

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและ
ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT
และการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

พนิท ศรีนวลแก้ว

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

ปีการศึกษา 2560

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

Thesis Title	A Comparison of Grade 11 Students' Learning Achievement and Analytical Thinking Entitled "Rate of Chemical Reaction," by Using 4MAT Learning Method and Traditional Method
Thesis Advisors	Asst. Prof. Dr. Prasit Purachat Dr. Wanwisa Lijuan
Name	Panin Srinounkaew
Program	Science Education
Academic Year	2017

ABSTRACT

The purposes of this research were to compare Grade 11 students' learning achievement and analytical thinking entitled Rate of Chemical Reaction by using 4MAT learning method and the traditional method. The sample used in this study was 78 Grade 11 students of the Demonstration School of Thepsatri Rajabhat University, Lopburi Province, divided into two equal groups by the random sampling. The first group was taught by using 4MAT learning method and the other group was taught by the traditional method. The research instruments used in this study were 1) lesson plans of the traditional method, 2) lesson plans of 4MAT learning method, 3) the learning achievement test entitled Rate of Chemical Reaction with a reliability of 0.965, and 4) the analytical thinking test with a reliability of 0.963. The research data were analyzed by percentage, average, standard deviation, and t-test.

The results of the study revealed that:

1. The learning achievements entitled Rate of Chemical Reaction of Grade 11 students after using 4MAT learning method were higher than those of the ones learning with the traditional method at the .05 level of statistical significance.
2. The analytical thinking entitled Rate of Chemical Reaction of Grade 11 students after using 4MAT learning method was higher than that of the ones learning with the traditional method at the .05 level of statistical significance.

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT และการจัดการเรียนรู้แบบปกติ
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประสิทธิ์ ปรุชาติ อาจารย์ ดร.วันวิสาข์ ลิจจัน
ชื่อนักศึกษา	พนิน ศรีนวลแก้ว
สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์ศึกษา
ปีการศึกษา	2560

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT และการจัดการเรียนแบบปกติ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี จำนวน 78 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม ที่เหมือนกัน โดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย กลุ่มที่ 1 ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT และกลุ่มที่ 2 ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ 2) แผนการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี มีค่าความเที่ยงทั้งฉบับเท่ากับ 0.965 และ 4) แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน มีค่าความเที่ยงทั้งฉบับเท่ากับ 0.953 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบที

ผลการวิจัยพบว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT สูงกว่าการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT สูงกว่าการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ประกาศคุณูปการ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้จัดทำขึ้นเพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี วิทยานิพนธ์นี้ สำเร็จลงได้ด้วยความช่วยเหลือจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประสิทธิ์ ปุระชาติ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กันตพัฒน์ กิตติธวัชชัย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฐาปกรณ์ แก้วเงิน อาจารย์ ดร.วันวิสาข์ ลิจวัน และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พัชรีย์ ร่มพะยอม วิชัยดิษฐ์ ที่ได้กรุณาให้ คำปรึกษา แนะนำและตรวจแก้ไขข้อบกพร่องในทุกขั้นตอนของการวิจัยจนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับ นี้สำเร็จลุล่วงได้อย่างสมบูรณ์และทรงคุณค่ายิ่ง

ผู้วิจัยขอขอบคุณอาจารย์ ดร.วัลย์ลีกา สุขสำราญ อาจารย์ประจำคณะวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี อาจารย์วันทนีย์ บุญสุวรรณ อาจารย์ประจำคณะ ครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี นางบุญเรือน หาลาม ครูชำนาญการพิเศษ (คศ.3) โรงเรียนท่าหลวงวิทยาลัย นายสุนทร จิตต์สว่าง ครูชำนาญการพิเศษ (คศ.3) โรงเรียนท่าหลวง วิทยาลัยและนางพะยอม ไชยสงโท ครูชำนาญการพิเศษ (คศ.3) โรงเรียนท่าหลวงวิทยาลัยที่ เป็นผู้เชี่ยวชาญให้คำแนะนำ ตรวจสอบข้อมูล ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบคุณผู้บริหารและคณะครูโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี ที่กรุณาให้ ความร่วมมือและคำปรึกษาในการศึกษาครั้งนี้ คุณค่าและประโยชน์ของการศึกษาในครั้งนี้ ผู้วิจัย ขอมอบเป็นกตัญญูกตเวทิตาแด่บุพการี บุรพจารย์ และผู้มีพระคุณทุกคนทั้งในอดีตและปัจจุบัน ที่ทำให้ผู้วิจัยได้รับการศึกษาและประสบความสำเร็จมาจนตราบนานเท่านานนี้ คุณค่าและประโยชน์ อันพึงมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ขอมอบเป็นเครื่องสักการะคุณแด่บิดา มารดา ครูอาจารย์ และผู้มี พระคุณทุกท่าน

พนิน ศรีนวลแก้ว

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี อนุมัติวิทยานิพนธ์ เรื่องการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT และการจัดการเรียนรู้แบบปกติ เสนอโดยนายพนิน ศรีนวลแก้ว เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา

.....รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ
วิจัยและนวัตกรรม

(รองศาสตราจารย์ ดร.ศุภวัฒน์ ลาวัณย์วิสุทธิ)
วันที่ 16 เดือน พฤษภาคม พ.ศ.2561

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กันตพัฒน์ กิตติอัฐวาลย์)

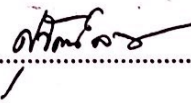
.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประสิทธิ์ ปุระชาติ)

.....กรรมการ
(อาจารย์ ดร.วันวิสาข์ ลิจจัน)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พัชรี ร่มพยอม วิชัยดิษฐ์)

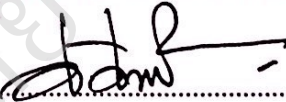
.....กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ
(ดร.วสัน ปุ่นผล)

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี อนุมัติวิทยานิพนธ์ เรื่องการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียน และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง
อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT และการจัดการเรียนรู้แบบปกติ
เสนอโดยนายพนิน ศรีนวลแก้ว เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา

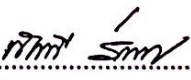

.....รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ
วิจัยและนวัตกรรม
(รองศาสตราจารย์ ดร.ศุภวัฒน์ ลาวัณย์วิสุทธิ)
วันที่ 16 เดือน พฤษภาคม พ.ศ.2561

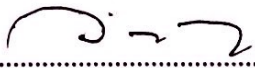
คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


.....ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กนต์พัฒน์ กิตติอัชวาลย์)


.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประสิทธิ์ ประชาติ)


.....กรรมการ
(อาจารย์ ดร.วันวิสาข์ ลิจจวน)


.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พัชร รมพยอม วิชัยดิษฐ)


.....กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ
(ดร.วสัน ปุ่นผล)

สารบัญ

	หน้า
หน้าอนุมัติ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
ประกาศคุณูปการ	ง
สารบัญ	จ
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ณ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง.....	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	3
ความสำคัญของการวิจัย.....	3
ขอบเขตของการวิจัย.....	3
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	4
กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	5
สมมติฐานการวิจัย.....	6
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	7
หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์.....	7
เป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์.....	7
สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์.....	8
มาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์.....	8
คุณภาพของนักเรียนวิทยาศาสตร์เมื่อจบช่วงชั้นที่ 4 (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6).....	10
การจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT.....	12
ความหมาย.....	12
วัตถุประสงค์.....	12
องค์ประกอบสำคัญ.....	13
แนวคิดเชิงทฤษฎีและความเป็นมาของการจัดการเรียนรู้ แบบ 4MAT.....	13

บทที่ 2 (ต่อ)

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้.....	13
ขั้นตอนการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT.....	18
ประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT.....	18
แผนการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT.....	18
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	19
ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	19
จุดมุ่งหมายของการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	20
ประเภทของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	21
หลักการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	22
คุณลักษณะแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดี.....	23
ความสามารถในการคิดวิเคราะห์.....	24
ความหมายของการคิดวิเคราะห์.....	24
แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการคิดวิเคราะห์.....	25
องค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์.....	26
ทักษะย่อยของการคิดวิเคราะห์.....	27
กระบวนการคิดวิเคราะห์.....	27
ลักษณะของการคิดวิเคราะห์.....	28
คุณสมบัติของบุคคลที่เอื้อต่อการคิดวิเคราะห์.....	29
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	30
งานวิจัยในประเทศ.....	30
งานวิจัยต่างประเทศ.....	31

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	34
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	34
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	34
การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	35
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	40
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	42
สถิติที่ใช้ในการวิจัย.....	42

	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	47
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	47
ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล.....	47
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	48
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	51
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	51
สมมติฐานการวิจัย.....	51
วิธีดำเนินการวิจัย.....	52
สรุปผลการวิจัย.....	53
อภิปรายผลการวิจัย.....	53
ข้อเสนอแนะ.....	55
บรรณานุกรม.....	56
ภาคผนวก.....	61
ภาคผนวก ก รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือ.....	62
ภาคผนวก ข หนังสือขอความอนุเคราะห์.....	64
ภาคผนวก ค เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	72
ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT.....	73
ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ.....	105
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	135
แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์.....	144
ภาคผนวก ง ผลการวิเคราะห์เครื่องมือ.....	149
ภาคผนวก จ ผลการใช้เครื่องมือ.....	162
ประวัติผู้ทำวิทยานิพนธ์.....	167

สารบัญตาราง

		หน้า
ตาราง 1	แผนการทดลองแบบ The randomized pretest-posttest control group design.....	41
ตาราง 2	ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT.....	48
ตาราง 3	ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT กับกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ.....	49
ตาราง 4	ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT.....	49
ตาราง 5	ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT กับกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ.....	50
ตาราง 6	ค่า IOC ของแผนการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT.....	150
ตาราง 7	ค่า IOC ของแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ.....	153
ตาราง 8	ค่า IOC ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	156
ตาราง 9	ค่า IOC ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์.....	158
ตาราง 10	ผลการวิเคราะห์ค่าความยาก (p) และอำนาจจำแนก (r) ของข้อทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	160
ตาราง 11	ผลการวิเคราะห์ค่าความยาก (p) และอำนาจจำแนก (r) ของข้อทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์.....	161
ตาราง 12	คะแนนผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียน-หลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT.....	163
ตาราง 13	คะแนนผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียน-หลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ.....	164
ตาราง 14	คะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียน-หลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT.....	165
ตาราง 15	คะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียน-หลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ.....	166

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพ 1	ปฏิบัติการเผาไหม้..... 82
ภาพ 2	การเกิดหินงอกหินย้อย..... 85
ภาพ 3	การเกิดฝนกรด..... 87
ภาพ 4	การเกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก..... 88
ภาพ 5	ปฏิบัติการเผาไหม้อย่างสมบูรณ์..... 120
ภาพ 6	การสุกร่อนของหินปูน..... 123

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งความรู้ ทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจโลกธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้นและนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ มีคุณธรรม ความรู้วิทยาศาสตร์ไม่เพียงแต่นำมาใช้ในการพัฒนาคุณภาพชีวิตที่ดี แต่ยังช่วยให้คนมีความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์ การดูแลรักษา ตลอดจนการพัฒนาสิ่งแวดล้อม และทรัพยากรธรรมชาติอย่างสมดุลและยั่งยืนและที่สำคัญอย่างยิ่ง คือ ความรู้วิทยาศาสตร์ช่วยเพิ่มขีดความสามารถในการพัฒนาเศรษฐกิจ สามารถแข่งขันกับนานาประเทศและดำเนินชีวิตอยู่ร่วมกันในสังคมโลกได้อย่างมีความสุข การที่จะสร้างความเข้มแข็งทางด้านวิทยาศาสตร์นั้น องค์ประกอบที่สำคัญประการหนึ่งคือ การจัดการศึกษาเพื่อเตรียมคนให้อยู่ในสังคม วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นทั้งผู้ผลิตและผู้บริโภคที่มีประสิทธิภาพการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เป็นการเรียนรู้ตลอดชีวิตเนื่องจากความรู้วิทยาศาสตร์เป็นเรื่องราวเกี่ยวกับโลกธรรมชาติ ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ทุกคนจึงต้องเรียนรู้เพื่อนำผลการเรียนรู้ไปใช้ในชีวิตและการประกอบอาชีพ(สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546, หน้า 1 - 3)

วิชาเคมีเป็นวิชาวิทยาศาสตร์สาขาหนึ่งที่มีวัตถุประสงค์เช่นเดียวกับวัตถุประสงค์ของการสอนวิทยาศาสตร์และในหลักการของหลักสูตรยังได้เน้นให้นักเรียนได้ทำการทดลองเป็นสำคัญเพื่อให้ผู้เรียนได้สืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเองเกิดความเข้าใจหลักการทางเคมี รวมทั้งมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ผสมผสานการทดลองและการอภิปรายเพื่อนำไปสู่การสรุปแนวคิดที่สำคัญ พร้อมทั้งจัดกิจกรรมให้เนื้อหาที่มีความสัมพันธ์ต่อเนื่องกัน เพื่อช่วยให้ผู้เรียนเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของความรู้ได้ นอกจากนี้คำชี้แจงในการสอนวิชาเคมียังได้กล่าวไว้ว่าการสอนเคมีไม่ได้มุ่งให้ผู้เรียนศึกษาเนื้อหาเพียงอย่างเดียวแต่มุ่งที่จะให้ผู้เรียนทราบด้วยว่าความรู้ นั้นได้มาอย่างไร เนื่องจากวิชาเคมีมีการทดลองเป็นรากฐานที่สำคัญ การเรียนรู้ทฤษฎีเพียงอย่างเดียวอาจจะยังไม่พอ ผู้เรียนควรลงมือปฏิบัติการเพื่อหาข้อมูลนำไปสู่หลักการและทฤษฎี นั้นๆ ได้ด้วยการเรียนวิชาเคมีในปัจจุบันจึงใช้หลักการผสมทฤษฎีกับการทดลองเข้าด้วยกัน วิชาเคมีเป็นวิทยาศาสตร์แขนงหนึ่ง ซึ่งมีเนื้อหาที่เน้นกระบวนการทดลอง และการใช้สารเคมีเป็นส่วนใหญ่ ดังนั้นในการเรียนการสอนจึงต้องมีการจัดกระบวนการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้พัฒนาให้ครบทั้งด้าน สติปัญญา ทักษะ และอารมณ์ เนื่องจากการเรียนรู้ของผู้เรียน เกิดจากการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้เรียน ดังนั้นปัจจัยที่มีผลต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนจึงมีทั้งสิ่งที่

ปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียนโดยตรง เช่น ผู้สอน กระบวนการเรียนการสอน และสิ่งที่อยู่รอบ ๆ ตัวผู้เรียน เช่น ฐานะทางเศรษฐกิจของผู้ปกครอง เป็นต้น (สมสุข ธีระพิจิตร, 2545, หน้า 14-23)

จากการเรียนการสอนวิชาเคมีที่ผ่านมานักเรียนจะทำการทดลองตามหนังสือแบบเรียน หรือใบกิจกรรมตามที่ครูกำหนดขึ้นมา โดยไม่มีการออกแบบการทดลองด้วยตนเอง ไม่มีการสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติม ทำให้นักเรียนขาดความรู้และความเข้าใจในเรื่องที่จะทำการทดลอง ไม่สามารถวิเคราะห์การทดลอง อธิบายผลการทดลอง และสรุปผลการทดลองได้ด้วยตนเอง ไม่ได้นำหลักการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการหาคำตอบของปัญหาที่เกิดขึ้น และไม่สามารถนำทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการสืบเสาะหาความรู้และสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ความรู้ที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่ได้มาจากตัวครูที่เป็นผู้อธิบายเพียงคนเดียว ทำให้ความรู้ที่เกิดขึ้นไม่คงทน เพราะความรู้ที่เกิดขึ้นเป็นลักษณะของความจำ ไม่ได้เกิดจากการเรียนรู้และคิดด้วยตนเอง สังเกตจากนักเรียนสามารถทำแบบทดสอบที่เป็นลักษณะของความจำได้ดี แต่ไม่สามารถทำแบบทดสอบที่เป็นลักษณะของการคิดวิเคราะห์ นั่นคือแม้นักเรียนจะมีความรู้ในเรื่องที่ศึกษาแต่นักเรียนยังไม่สามารถนำความรู้ที่ได้มาวิเคราะห์ได้ และไม่สามารถเชื่อมโยงเหตุการณ์หรือสถานการณ์ต่างๆ รวมถึงไม่สามารถวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูลต่างๆ ได้ จึงจำเป็นที่ครูต้องจัดหาสื่อ นวัตกรรมการสอน หรือกิจกรรมการสอนเพื่อฝึกให้นักเรียนมีการคิดวิเคราะห์อย่างเป็นระบบฝึกการแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์

การศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT ซึ่งเบอร์นีส แมคคาร์ธี(McCarthy, 1990, p.1) ได้พัฒนารูปแบบการเรียนการสอนแบบนี้เป็นคนแรกเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่คำนึงถึงรูปแบบการเรียนรู้ของผู้เรียน 4 แบบประกอบด้วย ผู้เรียนแบบที่ 1 ผู้เรียนที่มีจินตนาการเป็นหลัก ผู้เรียนแบบที่ 2 ผู้เรียนที่เรียนรู้ด้วยการวิเคราะห์และการเก็บรายละเอียดเป็นหลัก ผู้เรียนแบบที่ 3 ผู้เรียนที่เรียนรู้ด้วยสามัญสำนึกหรือประสาทสัมผัสผู้เรียนแบบที่ 4 ผู้เรียนที่เรียนรู้ด้วยการรับรู้จากประสบการณ์รูปธรรมไปสู่การลงมือปฏิบัติ เป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่มีความสัมพันธ์โดยตรงกับโครงสร้างทางสมองและระบบการทำงานของสมองซีกซ้ายและซีกขวาเพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ตามรูปแบบ และความต้องการของตนเองอย่างเหมาะสม ส่งผลให้ผู้เรียนสามารถสร้างความรู้ด้วยตนเอง สามารถสร้างผลงานเป็นความคิดของตนเองเกิดความเข้าใจและนำความรู้ไปใช้ ทำให้ผู้เรียนพัฒนาตนเองอย่างเต็มศักยภาพเป็นวิธีการเรียนที่นักเรียนได้ใช้สามัญสำนึกและความรู้สึกใช้ประสบการณ์การเฝ้ามองและตอบสนองกลับ ซึ่งการจัดกิจกรรมการเรียนรู้นี้เหมาะสมกับนักเรียนที่จะเพิ่มความสามารถในการคิดให้มากขึ้นกว่าเดิม จากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี ในปีการศึกษา 2559 – 2560 ในมาตรฐานที่ 1 ด้านผู้เรียน พบว่า ผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนด้านความรู้ การคิดวิเคราะห์ มีวิจรรย์ญาณ มีความคิดสร้างสรรค์ คิดไตร่ตรอง ของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดี แต่ยังไม่เป็นที่น่าพอใจ

ด้วยเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยในฐานะครูผู้สอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ รายวิชาเคมี จึงนำการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT มาใช้ในการพัฒนาการเรียนการสอนในรายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งเป็นเนื้อหาที่มีความยากต่อการเรียนของนักเรียน เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์ การคิดสร้างสรรค์ ทักษะการทำงานร่วมกัน พัฒนาผู้เรียนให้เรียนรู้จากกิจกรรมที่หลากหลาย โดยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการใช้ความคิด การแก้ไขปัญหาร่วมกัน และปฏิบัติจริงทุกขั้นตอนจนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง จะนำไปสู่การปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญา สร้างสังคมที่มีการร่วมมือ การให้ผู้เรียนเป็นผู้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองและจากกลุ่ม จะช่วยให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ที่สัมพันธ์กับชีวิตจริง นับว่าเป็นวิธีเรียนที่เหมาะสมกับการนำมาใช้กับการเรียนการสอนในปัจจุบันเพื่อให้การเรียนรู้ของนักเรียนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT และการจัดการเรียนรู้แบบปกติ
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ในการเรียนวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT และการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

ความสำคัญของการวิจัย

1. ได้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการคิดวิเคราะห์
2. เป็นแนวทางในการปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และกลุ่มสาระการเรียนรู้อื่น ๆ ตามการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT ต่อไป

ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยกำหนดขอบเขตวิจัยไว้ ดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี ปีการศึกษา 2560 จำนวน 3 ห้องเรียน รวม 105 คน

1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี โดยการเลือกจำนวน 2 ห้องเรียน ที่เสมอกัน รวม 76 คน ได้จากการสุ่มอย่างง่าย(Simple Sampling) โดยวิธีการจับฉลาก ซึ่งได้มัธยมศึกษาปีที่ 5/2 จำนวน 38 คน เป็นกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ และมัธยมศึกษาปีที่ 5/3 จำนวน 38 คน เป็นกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT

2. ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรที่ใช้ศึกษาในการทำวิจัยนี้ประกอบด้วย

2.1 ตัวแปรอิสระ คือ การจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT และการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

2.2 ตัวแปรตาม คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการคิดวิเคราะห์

3. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการทดลองเป็นเนื้อหาวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีหัวข้อ คือ

3.1 ความหมายและแนวคิดของการเกิดปฏิกิริยาเคมี

3.2 พลังงานกับการดำเนินไปของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

3.3 ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

3.4 ความเข้มข้นของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

3.5 กฎอัตราและค่าคงที่ของกฎอัตรา

3.6 พื้นที่ผิวของสาร อุณหภูมิ ตัวเร่งและตัวหน่วงปฏิกิริยาเคมีกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

4. ระยะเวลาในการวิจัย

ผู้วิจัยดำเนินการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 โดยใช้เวลาทั้งหมด 6 สัปดาห์ๆ ละ 3 ชั่วโมง รวมทั้งสิ้น 18 ชั่วโมง

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญรูปแบบหนึ่ง ซึ่งมีกิจกรรมการเรียนการสอนที่เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมทั้งทางด้านร่างกาย อารมณ์ สติปัญญา และสังคม ประกอบด้วย 8 ขั้นตอน คือ

- 1) สร้างประสบการณ์ตรง
- 2) วิเคราะห์ไตร่ตรองประสบการณ์
- 3) ปรับประสบการณ์เป็นความคิดรวบยอด
- 4) พัฒนาความคิดด้วยข้อมูล
- 5) ทำตามแนวคิดที่กำหนด
- 6) สร้างชิ้นงานตามความถนัด
- 7) วิเคราะห์ประยุกต์ใช้
- 8) แลกเปลี่ยนความคิดกับผู้อื่น

2. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ คือ การสอนที่ผู้เรียนเรียนรู้ ปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ตามที่ได้เตรียมการสอนไว้และปรากฏอยู่ในแผนการสอนที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น ประกอบด้วย ขั้นสร้างความสนใจ ขั้นสอน และขั้นสรุป ซึ่งเป็นการสอนแบบบรรยายประกอบสื่ออื่นๆ มีการอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่ม และให้ผู้เรียนทำกิจกรรมอื่นๆ ตามความเหมาะสม

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ ความเข้าใจ ทักษะและทัศนคติอันเกิดจากการเรียนรู้ ในวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งวัดพฤติกรรมด้านความรู้ความจำ ด้านความเข้าใจ และด้านการนำความรู้ไปใช้ สามารถวัดได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

4. ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการพิจารณาจำแนกแยกแยะดูรายละเอียดของสิ่งต่างๆหรือเรื่องราว เหตุการณ์ต่างๆ เพื่อค้นหาความเป็นจริงหรือความสำคัญของสิ่งนั้นๆ ซึ่งวัดความสามารถในการสรุปความ การวิเคราะห์ข้อตกลงเบื้องต้น การหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผล การตีความ และการประเมินข้อโต้แย้ง สามารถวัดได้ จากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ จำนวน 30 ข้อ

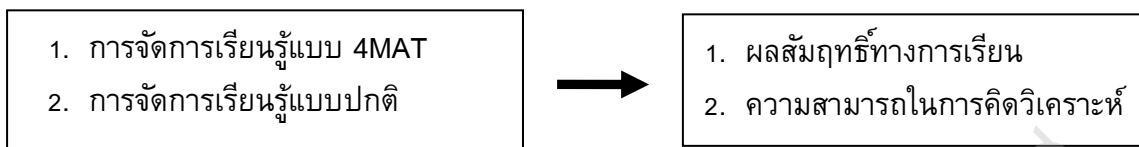
5. นักเรียน หมายถึง นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ปีการศึกษา 2560 โรงเรียนสาริตมหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี จำนวน 3 ห้องเรียน รวม 105 คน

กรอบแนวคิดในการวิจัย

การจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT ทำให้ผู้เรียนได้พัฒนาสมองซีกซ้าย และซีกขวา อย่างสมดุล ผู้เรียนมีประสบการณ์ตรงในการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง รู้จักการทำงานเป็นกลุ่ม ฝึกความเป็นประชาธิปไตย รู้จักรับฟังและยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่น ซึ่งในการวิจัยในครั้งนี้เป็นการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ในการเรียนวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT และการจัดการเรียนรู้แบบปกติ มีกรอบแนวคิดดังนี้

ตัวแปรอิสระ

ตัวแปรตาม



สมมติฐานการวิจัย

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT สูงกว่าการจัดการเรียนรู้แบบปกติ
2. ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT สูงกว่าการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องซึ่งนำเสนอแนวทางในการวิจัยตามลำดับขั้นตอนต่อไปนี้

1. หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
2. การจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
4. ความสามารถในการคิดวิเคราะห์
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

การจัดสาระการเรียนรู้แกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จัดทำภายใต้มาตรฐานการศึกษาขั้นพื้นฐานและมาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นซึ่งเป็นการยอมรับมาตรฐานระดับประเทศที่แสดงถึงความคาดหวังที่จะพัฒนานักเรียนให้มีความรู้ความเข้าใจทักษะและกระบวนการเจตคติคุณธรรมจริยธรรมค่านิยมและคุณลักษณะอันพึงประสงค์เพื่อเป็นพื้นฐานในการดำรงชีวิตเป็นการสำรวจความถนัดความสนใจและเป็นพื้นฐานในการศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้น สาระการเรียนรู้แกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานภายใต้กรอบมาตรฐานการเรียนรู้ระดับประเทศดังกล่าวนี้มีความเป็นสากลทัดเทียมกับมาตรฐานนานาชาติ และมีความสอดคล้องกับสังคมวัฒนธรรมภูมิปัญญาและวิถีชีวิตของไทยซึ่งมีหลักในการสอนดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2552 ก, หน้า 5-7)

1. เป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์เป็นเรื่องของการเรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติโดยมนุษย์ใช้กระบวนการสังเกตสำรวจตรวจสอบและการทดลองเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติและนำผลมาจัดระบบหลักการ แนวคิดและทฤษฎีดังนั้นการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงมุ่งเน้นให้นักเรียนได้เป็นผู้เรียนรู้และค้นพบด้วยตนเองมากที่สุดนั่นคือให้ได้ทั้งกระบวนการและองค์ความรู้ตั้งแต่วัยเริ่มแรกก่อนเข้าเรียนเมื่ออยู่ในสถานศึกษาและเมื่อออกจากสถานศึกษาไปประกอบอาชีพแล้วการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในสถานศึกษามีเป้าหมายสำคัญดังนี้

- 1) เพื่อให้เข้าใจหลักการทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานในวิทยาศาสตร์
- 2) เพื่อให้เข้าใจขอบเขตธรรมชาติและข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์

3) เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและมีการคิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

4) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการกับความสามารถในการแก้ปัญหา และการจัดการทักษะในการสื่อสารและความสามารถในการตัดสินใจ

5) เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีมวลมนุษย์ และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน

6) เพื่อนำความรู้ความเข้าใจในเรื่องของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและกาดำรงชีวิต

7) เพื่อให้เป็นคนมีจิตวิทยาศาสตร์มีคุณธรรมจริยธรรมและค่านิยมในการใช้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

2. สารการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

สารการเรียนรู้ที่กำหนดไว้นี้เป็นสาระหลักของวิทยาศาสตร์พื้นฐานที่นักเรียน ทุกคนต้องเรียนรู้ประกอบด้วยส่วนที่เป็นเนื้อหาสาระแนวความคิดหลักวิทยาศาสตร์และ กระบวนการสาระที่เป็นองค์ความรู้ของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ประกอบด้วย 8 สาระ หลักดังนี้

สาระที่ 1 : สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

สาระที่ 2 : ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 3 : สารและสมบัติของสาร

สาระที่ 4 : แรงและการเคลื่อนที่

สาระที่ 5 : พลังงาน

สาระที่ 6 : กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

สาระที่ 7 : ดาราศาสตร์และอวกาศ

สาระที่ 8 : ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

3. มาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

มาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เป็นข้อกำหนดคุณภาพของ นักเรียนด้านความรู้ความคิดทักษะกระบวนการเรียนรู้คุณธรรมจริยธรรมและค่านิยมซึ่งเป็น จุดมุ่งหมายที่จะพัฒนานักเรียนให้มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ประกอบด้วยมาตรฐานการเรียนรู้ การศึกษาขั้นพื้นฐานสำหรับนักเรียนทุกคนเมื่อจบการศึกษาขั้นพื้นฐานและมาตรฐานการเรียนรู้ ช่วงชั้นสำหรับนักเรียนทุกคนเมื่อจบการศึกษาในแต่ละช่วงชั้นดังนี้

สาระที่ 1 : สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

มาตรฐาน 1.1 : เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิตความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กันมีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต

มาตรฐาน 1.2 : เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตความหลากหลายทางชีวภาพการใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่มีผลต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อมมีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 2 : ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน 2.1 : เข้าใจสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นและความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับสิ่งมีชีวิตความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่างๆในระบบนิเวศมีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน 2.2 : เข้าใจความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติและการใช้ทรัพยากรธรรมชาติในระดับท้องถิ่นประเทศและโลกมีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นอย่างยั่งยืน

สาระที่ 3 : สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน 3.1 : เข้าใจสมบัติของสารความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคมีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน 3.2 : เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนสถานะของสารการเกิดสารละลายการเกิดปฏิกิริยาเคมีมีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 4 : แรงและการเคลื่อนที่

มาตรฐาน 4.1 : เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้าแรงโน้มถ่วงและแรงนิวเคลียร์มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม

มาตรฐาน 4.2 : เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่างๆของวัตถุในธรรมชาติมีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 5 : พลังงาน

มาตรฐาน 5.1 : เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิตการเปลี่ยนรูปพลังงานปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงานผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อมมีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 6 : กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

มาตรฐาน 6.1 : เข้าใจกระบวนการต่างๆที่เกิดขึ้นบนผิวโลกและภายในโลกความสัมพันธ์ของกระบวนการต่างๆที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศภูมิประเทศและ

สัจฐานของโลกมีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 7 : ดาราศาสตร์และอวกาศ

มาตรฐาน 7.1 : เข้าใจวิวัฒนาการของระบบสุริยะและกาแล็กซีสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะและผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลกมีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน 7.2 : เข้าใจความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศที่นำมาใช้ในการสำรวจอวกาศและทรัพยากรธรรมชาติด้านการเกษตรและการสื่อสารมีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างมีคุณธรรมต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 8 : ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน 8.1 : ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้การแก้ปัญหาว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอนสามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในเวลานั้นๆเข้าใจว่าวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีสังคมและสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

4. คุณภาพของนักเรียนวิทยาศาสตร์เมื่อจบช่วงชั้นที่ 4 (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่4-6)

นักเรียนที่เรียนจบช่วงชั้นที่ 4 ควรมีความรู้ความคิดทักษะกระบวนการและจิตวิทยาศาสตร์ดังนี้

- 1) เข้าใจการทำงานของเซลล์และกลไกการรักษาคุณภาพของสิ่งมีชีวิต
- 2) เข้าใจกระบวนการถ่ายทอดทางพันธุกรรมการแปรผันมิวเทชันวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตและปัจจัยที่มีผลต่อการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อมต่างๆ
- 3) เข้าใจกระบวนการความสำคัญและผลกระทบของเทคโนโลยีชีวภาพต่อคน สิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม
- 4) เข้าใจชนิดและจำนวนอนุภาคที่เป็นส่วนประกอบในโครงสร้างอะตอมขอธาตุ การเกิดปฏิกิริยาเคมี การเขียนสมการเคมี ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
- 5) เข้าใจชนิดของแรงยึดเหนี่ยวกันระหว่างอนุภาคและสมบัติต่างๆของสารที่มีความสัมพันธ์กับแรงยึดเหนี่ยว
- 6) เข้าใจชนิดสมบัติและปฏิกิริยาที่สำคัญของพอลิเมอร์และของสารชีวโมเลกุล
- 7) เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบต่างๆ คุณภาพของเสียงและการได้ยินสมบัติประโยชน์และโทษของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ากัมมันตภาพรังสีและพลังงานนิวเคลียร์

8) เข้าใจกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลกและปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

9) เข้าใจในการเกิดและวิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซี เอกภพและความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศ

10) เข้าใจความสัมพันธ์ของความรู้วิทยาศาสตร์ที่มีผลต่อการพัฒนาเทคโนโลยีประเภทต่างๆและการพัฒนาเทคโนโลยีที่ส่งผลให้มีการคิดค้นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ก้าวหน้าผลของเทคโนโลยีต่อชีวิตสังคมและสิ่งแวดล้อม

11) ระบุปัญหาตั้งคำถามที่จะสำรวจตรวจสอบ โดยมีการกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่างๆสืบค้นข้อมูลจากหลายแหล่งตั้งสมมติฐานที่เป็นไปได้หลายแนวทางตัดสินใจเลือกตรวจสอบสมมติฐานที่เป็นไปได้

12) วางแผนการสำรวจตรวจสอบเพื่อแก้ปัญหาหรือจะตอบคำถามและวิเคราะห์เชื่อมโยงความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆโดยใช้สมการทางคณิตศาสตร์หรือสร้างแบบจำลองจากผลหรือความรู้ที่ได้รับจากการสำรวจตรวจสอบ

13) สื่อสารความคิดความรู้จากผลการสำรวจตรวจสอบโดยการพูดและเขียนจัดแสดงหรือใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

14) ใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการดำรงชีวิตศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมทำโครงการหรือสร้างชิ้นงานตามความสนใจ

15) แสดงถึงความสนใจมุ่งมั่นรับผิดชอบรอบคอบและซื่อสัตย์ในการสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เครื่องมือและวิธีการที่ได้ผลถูกต้องเชื่อถือได้

16) ตระหนักในคุณค่าและองค์ความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ใช้ในชีวิตประจำวันการประกอบอาชีพแสดงถึงความชื่นชมภูมิใจยกย่องอ้างอิงผลงานชิ้นงานที่เป็นผลจากภูมิปัญญาท้องถิ่นและการพัฒนาเทคโนโลยีที่ทันสมัย

17) แสดงถึงความซาบซึ้งห่วงใย และสร้างพฤติกรรมเกี่ยวกับการใช้และรักษาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างรู้คุณค่าเสนอตัวเองร่วมมือปฏิบัติกับชุมชนในการป้องกันดูแลทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของท้องถิ่น

18) แสดงถึงความพอใจซาบซึ้งในการค้นพบความรู้พบคำตอบหรือแก้ปัญหาได้

19) ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์แสดงความคิดเห็นโดยมีข้อมูลอ้างอิงและเหตุผลประกอบเกี่ยวกับผลของการพัฒนาและการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมีคุณธรรมต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

การจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT

การจัดการจัดการเรียนรู้แบบ 4MATเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยคำนึงถึงความแตกต่างของผู้เรียนมีนักวิชาการหลายท่านอธิบายไว้ดังนี้

1. ความหมาย

เบอร์นีส แมคคาที (McCarthy, 1990 , p. 1) ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT คือ กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยรวมลักษณะของผู้เรียนทั้ง 4 แบบเข้าด้วยกัน ด้วยการนำวิธีการพัฒนาสมองทั้งซีกซ้ายและซีกขวาเข้ารวมด้วย

ศักดิ์ชัย นิรัญทวี ,และไพเราะ พุ่มมัน (2543 ,หน้า 262) สรุปความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT เป็นการเรียนรู้เกิดจากความสัมพันธ์ของ 2 มิติ คือ การรับรู้ และกระบวนการจัดกระทำข้อมูล การรับรู้ของบุคคลมี 2 ช่องทาง คือ ผ่านทางประสบการณ์ที่เป็นรูปธรรม และผ่านทางความคิดรวบยอดที่เป็นนามธรรม ส่วนกระบวนการจัดกระทำข้อมูลที่ได้รับรู้ นั้น มี 2 ลักษณะเช่นเดียวกัน คือ การลงมือทดลองปฏิบัติ และการสังเกตโดยใช้ความคิดอย่างไตร่ตรอง

กิตติชัย สุทธาสิโนบล (2545 ,หน้า 154) ให้ความหมายของการเรียนรู้แบบ 4MAT คือ เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่คำนึงถึงรูปแบบการเรียนรู้ของกลุ่มผู้เรียน 4 คุณลักษณะ กับพัฒนาการสมองซีกซ้ายและซีกขวาอย่างสมดุล เพื่อให้ผู้เรียนเรียนรู้ตามแบบและความต้องการของตนเองอย่างเหมาะสม และสามารถพัฒนาตนเองอย่างเต็มตามศักยภาพซึ่งได้แก่ ผู้เรียนแบบที่ 1 (Why) ผู้เรียนที่มีจินตนาการเป็นหลัก ผู้เรียนแบบที่ 2 (What) ผู้เรียนที่เรียนรู้ด้วยการวิเคราะห์ ผู้เรียนแบบที่ 3 (How) ผู้เรียนที่เรียนรู้ด้วยสามัญสำนึก ผู้เรียนแบบที่ 4 (If) ผู้เรียนที่เรียนรู้ด้วยการรับรู้จากประสบการณ์รูปธรรมไปสู่การลงมือปฏิบัติ

ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยคำนึงถึงความแตกต่างของผู้เรียนทั้ง 4 แบบ และพัฒนาสมองทั้งซีกซ้ายและซีกขวาของผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ตามความถนัดและความสนใจ ผู้เรียนได้พัฒนาตนเองอย่างเต็มศักยภาพ

2. วัตถุประสงค์

- 1) เพื่อเสริมสร้างศักยภาพการเรียนรู้ของผู้เรียนกับพัฒนาการทางสมองซีกซ้ายและสมองซีกขวาอย่างเท่าเทียมกัน
- 2) เพื่อให้ผู้สอนสามารถจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับความถนัดของผู้เรียนแต่ละประเภทและผู้เรียนมีโอกาสร่วมความสำเร็จในการเรียนอย่างมีประสิทธิภาพ
- 3) เพื่อให้ผู้สอนสามารถจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญและส่งเสริมให้มีคุณลักษณะที่ดีมีปัญญาและมีความสุขในการเรียนรู้

3. องค์ประกอบสำคัญ

- 1) การวางแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
- 2) กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
- 3) ผลการเรียนรู้ของผู้เรียน

4. แนวคิดเชิงทฤษฎีและความเป็นมาของการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT

