

การพัฒนาชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร”
สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ปริญญานิพนธ์
ของ
อภิญญา เคนบุปผา

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา
สิงหาคม 2546
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

372,35

10253.11

8.3

การพัฒนาชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง "สารและสมบัติของสาร"
สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

บทคัดย่อ
ของ
อภิญญา เกนบุปผา

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา
สิงหาคม 2546

อภิญา เคนบุปผา (2546). การพัฒนาชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. ปริญญาโท กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. คณะกรรมการควบคุม : รองศาสตราจารย์ ดร.ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์ , อาจารย์ ดร.สมปรารถนา วงศ์บุญหนัก

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมาย 3 ประการ คือ 1) เพื่อพัฒนาและหาคุณภาพของชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” สำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 2) เพื่อศึกษาผลการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” ใน 3 ด้าน คือ 2.1) ด้านความรู้ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” 2.2) ด้านความคิดเชิงสรุป และ 2.3) ด้านทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ 3) เพื่อศึกษาจิตวิทยาของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร”

การวิจัยครั้งนี้มีการดำเนินการ 2 ขั้นตอน คือ

ขั้นตอนที่ 1 การพัฒนาและหาคุณภาพของชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์

ทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ และนำผลการทดลองที่ได้มาพัฒนาเป็นชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ จำนวน 4 ชุดกิจกรรม ได้แก่ 1) สมบัติของสาร 2) การแยกสารที่มีสถานะแตกต่างกัน 3) สารเคมีที่ใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน และ 4) การเปลี่ยนแปลงของสารและผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิต แล้วนำชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น ไปผ่านการประเมินคุณภาพของชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน

ขั้นตอนที่ 2 การนำชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นไปทดลองสอน

ในการทดลองสอนให้นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนชุมชนบ้านเจียด จังหวัดอุบลราชธานี จำนวน 25 คน เป็นกลุ่มตัวอย่าง เพื่อศึกษาผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” ก่อนเรียนและหลังเรียน ด้านความคิดเชิงสรุปหลังเรียนจบแต่ละกิจกรรมการทดลอง และด้านทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ ขณะเรียนทุกกิจกรรมการทดลอง และจิตวิทยาหลังเรียน

ผลการวิจัย พบว่า

1. ชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก

2. นักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” มีผลการเรียนรู้ด้านความรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน โดยมีผลการเรียนรู้ด้านความรู้หลังเรียนสูงกว่าระดับปานกลาง ด้านความคิดเชิงสรุปหลังเรียนสูงกว่าระดับพอใช้ และด้านทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าร้อยละ 70 และนักเรียนมีจิตวิทยาหลังเรียนสูงกว่าระดับดี

DEVELOPMENT OF SCIENCE EXPERIMENTAL PACKAGES ON "MATTER AND ITS
PROPERTIES" FOR PRATHOMSUKSA VI STUDENTS

AN ABSTRACT
BY
APINYA KENBUBPHA

Presented in partial fulfillment of the requirements
for the Master of Education degree in Science Education
at Srinakharinwirot University
August 2003

Apinya Kenbubpha. (2003). *Development of Science Experimental Packages on "Matter and Its Properties" for Prathomsuksa VI Students*. Master thesis, M.Ed. (Science Education).
Bangkok : Graduate School, Srinakharinwirot University. Advisor Committee :
Assoc. Prof. Dr. Natthapong Charoenpit., Dr.Sompratana Wongboonnuk.

The purposes of this study were threefold : 1) to develop science experimental packages on "Matter and Its Properties" for Prathomsuksa VI students , 2) to study three domains of learning outcomes ; knowledge, conceptual thinking and science experimental skills , and 3) to study scientific mind of Prathomsuksa VI students using of the packages developed.

The study was achieved through two steps :

Step I : developing the packages. Four science experimental packages were consequentially developed from the original scientific laboratories :1) matter's properties , 2) different forms of matter analysis , 3) utility of chemical substances in daily life and 4) changes of matter and its effects to lives. Qualities of the packages were finally determined by five experts.

Step II : Instructional experimentation with the sample. Twenty - five Prathomsuksa VI students of the Chumchon Banchhead School in Ubonrajathani were used as samples. Pre and post tests of learning outcomes on knowledge , conceptual thinking, science experimental skills and scientific mind were conducted.

The finding were as follows :

1. the packages developed attained their quality at the "very good" level,
2. post test scores on the knowledge were higher than the pre test, the conceptual thinking (after using the packages developed) was above the "moderate" level. , the science experimental skills were above 70 percent. , and the scientific mind was better than "good" level.

ปริญญานิพนธ์
เรื่อง
การพัฒนาชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง "สารและสมบัติของสาร"
สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

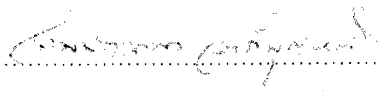
ของ
นางสาวอภิญญา เคนบุปผา

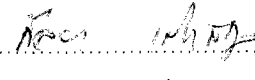
ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

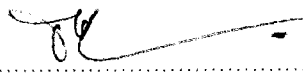
.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.นภาพร ณะวานนท์)
วันที่.....เดือน.....พ.ศ.2546

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์

.....ประธาน
(รองศาสตราจารย์ ดร.ณัฐพงษ์ เจริญพิทย)

.....กรรมการ
(อาจารย์ ดร.สมปรารถนา วงศ์บุญหนัก)

.....กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์กัลยา เล็กสกุล)

.....กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(อาจารย์ ชานินทร์ ปัญญาวัฒนากุล)

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้เพราะได้รับความกรุณาเป็นอย่างดีจากรองศาสตราจารย์ ดร.ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์ ประธานกรรมการที่ปรึกษา อาจารย์ ดร.สมปารถนา วงศ์บุญหนัก กรรมการที่ปรึกษา ซึ่งได้อุทิศเวลาอันมีค่ากรุณาให้ความช่วยเหลือแนะนำแนวทางในการทำวิจัย ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ มาโดยตลอด ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งและขอกราบขอบพระคุณไว้เป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ กัลยา เล็กสกุล และอาจารย์ ธานีรินทร์ ปัญญาวัฒนากุล ที่กรุณาให้คำแนะนำตรวจสอบแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย และให้คำแนะนำเพิ่มเติมในการสอบปากเปล่าเกี่ยวกับปริญญานิพนธ์

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์นิภา ศรีไพโรจน์ อาจารย์ ดร.ศิริกานต์ ผาสุก อาจารย์ประสาร ศรีมาฤทธิ์ และอาจารย์พงษ์ชิตะ บุญออก ที่กรุณาให้คำแนะนำและตรวจสอบแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ขอขอบพระคุณ ผู้อำนวยการโรงเรียนชุมชนบ้านเจียด อำเภอเขมราฐ จังหวัดอุบลราชธานี ตลอดจนคณาจารย์ทุกท่านและนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ให้ความอนุเคราะห์และความสะดวกต่างๆ ในการดำเนินการเก็บข้อมูลเพื่อพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยให้สำเร็จลุล่วงเป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณบิดา มารดา สมาชิกทุกคนในครอบครัว “เคนบุปผา” ญาติพี่น้องที่ให้ความสนใจและช่วยเหลืออย่างดีตลอดระยะเวลาที่ศึกษา และทำการวิจัย และขอขอบคุณ พี่ๆ เพื่อนๆ และน้องๆ นิสิตระดับปริญญาโทสาขาวิทยาศาสตร์ศึกษาทุกคน ที่ได้ให้ความสนใจและช่วยเหลือในการดำเนินการวิจัยครั้งนี้

คุณค่าและประโยชน์ใดที่ได้รับจากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณอันยิ่งใหญ่ของ บิดา มารดา ครูอาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่าน

อภิญญา เคนบุปผา

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	บทนำ	1
	ภูมิหลัง.....	1
	ความมุ่งหมายของการวิจัย	3
	ความสำคัญของการวิจัย	4
	ขอบเขตของการวิจัย.....	4
	ตอนที่ 1 พัฒนาและหาชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์.....	4
	ตอนที่ 2 นำชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นไปทดลองสอน.....	5
	นิยามศัพท์เฉพาะ.....	5
	สมมติฐานของการวิจัย.....	7
	กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	8
2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	9
	หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2544.....	10
	สารและสมบัติของสาร	12
	ชุดกิจกรรมการทดลอง	21
	ผลการเรียนรู้ด้านความรู้.....	30
	แผนที่ความคิด (Mind Mapping).....	31
	ทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์.....	35
	จิตวิทยาศาสตร์.....	43
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	48
	ชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์.....	48
	ผลการเรียนรู้ด้านความรู้	50
	แผนที่ความคิด (Mind Mapping).....	51
	ทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์	50
	จิตวิทยาศาสตร์.....	54
3	วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า.....	57
	ตอนที่ 1 พัฒนาชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์.....	57
	ตอนที่ 2 นำชุดกิจกรรมทดลองวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นไปทดลองสอน.....	61
	เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	62
	การสร้างเครื่องมือที่ใช้วัดผลการเรียนรู้.....	62
	การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	67
	การวิเคราะห์ข้อมูล.....	68
	สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	70

สารบัญ(ต่อ)

บทที่		หน้า
4	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	74
	ตอนที่ 1 พัฒนาและหาชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์.....	74
	ตอนที่ 2 นำชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นไปทดลองสอน	75
5	สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ.....	80
	ความมุ่งหมายของการวิจัย	80
	สมมติฐานของการวิจัย	80
	วิธีดำเนินการวิจัย	81
	การวิเคราะห์ข้อมูล	82
	สรุปผลการวิจัย	83
	อภิปรายผล	84
	ข้อเสนอแนะ	90
	บรรณานุกรม.....	91
	ภาคผนวก.....	100
	ภาคผนวก ก.....	101
	ภาคผนวก ข.....	111
	ภาคผนวก ค.....	144
	ภาคผนวก ง.....	158
	ภาคผนวก จ.....	181
	ภาคผนวก ฉ.....	193
	ภาคผนวก ช.....	222
	ภาคผนวก ซ.....	225
	ประวัติย่อผู้วิจัย.....	231

บัญชีตาราง

ตาราง		หน้า
1	แสดงผลการวิเคราะห์สาระการเรียนรู้ สาระที่ 3 เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” ช่วงชั้นที่ 2 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 – 6	11
2	แสดงผลการวิเคราะห์สาระการเรียนรู้ สาระที่ 3 เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” ช่วงชั้นที่ 2 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6	12
3	แสดงการแบ่งช่วงเวลาในการใช้ชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์.....	62
4	แสดงแบบแผนการวิจัยในการทดสอบสมมติฐานข้อที่ 2.1.....	67
5	แสดงแบบแผนการวิจัยในการทดสอบสมมติฐานข้อที่ 2.1, 3, 5.....	68
6	แสดงผลการประเมินคุณภาพของชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน.....	74
7	แสดงการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” ด้านต่าง ๆ จากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน.....	75
8	แสดงผลการทดสอบผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” ของนักเรียน หลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เมื่อเทียบกับเกณฑ์ที่.....	76
9	แสดงผลการทดสอบผลการเรียนรู้ด้านความรู้ความคิดเชิงสรุป ของนักเรียนหลังเรียนจบแต่ละ กิจกรรมการทดลอง โดยการทำแผนที่ความคิด (Mind Mapping) เมื่อเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด....	77
10	แสดงผลการทดสอบผลการเรียนรู้ด้านทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนขณะที่นักเรียน เรียนด้วยชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” เมื่อเทียบกับเกณฑ์ ที่กำหนด.....	78
11	แสดงผลการทดสอบจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมการทดลอง เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” เมื่อเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด.....	79
12	แสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างจุดประสงค์ของการทดลองกับเนื้อหาของกิจกรรม การทดลอง เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” โดยผู้เชี่ยวชาญ.....	145
13	สรุปความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับการประเมินคุณภาพของชุดกิจกรรมการทดลอง วิทยาศาสตร์ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร”	147
14	แสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างความชัดเจนของข้อคำถามและความเหมาะสมของ ตัวเลือกของแบบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” โดยผู้เชี่ยวชาญ... ..	148
15	แสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างจุดประสงค์การทดลองกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด ของแบบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” โดยผู้เชี่ยวชาญ.....	150
16	แสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างเกณฑ์การพิจารณาการทำแผนที่ความคิด (Mind Mapping) กับเกณฑ์การประเมินการให้คะแนน ของแบบวัดผลการเรียนรู้ ด้านความคิดเชิงสรุป โดยผู้เชี่ยวชาญ.....	152
17	แสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์กับเกณฑ์การประเมิน และพฤติกรรมที่ต้องการวัด ของแบบประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ โดยผู้เชี่ยวชาญ... ..	153
18	แสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถามกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด ของแบบ ประเมินจิตวิทยาศาสตร์ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” โดยผู้เชี่ยวชาญ.....	157

บัญชีตาราง(ต่อ)

ตาราง

หน้า

19	แสดงการวิเคราะห์เนื้อหา จุดประสงค์การทดลองและพฤติกรรมที่ต้องการวัดของ แบบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร”	159
20	แสดงผลการวิเคราะห์ ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่น (r_u) ของ แบบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” โดยการทดสอบกับนักเรียน จำนวน 88 คน.....	161
21	แสดงคะแนนผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” ของนักเรียนก่อนเรียน และ หลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร”	182
22	แสดงคะแนนผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” ของนักเรียนหลังเรียนด้วย ชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร”	183
23	แสดงคะแนนผลการเรียนรู้ด้านความคิดเชิงสรุป โดยการทำแผนที่ความคิด (Mind Mapping) ของนักเรียนหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร”...	184
24	แสดงคะแนนผลการเรียนรู้ด้านทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนขณะเรียนด้วย ชุดกิจกรรมการทดลอง เรื่อง สารและสมบัติของสาร	186
25	แสดงคะแนนจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร”	190

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ

หน้า

- 1 แสดงการเปลี่ยนสีของกระดาษ pH ที่มีค่า pH ตั้งแต่ 0 – 14 และกระดาษลิตมัส..... 15
- 2 แสดงตัวอย่างแผนที่ความคิด (Mind Mapping) เรื่อง “น้ำ” ในระดับประถมศึกษา..... 33

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

สถานการณ์ของโลกปัจจุบันนี้ ซึ่งมีความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาการและเทคโนโลยีอย่างรวดเร็ว ทำให้ระบบสังคมโลกเกิดการเปลี่ยนแปลงขึ้นในทุกส่วน ส่งผลให้ประชากรโลกเกิดการตื่นตัว และปรับเปลี่ยนวิถีชีวิตจากสังคมชนบทมาเป็นสังคมเมือง อันนำไปสู่วิวัฒนาการของโลกทั้งในด้านสังคม วัฒนธรรม เศรษฐกิจ การเมืองการปกครอง การศึกษา และวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ให้สามารถเชื่อมโยงถึงกันอย่างเป็นระบบ และเป็นสากล กล่าวกันว่า โลกในปัจจุบันเป็นโลกที่ไร้พรมแดน ประเทศไทยเป็นส่วนหนึ่งของสังคมโลกที่มีการปรับตัวและพัฒนาการด้านสังคมและวัฒนธรรม เศรษฐกิจ การเมือง การปกครอง การศึกษาและวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีอย่างต่อเนื่อง (สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ. 2545 : 289) ส่งผลให้การดำเนินการในหลายด้านมีวิวัฒนาการ ปรับเปลี่ยน และปรับตัวไปในทิศทางที่ดีขึ้น ในด้านการจัดการศึกษาของไทยในปัจจุบัน มีการตื่นตัวและปรับขยายการศึกษาเพื่อให้เท่าทันกับความก้าวหน้า และการเปลี่ยนแปลงของโลกและวิทยาการ (วรรณทิพา รอดแรงคำและพิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. 2542 : คำนำ) โดยแผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติ ฉบับที่ 8 (พ.ศ. 2540 – 2544) กำหนดจุดมุ่งหมายการศึกษาของชาติไว้ว่า มุ่งจัดการศึกษาเพื่อพัฒนาคุณภาพประชาชน เร่งรัดพัฒนาคุณภาพการเรียนการสอนไปสู่คุณภาพในระดับสากล โดยจะพัฒนากระบวนการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ และเน้นการพัฒนาการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ (สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ. 2545 : 290)

ในส่วนของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งถือเป็นปัจจัยสำคัญในการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมให้เจริญก้าวหน้า รวมทั้งสร้างเสริมขีดความสามารถของประเทศในการแข่งขันระดับนานาชาติ เนื่องจากความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี ได้มาเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของบุคคลมากขึ้น และเป็นเครื่องมือสำคัญที่จะช่วยยกระดับมาตรฐานความเป็นอยู่ของประชาชนให้สูงขึ้น การส่งเสริมพัฒนาทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จะต้องอาศัยการวางรากฐานทางการศึกษาที่มีคุณภาพ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นเร่งด่วนที่จะต้องยกระดับการพัฒนาทางด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา เพื่อทำให้คนไทยทุกคนมีความรู้ความเข้าใจ และเป็นรากฐานในการดำเนินชีวิตได้อย่างเท่าทัน นำไปสู่การพัฒนาที่ยั่งยืน (สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ. 2544 : คำนำ) และได้กำหนดเป็นนโยบายพื้นฐานแห่งรัฐในรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย พุทธศักราช 2540 ในเรื่องการจัดการศึกษา ตามมาตรา 81 โดยให้เร่งรัดพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อการพัฒนาประเทศ ทั้งนี้ แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 9 ได้กำหนดยุทธศาสตร์การพัฒนาความเข้มแข็งทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยมีการปฏิรูประบบการศึกษาและพัฒนากระบวนการเรียนรู้ พัฒนาคู่มือสอนในเชิงปริมาณและคุณภาพ กระจายแหล่งเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปสู่ภูมิภาค (สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ. 2544 : 22) ซึ่งสอดคล้องกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 มาตรา 22 การจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ และมาตรา 24 กระบวนการเรียนรู้ต้องคำนึงถึงประโยชน์สูงสุดแก่ผู้เรียน โดยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้มากที่สุด ได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ได้คิดเอง ปฏิบัติเอง และมีปฏิสัมพันธ์กับบุคคล

จนสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง และนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ (คณะอนุกรรมการปฏิรูปการเรียนรู้. 2544 : 13)

ปัจจุบัน รัฐบาลได้ให้ความสนใจต่อการผลิตบุคลากรด้านวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี เพื่อให้สอดคล้องกับการพัฒนาประเทศ อันจะนำไปสู่การเป็นประเทศอุตสาหกรรม ดังนั้น การที่จะส่งเสริมให้เยาวชนเห็นความสำคัญของวิทยาศาสตร์ จึงเป็นหน้าที่ของครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ ที่จะปลูกฝังให้เยาวชนมีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ และให้ความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์ให้มากยิ่งขึ้น ทั้งนี้เป็นที่ยอมรับกันว่า การจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์ของประเทศไทยมีปัญหา จากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเมื่อเทียบกับนานาชาติ นักเรียนไทยได้คะแนนเฉลี่ยอยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ ทำข้อสอบประเภทการนำความรู้มาใช้ และกระบวนการใช้ความคิดแก้ปัญหาไม่ค่อยได้ เขียนอธิบายไม่เป็น สำหรับในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จากการแข่งขันโอลิมปิกวิชาการระหว่างประเทศพบว่า นักเรียนไทยทำข้อสอบภาคทฤษฎีได้ดีเมื่อเทียบกับนานาชาติ แต่แทบจะทำข้อสอบภาคปฏิบัติไม่ได้ (สสวท. 2543 : 3) นอกจากนี้ยังพบว่า เด็กนักเรียนไทยมักทำข้อสอบที่เป็นอัตนัยและการอธิบายความไม่ได้ ซึ่งสะท้อนให้เห็นปัญหาการเรียนการสอนที่ยังเน้นเนื้อหาวิชาและการท่องจำมากกว่าการพัฒนาความสามารถในการวิเคราะห์ เรียบเรียงและสื่อสารความคิด (ทวีพร ดิษฐคำเรือง. 2542 : 28) และมีนักเรียนจำนวนค่อนข้างมากไม่ชอบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ส่วนหนึ่งเป็นเพราะเห็นว่าเป็นเรื่องไกลตัวไม่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน จากปัญหาที่ปรากฏนี้เป็นแรงกระตุ้นให้ทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้อง ต้องมีการทบทวนการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ศึกษา ทั้งด้านหลักสูตรการเรียนการสอน การวัดผลประเมินผล รวมถึงการส่งเสริมบรรยากาศการเรียนรู้อื่นๆ วิทยาศาสตร์นอกโรงเรียน ซึ่งมีส่วนสำคัญในการสร้างเสริมทัศนคติต่อการเรียนรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2544 : คำนำ) X

จากการติดตามและศึกษาสภาพการเรียนการสอนในโรงเรียนประถมศึกษา ตลอดจนการสอนของครูพบว่ายังเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่มากเท่าที่ควร เนื่องจากครูยังมีปัญหาและอุปสรรคในการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งปัญหาดังกล่าวได้แก่การจัดการเรียนการสอนเน้นครูเป็นศูนย์กลาง ผู้เรียนไม่ได้เรียนจากการกระทำหรือการฝึกปฏิบัติจริง มีผลทำให้ผลการเรียนรู้ด้านความรู้ ด้านความคิดเชิงสรุป และด้านทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร โดยเฉพาะเรื่องการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ผู้เรียนใช้เป็นเครื่องมือค้นคว้าและหาความรู้ด้วยตนเอง การเรียนการสอนจึงเป็นไปในลักษณะให้นักเรียนทำการทดลองตามคำแนะนำที่ให้ไว้ แล้วครูทำการสรุปผล ซึ่งส่งผลให้นักเรียนขาดโอกาสในการเรียนรู้ด้วยตนเอง ทำให้ขาดทักษะกระบวนการและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ (วรรณทิพา รอดแรงคำ และพิมพ์พันธ์ เตชะคุปต์. 2542 : คำนำ) นอกจากนี้ยังพบว่าครูผู้สอนประสบปัญหาการสอนเนื้อหาวิทยาศาสตร์ในส่วนของการปฏิบัติการทดลองวิทยาศาสตร์ นักเรียนส่วนใหญ่ไม่ได้ปฏิบัติการทดลอง จึงไม่ได้รับการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อย่างจริงจัง (นราวัลย์ กาญจนะประโชติ. 2540 : คำนำ) ส่วนปัญหาทางด้านสื่อการเรียนการสอนพบว่า การใช้สื่อการเรียนการสอนในโรงเรียนอยู่ในสภาพที่ไม่น่าพอใจ โรงเรียนส่วนใหญ่มีสื่อ เครื่องมือ และอุปกรณ์การเรียนการสอนไม่เพียงพอ ล้าสมัย และไม่ได้มาตรฐาน ขาดแหล่งค้นคว้าที่เหมาะสม ครูขาดประสบการณ์ในการใช้ และผลิตสื่อการสอน รวมถึงไม่มีแหล่งที่จะจัดซื้อจัดหาวัสดุมาผลิตสื่อการสอน (สสวท. 2544 : 13)

