



การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ชั้น ประกอบผังมโนทัศน์

เรื่อง ของแข็ง ของเหลว แก๊ส สำหรับ

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

อรัญณี ลอยหา

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเคมีศึกษา

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

พ.ศ. 2559

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้รับทุนการศึกษาจากโครงการส่งเสริมการผลิตครู

ที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)

กระทรวงศึกษาธิการ

คณะกรรมการสอบได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของ นางสาวอรุณี ลอยหา แล้ว
เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเคมีศึกษา ของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ต้นสกุล ศานติบุรณ์) (ผู้แทนบัณฑิตวิทยาลัย)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมาน เอกพิมพ์) (ผู้ทรงคุณวุฒิ)

..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร.ปนัดดา แทนสุโพธิ์) (อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก)

..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร.เนตรชนก จันทร์สว่าง) (อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม)

มหาวิทยาลัยอนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มานิตย์ อัญญาโพธิ์) (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สนิท ติเมืองซ้าย)
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
วันที่.....เดือน.....พ.ศ.

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ชื่อเรื่อง : การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ชั้น ประกอบผังมโนทัศน์ เรื่อง ของแข็ง ของเหลว แก๊ส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ผู้วิจัย : อรุณี ลอยหา

ปริญญา : วท.ม. (เคมีศึกษา)

อาจารย์ที่ปรึกษา : ดร.ปนัดดา แทนสุโพธิ์

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ดร.เนตรชนก จันทร์สว่าง

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม 2559

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ 5 ชั้น ประกอบ การเขียนผังมโนทัศน์ เรื่อง ของแข็ง ของเหลว แก๊ส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และ 3) เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการเขียนผังมโนทัศน์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนโดยส่วนรวมและจำแนกตามผลการ เรียนเคมี โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียน พุทไธสง อำเภอพุทไธสง จังหวัดบุรีรัมย์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 43 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ชั้น ประกอบผังมโนทัศน์ เรื่อง ของแข็งของเหลว แก๊ส 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 3) แบบทดสอบวัดความ สามารถในการคิดวิเคราะห์และ 4) แบบประเมินความสามารถในการเขียนแผนผังมโนทัศน์สถิติที่ ใช้ในการวิจัย ได้แก่ Paired t-test และ F-test (One-way ANCOVA และ One-way MANCOVA)

ผลการวิจัยพบว่า แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ชั้น ประกอบผังมโนทัศน์ เรื่อง ของแข็ง ของเหลว แก๊ส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่พัฒนาขึ้น มีคุณภาพอยู่ในระดับ เหมาะสมมากที่สุด นักเรียนโดยส่วนรวมและจำแนกตามผลการเรียนเคมี มีผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนและความสามารถในการคิดวิเคราะห์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ 0.05 นักเรียนที่มีผลการเรียนวิชาเคมีต่างกันมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการ

การคิดวิเคราะห์แตกต่างกัน ยกเว้นด้านความสำคัญ โดยนักเรียนที่มีผลการเรียนเคมีสูง มีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดวิเคราะห์โดยรวมและรายด้านมากกว่านักเรียนที่มีผลการเรียนเคมีต่ำ และนักเรียนโด้ มีความสามารถในการเขียนผังมโนทัศน์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

TITLE : Learning Management Through The 5E Inquiry Method Accompanied with Concept Mapping Technique Entitled Solid Liquid Gas for Mathayomsuksa 4 Student

AUTHOR : Aranee Loyha **DEGREE :** M.S. (Chemistry Education)

ADVISORS : Dr. Panadda Tansupo Major Advisor

Dr. Natchanok Jansawang Co-advisor

RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY, 2016

ABSTRACT

The aims of this research were to: 1) develop learning management plan using the Model Inquiry Method (5E) in conjunction with the concept-mapping entitled “Solid, Liquid, Gas” for Mathayomsuksa 4 students, 2) compare the students’ learning achievement and their critical thinking competency, 3) study the interaction between the ability in constructing the concept mapping and the learning achievements of the overall students and those classified by their chemistry grades from the course utilizing learning management plan. The samples consisted of 43 students from Mathayomsuksa 4 level of Phutthaisong School, Phutthaisong district, Buriram province, enrolling in 2nd semester of academic year 2014. The research tools were; 1) Model Inquiry Method (5E) in conjunction with the concept-mapping entitled “Solid, Liquid, Gas”, 2) learning

achievement tests, 3) critical thinking competency test, and 4) an evaluation form of the students' ability in writing the concept mapping. The statistics used in testing the hypotheses included Paired t-test and the F-test (One-way ANCOVA and One-way MANCOVA)

The results revealed that the learning activity in conjunction with the concept-mapping construction entitled "Solid, Liquid and Gas" developed for Mathayomsuksa 4 students was about the most appropriate quality level. The whole students and those classified by their chemistry grades indicated gains in their learning achievement and competence of critical thinking of posttest from pretest at 0.05 significant level. The students with different chemistry grades had different gains in their learning achievement and competence of critical thinking. The students with higher chemistry grades showed higher gains in their learning achievement and competence of critical thinking than those with lower chemistry grades in general and in specific aspects. Statistical interactions of the whole students' ability in constructing the concept-mapping and their learning achievement were found to be significant at 0.01 level.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีเนื่องจากความเมตตา กรุณา อย่างดียิ่งในการ ให้คำปรึกษาแนะนำ ข้อคิดและตรวจทานแก้ไขจนสำเร็จสมบูรณ์ ด้วยความเอาใจใส่จาก อาจารย์ ดร.ปนัดดา แทนสุโพธิ์ และอาจารย์ ดร.เนตรชนก จันทร์สว่าง อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งเป็นผู้ประสิทธิ์ประสาทความรู้ให้แก่ผู้วิจัย จนทำให้ผู้วิจัยสามารถทำวิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลงได้ ผู้วิจัยซาบซึ้งเป็นยิ่งนัก จึงขอกราบขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ คณาจารย์ เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามที่ได้ประสิทธิ์ประสาทความรู้ให้แก่ผู้วิจัยและกราบขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญทุกท่านที่ให้ความกรุณาในการตรวจเครื่องมือ ให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงให้เครื่องมือในการทำวิจัยมีความถูกต้องสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ต้นสกุล ศานติบุรณ์ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมาน เอกพิมพ์ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้ข้อคิดและคำแนะนำจนทำให้วิทยานิพนธ์เล่มนี้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณคณาจารย์โรงเรียนพุทธโสธร ทุกท่านที่ให้โอกาส ให้คำปรึกษา แนะนำ และเป็นกำลังใจในการทำวิจัยครั้งนี้ ขอขอบคุณเพื่อนเคมีศึกษาทุกคน ที่คอยช่วยเหลือ ให้กำลังใจกันตลอดมา ขอขอบคุณนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/2 ทุกคน ที่ให้ความร่วมมือในการทดลองใช้เครื่องมือวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างดี และขอขอบคุณสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ผู้ให้ทุนการศึกษาตลอดหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ในครั้งนี้เป็นอย่างสูง

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่ออรุณ ลอยหา คุณแม่เลา ลอยหา ที่ให้ชีวิต ให้ความรัก อบรมสั่งสอนเป็นตัวอย่างที่ดีในการดำเนินชีวิตแก่ผู้วิจัย เป็นแรงสนับสนุนให้ผู้วิจัยศึกษาต่อในระดับปริญญาโทและเป็นกำลังใจสำคัญ ทำให้ผู้วิจัยทำวิทยานิพนธ์ได้เสร็จสมบูรณ์ตลอดจนสามารถศึกษาจนบรรลุผลสำเร็จด้วยดี

อรุณี ลอยหา



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

สารบัญ

หัวข้อ	หน้า
บทคัดย่อ	ค
ABSTRACT	ง
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญ	ช
สารบัญตาราง	ฌ
สารบัญแผนภาพ	ญ
สารบัญตารางภาคผนวก	ฎ
สารบัญภาพภาคผนวก	ฏ
บทที่ 1 บทนำ	1
ภูมิหลัง	1
วัตถุประสงค์ของวิจัย	4
สมมติฐานการวิจัย	5
ขอบเขตของการวิจัย	5
นิยามศัพท์เฉพาะ	6
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	8
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	9
สาระสำคัญเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตร แกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551	9
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ชั้น	14
แผนการจัดการเรียนรู้	25
ผังมโนทัศน์	39
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	45
การคิดวิเคราะห์	56

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	67
งานวิจัยในประเทศ	67
งานวิจัยต่างประเทศ	70
หัวเรื่อง	หน้า
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	73
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	73
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	73
การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ	74
การเก็บรวบรวมข้อมูล	83
การวิเคราะห์ข้อมูล	84
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	85
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	91
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล	91
ลำดับขั้นตอนในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล	92
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	92
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	103
สรุปผลการวิจัย	103
อภิปรายผล	104
ข้อเสนอแนะ	108
บรรณานุกรม	109
ภาคผนวก ก ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้	117
ภาคผนวก ข ตัวอย่างชุดกิจกรรม	142
ภาคผนวก ค แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน, แบบทดสอบความสามารถ ในการคิดวิเคราะห์ และแบบประเมินผังมโนทัศน์	172

ภาคผนวก ง การหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	187
ภาคผนวก จ การทดสอบข้อตกลงเบื้องต้นของ One-way ANCOVA และ One-way MANCOVA	206
ภาคผนวก ฉ หนังสือขอความอนุเคราะห์	209
ภาคผนวก ช ประมวลภาพประกอบการวิจัย	213
ประวัติผู้วิจัย	221



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	บทบาทครูในกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ชั้น	21
2	แบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยตนเอง	37
3	แสดงการจำแนกข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน	77
4	แสดงการจำแนกข้อสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์	79
5	แบบประเมินความสามารถในการเขียนแผนผังมโนทัศน์	80
6	แบบแผนการวิจัย One Group pretest – posttest Design	82
7	การดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล	83
8	แสดงค่าเฉลี่ยผลการประเมินความเหมาะสมแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ชั้น ประกอบผังมโนทัศน์ จำนวน 8 แผน โดยผู้เชี่ยวชาญ	93
9	ผลการเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนและก่อนเรียน ของนักเรียนโดยส่วนรวมและจำแนกตามผลการเรียนเคมี	94
10	ผลการเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ หลังเรียนและ ก่อนเรียนของนักเรียนโดยส่วนรวม	95
11	ผลการเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ หลังเรียนและ ก่อนเรียนของนักเรียนที่มีผลการเรียนสูง	96
12	ผลการเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ หลังเรียนและ ก่อนเรียนของนักเรียนที่มีผลการเรียนเคมีต่ำ	97
13	ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดวิเคราะห์ โดยรวมหลังเรียนของนักเรียนที่มีผลการเรียนเคมีต่างกัน (One-way MANCOVA).....	98
14	ผลการเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิด วิเคราะห์โดยรวมหลังเรียนของนักเรียนที่มีผลการเรียนเคมีต่างกัน (One – way ANCOVA)	99
15	ผลการเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนเป็น รายด้านของนักเรียนที่มีผลการเรียนเคมีต่างกัน (One – way ANCOVA)	100
16	คะแนนเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และ ความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนของนักเรียนจำแนกตามผลการเรียน	101

17	แสดงค่าสหสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการเขียนผังมโนทัศน์และ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่เรียนโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ชั้น ประกอบผังมโนทัศน์ ของนักเ ่ส่วนรวมและจำแนกตามผลการเรียน เคมีหลังเรียน	102
----	---	-----

สารบัญแผนภาพ

แผนภาพที่		หน้า
1	แผนการจัดการเรียนรู้เชิงระบบ	34
2	ตัวอย่างแสดงการเขียนผังมโนทัศน์ (Concept Map)	41



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

สารบัญตารางภาคผนวก

ตารางภาคผนวกที่	หน้า
1 ผลการประเมินชุดกิจกรรม เรื่อง ของแข็ง ของเหลว แก๊ส เพื่อพิจารณาความเหมาะสมในด้านต่างๆ ของชุดกิจกรรมที่ 1	188
2 ผลการประเมินชุดกิจกรรม เรื่อง ของแข็ง ของเหลว แก๊ส เพื่อพิจารณาความเหมาะสมในด้านต่างๆ ของชุดกิจกรรมที่ 2	190
3 ผลการประเมินชุดกิจกรรม เรื่อง ของแข็ง ของเหลว แก๊ส เพื่อพิจารณาความเหมาะสมในด้านต่างๆ ของชุดกิจกรรมที่ 3	192
4 ผลการประเมินชุดกิจกรรม เรื่อง ของแข็ง ของเหลว แก๊ส เพื่อพิจารณาความเหมาะสมในด้านต่างๆ ของชุดกิจกรรมที่ 4	194
5 ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ของแข็ง ของเหลว แก๊ส เพื่อพิจารณาความเหมาะสมในด้านต่างๆ ของแผนการจัดการเรียนรู้ (แผนที่ 1-8)	196
6 ผลการวิเคราะห์ข้อสอบเพื่อพิจารณาความตรงเชิงเนื้อหา ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ของแข็ง ของเหลว แก๊ส	198
7 ผลการวิเคราะห์ข้อสอบเพื่อพิจารณาความตรงเชิงเนื้อหา ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์	200
8 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (B) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ของแข็ง ของเหลว แก๊ส	202
9 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์	204
10 ผลการวิเคราะห์แบบประเมินผังมโนทัศน์เพื่อพิจารณาความตรงเชิงเนื้อหา เรื่อง ของแข็ง ของเหลว แก๊ส	205
11 การทดสอบ Homogeneity of Regression Slope ระหว่างคะแนน Pretest เป็น Covariate	206
12 การทดสอบ Homogeneity of Variance – Covariance Matrices ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดวิเคราะห์	207
13 ความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดวิเคราะห์	207

14	การทดสอบความเป็นเอกพันธ์ของความแปรปรวน Homogeneity of Variance (Levine's Test of Equality of Error Variances) ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยรวมหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	207
----	--	-----

ตารางภาคผนวกที่

หน้า

15	การทดสอบความเป็นเอกพันธ์ของความแปรปรวน Homogeneity of Variance (Levene's Test of Equality of Error Variances) ของคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์โดยรวม และรายด้าน หลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	208
----	--	-----



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

สารบัญภาพภาคผนวก

ภาพภาคผนวกที่	หน้า
1 การจัดเรียงอนุภาคของสาร	153
2 ผลึกของคาร์บอน.....	162
3 ชนิดของผลึก.....	163
4 ผลึกของกำมะถัน.....	164
5 ผลึกของเพชร.....	164
6 ผลึกของแกรไฟต์.....	165
7 ฟอสฟอรัสขาวแช่น้ำ.....	165
8 ฟอสฟอรัสแดง.....	166
9 ฟอสฟอรัสดำ.....	166
10 การหลอมเหลวของน้ำแข็ง.....	167
11 การระเหิด.....	167

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

วิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคนทั้งในชีวิตประจำวันหรือการทำงานหลากหลายอาชีพ จึงทำให้วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในโลกปัจจุบันและอนาคต การเปลี่ยนแปลงของโลก ในช่วงทศวรรษที่ผ่านมาส่งผลกระทบต่อ การเปลี่ยนแปลงของประเทศไทยทั้งทางด้านการเมือง การศึกษา สังคม เศรษฐกิจ และเทคโนโลยี การเปลี่ยนแปลงแต่ละด้านต่างมีความสัมพันธ์ เชื่อมโยงกันทั้งสิ้นและส่งอิทธิพลเป็นแรงผลักดันซึ่งกันและกันได้ (สมชาย รัตนทองคำ. 2545 : 5) การผลิตและพัฒนาอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เช่น คอมพิวเตอร์ เครื่องมือเครื่องใช้ และผลผลิตต่าง ๆ ระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่ก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว ทำให้มนุษย์ได้ใช้สิ่งที่ คิดค้นขึ้นเพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิต เกิดเป็นทางด่วนของการค้นหาข้อมูลทำให้ผู้คนทั้งโลก รับรู้ข่าวสารกันได้อย่างรวดเร็ว กลายเป็นสังคมข้อมูลข่าวสาร สังคมจึงมีความสลับซับซ้อนมากยิ่งขึ้น ดังนั้นการบริโภคข้อมูลข่าวสารซึ่งมีปริมาณมากในสังคมนั้น จำเป็นต้องใช้ปัญญาในการ วิเคราะห์ สังเคราะห์ ไตร่ตรอง จัดลำดับความสำคัญและเลือกรับรู้ข้อมูลข่าวสารเหล่านั้นอย่าง ชาญฉลาด จึงจะทำให้สังคมกลายเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนา วิธีการคิดทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดวิเคราะห์ คิดเป็นขั้นตอน ทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการ พัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อให้สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ และมีคุณธรรม (กระทรวงศึกษาธิการ. 2551 : 92) แต่ถ้าหากคนในสังคมไม่มีทักษะในคิดวิเคราะห์ ไตร่ตรอง พิจารณาการเลือกรับข้อมูลและตีความข้อมูลที่ได้รับ จะทำให้เกิดปัญหาตามมา เช่น การปลุก กระแส หลงเชื่อในคำโฆษณาเชิญชวนที่ทำให้เกิดความเสียหายต่อร่างกายและทรัพย์สินหรือ ปัญหาทางสังคมต่าง ๆ ตามมา พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 จึงได้กำหนดแนว การจัดการศึกษาเกี่ยวกับกระบวนการจัดการเรียนรู้ในมาตรา 24 ไว้หลายประการ ประการหนึ่ง ที่สำคัญ คือ มุ่งเน้นกระบวนการคิด และการจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์สำหรับหลักสูตรการศึกษา

ขั้นพื้นฐาน โดยมุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นกระบวนการสร้างองค์ความรู้ และให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนการสอนทุกขั้นตอน เพื่อฝึกทักษะกระบวนการคิดทั้งความสามารถในการคิดวิเคราะห์ คิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีวิจารณญาณ เชื่อมโยงสิ่งที่เรียนรู้เข้ากับประสบการณ์ หรือนำความรู้เดิมมาสร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่ ที่เกิดจากแนวคิดของตนเองแล้วนำไปใช้ในการดำเนินชีวิตต่อไป

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 มุ่งพัฒนาผู้เรียนทุกคน ซึ่งเป็นกำลังของชาติให้เป็นมนุษย์ที่มีความสมดุลทั้งด้านร่างกาย ความรู้คุณธรรม มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและเป็นพลเมืองโลก โดยจัดการเรียนการสอนที่มุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ บนพื้นฐานความเชื่อว่า ทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้เต็มตามศักยภาพ (กระทรวงศึกษาธิการ. 2551 : 3-5) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เป็นสาระหนึ่งที่สำคัญ ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้และการแก้ปัญหาที่หลากหลาย (กระทรวงศึกษาธิการ. 2551 : 92) เพื่อเป็นการพัฒนาให้ผู้เรียนได้รับทั้งความรู้ที่ถูกต้องและเกิดกระบวนการคิดอย่างเป็นระบบ

จากศึกษาผลการประเมินคุณภาพภายนอกสถานศึกษาขั้นพื้นฐานของโรงเรียนพุทไธสง พ.ศ. 2550 รอบที่สอง โดยสำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา (องค์กรมหาชน) พบว่า ด้านผู้เรียนมาตรฐานที่ 4 ผู้เรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ คิดมีวิจารณญาณ นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์คิดไตร่ตรองและมีวิสัยทัศน์ อยู่ในระดับ ดี และคณะกรรมการประเมินได้ให้ข้อเสนอแนะถึงมาตรฐานที่ 4 ว่า ควรฝึกให้นักเรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ - คิดสังเคราะห์ สิ่งที่เรียนรู้ด้วยตนเองให้มากขึ้น (วิชาการโรงเรียนพุทไธสง. 2550 : 18) ต่อมาในปี พ.ศ. 2555 โรงเรียนได้รับการประเมินคุณภาพภายนอกสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน รอบที่สาม โดยสำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา (องค์กรมหาชน) พบว่า ด้านผลการจัดการศึกษามาตรฐานที่ 1 ตัวบ่งชี้ที่ 5 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนอยู่ในระดับ พอใช้ ซึ่งคณะกรรมการการประเมินได้กำหนดให้ มาตรฐานที่ 1 ตัวบ่งชี้ที่ 5 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนเป็นจุดที่ควรพัฒนา (วิชาการโรงเรียนพุทไธสง. 2555 : 18) และประกอบกับรายงานผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียน

พุทฺธไสย ภาควิชาที่ 2 ปีการศึกษา 2556 มีค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มสาระการ
 เรียนรู้วิทยาศาสตร์เท่ากับ 2.21 ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ที่กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตั้งไว้คือ 2.50
 (วิชาการโรงเรียนพุทฺธไสย. 2556) จากข้อมูลที่พบทำให้ผู้วิจัยศึกษาลงลึกไปถึงแต่ละรายวิชาของ
 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาเคมี ซึ่งเป็นวิชาที่
 ผู้วิจัยได้รับผิดชอบสอนนั้น มีค่าเฉลี่ยที่ค่อนข้างต่ำ เมื่อคิดทบทวนถึงสาเหตุของปัญหาที่
 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาที่ผู้วิจัยสอนมีค่าคะแนนที่ค่อนข้างต่ำ อาจเกิดจากการจัดการ
 เรียนรู้โดยเน้นการบรรยาย การทำแบบฝึกหัดและทำกิจกรรมการทดลองตามแบบในหนังสือ
 เรียนวิชาเคมี เรื่อง ของแข็ง ของเหลว แก๊ส ซึ่งเป็นวิชาที่ผู้วิจัยทำการสอน ลักษณะกิจกรรมใน
 บทเรียนมีเนื้อหาที่มีความกระชับ ไม่น่าสนใจ การทดลองมีจำนวนมากเมื่อผู้วิจัยจัดกิจกรรมการ
 เรียนรู้ตามขั้นตอนในหนังสือเรียน จึงได้ พบว่า นักเรียนทำความเข้าใจกิจกรรมการทดลองได้ช้า
 และเชื่อมโยงผลการทดลองกับทฤษฎีด้านความรู้ที่กำลังเรียนได้ไม่ชัดเจน เมื่อให้นักเรียนแสดง
 ความคิดเห็นหรือตอบคำถาม นักเรียนไม่มีความมั่นใจในการตอบคำถาม และขาดความสามารถ
 ในการคิดวิเคราะห์หาความสำคัญของเรื่องที่เรียนหรือความสัมพันธ์ของเนื้อหาเพื่อตอบคำถาม
 และเมื่อมีการประเมินผลการเรียนรู้ด้านความรู้หลังเรียน ทำให้ผู้วิจัยทราบว่า นักเรียนยังมีโม
 ทิศน์ที่คลาดเคลื่อนในเรื่องที่เรียน เป็นเหตุให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์เป็น
 ส่วนน้อย ด้วยเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้น ทั้งจากผลการประเมินคุณภาพภายนอกสถานศึกษา
 ชั้นพื้นฐานของโรงเรียนพุทฺธไสย โดยสำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา
 (องค์กรมหาชน) จากรายงานผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากงานวิชาการโรงเรียนพุทฺธไสย และ
 จากปัญหาที่ผู้วิจัยในชั้นเรียน ทำให้ผู้วิจัยตระหนักกับสิ่งที่เกิดขึ้นและคิดหาแนวทางแก้ไขด้วย
 การศึกษาหาข้อมูล รูปแบบ วิธีการเพื่อเป็นแนวทางการพัฒนา แก้ไขปัญหา ที่เกิดขึ้นกับนักเรียน
 เพื่อทำให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหา และมีส่วนร่วมในการค้นคว้าหาคำตอบขณะ
 จัดการเรียนการสอนมากขึ้น ทำให้นักเรียนแต่ละคนได้พัฒนาความรู้ความสามารถอย่างเต็ม
 ศักยภาพของแต่ละบุคคล

ผู้วิจัยศึกษาเอกสาร งานวิจัยต่าง ๆ พบว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น
 เป็นนวัตกรรมทางการศึกษาแบบหนึ่ง ที่สามารถเสริมสร้างประสบการณ์ให้นักเรียนในขณะที่มี

กิจกรรมการเรียนการสอน โดยทุกขั้นตอนของการจัดเรียนการสอนนักเรียนจะมีส่วนร่วม มีการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย ค้นหาคำตอบด้วยตนเอง ตามความสามารถและศักยภาพที่แตกต่างกันของแต่ละบุคคล ฉะนั้นเพื่อให้นักเรียนได้ประสบผลสำเร็จตามเป้าหมาย การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนจึงต้องอาศัยกระบวนการขั้นตอนต่าง ๆ เข้าไปช่วยในการจัดกิจกรรม ได้แก่ ขั้นสร้างความสนใจ ขั้นสำรวจและค้นหา ขั้นการอธิบาย ขั้นการขยายความรู้ และขั้นการประเมิน ซึ่งขั้นตอนการจัดกิจกรรมดังกล่าวเป็นการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น เป็นวิธีที่เหมาะสมกับนักเรียน ทำให้นักเรียนมีการปฏิสัมพันธ์กัน มีความสุขกับการเรียน (สรรรถดี ดีปู. 2554 : 1) ส่งผลให้นักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจ เชื่อมโยงสิ่งที่ปฏิบัติเข้ากับทฤษฎีที่ได้โดยผ่านกระบวนการคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์และจดจำได้เป็นอย่างดี และเมื่อผู้วิจัยศึกษาทฤษฎีความรู้เรื่องของการคิดวิเคราะห์ พบว่า หากจะทำให้นักเรียนเกิดความสามารถในการคิดวิเคราะห์จากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนนั้น ผู้สอนต้องจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ให้มาก ซึ่งก็สอดคล้องและเป็นไปตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ตามที่ผู้วิจัยได้กล่าวข้างต้น นอกจากนี้ยังพบว่า มีงานวิจัยที่กล่าวถึงผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ผังมโนทัศน์ว่าเป็นการสอนวิธีหนึ่งที่ทำให้นักเรียนเรียนมีความคิดรวบยอดทางการเรียน โดยการใช้ผังมโนทัศน์จะเริ่มจากการเชื่อมโยงเรื่องราวที่มีความกว้างของข้อมูลมากไปสู่ความละเอียดย่อยของเรื่องนั้น ๆ อย่างเป็นลำดับชัดเจน และการที่นักเรียนสื่อสารความรู้ออกมาโดยเขียนผังมโนทัศน์ของนักเรียนแต่ละคน ยังทำให้ครูผู้สอนพบ ข้อดี ข้อด้อย หรือปัญหาทางการเรียนจากการเขียนผังมโนทัศน์ที่ไม่ตรงประเด็นและความคิดในตัวของนักเรียนเป็นรายบุคคลได้ ครูจึงสามารถนำข้อมูลที่พบ มาคิดหาทางช่วยเหลือเพื่อพัฒนาให้นักเรียนมีมโนทัศน์รวบยอดเกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ ที่เรียนรู้ได้ถูกต้องตลอดจนทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น (อารีวรรณ ชัตติยะวงศ์. 2555 : 83) การใช้ผังมโนทัศน์ เพื่อประโยชน์ในด้านต่าง ๆ ของนักเรียน เช่น การสรุปความรู้ความเข้าใจของตนเองในเนื้อหาที่กำลังเรียน อาจจะใช้ในขั้นตอนของการจดบันทึกจากการฟังบรรยาย การสรุปบทเรียนจากการอ่านหาความรู้ในตำรา ตลอดจนการสรุปความเข้าใจประจำเนื้อหาที่เรียนเพื่อใช้ในการเตรียมตัวสอบได้เป็นอย่างดี

ด้วยเหตุผลดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจค้นหาและนำแนวทางที่จะทำให้นักเรียนมีความใส่ใจในกระบวนการจัดการเรียนการสอน มีส่วนร่วมในการค้นหาคำตอบ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ประกอบผังมโนทัศน์ เรื่อง ของแข็ง ของเหลว แก๊ส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งเป็นเนื้อหาที่ผู้วิจัย พบว่ามีปัญหาในด้านต่าง ๆ ดังที่กล่าวมาแล้วนั้น เพื่อมุ่งเน้นให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในขณะการจัดการเรียนการสอน เรียนรู้อย่างมีความสุขทุกขั้นตอน เกิดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ตัดสินใจ รวมถึงเกิดความคิดรวบยอดด้านความรู้ที่เรียนรู้ได้ถูกต้องสมบูรณ์ จดจำได้ดี ส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีขึ้นและนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันด้านอื่น ๆ ต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ประกอบผังมโนทัศน์ เรื่อง ของแข็ง ของเหลว แก๊ส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ประกอบผังมโนทัศน์ เรื่อง ของแข็ง ของเหลว แก๊ส ของนักเรียนโดยรวมและจำแนกตามผลการเรียนเคมี
3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดวิเคราะห์ หลังเรียน โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ประกอบผังมโนทัศน์ เรื่อง ของแข็ง ของเหลว แก๊ส ของนักเรียนที่มีผลการเรียนวิชาเคมีต่างกัน
4. เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการเขียนผังมโนทัศน์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ที่เรียนโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ประกอบผังมโนทัศน์

สมมติฐานการวิจัย

1. นักเรียนโดยรวมและจำแนกตามผลการเรียนวิชาเคมี ที่เรียนโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ประกอบผังมโนทัศน์ เรื่อง ของแข็ง ของเหลว แก๊ส มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน และความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียน

2. นักเรียนที่มีผลการเรียนวิชาเคมีต่างกัน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ หลังเรียนแตกต่างกัน

3. ความสามารถในการเขียนผังโนทัศน์ของนักเรียนที่เรียน โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ชั้น ประกอบผังโนทัศน์ เรื่อง ของแข็ง ของเหลว แก๊ส มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากร

ประชากร คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนพุทไธสง อำเภอพุทไธสง จังหวัดบุรีรัมย์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 32 จำนวน 180 คน จากห้องเรียนจำนวน 4 ห้องเรียน

2. กลุ่มตัวอย่าง

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนพุทไธสง อำเภอพุทไธสง จังหวัดบุรีรัมย์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 32 จำนวน 43 คน จากการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

3. ขอบเขตเนื้อหา

เนื้อหาในการวิจัยครั้งนี้เป็นเนื้อหาในรายวิชาเคมี เรื่อง ของแข็ง ของเหลว แก๊ส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

4. ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ มีดังนี้

4.1 ตัวแปรอิสระ คือ การจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมเคมีประกอบการเขียนผังโนทัศน์ เรื่อง ของแข็ง ของเหลว แก๊ส และ ผลการเรียนวิชาเคมี ประกอบด้วย กลุ่มสูง และ กลุ่มต่ำ

4.2 ตัวแปรตาม คือ

4.2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

4.2.2 ความสามารถในการคิดวิเคราะห์

4.2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการเขียนแผนผังมโนทัศน์และ
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

5. ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง

การวิจัยครั้งนี้ใช้ระยะเวลาในการวิจัย ระหว่างเดือน พฤศจิกายน 2557 – มีนาคม 2558 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557

นิยามศัพท์เฉพาะ

แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ชั้น ประกอบผังมโนทัศน์ หมายถึง สื่อการเรียน การสอนซึ่งเป็นนวัตกรรมทางการศึกษาที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เรื่อง ของแข็ง ของเหลว แก๊ส สำหรับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 8 แผน แต่ละแผนมีองค์ประกอบดังนี้ สารและมาตรฐาน การเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง สารสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ สารการเรียนรู้ กิจกรรม การเรียนรู้ 5 ชั้น คือ ชั้นสร้างความสนใจ ชั้นสำรวจและค้นหา ชั้นอธิบายและลงข้อสรุป ชั้นขยายความรู้ และชั้นประเมิน ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ดำเนินการโดยใช้ชุดกิจกรรมเคมีควบคู่กับ แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ชั้น ประกอบผังมโนทัศน์

ผังมโนทัศน์ หมายถึง แผนภาพที่แสดงลำดับความคิดความเข้าใจ จากการสังเกตหรือ ประสบการณ์ในเรื่องนั้น ๆ นำมาจัดเป็นข้อมูลที่มีความเหมือนหรือแตกต่างกันในกลุ่มเดียวกันซึ่งมี องค์ประกอบคือ มโนทัศน์หลัก มโนทัศน์รอง และมโนทัศน์ย่อย โดยเชื่อมโยงมโนทัศน์ที่มี ความสัมพันธ์กันด้วยเส้น

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ชั้น ประกอบผังมโนทัศน์ หมายถึง การจัดกิจกรรมการ เรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้สืบค้นหาความรู้ ความจริง หรือคำตอบจากเรื่องที่เรียนรู้ด้วยตนเอง โดยการสืบค้นข้อมูลจากสื่อต่าง ๆ หรือการตั้งคำถามที่กระตุ้นให้ผู้เรียนแสวงหาคำตอบและความ จริง เพื่อค้นหาคำตอบของคำถาม ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 สร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ ซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัย ความสนใจของนักเรียนเองหรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่มเรื่องที่นำเสนออาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นในช่วงเวลานั้นหรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนรู้มาแล้ว เป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่จะศึกษา

ขั้นที่ 2 สำรวจและค้นหา (Exploration) เป็นการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจ ตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บข้อมูล ข้อเสนอแนะ หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ วิธีการตรวจสอบอาจใช้ได้หลายวิธี เช่น ทำการทดลอง ทำกิจกรรมภาคสนาม การใช้คอมพิวเตอร์ จากเอกสารหรือแหล่งข้อมูลอื่น ๆ เพื่อให้ได้ข้อมูลเพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป

ขั้นที่ 3 อธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เมื่อได้ข้อมูลที่เพียงพอจากการสำรวจ ตรวจสอบแล้วจึงนำข้อมูล ข้อเสนอแนะที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอในรูปแบบต่าง ๆ เช่น การบรรยายสรุป การสร้างตาราง การวาดภาพ เป็นต้น

ขั้นที่ 4 ขยายความรู้ (Elaboration) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติมหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ ถ้าใช้อธิบายเรื่องต่าง ๆ ได้มากก็แสดงว่าข้อจำกัดน้อย ซึ่งจะช่วยให้เชื่อมโยงกับเรื่องต่าง ๆ และทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น

ขั้นที่ 5 ประเมิน (Evaluation) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไร อย่างไร และมากน้อยเพียงใด ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ จะมีใบงานให้นักเรียน สรุปความรู้รวบยอด โดยเขียนเป็นผังมโนทัศน์หลังเรียนทุกแผนการเรียนรู้ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คะแนนจากการทำข้อสอบวิชาเคมี หลังจากเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ประกอบผังมโนทัศน์ เรื่อง ของแข็ง ของเหลว แก๊ส สำหรับนักเรียนที่เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งข้อสอบจะครอบคลุมพฤติกรรม 3 ด้าน คือ 1) ความรู้-ความจำ 2) ความเข้าใจ และ 3) การนำไปใช้ วัดโดยใช้แบบทดสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ (4 ตัวเลือก) ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ หมายถึง การแสวงหาข้อเท็จจริงด้วย การรวบรวม
 จำแนก แยกแยะ อย่างละเอียดรอบคอบออกเป็นส่วน ๆ ในเรื่องราวหรือสถานการณ์นั้น ๆ โดย
 ใช้ความรู้ในการแก้ปัญหาอย่างมีเหตุผล รู้ว่าสิ่งที่ศึกษามีความสำคัญอย่างไร อะไรเป็นเหตุ อะไร
 เป็นผล และมีหลักการวิเคราะห์ที่ครอบคลุม ทั้งวิเคราะห์ความสำคัญ การวิเคราะห์ความสัมพันธ์
 และวิเคราะห์หลักการ วัดโดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์แบบปรนัยชนิด
 เลือคำตอบ (4 ตัวเลือก) โดยกำหนดสถานการณ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

ความสามารถในการเขียนผังมโนทัศน์ หมายถึง การเขียนสรุปความรู้ที่ได้เรียนหรือจาก
 ใบความรู้เป็นผังมโนทัศน์ ซึ่งอาจเป็นการวาดหรือเขียนความสัมพันธ์ของมโนทัศน์รองและมโน
 ทัศน์ย่อย ออกจากมโนทัศน์หลักโดยเชื่อมโยงมโนทัศน์ที่มีความสัมพันธ์กันด้วยเส้น การวัด
 ความสามารถในการเขียนแผนผังมโนทัศน์ จะใช้คะแนนจากการเขียนผังมโนทัศน์ทำการจัดการ
 เรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ชั้น ประกอบผังมโนทัศน์ โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนตามแบบประเมินการ
 เขียนผังมโนทัศน์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

ผลการเรียนวิชาเคมี หมายถึง คะแนนสอบกลางภาคและปลายภาคของนักเรียนที่เรียน
 วิชาเคมี ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 ที่ได้ปรับให้อยู่ในรูป T - score แบ่งเป็น 2 กลุ่ม
 ได้แก่กลุ่มนักเรียนที่มีผลการเรียนวิชาเคมีสูง และกลุ่มนักเรียนที่มีผลการเรียนวิชาเคมีต่ำ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เป็นแนวทางการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ชั้น ประกอบผังมโนทัศน์
 เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดวิเคราะห์ที่สูงขึ้นหลังจากเรียนด้วย
 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ชั้น ประกอบผังมโนทัศน์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
2. เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาเคมี โดยการให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วย
 ตนเอง สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ในรายวิชาเคมี
 ของผู้เรียนได้



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ชั้น ประกอบผังมโนทัศน์ เรื่อง ของแข็ง ของเหลว แก๊ส ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและนำเสนอตามลำดับ ดังนี้

1. สารสำคัญเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

2. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ชั้น

3. แผนการจัดการเรียนรู้

4. ผังมโนทัศน์

5. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

6. การคิดวิเคราะห์

7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สารสำคัญเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กระทรวงศึกษาธิการได้ประกาศใช้หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ให้เป็นหลักสูตรแกนกลางของประเทศโดยกำหนดจุดหมาย และมาตรฐานการเรียนรู้เป็นเป้าหมายและกรอบทิศทางในการพัฒนาคุณภาพผู้เรียนให้เป็นคนดี มีปัญญา มีคุณภาพชีวิตที่ดีและมีขีดความสามารถในการแข่งขันในเวทีระดับโลกพร้อมกันนี้ได้ปรับกระบวนการพัฒนาหลักสูตรให้มีความสอดคล้องกับเจตนารมณ์แห่งพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 ที่มุ่งเน้นการกระจายอำนาจทางการศึกษาให้ท้องถิ่นและสถานศึกษาได้มีบทบาทและ

มีส่วนร่วมในการพัฒนาหลักสูตร เพื่อให้สอดคล้องกับสภาพ และความต้องการของท้องถิ่น
(กระทรวงศึกษาธิการ. 2551 : 1)

สาระสำคัญตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551
(กระทรวงศึกษาธิการ. 2551 : 3-8) มีดังนี้

1. วิสัยทัศน์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนทุกคน ซึ่งเป็นกำลังของชาติ ให้เป็นมนุษย์ที่มีความสมดุลทั้งด้านร่างกาย ความรู้ คุณธรรม มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทย และเป็นพลโลก ยึดมั่นในการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข มีความรู้และทักษะพื้นฐาน รวมทั้งเจตคติที่จำเป็นต่อการศึกษาต่อ การประกอบอาชีพ และการศึกษาตลอดชีวิต โดยมุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญบนพื้นฐานความเชื่อว่าทุกคนสามารถเรียนรู้ และพัฒนาตนเองได้เต็มตามศักยภาพ

2. หลักการ

หลักการหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มีหลักการที่สำคัญ ดังนี้

1. เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อความเป็นเอกภาพของชาติ มีจุดหมายและมาตรฐานการเรียนรู้เป็นเป้าหมายสำหรับพัฒนาเด็กและเยาวชนให้มีความรู้ ทักษะ เจตคติและคุณธรรมบนพื้นฐานของความเป็นไทยควบคู่กับความเป็นสากล
2. เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อปวงชน ที่ประชาชนทุกคนมีโอกาสได้รับการศึกษาอย่างเสมอภาค และมีคุณภาพ
3. เป็นหลักสูตรการศึกษาที่สนองการกระจายอำนาจ ให้สังคมมีส่วนร่วมในการจัดการศึกษาให้สอดคล้องกับสภาพและความต้องการของท้องถิ่น
4. เป็นหลักสูตรการศึกษาที่มีโครงสร้างยืดหยุ่นทั้งด้านสาระการเรียนรู้ เวลาและการจัดการเรียนรู้
5. เป็นหลักสูตรการศึกษาที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ
6. เป็นหลักสูตรการศึกษาสำหรับการศึกษาในระบบ นอกระบบ และตามอัธยาศัย ครอบคลุมทุกกลุ่มเป้าหมาย สามารถเทียบโอนผลการเรียนรู้ และประสบการณ์

3. จุดหมาย

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้เป็นคนดี มีปัญญา มีความสุข มีศักยภาพในการศึกษาต่อ และประกอบอาชีพ จึงกำหนดเป็นจุดหมายเพื่อให้เกิดกับผู้เรียน เมื่อจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน ดังนี้

1. มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์ เห็นคุณค่าของตนเอง มีวินัย และปฏิบัติตนตามหลักธรรมของพระพุทธศาสนา หรือศาสนาที่ตนนับถือ ยึดหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

2. มีความรู้ ความสามารถในการสื่อสาร การคิด การแก้ปัญหาการใช้เทคโนโลยี และมีทักษะชีวิต

3. มีสุขภาพกายและสุขภาพจิตที่ดี มีสุขนิสัย และรักการออกกำลังกาย

4. มีความรักชาติ มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและพลโลก ยึดมั่นในวิถีชีวิตและการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข

5. มีจิตสำนึกในการอนุรักษ์วัฒนธรรมและภูมิปัญญาไทย การอนุรักษ์และพัฒนาสิ่งแวดล้อม มีจิตสาธารณะที่มุ่งทำประโยชน์และสร้างสิ่งที่ดีงามในสังคม และอยู่ร่วมกันในสังคมอย่างมีความสุข

4. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

ในการพัฒนาผู้เรียนตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งเน้นพัฒนาผู้เรียน ให้มีคุณภาพตามมาตรฐานที่กำหนด ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะสำคัญและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ดังนี้

4.1 สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะสำคัญ 5 ประการ ดังนี้

4.1.1 ความสามารถในการสื่อสาร เป็นความสามารถในการรับและส่งสารมีวัฒนธรรมในการใช้ภาษาถ่ายทอดความคิด ความรู้ความเข้าใจ ความรู้สึก และทัศนะของตนเอง เพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารและประสบการณ์อันจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาตนเองและ

สังคมรวมทั้งการเจรจาต่อรองเพื่อขจัดและลดปัญหาความขัดแย้งต่าง ๆ การเลือกรับหรือไม่รับ ข้อมูลข่าวสารด้วยหลักเหตุผลและความถูกต้อง ตลอดจนการเลือกใช้วิธีการสื่อสารที่มี ประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่มีต่อตนเองและสังคม

4.1.2 ความสามารถในการคิด เป็นความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิด สังเคราะห์ การคิด อย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่ การสร้างองค์ความรู้หรือสารสนเทศเพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเองและสังคมได้อย่างเหมาะสม

4.1.3 ความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาและ อุปสรรคต่าง ๆ ที่เผชิญได้อย่างถูกต้องเหมาะสมบนพื้นฐานของหลักเหตุผล คุณธรรมและข้อมูล สารสนเทศ เข้าใจความสัมพันธ์และการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ต่าง ๆ ในสังคม แสวงหา ความรู้ประยุกต์ความรู้มาใช้ในการป้องกันและแก้ไขปัญหา และมีการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพ โดยคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อตนเอง สังคมและสิ่งแวดล้อม

4.1.4 ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต เป็นความสามารถในการนำกระบวนการ ต่าง ๆ ไปใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวัน การเรียนรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้อย่างต่อเนื่องการทำงาน และการอยู่ร่วมกันในสังคมด้วยการสร้างเสริมความสัมพันธ์อันดีระหว่างบุคคล การจัดการปัญหา และความขัดแย้งต่าง ๆ อย่างเหมาะสม การปรับตัวให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงของสังคม และ สภาพแวดล้อม และการรู้จักหลีกเลี่ยงพฤติกรรมไม่พึงประสงค์ที่ส่งผลกระทบต่อตนเองและผู้อื่น

4.1.5 ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี เป็นความสามารถในการเลือก และใช้ เทคโนโลยีด้านต่าง ๆ และมีทักษะกระบวนการทางเทคโนโลยีเพื่อการพัฒนาตนเองและสังคมใน ด้านการเรียนรู้ การสื่อสาร การทำงาน การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ถูกต้องเหมาะสม และมี คุณธรรม

4.2 คุณลักษณะอันพึงประสงค์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณลักษณะอัน พึงประสงค์ เพื่อให้สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมได้อย่างมีความสุข ในฐานะเป็นพลเมืองไทย และพลโลก ดังนี้

4.2.1 รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์

4.2.2 ซื่อสัตย์สุจริต

- 4.2.3 มีวินัย
- 4.2.4 ใฝ่เรียนรู้
- 4.2.5 อยู่อย่างพอเพียง
- 4.2.6 มุ่งมั่นในการทำงาน
- 4.2.7 รักความเป็นไทย
- 4.2.8 มีจิตสาธารณะ

นอกจากนี้ สถานศึกษาสามารถกำหนดคุณลักษณะอันพึงประสงค์เพิ่มเติมให้สอดคล้องตามบริบทและจุดเน้นของตนเอง

5. สารและมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

สารและมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ประกอบด้วย 8 สารหลักและมาตรฐาน ดังนี้ (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษากระทรวงศึกษาธิการ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน. 2551 : 78)

สารที่ 1 : สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

มาตรฐาน ว 1.1 : เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเอง และดูแลสิ่งมีชีวิต

มาตรฐาน ว 1.2 : เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่มีผลต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สารที่ 2 : ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 2.1 : เข้าใจสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับสิ่งมีชีวิตความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 2.2 : เข้าใจความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้

ทรัพยากรธรรมชาติ ในระดับท้องถิ่น ประเทศ และโลก นำความรู้ไปใช้ในการจัดการ
ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นอย่างยั่งยืน

สาระที่ 3 : สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.1 : เข้าใจคุณสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของ
สารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยา
ศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 3.2 : เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนสถานะของสาร
การเกิดการละลายการเกิดปฏิกิริยาเคมี มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยา
ศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 4 : แรงและการเคลื่อนที่

มาตรฐาน ว 4.1 : เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วงและแรง
นิวเคลียร์มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์
อย่างถูกต้อง และมีคุณธรรม

มาตรฐาน ว 4.2 : เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุในธรรมชาติ
มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้
ประโยชน์

สาระที่ 5 : พลังงาน

มาตรฐาน ว 5.1 : เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิตการ
เปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและ
สิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 6 : กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

มาตรฐาน ว 6.1 : เข้าใจกระบวนการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นบนผิวโลกความสัมพันธ์
ของ กระบวนการต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ภูมิประเทศ และสัณฐานโลก มี
กระบวนการสืบเสาะหาความรู้มีจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 7 : ดาราศาสตร์และอวกาศ

มาตรฐาน ว 7.1 : เข้าใจวิวัฒนาการของระบบสุริยะและกาแล็กซีปฏิสัมพันธ์

ภายในระบบสุริยะ และผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้มีจิตวิทยาศาสตร์
สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 7.2 : เข้าใจความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศที่นำมาใช้ในการ
สำรวจอวกาศและทรัพยากรธรรมชาติ ด้านการเกษตร สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้
ประโยชน์อย่างมีคุณธรรมต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 8 : ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 : ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการ
สืบเสาะหาความรู้การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่
แน่นอนสามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในเวลานั้น ๆ เข้าใจ
ว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

เมื่อพิจารณาสาระและมาตรฐานของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จะเห็นว่าสาระ
และมาตรฐานการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาวิชาเคมี ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 คือ สาระที่ 3
สารและสมบัติของสาร มาตรฐาน ว 3.1 ม.4 – ม. 6 ตัวชี้วัดข้อที่ 5 สืบค้นข้อมูลและอธิบาย
ความสัมพันธ์ระหว่างจุดเดือด จุดหลอมเหลวและสถานะของสารกับแรงยึดเหนี่ยวระหว่าง
อนุภาคของสาร และสาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ชั้น

ความเป็นมาของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ชั้น ในประเทศไทย หากนึกย้อนไปใน
อดีต ปี พ.ศ. 2517 – 2520 ครูได้รับการฝึกการสอนด้วยวิธีการสืบสวนสอบสวน (Inquiry
Method) ซึ่งต่อมาใช้คำว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งไม่มีขั้นตอนแน่นอน แต่จะเน้นการ
ใช้คำถามในการเรียนการสอนตลอดเวลา หลังจากนั้นสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และ
เทคโนโลยี ได้เสนอขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 3 ขั้นตอน คือ การอภิปรายเพื่อนำสู่
การทดลอง การทดลอง การอภิปรายเพื่อสรุปผลการทดลอง ซึ่งมีการนำขั้นตอนนี้มาใช้ใน
หลักสูตรของวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ปี พ.ศ. 2521 และหลักสูตรมัธยมศึกษาตอน
ปลาย ปี พ.ศ. 2524 ฉบับปรับปรุง ปี พ.ศ. 2533 แต่ผลจากการใช้หลักสูตรดังกล่าว พบว่า
นักเรียนไม่ชอบคิด ขาดความสามารถในการคิด ดังนั้นนักการศึกษาจึงหาแนวทาง การจัดการ

ศึกษาแนวใหม่ เพื่อสร้างให้เด็กไทยคิดเป็น ทำเป็น ซึ่งแนวทางนั้นคือการจัดการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์สร้างความรู้ (Constructivism) ได้เสนอแนวทางการจัดการเรียนการสอนด้วยวิธีการสืบเสาะหาความรู้ยึดหลักแนวทางของกลุ่มนักการศึกษาโครงการหลักสูตรสาขาชีววิทยา ของสหรัฐอเมริกา (Biological Science Curriculum Study) โดยใช้คำว่า วิธีการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Cycle) ปัจจุบันสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้นำมาเผยแพร่ โดยเรียกว่าการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Cycle) ซึ่งมี 5 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) ขั้นประเมิน (Evaluation) และเพื่อให้จดจำง่าย จึงเรียกอีกแบบหนึ่งว่า การจัดการเรียนรู้แบบ 5E ตัวอักษรย่อ 5E มาจาก E ที่เป็นอักษรตัวแรกของคำศัพท์ภาษาอังกฤษในแต่ละขั้นตอนนั่นเอง (สมบัติ การจนารักพงศ์ และคณะ. 2549 : 3-7)

จากที่กล่าวมาข้างต้น จะเห็นว่าการจัดการเรียนการสอนภายใต้ทฤษฎีสร้างสรรค์สร้างความรู้ มีตั้งแต่อดีต โดยใช้คำว่า การสอนด้วยวิธีการสืบสวนสอบสวน (Inquiry Method) การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ นอกจากนี้ ยังเรียกสอนแบบสืบเสาะแสวงหาความรู้ การสอนแบบสืบสอบ และในปี พ.ศ. 2546 สถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้เผยแพร่การจัดการเรียนการสอนดังกล่าว โดยใช้คำว่า การจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ จะเห็นได้ว่ามีคำใช้เรียกหลายคำ ซึ่งเป็นการสอนรูปแบบเดียวกัน และในงานวิจัยเล่มนี้ผู้วิจัยขอใช้คำว่า การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น

1. ความหมายของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น มีผู้ให้ความหมายและแนวคิดที่หลากหลาย ดังนี้

พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ (2544 : 56) ได้ให้ความหมาย การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ว่าเป็นวิธีการหนึ่งที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยเน้นการปฏิบัติจริง โดยการจัดการเรียนการสอนจะให้นักเรียนเป็นผู้ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองหรือสร้างองค์ความรู้ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกเพื่อให้นักเรียนบรรลุเป้าหมาย วิธี

สืบเสาะหาความรู้เป็นกลวิธีการสอนที่สำคัญ เน้นให้ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ใหม่ด้วยตนเองและ ความรู้ที่ได้จะคงทนถาวรอยู่ในความทรงจำระยะยาว

เสริมศรี ลักษณะศิริ (2540 : 240) ได้ให้ความหมาย การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ สืบเสาะหาความรู้ (5E) ว่าเป็นวิธีสอนอีกแบบหนึ่งที่ทำให้ผู้เรียนเป็นผู้หาความรู้ด้วยตัวเอง โดย ครูผู้สอนจะกระตุ้นและส่งเสริมการเรียนรู้โดยจัดสถานการณ์ที่ก่อให้เกิดปัญหา ทำให้นักเรียนเกิด ความสงสัยและต้องการค้นหาคำตอบหรือโดยที่ครูเป็นผู้ตั้งคำถามเป็นสื่อให้นักเรียนเกิดความคิด และค้นหาคำตอบของปัญหาด้วยตนเอง

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2545 : 136) ได้ให้ความหมายการจัดกิจกรรมการ เรียนรู้แบบ 5E ว่าเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา ด้วย วิธีการฝึกให้นักเรียนรู้จักศึกษาค้นคว้าหาความรู้ โดยครูผู้สอนตั้งคำถามกระตุ้นให้นักเรียนใช้ กระบวนการทางความคิดหาเหตุผลจนพบความรู้หรือแนวทางในการแก้ไขปัญหาที่ถูกต้องด้วย ตนเอง สรุปเป็นหลักการ กฎเกณฑ์หรือวิธีการในการแก้ปัญหา และสามารถนำไปประยุกต์ใช้

สรุปได้ว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการ พัฒนาความสามารถในการคิด การแก้ปัญหา หรือ การแสวงหาความรู้ โดยผู้เรียนค้นหาคำตอบ ด้วยตนเอง ครูเป็นผู้จัดการเรียนรู้ ใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนแก้ปัญหาและเกิดทักษะการเรียนรู้ ด้วยตนเอง

2. ประเภทของวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น

Carin & Sund (1980; อ้างถึงใน พิมพันธ์ เตชะคุปต์. 2544 : 58 - 59) แบ่ง ประเภทการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น โดยใช้บทบาทของครูและนักเรียนเป็น เกณฑ์ ออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ที่ให้นักเรียนทำงานหรือ ปฏิบัติการทดลอง / ปฏิบัติกิจกรรม (Student Exercise, Guided Discovery) เป็นการจัดการ เรียนการสอน ที่ครูเป็นผู้กำหนดปัญหา วางแผนการทดลอง เก็บรวบรวมข้อมูล เตรียมอุปกรณ์ หรือ เครื่องมือไว้เรียบร้อยแล้ว นักเรียนมีหน้าที่ปฏิบัติการทดลอง ทำกิจกรรมตามแนวทางที่กำหนด ไว้ ซึ่งอาจเรียกว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ที่มีคำแนะนำปฏิบัติการหรือ กิจกรรมสำเร็จรูป

2. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ชั้น ที่ครูเป็นผู้วางแผน (Teacher Planned Investigation, Less Guided Discovery) เป็นวิธีการจัดการเรียนการสอนที่ครูเป็นผู้กำหนดปัญหาแต่ให้นักเรียนหาวิธีแก้ปัญหาด้วยตนเอง ครูเป็นผู้อำนวยความสะดวก ซึ่งอาจเรียกวิธีนี้ว่าวิธีสอนแบบไม่กำหนด แนวทาง (Unstructured Laboratory)

3. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ชั้น ที่นักเรียนเป็นผู้วางแผนเอง (Student Planned Investigation, Free Discovery) เป็นวิธีการที่นักเรียนเป็นผู้กำหนดปัญหาเองวางแผนการทดลองเอง เก็บข้อมูลดำเนินการทดลอง เก็บข้อมูล ตลอดจนสรุปผลด้วยตัวนักเรียนเอง วิธีนี้นักเรียนมีอิสระเต็มที่ในการศึกษาหาความรู้ ครูเป็นเพียงผู้กระตุ้นให้นักเรียนกำหนดปัญหาด้วยตัวเอง

สுகนธ์ สนิธพานนท์ และคณะ (2545 : 195) แบ่งประเภทการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ สืบเสาะ 5 ชั้น โดยใช้บทบาทของครูและนักเรียนเป็นเกณฑ์ ออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. ครูผู้สอนมีบทบาทสำคัญในการเรียนรู้แบบ สืบเสาะ 5 ชั้น (Passive Inquiry) วิธีนี้ครูจะมีบทบาทสำคัญในการใช้คำถามกระตุ้นเป็นแนวทางให้นักเรียนคิดหาคำตอบ เหมาะสำหรับการเริ่มสอนแบบสืบสวนสอบสวน เนื่องจากครูจะเป็นผู้ใช้คำถาม ให้นำไปสู่คำตอบและพยายามกระตุ้นให้นักเรียนตั้งคำถามอยู่เสมอ ครูจะเป็นผู้ตั้งคำถามเป็นส่วนใหญ่ คือ ประมาณร้อยละ 90 ส่วนนักเรียนจะเป็นผู้ตั้งคำถามเองประมาณร้อยละ 10 เท่านั้น และส่วนใหญ่นักเรียนจะเป็นผู้ตอบคำถาม

2. ครูผู้สอนและนักเรียนร่วมกันในการเรียนรู้แบบ สืบเสาะ 5 ชั้น (Combined Inquiry) วิธีนี้ครูผู้สอน และนักเรียนเป็นผู้ดำเนินการในการสืบเสาะหาความรู้ร่วมกัน โดยครูเป็นผู้ตั้งคำถาม เท่า ๆ กับการนักเรียน คือ ประมาณร้อยละ 50 ซึ่งเหมาะสำหรับการสอนที่นักเรียนได้ผ่านขั้นของ ครูผู้สอนมีบทบาทสำคัญในการจัดการเรียนรู้ (Passive Inquiry) มาแล้ว ผู้เรียนจะคุ้นเคยกับการตอบคำถามและฝึกการตั้งคำถาม การซักถามปัญหา ในขั้นนี้เมื่อผู้เรียนถาม ครูผู้สอนไม่ควรใช้คำตอบทันทีแต่ควรส่งเสริมหรือถามต่อเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคิดด้วยตนเอง โดยใช้คำถามนำไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งนักเรียนค้นพบคำตอบด้วยตนเอง

3. นักเรียนเป็นผู้มีบทบาทสำคัญในการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ชั้น (Active Inquiry) การสอนแบบนี้ นักเรียนจะเป็นผู้ตั้งคำถามและตอบคำถามเป็นส่วนใหญ่ หลังจากที่ได้ฝึก

การตั้งคำถามและตอบคำถามจนคุ้นเคยมากแล้วนักเรียนได้รับการพัฒนาการคิด การตั้งคำถาม ในกระบวนการสืบสวนเพื่อหาคำตอบด้วยตนเองมาตามลำดับชั้น ในขั้นนี้จึงมีความสามารถในการสร้างกรอบความคิด การสร้างคำถามนำไปสู่การค้นพบด้วยตนเอง ซึ่งนักเรียนมีส่วนในการตั้งคำถามและตอบคำถามประมาณร้อยละ 90 จึงนับว่าเป็นจุดประสงค์สูงสุดในการเรียนรู้แบบ สืบเสาะ 5 ชั้น

สรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ชั้น มี 3 ประเภทใหญ่ ๆ คือ ครูผู้สอนมีบทบาทสำคัญ นักเรียนเป็นผู้มีบทบาทสำคัญ และครูผู้สอนและนักเรียนมีบทบาทเท่า ๆ กัน ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกที่จะใช้วิธีสอนประเภทแรก คือ ครูผู้สอนมีบทบาทสำคัญ ในการจัดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพราะในการวิจัยนี้ รูปแบบการจัดการเรียนรู้เป็นแบบ ครูผู้สอนจะเป็นผู้ถามนำและนักเรียนเป็นฝ่ายตอบคำถามเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งวิธีนี้เหมาะกับการเริ่ม การจัดการเรียนรู้แบบ สืบเสาะ 5 ชั้น

3. ลักษณะการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ชั้น

สุนีย์ เหมะประสิทธิ์ (2542 : 334) ระบุลักษณะการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ สืบเสาะ 5 ชั้น ไว้ดังนี้

1. ผู้เรียนเป็นผู้สร้างและค้นพบหรือแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง หมายถึง ผู้เรียนอาศัยประสาทสัมผัสทั้งห้า คือ การดู การฟัง อ่าน เขียน และปฏิบัติ
2. การเรียนรู้ใหม่จะเกิดขึ้นกับความเข้าใจในบทเรียนปัจจุบัน หมายถึง ผู้เรียนอาจมีความรู้ความเข้าใจและประสบการณ์เดิมที่ช่วยส่งเสริม / สนับสนุนหรืออาจขัดขวาง / เป็นอุปสรรคต่อการเรียนรู้ใหม่ ดังนั้นครูต้องจัดกิจกรรมที่ทำให้ผู้เรียนเกิดประสบการณ์และสร้างความเข้าใจในบทเรียน
3. การเรียนรู้จะเกิดได้สะดวกเมื่อมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม หมายถึง ผู้เรียนต้องร่วมมือกันคิดปฏิบัติและสื่อสารซึ่งกันและกัน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องอาศัยกระบวนการกลุ่ม หรือ การเรียนแบบร่วมมือ

4. การเรียนรู้ที่มีความหมาย หมายถึง จะต้องดำเนินงานภายใต้การปฏิบัติในสภาพจริงหรือใกล้เคียงกับสภาพจริงมากที่สุด การจัดการเรียนการสอนภายใต้สภาพจริงหรือใกล้เคียง จะส่งผลทำให้ผู้เรียนค้นพบความรู้ที่เกิดจากความเข้าใจอย่างแท้จริงมากกว่าความรู้ที่เกิดจากความจำ นั่นคือ ต้องให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ตรงโดยการปฏิบัติและโดยการคิดทางจิตใจ แนวคิดในเรื่องการสอนให้ผู้เรียนได้เรียนรู้กระบวนการ เป็นเรื่องที่ควรส่งเสริม และต้องฝึกฝนให้ผู้เรียนมีทักษะทางสติปัญญา หรือทักษะกระบวนการต่าง ๆ ที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิต

สรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่กระตุ้นและท้าทายความสนใจของนักเรียนพร้อมทั้งให้นักเรียนเกิดความสนุกสนาน เพลิดเพลิน ใฝ่รู้ใฝ่เรียน อย่างมีความสุขและอย่างมีความหมายอันจะนำไปสู่การเป็นคนดี คนเก่งและมีความสุข

4. ความมุ่งหมายของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น

นักการศึกษาหลายท่านระบุความมุ่งหมายของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ไว้ดังนี้

กาญจนา บุญส่ง (2542 : 68) ได้ให้ความเห็นเกี่ยวกับความมุ่งหมายของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ไว้ดังนี้

1. เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนรู้จักการสอบสวนค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง
2. เพื่อฝึกให้นักเรียนคิดอย่างมีเหตุผล
3. เพื่อฝึกให้นักเรียนใช้ความคิดหาวิธีการแก้ปัญหาได้เอง

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2545 : 136) ได้ให้ความเห็นเกี่ยวกับความมุ่งหมายของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ไว้ดังนี้

1. เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิธีการสืบเสาะค้นคว้าหาความรู้อย่างมีกระบวนการและมีเหตุผลสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง
2. เพื่อฝึกให้ผู้เรียนกล้าคิด กล้าแสดงออก กล้าตัดสินใจ มีความรับผิดชอบและมีความมุ่งมั่นในการทำงานให้สำเร็จ
3. เพื่อปลูกฝังนิสัยการค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง โดยเริ่มต้นจากการแสวงหา นำไปสู่การค้นพบกฎเกณฑ์และการนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน

สรุปได้ว่า ความมุ่งหมายของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ชั้น มุ่งให้นักเรียนได้ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองอย่างมีเหตุผล เพื่อใช้ความคิดในการหาวิธีการแก้ปัญหา และสามารถนำหลักการ กฎเกณฑ์ที่ค้นพบด้วยตนเองไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

5. ขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ชั้น

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ชั้น มีหลายรูปแบบ คือ 3 ขั้นตอน 4 ขั้นตอน และ 5 ขั้นตอน ซึ่งเกิดจากนักการศึกษาได้นำวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ชั้น มาใช้และมีการปรับปรุงขั้นตอน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ชั้น เกิดขึ้นประมาณ

ปี ค.ศ. 1960 โดยการทำงานของ โรเบิร์ต คาร์พลัส ผู้ร่วมงานในการพัฒนาหลักสูตร Science Curriculum Improvement Study (SCIS.) ซึ่งประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ การสำรวจ การประดิษฐ์ และการค้นพบ ต่อมาโคเฮนและโฮราค ได้แบ่งขั้นตอนการเรียนรู้ เป็น 4 ขั้นตอน ได้แก่ การสำรวจ การแสดงออก การให้นิยามหรือชื่อ และการนำไปใช้ และในปี ค.ศ. 1992 คณะทำงานพัฒนาหลักสูตร Biological Science Curriculum Study (BSCS.) ได้ขยายการจัดการเรียนรู้เป็น 5 ขั้นตอน คือ ขั้น การนำเข้าสู่บทเรียน การสำรวจ การอธิบาย การลงข้อสรุปและขยายผล และการประเมินผล ซึ่งเรียกว่า วงจรการเรียนรู้สืบเสาะ 5 ชั้น โทบริดจ์ และบายปี ซึ่งสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท. 2546 : 219-221) ได้กล่าวถึงแต่ละขั้นตอนไว้ดังนี้

1. การสร้างความสนใจ เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ ซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัยหรือความสนใจของตัวนักเรียนเอง หรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นอยู่ในช่วงเวลานั้น หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนรู้มาแล้วเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่จะศึกษา ในกรณีที่ยังไม่มีประเด็นใดน่าสนใจ ครูอาจจะจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์เพื่อกระตุ้น ยั่วเย้า หรือท้าทายให้นักเรียนตื่นตัว สงสัย ใครรู้ อายากรู้ อยากเห็น หรือขัดแย้ง เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาค้นคว้า หรือการทดลอง แต่ไม่ควรบังคับให้นักเรียนยอมรับประเด็นหรือปัญหาที่ครูกำลังสนใจ เป็นเรื่องที่จะศึกษา ซึ่งในขั้นตอนนี้ครูสามารถจัดกิจกรรมได้หลายแบบ เช่น สาธิต ทดลอง

นำเสนอข้อมูล เล่าเรื่อง/เหตุอ่านเรื่อง อภิปราย/พูดคุย ใช้เกม ใช้สื่อ สร้างสถานการณ์/ปัญหาที่ น่าสนใจ ที่น่าสงสัยแปลกใจ

2. การสำรวจและค้นคว้า นักเรียนดำเนินการสำรวจ ทดลอง ค้นหา และรวบรวม ข้อมูล วางแผนกำหนดการสำรวจตรวจสอบ หรือออกแบบการทดลอง ลงมือปฏิบัติ เช่น สังเกต วัด ทดลอง รวบรวมข้อมูลข้อสนเทศ หรือปรากฏการณ์ต่างๆ

3. การอธิบาย นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจและค้นหามาวิเคราะห์ แปลผล สรุปและอภิปรายพร้อมทั้งนำเสนอผลงานในรูปแบบต่างๆ ซึ่งอาจเป็นรูปวาด ตาราง แผนผัง โดย มีการอ้างอิงความรู้ประกอบการให้เหตุผลสมเหตุสมผล การลงข้อสรุปถูกต้องเชื่อถือได้ มี เอกสารอ้างอิงและหลักฐานชัดเจน

4. การขยายความรู้

4.1 ครูจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ เพื่อให้ นักเรียนมีความรู้ลึกซึ้งขึ้น หรือขยาย กรอบความคิดกว้างขึ้นหรือเชื่อมโยงความรู้เดิมสู่ความรู้ใหม่หรือนำไปสู่การศึกษาค้นคว้า ทดลอง เพิ่มขึ้น เช่น ตั้งประเด็นเพื่อให้นักเรียน ชี้แจงหรือร่วมอภิปรายแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมให้ ชัดเจนยิ่งขึ้น ชักถามให้นักเรียนชัดเจนหรือกระจ่างในความรู้ที่ได้หรือเชื่อมโยงความรู้ที่ได้กับ ความรู้เดิม

4.2 นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม เช่น อธิบายและขยายความรู้เพิ่มเติมมีความ ละเอียดยิ่งขึ้น ยกสถานการณ์ ตัวอย่าง อธิบายเชื่อมโยงความรู้ที่ได้เป็นระบบและลึกซึ้งยิ่งขึ้น หรือสมบูรณ์ละเอียดขึ้น นำไปสู่ความรู้ใหม่หรือความรู้ที่ลึกซึ้งยิ่งขึ้น ประยุกต์ความรู้ที่ได้ไปใช้ใน เรื่องอื่นหรือสถานการณ์อื่นๆ หรือสร้างคำถามใหม่และออกแบบการสำรวจ ค้นหา และรวบรวม เพื่อนำไปสู่การสร้างความรู้ใหม่

5. การประเมิน ให้นักเรียนได้ระบุสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ทั้งด้านกระบวนการและ ผลผลิต เพื่อเป็นการตรวจสอบความถูกต้องของความรู้ที่ได้ โดยให้นักเรียนได้วิเคราะห์ วิเคราะห์แลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกัน คิดพิจารณาให้รอบคอบทั้งกระบวนการและผลงาน อภิปราย ประเมินปรับปรุง เพิ่มเติมและสรุป ถ้ายังมีปัญหาให้ศึกษาทบทวน

ศูนย์ เหมาะประสิทธิ์ (2544 : 7 - 8) ได้เสนอการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ชั้น โดย
ดัดแปลงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E ของโครงการพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์ สาขา
ชีววิทยาของสหรัฐอเมริกา มาปรับปรุงขั้นตอนการเรียนรู้ ดังนี้

1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement Phase)
2. ขั้นสำรวจ / ขั้นสำรวจข้อมูลเพื่อการค้นพบ (Exploration Phase)
3. ขั้นอธิบาย / ขั้นนำเสนอข้อมูลเพื่อการค้นพบ (Explanation Phase)
4. ขั้นขยายหรือประยุกต์ใช้ / ขั้นประยุกต์ใช้ (Elaboration Phase)
5. ขั้นแลกเปลี่ยนความรู้ (Exhibition Phase)

ซึ่งได้ดัดแปลงในขั้นที่ 5 ประเมิน เป็นขั้นแลกเปลี่ยนเรียนรู้ โดยให้นักเรียนจัดแสดงเพื่อ
แลกเปลี่ยนความรู้ ความคิด ทักษะ และเจตคติต่อการทำกิจกรรม

สรุปได้ว่า วิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ชั้น นี้เป็นวิธีสอนที่เน้นการพัฒนา
ความสามารถในการคิดแก้ปัญหา ซึ่งมีขั้นตอนการจัดกิจกรรมหลายรูปแบบ แตกต่างกัน ขึ้นอยู่
กับความเหมาะสมในการนำไปใช้ แต่จะมีส่วนร่วมกัน คือ มีการสร้างความสนใจ การให้นักเรียน
สำรวจ อธิบาย ลงข้อสรุปสิ่งที่ค้นพบ ซึ่งในการวิจัยนี้จะเลือกขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบ
สืบเสาะ 5 ชั้น ของ คณะทำงานพัฒนาหลักสูตร Biological Science Curriculum Study

6. บทบาทของครูในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ชั้น

ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 5
ขั้นตอน จะประสบความสำเร็จ นอกจากประเด็นดังที่กล่าวข้างบนแล้ว ในแต่ละขั้นตอนครูต้อง
แสดงบทบาทของตนเองดัง ตารางที่ 1 (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. 2550 :
15)

ตารางที่ 1 บทบาทครูในกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ชั้น

ขั้นตอนการจัด การเรียนการสอน	สอดคล้องกับการจัดกิจกรรม การ เรียนรู้แบบ สืบเสาะ 5 ชั้น	ไม่สอดคล้องการจัดกิจกรรม การ เรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ชั้น
1. การสร้างความสนใจ	- สร้างความสนใจ - สร้างความอยากรู้อยากเห็น	- อธิบายแนวคิด - ให้คำจำกัดความและ

ขั้นตอนการจัด การเรียนการสอน	สอดคล้องกับการจัดกิจกรรม การ เรียนรู้แบบ สืบเสาะ 5 ขั้น	ไม่สอดคล้องการจัดกิจกรรม การ เรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น
	<ul style="list-style-type: none"> - ตั้งคำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิด - ดึงเอาคำตอบที่ยังไม่ครอบคลุม สิ่งที่นักเรียนรู้ หรือแนวคิดหรือ เนื้อหา 	<ul style="list-style-type: none"> - คำตอบ - สรุปประเด็นให้ - จัดคำตอบให้เป็นหมวดหมู่ - บรรยาย
2. การสำรวจและค้นหา	<ul style="list-style-type: none"> - ส่งเสริมให้นักเรียนทำงาน ร่วมกันในการสำรวจตรวจสอบ - สังเกตและฟังการโต้ตอบกัน ระหว่างนักเรียนกับนักเรียน - ชักถามเพื่อนำไปสู่การสำรวจ ตรวจสอบของนักเรียน - ใ้เวลานักเรียนในการคิดข้อ สงสัยตลอดจนปัญหาต่าง ๆ - ทำหน้าที่ให้คำปรึกษาแก่นัก เรียน 	<ul style="list-style-type: none"> - เตรียมคำตอบไว้ให้ - บอกหรืออธิบายวิธีการ แก้ปัญหา - จัดคำตอบให้เป็นหมวดหมู่ - บอกนักเรียนเมื่อนักเรียน ทำไม่ถูก - ใ้ข้อมูลหรือข้อเท็จจริงที่ ใช้ในการแก้ปัญหา - นำนักเรียนแก้ปัญหาทีละ ขั้นตอน
3. การอธิบายและลง ข้อสรุป	<ul style="list-style-type: none"> - ส่งเสริมให้นักเรียนอธิบาย แนวคิด หรือให้คำจำกัดความ ด้วยคำพูดของนักเรียนเอง - ใ้ให้นักเรียนแสดงหลักฐาน ให้ เหตุผลและอธิบายให้กระจ่าง - ใ้ให้นักเรียนอธิบาย ให้คำจำกัด ความและ ชี้บอกส่วนต่างๆ ใน แผนภาพ - ใ้ให้นักเรียนใช้ประสบการณ์เดิม เป็นพื้นฐานในการอธิบาย 	<ul style="list-style-type: none"> - ยอมรับคำอธิบายโดยมีหลักฐาน หรือมีเหตุผลประกอบ - ไม่สนใจคำอธิบายของนักเรียน - แนะนำนักเรียนโดยปราศจาก การ เชื่อมโยงแนวคิด หรือทักษะ

ขั้นตอนการจัด การเรียนการสอน	สอดคล้องกับการจัดกิจกรรม การ เรียนรู้แบบ สืบเสาะ 5 ชั้น	ไม่สอดคล้องการจัดกิจกรรม การ เรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ชั้น
	แนวคิด	
4. การขยายความรู้	<ul style="list-style-type: none"> - คาดหวังให้นักเรียนได้ใช้ประโยชน์จากการสืบออก - ส่วนประกอบต่าง ๆ ในแผนภาพคำ จำกัดความและอธิบายสิ่งที่เรียนรู้ มาแล้ว - ส่งเสริมให้นักเรียนนำสิ่งที่นักเรียนได้ เรียนรู้ไปประยุกต์ใช้หรือขยายความรู้และทักษะในสถานการณ์ใหม่ - ให้นักเรียนอธิบายอย่างมีความหมาย - ให้นักเรียนอ้างอิงข้อมูลที่มีอยู่ พร้อมทั้งแสดงหลักฐานและถามคำถาม นักเรียนว่าได้เรียนรู้อะไรบ้าง หรือได้แนวคิดอะไร 	<ul style="list-style-type: none"> - ให้คำตอบที่ชัดเจน - บอกนักเรียนเมื่อนักเรียนทำไม่ถูก - ใช้เวลามากในการบรรยาย - นำนักเรียนแก้ปัญหาทีละขั้นตอน - อธิบายวิธีแก้ปัญหา
5. การประเมินผล	<ul style="list-style-type: none"> - สังเกตนักเรียนในการนำแนวคิดและ ทักษะใหม่ไปประยุกต์ใช้ประเมินความรู้และทักษะนักเรียน - หาหลักฐานที่แสดงว่านักเรียนเปลี่ยน ความคิดหรือพฤติกรรม - ให้นักเรียนประเมินการเรียนรู้และทักษะกระบวนการกลุ่ม 	<ul style="list-style-type: none"> - ทดสอบคำนิยามศัพท์และข้อเท็จจริง - ให้แนวคิดใหม่ - ทำให้คลุมเครือ - ส่งเสริมการอภิปรายที่ไม่เชื่อมโยงแนวคิดหรือทักษะ

ขั้นตอนการจัด การเรียนการสอน	สอดคล้องกับการจัดกิจกรรม การ เรียนรู้แบบ สืบเสาะ 5 ชั้น	ไม่สอดคล้องการจัดกิจกรรม การ เรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ชั้น
	- ถ้ามคำถามปลายเปิด	

7. ข้อดีและข้อจำกัดของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ สืบเสาะ 5 ชั้น

วิธีสอนที่มีอยู่มากมายอาจมีข้อดีและข้อจำกัดของแต่ละวิธีสอน ที่แตกต่างกันไปในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน วิธีสอนที่ครูผู้สอนก่อนจะนำไปใช้นั้นควรจะต้องศึกษาถึง ข้อดีหรือข้อจำกัดให้ดีเพื่อจะช่วยให้การแก้ปัญหาที่ตรงกับสาเหตุของปัญหา ดังนั้นนักการศึกษาหลายท่านจึงกล่าวไว้ดังนี้

7.1 ข้อดีของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ชั้น

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2545 : 142) ได้แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับข้อดีของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ชั้น มีดังนี้

1. นักเรียนได้เรียนรู้วิธีค้นหาความรู้และการแก้ปัญหาด้วยตนเอง
2. ความรู้ที่ได้มีคุณค่ามีความหมายสำหรับนักเรียน เป็นประโยชน์และจดจำได้นานสามารถเชื่อมโยงความรู้และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้
3. เป็นวิธีการที่ทำให้นักเรียนเกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้ มีความอิสระมีชีวิตชีวาและสนุกสนานกับการเรียนรู้

4. ทำให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิธีและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

สุคนธ์ สิ้นธพานนท์ และคณะ (2545 : 196) ได้แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับข้อดีของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ชั้น มีดังนี้

1. เป็นวิธีสอนที่พัฒนากระบวนการคิดของนักเรียนโดยการตั้งคำถาม เช่น
 - 1.1 คำถามที่ง่าย ๆ ที่ได้จากการสังเกต
 - 1.2 คำถามที่คิด วิเคราะห์ ใช้เหตุผลในการอธิบาย
 - 1.3 คำถามที่ทำให้เกิดการบูรณาการจากความรู้เดิมกับข้อมูลใหม่เพื่อ
ออกแบบ วิธีศึกษาค้นคว้าหาคำตอบและเพื่อใช้ในการสรุป

2. นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอนตลอดเวลาโดยเป็นผู้คิดและตอบคำถาม หรือฝึกตั้งคำถามในกระบวนการเรียนรู้

3. ส่งเสริมให้นักเรียนกล้าแสดงออกเป็นผู้นำในการแก้ปัญหา

4. ส่งเสริมความเป็นประชาธิปไตยเนื่องจากผู้สอนเปิดโอกาสให้นักเรียนตั้งคำถาม และถือว่าคำถามของนักเรียนมีคุณค่า

5. นักเรียนเกิดความภาคภูมิใจที่ได้ค้นพบคำตอบด้วยตนเอง นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ในการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่

สรุปได้ว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ชั้น มีข้อดี คือ นักเรียนได้มีโอกาสพัฒนาความคิดอย่างเต็มที่ และได้เรียนรู้วิธีค้นหาความรู้และการแก้ปัญหาด้วยตนเอง นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอนเกิดแรงจูงใจที่กระหายอยากรู้อยากเรียนอยู่ตลอดเวลา

7.2 ข้อจำกัดของจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ชั้น

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2545 : 142) ได้แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ชั้น ไว้ดังนี้

1. ใช้เวลามากในการเรียนรู้ บางครั้งอาจได้สาระการเรียนรู้ไม่ครบถ้วนตามที่กำหนด
2. ถ้าปัญหาหรือสถานการณ์ง่ายหรือยากเกินไป ไม่เข้าใจหรือไม่น่าสนใจจะทำให้ นักเรียนเบื่อหน่ายไม่อยากจะเรียน
3. เป็นวิธีการที่มีการลงทุนสูง ซึ่งบางครั้งอาจได้ผลไม่คุ้มค่ากับการลงทุน
4. ครูผู้สอนต้องใช้เวลาในการวางแผนมาก

สุคนธ์ สินธพานนท์ และคณะ (2545 : 196) ได้แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ชั้น ไว้ดังนี้

1. ถ้าครูผู้สอนขาดทักษะในการตั้งคำถาม อาจทำให้การสอนโดยวิธีสอนแบบสืบสวน สอบสวนไม่เกิดประสิทธิภาพตามจุดประสงค์
2. ครูผู้สอนต้องคิดคำถามมาล่วงหน้าก่อนดำเนินการสอน มิเช่นนั้นอาจก่อให้เกิดความผิดพลาดในการสืบสวนเพื่อหาคำตอบของผู้เรียนได้
3. ต้องจัดสิ่งอำนวยความสะดวกที่จะใช้ดำเนินการสืบสวนสอบสวนให้ครบถ้วน
4. ครูผู้สอนจะต้องใจกว้าง ยอมรับฟังคำถามและความคิดเห็นของนักเรียน

5. ครูผู้สอนควรเป็นผู้ที่มีความสามารถในการให้คำแนะนำหรือส่งเสริมกำลังใจให้นักเรียนเกิดความคิดสืบสวนสอบสวนหาคำตอบด้วยตนเอง

สรุปได้ว่าวิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้นมีข้อจำกัดด้านเวลาการดำเนินกิจกรรมที่ใช้เวลาค่อนข้างมาก ข้อจำกัดในด้านสติปัญญา เนื้อหาวิชา และความสามารถของครูในการดำเนินกิจกรรม

แผนการจัดการเรียนรู้

1. ความหมายของแผนการจัดการเรียนรู้หรือแผนการสอน

แผนการสอน คือ การนำวิชาหรือกลุ่มประสบการณ์ที่ต้องทำการสอนตลอดภาคเรียนมาสร้างเป็นแผนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน และมีการวัดและการประเมินผล สำหรับเนื้อหาสาระ ให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่เรียน ซึ่งมีผู้ให้ความหมายของแผนการสอนไว้แตกต่างกัน ดังนี้

นิคม ชมภูหอง (2545 : 180) ให้ความหมายของแผนการสอนว่า แผนการสอนหมายถึง แผนการหรือโครงการที่จัดทำเป็นลายลักษณ์อักษร เพื่อใช้ในการปฏิบัติการสอนในรายวิชาใด วิชาหนึ่ง เป็นการเตรียมการสอนอย่างมีระบบและเป็นเครื่องมือช่วยให้ครูพัฒนาการจัดการเรียนการสอนไปสู่จุดประสงค์และจุดมุ่งหมายของหลักสูตรได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ภพ เลหาไพฑูรย์ (2540 : 357) ให้ความหมายของแผนการสอนว่าแผนการสอนหมายถึงลำดับขั้นตอนและกิจกรรมทั้งหมดของผู้สอนและผู้เรียน ที่ผู้สอนกำหนดไว้เป็นแนวทางในการจัดสถานการณ์ให้ผู้เรียนเปลี่ยนพฤติกรรมไปตามวัตถุประสงค์

วิมลรัตน์ สุนทรโรจน์ (2545 : 29) ได้ให้ความหมายของแผนการสอนว่า แผนการสอน หมายถึงแผนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน การใช้สื่อการสอน การวัดประเมินผลให้สอดคล้องกับเนื้อหาและจุดประสงค์ที่กำหนดไว้ในหลักสูตร หรือหมายถึงแผนที่ผู้จัดทำทำขึ้นจากคู่มือครูแนวทางการสอนของกรมวิชาการ ทำให้ผู้สอนทราบว่าสอนเนื้อหาใด เพื่อจุดประสงค์ใด สอนอย่างไร ใช้สื่ออะไรและวัดประเมินผลโดยวิธีใด

วัฒนาพร ระงับทุกข์ (2545 : 1) ให้ความหมายของแผนการสอนว่าแผนการสอน หมายถึง แผนการหรือโครงการที่จัดทำเป็นลายลักษณ์อักษร เพื่อใช้ในการปฏิบัติการสอนใน รายวิชาใดวิชาหนึ่ง เป็นการเตรียมการสอนอย่างมีระบบและเป็นเครื่องมือที่ช่วยให้ครูพัฒนาการ จัดการเรียนการสอนไปสู่จุดประสงค์การเรียนรู้ และจุดหมายของหลักสูตรได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สถาบันพัฒนาความก้าวหน้า (2545 : 69) ได้ให้ความหมายของแผนการจัดการ เรียนรู้ว่าเป็นแผนงานหรือโครงการที่ครูผู้สอนได้เตรียมการจัดการเรียนรู้ไว้ล่วงหน้าเป็นลาย ลักษณ์อักษร เพื่อใช้ปฏิบัติการเรียนรู้ในรายวิชาใดวิชาหนึ่งอย่างเป็นระบบระเบียบ โดยใช้เป็น เครื่องมือสำหรับจัดการเรียนรู้เพื่อนำผู้เรียนไปสู่จุดประสงค์การเรียนรู้และจุดหมายของหลักสูตร อย่างมีประสิทธิภาพ

สรุปว่า แผนการจัดการเรียนรู้ คือ การวางแผนการจัดกิจกรรมเป็นลายลักษณ์อักษรไว้ ล่วงหน้าอย่างละเอียด เพื่อเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ซึ่งมีเนื้อหา กิจกรรม การเรียนการสอน สื่อการสอน และวิธีวัดผลประเมินผลที่ชัดเจน

2. ความสำคัญของแผนการจัดการเรียนรู้

สุพล วังสินธ์ (2536 : 5-6) กล่าวว่า แผนการจัดการเรียนรู้เป็นกุญแจดอกสำคัญที่ทำให้ การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพมากขึ้นซึ่งสรุปความไว้ ดังนี้

1. ทำให้เกิดการวางแผนวิธีเรียนที่ดี ผสมผสานความรู้และจิตวิทยาการศึกษา
2. ช่วยให้ครูมีคู่มือการสอนที่ทำด้วยตนเองล่วงหน้ามีความมั่นใจในการสอน
3. ส่งเสริมให้ครูมีความเข้าใจในด้านของหลักสูตร วิธีสอนการวัดผลและประเมินผล
4. เป็นคู่มือสำหรับผู้มาสอนแทน
5. เป็นหลักฐานแสดงข้อมูลที่ถูกต้องเที่ยงตรง เป็นประโยชน์ต่อวงการศึกษ
6. เป็นผลงานทางวิชาการแสดงความชำนาญความเชี่ยวชาญของผู้ทำ

3. ลักษณะที่ดีของแผนการจัดการเรียนรู้

สมนึก ภักดิ์ทิยธนี (2546 : 5) ได้กล่าวถึงลักษณะที่ดีของแผนต้องมีขั้นตอน ดังนี้

1. เนื้อหาต้องเขียนเป็นรายคาบ หรือรายชั่วโมงตารางสอน โดยเขียนให้สอดคล้องกับชื่อเรื่องให้อยู่ในโครงการสอน และเขียนเฉพาะเนื้อหาสาระสำคัญพอสังเขป (ไม่ควรบันทึกแผนการสอนอย่างละเอียดมาก ๆ เพราะจะทำให้เกิดความเบื่อหน่าย)
2. ความคิดรวบยอดหรือหลักการสำคัญ ต้องเขียนให้ตรงกับเนื้อหาที่จะสอนส่วนนี้ถือว่าเป็นหัวใจของเรื่องครูต้องทำความเข้าใจในเนื้อหาที่จะสอนจนสามารถเขียนความคิดรวบยอดได้อย่างมีคุณภาพ
3. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ต้องเขียนให้สอดคล้อง กลมกลืนกับความคิดรวบยอด มิใช่เขียนตามอำเภอใจ มิใช่เขียนสอดคล้องเฉพาะเนื้อหาที่จะสอนเท่านั้น เพราะจะได้เฉพาะพฤติกรรมที่เกี่ยวกับความรู้ความจำ สมองหรือการพัฒนาของนักเรียนจะไม่ได้รับการพัฒนาเท่าที่ควร
4. กิจกรรมการเรียนการสอน โดยยึดเทคนิคการสอนต่างๆ ที่จะช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้
5. สื่อที่ใช้ควรเลือกให้สอดคล้องกับเนื้อหา สื่อดังกล่าวต้องช่วยให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในหลักการได้ง่าย
6. วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและช่วงที่ทำการวัด (ก่อนเรียน ระหว่างเรียน หลังเรียน) เพื่อตรวจสอบว่าการสอนของครูบรรลุจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้หรือไม่

4. ประโยชน์ของแผนการจัดการเรียนรู้

ถ้าครูได้ทำแผนการสอนและใช้แผนการสอนที่จัดทำขึ้น เพื่อนำไปใช้สอนในคราวต่อไป แผนการศึกษาดังกล่าวจะเกิดประโยชน์ดังนี้ (สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ. 2544 : 134)

1. ครูรู้วัตถุประสงค์ของการสอน
2. ครูจัดกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยความมั่นใจ
3. ครูจัดกิจกรรมการเรียนการสอนได้เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน
4. ครูจัดกิจกรรมการเรียนการสอนได้อย่างมีคุณภาพ
5. ถ้าครูประจำชั้นไม่ได้สอน ครูที่มาทำการสอนแทนสามารถสอนแทนได้ตาม

จุดประสงค์ที่กำหนด

5. การวางแผนการจัดการเรียนรู้

การวางแผนการจัดการเรียนรู้ หมายถึง การตีความหมายของหลักสูตร และการกำหนดรายละเอียดของหลักสูตรที่จะต้องนำมาจัดการเรียนการสอน ให้แก่ผู้เรียน ผลจากการวางแผนจะได้คู่มือที่ใช้เป็นแนวทาง เรียกว่ากำหนดการสอน ประกอบด้วยกิจกรรม ดังนี้ (สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ. 2544 : 2 – 7)

1. ศึกษาวิเคราะห์หลักสูตร ได้แก่ หลักการ จุดหมาย โครงสร้าง เวลาเรียนแนวดำเนินการในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้ตอบสนองจุดประสงค์การเรียนรู้ และจุดมุ่งหมายของหลักสูตร การวัดและการประเมินการเรียน คำอธิบายในแต่ละกลุ่มประสบการณ์ ซึ่งระบุเนื้อหาที่ต้องให้นักเรียนได้เรียน ตามลำดับขั้นตอนกระบวนการที่ต้องให้นักเรียนได้ฝึกปฏิบัติ และจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการให้เกิดการเรียนรู้

2. ศึกษาความสอดคล้องสัมพันธ์กันกับองค์ประกอบแต่ละส่วนของหลักสูตร

3. ลำดับความคิดรวบยอดที่จัดให้นักเรียนแต่ละระดับชั้นได้เรียนรู้ก่อนหลัง โดยพิจารณาขอบข่ายเนื้อหา และกิจกรรมที่กำหนดไว้ในคำอธิบายรายวิชา

4. กำหนดผลที่ต้องการให้เกิดกับนักเรียน เมื่อได้เรียนรู้ความคิดรวบยอดแต่ละเรื่องแล้ว

5. กำหนดกิจกรรมการเรียนการสอนตามลำดับขั้นตอนที่กำหนดไว้ในคำอธิบายรายวิชา หรืออาจพิจารณาจากกิจกรรมที่เหมาะสมกับเนื้อหาสาระ

6. กำหนดเวลาเรียนให้เหมาะสมกับขอบข่ายเนื้อหาสาระหรือความคิดรวบยอดจุดประสงค์การเรียนรู้และกิจกรรมที่กำหนดไว้

7. รวบรวมรายละเอียดตามกิจกรรมข้อ 1 – 6 จัดทำเป็นเอกสารที่เรียกว่า กำหนดการสอนหรือแนวการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ใช้เป็นแนวทางในการเตรียมแผนการสอนต่อไปการเตรียมการสอนและการปฏิบัติการสอน

การเตรียมการสอนเริ่มด้วยการจัดทำแผนการสอน ซึ่งเป็นผลมาจากการวางแผน มาสร้างเป็นแผนการสอนย่อยๆ องค์ประกอบที่สำคัญของแผนการสอน ควรมีดังนี้ (สำลี รักสุทธี และคณะ. 2541 : 7)

1. สารสำคัญ
2. จุดประสงค์การเรียนรู้
3. เนื้อหา
4. กิจกรรมการเรียนการสอน
5. สื่อการเรียนการสอน
6. การวัดและประเมินผลการเรียน

6. รายละเอียดแผนการเรียนรู้

แผนการเรียนรู้ (Lesson Plan) ประกอบด้วย 9 หัวข้อ โดยการบูรณาการของหน่วยศึกษานิเทศก์ (สำลี รักสุทธี และคณะ. 2541 : 136 – 137)

1. สารสำคัญ (Concept) เป็นความคิดรวบยอดหรือหลักการของเรื่องหนึ่งที่ต้องการให้เกิดกับนักเรียน เมื่อเรียนตามแผนการสอนแล้ว
2. จุดประสงค์การเรียนรู้ (Learning Objective) เป็นการกำหนดจุดประสงค์ที่ต้องการให้เกิดกับผู้เรียน เมื่อเรียนจบตามแผนการสอนแล้ว
3. เนื้อหา (Content) เป็นเนื้อหาที่จัดกิจกรรมและต้องการให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้
4. กิจกรรมการเรียนการสอน (Instructional Activities) เป็นการสอนขั้นตอนหรือกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ซึ่งนำไปสู่จุดประสงค์ที่กำหนด
5. สื่อและอุปกรณ์ (Instructional Media) เป็นสื่อ และอุปกรณ์ที่ใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอน ที่กำหนดไว้ในแผนการสอน
6. การวัดผลและประเมินผล (Measurement And Evaluation) เป็นการกำหนดขั้นตอนหรือวิธีการวัดและประเมินผล ว่านักเรียนบรรลุจุดประสงค์ตามที่ระบุไว้ในกิจกรรมการเรียนการสอน แยกเป็นก่อนสอน ระหว่างสอน และหลังสอน
7. กิจกรรมเสนอแนะ เป็นกิจกรรมที่บันทึกการตรวจแผนการสอน
8. ข้อเสนอแนะของผู้บังคับบัญชา เป็นการบันทึกการตรวจแผนการสอนเพื่อเสนอแนะหลังจากได้ตรวจสอบความถูกต้อง การกำหนดรายละเอียดในหัวข้อต่างๆ ในแผนการสอน
9. บันทึกการสอน เป็นการบันทึกของผู้สอน หลังจากนำแผนการสอนไปใช้แล้ว

เพื่อเป็นการปรับปรุงและใช้ในคราวต่อไป มี 3 หัวข้อ คือ

9.1 ผลการเรียนรู้ เป็นการบันทึกผลการเรียนด้านสุขภาพและปริมาณทั้ง 3 ด้าน คือ ด้านพุทธิพิสัย จิตพิสัย และทักษะพิสัย กำหนดในขั้นกิจกรรมการเรียนการสอนและการประเมิน

9.2 ปัญหาและอุปสรรค เป็นการบันทึก ปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้น ในขณะสอน ก่อนสอน และหลังทำการสอน

9.3 ข้อเสนอแนะ / แนวทางแก้ไข เป็นการบันทึกข้อเสนอแนะเพื่อ แก้ไขปรับปรุงการเรียนการสอน ให้เกิดการเรียนรู้ บรรลุจุดประสงค์ของบทเรียนที่หลักสูตร กำหนด

7. รูปแบบของแผนการเรียนรู้

สำลี รักสุทธี และคณะ (2541 : 138) ได้เสนอรูปแบบแผนการเรียนรู้ดังตัวอย่าง

ตัวอย่างรูปแบบแผนการเรียนรู้

หน่วยการสอนที่.....

หน่วยย่อยที่.....

เรื่อง..... เวลา..... คาบ.....

1. สาระสำคัญ

.....

2. จุดประสงค์

2.1 จุดประสงค์ปลายทาง

.....

2.2 จุดประสงค์นำทาง

.....

3. เนื้อหา

.....

4. กิจกรรม

.....

5. สื่อการเรียนการสอน

.....

6. การวัดผลและประเมินผล

.....

7. กิจกรรมเสนอแนะเพิ่มเติม หรือภาคผนวก

.....

เศวต ไชยโสภภาพ (2545 : 42) ได้ศึกษาค้นคว้าการแบ่งรูปแบบของแผนการเรียนรู้
ออกเป็น 3 แบบ ดังนี้

1. แบบบรรยาย เป็นแบบฟอร์มที่คณะกรรมการข้าราชการครู เสนอแนะไว้ดัง
ตัวอย่าง

แผนการเรียนรู้ที่ 1

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

เรื่อง.....เวลา.....คาบ.....

วิชา.....ชั้น.....ภาคเรียนที่.....

สอนวันที่.....เดือน.....พ.ศ.....ชื่อผู้สอน.....

1. สาระสำคัญ

.....

2. เนื้อหา

.....

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 จุดประสงค์ปลายทาง

.....

3.2 จุดประสงค์นำทาง (กระบวนการ)

.....

4. กิจกรรมการเรียนการสอน

.....

5. สื่อการเรียนการสอน

.....

6. การวัดผลและประเมินผล

6.1 วิธีการวัดและประเมินผล

.....

6.2 เกณฑ์การวัดและประเมินผล

.....

6.3 เครื่องมือวัดและประเมินผล

.....

7. กิจกรรมเสนอแนะ (ถ้ามี)

.....

8. ข้อเสนอแนะของหัวหน้าสถานศึกษา หรือผู้ที่ได้รับมอบหมาย (ตรวจสอบ / เสนอแนะ / รับรอง)

.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ตำแหน่ง.....

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

บันทึกหลังสอน

1. ผลการสอน

.....

2. ปัญหา / อุปสรรค

.....

3. ข้อเสนอแนะ / แนวทางแก้ไข

.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ตำแหน่ง.....

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

2. แผนการเรียนรู้แบบตาราง ตัวอย่าง เช่น

แผนการเรียนรู้ที่.....

เรื่อง.....เวลา.....คาบ.....วิชา.....ชั้น.....ภาคเรียน
ที่.....สอนวันที่.....เดือน.....พ.ศ.....ชื่อผู้สอน.....

สาระสำคัญ	จุดประสงค์ ปลายทาง/นำทาง	เนื้อหา	กิจกรรม การเรียนรู้	สื่อ / อุปกรณ์	การวัดผล

กิจกรรมเสนอแนะ.....

.....

3. แผนการเรียนรู้แบบกึ่งตาราง ดังตัวอย่าง

แผนการเรียนรู้ที่.....

เรื่อง.....เวลา.....คาบ.....วิชา.....ชั้น.....
 ภาคเรียนที่.....สอนวันที่.....เดือน.....พ.ศ.....ผู้สอน.....
 สาระสำคัญ.....
 เนื้อหา.....
 จุดประสงค์ปลายทาง.....

จุดประสงค์นำทาง	กิจกรรมการเรียน การสอน	สื่อการเรียน การสอน	การวัดผล / ประเมินผล

กิจกรรมเสนอแนะ.....

รูปแบบของแผนการสอนทั้ง 3 แบบ ได้แก่ แบบไม่ใช้ตาราง แบบตาราง และแบบกิ่ง
 ตาราง สามารถยืดหยุ่นเรื่อง การแบ่งช่องและเรียกชื่อ ดังนี้

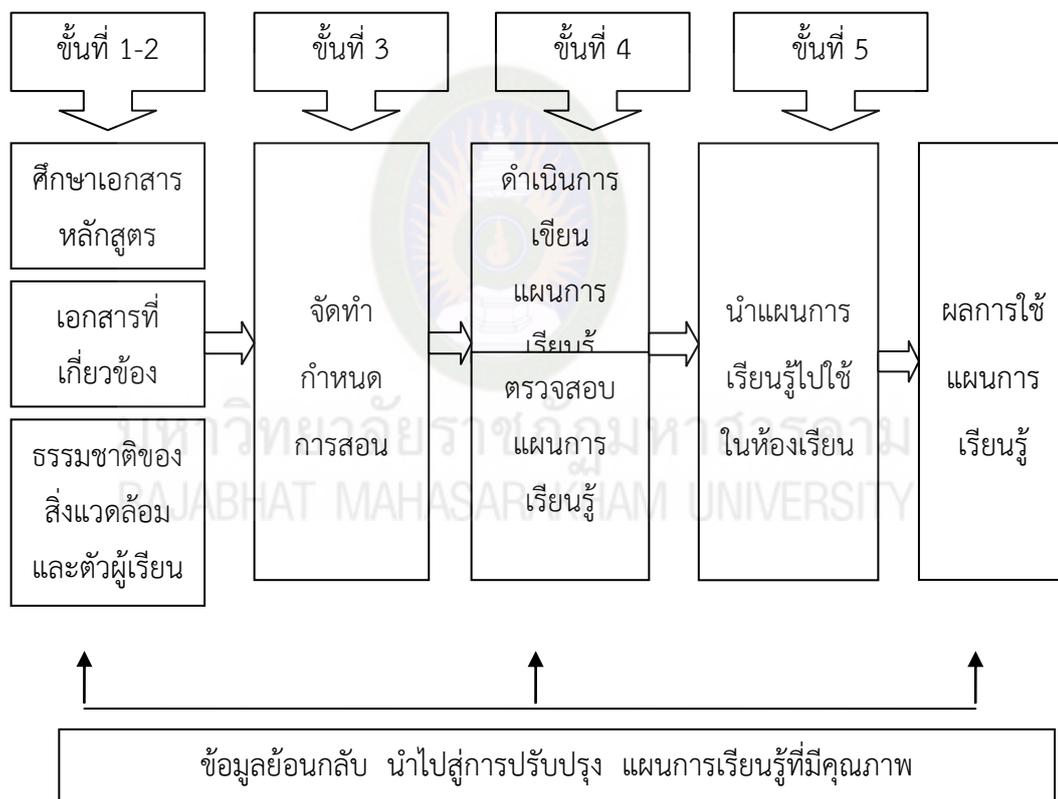
1. หัวเรื่อง
2. จำนวนคาบ / ชั่วโมงของแต่ละหัวข้อ
3. สาระสำคัญโดยสรุป
4. จุดประสงค์การเรียนรู้ (กระบวนการใช้)
5. กิจกรรมการเรียนการสอน
6. การใช้สื่อ/อุปกรณ์การเรียนการสอน
7. การวัดผลประเมินผล

8. ขั้นตอนการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้

การเขียนแผนการจัดการเรียนรู้คือ การวางแผนจัดกิจกรรมการเรียนการสอนล่วงหน้า คล้ายกับบันทึกการสอนที่ฝึกทำในวิชาครู โดยมีวัตถุประสงค์ให้ครูผู้สอนได้ออกแบบและเตรียมการ สอนล่วงหน้าให้เห็นรายละเอียดของกิจกรรมการเรียนการสอนของแต่ละหัวข้อย่อยของเนื้อหาวิชา หรือสำหรับการสอนแต่ละครั้ง ซึ่งจะต่างจากเอกสารแนวการสอนตรงที่แผนการเรียนรู้มีกิจกรรมที่เป็นรูปธรรมเฉพาะเจาะจงว่า แบ่งย่อยตามเนื้อหาย่อยๆ หรือจุดประสงค์ย่อยๆ ได้มากกว่าลักษณะ

แสดงลักษณะการสอนที่จัดสรรแล้วให้ตรงกับสภาพแวดล้อม โดยการจัดเตรียมการสอนที่เป็นลายลักษณ์อักษรตามโครงสร้างของรูปแบบแผนการเรียนรู้ ซึ่งประกอบด้วย สารระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา กิจกรรมการเรียนการสอน สื่อการเรียนการสอน การวัดและประเมินผล

สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ ได้เสนอแนะ การเขียนแผนการสอนหรือแผนการเรียนรู้ ว่าควรให้เป็นระบบ ซึ่งเริ่มจากศึกษาหลักสูตร เอกสารที่เกี่ยวข้องสภาพแวดล้อม และตัวผู้เรียนจึงดำเนินการเขียนแผนการเรียนรู้ไปใช้ประกอบการสอน เมื่อเสร็จจากการนำแผนการเรียนรู้ไปใช้ประกอบการสอนแล้ว ควรสรุปผลการใช้และนำข้อมูลที่ได้ไปใช้ในการพัฒนาแผนการเรียนรู้ต่อไป ตามแผนการเรียนรู้เชิงระบบ ดังนี้ (รุจิรุ ภู่อสาระ. 2545 : 147)



แผนภาพที่ 1 แผนการจัดการเรียนรู้เชิงระบบ

9. แนวทางการตรวจสอบคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้

แผนการเรียนรู้ที่เขียนเสร็จแล้ว ผู้เขียนควรตรวจสอบย้อนกลับไปดูอีกครั้งว่าแผนที่เขียนขึ้นนั้นยังมีข้อใดที่ยังบกพร่อง ควรปรับปรุง โดยมีหลักการ ดังนี้ (สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ. 2545 : 108 -116)

1. จุดประสงค์การเรียนการสอน

จุดประสงค์ที่ดีนั้นจะต้องมีความครอบคลุมคุณสมบัติ 3 ประการ

ความครอบคลุม หมายถึง ความครอบคลุมมวลพฤติกรรม 3 ด้าน คือ ด้านความรู้ ความเข้าใจ ทักษะ เจตคติ เพราะทั้ง 3 ด้านเป็นองค์ประกอบเพื่อการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมอันเป็นจุดหมายสูงสุดของการศึกษา อย่างไรก็ตามในแผนการเรียนรู้ หรือบันทึกการสอนหนึ่งๆ อาจไม่จำเป็นครบองค์ประกอบ 3 ด้านนี้เสมอไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเวลา เนื้อหา และวัยของผู้เรียน

ความชัดเจน หมายถึง จุดประสงค์นั้นมีความเป็นพฤติกรรมมากพอที่จะตรวจสอบว่ามีการบรรลุแล้วหรือไม่ เช่น ถ้าเขียนเพื่อให้ “รู้” กับเพื่อให้ “ตอบได้” คำว่า “รู้” เป็นความคิดรวบยอดมากกว่าพฤติกรรม ถือว่าไม่ชัดเจน แต่คำว่า “ตอบ” มีลักษณะเป็นพฤติกรรมมากขึ้นโดยผู้เรียนอาจจะพูดตอบ หรือ เขียนตอบก็ได้

ความเหมาะสม หมายถึง จุดประสงค์นั้นไม่สูงหรือต่ำเกินไป ทั้งนี้เมื่อคำนึงถึงเวลา เนื้อหา และวัยของผู้เรียน

2. เนื้อหาสาระ

เนื้อหาในแผนการเรียนรู้ หรือบันทึกการสอนที่ดีนั้น จะต้องมียุทธศาสตร์ 3 ประการคือ ความถูกต้อง ความครอบคลุม และความชัดเจน ดังนี้

2.1 ความถูกต้อง หมายถึง เนื้อหาสาระตรงกับหลักวิชา โดยทั้งนี้อาจยึดตามคู่มือวิทยาศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 3

2.2 ความครอบคลุม หมายถึง ปริมาณเนื้อหาตามหัวข้อนั้นมีมากพอที่จะก่อให้เกิดความคิดรวบยอดได้หรือไม่

2.3 ความชัดเจน หมายถึง การที่เนื้อหา มีแบบแผนของการนำเสนอสาระที่ไม่สับสนเข้าใจง่าย

3. กิจกรรมการเรียนการสอน (เน้นผู้เรียน) กิจกรรมการเรียนการสอนที่ดีจะต้องมีคุณสมบัติที่น่าสนใจความเหมาะสมและความริเริ่มดังนี้

3.1 ความน่าสนใจ หมายถึง กิจกรรมที่นำมาใช้ชวนให้น่าติดตามไม่เบื่อหน่าย

3.2 ความเหมาะสม หมายถึง กิจกรรมที่นำมาใช้จะต้องทำให้เกิดการเรียนรู้
ตามจุดประสงค์ได้จริง

3.3 ความคิดริเริ่ม หมายถึง การที่นำเอากิจกรรมใหม่ๆ ที่ท้าทายมาสอดแทรก
ช่วยให้เกิดการเรียนรู้

4. สื่อการเรียนการสอน

สื่อการเรียนการสอนที่ดีจะต้องมีคุณสมบัติของความน่าสนใจ ความประหยัดและ
การช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้เร็ว ดังนี้

4.1 ความน่าสนใจ หมายถึง สื่อนั้นช่วยให้น่าติดตาม ไม่น่าเบื่อ ช่วยให้เกิด
การเรียนรู้ได้เร็ว หมายถึง สื่อนั้นจะต้องใช้ได้ผลในการทำให้ผู้เรียนรู้ได้จริง และตรงกับเนื้อหาที่ใช้เรียน

4.2 ความประหยัด หมายถึง สื่อที่ใช้นั้นราคาแพง อยู่ในระดับสถานศึกษา
รับผิดชอบได้

5. การวัดและประเมินผล

การวัดและประเมินผลที่ระบุไว้ในแผนการเรียนรู้ที่ดีควรมีคุณสมบัติของความ
เที่ยงตรง ความเชื่อถือได้ และความสามารถประยุกต์ได้ ดังนี้

5.1 ความเที่ยงตรงหมายถึง เครื่องมือ วิธีการที่ใช้ในการวัดผลของแต่ละแผน
นั้น ๆ ต้องสอดคล้องและตรงตามจุดประสงค์ที่ระบุไว้ในแผนการเรียนรู้นั้นๆ และรวมทั้งตรง
ตามเนื้อหาที่ใช้ประกอบการสอน

5.2 ความเชื่อถือได้ หมายถึง เครื่องมือ วิธีการที่ใช้ในการวัดผลของแต่ละแผน
นั้นๆ ต้องสอดคล้อง และตรงตามจุดประสงค์ที่ระบุไว้ในแผนการเรียนรู้นั้นๆ และรวมทั้งตรง
ตามเนื้อหาที่ใช้ประกอบการสอน

5.3 ความสามารถประยุกต์ได้ หมายถึง การที่ประเมินที่ระบุไว้สามารถประเมิน
ได้จริงมิใช่แต่ระบุไว้เฉย ๆ

6. ความสอดคล้องขององค์ประกอบต่างๆ ของแผนการเรียนรู้ความสอดคล้องของ
แผนการเรียนรู้ ให้พิจารณาความสอดคล้องของเรื่องจุดประสงค์การเรียนการสอน เนื้อหาสาระ
กิจกรรมการเรียนการสอน สื่อการเรียนการสอน ประเมินผลตลอดทั้งแผนนั้นๆ

7. แนวทางการประเมินแผนการเรียนรู้ด้วยตนเองหลังจากครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ได้เขียนแผนการเรียนรู้เสร็จเรียบร้อยแล้วควรมีการตรวจสอบแผนการเรียนรู้ และประเมินแผนการเรียนรู้ด้วยตนเอง เพื่อเป็นแนวทางให้ครูผู้เขียนแผนการเรียนรู้นำผลการประเมินไปปรับปรุงแผนการเรียนรู้ตามแนวทางการตรวจสอบคุณภาพของแผนการเรียนรู้เพื่อให้ได้แผนการเรียนรู้มีคุณภาพ อันส่งผลถึงประสิทธิผลการสอนจากการใช้แผนการเรียนรู้ นั้น ๆ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2546 : 98-101)

ตัวอย่าง แบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยตนเอง

คำชี้แจง

1. ให้ท่านประเมินแผนการเรียนรู้ที่เขียนขึ้นมาโดยตัวท่านเอง โดยทำเครื่องหมาย / ลงในช่องที่กำหนดให้ และการให้นำหนักของคะแนนตามความหมาย ดังนี้

5 หมายถึง ดีมาก

4 หมายถึง ดี

3 หมายถึง พอใช้

2 หมายถึง ปรับปรุง

1 หมายถึง ใช้ไม่ได้

การแปลผลของการประเมินผล แผนการเรียนรู้

80 – 100 อยู่ในระดับดีมาก

60 – 79 อยู่ในระดับดี

40 - 59 อยู่ในระดับพอใช้

20 - 39 อยู่ในระดับปรับปรุง

ต่ำกว่า 20 อยู่ในระดับใช้ไม่ได้

ตารางที่ 2 แบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยตนเอง

รายการประเมิน	ระดับ	หมาย
---------------	-------	------

	ดีมาก	ดี	พอใช้	ปรับปรุง	ใช้ไม่ได้	เหตุ
1. จุดประสงค์การเรียนรู้ ความครอบคลุมและชัดเจนความเหมาะสม 2. เนื้อหาสาระ ความถูกต้องและชัดเจน ความครอบคลุม 3. กิจกรรมการเรียนการสอน ความน่าสนใจ ความเหมาะสม ความริเริ่ม 4. สื่อการเรียนการสอน ความน่าสนใจ ช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้เร็ว ความประหยัด 5. ตรงกับเนื้อหา 6. การประเมินผล ความเที่ยงตรง ความเชื่อถือได้ ความสามารถประยุกต์ได้ 7. ความสอดคล้อง จุดประสงค์กับกิจกรรมการเรียนการสอน เนื้อหากิจกรรมการเรียนการสอน กิจกรรมการเรียนการสอนกับสื่อ การเรียนการสอน จุดประสงค์การเรียนรู้ กับการวัดและ ประเมินผล เนื้อหา กับการวัดและประเมินผล						
รวม						

แนวทางการรวบรวมและสรุปรายงานผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู้การรวบรวมแผนการเรียนรู้เป็นรูปเล่ม

แผนการเรียนรู้ที่ใช้ประกอบการสอนตลอดปีการศึกษานั้น เมื่อสิ้นปีการศึกษาแล้วควรจัดเก็บรวบรวมแผนการจัดการเรียนรู้ไว้เป็นรูปเล่มเพื่อประโยชน์ในการพัฒนาแผนการที่มีประสิทธิภาพต่อไป ซึ่งการรวบรวมแผนการจัดการเรียนรู้เป็นรูปเล่มนั้น ควรประกอบด้วยดังนี้

ส่วนที่ 1 คำอธิบายรายวิชา และผลการวิเคราะห์หลักสูตร โดยจำแนกให้เห็นได้ว่า แยกแยะจุดประสงค์ เนื้อหา และเวลาที่ใช้สอนแต่ละเนื้อหาอย่างไร

ส่วนที่ 2 ตารางสอนของครูผู้ทำการสอน

ส่วนที่ 3 แผนการเรียนรู้ หรือบันทึกการสอนทั้งหมด

ส่วนที่ 4 ภาคผนวก ประกอบด้วยเอกสารหรือสื่อต่างๆ ที่ใช้ประกอบการสอนแต่ละครั้ง

10. การจัดทำรายงานผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู้

เมื่อสิ้นปีการศึกษา ครูผู้สอนควรมีการสรุปผลการสอนของตนเอง โดยสรุปผลการสอนในรูปของเอกสาร “รายงานผลการใช้แผนการเรียนรู้” เพื่อที่จะเป็นแนวทางการปรับปรุงและพัฒนาการเรียนการสอนของตนเองได้อย่างเป็นระบบ ในเอกสารการรายงานผลการเรียนรู้ ควรประกอบด้วย

ตอนที่ 1 เกริ่นนำ จะประกอบด้วย หลักสูตร คำอธิบายรายวิชา จุดหมาย หลักการสอน แนวการนำหลักสูตรไปใช้กับผู้เรียน

ตอนที่ 2 หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 3 โครงสร้าง เนื้อหา จุดหมาย คำอธิบายรายวิชา จุดประสงค์การเรียนรู้ ขอบข่ายเนื้อหาที่ใช้ประกอบการสอน กิจกรรมการเรียนการสอน สื่อการเรียนการสอน เครื่องมือวัดผลอื่นๆ

ตอนที่ 3 ผลการสอน เป็นสิ่งที่ได้จากการใช้แผนการเรียนรู้ที่ผลการสอนอาจจะ เป็นผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งภาคความรู้ ภาคปฏิบัติ ความสามารถทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เจตคติทางวิทยาศาสตร์ หรือความสามารถทางวิทยาศาสตร์ในสมรรถภาพอื่น ๆ ระหว่างเรียน ปลายภาค หรือปลายปี เป็นของผู้เรียนเป็นรายบุคคล รายห้องเรียน หรือรายชั้นเรียน เป็นต้น

ตอนที่ 4 สรุปผลการเรียน อภิปรายผล และข้อเสนอแนะการจัดทำแผนการเรียนรู้
การใช้แผนการเรียนรู้

แผนการสอนที่ดีควรยึดหลักการเขียน ดังนี้ ภาษาเข้าใจง่าย และสามารถสื่อได้ตรงกัน
ไม่ว่าใครใช้สอนก็เข้าใจตรงกัน

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2537 : 201 – 205) ได้ให้ทัศนะว่า การเขียนแผนที่ดีนั้น ควรเขียน
ครอบคลุมเนื้อหา และต้องไม่เขียนพฤติกรรมของครูลงในแผนการสอน เพียงระลึกเสมอว่านักเรียน
เป็นผู้แสดง ครูเป็นเพียงผู้แนะนำ แบบเรียนหรือแผนใดๆ มิใช่คัมภีร์หรือกฎหมายที่ครูต้องปฏิบัติ
ตามไปเสียหมด จะต้องนำไปพิจารณาถึงความเหมาะสม ปรับใช้ให้เหมาะสมแก่บุคคล โอกาส
และสถานที่จึงนับว่าเป็นครูที่มีประสิทธิภาพอย่างแท้จริง

การทำแผนการสอน ไม่ว่าจะ เป็นลักษณะและรูปแบบใด จะต้องคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้ เป็น
สำคัญ

1. จุดประสงค์การเรียนรู้ต้องชัดเจน
2. กิจกรรมควรนำไปสู่ผลการเรียนตามจุดประสงค์ได้จริง
3. ระบุพฤติกรรมนักเรียนและพฤติกรรมครูผู้สอนอย่างชัดเจน ในการอำนวยความสะดวก

ความสะดวกแก่นักเรียนให้เกิดการเรียนรู้

4. สื่อการเรียนการสอนจะต้องมีคุณค่า มีความหลากหลาย ทั้งของจริง ภาพ
แผนภูมิ เอกสาร ใบความรู้

5. วิธีการวัดผลควรชัดเจนตามจุดประสงค์การเรียนรู้

แผนการสอนที่มีคุณภาพ จะแสดงถึงการเตรียมความพร้อมของครูในการพัฒนาอาชีพ
อีกด้วย สิ่งสำคัญควรเริ่มลงมือศึกษาและทำแผนการสอนตลอดทั้งนำไปใช้แล้วบันทึกผลลงด้วย
จึงจะเกิดประโยชน์ต่อตัวนักเรียนอย่างสูงสุด

ผังมโนทัศน์

1. ความหมายผังมโนทัศน์

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2551 : 174) ได้กล่าวว่า “มโนทัศน์” เป็นคำที่มีจากภาษาอังกฤษว่า Concept ซึ่งมีผู้กำหนดคำอื่น ๆ ขึ้นมาให้ในความหมายเดียวกันอีกมากมาย เช่น ความคิดรวบยอด มโนคติ มโนคติ มโนภาพ สังกัป เป็นต้น

มโนทัศน์ หมายถึง ความคิด ความเข้าใจที่สรุปเกี่ยวกับการจัดกลุ่ม สิ่งใดสิ่งหนึ่ง หรือเรื่องใดเรื่องหนึ่ง ที่เกิดจากการสังเกต หรือการได้รับประสบการณ์ที่เกี่ยวกับสิ่งนั้นหรือเรื่องนั้น แล้วใช้ลักษณะคล้ายคลึงกัน จัดเข้าเป็นกลุ่มเดียวกัน ซึ่งจะก่อให้เกิดความเข้าใจสิ่งต่างๆ ได้ง่ายขึ้น มโนทัศน์จะทำให้เราสามารถจำแนกสิ่งใหม่ๆ และเข้าใจได้รวดเร็ว ตามประสบการณ์ของเราที่ผ่านมา

ผังมโนทัศน์ หมายถึง แผนผังหรือแผนภาพที่แสดงความสัมพันธ์ของมโนทัศน์เรื่องใดเรื่องหนึ่งอย่างมีระบบและเป็นลำดับขั้น โดยอาศัยคำหรือข้อความเป็นตัวเชื่อมให้ความสัมพันธ์ของมโนทัศน์ต่าง ๆ เป็นไปอย่างมีความหมาย

ศิริกาญจน์ โสภณ และคณะ (2544 : 29) ได้ให้ความหมายผังมโนทัศน์ ไว้ว่า ผังมโนภาพ (Graphic Organizer) หรือแผนผังความคิดหรือการสอนแบบโครงสร้างความรู้เป็นการนำหลักการทำงานของสมองมาใช้ให้เป็นประโยชน์ เพราะการใช้ผังมโนภาพจะเกิดขึ้นได้จากการทำงานของสมองทั้ง 2 ซีก คือสมองซีกซ้ายและสมองซีกขวา โดยสมองซีกซ้ายจะทำหน้าที่ในการวิเคราะห์คำ สัญลักษณ์ ตรรกวิทยา ส่วนสมองซีกขวาคือทำหน้าที่ในการสังเคราะห์รูปแบบสี่รูปร่าง ผังมโนภาพจะช่วยประหยัดเวลาในการคิดระดมสมองในเรื่องใหม่ ๆ การวางแผนการสรุป การทบทวนและการจดบันทึก ซึ่งมีคุณค่ายิ่ง

Novak and Gowin (1984 : 15) อธิบายว่า ผังมโนทัศน์มีจุดมุ่งหมายที่จะแสดงความสัมพันธ์อย่างมีความหมายระหว่างมโนทัศน์ต่าง ๆ ในรูปของหัวข้อตั้งแต่ 2 หัวข้อขึ้นไปโดยใช้คำเชื่อมให้เป็นหน่วยคำที่มีความหมาย

Cliburn (1987 : 426) ให้ความหมายว่า ผังมโนทัศน์เป็นเครื่องมือที่ใช้เสนอกรอบความคิดและความสัมพันธ์ของมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องกันอย่างมีระบบ