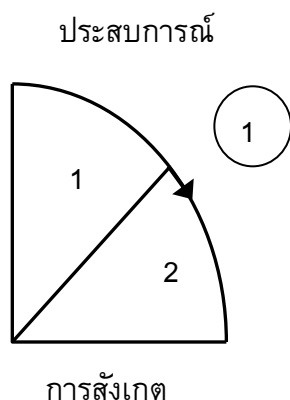
การจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดเรื่องการศึกษาแผนใหม่ (Progressivism) ซึ่งเป็น การจัดการศึกษาแบบก้าวหน้าให้ผู้เรียนได้เรียนรู้โดยการกระทำนั้นเป็นแนวความคิดที่ คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลซึ่งสนับสนุนปรัชญากลุ่มพัฒนาการนิยมหรือปรัชญากลุ่ม ก้าวหน้าโดยคำนึงถึงผู้เรียนที่มีวิธีการเรียนรู้ในลักษณะที่แตกต่างกันถ้าผู้สอนจัดกระบวนการ เรียนรู้ที่เหมาะสมกับผู้เรียนแต่ละประเภทซึ่งผู้เรียนก็จะประสบความสำเร็จในการเรียนได้อย่าง มีประสิทธิภาพรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT พัฒนาจากการค้นคว้าวิจัยของเบอร์นิส แมคคาร์ธี (BerniceMcCarthy) นักการศึกษาที่เน้นแนวทางการศึกษาซึ่งเชื่อในศักยภาพของ ผู้เรียนในเรื่องความแตกต่างระหว่างบุคคลโดยคำนึงถึงรูปแบบหรือวิธีการเรียนรู้ของผู้เรียนแต่ละ ประเภท

ในปีค.ศ. 1979 เบอร์นิส แมคคาร์ธี ได้รับทุนวิจัยเกี่ยวกับรูปแบบการเรียนรู้และ บทบาทของสมองที่มีอิทธิพลต่อการเรียนรู้ซึ่งเขาได้ศึกษาและแลกเปลี่ยนแนวคิดกับนักการ ศึกษาต่าง ๆ มากมายแต่แนวคิดที่มีอิทธิพลต่อเบอร์นิสแมคคาร์ธีมากที่สุดคือ แนวคิดและทฤษฎี การเรียนรู้ของเดวิดคอล์ป (David Kolb) ที่มีแนวคิดว่าการเรียนรู้เกิดขึ้นจากความสัมพันธ์ใน 2 มิติ คือการรับรู้ (Perception) และการจัดกระบวนการ (Processing) โดยการเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้ อย่างมีประสิทธิภาพเป็นผลมาจากวิธีการที่บุคคลนั้นรับรู้แล้วจัดกระบวนการเสียใหม่ตามแนว ความถนัดของตนเองซึ่งการรับรู้จะเกิดขึ้นได้ 2 วิธีคือการรับรู้โดยผ่านประสบการณ์ตรงหรือ ประสบการณ์รูปธรรม (Concrete Experience) และการรับรู้ได้โดยผ่านความคิดรวบยอดหรือ นามธรรม (Abstract Conceptualization) กระบวนการรับรู้ดังกล่าวเป็นกระบวนการที่เกิดจาก การที่ลงมือปฏิบัติจริง (Active Experimentation) และจะได้ทำการเฝ้าสังเกตอย่างไตร่ตรอง (Reflective Observation) ซึ่งเดวิด คอล์ป ได้แบ่งรูปแบบการเรียนรู้ตามความแตกต่างของการ เรียนรู้เป็น 4 ส่วนตามจุดตัดของแกนการรับรู้และแกนของกระบวนการโดยให้ส่วนที่เป็นวงล้อ แห่งการเรียนรู้เป็นลักษณะของผู้เรียน 4 แบบ ซึ่งมีรูปแบบการรับรู้และกระบวนการรับรู้ที่ แตกต่างกัน

5. ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้

การจัดการเรียนรู้ที่คำนึงถึงรูปแบบการเรียนรู้ของกลุ่มผู้เรียน 4 กลุ่ม กับ พัฒนาการสมองซีกซ้ายและซีกขวาอย่างสมดุลซึ่งได้แก่ผู้เรียนแบบที่ 1 มีการจินตนาการเป็น หลักผู้เรียนแบบที่ 2 (What) มีการเรียนรู้ด้วยการวิเคราะห์และการเก็บรายละเอียดเป็นหลัก

ผู้เรียนแบบที่ 3 (How) มีการเรียนรู้ด้วยสามัญสำนึกหรือประสาทสัมผัสผู้เรียนแบบที่ 4 (If) มีการเรียนรู้ด้วยการรับรู้จากประสบการณ์รูปธรรมไปสู่การลงมือปฏิบัติซึ่งแมคคาร์ธี (McCarthy, 1997, pp. 45-61) ได้กำหนดลำดับขั้นการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT ดังตัวอย่าง

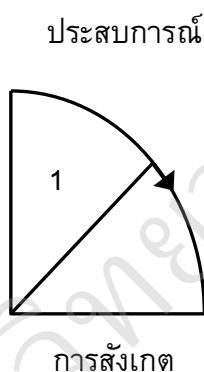


ส่วนที่ 1 ผู้เรียนแบบที่ 1 เรียนรู้จากประสบการณ์และการเฝ้าสังเกตอย่างไตร่ตรอง (Imaginative Learners) เป็นช่วงที่ผู้เรียนเป็นช่วงที่ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์และกระบวนการ 1 การเฝ้าสังเกตอย่างไตร่ตรองมักใช้คำถามว่า “ทำไม” (Why)

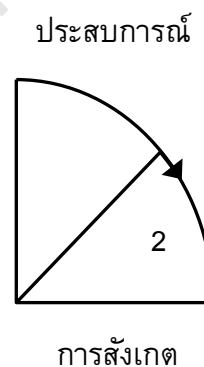
บทบาทของผู้สอน : ผู้คอยกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดวิเคราะห์สิ่งที่สังเกตได้อย่างไตร่ตรอง

วิธีการจัดกิจกรรม : ใช้คำถามถามข้อมูลเพื่อให้ผู้เรียนสังเกตการร่วมกันอภิปรายการให้ผู้เรียนได้พบของจริงและให้ผู้เรียนทำกิจกรรม

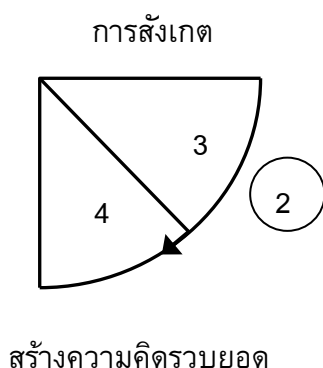
ในส่วนที่ 1 สามารถแบ่งขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็น 2 ขั้นตอนที่คำนึงถึงการทำงานของสมองซีกขวาและซีกซ้ายของผู้เรียนได้ดังตัวอย่าง



ขั้นตอนที่ 1 : ขั้นสร้างคุณค่าและประสบการณ์ของสิ่งที่เรียน (สมองซีกขวา) ผู้สอนควรกระตุ้นความสนใจและแรงจูงใจให้ผู้เรียนคิดโดยใช้คำถามที่กระตุ้นให้ผู้เรียนสังเกตการออกไปปฏิสัมพันธ์กับสภาพแวดล้อมจริงของสิ่งที่เรียนเป็นขั้นที่เน้นการจัดกิจกรรมที่พัฒนาสมองซีกขวา



ขั้นตอนที่ 2 : ขั้นวิเคราะห์ประสบการณ์ (สมองซีกซ้าย) จากขั้นตอนที่ 1 ที่ผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนอยากเรียนรู้และสนใจในสิ่งที่เรียนต่อจากนั้นในขั้นที่ 2 นี้ผู้สอนควรให้ผู้เรียนวิเคราะห์หาเหตุผลฝึกทำกิจกรรมกลุ่มอย่างมีความหลากหลายเช่นฝึกการเขียนแผนผังมโนคติ (Concept mapping) ช่วยกันระดมสมองอภิปรายร่วมกันเป็นขั้นที่เน้นการจัดกิจกรรมที่พัฒนาสมองซีกซ้าย

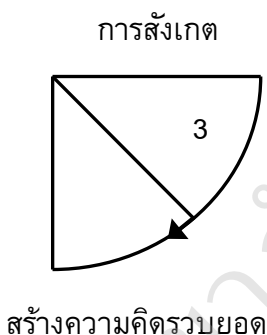


ส่วนที่ 2 ผู้เรียนแบบที่ 2 เรียนรู้จากการสังเกตอย่างไตร่ตรองและนำไปสู่การสร้างความคิดรวบยอด (Analytic Learners) เป็นช่วงที่ผู้เรียนได้เรียนรู้จากการสังเกตอย่างไตร่ตรองสู่การสร้างความคิดรวบยอดมักใช้คำถามว่า “อะไร” (What) เช่นเราจะเรียนกันดี

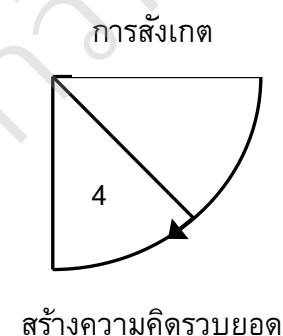
บทบาทของผู้สอน : เตรียมข้อมูลให้ผู้เรียนควรทราบและสาริต

วิธีจัดกิจกรรม : ให้ผู้เรียนได้ค้นคว้าเนื้อหาที่จะเรียนจากแหล่งต่างๆ เช่น ใบความรู้ วิดีทัศน์ เกม ผู้สอนเป็นผู้ให้ข้อมูลเล่นเกมเป็นต้น

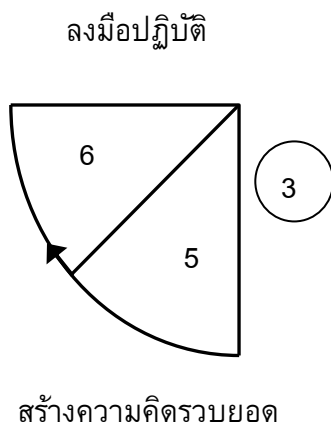
ในส่วนที่ 2 สามารถแบ่งขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็น 2 ขั้นตอนที่คำนึงถึงการทำงานของสมองซีกขวาและซีกซ้ายของผู้เรียนได้ดังตัวอย่าง



ขั้นตอนที่ 3 : ขั้นปรับประสบการณ์เป็นความคิดรวบยอด (สมองซีกขวา) ผู้สอนควรเน้นให้ผู้เรียนได้วิเคราะห์อย่างไตร่ตรองนำความรู้ที่ได้มาเชื่อมโยงกับข้อมูลที่ได้ศึกษาค้นคว้าโดยจัดระบบการวิเคราะห์เปรียบเทียบการจัดลำดับความสัมพันธ์ของสิ่งที่เรียนเป็นขั้นที่เน้นการจัดกิจกรรมที่พัฒนาสมองซีกขวา



ขั้นตอนที่ 4 : ขั้นพัฒนาความคิดรวบยอด (สมองซีกซ้าย) ผู้สอนควรให้ทฤษฎีหลักการที่ลึกซึ้งโดยเฉพาะรายละเอียดของข้อมูลต่างๆ เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจและพัฒนาความคิดรวบยอดของตนเองในเรื่องที่เรียนกิจกรรมควรเป็นกิจกรรมที่ให้ผู้เรียนค้นคว้าจากใบความรู้แหล่งวิทยาการท้องถิ่น การสาธิต การทดลอง การใช้ห้องสมุด วิดีทัศน์ สื่อประสมต่างๆ เป็นขั้นที่เน้นการจัดกิจกรรมที่พัฒนาสมองซีกซ้าย

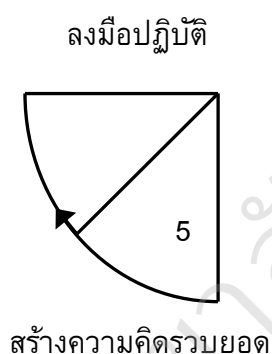


ส่วนที่ 3 ผู้เรียนแบบที่ 3 สร้างความคิดรวบยอดไปสู่การลงมือปฏิบัติและสามารถสร้างชิ้นงานในลักษณะเฉพาะตัว (Commonsense Learners) เป็นช่วงที่ผู้เรียนจะสร้างความคิดรวบยอด(มโนคติ) ไปสู่การลงมือปฏิบัติกิจกรรมการทดลองตามความคิดของตนเองและสร้างชิ้นงานที่เป็นลักษณะเฉพาะตัว

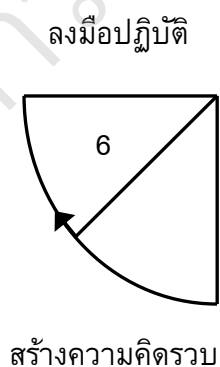
บทบาทของผู้สอน : เป็นผู้คอยแนะนำชี้แนะ (Coach) และผู้อำนวยความสะดวก (Facilitator) แก่ผู้เรียน

วิธีการจัดกิจกรรม : ให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมสรุปผลการทดลองทำแบบฝึกหัดตามความเหมาะสมของเนื้อเรื่องที่เรียน

ในส่วนที่ 3 สามารถแบ่งขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็น 2 ขั้นตอนที่คำนึงถึงการทำงานของสมองซีกขวาและซีกซ้ายของผู้เรียนได้ดังตัวอย่าง

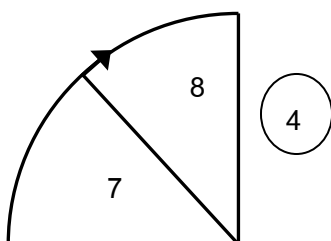


ขั้นตอนที่ 5 ขั้นลงมือปฏิบัติจากกรอบความคิดรวบยอด (สมองซีกซ้าย) ผู้สอนควรให้ผู้เรียนปฏิบัติกิจกรรมการทดลองจากใบงานการทดลองทำแบบฝึกหัดการสรุปผลการปฏิบัติกิจกรรมสรุปผลการทดลองที่ถูกต้องชัดเจนโดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนซักถามข้อสงสัยก่อนปฏิบัติกิจกรรมฝึกเลือกใช้อุปกรณ์บันทึกผลการทดลองโดยผู้สอนจะเป็นพี่เลี้ยงเป็นขั้นที่เน้นการจัดกิจกรรมที่พัฒนาสมองซีกซ้าย



ขั้นตอนที่ 6 ขั้นสร้างชิ้นงานเพื่อสะท้อนความเป็นตนเอง (สมองซีกขวา) ผู้สอนต้องเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงความสามารถของตนเองตามความถนัดความสนใจเพื่อสร้างสรรค์ชิ้นงานตามจินตนาการของตนเองที่แสดงถึงความเข้าใจในเนื้อหาวิชาที่เรียนให้เห็นเป็นรูปธรรมในรูปแบบต่างๆโดยเลือกวิธีการนำเสนอผลงานในลักษณะเฉพาะตัวชิ้นงานที่สร้างอาจเป็นภาพวาดนิทานสรุปรวบรวมสิ่งที่เรียนสิ่งประดิษฐ์แผ่นพับ เป็นต้นเป็นขั้นที่เน้นการจัดกิจกรรมที่พัฒนาสมองซีกขวา

ประสบการณ์จริง



การลงมือปฏิบัติ

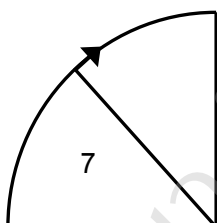
ส่วนที่ 4 ผู้เรียนแบบที่ 4 เรียนรู้จากประสบการณ์รูปธรรมไปสู่การลงมือปฏิบัติในชีวิตจริง (Dynamic Learners) เป็นช่วงที่ผู้เรียนได้นำเสนอผลงานของตนเอง โดยสอดแทรกการอภิปรายถึงปัญหาอุปสรรคในการปฏิบัติกิจกรรมวิธีการแก้ไขปัญหาเพื่อปรับปรุงชิ้นงานจนสำเร็จ และเป็นประโยชน์ต่อตนเองซึ่งสามารถบูรณาการการประยุกต์ใช้เชื่อมโยงกับชีวิตจริง/อนาคต

บทบาทของผู้สอน : ให้คำแนะนำร่วมประเมินผลงาน แนะนำวิธีการปรับปรุงผลงานและการรวบรวมผลงาน

วิธีการจัดกิจกรรม : ผู้เรียนนำเสนอชิ้นงานที่ปรับปรุง อภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับผู้อื่นและนำผู้อื่น

ในส่วนที่ 4 สามารถแบ่งขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็น 2 ขั้นตอนที่น่าสนใจถึงการทำงานของสมองซีกขวาและซีกซ้ายของผู้เรียนได้ดังตัวอย่าง

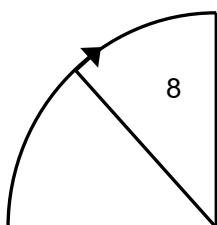
ประสบการณ์จริง



การลงมือปฏิบัติ

ขั้นตอนที่ 7 ขั้นวิเคราะห์ถึงคุณค่าและการประยุกต์ใช้ (สมองซีกซ้าย) ผู้สอนควรให้ผู้เรียนได้วิเคราะห์ชิ้นงานของตนเองโดยอธิบายขั้นตอนการทำงานปัญหาอุปสรรคในการทำงานและวิธีการแก้ไขโดยบูรณาการการประยุกต์ใช้เพื่อเชื่อมโยงกับชีวิตจริง/อนาคตซึ่งอาจจะวิเคราะห์ชิ้นงานในรูปกลุ่มย่อยหรือกลุ่มใหญ่ก็ได้ตามความเหมาะสมเป็นขั้นที่เน้นการจัดกิจกรรมที่พัฒนาสมองซีกซ้าย

ประสบการณ์จริง



การลงมือปฏิบัติ

ขั้นตอนที่ 8 ขั้นแลกเปลี่ยนประสบการณ์เรียนรู้กับผู้อื่น (สมองซีกขวา) เป็นขั้นสุดท้ายซึ่งผู้สอนควรให้ผู้เรียนได้นำเสนอผลงานของตนเองมานำเสนอหรือจัดแสดงในรูปแบบต่างๆ เช่นการจัดนิทรรศการป้ายนิเทศเพื่อให้เพื่อนๆ ได้ชื่นชมซึ่งถือเป็นการแบ่งปันโอกาสทางด้านความรู้และประสบการณ์ให้ผู้อื่นได้ซาบซึ้ง ในขั้นนี้ผู้เรียนควรรับฟังการวิพากษ์วิจารณ์อย่างสร้างสรรค์ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นเป็นขั้นที่เน้นการจัดกิจกรรมที่พัฒนาสมองซีกขวา

6. ขั้นตอนการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT

กมลพรรณ ชีวพันธ์ศรี (2545, หน้า 27) ในการเขียนแผนการจัดการกระบวนการเรียนรู้ที่คำนึงถึงรูปแบบของการเรียนรู้ของผู้เรียน 4 กลุ่มกับพัฒนาการสมองซีกซ้ายและสมองซีกขวาอย่างสมดุลซึ่งได้แก่

- 1) ผู้เรียนแบบที่ 1 ที่มีจินตนาการเป็นหลัก
- 2) ผู้เรียนแบบที่ 2 มีเรียนรู้โดยใช้การวิเคราะห์และการเก็บรายละเอียด
- 3) ผู้เรียนแบบที่ 3 มีการเรียนรู้ด้วยประสาทสัมผัสและสามัญสำนึก
- 4) ผู้เรียนแบบที่ 4 มีการเรียนรู้ด้วยการรับรู้จากประสบการณ์รูปธรรมไปสู่การ

ลงมือปฏิบัติ

7. ประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT

สุคนธ์ สินธพานนท์ (2554, หน้า 87) ได้กล่าวไว้ว่าในการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT มีประโยชน์ดังนี้

- 1) ผู้เรียนได้พัฒนาสมองซีกซ้าย และซีกขวา ได้อย่างสมดุล
- 2) ผู้เรียนมีประสบการณ์ตรงในการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง รู้จักการทำงานเป็นกลุ่ม ฝึกความเป็นประชาธิปไตย รู้จักรับฟังและยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่น
- 3) ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการคิดและการตัดสินใจในการทำกิจกรรมต่างๆ ได้แสดงออกถึงความคิดสร้างสรรค์
- 4) ผู้เรียนมีความสุขในการเรียนรู้จากการสร้างชิ้นงานต่างๆ ด้วยตนเอง มีความภูมิใจในความสำเร็จของตนเอง

8. แผนการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT

ผู้ศึกษาค้นคว้าใช้ลำดับขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT แนวความคิดของ แมคคาร์ธี (McCarthy, 1997, pp. 45-61) โดยกำหนดส่วนประกอบการเขียนแผนเป็น 10 ส่วน แบ่งวงล้อกระบวนการเรียนรู้ส่วนที่ 7 ออกเป็น 8 ขั้นตอนดังนี้

- ส่วนที่ 1 ผังการวิเคราะห์สาระการเรียนรู้
- ส่วนที่ 2 ผังการวิเคราะห์ประเด็นของการเรียนรู้
- ส่วนที่ 3 มโนคติที่ผู้เรียนพึงได้รับ
- ส่วนที่ 4 สาระการเรียนรู้
- ส่วนที่ 5 ศักยภาพที่ต้องการพัฒนา (เป้าหมายของการเรียนรู้)
 - 1) ให้ผู้เรียนเป็นคนดีโดย...
 - 2) ให้ผู้เรียนเป็นคนเก่งโดย...
 - 3) ให้ผู้เรียนเป็นคนมีความสุขโดย...
- ส่วนที่ 6 ผังการวางแผนการจัดกิจกรรม (วงล้อแห่งการเรียนรู้)

ส่วนที่ 7 รายละเอียดของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT

1) เรียนรู้จากประสบการณ์และการเฝ้าสังเกตอย่างไตร่ตรอง (Why)

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างคุณค่าและประสบการณ์ของสิ่งที่เรียน (R)

ขั้นที่ 2 ขั้นวิเคราะห์ประสบการณ์ (L)

2) เรียนรู้จากการสังเกตอย่างไตร่ตรองไปสู่การสร้างความคิดรวบยอด

(What)

ขั้นที่ 3 ขั้นปรับประสบการณ์เป็นความคิดรวบยอด (R)

ขั้นที่ 4 ขั้นพัฒนาความคิดรวบยอด (L)

3) สร้างความคิดรวบยอดไปสู่การลงมือปฏิบัติและสร้างชิ้นงานใน

ลักษณะเฉพาะตัว (How)

ขั้นที่ 5 ขั้นลงมือปฏิบัติจากกรอบความคิดรวบยอด (L)

ขั้นที่ 6 ขั้นสร้างชิ้นงานเพื่อสะท้อนความเป็นตนเอง (R)

4) เรียนรู้จากประสบการณ์รูปธรรมไปสู่การลงมือปฏิบัติในชีวิตจริง (If)

ขั้นที่ 7 ขั้นวิเคราะห์คุณค่าและประยุกต์ใช้ (L)

ขั้นที่ 8 ขั้นแลกเปลี่ยนประสบการณ์เรียนรู้กับผู้อื่น (R)

ส่วนที่ 8 สื่อการเรียนรู้

ส่วนที่ 9 การประเมินผล

ส่วนที่ 10 สรุปผลการสอน

1) ผลการเรียนรู้ของผู้เรียนและศักยภาพที่พัฒนาแล้ว

2) การประเมินผลการสอนของตนเอง (ผู้สอน)

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นความสามารถของนักเรียนในด้านต่างๆซึ่งเกิดจากนักเรียนได้รับประสบการณ์จากกระบวนการเรียนการสอนของครูโดยครูต้องศึกษาแนวทางในการวัดและประเมินผล การสร้างเครื่องมือวัดให้มีคุณภาพนั้น

1. ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2540, หน้า 29) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่าคุณลักษณะรวมถึงความรู้ความสามารถของบุคคลอันเป็นผลมาจากการเรียนการสอนทำให้บุคคลเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในด้านต่างๆของสมรรถภาพทางสมอง

วัฒนชัย ถิรศิลาเวทย์ (2546, หน้า 28) ให้ความหมายว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหมายถึงความสามารถในการเข้าถึงความรู้การพัฒนาทักษะในการเรียนโดยอาศัยความพยายามจำนวนหนึ่งและแสดงออกในรูปความสำเร็จซึ่งสามารถสังเกตและวัดได้ด้วยเครื่องมือทางจิตวิทยาหรือแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั่วไป

พจนีย์ ศรีตรัง (2546, หน้า 36) ให้ความหมายว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึงความรู้ความสามารถของบุคคลในการพยายามเข้าถึงความรู้ซึ่งวัดได้ด้วยแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทั่วไป

ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคือความรู้ความเข้าใจทักษะ และทัศนคติอันเกิดจากการเรียนรู้ซึ่งอาจวัดได้จากการทดสอบระหว่างหรือหลังจากการจัด กิจกรรมการเรียนการสอนแล้วด้วยการทดสอบหรือวิธีอื่น ๆ นอกจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจะ บอกคุณภาพของผู้เรียนแล้วยังแสดงให้เห็นคุณค่าของหลักสูตรคุณภาพของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตลอดจนความรู้ความสามารถของครูผู้สอนและผู้บริหารอีกด้วย

2. จุดมุ่งหมายของการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2540, หน้า 29-30) กล่าวว่าเป็นการตรวจสอบความสามารถ ของสมรรถภาพทางสมองของบุคคลว่าเรียนแล้วรู้อะไรบ้างและมีความสามารถด้านใดมากน้อย เท่าใดเช่นพฤติกรรมด้านความจำความเข้าใจการนำไปใช้การวิเคราะห์การสังเคราะห์และการ ประเมินค่ามากน้อยอยู่ในระดับใดนั้นคือการวัดผลสัมฤทธิ์เป็นการตรวจสอบพฤติกรรมของ นักเรียนในด้านพุทธิพิสัยที่เป็นการวัด 2 องค์ประกอบตามจุดมุ่งหมายและลักษณะของวิชาที่ เรียนดังนี้

1) การวัดด้านการปฏิบัติเป็นการตรวจสอบความรู้ความสามารถทางการปฏิบัติ โดยให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงให้เห็นเป็นผลงานปรากฏออกมาสามารถทำการสังเกตและวัด ได้เช่นวิชาศิลปศึกษาพลศึกษาการช่างเป็นต้นการวัดแบบนี้จึงต้องวัดโดยใช้ “ข้อสอบ ภาควิปฏิบัติ”(Performance Test) ซึ่งเป็นการประเมินผลพิจารณาที่วิธีปฏิบัติ (Procedure) และ ผลงานที่ทำ

2) การวัดด้านเนื้อหาเป็นการตรวจสอบความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเนื้อหาวิชา (Content) รวมถึงพฤติกรรมความสามารถในด้านต่างๆอันเป็นผลมาจากการเรียนการสอนมี วิธีการสอบวัดได้ 2 ลักษณะดังนี้

(1) การสอบแบบปากเปล่า (Oral Test) การสอบแบบนี้กระทำเป็นรายบุคคล ซึ่งเป็นการสอบที่ต้องการดูผลเฉพาะอย่าง เช่น การสอบอ่านฟังเสียง การสอบสัมภาษณ์ ที่ต้องการดูการใช้ถ้อยคำในการตอบคำถาม รวมทั้งการแสดงความคิดเห็นและบุคลิกภาพต่างๆ เช่น การสอบปริญญานิพนธ์ที่ต้องการวัดความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่ทำตลอดจนแง่มุมต่างๆ การ สอบปากเปล่าสามารถวัดได้ละเอียดลึกซึ้ง และคำถามก็สามารถเปลี่ยนแปลงหรือเพิ่มเติมได้ ตามที่ต้องการ

(2) การสอบแบบให้เขียนความ (Paper-Pencil Test or Written Test) เป็นการ สอบวัดที่ให้ผู้สอบเขียนเป็นตัวหนังสือตอบที่มีรูปแบบการตอบอยู่ 2 แบบคือแบบไม่จำกัด คำตอบ (Free Response Type) ได้แก่การสอบวัดที่ใช้ข้อสอบแบบอัตนัยหรือความเรียง (Essay Test) และแบบจำกัดคำถาม (Fixed Response Type) เป็นการสอบที่กำหนดขอบเขต

ของคำถามที่จะให้ตอบหรือกำหนดคำตอบมาให้เลือกซึ่งมีรูปแบบของคำถามคำตอบ 4 รูปแบบ ดังนี้ แบบเลือกทางใดทางหนึ่ง (Alternative) แบบจับคู่ (Matching) แบบเติมคำ (Completion) และแบบเลือกตอบ (Multiple Choice)

3. ประเภทของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ประวิตร ชูศิลป์ (2542, หน้า 46-48) ให้นิยามแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์เป็น เครื่องมือที่ใช้วัดความรู้ความเข้าใจและสมรรถภาพทางสมองด้านต่าง ๆ ตลอดจนทักษะที่ นักเรียนได้รับจากประสบการณ์ทั้งปวงตามหลักสูตรซึ่งในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ได้กำหนดไว้ 6 พฤติกรรมดังนี้

- 1) ความรู้-ความจำ
- 2) ความเข้าใจ
- 3) การนำไปใช้
- 4) การวิเคราะห์
- 5) การสังเคราะห์
- 6) การประเมินค่า

สมนึก ภัททิยธนี (2548, หน้า 55-84) ได้แบ่งประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สร้างขึ้นเป็น 6 ประเภทดังนี้

1) ข้อสอบแบบความเรียงหรืออัตนัย (Subject or Essay) เป็นข้อสอบที่มีเฉพาะคำถามแล้วให้นักเรียนเขียนตอบอย่างเสรีเขียนบรรยายตามความรู้และข้อคิดเห็นของแต่ละคน

2) ข้อสอบแบบกาถูก-ผิด (True-False Test) เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบที่มี 2 ตัวเลือก แต่ละตัวเลือกจะเป็นแบบคงที่และมีความหมายตรงกันข้าม เช่น ถูก-ผิด ใช่-ไม่ใช่ จริง-ไม่จริง เหมือนกัน-ต่างกัน เป็นต้น

3) สอบแบบเติมคำ (Completion) เป็นข้อสอบที่ประกอบด้วยประโยคหรือข้อความที่ยังไม่สมบูรณ์แล้วให้ผู้ตอบเติมคำหรือประโยคหรือข้อความลงในช่องว่างที่เว้นไว้นั้น เพื่อให้มีใจความสมบูรณ์และถูกต้อง

4) แบบทดสอบแบบตอบสั้นๆ (Short Answer Test) ข้อสอบประเภทนี้คล้ายกับข้อสอบแบบเติมคำแต่แตกต่างกันที่ข้อสอบแบบตอบสั้นๆเขียนเป็นประโยคคำถามที่สมบูรณ์แล้วให้ผู้ตอบเขียนตอบคำตอบที่ต้องการจะสั้นและกะทัดรัดได้ใจความสมบูรณ์ไม่ใช่เป็นการบรรยายแบบข้อสอบความเรียงหรืออัตนัย

5) ข้อสอบแบบจับคู่ (Matching) เป็นข้อสอบเลือกตอบชนิดหนึ่งโดยมีคำหรือข้อความแยกออกจากกันเป็น 2 ชุด แล้วให้ผู้ตอบเลือกจับคู่ว่าแต่ละข้อความในชุดหนึ่ง(ตัวยืน) จะจับคู่คำหรือข้อความใดในอีกชุดหนึ่ง (ตัวเลือก) ซึ่งมีความสัมพันธ์กันอย่างไรอย่างหนึ่งตามที่ผู้ออกข้อสอบกำหนดไว้

6) ข้อสอบแบบเลือกตอบ (Multiple Choice) คำถามแบบเลือกตอบโดยทั่วไปจะประกอบด้วย 2 ตอน คือตอนนำหรือคำถาม (Stem) กับตัวเลือก(Choice)ในตอนเลือกนี้จะประกอบด้วยตัวเลือกที่ถูกและตัวเลือกที่เป็นตัวลวงปกติจะมีคำถามที่กำหนดให้นักเรียนพิจารณาแล้วหาตัวเลือกที่ถูกต้องมากที่สุดจากตัวลวงอื่นๆและคำตอบแบบเลือกตอบที่นิยมใช้ตัวเลือกที่ใกล้เคียงกันดูเผินๆจะเห็นว่าทุกตัวเลือกถูกหมดแต่ความจริงมีน้ำหนักถูกมากน้อยต่างกัน

ดังนั้น การที่ครูผู้สอนจะเลือกออกข้อสอบประเภทใดนั้นต้องพิจารณาข้อดีข้อจำกัด ความเหมาะสมของแบบทดสอบกับเนื้อหาหรือจุดประสงค์ในการเรียนรู้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ผู้ศึกษาค้นคว้าเลือกใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบเลือกตอบ (Multiple Choice)

4. หลักการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นแบบทดสอบอิงเกณฑ์ บุญชม ศรีสะอาด (2545, หน้า 59-61) กล่าวถึงการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบอิงเกณฑ์ดำเนินตามขั้นตอนต่อไปนี้

4.1 วิเคราะห์จุดประสงค์เนื้อหาขั้นแรกจะต้องทำวิเคราะห์ดูเนื้อหาที่ได้ต้องการให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และที่จะต้องวัดแต่ละหัวข้อต้องให้ผู้เรียนเกิดพฤติกรรมหรือสมรรถภาพอะไรกำหนดออกมาชัดเจน

4.2 กำหนดพฤติกรรมย่อยที่ออกข้อสอบจะพิจารณาว่าจะวัดพฤติกรรมย่อยอะไรบ้างอย่างละกี่ข้อพฤติกรรมย่อยดังกล่าวคือจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมนั่นเองเมื่อกำหนดจำนวนข้อที่ต้องการจริงเสร็จแล้วต้องพิจารณาว่าจะออกข้อสอบเกินเท่าใดทั้งนี้หลังจากที่นำไปทดลองใช้และวิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบรายข้อแล้วจะต้องตัดข้อที่มีคุณภาพไม่เข้าเกณฑ์ออกข้อสอบที่เหลือจะได้ไม่น้อยกว่าจำนวนต้องการจริง

4.3 กำหนดรูปแบบของข้อสอบ และได้ศึกษาวิธีการเขียนข้อสอบขั้นตอนนี้เหมือนขั้นตอนที่ 2 ของการวางแผนสร้างแบบอิงกลุ่มทุกประการคือตัดสินใจว่าจะใช้ข้อคำถามรูปแบบใดและศึกษาวิธีเขียนข้อสอบเพื่อนำไปใช้ในการเขียนข้อสอบ

4.4 เขียนข้อสอบ ลงมือเขียนข้อสอบตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ตามตารางที่กำหนดจำนวนข้อสอบของแต่ละจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมและใช้รูปแบบเทคนิคการเขียนตามการศึกษา

4.5 ตรวจทานข้อสอบ นำข้อสอบที่เขียนเสร็จแล้วมาตรวจทานอีกครั้งโดยพิจารณาความถูกต้องตามหลักวิชาภาษาที่ใช้เขียนมีความชัดเจนเข้าใจง่ายหรือไม่ตัวถูกตัวลวง

4.6 ให้ผู้เชี่ยวชาญได้พิจารณาความเที่ยงตรงตามเนื้อหาและได้นำจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมและข้อสอบที่วัดแต่ละจุดประสงค์ไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดผลและด้านเนื้อหา

จำนวนไม่ต่ำกว่า 3 คนพิจารณาข้อสอบว่ามีความตรงกับจุดประสงค์หรือไม่ควรพิจารณาให้เหมาะสม

4.7 พิมพ์แบบทดสอบฉบับทดลอง และนำข้อสอบทั้งหมดที่ได้ผ่านการพิจารณาว่าเหมาะสมเข้าเกณฑ์ในขั้นที่ 6 มาพิมพ์เป็นแบบทดสอบ มีคำชี้แจงเกี่ยวกับแบบทดสอบ วิธีตอบ จัดวางรูปแบบการพิมพ์ให้เหมาะสม

4.8 ทดลองใช้วิเคราะห์คุณภาพและปรับปรุง

4.9 พิมพ์แบบทดสอบฉบับจริง

เยาวดี วิบูลย์ศรี (2548, หน้า 178-179) ได้เสนอวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ไว้ว่าการสร้างแบบทดสอบจะต้องมีวิธีการเตรียมตัวการวางแผนเพื่อให้แบบทดสอบดังกล่าวมีกลุ่มตัวอย่างของพฤติกรรมที่ต้องการวัดได้อย่างเด่นชัดซึ่งจะต้องอาศัยกลวิธีในการสร้าง

แบบทดสอบสามารถแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอนดังนี้

1) กำหนดวัตถุประสงค์ทั่วไปของการสอบอยู่ในรูปของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยระบุเป็นข้อๆและให้วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเหล่านั้นสอดคล้องกับเนื้อหาสาระทั้งหมดที่จะทำการทดสอบด้วย

2) กำหนดโครงเรื่องของเนื้อหาสาระที่จะทำการทดสอบให้ครบถ้วน

3) เตรียมตารางเฉพาะหรือผังของแบบทดสอบเพื่อแสดงถึงน้ำหนักของเนื้อหาวิชาแต่ละส่วนและพฤติกรรมต่างๆที่ต้องการทดสอบให้เด่นชัดสั้นกะทัดรัดและมีความชัดเจน

4) สร้างข้อสอบทั้งหมดที่ต้องการจะทดสอบให้เป็นไปตามสัดส่วนของน้ำหนักที่ระบุไว้ในตารางเฉพาะ

5. คุณลักษณะแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดี

เยาวดี วิบูลย์ศรี (2548, หน้า 225-227) กล่าวถึงคุณลักษณะของแบบทดสอบหลายตัวเลือกที่ดีไว้ดังนี้

1) ข้อคำถามที่เป็นส่วนน่านับควรใช้ภาษากระทัดรัด ชัดเจน ได้ใจความ และเรื่องที่ถามควรเป็นเรื่องที่สำคัญเพียงเรื่องเดียวในแต่ละข้อ

2) ข้อคำถามควรใช้ข้อความในเชิงบวกหลีกเลี่ยงการใช้ข้อความในเชิงปฏิเสธแต่ถ้าจำเป็นต้องใช้ควรขีดเส้นใต้หรือเขียนเป็นตัวเน้นคำที่เป็นปฏิเสธเพื่อให้เห็นได้ชัดเจน

3) ข้อกระทงแต่ละข้อควรเป็นอิสระหรือแยกขาดจากกันไม่ขึ้นกับข้ออื่นๆในแบบทดสอบนั้นๆ

4) ถ้าข้อคำถามข้อดีที่ต้องอาศัยกราฟตารางและอื่นๆตัวคำถามและตัวเลือกจะต้องหาจากข้อมูลหรือมีความเกี่ยวเนื่องกับข้อมูลที่มาจากราฟหรือตาราง

5) ตัวเลือกที่ถูกควรเป็นคำตอบที่สมบูรณ์ที่สุด และจะต้องระวังว่ามีตัวเลือกที่เป็นคำตอบเพียงตัวเดียวเท่านั้น

6) คำที่จะให้ความหมาย ควรให้อยู่ในตัวคำถาม ส่วนคำกำจัดความให้อยู่ในตัวเลือก

7) ควรจะหลีกเลี่ยงการใช้ตัวเลือกประเภทถูกทุกข้อหรือจะถูกทุกข้อที่กล่าวมา หรือคำตอบถูกไม่ได้ให้ไว้

8) การเขียนคำถามจะต้องระวังไม่ให้คำตอบของข้อหนึ่งมาจากคำถามอีกข้อหนึ่ง

9) ลักษณะของข้อคำถามจะต้องไม่ก่อให้เกิดการชี้แนะคำตอบ

10) การจัดเรียงตำแหน่งตัวเลือกที่ถูกของข้อต่างๆ ควรจะอยู่ในลักษณะสุ่ม

11) ตัวเลือกที่ถูกควรจะกระจายไปยังลำดับที่ ก ข ค ง หรือ จ ในสัดส่วนที่ไม่ต่างกันมากนัก