จะเห็นได้ว่า การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ของไทย ยังไม่บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนการสอน โดยพัฒนาเป็นชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ขึ้น เนื่องจากชุดกิจกรรมการทดลอง เป็นนวัตกรรมการศึกษาชนิดหนึ่งที่มีการนำสื่อประสมซึ่งสอดคล้องกับเนื้อหา มีการวางแผนการสอนที่ดี อุปกรณ์การสอนพร้อม รวมไปถึงเทคนิคและวิธีการเรียนการสอนแบบใหม่ ๆ

โดยนำเทคนิควิธีการสร้างองค์ความรู้และประสบการณ์ มาช่วยในการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น การจัดการเรียนการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการทดลอง ผู้เรียนจะได้เรียนรู้ไปตามลำดับขั้นตอน โดยปฏิบัติตามคำแนะนำที่กำหนดไว้ เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนศึกษาคิดค้นหาคำตอบด้วยตนเอง และมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมอย่างแท้จริง ทำให้นักเรียนได้ฝึกทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์เพื่อเป็นแนวทางไปสู่การคิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการจัดการเรียนการสอนในระดับประถมศึกษา ซึ่งเป็นสิ่งที่ต้องการให้ความสำคัญเป็นพิเศษ เพราะนักเรียนที่เรียนระดับประถมศึกษาถือว่าเป็นวัยแห่งการเรียนรู้ หากได้รับการปลูกฝังในเรื่องการเรียนรู้ที่ดี จะเป็นการเตรียมการพัฒนาทรัพยากรบุคคลที่มีความสามารถในการแสวงหาความรู้ได้ด้วยตนเอง (พันธ์ ทองชุมม. 2544 :1) ชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์เป็นนวัตกรรมทางการศึกษาอีกรูปแบบหนึ่งของการพัฒนาการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยมีรูปแบบของการดำเนินกิจกรรมการทดลองตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการเรียนรู้และสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง อีกทั้งยังสามารถพัฒนาทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ และในขณะเดียวกัน ก็สามารถพัฒนาจิตวิทยาศาสตร์ให้กับผู้เรียนอีกด้วย ดังนั้นชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นอย่างมีระบบและมีประสิทธิภาพ สามารถช่วยให้นักเรียนเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้น ส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงขึ้นกว่าการสอนตามคู่มือครูเพียงอย่างเดียว (นราวัลย์ กาญจนะประโชติ. 2540 : บทคัดย่อ ; หนึ่งนุช กาพภักดี. 2543 : บทคัดย่อ และ ชลสิทธิ์ จันทาสี. 2543 : บทคัดย่อ) ในขณะเดียวกันนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์จะมีทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ค่อนข้างสูง (จิรพรรณ ทะเขียว. 2543 : บทคัดย่อ และ ทวิช แจ่มจำรัส. 2545 : บทคัดย่อ) การจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์นอกจากจะส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้านความรู้และทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ แล้วยังมุ่งเน้นให้นักเรียนเกิดจิตวิทยาศาสตร์หรือเจตคติทางวิทยาศาสตร์ (สสวท. 2545 : 196) จากงานวิจัย พบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้บทปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าร้อยละ 80 (จันทร์จิรา จุมพลหล้า. 2546 : บทคัดย่อ)

จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะพัฒนาชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ ในสาระที่ 3 เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” ช่วงชั้นที่ 2 (ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 – 6) เพื่อเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยมุ่งเน้นให้นักเรียนได้มีผลการเรียนรู้ด้านความรู้ ด้านความคิดเชิงสรุป และด้านทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งปลูกฝังจิตวิทยาศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนเกิดทักษะในการคิดตัดสินใจ แก้ปัญหา และรู้จักนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาและหาคุณภาพของชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” สำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
2. เพื่อศึกษาผลการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” ใน 3 ด้าน คือ 1) ด้านความรู้ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” 2) ด้านความคิดเชิงสรุป และ 3) ด้านทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์
3. เพื่อศึกษาจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร”

ความสำคัญของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้จะได้ชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” ซึ่งผ่านกระบวนการพัฒนา จนมีคุณภาพตามเกณฑ์และมีศักยภาพในการพัฒนาผลการเรียนรู้ ในด้านความรู้ ด้านความคิดเชิงสรุป และด้านทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งส่งเสริมจิตวิทยาศาสตร์ให้เกิดแก่ผู้เรียน ชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ดังกล่าว จะเป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. ครูผู้สอนวิทยาศาสตร์สามารถนำไปใช้ในการจัดกระบวนการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมผู้เรียนให้ได้รับการพัฒนาผลการเรียนรู้ในด้านความรู้ ด้านความคิดเชิงสรุป และด้านทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น รวมทั้งพัฒนาจิตวิทยาศาสตร์ให้เกิดแก่ผู้เรียน
2. เป็นแนวทางแก่ครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ ในการนำไปประยุกต์ใช้พัฒนาชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์เพื่อเสริมความรู้ในด้านอื่น ๆ ให้แก่ผู้เรียน

ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ มีการดำเนินการ 2 ขั้นตอน โดยแต่ละตอนมีขอบเขตดังนี้

ตอนที่ 1 การพัฒนาและหาคุณภาพของชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์

1.1 ขอบเขตด้านเนื้อหา

เนื้อหาที่นำมาสร้างเป็นชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารและสมบัติของสาร สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีเนื้อหาประกอบด้วย 1) สมบัติของสาร 2) การแยกสารที่มีสถานะแตกต่างกัน 3) สารเคมีที่ใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน 4) การเปลี่ยนแปลงของสารและผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิต

1.2 ขอบเขตด้านจำนวนชุดและกิจกรรมการทดลองของแต่ละชุดกิจกรรม

ในการกำหนดขอบเขตด้านจำนวนชุดและกิจกรรมการทดลอง ผู้วิจัยได้ออกแบบชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ตามขอบเขตด้านเนื้อหา แล้วทำการทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสมของกิจกรรมการทดลอง ดังต่อไปนี้

ชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง สมบัติของสาร

กิจกรรมการทดลองที่ 1 เรื่อง สมบัติทางกายภาพของสาร

กิจกรรมการทดลองที่ 2 เรื่อง สมบัติทางเคมีของสาร

ชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง การแยกสารที่มีสถานะแตกต่างกัน

กิจกรรมการทดลองที่ 1 เรื่อง การกรองสาร

กิจกรรมการทดลองที่ 2 เรื่อง การตกตะกอน

กิจกรรมการทดลองที่ 3 เรื่อง การระเหิด

ชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารเคมีที่ใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน

กิจกรรมการทดลองที่ 1 เรื่อง แชมพู น้ำยาล้างจานและผงซักฟอกทำความสะอาด

ได้อย่างไร

ชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของสารและผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิต

กิจกรรมการทดลองที่ 1 เรื่อง การทดสอบสารบอแรกซ์ในสารปรุงแต่งอาหาร

และอาหาร

ตอนที่ 2 การนำชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นไปทดลองสอน

การวิจัยตอนที่ 2 เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi experimental Research) มีขอบเขตการดำเนินการดังนี้

2.1 แหล่งข้อมูลที่ใช้ในการทดลองสอน

แหล่งข้อมูลที่ใช้ในการทดลองสอนได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนชุมชนบ้านเจียด อำเภอเขมราฐ จังหวัดอุบลราชธานี ที่เรียนอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2545 จำนวน 2 ห้องเรียน รวมจำนวนนักเรียนทั้งหมด 49 คน ส่วนกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนจำนวน 1 ห้องเรียน (จำนวน 25 คน) ได้จากการสุ่มตัวอย่าง แบบแบ่งกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

2.2 ตัวแปรที่ใช้ในการทดลองสอน

2.2.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การเรียนโดยชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร”

2.2.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

- 1) ผลการเรียนรู้ ประกอบด้วย
 - ด้านความรู้ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร”
 - ด้านความคิดเชิงสรุป
 - ด้านทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์
- 2) จิตวิทยาศาสตร์

2.3 ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ทำการทดลองสอนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2545 ในช่วงโม่งอิสระ ใช้เวลารวมทั้งสิ้น 14 คาบ ๆ ละ 50 นาที

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. ชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ หมายถึง ชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” ประกอบด้วยเนื้อหาเกี่ยวกับสมบัติของสาร การแยกสารที่มีสถานะแตกต่างกัน สารเคมีที่ใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน การเปลี่ยนแปลงของสารและผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิต ส่วนประกอบของชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ แต่ละชุดประกอบด้วยใบความรู้ กิจกรรมการทดลอง สารสำคัญ จุดประสงค์การทดลอง เวลาที่ใช้ในการทดลอง สมมติฐาน ตัวแปรที่ศึกษา อุปกรณ์และสารเคมี วิธีทำการทดลอง ตารางบันทึกผลการทดลอง คำถามท้ายการทดลอง การอภิปรายและสรุปผลการทดลอง

2. การพัฒนาและหาคุณภาพของชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” หมายถึง การสร้างองค์ประกอบของชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ให้มีคุณภาพอยู่ในระดับดีตามเกณฑ์ที่กำหนด โดยผ่านการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา และการประเมินคุณภาพของชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ตามทัศนะของผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งพิจารณาโดยภาพรวม 3 ด้าน คือ 1) เอกสารประกอบชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ (ใบความรู้) 2) ชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ และ 3) เอกสารรายงานผลการทดลองและคำถามท้ายการทดลอง โดยใช้แบบประเมินคุณภาพชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามแนวของลิเคิร์ต (Likert Scale) คือ 5, 4, 3, 2 และ 1 ซึ่งหมายถึง ดีมาก ดี ปานกลาง พอใช้ และต้องปรับปรุง ตามลำดับ

3. การประเมินตามสภาพจริง หมายถึง การประเมินความสามารถ ความรู้สึก และทักษะที่สอดคล้องกับชีวิตจริงทำการประเมินอย่างต่อเนื่องโดยใช้ทักษะการสังเกต การบันทึก และรวบรวมข้อมูลจากงานและวิธีการที่นักเรียนทำ หรือการตรวจชิ้นงาน ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้การประเมินตามสภาพจริงในการประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยใช้แบบวัดผลการเรียนรู้ด้านทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

4. ผลการเรียนรู้ หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนที่ครอบคลุมทั้งด้านความรู้ ด้านความคิดเชิงสรุป และด้านทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ ที่มุ่งหวังให้เกิดขึ้นหลังจากผ่านกระบวนการเรียนรู้เป็นสิ่งที่วัดได้สังเกตได้และเป็นจริง

4.1 ผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” หมายถึง การตรวจสอบความสามารถในการเรียนรู้ ในด้านความรู้ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” โดยใช้แบบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก โดยแบ่งพฤติกรรมที่ต้องการวัดออกเป็น 3 ด้าน คือ 1) ด้านความรู้ - ความจำ 2) ด้านความเข้าใจ และ 3) ด้านการนำไปใช้

4.2 ผลการเรียนรู้ด้านความคิดเชิงสรุป หมายถึง ความสามารถในการใช้ความคิดเชิงสรุปเกี่ยวกับเนื้อหาเรื่อง “สารและสมบัติของสาร” โดยการทำแผนที่ความคิด (Mind Mapping) ของนักเรียน ซึ่งอิงเกณฑ์รูบริกส์ (Rubrics Score) การวิจัยครั้งนี้ แบ่งระดับการให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบ (Analytic Score) มีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 3 ระดับคือ 3, 2 และ 1 หมายถึง ดี พอใช้ และต้องปรับปรุง ตามลำดับ

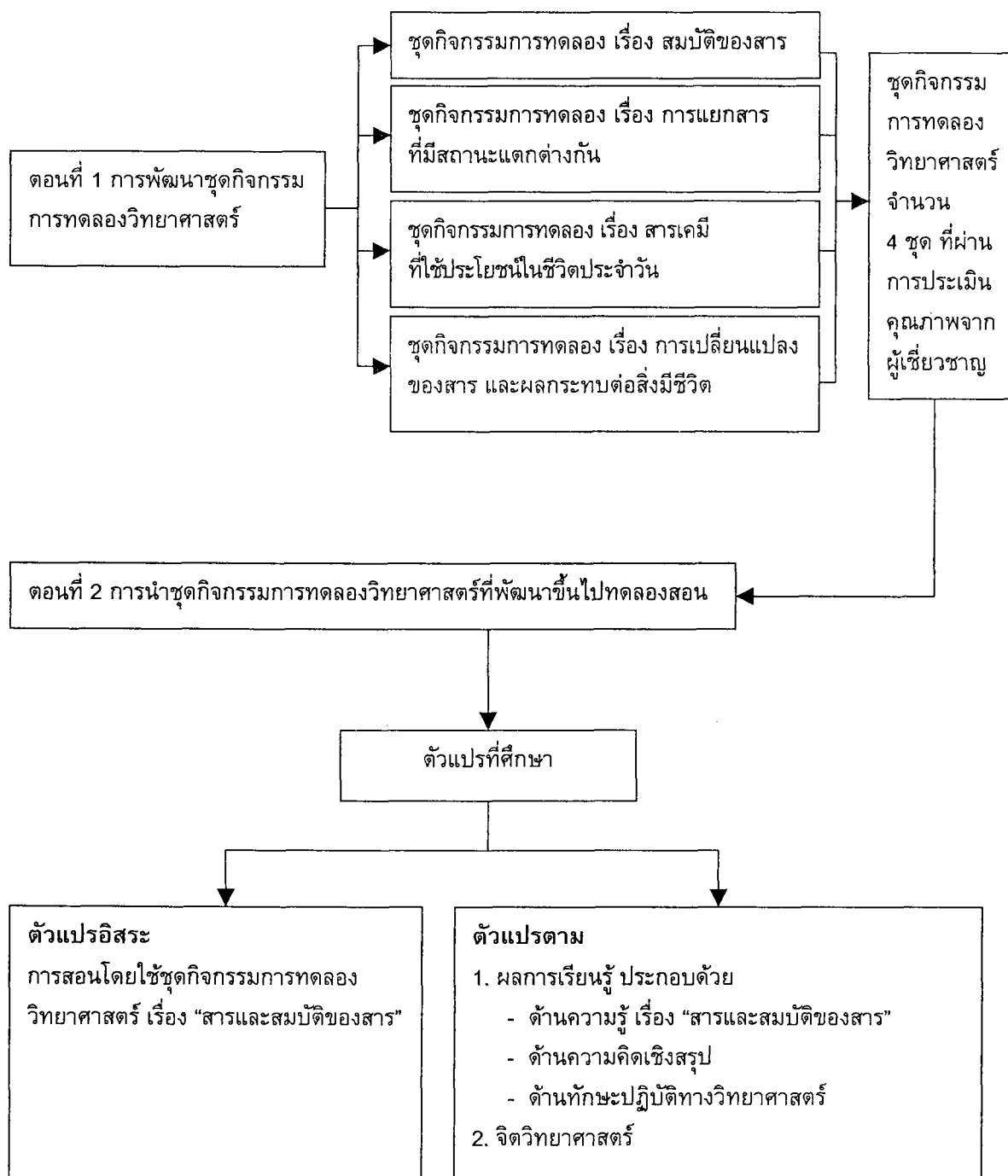
4.3 ผลการเรียนรู้ด้านทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์อย่างถูกต้องในการปฏิบัติการทดลองของนักเรียน ซึ่งประกอบด้วยความสามารถทั้งหมด 4 ด้านคือ 1) เทคนิคการทดลอง 2) ความคล่องแคล่วในการทดลอง 3) ความมีระเบียบในการทดลอง และ 4) รายงานผลการทดลอง ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยวัดทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยใช้แบบวัดผลการเรียนรู้ทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นการประเมินจากสภาพจริง อิงเกณฑ์รูบริกส์ (Rubrics Score) ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นวัดขณะเรียนทุกกิจกรรมการทดลอง แบบประเมินนี้ผู้วิจัยดัดแปลงมาจากแบบประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ของสำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ (2539 : 164 – 165) โดยแบ่งระดับการให้คะแนนแต่ละข้อเป็น 4 ระดับ คือ 3, 2, 1 และ 0 ซึ่งหมายถึง ดีมาก ดี พอใช้ และต้องปรับปรุงตามลำดับ

5. จิตวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออกเกี่ยวกับจิตวิทยาศาสตร์ ซึ่งพิจารณาโดยรวมใน 3 ด้าน คือ 1) ความรับผิดชอบ 2) ความซื่อสัตย์ และ 3) ความมีเหตุผล ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยวัดจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยใช้แบบประเมินจิตวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามวิธีของลิเคิร์ท (Likert Scale) เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ คือ 5, 4, 3, 2 และ 1 ซึ่งหมายถึง จริงมากที่สุด จริงมาก ไม่แน่ใจ จริงน้อย และไม่จริงเลย ตามลำดับ จำนวน 30 ข้อ

สมมติฐานของการวิจัย

1. ชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพอยู่ในระดับดี
2. นักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” มีผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” ดังนี้
 - 2.1 ผลการเรียนรู้ด้านความรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
 - 2.2 ผลการเรียนรู้ด้านความรู้หลังเรียนอยู่ในระดับปานกลาง (มีค่าร้อยละ 60)
3. นักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” มีผลการเรียนรู้ด้านความคิดเชิงสรุปหลังเรียนอยู่ในระดับพอใช้
4. นักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” มีผลการเรียนรู้ด้านทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ เฉลี่ยร้อยละ 70
5. นักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” มีจิตวิทยาศาสตร์ อยู่ในระดับดี

กรอบแนวคิดในการวิจัย



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับประเด็นสำคัญของการวิจัย
ดังจะนำเสนอโดยลำดับหัวข้อต่อไปนี้

1. เอกสารเกี่ยวหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2544
2. เอกสารเกี่ยวกับ สารและสมบัติของสาร
 - 2.1 ความหมายของ สารและสมบัติของสาร
 - 2.2 ประเภทของสมบัติของสาร
 - 2.3 การแยกสาร
 - 2.4 สารเคมีที่ใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน
 - 2.5 สารปรุงแต่งอาหารและสารเจือปนในอาหาร
3. เอกสารเกี่ยวกับชุดกิจกรรมการทดลอง
 - 3.1 ความหมายของชุดกิจกรรม
 - 3.2 ประเภทของชุดกิจกรรม
 - 3.3 องค์ประกอบของชุดกิจกรรม
 - 3.4 หลักในการสร้างชุดกิจกรรม
 - 3.5 ประโยชน์ของชุดกิจกรรม
 - 3.6 ความหมายของการทดลอง
 - 3.7 ความสำคัญของการปฏิบัติการทดลอง
 - 3.8 องค์ประกอบของการทดลอง
 - 3.9 ขั้นตอนในการทดลอง
 - 3.10 ประโยชน์ของการทดลอง
4. เอกสารเกี่ยวกับผลการเรียนรู้
 - 4.1 ด้านความรู้
 - 4.1.1 ความหมายของผลการเรียนรู้ด้านความรู้
 - 4.1.2 กรอบพฤติกรรมที่ต้องการวัด
 - 4.2 ด้านความคิดเชิงสรุป โดยการทำแผนที่ความคิด (Mind Mapping)
 - 4.2.1 ความหมายของแผนที่ความคิด (Mind Mapping)
 - 4.2.2 การสร้างและรูปแบบของแผนที่ความคิด (Mind Mapping)
 - 4.2.3 เกณฑ์การให้คะแนนสำหรับแผนที่ความคิด (Mind Mapping)
 - 4.2.4 ประโยชน์ของการนำแผนที่ความคิด (Mind Mapping) มาใช้ในการศึกษา
 - 4.3 ด้านทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์
 - 4.3.1 ความหมายของทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์
 - 4.3.2 ทักษะปฏิบัติในการใช้เครื่องมือในการทดลองวิทยาศาสตร์
 - 4.3.3 การประเมินผลทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์

5. เอกสารเกี่ยวกับจิตวิทยาศาสตร์
 - 5.1 ความหมายของจิตวิทยาศาสตร์
 - 5.2 ความสำคัญของจิตวิทยาศาสตร์
 - 5.3 ชนิดของจิตวิทยาศาสตร์
 - 5.4 ลักษณะและพฤติกรรมของผู้มีจิตวิทยาศาสตร์
6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 6.1 งานวิจัยเกี่ยวกับชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์
 - 6.2 งานวิจัยเกี่ยวกับผลการเรียนรู้ด้านความรู้
 - 6.3 งานวิจัยเกี่ยวกับแผนที่ความคิด (Mind Mapping)
 - 6.4 งานวิจัยเกี่ยวกับทักษะปฏิบัติการทดลองวิทยาศาสตร์
 - 6.5 งานวิจัยเกี่ยวกับจิตวิทยาศาสตร์

1. เอกสารเกี่ยวและหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2544

หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ได้แบ่งเนื้อหาสาระการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์ โดยมีสาระที่เป็นองค์ความรู้ จำนวน 8 สาระ ประกอบด้วย

- สาระที่ 1 : สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต
- สาระที่ 2 : ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม
- สาระที่ 3 : สารและสมบัติของสาร
- สาระที่ 4 : แรงและการเคลื่อนที่
- สาระที่ 5 : พลังงาน
- สาระที่ 6 : กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก
- สาระที่ 7 : ดาราศาสตร์และอวกาศ
- สาระที่ 8 : ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2545 : 3) ได้กำหนดเป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในสถานศึกษาไว้ดังนี้

1. เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานในวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เข้าใจขอบเขต ธรรมชาติ และข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
4. เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการความสามารถในการแก้ปัญหาและการจัดการทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ
5. เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน
6. เพื่อนำความรู้ความเข้าใจในเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต
7. เพื่อให้เป็นคนมีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

จากการศึกษาเอกสารเกี่ยวกับสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สรุปได้ว่า การจัดการเรียนการสอน วิทยาศาสตร์มุ่งเน้นให้นักเรียนได้พัฒนากระบวนการคิด ความสามารถในการเรียนรู้ การแก้ปัญหา และ สร้างสรรค์องค์ความรู้ด้วยตนเองอีกทั้งพัฒนาผู้เรียนให้มีจิตวิทยาศาสตร์ ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้พัฒนา ชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ในสาระที่ 3 เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” มาตรฐาน ว 3.1 ที่ประกอบด้วย ชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ จำนวน 4 ชุดกิจกรรม โดยเน้นให้ผู้เรียนคิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาได้ รวมทั้งได้ฝึกทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความรู้ และสามารถสร้างองค์ความรู้ได้จาก ประสบการณ์ตรง นอกจากนี้ยังส่งเสริมจิตวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนอีกด้วย

