข้าใจอย่างชัดเจนปานกลาง
- คะแนน 3 คือ เนื้อหาถูกต้องปานกลาง อธิบายให้เข้าใจอย่างชัดเจนปานกลาง
- คะแนน 2 คือ เนื้อหาถูกต้องปานกลาง อธิบายให้เข้าใจอย่างชัดเจนน้อย
- คะแนน 1 คือ เนื้อหาถูกต้องน้อย อธิบายให้เข้าใจอย่างชัดเจนน้อย

### สรุปคะแนน

- 16-20 คะแนน = ดีมาก
- 11-15 คะแนน = ดี
- 5-10 คะแนน = ปานกลาง
- 5-10 คะแนน = ปรับปรุง

## แบบประเมินความสามารถด้านทักษะกระบวนการ

กลุ่มที่ ..... ชั้น .....

สมาชิกภายในกลุ่ม 1. .... 2. ....  
3. .... 4. ....  
5. .... 6. ....

คำชี้แจง ให้ทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องที่ตรงกับความเป็นจริง

ลำดับที่	รายการพฤติกรรม	คุณภาพการปฏิบัติ		
		3	2	1
1	มีการวางแผนร่วมกัน			
2	การแบ่งงานรับผิดชอบ			
3	มีการให้ความช่วยเหลือกัน			
4	การรับฟังความคิดเห็นและแก้ปัญหาาร่วมกัน			
5	สามารถให้คำแนะนำกลุ่มอื่นได้			
6	เลือกใช้อุปกรณ์ได้ถูกต้อง			
7	ปฏิบัติตามทดลองตามขั้นตอนที่กำหนดให้			
8	ทำความสะอาด/เก็บอุปกรณ์เรียบร้อย			
9	ร่วมกันอภิปรายและสรุปผลงานของกลุ่ม			
10	ร่วมกันปรับปรุงผลงานของกลุ่ม			

ลงชื่อ ..... ผู้ประเมิน

...../...../.....

### เกณฑ์การให้คะแนน

พฤติกรรมที่ปฏิบัติชัดเจนและสม่ำเสมอ	ให้ 3	คะแนน
พฤติกรรมที่ปฏิบัติชัดเจนและบ่อยครั้ง	ให้ 2	คะแนน
พฤติกรรมที่ปฏิบัติบางครั้ง	ให้ 1	คะแนน

### เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
24-30	3 = ดี
17-23	2 = พอใช้
10-16	1 = ปรับปรุง

ภาคผนวก จ

- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี
- แบบทดสอบวัดความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ



แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี  
เรื่อง เคมีอินทรีย์

วิชา เคมี 5 (รหัส ว 40225)

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

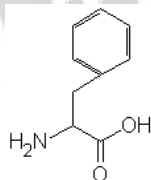
**คำชี้แจง :**

1. ข้อสอบเป็นแบบปรนัย จำนวน 30 ข้อ
2. เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว โดยเขียนเครื่องหมาย X ลงในกระดาษคำตอบ
3. ห้ามนำข้อสอบและกระดาษคำตอบออกจากห้องสอบ
4. ใช้เวลาในการทำข้อสอบ 30 นาที

1. ข้อความต่อไปนี้ข้อใดกล่าว *ไม่ถูกต้อง*

- ก. สารอินทรีย์สามารถสังเคราะห์ได้จากสารอนินทรีย์
- ข. สารประกอบไฮโดรคาร์บอนไม่ละลายน้ำเพราะเป็นโมเลกุลไม่มีขั้ว
- ค. สารประกอบที่มีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบเป็นสารอินทรีย์
- ง. สารประกอบไฮโดรคาร์บอนเป็นสารอินทรีย์ที่มีในธรรมชาติ
- จ. สารประกอบไฮโดรคาร์บอนมีพันธะโคเวเลนต์

2. สูตรโครงสร้างของฟินิลอะลานีนเขียนได้ดังนี้



สูตรเอมพิริคัลของฟินิลอะลานีนควรเป็นไปตามข้อใด

- |                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|
| ก. $C_8H_{11}NO_2$    | ข. $C_8H_{12}NO_2$    |
| ค. $C_9H_{11}NO_2$    | ง. $C_{10}H_{11}NO_2$ |
| จ. $C_{10}H_{12}NO_2$ |                       |
3. สารในข้อใดเป็นสารอินทรีย์ทุกชนิด
- |                                       |  |
|---------------------------------------|--|
| ก. KCN, $C_6H_{12}O_6$ , $CCl_4$      | ข. $C_3H_6$ , $C_6H_{12}O_6$ , $CCl_4$ |
| ค. $CH_2O$ , $C_6H_{12}O_6$ , $CCl_4$ | ง. $C_3H_6$ , $C_6H_{12}O_6$ , $CH_2O$ |
| จ. KCN, $CH_2O$ , $CCl_4$             |  |