12) การจัดเรียงข้อกระทง และการดำเนินการจัดพิมพ์ควรอยู่ในรูปแบบเดียวกัน

13) ข้อคำถามในข้อหนึ่งควรจะสิ้นสุดลงในหน้าเดียวกัน ไม่ควรที่จะมีคำถามและตัวเลือกข้อเดียวกันไปอยู่แยกไปคนละหน้า เพราะจะทำให้ผู้ตอบสับสน สรุปได้ว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดี คือ แบบทดสอบที่สามารถวัดได้ตรงตามจุดมุ่งหมายมีความเที่ยงตรงและเชื่อถือได้

ความสามารถในการคิดวิเคราะห์

ในกระบวนการเรียนการสอนสิ่งที่เป็นจุดประสงค์อย่างหนึ่งที่ต้องการให้เกิดขึ้นกับผู้เรียนคือ มีการคิดวิเคราะห์ ซึ่งข้อมูลต่างๆของการคิดวิเคราะห์ มีดังนี้

1. ความหมายของการคิดวิเคราะห์

ศิริกาญจน์ โกสุมภ์ ,และดารณี คำวัจน์ (2544, หน้า 51) ได้ให้ความหมายของการคิดวิเคราะห์ว่าหมายถึง ความสามารถในการคิดแยกแยะเรื่องราวใดๆ ออกเป็นส่วนย่อยๆ ว่าสิ่งเหล่านั้นมีองค์ประกอบกันเช่นไร

สมนึก ภัทธีธรณี (2546, หน้า 144) ได้ให้ความหมายของการคิดวิเคราะห์ว่าหมายถึง การแยกแยะพิจารณารายละเอียดของสิ่งต่างๆ หรือเรื่องราวต่างๆ ว่ามีชิ้นส่วนใดสำคัญที่สุดสองชิ้นส่วนใดสัมพันธ์กันมากที่สุด และชิ้นส่วนเหล่านั้นอยู่รวมกันได้หรือทำงานได้ เพราะใช้หลักการใด ลักษณะของการวิเคราะห์ คือ การใช้วิจารณญาณเพื่อไตร่ตรองนั่นเอง

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2547, หน้า 24) ได้ให้ความหมายของการคิดวิเคราะห์ว่าหมายถึง ความสามารถในการจำแนกแจกแจงองค์ประกอบต่างๆ ของสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือเรื่องใดเรื่องหนึ่ง และหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผลระหว่างองค์ประกอบเหล่านั้นเพื่อค้นหาสาเหตุที่แท้จริงของสิ่งที่เกิดขึ้น

สุวิทย์ มูลคำ (2547, หน้า 9) ได้ให้ความหมายของการคิดวิเคราะห์ว่า หมายถึง ความสามารถในการจำแนกแยกแยะองค์ประกอบต่างๆ ของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งอาจจะเป็นวัตถุ สิ่งของเรื่องราวหรือเหตุการณ์ และหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผลระหว่างองค์ประกอบเหล่านั้น เพื่อค้นหาสภาพความเป็นจริงหรือสิ่งสำคัญของสิ่งที่กำหนดให้

ดังนั้น จึงสามารถสรุปได้ว่า ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการพิจารณาจำแนก แยกแยะ ตีรายละเอียดของสิ่งต่างๆ หรือเรื่องราวเหตุการณ์ต่างๆ เพื่อค้นหาความเป็นจริงหรือความสำคัญของสิ่งนั้นๆ ซึ่งวัดความสามารถในการสรุปความ การวิเคราะห์ข้อตกลงเบื้องต้น การหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผล การตีความ และการประเมินข้อโต้แย้ง

2. แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการคิดวิเคราะห์

ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ (ทิสนา แคมมณี และคนอื่นๆ, 2544, หน้า 13-14) อธิบายว่าพัฒนาการทางสติปัญญาของคนมีลักษณะเดียวกันในช่วงอายุเท่ากันและแตกต่างกันในช่วงอายุต่างกัน พัฒนาการทางสติปัญญาเป็นผลจากการปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคลกับสิ่งแวดล้อม โดยบุคคลพยายามปรับตัวให้อยู่ในสภาวะสมดุลด้วยการใช้กระบวนการดูดซึมและกระบวนการปรับให้เหมาะสมทำให้เกิดการเรียนรู้โดยเริ่มจากการสัมผัสต่อมาจึงเกิดความคิดทางรูปธรรมและพัฒนาไปเรื่อยๆ จนเกิดความคิดเป็นนามธรรม ซึ่งเป็นการพัฒนาอย่างต่อเนื่องตามลำดับขั้นการเกิดพัฒนาการทางสติปัญญาตามทฤษฎีของเพียเจต์ อันเป็นผลเนื่องมาจากการปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคลกับสิ่งแวดล้อมบุคคลพยายามปรับตัวโดยใช้กระบวนการ 2 อย่างคือกระบวนการดูดซึมและกระบวนการปรับให้เหมาะสม

กระบวนการดูดซึม (Assimilation) เป็นกระบวนการที่เกิดจากการที่เด็กพบหรือมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมแล้วรับหรือดูดซึมภาพและเหตุการณ์ต่างๆ เข้าไว้ในความคิดของตน

กระบวนการปรับให้เหมาะสม (Accommodation) เป็นกระบวนการปรับความรู้เดิมให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมใหม่หรือสามารถปรับความคิดเดิมให้สอดคล้องกับสิ่งใหม่ทำให้เด็กอยู่ในสภาวะสมดุล (Equilibrium) ซึ่งทำให้คนสามารถปรับตัวเข้ากับสิ่งแวดล้อมได้ (Adaptation) และเกิดโครงสร้างทางสติปัญญาที่เรียกว่า "Schema" ซึ่งบุคคลจะใช้ตีความหมายสิ่งที่รับรู้ต่างๆ เพียเจต์ได้แบ่งพัฒนาการทางปัญญาของมนุษย์ออกเป็น 4 ขั้นด้วยกันซึ่งเด็กแต่ละขั้นจะมีลักษณะสำคัญดังนี้ (ประสาธ อิศรปริดา, 2547, หน้า 75)

1) ขั้นประสาทรับรู้และการเคลื่อนไหว (0-2 ปี) เด็กจะเรียนรู้สิ่งรอบตัวจากการสัมผัสและการกระทำเท่านั้น เด็กจะสนใจสิ่งต่างๆ และจะเลียนแบบในสิ่งที่พบเห็น ในตอนปลายๆ ของขั้นนี้เด็กทำสิ่งต่างๆ ซ้ำๆ ด้วยวิธีต่างๆ ที่แปลกออกไป และเริ่มสร้างภาพความคิดเห็นในใจได้

2) ขั้นตอนการคิดแบบเหตุผล (2-7 ปี) เด็กชั้นนี้จะมีพัฒนาการทางภาษาและการใช้สัญลักษณ์ก้าวหน้ารวดเร็วมากเด็กจะเริ่มมีจินตภาพเลียนแบบได้โดยไม่ต้องเห็นแม่แบบชอบเล่นสมมุติโดยใช้สิ่งหนึ่งแทนสิ่งที่เป็นจริงอย่างไรก็ตามเด็กระยะนี้ยังมีขีดจำกัดใน

3) ขั้นตอนการคิดแบบเหตุผลเชิงรูปธรรม (7-11 ปี) เด็กส่วนใหญ่ในชั้นนี้จะอยู่ในระดับประถมศึกษาขึ้นไปข้อจำกัดที่ปรากฏในขั้นตอนการคิดแบบเหตุผลจะหมดไปฉะนั้นเขาจะสามารถเข้าใจสิ่งๆเกี่ยวกับกระบวนการอนุรักษ์การจัดกลุ่มหรือแบ่งหมู่การจัดเรียงลำดับของสิ่งของเวลาและอัตราเร่งอย่างไรก็ตามความสามารถเข้าใจสิ่งๆดังกล่าวก็ยังจำกัดอยู่เฉพาะเรื่องที่เป็นรูปธรรมเท่านั้น

4) ขั้นตอนการคิดแบบเหตุผลเชิงนามธรรม (11 ปีขึ้นไป) ขั้นนี้เด็กจะมีความสามารถคิดแก้ปัญหาหรือสรุปผลอย่างเป็นระบบสามารถสรุปเหตุผลนอกเหนือจากข้อมูลที่มีอยู่สามารถเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผลตามหลักตรรกศาสตร์และสามารถคิดสมมุติฐานหรือความเป็นไปได้ของเหตุการณ์ต่างๆอย่างสมเหตุสมผลและสรุปกฎเกณฑ์จากการตรวจสอบสมมุติฐานที่กำหนดขึ้นด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์

3. องค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2547, หน้า 26-30) ได้กล่าวว่าการคิดวิเคราะห์ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบดังนี้คือ

1) ความสามารถในการตีความเราไม่สามารถวิเคราะห์สิ่งต่างๆได้หากไม่เริ่มต้นด้วยการทำความเข้าใจข้อมูลที่ปรากฏเริ่มแรกเราจึงจำเป็นต้องพิจารณาข้อมูลที่ได้รับว่าอะไรเป็นอะไรด้วยการตีความสร้างความเข้าใจต่อสิ่งที่ต้องการวิเคราะห์โดยสิ่งนั้นไม่ได้ปรากฏโดยตรงคือข้อมูลไม่ได้บอกโดยตรงแต่เป็นการสร้างความเข้าใจที่เกินกว่าสิ่งที่ปรากฏอันเป็นการสร้างความเข้าใจบนพื้นฐานของสิ่งที่ปรากฏในข้อมูลที่น่ามาวิเคราะห์

2) ความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่จะวิเคราะห์ซึ่งเราจะคิดวิเคราะห์ได้ดีนั้นจำเป็นต้องมีความรู้ความเข้าใจพื้นฐานในเรื่องนั้นเพราะความรู้จะช่วยให้การกำหนดขอบเขตของการวิเคราะห์แจ่มแจ้งและจำแนกได้ว่าเรื่องนั้นเกี่ยวข้องกับอะไรมีองค์ประกอบย่อยอะไรบ้างมีที่หมวดหมู่จัดลำดับความสำคัญอย่างไรและรู้ว่าอะไรเป็นสาเหตุก่อให้เกิดอะไร

3) ความช่างสังเกตช่างสงสัยและช่างถามนักคิดเชิงวิเคราะห์จึงจะต้องมีองค์ประกอบทั้งสามนี้ร่วมด้วยคือต้องเป็นคนที่ช่างสังเกตสามารถค้นพบความผิดปกติท่ามกลางสิ่งที่ดูอย่างผิวเผินแล้วเหมือนไม่มีอะไรเกิดขึ้นต้องเป็นคนที่ช่างสงสัยเมื่อเห็นความผิดปกติแล้วไม่ละเลยไปแต่หยุดพิจารณาขบคิดไตร่ตรองและต้องเป็นคนที่ช่างถามชอบตั้งคำถามกับตัวเองและคนรอบๆข้างเกี่ยวกับสิ่งที่เกิดขึ้นเพื่อนำไปสู่การคิดต่อเกี่ยวกับเรื่องนั้นการตั้งคำถามจะนำไปสู่การสืบค้นความจริงและเกิดความชัดเจนในประเด็นที่ต้องการวิเคราะห์

4) ความสามารถในการหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผลนักคิดเชิงวิเคราะห์จะต้องมีความสามารถในการหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผลสามารถค้นหาคำตอบได้ว่าอะไรเป็นสาเหตุให้

เกิดสิ่งนี้หรือเรื่องนั้นเชื่อมโยงกับเรื่องนี้ได้อย่างไรหรือเรื่องนี้ใครเกี่ยวข้องบ้างเกี่ยวข้องกันอย่างไรและคำถามอื่นๆที่มุ่งหมายการออกแรงทางสมองให้ต้องขบคิดอย่างมีเหตุผลมีผลเชื่อมโยงกับเรื่องที่เกิดขึ้นนักคิดเชิงวิเคราะห์จึงต้องเป็นผู้มีความสามารถในการใช้เหตุผลจำแนกแยกแยะได้ว่าสิ่งใดเป็นจริงสิ่งใดเป็นความเท็จสิ่งใดมีองค์ประกอบในรายละเอียดเชื่อมโยงสัมพันธ์กันอย่างไรการคิดเชิงวิเคราะห์ช่วยให้เราเข้าใจจริงรู้เหตุผลเบื้องหลังของสิ่งที่เกิดขึ้นเข้าใจความเป็นมาเป็นไปของเหตุการณ์ต่างๆว่าเรื่องนั้นมีองค์ประกอบอะไรบ้างรู้อะไรเป็นอะไรทำให้เราได้ข้อเท็จจริงที่เป็นฐานความรู้ในการนำไปใช้ในการตัดสินใจแก้ปัญหาการประเมินและการตัดสินใจเรื่องต่างๆได้อย่างถูกต้อง

4. ทักษะย่อยของการคิดวิเคราะห์

ทิสนา แชมมณี และคนอื่นๆ (2544, หน้า 131-133) กล่าวว่า การคิดวิเคราะห์เป็นทักษะการคิดขั้นสูงที่มีขั้นตอนหลายขั้นและต้องอาศัยทักษะการสื่อความหมาย และทักษะการคิดเป็นแกนหลายๆทักษะในแต่ละขั้น ซึ่งทักษะย่อยของการคิดวิเคราะห์มีดังนี้

- 1) การรวบรวมข้อมูลทั้งหมดมาจัดระบบหรือเรียบเรียงได้ง่ายต่อการทำความเข้าใจ
- 2) การกำหนดมิติหรือแง่มุมที่จะวิเคราะห์โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมและอาศัยการค้นพบลักษณะหรือคุณสมบัติร่วมของกลุ่มข้อมูลบางกลุ่ม
- 3) การกำหนดหมวดหมู่ในมิติหรือแง่มุมที่จะวิเคราะห์
- 4) การแจกแจงข้อมูลที่มีอยู่ในแต่ละหมวดหมู่โดยคำนึงถึงความเป็นตัวอย่างเหตุการณ์การเป็นสมาชิกหรือความสัมพันธ์เกี่ยวข้องโดยตรง
- 5) การนำข้อมูลที่แจกแจงเสร็จแล้วในแต่ละหมวดหมู่มาจัดลำดับหรือจัดระบบให้ง่ายแก่การทำความเข้าใจ
- 6) การเปรียบเทียบข้อมูลระหว่างแต่ละหมวดหมู่ในแง่ของความมากหรือน้อย ความสอดคล้องความขัดแย้งผลทางบวกทางลบความเป็นเหตุเป็นผลลำดับความต่อเนื่อง

5. กระบวนการคิดวิเคราะห์

สุวิทย์ มูลคำ (2547, หน้า 18-19) กล่าวว่ากระบวนการคิดวิเคราะห์ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดสิ่งที่ต้องการวิเคราะห์เป็นการกำหนดวัตถุประสงค์ของเรื่องราวหรือเหตุการณ์ต่างๆขึ้นมาเพื่อเป็นต้นเรื่องที่จะใช้วิเคราะห์เช่นพีชัตว์หินดินรูปภาพ บทความเรื่องราวเหตุการณ์หรือสถานการณ์จากข่าวของจริงหรือสื่อเทคโนโลยีต่างๆเป็นต้น

ขั้นที่ 2 กำหนดปัญหาหรือวัตถุประสงค์ เป็นการกำหนดประเด็นข้อสงสัยจากปัญหาของสิ่งที่ต้องการวิเคราะห์ ซึ่งอาจจะกำหนดเป็นคำถามหรือเป็นการกำหนดวัตถุประสงค์ของการวิเคราะห์เพื่อค้นหาความจริง สาเหตุ หรือความสำคัญ เช่น ภาพนี้บทความนี้ต้องการสื่อหรือบอกอะไรที่สำคัญที่สุด

ขั้นที่ 3 กำหนดหลักการหรือกฎเกณฑ์เป็นการกำหนดข้อกำหนดสำหรับการใช้แยกส่วนประกอบของสิ่งที่กำหนดให้เช่นเกณฑ์ในการจำแนกสิ่งที่มีความเหมือนกันหรือมีความแตกต่างกันหลักเกณฑ์ในการหาลักษณะความสัมพันธ์เชิงเหตุผลอาจเป็นลักษณะความสัมพันธ์ที่มีความหมายคล้ายคลึงกันหรือขัดแย้งกัน

ขั้นที่ 4 พิจารณาแยกแยะเป็นการพินิจพิเคราะห์ทำการแยกแยะกระจายสิ่งที่กำหนดให้ออกเป็นส่วนย่อยๆโดยอาจใช้เทคนิคคำถาม 5 W 1 H ประกอบด้วย What (อะไร) Where (ที่ไหน) When (เมื่อไร) Why (ทำไม) Who (ใคร) และ How (อย่างไร)

ขั้นที่ 5 สรุปคำตอบเป็นการรวบรวมประเด็นที่สำคัญเพื่อหาข้อสรุปเป็นคำตอบหรือตอบปัญหาของสิ่งที่กำหนดให้

6. ลักษณะของการคิดวิเคราะห์

บลูม (สมนึก ภัทธีธรณี, 2546, หน้า 144-147) ได้จำแนกการคิดวิเคราะห์ออกเป็น 3 ลักษณะดังนี้

1) การวิเคราะห์ความสำคัญหมายถึงการพิจารณาหรือจำแนกว่าชิ้นใดส่วนใดเรื่องใดเหตุการณ์ใดตอนใดสำคัญที่สุดหรือหาจุดเด่นจุดประสงค์สำคัญสิ่งที่ซ่อนเร้นอยู่

2) การวิเคราะห์ความสัมพันธ์หมายถึงการค้นหาค้นหาถึงความเกี่ยวข้องระหว่างคุณลักษณะสำคัญของเรื่องราวหรือสิ่งต่างๆว่าสองชิ้นส่วนใดสัมพันธ์กัน

3) การวิเคราะห์หลักการหมายถึงการให้พิจารณาดูชิ้นส่วนหรือส่วนปลีกย่อยต่างๆว่าทำงานหรือเกาะยึดกันได้อย่างไรหรือคงสภาพเช่นนั้นได้เพราะใช้หลักการใดเป็นแกนกลางจึงถามโครงสร้างหรือหลักหรือวิธีการที่ยึด

ศิริกาญจน์ โกสุมภ์ และดารณี คำวัจน์ (2544, หน้า 51) ได้จำแนกการคิดวิเคราะห์ออกเป็น 3 ลักษณะดังนี้

1) การวิเคราะห์ส่วนประกอบ เป็นความสามารถในการหาส่วนประกอบที่สำคัญของสิ่งของหรือเรื่องราวต่างๆ เป็นความสามารถในการบอกความแตกต่างระหว่างข้อเท็จจริงและความคิดเห็นความแตกต่างของข้อสรุปจากข้อเท็จจริงที่น่ามาสนับสนุน เช่น การวิเคราะห์ส่วนประกอบที่สำคัญ สาเหตุ และสาระสำคัญของเรื่อง

2) การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ เป็นความสามารถในการหาความสัมพันธ์ของส่วนสำคัญต่างๆ ว่าเป็นการระบุความสัมพันธ์ระหว่างความคิดความสัมพันธ์ในเชิงเหตุและผลและความแตกต่างระหว่างข้อโต้แย้งที่เกี่ยวข้องและไม่เกี่ยวข้อง

3) การวิเคราะห์หลักการ ความสามารถในการหาหลักการของความสัมพันธ์ของส่วนสำคัญในเรื่องนั้นๆ ว่าสัมพันธ์กันอยู่โดยอาศัยหลักการใดเป็นความสามารถในการให้ผู้เรียนค้นหาหลักการของเรื่องระบุจุดประสงค์ของผู้เรียน ประเด็นที่สำคัญของเรื่องเทคนิคที่ใช้ในการชักจูงผู้อ่านและรูปแบบของภาษาที่ใช้ เช่น การบอกหรือการอธิบายสิ่งที่เป็ใจความสำคัญความสัมพันธ์และหลักการของสิ่งที่เรียน

สุวิทย์ มูลคำ (2547, หน้า 23-24) ได้จำแนกการคิดวิเคราะห์ออกเป็น 3 ลักษณะ ดังนี้

1) การวิเคราะห์ส่วนประกอบ เป็นความสามารถในการหาส่วนประกอบที่สำคัญของสิ่งของหรือเรื่องราวต่างๆ เช่นการวิเคราะห์ส่วนประกอบของพืชสัตว์ข่าวข้อความ หรือเหตุการณ์ เป็นต้น

2) การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ที่เป็นความสามารถในการหาความสัมพันธ์ของส่วนสำคัญต่างๆ โดยการระบุความสัมพันธ์ระหว่างความคิดความสัมพันธ์ในเชิงเหตุผล หรือความแตกต่างระหว่างข้อโต้แย้งที่เกี่ยวข้องและไม่เกี่ยวข้อง

3) การวิเคราะห์หลักการ เป็นความสามารถในการหาหลักการในความสัมพันธ์ส่วนสำคัญในเรื่องนั้นๆ ว่าสัมพันธ์กันอยู่โดยอาศัยหลักการใด เช่น การให้ผู้เรียนค้นหาหลักการของเรื่องการระบุจุดประสงค์ของผู้เรียนประเด็นสำคัญของเรื่องเทคนิคที่ใช้ในการจูงใจผู้อ่าน และรูปแบบของภาษาที่ใช้ เป็นต้น

7. คุณสมบัติของบุคคลที่เอื้อต่อการคิดวิเคราะห์

สุวิทย์ มูลคำ (2547, หน้า 14) กล่าวว่าคุณสมบัติของบุคคลที่เอื้อต่อการคิดวิเคราะห์มีดังนี้คือ

1) ความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่จะวิเคราะห์

การคิดวิเคราะห์ที่ดี ผู้คิดจะต้องมีความรู้ความเข้าใจพื้นฐานในเรื่องนั้น เพราะจะช่วยกำหนดขอบเขตการวิเคราะห์ จำแนกแจกแจงองค์ประกอบ จัดหมวดหมู่ ลำดับความสำคัญ หรือหาสาเหตุของเรื่องราวเหตุการณ์ได้ชัดเจน

2) ช่างสังเกตช่างสงสัยช่างไต่ถาม

ช่างสังเกต สามารถเห็นหรือค้นหาความผิดปกติของสิ่งของหรือเหตุการณ์ที่ดูอย่างผิวเผินแล้วเหมือนไม่มีอะไรเกิดขึ้นช่างสงสัย เมื่อเห็นความผิดปกติแล้วไม่ละเลยหยุดคิดพิจารณาช่างไต่ถาม ชอบตั้งคำถามเกี่ยวกับสิ่งที่เกิดขึ้นอยู่เสมอ เพื่อนำไปสู่การขบคิดค้นหาความจริงในเรื่องนั้น

3) ความสามารถในการตีความ

การตีความเกิดจากการรับข้อมูลเข้ามาทางประสาทสัมผัส สมองจะทำการตีความข้อมูล โดยวิเคราะห์เทียบกับความทรงจำหรือความรู้เดิมที่เกี่ยวข้องกับเรื่องนั้นเกณฑ์ที่ใช้เป็นมาตรฐานในการตัดสินจะแตกต่างกันไป ตามความรู้ ประสบการณ์และค่านิยมของแต่ละบุคคล

4) ความสามารถในการหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผล

การคิดวิเคราะห์จะเกิดขึ้นเมื่อพบสิ่งที่มีความคลุมเครือเกิดข้อสงสัย ตามมาด้วยคำถาม ต้องค้นหาคำตอบหรือความน่าจะเป็น ว่ามีความเป็นมาอย่างไร เหตุใดจึงเป็นเช่นนั้นจะส่งผลกระทบอย่างไร ซึ่งสมองจะพยายามคิดเพื่อหาข้อสรุป ความรู้ความเข้าใจอย่าง

สมเหตุสมผลดังนั้น จึงสามารถสรุปได้ว่า ความสามารถในการคิดวิเคราะห์มีความสำคัญต่อกระบวนการคิดและการเรียนรู้ของผู้เรียน และส่งผลต่อการคิดระดับที่สูงขึ้น

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยในประเทศ

นวนลภา คงสุข (2547) ได้ศึกษาการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการดำรงชีวิตของพืช โดยใช้รูปแบบการสอนแบบ 4 MAT กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนธารทองพิทยาคม จังหวัดบุรีรัมย์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2546 จำนวนนักเรียน 110 คน เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 5 แผน ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ชนิดเลือกตอบ จำนวน 40 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.86แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน พบว่า ค่า $t - test$ มีค่าเท่ากับ 0.6951 แสดงว่า ผู้เรียนมีผลการเรียนรู้หลังเรียนเพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 และนักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

รวิษฏมภ์ ทองแมน (2547) ได้ศึกษาการพัฒนาแผนการจัดการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4MAT เรื่อง เศษส่วน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2546 จำนวน 34 คน เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าได้แก่ แผนการจัดการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4MAT และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่าแผนการจัดการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้(4MAT) เรื่อง เศษส่วนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 86.59/81.66 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้และมีดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.740

กฤษณา นันท์ดี (2548) ได้ศึกษาการพัฒนาการจัดการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบการเรียนรู้ 4MAT เรื่องการบวกลบระคนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ผลการศึกษาพบว่าแผนมีประสิทธิภาพเท่ากับ 88.65/94.02 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ดัชนีประสิทธิผลของแผนเท่ากับ 0.898 แสดงว่าผู้เรียนมีความก้าวหน้าในการเรียนรู้เพิ่มขึ้น จากก่อนเรียนคิดเป็นร้อยละ 89.80 และนักเรียนมีความพึงพอใจแผนการจัดการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบการเรียนรู้ 4MATอยู่ในระดับมาก

นภัทร ทรัพย์ชม (2548) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลการสอนตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้แบบ 4MAT และรูปแบบ สสวท. ที่มีต่อทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้แบบ 4MAT มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานหลังเรียนโดยรวม และรายด้าน 6 ด้าน คือ ด้านการสังเกต ด้านการจัดประเภทสิ่งของ ด้านการวัด ด้านการใช้จำนวนตัวเลขและ

การคำนวณด้านความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับเวลาและด้านการจัดกระทำข้อมูลมีต่อทักษะมากกว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการสอนของ สสวท. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ฉันทนา กล้าสำโรง (2550) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน และความสามารถคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT และแบบสืบเสาะหาความรู้ ผลการวิจัยพบว่า แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT และแบบสืบเสาะหาความรู้ มีประสิทธิภาพ 80.54/78.97 และ 77.19/76.78 ตามลำดับ ดัชนีประสิทธิผลของแผนมีค่าเท่ากับ 0.6567 และ 0.6070 ตามลำดับ นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT และแบบสืบเสาะหาความรู้ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานเพิ่มขึ้น และนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์สูงกว่านักเรียนที่เรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อาพวี ภิญญุตม (2551, หน้า 72-101) ได้ทำการศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องพันธุกรรม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและเจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4MAT และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นตอนกลุ่มตัวอย่างได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนนางแดดวังชมพูวิทยา รัชมิ่งคลาภิเษก อำเภอนองบัวแดง จังหวัดชัยภูมิ ปีการศึกษา 2550 จำนวน 2 ห้อง จำนวนนักเรียน 80 คน จากการศึกษาพบว่า แผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4MAT และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นตอน มีประสิทธิภาพ 79.17/77.17 และ 81.45/81.67 ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ดัชนีประสิทธิผลของแผนมีค่าเท่ากับ 0.6442 และ 0.7139 ตามลำดับ นักเรียนที่เรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นตอน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และเจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ หลังเรียนมากกว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ 4MAT อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. งานวิจัยต่างประเทศ

เสียห์ (Hsieh, 2003, p. 1956-A) ได้ศึกษาเพื่อตรวจสอบและทดสอบผลของสมองโดยรวมที่มีต่อระดับความรู้ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ระดับความรู้ด้านการประยุกต์ใช้ของบลูม(1956) ความเข้าใจของนักเรียนในด้านการเรียนรู้ และการทำงานเป็นทีมในโรงเรียนมัธยมศึกษาอาซิฟตุงเดอร์ (Tung Der) ในไต้หวัน ใช้เวลาเรียน 9 ชั่วโมง เนื้อหาวิชา 3 หน่วย โดยกลุ่มทดลองใช้การสอนแบบ 4MAT ที่มีขั้นตอนการสอนแบ่งเป็น 8 ขั้นตอน และแบ่งขั้นตอนการสอนโดยแม็คคาร์ธี (1980) ที่เน้นสไตล์การเรียนรู้ของผู้เรียนและความต้องการของคลื่นสมอง สำหรับกลุ่มควบคุมใช้แบบเรียนสอนแบบดั้งเดิม จากการศึกษาพบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญใน

ด้านการทำงานเป็นทีมและด้านการเรียนรู้ แต่พบสิ่งที่น่าสนใจคือ คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลองสูงกว่าของกลุ่มควบคุม

ลี (Lee, 2004, p. 25) ได้ศึกษาระบบ 4MAT ว่าเป็นหลักสูตรการสอนที่มี 8 ขั้นตอนหมุนเวียนตามสไตล์การเรียนรู้ของ David Kolb จึงได้มีการวิจัยจากสาขาต่างๆ เช่น การศึกษาประสาทวิทยาและการจัดการซึ่งรูปแบบของระบบนี้ถูกออกแบบโดย Carl Jean Piaget, และ Norman Nettleton ระบบนี้อาศัยหลักสูตร 2 หลักสูตรใหญ่ ได้แก่ สไตล์การเรียนรู้ของผู้เรียนและการชอบด้านใดด้านหนึ่ง (Might – Left – Mode) ออกแบบการใช้หลักสูตรที่ซับซ้อนในระบบโครงสร้าง เพื่อให้สามารถปรับปรุงการเรียนการสอนผลการศึกษาพบว่าการกิจกรรมและสภาพแวดล้อมของหลักสูตรเข้ากันได้กับสไตล์การเรียนรู้ของนักเรียน ซึ่งนำไปสู่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น

แจ๊คสัน (Jackson, 2004, p. 3173-A) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบ 4MAT ของนักเรียน เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เจตคติ และคำแนะนำในการศึกษาจุลชีววิทยา เป็นการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เจตคติ และวิธีการสอนโดยใช้การเรียนแบบ 4MAT นักเรียนสามารถเรียนโดยการสืบทอดเป็นวัฒนธรรมเป็นการศึกษา 2 ห้องเรียนเรื่องที่เรียนคือจุลชีววิทยา โดยการสอนแบ่งเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมโดยกลุ่มทดลองจะสอนโดยใช้การเรียนแบบ 4MAT โดยมีการทดสอบก่อนเรียน - หลังเรียนและมีการออกแบบกิจกรรมโดยมีการแจ้งจุดประสงค์ ก่อนที่จะเริ่มเรียน 25 นาที โดยใช้เกณฑ์การประเมินเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเจตคติต่อการเรียนวิชาจุลชีววิทยา นักเรียนสามารถที่จะเลือกการเรียนรู้โดยใช้สมองสองซีกคือ ซีกซ้ายและขวา ซึ่งเป็นการวัดผลของ แมคคาร์ทีที่มีการจัดนักเรียนเป็นสองกลุ่ม โดยแบ่งออกเป็นนักเรียนกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อน เพื่อที่จะวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เจตคติต่อการเรียนข้อค้นพบในการจัดแบ่งกลุ่มการจัดกิจกรรมการเรียนแบบ 4MAT เพื่อเป็นประโยชน์ต่อการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เจตคติต่อการเรียน แรงจูงใจในการเรียนวิชาจุลชีววิทยา เพื่อให้เห็นกลุ่มของเกณฑ์การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เจตคติต่อการเรียน แรงจูงใจในการเรียนวิชาจุลชีววิทยาในอนาคตรายงานการวิจัยทำขึ้นเพื่อเป็นตัวอย่างในการออกแบบกิจกรรมการเรียนให้กับนักเรียนและมีการออกแบบเพื่อใช้เป็นหลักฐานในการจัดกิจกรรมการเรียนต่อไป

จากการศึกษาค้นคว้างานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและต่างประเทศ สรุปได้ว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้อย่าง 4MAT เป็นการจัดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ส่งผลให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น มีความพึงพอใจต่อการเรียนรู้โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT อยู่ในระดับมากถึงมากที่สุด ผู้เรียนมีความสุขต่อการเรียน และสามารถพัฒนาผู้เรียนได้ตามศักยภาพ และจากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้อย่างวิทยาศาสตร์ โดยการเรียนรู้อย่าง 4MAT สรุปได้ว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้อย่างวิทยาศาสตร์ที่ดีนั้นต้องเน้น

ผู้เรียนเป็นสำคัญส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้าแสวงหาความรู้เกิดองค์ความรู้ด้วยตนเอง ลงมือปฏิบัติ พัฒนาระบวนการคิด นำไปใช้แก้ปัญหาและนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ ดังนั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ที่คำนึงถึงความความถนัดของผู้เรียนทั้ง 4 แบบ จึงสามารถนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้คิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้เต็มตามศักยภาพของตน

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การดำเนินงานวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดขั้นตอนในการดำเนินการตามลำดับ ดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล
6. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 3 ห้องเรียน รวม 105 คน
2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี โดยการเลือกจำนวน 2 ห้องเรียน รวม 76 คน ซึ่งได้จากการสุ่มอย่างง่าย (Simple Sampling) โดยการจับฉลาก

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ วิชาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT มี 4 ชนิด ประกอบด้วย

1. แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ วิชาเคมี นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 6 แผน จำนวน 18 ชั่วโมง
2. แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ วิชาเคมี นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 6 แผน จำนวน 18 ชั่วโมง
3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ วิชาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT เป็นแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

4. แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ทางการเรียน เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ วิชาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เป็นแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ จำนวน 30 ข้อ

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. การสร้างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ มีองค์ประกอบ และวิธีการสร้าง ดังนี้

1.1 องค์ประกอบของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จะมีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับผู้สอนในแต่ละวิชา ซึ่งสรุปมาเป็นองค์ประกอบสำคัญดังนี้

- 1) สาระสำคัญ
- 2) ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง
- 3) จุดประสงค์การเรียนรู้
- 4) สาระการเรียนรู้
- 5) กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
- 6) สื่อและแหล่งการเรียนรู้
- 7) การวัดและประเมินผล
- 8) บันทึกหลังสอน
- 9) ข้อเสนอแนะของผู้บริหาร

1.2 ศึกษาเอกสารหลักสูตร ดังนี้

- 1) ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (กระทรวงศึกษาธิการ, 2552 ก, หน้า 1-29)
- 2) ศึกษาหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี อำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี
- 3) ศึกษาสาระการเรียนรู้ การจัดเวลาเรียน คำอธิบายรายวิชาและหน่วยการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี อำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี โดยกำหนดแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จำนวน 6 แผน ดังนี้
 - แผนที่ 1 ความหมายและแนวคิดของการเกิดปฏิกิริยาเคมี
 - แผนที่ 2 พลังงานกับการดำเนินไปของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
 - แผนที่ 3 ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
 - แผนที่ 4 ความเข้มข้นของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
 - แผนที่ 5 กฎอัตราและความเข้มข้นของกฎอัตรา
 - แผนที่ 6 พื้นที่ผิวของสาร อุณหภูมิ ตัวเร่งและตัวหน่วงปฏิกิริยาเคมีกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

1.3 ศึกษาเทคนิควิธีสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
ดังนี้

1) ศึกษาเอกสารการจัดการเรียนรู้ของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
(กรมวิชาการ, 2545, หน้า 146)

2) ศึกษาเอกสารการจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตาม
หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

1.4 สร้างตารางความสัมพันธ์ระหว่างสาระการเรียนรู้ สาระสำคัญ จุดประสงค์การ
เรียนรู้ และเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ซึ่งมีทั้งหมด
6 แผนการเรียนรู้ แผนการเรียนรู้ละ 3 ชั่วโมง รวม 18 ชั่วโมง

1.5 จัดพิมพ์แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา
คณาจารย์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและให้คำแนะนำในส่วนที่บกพร่องของภาษาที่ใช้ เนื้อหา
จุดประสงค์ การเรียนรู้ การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน การวัดและประเมินผลและ
ข้อเสนอแนะต่างๆแล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

1.6 นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผ่านการปรับปรุงและแก้ไขแล้วเสนอต่อ
ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน เพื่อพิจารณาตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาแล้วคำนวณหาค่า
ดัชนีความสอดคล้องของเนื้อหา และรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ความเหมาะสมของกิจกรรมแต่ละ
ขั้นตอน และแผนการวัดผลประเมินผลการเรียน

1.7 นำคะแนนที่ได้จากการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ มาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย เพื่อ
เปรียบเทียบกับเกณฑ์ โดยใช้ค่าความเหมาะสมเฉลี่ย 0.80 ขึ้นไป จึงจะถือว่าเป็นการเรียนรู้ที่
ใช้ได้

1.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้ ที่ผู้เชี่ยวชาญประเมิน และให้ข้อเสนอแนะมา
ปรับปรุงแก้ไขให้ถูกต้องสมบูรณ์ แล้วนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1
โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี อำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี ที่ไม่ใช้กลุ่มตัวอย่าง
จำนวน 29 คน เพื่อหาความเหมาะสมของเวลาในการทำกิจกรรม ภาษาที่ใช้ และสื่อที่ใช้ ผลการ
ทดลอง

1.9 นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ที่ผ่านการทดลองใช้แล้วมาปรับปรุงแก้ไข
เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาคณาจารย์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเรียบร้อยและจัดพิมพ์เป็นฉบับ
สมบูรณ์เพื่อนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

2. การสร้างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT มีวิธีการสร้าง ดังนี้

2.1 องค์ประกอบของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จะมีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับ
กับผู้สอนในแต่ละวิชา ซึ่งสรุปมาเป็นองค์ประกอบสำคัญดังนี้

- 1) สารสำคัญ
- 2) ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง
- 3) จุดประสงค์การเรียนรู้
- 4) สารการเรียนรู้
- 5) กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
- 6) สื่อและแหล่งการเรียนรู้
- 7) การวัดและประเมินผล
- 8) บันทึกหลังสอน
- 9) ข้อเสนอแนะของผู้บริหาร

2.2 ศึกษาเอกสารหลักสูตร ดังนี้

- 1) ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551
(กระทรวงศึกษาธิการ, 2552 ก, หน้า 1-29)
- 2) ศึกษาหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี
อำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี
- 3) ศึกษาสารการเรียนรู้ การจัดเวลาเรียน คำอธิบายรายวิชาและหน่วยการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี
อำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี โดยกำหนดแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จำนวน 6 แผน ดังนี้
 - แผนที่ 1 ความหมายและแนวคิดของการเกิดปฏิกิริยาเคมี
 - แผนที่ 2 พลังงานกับการดำเนินไปของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
 - แผนที่ 3 ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
 - แผนที่ 4 ความเข้มข้นของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
 - แผนที่ 5 กฎอัตราและความเข้มข้นของกฎอัตรา
 - แผนที่ 6 พื้นที่ผิวของสาร อุณหภูมิ ตัวเร่งและตัวหน่วงปฏิกิริยาเคมีกับ
อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

2.3 ศึกษาเทคนิควิธีสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ดังนี้

- 1) ศึกษาเอกสารการจัดการเรียนรู้ของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
(กรมวิชาการ, 2545, หน้า 146)
- 2) ศึกษาเอกสารการจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

2.4 สร้างตารางความสัมพันธ์ระหว่างสาระการเรียนรู้ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ซึ่งมีทั้งหมด 6 แผนการเรียนรู้ แผนการเรียนรู้ละ 3 ชั่วโมง รวม 18 ชั่วโมง

2.5 จัดพิมพ์แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบ 4MAT เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาค้นคว้าเพื่อตรวจสอบความถูกต้องและให้คำแนะนำในส่วนที่บกพร่องของภาษาที่ใช้ เนื้อหา จุดประสงค์ การเรียนรู้ การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน การวัดและประเมินผลและข้อเสนอแนะต่างๆแล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