ตาราง 1 แสดงการวิเคราะห์สาระการเรียนรู้ สาระที่ 3 เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” ช่วงชั้นที่ 2
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 – 6

ระดับชั้น	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4	อาหารและสารอาหาร - สารอาหารและพลังงานที่ร่างกายต้องการ - การจัดอาหารให้ได้สัดส่วน - วัตถุเจือปนในอาหาร	10
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5	วัสดุและสมบัติของวัสดุ - วัสดุในชีวิตประจำวัน - สมบัติของวัสดุ - สมบัติทั่วไปของของแข็ง ของเหลว และก๊าซ	20
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6	สารในชีวิตประจำวัน - การแยกสารที่มีสถานะแตกต่างกัน - สารที่ใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน - การเปลี่ยนแปลงของสารและผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม	30

ที่มา : สสวท. 2545 : 71 - 73

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้วิเคราะห์สาระการเรียนรู้สาระที่ 3 เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” ช่วงชั้นที่ 2
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปรากฏผลดังตาราง 2

ตาราง 2 แสดงการวิเคราะห์สาระการเรียนรู้ สาระที่ 3 เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” ช่วงชั้นที่ 2
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ระดับชั้น	ชื่อหน่วยการเรียนรู้/ชุดกิจกรรม การทดลองวิทยาศาสตร์	เนื้อหา	เวลา (ชั่วโมง)
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6	สารและสมบัติของสาร		14
	- สมบัติของสาร	- สมบัติทางกายภาพของสาร	2
		- สมบัติทางเคมีของสาร	2
	- การแยกสารที่มีสถานะแตกต่างกัน	- การกรองสาร	2
		- การตกตะกอน	2
		- การระเหิด	2
	- สารเคมีที่ใช้ประโยชน์ใน ชีวิตประจำวัน	- สารทำความสะอาด	2
	- การเปลี่ยนแปลงของสารและ ผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิต	- สารปรุงแต่งอาหาร - สารเจือปนในอาหาร	2

จากตาราง 2 แสดงการวิเคราะห์สาระการเรียนรู้ สาระที่ 3 เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” ผู้วิจัยจึงได้พัฒนาชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ ทั้งหมดจำนวน 4 ชุดกิจกรรม ประกอบด้วย 1) สมบัติของสาร 2) การแยกสารที่มีสถานะแตกต่างกัน 3) สารเคมีที่ใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน และ 4) การเปลี่ยนแปลงของสารและผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิต

2. เอกสารเกี่ยวกับสารและสมบัติของสาร

2.1 ความหมายของสารและสมบัติของสาร

สารต่าง ๆ ที่อยู่รอบตัวเรามีอยู่มากมายหลายชนิดเกินกว่าที่เราจะรู้จักและจดจำได้ทั้งหมด พบได้ทั้งในเปลือกโลกส่วนที่เป็นของแข็งในแม่น้ำ ลำคลอง มหาสมุทร และในอากาศ สารแต่ละชนิดมีสมบัติเฉพาะตัวที่แตกต่างจากสารอื่น ๆ ซึ่งก็มีนักการศึกษาได้ให้ความหมายของสารและสมบัติของสารไว้ดังนี้

วินัย วิทยาลัย (ม.ป.ป. : 2) และ ทบวงมหาวิทยาลัย (2541 : 7) ได้ให้ความหมายของสาร (Substance) ว่า “สาร” หมายถึง สสารแต่ละชิ้น แต่ละอัน เป็นการพิจารณาถึงวัตถุชนิดใดชนิดหนึ่งโดยเฉพาะ เช่น ถ้าพิจารณาเรื่องเนื้อหาของสาร เราเรียกสาร นั้นว่า “สาร” เป็นต้น และได้ให้ความหมายของสมบัติของสาร (Properties of matter) ว่า “สมบัติของสาร” หมายถึง ลักษณะเฉพาะตัว ของสารแต่ละชนิด ซึ่งแตกต่างจากสารอื่น นำไปใช้เป็นเกณฑ์ในการพิจารณาสารแต่ละชนิดได้ว่า สารนั้นคืออะไร เนื่องจากว่าสารแต่ละชนิดมีสมบัติไม่เหมือนกัน เช่น กระดาษติดไฟได้แต่เหล็กไม่ติดไฟ ออกซิเจนอยู่ในสถานะก๊าซที่อุณหภูมิและความดันปกติแต่น้ำเป็นของเหลว น้ำส้มสายชูมีรสเปรี้ยวแต่น้ำมีรสจืด น้ำมีจุดเดือด 100 องศาเซลเซียส แต่เอทานอลมีจุดเดือด 78.5 องศาเซลเซียส เป็นต้น

2.2 ประเภทของสมบัติของสาร

สมบัติของสารจำแนกตามลักษณะที่พบและการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น ได้มีการแบ่งประเภทของสมบัติของสารออกเป็น 2 ประเภท คือ สมบัติทางกายภาพ และสมบัติทางเคมี ทบวงมหาวิทยาลัย (2541 : 8)

1) **สมบัติทางกายภาพ** คือ ลักษณะภายนอกของสารที่ได้จากการสังเกตหรือทราบได้จากการทดลองง่าย ๆ เช่น สี กลิ่น รส รูปร่าง สถานะ จุดเดือด จุดหลอมเหลว ความหนาแน่น ความแข็ง ความนำไฟฟ้า เป็นต้น ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. สี

สารเคมีที่พบเห็นมีสีที่แตกต่างกัน บางชนิดอาจไม่มีสี เช่น ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ก๊าซออกซิเจน บางชนิดเป็นสีขาว เช่น น้ำตาลทรายขาว ผงชูรส เกลือ บางชนิดเป็นสีดำ เช่น ถ่านหุงข้าว คาร์บอน ยาขัดรองเท้า

2. กลิ่น

สารเคมีที่พบเห็นในชีวิตประจำวันของเรานั้น มีมากมายหลายชนิด โดยสารแต่ละชนิดจะมีกลิ่นเฉพาะตัว เช่น น้ำมันหอมระเหย น้ำมันเบนซิน สบู่ ผงซักฟอก น้ำยาล้างจาน ฯลฯ และบางชนิดไม่มีกลิ่น เช่น น้ำกลั่น น้ำเกลือ ฯลฯ

3. สถานะ

สารที่เราพบเห็นในชีวิตประจำวัน แบ่งออกเป็น 3 สถานะ คือ ของแข็ง ของเหลว และก๊าซ สารแต่ละชนิดมีคุณสมบัติดังนี้

1) สารที่อยู่ในสถานะของแข็ง จะมีรูปร่างคงที่ มีปริมาตรคงที่ โมเลกุลของสารจะอยู่ชิดติดกัน ได้แก่ น้ำตาลทราย เกลือ แป้งมัน แก้ว ผงชอล์ก ผงซักฟอก กระดาษ ฯลฯ

2) สารที่อยู่ในสถานะของเหลว จะมีรูปร่างไม่คงที่ คือจะเปลี่ยนรูปร่างไปตามภาชนะที่บรรจุ มีปริมาตรคงที่และสามารถไหลได้ โมเลกุลของสารจะอยู่ห่างกันมากกว่าของแข็ง ได้แก่ น้ำ แอลกอฮอล์ น้ำยาล้างห้องน้ำ สบู่เหลว น้ำยาล้างจาน น้ำอัดลม ฯลฯ

3) สารที่อยู่ในสถานะก๊าซ จะมีรูปร่างไม่คงที่พุ่งกระจายอยู่ในภาชนะที่บรรจุ จะเปลี่ยนรูปร่างไปตามภาชนะที่บรรจุ มีปริมาตรไม่คงที่ คือจะมีปริมาตรเท่ากับภาชนะที่บรรจุ โมเลกุลของสารจะอยู่ห่างกันมากที่สุดและเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระ ได้แก่ ออกซิเจน คาร์บอนไดออกไซด์ ฯลฯ

4. ความหนาแน่น

ความหนาแน่นของสารใด ๆ คือปริมาณมวลต่อหนึ่งหน่วยปริมาตร เขียนสูตรความสัมพันธ์ได้ดังนี้

$$D = \frac{M}{V}$$

กำหนดให้ D = ความหนาแน่น มีหน่วยเป็น kg/m^3 หรือ g/cm^3

M = มวลหรือน้ำหนัก มีหน่วยเป็น kg หรือ g

V = ปริมาตร มีหน่วยเป็น m^3 หรือ cm^3

สารที่มีความหนาแน่นมากกว่าน้ำจะจมน้ำ ส่วนสารที่มีความหนาแน่นน้อยกว่าน้ำจะลอยน้ำ

2) สมบัติทางเคมี คือ สมบัติที่ไม่สามารถสังเกตได้ง่าย ๆ เป็นคุณสมบัติที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงทางเคมี เช่น การเกิดสนิมเหล็ก โดยเหล็กทำปฏิกิริยากับออกซิเจนในอากาศ เกิดเป็นสารใหม่ คือ เหล็กออกไซด์หรือที่เรียกกันทั่วไปว่า สนิมเหล็ก เวลาเผาถ่านมีออกซิเจนเข้าทำปฏิกิริยาด้วย เกิดสารใหม่เป็นก๊าซ เพราะถ่านมีสมบัติเคมีชอบทำปฏิกิริยากับออกซิเจน โลหะส่วนมากมีสมบัติเคมีชอบทำปฏิกิริยากับกรด ดังนั้นจึงต้องอาศัยวิธีการตรวจสอบทางเคมีเข้าช่วย เช่น ความเป็นกรด-เบสของสารเคมี การรวมตัวของสาร เกิดเป็นสารใหม่ เป็นต้น

ความเป็นกรด – เบสของสารที่ใช้ในชีวิตประจำวัน

สารที่ใช้ในชีวิตประจำวันมีหลายประเภท คือ

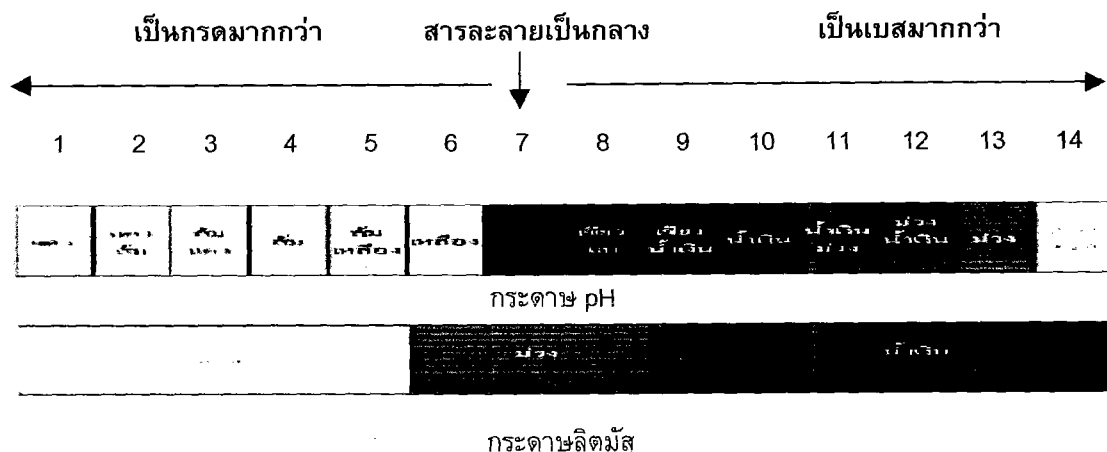
1. ประเภทที่ใช้ประกอบอาหาร ได้แก่ เกลือแกง น้ำตาล ผงชูรส น้ำปลา เป็นต้น
2. ประเภทที่ใช้ทำความสะอาด ได้แก่ สบู่ ผงซักฟอก แชมพู น้ำยาล้างจาน น้ำยาเช็ดกระจก น้ำยาล้างห้องน้ำ เป็นต้น
3. ประเภทที่ใช้กำจัดแมลง ได้แก่ ดีดีที ยากันยุง เป็นต้น
4. ประเภทที่ใช้เป็นยา ได้แก่ ยาหม่อง ยาแดง เป็นต้น

สารที่ใช้ในชีวิตประจำวันเหล่านี้มีสมบัติความเป็นกรด – เบส ต่างกัน ถ้าใช้สมบัติความเป็นกรด – เบส ของสารเป็นเกณฑ์ สามารถจัดกลุ่มสารที่ใช้ในชีวิตประจำวันได้เป็น 3 กลุ่ม ดังนี้ 1) สารที่มีสมบัติเป็นกรด 2) สารที่มีสมบัติเป็นเบส และ 3) สารที่มีสมบัติเป็นกลาง

วิธีการทดสอบความเป็นกรด – เบส ของสารที่ใช้ในชีวิตประจำวัน สามารถทดสอบได้โดยใช้กระดาษลิตมัส ซึ่งมี 2 สี คือ สีแดงและสีน้ำเงิน ทดสอบโดยใช้แท่งแก้วจุ่มสารละลายที่ต้องการทดสอบนำมาแตะบนกระดาษลิตมัส ทั้งสีแดงและสีน้ำเงิน แล้วสังเกตการเปลี่ยนแปลงสีของกระดาษลิตมัส จะสามารถสรุปสมบัติความเป็นกรด – เบส ของสารได้ดังนี้

1. สารละลายที่เป็นกรด หมายถึง สารละลายที่สามารถเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากสีน้ำเงินเป็นสีแดง ตัวอย่างสารละลายที่เป็นกรด เช่น น้ำมะกรูด น้ำส้มคั้น น้ำส้มสายชู น้ำยาล้างห้องน้ำ ฯลฯ
2. สารละลายที่เป็นเบส หมายถึง สารละลายที่สามารถเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากสีแดงเป็นสีน้ำเงิน ตัวอย่างสารละลายที่เป็นเบส เช่น น้ำปูนใส น้ำขี้เถ้า สารละลายปฏิกิริยา น้ำยาเช็ดกระจก ฯลฯ
3. สารละลายที่เป็นกลาง หมายถึง สารละลายที่ไม่สามารถเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสทั้งสีแดงและสีน้ำเงิน ตัวอย่างสารละลายที่เป็นกลาง เช่น น้ำฝน น้ำกลั่น น้ำเกลือ น้ำเชื่อม ฯลฯ

วิธีการทดสอบสมบัติความเป็นกรด – เบส ของสารอีกวิธีหนึ่งที่สะดวกและง่าย คือ การหาค่า pH เป็นค่าที่ใช้บอกความเป็นกรด – เบสของสารละลายที่อยู่ในอาหาร เครื่องดื่ม สารทำความสะอาด ฯลฯ ซึ่งมีค่า pH อยู่ระหว่าง 0 – 14 โดยกำหนดให้สารละลายที่มีค่า pH เท่ากับ 7 เป็นกลาง สารละลายที่มีค่า pH น้อยกว่า 7 มีสมบัติเป็นกรด และสารละลายที่มีค่า pH มากกว่า 7 มีสมบัติเป็นเบส สำหรับวิธีการหาค่า pH นั้น สามารถใช้กระดาษ pH ซึ่งจะเปลี่ยนสีในสารละลายที่มีค่า pH ต่าง ๆ โดยให้ตัดกระดาษ pH เป็นชิ้นเล็ก ๆ แล้วใช้แท่งแก้วจุ่มสารละลาย นำมาแตะบนกระดาษ pH สังเกตสี แล้วเปรียบเทียบกับค่า pH ตามภาพดังนี้



ภาพประกอบ 1 แสดงการเปลี่ยนสีของกระดาด pH ที่มีค่า pH ตั้งแต่ 0 – 14 และกระดาดลิตมัส
ที่มา : ดัดแปลงมาจาก McMurry and Fay .(2001 : 620)

สมบัติของสารละลายที่เป็นกรด

สารที่อยู่ในรูปของสารละลาย เมื่อเป็นกรดจะมีสมบัติดังนี้

- 1) เปลี่ยนสีกระดาดลิตมัสจากสีน้ำเงินเป็นสีแดง
- 2) กรดทุกชนิดจะมีรสเปรี้ยว
- 3) กรดมีฤทธิ์ในการกัดกร่อนสารต่าง ๆ ได้ โดยเฉพาะเนื้อเยื่อของสิ่งมีชีวิต ถ้ากรดถูกผิวหนังจะทำให้ผิวหนังไหม้ ปวดแสบปวดร้อน

4) สารละลายกรดทุกชนิดนำไฟฟ้าได้ดี

5) กรดทุกชนิดมีค่า pH น้อยกว่า 7

สารละลายกรดที่พบในชีวิตประจำวัน

สารที่ใช้ในชีวิตประจำวันและมีสมบัติเป็นกรดมีหลายชนิด เช่น น้ำอัดลม น้ำส้มคั้น น้ำส้มสายชู น้ำยาล้างห้องน้ำ ฯลฯ กรดต่าง ๆ เหล่านี้อาจจำแนกได้เป็น 2 ประเภทตามแหล่งที่มา คือ

1) กรดที่ได้จากพืช เป็นกรดที่ได้มาจากพืชโดยตรง ได้แก่ น้ำมะนาว น้ำมะขาม น้ำมะกรูด น้ำส้มคั้น ฯลฯ และกรดบางชนิดได้จากพืชโดยทางอ้อม ซึ่งเกิดจากการหมักพืช เช่น น้ำส้มสายชู เป็นกรดชนิดที่ได้จากธรรมชาติ จึงนำมาบริโภคได้โดยไม่เป็นอันตราย แต่ถ้ามีความเข้มข้นมากอาจเป็นอันตรายต่อผู้บริโภคได้

2) กรดที่ได้จากแร่ธาตุ เป็นกรดที่มีความรุนแรง (กรดแก่) เช่น กรดซัลฟิวริก (กรดกำมะถัน) กรดไนตริก (กรดดินประสิว) กรดไฮโดรคลอริก (กรดเกลือ) กรดประเภทนี้ห้ามบริโภค เพราะความรุนแรงสามารถกัดกร่อนเนื้อเยื่อของผิวหนังของร่างกายให้เป็นแผลได้ ถ้าบริโภคมาก ๆ อาจถึงตายได้ กรดประเภทนี้มักจะถูกนำไปใช้ในกระบวนการผลิตสินค้าต่าง ๆ ของโรงงาน

การใช้กรดในการทดลองควรใช้อย่างระมัดระวัง เพราะเป็นอันตรายและกัดผิวหนังรุนแรง เช่น กรดกำมะถัน กรดดินประสิว ส่วนกรดเกลืออาจมีอันตรายน้อยกว่าแต่ก็ต้องใช้อย่างระมัดระวัง ถ้าหากกรดเกลือหกกรดผิวหนังให้รีบล้างน้ำทันที

สมบัติของสารละลายที่เป็นเบส

สารที่อยู่ในรูปของสารละลาย เมื่อเป็นเบสจะมีสมบัติดังนี้

- 1) เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากสีแดงเป็นสีน้ำเงิน
- 2) เบสมีรสฝาด
- 3) เบสละลายน้ำ เมื่อถูกมือจะรู้สึกลื่นมือคล้ายกับถูกน้ำสบู่
- 4) ทำปฏิกิริยากับน้ำมันพืช หรือน้ำมันจากสัตว์จะได้สบู่ เมื่อละลายน้ำทำให้น้ำเป็นฟอง
- 5) เบสทุกชนิดมีค่า pH มากกว่า 7

สารละลายเบสที่พบในชีวิตประจำวัน

1) โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ ชื่อสามัญ “น้ำขี้เถ้าหรือต่างคลี” เกิดจากขี้เถ้าละลายกับน้ำ ใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมทำสบู่ ทำไม้ขีดไฟ ดอกไม้ไฟ

2) แคลเซียมไฮดรอกไซด์ ชื่อสามัญ “น้ำปูนใส” เป็นสารละลายที่ได้จากการนำปูนขาวมาละลายน้ำ ประโยชน์ใช้แก้ดินเปรี้ยว ทำผงฟอกสี ทำปูนซีเมนต์และใช้แก้น้ำกระด้างชั่วคราว

3) โซเดียมไฮดรอกไซด์ ชื่อสามัญ “โซดาไฟหรือโซดาแผดเผา” มีลักษณะเป็นของแข็ง สีขาว ละลายน้ำได้ดี เมื่อละลายน้ำเกิดความร้อนมาก ทั้งไว้ให้ถูกอากาศจะเย็น เพราะดูดความร้อนจากอากาศได้ดี ใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมทำสบู่ ใช้ในโรงงานกระดาษ ใช้ชำระล้างไขมัน ล้างวัตถุต่าง ๆ ที่เปื้อนน้ำมัน

ในการวิจัยครั้งนี้ได้ศึกษาเนื้อหาเกี่ยวกับสมบัติทางกายภาพ และสมบัติทางเคมีของสารมาสร้างเป็นชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เพื่อจำแนกสารที่พบในชีวิตประจำวันว่า สารแต่ละชนิดมีสมบัติทางกายภาพของสาร เช่น สถานะ สี กลิ่น และความหนาแน่น และสมบัติทางเคมีของสาร เช่น ความเป็นกรด – เบส แตกต่างกัน

2.3 การแยกสาร

สิ่งต่าง ๆ ที่มีอยู่ในธรรมชาติมักจะอยู่ในรูปของสารที่ไม่บริสุทธิ์ที่ไม่สามารถนำมาใช้ประโยชน์โดยตรง ต้องแยกองค์ประกอบที่ปนกันอยู่ให้บริสุทธิ์หรือเกือบบริสุทธิ์เสียก่อนจึงจะนำมาใช้ประโยชน์ได้ หรือแยกสารแต่ละส่วนที่มีประโยชน์มาใช้ เช่น การแยกน้ำให้บริสุทธิ์ การแยกน้ำมันรำข้าวออกจากรำข้าว การแยกน้ำมันหอมระเหยออกจากดอกไม้ การแยกเกลือแกงออกจากน้ำทะเล การแยกน้ำมันเชื้อเพลิงชนิดต่าง ๆ ได้แก่ น้ำมันเบนซิน น้ำมันดีเซล น้ำมันก๊าด น้ำมันหล่อลื่นออกจากน้ำมันดิบ เป็นต้น

ในการแยกสารให้บริสุทธิ์มีหลายวิธี แต่จะใช้วิธีใดนั้นขึ้นอยู่กับสมบัติของสารที่ผสมกันอยู่ นอกจากนั้นยังต้องคำนึงถึงองค์ประกอบอื่นด้วย เช่น เครื่องที่ใช้ต้องมีประสิทธิภาพ ความประหยัด และความสะดวกเป็นเกณฑ์ การแยกสารให้บริสุทธิ์โดยทั่วไปมักใช้วิธีการกรอง การตกตะกอน การระเหิด ฯลฯ

สวท (2541 : 22-23) และ สวท (2542 : 105 – 109) ได้แบ่งการแยกสารโดยวิธีทางกายภาพไว้ดังนี้