4. ในการทดสอบการเผาไหม้ของสารประกอบไฮโดรคาร์บอนควรใช้อุปกรณ์การทดลองในข้อใดขณะเผาสาร
- ก. บีกเกอร์
  - ข. ขวดรูปชมพู่
  - ค. หลอดทดลอง
  - ง. ถ้วยกระเบื้อง
  - จ. กระจกนาฬิกา
5. แอลเคนที่มีจำนวนคาร์บอนเท่ากับ 7 อะตอมมีกี่ไอโซเมอร์
- ก. 5
  - ข. 6
  - ค. 7
  - ง. 8
  - จ. 9
6. ข้อความต่อไปนี้ข้อใดกล่าวถูกต้อง
- ก. แอลเคนละลายน้ำได้มากกว่าแอลเคน
  - ข. แอลคีนมีอัตราส่วน H : C มากกว่าแอลเคน
  - ค. แอลเคนที่ได้จากการกลั่นปิโตรเลียมส่วนใหญ่มีสถานะเป็นแก๊ส
  - ง. แอลเคนและโคลแอลเคนที่มีจำนวนคาร์บอนเท่ากันจะเป็นไอโซเมอร์กัน
  - จ. แอลเคนมีจำนวนไอโซเมอร์มากกว่าแอลเคน ที่มีจำนวนอะตอมของคาร์บอนเท่ากัน
7. ข้อความเกี่ยวกับสมบัติของแอลคีนข้อใดกล่าว *ไม่ถูกต้อง*
- ก. ไม่นำไฟฟ้า
  - ข. เกิดปฏิกิริยาการรวมตัวได้ดีกว่าปฏิกิริยาแทนที่
  - ค. โมเลกุลของแอลคีนมีพันธะเดี่ยวและพันธะคู่เสมอ
  - ง. จุดเดือดและจุดหลอมเหลวสูงขึ้นเมื่อมวลโมเลกุลเพิ่มขึ้น
  - จ. ฟอกจากรสีสารละลายโบรมีนได้เพราะเกิดปฏิกิริยาการแทนที่
8. ข้อใดต่อไปนี้ถูกต้องเกี่ยวกับอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน
- ก. มีพลังงานพันธะระหว่างคาร์บอนมากกว่าพลังงานพันธะระหว่างคาร์บอนของแอลคีน
  - ข. สามารถฟอกสีสารละลายโบรมีนในคาร์บอนเตตระคลอไรด์ในที่สว่างได้
  - ค. พวกที่มีโมเลกุลเล็กๆ สามารถละลายน้ำได้ดี
  - ง. เมื่อเผาไหม้จะมีเปลวไฟที่มีเขม่ามาก
  - จ. สามารถเปลี่ยนสีสารละลาย  $\text{KMnO}_4$  ได้
9. ข้อใดต่อไปนี้กล่าวถูกต้อง
- ก. เอไมด์สามารถเกิดจากปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสของเอมีนได้
  - ข. ในกรณีที่มีจำนวนอะตอมของคาร์บอนเท่ากัน เอไมด์จะมีจุดเดือดต่ำกว่าเอมีน
  - ค. เอไมด์สามารถละลายน้ำได้ แต่เอมีนไม่ละลายน้ำหรือละลายได้น้อย
  - ง. เอไมด์จะไม่แสดงสมบัติความเป็นเบส แต่เอมีนจะแสดงสมบัติความเป็นเบส
  - จ. นิโคตินเป็นเอไมด์ชนิดหนึ่ง ส่วนยูเรียจัดเป็นเอมีน

**คำชี้แจง** จงใช้การทดสอบต่อไปนี้ ตอบคำถามข้อ 10

- |                                  |   |
|----------------------------------|---|
| 1. การละลายน้ำ                   | 2. ทำปฏิกิริยากับ $\text{Br}_2/\text{CCl}_4$ ในที่มีด   |
| 3. ทำปฏิกิริยากับโลหะ Na         | 4. ทำปฏิกิริยากับ $\text{Br}_2/\text{CCl}_4$ ในที่สว่าง |
| 5. ปฏิกิริยากับ $\text{NaHCO}_3$ |   |

10. ถ้าต้องการทราบว่าเป็นสารอินทรีย์ที่นำมาทดสอบเป็นกรดอินทรีย์หรือแอลกอฮอล์ ต้องใช้การทดสอบในข้อใดบ้าง

- |            |            |
|------------|------------|
| ก. 1, 2    | ข. 2, 3    |
| ค. 3, 4    | ง. 1, 3, 5 |
| จ. 2, 3, 5 |            |