2.6 นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผ่านการปรับปรุงและแก้ไขแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อพิจารณาตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาแล้วคำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้องของเนื้อหา และรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ความเหมาะสมของกิจกรรมแต่ละขั้นตอน และแผนการวัดผลประเมินผลการเรียน

2.7 นำคะแนนที่ได้จากการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ มาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย เพื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์ โดยใช้ค่าความเหมาะสมเฉลี่ย 0.80 ขึ้นไป จึงจะถือว่าเป็นการเรียนรู้ที่ใช้ได้

2.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้ ที่ผู้เชี่ยวชาญประเมิน และให้ข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไขให้ถูกต้องสมบูรณ์ แล้วนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี อำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 29 คน เพื่อหาความเหมาะสมของเวลาในการทำกิจกรรม ภาษาที่ใช้ และสื่อที่ใช้ ผลการทดลอง

2.9 นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ที่ผ่านการทดลองใช้แล้วมาปรับปรุงแก้ไข เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาค้นคว้าเพื่อตรวจสอบความถูกต้องเรียบร้อยและจัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์เพื่อนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

3. การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ มีวิธีการสร้าง ดังนี้

3.1 ศึกษาหลักสูตร การศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ช่วงชั้นที่ 4 และหลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

3.2 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 50 ข้อ เป็นแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ (Multiple Choice) ชนิด 4 ตัวเลือก

3.3 นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้น เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อขอคำแนะนำ หรือตรวจสอบข้อบกพร่อง และนำมาปรับปรุงแก้ไข

3.4 นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว เสนอผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เป็นผู้ตรวจสอบเพื่อพิจารณาความเที่ยงตรงตามเนื้อหาและสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวังโดยใช้สูตร IOC (สมบัติ ท้ายเรือคำ, 2551, หน้า 101) พบว่าข้อสอบที่มีค่า IOC เท่ากับ 1.00

3.5 นำแบบทดสอบ ที่ปรับปรุงแก้ไข ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ที่เรียนเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีมาแล้ว จำนวน 50 คน แล้วตรวจให้คะแนน โดยข้อที่ตอบถูก ให้ข้อละ 1 คะแนนข้อที่ตอบผิดหรือไม่ตอบ หรือตอบมากกว่า 1 ตัวเลือก ในข้อเดียวกันให้ 0 คะแนน

3.6 วิเคราะห์หาค่าความยากง่าย และอำนาจจำแนกตามวิธีของเบรนนัน (Brennan) (สมบัติ ท้ายเรือคำ, 2551, หน้า 103) มีค่าความยากง่าย(p) อยู่ระหว่าง 0.42 – 0.74 และค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.47 – 0.63

3.7 นำแบบทดสอบที่คัดเลือกแล้วจำนวน 30 ข้อวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับโดยวิธีของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder–Richardson Method) ด้วยสูตร KR-20 พบว่ามีค่าความเที่ยงของแบบทดสอบทั้งฉบับเท่ากับ 0.965

3.8. ทำการจัดพิมพ์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผ่านการวิเคราะห์หาคุณภาพแล้ว เพื่อนำไปใช้เก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่าง

4. การสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ตามขั้นตอน ดังนี้

4.1 ศึกษาเอกสาร แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการคิดวิเคราะห์

4.2 ศึกษาวิธีสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ โดยศึกษาจากแนวความคิดของ บลูม วิธีการสร้างแบบทดสอบที่ดีจากหนังสือวิจัยเบื้องต้น (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 50-98) และการวัดผลการศึกษา (สมนึก ภัททิยธนี, 2548, หน้า 67-71)

4.3 สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ที่ใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยสร้างเป็นแบบปรนัย ชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 50 ข้อ เพื่อคัดเลือกไว้ใช้จริงจำนวน 30 ข้อ

4.4 นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้น เสนอคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์เพื่อพิจารณาความถูกต้อง ความชัดเจน ความครอบคลุม ความเหมาะสมแล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

4.5 นำแบบทดสอบที่แก้ไขข้อบกพร่องแล้วเสนอผู้เชี่ยวชาญ ที่ประเมินแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อพิจารณาหาความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบแต่ละข้อกับพฤติกรรมชีวิตด้านการคิดวิเคราะห์ โดยการสร้างแบบประเมินให้ผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนใช้ตรวจสอบประเมินความสอดคล้อง (IOC) โดยพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.50 – 1 ไว้ใช้ โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้ +1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามนั้นวัดพฤติกรรมชีวิตด้านการคิดวิเคราะห์ 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อคำถามนั้นวัดพฤติกรรมชีวิตด้านการคิดวิเคราะห์ -1 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อคำถามนั้นไม่วัดตามพฤติกรรมชีวิตด้านความสามารถในการคิดวิเคราะห์

4.6 นำผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์หาความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับพฤติกรรมชีวิตด้านความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ซึ่งพบว่าข้อสอบที่มีค่า IOC เท่ากับ 1.00

4.7 นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ แล้ว จัดพิมพ์เป็นแบบทดสอบฉบับทดลอง เพื่อไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

4.8 นำกระดาษคำตอบที่นักเรียนทดสอบแล้วมาตรวจให้คะแนนโดยตอบถูกให้ 1 คะแนน ตอบผิดหรือไม่ทำ หรือตอบเกิน 1 ข้อให้ 0 คะแนน นำกระดาษคำตอบที่ตรวจให้คะแนนแล้วมาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) พบว่ามีค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.37 – 0.71 และค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.44 – 0.64

4.9 นำแบบทดสอบที่คัดเลือกไว้จำนวน 30 ข้อ มาหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับโดยวิธีของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder–Richardson Method) ด้วยสูตร KR-20 พบว่ามีค่าความเที่ยงของแบบทดสอบทั้งฉบับเท่ากับ 0.963

4.10 จัดพิมพ์แบบทดสอบที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพแล้วเป็นฉบับสมบูรณ์เพื่อนำไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่างในการเก็บรวบรวมข้อมูลต่อไป

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. แบบแผนการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยแบบ The randomized pretest-posttest control group design (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2540, หน้า 34) ดังตาราง 1

ตาราง 1 แผนการทดลองแบบ The randomized pretest-posttest control group design

กลุ่ม	ทดสอบก่อนเรียน	ทดลอง	ทดสอบหลังเรียน
E	T ₁	X	T ₂
C	T ₁	-	T ₂

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการทดลอง

E แทน กลุ่มทดลอง

C แทน กลุ่มควบคุม

T₁ แทน การสอบก่อนการทดลอง

T₂ แทน การสอบหลังการทดลอง

X แทน การใช้การจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT

2. ขั้นตอนการทดลอง

ผู้วิจัยดำเนินการสอนด้วยตนเองกับกลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี จำนวน 38 คน โดยใช้การเรียนรู้แบบ 4MAT และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/2 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี จำนวน 38 คน โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ ระยะเวลาทำการสอนใช้เวลาทั้งหมดกลุ่มละ 18 ชั่วโมง ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 โดยดำเนินการดังนี้

ขั้นที่ 1 ชี้แจงรายละเอียดขั้นตอน และวิธีปฏิบัติในการเรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT และกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ แก่นักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม

ขั้นที่ 2 ทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

ขั้นที่ 3 ดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน โดยใช้แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ และการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จนครบทั้ง 6 แผน โดยทดลองสอนกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 6 สัปดาห์ ทั้งนี้ไม่รวมเวลาในการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

ขั้นที่ 4 ทดสอบหลังเรียน (post-test) หลังทำการสอนครบ 18 ชั่วโมงแล้ว ได้นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ ที่ใช้ทดสอบก่อนเรียน มาทดสอบหลังเรียนอีกครั้ง

ขั้นที่ 5 นำข้อมูลที่ได้มาทำการตรวจ วิเคราะห์ทางสถิติ เพื่อหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ ดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดการเรียนรู้ เปรียบเทียบการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน 2 กลุ่ม

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดวิเคราะห์ ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT โดยหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบที (t-test)

2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ โดยหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบที (t-test)

สถิติที่ใช้ในการวิจัย

1. สถิติพื้นฐาน

1.1 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) คำนวณจากสูตร (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 105)

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

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

1.2 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน(S.D.) คำนวณจากสูตร (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 106)

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

เมื่อ	S.D.	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	$\sum x$	แทน	ผลรวมของคะแนนในกลุ่ม
	$\sum x^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง
	N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

2. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพของเครื่องมือ

2.1 สถิติที่ใช้หาคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้

2.1.1 การหาค่าความเที่ยงตรง (Validity) ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ โดยหาดัชนีความสอดคล้อง คำนวณค่า IOC โดยใช้สูตรดังนี้ (สมนึก ภัททิยธนี, 2548, หน้า 96)

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความเหมาะสมและความสอดคล้องของรูปแบบการจัดการเรียนรู้

$\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

2.2 สถิติใช้หาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบอิงเกณฑ์

2.2.1 หาค่าความเที่ยงตรง (Validity) ตามเนื้อหาของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC โดยใช้สูตรดังนี้ (สมนึก ภัททิยธนี, 2548, หน้า 96)

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์กับเนื้อหา หรือระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์

$\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

2.2.2 การหาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้สูตร ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด , 2545, หน้า 107)

$$r = \frac{H - L}{N}$$

เมื่อ r แทน ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ

H แทน จำนวนคนในกลุ่มสูงตอบถูก

L แทน จำนวนคนในกลุ่มต่ำตอบถูก

N แทน จำนวนคนทั้งหมดในกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง

2.2.3 ค่าความยากของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้สูตร
ดังนี้ (สมนึก ภัททิยธนี, 2544, หน้า 78-79)

$$P = \frac{H + L}{2N}$$

เมื่อ P แทน ค่าความยากของข้อสอบ
H แทน จำนวนคนในกลุ่มสูงตอบถูก
L แทน จำนวนคนในกลุ่มต่ำตอบถูก
N แทน จำนวนคนทั้งหมดในกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง

2.2.4 การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้สูตร KR – 20 โดยมี
สูตรดังนี้ (ล้วน สายยศ, 2538, หน้า 197 -198)

$$r_t = \frac{n}{n-1} \left\{ 1 - \frac{\sum pq}{S_t^2} \right\}$$

$$S_t^2 = \frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N^2}$$

เมื่อ r_t แทน สัมประสิทธิ์ของความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ
N แทน จำนวนข้อของแบบทดสอบ
P แทน สัดส่วนของผู้เรียนที่ทำแบบทดสอบข้อนั้นถูกกับผู้เรียน
ทั้งหมด
q แทน สัดส่วนของผู้เรียนที่ทำแบบทดสอบข้อนั้นผิดกับผู้เรียน
ทั้งหมด
 S_t^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนสอบทั้งฉบับ
N แทน จำนวนผู้เรียน

2.3 สถิติหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์

2.3.1 หาค่าความเที่ยงตรง (Validity) ตามเนื้อหาของแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ โดยการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC โดยใช้สูตร ดังนี้ (สมนึก ภัททิยธนี, 2548, หน้า 96)

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์กับเนื้อหา หรือระหว่างข้อคำถามกับพฤติกรรมชีวิตด้านการคิดวิเคราะห์

$\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

2.3.2 การหาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ โดยใช้สูตร ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด ,และคนอื่นๆ, 2550, หน้า 73)

$$r = \frac{H - L}{N}$$

เมื่อ r แทน ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ

H แทน จำนวนคนในกลุ่มสูงตอบถูก

L แทน จำนวนคนในกลุ่มต่ำตอบถูก

N แทน จำนวนคนทั้งหมดในกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง

2.3.3 ค่าความยากของแบบวัดการคิดวิเคราะห์ โดยใช้สูตร ดังนี้ (สมนึก ภัททิยธนี, 2544, หน้า 78-79)

$$P = \frac{H + L}{2N}$$

เมื่อ P แทน ค่าความยากของข้อสอบ

H แทน จำนวนคนในกลุ่มสูงตอบถูก

L แทน จำนวนคนในกลุ่มต่ำตอบถูก

N แทน จำนวนคนทั้งหมดในกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง

2.3.4 การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ โดยใช้สูตร
KR – 20 โดยมีสูตรดังนี้ (ล้วน สายยศ, 2538, หน้า 197 -198)

$$r_t = \frac{n}{n-1} \left\{ 1 - \frac{\sum pq}{S_t^2} \right\}$$

$$S_t^2 = \frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N^2}$$

เมื่อ r_t แทน	สัมประสิทธิ์ของความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ
N แทน	จำนวนข้อของแบบทดสอบ
P แทน	สัดส่วนของผู้เรียนที่ทำแบบทดสอบข้อนั้นถูกต้องกับ ผู้เรียนทั้งหมด
q แทน	สัดส่วนของผู้เรียนที่ทำแบบทดสอบข้อนั้นผิดกับ ผู้เรียนทั้งหมด
S_t^2 แทน	ความแปรปรวนของคะแนนสอบทั้งฉบับ
N แทน	จำนวนผู้เรียน

3. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน โดยใช้สูตร t-test (Dependent Samples) ดังนี้
(บุญชม ศรีสะอาด, 2550, หน้า 109)

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

เมื่อ t แทน	ค่าสถิติที่ใช้เปรียบเทียบกับค่าวิกฤตเพื่อทราบความมี นัยสำคัญ
D แทน	ผลต่างคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน
$\sum D$ แทน	ผลรวมของผลต่างคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน
$\sum D^2$ แทน	ผลรวมกำลังสองของผลต่างคะแนนก่อนเรียนและหลัง เรียน
N แทน	จำนวนนักเรียน

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT และการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล
2. ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล
3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

เพื่อความเข้าใจที่ตรงกันในการแปลความหมาย ผู้วิจัยขอกำหนดสัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

$\bar{X}$	แทน ค่าคะแนนเฉลี่ย
S.D.	แทน ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
n	แทน ขนาดของตัวอย่าง
t	แทน ค่าสถิติทดสอบที
p	แทน นัยสำคัญทางสถิติ

ขั้นตอนในการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลครั้งนี้ ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิเคราะห์ตามความมุ่งหมายและสมมติฐานการวิจัย ดังนี้

1. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT
2. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ
3. การเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT
4. การเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับขั้นตอนในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 5 ก่อนและหลังเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT

ในการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของคะแนนก่อนและหลังเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT ปรากฏผล ดังตาราง 2

ตาราง 2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	n	$\bar{X}$	S.D.	t
ก่อนเรียน	38	9.95	2.45	30.06*
หลังเรียน	38	22.58	2.82	

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 2 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT จะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน (22.58) ซึ่งสูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน (9.95) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

ในการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซึ่งเป็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี ระหว่างกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT กับกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ซึ่งผู้วิจัยได้วิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ของคะแนนระหว่างกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT กับกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ปรากฏผลดังตาราง 3

ตาราง 3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT กับกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

กลุ่ม	n	$\bar{X}$	S.D.	t
กลุ่มทดลอง	38	22.58	2.82	6.88*
กลุ่มควบคุม	38	18.71	2.47	

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 3 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT จะมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (22.58) สูงกว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของการจัดการเรียนรู้แบบปกติ (18.71) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. การเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT

ในการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของคะแนนก่อนและหลังเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT ปรากฏผล ดังตาราง 4

ตาราง 4 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT

ความสามารถในการคิดวิเคราะห์	n	$\bar{X}$	S.D.	t
ก่อนเรียน	38	11.55	1.35	32.64*
หลังเรียน	38	22.05	1.56	

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 4 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT จะมีคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียน (22.05) สูงกว่าคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียน (11.55) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. การเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

ในการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสาริตมหารวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรีระหว่างกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT กับกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ของคะแนนระหว่างกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT กับกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ปรากฏผลดังตาราง 5

ตาราง 5 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT กับกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

กลุ่ม	n	$\bar{X}$	S.D.	t
กลุ่มทดลอง	38	22.05	2.44	6.49*
กลุ่มควบคุม	38	19.08	1.56	

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 5 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT จะมีคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ (22.05) สูงกว่าคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของการจัดการเรียนรู้แบบปกติ (19.08) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ในการศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT และแบบปกติ ผู้วิจัยนำเสนอการสรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะของการวิจัยตามลำดับ ดังนี้

1. ความมุ่งหมายของการวิจัย
2. สมมติฐานการวิจัย
3. วิธีดำเนินการวิจัย
4. สรุปผลการวิจัย
5. อภิปรายผลการวิจัย
6. ข้อเสนอแนะ

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT และการจัดการเรียนรู้แบบปกติ
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT และการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

สมมติฐานในการวิจัย

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ
3. ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
4. ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

วิธีดำเนินการวิจัย

1. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี อำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี สังกัดสำนักงานการอุดมศึกษา จำนวน 2 ห้องเรียน รวม 76 คน ได้แก่ ห้องเรียนที่ 2 จำนวน 38 คน เป็นกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ห้องเรียนที่ 3 จำนวน 38 คน เป็นกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT ซึ่งได้จากการสุ่มอย่างง่าย โดยวิธีการจับฉลาก

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย

2.1 แผนการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT

2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี ตามหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ เพื่อใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามเนื้อหา เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ที่มีค่าความเที่ยงตรงตามเนื้อหา รายข้อ (IOC) เท่ากับ 1.00 มีค่าความยากง่าย(p) อยู่ระหว่าง 0.42 – 0.74 และมีค่าอำนาจจำแนก(r) อยู่ระหว่าง 0.47 – 0.63 และมีค่าความเที่ยงของ แบบทดสอบทั้งฉบับเท่ากับ 0.96

2.3 แบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ เป็นแบบทดสอบจำนวน 30 ข้อ ที่มีค่าความ เที่ยงตรงตามเนื้อหา รายข้อ (IOC) เท่ากับ 1.00 มีค่าความยากง่าย(p) อยู่ระหว่าง 0.37 – 0.71 และมีค่าอำนาจจำแนก(r) อยู่ระหว่าง 0.44 – 0.64 และมีค่าความเที่ยงของแบบทดสอบทั้ง ฉบับเท่ากับ 0.96

3. การเก็บรวบรวมข้อมูลในการทำวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

3.1 ขอความร่วมมือกับโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี ที่ทำการ ทดลองซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างของการทดลองในครั้งนี้ ผู้วิจัยดำเนินการทดลองโดยใช้การจัดการ เรียนรู้แบบ 4MAT วิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

3.2 ทำการทดสอบก่อนเรียนกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่มโดยใช้ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี และแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิด วิเคราะห์ที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพแล้ว จากนั้นอธิบายให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างเข้าใจวิธีการ เรียนการปฏิบัติตัวของนักเรียน

3.3 ดำเนินการทดลอง โดยผู้วิจัยทำการสอนนักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม ในระยะเวลาที่ เท่ากันใช้การจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT กับกลุ่มทดลอง และการจัดการเรียนรู้แบบปกติกับกลุ่ม ควบคุม จำนวน 6 แผน รวม 18 ชั่วโมง

3.4 หลังจากที่ได้ดำเนินการสอนจบตามเนื้อหาที่กำหนดไว้แล้วให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม ทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี และแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ชุดเดียวกันกับการทดสอบก่อนเรียน

3.5 ครูผู้สอนนำคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบก่อนเรียนและคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังเรียนมาวิเคราะห์ผล โดยใช้การทดสอบที (t-test)

สรุปผลการวิจัย

จากการวิจัยเรื่อง การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT และแบบปกติ สรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผลการวิจัย

จากการวิจัยเรื่อง การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT และแบบปกติ สามารถอภิปรายผลการวิจัยได้ดังนี้

1. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT และแบบปกติ จากการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT มีค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT มีลักษณะการเรียนรู้โดยคำนึงถึงรูปแบบการเรียนรู้ ของกลุ่มผู้เรียน 4 คุณลักษณะ กับพัฒนาการสมองซีกซ้ายและซีกขวาอย่างสมดุล เพื่อให้ผู้เรียนเรียนรู้ตามแบบ และความต้องการของตนเองอย่างเหมาะสม และสามารถพัฒนาตนเองอย่างเต็มตามศักยภาพ ส่งผลให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของฉันทนา กล้าสำโรง (2550, หน้า 54-82), นวลนภา คงสุข (2547, หน้า 112-147), รุ่งฤดี นาระวิน (2554, หน้า 63-66), เสือห์ (Hsieh, 2003, p. 1956-A) นอกจากนี้งานวิจัยยังพบว่าระหว่างกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT กับกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ นักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้

แบบ 4MAT มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2 เนื่องจากครูผู้สอนได้ดำเนินการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT ผ่านการใช้เครื่องมือที่มีการตรวจสอบคุณภาพให้อยู่ในเกณฑ์ที่ตั้งไว้ เมื่อครูผู้สอนนำไปใช้กับนักเรียนจึงส่งผลให้ นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อีกทั้งการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT ยังเป็นการจัดการเรียนรู้ที่มีลักษณะการเรียนรู้โดยคำนึงถึงรูปแบบการเรียนรู้ของกลุ่มผู้เรียน 4 คุณลักษณะ กับพัฒนาการสมองซีกซ้ายและซีกขวาอย่างสมดุล เพื่อให้ผู้เรียนเรียนรู้ตามแบบ และความต้องการของตนเองอย่างเหมาะสม และสามารถพัฒนาตนเองอย่างเต็มตามศักยภาพ เมื่อนักเรียนทำแบบฝึกหัดและแบบทดสอบ หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ กฤษณา นันท์ดี (2548, หน้า 88-109), สุันทา สายเหล็ก(2555, หน้า 100), ลี (Lee, 2004, p. 25), แจ็คสัน (Jackson, 2004, p. 45)

2. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT และแบบปกติ จากการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT มีค่าเฉลี่ยของคะแนนการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3 เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT ได้เน้นให้นักเรียนได้ฝึกการเสริมสร้างศักยภาพการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาการทางสมองซีกซ้ายและสมองซีกขวาอย่างเท่าเทียมกัน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของวิชญุตม์ ทองแมน (2545, หน้า 77-98), พชรินทร์ เทียบพิมพ์ (2550, หน้า 112 - 114), รุ่งฤดี นาระวิน (2554, หน้า 64 - 69) และอาพวี ภิญโญดม (2551, หน้า 72-101) นอกจากนี้งานวิจัยยังพบว่าระหว่างกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT กับกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ นักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT มีคะแนนการคิดวิเคราะห์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 4 เนื่องจากครูผู้สอนได้ดำเนินการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT ผ่านการใช้เครื่องมือที่มีการตรวจสอบคุณภาพให้อยู่ในเกณฑ์ที่ตั้งไว้ เมื่อครูผู้สอนนำไปใช้กับนักเรียนจึงส่งผลให้ นักเรียนมีการคิดวิเคราะห์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อีกทั้งการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT ยังเป็นการจัดการเรียนรู้ที่มีลักษณะการเรียนรู้โดยคำนึงถึงรูปแบบการเรียนรู้ ของกลุ่มผู้เรียน 4 คุณลักษณะ กับพัฒนาการสมองซีกซ้าย และซีกขวาอย่างสมดุล เพื่อให้ผู้เรียนเรียนรู้ตามแบบ และความต้องการของตนเองอย่างเหมาะสม และสามารถพัฒนาตนเองอย่างเต็มตามศักยภาพ เมื่อนักเรียนทำแบบฝึกหัดและแบบทดสอบ หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ

งานวิจัยของนวนลนภา คงสุข (2547, หน้า 112-147), จันทนา กล้าสำโรง (2550, หน้า 52-82), และลี (Lee, 2004, p. 25)

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 ครูผู้สอนที่จะจัดการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT ต้องศึกษาให้เข้าใจทุกขั้นตอนอย่างละเอียดจนเกิดความชำนาญแล้วนำมาจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพและเกิดประโยชน์กับนักเรียนมากที่สุด ซึ่งครูจะต้องวางแผนและเตรียมตัวให้พร้อมก่อนทำการสอน ครูต้องเตรียมการสอนและสื่อการสอนมาอย่างดี และควรกำหนดเวลาให้เพียงพอและพอเหมาะกับการจัดกิจกรรมแต่ละครั้ง จัดบรรยากาศที่ส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้และเข้าใจในเรื่องที่เรียนอย่างแท้จริง

1.2 การจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT ครูเป็นผู้คอยแนะนำ ให้ความช่วยเหลือในขณะการจัดการเรียนการสอนให้เป็นขั้นตอนที่ถูกต้อง เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้มีการแสดงความคิดเห็นของตนเองได้อย่างเต็มที่

1.3 การจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT ไปใช้ในการเรียนการสอน ควรสร้างความเข้าใจกับนักเรียนว่าทุกคนจะต้องมีการเรียนรู้อย่างเป็นขั้นตอน มีการคิด การนำความรู้เก่ามาใช้ในการปฏิบัติ และการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนได้ใช้ศักยภาพของตนเองอย่างเต็มที่

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรนำนวัตกรรมหรือวิธีการสอน เช่น วิธีการสอนแบบโครงงาน วิธีการสอนแบบแก้ปัญหา หรือวิธีการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน มาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น

2.2 ควรทำการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดวิเคราะห์โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT กับนวัตกรรมหรือวิธีการจัดการเรียนรู้อื่นๆ เช่น วิธีการสอนแบบโครงงาน วิธีการสอนแบบแก้ปัญหา หรือวิธีการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นต้น

2.3 ควรมีการทำวิจัยโดยการนำการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ในวิชาเคมีเรื่องอื่นๆ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และระดับชั้นอื่นๆ โดยปรับกิจกรรมการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับวัยและระดับชั้นของผู้เรียน

2.4 ควรมีการศึกษาผลที่เกิดจากการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT กับตัวแปรอื่น เช่น เจตคติต่อวิชา ความคงทนในการเรียนรู้ ทักษะทางสังคม ระดับสติปัญญา ความฉลาดทางอารมณ์ เป็นต้น

บรรณานุกรม

- กมลพรรณ ชีวพันธุ์ศรี. (2545). สมอกับการเรียนรู้(พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: ส่งเสริมการ.
การศึกษาและจริยธรรม.
- กรมวิชาการ. (2545). การวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้□ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน.
กรุงเทพฯ: องค์□การรับส่ง□สินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- กระทรวงศึกษาธิการ.(2541). พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542.
กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- _____. (2544 ก). หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544.กรุงเทพฯ
: วัฒนาพานิช.
- _____. (2544 ข). คู่มือการจัดการเรียนการสอนที่เน้นทักษะกระบวนการทาง
วิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: อรุณสกลาตพรว.
- _____. (2552 ก). ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.
กรุงเทพฯ: ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- _____. (2552 ข). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ:
องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- กฤษฎา นันต์ดี. (2548). การพัฒนาแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้
(4MAT) เรื่อง การบวก ลบ ระคน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์. วิทยานิพนธ์
ปริญามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- กิตติชัย สุราสีโนบล. (2545). การจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT ใน 21 วิธีการจัดการเรียนรู้เพื่อ
พัฒนากระบวนการคิด. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.
- เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. (2546). การคิดเชิงวิเคราะห์ (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ:
ซัคเซสมี่เดีย.
- ฉันทนา กล้าสำโรง. (2550). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการ
ทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน และความสามารถคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้น
ประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ด้วยกิจกรรมการ
เรียนรู้แบบ 4 MAT และแบบสืบเสาะหาความรู้. วิทยานิพนธ์ปริญามหาบัณฑิต
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ทศนา แหมมณี. (2550). ศาสตร์การสอน(พิมพ์ครั้งที่ 6). กรุงเทพฯ : ด่านสุทธาการพิมพ์.
- _____. (2553). ศาสตร์การสอน : องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มี
ประสิทธิภาพ (พิมพ์ครั้งที่ 12). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- ทิตนา แคมมณี ,และคนอื่นๆ. (2544). วิทยาการด้านการคิด. กรุงเทพฯ : สถาบันพัฒนา
คุณภาพวิชาการ.
- นภัทร ทรัพย์ชม. (2548). การเปรียบเทียบผลการสอนตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้และ
รูปแบบสสวท. ที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน และ
เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ปริญญา
มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- นวลนภา คงสุข. (2547). การพัฒนาแผนการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการ
ดำรงชีวิตของพืชของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้รูปแบบการสอน
แบบ 4 MAT. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- นิตยา ผลประดง. (2556). การพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 5 เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหา
ความรู้. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2545). การวิจัยเบื้องต้น (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ: ชมรมเด็ก.
_____,และคนอื่นๆ. (2550). พื้นฐานการวิจัยการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 4).
กรุงเทพฯ: ประสานการพิมพ์.
- ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ. (2553). การพัฒนาการคิด. กรุงเทพฯ : 9119 เทคนิคพรินติ้ง.
- ประวิตร ชูศิลป์. (2542). หลักการประเมินผลวิชาวิทยาศาสตร์แผนใหม่. กรุงเทพฯ: หน่วย
ศึกษานิเทศก์ กรมการฝึกหัดครู.
- ประสาธ อิศรปรีดา. (2547). สารัตถะจิตวิทยาการศึกษา. กรุงเทพมหานคร: อักษรการพิมพ์.
ปริญญา สलगสิงห์. (2551). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง สารและการเปลี่ยนแปลง
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้รูปแบบ 4 MAT.
วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- พจניים ศรีตรัง. (2546). การวิเคราะห์สหสัมพันธ์คาโนนิคระหว่างพหุปัญญากับ
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4.
วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2540). วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์(พิมพ์ครั้งที่ 7).
กรุงเทพฯ : สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร.
- พัชรินทร์ เทียบพิมพ์. (2550). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะ
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน และเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ ของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนตามแบบวัฏจักรการเรียนรู้และแบบ
4 MAT. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ไพศาล หวังพานิช. (2546). การวัดผลการศึกษา. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.

เยาวดี วิบูลย์ศรี. (2548). การวัดผลและการสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์(พิมพ์ครั้งที่ 5).

กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

รวิษณุตม์ ทองมั่น. (2545). การพัฒนาแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT เรื่อง
เศษส่วนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์
ปริญญาโทบริหารศึกษิต มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

รุ่งทิวา หล้าแสนเมือง. (2553). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหา
ความรู้ 7 ขั้น เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์
ปริญญาโทบริหารศึกษิต มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

รุ่งฤดี นาระวิน. (2554). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เรื่องพลังงาน
ความร้อนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการเรียนรู้แบบ 4MAT. วิทยานิพนธ์ปริญญา
โทบริหารศึกษิต มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

ล้วน สายยศ.(2538). เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ:สุวีริยาสาส์น.
วัฒนชัย ถิรศิลาเวทย์. (2546). ความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมการสอนของครู พฤติกรรม
การเรียนรู้และพฤติกรรมด้านจิตพิสัยกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา
คณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดกรมสามัญศึกษา จังหวัด
มหาสารคาม. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารศึกษิต มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

วิมลรัตน์ สุนทรโรจน์. (2549). การจัดกิจกรรมที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญตามแนวคิดโดยใช้
สมองเป็นฐาน. มหาสารคาม: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

ศักดิ์ชัย นิรัฐทวี ,และไพเราะ พุ่มมั่น. (2542). วัฏจักรการเรียนรู้(4 MAT) การจัดกระบวนการ
การเรียนรู้เพื่อการส่งเสริมคุณลักษณะเก่ง ดี มีสุข. กรุงเทพฯ : แวนแก้ว.

ศิริกาญจน์ โกสุมภ์ ,และดารณี คำว้จัน. (2544). การพัฒนาการคิด. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์
ห้างหุ้นส่วนจำกัด 9119.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). สารการเรียนรู้พื้นฐาน
วิทยาศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรการศึกษาขั้น
พื้นฐานพุทธศักราช 2544(พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภา
ลาดพร้าว.

สมนึก ภัททิยธนี. (2548). การวัดผลการศึกษา. มหาสารคาม: ภาควิชาการวัดผล
และวิจัยทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

สมบัติ ท้ายเรือคำ. (2551). ระเบียบวิธีวิจัยสำหรับมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์.

ภาพสินธุ์: ประสานการพิมพ์.

สมสุข ชีระพิจิตร. (2545). ประมวลสาระชุดวิชาสารัตถะและวิทยวิธีทางวิทยาศาสตร์.

นนทบุรีย: สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

- สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา. (2548). การจัดการเรียนรู้ของครูนักปฏิบัติ.
 กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- สุคนธ์ สินธพานนท์. (2554). วิธีสอนตามแนวปฏิรูปการศึกษาเพื่อพัฒนาคุณภาพของ
 เยาวชน. กรุงเทพฯ: 9199 เทคนิคพรินต์ติ้งนิทาน.
- สุนันทา สายเหล็ก. (2555). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
 เรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัส ความสามารถในการคิดวิเคราะห์และความสามารถในการ
 ให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ระหว่างการจัด
 กิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TAI กับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ
 4 MAT. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- สุศักดิ์ หลาบมาลา. (2541). การสอนตามสภาพที่แท้จริง. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภา
 ลาดพร้าว.
- สุรางค์ โค้วตระกูล. (2544). จิตวิทยาการศึกษา. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์
 มหาวิทยาลัย.
- สุวิทย์ มูลคำ. (2547). วิธีจัดการเรียนรู้ (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.
- อาพวี ภิญญุตม. (2551). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องพันธุกรรม
 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้น
 บัณฑิต และเจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
 ปีที่ 3 ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT และการ
 จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น. วิทยานิพนธ์ปริญญา
 มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- Ewers, T. (2002). Teacher-directed Versus Learning Cycle Methods : Effects on
 Science Process Skill Mastery and Teacher Efficacy Among Elementary
 Education Students. **Dissertation Abstracts International**, 62(07), 2387-A.
- Good, C. (1973). **Dictionary of Education**. New York: McGraw-Hill Book
- Hsieh, H. (2003). The Effect of Whole-Brain Instruction on Student Achievement,
 Learning, Motivation, and Teamwork at a Vocational High
 School in Taiwan. **Dissertation Abstracts International**, 64(6), 1956-A.
- Jackson, P. (2004). The Effects of Teaching Methods and 4 MAT Learning Styles
 on Community College Students' Achievement, Attitudes, and Retention
 in Introductory Microbiology. **Dissertation Abstracts International**,
 64(09), 3173-A.