1) การกรอง

การกรองใช้สำหรับแยกของแข็งออกจากของเหลว โดยที่ของแข็งนั้นจะไม่ละลายในของเหลวหรือไม่รวมเป็นเนื้อเดียวกัน (สารแขวนลอย) วิธีการกรองในห้องปฏิบัติการเคมีส่วนใหญ่ จะใช้กระดาษกรอง โดยวางกระดาษในกรวยแก้ว แล้วเทของเหลวที่จะกรองผ่านกระดาษกรอง เช่น น้ำที่มีเศษดินปนอยู่เมื่อนำมากรองก็สามารถแยกดินออกจากน้ำได้

2) การตกตะกอน

การตกตะกอนจะใช้แยกของผสม ที่มีองค์ประกอบเป็นของแข็งแขวนลอยอยู่ในของเหลว แยกโดยนำของผสมนั้นมาตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอน แล้วจึงรินของเหลวออกจากของแข็ง เช่นการแยกอนุภาคของดิน

ที่แขวนลอยอยู่ในน้ำ ทำได้โดยนำของผสมดังกล่าวมาตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอน อนุภาคของดินจะตกตะกอนอยู่ที่ก้นภาชนะ ส่วนน้ำอยู่ส่วนบนก็สามารถรินน้ำแยกออกมาได้

การตกตะกอนทำได้โดยการใช้สารเคมี เช่น สารส้ม เพื่อช่วยทำให้น้ำใสขึ้น โดยสารส้มจะเป็นตัวทำให้สารแขวนลอยรวมตัวกันเป็นอนุภาคที่มีขนาดใหญ่ ทำให้มีน้ำหนักเพิ่มขึ้น จึงทำให้จมลงสู่ก้นภาชนะได้น้ำส่วนบนจึงใส และถึงแม้ว่าการตกตะกอน จะเป็นวิธีที่ใช้แยกสารที่ไม่ละลายน้ำออกจากน้ำได้ แต่ก็ไม่สามารถแยกสารที่เจือปนในน้ำออกได้ทุกชนิด ดังนั้น น้ำที่แกลงโดยสารส้ม จึงไม่สามารถนำมาใช้เป็นน้ำดื่มได้ อย่างไรก็ตาม วิธีการทำให้น้ำใสโดยใช้สารส้มนี้ก็ยังคงเป็นวิธีที่นิยมใช้กันมาก เพราะค่อนข้างสะดวกและเสียค่าใช้จ่ายน้อย

3) การระเหิด

การระเหิด เป็นปรากฏการณ์ของการเปลี่ยนสถานะของสารจากของแข็งเป็นก๊าซ โดยไม่เปลี่ยนเป็นของเหลวก่อน เกิดขึ้นจากอนุภาคของของแข็งอยู่ใกล้กันมาก ทำให้มีโอกาสเคลื่อนที่ชนกันได้ จึงมีการถ่ายเทพลังงานความร้อนให้แก่กัน โดยอนุภาคที่ผิวหน้าของของแข็งได้รับความร้อนอย่างเพียงพอ ก็จะเปลี่ยนสถานะกลายเป็นไอได้เร็วขึ้น การระเหิดนี้สามารถเกิดได้ตลอดเวลา สารบางชนิดที่สามารถระเหิดได้ด้วยอย่าง เช่น แนนพาสีน หรือลูกเหม็น การบูร เกล็ดโอโอดิน และพิมเสน

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำเนื้อหาเกี่ยวกับการกรองสาร การตกตะกอน และการระเหิด มาสร้างเป็นชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถแยกสารที่มีสถานะแตกต่างกันและนำหลักการดังกล่าวไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

2.4 สารเคมีที่ใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน

สารทำความสะอาด

สารทำความสะอาดที่ใช้ในชีวิตประจำวัน ได้แก่ น้ำยาล้างจาน ผงซักฟอก และแชมพู สารทำความสะอาดเหล่านี้ ผลิตขึ้นมามากมายหลายยี่ห้อ ซึ่งอาจมีคุณสมบัติบางอย่างแตกต่างกัน เช่น ความเป็นกรด – เบส การเกิดฟองมาก-น้อย ความสามารถในการชำระล้าง ฯลฯ พรธณี อินทะแสง (2542 : 215 - 221) ได้กล่าวถึงสารทำความสะอาดไว้ดังต่อไปนี้

สารที่ใช้ทำความสะอาด เช่น แชมพู ยาสีฟัน ผงซักฟอก น้ำยาล้างจาน ฯลฯ สารเหล่านี้สามารถทำความสะอาดได้ เพราะทำให้คราบไขมันหรือน้ำมัน ซึ่งไม่ละลายน้ำสามารถละลายในน้ำได้ สารที่ใช้ทำความสะอาดมีหลายประเภท ดังนั้นการนำสารทำความสะอาดแต่ละประเภทมาใช้ต้องเลือกให้เหมาะสมต่อการนำมาใช้ โดยคำนึงถึงความปลอดภัยและผลกระทบที่จะเกิดขึ้นต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

“สารทำความสะอาด” หมายถึง สารที่มีสมบัติในการละลายน้ำได้ และสามารถละลายไขมันหรือน้ำมันได้ ดังนั้นถ้าสารทำความสะอาดผสมลงไปในน้ำที่มีน้ำมันอยู่ สารทำความสะอาดจะไปละลายน้ำมัน ทำให้น้ำมันแตกตัวออกเป็นอนุภาคที่เล็กลง โดยมีสารทำความสะอาดล้อมรอบไว้ และจะหันส่วนที่สามารถละลายน้ำได้เข้าหาน้ำ ผลคือทำให้น้ำแตกตัวออกเป็นอนุภาคเล็ก ๆ กระจายในน้ำ

สารทำความสะอาดที่ใช้ในชีวิตประจำวัน

1) แชมพู

แชมพูเป็นสารเคมีที่ใช้ทำความสะอาดที่วิวัฒนาการมาจากสบู่ เดิมมีการใช้สบู่สระผมแต่พบว่ามีการกระจายตัวไม่ทั่วถึง และทำให้ผมกระด้าง จึงนิยมใช้เปลือกผลไม้ที่มีรสเปรี้ยวและน้ำมัน เช่น มะกรูด ทำลายฤทธิ์เบสทำให้เส้นผมนุ่มและเงางาม แชมพูมีหลายชนิด จุดมุ่งหมายสำคัญคือชำระล้างไขมัน

และสิ่งสกปรกจากเส้นผมและหนังศีรษะ และเติมสารบางอย่างลงไปเพื่อให้หน้าใช้ เช่น น้ำหอม สี กลิ่น สารบำรุงผมและหนังศีรษะ สารกำจัดรังแค แชมพูส่วนใหญ่อยู่ในรูปของเหลวบางชนิดเป็นผง

การเลือกใช้แชมพู

ควรเลือกให้เหมาะสมกับสภาพเส้นผมและหนังศีรษะของแต่ละคน ถ้าเส้นผมแห้งควรใช้แชมพูที่มีฤทธิ์เป็นเบสน้อยที่สุด หรือแชมพูที่มีฤทธิ์เป็นกลาง หรือแชมพูสำหรับเด็ก สำหรับผู้ที่มีเส้นผมธรรมดาไม่จำเป็นต้องพิถีพิถันในการเลือกแชมพูเท่าใดนัก แต่ผู้ที่มีผมมันมาก ๆ ต้องใช้แชมพูสำหรับผมมันเท่านั้น หรือจะเป็นแชมพูทั่วไปก็ได้แต่ต้องสระบ่อยครั้ง

2) น้ำยาล้างจาน

น้ำยาล้างจานเป็นสารทำความสะอาดประเภทเดียวกันกับผงซักฟอก กรรมวิธีทำความสะอาดจึงคล้ายคลึงกัน สารประเภทนี้ชำระล้างสิ่งสกปรกออกได้ โดยลดแรงตึงผิวของน้ำลง ทำให้สามารถสอดแทรกเข้าไปแยกสิ่งสกปรก รวมทั้งไขมันออกจากถ้วยชาม ทำให้สิ่งสกปรกเหล่านั้นแตกตัวออกเป็นอนุภาคเล็ก แล้วหลุดกระจายในน้ำอย่างรวดเร็วและง่ายดาย น้ำยาล้างจานที่ดี ไม่ควรมีสมบัติเป็นกรดหรือเบสมากเกินไป เพราะอาจทำให้เกิดการระคายเคือง

3) ผงซักฟอก

ผงซักฟอก เป็นสารซักฟอกที่ผลิตออกมาในลักษณะผง ปัจจุบันผงซักฟอกมีบทบาทมากในชีวิตประจำวัน ดังนั้นจึงมีการผลิตผงซักฟอกขึ้นหลายชนิด ซึ่งแต่ละชนิดก็มีคุณสมบัติแตกต่างกันไป ผงซักฟอกที่ผลิตขึ้นมาส่วนใหญ่เป็นเกลือซัลโฟเนตของโซเดียม เช่น โซเดียมลอริลซัลโฟเนตสามารถกำจัดคราบโคลได้ดี ใช้ได้ดีทั้งในน้ำอ่อนและน้ำกระด้าง ผงซักฟอกเป็นสารทำความสะอาดที่สังเคราะห์ขึ้น เพื่อใช้ในการซักฟอกชำระล้างสิ่งสกปรกออกจากเนื้อผ้า ผงซักฟอกประกอบด้วยสารที่มีสภาพเป็นเบสช่วยชำระล้างสิ่งสกปรกให้หลุดง่ายขึ้น และป้องกันไม่ให้ตะกอนของสิ่งสกปรกเข้าไปจับเสื้อผ้าอีก ทำให้ผงซักฟอกมีสีและกลิ่นแตกต่างกัน

เนื่องจากถ้าใช้สบู่ซักผ้าทำให้เกิดโคลสบู่ และโคลสบู่จะเกาะติดเสื้อผ้า เวลาซักล้างจะไม่หลุดออกไปทำให้เสื้อผ้าไม่ค่อยสะอาด ดังนั้น จึงมีการสังเคราะห์ผงซักฟอกขึ้นมาใช้แทนสบู่ในการซักล้างเสื้อผ้า

ผงซักฟอกทำให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม

1. สารประกอบฟอสเฟตที่มีธาตุฟอสฟอรัสเป็นองค์ประกอบในผงซักฟอก ทำให้พืชน้ำเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว เช่น ผักตบชวา ทำให้เกิดปัญหาต่อการคมนาคมทางน้ำ ปัญหาต่อการชลประทานและการเกษตร ถ้าพืชน้ำที่เจริญเติบโตมาก ๆ และมีการตายมากจะเกิดการเน่าสลายเป็นผลให้น้ำเน่าเสียมากขึ้น

2. สารลดแรงตึงผิวในผงซักฟอก เป็นสารย่อยสลายยากเมื่อเทน้ำซักผ้าลงในแม่น้ำลำคลอง ถ้าคนเรามีโอกาสใช้น้ำในแม่น้ำลำคลองนี้มาใช้อีก จะมีผลต่อกระเพาะอาหารและลำไส้ได้ สารลดแรงตึงผิวบางชนิดทำให้ออกซิเจนในน้ำลดลง เนื่องจากการย่อยสลายสารลดแรงตึงผิวโดยจุลินทรีย์บางชนิดต้องใช้ออกซิเจน มีผลทำให้สัตว์น้ำตายได้ และทำให้เกิดก๊าซไข่เน่าขึ้นได้ น้ำจะเป็นสีดำคล้ำและมีกลิ่นเหม็น

3. ฟองของผงซักฟอกจะกั้นไม่ให้ออกซิเจนละลายลงไปในน้ำได้ และถ้ามีปริมาณมากที่ผิวหน้าของน้ำจะกั้นแสงสว่างไม่ให้ผ่านลงไปในน้ำได้ ทำให้สิ่งมีชีวิตในน้ำขาดออกซิเจน ทั้งพืชน้ำและสัตว์น้ำอาจตายได้ สิ่งต่างๆ ในผงซักฟอกทำให้เกิดภาวะมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม ดังนั้น ไม่ควรเทน้ำที่มีสารซักฟอกทิ้งลงในแม่น้ำลำคลองโดยตรง ควรมีระบบบำบัดน้ำเสียก่อนปล่อยไปสู่แหล่งน้ำ

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้นำเนื้อหาที่เกี่ยวกับสารทำความสะอาด มาสร้างเป็นชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ผู้เรียนมีความเข้าใจหลักการในการทำความสะอาดของสารทำความสะอาดแต่ละชนิดได้และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

2.5 สารปรุงแต่งอาหารและสารเจือปนในอาหาร

สารปรุงแต่งอาหาร

ในอาหารที่เรารับประทานนั้น มีสารเคมีหลายชนิดที่ปรุงแต่งอาหารให้น่ารับประทาน เช่น สารแต่งรส แต่งสี หรือสารกันบูดเป็นต้น สารเหล่านี้ถ้าบริโภคมากเกินไปหรือบริโภค สารที่ทำการปลอมปน เช่น ผงชูรส น้ำส้มสายชู สีสังเคราะห์ อาจทำให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภคได้ จึงควรเลือกรับประทานอาหารที่ไม่ใช้สารปรุงแต่งมากเกินไป หรือถ้าจำเป็นควรใช้สารปรุงแต่งที่ทำจากพืชจะปลอดภัยกว่า ซึ่ง พรรณี อินทะแสง. (2542 : 182 ,189 - 190) ได้กล่าวสารปรุงแต่งอาหาร ไว้ดังนี้

ผงชูรส

ผงชูรส คือ สารปรุงแต่งรสอาหารชนิดหนึ่ง ซึ่งมีรสคล้ายน้ำต้มเนื้อ มีชื่อทางเคมีว่า โมโนโซเดียมกลูตาเมต (Monosodium glutamate) หรือเรียกย่อ ๆ ว่า เอ็ม เอส จี (MSG.)

ผงชูรส มีลักษณะเป็นผลึก หรือเป็นเกล็ดสีขาวขุ่น ไม่มีความวาว มีรูปร่างคล้ายกระดูก คือ เป็นแท่งสี่เหลี่ยม ไม่เรียบ ปลายทั้งสองข้างใหญ่ คอดตรงกลาง หรือเกล็ดอาจมีปลายข้างใดข้างหนึ่งเล็กคล้ายรูปกระบองก็ได้

ชนิดของผงชูรส

ผงชูรสแบ่งได้เป็น 2 ชนิด ได้แก่

1. ผงชูรสแท้ หมายถึง ผงชูรสที่มีผลึกสารโมโนโซเดียมกลูตาเมต ไม่น้อยกว่าร้อยละ 98 โดยน้ำหนัก ส่วนที่เหลืออีก 2 ส่วนอาจจะเป็นสารอื่น ๆ ที่ไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพของผู้บริโภค เช่น น้ำตาล เกลือ เป็นต้น

2. ผงชูรสผสม หมายถึง ผงชูรสที่มีผลึกสารโมโนโซเดียมกลูตาเมต ไม่น้อยกว่าร้อยละ 50 โดยน้ำหนัก

อาการของผู้บริโภคผงชูรสปลอม

คนปกติทั่วไปจะไม่มีอาการอะไร แต่บางคนที่แพ้ผงชูรสจะมีความไวต่อผงชูรสเป็นพิเศษ เมื่อรับประทานผงชูรสเข้าไป ก็จะทำให้เกิดกลุ่มอาการที่เรียกว่า ไซนีสเรสทอรองต์ซินโดรม (Chinese Restaurant Syndrome) ซึ่งเป็นชื่อที่ได้มาเนื่องจากคนอเมริกัน รับประทานอาหารจีนแล้วเกิดอาการชาที่ต้นคอและหลัง ร้อนวูบวาบตามบริเวณใบหน้า หู และหน้าอก วิงเวียน อ่อนเพลีย ใจเต้นเร็ว อาการเหล่านี้จะเป็นอยู่นานสัก 1 – 2 ชั่วโมงก็จะค่อย ๆ หายไป คนปกติที่มีน้ำหนักตัวเฉลี่ย 50 กิโลกรัม ไม่ควรรับประทานผงชูรสเกินวันละ 6 กรัม หรือ 1 ช้อนชาพูน หรือ 120 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมต่อวัน ฉะนั้นผู้ผลิตอาหารสำเร็จรูปที่มีผงชูรสเป็นส่วนประกอบ ควรจะบอกปริมาณหรือความเข้มข้นของ Monosodium glutamate บนป้ายฉลาก เพื่อความปลอดภัยของผู้บริโภคที่จะพิจารณาตัดสินใจ

การตรวจสอบดูว่า เป็นผงชูรสแท้หรือมีการปนปลอมด้วยสารอื่น อาจทำได้ดังนี้

1. การตรวจหาบอแรกซ์ นำผงชูรสประมาณครึ่งช้อนชา ละลายในน้ำสะอาดจำนวน 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร คนจนละลายหมดแล้วเอากระดาษขมิ้นจุ่มลงไป ถ้าเป็นผงชูรสแท้กระดาษขมิ้นจะไม่เปลี่ยนสี แต่ถ้าผงชูรสมีบอแรกซ์ผสมอยู่ กระดาษขมิ้นจะเปลี่ยนจากสีเหลืองเป็นสีแดง และถ้ามีบอแรกซ์ผสมอยู่จำนวนมาก กระดาษขมิ้นจะเปลี่ยนจากสีแดงเป็นสีม่วงเข้มหรือสีน้ำเงิน

2. การเผาไหม้ นำผงชูรสประมาณครึ่งช้อนชา ใส่ในช้อนโลหะเผาบนเปลวไฟให้ไหม้ ถ้าเป็นผงชูรสแท้สารนั้นจะไหม้ไฟเป็นถ่านสีดำที่ช้อน ถ้าเป็นผงชูรสผสมกับบอแรกซ์ จะปรากฏว่าส่วนหนึ่งเผาไหม้เป็นถ่านสีดำ และมีอีกส่วนหนึ่งเพียงแต่หลอมตัวเป็นสารสีขาว แต่ถ้าเป็นบอแรกซ์ สารนั้นจะเพียงแต่หลอมตัวเป็นสารสีขาวอยู่บนช้อน

สารเจือปนในอาหาร

สารเจือปนในอาหาร หมายถึง วัตถุที่ตามปกติมิได้ใช้เป็นอาหารหรือส่วนประกอบที่สำคัญของอาหาร แต่ใช้เจือปนในอาหารตามความจำเป็นในการผลิต เพื่อให้อาหารมีคุณภาพดี เป็นที่ต้องการของผู้บริโภคทั้งด้านสี กลิ่น รส ลักษณะสัมผัส และการเก็บไว้ได้นาน โดยไม่เน่าเสีย พรหมณี อินทะแสง. (2542 : 177 - 202) ได้กล่าวสารเจือปนในอาหารไว้ดังนี้

บอแรกซ์

บอแรกซ์ เป็นสารเคมีที่เป็นเกลือของส่วนประกอบ โบรอน มีชื่อทางเคมีว่า โซเดียมบอเรต โซเดียมเตตราบอเรต โซเดียมไบบอเรต ฯลฯ ในทางการค้าอาจเรียกชื่อว่า น้ำประสานทอง ผงกรอบ ผงเนื้อนุ่ม สารขาวดอก ผงกันบูด และเม่งแซ หรือ เฟ่งแซ

ลักษณะของบอแรกซ์

บอแรกซ์ มีลักษณะเป็นผลึกละเอียดสีขาว ในสภาพอากาศแห้งผลึกจะกลายสภาพเป็นฝุ่นผง ไม่มีสี กลิ่น และรส ละลายน้ำได้ดี ไม่ละลายในแอลกอฮอล์ 95 % เก็บในภาชนะที่อากาศผ่านไม่ได้ สารละลายของบอแรกซ์มีคุณสมบัติเป็นด่าง

ความเป็นพิษของบอแรกซ์

บอแรกซ์ เป็นสารที่มีอันตรายต่อสุขภาพถ้าบริโภคเข้าไป จะมีผลต่อเซลล์ของร่างกายเกือบทั้งหมด โดยจะสะสมในอวัยวะต่าง ๆ โดยเฉพาะไตเป็นอวัยวะที่ได้รับผลมากที่สุด ส่วนกระเพาะอาหารและลำไส้ เมื่ออักเสบจะมีอาการคลื่นไส้ อาเจียน ปวดท้อง อุจจาระร่วง ตับถูกทำลาย สมอบบวมซ้ำ และมีการคั่งของเลือด อาการทั่วไปมีไข้ ผิวหนังมีลักษณะแดงเป็นแผลบวมแดงคล้ายถูกน้ำร้อนลวก อาจมีปัสสาวะน้อยหรือไม่ปัสสาวะออกเลย นอกจากนั้นยังมีการอ่อนเพลีย ปวดศีรษะ หงุดหงิด อาจชัก หดสติ เนื่องจากประสาทส่วนกลางถูกกด ถูกทำลาย และตายในที่สุด

ขนาดของบอแรกซ์ที่เป็นอันตราย

1. ขนาดที่ทำให้เกิดพิษ 5 – 10 กรัม ในผู้ใหญ่
2. ขนาดที่ทำให้ตาย 15 – 30 กรัม ในผู้ใหญ่
3. ขนาดที่ทำให้เกิดพิษและตาย 4.5 – 1.4 กรัม ในเด็กอาจจะทำให้ตายได้ภายใน 2 – 3 วัน

การนำบอแรกซ์มาใช้ในอาหาร

เนื่องจากสารบอแรกซ์ทำให้อาหารมีลักษณะยุ่ย กรอบ และมีคุณสมบัติเป็นวัตถุกันเสียอยู่ด้วย จึงมีการนำมาใช้ผลิตอาหารประเภทลูกชิ้น หมูยอ ทอดมัน ไส้กรอก แป้งกรอบ ลอดช่อง ผงวุ้น ทับทิมกรอบ

มะม่วงต้อง ผักผลไม้ต้อง และยังพบว่ามีการนำเอาบอแรกซ์ไปละลายน้ำแล้วทาที่เนื้อหมู เนื้อวัว เพื่อให้ดูสดใสมันบูตเน่าก่อนเวลา บางแห่งใช้เนื้อวัว เนื้อหมู จุ่มลงในน้ำบอแรกซ์ นอกจากนี้ยังพบว่าการปลอมปนในผงชูรสเนื่องจากมีลักษณะเป็นผลึกเล็ก ๆ และเป็นผงซึ่งมีสีขาวคล้ายเศษของผงชูรส

จากข้อความที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่าผลิตภัณฑ์ที่เป็นสารเคมีต่าง ๆ ถ้านำมาผสมในสารปรุงแต่งอาหารและอาหาร มีบทบาทในชีวิตประจำวันของเรา สารเคมีบางอย่างเป็นอันตราย ดังนั้น นักเรียนควรศึกษาถึงวิธีการใช้ให้เข้าใจและใช้ให้ถูกกับงาน รวมถึงการเลือกซื้อให้ได้ผลิตภัณฑ์คุณภาพดี ได้มาตรฐานเพื่อให้ประโยชน์ได้ประโยชน์อย่างคุ้มค่าและปลอดภัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำเนื้อหาเกี่ยวกับสารปรุงแต่งอาหาร และสารเจือปนในอาหารมาสร้างเป็นชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถตรวจสอบหาสารเจือปนที่เป็นอันตราย ในสารปรุงแต่งอาหารและอาหารได้