11. เพราะเหตุใด แอลกอฮอล์ที่มีมวลโมเลกุลต่ำจึงสามารถละลายน้ำได้ดีกว่าแอลกอฮอล์ที่มีมวลโมเลกุลสูงๆ

- แอลกอฮอล์ที่มีมวลโมเลกุลสูงๆ จะมีส่วนที่ไม่มีขั้วมากขึ้นทำให้ละลายน้ำได้น้อยลง
- แอลกอฮอล์ที่มีมวลโมเลกุลต่ำๆ จะยึดกันด้วยพันธะไฮโดรเจนได้ดีกว่าแอลกอฮอล์ที่มีมวลโมเลกุลสูงๆ
- แอลกอฮอล์ที่มีมวลโมเลกุลต่ำๆ จะมีความมีขั้วต่ำกว่าแอลกอฮอล์ที่มีมวลโมเลกุลสูงๆ จึงทำให้ละลายน้ำได้ดีกว่า
- พันธะไฮโดรเจนระหว่างน้ำกับ  $-\text{OH}$  ในโมเลกุลของแอลกอฮอล์ที่มีมวลโมเลกุลต่ำๆ จะแข็งแรงกว่าพันธะไฮโดรเจนระหว่างน้ำกับ  $-\text{OH}$  ในมวลโมเลกุลของแอลกอฮอล์ที่มีมวลโมเลกุลสูงๆ
- แอลกอฮอล์ที่มีมวลโมเลกุลต่ำๆ จะมีความสามารถในการสร้างพันธะไฮโดรเจนได้ดีกว่าแอลกอฮอล์ที่มีมวลโมเลกุลสูงๆ

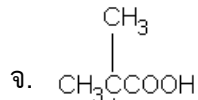
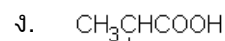
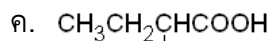
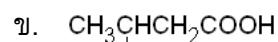
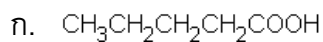
12. สารอินทรีย์สองชนิดจะเป็นไอโซเมอร์โครงสร้างกันเมื่อใด

- มีสมบัติทางกายภาพเหมือนกันแต่มีสูตรโมเลกุลต่างกัน
- มีสมบัติทางเคมีเหมือนกันแต่มีสูตรโมเลกุลต่างกัน
- มีสูตรโมเลกุลเหมือนกันแต่มีสูตรโครงสร้างต่างกัน
- มีสูตรโครงสร้างเหมือนกันแต่มีสูตรโมเลกุลต่างกัน
- มีสูตรโครงสร้างและสูตรโมเลกุลเหมือนกัน

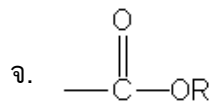
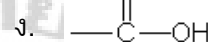
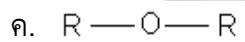
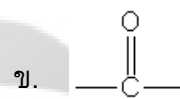
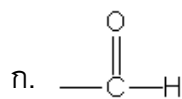
13. ข้อใดเรียงลำดับจุดเดือดของสารอินทรีย์จากสูงไปต่ำได้ถูกต้อง

- กรดแอซีติก > โพรพานอล > บิวเทน
- กรดแอซีติก > บิวเทน > โพรพานอล
- กรดแอซีติก > กรดบิวทานอิก > กรดโพรพานอิก
- กรดบิวทานอิก > กรดแอซีติก > กรดโพรพานอิก
- กรดโพรพานอิก > กรดแอซีติก > กรดบิวทานอิก

14. ข้อใดต่อไปนี้เป็นสูตรโครงสร้างของ 2-methylbutanoic



15. หมู่ฟังก์ชันในข้อใดคือคีโตน



16. ชื่อของสารอินทรีย์ในข้อใด *ไม่ถูกต้อง*

ก. 1-methylbutane

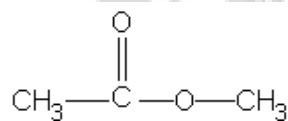
ข. 3, 4-diethyl-2, 2-dimethylheptane

ค. 3-ethylpentane

ง. 2-chloropropane

จ. 4-ethyl-2-methylhexane

17. จากสูตรโครงสร้างของสารประกอบต่อไปนี้จัดเป็นสารประกอบประเภทใด



ก. แอลดีไฮด์

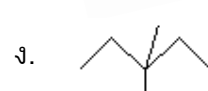
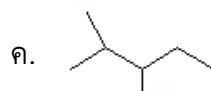
ข. คีโตน