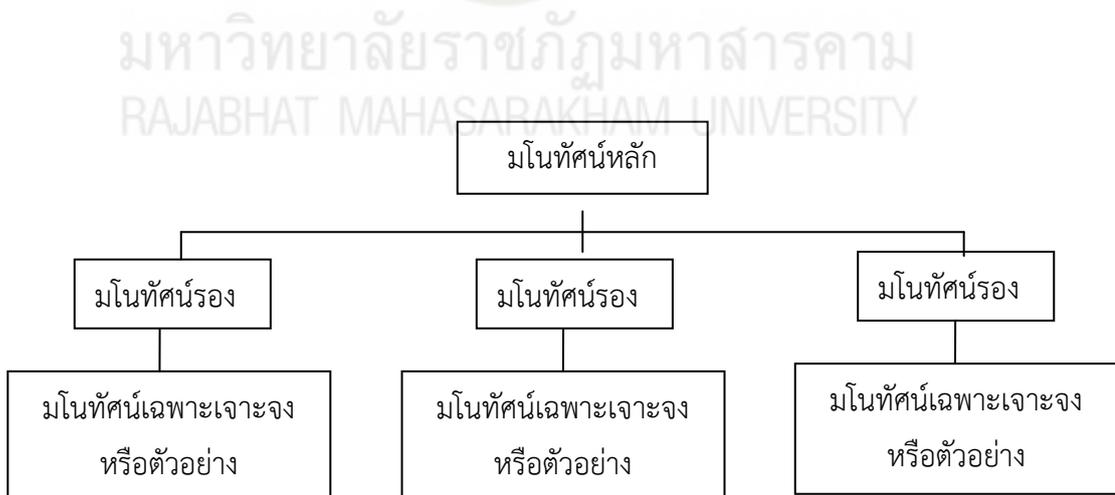
กล่าวโดยสรุป ผังมโนทัศน์ หมายถึง แผนผังหรือแผนภาพที่แสดงความสัมพันธ์ของมโนทัศน์เรื่องใดเรื่องหนึ่งอย่างมีระบบและเป็นลำดับขั้น ที่เกิดจากการสังเกต การศึกษาค้นคว้า การเรียนรู้ โดยสมองซีกซ้ายจะทำหน้าที่ในการวิเคราะห์คำ สัญลักษณ์ตรรกวิทยา ส่วนสมองซีกขวา

จะทำหน้าที่ในการสังเคราะห์รูปแบบ สี่ รูปร่าง แล้วนำมา จัดเข้าเป็นกลุ่มเดียวกัน เพื่อให้เกิดการสร้างองค์ความรู้อย่างเป็นระบบซึ่งจะทำให้เกิดความเข้าใจสิ่งต่าง ๆ ได้ง่ายขึ้น

2. รูปแบบของผังมโนทัศน์ (Concept Mapping)

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2551 : 176) กล่าวถึงรูปแบบของผังมโนทัศน์ หรือ ผังมโนภาพ มโนมิติ หรือ ผังความคิดสัมพันธ์ทางความหมายมีผู้นำเสนอไว้มากมาย หลากหลาย รูปแบบ สำหรับการนำรูปแบบกรอบมโนทัศน์ แต่ละรูปแบบมาใช้ นั้น ขึ้นอยู่กับลักษณะของข้อมูล องค์ประกอบต่าง ๆ ของข้อมูลที่มีความเหมาะสมกับโครงสร้างของกรอบมโนทัศน์ตลอดจนความต้องการของผู้ใช้ ซึ่งผู้เขียนจะนำเสนอรูปแบบของกรอบมโนทัศน์บางรูปแบบที่เห็นว่าผู้สอนสามารถนำไปใช้ในการ จัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้อย่างสะดวกและเกิดประโยชน์ โดยมีลักษณะที่หลากหลาย ดังตัวอย่างต่อไปนี้

1. ผังมโนทัศน์ (Concept Map) เป็นแผนที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ (Concept) ต่าง ๆ เกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่ง เพื่อให้เกิดการสร้างองค์ความรู้อย่างเป็นระบบ ซึ่งผู้วิจัยใช้ผังมโนทัศน์ที่มีมโนทัศน์หลัก เชื่อมโยงไปหามโนทัศน์รอง และมโนทัศน์ย่อยตามลำดับ เนื่องจากมีความเหมาะสมกับเนื้อหาที่ใช้ทำการวิจัยมากที่สุด ตัวอย่าง แสดงตามแผนภูมิที่ 2 ดังนี้



แผนภาพที่ 2 ตัวอย่างแสดงการเขียนผังมโนทัศน์ (Concept Map)

3. การสร้างผังมโนทัศน์

การสร้างผังมโนทัศน์นั้น มีหลักการพื้นฐานมาจากทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมายของออสเชล (Ausubel) มี 3 ประการ คือ (สุนีย์ สอนตระกูล. 2544 : 71-72 ; อ้างอิงมาจาก Novak. 1977 : 86-91)

1. โครงสร้างทางปัญญา (Cognitive Structure) เป็นโครงสร้างที่มีอยู่ในสมอง มีการจัดลำดับมโนทัศน์ที่ความหมายกว้างทั่วไป และแคบลงมา จนไปถึงส่วนที่มีความเฉพาะเจาะจงมากขึ้น

2. กระบวนการจำแนกความแตกต่างแบบก้าวหน้า (Progressive Differentiation) การเรียนรู้ที่มีความหมาย จะเกิดขึ้นเมื่อมีการนำเอาความรู้ใหม่ไปสัมพันธ์กับความรู้เดิม จนเกิดเป็นความสัมพันธ์ใหม่ จึงทำให้เกิดการเรียนรู้อย่างไม่สิ้นสุด จะขยายความรู้ให้กว้างขึ้นไปเรื่อยๆ จนกลายเป็นการแยกแยะความแตกต่างแบบเชิงก้าวหน้า โดยจัดให้มโนทัศน์ที่ความหมายกว้างอยู่ด้านบนของโครงสร้างความรู้เสียก่อน แล้วจึงจัดมโนทัศน์ที่มีความหมายเฉพาะเจาะจงอยู่ถัดลงมาจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายและเห็นความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ ที่เรียนได้ดีขึ้น

3. การประสานสัมพันธ์เชิงบูรณาการ (Integrative Reconciliation) หลักการเรียนรู้ที่มีความหมาย เกิดขึ้นเมื่อมีการนำความรู้ใหม่ไปสัมพันธ์กับความรู้เดิม จะทำให้เกิดความสัมพันธ์ใหม่ และหากมีการเชื่อมโยงระหว่างชุดของมโนทัศน์ ก็จะทำให้เกิดการประสานสัมพันธ์เชิงบูรณาการของมโนทัศน์ซึ่งจะทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายเพิ่มขึ้น

Novak (1980. อ้างถึงใน ประทีป ชูหมื่นไวย. 2540 : 14) ได้เสนอแนะวิธีการสร้างแผนผัง มโนทัศน์มีขั้นตอนดังนี้

1. คัดเลือกบทเรียนจากหนังสือที่ไม่ยากเกินไป ควรเป็นเนื้อหาสั้น ๆ และประกอบด้วย มโนทัศน์ที่ไม่ยากเกินไป
2. วิเคราะห์หามโนทัศน์ที่มีความสำคัญ ที่ต้องการเขียนมโนทัศน์แต่ละมโนทัศน์ลง บนกระดาษ
3. จัดลำดับ หรือ แยกแยะมโนทัศน์โดยดูว่า มโนทัศน์ใดเป็นมโนทัศน์ที่กว้างครอบคลุม มโนทัศน์รองจนกระทั่งถึงมโนทัศน์ที่เฉพาะเจาะจง

4. เรียงลำดับให้มโนทัศน์ที่กว้าง ครอบคลุมอยู่บนสุด และลดหลั่นลงมาด้วยมโนทัศน์รองจนกระทั่งถึงมโนทัศน์เฉพาะเจาะจง

5. เมื่อมโนทัศน์จัดวางตำแหน่งแล้ว ให้ลงเส้นเชื่อมโยงระหว่างมโนทัศน์ต่าง ๆ จากนั้นหาค่าเชื่อมระหว่างมโนทัศน์เพื่อให้มโนทัศน์ที่เชื่อมมีความสัมพันธ์กัน

ชาอุชัย ยมดิษฐ์ (2548 : 342) ได้อธิบายขั้นตอนการสร้างผังมโนทัศน์ ดังนี้

1. เลือกเรื่องที่จะสร้าง
2. จัดลำดับการนำสิ่งใหม่ ๆ มาเรียงลำดับตามขนาด และความสำคัญ
3. จัดกลุ่ม โดยการนำมโนทัศน์มาจัดกลุ่มเข้าด้วยกัน ใช้เกณฑ์ 2 ข้อ คือ ข้อหนึ่งระดับเดียวกัน ข้อสองมีความสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิด
4. จัดระบบ นำมโนทัศน์เดียวกันมาจัดระบบตามความเกี่ยวข้อง
5. เชื่อมมโนทัศน์ที่มีความสัมพันธ์กัน โดยลากเส้นเชื่อมโยง และมีคำระบุความสัมพันธ์ไว้ทุกเส้น

สรุป จากการเสนอแนะขั้นตอนการสร้างผังมโนทัศน์ของนักวิชาการหลายท่านดังกล่าวข้างต้น จึงอาจสรุปได้ว่า การสร้างผังมโนทัศน์ต้องยึดหลักทฤษฎีพื้นฐาน และกระบวนการจัดลำดับขั้นตอนความสำคัญของมโนทัศน์หลัก มโนทัศน์รอง มโนทัศน์ย่อยหรือเจาะจงลงไป เพื่อสื่อความหมาย และเชื่อมโยงความสัมพันธ์ได้อย่างถูกต้องตามลำดับขั้นตอนของแต่ละผังมโนทัศน์ที่สร้างขึ้น

4. ส่วนประกอบของผังมโนทัศน์

Novak (1984 ; อ้างถึงใน มนัส บุญประกอบ. 2542 : 47-48) ได้แบ่งส่วนประกอบที่สำคัญออกเป็น 4 ส่วนด้วยกันคือ

1. มโนทัศน์ (Concept) คือ คำที่ใช้แทนชื่อ ซึ่งอาจเป็นคำ หรือวลีสั้น ๆ
2. ความสัมพันธ์ (Relationships) หรือการเชื่อมโยงระหว่างประพจน์ (Prepositional Linkages) คือ การลากเส้นเชื่อมโยงระหว่างมโนทัศน์
3. ลำดับชั้น (Hierarchy) คือ การเชื่อมโยงเป็นชั้นหรือลำดับของความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์หลัก ไปมโนทัศน์รอง หรือย่อย มโนทัศน์แคบ
4. การเชื่อมโยงข้ามมโนทัศน์ (Cross-Links) คือ การแสดงถึงความสัมพันธ์การ

เชื่อมโยงข้ามชั้นหรือข้ามชั้นระหว่างมโนทัศน์ จากมโนทัศน์หนึ่งไปอีกมโนทัศน์หนึ่ง

Plotnick (1997 : 2-3 ; อ้างถึงใน วิยะดา ระวังสุข. 2545 : 13) ผังมโนทัศน์

ประกอบไปด้วยส่วนประกอบ 3 ส่วน ดังนี้

1. มโนทัศน์ (Concepts) คือสิ่งที่แสดงถึงมโนทัศน์ของเรื่องที่น่ามาสร้าง ผังมโนทัศน์
2. เส้นเชื่อมโยงระหว่างมโนทัศน์ (Arcs Or Lines) เป็นเส้นที่ใช้เชื่อมโยงระหว่างมโนทัศน์สองมโนทัศน์ โดยเส้นเชื่อมโยงความสัมพันธ์นี้ อาจจะมีทิศทางเดียว สองทิศทาง หรือไม่มีทิศทางก็ได้

3. คำเชื่อมโยง (Label) เป็นคำที่แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์สองมโนทัศน์โดยคำเชื่อมนั้นจะต้องเป็นคำที่ทำให้เกิดประพจน์ที่มีความหมาย

Baroody and Batels (2001: 605) กล่าวว่าผังมโนทัศน์มีส่วนประกอบที่สำคัญอยู่ 3 ส่วนด้วยกันคือ

1. ชื่อมโนทัศน์ (Concept Names) เป็นชื่อมโนทัศน์ของเรื่องที่น่ามาสร้าง ผังมโนทัศน์นั้น ๆ โดยจะเขียนชื่อมโนทัศน์ไว้ในกรอบโดยกรอบอาจเป็นวงกลม วงรี หรือสี่เหลี่ยมก็ได้เช่นสี่เหลี่ยมผืนผ้า สี่เหลี่ยมจัตุรัส หรือชื่ออื่นๆ ที่แสดงออกถึงมโนทัศน์
2. เส้นเชื่อมโยงความสัมพันธ์ (Linking Lines) เป็นเส้นที่ลากเชื่อมกันระหว่างมโนทัศน์สองมโนทัศน์ที่มีความสัมพันธ์กันโดยอาจจะมีหรือไม่มีหัวลูกศรก็ได้
3. คำหรือวลีที่แสดงถึงความสัมพันธ์ (Linking Phrases) เป็นคำ วลี หรือประโยคที่เขียนไปตามเส้นเชื่อมโยงความสัมพันธ์เพื่อแสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์สองมโนทัศน์ใด ๆ

5. ประโยชน์ในการเรียนการสอนของผังมโนทัศน์

มนัส บุญประกอบ (2542 : 50-51) กล่าวว่า การเรียนรู้ผังมโนทัศน์ สามารถนำผังมโนทัศน์ไปประยุกต์เสริมสร้างและพัฒนาตนเองตามประเด็นของหัวใจนักปราชญ์ ซึ่งมี สุ จิ ปุ ลิ ดังนี้

1. “สุ” หรือสุต หมายถึง สาระความรู้ที่ได้มาจากการฟังผู้รู้หรือการอ่านเอกสาร ตำราเรื่องราวต่างๆ ที่ง่ายหรือซับซ้อน ซึ่งอาจนำมาย่อสรุปลงในผังมโนทัศน์
2. “จิ” หรือจิต หมายถึง การใช้ความคิด จินตนาการและคิดวิเคราะห์ มโนทัศน์มี

ประโยชน์ในด้านการระดมความคิด (Brainstorming) เช่น คิด หรือพิจารณาสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่เป็นนามธรรมในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง เขียนบนกระดาษโดยไม่วิพากษ์วิจารณ์ จากนั้นมองหาความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ต่างๆ โดยกลุ่มเชื่อมโยงความสัมพันธ์ ซึ่งอาจนำไปสู่การเกิดแนวคิดใหม่ๆ แตกกิ่งออกไปได้อีก ซึ่งผังมโนทัศน์เหมาะแก่การคิดวิเคราะห์แยกแยะเกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่งได้เป็นอย่างดี

3. “ปุ” หรือปุจฉา หมายถึง การถาม หรือสัมภาษณ์บุคคลเพื่อให้ได้สารสนเทศที่เป็นความรู้อย่างใดอย่างหนึ่ง ถ้ามองในแง่ของ “สุ” เป็นการฟังเพื่อจดบันทึกโดยย่อในรูปของผังมโนทัศน์แต่ในแง่ของการเตรียมการล่วงหน้า สามารถเขียนเป็นผังมโนทัศน์โดยคร่าว ๆ หรือโดยละเอียดไว้ก่อนว่าควรจะซักถามหรือสัมภาษณ์ในประเด็นใดบ้าง เป็นต้น

4. “ลี” หรือลิขิต หมายถึง การเขียน ที่อาจจะเป็นการเขียนโครงร่างความคิดเกี่ยวกับบทความหรือการสังเคราะห์แนวคิด เขียนรายงานเรื่องใดเรื่องหนึ่ง แม้กระทั่งการเขียนเรียงความและการเขียนเนื้อหาความรู้เป็นบทเป็นเล่มก็สามารถทำได้ เป็นต้น

อาณัติ รัตน์ธิกรกุล (2550 : 12) ผังมโนทัศน์มีประโยชน์ดังนี้

1. ช่วยในการเรียนรู้ต่าง ๆ ของมนุษย์ได้รวดเร็วขึ้น
2. สร้างจากสิ่งที่เป็นนามธรรมสู่รูปธรรม
3. ใช้แก้ปัญหาต่าง ๆ ให้ชีวิตประจำวัน
4. ใช้ในการทำการตัดสินใจกรณีมีทางเลือกหลาย ๆ ทาง

Novak and Gowin (1984 : 40) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของผังมโนทัศน์โดยสรุปได้ดังนี้

1. ใช้ผังมโนทัศน์สำรวจความรู้พื้นฐานของนักเรียน โดยสำรวจความรู้ผู้เรียน ที่มีเรียนมาก่อนเพื่อนำไปใช้ในการเตรียมการสอนให้เหมาะสมกับนักเรียน
2. ใช้ผังมโนทัศน์แสดงความสัมพันธ์ของมโนทัศน์ต่าง ๆ ที่อยู่ในความคิดของผู้เรียน ซึ่งจะทำให้ทราบว่านักเรียนกำลังคิดอะไร และกำลังจะคิดทำอะไรเพื่อให้บรรลุเป้าหมายที่วางไว้ คล้ายกับเดินทางใช้แผนที่
3. ใช้ผังมโนทัศน์ในการสรุปความหมายจากตำรา ซึ่งจะช่วยให้ประหยัดเวลาในการอ่านครั้งต่อไปและไม่เกิดความเบื่อหน่ายในการอ่าน

4. ใช้ผังมโนทัศน์ในการสรุปความหมายจากการปฏิบัติในห้องปฏิบัติการ หรือภาคสนาม ผังมโนทัศน์จะเป็นแนวทางให้แก่ผู้เรียนว่าควรจะทำอะไรบ้าง สังเกตสิ่งใดบ้างเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่วางไว้

5. ใช้ผังมโนทัศน์เป็นเครื่องมือในการจัดบันทึก อ่านจากหนังสือพิมพ์ วารสาร นิตยสาร

6. ใช้ผังมโนทัศน์ในการวางแผนการเขียนงานทางวิชาการ หรือการเขียนรายงาน Lanzing (2000) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของผังมโนทัศน์ไว้ดังนี้

1. สร้างแนวคิดด้วยการระดมสมอง
2. ออกแบบโครงสร้างสลับซับซ้อน เช่น สื่อขนาดใหญ่ (Hypermedia) ตำรา (Long Text)
3. มีการสื่อสารที่ซับซ้อนขึ้นในด้านแนวคิดหลักไปสู่ส่วนย่อย
4. เกิดการผสมผสานองค์ความรู้ที่มีอยู่และองค์ความรู้ใหม่เข้าด้วยกัน
5. ช่วยประเมินความเข้าใจที่ถูกต้อง

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ระบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เป็นการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ โดยการจัดองค์ประกอบของการเรียนการสอนให้มีความสัมพันธ์กัน เพื่อนำไปสู่จุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนที่กำหนดไว้ ซึ่งระบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มีลักษณะเช่นเดียวกับระบบการทำงานอื่นๆ คือมีองค์ประกอบที่สำคัญ 5 ประการดังนี้ (ภพ เลหาไพบุลย์. 2540 : 60-61)

1. ตัวป้อน หมายถึง ข้อมูลที่ป้อนเข้าสู่ระบบ ได้แก่ ข้อมูลเกี่ยวกับครู นักเรียน หลักสูตรวิทยาศาสตร์ เนื้อหาความรู้วิทยาศาสตร์ หนังสือเรียน คู่มือครู วัสดุอุปกรณ์ สื่อการสอน แหล่งวิชาการ การถามและการตอบคำถาม

2. กระบวนการ หมายถึง กระบวนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ได้แก่ พฤติกรรมการสอนของครู เช่น วิธีสอนต่างๆ และพฤติกรรมการเรียนของนักเรียน เช่น การปฏิบัติการ ทดลองการอภิปราย การทำรายงาน การถามและตอบคำถาม

3. การควบคุม หมายถึง สิ่งที่จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพทางการเรียน ได้แก่ การใช้คำถาม ชนิดต่างๆ การเสริมกำลังใจ การตรวจสอบความรู้ของนักเรียนในขณะที่กำลังเรียน การประเมิน ก่อนที่จะสิ้นสุดการสอน

4. ผลผลิต หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ทักษะ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนอันเป็นผลมาจากกระบวนการเรียนการสอน

5. ข้อมูลป้อนกลับ หมายถึง การวิเคราะห์ข้อมูลหลังจากสอนไปแล้ว เพื่อตรวจสอบ พฤติกรรมด้านต่างๆ ของนักเรียนว่าเป็นไปตามวัตถุประสงค์หรือไม่ ถ้าหากว่ายังไม่เป็นไปตาม วัตถุประสงค์ก็ต้องย้อนกลับไปพิจารณาปรับปรุงองค์ประกอบและขั้นตอนของระบบการเรียน การสอนวิทยาศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

จากองค์ประกอบดังกล่าวนี้สามารถนำมาจัดระบบการเรียนการสอนอย่างเป็นขั้นตอน เพื่อให้ให้นักเรียนสามารถบรรลุจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ได้หลายรูปแบบโดย ทุกรูปแบบจะมีจุดมุ่งหมายร่วมกันคือ เพื่อให้ให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้หรือเกิดผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียน

1. ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

มีนักวิชาการหลายท่านได้ให้คำจำกัดความของคำว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังนี้

พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2530 : 29) ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่า หมายถึง คุณลักษณะรวมถึงความรู้ความสามารถของบุคคลอันเป็นผลมาจากการเรียนการสอน หรือ คือ มวลประสบการณ์ทั้งปวงที่บุคคลได้รับจากการเรียนการสอน ทำให้บุคคลเกิดการ เปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในด้านต่าง ๆ ของสมรรถภาพของสมองจากความหมายดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหมายถึง คุณลักษณะความรู้ ความสามารถ และประสบการณ์ ของบุคคลอันเกิดจากการเรียนการสอน และเป็นผลให้บุคคลเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมใน ด้านต่างๆซึ่งสามารถตรวจสอบได้จากการวัด ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

นิภา ศรีไพโรจน์ (2539 : 4) ให้ความหมายของแบบทดสอบ (Test) ไว้ว่าเป็น เครื่องมือที่ใช้ในการวัดผลการศึกษา มีลักษณะเป็นชุดคำถามหรืองานชุดใดๆ ที่สร้างขึ้นเพื่อนำไป

เร้าผู้เรียนให้เกิดพฤติกรรมตอบสนองออกมา ซึ่งพฤติกรรมนั้นจะต้องสังเกตได้ว่ามีปริมาณหรือจำนวนเท่าใด

ภพ เลหาไพบูลย์ (2540 : 295) ให้ความหมาย ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่าหมายถึง พฤติกรรมที่แสดงออกมาถึงความสามารถในการกระทำสิ่งหนึ่งสิ่งใดได้ จากที่ไม่เคยกระทำได้หรือกระทำได้น้อยก่อนที่จะมีการเรียนการสอน ซึ่งเป็นพฤติกรรมที่สามารถวัดได้

สมหวัง พิทยานุวัฒน์ (2540 : 71) ให้ความหมาย ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่าหมายถึง ผลที่เกิดจากการสอนหรือกระบวนการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม ซึ่งแสดงออกมา 3 ด้านได้แก่ ด้านพุทธิพิสัย ด้านจิตพิสัย และด้านทักษะพิสัย

อดิศร ดวงศรี (2540 : 9) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์หมายถึง คะแนนหรือผลการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในด้านความรู้ความจำ ความเข้าใจการนำไปใช้ และทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยการวัดโดยใช้แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

Good (1973 : 7) ให้ความหมายของคำว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า หมายถึงผลของการสะสมความรู้ความสามารถในการเรียนทุกด้านเข้าไว้ด้วยกัน

Wolman (1973 : 5) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า หมายถึงระดับของความสำเร็จในเรื่องเฉพาะหรือเรื่องทั่วไป หรือระดับของความชำนาญ อันเนื่องมาจากการได้รับความรู้ทางวิชาการ

ดังนั้น ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาศาสตร์ หมายถึง ความรู้ที่เกิดขึ้นในตัวผู้เรียน ภายหลังจากการศึกษาในเรื่องนั้นมาแล้ว ขนาดความสำเร็จที่ได้จากกระบวนการเรียนการสอนทั้งด้านพุทธิพิสัย จิตพิสัย และทักษะพิสัย

ส่วนประกอบของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาศาสตร์นั้น นักการศึกษาได้จำแนกไว้ตามลักษณะของวัตถุประสงค์การเรียนการสอนที่แตกต่างกันไป ดังนี้

Bloom 'S Taxonomy ได้จำแนกวัตถุประสงค์ทางการเรียนการสอนเพื่อให้เกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 3 ด้าน คือ

1. ด้านพุทธิพิสัย คือ วัตถุประสงค์ที่มุ่งพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนที่เกี่ยวกับความสามารถทางสมองหรือสติปัญญา ด้านความรู้ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์การสังเคราะห์ และการประเมินค่า
2. ด้านจิตพิสัย คือ วัตถุประสงค์ที่มุ่งพัฒนาคุณลักษณะด้านจิตใจหรือความรู้สึกเกี่ยวกับความสนใจ เจตคติ และการปรับตัว เป็นต้น
3. ด้านทักษะพิสัย คือ วัตถุประสงค์ที่มุ่งพัฒนาความสัมพันธ์ระหว่างร่างกายและสมองที่มีความสามารถในการปฏิบัติจนมีทักษะ มีความชำนาญในการดำเนินงานต่างๆ

2. จุดมุ่งหมายของการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2530 : 29-30) กล่าวว่า จุดมุ่งหมายของการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพื่อเป็นการตรวจสอบความสามารถของสมรรถภาพทางสมองของบุคคลว่า เรียนแล้วรู้อะไรบ้าง และมีความสามารถด้านใด มากน้อยเท่าใด เช่น พฤติกรรมการจำ ความเข้าใจการนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่ามากน้อยอยู่ในระดับใด วัตถุประสงค์การเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดของ Klopfer. N.D (อ้างถึงใน ภพ เลหาไพบูลย์. 2540 : 95-100) มุ่งเน้นให้นักเรียนมีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ด้านต่างๆ คือ

1. ความรู้และความเข้าใจ ซึ่งอาจได้มาจากกระบวนการค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์
2. กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนได้แสดงพฤติกรรมถึงการมีส่วนร่วมในการสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง
3. การนำความรู้และวิธีการวิทยาศาสตร์ไปใช้ ทักษะปฏิบัติในการใช้เครื่องมือสามารถพัฒนาทักษะการใช้เครื่องมือปฏิบัติการและเทคนิคในการทดลองต่างๆ ไป ได้อย่าง ประณีตและปลอดภัย
4. เจตคติและความสนใจให้นักเรียนได้มีพัฒนาการเกี่ยวกับเจตคติและความสนใจวิทยาศาสตร์
5. การมีแนวโน้มในทางวิทยาศาสตร์ มุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีโลกทัศน์ที่กว้างและสามารถปรับตัวได้ดี

คณะกรรมการสาขาวิทยาศาสตร์ศึกษาของสมาคมอเมริกันเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ของสหรัฐอเมริกา (The American Association for the Advancement of

Science : AAAS) ได้กล่าว ถึงวัตถุประสงค์ทั่วไปในการสอนวิทยาศาสตร์ไว้ 5 ด้าน (ภพ เลหาไพบูลย์. 2540 : 90-91) คือ

1. ด้านความรู้ สามารถอ่านและบอกความหมายของข้อเท็จจริงทางวิทยาศาสตร์และ มโนคติทางวิทยาศาสตร์ อีกทั้งสามารถประยุกต์ใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ได้
 2. ด้านทักษะการใช้เครื่องมือ มีทักษะในการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ ตีความหมาย ข้อมูลและจัดทำแผนที่ กราฟ แผนภูมิ และตารางที่เหมาะสมกับปัญหาได้
 3. ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีทักษะในการแก้ปัญหาด้วย กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Method) ทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Science Process Skill) และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Attitude)
 4. ด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์ มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เช่น เป็นคนใจกว้าง ยอมรับข้อเท็จจริงใหม่ประกอบการพิจารณา ยังไม่สรุปจนกว่าจะมีข้อเท็จจริงเพียงพอ
 5. ด้านความนิยมวิทยาศาสตร์ มีความสนใจในวิทยาศาสตร์โดยการอ่านการรวบรวม การศึกษา หรือการเข้าร่วมในกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ เป็นการใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์ด้วย
- ดังนั้นในการตรวจสอบว่า การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์บรรลุวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ คือมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งด้านพุทธิพิสัย ด้านจิตพิสัยและด้านทักษะพิสัย มากน้อยเพียงใดนั้น จำเป็นต้องมีการวัดผลสัมฤทธิ์ ซึ่งในแต่ละด้านจะมีวิธีการวัดที่แตกต่างกันไป

3. ลักษณะของการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การวัดผลสัมฤทธิ์เป็นการตรวจสอบพฤติกรรมของผู้เรียนในด้านพุทธิพิสัย ซึ่งเป็นการวัด 2 องค์ประกอบ ตามจุดมุ่งหมายและลักษณะของวิชาที่เรียน ดังนี้ (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2530 : 29-30)

1. การวัดด้านการปฏิบัติ เป็นการตรวจสอบความรู้ความสามารถทางการปฏิบัติโดยให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงให้เห็นเป็นผลงานปรากฏออกมา ให้ทำการสังเกตและวัดได้ เช่น วิชา ศิลปศึกษา พลศึกษา การช่าง เป็นต้น การวัดแบบนี้จึงต้องใช้ข้อสอบภาคปฏิบัติ (Performance-Test) ซึ่งการประเมินผลจะพิจารณาที่การปฏิบัติ (Procedure) และผลงานที่ปฏิบัติ

2. การวัดด้านเนื้อหา เป็นการตรวจสอบความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเนื้อหาวิชา (Content) รวมถึงพฤติกรรมความสามารถในด้านต่างๆ อันเป็นผลมาจากการเรียนการสอนมีวิธีการสอบวัดได้ 2 ลักษณะ คือ

2.1 การสอบปากเปล่า (Oral Test) การสอบแบบนี้มักกระทำเป็นรายบุคคลซึ่งเป็นการสอบที่ต้องการดูผลเฉพาะอย่าง เช่น การสอบอ่านฟังเสียง การสอบสัมภาษณ์ ซึ่งต้องการดูการใช้ถ้อยคำในการตอบคำถาม รวมทั้งการแสดงความคิดเห็นและบุคลิกภาพต่างๆ เช่น การสอบวิทยานิพนธ์ ซึ่งต้องการวัดความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่ทำ ตลอดจนแง่มุมต่างๆ การสอบปากเปล่าสามารถสอบวัดได้ละเอียดลึกซึ้ง และคำถามก็สามารถเปลี่ยนแปลงหรือเพิ่มเติมได้ตามต้องการ

2.2 การสอบแบบให้เขียนตอบ (Paper-Pencil Test or Written Test) เป็นการสอบวัดที่ให้ผู้สอบเขียนเป็นตัวหนังสือตอบ ซึ่งมีรูปแบบการตอบอยู่ 2 แบบ คือ

2.2.1 แบบไม่จำกัดคำตอบ (Free Response Type) ซึ่งได้แก่ การสอบวัดที่ใช้ข้อสอบแบบอัตนัย หรือความเรียง (Essay Test) นั้นเอง

2.2.2 แบบจำกัดคำถาม (Fixed Response Type) ซึ่งเป็นการสอบที่กำหนดขอบเขตของคำถามที่จะให้ตอบ หรือกำหนดคำตอบมาให้เลือกการวัดผลสัมฤทธิ์ด้านเนื้อหา โดยการเขียนตอบนั้น เป็นที่นิยมแพร่หลายในโรงเรียนซึ่งเครื่องมือที่ใช้ในการสอบวัดเรียกว่าวัดสอบสัมฤทธิ์ หรือ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ (Achievement Test) การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านพุทธิพิสัย มุ่งวัดพฤติกรรมที่เกิดจากความสามารถทางสมองหรือด้านสติปัญญาของนักเรียน เมื่อผ่านกระบวนการเรียนการสอนแล้ว

ตามหลักของ Klopfer (อ้างถึงใน ภพ เลหาไพบูลย์. 2540 : 95-100) เน้นการวัดพฤติกรรม 4 ด้าน คือ 1) ด้านความรู้ 2) ด้านความเข้าใจ 3) ด้านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 4) ด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. พฤติกรรมด้านความรู้ หมายถึง พฤติกรรมที่แสดงว่านักเรียนมีความจำเรื่องต่างๆที่ได้รับจากการค้นคว้าด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จากการอ่านหนังสือและการฟังคำบรรยายซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์แบ่งเป็น 9 ประเภท คือ

- 1.1 ความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริง เป็นความจริงเฉพาะที่เล็กที่สุดของความรู้ซึ่งมีอยู่แล้วในธรรมชาติ สามารถสังเกตเห็นได้โดยตรงและทดสอบซ้ำแล้วได้ผลเหมือนเดิมทุกครั้ง
 - 1.2 ความรู้เกี่ยวกับคำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ ที่เป็นศัพท์เฉพาะทางวิทยาศาสตร์คำนิยามศัพท์และการใช้คำศัพท์ที่ถูกต้อง
 - 1.3 ความรู้เกี่ยวกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ หรือความคิดรวบยอด คือการนำความจริงเฉพาะหลายข้อที่มีความเกี่ยวข้องกันมาผสมผสานกันเป็นรูปใหม่
 - 1.4 ความรู้เกี่ยวกับข้อตกลง หมายถึง ข้อตกลงร่วมกันของนักวิทยาศาสตร์ในการใช้อักษรย่อสัญลักษณ์ และเครื่องหมายต่างๆ แทนคำพูดเฉพาะ
 - 1.5 ความรู้เกี่ยวกับแนวโน้มและลำดับขั้นตอน ปรากฏการณ์ธรรมชาติ บางอย่างมีการหมุนเวียนเป็นวัฏจักร เป็นวงจรชีวิต ซึ่งทำให้สามารถบอกลำดับขั้นตอนของปรากฏการณ์ต่างๆ ได้ถูกต้องหรือในการทำการทดลองวิทยาศาสตร์ก็จะมีลำดับขั้นตอนเช่นกัน
 - 1.6 ความรู้เกี่ยวกับการจำแนกประเภท จัดประเภทและเกณฑ์ ในการแบ่งสิ่งต่างๆ ออกเป็นประเภทนั้น ต้องมีเกณฑ์เป็นมาตรฐานในการแบ่ง ผู้เรียนต้องบอกหมวดหมู่ของสิ่งของหรือปรากฏการณ์ต่างๆ ได้ตามที่นักวิทยาศาสตร์กำหนดไว้และสามารถจดจำลักษณะหรือคุณสมบัติซึ่งใช้เป็นเกณฑ์ได้
 - 1.7 ความรู้เกี่ยวกับเทคนิคและกรรมวิธีทางวิทยาศาสตร์ เน้นเฉพาะความสามารถที่ผู้เรียนได้เรียนรู้เท่านั้น เป็นความรู้ที่ได้รับมาจากการบอกเล่าของครูหรือจากการอ่านหนังสือ ไม่ใช่ความรู้ ที่ได้มาจากการบวนการการเสาะแสวงหาความรู้
 - 1.8 ความรู้เกี่ยวกับหลักการและกฎวิทยาศาสตร์ หลักการเป็นความจริงที่ใช้เป็นหลักอ้างอิงได้จากการนำมโนคติหลายอันที่มีความเกี่ยวข้องกันมาผสมผสานเป็นรูปแบบใหม่ เป็นผลซึ่งนับว่าเป็นข้อสรุปที่ไม่ซับซ้อนมากนัก
 - 1.9 ความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ข้อความที่ใช้อธิบายและพยากรณ์ปรากฏการณ์ต่างๆ เป็นแนวคิดหลักที่ใช้อธิบายได้อย่างกว้างขวางในวิชานั้นๆ
2. พฤติกรรมด้านความเข้าใจ หมายถึง พฤติกรรมที่นักเรียนใช้ความคิดที่สูงกว่าความรู้ความจำ ซึ่งแบ่งเป็น 2 ประเภท ดังนี้

2.1 ความเข้าใจข้อเท็จจริง วิธีการ กฎเกณฑ์ หลักการ และทฤษฎีต่างๆ คือ สามารถบรรยายในรูปแบบใหม่ที่แตกต่างจากรูปแบบที่เคยเรียน

2.2 การแปลความหมายของความรู้ในรูปของสัญลักษณ์หนึ่งไปเป็นรูปอีก สัญลักษณ์หนึ่ง มีความเข้าใจเกี่ยวกับการแปลความหมายของข้อเท็จจริง คำศัพท์ มโนคติ หลักการและทฤษฎี ที่อยู่ในรูปของสัญลักษณ์หนึ่งไปเป็นรูปของสัญลักษณ์อื่นได้

3. พฤติกรรมด้านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมที่นักเรียน แสวงหาความรู้และแก้ปัญหาด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งการดำเนินการต้องอาศัย

1) วิธีการทางวิทยาศาสตร์ 2) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 3) เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์

3.1 วิธีการทางวิทยาศาสตร์ เป็นวิธีการใช้แสวงหาความรู้และแก้ปัญหาต่างๆ มีขั้นตอนดังนี้ 1) ระบุปัญหา 2) ตั้งสมมติฐาน 3) ทำการทดลอง 4) สังเกตขณะทดลอง 5) รวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล 6) ตรวจสอบข้อมูล 7) สรุปผลการทดลอง

3.2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เปรียบเสมือนเครื่องมือที่จำเป็นในการใช้แสวงหาความรู้และแก้ปัญหา แบ่งเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ ดังนี้คือ

3.2.1 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน (Basic Science Process Skill) ประกอบด้วยทักษะสำคัญ 8 ทักษะ คือ

- 1) ทักษะการสังเกต
- 2) ทักษะการวัด
- 3) ทักษะในการใช้เลขจำนวน
- 4) ทักษะการจำแนกประเภท
- 5) ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปสกับ

เวลา

- 6) ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
- 7) ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล
- 8) ทักษะการทำนาย

3.2.2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสม (Integrated Science Process Skill) ประกอบด้วยทักษะสำคัญ 5 ทักษะ คือ

- 1) ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร
- 2) ทักษะการตั้งสมมติฐาน
- 3) ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ
- 4) ทักษะการทดลอง
- 5) ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

3.3 เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นคุณลักษณะสำคัญที่เอื้อต่อการคิดและการค้นคว้าความคิดหรือทำที่ที่แสดงต่อเนื้อหาวิชา ประกอบด้วยลักษณะใหญ่ๆ 2 ประการ คือ เจตคติที่เกิดจากความรู้และเจตคติที่เกิดจากความรู้สึก ผู้มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ควรเป็นผู้มีคุณลักษณะดังต่อไปนี้ (Billeh And Zakhariades. 1975 :156 ; อ้างถึงใน ภพ เลหาไพบูลย์. 2540 : 12-13)

- 1) มีความอยากรู้อยากเห็น
- 2) มีความเพียรพยายาม และมีเหตุผล
- 4) มีความซื่อสัตย์และใจเป็นกลาง
- 5) มีความคิดรอบคอบก่อนตัดสินใจ
- 6) มีใจกว้างยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

4. พฤติกรรมด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ หมายถึง พฤติกรรมที่นักเรียนนำความรู้ มโนคติ หลักการ กฎ ทฤษฎี ตลอดจนวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ได้ โดยสามารถแก้ปัญหาได้อย่างน้อย 3 ประเภท คือ (พิมพ์นธ์ เดชะคุปต์. 2544 : 216)

4.1 แก้ปัญหาที่เป็นเรื่องของวิทยาศาสตร์ในสาขาเดียวกัน ส่วนมากเป็นสถานการณ์ทั่วไปในชั้นเรียนที่ผู้เรียนต้องนำความรู้หรือทักษะที่ได้จากการเรียนไปใช้แก้ปัญหาเรื่องอื่นที่อยู่ในวิชาเดียวกัน เช่น การตอบคำถามว่า ทำอย่างไรจึงจะให้ปฏิกิริยาเคมีนี้เกิดได้เร็วขึ้นปัญหานี้เกี่ยวกับวิชาเคมี เป็นต้น

4.2 การนำไปใช้แก้ปัญหาที่เป็นเรื่องของวิทยาศาสตร์สาขาอื่น มีลักษณะเป็นปัญหาเดี่ยวแต่เกี่ยวข้องกับวิชาวิทยาศาสตร์ 2 สาขาขึ้นไป เป็นการให้ผู้เรียนได้แก้ปัญหาใหม่ เช่นคำถามว่า ถ้าหินปูนเกิดขึ้นได้อย่างไร ปัญหานี้เกี่ยวกับวิชาฟิสิกส์และเคมี

4.3 แก้ปัญหาที่นอกเหนือไปจากเรื่องของวิทยาศาสตร์ ปัญหาที่นอกเหนือไปจากเรื่องของวิทยาศาสตร์นั้น หมายถึง เรื่องเทคโนโลยี ตัวอย่างคำถามที่แสดงถึงการนำไปใช้แก้ปัญหาทางเทคโนโลยี ได้แก่ ทำอย่างไรจึงจะเพิ่มผลผลิตข้าวโพดจากฟาร์มได้ถ้ารถบรรทุกขนาด 10 ตัน แล่นข้ามไปจะทำให้สะพานนี้พังหรือไม่ เป็นต้น

การวัดพฤติกรรมของการเรียนรู้ให้ตรงและสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ด้านวิชาการนั้นมีแบบทดสอบที่จัดว่าเป็นเครื่องมือในการวัดผลอยู่หลายชนิด แต่ละชนิดใช้ได้เหมาะสมกับสภาพของสิ่งที่ต้องการบางอย่าง เช่น การสังเกตเป็นการเฝ้ามองดูอย่างมีจุดประสงค์จะวัดด้วยการสังเกตได้ต่อเมื่อนั้นมีการแสดงพฤติกรรมภายนอกให้เห็น แต่การสังเกตก็มีขอบเขตจำกัดต่อเวลา และความแม่นยำในการสังเกต และเครื่องมือที่นิยมมากที่สุดในการวัดความรู้ความสามารถในการเรียนรู้ด้านนี้ก็คือแบบทดสอบ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2539 : 85)

4. การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

บุญชม ศรีสะอาด (2545 : 56-58) ได้กล่าวถึงการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยดำเนินการตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. วิเคราะห์จุดประสงค์ เนื้อหาวิชา และทำตารางกำหนดลักษณะข้อสอบขั้นแรกสุด ต้องทำการวิเคราะห์หาวิชา หรือหัวข้อที่สร้างข้อสอบวัดผลนี้มีจุดประสงค์ของการสอนหรือจุดประสงค์การเรียนรู้อะไรบ้าง ทำการวิเคราะห์เนื้อหาวิชาว่ามีโครงสร้างอย่างไร จัดเขียนหัวข้อใหญ่หัวข้อย่อยทุกหัวข้อ พิจารณาความเกี่ยวโยง ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาเหล่านั้น จากนั้นก็จัดทำตารางกำหนดลักษณะข้อสอบหรือที่เรียกว่าตารางวิเคราะห์หลักสูตร ตารางนี้มี 2 มิติ คือ ด้านเนื้อหาที่สมรรถภาพที่ต้องการวัด เขียนหัวข้อเนื้อหาที่เป็นหัวข้อเรื่องใหญ่ ๆ ตามหลักสูตรวิชานั้นลงไปในแต่ละแถวของตารางตามลำดับ ส่วนด้านบนจะเป็นสมรรถภาพซึ่งได้จากการวิเคราะห์จุดประสงค์และ ในการทำตารางกำหนดลักษณะของข้อสอบนั้น ขั้นแรกสุดพิจารณาว่าจะออกข้อสอบทั้งหมดกี่ข้อ เขียนจำนวนข้อลงในช่องรวมช่องสุดท้าย จากนั้นพิจารณาว่า หัวข้อเรื่องใดสำคัญมากน้อย เขียนลำดับความสำคัญลงไปแล้วกำหนดจำนวนข้อสอบที่จะวัดในแต่ละหัวข้อตามอันดับความสำคัญ จากนั้นกำหนดจำนวนข้อในแต่ละช่อง จำนวนข้อสอบที่จะวัดในแต่ละช่องขึ้นอยู่กับว่าเรื่องนั้นต้องการให้เกิดสมรรถภาพในด้านใดมากน้อยกว่ากัน

2. กำหนดแบบของข้อคำถาม และศึกษาวิธีการเขียนข้อสอบ ทำการพิจารณาและตัดสินใจว่าจะใช้ข้อคำถามรูปแบบใด ศึกษาวิธีการเขียนข้อสอบ ศึกษาวิธีการเขียนข้อสอบ หลักการเขียนคำถาม สมรรถภาพต่าง ๆ ศึกษาเทคโนโลยีในการเขียนข้อสอบเพื่อนำมาใช้เป็นหลักในการเขียนข้อสอบ

3. เขียนข้อสอบ โดยใช้ตารางกำหนดลักษณะของข้อสอบที่จัดทำไว้ชั้นที่ 1 เป็นกรอบ ซึ่งจะทำให้สามารถออกข้อสอบวัดได้ครอบคลุมทุกหัวข้อเนื้อหาและทุกสมรรถภาพส่วนรูปแบบและเทคนิคในการเขียนข้อสอบยึดตามที่ศึกษาในชั้นที่ 2

4. ตรวจสอบข้อสอบ นำข้อสอบที่ได้เขียนไว้ในชั้นที่ 3 มาพิจารณาทบทวนอีกครั้งหนึ่ง โดยพิจารณาความถูกต้องตามตารางกำหนดลักษณะข้อสอบหรือไม่ ภาษาที่ใช้เขียนมีความชัดเจนเข้าใจง่ายเหมาะสมดีแล้วหรือไม่ ตัวถูก ตัวลวง เหมาะสมกับเข้ากับหลักเกณฑ์หรือไม่หลังพิจารณาข้อบกพร่อง แล้วนำเอาข้อวิจารณ์นั้นมาพิจารณาปรับปรุงแก้ไขให้เหมาะสมยิ่งขึ้น

5. พิมพ์แบบทดสอบฉบับทดลอง นำข้อสอบ ทั้งหมดมาพิมพ์เป็นแบบทดสอบโดยพิมพ์คำชี้แจงหรือคำอธิบายวิธีการทำแบบทดสอบไว้ที่ปกของแบบทดสอบอย่างละเอียดและชัดเจน การจัดพิมพ์รูปแบบให้เหมาะสม

6. ทดลองใช้ วิเคราะห์คุณภาพ และปรับปรุง นำแบบทดสอบไปทดลองกับกลุ่มที่คล้ายกันกับกลุ่มตัวอย่างที่จะสอบจริง ซึ่งได้เรียนในวิชาเนื้อหาที่จะสอบแล้ว นำผลการสอบมาตรวจให้คะแนน ทำการวิเคราะห์คุณภาพ คัดเลือกเอาข้อที่มีคุณภาพเข้าเกณฑ์ตามจำนวนที่ต้องการ ถ้าข้อที่เข้าเกณฑ์มีจำนวนมากว่าที่ต้องการ ก็ตัดข้อที่มีเนื้อหามากกว่าที่ต้องการ ซึ่งเป็นข้อสอบที่มีอำนาจจำแนกต่ำสุดออกตามลำดับ นำเอาผลการสอบที่คิดเฉพาะข้อสอบเข้าเกณฑ์เหล่านั้นมาคำนวณหาค่าความเชื่อมั่น

7. พิมพ์แบบทดสอบฉบับจริง นำข้อสอบที่มีอำนาจจำแนกและระดับความยากเข้าเกณฑ์ตามจำนวน ที่ต้องการในชั้นตอนที่ 6 มาพิมพ์ เป็นแบบทดสอบฉบับที่จะใช้จริง ซึ่งจะต้องมีคำชี้แจงวิธีทำด้วย และในการพิมพ์นอกจากใช้รูปแบบที่เหมาะสมแล้ว ควรคำนึงถึงความประณีตความถูกต้อง ซึ่งจะต้องตรวจทานให้ดี

สมนึก ภัททิยธนี (2546 : 97) ได้กล่าวสรุปถึงการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่า

1. ครูผู้สอนควรทำความเข้าใจข้อสอบแต่ละชนิด และทุกครั้งที่ออกข้อสอบชนิดใด ควรคำนึงถึงหลักการออกข้อสอบชนิดนั้นๆ ด้วย

2. ข้อสอบชนิดใด ก็ตาม หากมีคุณสมบัติเป็นไปตามคุณลักษณะของแบบทดสอบที่ดี หลายประการ ก็เป็นข้อสอบที่ดีมากเท่านั้น

3. ปัจจุบันนักเรียนมีจำนวนมาก การพิมพ์และการตรวจข้อสอบสามารถใช้ เครื่องจักรกลแทนการตรวจด้วยคน จึงควรใช้ข้อสอบแบบเลือกตอบ

4. โดยทั่วไปในการสอบแต่ละครั้ง น่าจะใช้ข้อสอบเพียง 2 ชนิด ก็มีประสิทธิภาพ เพียงพอแล้ว ได้แก่ ข้อสอบ อัตนัยหรือความเรียง กับข้อสอบแบบเลือกตอบ ส่วนข้อสอบชนิด อื่นๆ น่าจะใช้เป็นเพียงแบบฝึกหัด หรืออาจจะใช้งานทดสอบย่อยเพื่อย่อย จูงใจให้นักเรียนสนใจ ในวิชาที่กำลังสอน และสามารถพัฒนาให้เป็นข้อสอบ 2 ชนิดนี้ กล่าวคือ

4.1 ถ้าเป็นข้อสอบแบบ กาลูก – กามิต ควรพัฒนาให้เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบ

4.2 ถ้าเป็นข้อสอบแบบ จับคู่ ควรพัฒนาให้เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบชนิด

ตัวเลือกคงที่

4.3 ถ้าเป็นข้อสอบ เต็มคำ หรือตอบสั้นๆ ควรพัฒนาให้เป็นข้อสอบแบบเลือก ตอบ (ถ้าให้ตอบสั้นๆ) หรือแบบอัตนัย (ถ้าให้ตอบยาว ๆ)

ข้อความดังกล่าวข้างต้นจึงสรุปได้ว่า การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนควรสร้างตามลำดับขั้นตอน เริ่มจากการวิเคราะห์จุดประสงค์เนื้อหาวิชา ทำตาราง วิเคราะห์ข้อสอบที่กำหนดรูปแบบของข้อคำถาม ศึกษาวิธีการเขียนข้อสอบ ตรวจทาน พิมพ์ แบบทดสอบฉบับทดลอง ทดลองใช้ วิเคราะห์คุณภาพและปรับปรุง แล้วพิมพ์แบบทดสอบฉบับ จริงคุณลักษณะที่ดีของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ชวาล แพร์ตกุล (2520 : 123-125) กล่าวว่าคุณลักษณะของแบบทดสอบที่ดีคือ

1. ต้องเที่ยงตรง (Validity) หมายถึงคุณสมบัติที่จะทำให้ผู้ใช้บรรลุจุดประสงค์ เป็นแบบทดสอบที่มีความเที่ยงตรงสูง คือ แบบทดสอบที่สามารถทำหน้าที่วัดสิ่งที่เราวัดได้อย่าง ถูกต้องตามความมุ่งหมาย

2. ต้องยุติธรรม (Fair) คือ โจทย์คำถาม ทั้งหลายไม่มีช่องทางแนะให้เด็กเดา คำตอบได้ ไม่เปิดโอกาสให้เด็กที่เกียจคร้านที่จะดูตำราแต่สอบได้ดี

3. ต้องถามลึก (Searching) วัดความลึกซึ่งของวิทยาการตามแนวตั้งมากกว่าที่จะวัดตามแนวกว้างว่ารู้มากน้อยเพียงใด
4. ต้องยั่วยุ (Exemplary) คำถามมีลักษณะท้าทาย ชักชวนให้คิด สอบแล้วมีความอยากรู้มากน้อยเพียงใด
5. ต้องจำเพาะเจาะจง (Finite) เด็กอ่านคำถามแล้วต้องเข้าใจแจ่มแจ้งว่าครูถามถึงอะไร หรือให้คิดอะไร ไม่ถามคลุมเครือ
6. ต้องเป็นปรนัย (Objectivity) หมายถึง คุณสมบัติ 3 ประการ คือ
 - 6.1 ต้องแจ่มชัดในความหมายของคำถาม
 - 6.2 แจ่มชัดในวิธีการตรวจ หรือมาตรฐานการให้คะแนน
 - 6.3 แจ่มชัดในการแปรความหมายของคะแนน
7. ต้องมีประสิทธิภาพ (Efficiency) คือสามารถให้คะแนนที่เที่ยงตรงและเชื่อถือได้มากที่สุด ภายในเวลา แรงงาน และเงินน้อยที่สุด
8. ต้องยากพอเหมาะสม (Difficulty)
9. ต้องมีอำนาจจำแนก (Discrimination) คือสามารถแยกเด็กออกเป็นประเภทได้ทุกระดับตั้งแต่อ่อนสุด จนถึงเก่งสุด
10. ต้องเชื่อมั่นได้ (Reliability) คือ ข้อสอบนั้นสามารถให้คะแนนได้คงที่แน่นอน ไม่แปรผัน

สมนึก ภัทธิยธนี (2546 : 67) ยังได้กล่าวอีกว่าแบบทดสอบจะมีคุณภาพเพียงใด ต้องมีลักษณะที่ดี 10 ประการ ดังนี้

1. ความเที่ยงตรง
2. ความเชื่อมั่น
3. ความยุติธรรม
4. ความลึกของคำถาม
5. ความยั่วยุ
6. ความจำเพาะเจาะจง
7. ความเป็นปรนัย
8. ประสิทธิภาพ

9. อำนาจจำแนก

10. ความยาก

5. กรอบแนวคิดในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

บุญชม ศรีสะอาด (2546 : 122-123) กล่าวว่า ในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพื่อนำไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูลนั้น นิยมสร้างโดยยึดตามการจำแนกจุดประสงค์ทางการศึกษา ด้านพุทธิพิสัยของบลูม (Bloom) ที่จำแนกจุดประสงค์ทางการศึกษาด้านพุทธิพิสัยออกเป็น 6 ประเภท ได้แก่ ความรู้ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า การสร้างข้อสอบถ้าวัดตาม 6 ประเภทเหล่านี้ ก็จะมีความครอบคลุมพฤติกรรมต่างๆ กรอบแนวคิดที่ใช้กันมากเช่นกันในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์คือ วัดตามจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้ ซึ่งจะกำหนดในรูปจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ครูผู้วิจัยจะออกข้อสอบตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ลักษณะนี้เป็นการวัดผลแบบอิงเกณฑ์ (Criterion Referenced Measurement ตัวย่อ CRM) ดังนั้น จึงสามารถสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นความสามารถทางการเรียนซึ่งอาจเป็นผลมาจากการกระทำที่อาศัยความสามารถทางร่างกายหรือสมองซึ่งแสดงออกในรูปความสำเร็จความรู้ที่เกิดขึ้นในตัวผู้เรียน ภายหลังจากการศึกษาในเรื่องนั้นมาแล้ว ขนาดความสำเร็จที่ได้จากกระบวนการเรียนการสอนทั้งด้านพุทธิพิสัย จิตพิสัย และทักษะพิสัย สามารถสังเกตและวัดได้ด้วยเครื่องมือทางจิตวิทยาหรือแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั่วไป และในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือกข้อสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ (4 ตัวเลือก) ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ประกอบด้วยการวัดพฤติกรรมด้านความรู้ ความเข้าใจ และการนำไปใช้

การคิดวิเคราะห์

1. ความหมายของการคิดวิเคราะห์

ความสามารถในการคิดวิเคราะห์เป็นความสามารถทางสมองที่นักการศึกษาและนักจิตวิทยาได้ศึกษาและให้นิยามไว้ดังนี้

ศิริกาญจน์ โกสุมภ์ และดารณี คำวังณี (2544 : 51) ได้ให้ความหมายของการคิด

วิเคราะห์ว่า หมายถึง ความสามารถในการคิดแยกแยะเรื่องราวใดๆ ออกเป็นส่วนย่อยๆ ว่าสิ่งเหล่านั้นมีองค์ประกอบกันเช่นไร

เพ็ญศรี จันทรดวง (2545 : 90) อธิบายว่าเป็นวิธีคิดแยกแยะองค์ประกอบหรือลักษณะของสิ่งต่าง ๆ เรื่องราวหรือเหตุการณ์การคิดในระดับนี้ต้องอาศัยความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริงหรือข้อมูลทางทฤษฎีมาเป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์ จึงสามารถอธิบายได้ว่า เรื่องราวหรือเหตุการณ์ต่างๆ เหล่านี้อยู่ในสภาพใด และอาจบอกได้ว่ามีแนวโน้มไปในทางใด

สมนึก ภัทธิยธนี (2546 : 144) ได้ให้ความหมายของการคิดวิเคราะห์ว่า หมายถึง การแยกแยะพิจารณาดูรายละเอียดของสิ่งต่างๆ หรือเรื่องราวต่างๆ ว่า มีชิ้นส่วนใดสำคัญที่สุด สองชิ้นส่วนใดสัมพันธ์กันมากที่สุด และชิ้นส่วนเหล่านั้นอยู่รวมกันได้หรือทำงานได้เพราะใช้หลักการใดลักษณะของการวิเคราะห์คือ การใช้วิจารณ์ญาณเพื่อไตร่ตรองนั่นเอง

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2546 : 24) ได้กล่าวไว้ว่า การคิดเชิงวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการจำแนก แจกแจงองค์ประกอบต่าง ๆ ของสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือเรื่องใดเรื่องหนึ่ง และหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผลระหว่างองค์ประกอบเหล่านั้น เพื่อค้นหาสาเหตุที่แท้จริงของสิ่งที่เกิดขึ้น

สุวิทย์ มุลคำ (2545 : 9) ได้ให้ความหมาย ของการคิดวิเคราะห์ว่า หมายถึง ความสามารถในการจำแนก แยกแยะ องค์ประกอบต่างๆ ของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งอาจจะเป็นวัสดุสิ่งของ เรื่องราวหรือเหตุการณ์และหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผลระหว่างส่วนประกอบเหล่านั้น เพื่อค้นหาสภาพความเป็นจริงหรือสิ่งสำคัญของสิ่งที่กำหนดให้

สุรศักดิ์ หลาบมาลา (2547 : 38-39) ได้ให้ความหมายของการคิดวิเคราะห์ว่า หมายถึง ความสามารถในการคิดแยกแยะออกเป็นส่วนๆ และมีการประเมินผล มองเห็นจุดดีก็นำจุดดีไปใช้ประโยชน์

ลักขณา สรวิวัฒน์ (2549 : 69) ได้กล่าวว่า การคิดวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการแยกแยะส่วนย่อย ๆ ของเหตุการณ์ เรื่องราว หรือเนื้อเรื่องต่าง ๆ ว่าประกอบด้วยอะไร มีจุดมุ่งหมายหรือประสงค์สิ่งใด และส่วนย่อย ๆ ที่สำคัญนั้นแต่ละเหตุการณ์เกี่ยวพันกันอย่างไรบ้าง และเกี่ยวพันกันโดยอาศัยหลักการใด เพื่อให้เกิดความชัดเจนและความเข้าใจจนสามารถนำไปสู่การตัดสินใจได้อย่างถูกต้องเหมาะสม

ประพันธ์ศิริ สุเลารัจ (2551 : 48) ได้ให้ความหมายของการคิดวิเคราะห์ว่าหมายถึง ความคิดในการจำแนกแยกแยะข้อมูลและองค์ประกอบของสิ่งต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นวัตถุเรื่องราว เหตุการณ์ต่าง ๆ ออกเป็นส่วนย่อย ๆ เพื่อค้นหาความจริง ความสำคัญ แก่นแท้ขององค์ประกอบหรือ หลักการของเรื่องนั้นๆ ทั้งที่แฝงอยู่ภายในสิ่งต่าง ๆ หรือปรากฏได้อย่างชัดเจนรวมทั้งหา ความสัมพันธ์และความเชื่อมโยงของสิ่งต่าง ๆ ว่าเกี่ยวพันกันอย่างไร อาศัยหลักการใดจนได้ ข้อสรุปและนำไปประยุกต์ใช้ในการทำนายหรือคาดการณ์สิ่งต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง

Good (1973 : 31) ได้ให้ความหมายของการคิดวิเคราะห์ว่า หมายถึงความสามารถ ของบุคคลในการกำหนดปัญหา แยกแยะปัญหา และการหาวิธีการหรือเทคนิคต่างๆเพื่อนำมาใช้ ในการแก้ปัญหา

จากนิยามข้างต้นสรุปได้ว่า การคิดวิเคราะห์ หมายถึงความสามารถในการจำแนก แยกแยะองค์ประกอบต่าง ๆ ของสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือเรื่องใดเรื่องหนึ่งและหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผล ระหว่างองค์ประกอบเหล่านั้น เพื่อค้นหาสาเหตุที่แท้จริงของสิ่งที่เกิดขึ้น โดยอาศัยข้อมูล ข้อเท็จจริง ความรู้มาเป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์ จนสามารถสรุปหรือพิจารณาตัดสิน และอาจ บอกได้ว่ามีแนวโน้มไปในทางใด

2. องค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2546 : 26-30) ได้อธิบายถึงองค์ประกอบของการคิด วิเคราะห์ออกเป็น 4 ประการ คือ

1. ความสามารถในการตีความ เราไม่สามารถวิเคราะห์สิ่งต่าง ๆ ได้หากไม่เริ่มต้น ด้วยการทำความเข้าใจข้อมูลที่ปรากฏ เริ่มแรกเราจึงต้องพิจารณาข้อมูลที่ได้รับว่าอะไรเป็นอะไร ด้วยการตีความ การตีความ (Interpretation) หมายถึงการพยายามทำความเข้าใจ และให้ เหตุผลแก่สิ่งที่เราต้องการจะวิเคราะห์เพื่อแปลความหมายที่ไม่ปรากฏโดยตรงของสิ่งนั้น เป็นการ สร้างความเข้าใจต่อสิ่งที่ต้องการวิเคราะห์ โดยสิ่งนั้นไม่ได้ปรากฏโดยตรงคือ ตัวข้อมูลไม่ได้บอก โดยตรง แต่เป็นการสร้างความเข้าใจที่เกินกว่าสิ่งที่ปรากฏ อันเป็นการสร้างความเข้าใจบน พื้นฐานของสิ่งที่ปรากฏในข้อมูลที่น่ามาวิเคราะห์ เกณฑ์ที่แต่ละคนใช้เป็นมาตรฐานในการตัดสิน หรือเป็นไม้เมตรที่แต่ละคนสร้างขึ้นในการตีความนั้น ย่อมแตกต่างกันไปตามความรู้

ประสบการณ์และค่านิยมของแต่ละบุคคล เช่น การตีความจากความรู้ การตีความจากประสบการณ์ การตีความจากข้อเขียน

2. ความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่จะวิเคราะห์ เราจะคิดวิเคราะห์ที่ได้ดีนั้นจำเป็นต้องมีความรู้ความเข้าใจพื้นฐานในเรื่องนั้น เพราะความรู้จะช่วยในการกำหนดขอบเขตของการวิเคราะห์แจ่มแจ้งและจำแนกได้ว่าเรื่องนั้นเกี่ยวข้องกับอะไร มีองค์ประกอบย่อย ๆ อะไรบ้างมีทั้งหมดหมู่จัดลำดับความสำคัญอย่างไร และรู้ว่าอะไรเป็นสาเหตุก่อให้เกิดอะไร การวิเคราะห์ของเราในเรื่องนั้นจะไม่สมเหตุสมผลเลยหากเราไม่มีความรู้ความเข้าใจเรื่องนั้น เราจำเป็นต้องใช้ความรู้ที่เกี่ยวข้องเข้ามาเป็นองค์ประกอบในการคิด ถ้าเราขาดความรู้ เราอาจไม่สามารถวิเคราะห์หาเหตุผลได้ว่าเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น

3. ความช่างสังเกต ช่างสงสัยและช่างถาม นักคิดเชิงวิเคราะห์จะต้องมีองค์ประกอบทั้งสามนี้ร่วมด้วยคือ ต้องเป็นคนช่างสังเกต สามารถค้นพบความผิดปกติท่ามกลางสิ่งที่ดูอย่างผิวเผินแล้วเหมือนไม่มีอะไรเกิดขึ้น ต้องเป็นคนช่างสงสัย เมื่อเห็นความผิดปกติไม่ละเลยไป แต่หยุดพิจารณา ขบคิด ไตร่ตรองและต้องเป็นคนช่างถาม ชอบตั้งคำถามกับตัวเองและคนรอบ ๆ ข้างเกี่ยวกับสิ่งที่เกิดขึ้น เพื่อนำไปสู่การคิดต่อเกี่ยวกับเรื่องนั้น การตั้งคำถามจะนำไปสู่การสืบค้นความจริงและเกิดความชัดเจนในประเด็นที่ต้องการวิเคราะห์ขอบเขตคำถามที่เกี่ยวข้องกับการคิดเชิงวิเคราะห์ จะยึดหลักการตั้งคำถามโดยใช้หลัก 5W 1 H คือ ใคร (Who) ทำอะไร (What) ที่ไหน (Where) เมื่อไร (When) ทำไม (Why) อย่างไร (How) คำถามเหล่านี้อาจไม่จำเป็นต้องใช้ทุกข้อ เพราะการตั้งคำถามมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้เกิดความชัดเจน ครอบคลุมและตรงประเด็นที่เราต้องการสืบค้น

4. ความสามารถในการหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผล นักคิดเชิงวิเคราะห์จะต้องมีความสามารถในการหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผล สามารถค้นหาคำตอบได้ว่า

- ...อะไรเป็นสาเหตุให้เกิดสิ่งนี้
- ...เรื่องนั้นเชื่อมโยงกับเรื่องนี้ได้อย่างไร
- ...เรื่องนี้ใครเกี่ยวข้องบ้าง เกี่ยวข้องกันอย่างไร
- ...เมื่อเกิดเรื่องนี้ จะส่งผลกระทบต่ออย่างไรบ้าง
- ...สาเหตุที่ก่อให้เกิดเหตุการณ์

...องค์ประกอบใดบ้างที่นำไปสู่สิ่งนั้น

...วิธีการ ขั้นตอนการทำให้เกิดสิ่งนี้

...แนวทางแก้ปัญหาที่มีอะไรบ้าง

...และคำถามอื่นๆ ที่มุ่งหมายการออกแรงทางสมองให้ต้องขบคิดอย่างมี

เหตุมีผลเชื่อมโยงกับเรื่องที่เกิดขึ้น

นักคิดเชิงวิเคราะห์จึงต้องเป็นผู้ที่มีความสามารถในการใช้เหตุผล จำแนกแยกแยะได้ว่า สิ่งใดเป็นความจริง สิ่งใดเป็นความเท็จ สิ่งใดมีองค์ประกอบในรายละเอียดเชื่อมโยงสัมพันธ์กันอย่างไร เป็นเหมือนคนที่ใส่แว่นเพื่อดูภาพยนตร์ 3 มิติ ขณะที่คนทั่วไปไม่ได้ใส่แว่นจะดูไม่รู้เรื่อง เพราะจะเห็นเพียง 2 มิติ ที่เป็นภาพระบบ แต่เมื่อใส่แว่นแล้วจะเห็นภาพในแนวลึก มองเห็นความซับซ้อนที่อยู่ภายใน รู้ว่าแต่ละสิ่งจัดเรียงลำดับกันอย่างไร รู้เหตุผลที่อยู่บนหลังการกระทำรู้ อารมณ์ความรู้สึกที่ซ่อนอยู่เบื้องหลังสีหน้าและการแสดงออก

การคิดเชิงวิเคราะห์ช่วยให้เราเข้าใจข้อเท็จจริง รู้เหตุผลเบื้องหลังของสิ่งที่เกิดขึ้นเข้าใจความเป็นมาเป็นของเหตุการณ์ต่างๆ รู้ว่าเรื่องนั้น มีองค์ประกอบอะไรบ้าง รู้ว่าอะไรเป็นอะไรทำให้เรา ได้ข้อเท็จจริงที่เป็นฐานความรู้ในการนำไปใช้ในการตัดสินใจแก้ปัญหา การประเมินและการตัดสินใจเรื่องต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง

3. ลักษณะของการคิดวิเคราะห์

การคิดวิเคราะห์ตามแนวของ Bloom (1956 ; อ้างถึงใน ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2539 : 41-44) กล่าวว่า การคิดวิเคราะห์เป็นความสามารถในการแยกแยะเพื่อหา ส่วนย่อยของเหตุการณ์เรื่องราวหรือเนื้อหาต่างๆ ที่ต้องการวิเคราะห์ว่าประกอบด้วยอะไร มีความสำคัญอย่างไร อะไรเป็นเหตุ อะไรเป็นผลและที่เป็นเหตุอย่างนั้นอาศัยหลักการอะไร การวิเคราะห์แบ่งแยกออกเป็น 3 ลักษณะ ดังนี้

1. วิเคราะห์ความสำคัญ หมายถึงการแยกแยะสิ่งที่กำหนดมาให้ว่าอะไรสำคัญหรือ จำเป็นหรือมีบทบาทที่สุด ตัวไหนเป็นเหตุ ตัวไหนเป็นผล
2. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ หมายถึง การค้นหาว่าความสำคัญย่อยของ เรื่องราว หรือเหตุการณ์นั้นเกี่ยวพันกันอย่างไร สอดคล้องหรือขัดแย้งกันอย่างไร
3. วิเคราะห์หลักการ หมายถึง การค้นหาโครงสร้างและระบบของวัตถุสิ่งของ

เรื่องราว และการกระทำต่างๆ ว่าสิ่งเหล่านั้นรวมกันจนดำรงสภาพเช่นนั้นอยู่ได้เนื่องจากอะไร โดยยึดอะไรเป็นหลักเป็นแกนกลาง มีสิ่งใดเป็นตัวเชื่อมโยง ยึดถือหลักการโดยมีเทคนิคอย่างไร หรือยึดคติใด

ศิริกาญจน์ โกสุมภ์ และดารณี คำวัจน์ (2544 : 51) ได้จำแนกการคิดวิเคราะห์ออกเป็น 3 ลักษณะ ดังนี้

1. การวิเคราะห์ส่วนประกอบ เป็นความสามารถในการหาส่วนประกอบที่สำคัญของสิ่งของและเรื่องราวความสำคัญต่าง ๆ เป็นความสามารถในการบอกความแตกต่างระหว่างข้อเท็จจริงกับความคิดเห็น ความแตกต่างจากข้อสรุปจากข้อเท็จจริงที่นำมาสนับสนุน เช่น การวิเคราะห์ส่วนประกอบที่สำคัญ สาเหตุและสาระสำคัญของเรื่อง

2. การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ เป็นความสามารถในการหาความสัมพันธ์ของส่วนสำคัญต่าง ๆ ว่าเป็นการระบุนความสัมพันธ์ระหว่างความคิด ความสัมพันธ์ในเชิงเหตุและผลและความแตกต่างระหว่างข้อโต้แย้งที่เกี่ยวข้องและไม่เกี่ยวข้อง

3. การวิเคราะห์หลักการ เป็นความสามารถในการหาหลักการของความสัมพันธ์ของส่วนสำคัญในเรื่องนั้น ๆ ว่า สัมพันธ์กันอยู่โดยอาศัยหลักการใด เป็นความสามารถในการให้ผู้เรียน ค้นหาหลักการของเรื่อง ระบุจุดประสงค์ของผู้เรียน ประเด็นที่สำคัญของเรื่องเทคนิคที่ใช้ในการชักจูงผู้อ่าน และรูปแบบของภาษาที่ใช้ เช่น การบอกหรือการอธิบายสิ่งที่เป็นใจความสำคัญ ความสัมพันธ์ และหลักการของสิ่งที่เรารู้

สุวิทย์ มูลคำ (2551 : 23-24) ได้จำแนกการคิดวิเคราะห์ออกเป็น 3 ลักษณะ ดังนี้

1. การวิเคราะห์ส่วนประกอบ เป็นความสามารถในการหาส่วนประกอบที่สำคัญของสิ่งของหรือเรื่องราวต่างๆ เช่น การวิเคราะห์ส่วนประกอบของพืช สัตว์ ข้าว หรือเหตุการณ์ เป็นต้น

2. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ เป็นความสามารถในการหาความสัมพันธ์ของส่วนสำคัญต่างๆ โดยการระบุนความสัมพันธ์ระหว่างความคิด ความสัมพันธ์ในเชิงเหตุผล หรือความแตกต่างระหว่างข้อโต้แย้งที่เกี่ยวข้องและไม่เกี่ยวข้อง

3. การวิเคราะห์หลักการ เป็นความสามารถในการหาหลักการความสัมพันธ์ส่วน

สำคัญในเรื่องนั้น ๆ ว่าสัมพันธ์กันโดยอาศัยหลักการใด เช่น การให้ผู้เรียนค้นหาหลักการของเรื่อง การระบุจุดประสงค์ของผู้เรียน ประเด็นสำคัญของเรื่อง เทคนิคที่ใช้ในการจูงใจผู้อ่านและรูปแบบของภาษาที่ใช้ เป็นต้น

จากการศึกษาลักษณะการคิดวิเคราะห์สรุปได้ว่า ลักษณะของการคิดวิเคราะห์นั้น จะต้องกำหนดสิ่งที่จะต้องวิเคราะห์ กำหนดจุดประสงค์ที่ต้องการจะวิเคราะห์ แล้วจึงวิเคราะห์ โดยใช้วิธีการพิจารณาแยกแยะ เพื่อรวบรวมประเด็นสำคัญหาคำตอบให้กับคำถาม โดยมีลักษณะของการคิดวิเคราะห์ความสัมพันธ์ วิเคราะห์ความสำคัญและวิเคราะห์หลักการ ของเรื่องราวหรือเหตุการณ์ต่างๆ ซึ่งผู้วิจัยได้ใช้เป็นแนวทางในการวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน

4. ขั้นตอนของวิธีคิดวิเคราะห์

เพ็ญศรี จันทรวง (2545 : 90) ได้อธิบายถึงขั้นตอนการคิดวิเคราะห์ไว้ 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. กำหนดขอบเขตหรือนิยามสิ่งที่เราจะวิเคราะห์ให้ชัดเจนว่าจะวิเคราะห์อะไร
2. กำหนดจุดมุ่งหมายให้ชัดเจนว่าจะวิเคราะห์เพื่ออะไร
3. พิจารณาหลักความรู้หรือทฤษฎีที่เกี่ยวข้องว่าใช้หลักใดเป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์
4. ใช้หลักความรู้ให้ตรงกับเรื่องที่จะวิเคราะห์เป็นกรณี ๆ ไป และจะต้องรู้ว่าควร จะวิเคราะห์อย่างไร
5. สรุปและรายงานผลการวิเคราะห์ให้เป็นระเบียบชัดเจน

5. ประโยชน์ของการคิดวิเคราะห์

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2546 : 32-46) ได้อธิบายถึงประโยชน์ของการคิดวิเคราะห์ไว้ดังนี้

1. ช่วยส่งเสริมความฉลาดทางสติปัญญา
2. ช่วยให้คำนึงถึงความสมเหตุสมผลของขนาดกลุ่มตัวอย่าง
3. ช่วยลดการอ้างประสบการณ์ส่วนตัวเป็นข้อสรุปทั่วไป
4. ช่วยขุดค้นสาระของความประทับใจครั้งแรก

5. ช่วยตรวจสอบการคาดคะเนบนฐานความรู้เดิม
6. ช่วยวินิจฉัยข้อเท็จจริงจากประสบการณ์ส่วนบุคคล
7. เป็นพื้นฐานการคิดในมิติอื่นๆ
8. ช่วยในการแก้ปัญหา
9. ช่วยในการประเมินและตัดสินใจ
10. ช่วยให้ความคิดสร้างสรรค์สมเหตุสมผล
11. ช่วยให้เข้าใจแจ่มกระจ่าง

วนิช สุธาร์ตน์ (2547 : 135) สรุปประโยชน์ของการคิดได้ดังนี้

1. สามารถปฏิบัติงานอย่างมีหลักการและเหตุผล และได้งานที่มีประสิทธิภาพ
2. สามารถประเมินงานโดยใช้กฎเกณฑ์อย่างสมเหตุสมผล
3. สามารถประเมินตนเองอย่างมีเหตุผล และมีความสามารถในการตัดสินใจได้

อย่างดี

4. ช่วยให้สามารถ แก้ปัญหาอย่างมีเหตุผล
5. ช่วยให้สามารถกำหนดเป้าหมาย รวบรวมข้อมูลที่ชัดเจน ค้นหาความรู้ทฤษฎี

หลักการตั้งข้อสันนิษฐาน ที่ความหมาย ตลอดจนการหาข้อสรุปได้ดี

6. ช่วยให้ผู้คิดมีความสามารถในการใช้ภาษาได้อย่างถูกต้อง จนถึงขั้นมีความสามารถเป็นนายของภาษาได้
7. ช่วยให้คิดได้อย่างชัดเจน คิดได้อย่างถูกต้อง คิดอย่างกว้าง คิดอย่างลึกและคิดอย่างสมเหตุสมผล

8. ช่วยให้เกิดปัญญา มีความรับผิดชอบ มีระเบียบวินัย มีความเมตตาและมีบุคลิกภาพในทางสร้างประโยชน์ต่อสังคม

9. ช่วยพัฒนาความสามารถในการเรียนรู้ตลอดชีวิตอย่างต่อเนื่องในสถานการณ์ที่โลกมีการเปลี่ยนแปลงสู่ยุคสารสนเทศและเทคโนโลยีจะเห็นได้ว่าการคิดวิเคราะห์มีประโยชน์ต่อบุคคลอย่างหาค่ามิได้ ตั้งแต่ช่วยให้บุคคล มีหลักการ มีเหตุผล ทำงานทุกอย่างด้วยการมีเป้าหมาย มีความคิดทุกขั้นตอนที่ชัดเจน เกิดปัญญาสร้างเสริมและพัฒนาความสามารถทางภาษาและเพิ่มพูนศักยภาพการเรียนรู้ของบุคคลให้ก้าวหน้า ยิ่งขึ้น และสามารถตัดสินใจได้อย่าง

เหมาะสมถูกต้อง ทำให้เกิดความสำเร็จในการทำงานเป็นอย่างดีประโยชน์ของการคิดวิเคราะห์ พอสรุปได้ว่า ช่วยให้สามารถแก้ปัญหาอย่างมีหลักการ มีเหตุผล ประเมิน ตัดสินใจ และสรุป ข้อมูลต่าง ๆ ที่รับรู้ด้วยความสมเหตุสมผลและถูกต้อง

6. การพัฒนาการคิดวิเคราะห์

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2546 : 148-162) ได้อธิบายว่าผู้ที่ต้องการคิดเชิง วิเคราะห์ได้ดีนั้น ควรพัฒนานิสัยการคิดในชีวิตประจำวันให้เคยชินที่จะกระทำสิ่งต่าง ๆ ดังนี้

1. ช่างสังเกต ช่างสงสัย ช่างใคร่ครวญ นับเป็นสัญชาตญาณที่มีอยู่ทั้งในคนและ สัตว์ แตกต่างกันที่ความสงสัยของสัตว์นั้นนำไปสู่ความกล้า ๆ กลัว ๆ ในการเข้าไปดมกลิ่นหา ข้อพิสูจน์หรือมิฉะนั้นจะรีบถอยหนีไปห่าง ๆ ส่วนความสงสัยของมนุษย์นำไปสู่การค้นหาคำ ความจริงโดยเริ่มต้นที่ความคิดก่อน เช่น การที่นักวิทยาศาสตร์ยุคแรก ๆ ค้นพบสิ่งใหม่ ๆ ให้กับโลกเรานั้น เนื่องจากความช่างสังเกตความเป็นไปของสิ่งต่าง ๆ รอบ ๆ ตัว และเมื่อเห็นสิ่งผิดปกติ ค้นพบ สิ่งแปลกใหม่จึงเกิดการตั้งสมมติฐาน จากนั้นจึงทำการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานนั้น โดย นำมาวิเคราะห์ แยกแยะองค์ประกอบ หาคำความสัมพันธ์เชิงเหตุผล และทดลองซ้ำ ๆ เพื่อความ แน่ใจในผลที่เกิดขึ้น

2. ช่างซักไซ้ ช่างไต่ถาม ช่างแจกแจง นักคิดเชิงวิเคราะห์มักจะไม่วอกแวกกับความ คลุมเครือ ชอบรู้เห็น และเข้าใจสิ่งต่าง ๆ อย่างชัดเจน จึงเรียกได้ว่าต้องเป็นคนที่ชอบซักไซ้ไล่ เลียงเป็นนักตั้งคำถาม และเป็นคนที่ชอบแจกแจงเรื่องที่เกิดขึ้นให้กระจ่าง นอกจากนี้ยังไม่ชอบ การกล่าวอ้างลอย ๆ หรือสรุปความตามความรู้ปลายแถวของผู้รู้คนอื่น ๆ แต่วิเคราะห์ข้อมูลที่ รับมาอย่างเฉพาะเจาะจง

3. ช่างสืบค้น ช่างสะสม ช่างเรียนรู้ การคิดเชิงวิเคราะห์จะทำได้ ถ้าเรามีความรู้ และ ความเข้าใจในเรื่องที่เราจะวิเคราะห์ ถ้าเราไม่มีความรู้ เราจะไม่สามารถเชื่อมโยง ความสัมพันธ์เชิงเหตุผล ไม่รู้ว่าจริงหรือไม่จริงอย่างไร ยิ่งในเรื่องใหญ่ ๆ เรามักจะต้องใช้ความรู้ที่ เกี่ยวข้องกับเรื่องนั้นๆ และต้องเรียนรู้สภาพจริงที่เกิดขึ้นในเวลานั้น เพื่อให้สามารถวิเคราะห์ได้ อย่างเข้าใจ

4. ช่างคิด ช่างวิเคราะห์ ไม่อ้างว่าไม่มีเวลาคิด นักคิดวิเคราะห์จะต้องไม่คิดว่าการใช้เวลาในการใคร่ครวญเป็นการเสียเวลา พลัดโอกาสหาเงินหาทอง เลียนแบบผู้อื่นง่ายและเร็วกว่า หรือฟังคำปรึกษาจากคนอื่นแล้วนำมาใช้เลยน่าจะแก้ปัญหได้ดีกว่า เราควรตระหนักว่าหากเรายอมเสียเวลาในตอนแรก ๆ คิดใคร่ครวญเกี่ยวกับงานของเรา ชีวิตส่วนตัวของเรา เพื่อหาทางแก้ปัญหามาทางเลือกที่ดีที่สุดให้กับตนเอง เราจะเกิดความเข้าใจ เกิดการคิดเป็น วิเคราะห์เป็น ประเมินเป็นและตัดสินใจเป็น อันจะช่วยให้เราสามารถคิดในเรื่องต่าง ๆ ในสถานการณ์ที่แตกต่างกันออกไปได้

5. ช่างคิดให้ครบ คิดให้ทะลุปรุโปร่ง นักคิดเชิงวิเคราะห์จะเป็นคนที่ไม่ชอบความคลุมเครือ ชอบเห็นอะไรแล้วเข้าใจว่าเป็นอะไร ไม่หลงเชื่อหรือคล้อยตามเรื่องใด ๆ อย่างง่าย ๆ โดยไม่มีเหตุผล แต่จะพยายามคิดให้ทะลุปรุโปร่ง คิดให้เห็นความกระจ่างถ่องแท้ คิดในประเด็นที่จะคิดอย่างครบถ้วนสมบูรณ์

สุวิทย์ มูลคำ (2547 : 31-34) กล่าวว่า เทคนิคการพัฒนาความสามารถในการคิด การคิดอย่างมีประสิทธิภาพ ไม่ได้เกิดขึ้นเองตามเวลา ต้องอาศัยการฝึกฝน เทคนิควิธีการทำให้เกิดเทคนิคที่น่าสนใจมีดังนี้

1. เทคนิคหมวก 6 ใบ โดยให้บุคคลสวมหมวกสีต่าง ๆ แล้วแสดงบทบาทตามสีที่กำหนดเป็นการฝึกการคิดหลายด้าน
2. เทคนิคการใช้คำถาม คำถามเป็นคำพูดที่ต้องการคำตอบ หรือการตอบสนอง เป็นเครื่องมือสำคัญในการแสวงหาข้อมูล หรือแปลความหมายของข้อมูล เป็นสิ่งที่ทำให้อยากรู้ อยากรู้อยากเห็น และช่วยให้เกิดความคิด เช่น ถามเพื่อเปรียบเทียบ ถามเพื่อตัดสินใจ ถามเพื่อจำแนก ถามความสัมพันธ์ ถามให้แสดงความคิดเห็น
3. เทคนิคการใช้ผังกราฟิก เป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพช่วยให้มองเห็นความสัมพันธ์เชื่อมโยงระหว่างข้อมูลอย่างมีเหตุผล มีหลายรูปแบบ เช่น ผังมโนทัศน์ (Concept Map) ผังความคิด (Mind Map) ผังแบบขั้นบันได ผังวัฏจักร
4. เทคนิคการใช้รูปภาพ ฝึกให้นักเรียนคิด โดยใช้ทักษะการสังเกต การพิจารณา ซึ่งจะช่วยให้เห็นภาพชัดเจน

5. เทคนิคของ Chenfeld เป็นการฝึกทักษะการสังเกต การสำรวจ ในลักษณะ การคิดคล่อง การใช้จินตนาการ การเปรียบเทียบเชื่อมโยง อาจมีเหตุผลหรือไม่มี อาจถูกหรือผิด แต่เป็นการกระตุ้นให้เกิดความคิด โดยใช้คำถามกระตุ้นให้เกิดการขยายขอบเขตการคิดสร้าง จินตนาการ และถ่ายทอดความคิดออกมาในลักษณะการพูดหรือการเขียนเช่น มีอะไรอีก.....ถ้า มี.....อะไรจะเกิดขึ้น ถ้าไม่มี.....จะเป็นอย่างไร

6. เทคนิคการใช้นิทาน/เรื่องเล่า กระตุ้นให้เกิดความคิดหลากหลาย จินตนาการ เปรียบเทียบ เชื่อมโยง มีเหตุผล

7. เทคนิคการใช้สถานการณ์/ปัญหา เป็นการฝึกให้นักเรียนคิดและสร้างทางเลือก ที่หลากหลาย ซึ่งสามารถใช้สถานการณ์จากเรื่องจริง จากสื่อ สิ่งพิมพ์เหตุการณ์ที่น่าสนใจให้ นักเรียนตั้งคำถาม หาวิธีอธิบาย คิดหาวิธีแก้ปัญหา ประเมินคุณค่าของการกระทำ

เสงี่ยม โตรัตน์ (2546 : 28 - 29) ได้กล่าวถึง การจัดการเรียนการสอนเพื่อเสริมสร้าง การคิดวิเคราะห์ไว้ว่า การฝึกการคิดวิเคราะห์จะยากกว่าการสอนให้ผู้เรียนจดจำข้อเท็จจริงและ ยากกว่าการวัดผล โดยแบบทดสอบเลือกตอบ จุดประสงค์ของรายวิชาจะต้องมุ่งการวิเคราะห์การ เรียบเรียงความคิด การตัดสินใจคุณค่าและการนำไปใช้ การเรียนจะควบคู่ไปกับการเรียนรู้ทั้งสาระ และกระบวนการเรียนรู้ ผู้สอนจะต้องจัดสภาพสิ่งแวดล้อมที่ส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ โดยทั่วไปครู ต้องมีความเชื่อในสิ่งต่อไปนี้

1. ครูต้องมีความเชื่อว่าการคิดวิเคราะห์สามารถเรียนรู้ได้ทั้งจากครู เพื่อน และ แหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ
2. ครูต้องมีความเชื่อว่า แรงจูงใจเพื่อคิดการแก้ปัญหาเป็นจุดเริ่มต้นที่ดีของการ คิดวิเคราะห์
3. การสอนในรายวิชาที่จะส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ ควรจะสอดคล้องกับ ความ ต้องการของผู้เรียน
4. การสอนควรเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญมากกว่าการเน้นเฉพาะเนื้อหาตามบทเรียน
5. ผู้เรียนจะต้องฝึกวิธีการตัดสินใจ ทักษะการอ่านและเขียนเป็นทักษะสำคัญของ การคิดวิเคราะห์
6. ผู้เรียนควรเรียนรู้การทำงานร่วมกับผู้อื่น

7. การสอนวิธีการแก้ปัญหาทำให้ผู้เรียนมีความสามารถในด้านอภิปรายญาณที่ช่วยคิดวิเคราะห์ได้ดี และการเรียนการสอนควรคำนึงถึงการบูรณาการความรู้

การพัฒนาการวิเคราะห์ สรุปได้ว่า ผู้ที่จะเป็นนักคิดวิเคราะห์ที่ดีนั้นจะต้องเป็นคนที่ช่างสังเกต ช่างถาม ช่างสืบค้น ช่างคิด เพื่อหาคำตอบให้ตนเองได้อย่างละเอียดสมเหตุสมผลไม่เชื่ออะไรง่าย ๆ และผู้สอนจะต้องจัดสภาพสิ่งแวดล้อมในการจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมการคิดวิเคราะห์

7. การวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

สมนึก ภัททิยธนี (2546 : 144 - 147) กล่าวว่า การวัดการคิดวิเคราะห์ เป็นการใช้วิจารณ์ญาณเพื่อไต่ตรอง การแยกแยะพิจารณาตุรยละเอียดของสิ่งต่าง ๆ หรือเรื่องต่าง ๆ ว่ามีชิ้นส่วนใดสำคัญที่สุด ของชิ้นส่วนใดสัมพันธ์กันมากที่สุดและชิ้นส่วนเหล่านั้นอยู่รวมกันได้หรือทำงานได้เพราะอาศัยหลักการใด ซึ่งแบ่ง ได้เป็น 3 ด้านคือ

1. การวิเคราะห์ความสำคัญ หมายถึง การพิจารณาหรือจำแนกว่า ชิ้นใด ส่วนใด เรื่องใด เหตุการณ์ใด ตอนใด สำคัญที่สุด หรือหาจุดเด่น จุดประสงค์สำคัญ สิ่งที่ชอบเร้น
2. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ หมายถึง การค้นหาความเกี่ยวข้องระหว่างคุณลักษณะสำคัญของเรื่องราวหรือสิ่งต่าง ๆ ว่าสองชิ้นส่วนใดสัมพันธ์กัน รวมถึงข้อสอบอุปมาอุปมัย
3. วิเคราะห์หลักการ หมายถึง การให้พิจารณาดูชิ้นส่วน หรือส่วนปลีกย่อยต่าง ๆ ว่าทำงานหรือเกาะยึดกันได้ หรือคงสภาพเช่นนั้นได้เพราะใช้หลักการใดเป็นแกนกลาง จึงถามโครงสร้างหรือหลัก หรือวิธีการที่ยึดถือ

สมศักดิ์ สินธุเวชญ์ (2546 : 45) ได้กล่าวว่า การประเมินการคิดวิเคราะห์จะต้องมีการประเมิน 3 ด้าน ซึ่งจะประกอบด้วย

1. การวิเคราะห์ความสำคัญ เป็นการถามให้ค้นหามูลเหตุ ผลลัพธ์และความสำคัญของเรื่องราวนั้น ๆ
2. การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ เป็นการถามถึงจุดย่อย ๆ ของเรื่องราวนั้น ๆ ว่าเกี่ยวข้องกันอย่างไร โดยพิจารณาว่าสิ่งใดเป็นสาเหตุ สิ่งใดเป็นผลของการกระทำข้อสรุปนั้นยึดเหตุผลอะไร
3. การคิดวิเคราะห์หลักการ เป็นการถามเรื่องราวที่เกิดขึ้นนั้น ๆ อาศัยว่าหลักการใด

ทศนา แชมมณี (2547 : 14) กล่าวว่า การประเมินการคิดวิเคราะห์ จะต้องมีการประเมิน 3 ด้าน ดังนี้

1. การคิดวิเคราะห์หลักการ คือ ความสามารถในการกำหนดเกณฑ์การจำแนกข้อมูล
2. การคิดวิเคราะห์เนื้อหา คือ ความสามารถในการแยกข้อมูล เนื้อเรื่องได้ตามหลักเกณฑ์
3. การคิดวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบ และความสัมพันธ์ของข้อมูลในแต่ละองค์ประกอบ

สมนึก ภัททิยธนี (2546 : 144) กล่าวว่า การวัดการวิเคราะห์เป็นการใช้วิจารณ์ญาณเพื่อไตร่ตรอง การแยกแยะพิจารณาตุลรายละเอียดของสิ่งต่าง ๆ หรือเรื่องต่าง ๆ ว่ามีชิ้นส่วนใดสำคัญที่สุด ชิ้นส่วนใดสัมพันธ์กันมากที่สุด และชิ้นส่วนเหล่านั้นอยู่รวมกันได้ หรือทำงานได้เพราะอาศัยหลักการใด ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ด้าน คือ

1. การวิเคราะห์ความสำคัญ หมายถึง การพิจารณาหรือจำแนกว่า ชิ้นใด ส่วนใด เรื่องใด เหตุการณ์ใด ตอนใด สำคัญที่สุด หรือหาจุดเด่น จุดประสงค์สำคัญ สิ่งที่ชอบเร้น
2. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ หมายถึง การค้นหาความเกี่ยวข้องระหว่างคุณลักษณะสำคัญของเรื่องราวหรือสิ่งต่างๆ ว่าสองชิ้นส่วนใดสัมพันธ์กัน รวมถึงข้อสอบอุปมาอุปมัย
3. การวิเคราะห์หลักการ หมายถึง การให้พิจารณาดูชิ้นส่วนหรือส่วนปลีกย่อยต่าง ๆ ว่าทำงานหรือเกาะยึดกันได้อย่างไร หรือคงสภาพเช่นนั้นได้เพราะใช้หลักการใดเป็นแกนกลาง จึงถามโครงสร้างหรือหลัก หรือวิธีการที่ยึดถือ

Bloom (อ้างถึงใน ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2539 : 149 – 150) กล่าวว่า การวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เป็นการวัดความสามารถในการแยกแยะส่วนย่อย ๆ ของเหตุการณ์ เรื่องราว หรือเนื้อหาต่าง ๆ ว่าประกอบด้วยอะไรมีจุดมุ่งหมายหรือประสงค์สิ่งใด นอกจากนั้นยังมีส่วนย่อย ๆ ที่สำคัญนั้นแต่ละเหตุการณ์เกี่ยวกันพันกันอย่างไรบ้างและเกี่ยวพันโดยอาศัยหลักการใด จะเห็นว่าสมรรถภาพด้านการวิเคราะห์จะเต็มไปด้วยการหาเหตุและผลมาเกี่ยวข้องกันเสมอ การวิเคราะห์จึงต้องอาศัยพฤติกรรมด้านความจำ และด้านการนำไปใช้ มาประกอบการพิจารณา การวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์แบ่งแยกย่อยออกเป็น 3 ประเภท คือ

1. การวิเคราะห์ความสำคัญ (Analysis of Elements) เป็นการวิเคราะห์ว่าสิ่งที่มีอยู่นั้นอะไรสำคัญ หรือจำเป็นหรือมีบทบาทที่สุด ตัวไหนเป็นเหตุ ตัวไหนเป็นผล เหตุผลใดถูกต้องและเหมาะสมที่สุด ตัวอย่างคำถาม เช่น สิ่งใดที่ขาดเสียมิได้ สอนแบบใดเด็กจึงอยากเรียนมากกว่าวิธีสอนอื่น ๆ ที่มีอยู่

2. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ (Analysis of Relationships) เป็นความสามารถในการค้นหาว่าความสำคัญย่อย ๆ ของเรื่องราวหรือเหตุการณ์นั้นต่างติดต่อกันอย่างไร สอดคล้องหรือขัดแย้งกันอย่างไร การวิเคราะห์ความสัมพันธ์อาจจะถามความสัมพันธ์ของเนื้อเรื่องกับเหตุ เนื้อเรื่องกับผล เหตุกับผล ตัวอย่างคำถาม เช่น เพราะเหตุใดจึงโค้งตามแนวโค้งของโลกเหตุใดคนตกใจมากจึงเป็นลม

3. วิเคราะห์หลักการ (Analysis of Organizational Principles) เป็นความสามารถที่จะจับเค้าเงื่อนของเรื่องราวที่ว่ายึดหลักการใด มีเทคนิคการเขียนอย่างไรจึงชวนให้คนอ่านมีมโนภาพหรือยึดหลักปรัชญาใด อาศัยหลักการใดเป็นสื่อสารสัมพันธ์เพื่อให้เกิดความเข้าใจคำถามวิเคราะห์หลักการมักจะมีคำตอบที่ว่า...ยึดหลักการใด... มีหลักการใดอยู่เสมอ ตัวอย่างคำถามประเภทวิเคราะห์หลักการ เช่น รถยนต์วิ่งได้โดยอาศัยหลักการใด

จากการศึกษาเกี่ยวกับการวัดการคิดวิเคราะห์ข้างต้น สรุปได้ว่า การประเมินความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เป็นการวัดความสามารถในการแยกแยะสิ่งต่าง ๆ โดยอาศัยการวิเคราะห์ส่วนประกอบที่สำคัญ วิเคราะห์ความสัมพันธ์ และวิเคราะห์หลักการ ในการวิจัยครั้งนี้ ประเมินโดยใช้ข้อสอบปรนัย แบบสถานการณ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยในประเทศ

จุฑารัตน์ ทองเนื้อห้า (2548 : 92) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาฟิสิกส์และ ความสามารถด้านการคิดวิจารณ์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช จำนวน 100 คน ผลการวิจัยพบว่า (1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา

ฟิลิกส์ หลังการสอนของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนคติ สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (2) ความสามารถในการคิดวิจารณ์ญาณหลังการสอนของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนคติสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ยุชฎี ภู่อัญเมือง. (2549 : 98-99) ได้ศึกษาผลการสอนโดยใช้ผังมโนทัศน์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณ และเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนชลธารวิทยา จังหวัดชุมพร เพื่อศึกษาผลการสอนโดยใช้ผังมโนทัศน์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณ และเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีคะแนนหลังเรียนแตกต่างกับคะแนนก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีแนวโน้มว่าคะแนนสอบหลังเรียนเพิ่มขึ้นจากคะแนนสอบก่อนเรียน คิดเป็นร้อยละ 68.94 ของคะแนนก่อนเรียน มีคะแนนการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีแนวโน้มว่าคะแนนหลังเรียนเพิ่มขึ้นจากคะแนนก่อนเรียนคิดเป็นร้อยละ 21.92 ของคะแนนก่อนเรียน และมีคะแนนเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีแนวโน้มว่าคะแนนหลังเรียนเพิ่มขึ้นจากคะแนนก่อนเรียนคิดเป็นร้อยละ 10.20 ของคะแนนก่อนเรียน

อาร์ม โพธิ์พัฒน์ (2550 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้ชุดกิจกรรมการเขียนแผนผังมโนคติผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเขียนแผนผังมโนคติหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเขียนแผนผังมโนคติหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จริยา ขุนเศรษฐ์ (2551 : 18-20) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคจิ๊กซอว์ร่วมกับแผนภูมิโนทัศน์ ที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทาง

วิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ก่อนและหลังเรียน ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคจิ๊กซอว์ร่วมกับแผนภูมิโน้ตสนิม ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

พวงเพชร เกตุวีระพงศ์ (2552 : 64) ได้ศึกษาผลการใช้วิจัยเชิงปฏิบัติการ ที่ใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เพื่อพัฒนาพฤติกรรมการสอนและการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า การเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ทำให้ครูเห็นปัญหาที่แท้จริงของนักเรียน ทำให้ดำเนินการแก้ไขได้ตรงตามความต้องการของนักเรียน สำหรับนักเรียน ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนมีผลการเรียนรู้ด้านเนื้อหาเรื่องปฏิกิริยาเคมี อยู่ในระดับดีมาก นักเรียนร้อยละ 76.19 มีคะแนนสอบผลการเรียนรู้เนื้อหาเรื่องสารชีวโมเลกุลอยู่ในระดับดีขึ้นไปและมีการคิดอย่างมีวิจารณญาณอยู่ในระดับดี

ธาริณี สิทธิ (2553 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการพัฒนาชุดการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) เรื่องพันธะโคเวเลนต์ วิชาเคมีเพิ่มเติมชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน โดยใช้ชุดการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) เรื่องพันธะโคเวเลนต์ รายวิชาเคมีเพิ่มเติม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) เรื่องพันธะโคเวเลนต์ รายวิชาเคมีเพิ่มเติม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

บุษวรรณ บุญแนน (2554 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การเปรียบเทียบการคิดวิเคราะห์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง เคมีอินทรีย์และจิตวิทยาศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการเรียนรู้แบบ KWL ประกอบผังมโนทัศน์ และการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้แบบ KWL ประกอบผังมโนทัศน์ มีการคิดวิเคราะห์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและจิตวิทยาศาสตร์ หลังเรียนเพิ่มขึ้นจากก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 2) นักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น มีการคิดวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและจิตวิทยาศาสตร์ หลังเรียนเพิ่มขึ้นจากก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 3) นักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้แบบ KWL ประกอบผังมโนทัศน์ มีการคิดวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและจิตวิทยาศาสตร์

สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ชั้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
($P < .0001$)

อารีวรรณ ชัดติยะวงศ์ (2555 : 82-84) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แผนผังมโนคติ เรื่อง พันธะเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนที่เรียนวิชาเคมี เรื่อง พันธะเคมี มีผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) การประเมินความสามารถในการเขียนแผนผังมโนคติ เรื่อง พันธะเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า ความสามารถในการเขียนแผนผังมโนคติของนักเรียนด้านเนื้อหา/ความรู้ ด้านการจัดการเนื้อหา และด้านความคิดสร้างสรรค์ มีพัฒนาการสูงขึ้นเมื่อมีการเขียนซ้ำๆ

สิริมา แทนบุญ (2557 : 115 - 116) ได้ทำวิจัยเรื่อง การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดรวบยอด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการใช้ผังมโนคติ ผลการวิจัย พบว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการใช้ผังมโนคติ หลังเรียนสูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 2) ความสามารถในการคิดรวบยอด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) หลังเรียนสูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01

2. งานวิจัยต่างประเทศ

Halsted (1999 : 47) ได้ศึกษากระบวนการช่วยส่งเสริมทักษะการคิดสร้างสรรค์และทักษะการคิดวิเคราะห์ ในชั้นเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นพบว่า

- 1) การเปลี่ยนแปลงวิธีการสอนและกรอบงานด้านทฤษฎีที่ใช้ในการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อสร้างสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ในชั้นเรียนซึ่งช่วยปลูกฝังทักษะการคิดให้เกิดขึ้นในชั้นเรียน
- 2) ผลการวิจัยกล่าวสนับสนุนรูปแบบการสอน การใช้วิธีการสนทนา การเรียนรู้แบบร่วมมือ การเรียนรู้จากห้องปฏิบัติการและการทำกิจกรรมโครงงาน เป็นวิธีการที่มีคุณประโยชน์สูงสุดที่จะช่วยส่งเสริมทักษะการคิดสร้างสรรค์และทักษะการคิดวิเคราะห์ สำหรับชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

Billings (2002 : 840) ได้ประเมินผลการเรียนด้วยแบบสืบเสาะหาความรู้กับแบบวัฏจักรการเรียนรู้ในสาขาวิชาฟิสิกส์ ระดับมัธยมศึกษา โดยศึกษาผลเป็นเวลา 5 ปี กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น 28 คน การเก็บข้อมูลใช้การสังเกต แบบทดสอบและแบบสอบถามผลการศึกษาพบว่านักเรียนที่เรียนด้วยการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้มีระดับความสนใจในเนื้อหาวิชาเพิ่ม ร้อยละ 56 ขึ้นไป นักเรียนร้อยละ 75 มีความสนุกสนานกับการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ร้อยละ 66 ชอบการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้และนักเรียนมีคะแนนระดับความสามารถเท่ากับร้อยละ 85 สรุปว่าการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้เป็นแบบการสอนที่มีประสิทธิภาพ และทำให้นักเรียนมีความพอใจในการเรียนอย่างมีประสิทธิภาพ

Francine And Richard (2002 : Web Site) ได้ศึกษาผลการใช้ผังมโนทัศน์กับการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เกรด 7 ในเมืองที่เรียนรู้ซ้ำ กลุ่มผู้ถูกทดลองคือเด็กนักเรียนเกรด 7 จากโรงเรียนในเมือง โดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 62 คน นักเรียนกลุ่มหนึ่งจะถูกสอนด้วยวิธีการที่ผู้สอนเป็นศูนย์กลาง ส่วนอีกกลุ่มผู้สอนจะเริ่มสอนด้วยการแนะนำบทเรียนและตามด้วยการสร้าง ผังมโนทัศน์ที่แสดงความเชื่อมโยงประเด็นหลักและประเด็นย่อย วิธีการวัดผลทำโดยใช้แบบสอนทดสอบก่อนและหลังเรียน เพื่อวัดพัฒนาการของผู้เรียน จากการวัดผล พบว่าการสอนแบบใหม่และการใช้ผังมโนทัศน์ช่วยให้เด็กมีความเข้าใจในหัวข้อที่เรียนรู้มากขึ้น อาจกล่าวได้ว่าการสอนผู้เรียนที่ไม่มีพื้นฐานความรู้ในเรื่องที่จะเรียนนั้นทำได้โดยการให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการสร้างผังมโนทัศน์เพราะจะช่วยให้ผู้เรียนมีความเข้าใจในเรื่องที่เรียนรู้หรือความรู้ใหม่ได้ดีและเร็วขึ้น

Blackburn-Morrison (2006 : 2817-A) ได้ศึกษา ปัญหาและประสิทธิผลจากการนำวิธีการทางวิทยาศาสตร์ แบบสืบเสาะหาความรู้ไปใช้เป็นพื้นฐานในการจัดการเรียนการสอนของครูในโรงเรียนมัธยมศึกษา เพื่อศึกษาความแตกต่างในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นเครื่องมือในการจัดการเรียนการสอนของกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นครู จำนวน 3 คน โดยนำวิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไปใช้กับนักเรียนมัธยมศึกษาที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ในแต่ละสาขาวิชาแตกต่างกัน พบว่า กลุ่มตัวอย่างที่นำวิธีการเรียนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนได้เป็นอย่างดีประสิทธิผลของการนำวิธีการทางวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ไปใช้เป็นเครื่องมือในการจัดการเรียนการสอนสามารถกระตุ้น

นักเรียนได้เป็นอย่างดีนักเรียนนำความรู้และประสบการณ์ที่ดีไปใช้ในการแนะนำนักเรียนที่อยู่ในระดับชั้นที่ต่ำกว่าได้

Campbell (2006 : 217) ได้ศึกษา ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น ที่มีต่อความคิดรวบยอดของนักเรียนที่เรียน เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับเกรด 5 มีการทดสอบก่อนเรียนเพื่อทดสอบความเข้าใจเกี่ยวกับความคิดรวบยอด ใช้เวลาในการทดลอง 14 สัปดาห์ เครื่องมือที่ใช้ คือ แบบทดสอบ ใบงานการทำกิจกรรม มีการเก็บภาพ การสัมภาษณ์สำหรับเก็บข้อมูลในการสรุปผล โดยการวาดผังมโนทัศน์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น มีความรู้ความเข้าใจเรื่องแรงและการเคลื่อนที่ เพิ่มขึ้น

Osman (2008 : 10 – 11) ได้วิจัยเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของ รูปแบบการสอนแบบ 5E ของนักเรียนในระดับเกรด 6 วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบหมุนเวียนในร่างกายมีรายละเอียดดังนี้ วัตถุประสงค์ของการวิจัย คือเพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามรูปแบบการสอนแบบ 5E ของนักเรียนในระดับเกรด 6 เรื่องระบบหมุนเวียนในร่างกาย กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนในระดับเกรด 6 จำนวน 2 ห้อง รวม 38 คน ทำการวิจัยในปีการศึกษา 2549 – 2550 กลุ่มหนึ่งเป็นกลุ่มควบคุม และอีกกลุ่มหนึ่งเป็นกลุ่มทดลอง โดยกลุ่มทดลองใช้สื่อการสอน คือ ชุดกิจกรรมที่พัฒนาขึ้นตามรูปแบบของชุดการสอนแบบ 5E ส่วนกลุ่มควบคุมใช้การสอนแบบปกติผลจากการศึกษาพบว่า กลุ่มทดลองมีผลการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

Ergin Ismet (2008 : 47–59) ได้ศึกษาประสิทธิภาพของชุดการสอนแบบ 5E กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและระดับเจตคติของนักเรียนเรื่อง "Inclined Projectile Motion" การวิจัยนี้กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียน เกรด 1 จำนวน 84 คน ในภาคเรียนฤดูใบไม้ผลิ ปีการศึกษา 2004 – 2005 โดยใช้ชุดการสอนแบบ 5E ประยุกต์ใช้ในหัวข้อ Inclined Projectile Motion ในบทเรียนวิชา ฟิสิกส์ ของ GATA Noncommissioned Health Officer Preparation School โดยศึกษาเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและระดับเจตคติของนักเรียน เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาวิจัยคือ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบวัดเจตคติ ผลจากการศึกษา

พบว่า กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ชุดการสอนแบบ 5E มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น และมีเจตคติทางบวกต่อวิชาที่เรียนมากกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .05

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ชั้น ประกอบผังมโนทัศน์ ของต่างประเทศมีความสอดคล้องกับงานวิจัยในประเทศ กล่าวคือ ผลที่เกิดจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ชั้น ประกอบผังมโนทัศน์ ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี นักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเองโดยการมีส่วนร่วมแสวงหาความรู้ตามขั้นตอนสืบเสาะ 5 ชั้น ในขณะที่จัดกิจกรรมการเรียนการสอน กระบวนการแสวงหาความรู้ของนักเรียนตามขั้นตอนของกิจกรรมสืบเสาะ 5 ชั้น นั้น เป็นการส่งเสริมให้นักเรียนได้มีพัฒนาการด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านการคิดวิเคราะห์ และส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจศึกษารูปแบบการสอนและนำมาเป็นแนวทางในการวิจัย เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน นอกจากนี้จากการทบทวนงานวิจัยยังพบว่า การสอนให้นักเรียนฝึกเขียนผังมโนทัศน์ เพื่อสรุปและลำดับความคิดความเข้าใจจากการเรียนหรือประสบการณ์ในเรื่องที่เรียนรู้ด้วย เป็นอีกวิธีการหนึ่งที่ทำให้นักเรียนฝึกการคิดวิเคราะห์ความสำคัญของเนื้อหา เรียนรู้การเชื่อมโยงเนื้อหาที่มีความสัมพันธ์หลักไปสู่ความสัมพันธ์ย่อยได้อย่างเป็นระบบ และเมื่อฝึกซ้ำๆ จะทำให้นักเรียนมีพัฒนาการในการเขียนแผนผังมโนทัศน์สูงขึ้น เมื่อนักเรียนมีมโนทัศน์ในเรื่องที่เรียนได้ถูกต้องจะทำให้นักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจ และความจำที่คงทน ส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้นต่อไป

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัย เรื่อง การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ชั้น ประกอบผังมโนทัศน์ เรื่อง ของแข็ง ของเหลว แก๊ส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดวิธีในการดำเนินการศึกษาเป็นขั้นตอน ดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา
3. การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล
6. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากร

ประชากร คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนพุทไธสง อำเภอพุทไธสง จังหวัดบุรีรัมย์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 32 จำนวน 180 คน จากห้องเรียนจำนวน 4 ห้องเรียน

2. กลุ่มตัวอย่าง

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/2 จำนวน 43 คน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนพุทไธสง อำเภอพุทไธสง จังหวัดบุรีรัมย์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 32 จากการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ชั้น เรื่อง ของแข็ง ของเหลว แก๊ส
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
3. แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์
4. แบบประเมินความสามารถในการเขียนแผนผังมโนทัศน์

การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ

1. การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้

การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้แบ่งการดำเนินการ ดังนี้

1.1 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องได้แก่ 1) หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 2) ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ 3) คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และ 4) เอกสารเกี่ยวกับเนื้อหาและกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลายวิชาเคมี เรื่อง ของแข็ง ของเหลว แก๊ส สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร มาตรฐาน ว 3.1 และมาตรฐาน ว 8.1 เพื่อกำหนดแผนการจัดการเรียนรู้ สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นในการวิจัยครั้งนี้ เป็นแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ชั้น คือ ชั้นสร้างความสนใจ ชั้นสำรวจและค้นหา ชั้นอธิบายและลงข้อสรุป ชั้นขยายความรู้ และชั้นประเมิน และตรวจสอบคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น จำนวน 8 แผนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

- 1.1.1 สมบัติของของแข็งและการจัดเรียงอนุภาคของของแข็ง
- 1.1.2 ชนิดของผลึกและการเปลี่ยนสถานะของของแข็ง
- 1.1.3 ความตึงผิวและการระเหยของของเหลว
- 1.1.4 ความดันไอกับจุดเดือดของของเหลว
- 1.1.5 กฎของบอยล์และกฎของชาร์ล
- 1.1.6 กฎรวมแก๊สและกฎแก๊สอุดมคติ
- 1.1.7 การแพร่ของแก๊ส

1.1.8 เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับสมบัติของของแข็ง ของเหลว และแก๊ส

1.2 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา แล้วปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

1.3 ทำการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น ขั้นตอนนี้เป็นกรนำเสนอแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นต่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อประเมินความเหมาะสมขององค์ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ในด้าน ความถูกต้องของเนื้อหา การลำดับกิจกรรมการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ซึ่งประกอบด้วย

1) ดร.ธนวัชร สมตัว อาจารย์สาขาเคมี คณะวิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จังหวัดมหาสารคาม

2) ดร. สุพรรณ ยอดยิ่งยง อาจารย์สถาบันนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้

มหาวิทยาลัยมหิดล

3) นายเด่น เกี้ยวไธสง ครูผู้สอนวิชาเคมี วิทยาลัยนาฏการพิเศษ โรงเรียน

พุทไธสง อำเภอกุฑไธสง จังหวัดบุรีรัมย์

การประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยผู้เชี่ยวชาญ เป็นการประเมินด้านองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ ความยากง่าย และการใช้ภาษา โดยใช้แบบประเมินมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น หาคะแนนเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และให้คะแนนความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยกำหนดคะแนนของระดับความคิดเห็นแต่ละช่วง ดังนี้

เกณฑ์การให้คะแนนดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด 2543 : 99 - 100)

เหมาะสมมากที่สุด	ให้ 5 คะแนน
เหมาะสมมาก	ให้ 4 คะแนน
เหมาะสมปานกลาง	ให้ 3 คะแนน
เหมาะสมน้อย	ให้ 2 คะแนน
เหมาะสมน้อยที่สุด	ให้ 1 คะแนน

ส่วนการให้ความหมายใช้การแปลความหมายค่าเฉลี่ยรายข้อ (บุญชม ศรีสะอาด. 2543 : 100) ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.51 – 5.00 หมายถึง เหมาะสมระดับมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.51 – 4.50 หมายถึง เหมาะสมระดับมาก

ค่าเฉลี่ย 2.51 – 3.50 หมายถึง เหมาะสมระดับปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.51 – 2.50 หมายถึง เหมาะสมระดับน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.50 หมายถึง เหมาะสมระดับน้อยที่สุด

เมื่อคำนวณหาค่าคะแนนความเหมาะสมแล้ว ถ้าคะแนนเฉลี่ยความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญมีค่าตั้งแต่ 3.51 ขึ้นไป ถือว่าแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นมีคุณภาพเหมาะสม ซึ่งเป็นคะแนนเฉลี่ยความเหมาะสมจากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 คน และถ้ายังมีค่าคะแนนเฉลี่ยไม่ถึงตามเกณฑ์ให้ทำการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ ตามข้อ 3.1.3 ซึ่งผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีค่าเฉลี่ยโดยรวมเท่ากับ 4.76 อยู่ในระดับ เหมาะสมมากที่สุด

1.4 นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ชั้น เรื่อง ของแข็ง ของเหลว แก๊ส ที่สร้างขึ้นสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ผ่านการตรวจจากผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบชี้แนะและแก้ไขแล้วตามคำแนะนำแล้วไปทดลองสอน (Tryout) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/3 โรงเรียนพุทไธสง ซึ่งไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมในด้านองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ในส่วนต่างๆ คือ ส่วนที่ 1) เอกสารความรู้ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ ส่วนที่ 2) ระยะเวลาในการลำดับขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ส่วนที่ 3) การวัดและประเมินผล และนำข้อบกพร่องที่พบมาปรับปรุงแก้ไข

1.5 นำแผนการจัดการการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแล้วไปสอนกับกลุ่มตัวอย่างการวิจัยครั้งนี้ ใช้ในการกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 8 แผนการจัดการเรียนรู้ รวม 12 ชั่วโมง

2. การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ของแข็ง ของเหลว แก๊ส

แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ดำเนินการสร้างดังนี้

2.1 ศึกษาค้นคว้า และรวบรวมเอกสารเกี่ยวกับการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

วิทยาศาสตร์ งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เอกสาร ตำรา และสาระมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และหนังสือเรียนรายวิชาเคมีเพิ่มเติม เรื่อง ของแข็ง ของเหลว แก๊ส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.2 วิเคราะห์เนื้อหาและผลการเรียนรู้รายวิชาเคมี แล้วนำผลการวิเคราะห์ มาสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยออกข้อสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ (4 ตัวเลือก) จำนวน 50 ข้อ ต้องการใช้จริง 40 ข้อ โดยครอบคลุมพฤติกรรม 3 ด้านดังนี้

2.2.1 ด้านความรู้ – ความจำ

2.2.2 ด้านความเข้าใจ

2.2.3 ด้านการนำไปใช้

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ 3 แสดงการจำแนกข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน

ลำดับ ที่	เนื้อหา	พฤติกรรมการเรียนรู้ด้านที่						จำนวนข้อสอบ	
		รู้-จำ		เข้าใจ		นำไปใช้		ออก ทั้งหมด	ใช้จริง
		ข้อที่ออก	ข้อที่ใช้	ข้อที่ออก	ข้อที่ใช้	ข้อที่ออก	ข้อที่ใช้		
1	สมบัติของของแข็ง	4	4	4	3	4	3	12	10

2	สมบัติของของเหลว	4	4	4	3	4	3	12	10
3	สมบัติของแก๊ส	5	4	4	3	4	3	13	10
4	เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับ สมบัติ ของของแข็ง ของเหลวและแก๊ส	4	3	4	3	5	4	13	10
	รวม	17	15	16	12	17	13	50	40

2.3 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่
ปรึกษาวิทยานิพนธ์และปรับปรุงแก้ไข แล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ประกอบด้วย

1) ดร.พรณวิไล ชมชิด อาจารย์สาขาวิชาหลักสูตรและการเรียนการสอน
คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จังหวัดมหาสารคาม

2) ผศ.ดร.สมาน เอกพิมพ์ อาจารย์สาขาหลักสูตรและการเรียนการสอน
คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จังหวัดมหาสารคาม

3) นางสาวอารีวรรณ ชัตติยะวงษ์ ครูชำนาญการพิเศษ สาขาวิชาเคมี
โรงเรียนบรบือวิทยาคาร อำเภอบรบือ จังหวัดมหาสารคาม

เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) ของแบบทดสอบวัดผล
สัมฤทธิ์ทางการเรียน พิจารณาจากค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างคำถามกับจุดประสงค์ การ
เรียนรู้ โดยใช้สูตร IOC (สมนึก ภัททิยธนี. 2551 : 220) ตั้งแต่ 0.67 ขึ้นไป นำข้อเสนอแนะมา
ปรับปรุงแก้ไข และจัดพิมพ์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพื่อนำไปทดลองใช้ (Tryout)
โดยมีเกณฑ์ประเมินดังนี้

+1 หมายถึง แบบทดสอบวัดตรงจุดประสงค์การเรียนรู้

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่า แบบทดสอบวัดตรงจุดประสงค์การเรียนรู้หรือไม่

-1 หมายถึง แนใจว่าแบบทดสอบวัดไม่ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้

2.4 แก้ไขแบบทดสอบตามที่ยุเชี่ยวชาญแนะนำและนำแบบทดสอบที่ปรับปรุง
แก้ไขไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 โรงเรียนพุทไธสง อำเภพุทไธสง จังหวัด
บุรีรัมย์ ซึ่งเป็นกลุ่มนักเรียนที่เคย เรียนเรื่อง ของแข็ง ของเหลว แก๊ส มาแล้ว เมื่อทดสอบเสร็จทำ

การตรวจให้คะแนน และนำผลการทดสอบมาวิเคราะห์หาค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนกตามวิธีของเบรนแนน (Brennan) ของแบบทดสอบเป็นรายชื่อ

2.5 คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.20 - 0.80 และค่าอำนาจจำแนก (B) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป พบว่า มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.54 ถึง 0.92 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.22 ถึง 0.56 และคัดเลือกข้อสอบไว้จำนวน 40 ข้อ

2.6 นำข้อสอบที่คัดเลือก มาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น ของแบบทดสอบทั้งหมด โดยใช้สูตรของโลเวท (Lovett) (สมนึก ภัททิยธนี, 2551 : 229) มีค่าเท่ากับ 0.80

2.7 จัดพิมพ์แบบทดสอบที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพมาแล้ว (ฉบับจริง) ตรวจทานความถูกต้อง พิมพ์ตก/ผิด ก่อนสำเนา ไปใช้ทดลองกับกลุ่มตัวอย่างจริง

3. แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ผู้วิจัยดำเนินการสร้างดังนี้

3.1 ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

3.2 ศึกษาเอกสาร ตำรา สารมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และหนังสือเรียนรายวิชาเคมีเพิ่มเติม เรื่อง ของแข็ง ของเหลว แก๊ส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเรื่อง ของแข็ง ของเหลว แก๊ส ในเป็นปัจจุบันตามสื่อต่างๆ เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

3.3 วิเคราะห์เนื้อหาตามที่ศึกษาในข้อ 3.2 แล้วนำผลการวิเคราะห์มาสร้างเป็นแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ที่เกิดจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ซึ่งเป็นแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ (4 ตัวเลือก) แบบกำหนดสถานการณ์ จำนวน 38 ข้อ ใช้จริง 26 ข้อ โดยออกข้อสอบให้ครอบคลุมหลักการคิดวิเคราะห์ 3 ด้านคือ วิเคราะห์ความสำคัญ วิเคราะห์หลักการ และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ ดังนี้

ตารางที่ 4 แสดงการจำแนกข้อสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

ลำดับ ที่	หลักการคิดวิเคราะห์ 3 ด้าน	ออกข้อสอบโดย กำหนดสถานการณ์ 17 สถานการณ์						จำนวน ข้อสอบ	
		สถานการณ์ที่ 1 – 5		สถานการณ์ที่ 6 – 11		สถานการณ์ที่ 12 – 17			
		ข้อที่ออก	ข้อที่ใช้	ข้อที่ออก	ข้อที่ใช้	ข้อที่ออก	ข้อที่ใช้	ออก	ใช้จริง
1	วิเคราะห์ความสำคัญ	5	3	6	4	6	3	17	10
2	วิเคราะห์หลักการ	1	1	4	3	5	4	10	8
3	วิเคราะห์ความสัมพันธ์	6	4	4	3	1	1	11	8
	รวม	17	8	10	10	11	8	38	26

3.4 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ที่สร้างขึ้น เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ตามข้อ 2.3 ซึ่งเป็นชุดเดียวกับผู้เชี่ยวชาญที่ประเมินแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างและเนื้อหา นำข้อเสนอนี้มาปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ โดยพิจารณาจากค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ใช้สูตร IOC โดยมีเกณฑ์ประเมินดังนี้

- +1 หมายถึง แบบทดสอบวัดตรงจุดประสงค์การเรียนรู้
- 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่า แบบทดสอบวัดตรงจุดประสงค์การเรียนรู้หรือไม่
- 1 หมายถึง แน่ใจว่าแบบทดสอบวัดไม่ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้

3.5 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ที่ปรับปรุงแก้ไขไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 โรงเรียนพุทไธสง อำเภอพุทไธสง จังหวัดบุรีรัมย์ จำนวน 48 คน ซึ่งเป็นกลุ่มนักเรียนที่เคย เรียนเรื่อง ของแข็ง ของเหลว แก๊ส มาแล้ว เมื่อทดสอบเสร็จทำการ