- Lee, S. (2004). Incorporating the 4MAT System into Initial Instruction and its Effects on Student Achievement. **Masters Abstracts International**, **42(01)**, 25.
- McCarthy, B. (1997). A Tale of the Learners : 4MAT's Learning Styles. **Education Leadership**, **54(3)**, 46-51.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือ

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ

- | | |
|----------------------------------|---|
| 1. อาจารย์ ดร.วัลย์ลิกา สุขสำราญ | อาจารย์ประจำคณะวิทยาศาสตร์
และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัย
ราชภัฏเทพสตรี |
| 2. อาจารย์วันทนี บุญสุวรรณ | อาจารย์ประจำคณะครุศาสตร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี |
| 3. นางบุญเรือน หาลาภ | ครูชำนาญการพิเศษ (คศ.3)
โรงเรียนท่าหลวงวิทยาลั |
| 4. นายสุนทร จิตต์สว่าง | ครูชำนาญการพิเศษ (คศ.3)
โรงเรียนท่าหลวงวิทยาลั |
| 5. นางพะยอม ไชยสงโท | ครูชำนาญการพิเศษ (คศ.3)
โรงเรียนท่าหลวงวิทยาลั |

ภาคผนวก ข

หนังสือขอความอนุเคราะห์

- หนังสือราชการขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ
- หนังสือราชการขออนุญาตทดลองใช้ (try out) เครื่องมือในการทำวิทยานิพนธ์
- หนังสือราชการขออนุญาตเก็บข้อมูลในการทำวิทยานิพนธ์



คำสั่งคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ที่ ๑๔๕/๒๕๖๐

เรื่อง แต่งตั้งผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือการทำวิทยานิพนธ์

เพื่อให้การดำเนินการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือในการทำวิทยานิพนธ์ของ นายพนิน ศรีนวลแก้ว รหัส ๕๕๒๑๗๐๔๐๑๓๑ เรื่อง การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและ ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยใช้การ จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT และแบบปกติ เพื่อให้การดำเนินการเป็นไปด้วยความเรียบร้อย คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จึงมีคำสั่งแต่งตั้งบุคคลต่อไปนี้เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ การทำวิทยานิพนธ์ของนักศึกษาหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ดังนี้

๑. อาจารย์ ดร.วัลย์ลิกา สุขสำราญ
๒. อาจารย์วันทนี บัญสุวรรณ
๓. นางบุญเรือน หาลาก
๔. นายสุนทร จิตต์สว่าง
๕. นางพยอม ไชยสงโท

สั่ง ณ วันที่ ๑๑ เมษายน พ.ศ. ๒๕๖๐

(อาจารย์ ดร.ศตพล มุ่งคำกลาง)

คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี



ที่ ศธ ๐๕๔๙.๐๔/ว.๒๑๔

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี
ถนนนารายณ์มหาราช
อำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี
๑๕๐๐๐

วันที่ ๑๑ เมษายน ๒๕๖๐

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือในการวิจัย

เรียน อาจารย์ ดร.วัลย์ลิกา สุขสำราญ

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือการทำวิจัย จำนวน ๑ เล่ม

ด้วย นายพนิน ศรีนวลแก้ว นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี ได้รับการอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT และแบบปกติ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประสิทธิ์ ปุระชาติ เป็นประธาน และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธำพรณ์ แก้วเงิน เป็นกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ปัจจุบันอยู่ในระหว่างขั้นตอนการสร้างเครื่องมือในการวิจัย

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถและมีประสบการณ์ในงานวิจัยเป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ตามเอกสารที่แนบมาพร้อมกับหนังสือนี้ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์ ดร.ศตพล มุ่งคำกลาง)

คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ปฏิบัติราชการแทนอธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

สำนักงานคณบดี

โทร ๐-๓๖๔๑-๒๗๕๑

โทรสาร ๐-๓๖๔๑-๒๗๕๑

<http://scitru.tru.ac.th>



ที่ ศธ ๐๕๔๙.๐๔/ว.๒๑๔

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี
ถนนนารายณ์มหาราช
อำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี
๑๕๐๐๐

วันที่ ๑๑ เมษายน ๒๕๖๐

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือในการวิจัย

เรียน อาจารย์วันทนี บุญสุวรรณ

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือการทำวิจัย จำนวน ๑ เล่ม

ด้วย นายพนิน ศรีนวลแก้ว นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี ได้รับการอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT และแบบปกติ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่ง ของการศึกษาหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประสิทธิ์ ปุระชาติ เป็นประธาน และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฐาปนกร แก้วเงิน เป็นกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ปัจจุบันอยู่ในระหว่างขั้นตอนการ สร้างเครื่องมือในการวิจัย

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถและมีประสบการณ์ในงานวิจัยเป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ตามเอกสารที่แนบมาพร้อมกับหนังสือนี้ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์ ดร.ศตพล มุ่งคำกลาง)

คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ปฏิบัติราชการแทนอธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

สำนักงานคณบดี

โทร ๐-๓๖๔๑-๒๗๕๑

โทรสาร ๐-๓๖๔๑-๒๗๕๑

<http://scitru.tru.ac.th>



ที่ ศธ ๐๕๔๙.๐๔/ว.๒๑๔

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี
ถนนนารายณ์มหาราช
อำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี
๑๕๐๐๐

วันที่ ๑๑ เมษายน ๒๕๖๐

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือในการวิจัย

เรียน นางบุญเรือน ทาลาก

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือการทำวิจัย จำนวน ๑ เล่ม

ด้วย นายพนิน ศรีนวลแก้ว นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี ได้รับการอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT และแบบปกติ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประสิทธิ์ ปุระชาติ เป็นประธาน และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฐาปกรณ์ แก้วเงิน เป็นกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ปัจจุบันอยู่ในระหว่างขั้นตอนการสร้างเครื่องมือในการวิจัย

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถและมีประสบการณ์ในงานวิจัยนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ตามเอกสารที่แนบมาพร้อมกับหนังสือนี้ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์ ดร.ศตพล มุ่งคำกลาง)

คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ปฏิบัติราชการแทนอธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

สำนักงานคณบดี

โทร ๐-๓๖๔๑-๒๗๕๑

โทรสาร ๐-๓๖๔๑-๒๗๕๑

<http://scitru.tru.ac.th>



ที่ ศธ ๐๕๔๙.๐๔/ว.๒๑๔

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี
ถนนนารายณ์มหาราช
อำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี
๑๕๐๐๐

วันที่ ๑๑ เมษายน ๒๕๖๐

เรื่อง ขออนุมัติครุภัณฑ์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือในการวิจัย

เรียน นายสุนทร จิตต์สว่าง

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือการทำวิจัย จำนวน ๑ เล่ม

ด้วย นายพนิน ศรีนวลแก้ว นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี ได้รับการอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT และแบบปกติ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประสิทธิ์ ประชาดี เป็นประธาน และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธำปกรณ์ แก้วเงิน เป็นกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ปัจจุบันอยู่ในระหว่างขั้นตอนการสร้างเครื่องมือในการวิจัย

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถและมีประสบการณ์ในงานวิจัยนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขออนุมัติจากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ตามเอกสารที่แนบมาพร้อมกับหนังสือนี้ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์ ดร.ศตพล มุ่งคำกลาง)

คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ปฏิบัติราชการแทนอธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

สำนักงานคณบดี

โทร ๐-๓๖๔๑-๒๗๕๑

โทรสาร ๐-๓๖๔๑-๒๗๕๑

<http://scitru.tru.ac.th>



ที่ ศธ ๐๕๔๙.๐๔/ว.๒๑๔

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี
ถนนนารายณ์มหาราช
อำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี
๑๕๐๐๐

วันที่ ๑๑ เมษายน ๒๕๖๐

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือในการวิจัย

เรียน นางพยอม ไชยสงโท

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือการทำวิจัย จำนวน ๑ เล่ม

ด้วย นายพนิน ศรีนวลแก้ว นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี ได้รับการอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT และแบบปกติ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่ง ของการศึกษาหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประสิทธิ์ ปุระชาติ เป็นประธาน และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธำพรณ์ แก้วเงิน เป็นกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ปัจจุบันอยู่ในระหว่างขั้นตอนการ สร้างเครื่องมือในการวิจัย

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถและมีประสบการณ์ในงานวิจัยเป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ตามเอกสารที่แนบมาพร้อมกับหนังสือนี้ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์ ดร.ศตพล มุ่งคำกลาง)

คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ปฏิบัติราชการแทนอธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

สำนักงานคณบดี

โทร ๐-๓๖๔๑-๒๗๕๑

โทรสาร ๐-๓๖๔๑-๒๗๕๑



ที่ ศธ ๐๕๔๙.๐๔/๓๔๖

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี
ถนนราชมรรคา
อำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี
๑๕๐๐๐

๑๒ มิถุนายน ๒๕๖๐

เรื่อง ขออนุญาตทดลองเครื่องมือและเก็บข้อมูลวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

ด้วยนายพนิน ศรีนวลแก้ว นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี ได้รับการอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ ๕ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ ๔MAT และการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต โดยมี ผศ.ดร.ประสิทธิ์ บุระชาติ เป็นประธาน และ อาจารย์ ดร.วันวิสาข์ ลิจจวัน เป็นกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ปัจจุบันอยู่ในระหว่างขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี พิจารณาแล้วเห็นว่า สถานศึกษาของท่านมีความเหมาะสมอย่างยิ่งที่จะเป็นกลุ่มตัวอย่างสำหรับการทดลองเครื่องมือ (try out) และเก็บข้อมูลวิจัยในครั้งนี้ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาสืบไป ดังนั้นจึงใคร่ขออนุญาตให้ นายพนิน ศรีนวลแก้ว เข้าดำเนินการทดลองเครื่องมือกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖ ภาคเรียนที่ ๑ ปีการศึกษา ๒๕๖๐ และเก็บข้อมูลวิจัยนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ ภาคเรียนที่ ๑ ปีการศึกษา ๒๕๖๐ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่าน และขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์ ดร.ศตพล มุ่งคำกลาง)
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ปฏิบัติราชการแทนอธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

สำนักงานคณบดี
โทร ๐-๓๖๔๑-๒๗๕๑
โทรสาร ๐-๓๖๔๑-๒๗๕๑
<http://scitru.tru.ac.th>

แบบทดสอบ
วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้ เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีคำถามทั้งหมด 30 ข้อ ใช้เวลาทำทั้งหมด 50 นาที
2. คำถามเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ให้เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด แล้ว X ทับตัวอักษรที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว
3. หากพบข้อใดยากจงเว้นข้ามไปทำข้ออื่นๆ ต่อไปก่อนเมื่อมีเวลาเหลือแล้วจึงย้อนกลับมาทำใหม่

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ข้อสอบปรนัย 30 ข้อ จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

1. ข้อใดคืออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

- ก. ปริมาณสารตั้งต้นที่ลดลงต่อเวลา
- ข. ปริมาณสารผลิตภัณฑ์ที่เพิ่มขึ้นต่อเวลา
- ค. ปริมาณสารที่เปลี่ยนแปลงต่อเวลา
- ง. ถูกทุกข้อ

2. จากปฏิกิริยาเคมี $A + 2B \longrightarrow 3C + D + E$

สามารถหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้ทุกข้อ ยกเว้นข้อใด

- ก. อัตราการเพิ่มขึ้นของ C
- ข. อัตราการลดลงของ D
- ค. อัตราการลดลงของ B
- ง. อัตราการเพิ่มขึ้นของ E

จงใช้ข้อมูลต่อไปนี้ในการตอบคำถามข้อ 3 – 4

การสลายตัวของ H_2O_2 สามารถวัดปริมาตร O_2 ได้ดังข้อมูล



เวลา(s)	0	10	20	30	40	50
ปริมาตร O_2 (cm^3)	0	30	44	A	59	60

3. จงหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเฉลี่ย

- ก. 0.83
- ข. 1.33
- ค. 1.20
- ง. 2.46

4. จงหาอัตราเร็ว ณ ช่วงเวลา 20 – 50 วินาที

- ก. 1.87
- ข. 2.18
- ค. 0.76
- ง. 0.53

5. จากปฏิกิริยา $2A + 3B \longrightarrow C$

ถ้าอัตราการหายไปของ B เท่ากับ 1.2×10^{-2} โมล/วินาที จงหาอัตราการหายไปของ A

- ก. 0.008 โมล/วินาที
- ข. 0.08 โมล/วินาที
- ค. 1.8×10^{-2} โมล/วินาที
- ง. 4×10^{-3} โมล/วินาที

6. ก๊าซ NO_2 สลายตัวตามสมการ



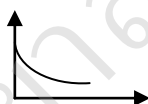
ถ้าอัตราการสลายตัวของ $\text{NO}_2(\text{g})$ เท่ากับ $4.4 \times 10^{-5} \text{ mol.dm}^{-3}.\text{s}^{-1}$ อัตราการเกิด $\text{O}_2(\text{g})$ จะเป็นเท่าใด

- ก. 1.1×10^{-5}
- ข. 2.2×10^{-5}
- ค. 4.4×10^{-5}
- ง. 8.8×10^{-5}

7. จากอัตราการเกิดปฏิกิริยา จงพิจารณาข้อความ

A. การหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาของสารตั้งต้นจะเป็นอัตราการลดลง ส่วนผลิตภัณฑ์จะเป็นอัตราการเพิ่มขึ้น

B. จากกราฟ เป็นกราฟของ **สารผลิตภัณฑ์** ในปฏิกิริยาเคมี



C. สารตั้งต้นในปฏิกิริยาเคมีจาก 4 กรัม เหลือ 2 กรัม ในเวลา 20 วินาที แสดงว่ามีอัตราการลดลง 0.1 กรัม/วินาที

จากข้อความ ข้อใด **กล่าวถูกต้อง**

- ก. A และ B
- ข. A และ C
- ค. B และ C
- ง. A B และ C

8. จากปฏิกิริยาคายพลังงานใดๆ พลังงานของสารใด มีค่าต่ำที่สุด

- ก. สารตั้งต้น
- ข. สารผลิตภัณฑ์

ค. สารเชิงซ้อนที่ถูกกระตุ้น

ง. สารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์

9. จากปฏิกิริยาเคมีใด ๆ สารที่มีพลังงานสูงที่สุดคือข้อใด

ก. สารตั้งต้น

ข. สารผลิตภัณฑ์

ค. สารเชิงซ้อนที่ถูกกระตุ้น

ง. สารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์

10. จากการทดลองพบว่า อัตราการลดลงของสาร X เท่ากับ $1/4$ ของอัตราการลดลงของสาร Y และเท่ากับ $1/2$ ของอัตราการเกิดสาร Z จงเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาเคมีในการทดลองนี้

ก. $1/2 X + Y \rightarrow 1/4 Z$

ข. $X + 1/4 Y \rightarrow 1/2 Z$

ค. $X + 2Y \rightarrow 4Z$

ง. $X + 4Y \rightarrow 2Z$

11. ปัจจัยในข้อใดที่ทำให้พลังงานจลน์และความถี่ในการชนกันของอนุภาคเปลี่ยนแปลง

ก. การคนสาร

ข. อุณหภูมิ(Temperature)

ค. ตัวเร่งปฏิกิริยา(Catalyst)

ง. ตัวหน่วงปฏิกิริยา(Inhibitor)

12. ปัจจัยในข้อใดที่ทำให้ความถี่ในการชนกันของอนุภาคเปลี่ยนแปลงเท่านั้น

ก. การคนสาร

ข. อุณหภูมิ(Temperature)

ค. ตัวเร่งปฏิกิริยา(Catalyst)

ง. ตัวหน่วงปฏิกิริยา(Inhibitor)

13. ปฏิกิริยา $A + B \rightarrow C$ เป็นปฏิกิริยาคายพลังงาน มีค่าพลังงานก่อกัมมันต์ 2 kJ และคายพลังงาน 1 kJ และปฏิกิริยา $C \rightarrow A + B$ ซึ่งเป็นปฏิกิริยาย้อนกลับ จะมีค่าพลังงานก่อกัมมันต์เท่าใด

ก. 1

ข. 2

ค. 3

ง. 4

14. ข้อความต่อไปนี้ข้อใดไม่ถูกต้อง

ก. เมื่อเพิ่มความเข้มข้นจะทำให้พลังงานก่อกัมมันต์เปลี่ยนแปลง

- ข. เมื่อพลังงานก่อกัมมันต์ต่ำจะทำให้ปฏิกิริยาเกิดเร็วขึ้น
- ค. การชนกันของอนุภาคสาร ถ้าชนกันบ่อยอัตราการเกิดปฏิกิริยาจะเร็วขึ้น
- ง. เมื่อเกิดปฏิกิริยาตัวเร่งปฏิกิริยาจะทำให้พลังงานก่อกัมมันต์ลดลง

15. ในการศึกษาอัตราการเกิดปฏิกิริยาระหว่างหินปูนที่มากเกินพอกับกรด HCl ที่มีความเข้มข้น 0.1 mol/dm^3 ปริมาณ 20 cm^3 ที่ 20°C ถ้าเปลี่ยนความเข้มข้นของกรดเป็น 0.5 mol/dm^3 ในปริมาณ และอุณหภูมิเท่าเดิม ข้อความใดถูกต้องที่สุด

- ก. อัตราการเกิดปฏิกิริยาคงที่ แต่ผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้น
- ข. อัตราการเกิดปฏิกิริยาคงที่ และผลิตภัณฑ์คงเดิม
- ค. อัตราการเกิดปฏิกิริยาเร็วขึ้น และผลิตภัณฑ์มากขึ้น
- ง. อัตราการเกิดปฏิกิริยาเร็วขึ้น แต่ผลิตภัณฑ์คงเดิม

16. ข้อใดเป็นเหตุผลที่อธิบายว่า "เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของสารตั้งต้นอัตราการเกิดปฏิกิริยาเพิ่มขึ้น "

- ก. จำนวนอนุภาคของสารตั้งต้นเพิ่มมากขึ้น เป็นการลดพลังงานกระตุ้น
- ข. จำนวนอนุภาคของสารตั้งต้นเพิ่มมากขึ้น เป็นการบังคับให้อนุภาคชนกันทุกทิศทาง
- ค. จำนวนอนุภาคของสารตั้งต้นเพิ่มมากขึ้น เป็นการเพิ่มพื้นที่ผิวของสารตั้งต้น
- ง. จำนวนอนุภาคของสารตั้งต้นเพิ่มมากขึ้น โอกาสที่อนุภาคจะชนกันมีมากขึ้นทำให้อนุภาคที่มีพลังงานสูงมีจำนวนมากขึ้น

17. นำโลหะโซเดียมทำปฏิกิริยากับกรดไฮโดรคลอริก พบว่าใช้เวลาในการเกิดปฏิกิริยา 20 วินาที ถ้าเปลี่ยนจากโลหะโซเดียมเป็นแมกนีเซียม โดยใช้กรดไฮโดรคลอริกแบบเดิม พบว่าใช้เวลาในการเกิดปฏิกิริยา 40 วินาที จากข้อมูลดังกล่าวอัตราการเกิดปฏิกิริยาต่างกันเพราะเหตุใด

- ก. ความเข้มข้นของสารตั้งต้น
- ข. ปริมาตรของสารตั้งต้น
- ค. ธรรมชาติของสารตั้งต้น
- ง. ความดันของสารตั้งต้น

18. การกระทำข้อใดเป็นการส่งผลทำให้ธรรมชาติของสารตั้งต้นเปลี่ยนแปลง

- ก. การเปลี่ยนชนิดสารตั้งต้น
 ข. การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสารตั้งต้น
 ค. การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ผิวของสารตั้งต้น
 ง. การเปลี่ยนแปลงค่าความดันของสารตั้งต้น

19.

การทดลองที่	ความเข้มข้นของ A (mol/dm ³)	ความเข้มข้นของ B (mol/dm ³)	อัตราการเกิดปฏิกิริยา (mol/dm ³ .s)
1	0.1	0.1	0.02
2	0.1	0.5	0.50
3	0.5	0.5	62.5
4	1	1	X

ข้อใดคือกฎอัตราของปฏิกิริยานี้

- ก. $k[A][B]^2$
 ข. $k[A]^2[B]^2$
 ค. $k[A]^3[B]^2$
 ง. $k[A]^2[B]^3$

20. จากข้อ 19. อัตราการเกิดปฏิกิริยา **X** มีค่าเท่ากับกี่
 mol/dm³.s

- ก. 200
 ข. 2000
 ค. 20000
 ง. 200000

21. ถ้าใช้โลหะ Mg และ HCl จำนวนเท่ากัน การกระทำใน

ข้อใดจะเกิดปฏิกิริยาได้เร็วที่สุด

- ก. ใช้โลหะแมกนีเซียมชิ้นโตและใช้กรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.1 โมล/ลิตร
 ข. ใช้โลหะแมกนีเซียมชิ้นโตและใช้กรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.2 โมล/ลิตร
 ค. ใช้โลหะแมกนีเซียมชิ้นเล็กและใช้กรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.2 โมล/ลิตร
 ง. ใช้โลหะแมกนีเซียมชิ้นเล็กและใช้กรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.1 โมล/ลิตร

22. การเพิ่มพื้นที่ผิว คือการกระทำในข้อใด(มวลคงที่)

- ก. ทูบของแข็งให้ละเอียด
 ข. ปั่นของแข็งให้เป็นทรงกลม

ค. เติมน้ำเพื่อให้ละลาย

ง. ให้ความร้อน

23. การเพิ่มอุณหภูมิจะไม่เพิ่มสิ่งใดต่อไปนี้

ก. ความเร็วของโมเลกุล

ข. ความถี่ในการชนกันของอนุภาค

ค. อัตราการเกิดปฏิกิริยา

ง. พลังงานกระตุ้น

24. ในการศึกษาปฏิกิริยาเคมีโดยทั่วไปมักต้องการให้ปฏิกิริยาเกิดขึ้นเร็ว ดังนั้นเวลาทำการทดลองจึงมักจะทำอย่างไร

ก. อุ่นให้ร้อนเพื่อเพิ่มอุณหภูมิ

ข. ใช้สารละลายมีความเข้มข้นต่ำ

ค. ทำให้พื้นที่ผิวของสารตั้งต้นน้อยๆ

ง. ใช้วิธีการทั้ง ก , ข และ ค

25. การเพิ่มอุณหภูมิ จะส่งผลอย่างไร

ก. ทำให้พลังงานสารตั้งต้นเพิ่มขึ้น

ข. ทำให้พลังงานก่อกัมมันต์ลดลง

ค. ทำให้สารตั้งต้นมีพลังงานและความถี่ในการชนกันเพิ่มขึ้น

ง. ให้ความถี่ในการชนกันเพิ่มมากขึ้น

26. ข้อความในข้อใดไม่ถูกต้องเกี่ยวกับตัวเร่งปฏิกิริยา

ก. ทำให้พลังงานก่อกัมมันต์ของปฏิกิริยาลดลง

ข. ทำให้ปฏิกิริยาเกิดได้เร็วขึ้น

ค. ทำให้พลังงานของสารตั้งต้นเพิ่มขึ้น

ง. เมื่อปฏิกิริยาสิ้นสุดจะได้ตัวเร่งออกมาเหมือนเดิม

27. เมื่อเติมตัวเร่งปฏิกิริยา ทำให้ปฏิกิริยาเกิดเร็วขึ้นได้อย่างไร

ก. ตัวเร่งปฏิกิริยาช่วยจัดทิศทางในการชนของอนุภาคให้เหมาะสม

ข. ตัวเร่งปฏิกิริยาช่วยให้ความถี่ในการชนมากขึ้น

ค. ตัวเร่งปฏิกิริยาจะเพิ่มพื้นที่ผิวของสารให้มากขึ้น

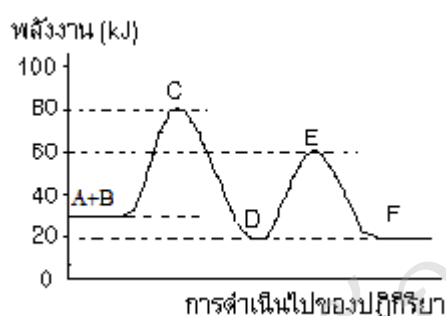
ง. ตัวเร่งปฏิกิริยาทำให้พลังงานก่อกัมมันต์ของปฏิกิริยาลดลง

28. การเติมตัวหน่วงปฏิกิริยา จะส่งผลอย่างไร

ก. ทำให้พลังงานสารตั้งต้นเพิ่มขึ้น

- ข. ทำให้พลังงานก่อกัมมันต์เพิ่มขึ้น
- ค. ทำให้สารตั้งต้นมีปริมาณมากขึ้น
- ง. ทำให้ความถี่ในการชนกันเพิ่มมากขึ้น

29. ปฏิกิริยา $A + B \longrightarrow F$ เป็นปฏิกิริยาที่เกิดหลายขั้นตอน ปฏิกิริยานี้เป็นปฏิกิริยาประเภทใด และมีค่าพลังงานก่อกัมมันต์เท่าใด



- ก. เป็นปฏิกิริยาดูดพลังงาน มีค่าพลังงานก่อกัมมันต์ 50 kJ
 - ข. เป็นปฏิกิริยาดูดพลังงาน มีค่าพลังงานก่อกัมมันต์ 90 kJ
 - ค. เป็นปฏิกิริยาคายพลังงาน มีค่าพลังงานก่อกัมมันต์ 50 kJ
 - ง. เป็นปฏิกิริยาคายพลังงาน มีค่าพลังงานก่อกัมมันต์ 40 kJ
30. เมื่อใส่โลหะ Mg 9.0 กรัมลงในกรด HCl พบว่าเมื่อเวลาผ่านไป 15 วินาที มีโลหะ Mg เหลืออยู่ 1.8 กรัม จงคำนวณหาอัตราการเกิดปฏิกิริยา (มวลอะตอมของ Mg = 24)
- ก. 0.01 mol/s
 - ข. 0.02 mol/s
 - ค. 0.30 mol/s
 - ง. 0.48 mol/s

แบบทดสอบ

วัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

ตัวอย่าง แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้ เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีคำถามทั้งหมด 30 ข้อ ใช้เวลาทำทั้งหมด 50 นาที
2. คำถามเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ ให้เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด แล้ว X ทับตัวอักษรที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว
3. หากพบข้อใดยากจงเว้นข้ามไปทำข้ออื่นๆ ต่อไปก่อนเมื่อมีเวลาเหลือ แล้วจึงย้อนกลับมาทำใหม่

ตัวอย่าง แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

ตอนที่ 1 การสรุปความ

คำสั่ง ให้นักเรียนอ่านข้อความกำหนดให้ แล้วพิจารณาสรุปความตามข้อความที่ปรากฏในสถานการณ์จากข้อความนั้น อย่างรอบคอบ

แบบวัดนี้มี 5 ตัวเลือก ใช้พิจารณาข้อสรุปทั้ง 7 ข้อ โดยให้นักเรียนเลือกตอบข้อที่ตรงกับความคิดเห็นของนักเรียนมากที่สุดเพียงข้อเดียว แล้วทำเครื่องหมาย X ตามตัวเลือกข้อนั้น

- ก. จริง เพราะเป็นจริงตามข้อมูลที่ปรากฏในสถานการณ์ที่กำหนด
- ข. น่าจะเป็นจริง เพราะตามข้อมูลที่ปรากฏในสถานการณ์น่าจะเป็นเช่นนั้น
- ค. ข้อมูลยังไม่เพียงพอ เพราะข้อมูลที่ปรากฏยังไม่เพียงพอที่จะกล่าวเช่นนั้น
- ง. น่าจะไม่จริง เพราะข้อมูลที่ปรากฏไม่ได้บ่งบอกไว้เช่นนั้น
- จ. ไม่จริง เพราะไม่มีตอนใดในข้อมูลนี้กล่าวไว้เช่นนั้นเลย

สถานการณ์ที่ 1

นักท่องเที่ยวทั้งชาวไทยและต่างชาติ ที่เดินทางมาท่องเที่ยวตามสถานที่สำคัญต่างๆ ควรจะต้องระมัดระวังเรื่องอาหารการกิน ในช่วงอากาศร้อนอาหารที่เป็นอาหารสดจะเสียหายง่าย และมักจะมีโอกาสปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ จึงขอให้ระวังเรื่องอาหารการกินเป็นอย่างมาก พร้อมกับขอให้หลีกเลี่ยงอาหารพวกยำ ส้มตำ และควรหาซื้ออาหารที่ปรุงสุกใหม่ และเลือกเข้าร้านอาหารที่มีป้าย“Clean Food Good Taste อาหารสะอาดรสชาติอร่อย” รับประทาน ทั้งนี้ เพื่อปลอดภัยจากเรื่องของโรคทางเดินอาหาร

(ข้อความนี้ใช้พิจารณาข้อสรุป ที่ 1-2)

1. เชื้อแบคทีเรียเป็นบ่อเกิดทำให้อาหารเป็นพิษ

- ก. จริง เพราะเป็นจริงตามข้อมูลที่ปรากฏในสถานการณ์ที่กำหนด
- ข. น่าจะเป็นจริง เพราะตามข้อมูลที่ปรากฏในสถานการณ์น่าจะเป็นเช่นนั้น
- ค. ข้อมูลยังไม่เพียงพอ เพราะข้อมูลที่ปรากฏยังไม่เพียงพอที่จะกล่าวเช่นนั้น
- ง. น่าจะไม่จริง เพราะข้อมูลที่ปรากฏไม่ได้บ่งบอกไว้เช่นนั้น
- จ. ไม่จริง เพราะไม่มีตอนใดในข้อมูลนี้กล่าวไว้เช่นนั้นเลย

2. นักท่องเที่ยวทั้งชาวไทยและต่างประเทศควรรับประทานอาหารที่ปรุงสุกใหม่ๆ เพื่อให้ปลอดภัยจากโรคทางเดินอาหาร

- ก. จริง เพราะเป็นจริงตามข้อมูลที่ปรากฏในสถานการณ์ที่กำหนด

- ข. น่าจะเป็นจริง เพราะตามข้อมูลที่ปรากฏในสถานการณ์น่าจะเป็นเช่นนั้น
- ค. ข้อมูลยังไม่เพียงพอ เพราะข้อมูลที่ปรากฏยังไม่เพียงพอที่จะกล่าวเช่นนั้น
- ง. น่าจะไม่จริง เพราะข้อมูลที่ปรากฏไม่ได้บ่งบอกไว้เช่นนั้น
- จ. ไม่จริง เพราะไม่มีตอนใดในข้อมูลนี้กล่าวไว้เช่นนั้นเลย

สถานการณ์ที่ 2

ระวังอาหารผสมสารบอแรกซ์เพื่อให้กรอบ ทำให้เกิดความผิดปกติของไตและสมองบางส่วน ถ้าได้รับในปริมาณที่มากเกินไป จะเกิดอาการคลื่นไส้ อาเจียนเป็นเลือด ช็อก และเสียชีวิตได้
(ข้อความนี้ใช้พิจารณาข้อสรุป ที่ 3)

3. ถ้ารับประทานบอแรกซ์ในปริมาณที่พอเหมาะ ก็จะไม่ทำให้เกิดอาการผิดปกติ
- ก. จริง เพราะเป็นจริงตามข้อมูลที่ปรากฏในสถานการณ์ที่กำหนด
 - ข. น่าจะเป็นจริง เพราะตามข้อมูลที่ปรากฏในสถานการณ์น่าจะเป็นเช่นนั้น
 - ค. ข้อมูลยังไม่เพียงพอ เพราะข้อมูลที่ปรากฏยังไม่เพียงพอที่จะกล่าวเช่นนั้น
 - ง. น่าจะไม่จริง เพราะข้อมูลที่ปรากฏไม่ได้บ่งบอกไว้เช่นนั้น
 - จ. ไม่จริง เพราะไม่มีตอนใดในข้อมูลนี้กล่าวไว้เช่นนั้นเลย

สถานการณ์ที่ 3

สุขภาพดีด้วยการนอนหลับให้เพียงพอ เพราะเวลาที่คุณนอนหลับ ร่างกายจะซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอและสร้างฮอร์โมนที่ควบคุมการทำงานของระบบฮอร์โมนเพศให้เป็นปกติ
(ข้อความนี้ใช้พิจารณาข้อสรุป ที่ 4-5)

4. ในแต่ละวันเพื่อให้สุขภาพดี แข็งแรง ปราศจากโรคภัย ควรนอนอย่างน้อยวันละ 8-10 ชั่วโมง
- ก. จริง เพราะเป็นจริงตามข้อมูลที่ปรากฏในสถานการณ์ที่กำหนด
 - ข. น่าจะเป็นจริง เพราะตามข้อมูลที่ปรากฏในสถานการณ์น่าจะเป็นเช่นนั้น
 - ค. ข้อมูลยังไม่เพียงพอ เพราะข้อมูลที่ปรากฏยังไม่เพียงพอที่จะกล่าวเช่นนั้น
 - ง. น่าจะไม่จริง เพราะข้อมูลที่ปรากฏไม่ได้บ่งบอกไว้เช่นนั้น
 - จ. ไม่จริง เพราะไม่มีตอนใดในข้อมูลนี้กล่าวไว้เช่นนั้นเลย

5. การนอนหลับเป็นการพักผ่อนที่ดีที่สุด

- ก. จริง เพราะเป็นจริงตามข้อมูลที่ปรากฏในสถานการณ์ที่กำหนด
- ข. น่าจะเป็นจริง เพราะตามข้อมูลที่ปรากฏในสถานการณ์น่าจะเป็นเช่นนั้น

- ค. ข้อมูลยังไม่เพียงพอ เพราะข้อมูลที่ปรากฏยังไม่เพียงพอที่จะกล่าวเช่นนั้น
- ง. น่าจะไม่จริง เพราะข้อมูลที่ปรากฏไม่ได้บ่งบอกไว้เช่นนั้น
- จ. ไม่จริง เพราะไม่มีตอนใดในข้อมูลนี้กล่าวไว้เช่นนั้นเลย

สถานการณ์ที่ 4

ดวงอาทิตย์ให้พลังงานจำนวนมหาศาลแก่โลกของเรา พลังงานจากดวงอาทิตย์จัดเป็นพลังงานหมุนเวียนที่สำคัญที่สุด เป็นพลังงานสะอาดไม่ทำปฏิกิริยาใดๆอันจะทำให้สิ่งแวดล้อมเป็นพิษ เซลล์แสงอาทิตย์จึงเป็นสิ่งประดิษฐ์ทางอิเล็กทรอนิกส์ชนิดหนึ่ง ที่ถูกนำมาใช้ผลิตไฟฟ้าเป็นทางเลือกของการใช้พลังงานไฟฟ้า แทนการใช้พลังงานจากฟอสซิลที่หมดลงเรื่อยๆ ในการผลิตกระแสไฟฟ้า

(ข้อความนี้ใช้พิจารณาข้อสรุป ที่ 6-7)

6. ในอนาคตจะมีการใช้พลังงานจากแสงอาทิตย์มากที่สุด
 - ก. จริง เพราะเป็นจริงตามข้อมูลที่ปรากฏในสถานการณ์ที่กำหนด
 - ข. น่าจะเป็นจริง เพราะตามข้อมูลที่ปรากฏในสถานการณ์น่าจะเป็นเช่นนั้น
 - ค. ข้อมูลยังไม่เพียงพอ เพราะข้อมูลที่ปรากฏยังไม่เพียงพอที่จะกล่าวเช่นนั้น
 - ง. น่าจะไม่จริง เพราะข้อมูลที่ปรากฏไม่ได้บ่งบอกไว้เช่นนั้น
 - จ. ไม่จริง เพราะไม่มีตอนใดในข้อมูลนี้กล่าวไว้เช่นนั้นเลย
7. ในอนาคตจะมีการใช้พลังงานจากดวงอาทิตย์เพิ่มมากขึ้น
 - ก. จริง เพราะเป็นจริงตามข้อมูลที่ปรากฏในสถานการณ์ที่กำหนด
 - ข. น่าจะเป็นจริง เพราะตามข้อมูลที่ปรากฏในสถานการณ์น่าจะเป็นเช่นนั้น
 - ค. ข้อมูลยังไม่เพียงพอ เพราะข้อมูลที่ปรากฏยังไม่เพียงพอที่จะกล่าวเช่นนั้น
 - ง. น่าจะไม่จริง เพราะข้อมูลที่ปรากฏไม่ได้บ่งบอกไว้เช่นนั้น
 - จ. ไม่จริง เพราะไม่มีตอนใดในข้อมูลนี้กล่าวไว้เช่นนั้นเลย

ตัวอย่าง
แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

5. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นสร้างความสนใจ

ครูให้นักเรียนช่วยกันยกตัวอย่างการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและทางเคมี เช่น น้ำเดือด ฝนตก ดินถล่ม ผลไม้สุก กระดาษไหม้ไฟ สนิมเหล็ก ภูเขาไฟระเบิด แล้วให้นักเรียนบอกว่าเป็นการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพหรือเคมี

ขั้นสำรวจและค้นหา

1. ครูอธิบายและยกตัวอย่างปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน เช่น ปฏิกิริยาการเผาไหม้ น้ำมันเชื้อเพลิง แก๊สหุงต้ม การระเบิดของดินปืน ผลปฏิกิริยาการเนาเปลือยของสิ่งมีชีวิตซึ่งเกิดขึ้นเร็วและช้าแตกต่างกัน แล้วอภิปรายเปรียบเทียบการดำเนินไปของปฏิกิริยาเคมีกับการเคลื่อนที่ของรถยนต์ เพื่อเข้าใจว่าระยะทางที่รถยนต์เคลื่อนที่ได้จะเปลี่ยนแปลงไปตามเวลาและเขียนแสดงได้ในรูปอัตราเร็วของรถยนต์ ส่วนการเกิดปฏิกิริยาเคมีนั้น เมื่อปฏิกิริยาดำเนินไปปริมาณสารในปฏิกิริยาจะเปลี่ยนแปลงไปตามเวลา และสามารถวัดปริมาณสารในปฏิกิริยาได้หลายวิธี เพื่อนำไปสู่การทดลองที่ 6.1

2. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่มออกเป็น 4 - 5 กลุ่มๆ ละ 4-5 คนและทำการทดลอง เรื่องปฏิกิริยาระหว่างโลหะแมกนีเซียมกับกรดไฮโดรคลอริก ดังนี้

การทดลองที่ 6.1 ปฏิกิริยาระหว่างโลหะแมกนีเซียมกับกรดไฮโดรคลอริก

การทดลองนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาการเกิดปฏิกิริยาระหว่างโลหะแมกนีเซียมกับกรดไฮโดรคลอริก และวัดปริมาณแก๊สไฮโดรเจนที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาต่างๆ

จุดประสงค์การทดลอง

1. เพื่อศึกษาการเกิดปฏิกิริยาระหว่างโลหะแมกนีเซียมกับกรดไฮโดรคลอริกได้
2. เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรของแก๊สไฮโดรเจนกับเวลา และแปลผลจากกราฟได้
3. อธิบายการเกิดปฏิกิริยาระหว่างโลหะแมกนีเซียมกับกรดไฮโดรคลอริกในช่วงเวลาต่างๆ ได้

รายการ	ต่อ 1 กลุ่ม
สารเคมี 1. โลหะแมกนีเซียมขนาด 0.5 cm x 10 cm 2. สารละลายกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.5 mol/dm ³	1 ชิ้น 20 cm ³
อุปกรณ์ 1. กระจกบด ขนาด 10 cm ³ 2. บีกเกอร์ ขนาด 100 cm ³ 3. จุกก๊อกสำหรับปิดกระจกบด 4. นาฬิกาจับเวลาหรือนาฬิกามีเข็มวินาที 5. กระดาษทรายขนาด 3 cm x 3 cm 6. ไบรด์โคน	1 ใบ 1 ใบ 1 อัน 1 เรือน 1 ชิ้น 1 ใบ

3. ก่อนทำการทดลองครูได้เตรียมการล่วงหน้า ดังนี้

3.1 เตรียมสารละลายกรดไฮโดรคลอริก 0.5 mol/dm³ 500 cm³ โดยสารละลายกรดไฮโดรคลอริก 2 mol/dm³ 50 cm³ หรือกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 12 mol/dm³ 8.3 cm³ ในน้ำให้ได้ปริมาตร 500 cm³ (เหลือเก็บไว้ใช้ในการทดลองในโอกาสต่อไปได้)

3.2 ตัดลวดแมกนีเซียมขนาด 0.5 cm x 10 cm 1 ชิ้นต่อ 1 กลุ่ม

4. ครูนำอภิปรายก่อนการทดลอง เพื่อแนะนำเกี่ยวกับการทดลอง ดังนี้

4.1 ขัดลวดแมกนีเซียมด้วยกระดาษทราย เพื่อกำจัดสารประกอบออกไซด์ที่เคลือบผิวออกให้หมด แล้วล้างลวดแมกนีเซียมให้สะอาดและเช็ดให้แห้ง

4.2 ให้เริ่มจับเวลาเมื่อปริมาตรของสารละลายในกระจกบดมอยู่ที่ขีดแรก ซึ่งถือว่าเป็นจุดเริ่มต้น

4.3 ขณะอ่านปริมาตรของแก๊ส สายตาของผู้อ่านจะต้องอยู่ในระดับเดียวกับขีดที่อ่านและต้องจับเวลาอย่างต่อเนื่องจนถึงขีดก่อนที่แมกนีเซียมจะโผล่พ้นสารละลายกรด

4.4 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มแบ่งหน้าที่ในการสังเกต จับเวลา และบันทึกข้อมูล

4.5 ในกรณีที่ทำการทดลองซ้ำ จะต้องล้างกระจกบดด้วยสารละลายกรดไฮโดรคลอริกประมาณ 3-5 cm³ หรือเช็ดภายในกระจกบดให้แห้ง เพื่อให้ความเข้มข้นของสารละลายกรดไม่เปลี่ยนแปลง

4.6 ถ้าไม่มีกระจกบดให้ใช้หลอดทดลองขนาดกลางและแบ่งสเกลที่ข้างหลอดเป็นช่วง ช่วงละ 1 cm

5. นักเรียนทำการทดลองตามรายละเอียดการทดลอง 6.1 เรื่อง ปฏิกริยาระหว่างโลหะแมกนีเซียมกับกรดไฮโดรคลอริกในหนังสือเรียน และบันทึกผลการทดลอง

6. ผลการทดลองที่นักเรียนควรบันทึกได้เป็นดังนี้

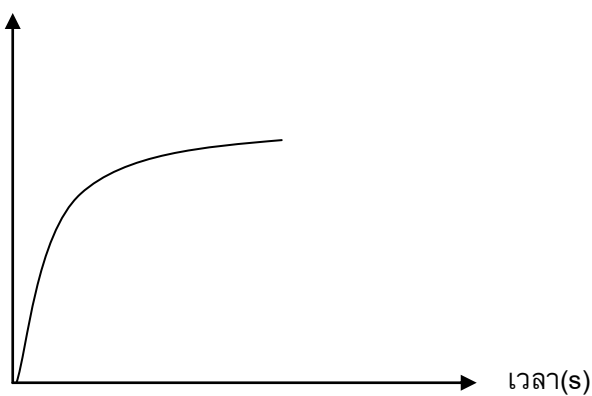
ตัวอย่างการทดลอง

1. จับเวลาการเกิดแก๊สไฮโดรเจนทุก 1 cm^3 ได้ดังนี้

ปริมาณแก๊สไฮโดรเจน (cm^3) ระหว่างขีดที่	เวลา (s)
1-2	20
2-3	42
3-4	65
4-5	86
5-6	109
6-7	134
7-8	164
8-9	204
9-10	256

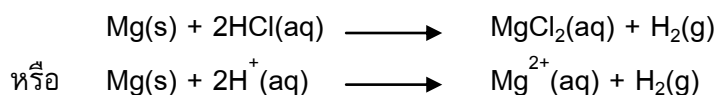
2. กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรของแก๊สไฮโดรเจนกับเวลาเป็นดังนี้

ปริมาตร H_2 (cm^3)



7. จากผลการทดลองครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายผลการทดลองตามแนวคำถาม ท้ายการทดลองแล้วนำข้อสรุปมาอภิปรายร่วมกัน ซึ่งควรสรุปได้ ดังนี้

7.1 แก๊สที่เกิดจากปฏิกิริยาระหว่างโลหะแมกนีเซียมกับกรดไฮโดรคลอริก คือ แก๊ส ไฮโดรเจน เขียนสมการแสดงได้ดังนี้



7.2 การเกิดแก๊สไฮโดรเจนในแต่ละช่วงปริมาตรใช้เวลาไม่เท่ากัน ในช่วงแรกใช้เวลา น้อยและในช่วงถัดไปใช้เวลามากขึ้นตามลำดับ

7.3 ลักษณะของกราฟในตอนเริ่มต้นมีความชันมาก แสดงว่าปฏิกิริยาเกิดขึ้นได้เร็ว เมื่อเวลาผ่านไปปฏิกิริยาเกิดได้ช้าลง ความชันของกราฟจึงลดลง

7.4 ปริมาณสารที่เปลี่ยนแปลงในปฏิกิริยา นอกจากจะวัดปริมาตรของแก๊ส ไฮโดรเจนที่เกิดขึ้นในหนึ่งหน่วยเวลาแล้ว อาจวัดจากปริมาณของผลิตภัณฑ์อื่นคือ Mg^{2+} ที่เกิดขึ้นในหนึ่งหน่วยเวลา หรือวัดจากปริมาณสารตั้งต้นคือโลหะ Mg หรือ H^+ ที่ลดลงในหนึ่ง หน่วยเวลา

8. ครูนำอภิปรายต่อไปตามรายละเอียดในใบความรู้ที่ 1 ให้ได้ข้อสรุปว่า ปริมาณสารที่เปลี่ยนแปลงในปฏิกิริยาซึ่ง ก็คือ ปริมาณสารตั้งต้นที่ลดลง หรือปริมาณผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้น ขณะปฏิกิริยาดำเนินไป เมื่อนำปริมาณสารที่เปลี่ยนแปลงมาเขียนในรูปอัตราส่วนเปรียบเทียบกับหนึ่ง หน่วยเวลาจะเรียกว่า อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

9. ครูให้นักเรียนศึกษาการหาอัตราการเกิดปฏิกิริยา โดยพิจารณาจากความเข้มข้น ของสาร ตั้งต้นหรือผลิตภัณฑ์ที่เปลี่ยนแปลงไปกับระยะเวลาของการเกิดปฏิกิริยาตาม รายละเอียดในใบความรู้

10. ครูให้นักเรียนศึกษาตัวอย่างและฝึกการคำนวณหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ทั้ง อัตราการสลายตัวของสารตั้งต้น อัตราการเพิ่มขึ้นของผลิตภัณฑ์ในช่วงเวลาต่างๆ ตั้งแต่ วินาทีที่ 0 ถึงวินาทีที่ 600 ตามรายละเอียดในบทเรียน

11. ครูให้ความรู้เกี่ยวกับความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเฉลี่ย แล้วอภิปราย ต่อไปถึงวิธีหาอัตราการเกิดปฏิกิริยา ณ ขณะใดขณะหนึ่ง จากกราฟแสดงความสัมพันธ์ ระหว่างความเข้มข้นของสารกับเวลาตามรายละเอียดในใบความรู้ แล้วมอบหมายให้แต่ละกลุ่ม ช่วยกันหาอัตราการสลายตัวของแก๊ส N_2O_5 ณ วินาทีที่ 150 แล้วนำมาเสนอต่อชั้นเรียน เพื่อ อภิปรายร่วมกันอีกครั้ง ซึ่งครูควรใช้โอกาสนี้เสนอแนะและแก้ไขเพิ่มเติมเพื่อให้เกิดความเข้าใจ ยิ่งขึ้น

12. ครูและนักเรียนศึกษาความรู้เพิ่มเติมเรื่อง ความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยา เคมี ตามใบความรู้ที่ 1

13. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสอบถามเนื้อหา เรื่อง ความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีว่ามีส่วนไหนที่ยังไม่เข้าใจและให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น

ชั้นลงข้อสรุป

1. ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกเสริมประสบการณ์ จากนั้นนักเรียนและครูร่วมกันเฉลยบางข้อ นักเรียนที่ทำถูกครูยกย่องชมเชย และให้นักเรียนเขียนสรุปความมาให้ครูอ่านในคาบต่อไป

2. ครูมอบหมายให้นักเรียนไปศึกษาความรู้ เรื่อง แนวคิดเกี่ยวกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี และพลังงานกับการดำเนินไปของปฏิกิริยา ซึ่งจะเรียนในคาบต่อไปมาล่วงหน้า

6. การวัดผลประเมินผล

6.1 การประเมินผล

การวัดผล ประเมินผล	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การผ่าน
1. ด้านความรู้ความเข้าใจ	ตรวจใบงานที่ 1	ใบงานที่ 1	ทำได้ถูกต้อง 70 % ขึ้นไป
2. ด้านทักษะกระบวนการ	สังเกตจากการปฏิบัติทดลอง	แบบประเมินทักษะกระบวนการ	ได้คะแนนในระดับ 2 ขึ้นไป
3. ด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์	การสังเกตพฤติกรรมความสนใจและตั้งใจเรียน	แบบสังเกตพฤติกรรมความสนใจและตั้งใจเรียน	ได้คะแนนในระดับ 2 ขึ้นไป

6.2 เกณฑ์การประเมินผล

ผู้เรียนผ่านการประเมินอย่างน้อยร้อยละ 70 ขึ้นไป

7. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

7.1 สื่อการเรียนรู้

1. ใบความรู้ เรื่อง ความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
2. หนังสือเรียนวิชาเคมี 3 ของ สสวท.
3. อุปกรณ์การทดลองที่ 6.1 / ใบบันทึกกิจกรรม/การทดลอง
4. ใบความรู้ที่ 1 ความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
5. ใบงานที่ 1 การหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

8. กิจกรรม/เสนอแนะ

.....