ค. อีเทอร์

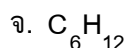
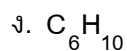
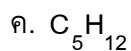
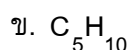
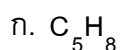
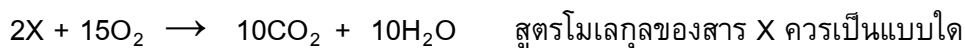
ง. แอลกอฮอล์

จ. เอสเทอร์

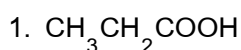
18. สารในข้อใดมีจุดเดือดสูงที่สุด



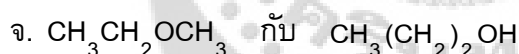
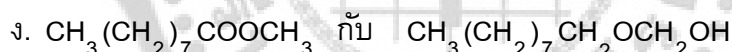
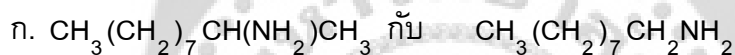
19. สมการแสดงปฏิกิริยาการเผาไหม้ของสาร X เขียนได้ดังสมการ



คำชี้แจง จงใช้สูตรโครงสร้างของสารต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 31



20. สารประกอบในข้อใดที่เป็นไอโซเมอร์กัน



21. สาร X มีสูตรโมเลกุล  $C_4H_6$  พิจารณาสารประกอบต่อไปนี้

1. ไซโคลแอลเคน

2. ไซโคลแอลคีน

3. ไซโคลแอลเคน 2 วงติดกัน

4. สารประกอบแอลไคน์

5. สารประกอบอะโรมาติก

6. วงของไซโคลแอลเคนและไซโคลแอลคีนติดกัน

สาร X ควรเป็นสารประกอบในข้อใด

ก. 5 เท่านั้น

ข. 2, 4, 5

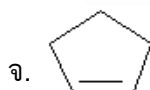
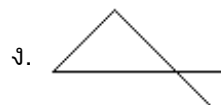
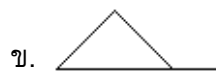
ค. 2, 3, 4

ง. 1, 5, 6

จ. 1, 3, 6



22. ข้อใด *ไม่ใช่* ไอโซเมอร์ของ  $C_5H_{10}$



23. ข้อใดกล่าว *ไม่ถูกต้อง* เกี่ยวกับอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน

ก. ไม่นำไฟฟ้า

ข. ไม่ละลายน้ำ

ค. สามารถเกิดปฏิกิริยาการแทนที่ได้

ง. เมื่อเผาไหม้จะให้เปลวไฟสว่าง จึงไม่มีเขม่า

จ. ไม่สามารถฟอกจางสีสารละลาย  $KMnO_4$  ได้

24. ข้อใดคือสูตรโมเลกุลของโพรพานามีน

ก.  $C_3H_9$

ข.  $C_3H_7ON$

ค.  $C_3H_9ON$

ง.  $C_3H_7N$

จ.  $C_3H_9$

25. สารใดต่อไปนี้ละลายน้ำแล้วได้สารละลายที่มีสมบัติเป็นเบส

ก.  $CH_3CH_2Br$

ข.  $CH_3CH_2OH$

ค.  $CH_3CH_2NH_2$

ง.  $CH_3CH_2COOH$

จ.  $CH_3CONH_2$

26. สารในข้อใดต่อไปนี้ เป็นผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสเอสเทอร์ในสารละลายเบส

ก. เกลือของกรดอินทรีย์และน้ำ

ข. เกลือของกรดอินทรีย์และแอลกอฮอล์

ค. กรดคาร์บอกซิลิกและแอลกอฮอล์

ง. เอสเทอร์และน้ำ

จ. แอลกอฮอล์และน้ำ



**แบบทดสอบวัดความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553**

**คำชี้แจง :**

1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 2 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ
2. ให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์แล้วใช้ข้อมูลในสถานการณ์นั้นตอบคำถามโดยเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว แล้วเขียนเครื่องหมาย X ลงในกระดาษคำตอบ
3. ห้ามนำข้อสอบและกระดาษคำตอบออกจากห้องสอบ
4. ใช้เวลาในการทำข้อสอบ 30 นาที

**ด้านความสามารถในการอ้างอิง**

**คำชี้แจง** ให้นักเรียนใช้ตัวเลือกต่อไปนี้ ตอบคำถามในสถานการณ์ที่กำหนดให้ ตั้งแต่ข้อ 1 – 6

- ก. ข้อสรุปนั้นเป็นจริงหรือเป็นไปได้
- ข. ข้อสรุปนั้นไม่จริง, เป็นไปไม่ได้ หรือข้อมูลยังไม่เพียงพอ