3. เอกสารเกี่ยวกับชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์

3.1 ความหมายของชุดกิจกรรม

ชุดการสอนหรือชุดการเรียนรู้ มาจากคำว่า Instructional Package หรือ Learning Package เดิมใช้คำว่า "ชุดการสอน" เพราะเป็นสื่อที่ครูนำมาใช้ประกอบการสอน แต่ต่อมาแนวคิดในการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ได้เข้ามามีบทบาทมากขึ้น นักการศึกษาจึงเปลี่ยนมาใช้คำว่า "ชุดการเรียนรู้" (Learning Package) เพราะการเรียนรู้เป็นกิจกรรมของนักเรียนและการสอนเป็นกิจกรรมของครูกิจกรรมของครูกับนักเรียนจะต้องเกิดคู่กัน บุญเกื้อ ควรหาเวช (2542 : 91) และในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้คำว่า "ชุดกิจกรรม"

ประพฤติ ศิลพิพัฒน์ (2540 : 30) ได้ให้ความหมายของชุดกิจกรรมว่า เป็นสื่อที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง มีการจัดสื่อได้อย่างเป็นระบบ ช่วยให้ผู้เรียนเกิดความสนใจเรียนตลอดเวลา ทำให้เกิดทักษะในการแสวงหาความรู้

สุภารัตน์ ไผ่พงศาวงศ์ (2543 : 52) ได้ให้ความหมายของชุดกิจกรรมว่า สื่อการสอนที่ครูเป็นผู้สร้างประกอบขึ้นด้วยวัสดุอุปกรณ์หลายชนิด และองค์ประกอบอื่น เพื่อให้ผู้เรียนศึกษาและปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองโดยครูเป็นผู้ให้คำแนะนำช่วยเหลือ

เนื่อทอง น่ายี (2544 : 12) ได้ให้ความหมายของชุดกิจกรรมว่า ชุดของการเรียนหรือการฝึกที่ประกอบด้วยวัสดุอุปกรณ์หลายชนิด และองค์ประกอบอื่นที่ก่อให้เกิดความสมบูรณ์ในตัวเอง โดยที่ผู้สร้างได้รวบรวมและจัดอย่างเป็นระเบียบไว้ในกลุ่ม และชุดกิจกรรมนี้จะสร้างขึ้น เพื่อสนองวัตถุประสงค์หนึ่งวัตถุประสงค์ใด โดยมีชื่อเรียกตามการใช้งานนั้น ๆ เช่น ถ้าสร้างขึ้นเพื่อการศึกษาโดยมีวัตถุประสงค์จะให้ครูใช้ประกอบการสอน โดยเปลี่ยนบทบาทของครูให้พุดน้อยลง นักเรียนร่วมกิจกรรมมากขึ้นเรียกว่า "ชุดกิจกรรมสำหรับครู" (Instructional Package) แต่ถ้าให้ผู้เรียนเรียนจากชุดกิจกรรมนี้ โดยที่ผู้เรียนสามารถช่วยเหลือซึ่งกันและกันได้ระหว่างการประกอบกิจกรรมในลักษณะนี้เรียกว่า "ชุดกิจกรรม" (Learning Package)

จากความหมายที่กล่าวมาข้างต้นพอสรุปได้ว่า ชุดกิจกรรม หมายถึง สื่อการสอนที่ครูเป็นผู้สร้างขึ้นประกอบด้วยวัสดุอุปกรณ์หลายชนิดและองค์ประกอบอื่น เพื่อให้ผู้เรียนศึกษาและปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ตามความสามารถและความสนใจ โดยมีครูเป็นที่ปรึกษาให้คำแนะนำช่วยเหลือเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนได้รับความสำเร็จบรรลุตามจุดประสงค์ที่ตั้งไว้

3.2 ประเภทของชุดกิจกรรม

ในการที่ผู้สร้างจะตัดสินใจว่าจะสร้างชุดกิจกรรมในรูปแบบใดนั้น จะต้องศึกษารูปแบบและประเภทของชุดกิจกรรมว่ามีอยู่ที่ประเภท ในแต่ละประเภทมีจุดมุ่งหมายในการใช้ แตกต่างกันตามแต่ละประเภทของชุดกิจกรรมนั้น มีนักการศึกษาหลายท่านได้แบ่งประเภทของชุดกิจกรรมไว้ดังนี้

คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ (2524 : 250 –251) ได้แบ่งประเภทชุดกิจกรรมออกเป็น 3 ประเภท คือ

1. ชุดกิจกรรมสำหรับครู เป็นชุดสำหรับจัดให้ครูโดยเฉพาะ มีคู่มือและเครื่องมือสำหรับครู ซึ่งพร้อมที่จะนำไปใช้สอนให้เด็กเกิดพฤติกรรมที่คาดหวัง ครูเป็นผู้ดำเนินการควบคุมกิจกรรมทั้งหมด นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมโดยมีครูเป็นผู้ดูแล

2. ชุดกิจกรรมสำหรับนักเรียน เป็นชุดกิจกรรมสำหรับจัดให้นักเรียนเรียนด้วยตนเอง ครูมีหน้าที่เพียงจัดอุปกรณ์และมอบชุดกิจกรรมให้แล้วคอยรับรายงานเป็นระยะ ๆ ให้คำแนะนำเมื่อมีปัญหาและประเมินผล ชุดกิจกรรมนี้ จะฝึกการเรียนรู้ด้วยตนเองเมื่อนักเรียนจบการศึกษาจากโรงเรียนไปแล้ว ก็สามารถเรียนรู้หรือศึกษาสิ่งต่าง ๆ ได้ด้วยตนเอง

3. ชุดกิจกรรมที่ครูและนักเรียนใช้ร่วมกัน ชุดนี้มีลักษณะผสมระหว่างชุดแบบที่ 1 และชุดแบบที่ 2 ครูเป็นผู้คอยดูแล และกิจกรรมบางอย่างครูต้องเป็นผู้แสดงนำให้นักเรียนดู และกิจกรรมบางอย่างนักเรียนต้องทำด้วยตนเอง ชุดกิจกรรมแบบนี้เหมาะอย่างยิ่งที่จะใช้กับนักเรียนระดับมัธยมศึกษา ซึ่งจะเริ่มฝึกให้รู้จักการเรียนรู้ด้วยตนเองโดยมีครูเป็นผู้ดูแล

ศศิเกษม ทองยงค์ และลีลา สนิทานุเคราะห์ (2524 : 65 – 66) ได้กล่าวถึงประเภทของชุดกิจกรรม แบ่งตามลักษณะของการใช้ได้ 3 ประเภทดังนี้

1. ชุดกิจกรรมสำหรับประกอบการบรรยาย หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า ชุดกิจกรรมสำหรับครูใช้ คือ เป็นชุดกิจกรรมสำหรับกำหนดกิจกรรมและสื่อการเรียนให้ครูใช้ประกอบการบรรยาย เพื่อเปลี่ยนบทบาทการพูดของครูให้ลดน้อยลง และเปิดโอกาสให้นักเรียนร่วมกิจกรรมการเรียนรู้มากขึ้น ชุดกิจกรรมการสอนนี้จะมีเนื้อหาเพียงหน่วยเดียว และใช้กับนักเรียนทั้งชั้น

2. ชุดกิจกรรมสำหรับกิจกรรมแบบกลุ่ม ชุดกิจกรรมนี้มุ่งเน้นที่ตัวผู้เรียนได้ประกอบกิจกรรมร่วมกัน และอาจจัดการเรียนการสอนในรูปศูนย์การเรียน ชุดกิจกรรมแบบกิจกรรมกลุ่มจะประกอบด้วยชุดกิจกรรมย่อยที่มีจำนวนเท่ากับจำนวนศูนย์การเรียน ที่แบ่งไว้ในแต่ละหน่วย ในแต่ละศูนย์มีสื่อการเรียนหรือบทเรียนครบชุดตามจำนวนผู้เรียนในศูนย์กิจกรรมนั้น การเรียนอาจจะจัดอยู่ในรูปของรายบุคคล หรือผู้เรียนทั้งศูนย์ใช้ร่วมกันก็ได้ ผู้ที่เรียนจากชุดกิจกรรมแบบกิจกรรมกลุ่ม อาจจะต้องความช่วยเหลือจากครูเพียงเล็กน้อยในระยะเริ่มต้นเท่านั้น หลังจากเคยชินต่อวิธีการใช้แล้ว ผู้เรียนจะสามารถช่วยเหลือซึ่งกันและกันได้เองในขณะทำกิจกรรมการเรียนรู้ หากมีปัญหา ผู้เรียนสามารถซักถามครูได้เสมอ เมื่อจบการเรียนรู้แต่ละศูนย์แล้ว ผู้เรียนอาจสนใจการเรียนรู้เสริม เพื่อเจาะลึกถึงสิ่งที่อยากเรียนรู้ได้อีกจากศูนย์สำรองที่ครูจัดเตรียมไว้ เพื่อเป็นการไม่เสียเวลาที่จะต้องรอคอยผู้อื่น

3. ชุดกิจกรรมสำหรับรายบุคคล เป็นชุดกิจกรรมที่จัดระบบขั้นตอน เพื่อให้ผู้เรียนใช้เรียนด้วยตนเองตามลำดับขั้นความสามารถของแต่ละบุคคล เมื่อศึกษาจบแล้ว จะทำการทดสอบประเมินผลความก้าวหน้า และศึกษาชุดกิจกรรมชุดอื่นต่อไปตามลำดับ เมื่อมีปัญหาผู้เรียนจะปรึกษากันได้ในระหว่างผู้เรียน และผู้สอนพร้อมที่จะให้ความช่วยเหลือทันทีในฐานะผู้ประสานงานหรือผู้ชี้แนะแนวทาง ในการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมนี้

จัดขึ้นเพื่อส่งเสริมศักยภาพการเรียนรู้ของแต่ละบุคคล ให้พัฒนาการเรียนรู้ของตนเองไปได้จนสุดขีดความสามารถโดยไม่ต้องเสียเวลารอคอยผู้อื่น อันเป็นการถูกต้องและยุติธรรม ในการจัดการเรียนการสอนในปัจจุบันนี้ ชุดกิจกรรมแบบนี้บางครั้งเรียกว่า “บทเรียนโมดูล”

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่าชุดกิจกรรมในแต่ละประภะนั้นจะเป็นตัวกำหนดบทบาทของครูและนักเรียนแตกต่างกันออกไป การจะเลือกผลิตชุดกิจกรรมชนิดใดนั้น ขึ้นอยู่กับดุลพินิจของครูหรือผู้ผลิตเอง ดังนั้นในการสร้างชุดกิจกรรมการทดลองครั้งนี้ ผู้วิจัยจะยึดบทบาทให้นักเรียนเป็นผู้ทำการศึกษาเนื้อหาและปฏิบัติการทดลองด้วยตนเอง ในรูปแบบของชุดกิจกรรมแบบกิจกรรมกลุ่ม ครูผู้สอนทำหน้าที่เป็นผู้ชี้แนะแนวทางหรือคอยให้คำปรึกษาเมื่อนักเรียนพบปัญหาหรือข้อสงสัยที่เกิดจากการเรียนด้วยชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

3.3 องค์ประกอบของชุดกิจกรรม

ในการสร้างชุดกิจกรรมเพื่อนำมาใช้ในการเรียนการสอนในวิชาต่าง ๆ ผู้สร้างจะต้องศึกษาองค์ประกอบของชุดกิจกรรม ว่ามีองค์ประกอบหลักอะไรบ้าง เพื่อจะได้นำมากำหนดองค์ประกอบของชุดกิจกรรมที่สร้างขึ้น ซึ่งนักการศึกษาหลายท่าน ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของชุดกิจกรรมแตกต่างกันออกไป ประกอบด้วยส่วนสำคัญต่าง ๆ ดังนี้

บุญเกื้อ ควรหาเวช (2542 : 95 – 97) ได้กล่าวว่า องค์ประกอบที่สำคัญ ๆ ภายในชุดกิจกรรมสามารถจำแนกออกเป็น 4 ส่วน ดังนี้

1. คู่มือครู เป็นคู่มือและแผนการสอนสำหรับผู้สอนหรือผู้เรียนตามแต่ละชนิดของชุดกิจกรรม
2. บัตรคำสั่งหรือคำแนะนำ เป็นส่วนที่บอกให้ผู้เรียนดำเนินการเรียนหรือประกอบกิจกรรมแต่ละอย่างตามขั้นตอนที่กำหนดไว้
3. เนื้อหาสาระและสื่อ เป็นสื่อการสอนต่าง ๆ ที่บรรจุอยู่ในชุดกิจกรรม ตามบัตรคำที่กำหนดไว้
4. แบบประเมินผล เป็นแบบประเมินผลที่อยู่ในชุดกิจกรรม อาจจะเป็นแบบฝึกหัดให้เติมคำในช่องว่างเลือกคำตอบที่ถูก จับคู่ คูณผลจากการทดลองหรือให้ทำกิจกรรมเป็นต้น

วรรณทิพา รอดแรงคำและพิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ (2542 : 1– 2) ได้กล่าวว่าชุดกิจกรรมฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีองค์ประกอบที่สำคัญดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. ชื่อกิจกรรม เป็นส่วนที่บอกให้ทราบถึงลักษณะที่ต้องการฝึก
2. คำชี้แจง เป็นส่วนที่อธิบายความมุ่งหมายและความสำคัญของกิจกรรม
3. จุดมุ่งหมาย เป็นส่วนที่ระบุจุดมุ่งหมายที่สำคัญของกิจกรรมนั้น ๆ

3.1 จุดมุ่งหมายทั่วไป เป็นส่วนที่บอกจุดหมายปลายทางหรือพฤติกรรมที่ต้องการให้เกิดขึ้นตามกิจกรรมนั้น

3.2 จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม เป็นส่วนที่ชี้บ่งให้ผู้เรียนได้แสดงพฤติกรรมที่กำหนดโดยสังเกตและวัดได้ และเป็นไปตามเกณฑ์ที่คาดหวัง

4. แนวคิด เป็นส่วนที่ระบุเนื้อหาหรือโมเดลของกิจกรรมนั้น
5. สื่อ เป็นส่วนที่ระบุถึงวัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็นในการดำเนินกิจกรรม
6. เวลาที่ใช้ เป็นส่วนที่ระบุจำนวนโดยประมาณว่ากิจกรรมนั้นควรใช้เวลาเพียงใด
7. ขั้นตอนการดำเนินกิจกรรม เป็นส่วนที่ระบุวิธีการจัดกิจกรรมเพื่อให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ วิธีจัดกิจกรรมนี้ได้จัดไว้เป็นเป็นขั้นตอน

7.1 ขั้นนำ เป็นการเตรียมความพร้อมของผู้เรียนก่อนเริ่มทำกิจกรรมฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แต่ละทักษะ

7.2 ขั้นกิจกรรม เป็นส่วนที่ช่วยให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรม ได้ฝึกปฏิบัติการทดลอง

7.3 ขั้นอภิปราย เป็นส่วนที่ผู้เรียนจะได้มีโอกาสนำเสนอประสบการณ์ที่ได้รับจากขั้นกิจกรรมมาวิเคราะห์ เพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ชัดเจนและแม่นยำ

7.4 ขั้นสรุป เป็นส่วนที่ผู้สอนและผู้เรียนประมวลข้อความรู้ที่ได้จากขั้นกิจกรรมและขั้นอภิปรายแล้วนำมาสรุปหาสาระและใจความสำคัญ

8. การประเมินผล เป็นการทดสอบผู้เรียนหลังจากจบบทเรียนของแต่ละกิจกรรม

9. ภาคผนวก เป็นส่วนที่ให้ความรู้กับครูผู้สอน

จากการที่มีนักศึกษากำหนดองค์ประกอบของชุดกิจกรรมไว้หลายรูปแบบ สรุปได้ว่าองค์ประกอบของชุดกิจกรรมส่วนใหญ่จะคล้ายคลึงกันมีองค์ประกอบหลักที่สำคัญ คือ ชื่อกิจกรรม แนวคิดหลัก คำชี้แจงจุดประสงค์ของกิจกรรม เวลาที่ใช้ เนื้อหา วัสดุอุปกรณ์และสารเคมี กิจกรรม คำถามท้ายกิจกรรม แนวคำตอบท้ายกิจกรรม และความรู้เพิ่มเติม ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดองค์ประกอบของชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

สำหรับงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดองค์ประกอบของชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ ตามขั้นตอนรายละเอียดต่อไปนี้

1. ใบความรู้ เป็นส่วนที่ระบุเนื้อหาและรายละเอียดต่าง ๆ ของแต่ละกิจกรรมการทดลอง
2. ชื่อกิจกรรมการทดลอง เป็นส่วนที่ระบุชื่อกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์
3. สาระสำคัญ เป็นส่วนที่ระบุเนื้อหาของกิจกรรมการทดลอง เพื่ออธิบายให้นักเรียนทราบว่าอะไรเป็นส่วนที่สำคัญที่นักเรียนจะได้รับและเข้าใจ จากการเรียนตามกิจกรรมการทดลอง
4. จุดประสงค์การทดลอง เป็นส่วนที่ระบุเป้าหมายที่ต้องการให้นักเรียนบรรลุผล
5. เวลาที่ใช้ในการทดลอง เป็นส่วนที่ระบุเวลาในการเรียนในชุดกิจกรรมการทดลอง
6. สมมติฐาน เป็นข้อความที่แสดงการคาดคะเนคำตอบล่วงหน้า
7. ตัวแปรที่ศึกษา เป็นส่วนที่ชี้บ่งได้ว่า ตัวแปรใดเป็นตัวแปรต้น ตัวแปรใดเป็นตัวแปรตาม และตัวแปรใดเป็นตัวแปรควบคุม ในการหาความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นระหว่างตัวแปรในสมมติฐานหนึ่ง ๆ
8. อุปกรณ์และสารเคมี เป็นส่วนที่ระบุอุปกรณ์และสารเคมีที่ต้องใช้ในการปฏิบัติกิจกรรมการทดลอง
9. วิธีทำการทดลอง เป็นส่วนระบุขั้นตอนของกิจกรรมที่นักเรียนปฏิบัติ ทดลอง บันทึกผลการปฏิบัติกิจกรรมการทดลอง
10. ตารางบันทึกผลการทดลอง เป็นส่วนที่ระบุสิ่งที่นักเรียนต้องปฏิบัติในการทำกิจกรรมการทดลอง และบันทึกผลข้อมูลที่ได้จากการทำกิจกรรมการทดลอง
11. คำถามท้ายการทดลอง เป็นส่วนที่ระบุข้อคำถามหลังการปฏิบัติกิจกรรมการทดลอง
12. การอภิปรายและสรุปผลการทดลอง เป็นส่วนที่ผู้เรียนจะได้มีโอกาสนำเสนอประสบการณ์ที่ได้รับจากขั้นกิจกรรมมาวิเคราะห์ เพื่อให้เกิดความเข้าใจชัดเจน และเป็นส่วนที่ผู้สอนและผู้เรียนประมวลข้อความรู้ที่ได้จากขั้นกิจกรรมและขั้นอภิปราย แล้วนำมาสรุปเนื้อหาสาระและใจความสำคัญของกิจกรรมนั้น ๆ

3.4 หลักในการสร้างชุดกิจกรรม

เมื่อจะลงมือสร้างชุดกิจกรรม ผู้สร้างจะต้องรู้ถึงหลักการสร้างชุดกิจกรรม ว่าจะต้องมีการดำเนินการอย่างไร ซึ่งก็ได้มีนักการศึกษาหลายท่านที่ได้เสนอหลักในการสร้างชุดกิจกรรมไว้ดังนี้

บัททิส (Butts. 1974 : 85) ได้เสนอหลักการสร้างชุดกิจกรรมไว้ดังนี้

1. ก่อนที่จะสร้างจะต้องกำหนดโครงร่างคร่าว ๆ ก่อนว่า จะเขียนเกี่ยวกับเรื่องอะไร วัตถุประสงค์อะไร
2. ศึกษางานด้วยวิทยาศาสตร์และเอกสารที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่จะทำ
3. เขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและเนื้อหาที่สอดคล้องกัน
4. แจกวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเป็นกิจกรรมย่อย ๆ โดยคำนึงถึงความเหมาะสมของผู้เรียน
5. กำหนดอุปกรณ์ที่จะใช้ในกิจกรรมแต่ละตอนให้เหมาะสมกับแบบฝึกหัด
6. กำหนดเวลาที่ใช้ในแบบฝึกแต่ละตอนให้เหมาะสม
7. กำหนดการประเมินผลว่าจะประเมินก่อนหรือหลังเรียน

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2523 : 122 – 123) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการผลิตชุดกิจกรรมเป็น 10 ขั้นตอน คือ

1. กำหนดหมวดหมู่เนื้อหา และประสบการณ์ อาจกำหนดเป็นหมวดวิชาหรือบูรณาการเป็นแบบสหวิทยาการ ตามที่เห็นเหมาะสม

2. กำหนดหน่วยการสอน แบ่งเนื้อหาวิชาการออกเป็นหน่วยการสอน โดยประมาณเนื้อหาวิชาที่จะให้ครูสามารถถ่ายทอดความรู้แก่นักเรียนได้ในหนึ่งสัปดาห์หรือหนึ่งครั้ง

3. กำหนดหัวเรื่อง ผู้สอนจะต้องถามตนเองว่า ในการสอนแต่ละหน่วยควรให้ประสบการณ์แก่ผู้เรียนอะไรบ้าง แล้วกำหนดออกมาเป็น 4 – 6 หัวเรื่อง

4. กำหนดมโนทัศน์และหลักการ มโนทัศน์และหลักการที่กำหนดขึ้นจะต้องสอดคล้องกับหน่วยและหัวเรื่อง โดยสรุปรวมนแนวคิด สาร และหลักเกณฑ์ที่สำคัญไว้ เพื่อเป็นแนวทางการจัดเนื้อหาการสอนให้สอดคล้องกัน

5. กำหนดวัตถุประสงค์ ให้สอดคล้องกับหัวเรื่อง เป็นจุดประสงค์ทั่วไปก่อน แล้วเปลี่ยนเป็นจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ต้องมีเงื่อนไขและเกณฑ์การเปลี่ยนพฤติกรรมไว้ทุกครั้ง

6. กำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ ให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ซึ่งจะเป็นแนวทางการเลือก และการผลิตสื่อการสอน "กิจกรรมการเรียนรู้" หมายถึงกิจกรรมทุกอย่างที่ผู้เรียนปฏิบัติ เช่น การอ่าน บัตรคำสั่ง ตอบคำถาม เขียนภาพ ทำการทดลองทางวิทยาศาสตร์ เล่นเกม ฯลฯ