.....

.....

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

แบบประเมินทักษะกระบวนการ

ชื่อ.....เลขที่.....ชั้น.....กลุ่มที่.....

คำชี้แจง ให้ผู้ประเมินเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับคุณภาพ รายการละ 1 ระดับ

ที่	พฤติกรรม / ลักษณะพึงชี้	ระดับคุณภาพ					หมายเหตุ
		1	2	3	4	5	
1	การวางแผน การแบ่งหน้าที่กันทำงาน						5 หมายถึง ดีมาก
2	การสังเกต การเปรียบเทียบ						4 หมายถึง ดี
3	การคำนวณ						3 หมายถึง ปานกลาง
4	การรวบรวมข้อมูล						2 หมายถึง พอใช้
5	การวิเคราะห์ผล และการสรุปผล						1 หมายถึง ปรับปรุง
6	การสร้างบรรยากาศในการทำงาน						
7	งานสำเร็จทันเวลาและมีคุณภาพ						
รวมคะแนน							
ระดับคุณภาพเฉลี่ย							

สรุปผลจากแบบประเมิน ☐ ดีมาก (5.00)

☐ ดี (4.00-4.99)

☐ ปานกลาง (3.00-3.99)

☐ พอใช้ (2.00-2.99)

☐ ควรปรับปรุง (1.00-1.99)

ลงชื่อผู้ประเมิน

(.....)

วัน เดือน ปี ที่ประเมิน/...../.....

หมายเหตุ : ประเมินเป็นกลุ่ม

แบบสังเกตพฤติกรรมความสนใจและตั้งใจเรียน

ชื่อ.....เลขที่.....ชั้น.....กลุ่มที่.....

คำชี้แจง ให้ผู้ประเมินเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับคุณภาพ รายการละ 1 ระดับ

ที่	พฤติกรรม / ลักษณะบ่งชี้	ระดับคุณภาพ					หมายเหตุ
		1	2	3	4	5	
1	ความร่วมมือ						5 หมายถึง ดีมาก
2	การแสดงความคิดเห็น						4 หมายถึง ดี
3	การรับฟังความคิดเห็น						3 หมายถึง ปานกลาง
4	ความตั้งใจในการทำงาน						2 หมายถึง พอใช้
5	การมีส่วนร่วมในการ อภิปราย						1 หมายถึง ควรปรับปรุง
รวมคะแนน							
ระดับคุณภาพเฉลี่ย							

สรุปผลจากแบบประเมิน ☐ ดีมาก (5.00)

☐ ดี (4.00-4.99)

☐ ปานกลาง (3.00-3.99)

☐ พอใช้ (2.00-2.99)

☐ ควรปรับปรุง (1.00-1.99)

ลงชื่อผู้ประเมิน

(.....)

วัน เดือน ปี ที่ประเมิน/...../.....

หมายเหตุ : ประเมินเป็นกลุ่ม

ใบความรู้ที่ 1

ความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี หมายถึง การเปลี่ยนแปลงปริมาณของสารในหนึ่งหน่วยเวลาของการเกิดปฏิกิริยานั้น ๆ

$$\text{อัตราการเกิดปฏิกิริยา} = \frac{\text{ปริมาณสารตั้งต้นที่ลดลง}}{\text{เวลา}}$$

$$\text{อัตราการเกิดปฏิกิริยา} = \frac{\text{ปริมาณสารผลิตภัณฑ์ที่เพิ่มขึ้น}}{\text{เวลา}}$$

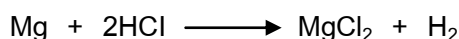
$$\text{อัตราการเกิดปฏิกิริยา} = \frac{\text{ปริมาณสารที่เปลี่ยนไป}}{\text{เวลา}}$$

อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี มี 2 ชนิด คือ

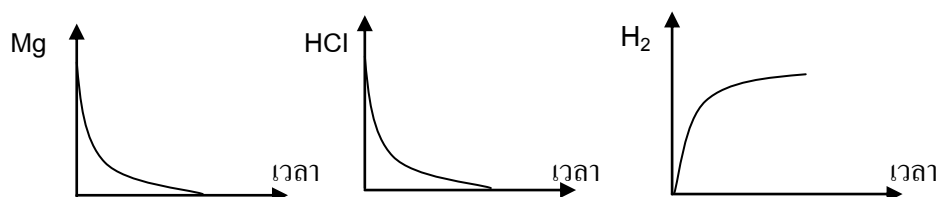
1. อัตราการเกิดปฏิกิริยาเฉลี่ย คือ อัตราการเกิดปฏิกิริยาที่คิดจากการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารทั้งหมดในหนึ่งหน่วยเวลา
2. อัตราการเกิดปฏิกิริยา ณ ขณะใดขณะหนึ่ง เป็นการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง

ข้อสรุปเกี่ยวกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

1. ในปฏิกิริยาหนึ่ง ๆ มีขั้นตอนในการเกิดปฏิกิริยาหลายขั้นตอน บางขั้นเกิดเร็ว บางขั้นเกิดช้า ขั้นควบคุมปฏิกิริยาหรือขั้นกำหนดอัตรา (rate determining step) คือ ขั้นที่ดำเนินไปช้าที่สุด
2. ในขณะที่ปฏิกิริยาดำเนินไปเริ่มต้นปฏิกิริยาจะเกิดเร็ว เพราะปริมาณสารตั้งต้นยังมีมาก แต่ช่วงหลังอัตราการเกิดปฏิกิริยาจะช้าลง เพราะปริมาณสารตั้งต้นลดลง เช่น การเกิดปฏิกิริยาของลวดแมกนีเซียมกับกรดไฮโดรคลอริก

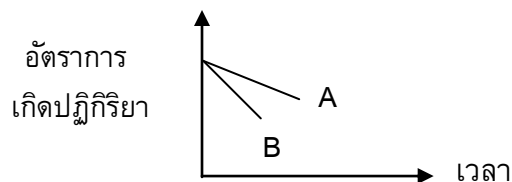


(ถ้า Mg มีมากเกินไป)



3. สารแต่ละตัวในสมการจะมีอัตราเร็วไม่เท่ากัน เช่น ปฏิกิริยา

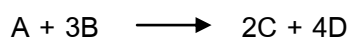
$A + 2B \longrightarrow 3C + 4D$ ในที่นี้สาร B เกิดปฏิกิริยาได้เร็วกว่าสาร A เขียนเป็นกราฟแสดงการเกิดปฏิกิริยาได้ดังนี้



4. การหาอัตราเร็วของการเกิดปฏิกิริยา หาจากสารตัวใดก็ได้ เช่น

- ถ้าเป็นของแข็งหาโดยการชั่งน้ำหนัก
- ถ้าเป็นของเหลวหาโดยชั่งน้ำหนักหรือวัดปริมาตร
- ถ้าเป็นสารละลายหาความเข้มข้น
- ถ้าเป็นก๊าซจะต้องหาโดยวัดปริมาตรหรือวัดความดัน

5. การหาอัตราเร็วของการเกิดปฏิกิริยา หาจากสารตัวใดก็ได้ ผลลัพธ์จะเท่ากัน โดยใช้สูตรดังนี้



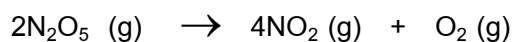
$$\text{อัตราการเปลี่ยนแปลงของสาร} = -\frac{\Delta A}{\Delta t} = -\frac{\Delta B}{\Delta t} = +\frac{\Delta C}{\Delta t} = +\frac{\Delta D}{\Delta t}$$

$$\text{อัตราการเกิดปฏิกิริยา} = -\frac{1}{1} \frac{\Delta A}{\Delta t} = -\frac{1}{3} \frac{\Delta B}{\Delta t} = +\frac{1}{2} \frac{\Delta C}{\Delta t} = +\frac{1}{4} \frac{\Delta D}{\Delta t}$$

- หมายเหตุ
1. Δ = ผลต่าง
 - t = เวลา
 - $+$ = การเพิ่มขึ้น
 - $-$ = การลดลง

2. อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจะเท่ากับอัตราการเปลี่ยนแปลงปริมาณเป็นโมลของสารแต่ละชนิดหารด้วยสัมประสิทธิ์บอกจำนวนโมลของสารนั้นในสมการที่ดุลแล้ว

3. เมื่อนำก๊าซ N_2O_5 ไปละลายในตัวทำละลายอินทรีย์ชนิดหนึ่ง N_2O_5 จะสลายตัวดังสมการ



ใบความรู้ที่ 2

เรื่อง การเกิดปฏิกิริยาเคมี

ปฏิกิริยาเคมีต่างๆ อาจเกิดขึ้นได้เร็วหรือช้าต่างกัน ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของปฏิกิริยา เช่น การระเบิดของดินปืน จัดว่าเป็นปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นได้เร็วมาก เพราะใช้เวลาไม่ถึงนาที การลุกไหม้ของเชื้อเพลิง เช่น ก๊าซหุงต้ม และน้ำมันเบนซิน ก็จัดว่าเป็นปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นได้เร็ว การลุกไหม้ของถ่านหรือของไม้ จัดว่าเป็นปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเร็วปานกลาง การเน่าเปื่อยของผัก ผลไม้ จัดว่าเป็นปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นค่อนข้างช้า การเกิดสนิมของเหล็กจัดว่าเป็นปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นช้ามาก เป็นต้น

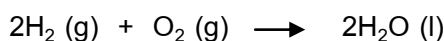
ปฏิกิริยาเคมีที่มีความสำคัญทางด้านอุตสาหกรรมก็เกี่ยวข้องกับอัตราการเกิดปฏิกิริยา เช่นเดียวกัน ปฏิกิริยาเหล่านี้ให้ผลผลิตที่มีผลต่อสมภาวะเศรษฐกิจของประเทศ จึงจำเป็นที่จะต้องผลิตให้ได้จำนวนมากและต้นทุนต่ำ ซึ่งก็ต้องได้ผลผลิตมากที่สุดในเวลาน้อยที่สุดนั่นเอง ในการนี้จึงจำเป็นที่จะต้องเรียนรู้เกี่ยวกับอัตราการเกิดปฏิกิริยา เรียนรู้สภาวะต่างๆ ที่ใช้ในการควบคุมการผลิต หรือสภาวะต่างๆ ที่ใช้ควบคุมการเกิดปฏิกิริยา ต้องทราบปัจจัยอะไรบ้างที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยา จะทำให้ปฏิกิริยาเกิดเร็วหรือช้าได้อย่างไร เป็นต้น

ในบทนี้จะได้เรียนรู้เกี่ยวกับความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยา ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาและกลไกของปฏิกิริยา

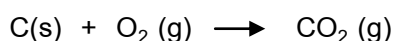
1. การเกิดปฏิกิริยาเคมี

การเกิดปฏิกิริยาเคมี หมายถึง การที่สารสร้างพันธะเคมีต่อกันแล้วได้สารใหม่ที่มีสมบัติต่างไปจากสารเดิม อาจสังเกตได้จากการเกิดตะกอน การเกิดก๊าซ การเปลี่ยนสี และความเป็นกรด-เบสของสารเปลี่ยนไป ตัวอย่างเช่น

ตัวอย่างที่ 1 ปฏิกิริยาระหว่างแก๊สไฮโดรเจนกับแก๊สออกซิเจน ได้นำเป็นผลิตภัณฑ์ ซึ่งเขียนแทนสมการดังนี้



ตัวอย่างที่ 2 ปฏิกิริยาการเผาไหม้ของถ่านไม้ ได้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เขียนแทนด้วยสมการเคมีดังนี้





ภาพ 5 ปฏิกริยาการเผาไหม้อย่างสมบูรณ์

ที่มา : <http://kanchanapisek.or.th/kp6/sub/book/book.php?book=15&chap=9&page=115-9-infodetail02.html>

2. การเขียนสมการเคมี

สมการเคมี เขียนขึ้นเพื่อแสดงสูตรหรือสัญลักษณ์ของสารตั้งต้นที่ทำปฏิกิริยาพอดีกัน และสารที่เกิดจากปฏิกิริยา

องค์ประกอบของสมการเคมี

1) สารตั้งต้น (reactant) หมายถึง สารเดิมก่อนเกิดการเปลี่ยนแปลงหรือสารที่เข้าทำปฏิกิริยากัน อาจมีสารเพียงชนิดเดียวหรือมากกว่า 1 ชนิดเขียนสูตรหรือสัญลักษณ์ไว้ทางซ้ายของสมการ

2) เครื่องหมายลูกศร เครื่องหมายลูกศรเขียนเพื่อแสดงทิศทางการเปลี่ยนแปลง เขียนไว้ระหว่างสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ ลูกศรที่ใช้มี 2 ลักษณะ คือ

→ แสดงการเกิดปฏิกิริยาจากซ้ายไปขวามือ ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงไปข้างหน้าทางเดียว

⇌ แสดงการเกิดปฏิกิริยาที่ผันกลับได้ ซึ่งมีทั้งปฏิกิริยาไปข้างหน้า (→) และปฏิกิริยาย้อนกลับ (←)

ปฏิกิริยาไปข้างหน้า หมายถึง ปฏิกิริยาที่สารตั้งต้นเปลี่ยนแปลงไปเป็นสารผลิตภัณฑ์

ปฏิกิริยาย้อนกลับ หมายถึง ปฏิกิริยาที่สารผลิตภัณฑ์เปลี่ยนแปลงกลับไปเป็นสารตั้งต้น

3. สารผลิตภัณฑ์

สารผลิตภัณฑ์ (product) หมายถึง สารที่เกิดจากปฏิกิริยาหรือสารใหม่ที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลง อาจมีสารเพียงชนิดเดียวหรือมากกว่า 1 ชนิดก็ได้ เขียนสูตรหรือสัญลักษณ์ไว้ทางขวาของสมการเคมี

4. การบอกสถานะของสารในสมการเคมี

สมการเคมีที่สมบูรณ์ต้องบอกสถานะหรือสภาวะของสารในปฏิกิริยาดังนี้

ของแข็ง (solid) = (s)

ของเหลว (liquid) = (l)

แก๊ส (gas) = (g)

สารละลายที่มีน้ำเป็นตัวทำละลาย (aqueous) = (aq)

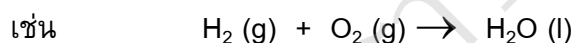
ตัวอย่างสมการเคมี

“หินปูนทำปฏิกิริยากับสารละลายกรดไฮโดรคลอริกได้สารละลายแคลเซียมคลอไรด์ น้ำ และแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์” เขียนแทนด้วยสมการเคมี ดังนี้

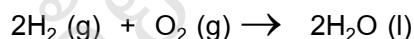


3. การดุลสมการเคมี

การดุลสมการเคมี เป็นการนำตัวเลขที่เหมาะสมเติมลงข้างหน้า สัญลักษณ์หรือสูตรเคมีในสมการ เพื่อให้จำนวนอะตอมแต่ละธาตุของสารตั้งต้นเท่ากับจำนวนอะตอมของธาตุชนิดเดียวกันในผลิตภัณฑ์



สมการที่ดุลแล้วคือ

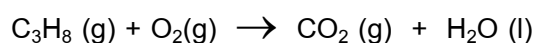


หลักการดุลสมการเคมี

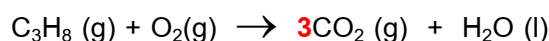
1. ให้ดุลจำนวนอะตอมของสารในโมเลกุลที่มีจำนวนอะตอมมากก่อน โมเลกุลที่มีจำนวนอะตอมน้อยดุลทีหลัง

2. น้ำ (H_2O) และธาตุอิสระ เช่น O_2 H_2 Zn Na Al ให้ดุลเป็นอันดับสุดท้าย

ตัวอย่างการดุลสมการเคมี



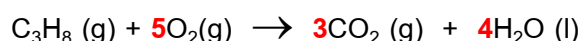
1. ดุลที่ธาตุ C ใน C_3H_8 และ CO_2 ให้เท่ากันก่อนโดยการเติม 3 หน้า CO_2 จะได้



2. ดุลจำนวนอะตอม H ใน C_3H_8 และ H_2O ให้เท่ากัน โดยการเติม 4 หน้า H_2O จะได้



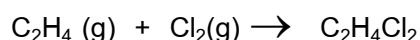
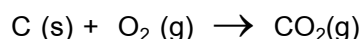
3. อันดับสุดท้ายดุลจำนวนอะตอมของ O ทั้งสองข้างให้เท่ากันโดยการเติม 5 หน้า O_2 จะได้สมการที่ดุลแล้วเป็นดังนี้



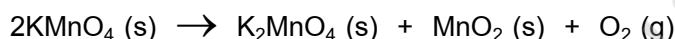
4. ชนิดของปฏิกิริยาเคมี

แบ่งชนิดของปฏิกิริยาเคมีอย่างง่ายได้ดังนี้

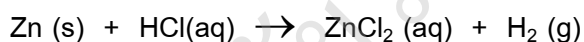
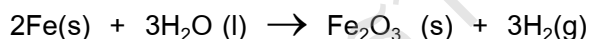
1. **ปฏิกิริยาการรวมตัว (combination reaction)** เป็นปฏิกิริยาเคมีที่เกิดการรวมตัวของสารตั้งต้นตั้งแต่สองชนิดขึ้นไป อาจได้สารผลิตภัณฑ์เพียงชนิดเดียวหรือมากกว่าหนึ่งชนิดก็ได้ เช่น



2. **ปฏิกิริยาการสลายตัว (decomposition reaction)** เป็นปฏิกิริยาเคมีที่สารประกอบสลายตัวหรือแตกตัวออกเป็นองค์ประกอบย่อยเป็นธาตุหรือสารประกอบ เมื่อได้รับความร้อน เช่น



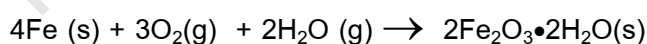
3. **ปฏิกิริยาการแทนที่ (displacement reaction)** เป็นปฏิกิริยาเคมีที่มีการแทนที่ไฮดรอกไซด์หรืออะตอมในสารประกอบด้วยไฮดรอกไซด์หรืออะตอมของอีกธาตุหนึ่ง เช่น



5. ปฏิกิริยาเคมีที่พบในชีวิตประจำวัน

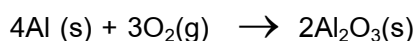
5.1 **การผุกร่อนของโลหะ** เช่น การผุกร่อนเนื่องจากการเกิดสนิม การเกิดออกไซด์ของอะลูมิเนียม เป็นต้น

การเกิดสนิมของเหล็กเกิดจากเหล็กสัมผัสกับน้ำและออกซิเจนในอากาศ ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเป็นดังนี้



สนิมเหล็กสีน้ำตาลแดง

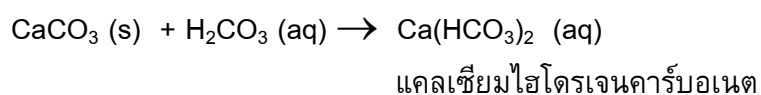
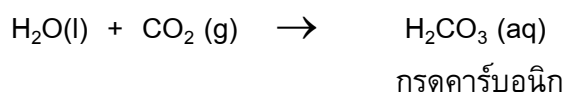
การเกิดออกไซด์ของอะลูมิเนียมเกิดจากอะลูมิเนียมรวมกับออกซิเจนในอากาศ ดังสมการ



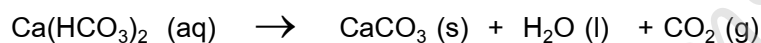
สีขาว

2. การผุกร่อนของหินปูนเนื่องจากกรด

การผุกร่อนของหินปูนซึ่งมีแคลเซียมคาร์บอเนต (CaCO_3) เป็นองค์ประกอบ เมื่อถูกน้ำฝนที่ละลายแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์จะเกิดปฏิกิริยาดังนี้



แคลเซียมไฮโดรเจนคาร์บอเนตเป็นสารละลายใสเมื่อถูกความร้อนจะเปลี่ยนเป็น CaCO_3 , H_2O และ CO_2 ซึ่งเป็นกระบวนการเกิดหินงอกและหินย้อยตามถ้ำต่างๆ



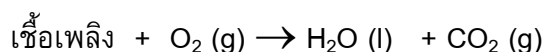
ภาพ 6 การผุกร่อนของหินปูน

ที่มา : <https://www.bloggang.com/mainblog.php?id=monhinlai&month=05-10-2016&group=27&gblog=25>

3. การเผาไหม้

การเผาไหม้ เป็นปฏิกิริยาที่เกิดจากสารรวมกับออกซิเจนได้พลังงานความร้อนและแสงสว่าง สารที่เกิดจากการเผาไหม้จัดเป็นสารประเภทเชื้อเพลิง ซึ่งส่วนใหญ่มีธาตุคาร์บอนและไฮโดรเจนเป็นองค์ประกอบ

การเผาไหม้อย่างสมบูรณ์ เป็นการเผาไหม้ของสารที่มีเชื้อเพลิงที่ได้น้ำและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นสารผลิตภัณฑ์ เช่น



การเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์

เป็นการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงที่มีธาตุคาร์บอนและไฮโดรเจนเป็นองค์ประกอบ แล้วมีปริมาณของก๊าซออกซิเจนไม่เพียงพอ จะเกิดการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ ได้สารผลิตภัณฑ์เป็นก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) น้ำ และ คาร์บอนไดออกไซด์

ปัจจัยที่มีผลต่อการเผาไหม้

1. เชื้อเพลิง
2. ความร้อน
3. ก๊าซออกซิเจน

4. ปฏิกิริยาของกรดกับเบส

ปฏิกิริยาที่กรดรวมกับเบสได้สารผลิตภัณฑ์ที่เป็นเกลือกับน้ำ เรียกปฏิกิริยานี้ว่า

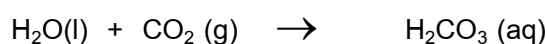
ปฏิกิริยาสะเทิน เขียนแทนด้วยสมการดังนี้ กรด + เบส $\rightarrow$ เกลือ + น้ำ



6. ผลกระทบของปฏิกิริยาเคมีที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

6.1) การเกิดฝนกรด

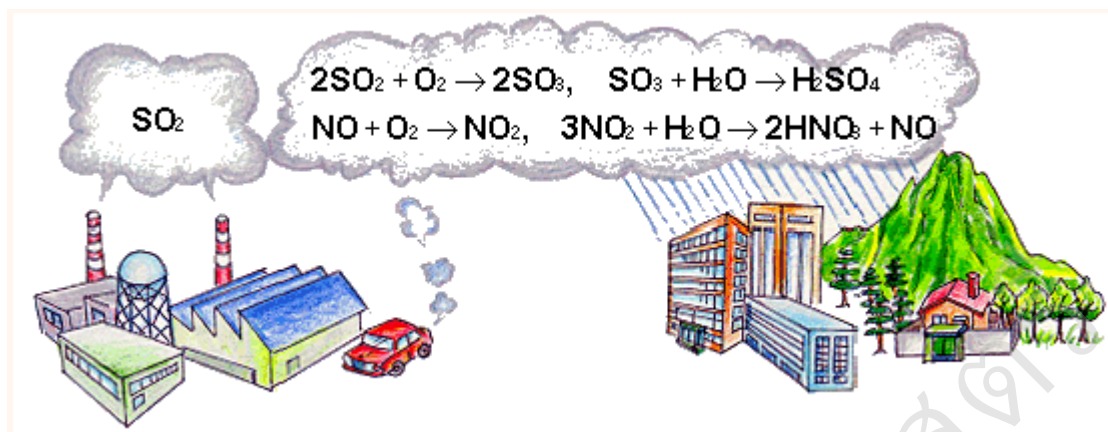
ฝนกรดเกิดจากการที่น้ำฝนละลายแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) แก๊สไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) และก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) ที่เกิดจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิง ทำให้ฝนมีสมบัติเป็นกรด เช่น



กรดคาร์บอนิก

ผลกระทบจากฝนกรดมีดังนี้

1. ป่าไม้ถูกทำลาย ต้นไม้ตาย ทำให้เกิดความแห้งแล้ง
2. สัตว์น้ำถูกทำลาย ทำให้เกิดการขาดของโซ่อาหาร
3. อาคารที่สร้างจากโลหะหรือหินปูนถูกกัดกร่อน



ภาพ 7 การเกิดฝนกรด

ที่มา : <http://www.siamchemi.com/%E0%B8%9D%E0%B8%99%E0%B8%81%E0%B8%A3%E0%B8%94/>

การแก้ปัญหา

1. เลือกใช้พลังงานสะอาดจากธรรมชาติแทนเชื้อเพลิงฟอสซิล เช่น การใช้พลังงานน้ำ พลังงานจากลม และพลังงานแสงอาทิตย์ เป็นต้น
2. แยกธาตุกำมะถันออกจากฟอสซิลก่อนนำไปเป็นเชื้อเพลิง
3. ใช้ปูนขาวหรือหินปูนทำให้แก๊สมีความเป็นกลาง ก่อนปล่อยออกจากปล่องควันสู่บรรยากาศ

6.2) ปรากฏการณ์เรือนกระจก

ปรากฏการณ์เรือนกระจก เกิดจากการที่ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งได้จากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงฟอสซิลสะสมชั้นบรรยากาศของโลกเอาไว้ ทำให้ความร้อนในรูปของรังสีอินฟราเรดซึ่งเป็นพลังงานต่ำไม่สามารถทะลุผ่านชั้นของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ได้ ทำให้อุณหภูมิของโลกสูงขึ้น

แนวทางการแก้ไข

1. ลดปัญหาการเกิดฝนกรด โดยใช้เชื้อเพลิงที่มีกำมะถันอยู่น้อย
2. ลดการเผาไหม้เชื้อเพลิงประเภทไฮโดรคาร์บอน
3. กำจัดแก๊สจากการเผาไหม้ก่อนปล่อยสู่บรรยากาศ
4. ปลูกป่าเพื่อดูดซับแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์



ภาพ 8 การเกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก

ที่มา : https://honnylovetocare.files.wordpress.com/2012/01/clip_1.jpg?w=714

6.3) แก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์

แก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) เป็นแก๊สไม่มีสี ไม่มีกลิ่น ไม่ละลายน้ำ เกิดจากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ ผลกระทบต่อมนุษย์คือ เมื่อเข้าไปในร่างกายจะมีผลต่อสุขภาพของมนุษย์เนื่องจากแก๊สดังกล่าวนี้จะเข้าไปขัดขวางการทำงานของเม็ดเลือดแดง โดยจะไปรวมกับฮีโมโกลบิน ได้ดีกว่าออกซิเจน 200 เท่า เกิดเป็นคาร์บอกซีฮีโมโกลบิน ทำให้แก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ไปแทนที่แก๊สออกซิเจนที่จะถูกนำไปยังอวัยวะต่างๆ ของร่างกาย ผลก็คือ เมื่อหายใจเอาอากาศที่มีแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ 0.15% ติดต่อกันนาน 1 ชั่วโมง มะมีอาการปวดศีรษะรุนแรง ถ้าได้รับปริมาณมากกว่า 60% นาน 3 ชั่วโมง มีอันตรายถึงแก่ชีวิต

6.4) การเกิดหมอกแดด

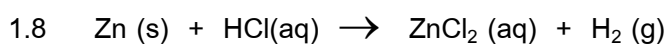
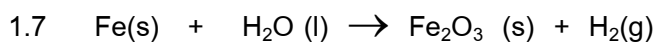
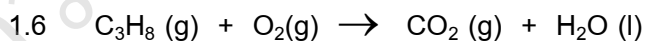
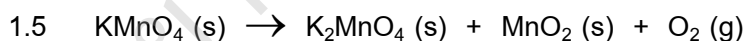
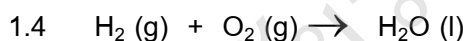
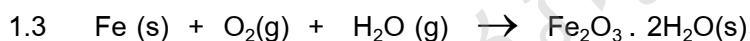
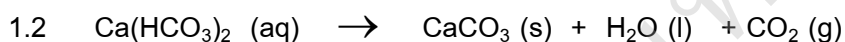
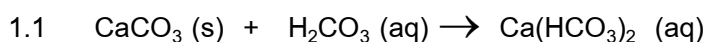
หมอกแดดเกิดจากการประกอบไฮโดรคาร์บอนทำปฏิกิริยากับออกซิเจนและไนโตรเจนไดออกไซด์ ที่เกิดจากธรรมชาติปะปนอยู่ในอากาศ เกิดเป็นสารประกอบเปอร์ออกซีเอซีทิลไนเตรต (PAN) ซึ่งมีพิษอันตรายต่อนัยน์ตาและระบบทางหายใจ

ใบงานที่ 2.1 เรื่อง การเกิดปฏิกิริยาเคมี

ชื่อ ชั้น เลขที่

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

1. จงดุลสมการเคมีต่อไปนี้ พร้อมทั้งอธิบายการหาอัตราการผลิตปฏิกิริยาเคมี



2. จงอธิบายปฏิกิริยาต่อไปนี้ พร้อมยกตัวอย่างปฏิกิริยาแต่ละชนิดมาอย่างละ 2 ปฏิกิริยา

2.1 ปฏิกิริยาการรวมตัว (combination reaction)

.....

.....

.....

.....

.....

2.2 ปฏิกิริยาการสลายตัว (decomposition reaction)

.....

.....

.....

.....

.....

2.3 ปฏิกิริยาการแทนที่ (displacement reaction)

.....

.....

.....

.....

.....

3. จงอธิบายผลกระทบของปฏิกิริยาเคมีที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมต่อไปนี้ พร้อมบอกแนวทางแก้ไข

3.1 การเกิดฝนกรด

.....

.....

.....

.....

แนวทางแก้ไข คือ

.....

.....

.....

3.2 ปฏิกิริยาการรีดิวซ์

.....

.....

.....

แนวทางแก้ไข คือ

.....

.....

.....

3.3 แก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์

.....

.....

.....

.....

แนวทางแก้ไข คือ

.....

.....

.....

3.4 การเกิดหมอกแดด

.....

.....

.....

แนวทางแก้ไข คือ

.....

.....

.....

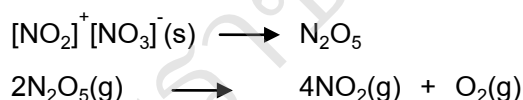
7. จากปฏิกิริยา $X + 2Y \longrightarrow 3Z + 4W$ พบว่าเริ่มต้น ใช้ X เข้มข้น 0.4 mol/dm^3 ปริมาตร 200 cm^3 และ Y เข้มข้น 0.1 mol/dm^3 ปริมาตร 300 cm^3 พบว่าเมื่อเวลาผ่านไป 30 วินาที สาร Y หหมดพอดี จงหาอัตราการเกิด W ในหน่วย mol/s

- ก. 0.001 ข. 0.01 ค. 0.004 ง. 0.002

8. ปฏิกิริยาการสังเคราะห์ $\text{NH}_3(\text{g})$ จาก $\text{H}_2(\text{g})$ และ $\text{N}_2(\text{g})$ ดังสมการ $3\text{H}_2 + \text{N}_2 \longrightarrow 2\text{NH}_3$ โดยมีอัตราการเกิดผลผลิต (NH_3) เท่ากับ $0.80 \text{ mol/dm}^3 \cdot \text{s}$ จงหาอัตราการลดลงของสารตั้งต้นทั้งสองเป็น $\text{mol/dm}^3 \cdot \text{s}$ ตามลำดับ

- ก. 1.20 และ 0.40 ข. 2.40 และ 0.80
ค. 1.20 และ 0.80 ง. 0.80 และ 0.80

9. ไนโตรเจนเพนทอกไซด์เป็นของแข็งไอออนิกไม่มีสี ($[\text{NO}_2]^+[\text{NO}_3]^- (\text{s})$) เมื่อให้ความร้อนที่ 32°C , 1 atm จะได้แก๊ส N_2O_5 ซึ่งจะสลายต่อไปเป็นแก๊สน้ำตาลของไนโตรเจนไดออกไซด์และออกซิเจน ดังสมการ



ข้อสรุปใดผิด

- ก. อัตราการเกิด $\text{NO}_2 = 4$ เท่าของอัตราการเกิด O_2
ข. อัตราการเกิด $\text{NO}_2 = 2$ เท่าของอัตราการสลาย N_2O_5
ค. อัตราการเกิด $\text{O}_2 = 1/4$ เท่าของอัตราการเกิด NO_2
ง. อัตราการเกิด $\text{O}_2 = 2$ เท่าของอัตราการสลาย N_2O_5

10. การสลายตัวของแก๊ส ตามปฏิกิริยา $2\text{NO}_2(\text{g}) \longrightarrow 2\text{NO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$ เมื่อเริ่มต้นใช้ NO_2 เข้มข้น 0.152 mol/dm^3 หลังจากเกิดปฏิกิริยาผ่านไป 60 วินาที มี NO_2 เหลืออยู่ 0.146 mol/dm^3 อัตราการเกิด O_2 คำนวณได้เท่ากับ $y \times 10^{-5} \text{ mol/dm}^3 \cdot \text{s}$ จงหาค่าของ y

- ก. 5 ข. 2.5 ค. 0.5 ง. 10

เฉลยแบบทดสอบย่อย

เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

1. ข้อใดไม่ใช่ผลกระทบของปฏิริยาเคมีที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม
 - ก. การเกิดฝนกรด
 - ข. การเกิดดินถล่มบริเวณแม่น้ำ
 - ค. ปปรากฏการณ์เรือนกระจก
 - ง. การเกิดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์

จงใช้ข้อมูลต่อไปนี้ในการตอบคำถามข้อ 2 – 4

การสลายตัวของ H_2O_2 สามารถวัดปริมาตร O_2 ได้ดังข้อมูล



เวลา(ส)	0	10	20	30	40	50
ปริมาตร O ₂ (cm ³)	0	30	44	A	59	60

2. จงหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเฉลี่ย
- ก. 0.83 ข. 1.33 ค. 1.20 ง. 2.46

3. จงหาอัตราเร็ว ณ ช่วงเวลา 20 – 50 วินาที
- | | | | |
|---------|---------|---------|---------|
| ก. 1.87 | ข. 2.18 | ค. 0.76 | ง. 0.53 |
|---------|---------|---------|---------|

4. ถ้าอัตราเร็ว ณ ช่วงเวลา 20 – 30 มีค่าเท่ากับ $0.9 \text{ cm}^3/\text{s}$ จงหาค่า A
- ก. 51.5 ข. 53 ค. 55.1 ง. 57.5

5. จากปฏิกิริยา $\text{Al(OH)}_3 + 3\text{HCl} \longrightarrow \text{AlCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$ ถ้าอัตราการเกิดขึ้นของ AlCl_3 เท่ากับ 2×10^{-3} โมล/วินาที จงหาอัตราการหายไปของ HCl ในหน่วย $\text{mol/dm}^3 \cdot \text{s}$ เมื่อปฏิกิริยานี้มีปริมาตรสารละลายรวม 200 cm^3
- ก. 6×10^{-3} ข. 0.3 ค. 3×10^{-2} ง. 3×10^{-3}

6. ผสมสารละลาย HBr เข้มข้น 0.2 mol/dm^3 ปริมาตร 500 cm^3 กับโลหะ Mg 2 กรัม ได้ปฏิกิริยาดังสมการ $2\text{HBr} + \text{Mg} \longrightarrow \text{MgBr}_2 + \text{H}_2$ พบว่าเมื่อเวลาผ่านไป 20 วินาที มีแก๊ส H_2 เกิดขึ้น 0.8 โมล จงหาอัตราการหายไปของ HBr ในหน่วย mol/s
- ก. 0.04 ข. 0.4 ค. 0.8 ง. 0.08

7. จากปฏิกิริยา $X + 2Y \longrightarrow 3Z + 4W$ พบว่าเริ่มต้น ใช้ X เข้มข้น 0.4 mol/dm^3 ปริมาตร 200 cm^3 และ Y เข้มข้น 0.1 mol/dm^3 ปริมาตร 300 cm^3 พบว่าเมื่อเวลาผ่านไป 30 วินาที สาร Y หหมดพอดี จงหาอัตราการเกิด W ในหน่วย mol/s

ก. 0.001

ข. 0.01

ค. 0.004

ง. 0.002

8. ปฏิกิริยาการสังเคราะห์ $\text{NH}_3(\text{g})$ จาก $\text{H}_2(\text{g})$ และ $\text{N}_2(\text{g})$ ดังสมการ $3\text{H}_2 + \text{N}_2 \longrightarrow 2\text{NH}_3$ โดยมีอัตราการเกิดผลผลิต (NH_3) เท่ากับ $0.80 \text{ mol / dm}^3 \cdot \text{s}$ จงหาอัตราการลดลงของสารตั้งต้นทั้งสองเป็น $\text{mol/dm}^3 \cdot \text{s}$ ตามลำดับ

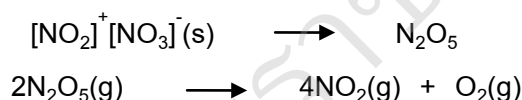
ก. 1.20 และ 0.40

ข. 2.40 และ 0.80

ค. 1.20 และ 0.80

ง. 0.80 และ 0.80

9. ไนโตรเจนเพนทอกไซด์เป็นของแข็งไอออนิกไม่มีสี $([\text{NO}_2]^+[\text{NO}_3]^-)(\text{s})$ เมื่อให้ความร้อนที่ 32°C , 1 atm จะได้แก๊ส N_2O_5 ซึ่งจะสลายต่อไปเป็นแก๊สน้ำตาลของไนโตรเจนไดออกไซด์และออกซิเจน ดังสมการ



ข้อสรุปใดผิด

ก. อัตราการเกิด $\text{NO}_2 = 4$ เท่าของอัตราการเกิด O_2 ข. อัตราการเกิด $\text{NO}_2 = 2$ เท่าของอัตราการสลาย N_2O_5 ค. อัตราการเกิด $\text{O}_2 = 1/4$ เท่าของอัตราการเกิด NO_2 ง. อัตราการเกิด $\text{O}_2 = 2$ เท่าของอัตราการสลาย N_2O_5

10. การสลายตัวของแก๊ส ตามปฏิกิริยา $2\text{NO}_2(\text{g}) \longrightarrow 2\text{NO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$ เมื่อเริ่มต้นใช้ NO_2 เข้มข้น 0.152 mol/dm^3 หลังจากเกิดปฏิกิริยาผ่านไป 60 วินาที มี NO_2 เหลืออยู่ 0.146 mol/dm^3 อัตราการเกิด O_2 คำนวณได้เท่ากับ $y \times 10^{-5} \text{ mol/dm}^3 \cdot \text{s}$ จงหาค่าของ y

ก. 5

ข. 2.5

ค. 0.5

ง. 10

บันทึกผลหลังการสอน

ผลการสอน

.....