ธาตุคาร์บอนเป็นธาตุที่มีอยู่ในธรรมชาติทั้งภาวะอิสระและสารประกอบ ในรูปของธาตุอิสระมีอยู่ 3 รูป คือ เพชร แกรไฟต์ และฟูลเลอร์รีน แต่ส่วนใหญ่จะพบธาตุคาร์บอนอยู่ในรูปของสารประกอบ สารประกอบที่พบในธรรมชาติ และที่นักเคมีสังเคราะห์ขึ้นส่วนมากเป็นสารประกอบของคาร์บอน ในสมัยแรกๆ นักเคมีเชื่อว่าสารประกอบของคาร์บอนได้มาจากสิ่งมีชีวิตหรือเป็นองค์ประกอบของสิ่งมีชีวิตเท่านั้น จึงเรียกว่าสารอินทรีย์

จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ข้อสรุปต่อไปนี้ เป็นจริงหรือไม่

1. ในอดีตเชื่อว่าสารอินทรีย์คือสารประกอบที่ได้มาจากสิ่งมีชีวิตเท่านั้น
2. สารอินทรีย์เป็นสารประกอบที่มีธาตุคาร์บอนเป็นองค์ประกอบ
3. ในธรรมชาติจะไม่ค่อยพบธาตุคาร์บอนในรูปของ เพชร แกรไฟต์ และฟูลเลอร์รีน

แอลคาลอยด์ คือ เอมีนหรือเบสที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบที่พบในส่วนต่างๆ ของพืช เช่น เมล็ด ดอก ใบ เปลือก หรือราก คำว่าแอลคาลอยด์มีความหมายว่าเป็นด่าง เพราะแอลคาลอยด์เป็นเอมีนและมักทำปฏิกิริยากับกรดให้ผลิตภัณฑ์เป็นเกลือที่ละลายน้ำได้

จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ข้อสรุปต่อไปนี้ เป็นจริงหรือไม่

4. พืชทุกชนิดมีแอลคาลอยด์เป็นองค์ประกอบ
5. แอลคาลอยด์มีสมบัติเป็นเบส

ในกล้วยหอม มีน้ำตาลอยู่ 3 ชนิด ได้แก่ ซูโครส ฟรักโทส และกลูโคส รวมทั้งเส้นใยอาหาร ดังนั้นเมื่อรับประทานกล้วยหอมแล้วร่างกายจะได้รับพลังงาน และสามารถนำไปใช้ได้ทันที จากการวิจัยพบว่า กล้วยหอมเพียง 2 ลูก สามารถให้พลังงานแก่ร่างกายได้มากถึง 90 นาที ด้วยเหตุนี้ นักกีฬาโดยเฉพาะนักเทนนิส จึงนิยมนำไปรับประทานระหว่างการแข่งขัน เพื่อเพิ่มพลังงานให้กับร่างกาย และสามารถนำไปใช้ได้ทันทีนั่นเอง

จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ข้อสรุปต่อไปนี้ เป็นจริงหรือไม่

6. กล้วยหอมให้พลังงานมากกว่าข้าวเมื่อมีปริมาณเท่ากัน

**ด้านการยอมรับข้อตกลงเบื้องต้น**

**คำชี้แจง** ให้นักเรียนใช้ตัวเลือกต่อไปนี้ ตอบคำถามในสถานการณ์ที่กำหนดให้ ตั้งแต่ข้อ 7 – 11

- ก. เป็นข้อตกลงที่กล่าวไว้ในข้อความ
- ข. ไม่ได้เป็นข้อตกลงที่กล่าวไว้ในข้อความ

นิโคติน (Nicotine) เป็นสารประกอบแอลคาลอยด์ชนิดหนึ่ง ไม่มีสี ซึ่งพบในต้นยาสูบทุกสายพันธุ์ และความเข้มข้นจะมีมากในใบยาสูบมากกว่าส่วนอื่นๆ เมื่อนำใบยาสูบมาตากแห้งแล้ว จะมีนิโคตินประกอบอยู่ 0.3-5% ของน้ำหนักทั้งหมด นิโคตินมีฤทธิ์เป็นพิษกับระบบประสาท และถือเป็น ยาฆ่าแมลงอย่างหนึ่ง แต่ถ้าได้รับในจำนวนไม่มาก จะก่อให้เกิดการกระตุ้น ระบบประสาทส่วนกลาง แต่ถ้าได้รับในจำนวนมาก อาจถึงตายได้ โดยเมื่อได้รับมากถึงจำนวนหนึ่ง จะเปลี่ยนจากการกระตุ้นสมองเป็นการกดสมอง

จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ข้อความต่อไปนี้ตรงกับเงื่อนไขใด