ตรวจให้คะแนน และนำผลการทดสอบมาวิเคราะห์หาค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบเป็นรายข้อ

4.6 คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.20 - 0.80 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป ผลการวิเคราะห์พบว่า มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.58 ถึง 0.79 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.27 ถึง 0.67 และคัดเลือกข้อสอบไว้จำนวน 26 ข้อ

4.7 นำข้อสอบที่คัดเลือกมาหาค่าความเชื่อมั่น แบบคูเดอร์ริชาร์ดสัน (Kuder - Richardson) โดยใช้สูตร KR 20 พบว่า มีค่าเท่ากับ 0.81

4.8 นำแบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างจริง

4. การสร้างแบบประเมินแผนผังมโนทัศน์

4.1 ศึกษาวิธีการสร้างแบบประเมินแผนผังมโนทัศน์จากเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวัดผลประเมินผล ใช้แบบประเมินแผนผังมโนคติ ของอารีวรรณ ชัตติวงศ์ (2555 : 117-118) และ Mason (1992 : 55) เป็นแบบประเมินแผนผังมโนทัศน์ โดยประเมิน 3 ด้าน ได้แก่ ด้านเนื้อหาความรู้ ด้านการจัดการเนื้อหาและด้านการออกแบบและความคิดสร้างสรรค์ ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 แบบประเมินความสามารถในการเขียนแผนผังมโนทัศน์

หัวข้อประเมิน	ระดับ	รายละเอียด
เนื้อหา/ ความรู้	4	มีเนื้อหาครอบคลุมและเนื้อหาทั้งหมดมีความสัมพันธ์กับหัวเรื่อง
	3	ขาดเนื้อหาบางส่วน และเนื้อหาทั้งหมดมีความสัมพันธ์กับหัวเรื่อง
	2	ขาดเนื้อหาบางส่วน และเนื้อหาที่นำเสนอบางส่วนไม่สัมพันธ์กับหัวเรื่อง
	1	เนื้อหาไม่ความสัมพันธ์กับหัวเรื่อง
การจัดการ เนื้อหา	4	จัดเรียงลำดับเนื้อหาได้ต่อเนื่องเหมาะสม และมองเห็นประเด็นใหญ่-เล็กอย่างชัดเจน ผู้อ่านสามารถทำความเข้าใจง่ายที่สุด
	3	จัดเรียงลำดับเนื้อหาได้ต่อเนื่องเหมาะสม แต่มองเห็นประเด็นใหญ่

หัวข้อ	ระดับ	รายละเอียด
การ ออกแบบ และ ความคิด สร้างสรรค์		- เล็กไม่ชัดเจน ผู้อ่านสามารถทำความเข้าใจง่าย
	2	จัดเรียงลำดับเนื้อหาบางส่วนไม่ต่อเนื่องไม่เหมาะสม ผู้อ่านทำความเข้าใจได้เป็นบางส่วน
	1	จัดเรียงลำดับเนื้อหาส่วนใหญ่ไม่ต่อเนื่อง ไม่เหมาะสมผู้อ่านสับสนและไม่เข้าใจ
	4	ออกแบบ จัดวางข้อความได้อย่างเหมาะสม ชัดเจน เป็นระบบ ระเบียบดึงดูดความสนใจได้มาก
	3	ออกแบบ จัดวางข้อความได้อย่างเหมาะสม ชัดเจน เป็นระบบ ระเบียบดึงดูดความสนใจได้ปานกลาง
	2	ออกแบบ จัดวางข้อความได้อย่างเหมาะสม ไม่ชัดเจน ไม่เป็นระบบ ระเบียบดึงดูดความสนใจได้น้อย
	1	ออกแบบ จัดวางข้อความไม่เป็นระบบระเบียบดึงดูดความสนใจไม่ได้

4.2 นำแบบประเมินความสามารถในการเขียนผังมโนทัศน์เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ตามข้อ 2.3 เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงของเกณฑ์ประเมิน ผู้วิจัยได้ใช้ดัชนี IOC (Index of Item Objective Congruence) โดยอาศัยดุลยพินิจของผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านพิจารณาลงความเห็นและให้คะแนน ดังนี้

1 หมายถึง แน่ใจว่า สอดคล้องระหว่างเกณฑ์การประเมินกับพฤติกรรมที่ต้องการประเมิน

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่า สอดคล้องระหว่างเกณฑ์การประเมินกับพฤติกรรมที่ต้องการประเมิน

-1 หมายถึง แน่ใจว่า ไม่สอดคล้องระหว่างเกณฑ์การประเมินกับพฤติกรรมที่ต้องการประเมิน

คัดเลือกเกณฑ์การประเมินที่มีความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (Content Validity) โดยพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ .67 หรือ มากกว่า .67 ขึ้นไป

4.3 ปรับปรุงแก้ไขรายการประเมิน เกณฑ์การประเมินให้คะแนน และพฤติกรรมที่ต้องการวัด รวมถึงการใช้ภาษา ตามที่ผู้เชี่ยวชาญแนะนำ

4.4 นำแบบประเมินความสามารถในการเขียนผังมโนทัศน์ ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างจริง

การประเมินให้คะแนนความสามารถในการเขียนผังมโนทัศน์ของนักเรียน ทำโดยใช้แบบประเมินมาตราส่วนประมาณค่า 4 ระดับ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น หากคะแนนเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานโดยกำหนดช่วงคะแนนของระดับความสามารถตามแนวทางของ บุญชม ศรีสะอาด (2543 : 99 - 100) แต่ละช่วงดังนี้

เกณฑ์การให้น้ำหนักคะแนนดังนี้

ความสามารถดีมาก ให้ 4 คะแนน

ความสามารถดี ให้ 3 คะแนน

ความสามารถปานกลาง ให้ 2 คะแนน

ความสามารถน้อย ให้ 1 คะแนน

ส่วนการให้ความหมายใช้การแปลความจากช่วงของค่าเฉลี่ยรายชื่อ ตามแนวทางของ บุญชม ศรีสะอาด (บุญชม ศรีสะอาด. 2543 : 100) ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 3.51 – 4.00 หมายถึง มีความสามารถระดับดีมาก

ค่าเฉลี่ย 2.51 – 3.50 หมายถึง มีความสามารถระดับดี

ค่าเฉลี่ย 1.51 – 2.50 หมายถึง มีความสามารถระดับปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.50 หมายถึง มีความสามารถระดับน้อย

คำนวณค่าคะแนนความสามารถในการเขียนผังมโนทัศน์ของนักเรียนแต่ละคน เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการเขียนผังมโนทัศน์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ที่เรียนโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ชั้น ประกอบผังมโนทัศน์ เรื่อง ของแข็ง ของเหลว แก๊ส ต่อไป

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้ศึกษาดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

1. รูปแบบการวิจัย

ตารางที่ 6 แบบแผนการวิจัย One Group Pretest – posttest Design

กลุ่ม	ทดสอบก่อนเรียน	ทดลอง	ทดสอบหลังเรียน
E	TE ₁	X	TE ₂

เมื่อ E หมายถึง กลุ่มทดลอง

TE₁ หมายถึง การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ชั้น ประกอบผังมโนทัศน์ เรื่อง ของแข็ง ของเหลว แก๊ส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

X หมายถึง การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ชั้น ประกอบผังมโนทัศน์ เรื่อง ของแข็ง ของเหลว แก๊ส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

TE₂ หมายถึง การทดสอบหลังเรียนของนักเรียน กลุ่มที่สอนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ชั้น ประกอบผังมโนทัศน์ เรื่อง ของแข็ง ของเหลว แก๊ส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

2. ติดต่อผู้บริหารโรงเรียน เพื่อขออนุญาตและขอความร่วมมือในการศึกษาวิจัย

3. ก่อนการทดลองให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทาง

การเรียนรู้และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียนเพื่อนำคะแนนมาเปรียบเทียบกับผล

การเรียนรู้หลังเรียนด้วย การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ชั้น ประกอบผังมโนทัศน์

4. ทำการสอนและประเมินความสามารถในการเขียนแผนผังมโนทัศน์ระหว่างเรียน ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ชั้น ประกอบผังมโนทัศน์ เรื่อง ของแข็ง ของเหลว แก๊ส สำหรับชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 4 กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง มีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 7 การดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล

วัน/เดือน/ปี	เนื้อหาที่สอน	เวลา	จำนวน (ชม.)
22 ม.ค. 2558	ทดสอบก่อนเรียนโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ของแข็ง ของเหลว แก๊ส	15.30 – 16.30 น.	1
23 ม.ค. 2558	ทดสอบก่อนเรียนโดยใช้แบบวัดการคิดวิเคราะห์	15.00–16.30 น.	1.30
26 ม.ค. 2558	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 และ 2	10.20 - 12.00 น.	3
28 ม.ค. 2558	เนื้อหาเรื่อง สมบัติของของแข็ง	และ 10.20 - 11.10 น.	
2 ก.พ. 2558 และ 4 ก.พ. 2558	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 และ 4 เรื่อง สมบัติของของเหลว	10.20-12.00 น. และ 10.20-11.10 น.	3
9 ก.พ. 2558 และ 11 ก.พ. 2558	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 และ 6 เรื่อง สมบัติของแก๊ส	10.20-12.00 น. และ 10.20-11.10 น.	3
16 ก.พ. 2558 และ 18 ก.พ. 2558	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 เรื่อง สมบัติของแก๊ส และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 เรื่อง เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับสมบัติของของแข็ง ของเหลว และแก๊ส	10.20- 12.00 น. และ 10.20 - 11.10 น.	3
23 ก.พ. 2558	ทดสอบหลังเรียนโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ของแข็ง ของเหลว แก๊ส ชุด เดิม	15.30–16.30 น.	1
23 ก.พ. 2558	ทดสอบหลังเรียนโดยใช้แบบวัดการคิดวิเคราะห์ ชุดเดิม	15.30–17.00 น.	1.30

5. เมื่อสอนครบทุกแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยทำการทดสอบความรู้หลังการสอนกับกลุ่มตัวอย่างนักเรียนโดยใช้แบบทดสอบชุดเดิมที่เป็นแบบทดสอบก่อนเรียนเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ หลังเรียน
6. ตรวจสอบให้คะแนน รวบรวมข้อมูลไว้เพื่อวิเคราะห์ผลต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้ศึกษาดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาคุณภาพเครื่องมือ

1.1 วิเคราะห์หาเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ ด้วยแบบประเมินมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ จากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ โดยใช้ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

1.2 วิเคราะห์ค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และแบบประเมินความสามารถในการเขียนแผนผังมโนทัศน์ โดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)

1.3 วิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนกตามวิธีของเบรนนัน (B) และค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สูตรของโลเวท (Lovett) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1.4 วิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นแบบคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder - Richardson) โดยใช้สูตร KR 20 ของแบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

2. การตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้น

นำคะแนนที่ได้จากการทดสอบก่อนเรียนมาทดสอบข้อตกลงเบื้องต้นของการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว ในเรื่องการแจกแจงเป็นโค้งปกติของประชากร (Normality)

และความเป็นเอกพันธ์ของความแปรปรวนประชากร (Homogeneity of Variance) ซึ่งพบว่า ข้อมูลสอดคล้องกับข้อตกลงเบื้องต้นดังกล่าว จึงนำคะแนนที่ได้ไปวิเคราะห์เพื่อทดสอบสมมติฐานต่อไป

3. วิเคราะห์ข้อมูลการวิจัยตรวจสอบสมมติฐาน

3.1 วิเคราะห์หาความเหมาะสม ของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น โดยใช้แบบประเมินมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ คือ เหมาะสมมากที่สุด เหมาะสมมาก เหมาะสมปานกลาง เหมาะสมน้อย เหมาะสมน้อยที่สุด และหาค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

3.2 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียนและหลังเรียนและก่อนเรียน ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น โดยใช้ t - test (Dependent)

3.3 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนตามผลการเรียน โดยใช้ F-test สำหรับการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมทางเดียว One - way ANCOVA และการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมพหุคูณทางเดียว One - way MANCOVA

3.4 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการเขียนแผนผังมโนทัศน์ของนักเรียนกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ด้วยการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ (Correlation Analysis) โดยใช้การหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการใช้สถิติเพื่อวิเคราะห์ข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้ ดังต่อไปนี้

1. สถิติพื้นฐาน

ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลที่ได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ และแบบประเมินความสามารถในการเขียนแผนผังมโนทัศน์

1.1 หาค่าร้อยละของคะแนนทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้สูตร ดังนี้
(สมนึก ภัททิยธนี. 2551 : 260)

$$P = \frac{f}{n} \times 100$$

เมื่อ p แทน ร้อยละ (Percentage)

f แทน ความถี่หรือจำนวนข้อมูลที่ต้องการหาร้อยละ

n แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

1.2 หาค่าเฉลี่ย (\bar{X}) โดยใช้สูตร ดังนี้ (สมบัติ ท้ายเรือคำ. 2551 : 119)

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

เมื่อ \bar{X} แทน ค่าเฉลี่ย (Mean)

Σ แทน ผลรวมของคะแนน

N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

1.3 หาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ใช้สูตรดังนี้ (สมบัติ ท้ายเรือคำ. 2551 : 140)

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

เมื่อ S.D. แทน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ΣX แทน ผลรวมของคะแนนในกลุ่มตัวอย่าง

ΣX^2 แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง

$(\Sigma X)^2$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

2. สถิติสำหรับตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือการวิจัย

2.1 หาค่าดัชนีความสอดคล้องของ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และแบบประเมินความสามารถในการเขียนแผนผังมโนทัศน์ โดยใช้สูตรค่าดัชนีความสอดคล้อง (สมนึก ภัททิยธนี. 2551 : 220)

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้อง

ΣR แทน ผลรวมของคะแนนจากผู้เชี่ยวชาญ

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.2 หาค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนกตามวิธีของเบรนนาน (B) และ ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้วิธีของ โลเวท Lovett Method (สมนึก ภัททิยธนี. 2551)

หาค่าความยากง่าย (p) (สมนึก ภัททิยธนี. 2551 : 214)

$$p = \frac{R}{N}$$

เมื่อ P แทน ค่าความยากของข้อสอบ

R แทน จำนวนผู้ตอบถูกทั้งหมด

N แทน จำนวนนักเรียนที่ตอบข้อสอบทั้งหมด

ค่าอำนาจจำแนกตามวิธีของเบรนนาน (B) (สมนึก ภัททิยธนี. 2551 : 214)

$$B = \frac{U}{N_1} - \frac{L}{N_2}$$

เมื่อ B แทน ค่าอำนาจจำแนก

U แทน จำนวนผู้รอบรู้หรือสอบผ่านเกณฑ์ที่ตอบถูก

L แทน จำนวนผู้ไม่รอบรู้หรือสอบไม่ผ่านเกณฑ์ที่ตอบถูก

n_1 แทน จำนวนผู้รอบรู้หรือสอบผ่านเกณฑ์

n_2 แทน จำนวนผู้ไม่รอบรู้หรือสอบไม่ผ่านเกณฑ์

ค่าความเชื่อมั่นตามวิธีของโลเวทท์ (Lovett's Method) (สมนึก ภัททธิยณี. 2551 : 229)

$$r_{cc} = 1 - \frac{k \sum X_i \sum X_i^2}{k - 1 \sum X_i^2}$$

เมื่อ r_{cc} แทน ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

k แทน จำนวนข้อของแบบทดสอบทั้งหมด

X_i แทน คะแนนสอบของนักเรียนแต่ละคน

C แทน คะแนนจุดตัด

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

2.3 หาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัด

ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ จากการวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อโดยคำนวณจากสูตรดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด. 2545 : 155)

$$p = \frac{P_H + P_L}{2n}$$

เมื่อ p แทน ค่าความยากง่ายของแบบทดสอบแต่ละข้อ

P_H แทน จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มสูง

P_L แทน จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มต่ำ

n แทน จำนวนผู้ตอบทั้งหมดของกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำ

$$r = \frac{R_n - R_l}{n}$$

เมื่อ r แทน ค่าอำนาจจำแนก

R_n แทน จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มสูง

R_l แทน จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มต่ำ

n แทน จำนวนผู้ตอบทั้งหมดของกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำ

2.4 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ชนิด

4 ตัวเลือก แบบคูเดอร์ ริชาร์ดสันสูตรที่ 20 (Kuder-Richardson 20 หรือ KR 20) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2543 : 108) ดังนี้

$$r_{KR-20} = \frac{K}{K-1} \left[1 - \frac{\sum pq}{S_t^2} \right]$$

เมื่อ r_{KR-20} แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ

K แทน จำนวนข้อของแบบทดสอบ

p แทน สัดส่วนผู้ตอบถูกต่อผู้เข้าสอบทั้งหมด (n)

q แทน สัดส่วนผู้ตอบผิดต่อผู้เข้าสอบทั้งหมด (n) หรือ $1-p$

S_t^2 แทน ค่าความแปรปรวนของคะแนนรวม

3. สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบสมมติฐาน

3.1 สถิติที่ใช้ทดสอบข้อตกลงเบื้องต้นของการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม

ทางเดียวได้แก่ การทดสอบการแจกแจงเป็นโค้งปกติ (Normality) โดยวิธี the Kolmogorov – Simirnov One Sample Test for Normality ทดสอบความเป็นเอกพันธ์ของความแปรปรวนของประชากร (Homogeneity of Variance) โดยใช้ Bartlett's Test

3.2 สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐานเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ก่อนและหลังเรียน ของนักเรียนโดยรวม โดยใช้ t – test แบบ dependent Samples (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540 : 165) โดยคำนวณจากสูตรดังนี้

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

3.3 ทดสอบสมมุติฐานเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนโดยรวม และจำแนกตามผลการเรียนวิชาเคมี โดยใช้ F-test สำหรับการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมทางเดียว (One-way ANCOVA) และการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมพหุคูณทางเดียว (One-way MANCOVA) (จีระพรรณ สุขศรีงาม. 2536)

3.4 ทดสอบสมมุติฐานการหาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการเขียนผังมโนทัศน์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ด้วยการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ (Correlation Analysis) โดยเลือกใช้การหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน ซึ่งเป็นการหาค่าความสัมพันธ์ของตัวแปรสองตัวที่เป็นอิสระต่อกัน (ชูศรี วงศ์รัตนนะ. 2541 : 314) โดยมีการกำหนดตัวแปรในสมการดังนี้

$$r_{xy} = \frac{N \sum xy - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{[N \sum x^2 - (\sum x)^2][N \sum y^2 - (\sum y)^2]}}$$

เมื่อ	r_{xy}	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน
	$\sum x$	แทน	ผลรวมของข้อมูลที่วัดได้จากตัวแปรที่ 1 (X)
	$\sum y$	แทน	ผลรวมของข้อมูลที่วัดได้จากตัวแปรที่ 1 (Y)
	$\sum xy$	แทน	ผลรวมของผลคูณระหว่างตัวแปรที่ 1 และ 2
	$\sum x^2$	แทน	ผลรวมของกำลังสองข้อมูลที่วัดได้จากตัวแปรที่ 1
	$\sum y^2$	แทน	ผลรวมของกำลังสองข้อมูลที่วัดได้จากตัวแปรที่ 2
	N	แทน	ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

โดยที่ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์จะมีค่าระหว่าง $-1 < r < 1$ ดังนี้

1. ค่า r เป็นลบ แสดงว่า X และ Y มีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้าม คือ ถ้า X เพิ่ม Y จะลด แต่ถ้า X ลด Y จะเพิ่ม
 2. ค่า r เป็นบวก แสดงว่า X และ Y มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกัน คือ ถ้า X เพิ่ม Y จะเพิ่มด้วย แต่ถ้า X ลด Y จะลดด้วย
 3. ถ้า r เข้าใกล้ 1 หมายถึง X และ Y มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันและมีความสัมพันธ์กันมาก
 4. ถ้า r เข้าใกล้ -1 หมายถึง X และ Y มีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามและมีความสัมพันธ์กันมาก
 5. ถ้า $r = 0$ แสดงว่า X และ Y ไม่มีความสัมพันธ์กันเลย
 6. ถ้า r เข้าใกล้ 0 แสดงว่า X และ Y มีความสัมพันธ์กันน้อย
- กำหนดเกณฑ์การแปลความหมายค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (ชูศรี วงศ์รัตนนะ. 2541 : 316) ดังนี้

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r_{xy})	แปลผล
0.91 – 1.00	มีความสัมพันธ์ระดับสูงมาก
0.71 – 0.90	มีความสัมพันธ์ระดับสูง
0.31 – 0.70	มีความสัมพันธ์ระดับปานกลาง
0.01 – 0.30	มีความสัมพันธ์ระดับต่ำ
0.00	ไม่มีความสัมพันธ์กัน

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ชั้น ประกอบผังมโนทัศน์ และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และความสามารถในการเขียนผังมโนทัศน์ที่สัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่เรียนโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ชั้น ประกอบผังมโนทัศน์ เรื่อง ของแข็ง ของเหลว แก๊ส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
2. ลำดับขั้นตอนในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

เพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกันในการนำเสนอข้อมูล ผู้วิจัยได้กำหนดความหมายของสัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

\bar{X}	แทน	คะแนนเฉลี่ย (Mean)
S.D.	แทน	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)
n	แทน	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง
F	แทน	สถิติทดสอบที่ใช้พิจารณาใน F-distribution
MS	แทน	ค่ากำลังสองเฉลี่ย (Mean Square)
SS	แทน	ผลบวกกำลังสอง (Sum of Squares)
df	แทน	ระดับชั้นของความเสรี (Degrees of Freedom)
t	แทน	สถิติทดสอบที่ใช้พิจารณาใน t-distribution
SOV	แทน	แหล่งความแปรปรวน (Source of Variation)
P	แทน	สัดส่วนนัยสำคัญ

ลำดับขั้นตอนในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการเขียนผังมโนทัศน์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนพุทไธสง อำเภอพุทไธสง จังหวัดบุรีรัมย์ ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ชั้น ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนเรียงตามลำดับ ดังนี้

ตอนที่ 1 วิเคราะห์ความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ชั้น ประกอบผังมโนทัศน์ ด้วยมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) โดยใช้เกณฑ์มาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ คือ

ค่าเฉลี่ย 4.51 – 5.00 หมายถึง เหมาะสมระดับมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.51 – 4.50 หมายถึง เหมาะสมระดับมาก

ค่าเฉลี่ย 2.51 – 3.50 หมายถึง เหมาะสมระดับปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.51 – 2.50 หมายถึง เหมาะสมระดับน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.50 หมายถึง เหมาะสมระดับน้อยที่สุด

ตอนที่ 2 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ย ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังและก่อนเรียนโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ชั้น ประกอบผังมโนทัศน์ของนักเรียนโดยส่วนรวมและจำแนกตามผลการเรียนเคมี

ตอนที่ 3 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดวิเคราะห์โดยรวมและเป็นรายด้าน โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ชั้น ประกอบผังมโนทัศน์ของนักเรียนที่มีผลการเรียนเคมีต่างกัน

ตอนที่ 4 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการเขียนผังมโนทัศน์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ที่เรียนโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ชั้น ประกอบผังมโนทัศน์ ของนักเรียนโดยส่วนรวมและจำแนกตามผลการเรียนเคมี

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 1 การวิเคราะห์ความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ชั้น ประกอบผังมโนทัศน์

ผู้เชี่ยวชาญประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้มา ด้วยค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ได้ผลดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 แสดงค่าเฉลี่ยผลการประเมินความเหมาะสมแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ชั้น ประกอบผังมโนทัศน์ จำนวน 8 แผน โดยผู้เชี่ยวชาญ

คนที่	รายการประเมิน						\bar{X}	S.D.	ความเหมาะสม
	สาระสำคัญ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	นักเรียนและสื่อการเรียนรู้	กระบวนการจัดการเรียนการสอน	การวัดและประเมินผล			
1	4.25	4.00	4.50	4.40	4.28	4.60	4.34	0.21	มาก
2	5.00	5.00	5.00	5.00	4.85	5.00	4.98	0.06	มากที่สุด
3	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	4.8	4.97	0.08	มากที่สุด
เฉลี่ย	4.75	4.66	4.83	4.80	4.71	4.80	4.76	0.06	มากที่สุด

ผลการวิเคราะห์ตามตารางที่ 8 พบว่า ค่าเฉลี่ยการประเมินความเหมาะสมแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ชั้น ประกอบผังมโนทัศน์ จำนวน 8 แผน โดยผู้เชี่ยวชาญ ทั้ง 6 ด้าน มีความเหมาะสมมากและมากที่สุด ค่าเฉลี่ยโดยรวมเท่ากับ 4.76 อยู่ในระดับ เหมาะสมมากที่สุด

ตอนที่ 2 การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดวิเคราะห์ หลังและก่อนเรียนโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ชั้น ประกอบผังมโนทัศน์ ของนักเรียนโดยส่วนรวมและจำแนกตามผลการเรียนเคมี

2.1 การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนโดยส่วนรวม และจำแนกตามผลการเรียน

เมื่อเปรียบเทียบคะแนนสอบหลังเรียนและก่อนเรียนเรียนของนักเรียนโดยส่วนรวม และจำแนกตามผลการเรียนเคมี โดยใช้ t-test (Dependent) ปรากฏผลดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 ผลการเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนและก่อนเรียน ของนักเรียนโดยส่วนรวมและจำแนกตามผลการเรียนเคมี

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	จำนวนนักเรียน (n)	คะแนนเต็ม	\bar{X}	ร้อยละ	S.D.	df	t	p
นักเรียนโดยรวม	หลังเรียน (43)	40	30.16	75.40	2.91	42	35.15	0.00*
	ก่อนเรียน (43)	40	16.42	41.04	1.66	42		
นักเรียนที่มีผลการเรียนสูง	หลังเรียน (21)	40	32.19	80.48	2.04	20	27.73	0.00*
	ก่อนเรียน (21)	40	17.67	44.17	1.20	20		
นักเรียนที่มีผลการเรียนต่ำ	หลังเรียน (22)	40	28.23	70.57	2.22	21	23.96	0.00*
	ก่อนเรียน (22)	40	15.23	38.07	1.06	21		

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05

ผลการวิเคราะห์ตามตารางที่ 9 พบว่า หลังจากจัดการเรียนรู้โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ชั้น ประกอบผังโน้ตค้น นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยรวม หลังเรียน ($\bar{X} = 30.16$ หรือร้อยละ 75.40 ของคะแนนเต็ม) เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียน ($\bar{X} = 16.42$ หรือร้อยละ 41.04 ของคะแนนเต็ม) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เมื่อพิจารณารายกลุ่ม นักเรียนที่มีผลการเรียนเคมีสูง มีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียน ($\bar{X} = 32.19$ หรือร้อยละ 80.48 ของคะแนนเต็ม) เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียน ($\bar{X} = 17.66$ หรือร้อยละ 44.17 ของคะแนนเต็ม) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ นักเรียนที่มีผลการเรียนเคมีต่ำ มีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียน ($\bar{X} = 28.23$ หรือร้อยละ 70.57 ของคะแนนเต็ม) เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียน ($\bar{X} = 15.23$ หรือร้อยละ 38.07 ของคะแนนเต็ม) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.2 การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนโดย
ส่วนรวม

เมื่อเปรียบเทียบคะแนนสอบความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังและก่อนเรียนของนักเรียนโดยส่วนรวม โดยใช้ t-test (Dependent) ปรากฏผลดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 ผลการเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ หลังเรียนและก่อนเรียนของนักเรียนโดยส่วนรวม

ด้านที่ประเมิน	จำนวนนักเรียน (n)	คะแนน เต็ม	\bar{X} (n=43)	ร้อยละ	S.D.	df	t	p
ด้าน ความสำคัญ	หลังเรียน (43)	8	6.70	83.71	1.03	42	16.46	0.00*
	ก่อนเรียน (43)	8	3.63	45.34	1.02	42		
ด้าน ความสัมพันธ์	หลังเรียน (43)	10	8.70	86.98	1.15	42	25.35	0.00*
	ก่อนเรียน (43)	10	3.98	39.76	1.01	42		
ด้านหลักการ	หลังเรียน (43)	8	6.77	84.59	1.02	42	15.59	0.00*
	ก่อนเรียน (43)	8	3.53	44.18	0.98	42		
โดยรวม	หลังเรียน (43)	26	22.16	85.24	2.60	42	28.05	0.00*
	ก่อนเรียน (43)	26	11.14	42.84	1.77	42		

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05

ผลการวิเคราะห์ตามตารางที่ 10 พบว่า หลังจากจัดการเรียนรู้โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ประกอบผังโน้ตค้น นักเรียนโดยส่วนรวมมีคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์เฉลี่ยโดยรวม หลังเรียน ($\bar{X} = 22.16$ หรือร้อยละ 85.24 ของคะแนนเต็ม) เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียน ($\bar{X} = 11.14$ หรือร้อยละ 42.84 ของคะแนนเต็ม) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เมื่อพิจารณารายด้านทั้ง 3 ด้าน คือ ด้านที่ 1 ด้านความสำคัญ มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน ($\bar{X} = 6.70$ คิดเป็นร้อยละ 83.71 ของคะแนนเต็ม) เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียน ($\bar{X} = 3.63$ หรือร้อยละ 45.34 ของคะแนนเต็ม) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ด้านที่ 2 ด้านความสัมพันธ์ มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน ($\bar{X} = 8.70$ คิดเป็นร้อยละ 86.97 ของคะแนนเต็ม) เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียน ($\bar{X} = 3.98$ หรือร้อยละ 39.76 ของคะแนนเต็ม) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และด้านที่ 3 ด้านหลักการ มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน ($\bar{X} = 6.77$ คิดเป็นร้อยละ 84.59 ของคะแนน

เต็ม) เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียน ($\bar{X} = 3.53$ หรือร้อยละ 44.18 ของคะแนนเต็ม) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.3 การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่มีผลการเรียนสูง

เมื่อเปรียบเทียบคะแนนสอบความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังและก่อนเรียนของนักเรียนที่มีผลการเรียนเคมีสูง โดยใช้ t-test (Dependent) ปรากฏผลดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11 ผลการเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ หลังเรียนและก่อนเรียน ของนักเรียนที่มีผลการเรียนสูง

ด้านที่ประเมิน	จำนวนนักเรียน (n)	คะแนน เต็ม	\bar{X} (n=21)	ร้อยละ	S.D. (n=21)	df	t	p
ด้าน ความสำคัญ	หลังเรียน (21)	8	6.90	86.30	1.04	20	11.64	0.00*
	ก่อนเรียน (21)	8	3.76	47.01	0.94	20		
ด้าน ความสัมพันธ์	หลังเรียน (21)	10	9.24	92.38	0.77	20	19.76	0.00*
	ก่อนเรียน (21)	10	4.62	46.19	0.74	20		
ด้าน หลักการ	หลังเรียน (21)	8	7.14	89.25	0.79	20	11.25	0.00*
	ก่อนเรียน (21)	8	3.62	45.24	1.12	20		
โดยรวม	หลังเรียน (21)	26	23.29	89.56	1.95	20	22.87	0.00*
	ก่อนเรียน (21)	26	12.00	46.15	1.61	20		

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05

ผลการวิเคราะห์ตามตารางที่ 11 พบว่า หลังจากจัดการเรียนรู้โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ชั้น ประกอบผังมโนทัศน์ นักเรียนที่มีผลการเรียนสูง มีคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เฉลี่ยโดยรวมหลังเรียน ($\bar{X} = 23.29$ หรือร้อยละ 89.56 ของคะแนนเต็ม) เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียน ($\bar{X} = 12.00$ หรือร้อยละ 46.15 ของคะแนนเต็ม) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เมื่อพิจารณารายด้านทั้ง 3 ด้าน คือ ด้านที่ 1 ด้านความสำคัญ มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน ($\bar{X} = 6.90$ คิดเป็นร้อยละ 86.30 ของคะแนนเต็ม) เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียน ($\bar{X} = 3.76$ หรือร้อยละ 47.01 ของคะแนนเต็ม) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ด้านที่ 2 ด้านความสัมพันธ์ มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน ($\bar{X} = 9.24$ คิดเป็นร้อยละ 92.38 ของคะแนนเต็ม) เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียน ($\bar{X} = 4.62$ หรือร้อยละ 46.19 ของคะแนนเต็ม) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และด้านที่ 3 ด้านหลักการ มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน ($\bar{X} = 7.14$ คิดเป็นร้อยละ 89.25 ของคะแนนเต็ม) เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียน ($\bar{X} = 3.62$ หรือร้อยละ 45.24 ของคะแนนเต็ม) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.4 การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน ที่มีผลการเรียนต่ำ

เมื่อเปรียบเทียบคะแนนสอบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ หลังและก่อนเรียน ของนักเรียนที่มีผลการเรียนเคมีต่ำ โดยใช้ t-test (Dependent) ปรากฏผลดังตารางที่ 12

ตารางที่ 12 ผลการเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ หลังเรียนและก่อนเรียนของนักเรียน ที่มีผลการเรียนเคมีต่ำ

ด้านที่ประเมิน	จำนวนนักเรียน (n)	คะแนนเต็ม	\bar{X} (n=22)	ร้อยละ	S.D. (n=22)	df	t	p
ด้านความสำคัญ	หลังเรียน (22)	8	6.50	81.25	2.73	21	17.56	0.00*
	ก่อนเรียน (22)	8	3.50	43.75	1.52	21		
ด้านความสัมพันธ์	หลังเรียน (22)	10	8.18	81.81	1.22	21	16.53	0.00*
	ก่อนเรียน (22)	10	3.36	33.63	0.85	21		
ด้านหลักการ	หลังเรียน (22)	8	6.41	80.11	1.10	21	11.06	0.00*
	ก่อนเรียน (22)	8	3.45	43.18	0.86	21		
โดยรวม	หลังเรียน (22)	26	21.09	81.12	1.01	21	11.34	0.00*
	ก่อนเรียน (22)	26	10.32	39.68	1.10	21		

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05

ผลการวิเคราะห์ตามตารางที่ 12 พบว่า หลังจากจัดการเรียนรู้โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ชั้น ประกอบผังมโนทัศน์ นักเรียนที่มีผลการเรียนต่ำ มีคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เฉลี่ยโดยรวมหลังเรียน ($\bar{X} = 21.09$ หรือร้อยละ 81.12 ของคะแนนเต็ม) เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียน ($\bar{X} = 10.32$ หรือร้อยละ 39.68 ของคะแนนเต็ม) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เมื่อพิจารณารายด้านทั้ง 3 ด้าน คือ ด้านที่ 1 ด้านความสำคัญ มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน ($\bar{X} = 6.50$ คิดเป็นร้อยละ 81.25 ของคะแนนเต็ม) เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียน ($\bar{X} = 3.50$ หรือร้อยละ 43.75 ของคะแนนเต็ม) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ด้านที่ 2 ด้านความสัมพันธ์ มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน ($\bar{X} = 8.18$ คิดเป็นร้อยละ 81.81 ของคะแนนเต็ม) เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียน ($\bar{X} = 3.36$ หรือร้อยละ 33.63 ของคะแนนเต็ม) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และด้านที่ 3 ด้านหลักการ มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน ($\bar{X} = 6.41$ คิดเป็นร้อยละ 80.11 ของคะแนนเต็ม) เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียน ($\bar{X} = 3.45$ หรือร้อยละ 43.18 ของคะแนนเต็ม) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 3 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ โดยรวมและเป็นรายด้าน โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ชั้น ประกอบผังมโนทัศน์ ของนักเรียนที่มีผลการเรียนเคมีต่างกัน

ตารางที่ 13 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดวิเคราะห์ โดยรวมหลังเรียนของนักเรียนที่มีผลการเรียนเคมีต่างกัน (One – way MANCOVA)

SOV	Test Statistic	Value	Hypothesis df	Error df	F	p	Partial Eta squared
ผลสัมฤทธิ์	Pallai's Trace	0.00	2.00	38.00	0.07	0.93	0.00
	Wilks' Lambda	0.99	2.00	38.00	0.07	0.93	0.00

ทางการ	Hotelling's						
เรียน	Trance	0.00	2.00	38.00	0.07	0.93	0.00
ก่อนเรียน	Roy's Largest Root	0.00	2.00	38.00	0.07	0.93	0.00
ความ	Pallai's Trace	0.36	2.00	38.00	0.70	0.50	0.03
สามารถใน	Wilks' Lambda	0.96	2.00	38.00	0.70	0.50	0.03
การคิด	Hotelling's						
วิเคราะห์	Trance	0.03	2.00	38.00	0.70	0.50	0.03
ก่อนเรียน	Roy's Largest Root	0.03	2.00	38.00	0.70	0.50	0.03
ผลการเรียน	Pallai's Trace	0.34	2.00	38.00	9.63	0.00*	0.33
	Wilks' Lambda	0.66	2.00	38.00	9.63	0.00*	0.33
	Hotelling's						
	Trance	0.50	2.00	38.00	9.63	0.00*	0.33
	Roy's Largest Root	0.50	2.00	38.00	9.63	0.00*	0.33

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 13 พบว่า นักเรียนที่มีผลการเรียนต่างกัน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการคิดวิเคราะห์โดยรวมหลังเรียนแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อทดสอบ Univariate Tests พบว่า นักเรียนที่มีผลการเรียนต่างกัน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ($p = 0.00$) และความสามารถในการคิดวิเคราะห์โดยรวมหลังเรียน ($p = 0.04$) (ตารางที่ 14) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ยกเว้นรายด้าน ด้านความสำคัญไม่แตกต่างกัน ($p = 0.28$) (ตารางที่ 15) โดยนักเรียนที่มีผลการเรียนเคมีสูง มีคะแนนเฉลี่ยทุกด้าน มากกว่านักเรียนที่มีผลการเรียนเคมีต่ำ (ตารางที่ 16)

ตารางที่ 14 ผลการเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนความสามารถในการคิดวิเคราะห์โดยรวมหลังเรียนของนักเรียนที่มีผลการเรียนเคมีต่างกัน (One – way ANCOVA)

Univariate Tests

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดวิเคราะห์		SS	df	MS	F	P	Partial Eta Squared
ผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน	Contrast	86.82	1	86.82	18.63	0.00*	0.32
	Error	186.46	40	4.66			
ความสามารถใน การคิดวิเคราะห์	Contrast	24.46	1	24.46	4.37	0.04*	0.98
	Error	224.12	40	5.60			

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05

ผลการวิเคราะห์ตามตารางที่ 14 พบว่า นักเรียนที่มีผลการเรียนเคมีต่างกัน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดวิเคราะห์ แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05

ตารางที่ 15 ผลการเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนเป็น
รายด้านของนักเรียนที่มีผลการเรียนเคมีต่างกัน (One – way ANCOVA)

Univariate Tests							
ด้านที่ประเมิน	Source of variation	SS	df	MS	F	P	Partial Eta Squared
ด้านความสำคัญ	ก่อนเรียน	3.34	1	3.34	3.34	0.076	0.08
	ผลการเรียน	1.17	1	1.17	1.17	0.29	0.03
	ความคลาดเคลื่อน	39.97	40	0.99	0.29		
ด้านความสัมพันธ์	ก่อนเรียน	0.46	1	0.46	0.43	0.52	0.01
	ผลการเรียน	5.16	1	5.16	4.84	0.03*	0.11
	ความคลาดเคลื่อน	42.63	40	1.07			
ด้านหลักการ	ก่อนเรียน	0.10	1	0.10	0.11	0.74	0.00
	ผลการเรียน	5.61	1	5.61	5.94	0.02*	0.13
	ความคลาดเคลื่อน	37.79	40	0.94			

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05

ผลการวิเคราะห์ตามตารางที่ 15 พบว่า นักเรียนที่มีผลการเรียนเคมีต่างกัน มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 เฉพาะด้านที่ 2 คือ ด้านความสัมพันธ์ ($P = 0.03$) และด้านที่ 3 คือ ด้านหลักการ ($P = 0.02$) ส่วนด้านที่ 1 คือ ด้านความสำคัญ นักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ หลังเรียนไม่แตกต่างกัน โดยนักเรียนที่มีผลการเรียนเคมีสูงมีคะแนนเฉลี่ยมากกว่านักเรียนที่มีผลการเรียนเคมีต่ำ (ตารางที่ 16)

ตารางที่ 16 คะแนนเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และ
ความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนของนักเรียนจำแนกตามผลการเรียน

ผลการเรียน	ผลการเรียนเคมีสูง		ผลการเรียนเคมีต่ำ	
	\bar{X}	S.D.	\bar{X}	S.D.
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยรวม	32.19	2.04	28.22	2.22
ความสามารถในการคิดวิเคราะห์				
ด้านความสำคัญ	6.90	1.04	6.50	1.01
ด้านความสัมพันธ์	9.24	0.77	8.18	1.22
ด้านหลักการ	7.14	0.79	6.40	1.10
โดยรวม	23.24	1.95	21.09	2.72

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 16 พบว่า นักเรียนที่มีผลการเคมีสูง มีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดวิเคราะห์เฉลี่ย สูงกว่า นักเรียนที่มีผลการเรียนเคมีต่ำ ยกเว้น ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ด้านความสำคัญ ไม่แตกต่างกัน

ตอนที่ 4 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการเขียนผังมโนทัศน์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ที่เรียนโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ชั้น ประกอบผังมโนทัศน์ ของนักเรียนโดยส่วนรวมและจำแนกตามผลการเรียนเคมี

เมื่อสิ้นสุดการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ผู้วิจัยตรวจให้คะแนนความสามารถในการเขียนแผนผังมโนทัศน์ตามเกณฑ์ที่กำหนดแยกเป็น 3 ด้าน คือ ด้านเนื้อหา/ความรู้ ด้านการจัดการเนื้อหา และด้านการออกแบบและความคิดสร้างสรรค์ และนำคะแนนมาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่าง ความสามารถในการเขียนผังมโนทัศน์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนปรากฏผลดังตารางที่ 17



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ 17 แสดงค่าสหสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการเขียนผังมโนทัศน์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่เรียนโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ชั้น ประกอบผังมโนทัศน์ ของนักเรียนโดยส่วนรวมและจำแนกตามผลการเรียนเคมีหลังเรียน

กลุ่มนักเรียน	ตัวแปร	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r_{xy})	P	ระดับความสัมพันธ์
กลุ่มสูง	ความสามารถในการเขียนผังมโนทัศน์	0.58**	0.00	ปานกลาง
	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน			
กลุ่มต่ำ	ความสามารถในการเขียนผังมโนทัศน์	0.69**	0.00	ปานกลาง
	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน			
โดยรวม	ความสามารถในการเขียนผังมโนทัศน์	0.78**	0.02	สูง
	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน			

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ผลการวิเคราะห์ตามตารางที่ 17 พบว่า ความสามารถในการเขียนผังมโนทัศน์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนโดยรวม มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ เท่ากับ ($r_{xy}=0.78$) อยู่ในระดับสูง เมื่อพิจารณากลุ่มสูง พบว่า ความสามารถในการเขียนผังมโนทัศน์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ เท่ากับ ($r_{xy}=0.58$) อยู่ในระดับปานกลาง และกลุ่มต่ำ พบว่า ความสามารถในการเขียนผังมโนทัศน์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ เท่ากับ ($r_{xy}=0.69$) อยู่ในระดับปานกลาง

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดวิเคราะห์และความสามารถในการเขียนผังโนทัศน์ที่สัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโดยใช้ แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ชั้น ประกอบผังโนทัศน์ เรื่อง ของแข็ง ของเหลว แก๊ส ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น โดยมีรายละเอียดการสรุปผลการวิจัยหลังจากทำการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. สรุปผลการวิจัย
2. อภิปรายผล
3. ข้อเสนอแนะ



สรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัยเพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดวิเคราะห์และความสามารถในการเขียนผังโนทัศน์ที่สัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโดยใช้ แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ชั้น เรื่อง ของแข็ง ของเหลว แก๊ส สรุปผลได้ดังนี้

1. การหาความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ชั้น ประกอบผังโนทัศน์ เรื่อง ของแข็ง ของเหลว แก๊ส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยผู้เชี่ยวชาญ มีค่าเท่ากับ 4.76 อยู่ในระดับ เหมาะสมมากที่สุด
2. นักเรียนโดยส่วนรวมและจำแนกตามผลการเรียนเคมี ที่เรียนด้วย การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ชั้น ประกอบผังโนทัศน์ เรื่อง ของแข็ง ของเหลว แก๊ส มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดวิเคราะห์โดยรวมและรายด้านทุกด้านหลังเรียน สูงขึ้นจากก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. นักเรียนที่มีผลการเรียนเคมีต่างกัน มีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ความสามารถในการคิดวิเคราะห์โดยรวมแตกต่างกัน ยกเว้นด้านความสำคัญ และนักเรียนที่มีผลการเรียนเคมีสูง มีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ด้านความสัมพันธ์และด้านหลักการมากกว่า นักเรียนมีผลการเรียนเคมีต่ำ

4. ความสามารถในการเขียนผังมโนทัศน์ของนักเรียนมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาและเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการเขียนผังมโนทัศน์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วย การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ชั้น ประกอบผังมโนทัศน์ เรื่อง ของแข็ง ของเหลว แก๊ส อภิปรายผลได้ดังนี้

1. การประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ชั้น ประกอบผังมโนทัศน์จำนวน 8 แผน โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อหาความเหมาะสมด้าน องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ ทั้ง 6 ด้าน คือ ด้านสาระสำคัญ ด้านผลการเรียนรู้ ด้าน สาระการเรียนรู้ ด้านนักเรียนและสื่อการเรียนรู้ ด้านกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน และด้านการวัดและประเมินผล โดยรวมทุกแผนการจัดการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.76 อยู่ใน ระดับ เหมาะสมมากที่สุด

2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ชั้น ประกอบผังมโนทัศน์ เรื่อง ของแข็ง ของเหลว แก๊ส โดยส่วนรวมมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้น จากก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดรวบยอด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการใช้ผังมโนมติ ผลการวิจัย พบว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดการ เรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการใช้ผังมโนมติ หลังเรียนสูงกว่าก่อนได้รับการจัดการ

เรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 2) ความสามารถในการคิดรวบยอด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) หลังเรียน สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 (สิริมา แทนบุญ, 2557 : 115 - 116) สอดคล้องกับการศึกษา ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แผนผังมโนทัศน์ เรื่อง พันธะเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (อารีวรรณ ชัตติยะวงศ์, 2555 : 83) สอดคล้องกับการศึกษา การเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์ ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์ สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (จุฑารัตน์ ทองเนื้อห้า, 2548 : 92) สอดคล้องกับการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคจิ๊กซอว์ร่วมกับแผนภูมิโน้ตส์ ที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ก่อนและหลังเรียน ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคจิ๊กซอว์ร่วมกับแผนภูมิโน้ตส์มี ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน (จรรยา ขุนเศรษฐ์, 2551 : 18 – 20) และสอดคล้องกับงานวิจัยที่เกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยรูปแบบการสอนแบบ 5E ของนักเรียนในระดับเกรด 6 วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบหมุนเวียนในร่างกาย แบ่งกลุ่มหนึ่งเป็นกลุ่มควบคุม และอีกกลุ่มหนึ่งเป็นกลุ่มทดลอง โดยกลุ่มทดลองใช้สื่อการสอนคือชุดกิจกรรมที่พัฒนาขึ้นตามรูปแบบของชุดการสอนแบบ 5E ส่วนกลุ่มควบคุมใช้การสอนแบบปกติผลจากการศึกษาพบว่า กลุ่มทดลองมีผลการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (Osman, 2008 : 10 - 11)

การที่ผลการวิจัยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วย การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ชั้นประกอบผังมโนทัศน์ เรื่อง ของแข็ง ของเหลว แก๊ส มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ที่เพิ่มมากขึ้นกว่าก่อนเรียนนั้น อาจเนื่องมาจากการสอนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ชั้นประกอบผังมโนทัศน์ เป็นกระบวนการเรียนการสอนที่นักเรียนมีส่วนร่วมในการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง

(บุญชม ศรีสะอาด. 2541 : 95) ประกอบกับการนำชุกกิจกรรมมาสอนควบคู่กับรูปแบบการสอนแบบสืบเสาะ 5 ขั้น คือ ขั้นสร้างความสนใจ เป็นการกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนด้วยคำถามด้วยการให้สถานการณ์ที่น่าสนใจ ขั้นสำรวจและค้นหา เป็นการลงมือปฏิบัติจริงด้วยตัวของนักเรียนเอง ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป เป็นการนำข้อมูลที่ได้จากการค้นคว้า มาวิเคราะห์ แผลผลสรุปผล ขั้นขยายความรู้ เป็นขั้นการบูรณาการความรู้เดิมกับข้อมูลใหม่ เพื่อสร้างความเข้าใจที่ถูกต้อง มีความคิดรวบยอดชัดเจน และ ขั้นประเมิน เป็นการประเมินความรู้ด้วยกระบวนการต่างๆ ทำให้นักเรียนมีความรู้ที่ถูกต้องชัดเจนด้วยตนเองทุกกระบวนการจัดการเรียนรู้ (สมบัติการจรรักษ์พงศ์ และคณะ. 2549 : 3-7) จะเห็นว่าการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยรูปแบบสืบเสาะ 5 ขั้นนั้น นักเรียนจะมีส่วนร่วมในชั้นเรียนทุกขั้นตอนตลอดเวลา เป็นการพัฒนาความคิดนักเรียนอย่างเต็มที่ การเรียนรู้ที่นักเรียนคิดวิธี ค้นหาคำตอบด้วยตนเอง กล้าแสดงออกเป็นผู้นำในการแก้ปัญหา จะทำให้เกิดความคิดวิเคราะห์ คิดสร้างสรรค์ ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญของนักวิทยาศาสตร์ ในการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ๆ จนเกิดเป็นความรู้ที่คงทน และส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น (สุนทร สันธพานนท์ และคณะ. 2545 : 196) นอกจากนั้นการเรียนรู้ที่มีการสรุปความรู้หลังเรียนเป็นผังมโนทัศน์ เป็นการสร้างความจำที่ดีกว่าการสรุปความรู้เป็นประโยคยาว ๆ ซึ่งเป็นอีกหนึ่งชิ้นงานที่ครูผู้สอนนำมาประเมินความรู้เป็นรายบุคคลเพื่อทำการพัฒนาและปรับปรุงแก้ไขในขณะทำการสอน ทำให้นักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น (อารีวรรณ ชัตติยะวงศ์. 2555 : 83) ต่อไป

นอกจากนั้นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 4 โดยส่วนรวมและจำแนกตามผลการเรียนเคมีที่เรียนด้วย การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้นประกอบผังมโนทัศน์ เรื่อง ของแข็ง ของเหลว แก๊ส ยังมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์สูงขึ้นจากก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่ง สอดคล้องกับการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (5E) กับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น และนักเรียนที่เรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น มีคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ คะแนนทักษะกระบวนการทาง

วิทยาศาสตร์ชั้นพื้นฐาน และคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนเพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (รุจาภา ประถมวงษ์. 2551) และสอดคล้องกับการวิจัย เรื่อง การเปรียบเทียบการคิดวิเคราะห์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และจิตวิทยาาสตร์ เรื่อง เคมีอินทรีย์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการเรียนรู้แบบ KWL ประกอบผังมโนทัศน์ และการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น มีการคิดวิเคราะห์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและจิตวิทยาาสตร์ หลังเรียนเพิ่มขึ้นจากก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (บุษวรรณ บุญแนน. 2554)

3. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 4 ที่มีผลการเรียนวิชาเคมีต่างกัน ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้นประกอบผังมโนทัศน์เรื่อง ของแข็ง ของเหลว แก๊ส มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดวิเคราะห์ทั้งโดยรวมและรายด้านแตกต่างกัน ยกเว้นความสามารถในการคิดวิเคราะห์ด้านความสำคัญ เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น เป็นการจัดการเรียนการสอนสืบเสาะที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ให้ผู้เรียนได้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ผู้เรียนได้เรียนรู้ร่วมกันมีการประเมินผลการเรียนรู้ด้วยตัวของผู้เรียนเอง ซึ่งการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ระยะแรกพัฒนามาจากทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ (Piaget) ที่กล่าวว่า นักเรียนที่มีอายุเท่ากันอาจมีขั้นพัฒนาการทางสติปัญญาที่แตกต่างกัน แม้จะได้เรียนรู้ด้วยวิธีที่เหมือนกันในเวลาเดียวกัน ผลที่เกิดขึ้นกับนักเรียนอาจแตกต่างกัน นักเรียนแต่ละคนจะได้รับประสบการณ์ 2 แบบ คือ 1) ประสบการณ์ทางกายภาพ ซึ่งเกิดขึ้นเมื่อนักเรียนแต่ละคนได้ปฏิสัมพันธ์กับวัตถุต่างๆ ในสภาพแวดล้อมโดยตรง และ 2) ประสบการณ์ทางตรรกศาสตร์ จะเกิดขึ้นเมื่อนักเรียนได้พัฒนาโครงสร้างทางสติปัญญาให้เป็นความคิดรวบยอดที่เป็นนามธรรม สติปัญญา คือ ความสามารถในการคิด การตัดสินใจ การแก้ปัญหา และการปรับตัวของบุคคลเมื่อนักเรียนเผชิญกับสถานการณ์หรือปัญหาต่างๆ หลักการของเพียเจต์ (Piaget) กล่าวว่า พัฒนาการทางด้านสติปัญญาเป็นเรื่องเกี่ยวกับ ความรู้ความเข้าใจของเด็ก ที่เกิดกระบวนการปรับตัวในเรื่องการขยายโครงสร้างปฏิบัติการทางสติปัญญา เรียกว่า 1) การซึมซับหรือการดูดซึม (Assimilation) ประสบการณ์ต่างๆ ให้เข้ากับโครงสร้างทางด้านสติปัญญา 2) การปรับหรือโครงสร้างปฏิบัติการทางสติปัญญา (Accommodation) เมื่อเผชิญกับสภาพแวดล้อมใหม่ และการจัดระเบียบสิ่งเร้าใหม่ให้เข้ากับโครงสร้างปฏิบัติการทางสติปัญญา (Organization) ได้ถูกต้องตรงกับความเป็นจริง (Reilly and Lewis. 1983 : 60 ; อ้างถึงใน ไพฑูรย์ สุขศรีงาม.

2545) และจะพบว่า นักเรียนที่มีผลการเรียนสูงมักจะเกิดการสะสมประสบการณ์ทางกายภาพ และประสบการณ์ทางตรรกศาสตร์ผ่านมาในทางที่ดี คือ เป็นคนมีระเบียบวินัยในการทำงาน มีความรับผิดชอบ ใฝ่รู้ใฝ่เรียน ทำให้เชื่อมโยงความรู้เดิมเข้ากับสถานการณ์ใหม่ได้เข้าใจรวดเร็วและตรงประเด็นมากกว่านักเรียนที่มีผลการเรียนต่ำ จากผลการวิจัยที่ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยภาพรวมพบว่า นักเรียนที่มีผลการเรียนเคมีสูงและนักเรียนที่มีผลการเรียนเคมีต่ำมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนเพิ่มขึ้นจากก่อนเรียน ซึ่งเป็นผลจากการที่นักเรียนได้เรียนด้วย การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ประกอบผังมโนทัศน์ดังที่กล่าวมาข้างต้น แต่อาจเป็นเพราะการสะสมประสบการณ์ทางกายภาพและประสบการณ์ทางตรรกศาสตร์ นักเรียนที่มีผลการเรียนเคมีต่ำมีน้อย ยังขาดความรับผิดชอบในการกลับไปทบทวนบทเรียน หรือการหาความรู้เพิ่มเติม จึงทำให้นักเรียนที่มีผลการเรียนเคมีต่ำมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนมีค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกับนักเรียนที่มีผลการเรียนสูง

4. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 4 โดยส่วนรวมที่เรียนด้วย การเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ประกอบผังมโนทัศน์ เรื่อง ของแข็ง ของเหลว แก๊ส มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สัมพันธ์กับความสามารถในการเขียนผังมโนทัศน์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาผลการเรียนรู้โดยใช้แผนผังมโนคติ เรื่อง พันธะเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการศึกษาพบว่า ความสามารถในการเขียนแผนผังมโนคติของนักเรียนด้านเนื้อหาความรู้ ด้านการจัดการเนื้อหา และด้านความคิดสร้างสรรค์ มีพัฒนาการสูงขึ้นเมื่อมีการเขียนซ้ำๆ และส่งผลให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น (อารีวรรณ ชัตติยะวงศ์. 2555 : 84) การที่นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้นซึ่งสัมพันธ์กับความสามารถในการเขียนแผนผังมโนทัศน์นั้น เนื่องจากการเขียนแผนผังมโนทัศน์เป็นวิธีการที่ทำให้นักเรียน มีความคิดวิเคราะห์ความสำคัญของเนื้อหา เรียนรู้การเชื่อมโยงเนื้อหาที่มีความสัมพันธ์หลักไปสู่ความสัมพันธ์ย่อยได้อย่างเป็นระบบ และการฝึกเขียนอย่างสม่ำเสมอหลังจากเรียนจบในหัวข้อต่างๆ จะทำให้นักเรียนมีพัฒนาการในการเขียนแผนผังมโนทัศน์ที่ดีขึ้น ส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น สอดคล้องกับ การศึกษาผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนคติ ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ หลังการสอน สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (จุฑารัตน์ ทองเนื้อห้า. 2548 : 92) และสอดคล้องกับงานวิจัยเรื่อง การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดรวบยอด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการใช้ผังมโนคติ

ผลการวิจัย พบว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการใช้ผังมโนคติ หลังเรียนสูงกว่า ก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 (สิริมา แทนบุญ. 2557 : 115 -116)

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ประกอบการเขียนผังมโนทัศน์ ครูต้องจัดกิจกรรมให้ ได้รับความสนใจนักเรียนและควรจัดอย่างหลากหลาย เช่น ใช้เกม เพลง คำถามที่สร้างความสนใจ ฯลฯ และในการยกตัวอย่างให้นักเรียนในขณะเรียนรู้ ครูจะต้องเตรียมตัวอย่างให้มากพอ และครอบคลุมลักษณะของความคิดรวบยอดในหัวข้อที่สอน พร้อมทั้งแนะนำเทคนิคการเขียนผังมโนทัศน์ในแบบที่หลากหลาย เพื่อกระตุ้นความคิดของนักเรียนและควรมีการจัดแสดงผลงานนักเรียนที่สร้างผังมโนคติถูกต้อง เพราะจะทำให้ให้นักเรียนเกิดความภาคภูมิใจในความสามารถของตนเองเป็นการสร้างความมั่นใจ เป็นการเสริมแรงจูงใจและเอื้อให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีความสุข จึงจะส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการคิดวิเคราะห์สูงขึ้น

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัย

จากที่นักเรียนได้เรียนรู้ ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ประกอบผังมโนทัศน์ ทำให้นักเรียนได้แสดงศักยภาพที่หลากหลายของแต่ละบุคคล แสดงออกซึ่งความคิดวิเคราะห์ คิดสร้างสรรค์ คิดเป็นระบบและนำเสนอความรู้ที่ได้เป็นลำดับขั้นตอน แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ประกอบผังมโนทัศน์ เป็นกิจกรรมที่ส่งผลให้นักเรียนมีความรู้ความสามารถด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ที่สูงขึ้น ดังนั้น จึงควรมีการศึกษาเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ประกอบผังมโนทัศน์ ที่มีผลต่อตัวแปรอื่นๆ เพื่อพัฒนาความสามารถด้านผลการเรียน ในวิชาเดิมหรือวิชาอื่นของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ด้วยเพื่อค้นหาและพัฒนาศักยภาพของนักเรียน เช่น ด้านการคิดวิจารณ์ญาณ ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และความคงทนในความรู้ความเข้าใจของนักเรียนในระยะยาวต่อไป



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



บรรณานุกรม

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บรรณานุกรม

กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). **หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.**

กรุงเทพฯ : ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

กาญจนา บุญส่ง. (2542). **หลักการสอน.** เพชรบุรี : คณะครุศาสตร์ สถาบันราชภัฏเพชรบุรี.

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. (2546). **การคิดเชิงวิเคราะห์.** กรุงเทพฯ : ซีคเซสมิเดีย.

จริยา ขุนเศรษฐ์. (2551). “ผลการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคจิ๊กซอว์ร่วมกับ
แผนภูมิโมโนทัศน์ที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6,” **วารสารวิทยบริการ.** 19(3) : 18-20
กันยายน-ธันวาคม.

จีระพรรณ สุขศรีงาม. (2536). **ชีวสถิติเบื้องต้น.** พิมพ์ครั้งที่ 2. มหาสารคาม : คณะ
วิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม.

จุฑารัตน์ ทองเนื้อห้า. (2548). **ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาฟิสิกส์และความสามารถในการคิด
การคิดวิจารณ์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบ
การเขียนผังมโนคติ.** วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ชวาล แพรัตกุล. (2520). **เทคนิคการเขียนข้อสอบ.** (ม.ป.ท.) : (ม.ป.พ.).

ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2537). **การวางแผนการสอนและการเขียนแผนการสอน : เอกสาร
การสอนชุดวิชาวิทยาการการสอน.** พิมพ์ครั้งที่ 7. นนทบุรี : มหาวิทยาลัยสุโขทัย
ธรรมาธิราช.

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ และคณะ. (2523). **เอกสารการสอนชุดวิชาเทคโนโลยีและสื่อการศึกษา
20301 หน่วย ที่ 6-10.** นนทบุรี : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

ชาญชัย ยมดิษฐ์. (2548). **เทคนิคและวิธีการสอน.** กรุงเทพฯ : หลักพิมพ์.