7. กำหนดแบบประเมินผล ต้องประเมินผลให้ตรงกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยใช้แบบทดสอบอิงเกณฑ์ เพื่อให้ผู้สอนทราบว่าหลังจากผ่านกิจกรรมมาเรียบร้อยแล้ว นักเรียนได้เปลี่ยนพฤติกรรมการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่

8. เลือกและผลิตสื่อการสอน วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการที่ครูใช้ ถือเป็นสื่อการเรียนการสอนทั้งสิ้น เมื่อผลิตสื่อการสอนของแต่ละหัวเรื่องแล้ว ก็จัดสื่อการสอนเหล่านั้นไว้เป็นหมวดหมวดหมู่ ในกล่องที่เตรียมไว้ก่อนนำไปทดลองหาประสิทธิภาพ

9. หาประสิทธิภาพชุดกิจกรรม เพื่อเป็นการประกันว่า ชุดกิจกรรมที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพในการสอน ผู้สร้างจำต้องกำหนดเกณฑ์ขึ้นล่วงหน้า โดยคำนึงถึงหลักการที่ว่า การเรียนรู้เป็นกระบวนการเพื่อช่วยให้การเปลี่ยนพฤติกรรมของผู้เรียนบรรลุผล

10. การใช้ชุดกิจกรรม ชุดกิจกรรมที่ได้ปรับปรุงและมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ แล้วสามารถนำไปสอนผู้เรียนได้ตามประเภทของชุดกิจกรรม และตามระดับการศึกษา โดยกำหนดขั้นตอนในการใช้ดังนี้

- 10.1 ให้ผู้เรียนทำแบบสอบก่อนเรียน เพื่อพิจารณาพื้นฐานความรู้เดิมของผู้เรียน
- 10.2 ชี้นำเข้าสู่บทเรียน
- 10.3 ชั้นประกอบกิจกรรมการเรียนรู้ (ชั้นสอน)
- 10.4 ชั้นสรุปผลการสอน เพื่อสรุปมโนทัศน์และหลักการที่สำคัญ
- 10.5 ทำแบบสอบหลังเรียน เพื่อดูพฤติกรรมการเรียนรู้ที่เปลี่ยนไปแล้ว

จากข้อความที่กล่าวมาข้างต้นพอสรุปได้ว่า การสร้างชุดกิจกรรม ควรจะมีการวางแผน กำหนดเนื้อหา จุดมุ่งหมาย สื่อการเรียนการสอน เวลาที่ใช้ พร้อมทั้งมีการวัดและประเมินผล แล้วทำการทดลองใช้เพื่อปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่อง แล้วนำชุดกิจกรรมไปใช้สอนจริง ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ยึดขั้นตอนและหลักการสร้างชุดกิจกรรมของบัทส์ (Butts. 1974 : 85) และ ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2523 : 122 – 123) เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้

3.5 ประโยชน์ของชุดกิจกรรม

ในการใช้ชุดกิจกรรมเพื่อช่วยในการจัดการเรียนการสอนนั้น นักการศึกษาหลายท่าน ได้กล่าวถึงประโยชน์ของชุดกิจกรรมไว้ดังนี้

กรรณิกา ไพฑูริย์ (2541 : 21) , เนื้อทอง นวย (2544 : 22) และสมาลี โชติสุข (2544 : 29 – 30) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของชุดกิจกรรมไว้ดังนี้

1. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ใช้ความสามารถตามความต้องการของตน ช่วยให้ทุกคนประสบความสำเร็จในการเรียนรู้ได้ทั้งสิ้น ตามอัตราการเรียนรู้ของผู้นั้น
2. ฝึกการตัดสินใจแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง และทำให้ผู้เรียนมีความรับผิดชอบต่อตนเองและสังคม
3. ช่วยให้ผู้สอนสามารถถ่ายทอดเนื้อหาและประสบการณ์ที่ซับซ้อนและมีลักษณะเป็นนามธรรมสูง ซึ่งไม่สามารถถ่ายทอดด้วยการบรรยายได้ดี
4. ทำให้การเรียนรู้เป็นอิสระจากอารมณ์และบุคลิกภาพของครูผู้สอน
5. ช่วยสร้างความพร้อมและความมั่นใจให้กับผู้สอน
6. ได้รับความสนใจของผู้เรียนไม่ทำให้เกิดความเบื่อหน่ายในการเรียน
7. ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์เพื่อให้เกิดการพัฒนาในทุก ๆ ด้าน

จากที่กล่าวมาข้างต้นพอสรุปได้ว่า ประโยชน์ของชุดกิจกรรมจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการสอนของครู และส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียนให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้ โดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนศึกษาและปฏิบัติกิจกรรมจากชุดกิจกรรมด้วยตนเอง ซึ่งเป็นการเรียนโดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ ผู้เรียนจะมีส่วนร่วมในการปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ตามความสามารถของแต่ละบุคคล ทำให้นักเรียนไม่เบื่อหน่ายที่จะเรียน แต่มีความกระตือรือร้นที่จะค้นคว้าหาคำตอบด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนมีโอกาสในการฝึกทักษะปฏิบัติในด้านต่าง ๆ ได้ด้วย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้พัฒนาชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ โดยแต่ละชุดกิจกรรมประกอบด้วย 1) ใบความรู้ 2) ชื่อกิจกรรมการทดลอง 3) สารสำคัญ 4) จุดประสงค์การทดลอง 5) เวลาที่ใช้ในการทดลอง 6) สมมติฐาน 7) ตัวแปรที่ศึกษา 8) อุปกรณ์และสารเคมี 9) วิธีทำการทดลอง

10) ตารางบันทึกผลการทดลอง 11) คำถามท้ายการทดลอง และ 12) การอภิปรายและสรุปผลการทดลอง โดยเน้นการปฏิบัติการทดลอง เพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติการทดลองด้วยตนเอง และเรียนรู้จากประสบการณ์ตรง ซึ่งก่อให้เกิดประโยชน์ต่อการเรียนรู้มากยิ่งขึ้น

3.6 ความหมายของการทดลอง

นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของการทดลองไว้ดังนี้

สมจิต สวชนไพบูลย์ (2526 : 115) ได้ให้ความหมายของการทดลองไว้ว่า "การทดลอง" หมายถึง การกำหนดให้ผู้เรียนได้ทำงาน และการปฏิบัติการทดลองจริง โดยใช้อุปกรณ์การทดลองประกอบ อาจจะทดลองในห้องเรียน ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ หรือนอกห้องเรียนก็ได้ โดยมีจุดประสงค์เพื่อให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้าหรือเสาะแสวงหาความรู้ตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หรือเป็นการพิสูจน์ยืนยันว่าความรู้ที่รู้เป็นจริงที่สามารถพิสูจน์ทดลองได้

ลัดดาวัลย์ กัณหาสุวรรณ (2535 : 13) ได้ให้ความหมายของการทดลองไว้ว่า "การทดลอง" หมายถึง ความสามารถในการจัดกระบวนการทำการทดลอง ซึ่งประกอบด้วยวิธีการออกแบบการทดลอง รวมถึงการกำหนดตัวแปรต่าง ๆ การควบคุมตัวแปร และการลงมือทดลอง รวมไปถึงการบันทึกผลการทดลองด้วย

สมคิด สร้อยน้ำ (2540 : 293) ได้กล่าวถึงความหมายของการทดลองไว้ว่า "การทดลอง" หมายถึง กระบวนการพิสูจน์หรือสำรวจค้นหา เพื่อยืนยันความจริงในสิ่งที่สงสัย ในสิ่งที่อยาก رؤ้อยากเห็นหรือสิ่งที่เราไม่รู้อยากก่อน วิธีที่ค้นหานี้ อาจมีการตั้งสมมติฐานหรืออาจไม่มีก็ได้ โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

วรรณทิพา รอดแรงคำและพิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ (2542 : 5) ได้ให้ความหมายของการทดลองไว้ว่า "การทดลอง" หมายถึง กระบวนการปฏิบัติการเพื่อบำบัดข้อสงสัยจากสมมติฐานที่ตั้งไว้ในทดลอง

สุนีย์ เหมะประสิทธิ์ (2543 : 33) ได้ให้ความหมายของการทดลอง หมายถึง ความสามารถในการปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ อันได้แก่ การออกแบบ การปฏิบัติ และการบันทึกผลการทดลองเพื่อบำบัดข้อสงสัยหรือเพื่อทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ว่าเป็นจริงหรือเป็นเท็จ

จากข้อความที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า การทดลอง หมายถึง การกำหนดให้ผู้เรียนได้ทำงาน และการปฏิบัติการทดลองจริง โดยใช้อุปกรณ์การทดลองประกอบ อาจจะทดลองในห้องเรียน หรือนอกห้องเรียนก็ได้ การทดลองถือว่าเป็นส่วนสำคัญอย่างยิ่งในการสอนวิทยาศาสตร์ เพราะการทดลองนั้นจะช่วยให้นักเรียนเกิด ความสนใจ อยาก رؤ้อยากเห็นและเกิดความตื่นตัว ในการสอนวิทยาศาสตร์ไม่ว่าจะเป็นวิธีใด ก็จะต้องอาศัย การทดลองเป็นองค์ประกอบเสมอ ซึ่งการทดลองสามารถนำมาใช้ในกิจกรรมหลายอย่าง เช่น ใช้สร้างความสนใจ ใช้ตั้งคำถาม ตั้งปัญหา ตลอดจนช่วยตอบคำถามหรือแก้ปัญหา รวมถึงการช่วยให้นักเรียนรู้จักคิดอย่างมีเหตุผล

3.7 ความสำคัญของการปฏิบัติการทดลอง

มีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงความสำคัญของการปฏิบัติการทดลองไว้ดังนี้

มังกร ทองสุตติ (2522 : 5) ได้กล่าวว่า การปฏิบัติการทดลอง คือหัวใจสำคัญของการสอนวิทยาศาสตร์

ทบวงมหาวิทยาลัย (2525 : 6) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการปฏิบัติการทดลองว่า การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ควรจะเน้นให้นักเรียนได้ทำการทดลอง การทดลองเป็นกิจกรรมที่สำคัญจะขาดไม่ได้ และถ้านักเรียนได้ลงมือทำการทดลองด้วยตนเอง จะเป็นการเรียนรู้ด้วยประสบการณ์ตรง ถือว่าเป็นการเรียนรู้ที่ดีที่สุด

สวัณท์ นิยมคำ (2531 : 585) ได้กล่าวว่า วิทยาศาสตร์กับการทดลองเป็นของคู่กัน การทดลองจึงเป็นหัวใจของวิทยาศาสตร์ การปฏิบัติการทดลองวิทยาศาสตร์ จะช่วยฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในหลายทักษะ โดยเฉพาะทักษะการทดลอง

จากคำกล่าวของนักการศึกษา พอสรุปถึงความสำคัญของการปฏิบัติการทดลองได้ว่า ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เป็นแหล่งของปัญหาต่าง ๆ ที่จะให้นักเรียนได้แก้ปัญหา เพื่อหาคำตอบของปัญหาที่พบในห้องเรียนและในชีวิตประจำวัน การปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ช่วยให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในวิชาวิทยาศาสตร์ และช่วยให้นักเรียนเข้าใจขอบข่ายของวิทยาศาสตร์ เกิดความรู้สึกซาบซึ้งต่อบทบาทของนักวิทยาศาสตร์ที่มีต่อสังคมและการค้นคว้าหาความรู้ และช่วยเสริมสร้างให้เกิดทักษะภาคปฏิบัติและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

3.8 องค์ประกอบของการทดลอง

วรรณทิพา รอดแรงคำ และพิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ (2542 : 5) และสุนีย์ เหมะประสิทธิ์ (2543 : 33 - 34) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของการทดลองจะประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอน คือ

1. การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนลงมือทดสอบจริง
 2. การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติจริงและใช้อุปกรณ์ได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม
 3. การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลอง
- จากข้อความข้างต้นสรุปได้ว่า องค์ประกอบของการทดลองประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอน ได้แก่ การออกแบบการทดลอง การปฏิบัติการทดลอง และการบันทึกผลการทดลอง

3.9 ขั้นตอนในการทดลอง

การจัดกิจกรรมการทดลอง ได้มีนักการศึกษาได้กล่าวถึงขั้นตอนในการทดลองไว้ดังนี้ สมจิต สวชนไพบุลย์ (2526 : 115 - 116) ได้กล่าวถึงขั้นตอนในการทดลองมี 3 ขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นเตรียม
 - 1.1 ศึกษาเนื้อหาในบทเรียนอย่างละเอียด จัดแบ่งการทดลองให้นักเรียนทุกคน หรือจะแบ่งนักเรียนก็ได้
 - 1.2 ตั้งจุดมุ่งหมายของการทดลองทุกครั้ง
 - 1.3 อธิบายถึงระเบียบที่ควรปฏิบัติขณะทดลอง
 - 1.4 อธิบายถึงสื่อวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง
2. ขั้นตอนทดลอง
 - 2.1 ลงมือปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนต่าง ๆ
 - 2.2 สังเกตผลการปฏิบัติการทดลอง
 - 2.3 บันทึกผลการทดลอง
3. ขั้นสรุปและประเมินผล
 - 3.1 รายงานผลที่ได้จากการปฏิบัติการทดลอง
 - 3.2 สังเกตพฤติกรรมขณะลงมือปฏิบัติการทดลอง
 - 3.3 ตรวจสอบผลงานของการปฏิบัติการทดลอง

สมจิต สร้อยน้ำ (2540 : 227 – 229) ได้กล่าวถึงขั้นตอนในการทดลองมีอยู่ด้วยกัน 4 ขั้นตอน คือ

- ขั้นที่ 1 การเตรียมการปฏิบัติการทดลอง (การเตรียมกิจกรรม)
- ขั้นที่ 2 การนำเข้าสู่การปฏิบัติการทดลอง (การอภิปรายก่อนการทดลอง)
- ขั้นที่ 3 การปฏิบัติการทดลอง (การลงมือปฏิบัติกิจกรรมตามขั้นตอนที่2)
- ขั้นที่ 4 การสรุปและประเมินผลการปฏิบัติการทดลอง (การอภิปรายหลังการทดลอง)

เทอด แก้วศิริ (2541 : 94) ได้กล่าวถึงขั้นตอนในการทดลองแบ่งเป็น 4 ขั้นตอน คือ

1. ขั้นกำหนดปัญหา
2. ขั้นตั้งสมมติฐาน
3. ขั้นทดลองและสังเกต
4. ขั้นสรุปผลการทดลอง

การแบ่งขั้นตอนของการทดลองเป็น 4 ขั้นตอนนี้ เป็นวิธีการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ดำเนินการศึกษาค้นคว้า โดยอาจเพิ่มขั้นตอนการตั้งสมมติฐานเพื่อคาดคะเนคำตอบที่อาจเป็นไปได้ จึงออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานและสรุปผลการทดลองต่อไป

จากข้อความข้างต้นสรุปได้ว่าขั้นตอนในการทดลอง มี 3 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นเตรียม ขั้นทดลอง และขั้นสรุปและประเมินผลการทดลอง ซึ่งเป็นการพัฒนาความคิดของนักเรียนได้เป็นอย่างดี ฟังระลึกเสมอว่า สิ่งที่จะทดลองนั้น ควรพยายามให้เกิดจากความต้องการของนักเรียนโดยตรง อันจะเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนดำเนินการทดลองด้วยความตั้งใจ

3.10 ประโยชน์ของการทดลอง

นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงประโยชน์ของการทดลองไว้ดังนี้

สมจิต สวชนไพบุลย์ (2526 : 116 – 117) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการทดลองไว้ดังนี้

1. นักเรียนจะได้ประสบการณ์ตรง เป็นการศึกษาหาความรู้ด้วยตนเอง
2. ส่งเสริมให้นักเรียนได้แสวงหาความรู้โดยใช้กระบวนการวิทยาศาสตร์
3. นักเรียนมีโอกาสฝึกทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์

• 4. เสริมสร้างเจตคติทางวิทยาศาสตร์ให้แก่นักเรียน เช่น การทำงานร่วมกัน การเป็นคนมีเหตุผล ยินดีรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ฯลฯ

5. นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม ก่อให้เกิดความสนุกสนาน และกระตือรือร้นที่จะแสวงหาความรู้ นั้น ๆ

สรศักดิ์ แพรดำ (2544 : 382) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการทดลองไว้ดังนี้

1. ช่วยกำหนดวิธีทดลองและสื่อการเรียนที่เหมาะสม
2. ช่วยในการดำเนินการทดลอง เพื่อทดสอบสมมติฐาน
3. ช่วยฝึกและพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่าง ๆ
4. ใช้ในการวิจัย ศึกษาค้นคว้า และทดลอง เพื่อหาข้อยุติของปัญหา
5. ช่วยให้มีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์

จากข้อความที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่าประโยชน์ของการทดลอง คือ เพื่อช่วยให้นักเรียนได้ฝึกประสบการณ์ตรงในการศึกษาหาความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเสริมสร้างเจตคติทางวิทยาศาสตร์ให้แก่เรียนอีกด้วย

4. เอกสารเกี่ยวกับผลการเรียนรู้

4.1 ด้านความรู้

4.1.1 ความหมายของผลการเรียนรู้ด้านความรู้

ผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เป็นพฤติกรรมที่คาดหวังให้เกิดขึ้นกับตัวผู้เรียน หลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของครู มีนักการศึกษาหลายท่าน ได้ให้ความหมายของผลการเรียนรู้ด้านความรู้ ซึ่งเดิมเรียกว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ดังนี้

วาริ ว่องพินยรัตน์ (2530 : 1) ได้ให้ความหมายของการวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ หมายถึง การวัดดูว่า นักเรียนมีพฤติกรรมต่าง ๆ ตามที่กำหนดไว้ในจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนมากน้อยเพียงใด เป็นการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงในด้านต่าง ๆ ของสมรรถภาพทางสมอง ซึ่งเป็นผลจากการได้รับการฝึกอบรมในช่วงที่ผ่านมา อันเป็นเรื่องของอดีต

อรพินท์ คันธาวะ (2544 : 42) ได้ให้ความหมายของผลการเรียนรู้ด้านความรู้ หมายถึง ผลที่เกิดจากการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนด้านความรู้ ความคิด ซึ่งประกอบด้วยความสามารถด้านความรู้ ความจำ ความเข้าใจ ทักษะกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และการนำความรู้วิธีการทางวิทยาศาสตร์หรือทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหา

จากการให้ความหมายของนักการศึกษาหลายท่าน พอสรุปได้ว่า ผลการเรียนรู้ด้านความรู้ หมายถึง ผลที่เกิดจากการเรียนรู้ของนักเรียนด้านความรู้ ความคิด ซึ่งประกอบด้วยความสามารถด้านความรู้ ความจำ ความเข้าใจและการนำไปใช้ในการแก้ปัญหา

4.1.2 กรอบพฤติกรรมที่ต้องการวัด

การวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เป็นการวัดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมสมรรถภาพทางสมอง และสติปัญญา เช่น ด้านความรู้ – ความจำ ด้านความเข้าใจ ในเรื่องราวที่เรียนไปแล้วมากน้อยเพียงใด โดยใช้แบบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ ซึ่งสามารถวัดและประเมินผลได้

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2545 : 110 – 113 ; อ้างอิงจาก Kolpfer.1971) ได้กล่าวถึงการประเมินผลการเรียนรู้ด้านความรู้ ซึ่งวัดได้จากพฤติกรรม 4 ด้าน ดังนี้

1. พฤติกรรมด้านความรู้ หมายถึง พฤติกรรมที่แสดงว่านักเรียนมีความจำเรื่องต่าง ๆ ที่ได้รับรู้จากการค้นคว้า ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากการอ่านหนังสือ และการฟังคำบรรยายเป็นต้น ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ แบ่งเป็น 9 ประเภท คือ

- 1) ความรู้เกี่ยวกับความจริงเดียว
- 2) ความรู้เกี่ยวกับมโนคติหรือมโนทัศน์
- 3) ความรู้เกี่ยวกับหลักการและกฎวิทยาศาสตร์
- 4) ความรู้เกี่ยวกับข้อตกลง
- 5) ความรู้เกี่ยวกับลำดับขั้นตอนของปรากฏการณ์ต่าง ๆ
- 6) ความรู้เกี่ยวกับเกณฑ์ในการแบ่งประเภทของสิ่งต่าง ๆ

7) ความรู้เกี่ยวกับเทคนิคและกรรมวิธีทางวิทยาศาสตร์

8) ความรู้เกี่ยวกับศัพท์วิทยาศาสตร์

9) ความรู้เกี่ยวกับทฤษฎี

2. พฤติกรรมด้านความเข้าใจ หมายถึง พฤติกรรมที่นักเรียนใช้ความคิดที่สูงกว่าความรู้ – ความจำ แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

1) ความเข้าใจข้อเท็จจริง วิธีการ กฎเกณฑ์ หลักการ และทฤษฎีต่าง ๆ คือ เป็นการบรรยายในรูปแบบใหม่ที่แตกต่างจากที่เคยเรียนมา

2) ความเข้าใจเกี่ยวกับการแปลความหมายของข้อเท็จจริง คำศัพท์ มโนคติ หลักการ และทฤษฎีที่อยู่ในรูปของสัญลักษณ์หนึ่งไปเป็นรูปของสัญลักษณ์อื่นได้

3. พฤติกรรมด้านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมที่นักเรียนแสวงหาความรู้ และแก้ปัญหาด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งการดำเนินการต้องอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์

4. พฤติกรรมด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ หมายถึง พฤติกรรมที่นักเรียนนำความรู้ มโนทัศน์ หลักการ กฎ ทฤษฎี ตลอดจนวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ได้ โดยสามารถแก้ปัญหาได้อย่างน้อย 3 ประเภท คือ

1) แก้ปัญหาที่เป็นเรื่องวิทยาศาสตร์ในสาขาเดียวกัน

2) แก้ปัญหาที่เป็นเรื่องของวิทยาศาสตร์สาขาอื่น

3) แก้ปัญหาที่นอกเหนือจากเรื่องของวิทยาศาสตร์

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาผลการเรียนรู้ด้านความรู้ โดยใช้แบบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก แบ่งพฤติกรรมที่ต้องวัดออกเป็น 3 ด้าน คือ 1) ด้านความรู้ – ความจำ 2) ด้านความเข้าใจ และ 3) การนำไปใช้ โดยแยกประเด็นการศึกษาเป็น 2 ประเด็น คือ 1) เปรียบเทียบผลการเรียนรู้ด้านความรู้ก่อนเรียนและหลังเรียน และ 2) ศึกษาผลการเรียนรู้ด้านความรู้หลังเรียนอยู่ในระดับดี (มีค่าร้อยละ 60) ซึ่งเป็นค่าร้อยละที่ใช้ในการกำหนดเกณฑ์ ได้มาจากการนำชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” พร้อมทั้งนำแบบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” ไปทดลองใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 9 คน พบว่า นักเรียนมีผลการเรียนรู้ด้านความรู้หลังเรียน โดยพิจารณาเป็นรายด้าน ดังนี้ 1) ด้านความรู้ – ความจำ คิดเป็นร้อยละ 64.56 2) ด้านความเข้าใจ คิดเป็นร้อยละ 67.75 และ 3) ด้านการนำไปใช้ คิดเป็นร้อยละ 61.57 จากการทดลองใช้แบบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ จะเห็นว่านักเรียนได้คะแนนอยู่ระหว่างร้อยละ 61.57 – 67.75 ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกกำหนดเกณฑ์อยู่ที่ระดับปานกลาง (มีค่าร้อยละ 60)