7. เมื่อร่างกายได้รับนิโคตินในปริมาณมากจะมีฤทธิ์กดประสาทส่วนกลาง

เอสเทอร์เป็นสารอินทรีย์ที่พบมากในธรรมชาติ ในผลิตภัณฑ์จากพืชและสัตว์ เช่น ผลไม้ ดอกไม้ น้ำหอม น้ำมันพืช สารที่ทำให้เกิดกลิ่นในแมลง ดานา เป็นต้น จะเห็นได้ว่ากลิ่นหอมหรือกลิ่นเฉพาะตัวของพืชและสัตว์ส่วนใหญ่เป็นกลิ่นของเอสเทอร์ นอกจากนี้เอสเทอร์ยังได้จากการสังเคราะห์โดยวิธีต่าง ๆ กัน เช่น สังเคราะห์จากปฏิกิริยาระหว่างแอลกอฮอล์กับกรดอินทรีย์ เป็นต้น

จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ข้อความต่อไปนี้ตรงกับเงื่อนไขใด

8. เอสเทอร์สามารถเกิดขึ้นได้เองตามธรรมชาติ และได้จากการสังเคราะห์

น้ำและกากใยในผลไม้ช่วยในการขับถ่ายของเสียออกจากร่างกาย จึงช่วยลดน้ำหนักได้ และร่างกายจะใช้ประโยชน์จากผลไม้สูงสุด ก็ต่อเมื่อกินผลไม้อย่างถูกวิธี คือการกินผลไม้ขณะที่ท้องว่าง ไม่ควรกินผลไม้พร้อมกับหรือหลังอาหารอื่นๆ หรือหากกินผลไม้แล้วจะกินอาหารอื่นตาม ก็ควรรอเวลาอย่างน้อย 20-30 นาที เพื่อให้ผลไม้ที่กินเข้าไปตกสู่ลำไส้เล็กและดูดซึมสารอาหารจากผลไม้เข้าสู่ร่างกายได้อย่างเต็มที่

จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ข้อความต่อไปนี้ตรงกับเงื่อนไขใด

9. ผลไม้ช่วยลดน้ำหนักได้

10. การกินผลไม้หลังอาหารจะเกิดโทษแก่ร่างกาย

11. การกินผลไม้ขณะท้องว่างจะทำให้ได้รับประโยชน์จากผลไม้อย่างสูงสุด

**ด้านการอนุมาณ**

**คำชี้แจง** ให้นักเรียนใช้ตัวเลือกต่อไปนี้ ตอบคำถามในสถานการณ์ที่กำหนดให้ ตั้งแต่ข้อ 12 – 15

ก. สรุปตามข้อความหลักที่เสนอไว้

ข. ไม่ได้สรุปตามข้อความหลักที่เสนอไว้

ก๊าซปิโตรเลียมเหลวหรือแอลพีจี (liquefied petroleum gas: LPG) เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการแยก น้ำมันดิบหรือการแยก ก๊าซธรรมชาติ ซึ่งประกอบด้วยส่วนผสมของไฮโดรคาร์บอน 2 ชนิด คือ โพรเพน และบิวเทน ไม่มีกลิ่น ไม่มีสี ปราศจากพิษ หนักกว่าอากาศ ในประเทศไทยก๊าซหุงต้มส่วนใหญ่ได้จากโรงแยก ก๊าซธรรมชาติโดยใช้อัตราส่วนผสมของโพรเพน และบิวเทนประมาณ 70:30

จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ จะสรุปได้อย่างไร

12. ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการกลั่นน้ำมันดิบและก๊าซธรรมชาติ จะประกอบด้วย ไฮโดรคาร์บอน 2 ชนิด

ฟอร์มาลินในทางการแพทย์เป็นสารอันตรายที่นำมาใช้ในการฉีดศพไม่ให้เน่าเปื่อย แต่เดี๋ยวนี้พ่อค้าแม่ค้าหัวใส ที่หวังรวยอย่างเดียว นำมาใช้เพื่อทำให้อาหารประเภทเนื้อ อสัตว์ หรืออาหารทะเลประเภทต่าง ๆ รวมถึงผักคะน้า ผักกาดขาว กะหล่ำปลี ถั่วฝักยาว หรือแม้กระทั่งถั่วงอก ให้คงความสดน่ารับประทานในระยะเวลาที่ยาวนานมากขึ้น โดยปกติ ฟอร์มาลินเป็นของเหลวใส ไม่มีสี เมื่อละลายน้ำแล้วนำอาหารดังกล่าวมาแช่หรือซุบ อาหารนั้นก็ดูสดกรอบน่ารับประทานอย่างผิดปกติ อย่างเช่น ผักต่าง ๆ ที่แช่หรือซุบสารฟอร์มาลิน มักคงความสดอยู่ได้นานกว่าผักธรรมดาที่ไม่ได้แช่ ฟอร์มาลิน แม้ไม่ได้แช่ตู้เย็นผักนั้นก็ยังคงความสดอยู่นานเป็นสัปดาห์

จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ จะสรุปได้อย่างไร

13. การนำผักมาแช่ฟอร์มาลินเป็นการรักษาความสดของผักให้อยู่ได้นาน ๆ  
14. เนื้อสัตว์ อาหารทะเล รวมทั้งผักต่าง ๆ ที่ขายตามท้องตลาดมีสารฟอร์มาลินเจือปนอยู่

แฮมเบอร์เกอร์ จัดเป็นอาหารประเภทที่มีความเสี่ยงสูง เพราะมีมาตรฐานด้านสุขภาพต่ำ จากที่มีการทำขายเป็นอุตสาหกรรม แฮมเบอร์เกอร์ทำมาจากเนื้อส่วนที่แย่ที่สุดที่เหลือจากโรงฆ่าสัตว์ ซึ่งจะกองอยู่ที่พื้น และนำมาบดทำเป็นแฮมเบอร์เกอร์ เวลาที่สูญเสียไประหว่างกระบวนการนำเนื้อมาใช้ปรุงทำให้มีแบคทีเรียเกิดขึ้นได้สูง ทำให้จำเป็นต้องมีการใช้สารเคมีมาช่วย เนื้อแดงที่กำลังจะเน่าเสียจะเปลี่ยนเป็นเขียว จึงต้องใช้สารเคมีสีแดงย้อมทำให้เนื้อดูสด

จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ จะสรุปได้อย่างไร

15. ปัจจุบันคนรักสุขภาพไม่นิยมบริโภคแฮมเบอร์เกอร์

### ด้านการแปลความ

**คำชี้แจง** ให้นักเรียนใช้ตัวเลือกต่อไปนี้ ตอบคำถามในสถานการณ์ที่กำหนดให้ ตั้งแต่ข้อ 16 – 23

- ก. จริงตามข้อความที่เสนอ  
ข. ไม่จริงตามข้อความที่เสนอ

ชาเขียว เป็นเครื่องดื่มซึ่งมีประโยชน์ต่อร่างกายหลายด้าน รวมถึงสามารถป้องกันมะเร็งผิวหนังได้ด้วย จากงานวิจัยพบว่า ดื่มชาเขียวทุกวันวันละประมาณ 4 แก้ว หรือมากกว่านั้น ช่วยป้องกันมะเร็งผิวหนังได้ เพราะในชาเขียวมี สารแอนติออกซิแดนท์ โพลีฟีนอล ซึ่งมีฤทธิ์ต้านมะเร็ง สรรพคุณของชาเขียวอีกประการหนึ่ง คือช่วยลดน้ำหนัก จากการวิจัยยังพบอีกว่าสารคาเฟอีนและ สารฟลาโวนอยด์ในชาเขียวทำให้เมตาบอลิซึมในร่างกายดีขึ้น เผาผลาญพลังงานได้มาก เป็นผลทำให้น้ำหนักตัวลดลง โดยที่ไม่มีผลกระทบต่ออัตราการเต้นของหัวใจ

จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ข้อสรุปต่อไปนี้เป็นจริงหรือไม่

16. สารแอนติออกซิแดนท์ โพลีฟีนอล ช่วยป้องกันโรคมะเร็งผิวหนังได้
17. โรคมะเร็งผิวหนังรักษาได้โดยการดื่มชาเขียวทุกวันวันละประมาณ 4 แก้ว
18. เมื่อร่างกายเผาผลาญพลังงานได้มากจะทำให้น้ำหนักตัวลดลง

แทนนิน (tannin) เป็นสารที่มีโมเลกุลใหญ่และโครงสร้างซับซ้อน เป็นกรดอ่อน มีรสฝาด เป็นสารให้ความฝาดในพืช พบได้ในพืชหลายชนิด บริเวณเปลือกต้น และแก่นไม้เป็นส่วนใหญ่ แทนนินมีคุณสมบัติตกตะกอน โปรตีนทำให้น้ำสกัดไม่เน่าเปื่อย จึงมีการใช้ในอุตสาหกรรมฟอกหนังด้วย

จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ข้อสรุปต่อไปนี้เป็นจริงหรือไม่

19. แทนนินพบได้ในพืชที่มีรสฝาด
20. ในอุตสาหกรรมฟอกหนังนิยมใช้แทนนินในการป้องกันการเน่าเปื่อยของหนังสัตว์