.....

.....

.....

.....

ปัญหา/อุปสรรค

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นายพนิน ศรีนวลแก้ว)

อาจารย์ผู้สอน

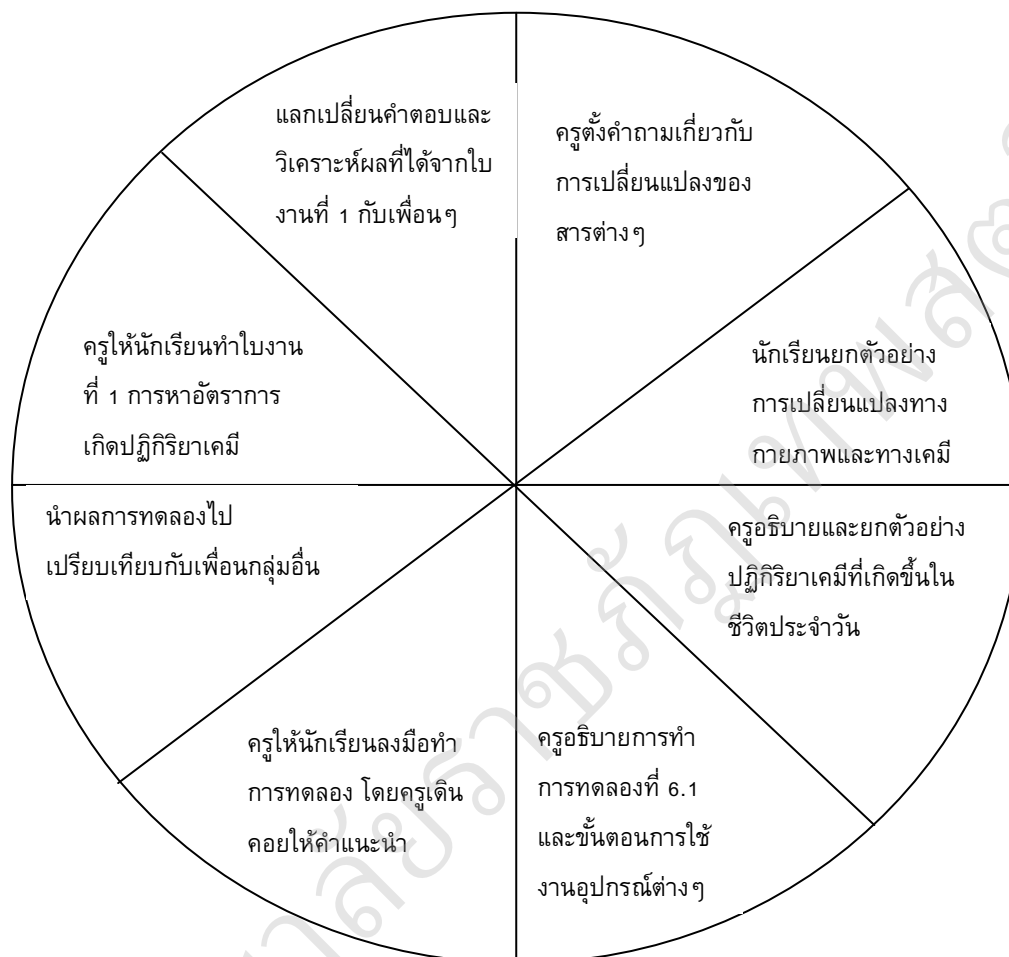
ภาคผนวก ค

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT
- ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ
- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

ตัวอย่าง
แผนการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT

5. การจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT



ส่วนที่ 1 Why

ขั้นที่ 1 ขั้นกระตุ้นและสร้างประสบการณ์

1. ครูตั้งคำถามเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของสารต่างๆ ที่นักเรียนเคยพบเห็นและให้นักเรียนบอกความแตกต่างของการเปลี่ยนแปลงในแต่ละอย่างที่นักเรียนได้กล่าวมา

ขั้นที่ 2 ขั้นคิดไตร่ตรองประสบการณ์

2. ให้นักเรียนช่วยกันยกตัวอย่างการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและทางเคมี เช่น น้ำเดือด ฝนตก ดินถล่ม ผลไม้สุก กระดาษไหม้ไฟ สนิมเหล็ก ภูเขาไฟระเบิด แล้วให้นักเรียนบอกว่าเป็นการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพหรือเคมี

ส่วนที่ 2 What

ขั้นที่ 3 ขั้นพลังพुरुสประกอบการณ์

3. ครูอธิบายและยกตัวอย่างปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน เช่น ปฏิกิริยาการเผาไหม้น้ำมันเชื้อเพลิง แก๊สหุงต้ม การระเบิดของดินปืน ผลปฏิกิริยาการนำเปลือยของสิ่งมีชีวิตซึ่งเกิดขึ้นเร็วและช้าแตกต่างกัน

4. ครูอภิปรายเปรียบเทียบการดำเนินไปของปฏิกิริยาเคมีกับการเคลื่อนที่ของรถยนต์ เพื่อเข้าใจว่าระยะทางที่รถยนต์เคลื่อนที่ได้จะเปลี่ยนแปลงไปตามเวลาและเขียนแสดงได้ในรูปอัตราเร็วของรถยนต์ ส่วนการเกิดปฏิกิริยาเคมีนั้น เมื่อปฏิกิริยาดำเนินไปปริมาณสารในปฏิกิริยาจะเปลี่ยนแปลงไปตามเวลา และสามารถวัดปริมาณสารในปฏิกิริยาได้หลายวิธีเพื่อนำไปสู่การทดลองปฏิกิริยาระหว่างโลหะแมกนีเซียมกับกรดไฮโดรคลอริก

ขั้นที่ 4 ขั้นสอนและฝึกทักษะ

5. ครูอธิบายขั้นตอนการทำการทดลอง ปฏิกิริยาระหว่างโลหะแมกนีเซียมกับกรดไฮโดรคลอริก พร้อมทั้งอธิบายขั้นตอนการใช้งานอุปกรณ์ต่างๆ และให้นักเรียนแบ่งกลุ่มออกเป็น 6-7 กลุ่มๆ ละ 4-5 คน

ส่วนที่ 3 How

ขั้นที่ 5 ขั้นลงมือปฏิบัติ

6. ครูให้นักเรียนลงมือทำการทดลองปฏิกิริยาระหว่างโลหะแมกนีเซียมกับกรดไฮโดรคลอริก โดยครูเดินคอยให้คำแนะนำ

ขั้นที่ 6 ขั้นเสริมแต่ง ฝึกฝนจนชำนาญ

7. ให้นักเรียนนำผลการทดลองที่ได้จากการทดลองปฏิกิริยาระหว่างโลหะแมกนีเซียมกับกรดไฮโดรคลอริก ไปเปรียบเทียบกับเพื่อนกลุ่มอื่น พร้อมทั้งช่วยกันวิเคราะห์ผลการทดลอง ถ้าผลที่ออกมาไม่ใกล้เคียงความเป็นจริงให้ปรึกษาเพื่อนคนอื่นที่ทำได้หรือครู

ส่วนที่ 4 If

ขั้นที่ 7 ขั้นนำไปใช้

8. ครูให้นักเรียนทำใบงานที่ 1 การหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ขั้นที่ 8 ขั้นแลกเปลี่ยนเรียนรู้

9. ให้นักเรียนนำคำตอบที่ได้ออกไปอธิบายหน้าชั้นเรียน โดยการสุ่มของครู และให้เพื่อนๆ ในห้องวิเคราะห์ว่าถูกต้องหรือไม่ โดยครูจะเป็นผู้เฉลยในตอนท้าย

6. การวัดผลประเมินผล

6.1 การประเมินผล

การวัดผล ประเมินผล	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การผ่าน
1. ด้านความรู้ ความเข้าใจ	- จากการตอบ คำถามในใบงาน - จากการทำ แบบทดสอบย่อย	- ใบงานที่ 1 เรื่อง การเกิดปฏิกิริยาเคมี - ใบงานที่ 2 เรื่อง ความหมายของอัตรา การเกิดปฏิกิริยาเคมี	- ผลการตอบคำถามใน ใบงาน ได้ถูกต้องร้อยละ 70 ขึ้นไป - ผลการทำแบบทดสอบ ย่อยได้ถูกต้องร้อยละ 70 ขึ้นไป
2. ด้านทักษะ กระบวนการ	- จากการตอบ คำถามในใบงาน - จากการทำ กิจกรรมกลุ่ม	- ใบงานเรื่องการ สืบพันธุ์ของพืช - แบบบันทึกการ สังเกตพฤติกรรม	- ผลการตอบคำถามใน ใบงาน ได้ถูกต้องร้อยละ 70 ขึ้นไป - ได้คุณภาพระดับพอใช้ ขึ้นไปทุกรายการ
3. ด้าน คุณลักษณะที่ พึงประสงค์	- จากการประเมิน พฤติกรรม ความ สนใจใฝ่รู้	- แบบบันทึกการ สังเกตพฤติกรรม	- ได้คุณภาพระดับพอใช้ ขึ้นไป

6.2 เกณฑ์การประเมินผล

ผู้เรียนผ่านการประเมินอย่างน้อยร้อยละ 70 ขึ้นไป

7. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

7.1 สื่อการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนวิชาเคมี 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
2. หนังสือเรียนวิชาเคมี ของ สสท.
3. อุปกรณ์การทดลอง / ใบบันทึกกิจกรรม/การทดลอง
4. ใบความรู้ที่ 1 การเกิดปฏิกิริยาเคมี
5. ใบงานที่ 1.1 การเกิดปฏิกิริยาเคมี
6. ใบงานที่ 1.2 ปฏิกิริยาระหว่างโลหะแมกนีเซียมกับกรดไฮโดรคลอริก
7. ใบความรู้ที่ 2 ความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

8. ใบบางที่ 2 ความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

7.2 แหล่งการเรียนรู้

1. ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
2. ห้องสมุดโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี
3. แผ่นซีดีรวมเว็บไซต์ความรู้

8. กิจกรรม/เสนอแนะ

.....

.....

.....

แบบประเมินทักษะกระบวนการ

ชื่อ.....เลขที่.....ชั้น.....กลุ่มที่.....

คำชี้แจง ให้ผู้ประเมินเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับคุณภาพ รายการละ 1 ระดับ

ที่	พฤติกรรม / ลักษณะพึงชี้	ระดับคุณภาพ					หมายเหตุ
		1	2	3	4	5	
1	การวางแผน การแบ่งหน้าที่กันทำงาน						5 หมายถึง ดีมาก
2	การสังเกต การเปรียบเทียบ						4 หมายถึง ดี
3	การคำนวณ						3 หมายถึง ปานกลาง
4	การรวบรวมข้อมูล						2 หมายถึง พอใช้
5	การวิเคราะห์ผล และการสรุปผล						1 หมายถึง ควรปรับปรุง
6	การสร้างบรรยากาศในการทำงาน						
7	งานสำเร็จทันเวลาและมีคุณภาพ						
รวมคะแนน							
ระดับคุณภาพเฉลี่ย							

สรุปผลจากแบบประเมิน ☐ ดีมาก (5.00)

☐ ดี (4.00-4.99)

☐ ปานกลาง (3.00-3.99)

☐ พอใช้ (2.00-2.99)

☐ ควรปรับปรุง (1.00-1.99)

ลงชื่อผู้ประเมิน

(.....)

วัน เดือน ปี ที่ประเมิน/...../.....

หมายเหตุ : ประเมินเป็นกลุ่ม

แบบสังเกตพฤติกรรมความสนใจและตั้งใจเรียน

ชื่อ.....เลขที่.....ชั้น.....กลุ่มที่.....

คำชี้แจง ให้ผู้ประเมินเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับคุณภาพ รายการละ 1 ระดับ

ที่	พฤติกรรม / ลักษณะบ่งชี้	ระดับคุณภาพ					หมายเหตุ
		1	2	3	4	5	
1	ความร่วมมือ						5 หมายถึง ดีมาก
2	การแสดงความคิดเห็น						4 หมายถึง ดี
3	การรับฟังความคิดเห็น						3 หมายถึง ปานกลาง
4	ความตั้งใจในการทำงาน						2 หมายถึง พอใช้
5	การมีส่วนร่วมในการ อภิปราย						1 หมายถึง ควรปรับปรุง
รวมคะแนน							
ระดับคุณภาพเฉลี่ย							

สรุปผลจากแบบประเมิน ☐ ดีมาก (5.00)

☐ ดี (4.00-4.99)

☐ ปานกลาง (3.00-3.99)

☐ พอใช้ (2.00-2.99)

☐ ควรปรับปรุง (1.00-1.99)

ลงชื่อผู้ประเมิน

(.....)

วัน เดือน ปี ที่ประเมิน/...../.....

หมายเหตุ : ประเมินเป็นกลุ่ม

ใบความรู้ที่ 1

เรื่อง การเกิดปฏิกิริยาเคมี

ปฏิกิริยาเคมีต่างๆ อาจเกิดขึ้นได้เร็วหรือช้าต่างกัน ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของปฏิกิริยา เช่น การระเบิดของดินปืน จัดว่าเป็นปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นได้เร็วมาก เพราะใช้เวลาไม่ถึงนาที การลุกไหม้ของเชื้อเพลิง เช่น ก๊าซหุงต้ม และน้ำมันเบนซิน ก็จัดว่าเป็นปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นได้เร็ว การลุกไหม้ของถ่านหรือของไม้ จัดว่าเป็นปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเร็วปานกลาง การเน่าเปื่อยของผัก ผลไม้ จัดว่าเป็นปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นค่อนข้างช้า การเกิดสนิมของเหล็กจัดว่าเป็นปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นช้ามาก เป็นต้น

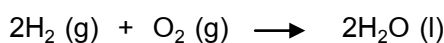
ปฏิกิริยาเคมีที่มีความสำคัญทางด้านอุตสาหกรรมก็เกี่ยวข้องกับอัตราการเกิดปฏิกิริยา เช่นเดียวกัน ปฏิกิริยาเหล่านี้ให้ผลผลิตที่มีผลต่อสภาวะเศรษฐกิจของประเทศ จึงจำเป็นที่จะต้องผลิตให้ได้จำนวนมากและต้นทุนต่ำ ซึ่งก็ต้องได้ผลผลิตมากที่สุดในเวลาน้อยที่สุดนั่นเอง ในการนี้จึงจำเป็นที่จะต้องเรียนรู้เกี่ยวกับอัตราการเกิดปฏิกิริยา เรียนรู้สภาวะต่างๆ ที่ใช้ในการควบคุมการผลิต หรือสภาวะต่างๆ ที่ใช้ควบคุมการเกิดปฏิกิริยา ต้องทราบว่าปัจจัยอะไรบ้างที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยา จะทำให้ปฏิกิริยาเกิดเร็วหรือช้าได้อย่างไร เป็นต้น

ในบทนี้จะได้เรียนรู้เกี่ยวกับความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยา ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาและกลไกของปฏิกิริยา

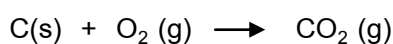
1. การเกิดปฏิกิริยาเคมี

การเกิดปฏิกิริยาเคมี หมายถึง การที่สารสร้างพันธะเคมีต่อกันแล้วได้สารใหม่ที่มีสมบัติต่างไปจากสารเดิม อาจสังเกตได้จากการเกิดตะกอน การเกิดก๊าซ การเปลี่ยนสี และความเป็นกรด-เบสของสารเปลี่ยนไป ตัวอย่างเช่น

ตัวอย่างที่ 1 ปฏิกิริยาระหว่างแก๊สไฮโดรเจนกับแก๊สออกซิเจน ได้น้ำเป็นผลิตภัณฑ์ ซึ่งเขียนแทนสมการดังนี้



ตัวอย่างที่ 2 ปฏิกิริยาการเผาไหม้ของถ่านไม้ ได้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เขียนแทนด้วยสมการเคมีดังนี้





ภาพ 1 ปฏิกริยาการเผาไหม้

ที่มา : <http://kanchanapisek.or.th/kp6/sub/book/book.php?book=15&chap=9&page=115-9-infodetail02.html>

2. การเขียนสมการเคมี

สมการเคมี เขียนขึ้นเพื่อแสดงสูตรหรือสัญลักษณ์ของสารตั้งต้นที่ทำปฏิกิริยาพอดีกัน และสารที่เกิดจากปฏิกิริยา

องค์ประกอบของสมการเคมี

1) สารตั้งต้น (reactant) หมายถึง สารเดิมก่อนเกิดการเปลี่ยนแปลงหรือสารที่เข้าทำปฏิกิริยากัน อาจมีสารเพียงชนิดเดียวหรือมากกว่า 1 ชนิดเขียนสูตรหรือสัญลักษณ์ไว้ทางซ้ายของสมการ

2) เครื่องหมายลูกศร เครื่องหมายลูกศรเขียนเพื่อแสดงทิศทางการเปลี่ยนแปลง เขียนไว้ระหว่างสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ ลูกศรที่ใช้มี 2 ลักษณะ คือ

→ แสดงการเกิดปฏิกิริยาจากซ้ายไปขวามือ ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงไปข้างหน้าทางเดียว

⇌ แสดงการเกิดปฏิกิริยาที่ผันกลับได้ ซึ่งมีทั้งปฏิกิริยาไปข้างหน้า (→) และปฏิกิริยาย้อนกลับ (←)

ปฏิกิริยาไปข้างหน้า หมายถึง ปฏิกิริยาที่สารตั้งต้นเปลี่ยนแปลงไปเป็นสารผลิตภัณฑ์

ปฏิกิริยาย้อนกลับ หมายถึง ปฏิกิริยาที่สารผลิตภัณฑ์เปลี่ยนแปลงกลับไปเป็นสารตั้งต้น

3. สารผลิตภัณฑ์

สารผลิตภัณฑ์ (product) หมายถึง สารที่เกิดจากปฏิกิริยาหรือสารใหม่ที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลง อาจมีสารเพียงชนิดเดียวหรือมากกว่า 1 ชนิดก็ได้ เขียนสูตรหรือสัญลักษณ์ไว้ทางขวาของสมการเคมี

4. การบอกสถานะของสารในสมการเคมี

สมการเคมีที่สมบูรณ์ต้องบอกสถานะหรือสภาวะของสารในปฏิกิริยาดังนี้

ของแข็ง (solid) = (s)

ของเหลว (liquid) = (l)

แก๊ส (gas) = (g)

สารละลายที่มีน้ำเป็นตัวทำละลาย (aqueous) = (aq)

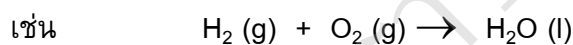
ตัวอย่างสมการเคมี

“หินปูนทำปฏิกิริยากับสารละลายกรดไฮโดรคลอริกได้สารละลายแคลเซียมคลอไรด์ น้ำ และแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์” เขียนแทนด้วยสมการเคมี ดังนี้

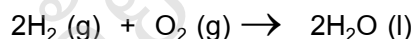


3. การดุลสมการเคมี

การดุลสมการเคมี เป็นการนำตัวเลขที่เหมาะสมเติมลงข้างหน้า สัญลักษณ์หรือสูตรเคมีในสมการ เพื่อให้จำนวนอะตอมแต่ละธาตุของสารตั้งต้นเท่ากับจำนวนอะตอมของธาตุชนิดเดียวกันในผลิตภัณฑ์



สมการที่ดุลแล้วคือ

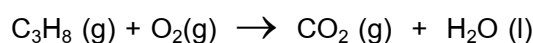


หลักการดุลสมการเคมี

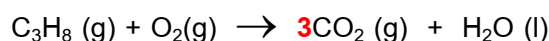
1. ให้ดุลจำนวนอะตอมของสารในโมเลกุลที่มีจำนวนอะตอมมากก่อน โมเลกุลที่มีจำนวนอะตอมน้อยดุลทีหลัง

2. น้ำ (H_2O) และธาตุอิสระ เช่น O_2 H_2 Zn Na Al ให้ดุลเป็นอันดับสุดท้าย

ตัวอย่างการดุลสมการเคมี



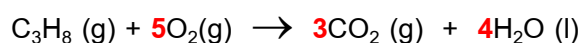
1. ดุลที่ธาตุ C ใน C_3H_8 และ CO_2 ให้เท่ากันก่อนโดยการเติม 3 หน้า CO_2 จะได้



2. ดุลจำนวนอะตอม H ใน C_3H_8 และ H_2O ให้เท่ากัน โดยการเติม 4 หน้า H_2O จะได้



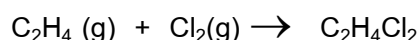
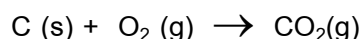
3. อันดับสุดท้ายดุลจำนวนอะตอมของ O ทั้งสองข้างให้เท่ากันโดยการเติม 5 หน้า O_2 จะได้สมการที่ดุลแล้วเป็นดังนี้



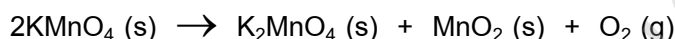
4. ชนิดของปฏิกิริยาเคมี

แบ่งชนิดของปฏิกิริยาเคมีอย่างง่ายได้ดังนี้

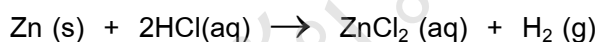
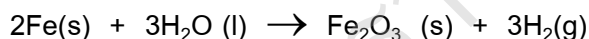
1. **ปฏิกิริยาการรวมตัว (combination reaction)** เป็นปฏิกิริยาเคมีที่เกิดการรวมตัวของสารตั้งต้นตั้งแต่สองชนิดขึ้นไป อาจได้สารผลิตภัณฑ์เพียงชนิดเดียวหรือมากกว่าหนึ่งชนิดก็ได้ เช่น



2. **ปฏิกิริยาการสลายตัว (decomposition reaction)** เป็นปฏิกิริยาเคมีที่สารประกอบสลายตัวหรือแตกตัวออกเป็นองค์ประกอบย่อยเป็นธาตุหรือสารประกอบ เมื่อได้รับความร้อน เช่น



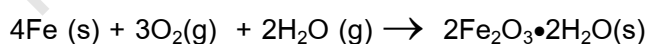
3. **ปฏิกิริยาการแทนที่ (displacement reaction)** เป็นปฏิกิริยาเคมีที่มีการแทนที่ไฮดรอกไซด์หรืออะตอมในสารประกอบด้วยไฮดรอกไซด์หรืออะตอมของอีกธาตุหนึ่ง เช่น



5. ปฏิกิริยาเคมีที่พบในชีวิตประจำวัน

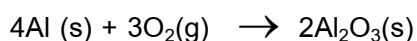
5.1 **การผุกร่อนของโลหะ** เช่น การผุกร่อนเนื่องจากการเกิดสนิม การเกิดออกไซด์ของอะลูมิเนียม เป็นต้น

การเกิดสนิมของเหล็กเกิดจากเหล็กสัมผัสกับน้ำและออกซิเจนในอากาศ ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเป็นดังนี้



สนิมเหล็กสีน้ำตาลแดง

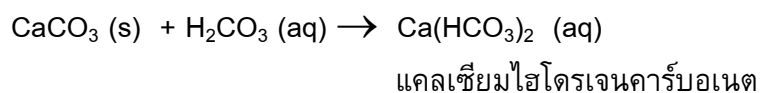
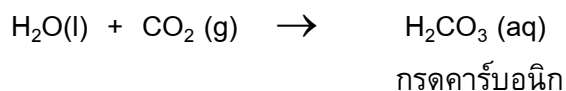
การเกิดออกไซด์ของอะลูมิเนียมเกิดจากอะลูมิเนียมรวมกับออกซิเจนในอากาศ ดังสมการ



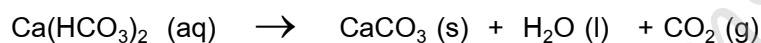
สีขาว

2. การผุกร่อนของหินปูนเนื่องจากกรด

การผุกร่อนของหินปูนซึ่งมีแคลเซียมคาร์บอเนต (CaCO_3) เป็นองค์ประกอบ เมื่อถูกน้ำฝนที่ละลายแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์จะเกิดปฏิกิริยาดังนี้



แคลเซียมไฮโดรเจนคาร์บอเนตเป็นสารละลายใสเมื่อถูกความร้อนจะเปลี่ยนเป็น CaCO_3 , H_2O และ CO_2 ซึ่งเป็นกระบวนการเกิดหินงอกและหินย้อยตามถ้ำต่างๆ



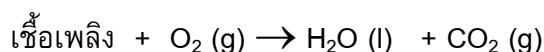
ภาพ 2 การเกิดหินงอกหินย้อย

ที่มา : <https://board.postjung.com/606235.html>

3. การเผาไหม้

การเผาไหม้ เป็นปฏิกิริยาที่เกิดจากสารรวมกับออกซิเจนได้พลังงานความร้อนและแสงสว่าง สารที่เกิดจากการเผาไหม้จัดเป็นสารประเภทเชื้อเพลิง ซึ่งส่วนใหญ่มีธาตุคาร์บอนและไฮโดรเจนเป็นองค์ประกอบ

การเผาไหม้อย่างสมบูรณ์ เป็นการเผาไหม้ของสารที่มีเชื้อเพลิงที่ได้น้ำและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นสารผลิตภัณฑ์ เช่น



การเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์

เป็นการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงที่มีธาตุคาร์บอนและไฮโดรเจนเป็นองค์ประกอบ แล้วมีปริมาณของก๊าซออกซิเจนไม่เพียงพอ จะเกิดการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ ได้สารผลิตภัณฑ์เป็นก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) น้ำ และ คาร์บอนไดออกไซด์

ปัจจัยที่มีผลต่อการเผาไหม้

1. เชื้อเพลิง
2. ความร้อน
3. ก๊าซออกซิเจน

4. ปฏิกิริยาของกรดกับเบส

ปฏิกิริยาที่กรดรวมกับเบสได้สารผลิตภัณฑ์ที่เป็นเกลือกับน้ำ เรียกปฏิกิริยานี้ว่า

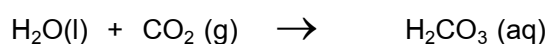
ปฏิกิริยาสะเทิน เขียนแทนด้วยสมการดังนี้ กรด + เบส $\rightarrow$ เกลือ + น้ำ



6. ผลกระทบของปฏิกิริยาเคมีที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

6.1) การเกิดฝนกรด

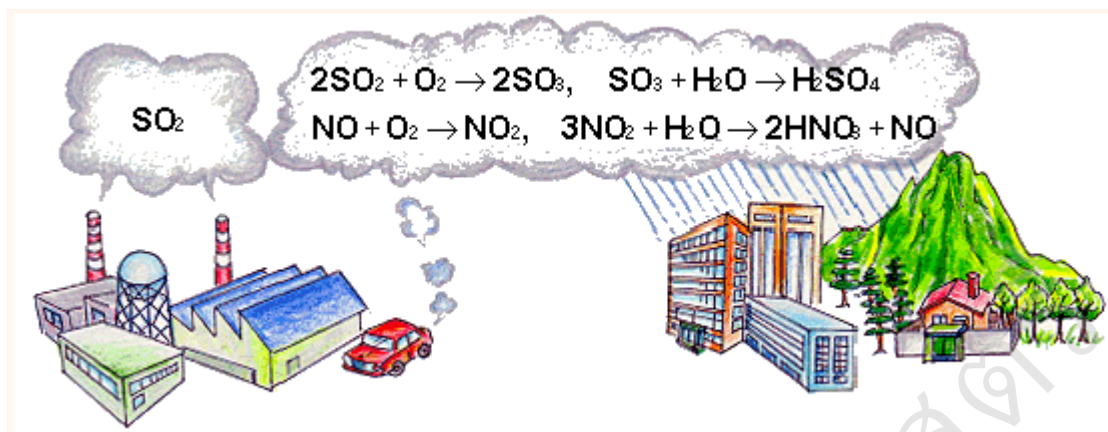
ฝนกรดเกิดจากการที่น้ำฝนละลายแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) แก๊สไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) และก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) ที่เกิดจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิง ทำให้ฝนมีสมบัติเป็นกรด เช่น



กรดคาร์บอนิก

ผลกระทบจากฝนกรดมีดังนี้

1. ป่าไม้ถูกทำลาย ต้นไม้ตาย ทำให้เกิดความแห้งแล้ง
2. สัตว์น้ำถูกทำลาย ทำให้เกิดการขาดของโซ่อาหาร
3. อาคารที่สร้างจากโลหะหรือหินปูนถูกกัดกร่อน



ภาพ 3 การเกิดฝนกรด

ที่มา : <http://www.siamchemi.com/%E0%B8%9D%E0%B8%99%E0%B8%81%E0%B8%A3%E0%B8%94/>

การแก้ปัญหา

1. เลือกใช้พลังงานสะอาดจากธรรมชาติแทนเชื้อเพลิงฟอสซิล เช่น การใช้พลังงานน้ำ พลังงานจากลม และพลังงานแสงอาทิตย์ เป็นต้น
2. แยกธาตุกำมะถันออกจากฟอสซิลก่อนนำไปเป็นเชื้อเพลิง
3. ใช้ปูนขาวหรือหินปูนทำให้แก๊สมีความเป็นกลาง ก่อนปล่อยออกจากปล่องควันสู่บรรยากาศ

6.2) ปรากฏการณ์เรือนกระจก

ปรากฏการณ์เรือนกระจก เกิดจากการที่แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งได้จากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงฟอสซิลในบรรยากาศของโลกเอาไว้ ทำให้อุณหภูมิบนผิวของรังสีอินฟราเรดซึ่งเป็นพลังงานต่ำไม่สามารถทะลุผ่านชั้นของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ได้ ทำให้อุณหภูมิของโลกสูงขึ้น

แนวทางการแก้ไข

1. ลดปัญหาการเกิดฝนกรด โดยใช้เชื้อเพลิงที่มีกำมะถันอยู่น้อย
2. ลดการเผาไหม้เชื้อเพลิงประเภทไฮโดรคาร์บอน
3. กำจัดแก๊สจากการเผาไหม้ก่อนปล่อยสู่บรรยากาศ
4. ปลูกป่าเพื่อดูดซับแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์



ภาพ 4 การเกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก

ที่มา : https://honnylovetocare.files.wordpress.com/2012/01/clip_1.jpg?w=714

6.3) แก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์

แก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) เป็นแก๊สไม่มีสี ไม่มีกลิ่น ไม่ละลายน้ำ เกิดจากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ ผลกระทบต่อมนุษย์คือ เมื่อเข้าไปในร่างกายจะมีผลต่อสุขภาพของมนุษย์ เนื่องจากแก๊สดังกล่าวนี้จะเข้าไปขัดขวางการทำงานของเม็ดเลือดแดง โดยจะไปรวมกับฮีโมโกลบิน ได้ดีกว่าออกซิเจน 200 เท่า เกิดเป็นคาร์บอกซีฮีโมโกลบิน ทำให้แก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ไปแทนที่แก๊สออกซิเจนที่จะถูกนำไปยังอวัยวะต่างๆ ของร่างกาย ผลก็คือ เมื่อหายใจเอาอากาศที่มีแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ 0.15% ติดต่อกันนาน 1 ชั่วโมง มะมีอาการปวดศีรษะรุนแรง ถ้าได้รับปริมาณมากกว่า 60% นาน 3 ชั่วโมง มีอันตรายถึงแก่ชีวิต

6.4) การเกิดหมอกแดด

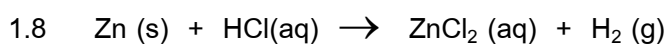
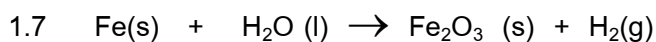
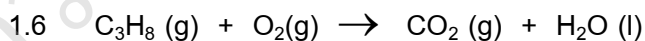
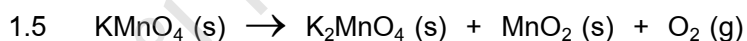
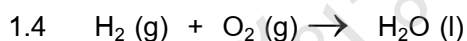
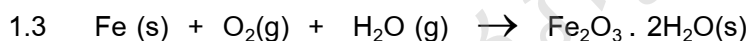
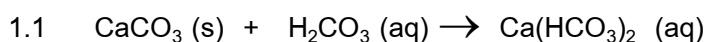
หมอกแดดเกิดจากสารประกอบไฮโดรคาร์บอนทำปฏิกิริยากับออกซิเจนและไนโตรเจนไดออกไซด์ ที่เกิดจากธรรมชาติปะปนอยู่ในอากาศ เกิดเป็นสารประกอบเปอร์ออกซีเอซีทิลไนเตรต (PAN) ซึ่งมีพิษอันตรายต่อนัยน์ตาและระบบทางหายใจ

ใบงานที่ 1.1 เรื่อง การเกิดปฏิกิริยาเคมี

ชื่อ ชั้น เลขที่

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

1. จงดุลสมการเคมีต่อไปนี้ พร้อมทั้งอธิบายการหาอัตราการผลิตปฏิกิริยาเคมี



2. จงอธิบายปฏิกิริยาต่อไปนี้ พร้อมยกตัวอย่างปฏิกิริยาแต่ละชนิดมาอย่างละ 2 ปฏิกิริยา

2.1 ปฏิกิริยาการรวมตัว (combination reaction)

.....

.....

.....

.....

.....

2.2 ปฏิกิริยาการสลายตัว (decomposition reaction)

.....

.....

.....

.....

.....

2.3 ปฏิกิริยาการแทนที่ (displacement reaction)

.....

.....

.....

.....

.....

3. จงอธิบายผลกระทบของปฏิกิริยาเคมีที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมต่อไปนี้ พร้อมบอกแนวทางแก้ไข

3.1 การเกิดฝนกรด

.....

.....

.....

.....

แนวทางแก้ไข คือ

.....

.....

.....

3.2 ปฏิกิริยาการรีดิวซ์

.....

.....

.....

แนวทางแก้ไข คือ

.....

.....

.....

3.3 แก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์

.....

.....

.....

.....

แนวทางแก้ไข คือ

.....

.....

.....

3.4 การเกิดหมอกแดด

.....

.....

.....

.....

แนวทางแก้ไข คือ

.....

.....

.....