4.2 ด้านความคิดเชิงสรุป โดยการทำแผนที่ความคิด (Mind Mapping)

4.2.1 ความหมายของแผนที่ความคิด (Mind Mapping)

แผนที่ความคิด (Mind Mapping) เป็นคำที่แปลมาจากคำว่า “Concept” ซึ่งมีผู้ให้คำแปลเป็นภาษาไทยคำอื่น ๆ ในความหมายเดียวกันอีกหลายคำ เช่น มโนทัศน์ สังกัป ความคิดรวบยอด มโนภาพ มโนคติ แผนภาพการเชื่อมโยงมโนทัศน์ หรือ แผนที่มโนทัศน์ หรือผังมโนทัศน์ ฯลฯ ซึ่งนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของแผนที่ความคิด (Mind Mapping) ไว้ดังนี้

มนัส บุญประกอบ (2542 : 3) ได้ให้ความหมายของแผนที่ความคิด (Mind Mapping) ว่า หมายถึง ลักษณะของการเชื่อมโยงแนวคิดหลักและแนวคิดรอง ๆ ถัดลงไป ซึ่งสะท้อนถึงความรู้ความเข้าใจของผู้สร้างแผนที่ความคิด (Mind Mapping) นั้นเป็นอย่างดี

โนแวก , โกวิน และ โจแฮนเซน (Novak ,Gowin and Johansen.1983) ได้ให้ความหมายของแผนที่ความคิด (Mind Mapping) ไว้ว่า “เป็นการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความคิดหลักกับความคิดรอง โดยมีคำหรือข้อความเชื่อม เพื่อให้แผนที่ความคิด (Mind Mapping) เหล่านั้นมีความหมาย โดยจัดความคิดหลักให้อยู่ด้านบนสุด จากนั้นค่อยๆ ลดลำดับลงมาเป็นความคิดรองลงมาจนถึงความคิดที่เฉพาะเจาะจง แผนที่ความคิด (Mind Mapping) เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า และเป็นยุทธศาสตร์ในการสอนเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย”

สุกานดา สมณัฐวิชัย (2539 : 9) สรุปไว้ว่า แผนที่ความคิด (Mind Mapping) หมายถึง แผนภาพที่แสดงความสัมพันธ์อย่างมีความหมาย ของความคิดเรื่องใดเรื่องหนึ่ง ที่ถูกจัดวางอย่างมีลำดับชั้น โดยมีคำหรือข้อความเชื่อมความสัมพันธ์ของความคิดเหล่านั้น ความคิดหลักกว้างจะอยู่ด้านบน เรียงลำดับลงมาจนถึงความคิดรองที่มีความหมายแคบที่สุด

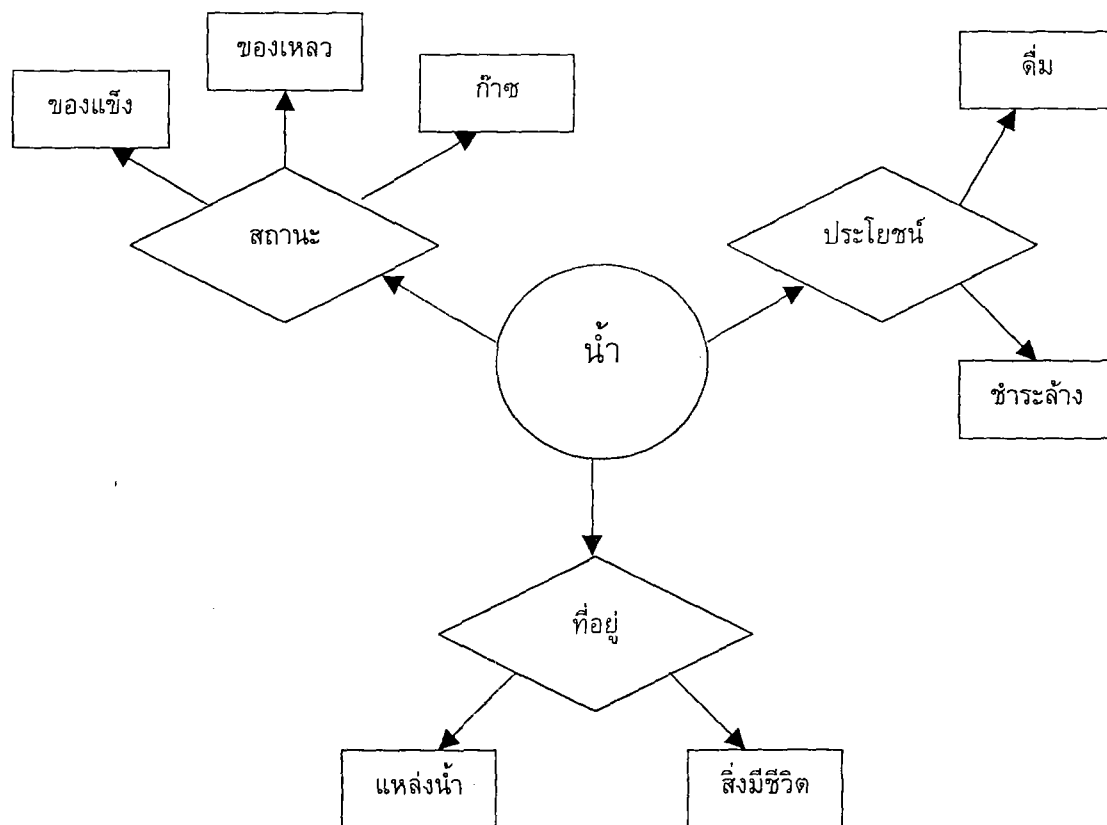
อิศรา ชัยพันธ์วิริยาพร (2542 : 7) ได้ให้ความหมายของแผนที่ความคิด (Mind Mapping) ว่า หมายถึง ความคิดรวบยอดที่เกิดจากความเข้าใจเกี่ยวกับประสบการณ์ที่ได้รับจากการสังเกต จากความรู้เดิม เชื่อมกับความรู้ใหม่ แล้วนำมาสัมพันธ์เกี่ยวข้องกันอย่างมีความหมาย

จากการให้ความหมายของนักการศึกษาหลายท่าน พอสรุปได้ว่า แผนที่ความคิด (Mind Mapping) เป็นเครื่องมือในการเรียนการสอนอย่างหนึ่ง ซึ่งอาจใช้เป็นสื่อการเรียนการสอน (Concept Maps) หรือ เป็นเทคนิคหรือกลยุทธ์ในการเรียนการสอน (Concept Mapping) โดยแสดงได้ในลักษณะของแผนภาพที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความคิดต่าง ๆ อย่างมีความหมาย และมีลำดับชั้นของเนื้อหาวิชาที่สอน

4.2.2 การสร้างและรูปแบบของแผนที่ความคิด (Mind Mapping)

โนแวกและเกวิน คิดการเขียนแผนที่ความคิดว่าต้องประกอบด้วย

1. ระบุความคิดต่าง ๆ ที่สำคัญ และที่เกี่ยวข้อง ทั้งความคิดหลัก ความคิดรอง และความคิดย่อย นั่นคือ ให้ระบุความคิดที่กว้างหรือทั่วไปก่อน แล้วจึงระบุความคิดที่ลึกหรือเฉพาะเจาะจง
2. จัดลำดับชั้น โดยมีการจัดกลุ่มความคิดที่อยู่ในระดับเดียวกัน หรือที่เกี่ยวข้องกัน และจัดเรียงลำดับจากกว้างไปลึก จากลักษณะทั่วไปสู่ที่เฉพาะเจาะจง
3. มีการเชื่อมโยงความคิด ระหว่างความคิดหลัก ความคิดรอง และความคิดย่อยต่าง ๆ ด้วยเส้นดังตัวอย่างต่อไปนี้



ภาพประกอบ 2 แสดงตัวอย่างแผนที่ความคิด (Mind Mapping) เรื่อง “น้ำ” ในระดับประถมศึกษา

ที่มา : ดัดแปลงมาจาก มนัส บุญประกอบ. (2542 : 4)

จากตัวอย่างรูปแบบการเขียนแผนที่ความคิด (Mind Mapping) ดังกล่าว สามารถบูรณาการใช้กับกลุ่มสาระอื่นได้อีก โดยให้นักเรียนฝึกคิดและเขียน พร้อมทั้งให้อิสระนักเรียนในการตกแต่งแผนที่ความคิดได้ ซึ่งนักเรียนอาจจะใช้เป็นรูปวงรี วงกลม สี่เหลี่ยม หรือรูปลักษณะอื่น ๆ ส่วนการเชื่อมระหว่างความคิด อาจใช้เส้นโค้ง เส้นตรง หรือลูกศร และอาจวาดรูปประกอบเพื่อความสวยงาม อันจะช่วยให้นักเรียนรู้จักใช้เหตุผล การคิดวิเคราะห์ การวางแผน จัดลำดับความสัมพันธ์ของความคิดได้อย่างเป็นระบบ นอกจากนี้ยังได้ใช้ความคิดสร้างสรรค์ การมองภาพรวม การบูรณาการความรู้และความคิด มิติสัมพันธ์ และศิลปะในการตกแต่งแผนที่ความคิดให้สวยงาม ทั้งด้านรูปร่าง สี และการออกแบบ ได้อีกด้วย

4.2.3 เกณฑ์การให้คะแนนสำหรับแผนที่ความคิด (Mind Mapping)

แผนที่ความคิด (Mind Mapping) ที่นักเรียนเขียนมีลักษณะหลากหลาย จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการให้คะแนนอย่างเป็นระบบ โดยผู้ให้คะแนนจะต้องพิจารณาเกณฑ์การให้คะแนนแผนที่ความคิด (Mind Mapping) ให้ครอบคลุมเนื้อหา โนแวกและโกวิน (Novak and Gowin. 1985 : 41-42) ให้หลักในการพิจารณา ดังนี้

1. ประพจน์ ความสัมพันธ์ทางความหมายระหว่างความคิดสองคำที่แสดงไว้โดยเชื่อมโยง และคำเชื่อมมีความสัมพันธ์สมเหตุสมผลหรือไม่ ประพจน์ที่มีความสมเหตุสมผลให้คะแนนประพจน์ละ 1 คะแนน

2. การจัดลำดับขั้น แผนที่ความคิด (Mind Mapping) ที่เขียนขึ้นได้แสดงถึงการจัดลำดับหรือไม่
ความคิดหลัก ⇨ ความคิดรอง ⇨ ความคิดย่อย ⇨ ความคิดเฉพาะเจาะจง ⇨ ตัวอย่าง

(1)

(2)

(3)

(4)

ให้คะแนนระดับละ 5 คะแนน แล้วนำมาคูณกับจำนวนลำดับขั้นที่นักเรียนเขียนขึ้น

3. การเชื่อมโยงข้าม การเชื่อมโยงระหว่างสาขาของความคิดที่แสดงความสัมพันธ์กันอย่าง
สมเหตุสมผล ให้คะแนน 10 คะแนน สำหรับการเชื่อมโยงระหว่างสาขา ซึ่งสมเหตุสมผลแต่ละการเชื่อมโยงข้าม

4. ตัวอย่าง การยกตัวอย่างหรือเหตุการณ์ที่สมเหตุสมผลของสิ่งที่แผนที่ความคิด (Mind
Mapping) บ่งบอกไว้ ให้คะแนนตัวอย่างละ 1 คะแนน

5. เขียนแผนที่ความคิด (Mind Mapping) ขึ้นและกำหนดคะแนนของแผนที่ความคิด
(Mind Mapping) นั้นเป็นเกณฑ์ เมื่อนักเรียนเขียนแผนที่ความคิด (Mind Mapping) ขึ้นมา และมีการตรวจ
ให้คะแนน แล้วนำคะแนนของนักเรียน มาเปรียบเทียบกับร้อยละกับคะแนนของแผนที่ความคิด (Mind Mapping)
ที่เขียนขึ้นไว้

ในการวิจัยครั้งนี้ การตรวจให้คะแนนแผนที่ความคิด (Mind Mapping) ผู้วิจัยกำหนดเกณฑ์
ขึ้นพิจารณาให้คะแนนในรูปของรูบริกส์ (Rubric) โดยอาศัยรูปแบบเกณฑ์ดังกล่าวในการให้คะแนน

4.2.4 ประโยชน์ของการนำแผนที่ความคิด (Mind Mapping) มาใช้ในการศึกษา

จากการนำแผนที่ความคิด (Mind Mapping) มาประยุกต์ใช้เพื่อพัฒนากระบวนการเรียนการสอน
เพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ตรงตามวัตถุประสงค์และเนื้อหา เกิดการเรียนรู้อย่างต่อเนื่องและยั่งยืน
ซึ่งนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงประโยชน์ของแผนที่ความคิด (Mind Mapping) ไว้ สรุปสังเขปได้ดังนี้

ประโยชน์สำหรับผู้สอน

1. ใช้เป็นเครื่องมือในการเตรียมการสอนของครู เนื่องจากแผนที่ความคิด (Mind
Mapping) จะแสดงความสัมพันธ์กันระหว่างความคิด ทำให้ผู้สอนรู้ได้ว่าการเรียนแต่ละความคิด ผู้เรียน
ควรจะมีความรู้ในเรื่องใดมาก่อนบ้าง ผู้สอนจะสามารถนำไปใช้วางแผนการสอนให้เหมาะสมกับผู้เรียน และใช้
ลำดับเนื้อหาในการสอน

2. ใช้เป็นเครื่องมือในการประเมินผลการเรียนของผู้เรียน โดยการให้ผู้เรียนสรุปสิ่งที่เรียนเป็น
แผนที่ความคิด (Mind Mapping) หรือตอบข้อสอบ โดยใช้แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความคิด เพื่อ
แสดงความเข้าใจในเนื้อหานั้น ๆ

3. ใช้แผนที่ความคิด (Mind Mapping) เป็นแผนผังทิศทางการเรียน โดยครูเขียนแผนที่
ความคิด (Mind Mapping) แสดงให้นักเรียนดูถึงเนื้อหาในภาคเรียนหนึ่ง ๆ ซึ่งจะเป็นเครื่องมือที่ช่วยให้
นักเรียนในการค้นหาและย้อนระลึกความรู้ความคิดที่เกี่ยวข้อง ซึ่งทั้งครูและนักเรียนจะได้มองได้ง่าย ว่าเรา
กำลังอยู่ตรงไหน ผ่านที่ใดมาบ้าง และกำลังจะไปไหน

ประโยชน์สำหรับนักเรียน

1. ใช้เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้สำหรับผู้เรียน โดยการใช้แผนที่ความคิด (Mind Mapping) ในการสรุปความหมายสิ่งที่เรียน จะทำให้นักเรียนจดจำได้ดีและมีความคงทน เพราะได้เห็นถึงความสัมพันธ์ของสิ่งที่เรียนไปทั้งหมด และสามารถจับประเด็นสำคัญได้ โดยนักเรียนสามารถสรุปประเด็นต่าง ๆ จากเนื้อหาในตำราเรียน หนังสือพิมพ์ และวารสารทางวิชาการ นอกจากนี้ยังเป็นการสะดวกสำหรับการอ่านทบทวน ทำให้ประหยัดเวลาด้วย

2. ในรายวิชาหนึ่ง ๆ ถ้ามีการสร้างแผนที่ความคิด (Mind Mapping) ไว้ประจำวิชา จะทำให้นักเรียนและผู้สอน มองภาพรวมของความสัมพันธ์ระหว่างความคิดทั้งรายวิชาได้ และแผนภาพนั้นจะเป็นสิ่งกำกับหรือแผนที่ ที่จะกำหนดทิศทางให้นักเรียนและผู้สอน ได้ดำเนินกิจกรรมของตนเองไปในทางเดียวกันได้รู้ว่าได้เรียนได้สอนอะไรไปบ้างแล้ว ถึงส่วนใดของแผนที่ความคิด (Mind Mapping) ประจำรายวิชาแล้ว และกำลังจะเรียนอะไรต่อไป

3. ช่วยกำหนดแนวทางในการทำการปฏิบัติทดลอง หรือกำหนดกิจกรรมการเรียนการสอน ซึ่งทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและปฏิบัติตามการทดลองได้ตามวัตถุประสงค์

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาผลการเรียนรู้ด้านความคิดเชิงสรุป โดยการทำแผนที่ความคิด (Mind Mapping) หลังเรียนจบแต่ละกิจกรรมการทดลอง โดยใช้แบบวัดผลการเรียนรู้ด้านความคิดเชิงสรุป เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 3 ระดับ คือ 3, 2 และ 1 หมายถึง ดี พอใช้ และต้องปรับปรุง ตามลำดับ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งในการศึกษาผลการเรียนรู้ด้านความคิดเชิงสรุป อยู่ในระดับพอใช้ (มีค่าเท่ากับ 2) เป็นค่าที่ใช้ในการกำหนดเกณฑ์ ได้มาจากการนำชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นไปทดลองใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 9 คน พบว่า นักเรียนมีผลการเรียนมีผลการเรียนรู้ด้านความคิดเชิงสรุปมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 2.00 – 2.78 ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกกำหนดเกณฑ์อยู่ที่ระดับพอใช้ (มีค่าเท่ากับ 2)

4.3 ด้านทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์

4.3.1 ความหมายของทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์

ความสามารถด้านทักษะปฏิบัติ นับว่ามีความสำคัญต่อการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เพราะเป็นทักษะพื้นฐาน ที่สามารถนำไปใช้ในการแสวงหาความรู้ต่อไปได้เป็นอย่างดี จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาความสามารถด้านทักษะปฏิบัติ ให้เกิดขึ้นในตัวนักเรียน เพราะจะเป็นส่วนสำคัญ ในการค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ได้มีนักการศึกษาให้ความหมายของทักษะปฏิบัติไว้หลายท่าน ซึ่งสรุปได้ดังนี้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2523 : 1) ได้ให้ความหมายทักษะปฏิบัติว่าหมายถึง ความชำนาญในการใช้เครื่องมือทดลอง การหยิบ จับอุปกรณ์ได้อย่างถูกต้อง มีเทคนิคในการทดลอง ทำการทดลองด้วยความคล่องแคล่ว มีความละเอียดรอบคอบ และคำนึงถึงความปลอดภัยของตนเองและผู้อื่น

สุวัณท์ นิยมคำ (2531 : 299 – 300) ได้กล่าวถึงทักษะปฏิบัติว่าเป็นความสามารถในการใช้วัยวะเคลื่อนไหวส่วนต่าง ๆ เข้าไปปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ความสามารถด้านนี้พ่วงง่าย ๆ คือความสามารถทางกาย เช่น ทักษะในการเขียน (เขียนเร็ว เขียนคล่องแคล่ว และเขียนถูกต้อง) ทักษะในการพิมพ์ดีด

(พิมพ์เร็ว พิมพ์คล่องและพิมพ์ถูกต้อง) ทักษะในการติดตั้งเครื่องมือ ทักษะในการใช้เครื่องมือ ทักษะในการทำทรงตล่อง เป็นต้น

จากข้อความที่กล่าวมาข้างต้นพอสรุปได้ว่า ทักษะปฏิบัติเป็นความสามารถในการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ด้วยความชำนาญ และมีเทคนิควิธีในการปฏิบัติการทรงตล่อง ตลอดจนการจัดการและการเก็บรักษาเครื่องมือและอุปกรณ์ได้อย่างถูกต้องและปลอดภัย

4.3.2 ทักษะปฏิบัติในการใช้เครื่องมือในการทรงตล่องวิทยาศาสตร์

สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ (2541 : 35 –56) ได้กล่าวถึงทักษะภาคปฏิบัติในการใช้อุปกรณ์การทรงตล่องทางวิทยาศาสตร์ ที่นักเรียนจำเป็นต้องเรียนรู้ในระดับประถมศึกษา เน้นความสำคัญของการทรงตล่อง ถือว่าเป็นกิจกรรมที่ทำให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะปฏิบัติ ในการใช้อุปกรณ์การทรงตล่อง และได้กำหนดทักษะปฏิบัติในการใช้อุปกรณ์การทรงตล่องไว้ดังต่อไปนี้

1. ทักษะการใช้ที่ตั้งหลอดทรงตล่อง โดยมีข้อแนะนำในการใช้ดังนี้

1.1 พับให้เป็นรูปตัว S ส่วนฐานพับเป็น 2 ชั้น

1.2 ใช้ตั้งหลอดทรงตล่องที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 25 และ 15 มิลลิเมตร

2. ทักษะการใช้บีกเกอร์ โดยมีข้อแนะนำในการใช้ดังนี้

2.1 ใช้สำหรับเตรียมสารละลายต่าง ๆ

2.2 ใช้สำหรับตวง ถ่ายเทของเหลว

วิธีการถ่ายเทของเหลวจากบีกเกอร์ มี 2 วิธีดังนี้

วิธีที่ 1 - จับแท่งแก้วแตะกับปากบีกเกอร์

- เอียงบีกเกอร์ให้ของเหลวไหลตามแท่งแก้วลงสู่ภาชนะที่รองรับ

วิธีที่ 2 - วางพาดแท่งแก้วบนปากบีกเกอร์

- ใช้มือจับบีกเกอร์พร้อมกับใช้นิ้วกดแท่งแก้วเบา ๆ

- เอียงบีกเกอร์ให้ของเหลวไหลตามแท่งแก้วสู่ภาชนะที่รองรับโดยให้ปาก

บีกเกอร์อยู่ภายในบริเวณของปากภาชนะที่รองรับ

ในกรณีที่ภาชนะรองรับสาร มีปากแคบ เช่น ขวดวัดปริมาตรหรือขวดใส่สาร ควรใช้กรวยช่วยในการถ่ายเทสารด้วย

3. ทักษะการใช้หลอดทรงตล่อง โดยมีข้อแนะนำในการใช้ดังนี้

3.1 การถ่ายเทสารที่เป็นของแข็งในหลอดทรงตล่อง ทำได้ดังนี้

3.1.1 ใช้ช้อนตักสารที่แห้งสะอาดตักสารออกจากขวด แล้วสอดเข้าไปในหลอดทรงตล่องพร้อมกับเทสารออกจากช่องลงสู่หลอดทรงตล่อง