ไฟเบอร์ที่อยู่ในธัญพืช โดยเฉพาะไฟเบอร์ชนิดละลายน้ำได้ที่มีชื่อว่า เบต้า-กลูแคน ซึ่งมีมากในข้าวโอ๊ตจะเป็นเสมือนตัวขับเคลื่อนให้ลำไส้ทำงานได้ดีขึ้น ส่งผลให้มีระบบขับถ่ายที่ดี ขณะเดียวกันยังทำหน้าที่เหมือนฟองน้ำเล็กๆ ที่คอยซับคอเลสเตอรอลในลำไส้เล็กและขับออกจากร่างกาย เมื่อคอเลสเตอรอลในกระแสเลือดลดลง ความเสี่ยงของโรคต่างๆ ก็ลดลงด้วย ไม่ว่าจะเป็นโรคความดันโลหิตสูง ไขมันอุดตันในเส้นเลือด จึงช่วยลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคหัวใจ และลดความเสี่ยงการเกิดโรคเบาหวานอีกด้วย

จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ข้อสรุปต่อไปนี้เป็นจริงหรือไม่

21. ไฟเบอร์ทำหน้าที่ในการดูดซับคอเลสเตอรอล
22. ไฟเบอร์พบในธัญพืชทุกชนิด
23. ถ้ามีระดับคอเลสเตอรอลในเลือดสูงจะทำให้เกิดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคความดันโลหิตสูง

### ด้านการประเมินข้อโต้แย้ง

**คำชี้แจง** ให้นักเรียนใช้ตัวเลขเลือกต่อไปนี้ ตอบคำถามในสถานการณ์ที่กำหนดให้ ตั้งแต่ข้อ 24 – 30

- ก. มีเหตุผลดี
- ข. เหตุผลยังไม่เหมาะสม

ควรให้ร่างกายได้รับแสงแดดอย่างเต็มที่เพื่อสังเคราะห์วิตามินดี

จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ข้อคิดเห็นต่อไปนี้ มีเหตุผลเหมาะสมหรือไม่

24. เห็นด้วย เพราะร่างกายจะสามารถสังเคราะห์วิตามินดีได้เองเมื่อผิวหนังสัมผัสกับแสงแดด

กินปลาจะฉลาด

25. เห็นด้วย เพราะปลาเป็นสัตว์ที่ฉลาด มีความสามารถในการเรียนรู้และหลอกล่อ สามารถหลบหนีผู้ล่าได้เป็นอย่างดี
26. ไม่เห็นด้วย เพราะความฉลาดไม่ได้เกิดจากการกินปลาอย่างเดียว ความฉลาดมีปัจจัยหลายอย่างร่วมกันคือ เรื่องของกรรมพันธุ์ การขยันหมั่นเพียร และการกินอาหารครบ 5 หมู่

ไม่ควรใช้ภาชนะที่ทำมาจากพลาสติกใส่อาหาร

27. เห็นด้วย เพราะทำให้โลกร้อน
28. ไม่เห็นด้วย เพราะขาดความสวยงาม ไม่คงทน

การรับประทานช็อกโกแลตช่วยให้คลายเครียดได้

29. เห็นด้วย เพราะมีรสหวาน อร่อย ทำให้อารมณ์ดี
30. ไม่เห็นด้วย เพราะมีรสหวานและมีไขมันสูงทำให้เกิดโรคอ้วนได้

XXXXXXXXXX





ประวัติย่อผู้วิจัย

## ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ ชื่อสกุล	นางสาวจินดารัตน์ แก้วพิกุล
วันเดือนปีเกิด	16 มกราคม 2528
สถานที่เกิด	อำเภอขุนหาญ จังหวัดศรีสะเกษ
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	141 หมู่ 2 ตำบลขุนหาญ อำเภอขุนหาญ จังหวัดศรีสะเกษ 33150
ตำแหน่งหน้าที่การงาน	ครูผู้ช่วย
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนสันติราษฎร์วิทยาลัย 332 ถนนศรีอยุธยา แขวงทุ่งพญาไท เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร 10400
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ.2541	ประถมศึกษาปีที่ 6 จากโรงเรียนสิริขุนหาญ อำเภอขุนหาญ จังหวัดศรีสะเกษ
พ.ศ.2544	มัธยมศึกษาปีที่ 3 จากโรงเรียนขุนหาญวิทยาสรรค์ อำเภอขุนหาญ จังหวัดศรีสะเกษ
พ.ศ.2547	มัธยมศึกษาปีที่ 6 จากโรงเรียนเบ็ญจะมะมหาราช อำเภอเมือง จังหวัดอุบลราชธานี
พ.ศ.2552	กศ.บ. (วิทยาศาสตร์ – เคมี) เกียรตินิยมอันดับ 2 จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กรุงเทพมหานคร
พ.ศ.2554	กศ.ม. (การมัธยมศึกษา) จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กรุงเทพมหานคร