ชูศรี วงศ์รัตน์. (2541). **เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย.** พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ :
เทพเนรมิต

- ทศนา แคมมณี. (2547). **การคิดและการสอนเพื่อพัฒนากระบวนการคิด**. กรุงเทพฯ : สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ.
- นิคม ชมพูหลง. (2545). **วิธีการและขั้นตอนการพัฒนาหลักสูตรท้องถิ่นและวิธีการจัดทำหลักสูตรสถานศึกษา**. กรุงเทพฯ : ธารอักษร.
- ธารณี สิทธิ. (2553). **การพัฒนาชุดการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) เรื่อง พันระโคเวเลนต์ วิชาเคมีเพิ่มเติมชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4**. รายงานการวิจัย : โรงเรียนกำแพง อำเภออุทุมพรพิสัย จังหวัดศรีสะเกษ.
- นิภา ศรีไพโรจน์. (2539). **เอกสารประกอบการสอน วิชา วม. 401 การวัดผลการศึกษา**. กรุงเทพฯ : ภาควิชาวัดผลและวิจัยการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- บุญเกื้อ ควหาเวช. (2530). **นวัตกรรมการศึกษา**. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : เจริญวิทย์การพิมพ์.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2541). **การพัฒนาการสอน**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : ชมรมเด็ก.
- _____. (2543). **การวิจัยเบื้องต้น**. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.
- _____. (2545). **การวิจัยเบื้องต้น**. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.
- _____. (2546). **การวิจัยสำหรับครู**. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.
- บุษวรรณ บุญแนนน. (2554). **การเปรียบเทียบการคิดวิเคราะห์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง เคมีอินทรีย์และจิตวิทยาศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการเรียนรู้แบบ KWL ประกอบผังมโนทัศน์ และการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น**. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ประทีป ชูหมั่นไฉย. (2540). **“การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง ทรัพยากรในดิน (ดิน, หิน, แร่) ระหว่างการสอนโดยใช้แผนผังมโนทัศน์กับการสอนปกติ”** วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ประพันธ์ศิริ สุเลารัจ. (2551). **การพัฒนาการคิด**. กรุงเทพฯ : 9119 เทคนิคพรินต์ติ้ง.

- พวงเพชร เกตุวีระพงศ์. (2552). การวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนที่ใช้รูปแบบการจัด
การเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เพื่อพัฒนาคุณภาพการเรียนการสอนและ
 การคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์
 ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2530). การสร้างและพัฒนาแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์. กรุงเทพฯ :
 สำนักงานทดสอบการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
 _____ . (2540). วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. กรุงเทพฯ :
 มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. (2544). การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ : แนวคิด วิธีและ
 เทคนิคการสอน. กรุงเทพฯ : พัฒนาคุณภาพวิชาการ.
 _____ . (2545). การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ : แนวคิด วิธีและเทคนิค
 การสอน 1. พิมพ์ครั้งที่ 2 กรุงเทพฯ : พัฒนาคุณภาพวิชาการ.
- เพ็ญศรี จันทร์ดวง. (2545). วรรณลักษณะวิจารณ์ เล่ม 1. กรุงเทพฯ : ม.ป.พ.
- ไพฑูริย์ สุขศรีงาม. (2545). “ความเข้าใจการสอนแบบสืบเสาะ” เอกสารประกอบการสอน
 วิชาวิทยาศาสตร์. มหาสารคาม : ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัย
 มหาสารคาม.
 RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY
- ภพ เลหาไพบูลย์. (2540). แนวการสอนวิทยาศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนา
พานิช.
- มนัส บุญประกอบ. (2542). แผนภูมิโมโนทัศน์กับการสร้างเสริม ส จิ ปุ ลิ. บัณฑิตศึกษา.
 3(3) : 46-55.
- ยุษฎี ภู่อัญเมือง. (2549). ผลการสอนโดยใช้ผังมโนทัศน์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้น
 มัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนชลธารวิทยา จังหวัดชุมพร. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์
 มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- รุจภา ประถมวงษ์. (2551). การเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ทักษะ
 กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการ

เรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่
เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ชั้น (5E) กับการจัดการเรียนรู้
แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น (7E). วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต :
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

รุจิร ภูสาระ. (2545). การเขียนแผนการเรียนรู้. กรุงเทพฯ : บุ๊ค พอยส์.

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2539). เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้. กรุงเทพฯ :
ชมรมเด็ก.

_____. (2543). การวัดด้านจิตพิสัย. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.

ลักขณา สริวัฒน์. (2549). การคิด. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.

วนิช สุธาร์ตัน. (2547). ความคิดและความคิดสร้างสรรค์. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.

วัฒนาพร ระงับทุกข์. (2545). แผนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ. กรุงเทพฯ : แอล ที เพลส.

วิชาการโรงเรียนพุทไธสง. (2550). ผลการประเมินคุณภาพภายนอกภายนอกสถานศึกษา

โดยสำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา (องค์กรมหาชน)

รอบที่สอง : โรงเรียนพุทไธสง. บุรีรัมย์ : วิชาการโรงเรียนพุทไธสง.

_____. (2555). ผลการประเมินคุณภาพภายนอกภายนอกสถานศึกษา โดยสำนักงาน
รับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา (องค์กรมหาชน) รอบที่สาม. :
โรงเรียนพุทไธสง. บุรีรัมย์ : วิชาการโรงเรียนพุทไธสง.

_____. (2556). ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ปีการศึกษา
2/2556. บุรีรัมย์ : วิชาการโรงเรียนพุทไธสง.

วิมลรัตน์ สุนทรโรจน์. (2545). พัฒนาการเรียนการสอน. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัย
มหาสารคาม.

วิยะดา ระวังสุข. (2545). การประเมินความคิดรวบยอดวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้แผนผัง
มโนทัศน์. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศิริกาญจน์ โกสุมภ์ และดารณี คำวัจน์. (2544). สอนให้เด็กคิดเป็น. กรุงเทพฯ : กรุงเทพ
การพิมพ์.

- เศวต ไชยโสภภาพ. (2545). การพัฒนาแผนการสอนกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตที่เน้นกระบวนการชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่องสารเสพติดให้โทษ. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- สถาบันพัฒนาความก้าวหน้า. (2545). ยุทธศาสตร์การปรับวิธีเรียน การเปลี่ยนวิธีสอนเพื่อเตรียมสู่ความก้าวหน้าในอนาคต. กรุงเทพฯ : สถาบันพัฒนาความก้าวหน้า.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). การจัดการการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน. กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สมชาย รัตนทองคำ. (2545). การพัฒนารูปแบบการสอนที่เน้นกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณสำหรับนักศึกษากายภาพบำบัด มหาวิทยาลัยขอนแก่น. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- สมนึก ภัททิยธานี. (2546). การวัดผลการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 4. กทม. : ประสานการพิมพ์.
- _____. (2551). พื้นฐานการวิจัยการศึกษา. กทม. : ประสานการพิมพ์.
- สมบัติ ท้ายเรือคำ. (2551). ระเบียบวิธีวิจัยสำหรับมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 2. กทม. : ประสานการพิมพ์.
- สมบัติ การจนารักพงศ์ และคณะ. (2549). เทคนิคการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบ 5E ที่เน้นพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูง : กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ : ชารอักษร.
- สมศักดิ์ สินธุเวชญ์. (2546). การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.
- สมหวัง พิริยานุวัฒน์. (2540). การวัดและประเมินผลการเรียนการสอนมัธยมศึกษา. ประมวลสาระชุดวิชาสัมมนาการมัธยมศึกษา. กรุงเทพฯ : บัณฑิตศึกษา.
- สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ
- สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ. (2544). การวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้. กรุงเทพฯ : สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ.

- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2550). [ออนไลน์]. “รูปแบบการเรียนการสอน แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es)”. [สืบค้นเมื่อ 27 พฤศจิกายน 2557] จาก <http://school.obec.go.th/nitade/data/Inquiry%20process.pdf>.
- สำลี รักสุทธี และคณะ. (2541). **เทคนิควิธีการพัฒนาหลักสูตรแบบบูรณาการ**. กรุงเทพฯ : พัฒนาศึกษา.
- สิริมา แทนบุญ. (2557). **การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และ ความสามารถในการคิดรวบยอด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการ จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการใช้ผังมโนมิติ**. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยทักษิณ.
- สุคนธ์ สีนธพานนท์ และคณะ. (2545). **การจัดกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ**. กรุงเทพฯ : อักษรเจริญทัศน์.
- สุนีย์ สอนตระกูล. (2544). **การพัฒนาระบบการเรียนการสอนแบบจัดรอบมโนทัศน์สำหรับ วิชาชีววิทยา ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย**. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุนีย์ เหมาะประสิทธิ์. (2542). **ทฤษฎีสรคินิยม (Constructivism) สารานุกรม ศึกษาศาสตร์**. กรุงเทพฯ : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- _____. (2544). **วิจัยการการเรียนรู้**. สารานุกรมศึกษาศาสตร์. 20(2).
- สุพล วังสินธ์. (2536). **การจัดทำแผนการสอนอย่างมีประสิทธิภาพ**. สารพัฒนาหลักสูตร. 114(12) : 3-14, เมษายน-พฤษภาคม.
- สุรศักดิ์ หลาบมาลา. (2547). “การสอนเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์,” **วิชาการ**. 1(1) : 38-39; เมษายน.
- สรรรถดี ดีปู. (2554). **การพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวันระดับปริญญาตรี**. วิทยานิพนธ์ ครุศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์.
- สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ. (2545). **19 วิธีจัดการเรียนรู้ : เพื่อพัฒนาความรู้และทักษะ**. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ : ภาพพิมพ์.

- _____. (2547). **เรียนรู้สู่ครูมืออาชีพ**. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ : ที.พี. พรินท์.
- _____. (2551). **20 วิธีจัดการเรียนรู้**. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ : ภาพพิมพ์.
- เสงี่ยม โตรัตน์. (2546). “การสอนเพื่อสร้างเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์,” **ศึกษาศาสตร์**. 1(1) : 28-29 ; มิถุนายน-ตุลาคม.
- เสริมศรี ลักษณะศิริ. (2540). **หลักสูตรและการสอน**. กรุงเทพฯ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ สถาบันราชภัฏพระนคร.
- อดิศร ดวงศรี. (2540). **ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนตามรูปแบบการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์ความรู้**. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยแม่โจ้.
- อานต์ รัตน์กรกุล. (2550). **สร้าง Mind Map ด้วย Mindmager (ภาคปฏิบัติ)**. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น.
- อาร์ม โพธิ์พัฒน์. (2550). **การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเขียนแผนผังโนมตี**. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- อารีวรรณ ชัดติยะวงศ์. (2555). **ผลการเรียนรู้โดยใช้แผนผังโนมตี เรื่อง พันธะเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และศึกษาความสามารถในการเขียนแผนผังโนมตี ของนักเรียนที่เรียนวิชาเคมี เรื่องพันธะเคมี ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบรปือวิทยาคาร**. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- Baroody; & Batels. (2001). Assessing Understanding in Mathematics with Concept Mapping. **Mathematics in School**. 30(3) : 24-27.
- Billings. (2002). “Assessment of the Learning cycle and Inquiry base Learning in High School Physics Education,” **Masters Abstracts International**. 40(4) : 840-A ; August.

- Blackburn - Morrison, Kimberly D. (2006). "Three Case Studies of Three High School Teachers, Definitions, Beliefs, and Implementation Practices of Inquiry-based Science Method Including Barriers to Facilitators of Successful Implementation," **Dissertation Abstracts International**. 66(08) : 2817-A ; February.
- Bloom, S. (1976). **Human Characteristics and School Learning**. New York : McGraw-Hill Book Co.
- Campbell, A. (2006). **The Effects of the 5E Learning Cycle Model on Students' Understanding of Force and Motion Concept**. M.Ed. Thesis University of Central Florida.
- Cliburn, W. (1987, December). Helping Student Understand Physiology Interaction : A concept Mapping Activity. **The American Biology Teacher**. 49(12) : 426-427.
- Francine, E.(2002). "Concept Mapping Effect on Science Content Comprehension of Low-Achieving Inter-City Seventh Graders," **SAGE Journals Online**.
- Good, C. V. (1973). **Dictionary of Education**. New York . McGraw – Hill Book Company.
- Halsted, E. (1999). "Facilitating Creative and Critical Thinking in Quantitative Synthesis," **Masters Abstracts International**. 37(01) : 47 ; February.
- Ismet, E. (2008). "An Example for the Effect of 5E Model on the Academic Success and Attitude Levels of Students : "Inclined Projectile Motion," **Journal of Turkish Science Education (TUSED)**. 47 – 59 : December.
- Mason, C. L. (1992). Concept mapping : A tool to develop reflective science instruction. **Science Education**,76(January)
- Novak. (1977). **A Theory of Education**. New York : Cornell University Press.
- Novak, J.D. ; & Gowin, D. Bob. (1984). **Learning How to Learn**. London : Cambridge University Press.

- Osman, C. (2008). “Effect of 5E instructional model in student success in primary school 6th year circulatory system topic,” **Asia – Pacific Forum on Science Learning & Teaching**. p. 1 – 11. s.n. : s.l.
- Wolman, B. (1973). **Dictionary of Behavioral of Science**. 2nd ed. San Diego, Calif : Academic Press.



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



ภาคผนวก ก

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

รายวิชาเคมี	รหัสวิชา ว31222	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4		ภาคเรียนที่ 2
หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ของแข็ง ของเหลว แก๊ส		เวลา 12 คาบ
ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ชุดที่ 1 เรื่อง สมบัติของของแข็ง		เวลา 3 คาบ
แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง สมบัติของของแข็งและการจัดเรียงอนุภาคของของแข็ง		
เวลา 2 คาบ		
วัน..... ที่.....เดือน..... พ.ศ.		

1. สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร

- มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะ หาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์
- มาตรฐาน ว8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้อข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในเวลานั้นๆ เข้าใจว่า วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

2. ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

- 2.1 อธิบายสมบัติบางประการของของแข็ง
- 2.2 อธิบายเหตุผลที่ทำให้ธาตุบางชนิดปรากฏเป็นรูปต่างๆ
- 2.3 ทำการทดลองเรื่อง การศึกษารูปผลึกของกำมะถันได้

3. สารสำคัญ

ของแข็งมีสมบัติหลายประการ เช่น จุดหลอมเหลวและจุดเดือดส่วนใหญ่มีค่าสูงกว่าของเหลวและแก๊ส มีรูปร่างแน่นอนไม่ขึ้นอยู่กับภาชนะที่บรรจุ การจัดเรียงอนุภาคอยู่ในตำแหน่งที่แน่นอน แต่การจัดเรียงอนุภาคในของแข็งต่างชนิดกันจะแตกต่างกัน

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

4.1 ด้านความรู้ (K)

- 4.1.1 อธิบายสมบัติบางประการของของแข็งได้
- 4.1.2 อธิบายเหตุผลที่ธาตุบางชนิดปรากฏอยู่ในรูปต่างๆ กันได้
- 4.1.3 อธิบายสมบัติบางประการของของแข็งบางชนิดกับการนำไปใช้ประโยชน์ได้

4.2 ด้านทักษะกระบวนการ (P) คือ มีทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การสังเกต

การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การลงความเห็นจากข้อมูล การตั้งสมมติฐาน การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

4.3 ด้านคุณลักษณะ (A) คือ มีจิตวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ความสนใจใฝ่รู้ ความรอบคอบ

การร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ความมีเหตุผล การทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์

5. สารการเรียนรู้

- 5.1 สมบัติของของแข็ง
- 5.2 การจัดเรียงอนุภาคของของแข็ง

6. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 สร้างความสนใจ (Engagement)

6.1 ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่อง สมบัติของของแข็งและการจัดเรียงอนุภาคของของแข็ง

6.2 นักเรียนทำ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน เรื่อง ของแข็งของเหลว แก๊ส จำนวน 40 ข้อ 40 คะแนน ใช้เวลา 45 นาที (ทดสอบนอกเวลาเรียน)

6.3 ครูแจกชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง ของแข็ง ของเหลว แก๊ส รายวิชาเคมี รหัสวิชา ว31222 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ชุดที่ 1 เรื่อง สมบัติของของแข็ง ซึ่งนักเรียนต้องใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้นี้ในการเรียนรู้โดยมีครูคอยชี้แนะและให้คำปรึกษา

6.4 นักเรียนศึกษาสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ และจุดประสงค์การเรียนรู้

6.5 นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน ชุดที่ 1 เรื่อง สมบัติของของแข็ง จำนวน 10 ข้อ 10 คะแนน ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 10 นาที

6.6 แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่ม ๆ ละ 4 – 5 คน โดยคละตามความสามารถ เก่ง ปานกลาง และอ่อน และให้นักเรียนแต่ละกลุ่มคัดเลือกประธาน รองประธาน เลขานุการของกลุ่ม และตัวแทนนำเสนอ ซึ่งมีการเปลี่ยนหน้าที่กันในแต่ละชั่วโมง เป็นการเรียนรู้แบบร่วมมือกันเรียนรู้ (Cooperative Learning)

6.7 ครูสร้างความสนใจของนักเรียนด้วยการให้นักเรียนดูภาพในบัตรคำถามที่ 1.1 การจัดเรียงอนุภาคของสาร แล้วร่วมกันตอบคำถาม ลักษณะกิจกรรมการสร้าง ความสนใจ คือ

1. นักเรียนรู้หรือไม่ว่าแก๊สใดสำคัญสำหรับการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตมากที่สุด และนักเรียนสามารถใช้มือเก็บแก๊สเหล่านั้น มาไว้ในขวด ในห้องเก็บแก๊ส เพื่อใช้ในยามจำเป็นได้หรือไม่

แนวการตอบ แก๊สออกซิเจน และไม่สามารถใช้มือเก็บแก๊สมาไว้ใช้ได้

เนื่องจาก แก๊สมีโมเลกุลที่เล็กมากลอยฟุ้งกระจายในอากาศ บางชนิดมองไม่เห็นด้วยตาเปล่า มีน้ำหนักเบาไม่สามารถจับได้ หรือ คำตอบอื่นๆ ตามความคิดของนักเรียน

2. ครูให้นักเรียนดูภาพ การจัดเรียงโมเลกุลของสารในชุดกิจกรรมที่ 1 บัตร

คำถามที่ 1.1 การจัดเรียงอนุภาคของสาร ของนักเรียน แล้วถามว่านักเรียนสังเกตเห็นอะไรในภาพนี้บ้าง (กิจกรรมนี้จะทำให้นักเรียนมีทักษะการสังเกต และมีความเข้าใจว่าสารที่มีสถานะต่างกัน จะมีการจัดเรียงโมเลกุลที่ต่างกัน)

แนวการตอบ โมเลกุลของสารแต่ละชนิด มีการจัดเรียงตัวที่ต่างกัน บางชนิดห่างกันมาก บางชนิดห่างกันน้อย และบางชนิดติดกัน ขึ้นอยู่กับว่าสารนั้นมีสถานะอย่างไร ถ้าเป็นแก๊ส จะมีลักษณะโมเลกุลที่ห่างกันมากดังในรูป ก ถ้าโมเลกุลของสารห่างกันไม่มากการจัดเรียงตัวไม่เป็นระเบียบจะหมายถึงโมเลกุลของสารที่มีสถานะเป็นของเหลว ดังภาพ ข และถ้าโมเลกุลของสารมีการจัดเรียงตัวกันชิดแน่นอย่างเป็นระเบียบสารนั้นจะเป็นสารจำพวกของแข็ง ดังภาพ ค หรือ อื่นๆ ตามความคิดของนักเรียน

3. ครูให้นักเรียนเขียนสิ่งที่ตนสังเกตเห็นภาพ แล้วเขียนลงในชุดกิจกรรมของตนเอง ครูสุ่มนักเรียน บางกลุ่ม มานำเสนอ ความรู้ที่ได้จากกิจกรรม และชี้แนะในสิ่งที่ถูกหาค นักเรียนยังเข้าใจไม่ตรงประเด็นที่ให้เรียนรู้

ขั้นที่ 2 สำรวจและค้นหา (Exploration) (กลวิธี ทำนาย: สังเกต: อธิบาย (Predict Observe Explain: P O E))

6.8 นักเรียนศึกษาวิธีทำการทดลองในบัตรกิจกรรมที่ 1.1 เรื่อง การศึกษารูปของผลึกกำมะถัน โดยอภิปรายก่อนการทดลองและทำนายผลการทดลองพร้อมให้เหตุผล (Predict) ซึ่งผลจากกิจกรรมการทดลองอาจจะทำนายได้ว่า รูปร่างโมกุลของผลึกกำมะถันอาจมีรูปร่างที่ต่างกันได้มากกว่า 1 แบบ

6.9 นักเรียนทำการทดลองการศึกษารูปของผลึกกำมะถัน และสังเกตผลการทดลอง (Observe) เพื่อค้นหาคำตอบที่ทำนายไว้โดยการทดลอง ซึ่งนักเรียนออกแบบการทดลองเองโดยมีครูคอยชี้แนะ

ชั่วโมงที่ 2

ขั้นที่ 3 อธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)

6.10 นักเรียนอภิปรายและสรุปผลการทดลอง (Predict Observe Explain) พร้อมทั้งให้เหตุผลอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น ถ้าไม่สามารถให้เหตุผลได้ อาจแลกเปลี่ยนความรู้กับกลุ่มเพื่อนได้ และบันทึกผลลงในบัตรกิจกรรมที่ 1.1 การศึกษารูปของผลึกกำมะถัน

6.11 นักเรียนศึกษาเพิ่มเติมในบัตรความรู้ที่ 1.1 สมบัติของของแข็งและการจัดเรียงอนุภาคของของแข็ง และสรุปความรู้ที่ได้ลงในบัตรสรุปการอ่านเป็นผังมโนทัศน์ ซึ่งผลจากการศึกษาเพิ่มเติมในบัตรความรู้ที่ 1.1 เรื่อง สมบัติของของแข็งและการจัดเรียงอนุภาคของของแข็ง นักเรียนควรสรุปเป็นผังมโนทัศน์ได้ดังนี้

- สมบัติทั่วไปของของแข็งและการจัดเรียงอนุภาคของของแข็ง เป็นมโนทัศน์หลัก
- สมบัติทั่วไปของของแข็งเป็นข้อๆ และ ลักษณะการจัดเรียงอนุภาคของของแข็งโดยทั่วไป เป็นมโนทัศน์รอง
- การจัดโครงสร้างของโมเลกุลที่ต่างกันของผลึกกำมะถัน มี 2 รูปแบบ เป็นมโนทัศน์ย่อย

(รูปแบบการเขียนผังมโนทัศน์ใช้แบบที่ครูแนะนำตั้งแต่ต้นชั่วโมง)

6.12 นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายสรุปเกี่ยวกับสมบัติของของแข็งและการจัดเรียงอนุภาคของของแข็ง และอธิบายเหตุผลที่ธาตุบางชนิดปรากฏอยู่ในรูปต่างๆ กันได้ จนได้ข้อสรุป

6.13 ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปความรู้เรื่อง สมบัติของของแข็งและการจัดเรียงอนุภาคของของแข็ง จนได้ข้อสรุปว่า “ของแข็งมีสมบัติหลายประการ เช่น จุดหลอมเหลวและจุดเดือดส่วนใหญ่มีค่าสูงกว่าของเหลวและแก๊ส มีรูปร่างแน่นอนไม่ขึ้นอยู่กับภาชนะที่บรรจุ การจัดเรียงอนุภาคอยู่ในตำแหน่งที่แน่นอน แต่การจัดเรียงอนุภาคในของแข็งต่างชนิดกันจะแตกต่างกัน”

ขั้นที่ 4 ขยายความรู้ (Elaboration)

6.14 นักเรียนและครูร่วมกันอภิปราย โดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มยกตัวอย่างสมบัติบางประการของของแข็งบางชนิดกับการนำไปใช้ประโยชน์

ขั้นที่ 5 ประเมิน (Evaluation)

- 6.15 นักเรียนแต่ละคนทำบัตรฝึกหัดที่ 1.1 สมบัติของของแข็งและการจัดเรียงอนุภาคของของแข็ง (ผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 80)
- 6.16 ประเมินบัตรคำถาม ที่ 1.2 เรื่อง ผลึกของของแข็ง (ผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 80)
- 6.17 ประเมินบัตรกิจกรรม ที่ 1.2 ผังมโนทัศน์ เรื่อง สมบัติของของแข็ง (ผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 80)
- 6.18 นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน ทศน์ เรื่อง สมบัติของของแข็ง (ผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 80)
- 6.19 หากนักเรียนคนใดไม่ผ่านเกณฑ์ สามารถนำชุดกิจกรรมการเรียนรู้กลับไปศึกษาด้วยตนเองได้จนกว่าจะผ่านเกณฑ์การประเมิน
- 6.20 ครูกล่าวชมเชยนักเรียนที่ให้ความร่วมมือในการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นอย่างดี

7. สื่อการเรียนรู้และแหล่งการเรียนรู้

7.1 สื่อการเรียนรู้

- 7.1.1 ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง ของแข็ง ของเหลว แก๊ส รายวิชาเคมี รหัสวิชา ว31222 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ชุดที่ 1 เรื่อง สมบัติของของแข็ง
- 7.1.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน เรื่อง ของแข็ง ของเหลว แก๊ส จำนวน 40 ข้อ 40 คะแนน
- 7.1.3 แบบทดสอบก่อนเรียน ชุดที่ 1 เรื่อง สมบัติของของแข็ง จำนวน 10 ข้อ 10 คะแนน
- 7.1.4 บัตรคำถามที่ 1.1 การจัดเรียงอนุภาคของสาร
- 7.1.5 บัตรความรู้ที่ 1.1 สมบัติของของแข็งและการจัดเรียงอนุภาคของของแข็ง
- 7.1.6 บัตรกิจกรรมที่ 1.1 การศึกษารูปของผลึกกำมะถัน
- 7.1.7 บัตรฝึกหัดที่ 1.1 สมบัติของของแข็งและการจัดเรียงอนุภาคของของแข็ง
- 7.1.8 บัตรสรุปการอ่าน

7.2 แหล่งการเรียนรู้

7.2.1 ห้องสมุด

7.2.2 อินเทอร์เน็ต

7.2.3 หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม เคมี เล่ม 2 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

โดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ

8. การวัดผลและประเมินผล

พฤติกรรมการเรียนรู้ ที่ต้องการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การวัด
1. ด้านความรู้ (K)	1. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน เรื่องของแข็ง ของเหลว แก๊ส 2. แบบทดสอบก่อนเรียน ชุดที่ 1 เรื่อง สมบัติของของแข็ง 3. บัตรคำถาม 4. บัตรกิจกรรม 5. บัตรฝึกหัด	1. นักเรียนทำแบบทดสอบได้ถูกต้องตั้งแต่ร้อยละ 50 ขึ้นไป 2. นักเรียนทำแบบทดสอบได้ถูกต้องตั้งแต่ร้อยละ 50 ขึ้นไป 3. นักเรียนตอบคำถามได้ถูกต้องตั้งแต่ร้อยละ 80 4. นักเรียนทำกิจกรรมได้ถูกต้องตั้งแต่ร้อยละ 80 ของคะแนนเต็มขึ้นไป 5. นักเรียนตอบคำถามได้ถูกต้องตั้งแต่ร้อยละ 80 ของคะแนนเต็มขึ้นไป
2. ด้านทักษะกระบวนการ (P)	6. แบบประเมินทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์	6. นักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยจากการสังเกตทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ร้อยละ 80 ของคะแนนเต็มขึ้นไป

3. ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)	7. แบบประเมินจิตวิทยาศาสตร์	7. นักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยจากการประเมินจิตวิทยาศาสตร์ ร้อยละ 80 ของคะแนนเต็มขึ้นไป
4. ด้านความสามารถในการเขียนผังมโนทัศน์	8. แบบประเมินความสามารถในการเขียนผังมโนทัศน์	8. นักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยจากการประเมินความสามารถในการเขียนผังมโนทัศน์ ร้อยละ 80 ของคะแนนเต็มขึ้นไป

ความคิดเห็นของผู้บริหาร

.....

.....

.....

.....

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

(ลงชื่อ).....รองผู้อำนวยการฝ่ายบริหารวิชาการ

()

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

เสนอเพื่อพิจารณา

- อนุมัติ
- ไม่อนุมัติ

	พร้อมยกตัวอย่างประกอบ
4	ตอบคำถามถูกต้อง สมบูรณ์ มีการแสดงความคิดเห็น ให้เหตุผล แต่ไม่ยกตัวอย่างประกอบ
3	ตอบคำถามถูกต้อง สมบูรณ์ มีการแสดงความคิดเห็น ไม่ให้เหตุผล และไม่ยกตัวอย่างประกอบ
2	ตอบคำถามถูกต้อง สมบูรณ์ ไม่มีการแสดงความคิดเห็น ไม่ให้เหตุผล และไม่ยกตัวอย่างประกอบ
1	ตอบคำถามถูกต้อง ไม่สมบูรณ์ ไม่มีการแสดงความคิดเห็น ไม่ให้เหตุผล และไม่ยกตัวอย่างประกอบ
0	ตอบคำถามไม่ถูกต้อง

บัตรกิจกรรม

ระดับคะแนน	การตอบคำถาม
10	ตอบคำถามถูกต้องทุกข้อ หรือตอบคำถามถูกต้อง สมบูรณ์
9	ตอบคำถามถูกต้องส่วนมาก หรือตอบคำถามถูกต้อง สมบูรณ์ คิดเป็นร้อยละ 90
8	ตอบคำถามถูกต้องส่วนมาก หรือตอบคำถามถูกต้อง สมบูรณ์ คิดเป็นร้อยละ 80
7	ตอบคำถามถูกต้องบางส่วน หรือตอบคำถามถูกต้อง สมบูรณ์ คิดเป็นร้อยละ 70
6	ตอบคำถามถูกต้องส่วนน้อย หรือตอบคำถามถูกต้อง สมบูรณ์ คิดเป็นร้อยละ 60
ต่ำกว่า 5 คะแนน	ตอบคำถามถูกต้องน้อยมาก หรือตอบคำถามถูกต้อง สมบูรณ์ เพียงร้อยละ 50 ลงไป

หมายเหตุ กรณีที่นักเรียนได้คะแนนบัตรกิจกรรมน้อยกว่า 5 คะแนน ครูควรให้นักเรียนศึกษา

เนื้อหาและทำบัตรกิจกรรมใหม่อีกครั้ง

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นางสาวอรุณี ลอยหา)

ตำแหน่ง ครู

..... / /

เกณฑ์การให้คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

1. ทักษะการสังเกต

เกณฑ์	คุณภาพ			
	ดีมาก (4)	ดี (3)	พอใช้ (2)	ต้องปรับปรุง (1)
การบอกสิ่งที่สังเกต	บอกหรืออธิบายสิ่งที่สามารถสังเกตได้อย่างละเอียด ครบถ้วน สมบูรณ์ ทุกครั้ง	บอกหรืออธิบายสิ่งที่สามารถสังเกตได้อย่างละเอียด ครบถ้วน สมบูรณ์ บ่อยครั้ง	บอกหรืออธิบายสิ่งที่สามารถสังเกตได้อย่างละเอียด ครบถ้วน สมบูรณ์ บางครั้ง	บอกหรืออธิบายสิ่งที่สามารถสังเกตได้ไม่ละเอียด ไม่ครบถ้วน และไม่สมบูรณ์

2. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล

เกณฑ์	คุณภาพ			
	ดีมาก (4)	ดี (3)	พอใช้ (2)	ต้องปรับปรุง (1)
แหล่งข้อมูลที่น่ามา	นำข้อมูลมาจากหลายแหล่ง เช่น จากการสังเกต การทดลอง และ นำมาแหล่งละหลายรายการ	นำข้อมูลมาจากหลายแหล่ง เช่น จากการสังเกต การทดลอง แต่ นำมาแหล่งละน้อย รายการ	นำข้อมูลมาจากน้อยแหล่งและ นำมาแหล่งละหลายรายการ	นำข้อมูลมาจากน้อยแหล่งและ นำมาน้อยรายการ
การจัดกระทำ	จัดกระทำข้อมูล	จัดกระทำข้อมูล	จัดกระทำข้อมูล	จัดกระทำข้อมูล

เกณฑ์	คุณภาพ			
	ดีมาก (4)	ดี (3)	พอใช้ (2)	ต้องปรับปรุง (1)
ข้อมูล	ใหม่ โดยการเรียงลำดับ แยกประเภท เพื่อให้เข้าใจง่ายขึ้น ชัดเจน และตรงประเด็นทุกครั้ง	ใหม่ โดยการเรียงลำดับ แยกประเภท เพื่อให้เข้าใจง่ายขึ้น ชัดเจน และตรงประเด็นบ่อยครั้ง	ใหม่ โดยการเรียงลำดับ แยกประเภท เพื่อให้เข้าใจง่ายขึ้น ชัดเจน และตรงประเด็นบางครั้ง	ใหม่ โดยการเรียงลำดับ แยกประเภท เพื่อให้เข้าใจง่ายขึ้น ไม่ชัดเจน และไม่ตรงประเด็น
การนำเสนอข้อมูล	อธิบายเหตุผลในการเลือก การนำเสนอได้อย่างชัดเจน และตรงประเด็นทุกครั้ง	อธิบายเหตุผลในการเลือก การนำเสนอได้อย่างชัดเจน และตรงประเด็นบ่อยครั้ง	อธิบายเหตุผลในการเลือก การนำเสนอได้อย่างชัดเจน และตรงประเด็นบางครั้ง	อธิบายเหตุผลในการเลือก การนำเสนอไม่ชัดเจน และไม่ตรงประเด็น

3. ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล

เกณฑ์	คุณภาพ			
	ดีมาก (4)	ดี (3)	พอใช้ (2)	ต้องปรับปรุง (1)
การอธิบาย	อธิบายผลและข้อมูลได้อย่างชัดเจน และตรงประเด็นทุกครั้ง	อธิบายผลและข้อมูลได้อย่างชัดเจน และตรงประเด็นบ่อยครั้ง	อธิบายผลและข้อมูลได้อย่างชัดเจน และตรงประเด็นบางครั้ง	อธิบายผลและข้อมูลได้ไม่ชัดเจน และไม่ตรงประเด็น
การเพิ่มความเห็น	เพิ่มความเห็นข้อมูลอย่างมีเหตุผลทุกครั้ง	เพิ่มความเห็นข้อมูลอย่างมีเหตุผลบ่อยครั้ง	เพิ่มความเห็นข้อมูลอย่างมีเหตุผลบางครั้ง	เพิ่มความเห็นข้อมูลอย่างไม่มีเหตุผล

4. ทักษะการตั้งสมมติฐาน

เกณฑ์	คุณภาพ			
	ดีมาก (4)	ดี (3)	พอใช้ (2)	ต้องปรับปรุง (1)
การหาคำตอบล่วงหน้า	พูดหรือเขียนแสดงคำตอบล่วงหน้าโดยอาศัยความรู้เดิมจากการสังเกต ด้วยการใช้ความสัมพันธ์ของตัวแปรต้นกับตัวแปรตามได้อย่างสมเหตุสมผลทุกครั้ง	พูดหรือเขียนแสดงคำตอบล่วงหน้าโดยอาศัยความรู้เดิมจากการสังเกต ด้วยการใช้ความสัมพันธ์ของตัวแปรต้นกับตัวแปรตามได้อย่างสมเหตุสมผลบ่อยครั้ง	พูดหรือเขียนแสดงคำตอบล่วงหน้าโดยอาศัยความรู้เดิม จากการสังเกต ด้วยการใช้ความสัมพันธ์ของตัวแปรต้นกับตัวแปรตามได้อย่างสมเหตุสมผลบางครั้ง	พูดหรือเขียนแสดงคำตอบล่วงหน้าโดยอาศัยความรู้เดิมจากการสังเกต ด้วยการใช้ความสัมพันธ์ของตัวแปรต้นกับตัวแปรตามได้ไม่สมเหตุสมผล

5. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

เกณฑ์	คุณภาพ			
	ดีมาก (4)	ดี (3)	พอใช้ (2)	ต้องปรับปรุง (1)
การแปลความหมายข้อมูล	การแปลความหมายข้อมูลได้อย่างถูกต้องเหมาะสมทุกครั้ง	การแปลความหมายข้อมูลได้ถูกต้องเหมาะสมบ่อยครั้ง	การแปลความหมายข้อมูลได้อย่างถูกต้องเหมาะสมบางครั้ง	การแปลความหมายข้อมูลไม่ถูกต้อง และไม่เหมาะสม
การใช้ทักษะอื่นในการตีความหมายข้อมูล	ใช้ทักษะอื่นในการตีความหมายข้อมูลได้อย่างถูกต้องและเหมาะสมทุกครั้ง	ใช้ทักษะอื่นในการตีความหมายข้อมูลได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม	ใช้ทักษะอื่นในการตีความหมายข้อมูลได้อย่างถูกต้องและเหมาะสมบางครั้ง	ใช้ทักษะอื่นในการตีความหมายข้อมูลได้ไม่ถูกต้องและไม่เหมาะสม

		บ่อยครั้ง		
การบอก	บอก	บอก	บอก	บอก
ความสัมพันธ์	ความสัมพันธ์ของ	ความสัมพันธ์ของ	ความสัมพันธ์ของ	ความสัมพันธ์ของ
ข้อมูล	ข้อมูลได้อย่างมี เหตุผลและ ถูกต้องทุกครั้ง	ข้อมูลได้อย่างมี เหตุผลและ ถูกต้องบ่อยครั้ง	ข้อมูลได้อย่างมี เหตุผลและ ถูกต้องบางครั้ง	ข้อมูลได้อย่างไม่ มีเหตุผลและไม่ ถูกต้อง
การสรุป	สรุป	สรุป	สรุป	สรุป
ความสัมพันธ์	ความสัมพันธ์ของ	ความสัมพันธ์ของ	ความสัมพันธ์ของ	ความสัมพันธ์ของ
ของข้อมูล	ข้อมูลได้อย่าง ถูกต้องทุกครั้ง	ข้อมูลได้อย่าง ถูกต้องบ่อยครั้ง	ข้อมูลได้อย่าง ถูกต้องบางครั้ง	ข้อมูลได้ไม่ ถูกต้อง

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

แบบประเมินจิตวิทยาาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้ที่เรื่อง.....

วัน..... ที่ เดือน..... พ.ศ.

.....
คำชี้แจง ครูสังเกตพฤติกรรมจิตวิทยาาสตร์แล้วให้คะแนนลงในช่องว่างที่ตรงกับความเป็นจริง

1. ความสนใจใฝ่รู้

เกณฑ์	คุณภาพ			
	ดีมาก (4)	ดี (3)	พอใช้ (2)	ต้องปรับปรุง (1)
ความใฝ่ใจ และพอใจใคร สืบเสาะหา ความรู้	สืบเสาะหาความ รู้อยู่เสมอและมี ความพอใจในการ หาความรู้	สืบเสาะหาความรู้ บ่อยครั้งและมี ความพอใจใน การหาความรู้	สืบเสาะหาความรู้ บ้างและมีความ พอใจบ้าง	ไม่ชอบสืบเสาะหา ความรู้
ความ กระตือรือร้น	มีความกระตือ รือร้นในการเรียนรู้ สิ่งต่างๆสม่ำเสมอ	มีความ กระตือรือร้นใน การเรียนรู้สิ่ง ต่างๆ บ่อยครั้ง	มีความ กระตือรือร้นใน การเรียนรู้สิ่งต่างๆ เป็นบางครั้ง	ไม่มีความ กระตือรือร้นในการ เรียนรู้สิ่งต่างๆ
การสนทนา แลกเปลี่ยน ซักถามฟังอ่าน และสืบค้น	ชอบสนทนาแลกเปลี่ยน ซักถามฟังอ่าน และสืบค้น เสมอ	ชอบสนทนา แลกเปลี่ยน ซักถามฟังอ่าน และสืบค้น บ่อยครั้ง	สนทนา แลกเปลี่ยนซักถาม ฟังอ่าน และสืบค้น บ้างเป็นบางครั้ง	ไม่ชอบสนทนา แลกเปลี่ยนซักถาม ฟังอ่าน และสืบค้น

2. ความรอบคอบ

เกณฑ์	คุณภาพ			
	ดีมาก (4)	ดี (3)	พอใช้ (2)	ต้องปรับปรุง (1)
การตรวจสอบ ผล	ตรวจสอบผลโดย ใคร่ครวญ ไตร่ตรอง พินิจพิเคราะห์ทุก ครั้ง	ตรวจสอบผลโดย ใคร่ครวญ ไตร่ตรอง พินิจ พิเคราะห์	ตรวจสอบผลโดย ใคร่ครวญ ไตร่ตรอง พินิจ พิเคราะห์บ้างใน	ตรวจสอบผลโดยไม่ ใคร่ครวญ ไตร่ตรอง พินิจพิเคราะห์เสมอ

เกณฑ์	คุณภาพ			
	ดีมาก (4)	ดี (3)	พอใช้ (2)	ต้องปรับปรุง (1)
		บ่อยครั้ง	บางครั้ง	
การจัดระบบ ในการทำงาน	ทำงานอย่างเป็น ระบบ	ทำงานอย่างเป็น ระบบเป็นส่วนใหญ่	ทำงานอย่างเป็น ระบบเป็นบางครั้ง	ไม่มีการจัดระบบใน การทำงาน
ความ เรียบร้อยใน การทำงาน	ตรวจสอบความ เรียบร้อยหรือตรวจ คุณภาพของ เครื่องมือก่อนทำ การทดลองเสมอ	ตรวจสอบความ เรียบร้อยหรือ ตรวจคุณภาพ ของเครื่องมือ ก่อนทำการ ทดลองเป็นส่วน ใหญ่	ตรวจสอบความ เรียบร้อยหรือ ตรวจคุณภาพของ เครื่องมือก่อนทำ การทดลองเป็น บางครั้ง	ไม่ตรวจสอบ ความ เรียบร้อย หรือไม่ตรวจ คุณภาพของ เครื่องมือก่อน ทำการทดลอง

3. การร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

เกณฑ์	คุณภาพ			
	ดีมาก (4)	ดี (3)	พอใช้ (2)	ต้องปรับปรุง (1)
ความกล้า แสดงความคิดเห็น	กล้าแสดงความคิดเห็น ของตนเอง ทุกครั้ง	กล้าแสดงความคิดเห็น ของตนเอง บ่อยครั้ง	กล้าแสดงความคิดเห็น ของตนเอง บางครั้ง	ไม่กล้าแสดงความคิดเห็น ของตนเอง
การรับฟังคำ วิพากษ์วิจารณ์ ข้อโต้แย้ง หรือข้อคิดเห็น	รับฟังคำ วิพากษ์วิจารณ์ ข้อโต้แย้งหรือ ข้อคิดเห็นที่มี	รับฟังคำ วิพากษ์วิจารณ์ข้อ โต้แย้งหรือ ข้อคิดเห็นที่มี	รับฟังคำ วิพากษ์วิจารณ์ ข้อโต้แย้งหรือ ข้อคิดเห็นที่มี	ไม่รับฟังคำ วิพากษ์วิจารณ์ข้อ โต้แย้งหรือ ข้อคิดเห็นที่มี

	เหตุผลทุกครั้ง	เหตุผลบ่อยครั้ง	เหตุผลบางครั้ง	เหตุผล
การยอม พิจารณา ข้อมูลหรือ ความคิดที่ยัง สรุปแน่นอน ไม่ได้	ยอมพิจารณา ข้อมูลหรือ ความคิดที่ยัง สรุปแน่นอน ไม่ได้ทุกครั้ง	ยอมพิจารณา ข้อมูลหรือ ความคิดที่ยังสรุป แน่นอนไม่ได้ บ่อยครั้ง	ยอมพิจารณา ข้อมูลหรือ ความคิดที่ยังสรุป แน่นอนไม่ได้ บางครั้ง	ไม่ยอมพิจารณา ข้อมูลหรือ ความคิดที่ยังสรุป แน่นอนไม่ได้

4. ความมีเหตุผล

เกณฑ์	คุณภาพ			
	ดีมาก (4)	ดี (3)	พอใช้ (2)	ต้องปรับปรุง (1)
การเห็น คุณค่าใน การใช้ เหตุผล	ไม่เชื่อใจกลางหรือ คำทำนายที่ไม่ สามารถอธิบายตาม วิธีการทาง วิทยาศาสตร์ได้	เชื่อใจกลางหรือคำ ทำนายที่ไม่สามารถ อธิบายตามวิธีการ ทางวิทยาศาสตร์ได้ บางครั้ง	เชื่อใจกลางหรือคำ ทำนายที่ไม่ สามารถอธิบาย ตามวิธีการทาง วิทยาศาสตร์ได้ บ่อยครั้ง	เชื่อใจกลางหรือ คำทำนายที่ไม่ สามารถอธิบาย ตามวิธีการทาง วิทยาศาสตร์ได้
การ อธิบาย ความคิด	พยายามอธิบายหรือ แสดงความคิดต่อสิ่ง ต่างๆ ในแง่เหตุและ ผล พร้อมทั้งหา ความสัมพันธ์ของ เหตุและผลที่เกิดขึ้น	พยายามอธิบาย หรือแสดงความคิด ต่อสิ่งต่างๆ ในแง่ เหตุและผล พร้อมทั้ง หาความสัมพันธ์ ของเหตุและผลที่	พยายามอธิบาย หรือแสดงความคิดต่อสิ่งต่างๆ ใน แง่เหตุและผล พร้อมทั้งหา ความสัมพันธ์ของ	ไม่พยายาม อธิบายหรือแสดง ความคิดต่อสิ่ง ต่างๆ ในแง่เหตุ และผล พร้อมทั้ง หาความสัมพันธ์

เกณฑ์	คุณภาพ			
	ดีมาก (4)	ดี (3)	พอใช้ (2)	ต้องปรับปรุง (1)
	ทุกครั้ง	เกิดขึ้นบ่อยครั้ง	เหตุและผลที่เกิดขึ้นบางครั้ง	ของเหตุและผลที่เกิดขึ้น
การหาหลักฐานสนับสนุน	ตรวจสอบความถูกต้องหรือความสมเหตุสมผลของแนวความคิดต่างๆ กับแหล่งข้อมูลที่เชื่อถือได้และพยายามเสาะแสวงหาหลักฐานและข้อมูลจากการสังเกตหรือการทดลองเพื่อสนับสนุนหรือคิดค้นคำอธิบายทุกครั้ง	ตรวจสอบความถูกต้องหรือความสมเหตุสมผลของแนวความคิดต่างๆ กับแหล่งข้อมูลที่เชื่อถือได้และพยายามเสาะแสวงหาหลักฐานและข้อมูลจากการสังเกตหรือการทดลองเพื่อสนับสนุนหรือคิดค้นคำอธิบายบ่อยครั้ง	ตรวจสอบความถูกต้องหรือความสมเหตุสมผลของแนวความคิดต่างๆ กับแหล่งข้อมูลที่เชื่อถือได้และเสาะแสวงหาหลักฐานและข้อมูลจากการสังเกตหรือการทดลองเพื่อสนับสนุนหรือคิดค้นคำอธิบายเป็นบางครั้ง	ไม่ตรวจสอบความถูกต้องหรือความสมเหตุสมผลของแนวความคิดต่างๆ กับแหล่งข้อมูลที่เชื่อถือได้และไม่เสาะแสวงหาหลักฐานและข้อมูลจากการสังเกตหรือการทดลองเพื่อสนับสนุนหรือคิดค้นคำอธิบาย
การหาหลักฐานสนับสนุน	ตรวจสอบความถูกต้องหรือความสมเหตุสมผลของแนวความคิดต่างๆ กับแหล่งข้อมูลที่เชื่อถือได้และพยายามเสาะ	ตรวจสอบความถูกต้องหรือความสมเหตุสมผลของแนวความคิดต่างๆ กับแหล่งข้อมูลที่เชื่อถือได้และพยายามเสาะ	ตรวจสอบความถูกต้องหรือความสมเหตุสมผลของแนวความคิดต่างๆ กับแหล่งข้อมูลที่เชื่อถือได้และเสาะแสวงหาหลักฐาน	ไม่ตรวจสอบความถูกต้องหรือความสมเหตุสมผลของแนวความคิดต่างๆ กับแหล่งข้อมูลที่เชื่อถือได้และไม่เสาะแสวงหาหลักฐานและข้อมูลจาก

เกณฑ์	คุณภาพ			
	ดีมาก (4)	ดี (3)	พอใช้ (2)	ต้องปรับปรุง (1)
	แสวงหาหลักฐานและข้อมูลจากการสังเกตหรือการทดลองเพื่อสนับสนุนหรือคัดค้านคำอธิบายทุกครั้ง	แสวงหาหลักฐานและข้อมูลจากการสังเกตหรือการทดลองเพื่อสนับสนุนหรือคัดค้านคำอธิบายบ่อยครั้ง	และข้อมูลจากการสังเกตหรือการทดลองเพื่อสนับสนุนหรือคัดค้านคำอธิบายเป็นบางครั้ง	การสังเกตหรือการทดลองเพื่อสนับสนุนหรือคัดค้านคำอธิบาย
การรวบรวมข้อมูลก่อนสรุป	รวบรวมข้อมูลอย่างเพียงพอทุกครั้ง ก่อนจะลงข้อสรุปเรื่องราวต่างๆ	รวบรวมข้อมูลอย่างเพียงพอบ่อยครั้ง ก่อนจะลงข้อสรุปเรื่องราวต่างๆ	รวบรวมข้อมูลอย่างเพียงพอเป็นบางครั้ง ก่อนจะลงข้อสรุปเรื่องราวต่างๆ	ไม่เคยรวบรวมข้อมูลอย่างเพียงพอทุกครั้ง ก่อนจะลงข้อสรุปเรื่องราวต่างๆ

5. การทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์

เกณฑ์	คุณภาพ			
	ดีมาก (4)	ดี (3)	พอใช้ (2)	ต้องปรับปรุง (1)
การมีส่วนร่วมในการตัดสินใจ กำหนดเป้าหมาย กำหนดกลวิธี การปฏิบัติ งานกลุ่ม และการประเมินผลงานกลุ่ม	มีส่วนร่วมในการตัดสินใจ ทุกครั้ง	มีส่วนร่วมในการตัดสินใจ บ่อยครั้ง	มีส่วนร่วมในการตัดสินใจ บางครั้ง	ไม่มีส่วนร่วมในการตัดสินใจ
มนุษยสัมพันธ์	มีมนุษยสัมพันธ์ที่ดีกับผู้อื่นตลอดเวลา	มีมนุษยสัมพันธ์ที่ดีกับผู้อื่นเป็นส่วนใหญ่	มีมนุษยสัมพันธ์ที่ดีกับผู้อื่นบางเวลา	ไม่มีมนุษยสัมพันธ์ที่ดีกับผู้อื่น

(นางสาวอรุณี ลอยหา)

ตำแหน่ง ครู

..... / /

เกณฑ์การให้คะแนนผังมโนทัศน์

1. เนื้อหา/ความรู้

เกณฑ์	ความสามารถ			
	ดีมาก (4)	ดี (3)	พอใช้ (2)	ต้องปรับปรุง (1)
ความครอบคลุมของเนื้อหาและความสัมพันธ์ของเนื้อหา	มีเนื้อหาครอบคลุมและเนื้อหาทั้งหมดมีความสัมพันธ์กับหัวเรื่อง	ขาดเนื้อหาบางส่วน และเนื้อหาทั้งหมดมีความสัมพันธ์กับหัวเรื่อง	ขาดเนื้อหาบางส่วน และเนื้อหาที่นำเสนอบางส่วนไม่สัมพันธ์กับหัวเรื่อง	เนื้อหาไม่มีความสัมพันธ์กับหัวเรื่อง

2. การจัดการเนื้อหา

เกณฑ์	ความสามารถ			
	ดีมาก (4)	ดี (3)	พอใช้ (2)	ต้องปรับปรุง (1)
การจัดลำดับของเนื้อหา	จัดเรียงลำดับเนื้อหาได้	จัดเรียงลำดับเนื้อหาได้	จัดเรียงลำดับเนื้อหา	จัดเรียงลำดับเนื้อหาส่วน
การวางประเด็น	ต่อเนื่องเหมาะสม และ	ต่อเนื่องเหมาะสม แต่	บางส่วนไม่ต่อเนื่องไม่	ใหญ่ไม่ต่อเนื่อง ไม่

ใหญ่- เล็ก และความ ง่ายการอ่าน ทำความเข้าใจ	มองเห็นประเด็น ใหญ่-เล็กอย่าง ชัดเจน ผู้อ่าน สามารถทำ ความเข้าใจง่าย ที่สุด	มองเห็นประเด็น ใหญ่-เล็กไม่ ชัดเจน ผู้อ่าน สามารถทำ ความเข้าใจง่าย	เหมาะสม ผู้อ่านทำความเข้าใจ ได้เป็น บางส่วน	เหมาะสม ผู้อ่านสับสน และไม่เข้าใจ
--	--	--	--	---

3. การออกแบบและความคิดสร้างสรรค์

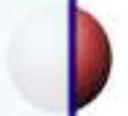
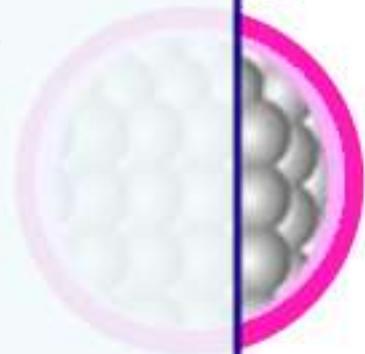
เกณฑ์	ความสามารถ			
	ดีมาก (4)	ดี (3)	พอใช้ (2)	ต้องปรับปรุง (1)
การจัดวาง ข้อความได้ เป็นระบบ ระเบียบและ มีความ น่าสนใจ	ออกแบบ จัด วางข้อความได้ อย่างเหมาะสม ชัดเจน เป็น ระบบระเบียบ ดึงดูดความ สนใจได้มาก	ออกแบบ จัด วางข้อความได้ อย่างเหมาะสม ชัดเจน เป็น ระบบระเบียบ ดึงดูดความ สนใจได้ปาน กลาง	ออกแบบ จัด วางข้อความได้ อย่างเหมาะสม ไม่ชัดเจน ไม่ เป็นระบบ ระเบียบดึงดูด ความสนใจได้ น้อย	ออกแบบ จัดวาง ข้อความไม่เป็น ระบบระเบียบ ดึงดูดความสนใจ ไม่ได้



ภาคผนวก ข

ตัวอย่างชุดกิจกรรม

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง ของแข็ง ของเหลว แก๊ส
รายวิชาเคมี รหัสวิชา ว31222
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
ชุดที่ 1 เรื่อง สมบัติของของแข็ง

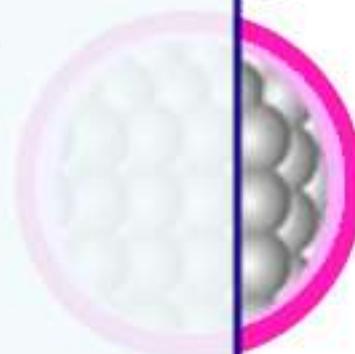


มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

โดย

นางสาวอรุณีย์ ลอยหา

ครู คศ.1



โรงเรียนพุทไธสง อำเภอพุทไธสง จังหวัดบุรีรัมย์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 32

คำชี้แจงการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับครู

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ชุดที่ 1 เรื่อง สมบัติของของแข็ง ที่เน้นให้ผู้เรียนได้ศึกษาหาความรู้ให้ตนเอง โดยแบ่งผู้เรียนออกเป็นกลุ่ม ๆ ละเท่ากัน ให้ผู้เรียนศึกษาและทำกิจกรรมเป็นกลุ่ม ครูเป็นเพียงผู้เตรียมชุดกิจกรรม เตรียมจัดชั้นเรียน เตรียมสื่ออุปกรณ์ พร้อมเป็นที่เลี้ยงคอยดูแลให้ความช่วยเหลือนักเรียนเมื่อมีปัญหา ซึ่งครูควรมีบทบาทสำคัญดังนี้

1. ศึกษาคู่มือการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ แผนการจัดการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ กระบวนการจัดการเรียนรู้ และการวัดและประเมินผล ให้เข้าใจอย่างชัดเจน
2. ครูจัดเตรียมชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งประกอบด้วย คำชี้แจง แบบทดสอบก่อนเรียน บัตรความรู้ บัตรกิจกรรม บัตรฝึกหัด บัตรผังมโนทัศน์ แบบทดสอบหลังเรียน บัตรเฉลย ตลอดจนอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้ครบถ้วน
3. แจกชุดกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนศึกษา แจงจุดประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนทราบ และแนะนำวิธีการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ให้ชัดเจน ตลอดจนกำหนดข้อตกลงร่วมกัน
4. ดำเนินการสอนตามกิจกรรมการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ในแผนการจัดการเรียนรู้
5. ให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน เพื่อวัดความรู้พื้นฐานก่อนเรียน
6. จัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนลงมือปฏิบัติทุกกิจกรรมทุกขั้นตอน ในขณะที่นักเรียนกำลังทำกิจกรรม ครูสังเกตการทำงานของนักเรียน ให้กำลังใจ และแก้ไขปัญหาในรายคนที่มีข้อสงสัยหรือไม่เข้าใจ

7. เมื่อนักเรียนทำกิจกรรมเสร็จทุกกลุ่มแล้ว นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายช่วยกันสรุปเนื้อหาของบทเรียนที่เรียน โดยครูคอยเพิ่มเติมความรู้ในส่วนที่บกพร่อง
8. ให้นักเรียนสรุปเนื้อหาโดยการเขียนแผนผังมโนทัศน์ เพื่อส่งเสริมความคิดวิเคราะห์ คิดเชื่อมโยง คิดเป็นระบบและสรุปเป็นความคิดรวบยอดของเนื้อหา ในการเรียนรู้ของนักเรียน
9. ทำแบบทดสอบหลังเรียน โดยใช้แบบทดสอบชุดเดียวกับแบบทดสอบก่อนเรียน เพื่อประเมินความก้าวหน้าในการเรียน
10. ครูประเมินผลการจัดการเรียนรู้ หลังจากเสร็จสิ้นกิจกรรม บันทึกคะแนนของนักเรียนแต่ละคนจากการปฏิบัติกิจกรรม แบบฝึกหัด การเขียนแผนผังมโนทัศน์ และคะแนนทดสอบหลังเรียน เพื่อประเมินความก้าวหน้าของนักเรียน หากมีนักเรียนไม่ผ่านเกณฑ์ ครูควรจัดสอนซ่อมเสริม ในโอกาสต่อไป



บทบาทของนักเรียน

ศึกษาคำชี้แจงการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับนักเรียน

ศึกษาระยะและมาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ และจุดประสงค์การเรียนรู้

ทำแบบทดสอบก่อนเรียน



จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้
เรื่อง ของแข็ง ของเหลว แก๊ส

ไม่ผ่าน
เกณฑ์ ร้อย

เขียนผังมโนทัศน์

ตรวจคำตอบ

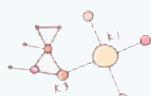
ผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 80

คำชี้แจงการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับนักเรียน

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง ของแข็ง ของเหลว แก๊ส รายวิชาเคมี รหัสวิชา ว31222
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ชุดที่ 1 เรื่อง สมบัติของของแข็ง ใช้เวลา
ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 3 ชั่วโมง นักเรียนแต่ละคนรับชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
และควรปฏิบัติตามขั้นตอนด้วยความซื่อสัตย์และตั้งใจ ดังนี้

1. ศึกษาสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ และจุดประสงค์การเรียนรู้
2. ทำแบบทดสอบก่อนเรียน ชุดที่ 1 เรื่อง สมบัติของของแข็ง
3. ตอบบัตรคำถาม ศึกษาบัตรความรู้ ทำบัตรกิจกรรม และทำบัตรฝึกหัด

4. ทำแบบทดสอบหลังเรียน ชุดที่ 1 เรื่อง สมบัติของของแข็ง
5. เมื่อปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ตามขั้นตอนในชุดกิจกรรมการเรียนรู้เสร็จเรียบร้อยแล้ว ตรวจคำตอบได้จากภาคผนวก
6. แบบทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน คะแนนเต็ม 10 คะแนน บัตรคำถาม คะแนนเต็ม 5 คะแนน บัตรกิจกรรม คะแนนเต็ม 10 คะแนน และบัตรฝึกหัด คะแนนเต็ม 5 คะแนน
7. เกณฑ์ผ่านการประเมินในแบบทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน คือ ร้อยละ 50 เกณฑ์การผ่านการประเมินในบัตรคำถาม บัตรกิจกรรม และบัตรฝึกหัด คือ ร้อยละ 80 ของคะแนนเต็ม หากนักเรียน ไม่ผ่านการประเมินใด ให้นักเรียนศึกษาในบัตรความรู้ และทำกิจกรรมอีกครั้ง แล้วทำการประเมินผลใหม่ ถ้าทำคะแนนได้มากขึ้น แสดงว่านักเรียนเข้าใจมากขึ้น
8. หากมีข้อสงสัยให้ปรึกษาครูผู้สอนได้ทันที
9. นักเรียนสามารถศึกษาด้วยตนเองได้ หากแต่ต้องมีความซื่อสัตย์ต่อตัวเอง ไม่เปิดดูเฉลย เพื่อให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพสูงสุด



ตั้งใจศึกษา ชุดกิจกรรม
และปฏิบัติตามคำชี้แจง
อย่างเคร่งครัดนะคะ

โครงสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้

เมื่อศึกษาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ชุดที่ 1 เรื่อง สมบัติของของแข็ง แล้วนักเรียนควร
จะบรรลุเป้าหมายตามจุดประสงค์ต่อไปนี้

สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับ
โครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะ
หาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ นำความรู้ไปใช้
จริงอย่างสร้างสรรค์

ผลการเรียนรู้

1. อธิบายสมบัติบางประการของของแข็ง
2. อธิบายเหตุผลที่ทำให้ธาตุบางชนิดปรากฏเป็นรูปต่างๆ