ใบงานที่ 1.2 เรื่อง ปฏิกริยาระหว่างโลหะแมกนีเซียมกับกรดไฮโดรคลอริก

ชื่อ ชั้น เลขที่

คำชี้แจง การทดลองนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาการเกิดปฏิกริยาระหว่างโลหะแมกนีเซียมกับกรดไฮโดรคลอริก และวัดปริมาณแก๊สไฮโดรเจนที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาต่างๆ

ปฏิกริยาระหว่างโลหะแมกนีเซียมกับกรดไฮโดรคลอริก

จุดประสงค์การทดลอง

1. เพื่อศึกษาการเกิดปฏิกริยาระหว่างโลหะแมกนีเซียมกับกรดไฮโดรคลอริกได้
2. เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรของแก๊สไฮโดรเจนกับเวลา และแปลผลจากกราฟได้
3. อธิบายการเกิดปฏิกริยาระหว่างโลหะแมกนีเซียมกับกรดไฮโดรคลอริกในช่วงเวลาต่างๆ ได้

รายการ	ต่อ 1 กลุ่ม
สารเคมี	
1. โลหะแมกนีเซียมขนาด 0.5 cm x 10 cm	1 ชิ้น
2. สารละลายกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.5 mol/dm ³	20 cm ³
อุปกรณ์	
1. กระบอกตวง ขนาด 10 cm ³	1 ใบ
2. บีกเกอร์ ขนาด 100 cm ³	1 ใบ
3. จุกก๊อกสำหรับปิดกระบอกตวง	1 อัน
4. นาฬิกาจับเวลาหรือนาฬิกามีเข็มวินาที	1 เรือน
5. กระดาษทรายขนาด 3 cm x 3 cm	1 ชิ้น
6. ไบมีดโกน	1 ใบ

3. ก่อนทำการทดลองครูได้เตรียมการล่วงหน้า ดังนี้

3.1 เตรียมสารละลายกรดไฮโดรคลอริก 0.5 mol/dm³ 500 cm³ โดยสารละลายกรดไฮโดรคลอริก 2 mol/dm³ 50 cm³ หรือกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 12 mol/dm³ 8.3 cm³ ในน้ำให้ได้ปริมาตร 500 cm³ (เหลือเก็บไว้ใช้ในการทดลองในโอกาสต่อไปได้)

3.2 ตัดลวดแมกนีเซียมขนาด 0.5 cm x 10 cm 1 ชิ้นต่อ 1 กลุ่ม

4. ครูนำอภิปรายก่อนการทดลอง เพื่อแนะนำเกี่ยวกับการทดลอง ดังนี้

4.1 ขัดลวดแมกนีเซียมด้วยกระดาษทราย เพื่อกำจัดสารประกอบออกไซด์ที่เคลือบผิวออกให้หมด แล้วล้างลวดแมกนีเซียมให้สะอาดและเช็ดให้แห้ง

4.2 ให้เริ่มจับเวลาเมื่อปริมาตรของสารละลายในกระบอกตวงอยู่ที่ขีดแรก ซึ่งถือว่าเป็นจุดเริ่มต้น

4.3 ขณะอ่านปริมาตรของแก๊ส สายตาของผู้อ่านจะต้องอยู่ในระดับเดียวกับขีดที่อ่านและต้องจับเวลาอย่างต่อเนื่องจนถึงขีดก่อนที่แมกนีเซียมจะโผล่พ้นสารละลายกรด

4.4 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มแบ่งหน้าที่ในการสังเกต จับเวลา และบันทึกข้อมูล

4.5 ในกรณีที่ทำการทดลองซ้ำ จะต้องล้างกระบอกตวงด้วยสารละลายกรดไฮโดรคลอริกประมาณ $3-5 \text{ cm}^3$ หรือเช็ดภายในกระบอกตวงให้แห้ง เพื่อให้ความเข้มข้นของสารละลายกรดไม่เปลี่ยนแปลง

4.6 ถ้าไม่มีกระบอกตวงให้ใช้หลอดทดลองขนาดกลางและแบ่งสเกลที่ข้างหลอดเป็นช่วง ช่วงละ 1 cm

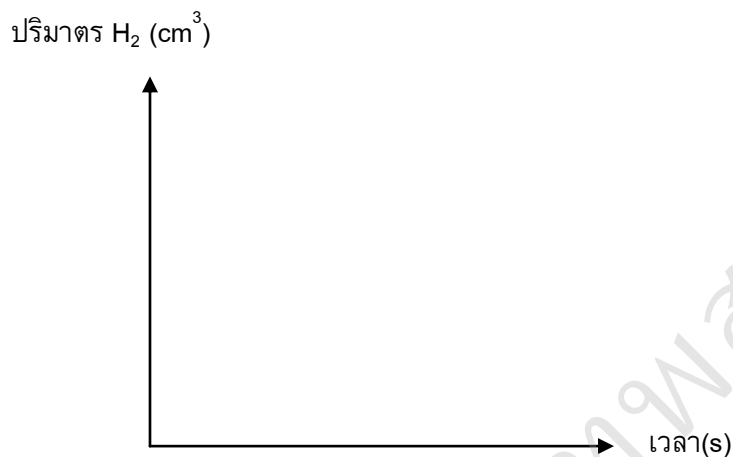
5. นักเรียนทำการทดลองตามรายละเอียดการทดลอง เรื่อง ปฏิกริยาระหว่างโลหะแมกนีเซียมกับกรดไฮโดรคลอริกในหนังสือเรียน และบันทึกผลการทดลอง

ผลการทดลอง

จับเวลาการเกิดแก๊สไฮโดรเจนทุก 1 cm^3 ได้ดังนี้

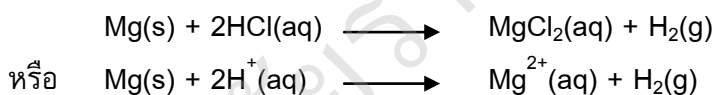
ปริมาณแก๊สไฮโดรเจน (cm^3) ระหว่างขีดที่	เวลา (s)
1-2	
2-3	
3-4	
4-5	
5-6	
6-7	
7-8	
8-9	
9-10	

เขียนแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรของแก๊สไฮโดรเจนกับเวลาเป็นดังนี้



6. จากผลการทดลองครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายผลการทดลองตามแนวคำถาม ทำการทดลองแล้วนำข้อสรุปมาอภิปรายร่วมกัน ซึ่งควรสรุปได้ ดังนี้

6.1 แก๊สที่เกิดจากปฏิกิริยาระหว่างโลหะแมกนีเซียมกับกรดไฮโดรคลอริก คือ แก๊สไฮโดรเจน เขียนสมการแสดงได้ดังนี้



6.2 การเกิดแก๊สไฮโดรเจนในแต่ละช่วงปริมาตรใช้เวลาไม่เท่ากัน ในช่วงแรกใช้เวลาน้อยและในช่วงถัดไปใช้เวลามากขึ้นตามลำดับ

6.3 ลักษณะของกราฟในตอนเริ่มต้นมีความชันมาก แสดงว่าปฏิกิริยาเกิดขึ้นได้เร็ว เมื่อเวลาผ่านไปปฏิกิริยาเกิดได้ช้าลง ความชันของกราฟจึงลดลง

6.4 ปริมาณสารที่เปลี่ยนแปลงในปฏิกิริยา นอกจากจะวัดปริมาตรของแก๊สไฮโดรเจนที่เกิดขึ้นในหนึ่งหน่วยเวลาแล้ว อาจวัดจากปริมาณของผลิตภัณฑ์อื่นคือ Mg^{2+} ที่เกิดขึ้นในหนึ่งหน่วยเวลา หรือวัดจากปริมาณสารตั้งต้นคือโลหะ Mg หรือ H^+ ที่ลดลงในหนึ่งหน่วยเวลา

7. ครูนำอภิปรายต่อไปตามรายละเอียดในใบความรู้ที่ 1 ให้ได้ข้อสรุปว่า ปริมาณสารที่เปลี่ยนแปลงในปฏิกิริยาซึ่ง ก็คือ ปริมาณสารตั้งต้นที่ลดลง หรือปริมาณผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นขณะปฏิกิริยาดำเนินไป เมื่อนำปริมาณสารที่เปลี่ยนแปลงมาเขียนในรูปอัตราส่วนเปรียบเทียบกับหนึ่ง หน่วยเวลาจะเรียกว่า อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

8. ครูให้นักเรียนศึกษาการหาอัตราการเกิดปฏิกิริยา โดยพิจารณาจากความเข้มข้นของสาร ตั้งต้นหรือผลิตภัณฑ์ที่เปลี่ยนแปลงไปกับระยะเวลาของการเกิดปฏิกิริยาตามรายละเอียดในใบความรู้ที่ 3

9. ครูให้นักเรียนศึกษาตัวอย่างและฝึกการคำนวณหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ทั้งอัตราการสลายตัวของสารตั้งต้น อัตราการเพิ่มขึ้นของผลิตภัณฑ์ในช่วงเวลาต่างๆ ตั้งแต่วินาทีที่ 0 ถึงวินาทีที่ 600 ตามรายละเอียดในบทเรียน

10. ครูให้ความรู้เกี่ยวกับความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเฉลี่ย แล้วอภิปรายต่อไปถึงวิธีหาอัตราการเกิดปฏิกิริยา ณ ขณะใดขณะหนึ่ง จากกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารกับเวลาตามรายละเอียดในใบความรู้ แล้วมอบหมายให้แต่ละกลุ่มช่วยกันหาอัตราการสลายตัวของแก๊ส N_2O_5 ณ วินาทีที่ 150 แล้วนำมาเสนอต่อชั้นเรียน เพื่ออภิปรายร่วมกันอีกครั้ง ซึ่งครูควรใช้โอกาสนี้เสนอแนะและแก้ไขเพิ่มเติมเพื่อให้เกิดความเข้าใจยิ่งขึ้น

11.ครูและนักเรียนนักเรียนศึกษาความรู้เพิ่มเติมเรื่อง ความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ตามใบความรู้ที่ 1

12. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสอบถามเนื้อหา เรื่อง ความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีว่ามีส่วนไหนที่ยังไม่เข้าใจและให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น

ใบความรู้ที่ 2

เรื่อง ความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

1. อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี หมายถึง การเปลี่ยนแปลงปริมาณของสารในหนึ่งหน่วยเวลาของการเกิดปฏิกิริยานั้น ๆ

$$\text{อัตราการเกิดปฏิกิริยา} = \frac{\text{ปริมาณสารตั้งต้นที่ลดลง}}{\text{เวลา}}$$

$$\text{อัตราการเกิดปฏิกิริยา} = \frac{\text{ปริมาณสารผลิตภัณฑ์ที่เพิ่มขึ้น}}{\text{เวลา}}$$

$$\text{หรือ อัตราการเกิดปฏิกิริยา} = \frac{\text{ปริมาณสารที่เปลี่ยนแปลง}}{\text{เวลา}}$$

2. อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี มี 2 ชนิด คือ

2.1 อัตราการเกิดปฏิกิริยาเฉลี่ย คือ อัตราการเกิดปฏิกิริยาที่คิดจากการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารทั้งหมดในหนึ่งหน่วยเวลา

2.2 อัตราการเกิดปฏิกิริยา ณ ขณะใดขณะหนึ่ง เป็นการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง

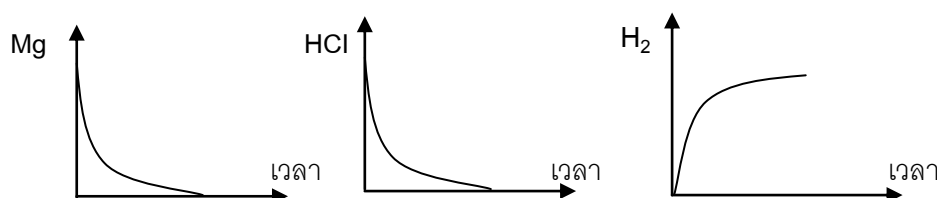
3. ข้อสรุปเกี่ยวกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

3.1 ในปฏิกิริยาหนึ่ง ๆ มีขั้นตอนในการเกิดปฏิกิริยาหลายขั้นตอน บางขั้นเกิดเร็ว บางขั้นเกิดช้า ขั้นควบคุมปฏิกิริยาหรือขั้นกำหนดอัตรา (rate determining step) คือ ขั้นที่ดำเนินไปช้าที่สุด

3.2 ในขณะที่ปฏิกิริยาดำเนินไปเริ่มต้นปฏิกิริยาจะเกิดเร็ว เพราะปริมาณสารตั้งต้นยังมีมาก แต่ช่วงหลังอัตราการเกิดปฏิกิริยาจะช้าลง เพราะปริมาณสารตั้งต้นลดลง เช่น การเกิดปฏิกิริยาของลวดแมกนีเซียมกับกรดไฮโดรคลอริก

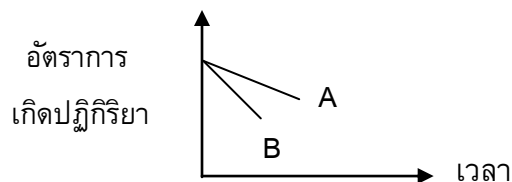


(ถ้า Mg มีมากเกินไป)



3.3 สารแต่ละตัวในสมการจะมีอัตราเร็วไม่เท่ากัน เช่น ปฏิกิริยา

$A + 2B \longrightarrow 3C + 4D$ ในที่นี้สาร B เกิดปฏิกิริยาได้เร็วกว่าสาร A เขียนเป็นกราฟแสดงการเกิดปฏิกิริยาได้ดังนี้



3.4 การหาอัตราเร็วของการเกิดปฏิกิริยา หาจากสารตัวใดก็ได้ เช่น

- ถ้าเป็นของแข็งหาโดยการชั่งน้ำหนัก
- ถ้าเป็นของเหลวหาโดยชั่งน้ำหนักหรือวัดปริมาตร
- ถ้าเป็นสารละลายหาความเข้มข้น
- ถ้าเป็นก๊าซจะต้องหาโดยวัดปริมาตรหรือวัดความดัน

3.5 การหาอัตราเร็วของการเกิดปฏิกิริยา หาจากสารตัวใดก็ได้ ผลลัพธ์จะเท่ากัน โดยใช้สูตรดังนี้



$$\text{อัตราการเปลี่ยนแปลงของสาร} = -\frac{\Delta A}{\Delta t} = -\frac{\Delta B}{\Delta t} = +\frac{\Delta C}{\Delta t} = +\frac{\Delta D}{\Delta t}$$

$$\text{อัตราการเกิดปฏิกิริยา} = -\frac{1}{1} \frac{\Delta A}{\Delta t} = -\frac{1}{3} \frac{\Delta B}{\Delta t} = +\frac{1}{2} \frac{\Delta C}{\Delta t} = +\frac{1}{4} \frac{\Delta D}{\Delta t}$$

- หมายเหตุ
1. Δ = ผลต่าง
 - t = เวลา
 - $+$ = การเพิ่มขึ้น
 - $-$ = การลดลง

2. อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจะเท่ากับอัตราการเปลี่ยนแปลงปริมาณเป็นโมลของสารแต่ละชนิดหารด้วยสัมประสิทธิ์บอกจำนวนโมลของสารนั้นในสมการที่ดุลแล้ว

ใบงานที่ 2

การหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

คำชี้แจง จงแสดงวิธีทำให้ถูกต้อง

1. จากปฏิกิริยา



จงเขียนอัตราการเกิดปฏิกิริยาในเทอมของสารต่างๆ

2. เมื่อสาร A ทำปฏิกิริยากับสาร B ได้ผลิตภัณฑ์เป็นสาร C เพียงชนิดเดียวจากการทดลองพบว่า อัตราการเกิดปฏิกิริยา ถ้าคิดจากสาร A จะเท่ากับ $1/2$ เท่าของอัตราการลดลงของสาร A ถ้าคิดจากสาร B จะเท่ากับ 2 เท่าของอัตราการลดลงของสาร B และถ้าคิดจากสาร C จะเท่ากับ $1/3$ เท่าของอัตราการเพิ่มขึ้นของสาร C สมการที่ใช้แสดงปฏิกิริยานี้คืออะไร

คำชี้แจง จงแสดงวิธีทำให้ถูกต้อง

1. จากปฏิกิริยา

$$2\text{KMnO}_4 + 16\text{HCl} \longrightarrow 2\text{KCl} + 2\text{MnCl}_2 + 8\text{H}_2\text{O} + 5\text{Cl}_2$$

จงเขียนอัตราการเกิดปฏิกิริยาในเทอมของสารต่างๆ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. เมื่อสาร A ทำปฏิกิริยากับสาร B ได้ผลิตภัณฑ์เป็นสาร C เพียงชนิดเดียวจากการทดลองพบว่า อัตราการเกิดปฏิกิริยา ถ้าคิดจากสาร A จะเท่ากับ $\frac{1}{2}$ เท่าของอัตราการลดลงของสาร A ถ้าคิดจากสาร B จะเท่ากับ 2 เท่าของอัตราการลดลงของสาร B และถ้าคิดจากสาร C จะเท่ากับ $\frac{1}{3}$ เท่าของอัตราการเพิ่มขึ้นของสาร C สมการที่ใช้แสดงปฏิกิริยานี้คืออะไร

.....

.....

.....

.....

.....

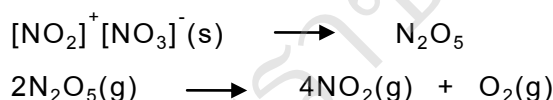
7. จากปฏิกิริยา $X + 2Y \longrightarrow 3Z + 4W$ พบว่าเริ่มต้น ใช้ X เข้มข้น 0.4 mol/dm^3 ปริมาตร 200 cm^3 และ Y เข้มข้น 0.1 mol/dm^3 ปริมาตร 300 cm^3 พบว่าเมื่อเวลาผ่านไป 30 วินาที สาร Y หหมดพอดี จงหาอัตราการเกิด W ในหน่วย mol/s

- ก. 0.001 ข. 0.01 ค. 0.004 ง. 0.002

8. ปฏิกิริยาการสังเคราะห์ $\text{NH}_3(\text{g})$ จาก $\text{H}_2(\text{g})$ และ $\text{N}_2(\text{g})$ ดังสมการ $3\text{H}_2 + \text{N}_2 \longrightarrow 2\text{NH}_3$ โดยมีอัตราการเกิดผลผลิต (NH_3) เท่ากับ $0.80 \text{ mol/dm}^3 \cdot \text{s}$ จงหาอัตราการลดลงของสารตั้งต้นทั้งสองเป็น $\text{mol/dm}^3 \cdot \text{s}$ ตามลำดับ

- ก. 1.20 และ 0.40 ข. 2.40 และ 0.80
ค. 1.20 และ 0.80 ง. 0.80 และ 0.80

9. ไดไนโตรเจนเพนทอกไซด์เป็นของแข็งไอออนิกไม่มีสี $([\text{NO}_2]^+[\text{NO}_3]^-)(\text{s})$ เมื่อให้ความร้อนที่ 32°C , 1 atm จะได้แก๊ส N_2O_5 ซึ่งจะสลายต่อไปเป็นแก๊สสีน้ำตาลของไนโตรเจนไดออกไซด์และออกซิเจน ดังสมการ



ข้อสรุปใดผิด

- ก. อัตราการเกิด $\text{NO}_2 = 4$ เท่าของอัตราการเกิด O_2
ข. อัตราการเกิด $\text{NO}_2 = 2$ เท่าของอัตราการสลาย N_2O_5
ค. อัตราการเกิด $\text{O}_2 = 1/4$ เท่าของอัตราการเกิด NO_2
ง. อัตราการเกิด $\text{O}_2 = 2$ เท่าของอัตราการสลาย N_2O_5

10. การสลายตัวของแก๊ส ตามปฏิกิริยา $2\text{NO}_2(\text{g}) \longrightarrow 2\text{NO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$ เมื่อเริ่มต้นใช้ NO_2 เข้มข้น 0.152 mol/dm^3 หลังจากเกิดปฏิกิริยาผ่านไป 60 วินาที มี NO_2 เหลืออยู่ 0.146 mol/dm^3 อัตราการเกิด O_2 คำนวณได้เท่ากับ $y \times 10^{-5} \text{ mol/dm}^3 \cdot \text{s}$ จงหาค่าของ y

- ก. 5 ข. 2.5 ค. 0.5 ง. 10

เฉลยแบบทดสอบย่อย

เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

1. ข้อใด**ไม่ใช่**ผลกระทบของปฏิกิริยาเคมีที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม
- | | |
|-------------------------|--------------------------------|
| ก. การเกิดฝนกรด | ข. การเกิดดินถล่มบริเวณแม่น้ำ |
| ค. ปรากฏการณ์เรือนกระจก | ง. การเกิดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ |

จงใช้ข้อมูลต่อไปนี้ในการตอบคำถามข้อ 2 – 4

การสลายตัวของ H_2O_2 สามารถวัดปริมาตร O_2 ได้ดังข้อมูล



เวลา(s)	0	10	20	30	40	50
ปริมาตร O ₂ (cm ³)	0	30	44	A	59	60

2. จงหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเฉลี่ย
- ก. 0.83 ข. 1.33 ค. 1.20 ง. 2.46

3. จงหาอัตราเร็ว ณ ช่วงเวลา 20 – 50 วินาที
- | | | | |
|---------|---------|---------|---------|
| ก. 1.87 | ข. 2.18 | ค. 0.76 | ง. 0.53 |
|---------|---------|---------|---------|

4. ถ้าอัตราเร็ว ณ ช่วงเวลา 20 – 30 มีค่าเท่ากับ $0.9 \text{ cm}^3/\text{s}$ จงหาค่า A
- ก. 51.5 ข. 53 ค. 55.1 ง. 57.5

5. จากปฏิกิริยา $\text{Al(OH)}_3 + 3\text{HCl} \longrightarrow \text{AlCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$ ถ้าอัตราการเกิดขึ้นของ AlCl_3 เท่ากับ 2×10^{-3} โมล/วินาที จงหาอัตราการหายไปของ HCl ในหน่วย $\text{mol/dm}^3 \cdot \text{s}$ เมื่อปฏิกิริยานี้มีปริมาตรสารละลายรวม 200 cm^3
- ก. 6×10^{-3} ข. 0.3 ค. 3×10^{-2} ง. 3×10^{-3}

6. ผสมสารละลาย HBr เข้มข้น 0.2 mol/dm^3 ปริมาตร 500 cm^3 กับโลหะ Mg 2 กรัม ได้ปฏิกิริยาดังสมการ $2\text{HBr} + \text{Mg} \longrightarrow \text{MgBr}_2 + \text{H}_2$ พบว่าเมื่อเวลาผ่านไป 20 วินาที มีแก๊ส H_2 เกิดขึ้น 0.8 โมล จงหาอัตราการหายไปของ HBr ในหน่วย mol/s
- ก. 0.04 ข. 0.4 ค. 0.8 ง. 0.08

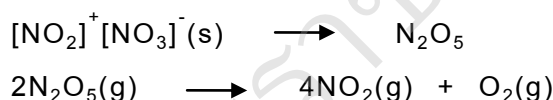
7. จากปฏิกิริยา $X + 2Y \longrightarrow 3Z + 4W$ พบว่าเริ่มต้น ใช้ X เข้มข้น 0.4 mol/dm^3 ปริมาตร 200 cm^3 และ Y เข้มข้น 0.1 mol/dm^3 ปริมาตร 300 cm^3 พบว่าเมื่อเวลาผ่านไป 30 วินาที สาร Y หหมดพอดี จงหาอัตราการเกิด W ในหน่วย mol/s

- ก. 0.001 ข. 0.01 ค. 0.004 ง. 0.002

8. ปฏิกิริยาการสังเคราะห์ $\text{NH}_3(\text{g})$ จาก $\text{H}_2(\text{g})$ และ $\text{N}_2(\text{g})$ ดังสมการ $3\text{H}_2 + \text{N}_2 \longrightarrow 2\text{NH}_3$ โดยมีอัตราการเกิดผลผลิต (NH_3) เท่ากับ $0.80 \text{ mol/dm}^3 \cdot \text{s}$ จงหาอัตราการลดลงของสารตั้งต้นทั้งสองเป็น $\text{mol/dm}^3 \cdot \text{s}$ ตามลำดับ

- ก. 1.20 และ 0.40 ข. 2.40 และ 0.80
ค. 1.20 และ 0.80 ง. 0.80 และ 0.80

9. ไดไนโตรเจนเพนทอกไซด์เป็นของแข็งไอออนิกไม่มีสี $([\text{NO}_2]^+[\text{NO}_3]^-)(\text{s})$ เมื่อให้ความร้อนที่ 32°C , 1 atm จะได้แก๊ส N_2O_5 ซึ่งจะสลายต่อไปเป็นแก๊สสีน้ำตาลของไนโตรเจนไดออกไซด์และออกซิเจน ดังสมการ



ข้อสรุปใดผิด

- ก. อัตราการเกิด $\text{NO}_2 = 4$ เท่าของอัตราการเกิด O_2
ข. อัตราการเกิด $\text{NO}_2 = 2$ เท่าของอัตราการสลาย N_2O_5
ค. อัตราการเกิด $\text{O}_2 = 1/4$ เท่าของอัตราการเกิด NO_2
ง. อัตราการเกิด $\text{O}_2 = 2$ เท่าของอัตราการสลาย N_2O_5

10. การสลายตัวของแก๊ส ตามปฏิกิริยา $2\text{NO}_2(\text{g}) \longrightarrow 2\text{NO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$ เมื่อเริ่มต้นใช้ NO_2 เข้มข้น 0.152 mol/dm^3 หลังจากเกิดปฏิกิริยาผ่านไป 60 วินาที มี NO_2 เหลืออยู่ 0.146 mol/dm^3 อัตราการเกิด O_2 คำนวณได้เท่ากับ $y \times 10^{-5} \text{ mol/dm}^3 \cdot \text{s}$ จงหาค่าของ y

- ก. 5 ข. 2.5 ค. 0.5 ง. 10

บันทึกผลหลังการสอน

ผลการสอน

.....

.....

.....

.....

.....

ปัญหา/อุปสรรค

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นายพนิน ศรีนวลแก้ว)

อาจารย์ผู้สอน

ภาคผนวก ง

ผลการวิเคราะห์เครื่องมือ

- ค่า IOC ของแผนการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT
- ค่า IOC ของแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ
- ค่า IOC ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- ค่า IOC ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ทางการเรียน
- ผลการวิเคราะห์ค่าความยาก (p) และอำนาจจำแนก (r) ของข้อทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- ผลการวิเคราะห์ค่าความยาก (p) และอำนาจจำแนก (r) ของข้อทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ทางการเรียน

ตาราง 6 ค่า IOC ของแผนการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	เฉลี่ย
	คนที่						
	1	2	3	4	5		
1. จุดประสงค์การเรียนรู้							
1.1 สอดคล้องสัมพันธ์กับมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
1.2 ระดับพฤติกรรมที่กำหนดเหมาะสมกับเวลาและสาระการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
1.3 ครอบคลุมด้านความรู้ ทักษะกระบวนการ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
1.4 ระบุพฤติกรรมที่สามารถวัดและประเมินผลได้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
2. สาระสำคัญ							
2.1 สอดคล้องสัมพันธ์กับมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด จุดประสงค์การเรียนรู้ และสาระการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
2.2 กะทัดรัด ชัดเจน ครอบคลุมสาระการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
2.3 แสดงความคิดรวบยอดเกี่ยวกับสาระการเรียนรู้ หลักการ วิธีการที่ต้องการให้เกิดขึ้นกับผู้เรียนอย่างชัดเจน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
3. สาระการเรียนรู้							
3.1 สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัดและจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
3.2 ถูกต้องตามหลักวิชาการและทันสมัยครบถ้วน เพียงพอที่จะเป็นพื้นฐานในการสร้างองค์ความรู้ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00

ตาราง 6 (ต่อ)

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	เฉลี่ย
	คนที่						
	1	2	3	4	5		
4. กระบวนการจัดการเรียนรู้							
4.1 สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ ตัวชี้วัดและจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
4.2 มีขั้นตอนกระบวนการเรียนรู้ตรง ตามรูปแบบการสอน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
4.3 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสม กับรูปแบบการสอน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
4.4 กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้ผู้เรียน เรียนรู้ด้วยการปฏิบัติจริงทั้งรายบุคคล/ราย กลุ่มโดยใช้กระบวนการอย่างเหมาะสม	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
4.5 กิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับวัย ผู้เรียนและเวลาที่กำหนด	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
4.6 กิจกรรมการเรียนรู้น่าสนใจ จูงใจให้ ผู้เรียนกระตือรือร้นที่จะเรียนและเข้า ร่วมกิจกรรม	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
4.7 มีกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เสนอผลงานที่ เกิดจากกระบวนการเรียนรู้อย่าง หลากหลาย	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
5. กระบวนการวัดผล – ประเมินผล							
5.1 วิธีการวัดและประเมินผลสอดคล้อง กับมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัดและ จุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
5.2 วิธีการวัดและประเมินผลสอดคล้อง กับขั้นตอนการจัดการเรียนรู้และ กระบวนการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00

ตาราง 6 (ต่อ)

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	เฉลี่ย
	คนที่						
	1	2	3	4	5		
5.3 ใช้วิธีการวัดและประเมินผล ความสามารถในการเรียนรู้ของ ผู้เรียนอย่างหลากหลาย	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
5.4 เครื่องมือวัดและประเมินผล สอดคล้องกับขั้นตอนการจัดการ เรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
5.5 เกณฑ์การประเมินผลมีความ เหมาะสมสอดคล้องกับระดับ ความสามารถในการเรียนรู้ของ ผู้เรียน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
6. สื่อ/แหล่งเรียนรู้							
6.1 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้และ เหมาะสมกับการเรียนของผู้เรียน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
6.2 เหมาะสมกับวัยและความสามารถ ของผู้เรียน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
6.3 น่าสนใจและกระตุ้นให้ผู้เรียน เกิดการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
6.4 สามารถทำให้ผู้เรียนบรรลุมาตรฐาน การเรียนรู้/ตัวชี้วัดและจุดประสงค์ การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00

ตาราง 7 ค่า IOC ของแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	เฉลี่ย
	คนที่						
	1	2	3	4	5		
1. จุดประสงค์การเรียนรู้							
1.1 สอดคล้องสัมพันธ์กับมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
1.2 ระดับพฤติกรรมที่กำหนดเหมาะสมกับเวลาและสาระการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
1.3 ครอบคลุมด้านความรู้ ทักษะกระบวนการ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
1.4 ระบุพฤติกรรมที่สามารถวัดและประเมินผลได้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
2. สาระสำคัญ							
2.1 สอดคล้องสัมพันธ์กับมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด จุดประสงค์การเรียนรู้ และสาระการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
2.2 กะทัดรัด ชัดเจน ครอบคลุมสาระการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
2.3 แสดงความคิดรวบยอดเกี่ยวกับสาระการเรียนรู้ หลักการ วิธีการที่ต้องการให้เกิดขึ้นกับผู้เรียนอย่างชัดเจน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
3. สาระการเรียนรู้							
3.1 สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัดและจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
3.2 ถูกต้องตามหลักวิชาการและทันสมัยครบถ้วน เพียงพอที่จะเป็นพื้นฐานในการสร้างองค์ความรู้ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00

ตาราง 7 (ต่อ)

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	เฉลี่ย
	คนที่						
	1	2	3	4	5		
4. กระบวนการจัดการเรียนรู้							
4.1 สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ ตัวชี้วัดและจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
4.2 มีขั้นตอนกระบวนการเรียนรู้ตรง ตามรูปแบบการสอน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
4.3 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสม กับรูปแบบการสอน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
4.4 กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้ผู้เรียน เรียนรู้ด้วยการปฏิบัติจริงทั้งรายบุคคล/ราย กลุ่มโดยใช้กระบวนการอย่างเหมาะสม	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
4.5 กิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับวัย ผู้เรียนและเวลาที่กำหนด	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
4.6 กิจกรรมการเรียนรู้น่าสนใจ จูงใจให้ ผู้เรียนกระตือรือร้นที่จะเรียนและเข้า ร่วมกิจกรรม	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
4.7 มีกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เสนอผลงานที่ เกิดจากกระบวนการเรียนรู้อย่าง หลากหลาย	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
5. กระบวนการวัดผล – ประเมินผล							
5.1 วิธีการวัดและประเมินผลสอดคล้อง กับมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัดและ จุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
5.2 วิธีการวัดและประเมินผลสอดคล้อง กับขั้นตอนการจัดการเรียนรู้และ กระบวนการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00

ตาราง 7 (ต่อ)

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	เฉลี่ย
	คนที่						
	1	2	3	4	5		
5.3 ใช้วิธีการวัดและประเมินผล ความสามารถในการเรียนรู้ของ ผู้เรียนอย่างหลากหลาย	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
5.4 เครื่องมือวัดและประเมินผล สอดคล้องกับขั้นตอนการจัดการ เรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
5.5 เกณฑ์การประเมินผลมีความ เหมาะสมสอดคล้องกับระดับ ความสามารถในการเรียนรู้ของ ผู้เรียน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
6. สื่อ/แหล่งเรียนรู้							
6.1 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้และ เหมาะสมกับการเรียนของผู้เรียน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
6.2 เหมาะสมกับวัยและความสามารถ ของผู้เรียน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
6.3 น่าสนใจและกระตุ้นให้ผู้เรียน เกิดการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
6.4 สามารถทำให้ผู้เรียนบรรลุมาตรฐาน การเรียนรู้/ตัวชี้วัดและจุดประสงค์ การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00

ตาราง 8 ค่า IOC ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม	เฉลี่ย
	1	2	3	4	5		
1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
4	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
5	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
6	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
7	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
8	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
9	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
10	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
11	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
12	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
13	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
14	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
15	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
16	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
17	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
18	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
19	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
20	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
21	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
22	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
23	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
24	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
25	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
26	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
27	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00

ตาราง 8 (ต่อ)

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม	เฉลี่ย
	1	2	3	4	5		
28	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
29	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
30	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
31	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
32	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
33	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
34	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
35	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
36	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
37	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
38	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
39	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
40	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
41	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
42	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
43	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
44	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
45	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
46	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
47	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
48	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
49	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
50	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00

ตาราง 9 ค่า IOC ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม	เฉลี่ย
	1	2	3	4	5		
1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
4	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
5	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
6	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
7	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
8	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
9	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
10	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
11	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
12	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
13	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
14	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
15	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
16	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
17	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
18	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
19	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
20	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
21	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
22	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
23	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
24	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
25	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
26	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
27	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00

ตาราง 9 (ต่อ)

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม	เฉลี่ย
	1	2	3	4	5		
28	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
29	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
30	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
31	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
32	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
33	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
34	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
35	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
36	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
37	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
38	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
39	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
40	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
41	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
42	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
43	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
44	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
45	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
46	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
47	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
48	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
49	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
50	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00

ตาราง 10 ผลการวิเคราะห์ค่าความยาก (p) และอำนาจจำแนก (r) ของข้อทดสอบ
วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ข้อที่	p	r	ผลการ วิเคราะห์	ข้อที่	p	r	ผลการ วิเคราะห์
1	0.74	0.42	ใช้ได้	26	0.61	0.47	ใช้ได้
2	0.68	0.42	ใช้ได้	27	0.63	0.53	ใช้ได้
3	0.63	0.53	ใช้ได้	28	0.84	0.16	ตัดทิ้ง
4	0.61	0.47	ใช้ได้	29	0.42	0.63	ใช้ได้
5	0.50	0.53	ใช้ได้	30	0.53	0.47	ใช้ได้
6	0.45	0.58	ใช้ได้	31	0.55	0.58	ใช้ได้
7	0.47	0.53	ใช้ได้	32	0.58	0.63	ใช้ได้
8	0.42	0.16	ตัดทิ้ง	33	0.55	0.47	ใช้ได้
9	0.50	0.47	ใช้ได้	34	0.58	0.42	ใช้ได้
10	0.61	0.05	ตัดทิ้ง	35	0.55	0.58	ใช้ได้
11	0.68	0.32	ใช้ได้	36	0.63	0.32	ใช้ได้
12	0.68	0.42	ใช้ได้	37	0.61	0.05	ตัดทิ้ง
13	0.50	0.05	ตัดทิ้ง	38	0.58	0.32	ใช้ได้
14	0.58	0.32	ใช้ได้	39	0.63	0.32	ใช้ได้
15	0.50	0.58	ใช้ได้	40	0.53	0.63	ใช้ได้
16	0.53	0.58	ใช้ได้	41	0.37	0.21	ใช้ได้
17	0.63	0.42	ใช้ได้	42	0.45	0.58	ใช้ได้
18	0.53	0.42	ใช้ได้	43	0.53	0.68	ใช้ได้
19	0.55	0.58	ใช้ได้	44	0.42	0.63	ใช้ได้
20	0.53	0.21	ใช้ได้	45	0.37	0.21	ใช้ได้
21	0.58	0.42	ใช้ได้	46	0.53	0.58	ใช้ได้
22	0.50	0.47	ใช้ได้	47	0.63	0.42	ใช้ได้
23	0.61	0.16	ตัดทิ้ง	48	0.53	0.42	ใช้ได้
24	0.63	0.42	ใช้ได้	49	0.55	0.58	ใช้ได้
25	0.29	0.37	ใช้ได้	50	0.53	0.21	ใช้ได้

ตาราง 11 ผลการวิเคราะห์ค่าความยาก (p) และอำนาจจำแนก (r) ของข้อทดสอบ
วัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

ข้อที่	p	r	ผลการ วิเคราะห์	ข้อที่	p	r	ผลการ วิเคราะห์
1	0.45	0.05	ตัดทิ้ง	26	0.71	0.26	ใช้ได้
2	0.50	0.47	ใช้ได้	27	0.66	0.47	ใช้ได้
3	0.53	0.53	ใช้ได้	28	0.63	0.53	ใช้ได้
4	0.37	0.63	ใช้ได้	29	0.61	0.47	ใช้ได้
5	0.50	0.47	ใช้ได้	30	0.71	0.26	ใช้ได้
6	0.47	0.53	ใช้ได้	31	0.63	0.47	ใช้ได้
7	0.50	0.47	ใช้ได้	32	0.61	0.05	ตัดทิ้ง
8	0.53	0.05	ตัดทิ้ง	33	0.66	0.47	ใช้ได้
9	0.50	0.63	ใช้ได้	34	0.63	0.53	ใช้ได้
10	0.55	0.58	ใช้ได้	35	0.71	0.26	ใช้ได้
11	0.58	0.63	ใช้ได้	36	0.76	0.32	ใช้ได้
12	0.63	0.58	ใช้ได้	37	0.61	0.58	ใช้ได้
13	0.71	0.05	ตัดทิ้ง	38	0.66	0.47	ใช้ได้
14	0.66	0.47	ใช้ได้	39	0.61	0.58	ใช้ได้
15	0.71	0.47	ใช้ได้	40	0.66	0.47	ใช้ได้
16	0.74	0.32	ใช้ได้	41	0.53	0.63	ใช้ได้
17	0.58	0.11	ตัดทิ้ง	42	0.76	0.26	ใช้ได้
18	0.66	0.47	ใช้ได้	43	0.58	0.53	ใช้ได้
19	0.63	0.53	ใช้ได้	44	0.66	0.47	ใช้ได้
20	0.68	0.63	ใช้ได้	45	0.74	0.32	ใช้ได้
21	0.58	0.53	ใช้ได้	46	0.58	0.63	ใช้ได้
22	0.66	0.47	ใช้ได้	47	0.63	0.53	ใช้ได้
23	0.74	0.32	ใช้ได้	48	0.71	0.26	ใช้ได้
24	0.58	0.53	ใช้ได้	49	0.66	0.47	ใช้ได้
25	0.63	0.47	ใช้ได้	50	0.63	0.53	ใช้ได้

ภาคผนวก จ

ผลการใช้เครื่องมือ

- คะแนนผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียน-หลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT
- คะแนนผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียน-หลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ
- คะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียน-หลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT
- คะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียน-หลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

ตาราง 12 คะแนนผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียน-หลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ
4MAT

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

ตาราง 13 คะแนนผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียน-หลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ
ปกติ

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

ตาราง 14 คะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียน-หลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการ
จัดการเรียนรู้แบบ 4MAT

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

ตาราง 15 คะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียน-หลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

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

ประวัติผู้ทำวิทยานิพนธ์

ชื่อ-สกุล	นายพนิน ศรีนวลแก้ว
วัน เดือน ปี เกิด	วันที่ 1 เดือน กันยายน พ.ศ. 2527
ที่อยู่ปัจจุบัน	บ้านเลขที่ 140 หมู่ 11 ตำบลบ้านข่อย อำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี 15000
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนสาริตมมหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี อำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี 15000
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2546 มัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนพิบูลวิทยาลัย อำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี พ.ศ. 2550 วิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.) สาขาเคมี มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี จังหวัดลพบุรี พ.ศ. 2554 ประกาศนียบัตรบัณฑิต วิชาชีพครู มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี จังหวัดลพบุรี พ.ศ. 2561 ครุศาสตรมหาบัณฑิต (ค.ม.) สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี จังหวัดลพบุรี