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ด้านความรู้ (K)
 - 1.1 อธิบายสมบัติบางประการของของแข็งได้
 - 1.2 อธิบายเหตุผลที่ธาตุบางชนิดปรากฏอยู่ในรูปต่างๆ กันได้
 - 1.3 อธิบายสมบัติบางประการของของแข็งบางชนิดกับการนำไปใช้ประโยชน์ได้
 - 1.4 จำแนกประเภทของผลึกของของแข็งโดยใช้ชนิดของพันธะหรือแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคเป็นเกณฑ์ได้
 - 1.5 อธิบายสมบัติที่สำคัญของผลึกของของแข็งแต่ละประเภทได้
 - 1.6 บอกชนิดของพันธะระหว่างอนุภาคภายในผลึกของของแข็งแต่ละประเภทได้
 - 1.7 บอกความแตกต่างระหว่างของแข็งที่เป็นรูปผลึกกับของแข็งอสัณฐานได้
 - 1.8 อธิบายการเปลี่ยนแปลงสถานะของของแข็งโดยการหลอมเหลวและการระเหิดได้
2. ด้านทักษะกระบวนการ (P) คือ มีทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การสังเกต การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การลงความเห็นจากข้อมูล การลงความเห็นจากข้อมูล การตั้งสมมติฐาน การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป
3. ด้านคุณลักษณะ (A) คือ มีจิตวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ความสนใจใฝ่รู้ ความรอบคอบ

แบบทดสอบก่อนเรียน ชุดที่

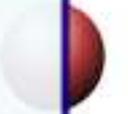
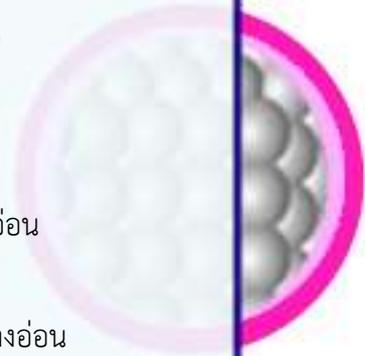
1

สมบัติของของแข็ง

คำชี้แจง : นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด แล้วทำเครื่องหมาย X ลงในกระดาษคำตอบ
ข้อสอบมีจำนวน 10 ข้อ (10 คะแนน) ใช้เวลา 10 นาที

- สารที่มีอนุภาคเรียงชิดกัน มีรูปร่างที่แน่นอน ไม่เปลี่ยนแปลงไปตามภาชนะที่บรรจุและบางชนิดสามารถระเหิดได้คือคุณสมบัติของสารในสถานะใด
 - ของแข็ง
 - ของเหลว
 - แก๊ส
 - สารละลาย
- ข้อใดเป็นสมบัติของของแข็ง
 - ของแข็งทุกชนิดนำไฟฟ้าได้
 - ของแข็งต่างชนิดกันอาจมีรูปผลึกต่างกันหรือเหมือนกันก็ได้
 - โมเลกุลของของแข็งจะมีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลน้อยกว่าของเหลวและแก๊ส
 - ของแข็งมีรูปร่างแน่นอนและปริมาตรคงที่ ส่วนของเหลวและแก๊สมีรูปร่างไม่แน่นอนและปริมาตรไม่คงที่
- “ของแข็งมีรูปร่างและปริมาตรคงที่” อธิบายได้ด้วยเหตุผลในข้อใด
 - โมเลกุลของของแข็งไม่มีพลังงานจลน์
 - โมเลกุลของของแข็งเคลื่อนที่ไม่ได้แต่สั่นสะเทือนได้
 - โมเลกุลเรียงตัวอย่างเป็นระเบียบ จนไม่มีช่องว่างระหว่างโมเลกุล
 - ที่ภาวะปกติจะมีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลมากกว่าพลังงานจลน์ของโมเลกุล
- จากสมบัติของกำมะถันรอมบิกและมอนอคลินิก ข้อใดสรุปได้ถูกต้อง
 - กำมะถันมี 2 รูป คือ รอมบิกและมอนอคลินิก
 - โมเลกุลของกำมะถันทั้ง 2 รูป ประกอบด้วยอะตอมของกำมะถันจำนวนเท่ากัน
 - กำมะถันรอมบิกไม่นำไฟฟ้า ส่วนกำมะถันมอนอคลินิกนำไฟฟ้าได้
 - อุณหภูมิสูงจะทำให้กำมะถันรอมบิกเสถียรกว่ากำมะถันมอนอคลินิก
- สมบัติของกำมะถันมอนอคลินิก ข้อใดกล่าวได้ถูกต้อง
 - รูปผลึกมีลักษณะเป็นแท่งคล้ายรูปเข็ม ไม่นำไฟฟ้า มีสีเหลือง
 - รูปผลึกมีลักษณะเป็นแท่งคล้ายรูปเข็ม นำไฟฟ้าได้ มีสีแดง
 - รูปผลึกมีลักษณะคล้ายสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน นำไฟฟ้าได้ มีสีเหลือง

- ง. รูปผลึกมีลักษณะเป็นแท่งคล้ายรูปเข็ม พบมากในธรรมชาติ
6. กำมะถันมี รูปผลึกอยู่ 2 รูป แต่ละรูปประกอบด้วย S_8 หลาย ๆ โมเลกุล แต่มีรูปผลึกแตกต่างกันเพราะเหตุใด
- ก. อุณหภูมิขณะทดลองต่างกัน ข. จุดหลอมเหลวต่างกัน
- ค. ความหนาแน่นต่างกัน ง. การจัดเรียงตัวของโมเลกุลต่างกัน
7. กำหนดข้อความเกี่ยวกับฟอสฟอรัส
1. ฟอสฟอรัสขาวมีลักษณะเป็นก้อน ฟอสฟอรัสแดงมีลักษณะเป็นผง ส่วนฟอสฟอรัสดำมีลักษณะเป็นเกล็ด
 2. ฟอสฟอรัสขาวใช้ทำลูกระเบิดได้ และฟอสฟอรัสแดงใช้ทำไม้ขีดไฟได้
 3. ฟอสฟอรัสขาวเท่านั้นที่นำไฟฟ้า
- ก. ข้อ 1 และ 2
- ข. เฉพาะข้อ 2
- ค. เฉพาะข้อ 3
- ง. ข้อ 1 2 และ 3
8. ผลึกของแข็งประเภทใดที่มีจุดหลอมเหลวและการนำไฟฟ้าต่ำ
- ก. ผลึกไอออนิก
- ข. ผลึกโลหะ
- ค. ผลึกโมเลกุล
- ง. ผลึกโคเวเลนต์ร่างตาข่าย
9. ข้อใดกล่าวถึงลักษณะของการระเหิดได้ถูกต้อง
- ก. เกิดกับสารที่เป็นโมเลกุลมีขั้ว มีแรงยึดเหนี่ยวเป็นแรงแวนเดอร์วาลส์อย่างอ่อน
- ข. เกิดกับสารที่เป็นโมเลกุลมีขั้วอ่อนๆ มีแรงยึดเหนี่ยวเป็นแรงลอนดอน
- ค. เกิดกับสารที่เป็นโมเลกุลไม่มีขั้ว มีแรงยึดเหนี่ยวเป็นแรงแวนเดอร์วาลส์อย่างอ่อน
- ง. เกิดกับสารที่เป็นโมเลกุลไม่มีขั้วหรือมีขั้วน้อยมาก มีแรงยึดเหนี่ยวเป็นแรงแวนเดอร์วาลส์อย่างอ่อน
10. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับกำมะถัน
- ก. กำมะถันมอนอคลินิกสามารถเปลี่ยนรูปเป็นกำมะถัน rombik ได้ที่อุณหภูมิห้อง
- ข. กำมะถันรูปเข็มมักจะเกิดก่อนรูปเหลี่ยม
- ค. ผลึกรูปเข็มและรูปเหลี่ยม เรียกว่า กำมะถัน rombik



ง. ข้อ ก และ ข ถูกต้อง

กระดาษคำตอบแบบทดสอบก่อนเรียน

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ข้อ	ก	ข	ค	ง
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

คะแนนที่ได้
10

ทำแบบทดสอบเสร็จเรียบร้อยแล้ว
แล้วไปศึกษาชุดกิจกรรม
การเรียนรู้กันต่อเลยคะ



ตอนที่ 1

สมบัติของของแข็งและการจัดเรียงอนุภาคของ
ของแข็ง

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASAKHAM UNIVERSITY

บัตรคำถามที่

1.1

การจัดเรียงอนุภาคของสาร

คำชี้แจง ให้นักเรียนดูภาพการจัดเรียงอนุภาคของสาร แล้วตอบคำถามต่อไปนี้

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ทำการทดลองเพื่อเตรียมผลึกของกำมะถันมอนอคลินิกและกำมะถันรอมบิกได้
2. บอกลักษณะของผลึกกำมะถันมอนอคลินิกและกำมะถันรอมบิก

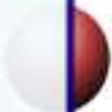
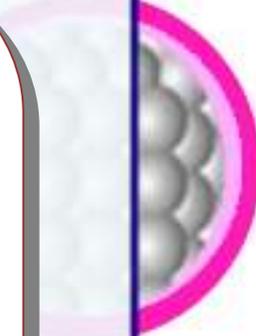
อุปกรณ์และสารเคมี

รายการ	ปริมาณ/กลุ่ม
กำมะถันผง	0.1 g
โหลูอิน	5 cm ³
หลอดทดลองขนาดกลาง	1 หลอด
จุกสำหรับปิดหลอดทดลอง	1 อัน
เทอร์มอมิเตอร์	1 อัน
ที่จับหลอดทดลอง	1 อัน
บีกเกอร์ ขนาด 250 cm ³	1 อัน
กระจกนาฬิกา	1 อัน
ตะเกียงแอลกอฮอล์	1 อัน
แท่งแก้วคนสาร	1 อัน

วิธีการทดลอง

1. ใส่กำมะถันผง 0.1 g ในหลอดทดลองขนาดกลาง และเติมโหลูอินลงไป 5 cm³
2. อุ่นสารในข้อ 1 ในบีกเกอร์น้ำร้อนที่อุณหภูมิประมาณ 75 °C ใช้แท่งแก้วคนจนกำมะถันละลายหมด
3. ลดอุณหภูมิของสารละลายในข้อ 2 อย่างช้าๆ จนมีอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิห้อง ขณะที่ลดอุณหภูมียังคงแช่สารละลายอยู่ในบีกเกอร์น้ำร้อน สังเกตการเปลี่ยนแปลง
4. เทสารจากข้อ 3 ทั้งหมดลงบนกระจกนาฬิกาแล้วนำไปวางในที่ที่มีอากาศถ่ายเทได้ดี เพื่อให้โหลูอินระเหยอย่างรวดเร็ว สังเกตลักษณะของกำมะถันที่เกิดขึ้น

จะเกิดอะไรขึ้นนะ ให้เพื่อนๆ
ลองทำนายผลการทดลองนะครับ
ว่าจะเป็นอย่างไ



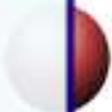
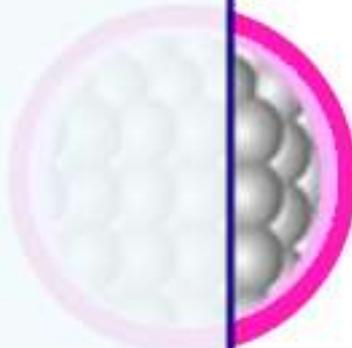
ทำนายผลการทดลอง

.....
.....
.....
.....

ผลการทดลอง

.....
.....
.....
.....

วาดรูปลักษณะผงกำมะถัน



อธิบายและสรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

เพื่อนๆศึกษาความรู้
เพิ่มเติมจากบัตรความรู้
คะ



บัตรความรู้ที่

1.1

สมบัติของของแข็งและการจัดเรียงอนุภาคของของแข็ง

สมบัติทั่วไปของของแข็ง

1. อนุภาคของของแข็งอยู่ชิดกันมาก ของแข็งจึงไม่สามารถบีบอัดให้หดตัวลดลงได้
2. การที่อนุภาคของแข็งอยู่ชิดกันมาก ทำให้ความหนาแน่นของของแข็งมากกว่าความหนาแน่นของของเหลวและแก๊ส (ยกเว้นน้ำแข็งมีความหนาแน่นน้อยกว่าน้ำ)
3. อนุภาคของของแข็งอยู่ชิดกันจึงเคลื่อนที่ได้เล็กน้อยและมีพลังงานจลน์น้อย แต่อนุภาคภายในยังคงมีการสั่นอยู่ตลอดเวลา
4. อนุภาคของของแข็งอยู่ชิดกันมากกว่าอนุภาคของของเหลวและแก๊ส ดังนั้นแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคของแข็งจึงมาก จึงอธิบายได้ว่า ของแข็งมีปริมาตรและรูปร่างที่แน่นอน ไม่เปลี่ยนแปลงไปตามภาชนะที่บรรจุ
5. การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิและความดันมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาตรของของแข็งเพียงเล็กน้อย
6. ของแข็งที่เป็นโลหะมีความเหนียว ดึงให้เป็นเส้นหรือตีเป็นแผ่นบาง ๆ ได้

7. ของแข็งบางชนิดเป็นตัวนำความร้อนและตัวนำความร้อนได้ดี เช่น ทองแดง เงิน บางชนิดก็เป็นสารกึ่งโลหะ เช่น ซีลีคอน เทลลูเรียม เป็นต้น และบางชนิดเป็นฉนวน เช่น กำมะถัน
8. ของแข็งที่บริสุทธิ์จะมีจุดหลอมเหลวที่คงที่เมื่อความดันคงที่
9. ของแข็งบางชนิดสามารถเกิดการระเหิดได้ เช่น ลูกเหม็น (แนพทาลีน) น้ำแข็งแห้ง ผลึกไอโอดีน พิมเสน การบูร แอมโมเนียคลอไรด์ (NH_4Cl)
10. ของแข็งเมื่อได้รับความร้อนจะหลอมเหลวกลายเป็นของเหลว
11. ของแข็งส่วนมากมีอนุภาคซึ่งอาจจะเป็นอะตอม โมเลกุล หรือไอออน เรียงกันอยู่อย่างมีระเบียบของแข็งประเภทนี้เรียกว่า **ของแข็งผลึก**



ของแข็ง คือ สารที่มีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคมาก อนุภาคจึงอยู่ชิดกันรูปร่างคงที่ เช่น เหล็ก เกลือแกง น้ำแข็ง ด่างทับทิม ค่ะ

การจัดเรียงอนุภาคของของแข็ง

ของแข็งที่เกิดจากการเรียงอนุภาคอย่างเป็นระเบียบ มีรูปร่างเฉพาะตัวเรียกว่า ผลึก ผลึกของของแข็งแต่ละชนิดจะมีผิวหน้าที่เรียบ ซึ่งทำมุมกันด้วยค่าที่แน่นอน เป็นลักษณะเฉพาะตัว ผลึกที่มีขนาดใหญ่ ๆ เมื่อทำให้ผลึกเล็กลงเช่นโดยการบด ส่วนเล็ก ๆ จะยังคงรักษารูปร่างผลึกเป็นแบบเดิมอยู่ โดยทั่วไปของแข็งชนิดเดียวกันจะมีการจัดเรียงอนุภาคเป็นแบบเดียวกัน ผลึกของของแข็งจะมีจุดหลอมเหลวคงที่ และมีช่วงอุณหภูมิของการหลอมเหลวสั้น การที่ของแข็งมีการจัดเรียงโมเลกุลที่ต่างกัน ทำให้เกิดผลึกที่แตกต่างกัน ซึ่งเป็นผลให้สมบัติทางกายภาพ เช่น จุดเดือด จุดหลอมเหลว ในกรณีที่ของแข็งชนิดหนึ่งมีผลึกได้หลายแบบเรียกว่า มีรูป (Polymorphism) ในกรณีของธาตุชนิดเดียวกัน แต่มีการจัดโครงสร้างของโมเลกุลต่างกัน ก็เรียกว่ารูป (Allotrope) เช่น ผลึกกำมะถัน มี 2 รูปแต่ละรูปมีสมบัติต่างกัน คือ

ก. กำมะถัน ромบิก (Rhombic Sulfur) เป็นผลึกเหลี่ยมโปร่งใส สีเหลืองอ่อน มีความถ่วงจำเพาะ 2.06 หลอมเหลวที่ 113°C ละลายได้ดีใน คาร์บอนไดซัลไฟด์ เบนซีน ไม่

ละลายน้ำ มีความคงตัวที่อุณหภูมิปกติ (หรือต่ำกว่า 95.5°C) ดังนั้นจึงเป็นรูปที่คงตัวที่สุดของกำมะถัน กำมะถันรอมบิก เตรียมได้โดยนำกำมะถันมาบดให้เป็นผงแล้วนำไปละลายใน คาร์บอนไดซัลไฟด์ กรอง หลังจากปล่อยให้ คาร์บอนไดซัลไฟด์ ระเหยไปจะได้ผลึกกำมะถันรอมบิกแยกออกมา



ข. กำมะถันโมนอคลินิก (Monoclinic Sulfur) ลักษณะเป็นผลึกโปร่งใส มีสีเหลืองเข้มกว่ากำมะถันรอมบิก เป็นของแข็งผลึกรูปเข็ม มีความถ่วงจำเพาะ 1.96 หลอมเหลวที่ 119°C ละลายได้ดีใน CS_2 แต่ไม่ละลายน้ำ กำมะถันโมนอคลินิกคงตัวที่อุณหภูมิสูงกว่า 96°C ถ้าอุณหภูมิต่ำกว่านี้จะกลับไปเป็นกำมะถันรอมบิก ดังนั้นจึงอาจเตรียมกำมะถันรอมบิกได้จากกำมะถันโมนอคลินิกโดยการลดอุณหภูมิลงให้ต่ำกว่า 96°C กำมะถันโมนอคลินิกเตรียมได้โดย นำกำมะถันผงไปละลายในโทลูอีนร้อนๆ จนได้สารละลายอิ่มตัว กรอง หลังจากทิ้งไว้ให้เย็นจะได้ผลึกแยกออกมา ทั้งกำมะถันรอมบิกและกำมะถันโมนอคลินิก ต่างก็มีสูตรโมเลกุลเป็น S_8 เหมือนกัน แต่มีการจัดเรียงโมเลกุลต่างกัน



นอกจากกำมะถันรูปผลึกทั้ง 2 แบบแล้ว ยังมีกำมะถันที่ไม่มีรูปผลึกอีกหลายชนิด เช่น กำมะถันพลาสติก (plastic sulfur) กำมะถันขาว (white amorphous sulfur) และกำมะถันคอลลอยด์ (colloidal sulfur) นอกจากกำมะถันแล้ว ธาตุอื่น ๆ ก็มีรูปร่างและสมบัติต่างกันได้เช่น คาร์บอน ฟอสฟอรัส ออกซิเจน ดีบุก เป็นต้น

ตารางสมบัติบางประการของรูปต่างๆ ของธาตุบางชนิด

ชื่อธาตุ	รูป	ลักษณะภายนอก	จุดหลอมเหลว	จุดเดือด	ความหนาแน่น	การนำ

			(°C)	(°C)	(g/cm ³)	ไฟฟ้า
คาร์บอน	-แกรไฟต์	-ของแข็งสีดำ	3652	4827	2.25	นำ
	-เพชร	-ของแข็งไม่มีสี	สูงกว่า 3500	-	3.51	
ฟอสฟอรัส	ฟอสฟอรัส	ของแข็งสีขาว	44	280	1.82	ไม่นำ
	(ขาวหรือเหลือง)	(หรือเหลือง) (เป็นพิษ)				
กำมะถัน	-รอมบิก	ผลึกรูปเหลี่ยม	113	445	2.07	ไม่นำ
	-โมโนคลินิก	ผลึกรูปเข็ม	119		2.07	ไม่นำ

ในกรณีของแข็งนั้นไม่มีรูปผลึกเรียกว่า ของแข็งอสัณฐาน เช่น พลาสติก แก้ว ยาง สารดังกล่าวนี้จะมีสมบัติเหมือนของแข็งทั่ว ๆ ไป คือมีความแข็งแรงแรง มีปริมาตรแน่นอน รูปร่างไม่ขึ้นกับภาชนะบรรจุ เพียงแต่ขาดลักษณะของการจัดเรียงอนุภาคตามรูปทรงเรขาคณิตเท่านั้น พวกของแข็ง อสัณฐานจะมีสมบัติเกี่ยวกับดัชนีหักเห การนำไฟฟ้าและสมบัติอื่น ๆ เหมือนกันหมด ในทุกทิศทางและอาจจะมีจุดหลอมเหลวที่ไม่เด่นชัด คือจะค่อย ๆ อ่อนตัวลงและกลายเป็นของเหลวที่ไหลได้ ซึ่งทำให้สังเกตจุดหลอมเหลวได้ยากการศึกษาเกี่ยวกับโครงสร้างของผลึกนอกจากจะดูภายนอกแล้ว ยังมีการศึกษาโครงสร้างของการจัดเรียงอนุภาคในผลึกด้วย ส่วนใหญ่จะใช้เครื่องมือเรียกว่า X-ray

เมื่อเข้าใจกันแล้ว อย่าลืมสรุป
เป็นผังมโนทัศน์ไว้ในบัตรสรุป
การอ่านนะคะ

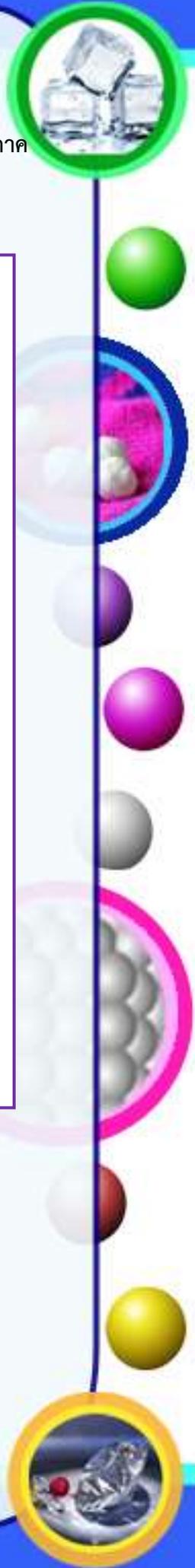


บัตรสรุปการอ่าน 1

คำชี้แจง: เมื่อนักเรียนอ่านบัตรความรู้ที่ 1.1 เรื่อง สมบัติของของแข็งและการจัดเรียงอนุภาคของของแข็งให้นักเรียนสรุปความรู้ที่ได้จากการอ่าน โดยเขียนเป็นผังมโนทัศน์



เมื่อสรุปความรู้เสร็จแล้วไป
ทำบัตรฝึกหัดกันต่อเลยครับ





บัตรฝึกหัดที่

1.1

สมบัติของของแข็งและการจัดเรียงอนุภาคของของแข็ง

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. ของแข็งมีสมบัติอย่างไร

.....

.....

.....

2. การจัดเรียงอนุภาคในของแข็งต่างชนิดกันแตกต่างกันหรือไม่

.....

.....

.....

3. ธาตุชนิดใดบ้างที่ปรากฏได้หลายรูป พร้อมยกตัวอย่าง

.....

.....

.....

4. คาร์บอนที่อยู่ในรูปของแข็งอสังฐาน (ไม่อยู่ในรูปผลึก) ได้แก่คาร์บอนชนิดใด

.....

.....

.....

5. จงบอกความแตกต่างเกี่ยวกับรูปผลึกของฟอสฟอรัส

.....

.....

.....





.....
.....
.....



พยายามทำให้ได้นะคะเพื่อนๆ

ตอนที่ 2

ชนิดของผลึกและการเปลี่ยนแปลงสถานะของของแข็ง

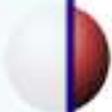
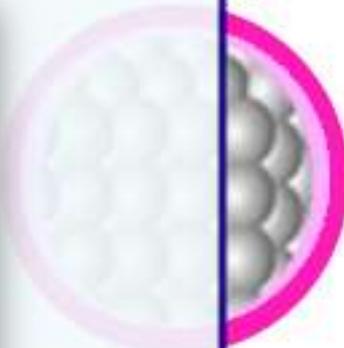
บัตรคำถามที่

1.2

ผลึกของของแข็ง

คำชี้แจง ให้นักเรียนดูภาพผลึกของของแข็ง แล้วตอบคำถามต่อไปนี้

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKAM UNIVERSITY



ภาพภาคผนวกที่ 2 ผลึกของคาร์บอน
ที่มา : กนกวรรณ ศิริแสน. 2555 : ออนไลน์

คำถาม : ในภาพเพชรกับแกรไฟต์ต่างเป็นผลึกของคาร์บอนทั้งคู่ เพราะเหตุใดจึงมีลักษณะภายนอกที่แตกต่างกัน

.....

.....

.....

บัตรความรู้ที่

1.2

ชนิดของผลึกและการเปลี่ยนสถานะของของแข็ง

ชนิดของผลึก

ของแข็งที่มีลักษณะเป็นผลึกจะประกอบจากการเรียงตัวของอะตอม ไอออน หรือ โมเลกุลอย่างเป็นระเบียบสม่ำเสมอในสามมิติ และยึดกันอยู่ด้วยแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค ชนิดต่างๆ ดังนั้น เราอาจจำแนกผลึกออกได้เป็น 4 ชนิด ตามชนิดของอนุภาคองค์ประกอบและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค ดังนี้



ภาพภาคผนวกที่ 3 ชนิดของผลึก

ที่มา : ของแข็ง. 2554 : ออนไลน์

ผลึกของของแข็ง แบ่งเป็น 4 ชนิด คือ

1. ผลึกไอออนิก (Ionic crystal) อนุภาคของผลึกประเภทนี้จะเป็นไอออนบวกและไอออนลบเรียงตัวสลับกันไปเป็นลักษณะสามมิติ แข็งแต่เปราะ มีจุดหลอมเหลวและจุดเดือดสูง ขณะเป็นของแข็งไม่นำไฟฟ้าแต่เมื่อหลอมเหลวหรืออยู่ในรูปสารละลายจะสามารถนำไฟฟ้าได้ ตัวอย่างที่พบบ่อยๆ ได้แก่ สารประกอบออกไซด์ของโลหะหมู่ 1 และหมู่ 2 เกลือเฮไลต์ของโลหะ

2. ผลึกโมเลกุล (Molecular crystal) อนุภาคของผลึกประเภทนี้อาจเป็นอะตอมหรือโมเลกุล แรงดึงดูดระหว่างอนุภาคอาจเป็นแรงดึงดูดระหว่างขั้วของโมเลกุล หรือเป็นแรงแวนเดอร์วาลส์ ผลึกประเภทนี้ค่อนข้างอ่อนหรือนิ่ม เช่น ผลึกของไอโอดีน

3. ผลึกโคเวเลนต์ร่างตาข่าย (Covalent crystal) อนุภาคของผลึกประเภทนี้จะเป็นอะตอม มีการยึดเหนี่ยวกันด้วยพันธะโคเวเลนต์ เช่น เพชร อะตอมองค์ประกอบแต่ละอะตอมจะยึดเหนี่ยวกับอะตอมข้างเคียงสี่อะตอมด้วยพันธะโคเวเลนต์ที่แข็งแรง ผลึกประเภทนี้มีจุดหลอมเหลวและจุดเดือดที่ สูงมาก มีความดันไอต่ำและไม่ละลายตัวในสารละลายใดๆ ตัวอย่างที่พบบ่อยๆ คือ เพชร และแกรไฟต์

4. ผลึกโลหะ (Metallic crystal) อนุภาคของผลึกประเภทนี้จะเป็นไอออนบวกที่อยู่ท่ามกลางเวเลนต์อิเล็กตรอนแต่ละอิเล็กตรอนเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระทั่วทั้งก้อนของโลหะผลึกประเภทนี้มีจุดเดือดและจุดหลอมเหลวสูง ดึงให้เป็นแผ่นและตีเป็นเส้นได้ง่าย ตัวอย่าง โลหะโดยทั่วไป เช่น เหล็ก เงิน และทองคำ เป็นต้น

การจัดเรียงอนุภาคของสาร

ธาตุบางชนิดมีการจัดเรียงตัวของอะตอมในโครงสร้างโมเลกุลได้หลายแบบ จึงมีรูปผลึกต่างกัน เช่น กำมะถันมีโครงสร้าง 2 แบบ คือ รอมบิกและมอนอคลินิก

กำมะถัน

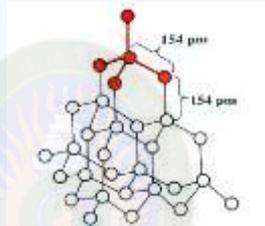


การจัดเรียงอนุภาคของกำมะถันรอมบิก การจัดเรียงอนุภาคของกำมะถันมอนอคลินิก

ภาพภาคผนวกที่ 4 ผลึกของกำมะถัน
ที่มา : การจัดเรียงอนุภาคของของแข็ง. 2555 : ออนไลน์

คาร์บอน

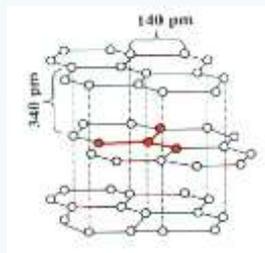
1. เพชร เป็นผลึกที่เกิดจากอะตอมของคาร์บอนมาต่อกัน และแต่ละอะตอมของคาร์บอนเกาะเป็นพันธะเดี่ยวได้ 4 พันธะ และเกาะต่อเนื่องกันเป็นโครงผลึกร่างตาข่าย จุดเดือดจุดหลอมเหลว ของเพชรจะสูงมากดังรูป



ภาพภาคผนวกที่ 5 ผลึกของเพชร

ที่มา : การจัดเรียงอนุภาคของของแข็ง. 2555 : ออนไลน์

2. แกรไฟต์เป็นผลึกเกิดจากอะตอมของคาร์บอนมาต่อกัน และคาร์บอนแต่ละอะตอมเกาะเป็นพันธะเดี่ยวได้ 3 พันธะและจะมีอิเล็กตรอนอิสระวางอยู่ 1 อิเล็กตรอน แกรไฟต์จึงนำไฟฟ้าได้ทิศทางเดียวดังรูป



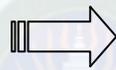
ภาพภาคผนวกที่ 6 ผลึกของแกรไฟต์

ที่มา : การจัดเรียงอนุภาคของของแข็ง. 2555 : ออนไลน์

คาร์บอนที่อยู่ในรูปของแข็งอัญฐาน (ไม่อยู่ในรูปผลึก) ได้แก่ ถ่านไม้ ถ่านโค้ก และ เชม่า

ฟอสฟอรัส

1. ฟอสฟอรัสขาวมีจุดเดือดจุดหลอมเหลวต่ำ ไม่นำไฟฟ้า ทำปฏิกิริยาได้ง่าย สามารถลุกติดไฟได้เองเมื่อสัมผัสกับอากาศ มักใช้ทำลูกระเบิด



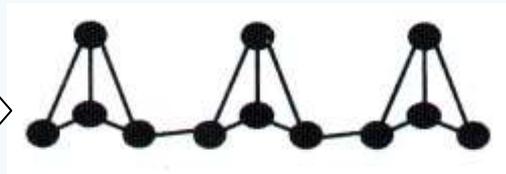
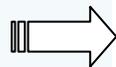
การจัดเรียงตัวของฟอสฟอรัสในฟอสฟอรัสขาว

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาพภาคผนวกที่ 7 ฟอสฟอรัสขาวแช่ในน้ำ

ที่มา : การจัดเรียงอนุภาคของของแข็ง. 2555: ออนไลน์

2. ฟอสฟอรัสแดงมีจุดเดือดจุดหลอมเหลวสูง ไม่นำไฟฟ้า เสถียรกว่าฟอสฟอรัสขาว ใช้ทำไม้ขีดไฟ

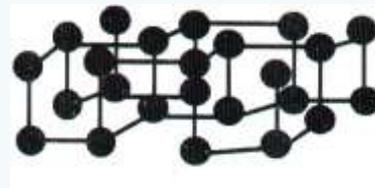
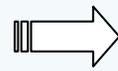




การจัดเรียงตัวของฟอสฟอรัสในฟอสฟอรัสแดง

ภาพภาคผนวกที่ 8 ฟอสฟอรัสแดง
ที่มา : การจัดเรียงอนุภาคของของแข็ง. 2555 : ออนไลน์

3. ฟอสฟอรัสดำลักษณะภายนอกเป็นเกล็ดสีดำ นำไฟฟ้าได้



การจัดเรียงตัวของฟอสฟอรัสในฟอสฟอรัสดำ

ภาพภาคผนวกที่ 9 ฟอสฟอรัสดำ
ที่มา : การจัดเรียงอนุภาคของของแข็ง. 2555 : ออนไลน์

การเปลี่ยนแปลงสถานะของของแข็ง

การหลอมเหลว (melting)

เมื่อให้ความร้อนแก่ของแข็ง อนุภาคของของแข็งจะมีพลังงานจลน์เพิ่มขึ้น ทำให้อนุภาคมีการสั่นมากขึ้น และมีการถ่ายโอนพลังงานให้แก่อนุภาคข้างเคียงอย่างต่อเนื่อง จนกระทั่งบางอนุภาคของของแข็งมีพลังงานสูงกว่าแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค อนุภาคของของแข็งจึงเริ่มเคลื่อนที่และอยู่ห่างกันมากขึ้น ของแข็งจึงเกิดการเปลี่ยนแปลงสถานะเป็นของเหลว เรียกว่า การหลอมเหลว (melting) และเรียกอุณหภูมิในขณะที่ยของแข็งเปลี่ยนแปลงสถานะเป็นของเหลวที่ความดัน 1 บรรยากาศว่า จุดหลอมเหลว (melting point)



ภาพภาคผนวกที่ 10 การหลอมเหลวของน้ำแข็ง
ที่มา : โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา. 2556: ออนไลน์

การระเหิด (Sublimation)

การระเหิดของสารเป็นการเปลี่ยนแปลงที่เกิดกับสารชนิดที่ไม่มีขั้วหรือมีขั้วน้อยมาก และมีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคเป็นแรงแวนเดอร์วาลส์ (Van der Waals forces) อย่างอ่อน เช่น แรงลอนดอน (London forces) เมื่ออนุภาคของสารได้รับความร้อนจากสิ่งแวดล้อมเพียงเล็กน้อย จะทำให้อนุภาคของสารนั้นแยกออกจากผลึก โดยเฉพาะอนุภาคที่อยู่บริเวณผิวหน้าของผลึกจะหลุดออกและเคลื่อนที่เป็นอิสระได้ง่าย เช่น การระเหิดของไอโอดีน การระเหิดของเนฟทาซีน การระเหิดของเมนทอล เป็นต้น ซึ่งปัจจัยที่มีผลต่อการระเหิดคือ อุณหภูมิ แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคภายในของของแข็ง ความดันบรรยากาศ และพื้นที่ผิวของของแข็ง



การระเหิดของเนฟทาซีน



การระเหิดของน้ำแข็ง

ภาพภาคผนวกที่ 11 การระเหิด
ที่มา : โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา. 2556: ออนไลน์



บัตรสรุปการอ่าน 2

คำชี้แจง: เมื่อนักเรียนอ่านบัตรความรู้ที่ 1.2 เรื่อง ชนิดของผลึกและการเปลี่ยนแปลงสถานะของของแข็งให้นักเรียนสรุปความรู้ที่ได้จากการอ่าน โดยเขียนเป็นผังมโนทัศน์



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



สรุปความรู้ที่ได้จากการอ่านบัตร
ความรู้ณะครับ เมื่อเสร็จแล้วไปทำ
บัตรฝึกหัดกันต่อเลยครับ

บัตรกิจกรรมที่

1.2

ผังมโนทัศน์ “สมบัติของของแข็ง”

คำชี้แจง ให้นักเรียนเขียนผังมโนทัศน์เรื่อง สมบัติของของแข็ง เพื่อสรุปองค์ความรู้ที่ได้
เรียนรู้มา

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



บัตรฝึกหัดที่

1.2

สมบัติของของแข็งและการจัดเรียงอนุภาคของของแข็ง

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. จงยกตัวอย่างของแข็งที่เป็นรูปผลึก

.....

.....

.....

2. ของแข็งทุกชนิดจะมีรูปผลึกหรือไม่อย่างไร

.....

.....

.....





.....

.....

.....

3. สารในสถานะของแข็งเกิดการเปลี่ยนแปลงเป็นสถานะอื่นได้อีกหรือไม่อย่างไร

.....

.....

.....

4. การระเหิดเกิดขึ้นกับสารชนิดใด และมีปัจจัยใดบ้างที่มีผลต่อการระเหิด

.....

.....

5. ยกตัวอย่างการหลอมเหลวและ การระเหิดของของแข็งในชีวิตประจำวันที่นักเรียนรู้จัก

.....

.....

แบบทดสอบหลังเรียน ชุดที่

1

สมบัติของของแข็ง

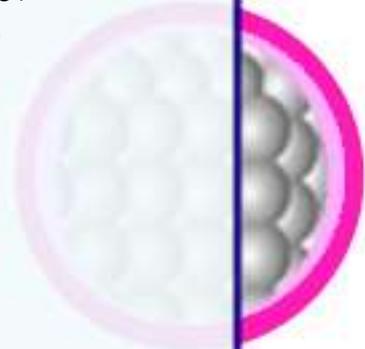
คำชี้แจง : นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด แล้วทำเครื่องหมาย X ลงในกระดาษคำตอบ
ข้อสอบมีจำนวน 10 ข้อ (10 คะแนน) ใช้เวลา 10 นาที

- กำมะถันมี รูปผลึกอยู่ 2 รูป แต่ละรูปประกอบด้วย S_8 หลาย ๆ โมเลกุล แต่มีรูปผลึกแตกต่างกันเพราะเหตุใด

ก. อุณหภูมิขณะทดลองต่างกัน	ข. จุดหลอมเหลวต่างกัน
ค. ความหนาแน่นต่างกัน	ง. การจัดเรียงตัวของโมเลกุลต่างกัน



2. กำหนดข้อความเกี่ยวกับฟอสฟอรัส
 1. ฟอสฟอรัสขาวมีลักษณะเป็นก้อน ฟอสฟอรัสแดงมีลักษณะเป็นผง ส่วนฟอสฟอรัสดำมีลักษณะเป็นเกล็ด
 2. ฟอสฟอรัสขาวใช้ทำลูกระเบิดได้ และฟอสฟอรัสแดงใช้ทำไม้ขีดไฟได้
 3. ฟอสฟอรัสขาวเท่านั้นที่นำไฟฟ้า
 - ก. ข้อ 1 และ 2
 - ข. เฉพาะข้อ 2
 - ค. เฉพาะข้อ 3
 - ง. ข้อ 1 2 และ 3
3. ผลึกของแข็งประเภทใดที่มีจุดหลอมเหลวและการนำไฟฟ้าต่ำ
 - ก. ผลึกไอออนิก
 - ข. ผลึกโลหะ
 - ค. ผลึกโมเลกุล
 - ง. ผลึกโคเวเลนต์ร่างตาข่าย
4. ข้อใดกล่าวถึงลักษณะของการระเหิดได้ถูกต้อง
 - ก. เกิดกับสารที่เป็นโมเลกุลมีขั้ว มีแรงยึดเหนี่ยวเป็นแรงแวนเดอร์วาลส์อย่างอ่อน
 - ข. เกิดกับสารที่เป็นโมเลกุลมีขั้วอ่อนๆ มีแรงยึดเหนี่ยวเป็นแรงลอนดอน
 - ค. เกิดกับสารที่เป็นโมเลกุลไม่มีขั้ว มีแรงยึดเหนี่ยวเป็นแรงแวนเดอร์วาลส์อย่างอ่อน
 - ง. เกิดกับสารที่เป็นโมเลกุลไม่มีขั้วหรือมีขั้วน้อยมาก มีแรงยึดเหนี่ยวเป็นแรงแวนเดอร์วาลส์อย่างอ่อน
5. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับกำมะถัน
 - ก. กำมะถันมอนอคลินิกสามารถเปลี่ยนรูปเป็นกำมะถันรวมบิกได้ที่อุณหภูมิห้อง
 - ข. กำมะถันรูปเข็มมักจะเกิดก่อนรูปเหลี่ยม
 - ค. ผลึกรูปเข็มและรูปเหลี่ยม เรียกว่า กำมะถันรวมบิก
 - ง. ข้อ ก และ ข ถูกต้อง
6. ข้อใดเป็นสมบัติของของแข็ง
 - ก. ของแข็งทุกชนิดนำไฟฟ้าได้
 - ข. ของแข็งต่างชนิดกันอาจมีรูปผลึกต่างกันหรือเหมือนกันก็ได้
 - ค. โมเลกุลของของแข็งจะมีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลน้อยกว่าของเหลวและแก๊ส
 - ง. ของแข็งมีรูปร่างแน่นอนและปริมาตรคงที่ ส่วนของเหลวและแก๊สมีรูปร่างไม่แน่นอนและปริมาตรไม่คงที่



7. สารที่มีอนุภาคเรียงชิดกัน มีรูปร่างที่แน่นอน ไม่เปลี่ยนแปลงไปตามภาชนะที่บรรจุ และบางชนิดสามารถระเหิดได้คือคุณสมบัติของสารในสถานะใด
- ของแข็ง
 - ของเหลว
 - แก๊ส
 - สารละลาย
8. “ของแข็งมีรูปร่างและปริมาตรคงที่” อธิบายได้ด้วยเหตุผลในข้อใด
- โมเลกุลของของแข็งไม่มีพลังงานจลน์
 - โมเลกุลของของแข็งเคลื่อนที่ไม่ได้แต่สั่นสะเทือนได้
 - โมเลกุลเรียงตัวอย่างเป็นระเบียบ จนไม่มีช่องว่างระหว่างโมเลกุล
 - ที่ภาวะปกติจะมีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลมากกว่าพลังงานจลน์ของโมเลกุล
9. จากสมบัติของกำมะถันรอมบิกและมอนอคลินิก ข้อใดสรุปได้ถูกต้อง
- กำมะถันมี 2 รูป คือ รอมบิกและมอนอคลินิก
 - โมเลกุลของกำมะถันทั้ง 2 รูป ประกอบด้วยอะตอมของกำมะถันจำนวนเท่ากัน
 - กำมะถันรอมบิกไม่นำไฟฟ้า ส่วนกำมะถันมอนอคลินิกนำไฟฟ้าได้
 - อุณหภูมิสูงจะทำให้กำมะถันรอมบิกเสถียรกว่ากำมะถันมอนอคลินิก
10. สมบัติของกำมะถันมอนอคลินิก ข้อใดกล่าวได้ถูกต้อง
- รูปผลึกมีลักษณะเป็นแท่งคล้ายรูปเข็ม ไม่นำไฟฟ้า มีสีเหลือง
 - รูปผลึกมีลักษณะเป็นแท่งคล้ายรูปเข็ม นำไฟฟ้าได้ มีสีแดง
 - รูปผลึกมีลักษณะคล้ายสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน นำไฟฟ้าได้ มีสีเหลือง
 - รูปผลึกมีลักษณะเป็นแท่งคล้ายรูปเข็ม พบมากในธรรมชาติ

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่

ข้อ	ก	ข	ค	ง
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

คะแนนที่ได้
10

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ทำผ่านกันทุกคนใช่ไหมคะ
เก่งมากๆ ค่ะ



ภาคผนวก ค

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบทดสอบวัด
ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และแบบประเมินผังมโนทัศน์

RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชา เคมี

เรื่อง ของแข็ง ของเหลว แก๊ส

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบเลือกตอบ ชนิด 4 ตัวเลือก รวม 40 ข้อ ใช้เวลา 60 นาที
2. ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย X ลงในกระดาษคำตอบที่กำหนดให้ เช่น ถ้านักเรียนเลือกตัวเลือก ก ให้ปฏิบัติดังนี้

ข้อ	ก	ข	ค	ง
00.	X			

หรือถ้านักเรียนต้องเปลี่ยนตัวเลือกใหม่จาก ก เป็น ง ให้นักเรียนปฏิบัติดังนี้

ข้อ	ก	ข	ค	ง
00.	X			X

3. เขียนชื่อ - นามสกุล ลงในกระดาษคำตอบให้เรียบร้อยก่อนลงมือทำข้อสอบ
4. เมื่อนักเรียนทำแบบทดสอบเสร็จแล้ว ให้นักเรียนนำแบบทดสอบพร้อมกระดาษคำตอบส่งคืนกรรมการผู้ดำเนินการสอบ
5. ถ้านักเรียนมีข้อสงสัยในการทำแบบทดสอบ ให้ยกมือถามครูผู้ดำเนินการสอบ



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

1. ผลึกชนิดใดสามารถนำไฟฟ้าได้เมื่อหลอมเหลว
 - ก. ผลึกโลหะ
 - ข. ผลึกไอออนิก
 - ค. ผลึกโมเลกุล
 - ง. ผลึกโควาเลนต์
2. สารในข้อใดจัดเป็นโมเลกุล
 - ก. เพชร
 - ข. กำมะถัน
 - ค. เหล็ก
 - ง. เกลือแกง
3. ข้อมูลเกี่ยวข้องกับแกรไฟต์ สรุปได้ผลดังนี้
 1. เป็นของแข็งสีดำ
 2. ผิวเป็นมันวาวเล็กน้อยและลื่น จึงใช้เป็นส่วนผสมในสารหล่อลื่น
 3. นำไฟฟ้า
 ข้อใดสรุปถูกต้อง
 - ก. เฉพาะข้อ 3
 - ข. ข้อ 1 และ ข้อ 2
 - ค. ข้อ 1 และ ข้อ 3
 - ง. ถูกทุกข้อ
4. ฟอสฟอรัสในรูปใดนำไฟฟ้าได้
 - ก. ฟอสฟอรัสดำ
 - ข. ฟอสฟอรัสแดง
 - ค. ฟอสฟอรัสขาว
 - ง. ฟอสฟอรัสเหลือง
5. คุณสมบัติข้อใดบอถึงความสามารถในการนำไฟฟ้าได้ของผลึกของของแข็ง
 - ก. ของแข็งแคลเซียมคลอไรด์นำไฟฟ้าได้
 - ข. ผลึกซิลิคอนคาร์ไบด์มีความแข็งแรงมาก มีจุดหลอมเหลวต่ำ
 - ค. ผลึกโมเลกุลส่วนมากมีลักษณะค่อนข้างอ่อนหรือแข็ง ปานกลาง มีจุดหลอมเหลวต่ำ
 - ง. ผลึกไอออนิกเมื่อหลอมเหลวจะประกอบด้วย อนุภาคไอออนบวกและไอออนลบ ในผลึก
6. ข้อใดสนับสนุนคำกล่าวที่ว่า “ของแข็งมีรูปร่างและปริมาตรคงที่”
 - ก. ของแข็งมีแรงยึดเหนี่ยวในโมเลกุลสูง ปริมาตรจึงไม่มีการเปลี่ยนแปลง
 - ข. โมเลกุลของแข็งจัดเรียงตัวเป็นระเบียบทำให้ไม่มีช่องว่างภายในโมเลกุล
 - ค. โมเลกุลของของแข็งสั่นสะเทือนได้ แต่เคลื่อนที่ไม่ได้
 - ง. ภายในโมเลกุลของของแข็งไม่มีพลังงานจลน์
7. ความแตกต่างของสิ่งใดที่ทำให้ผลึกกำมะถันมี 2 แบบ
 - ก. จำนวนอะตอม
 - ข. พลังงานจลน์

ค. จำนวนโมเลกุล

ง. การจัดเรียงโมเลกุล

8. เพชรกับแกรไฟต์เป็นของแข็งที่ประกอบ
ด้วยอะตอมคาร์บอนเหมือนกันแต่เพราะเหตุใด
ในการซื้อขาย เพชรจึงมีมูลค่าแตกต่างจาก
แกรไฟต์

ก. เพราะเพชรมีจำนวนน้อย โดนอัด
ด้วยความดันสูงจึงมีความสวยงาม

ข. เพราะการจัดเรียงโมเลกุลของเพชร
แตกต่างจากแกรไฟต์จึงมีความ
สวยงาม

ค. เพราะแกรไฟต์มีจำนวนมากและโดน
ลาวาเผาผลาญจึงมีสีดำ

ง. เพชรมีจำนวนอะตอมมากกว่าแกรไฟต์
จึงรูปร่างผลึกสวยงาม

9. ในการเตรียมผงกำมะถันในห้องปฏิบัติการ
ได้ผลสรุปดังนี้

1. จะเตรียมกำมะถันได้ทั้ง 2 รูปพร้อมกัน

2. กำมะถันรวมบีกจะอยู่ตัว ณ อุณหภูมิ
ห้อง

3. กำมะถันมอนอคลินิกจะอยู่ตัว ณ
อุณหภูมิสูงกว่า 96 องศา

4. ผงกำมะถันต้องนำไปละลายในตัวทำ

ละลายโทลูอีน แล้วให้ความร้อนประมาณ 75

องศาจากนั้นปล่อยให้เย็นเพื่อให้กำมะถันตก

ผลึก ข้อใดสรุปได้ถูกต้อง

ก. ข้อ 1, 2 และ 3

ข. ข้อ 1 และ 4

- ค. ข้อ 2 และ 4
- ง. ถูกต้องทุกข้อ

- 10. ในการทำการบูรในชีวิตประจำวันมีการบดการบูรให้ละเอียด เพราะเหตุใดจึงทำเช่นนั้น
 - ก. เพื่อเพิ่มพื้นที่ผิวในการระเหิดได้มากขึ้น
 - ข. เพื่อให้ง่ายต่อการบรรจุ
 - ค. เพื่อเป็นการลดปริมาตรของการบูร
 - ง. เพื่อเพิ่มความดันกับการบูรให้ระเหิดง่ายขึ้น
- 11. ข้อใดไม่ใช่สมบัติของของเหลว
 - ก. การแพร่
 - ข. รูปร่างเปลี่ยนแปลงตามภาชนะบรรจุ
 - ค. สามารถบีบอัดได้
 - ง. อนุภาคภายในโมเลกุลไม่สามารถเคลื่อนที่ได้
- 12. การหลอมเหลว คือ การเปลี่ยนสถานะของสารอย่างไร
 - ก. เปลี่ยนจากของแข็งไปเป็นของเหลว
 - ข. เปลี่ยนจากของเหลวไปเป็นแก๊ส
 - ค. เปลี่ยนจากของแข็งเป็นแก๊ส
 - ง. เปลี่ยนจากแก๊สเป็นของเหลว
- 13. ความดันไอคืออะไร
 - ก. ความดันสูงสุดของของเหลว
 - ข. ความดันต่ำสุดของของเหลว
 - ค. ความดันไอขณะที่เกิดภาวะสมดุล
 - ง. ความดันไอขณะที่ของเหลวอุณหภูมิ 100°C

14. แรงเชื่อมแน่น คือ อะไร
- ก. แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคสารชนิดเดียวกัน
 - ข. แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคสารต่างชนิดกัน
 - ค. แรงผลักดันระหว่างอนุภาคสารชนิดเดียวกัน
 - ง. แรงผลักดันระหว่างอนุภาคสารต่างชนิดกัน
15. เพราะเหตุใดของเหลวจึงเกิดการระเหย
- ก. โมเลกุลผิวหน้าของเหลวได้รับความดันเพิ่มขึ้น
 - ข. โมเลกุลผิวหน้าของเหลวถูกลดอุณหภูมิ
 - ค. โมเลกุลผิวหน้าได้รับพลังงานจลน์เพิ่มขึ้น
 - ง. โมเลกุลผิวหน้าได้รับสารละลายแรงยึดเหนี่ยวโมเลกุล
16. ถ้าเพิ่มอุณหภูมิให้กับของเหลว ความตึงผิวจะเปลี่ยนแปลงอย่างไร
- ก. ความตึงผิวลดลง
 - ข. ความตึงผิวเพิ่มขึ้น
 - ค. ความตึงผิวคงที่
 - ง. ความตึงผิวแปรปรวน
17. ปัจจัยใดไม่มีผลต่อการระเหย
- ก. อุณหภูมิ
 - ข. พื้นที่ผิว
 - ค. การถ่ายเทอากาศ
 - ง. แรงเชื่อมแน่น

18. การตากผ้าอาศัยหลักการสมบัติของเหลว
อย่างไร

- ก. แรงแยัดติด มีค่าน้อย เมื่ออุณหภูมิสูง
ผ้าแห้งเร็ว
- ข. แแรงเชื่อม มีค่าน้อย เมื่ออุณหภูมิสูง
ผ้าแห้งเร็ว
- ค. เมื่ออุณหภูมิสูง อัตราการระเหยจะ
เกิดได้เร็ว ผ้าแห้งเร็ว
- ง. เมื่ออุณหภูมิสูง การถ่ายเทอากาศดี
ผ้าแห้งเร็ว

19. เวลาฝนตกกระทบกระจก เพราะเหตุใด
น้ำจึงสามารถเกาะกันเป็นหยดน้ำบนกระจกได้

- ก. เพราะกระจกมีความฝืด
- ข. เพราะกระจกมีสารเคลือบเงา
- ค. เพราะน้ำมีอุณหภูมิต่ำจึงเกาะกันแน่น
- ง. เพราะน้ำมีความตึงผิวพยายามยึด
โมเลกุลไว้ด้วยกัน

20. เมื่อหยดน้ำใส่กระดาษ พบว่ากระดาษ
เปียก เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น

- ก. เพราะแรงเชื่อมแน่นมีค่ามากกว่าแรง
ยึดติด
- ข. เพราะแรงเชื่อมแน่นมีค่าน้อยกว่าแรง
ยึดติด
- ค. เพราะแรงเชื่อมแน่นมีค่าเท่ากับแรง
ยึดติด
- ง. เพราะแรงเชื่อมแน่นและแรงยึดติดมี
ค่าสูง

21. กฎของบอยล์ เกี่ยวข้องกับ ปริมาณใด

- ก. ความดัน อุณหภูมิ

ข. ความดัน ปริมาตร

ค. ปริมาตร อุณหภูมิ

ง. จำนวนโมล อุณหภูมิ

22. กฎของชาร์ล เกี่ยวข้องกับ ปริมาณใด

- ก. ปริมาตร อุณหภูมิ
- ข. ความดัน อุณหภูมิ
- ค. ความดัน ปริมาตร
- ง. จำนวนโมล อุณหภูมิ

23. ข้อใดสอดคล้องกับกฎรวมแก๊ส

ก. $P_1V_1 = P_2V_2$

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

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

ง. $n = \frac{V}{T}$

24. ข้อใดไม่ใช่สมบัติของแก๊สอุดมคติ

- ก. โมเลกุลเคลื่อนที่แบบไม่ชนกัน
- ข. มีมวลน้อยมาก
- ค. โมเลกุลเคลื่อนที่อย่างอิสระ
- ง. สามารถบีบอัดได้

25. การอัดแก๊สเข้าไปในลูกโป่ง ทำให้ลูกโป่ง

ลอยได้ ข้อใดกล่าวผิด

- ก. โมเลกุลของแก๊สในลูกโป่งเคลื่อนที่ชนกันเอง
- ข. ความดันในลูกโป่งมากกว่าความดันบรรยากาศ
- ค. โมเลกุลของแก๊สในลูกโป่งวิ่งชนผนังของลูกโป่ง

ง. แรงดึงดูดของโลกมีค่าน้อยกว่า

แรงดันแก๊สในลูกโป่ง

26. แก๊ส O_2 และ N_2 ที่มีมวลเท่ากันถูกบรรจุลงในภาชนะที่มีปริมาตรเท่ากัน 2 ใบ ที่อุณหภูมิหนึ่ง ข้อใดกล่าวถูกต้อง
- ก. แก๊สทั้งสองมีอัตราการแพร่เท่ากัน
- ข. ความดันในภาชนะที่บรรจุ N_2 มีค่ามากกว่าความดันที่บรรจุแก๊ส O_2
- ค. ภาชนะที่บรรจุแก๊ส O_2 มีโมเลกุลมากกว่าภาชนะที่บรรจุ N_2
- ง. จำนวนโมเลกุลของแก๊สในภาชนะทั้งสองชนิดมีจำนวนโมลเท่ากัน
27. กฎรวมแก๊สมีความสัมพันธ์กับข้อใดบ้างต่อไปนี้
1. กฎของบอยล์
 2. กฎของชาร์ล
 3. กฎของอาโวกาโด
- ก. ข้อ 1 และ 2
- ข. ข้อ 1 และ 3
- ค. ข้อ 2 และ 3
- ง. ข้อ 1, 2 และ 3
28. แก๊สชนิดหนึ่งมีปริมาตร 30 ลิตร ที่อุณหภูมิ $25^\circ C$ ถ้าความดันคงที่ แก๊สนี้จะมีปริมาตรเท่าใดเมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนไปเป็น $100^\circ C$
- ก. 25.65 ลิตร
- ข. 27.55 ลิตร
- ค. 30.55 ลิตร
- ง. 33.75 ลิตร

29. แก๊สชนิดหนึ่งที่มีปริมาตร 300 cm^3 ที่ อุณหภูมิ $200 \text{ }^\circ\text{C}$ ความดัน 1.5 atm แก๊สชนิดนี้จะมีความดันเท่าใด ถ้า ปริมาตรเปลี่ยนไปเป็น 100 cm^3 และ อุณหภูมิ $300 \text{ }^\circ\text{C}$
- ก. 0.54 atm
ข. 0.65 atm
ค. 0.68 atm
ง. 0.85 atm
30. บอลลูกหนึ่งบรรจุแก๊สฮีเลียม (He) หนัก 30 กิโลกรัม บอลลูกนี้จะมี ปริมาตรเท่าใดถ้าความดันของแก๊สฮีเลียม เป็น 1.15 atm ณ อุณหภูมิ $20 \text{ }^\circ\text{C}$
- ก. $1.25 \times 10^5 \text{ ลิตร}$
ข. $1.43 \times 10^5 \text{ ลิตร}$
ค. $1.57 \times 10^5 \text{ ลิตร}$
ง. $1.62 \times 10^5 \text{ ลิตร}$
31. ณ อุณหภูมิห้องน้ำแข็งแห้งจะระเหิด กลายเป็นแก๊สอะไร
- ก. CO_2
ข. N_2
ค. H_2
ง. O_2
32. ภาวะวิกฤตยิ่งยวดของ CO_2 คือข้อใด
- ก. อุณหภูมิ $31 \text{ }^\circ\text{C}$ ความดัน 73 atm
ข. อุณหภูมิ $25 \text{ }^\circ\text{C}$ ความดัน 70 atm
ค. อุณหภูมิ $40 \text{ }^\circ\text{C}$ ความดัน 70 atm
ง. อุณหภูมิ $45 \text{ }^\circ\text{C}$ ความดัน 73 atm

33. ข้อใดคือลักษณะของไนโตรเจนเหลว
- มีความดันสูง
 - ไม่มีกลิ่น ไม่มีรส
 - สามารถแตกผลึกได้ที่อุณหภูมิ 10 °c
 - มีกลิ่นฉุนเป็นผลึกสีดำ
34. หลักการที่ทำให้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์กลายเป็นของเหลว ข้อใดถูกต้อง
- ลดอุณหภูมิถึง 0 °c
 - เพิ่มความดัน เพิ่มอุณหภูมิ
 - เพิ่มความดัน ลดอุณหภูมิ
 - ลดความดัน เพิ่มอุณหภูมิ
35. “การทำหมอกควันเพื่อการแสดง การเก็บอาหารระหว่างการขนส่ง และผสมเครื่องดื่มเพื่อให้เกิดฟองปุด” จากข้อความข้อใดมีความสัมพันธ์มากที่สุด
- น้ำแข็งแห้งคือ CO₂ ที่เป็นของแข็ง
 - น้ำแข็งแห้งใช้ประโยชน์ด้านการแสดง
 - น้ำแข็งแห้งคือ CO₂ ที่เป็นของแข็งที่มีอุณหภูมิต่ำ เกิดการระเหิดเป็นฟองแก๊สได้
 - น้ำแข็งแห้งมีสถานะเป็นแก๊สมิ่ลักษณะเป็นควันสีขาว
36. เหตุใดจึงใช้การสกัดสารโดยใช้ CO₂ ที่อยู่ในรูปของของไหล (CO₂-Fluid) แทนตัวทำละลายอินทรีย์ได้
- CO₂ ในรูปของของไหลขยายตัวง่ายสามารถละลายในของแข็งและของเหลวได้ดี
 - ละลายได้ดีและมีราคาที่ถูกกว่าสารอินทรีย์
 - CO₂ ในรูปของของไหลขยายตัวได้เต็มภาชนะสกัดได้ดีไม่มีสารตกค้าง
 - CO₂ ในรูปของของไหลขยายตัวได้น้อยไม่ขัดขวางการสกัดสารตัวอย่าง
37. การขนส่งน้ำแข็งแห้งปริมาณมาก ๆ ในการขนส่ง ควรทำอย่างไรเพื่อป้องกันการระเบิด
- เก็บในกล่องโฟม ปิดฝาเรียบร้อย
 - เก็บในถัง เพื่อป้องกันการระเบิด
 - เก็บในภาชนะบรรจุน้ำแข็ง มีช่องระบายอากาศ
 - เก็บในถุงพลาสติก ปิดปากอย่างดี
38. ข้อใดไม่ใช่ประโยชน์ของน้ำแข็งแห้ง
- ช่วยถนอมอาหาร
 - ใช้รักษาสภาพซากสัตว์
 - ใช้ทำหมอกควัน ในคอนเสิร์ต
 - ใช้แช่เซลล์เมื่อดเลื้อด

39. ในการสกัดคาเฟอีนจากเมล็ดกาแฟดิบ นิยมใช้ CO_2 เพราะไม่ทำให้รสหรือกลิ่นของกาแฟเปลี่ยนไปเพราะเหตุใด
- ก. เพราะ CO_2 ไม่ทำปฏิกิริยากับรสชาติของกาแฟ
 - ข. เพราะ CO_2 ที่ปะปนอยู่สามารถแพร่ออกมาได้
 - ค. เพราะ CO_2 มีความเข้มข้นน้อยไม่ทำลายรสกาแฟ
 - ง. เพราะ CO_2 มีอุณหภูมิสูง สามารถสกัดคาเฟอีนได้อย่างละเอียดอ่อน
40. เทคโนโลยีใดสามารถนำไปใช้เป็นปุ๋ยได้
- ก. คาร์บอนไดออกไซด์
 - ข. น้ำแข็งแห้ง
 - ค. ไนโตรเจนเหลว
 - ง. ผลึกคาร์บอน



แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบเลือกตอบ ชนิด 4 ตัวเลือก รวม 26 ข้อ ใช้เวลา 90 นาที
2. ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย X ลงในกระดาษคำตอบที่กำหนดให้ เช่น ถ้านักเรียนเลือกตัวเลือก ก ให้ปฏิบัติดังนี้

ข้อ	ก	ข	ค	ง
00.	X			

หรือถ้านักเรียนต้องเปลี่ยนตัวเลือกใหม่จาก ก เป็น ง ให้นักเรียนปฏิบัติดังนี้

ข้อ	ก	ข	ค	ง
00.	✗			

3. เขียนชื่อ - นามสกุล ลงในกระดาษคำตอบให้เรียบร้อยก่อนลงมือทำข้อสอบ
4. เมื่อนักเรียนทำแบบทดสอบเสร็จแล้ว ให้นักเรียนนำแบบทดสอบพร้อมกระดาษคำตอบส่งคืนกรรมการผู้ดำเนินการสอบ
5. ถ้านักเรียนมีข้อสงสัยในการทำแบบทดสอบ ให้ยกมือถามครูผู้ดำเนินการสอบ

สถานการณ์ที่ 1 ใช้ตอบคำถามข้อ 1 – 2

ก๊าซคลอรีนในโรงงานผลิตถุงมือยาง บ.เอสจีเอ็มพี ต.กำแพงเพชร อ.รัษฎุมิ จ.สงขลา รั่วไหลเมื่อช่วงค่ำที่ผ่านมา ซึ่งระหว่างเกิดเหตุมีพนักงานทำงานอยู่กว่า 100 คน รีบวิ่งหนีออกมา เนื่องจากสูดดมก๊าซคลอรีนเข้าไป ทำให้มีอาการแน่นหน้าอก หายใจไม่ออก ต้องนำส่งโรงพยาบาล 46 ราย ทั้งหมดพ้นขีดอันตรายแล้ว โดย จนท.ใช้เวลาควบคุมสถานการณ์ประมาณ 2 ชม.หลังเกิดเหตุ จนท.กู้ภัยจากศูนย์ป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยเขต 12 สาธารณสุข อำเภอรรัษฎุมิ และตำรวจ เข้าตรวจสอบที่เกิดเหตุ พบว่าวาล์วควบคุมก๊าซคลอรีนรั่ว จึงสั่งหยุดกระบวนการผลิตทั้งหมดของโรงงาน ก่อนจะเข้าตรวจสอบปัญหาอย่างละเอียดอีกครั้ง ซึ่งหากพนักงานหนีออกจากที่เกิดเหตุช้าและสูดดมก๊าซคลอรีนเข้าไปปริมาณมากก็จะส่งผลกระทบต่อระบบหายใจล้มเหลวจนถึงชีวิตได้ โดยโรงงานแห่งนี้มีพนักงานกว่า 600 คน และทำการผลิตตลอด 24 ชม.

(สำนักข่าวไทย 2014/11/27) ที่มา: <http://www.tnamcot.com/2014/11/27>

1. สาเหตุที่ทำให้พนักงาน ของโรงงานผลิตถุงมือยางต้องเข้าโรงพยาบาลและสั่งหยุดกระบวนการผลิตทั้งหมดของโรงงานสิ่งใดสัมพันธ์กันมากที่สุด
 - ก. พนักงานที่หนีออกจากที่เกิดเหตุไม่ทันจะสูดดมก๊าซคลอรีนเข้าไปปริมาณมาก
 - ข. พนักงานของโรงงานมีจำนวนน้อยจึงต้องทำการผลิตตลอด 24 ชม.
 - ค. พนักงานกว่าที่สูดดมก๊าซคลอรีนเข้าไป ทำให้มีอาการแน่นหน้าอก หายใจไม่ออก ต้องนำส่งโรงพยาบาล
 - ง. วาล์วควบคุมก๊าซคลอรีนรั่ว ส่งผลให้ระบบหายใจของคณงานล้มเหลวจนถึงชีวิต
2. จนท.กู้ภัยฯและตำรวจใช้หลักการในข้อใด แก้ปัญหาไม่ให้เกิดการรั่วไหลและการแพร่กระจาย ของแก๊สคลอรีนจากโรงงาน
 - ก. ตรวจสอบปัญหาทุกระบบ
 - ข. ลดการแพร่กระจายของก๊าซคลอรีนด้วยการปิดโรงงานถาวร

- ค. ให้พนักงานหยุดทำการผลิต และให้เจ้าหน้าที่ซ่อมวาล์วควบคุมก๊าซคลอรีน
- ง. สั่งหยุดกระบวนการผลิตทั้งหมดของโรงงาน และเข้าตรวจสอบปัญหาอย่างละเอียด

สถานการณ์ที่ 2 ใช้ตอบคำถามข้อ 3 - 4

ผู้สื่อข่าวได้รับแจ้งจากชาวบ้านภายในซอยฉิมพลี 21 ถ.ฉิมพลี แขวงฉิมพลี เขตตลิ่งชัน กทม.ว่าที่บ้านเลขที่ 68/10 ม.3 มีการขุดเจาะเสาเข็มเพื่อปลูกบ้าน พบว่ามีก๊าซธรรมชาติสามารถจุดไฟติดได้ชาวบ้านที่อยู่ใกล้เคียงต่างหวาดระแวง เพราะก๊าซส่งเสียงปะทุอยู่ไม่ขาดระยะ ผู้สื่อข่าวจึงเดินทางไปตรวจสอบที่บ้านดังกล่าว พบว่า มีเสียงคล้ายน้ำเดือดดังลั่นสามารถได้ยินในระยะ 30 ม.นายดุสิต ชันธุ์ประดิษฐ์ อายุ 56 ปี เจ้าของบ้าน ได้กล่าวกับผู้สื่อข่าวว่า ตนให้ผู้รับเหมามาขุดเจาะเสาเข็ม เมื่อหัวเจาะขุดลึกลงไปถึงระยะ 18 ม. ปรากฏว่าเกิดเสียงระเบิดดังสั่นถึง 2 ครั้ง ต่อมาได้ยินเสียงดังปุดๆ เหมือนน้ำเดือด และมีเปลวความร้อนระอุอยู่บริเวณปากหลุม คนงานจึงลงเอาขวดเข้าไปอังในหลุมแล้วลองใช้ไฟแช็คจุด ปรากฏว่าเกิดไฟลุกพริบพากันวแตกกันหมด ตนแจ้งไปยังหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ก็ได้รับคำตอบว่าให้หยุดการขุดไว้ก่อน และอย่าเพิ่งเทปูนลงไป และตนยังแจ้งไปยัง ปตท.ด้วย และได้คำตอบว่า ในส่วนนี้ไม่เกี่ยวกับความรับผิดชอบของ ปตท. และก๊าซที่พบน่าจะเป็นก๊าซมีเทน จึงได้ประสานไปยังฝ่ายโยธา เขตตลิ่งชัน ให้นำเชือกมามากันกันเป็นพื้นที่อันตราย เพื่อรอหน่วยงานที่เกี่ยวข้องมาทำการตรวจสอบต่อไป (ข่าวด่วนธุรกิจ 2 ธค. 2557)

ที่มา : <http://breakingnews.nationtv.tv/home/read.php?newsid=743581>

3. จากสถานการณ์นี้ ได้กล่าวถึงเรื่องใดเป็นสำคัญ

- ก. การขุดพบแก๊สธรรมชาติ และอาจมีอันตรายต่อผู้คนที่อาศัยอยู่บริเวณใกล้เคียง
 - ข. การขุดเจาะเสาเข็มเจาะก๊าซธรรมชาติ ทำให้ไม่สามารถปลูกสร้างบ้านได้
 - ค. การขุดพบก๊าซธรรมชาติ และแจ้งหน่วยงานที่เกี่ยวข้องแต่ไม่มีหน่วยงานใดให้ความสนใจ
 - ง. ก๊าซที่พบน่าจะเป็นก๊าซมีเทนซึ่งไม่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยของ ปตท.
4. ก๊าซธรรมชาติที่ขุดพบ ใช้หลักการข้อใดทดสอบว่าเป็นแก๊สเชื้อเพลิง
- ก. เสียงดังปุดๆ เหมือนมีน้ำเดือด
 - ข. มีเปลวความร้อนเกิดขึ้น
 - ค. แก๊สนี้ทำให้ติดไฟ
 - ง. แก๊สนี้อยู่ลึกกว่าดิน 18 เมตร

สถานการณ์ที่ 3 ใช้ตอบคำถามข้อ 5 - 6

ก๊าซอ่าวไทยหมด -> ตกลงเรื่องก๊าซ ไทย-กัมพูชา ไม่ได้ (ใน 10 ปี) -> ปตท. พยายามเพิ่มมูลค่าก๊าซโดยขายให้เอกชนและทำ NGV -> Ft ค่าไฟพุ่งปรืด!

ก๊าซธรรมชาติอ่าวไทย ที่คนไทยเราทั้งประเทศได้มาด้วยลูกฟูลึก ในจังหวะการเกิดวิกฤตน้ำมัน (Oil Crisis) ขณะนี้เหลือก๊าซธรรมชาติให้เราใช้ไม่ถึง 10 ปี (คาดการณ์สถานการณ์โดยคุณ มนูญ ศิริวรรณ) และในปลายปี 2556 ปลัดกระทรวงพลังงานเคาะตัวเลขออกมา เหลืออีกเพียง 6-7 ปีเท่านั้น สอดคล้องกับการคาดการณ์การใช้พลังงานจากนอกประเทศใน หัวข้อไฟฟ้าไทยกับการใช้ทรัพยากรของเพื่อนบ้าน พบว่าหลังจากปี 2563-64 Demand ที่เพิ่มสูงขึ้นของการใช้ไฟฟ้าในประเทศไทยจะใช้ทรัพยากรผลิต (Primary Energy) จากเพื่อนบ้านทั้งซื้อแบบเชื้อเพลิงและแบบไฟฟ้า รวมถึงโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ถ้าสามารถก่อสร้างได้

(บล็อกด้านพลังงานของไทย วันที่ 4 พฤษภาคม พ.ศ.2557)

ที่มา: <http://www.energythai.com/2014/thai-naturalgas/> 20/12/2014

5. จากสถานการณ์นี้ เหตุการณ์ใดมีความสัมพันธ์กันมากที่สุด
 - ก. ประเทศไทยจะประสบปัญหาการนำเข้าก๊าซธรรมชาติ จากประเทศเพื่อนบ้าน
 - ข. ก๊าซธรรมชาติส่วนใหญ่ที่คนไทยใช้ในปัจจุบันนำมาจากอ่าวไทย
 - ค. การลดลงของก๊าซธรรมชาติในประเทศเป็นผลให้ ค่าไฟสูงขึ้น เนื่องจากต้นทุนการผลิตสูงขึ้นจากที่ต้อง นำเข้าจากต่างประเทศ
 - ง. ก๊าซก๊าซธรรมชาติที่กำลังจะหมดไปอีก 6 -7 ปี สอดคล้องกับการคาดการณ์โดยคุณ มนูญ ศิริวรรณ)
6. ความสำคัญของสถานการณ์นี้คือข้อใด
 - ก. ปริมาณก๊าซธรรมชาติที่ลดลง ทำให้ต้องนำเข้าจากประเทศเพื่อนบ้าน
 - ข. ประเทศไทยไม่มีปัญหาในเรื่องการผลิตกระแสไฟฟ้า
 - ค. ประเทศไทยต้องซื้อกระแสไฟฟ้าจากประเทศเพื่อนบ้าน
 - ง. ประเทศไทยจำเป็นต้องมีโรงไฟฟ้านิวเคลียร์


 มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
 RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

สถานการณ์ที่ 4 ใช้ตอบคำถามข้อ 7 - 8

ยูเอ็นเตือนภัยก๊าซเรือนกระจกพุ่งสูงขึ้นเป็นประวัติการณ์

องค์การอุตุนิยมวิทยาโลกแห่งสหประชาชาติระบุในรายงานการสำรวจปริมาณก๊าซเรือนกระจกประจำปีว่า ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปล่อยออกจากรถยนต์ และอุตสาหกรรมขึ้นสู่ชั้นบรรยากาศโลกที่ก่อให้เกิดภาวะเรือนกระจก ซึ่งเป็นสาเหตุของโลกร้อน มีปริมาณพุ่งสูงถึง 393.1 ส่วนต่อล้านส่วนเมื่อปีที่แล้ว หรือเพิ่มขึ้นจากเมื่อหลายปีก่อนหน้านี้ถึง 2.2 ส่วนต่อล้านส่วน ซึ่งก็เป็นปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่พุ่งสูงสุดเป็นประวัติการณ์ และมีแนวโน้มว่าจะพุ่งสูงขึ้น

อีก กลุ่มพิทักษ์สิ่งแวดล้อมระบุว่า เป็นระดับที่ปลอดภัย ขณะที่องค์การอุตุนิยมวิทยาโลก คาดการณ์ว่า ระดับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของโลกจะทะลุระดับ 400 ส่วนต่อล้านส่วนภายใน อีก 3 ปีนี้ ทั้งนี้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์อยู่ในอากาศได้นานนับศตวรรษ เพราะเป็นก๊าซที่มีความ เสถียร ซึ่งก็จะทำให้โลกต้องเผชิญกับภาวะโลกร้อน การเปลี่ยนแปลงสภาวะอากาศโลกที่เป็น สาเหตุของฝนตกหนัก, น้ำท่วม, ภัยแล้งและโรคระบาด

(ข่าวสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ วัน พุธที่ 7 พฤศจิกายน พ.ศ. 2556)

ที่มา : <http://m.news.thaipbs.or.th/content/>

7. จากสถานการณ์นี้ ได้กล่าวถึงเรื่องใดเป็นสำคัญ
 - ก. ภาวะโลกร้อนเกิดจากสภาพอากาศที่เปลี่ยนแปลง
 - ข. การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากโรงงานอุตสาหกรรมเป็นสาเหตุหลักของ การเกิดเรือนกระจก
 - ค. อีก 3 ปี กลุ่มพิทักษ์สิ่งแวดล้อมเตือนว่าก๊าซเรือนกระจกจะมากขึ้น
 - ง. ก๊าซเรือนกระจกที่เพิ่มสูงจากการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ก่อให้เกิดภาวะเรือน กระจก ซึ่งเป็นสาเหตุของอันตรายที่จะเกิดต่อโลก
8. จากสถานการณ์นี้ ก๊าซเรือนกระจกที่พุ่งสูงขึ้นส่งผลต่อเหตุการณ์ใด
 - ก. ก๊าซเรือนกระจกที่พุ่งสูงขึ้น จะทำให้โลกเกิดภาวะโลกร้อน ซึ่งเป็นสาเหตุของฝนตก หนัก, น้ำท่วม, ภัยแล้งและโรคระบาด
 - ข. ก๊าซเรือนกระจกที่พุ่งสูงขึ้นถึง 393.1 ส่วนต่อล้านส่วน จะส่งผลต่อสุขภาพ ประชาชน
 - ค. ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์อยู่ในอากาศได้นานนับศตวรรษ เป็นเพราะปล่อยก๊าซ คาร์บอนไดออกไซด์ออกจากรถยนต์ และอุตสาหกรรม
 - ง. ก๊าซเรือนกระจกที่พุ่งสูงขึ้น กลุ่มพิทักษ์สิ่งแวดล้อมระบุว่า เป็นระดับที่ปลอดภัย ถ้ามี ค่าอยู่ในระดับที่ไม่เกิน 400 ส่วนต่อล้านส่วน

สถานการณ์ที่ 5 ใช้ตอบคำถามข้อ 9 - 10

เมื่อวันจันทร์ที่ 11 พฤศจิกายน 2552 จุฬาลงกรณ์ฯ สนองนโยบายประหยัดพลังงาน ร่วมมือกับกระทรวงพลังงาน นำขยะเศษอาหาร จากโรงอาหารหอพักนิสิตจุฬาฯ มาผลิตเป็นก๊าซ

ชีวภาพสำหรับใช้หุงต้มอาหารที่โรงอาหารหอพักนิสิตจุฬาฯ ได้ปริมาณก๊าซถึงปีละ 7500 ลูกบาศก์เมตร ทดแทนการใช้เชื้อเพลิง LPG ได้ปีละ 3800 Kg

นพ.วรรณรัตน์ ชาญนุกูล รัฐมนตรีว่าการกระทรวงพลังงาน เปิดเผยว่าการผลิตก๊าซชีวภาพจากโครงการนี้ จะช่วยกำจัดขยะเศษอาหารในปริมาณ ๒๕๐ Kg ผลิตเป็นเชื้อเพลิงหุงต้มอาหารได้วันละ 29 ลูกบาศก์เมตร คิดเป็นก๊าซ LPG ขนาด 15 Kg ได้ 1 ถัง มูลค่าการประหยัดพลังงานเดือนละ 10,000 บาท และ**นายวีระพล จิรประดิษฐ์กุล ผู้อำนวยการสำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน (สนพ.)** กล่าวว่า ได้เริ่มดำเนินโครงการส่งเสริมให้เกิดการผลิตก๊าซชีวภาพ 300 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี (ข่าวเศรษฐกิจพอเพียง วันจันทร์ที่ 11 พฤศจิกายน 2552)

ที่มา: http://www.csr.chula.ac.th/sufficiency_economy/news/16-news02.html

9. จากสถานการณ์นี้ ได้กล่าวถึงเรื่องใดเป็นสำคัญ
 - ก. ก๊าซชีวภาพที่สำคัญในการหุงต้มอาหารได้มาจากขยะ
 - ข. จุฬาฯ นำขยะเศษอาหาร มาผลิตเป็นก๊าซชีวภาพทดแทนการใช้เชื้อเพลิง LPG เพื่อใช้หุงต้มอาหาร
 - ค. การผลิตก๊าซชีวภาพจากโครงการนี้ จะช่วยกำจัดขยะเศษอาหารและประหยัดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานได้เดือนละ 10,000 บาท
 - ง. กระทรวงพลังงานดำเนินโครงการส่งเสริมให้เกิดการผลิตก๊าซชีวภาพ
10. จากสถานการณ์ข้อความใด มีความสัมพันธ์กันมากที่สุด
 - ก. ก๊าซ LPG 1 ถัง ขนาด 15 Kg ประหยัดพลังงานได้เดือนละ 10,000 บาท ทำให้ในรอบปีจุฬาฯ ประหยัดรายจ่ายได้กว่า 1,520,000 บาท
 - ข. การส่งเสริมให้ดำเนินโครงการการผลิตก๊าซชีวภาพ ทำให้หอพักนักศึกษาในประเทศไทยประหยัดพลังงานได้ปีละ 300 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี
 - ค. การนำขยะเศษอาหารของจุฬาฯ มาผลิตก๊าซชีวภาพเป็นทดแทนการใช้เชื้อเพลิง LPG ได้ทั้งหมด
 - ง. การผลิตก๊าซธรรมชาติในครั้งนี้ เป็นโครงการที่ช่วยกระทรวงพลังงานประสบความสำเร็จในการประหยัดการใช้เชื้อเพลิง

แบบประเมินความสามารถในการเขียนผังมโนทัศน์

หัวข้อประเมิน	คะแนน	รายละเอียด
เนื้อหา/ความรู้	4	มีเนื้อหาครอบคลุมและเนื้อหาทั้งหมดมีความสัมพันธ์กับหัวเรื่อง
	3	ขาดเนื้อหาบางส่วน และเนื้อหาทั้งหมดมีความสัมพันธ์กับหัวเรื่อง
	2	ขาดเนื้อหาบางส่วน และเนื้อหาที่นำเสนอบางส่วนไม่สัมพันธ์กับหัวเรื่อง
	1	เนื้อหาไม่ความสัมพันธ์กับหัวเรื่อง
การจัดการเนื้อหา	4	จัดเรียงลำดับเนื้อหาได้ต่อเนื่องเหมาะสม และมองเห็นประเด็นใหญ่-เล็กอย่างชัดเจน ผู้อ่านสามารถทำความเข้าใจที่ที่สุด
	3	จัดเรียงลำดับเนื้อหาได้ต่อเนื่องเหมาะสม แต่มองเห็นประเด็นใหญ่-เล็กไม่ชัดเจน ผู้อ่านสามารถทำความเข้าใจง่าย
	2	จัดเรียงลำดับเนื้อหาบางส่วนไม่ต่อเนื่องไม่เหมาะสม ผู้อ่านทำความเข้าใจได้เป็นบางส่วน
	1	จัดเรียงลำดับเนื้อหาส่วนใหญ่ไม่ต่อเนื่อง ไม่เหมาะสมผู้อ่านสับสนและไม่เข้าใจ
การออกแบบและความคิดสร้างสรรค์	4	ออกแบบ จัดวางข้อความได้อย่างเหมาะสม ชัดเจน เป็นระบบระเบียบดึงดูดความสนใจได้มาก
	3	ออกแบบ จัดวางข้อความได้อย่างเหมาะสม ชัดเจน เป็นระบบระเบียบดึงดูดความสนใจได้ปานกลาง
	2	ออกแบบ จัดวางข้อความได้อย่างเหมาะสม ไม่ชัดเจน ไม่เป็นระบบระเบียบดึงดูดความสนใจได้น้อย
	1	ออกแบบ จัดวางข้อความไม่เป็นระบบระเบียบดึงดูดความสนใจไม่ได้



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



ภาคผนวก ง

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
การหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางภาคผนวกที่ 1 ผลการประเมินชุดกิจกรรม เรื่อง ของแข็ง ของเหลว แก๊ส เพื่อพิจารณา
ความเหมาะสมในด้านต่างๆ ของชุดกิจกรรมที่ 1

ข้อที่	รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ			เฉลี่ย	สรุปผล
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1	ลักษณะการจัดรูปเล่ม					
	ออกแบบปกสวยงามดึงดูดความสนใจ	4	5	5	4.66	มากที่สุด
	ขนาดของตัวหนังสือเหมาะสมกับผู้อ่าน	4	4	5	4.33	มาก
	รูปเล่มขนาดกะทัดรัดสวยงามน่าสนใจ	4	5	5	4.66	มากที่สุด
	กระดาษที่ใช้มีคุณภาพเหมาะสม	4	5	5	4.66	มากที่สุด
	เฉลี่ย	4	4.75	5	4.58	มากที่สุด
2	ลักษณะการจัดกิจกรรมการเรียนรู้					
	กิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับเนื้อหา	5	5	5	5	มากที่สุด
	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีความน่าสนใจ	3	4	5	4	มาก
	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้บรรลุตามจุดประสงค์	3	5	4	4.66	มากที่สุด
	เฉลี่ย	4.33	4.66	4.66	4.55	มากที่สุด
3	ลักษณะเนื้อหา					
	มีความยากง่ายเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	4	5	5	4.66	มากที่สุด
	มีความถูกต้องตามหลักภาษา	3	4	5	4	มาก
	สาระของเรื่องมีความชัดเจน	4	5	5	4.66	มากที่สุด
	คำถามมีความสอดคล้องกับเนื้อหา	4	5	5	4.66	มากที่สุด
	เฉลี่ย	3.75	4.75	5	4.5	มาก
4	ลักษณะภาษาที่ใช้					
	ตัวหนังสือถูกต้องชัดเจน	4	3	4	3.66	มาก

	สำนวนภาษาเหมาะสมกับผู้เรียน	4	4	5	4.33	มาก
	การใช้ภาษาถูกต้องเข้าใจง่าย	4	5	5	4.66	มากที่สุด
	ชื่อเรื่องสอดคล้องกับเนื้อหา	4	5	5	4.66	มากที่สุด
	เฉลี่ย	4	4.25	4.75	4.33	มาก
5	ลักษณะการดำเนินเรื่อง					
	การลำดับเรื่องมีความต่อเนื่อง	4	5	5	4.66	มากที่สุด
	เนื้อเรื่องเริ่มจากง่ายไปยาก	4	5	5	4.66	มากที่สุด
	การดำเนินเรื่องชวนให้ติดตาม	4	5	5	4.66	มากที่สุด
	เฉลี่ย	4	5	5	4.66	มากที่สุด
	โดยรวม	4.01	4.68	4.88	4.52	มากที่สุด

หมายเหตุ : คะแนนแสดงความคิดเห็นต่อข้อความในแต่ละรายการว่ามีความเหมาะสมเพียงใด ตรงกับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ มี 5 ระดับ ซึ่งมีความหมายดังนี้

เหมาะสมมากที่สุด	ให้	5	คะแนน
เหมาะสมมาก	ให้	4	คะแนน
เหมาะสมปานกลาง	ให้	3	คะแนน
เหมาะสมน้อย	ให้	2	คะแนน
เหมาะสมน้อยที่สุด	ให้	1	คะแนน



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางภาคผนวกที่ 2 ผลการประเมินชุดกิจกรรม เรื่อง ของแข็ง ของเหลว แก๊ส เพื่อพิจารณา
ความเหมาะสมในด้านต่างๆ ของชุดกิจกรรมที่ 2

ข้อที่	รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ			เฉลี่ย	สรุปผล
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1	ลักษณะการจัดรูปแบบ					
	ออกแบบปกสวยงามดึงดูดความสนใจ	4	5	5	4.66	มากที่สุด
	ขนาดของตัวหนังสือเหมาะสมกับผู้อ่าน	5	4	5	4.66	มากที่สุด
	รูปแบบขนาดกะทัดรัด สวยงามน่าสนใจ	5	5	5	5	มากที่สุด
	กระดาษที่ใช้มีคุณภาพเหมาะสม	4	5	5	4.66	มากที่สุด
	เฉลี่ย	4.5	4.75	5	4.75	มากที่สุด
2	ลักษณะการจัดกิจกรรมการเรียนรู้					
	กิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับเนื้อหา	5	5	5	5	มากที่สุด
	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีความน่าสนใจ	4	4	5	4.5	มากที่สุด
	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้บรรลุตาม จุดประสงค์	5	5	5	5	มากที่สุด
	เฉลี่ย	5	4.66	5	4.88	มากที่สุด
3	ลักษณะเนื้อหา					
	มีความยากง่ายเหมาะสมกับวัย ของผู้เรียน	4	5	5	4.66	มากที่สุด
	มีความถูกต้องตามหลักภาษา	4	5	5	4.66	มากที่สุด
	สาระของเรื่องมีความชัดเจน	4	4	5	4.33	มาก
	คำถามมีความสอดคล้องกับเนื้อหา	4	5	5	4.66	มากที่สุด
	เฉลี่ย	4	4.75	5	4.58	มากที่สุด
4	ลักษณะภาษาที่ใช้					
	ตัวหนังสือถูกต้องชัดเจน	5	4	5	4.66	มากที่สุด
	สำนวนภาษาเหมาะสมกับผู้เรียน	5	5	5	5	มากที่สุด
	การใช้ภาษาถูกต้องเข้าใจง่าย	5	5	5	5	มากที่สุด
	ชื่อเรื่องสอดคล้องกับเนื้อหา	5	5	5	5	มากที่สุด
	เฉลี่ย	5	4.75	5	4.91	มากที่สุด
5	ลักษณะการดำเนินเรื่อง					
	การลำดับเรื่องมีความต่อเนื่อง	4	5	5	4.66	มากที่สุด

เนื้อเรื่องเริ่มจากง่ายไปยาก	5	5	5	5	มากที่สุด
การดำเนินเรื่องชวนให้ติดตาม	5	5	4	4.66	มากที่สุด
เฉลี่ย	4.66	5	4.66	4.77	มากที่สุด
โดยรวม	4.63	4.78	4.93	4.78	มากที่สุด

หมายเหตุ : คะแนนแสดงความคิดเห็นต่อข้อความในแต่ละรายการว่ามีความเหมาะสมเพียงใด ตรงกับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ มี 5 ระดับ ซึ่งมีความหมายดังนี้

เหมาะสมมากที่สุด	ให้	5	คะแนน
เหมาะสมมาก	ให้	4	คะแนน
เหมาะสมปานกลาง	ให้	3	คะแนน
เหมาะสมน้อย	ให้	2	คะแนน
เหมาะสมน้อยที่สุด	ให้	1	คะแนน



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางภาคผนวกที่ 3 ผลการประเมินชุดกิจกรรม เรื่อง ของแข็ง ของเหลว แก๊ส เพื่อพิจารณา
ความเหมาะสมในด้านต่างๆ ของชุดกิจกรรมที่ 3

ด้านที่	รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของ			เฉลี่ย	สรุปผล
		ผู้เชี่ยวชาญ				
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1	ลักษณะการจัดรูปเล่ม					
	ออกแบบปกสวยงาม ดึงดูดความสนใจ	4	5	5	4.66	มากที่สุด
	ขนาดของตัวหนังสือเหมาะสมกับผู้อ่าน	5	4	5	4.66	มากที่สุด
	รูปเล่มขนาดกะทัดรัด สวยงามน่าสนใจ	5	5	5	5	มากที่สุด
	กระดาษที่ใช้มีคุณภาพเหมาะสม	5	5	4	4.66	มากที่สุด
	เฉลี่ย	4.75	4.75	4.75	4.75	มากที่สุด
2	ลักษณะการจัดกิจกรรมการเรียนรู้					
	กิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับเนื้อหา	5	5	5	5	มากที่สุด
	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีความน่าสนใจ	4	5	5	4.66	มากที่สุด
	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้บรรลุตามจุดประสงค์	5	5	5	5	มากที่สุด
	เฉลี่ย	4.66	5	5	4.88	มากที่สุด
3	ลักษณะเนื้อหา					
	มีความง่ายเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	5	5	5	5	มากที่สุด
	มีความถูกต้องตามหลักภาษา	4	4	4	4	มาก
	สาระของเรื่องมีความชัดเจน	5	5	5	5	มากที่สุด
	คำถามมีความสอดคล้องกับเนื้อหา	5	5	4	4.66	มากที่สุด
	เฉลี่ย	4.75	4.75	4.50	4.66	มากที่สุด
4	ลักษณะภาษาที่ใช้					
	ตัวหนังสือถูกต้องชัดเจน	5	5	4	4.66	มากที่สุด
	สำนวนภาษาเหมาะสมกับผู้เรียน	4	5	5	4.66	มากที่สุด
	การใช้ภาษาถูกต้องเข้าใจง่าย	5	5	4	4.66	มากที่สุด
	ข้อเรื่องสอดคล้องกับเนื้อหา	5	5	5	5	มากที่สุด
	เฉลี่ย	4.75	5	4.5	4.75	มากที่สุด
5	ลักษณะการดำเนินเรื่อง					
	การลำดับเรื่องมีความต่อเนื่อง	5	5	5	5	มากที่สุด
	เนื้อเรื่องเริ่มจากง่ายไปยาก	5	4	5	4.66	มากที่สุด
	การดำเนินเรื่องชวนให้ติดตาม	5	5	5	5	มากที่สุด

	เฉลี่ย	5	4.66	5	4.88	มากที่สุด
	โดยรวม	4.78	4.83	4.75	4.78	

หมายเหตุ : คะแนนแสดงความคิดเห็นต่อข้อความในแต่ละรายการว่ามีความเหมาะสมเพียงใด

ตรงกับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ มี 5 ระดับ ซึ่งมีความหมายดังนี้

เหมาะสมมากที่สุด	ให้	5	คะแนน
เหมาะสมมาก	ให้	4	คะแนน
เหมาะสมปานกลาง	ให้	3	คะแนน
เหมาะสมน้อย	ให้	2	คะแนน
เหมาะสมน้อยที่สุด	ให้	1	คะแนน



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางภาคผนวกที่ 4 ผลการประเมินชุดกิจกรรม เรื่อง ของแข็ง ของเหลว แก๊ส เพื่อพิจารณา
ความเหมาะสมในด้านต่างๆ ของชุดกิจกรรมที่ 4

ด้านที่	รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ			เฉลี่ย	สรุปผล
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1	ลักษณะการจัดรูปเล่ม					
	ออกแบบปกสวยงาม ดึงดูดความสนใจ	5	5	5	5	มากที่สุด
	ขนาดของตัวหนังสือเหมาะสมกับผู้อ่าน	5	5	5	5	มากที่สุด
	รูปเล่มขนาดกะทัดรัด สวยงามน่าสนใจ	5	5	4	4.66	มากที่สุด
	กระดาษที่ใช้มีคุณภาพเหมาะสม	4	5	5	4.66	มากที่สุด
	เฉลี่ย	4.75	5	4.75	4.83	มากที่สุด
2	ลักษณะการจัดกิจกรรมการเรียนรู้					
	กิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับเนื้อหา	5	5	5	5	มากที่สุด
	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีความน่าสนใจ	4	5	5	4.66	มากที่สุด
	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้บรรลุตามจุดประสงค์	5	5	4	4.66	มากที่สุด
	เฉลี่ย	4.66	5	4.66	4.77	มากที่สุด
3	ลักษณะเนื้อหา					
	มีความยากง่ายเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	4	5	5	4.66	มากที่สุด
	มีความถูกต้องตามหลักภาษา	5	5	4	4.66	มากที่สุด
	สาระของเรื่องมีความชัดเจน	4	5	5	4.66	มากที่สุด
	คำถามมีความสอดคล้องกับเนื้อหา	5	5	5	5	มากที่สุด
	เฉลี่ย	4.5	5	4.75	4.75	มากที่สุด
4	ลักษณะภาษาที่ใช้					
	ตัวหนังสือถูกต้องชัดเจน	5	4	4	4.33	มากที่สุด
	สำนวนภาษาเหมาะสมกับผู้เรียน	5	4	5	4.66	มากที่สุด
	การใช้ภาษาถูกต้องเข้าใจง่าย	5	5	4	4.66	มากที่สุด
	ชื่อเรื่องสอดคล้องกับเนื้อหา	5	5	5	5	มากที่สุด
	เฉลี่ย	5	4.5	4.5	4.66	มากที่สุด
5	ลักษณะการดำเนินเรื่อง					
	การลำดับเรื่องมีความต่อเนื่อง	5	5	5	5	มากที่สุด
	เนื้อเรื่องเริ่มจากง่ายไปยาก	4	5	5	4.66	มากที่สุด

การดำเนินเรื่องชวนให้ติดตาม	5	4	5	4.66	มากที่สุด
เฉลี่ย	4.66	4.66	5	4.77	มากที่สุด
โดยรวม	4.71	4.83	4.73	4.75	

หมายเหตุ : คะแนนแสดงความคิดเห็นต่อข้อความในแต่ละรายการว่ามีความเหมาะสมเพียงใด ตรงกับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ มี 5 ระดับ ซึ่งมีความหมายดังนี้

เหมาะสมมากที่สุด	ให้	5	คะแนน
เหมาะสมมาก	ให้	4	คะแนน
เหมาะสมปานกลาง	ให้	3	คะแนน
เหมาะสมน้อย	ให้	2	คะแนน
เหมาะสมน้อยที่สุด	ให้	1	คะแนน



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางภาคผนวกที่ 5 ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ของแข็ง ของเหลว แก๊ส เพื่อ
พิจารณาความเหมาะสมในด้านต่างๆ ของแผนการจัดการเรียนรู้ (แผนที่
1-8)

ด้านที่	รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของ			เฉลี่ย	สรุปผล
		ผู้เชี่ยวชาญ				
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1	สาระสำคัญ					
	มีความชัดเจนเข้าใจง่าย	5	5	5	5	มากที่สุด
	เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	4	5	5	4.67	มากที่สุด
	มีความถูกต้อง	4	5	5	4.67	มากที่สุด
	สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้	4	5	5	4.67	มากที่สุด
เฉลี่ย					4.75	มากที่สุด
2	ผลการเรียนรู้					
	สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4	5	5	4.67	มากที่สุด
	ข้อความชัดเจน เข้าใจง่าย	4	5	5	4.67	มากที่สุด
	เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	4	5	5	4.67	มากที่สุด
	ประเมินผลได้	4	5	5	4.67	มากที่สุด
เฉลี่ย					4.67	มากที่สุด
3	สาระการเรียนรู้					
	ถูกต้องและครอบคลุม	4	5	5	4.67	มากที่สุด
	สอดคล้องกับผลการเรียนรู้การเรียนรู้	4	5	5	4.67	มากที่สุด
	เหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน	5	5	5	5	มากที่สุด
	เหมาะสมกับเวลาที่สอน	5	5	5	5	มากที่สุด
เฉลี่ย					4.83	มากที่สุด
4	นักเรียน สื่อและแหล่งเรียนรู้					
	สอดคล้องกับผลการเรียนรู้	4	5	5	4.67	มากที่สุด
	สนองจุดประสงค์การเรียนรู้	4	5	5	4.67	มากที่สุด
	เหมาะสมกับระดับชั้นและวัยของผู้เรียน	5	5	5	5	มากที่สุด
	สร้างความสนใจของผู้เรียน	4	5	5	4.67	มากที่สุด
	ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการใช้สื่อ	5	5	5	5	มากที่สุด
เฉลี่ย					4.80	มากที่สุด
5	กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน					
	สอดคล้องกับเนื้อหา	4	5	5	4.67	มากที่สุด
	สอดคล้องกับผลการเรียนรู้	4	5	5	4.67	มากที่สุด

ด้านที่	รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			เฉลี่ย	สรุปผล
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
	เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	5	5	5	5	มากที่สุด
	สร้างความสนใจของผู้เรียน	4	4	5	4.33	มาก
	เหมาะสมกับเวลาที่สอน	5	5	5	5	มากที่สุด
	ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ต่อกัน	4	5	5	4.67	มากที่สุด
	ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม	4	5	5	4.67	มากที่สุด
	เฉลี่ย				4.71	มากที่สุด
6	การวัดและประเมินผล					
	สอดคล้องกับเนื้อหา	4	5	5	4.67	มากที่สุด
	สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4	5	5	4.67	มากที่สุด
	สามารถวัดและประเมินสิ่งที่ระบุไว้ได้	5	5	5	5	มากที่สุด
	วัดทั้งด้านความรู้ทักษะกระบวนการ และ คุณลักษณะ	5	5	5	5	มากที่สุด
	เครื่องมือที่ใช้เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	5	5	5	5	มากที่สุด
	เฉลี่ย				4.86	มากที่สุด

หมายเหตุ : คะแนนแสดงความคิดเห็นต่อข้อความในแต่ละรายการว่ามีความเหมาะสมเพียงใด

ตรงกับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ มี 5 ระดับ ซึ่งมีความหมายดังนี้

เหมาะสมมากที่สุด	ให้	5	คะแนน
เหมาะสมมาก	ให้	4	คะแนน
เหมาะสมปานกลาง	ให้	3	คะแนน
เหมาะสมน้อย	ให้	2	คะแนน
เหมาะสมน้อยที่สุด	ให้	1	คะแนน

ตารางภาคผนวกที่ 6 ผลการวิเคราะห์ข้อสอบเพื่อพิจารณาความตรงเชิงเนื้อหา ของ
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ของแข็ง ของเหลว แก๊ส

ข้อที่	ระดับพฤติกรรม	คะแนนความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ			ค่าดัชนี (IOC)	สรุปผล
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1	รู้ - จำ	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
2	รู้ - จำ	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
3	รู้ - จำ	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
4	รู้ - จำ	+1	0	+1	0.66	ปรับปรุง
5	เข้าใจ	0	-1	+1	0.00	ใช้ไม่ได้
6	เข้าใจ	0	-1	+1	0.00	ใช้ไม่ได้
7	เข้าใจ	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
8	เข้าใจ	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
9	นำไปใช้	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
10	นำไปใช้	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
11	นำไปใช้	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
12	นำไปใช้	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
13	รู้ - จำ	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
14	รู้ - จำ	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
15	รู้ - จำ	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
16	รู้ - จำ	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
17	เข้าใจ	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
18	เข้าใจ	+1	0	+1	0.66	ปรับปรุง
19	เข้าใจ	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
20	เข้าใจ	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
21	นำไปใช้	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
22	นำไปใช้	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
23	นำไปใช้	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
24	นำไปใช้	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
25	รู้ - จำ	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้

26	รู้ - จำ	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
----	----------	----	----	----	------	--------

ข้อที่	ระดับพฤติกรรม	คะแนนความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ			ค่าดัชนี (IOC)	สรุปผล
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
27	รู้ - จำ	0	+1	+1	0.66	ปรับปรุง
28	รู้ - จำ	0	+1	+1	0.66	ปรับปรุง
29	รู้ - จำ	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
30	เข้าใจ	+1	-1	+1	0.33	ใช้ไม่ได้
31	เข้าใจ	+1	-1	+1	0.33	ใช้ไม่ได้
32	เข้าใจ	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
33	เข้าใจ	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
34	นำไปใช้	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
35	นำไปใช้	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
36	นำไปใช้	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
37	นำไปใช้	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
38	รู้ - จำ	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
39	รู้ - จำ	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
40	รู้ - จำ	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
41	รู้ - จำ	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
42	เข้าใจ	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
43	เข้าใจ	0	-1	+1	0.00	ใช้ไม่ได้
44	เข้าใจ	0	-1	-1	-0.66	ใช้ไม่ได้
45	เข้าใจ	+1	0	+1	0.66	ปรับปรุง
46	นำไปใช้	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
47	นำไปใช้	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
48	นำไปใช้	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
49	นำไปใช้	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้

50	นำไปใช้	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
----	---------	----	----	----	------	--------



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางภาคผนวกที่ 7 ผลการวิเคราะห์ข้อสอบเพื่อพิจารณาความตรงเชิงเนื้อหา ของแบบทดสอบ
วัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

ข้อที่	ระดับพฤติกรรม	คะแนนความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ			ค่าดัชนี (IOC)	สรุปผล
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1	วิเคราะห์ความสำคัญ	0	+1	+1	0.66	ปรับปรุง
2	วิเคราะห์ความสัมพันธ์	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
3	วิเคราะห์ความสัมพันธ์	0	+1	+1	0.66	ปรับปรุง
4	วิเคราะห์ความสำคัญ	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
5	วิเคราะห์หลักการ	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
6	วิเคราะห์ความสัมพันธ์	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
7	วิเคราะห์ความสำคัญ	+1	-1	+1	0.33	ใช้ไม่ได้
8	วิเคราะห์ความสำคัญ	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
9	วิเคราะห์ความสัมพันธ์	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
10	วิเคราะห์ความสัมพันธ์	0	-1	+1	0.00	ใช้ไม่ได้
11	วิเคราะห์ความสำคัญ	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
12	วิเคราะห์ความสัมพันธ์	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
13	วิเคราะห์ความสัมพันธ์	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
14	วิเคราะห์ความสำคัญ	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
15	วิเคราะห์ความสัมพันธ์	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
16	วิเคราะห์ความสำคัญ	+1	0	+1	0.66	ปรับปรุง
17	วิเคราะห์ความสัมพันธ์	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
18	วิเคราะห์ความสัมพันธ์	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
19	วิเคราะห์หลักการ	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
20	วิเคราะห์ความสำคัญ	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
21	วิเคราะห์ความสำคัญ	+1	-1	+1	0.33	ใช้ไม่ได้
22	วิเคราะห์หลักการ	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
23	วิเคราะห์ความสำคัญ	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
24	วิเคราะห์หลักการ	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
25	วิเคราะห์ความสำคัญ	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้

26	วิเคราะห์หลักการ	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
27	วิเคราะห์ความสำคัญ	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
28	วิเคราะห์ความสัมพันธ์	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้

ข้อที่	ระดับพฤติกรรม	คะแนนความคิดเห็น ของผู้เชี่ยวชาญ			ค่าดัชนี (IOC)	สรุปผล
		คนที่	คนที่	คนที่		
		1	2	3		
29	วิเคราะห์หลักการ	+1	-1	+1	0.33	ใช้ไม่ได้
30	วิเคราะห์ความสำคัญ	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
31	วิเคราะห์ความสำคัญ	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
32	วิเคราะห์หลักการ	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
33	วิเคราะห์ความสำคัญ	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
34	วิเคราะห์หลักการ	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
35	วิเคราะห์ความสำคัญ	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
36	วิเคราะห์หลักการ	+1	-1	+1	0.33	ใช้ไม่ได้
37	วิเคราะห์ความสำคัญ	0	+1	+1	0.66	ปรับปรุง
38	วิเคราะห์หลักการ	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้

ตารางภาคผนวกที่ 8 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (B) ของ
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ของแข็ง ของเหลว แก๊ส

ข้อ ที่	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (B)	ผลการพิจารณา		สรุปผล
			ค่า P	ค่า B	
1	0.58	0.48	ใช้ได้	ใช้ได้	ใช้ได้
2	0.73	0.37	ใช้ได้	ใช้ได้	ใช้ได้
3	0.77	0.32	ใช้ได้	ใช้ได้	ใช้ได้
4	0.73	0.47	ใช้ได้	ใช้ได้	ใช้ได้
5	0.65	0.36	ใช้ได้	ใช้ได้	ใช้ได้
6	0.60	0.41	ใช้ได้	ใช้ได้	ใช้ได้
7	0.54	0.22	ใช้ได้	ใช้ได้	ใช้ได้
8	0.67	0.39	ใช้ได้	ใช้ได้	ใช้ได้
9	0.65	0.36	ใช้ได้	ใช้ได้	ใช้ได้
10	0.67	0.28	ใช้ได้	ใช้ได้	ใช้ได้
11	0.67	0.28	ใช้ได้	ใช้ได้	ใช้ได้
12	0.77	0.32	ใช้ได้	ใช้ได้	ใช้ได้
13	0.69	0.52	ใช้ได้	ใช้ได้	ใช้ได้
14	0.71	0.23	ใช้ได้	ใช้ได้	ใช้ได้
15	0.67	0.39	ใช้ได้	ใช้ได้	ใช้ได้
16	0.69	0.42	ใช้ได้	ใช้ได้	ใช้ได้
17	0.77	0.32	ใช้ได้	ใช้ได้	ใช้ได้
18	0.56	0.45	ใช้ได้	ใช้ได้	ใช้ได้
19	0.92	0.62	ใช้ได้	ใช้ได้	ใช้ได้
20	0.60	0.30	ใช้ได้	ใช้ได้	ใช้ได้

21	0.73	0.26	ใช้ได้	ใช้ได้	ใช้ได้
22	0.65	0.25	ใช้ได้	ใช้ได้	ใช้ได้
23	0.67	0.39	ใช้ได้	ใช้ได้	ใช้ได้
24	0.54	0.53	ใช้ได้	ใช้ได้	ใช้ได้
25	0.56	0.56	ใช้ได้	ใช้ได้	ใช้ได้
26	0.67	0.39	ใช้ได้	ใช้ได้	ใช้ได้
27	0.65	0.46	ใช้ได้	ใช้ได้	ใช้ได้
28	0.63	0.33	ใช้ได้	ใช้ได้	ใช้ได้
29	0.71	0.34	ใช้ได้	ใช้ได้	ใช้ได้

ข้อ ที่	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าความยากง่าย (B)	ผลการพิจารณา		สรุปผล
			ค่า P	ค่า B	
30	0.65	0.67	ใช้ได้	ใช้ได้	ใช้ได้
31	0.73	0.26	ใช้ได้	ใช้ได้	ใช้ได้
32	0.75	0.29	ใช้ได้	ใช้ได้	ใช้ได้
33	0.60	0.30	ใช้ได้	ใช้ได้	ใช้ได้
34	0.58	0.27	ใช้ได้	ใช้ได้	ใช้ได้
35	0.63	0.54	ใช้ได้	ใช้ได้	ใช้ได้
36	0.63	0.22	ใช้ได้	ใช้ได้	ใช้ได้
37	0.63	0.22	ใช้ได้	ใช้ได้	ใช้ได้
38	0.60	0.30	ใช้ได้	ใช้ได้	ใช้ได้
39	0.69	0.31	ใช้ได้	ใช้ได้	ใช้ได้
40	0.80	0.30	ใช้ได้	ใช้ได้	ใช้ได้

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งฉบับ (r_{cc}) = 0.80



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางภาคผนวกที่ 9 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบ
วัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

ข้อ ที่	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ผลการพิจารณา		สรุปผล
			ค่า P	ค่า r	
1	0.58	0.47	ใช้ได้	ใช้ได้	ใช้ได้
2	0.75	0.40	ใช้ได้	ใช้ได้	ใช้ได้
3	0.72	0.40	ใช้ได้	ใช้ได้	ใช้ได้
4	0.66	0.40	ใช้ได้	ใช้ได้	ใช้ได้
5	0.66	0.27	ใช้ได้	ใช้ได้	ใช้ได้
6	0.62	0.47	ใช้ได้	ใช้ได้	ใช้ได้
7	0.58	0.47	ใช้ได้	ใช้ได้	ใช้ได้
8	0.62	0.27	ใช้ได้	ใช้ได้	ใช้ได้
9	0.68	0.33	ใช้ได้	ใช้ได้	ใช้ได้
10	0.79	0.53	ใช้ได้	ใช้ได้	ใช้ได้
11	0.68	0.67	ใช้ได้	ใช้ได้	ใช้ได้
12	0.75	0.53	ใช้ได้	ใช้ได้	ใช้ได้
13	0.66	0.33	ใช้ได้	ใช้ได้	ใช้ได้
14	0.64	0.60	ใช้ได้	ใช้ได้	ใช้ได้
15	0.77	0.40	ใช้ได้	ใช้ได้	ใช้ได้
16	0.60	0.53	ใช้ได้	ใช้ได้	ใช้ได้
17	0.72	0.53	ใช้ได้	ใช้ได้	ใช้ได้
18	0.60	0.40	ใช้ได้	ใช้ได้	ใช้ได้
19	0.77	0.40	ใช้ได้	ใช้ได้	ใช้ได้
20	0.66	0.53	ใช้ได้	ใช้ได้	ใช้ได้
21	0.62	0.67	ใช้ได้	ใช้ได้	ใช้ได้
22	0.68	0.33	ใช้ได้	ใช้ได้	ใช้ได้
23	0.72	0.47	ใช้ได้	ใช้ได้	ใช้ได้
24	0.66	0.27	ใช้ได้	ใช้ได้	ใช้ได้
25	0.62	0.67	ใช้ได้	ใช้ได้	ใช้ได้

26	0.72	0.40	ใช้ได้	ใช้ได้	ใช้ได้
----	------	------	--------	--------	--------

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ ทั้งฉบับ (Kr_{20}) = 0.81

ตารางภาคผนวกที่ 10 ผลการวิเคราะห์แบบประเมินผังมโนทัศน์เพื่อพิจารณาความตรงเชิง
เนื้อหา เรื่อง ของแข็ง ของเหลว แก๊ส

หัวข้อ ประเมิน	รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ			ค่า ดัชนี (IOC)	สรุป ผล
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
เนื้อหา/ ความรู้	มีเนื้อหาครอบคลุมและเนื้อหาทั้งหมดมีความสัมพันธ์กับหัวเรื่อง	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
	ขาดเนื้อหาบางส่วน และเนื้อหาทั้งหมดมีความสัมพันธ์กับหัวเรื่อง	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
	ขาดเนื้อหาบางส่วน และเนื้อหาที่นำเสนอบางส่วนไม่สัมพันธ์กับหัวเรื่อง	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
	เนื้อหาไม่ความสัมพันธ์กับหัวเรื่อง	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
การจัดการ เนื้อหา	จัดเรียงลำดับเนื้อหาได้ต่อเนื่องเหมาะสม และมองเห็นประเด็นใหญ่-เล็กอย่างชัดเจน ผู้อ่านสามารถทำความเข้าใจง่ายที่สุด	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
	จัดเรียงลำดับเนื้อหาได้ต่อเนื่องเหมาะสม แต่มองเห็นประเด็นใหญ่-เล็กไม่ชัดเจน ผู้อ่านสามารถทำความเข้าใจง่าย	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
	จัดเรียงลำดับเนื้อหาบางส่วนไม่ต่อเนื่องไม่เหมาะสม ผู้อ่านทำความเข้าใจได้เป็นบางส่วน	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
	จัดเรียงลำดับเนื้อหาส่วนใหญ่ไม่ต่อเนื่อง ไม่เหมาะสมผู้อ่านสับสนและไม่เข้าใจ	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
การ	ออกแบบจัดวางข้อความได้อย่างเหมาะสม	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้

ออกแบบ และ ความคิด สร้างสรรค์	ชัดเจน เป็นระบบระเบียบดึงดูดความสนใจ ได้มาก ออกแบบ จัดวางข้อความได้อย่างเหมาะสม					
	ชัดเจน เป็นระบบระเบียบดึงดูดความสนใจ ได้ปานกลาง ออกแบบ จัดวางข้อความได้อย่างเหมาะสม	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
	ไม่ชัดเจน ไม่เป็นระบบระเบียบดึงดูดความ สนใจได้น้อย ออกแบบ จัดวางข้อความไม่เป็นระบบ	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
	ระเบียบดึงดูดความสนใจไม่ได้	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



ภาคผนวก จ

การทดสอบข้อตกลงเบื้องต้นของ One-way ANCOVA และ One-way
MANCOVA

RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางภาคผนวกที่ 11 การทดสอบ Homogeneity of Regression Slope ระหว่างคะแนน
Pretest เป็น Covariate

SOV	SS	df	MS	F	p
1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน					
โดยรวม Pretest – ผลการเรียน	.173	1	.173	.036	.850
2. ความสามารถในการคิดวิเคราะห์					
1 ความสำคัญ Pretest – ผลการเรียน	.017	1	.017	.016	.899
2 ความสัมพันธ์ Pretest – ผลการเรียน	.377	1	.377	.348	.559
3 หลักการ Pretest – ผลการเรียน	1.023	1	1.023	1.085	.304
โดยรวม Pretest – ผลการเรียน	.106	1	.106	.019	.892

ตารางภาคผนวกที่ 12 การทดสอบ Homogeneity of Variance – Covariance Matrices
ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดวิเคราะห์

Box's M	df1	df2	F	p
3.695	3	326983.702	1.167	.321

ตารางภาคผนวกที่ 13 ความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิด
วิเคราะห์

ผลการเรียนโดยรวม	สหสัมพันธ์	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	ความสามารถในการคิด วิเคราะห์
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	r_{xy}	-	.248
	p	-	.109
การคิดวิจารณ์ญาณ	r_{xy}	.248	-
	p	.109	-

ตารางภาคผนวกที่ 14 การทดสอบความเป็นเอกพันธ์ของความแปรปรวน Homogeneity of Variance (Levine's Test of Equality of Error Variances) ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยรวมหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	df1	df2	F	P	Homogeneity
โดยรวม	1	41	.525	.473	เป็น

ตารางภาคผนวกที่ 15 การทดสอบความเป็นเอกพันธ์ของความแปรปรวน Homogeneity of Variance (Levene's Test of Equality of Error Variances) ของคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์โดยรวม และรายด้าน หลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ความสามารถในการคิดวิเคราะห์	df1	df2	F	P	Homogeneity
1 ความสำคัญ	1	41	.240	.626	เป็น
2 ความสัมพันธ์	1	41	2.829	.100	เป็น
3 หลักการ	1	41	2.587	.115	เป็น
โดยรวม	1	41	2.562	.117	เป็น



ภาคผนวก ฉ

หนังสือขอความอนุเคราะห์

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



ที่ บว. ๐๐๘๗/๒๕๕๘

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
อ.เมือง จ.มหาสารคาม ๔๔๐๐๑

๒๒ มกราคม ๒๕๕๘

เรื่อง ขออนุญาตให้ผู้วิจัยเข้าเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย
เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนพุทธโรสง

ด้วย นางสาวรัชนี ลอยหา รหัสประจำตัว ๕๖๘๖๒๐๐๖๐๑๐๖ นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชา
เคมีศึกษา รูปแบบการศึกษานอกเวลาราชการ ศูนย์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กำลังทำวิทยานิพนธ์
เรื่อง “การพัฒนาชุดกิจกรรมเคมี โดยใช้การเรียนรู้แบบสืบเสาะ ๕ ชั้น ประกอบด้วยคัมภีร์ เรื่อง
ของแข็ง ของเหลว แก๊ส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔” เพื่อให้การวิจัยดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย
บรรลุตามวัตถุประสงค์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงขออนุญาตให้ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อ
การวิจัยกับกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔/๒ จำนวน ๔๓ คน โรงเรียนพุทธโรสง อำเภอ
พุทธโรสง จังหวัดบุรีรัมย์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต ๓๒ ภาคเรียนที่ ๒
ปีการศึกษา ๒๕๕๗ เพื่อนำข้อมูลไปทำการวิจัยให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อ โปรดพิจารณา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่านด้วยดี
ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เกรียงศักดิ์ ไทวรรณ)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

บัณฑิตวิทยาลัย

โทรศัพท์, โทรสาร ๐ - ๔๓๗๒ - ๕๔๓๘



ครบรอบ ๕๐ ปี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม โทร. ๓๐๐

ที่ บว. ๖๐๑๐๓/๒๕๕๘

วันที่ ๒๒ มกราคม ๒๕๕๘

เรื่อง เวียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมาน เอกพิมพ์

ด้วย นางสาวธัญณี ลอยหา รหัสประจำตัว ๕๖๘๖๒๐๐๖๐๑๐๖ นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาเคมีศึกษา รูปแบบการศึกษานอกเวลาราชการ ศูนย์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กำลังทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “การพัฒนาชุดกิจกรรมเคมี โดยใช้การเรียนรู้แบบสืบเสาะ ๕ ชั้น ประกอบด้วยผังมโนทัศน์ เรื่องของแข็ง ของเหลว แก๊ส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔” เพื่อให้การวิจัยดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย บรรลุตามวัตถุประสงค์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาการวิจัย

เพื่อ ตรวจสอบความถูกต้องด้านเนื้อหา ภาษา

ตรวจสอบด้านการวัดและประเมินผล

ตรวจสอบด้านสถิติ การวิจัย

อื่นๆ ระบุ.....

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

จึงเรียนมาเพื่อ โปรดพิจารณา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่านด้วยดี ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เกรียงศักดิ์ โปรวรรณ)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ที่ บว. ๖๐๐๘๖/๒๕๕๘



บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
อ.เมือง จ.มหาสารคาม ๔๔๐๐๑

๒๒ มกราคม ๒๕๕๘

เรื่อง เรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

เรียน **ดร. สุพรรณ ขอดนี่จุมจ**

ด้วย นางสาววัลณี ลอยหา รหัสประจำตัว ๕๖๘๖๒๐๐๖๐๑๐๖ นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชา
เคมีศึกษา รูปแบบการศึกษานอกเวลาราชการ ศูนย์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กำลังทำวิทยานิพนธ์
เรื่อง “การพัฒนาชุดกิจกรรมเคมี โดยใช้การเรียนรู้แบบสืบเสาะ ๕ ชั้น ประกอบด้วยผังมโนทัศน์ เรื่อง
ของแข็ง ของเหลว แก๊ส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔” เพื่อให้การวิจัยดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย
บรรลุตามวัตถุประสงค์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ
ความถูกต้องของเนื้อหาการวิจัย

เพื่อ ตรวจสอบความถูกต้องด้านเนื้อหา ภาษา

ตรวจสอบด้านการวัดและประเมินผล

ตรวจสอบด้านสถิติ การวิจัย

อื่นๆ ระบุ.....

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่านด้วยดี
ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เกรียงศักดิ์ โปรวรรณ)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

บัณฑิตวิทยาลัย

โทรศัพท์, โทรสาร ๐-๔๓๘๒-๕๕๓๘



ครบรอบ ๕๐ ปี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม



ภาคผนวก ช

ประมวลภาพประกอบการวิจัย

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



Tryout เพื่อหาค่าความยากง่ายของข้อสอบ



ทดสอบก่อนเรียนกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง



จัดการเรียนการสอนเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล



จัดการเรียนการสอนเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล



กิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรม

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม



กิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรม



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

กิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรม



กิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรม



กิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรม



กิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรม



กิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรม



กิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรม



กิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรม



ทดสอบหลังเรียน



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ – ชื่อสกุล นางสาวอรุณี ลอยหา
วัน เดือน ปี เกิด 16 พฤศจิกายน พ.ศ. 2529
ที่อยู่ปัจจุบัน บ้านเลขที่ 24/1 หมู่ 8 ตำบลเมืองไผ่ อำเภอหนองกี่ จังหวัดบุรีรัมย์ 31210
ที่ทำงานปัจจุบัน โรงเรียนพุทไธสง อำเภอพุทไธสง จังหวัดบุรีรัมย์ 31120
ตำแหน่งหน้าที่ปัจจุบัน ครู อันดับ คศ. 1

ทุนการศึกษา

พ.ศ. 2553 ทุนส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค) ระดับประกาศนียบัตรบัณฑิตวิชาชีพครู
พ.ศ. 2556 ทุนส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค) ระดับปริญญาโท

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2542 ประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านนาจาน ตำบลเมืองไผ่ อำเภอหนองกี่ จังหวัดบุรีรัมย์
พ.ศ. 2545 มัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเมืองโพธิ์ชัยพิทยาคม ตำบลเมืองไผ่ อำเภอหนองกี่ จังหวัดบุรีรัมย์
พ.ศ. 2548 มัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเมืองโพธิ์ชัยพิทยาคม ตำบลเมืองไผ่ อำเภอหนองกี่ จังหวัดบุรีรัมย์
พ.ศ. 2552 ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.) วิชาเอกเคมี
พ.ศ. 2553 ประกาศนียบัตรวิชาชีพครู มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
พ.ศ. 2559 ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม.) สาขาเคมีศึกษา