3.1.2 ในกรณีที่สารไม่ดูดความชื้น ไม่เกิดปฏิกิริยากับกระดาษ

- ตัดกระดาษขาวชนิดมันให้มีขนาดกว้าง 2.5 เซนติเมตร และยาวพอ

สมควรพับครึ่งตามยาวให้มีลักษณะเป็นราง

- เทของแข็งที่ต้องการลงในรางกระดาษ

- ค่อย ๆ เอียงรางกระดาษ เทสารจากรางกระดาษลงในหลอดทรงตล่อง และ

เคาะรางกระดาษเบา ๆ เพื่อให้สารไหลลงไปในหลอดทรงตล่องจนหมด

3.2 การให้ความร้อนแก่อากาศในหลอดทดลอง

การให้ความร้อนแก่ของเหลวในหลอดทดลองค่อนข้างอันตรายกว่าในขวดรูปกรวยหรือบีกเกอร์ จึงต้องระมัดระวัง ดังนี้

3.2.1 ควรคนสารตลอดเวลาเพื่อป้องกันการเดือดและกระเด็น

3.2.2 ไม่ควรใส่ของเหลวเกินครึ่งหลอด และควรใช้เปลวไฟอ่อน ๆ โดยใช้ที่จับหลอดทดลองให้อยู่ในลักษณะเอียงประมาณ 45 องศา เขย่าเล็กน้อยและหันปากหลอดไปทางด้านที่ไม่มีคน

3.2.3 เมื่อไม่ต้องการให้ความร้อน หรืออุณหภูมิเพียงพอแล้ว ให้ดับตะเกียงแอลกอฮอล์

3.2.4 เมื่อไม่ต้องการให้ความร้อน ถ้าสามารถเลื่อนหลอดทดลองออกจากเปลวไฟได้สะดวก ก็ให้เลื่อนหลอดทดลองแทนการดับไฟ

4. ทักษะการใช้ขวดและข้อต่อ โดยมีข้อแนะนำในการใช้ดังนี้

ติดตั้งข้อต่อเข้ากับขวด ขันสกรูทางปลาให้แน่น ติดที่จับหลอดทดลองเข้ากับข้อต่อแล้วขันสกรู

5. ทักษะการใช้ไม้หนีบหรือที่จับหลอดทดลอง โดยมีข้อแนะนำในการใช้ดังนี้

การใช้ไม้หนีบหรือที่จับหลอดทดลอง ต้องหนีบที่ระยะประมาณ 1/3 จากปากหลอดทดลอง เมื่อหนีบบีกเกอร์หรือถ้วยกระเบื้อง จะต้องหนีบให้ลึก และขณะถือต้องไม่ออกแรงกดไม้หนีบ ส่วนในกรณีที่ใช้ยึดกับขาตั้งเพื่อหนีบเทอร์มอมิเตอร์ จะต้องใช้เศษผ้าหรือกระดาษชำระหุ้มเทอร์มอมิเตอร์ให้แน่นเสียก่อน

6. ทักษะการใช้ช้อนตักสาร โดยมีข้อแนะนำในการใช้ดังนี้

ช้อนตักสารที่ใช้ในการทดลองเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ดวงสารที่เป็นของแข็ง โดยประมาณเมื่อตักสารแต่ละครั้งต้องปาดปากช้อนเพียงครั้งเดียว โดยไม่กดสารในช้อนก่อนปาด ทำได้ดังนี้

ค่อย ๆ เปิดขวดสารแล้ว หายใจควางไว้ ใช้ช้อนตักสารแล้วใช้นิ้วมือหรือก้านดินสอเคาะก้านช้อนเบา ๆ เพื่อเทสารในช้อนออกตามปริมาณที่ต้องการ ถ้าเป็นช้อนที่มีเบอร์สำหรับตวงสารปริมาณต่างกัน ให้ตักสารก่อน แล้วจึงใช้ค้ำช้อนอีกด้านหนึ่งปาดผิวให้เรียบ โดยไม่ต้องกดให้แน่นจะได้สาร 1 ช้อนในปริมาณตามเบอร์นั้น ๆ

7. ทักษะการใช้กระบอกตวงสาร โดยมีข้อแนะนำในการใช้ดังนี้

กระบอกตวงสารเป็นอุปกรณ์ที่ใช้วัดปริมาตรของเหลวมีขนาดต่าง ๆ กันตั้งแต่ 5 ลูกบาศก์เซนติเมตรจนถึง 2 ลิตร กระบอกตวงขนาดเล็กจะวัดปริมาตรได้เที่ยงตรงได้มากกว่าขนาดใหญ่ การใช้กระบอกตวง ต้องคำนึงถึงขนาดและปริมาตรของของเหลวที่จะวัด การอ่านปริมาตร ต้องให้ตาอยู่ในระดับเดียวกับขีดปริมาตรและส่วนโค้งต่ำสุดของของเหลว เมื่อใช้เสร็จแล้ว ควรล้างให้สะอาดและเก็บตั้งไว้ในตู้เฉพาะ แต่ถ้ากระบอกตวงมีขนาดสูงมาก ควรวางนอนกับพื้นตู้เพื่อกันล้มแตก

เมื่อใช้กระบอกตวง ตวงสารให้มีปริมาตรตามต้องการแล้ว การถ่ายเทสารจากกระบอกตวงสู่ภาชนะอีกใบหนึ่งทำได้โดยเอียงกระบอกตวงให้แตะกับปากภาชนะที่รองรับ เช่น บีกเกอร์ แล้วเทของเหลวอย่างช้า ๆ ลงไปจนหมดกระบอกตวง

8. ทักษะการใช้หลอดฉีดยา โดยมีข้อแนะนำในการใช้ดังนี้

หลอดฉีดยา เป็นอุปกรณ์วัดปริมาตรของเหลวอย่างง่าย ที่ไม่ต้องการความละเอียดมากนัก นิยมใช้ในโรงเรียนเนื่องจากราคาถูก และหาซื้อได้ง่าย ทำด้วยแก้วหรือพลาสติกมีขนาดต่าง ๆ กัน ที่ใช้ในโรงเรียนส่วนมาก มีตั้งแต่ขนาด 5 – 35 ลูกบาศก์เซนติเมตร การใช้หลอดฉีดยามีข้อแนะนำดังนี้

- เลือกขนาดของหลอดฉีดยาให้เหมาะสมกับปริมาตรที่ต้องการวัด ดึงก้านหลอดฉีดยาขึ้นและกดลง เพื่อให้ยางที่ปลายก้านหลอดฉีดยาเลื่อนได้คล่อง
- กดก้านหลอดฉีดยาจนสุดเพื่อไล่อากาศออกให้หมด
- จุ่มปลายหลอดฉีดยาลงในของเหลว ค่อย ๆ ดึงก้านหลอดฉีดยาขึ้นขณะที่ดูดสารละลายเข้าไปในหลอดฉีดยา ระวังอย่าให้มีฟองอากาศ ถ้ามีต้องกดก้านหลอดฉีดยาลงไปจนสุดเพื่อไล่อากาศแล้วค่อย ๆ ดึงก้านหลอดฉีดยาให้ส่วนที่โค้งต่ำสุดของลูกยางตรงกับขีดปริมาตรที่ต้องการ

9. ทักษะการใช้กระดาศกรอง โดยมีข้อแนะนำในการใช้ดังนี้

การกรองเป็นวิธีการที่ใช้แยกของแข็งที่ไม่ละลายออกจากของเหลว โดยมีวิธีการดังนี้

การกรองขณะสารเย็นเป็นการกรองโดยใช้กระดาษพับเป็นรูปกรวยให้เหลือกระดาษกรองเป็น $\frac{1}{4}$ ของวงกลม แล้วใส่ลงในกรวยกรองให้อยู่ต่ำกว่าปากกรวยเล็กน้อย ทำให้กระดาษกรองเปียก แล้วกดกระดาษกรองให้แนบกับกรวย รินสารช้า ๆ ผ่านแท่งแก้วโดยให้ปลายแท่งแก้วแตะกับกระดาษกรองที่หนา 3 ชั้น เพื่อป้องกันสารไหลออกนอกกรวย ก้านกรวยต้องแตะกับข้างภาชนะที่รองรับของเหลว เพื่อมิให้ของเหลวกระเด็น กรวยที่มีก้านยาวจะทำให้ของเหลวไหลเร็วกว่ากรวยที่มีก้านสั้น ในการกรองทุกครั้งต้องระวังไม่ให้ก้านกรวยจุ่มในของเหลว และปริมาณสารละลายที่จะรินลงในกรวยไม่ควรเกิน $\frac{2}{4}$ ของความสูงของกระดาษกรอง เมื่อเทสารละลายและตะกอนลงไปในกระดาษกรองหมดแล้ว ควรใช้ตัวละลายฉีดล้างภาชนะและตะกอนเพื่อป้องกันและกำจัดสารเจือปน

10. ทักษะการใช้แท่งแก้วคนสาร โดยมีข้อแนะนำในการใช้ดังนี้

การคนสารทำได้โดยการใช้แท่งแก้วคนสารโดยต้องระมัดระวังไม่ให้แท่งแก้วกระทบด้านแข็งและก้นของภาชนะ เมื่อใช้แล้วทุกครั้งจะต้องล้างแท่งแก้ว เช็ดให้แห้ง แล้วเก็บเข้าที่ และต้องไม่ใช่แท่งแก้วไปคนสารต่างชนิดกันในภาชนะต่างกันก่อนทำความสะอาด

11. ทักษะการใช้หลอดหยด โดยมีข้อแนะนำในการใช้ดังนี้

ใช้ดูดของเหลวต่าง ๆ ที่ใช้ในการปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์ เช่น ดูดสารละลายต่างหับทิม เกลือแกง กรดต่าง ๆ เป็นต้น หลอดหยดเมื่อใช้ดูดสารชนิดหนึ่งแล้วห้ามนำไปดูดสารต่างชนิดกัน ถ้ายังไม่ได้ทำความสะอาด

12. ทักษะการใช้แม่เหล็กแท่งเหล็ยมคู่ โดยมีข้อแนะนำในการใช้ดังนี้

ประกอบด้วยแม่เหล็กแท่งสี่เหลี่ยม 2 แท่ง ขนาดแท่งละประมาณ 6 x 18 x 150 มิลลิเมตร มีสัญลักษณ์แสดงขั้วแม่เหล็กอยู่ที่ปลายทั้งสองด้าน มีวิธีใช้ดังนี้

1. ใช้ดูดสารที่เป็นแม่เหล็กใช้ได้ทั้งขั้วเหนือ (N) และขั้วใต้ (S)
2. ใช้ทดสอบขั้วของแม่เหล็กอันอื่นที่ไม่ทราบขั้ว โดยสังเกตการดูดหรือการผลัก

13. ทักษะการใช้แว่นขยาย โดยมีข้อแนะนำในการใช้ดังนี้

13.1 การใช้แว่นขยายเพื่อส่องดูวัตถุต่าง ๆ เพื่อให้เห็นรายละเอียดต้องปรับระยะห่างให้วัตถุอยู่ในระยะจุดรวมแสงของแว่นขยาย จะทำให้เห็นรายละเอียดของวัตถุชัดเจนมากที่สุด

13.2 ครูแนะนำให้นักเรียนระมัดระวังอย่าให้แว่นขยายหล่น หรือกระทบของแข็งอื่น ๆ เพราะเลนส์อาจแตกหรือเป็นรอยขีดข่วน

13.3 ไม่ใช้นิ้วมือหรือสิ่งใด ๆ สัมผัสเลนส์ นอกจากการเช็ดทำความสะอาด ด้วยกระดาษเช็ดเลนส์

14. ทักษะการใช้ที่กั้นลมและที่วางตะแกรงลวด โดยมีข้อแนะนำในการใช้ดังนี้

ลักษณะที่กั้นลม ที่กั้นลมทำด้วยแผ่นอลูมิเนียมพับรูปตัวยู (U) เจาะรูสำหรับใส่ที่วางตะแกรง ซึ่งทำด้วยลวดเหล็กอบสังกะสีตัดเป็นรูปตัวยู (U) วิธีใช้ คือ สอดลวดเหล็กรูปตัวยู (U) เข้าในรูที่เจาะไว้ในแผ่นกั้นลมเพื่อใช้เป็นที่ยึดที่วางตะแกรงสำหรับตั้งปิกเกอร์

ลักษณะตะแกรงลวด ทำด้วยลวดตาข่ายเหล็กอบสังกะสีขนาด 90 x 90 มิลลิเมตร ใช้กับที่กั้นลมพร้อมที่วางตะแกรงลวด วิธีใช้คือ ใช้กับที่กั้นลม สำหรับวางปิกเกอร์เพื่อให้ความร้อน

15. ทักษะการใช้ตะเกียงแอลกอฮอล์ โดยมีข้อแนะนำในการใช้ดังนี้

15.1 ก่อนใช้ต้องตรวจสอบสภาพไส้ตะเกียงและที่ยึดว่ามีสภาพพร้อมใช้งาน ไม่แตกร้าว ไม่หลุด และความยาวไส้ตะเกียงเพียงพอ

15.2 เติมแอลกอฮอล์ประมาณครึ่งหนึ่งของตะเกียงและอย่าให้หกเลอะขอบตะเกียง เช็ดให้แห้ง

15.3 ปรับไส้ตะเกียงเพื่อให้ได้ขนาดเปลวไฟตามที่ต้องการ

15.4 จุดตะเกียงโดยใช้ไม้ขีดไฟ อย่าใช้ตะเกียงไปต่อกับตะเกียงดวงอื่น เพราะอาจทำให้แอลกอฮอล์ในตะเกียงติดไฟได้

ตะเกียงแอลกอฮอล์ บรรจุด้วยแอลกอฮอล์บริสุทธิ์ จะมีควันหรือเขม่าในขณะที่จุดไฟน้อยมาก หากแอลกอฮอล์ไม่บริสุทธิ์จะให้เขม่ามาก ทำให้ตะแกรงลวดและวัสดุที่ให้ความร้อนสกปรก

16. ทักษะการใช้เทอร์มอมิเตอร์ โดยมีข้อแนะนำในการใช้ดังนี้

16.1 เลือกเทอร์มอมิเตอร์ที่มีช่วงอุณหภูมิสูงสุด - ต่ำสุดให้เหมาะสมกับสิ่งที่วัด เพราะถ้านำไปวัดอุณหภูมิสูงเกินไปจะทำให้หลอดแก้วแตก

16.2 ต้องให้กระเปาะเทอร์มอมิเตอร์ จุ่มอยู่ในวัสดุที่ต้องการวัดอุณหภูมิในบริเวณกึ่งกลางไม่เอียงก่อนไปด้านใดด้านหนึ่ง

16.3 การอ่านอุณหภูมิต้องให้สายตาอยู่ในระดับเดียวกับของเหลวในเทอร์มอมิเตอร์

16.4 ทำความสะอาดหลังจากการใช้งานและเก็บเข้ากล่อง

เทอร์มอมิเตอร์ที่ใช้วัดอุณหภูมิเป็นชนิดทำด้วยแก้ว ภายในบรรจุแอลกอฮอล์ผสมสีหรือปรอท เพื่อช่วยให้อ่านได้ชัดเจนมีทั้งชนิดที่เป็นองศาเซลเซียสและฟาเรนไฮต์

17. ทักษะการใช้เครื่องชั่ง โดยมีข้อแนะนำในการใช้ดังนี้

เครื่องชั่งที่ใช้ในการทดลองแบ่งเป็น 3 ประเภท คือ

17.1 เครื่องชั่งชนิดจานเดียว

เครื่องชั่งชนิดนี้มีจานวางวัตถุที่จะชั่งเพียงด้านเดียว อาจเป็นแบบที่จานวางอยู่ในสแควร์ซึ่งห้อยจากคานหรือเป็นที่มีจานวางอยู่ด้านซ้ายมือ

- วางเครื่องชั่งบนพื้นราบเรียบที่มั่นคง ผู้ชั่งต้องอยู่ข้างหน้าตรงกึ่งกลางเครื่อง
- วัตถุจะต้องไม่ร้อนและเปียกชื้น ถ้าเป็นสารเคมีต้องบรรจุในขวดชั่งสาร ปีกเกอร์

กระจกนาฬิกาหรือกระดาษเคลือบไขสำหรับชั่ง โดยเลือกขนาดให้เหมาะสม ไม่ชั่งสารบนจานโดยตรง เพราะจะทำให้จานเปราะเปื้อน และสารบางชนิดอาจจะทำปฏิกิริยากับวัสดุที่ทำจานชั่ง ทำให้ผู้กร่อนซึ่งส่งผลให้เครื่องชั่ง ชั่งคลาดเคลื่อนหรือชำรุดเสียหายได้

- ตรวจสอบเครื่องชั่ง ว่าสามารถชั่งน้ำหนักได้สูงสุดและต่ำสุดเท่าไร รวมทั้งชั่งได้รายละเอียดเท่าไร

- ปรับสมดุลของคาน โดยใช้มือหมุนปุ่มปรับที่อยู่ด้านซ้ายมือสุด จนเข็มเครื่องชั่งชี้ตำแหน่ง 0

- ก่อนที่จะชั่งสารหรือวางวัตถุบนจานชั่ง ต้องพักจานกับพื้น และวางภาชนะที่ทราบมวลแน่นอนหรือวัตถุที่จะชั่งตรงบริเวณกึ่งกลางคาน

- ขณะชั่งไม่ควรแตะจานชั่งในขณะที่คานชั่งกำลังแกว่ง
- เลื่อนตุ้มน้ำหนักบนคานจนสังเกตเห็นเข็มชี้ตำแหน่งสมดุล
- ถ้าเข็มอยู่เหนือตำแหน่งสมดุล แสดงว่าตุ้มน้ำหนักที่เลื่อนไปมีมวลน้อยกว่าสารเคมีหรือวัตถุที่ต้องการชั่ง แต่ถ้าเข็มอยู่ตำแหน่งสมดุล แสดงว่ามวลของตุ้มน้ำหนักที่เลื่อนไปมากกว่ามวลของสารเคมี การชั่งมวลของสารจะต้องปรับเครื่องชั่งให้สมดุล โดยการเลื่อนตุ้มน้ำหนักบนคานจนเข็มชี้ตำแหน่งสมดุลจากผลรวมของมวล ณ ตำแหน่งที่ตุ้มน้ำหนักแขวนอยู่บนคานแต่ละอัน จะเป็นมวลของสารที่ต้องการชั่ง

- เมื่อใช้เครื่องชั่งเสร็จแล้ว ต้องเลื่อนตุ้มน้ำหนักไปที่ตำแหน่ง 0
- พักจานลงกับพื้นและนำสารเคมีหรือภาชนะที่ชั่งออกจากจานให้หมด ถ้าเป็นเครื่องชั่งที่มีจานเป็นชนิดแขวน ให้ยกสแควร์ออกจากที่แขวนไว้บนแป้นรองจานที่อยู่ด้านล่าง เพื่อไม่ให้สแควร์แกว่งไปมา จะเป็นผลเสียต่อคอมพิวเตอร์ ซึ่งเป็นส่วนประกอบสำคัญที่รองรับคานอยู่

- ทำความสะอาดและจัดเก็บ

17.2 เครื่องชั่งชนิด 2 จาน

เป็นเครื่องชั่งที่มีจานอยู่ทั้ง 2 ด้านของเครื่องชั่ง โดยวางอยู่ด้านบนของคาน จานด้านซ้ายใช้สำหรับวางวัตถุที่จะชั่ง ส่วนด้านขวาสำหรับวางตุ้มน้ำหนัก สิ่งที่จะวางบนจานทั้งสอง ควรวางตรงบริเวณกึ่งกลางของจานเสมอ เครื่องชั่งแบบนี้วัดได้ละเอียดถึง 0.01 กรัม มีวิธีคล้ายคลึงกับชนิดจานเดียว แต่ต่างกันตรงที่มีจานสำหรับวางตุ้มน้ำหนักและเข็มชี้จุดศูนย์ เพื่อแสดงว่าคานสมดุล และปุ่มหมุนสำหรับปรับสมดุลจะอยู่ตรงกลางของเครื่องชั่ง ตุ้มน้ำหนักจะเป็นชุด มีหลายขนาดอยู่ในกล่องเดียวกัน ต้องใช้เข็มชี้ตุ้มน้ำหนักเหล่านี้ทุกครั้ง อย่าใช้มือหยิบเพราะจะทำให้เกิดสนิมหรือมวลผิดไปได้ มวลของวัตถุที่ชั่งอ่านได้จากผลรวมของตุ้มน้ำหนักบนจานทางขวามือกับน้ำหนักที่ใช้บนคาน เมื่อเสร็จให้ยกตุ้มน้ำหนักออก เก็บใส่กล่อง และนำวัตถุที่ชั่งออกเลื่อนน้ำหนักที่ใช้เพิ่มบนคานไปไว้ที่ตำแหน่ง 0 กรัม ทำความสะอาดเครื่องชั่ง

17.3 เครื่องชั่งสปริง

เครื่องชั่งประเภทนี้จะเปรียบเทียบแรงที่ต้องใช้ในการยืดหรือบีบสปริง (แรงนี้จะรู้ค่าแน่นอน) กับแรงดึงดูดของโลกที่กระทำต่อวัตถุ เครื่องชั่งสปริงราคาจะถูก ชั่งได้ไว้มากแต่ยังมีข้อเสียที่ว่าแรงที่ต้องใช้กับสปริงนั้น มักจะมีค่าคงที่ในขณะที่แรงดึงดูดของโลกที่กระทำต่อวัตถุนั้นไม่คงที่ แต่จะขึ้นอยู่กับตำแหน่งของวัตถุนั้นของโลกนั้น ฉะนั้นวัตถุที่มีมวลเดียวกันอาจมีน้ำหนักต่างกันไปได้

การใช้เครื่องชั่งแบบนี้จำเป็นต้องปรับสเกลของเครื่องชั่งให้อ่านได้ถูกต้องเสมอ ก่อนการใช้งานเครื่องชั่งสปริงที่พบในปัจจุบันมี 2 ลักษณะ คือเครื่องชั่งสปริงที่มีลวดสปริงยางบรรจุอยู่ภายในกระบอกปลายบนสปริง ส่วนกระบอกยึดติดอยู่กับส่วนปลายล่างของสปริงมีข้อสำหรับแขวนวัตถุที่ต้องการทราบน้ำหนัก บางชนิดจะให้เป็นลักษณะที่มีจานวางอยู่บนเครื่องชั่ง พวกนี้อาศัยวัตถุของน้ำหนักกดลงบนจานไยัดลวดสปริงเช่นกัน

4.3.3 การประเมินผลทักษะปฏิบัติการทดลองวิทยาศาสตร์

การประเมินผลทักษะปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์เป็นการวัดความสามารถของบุคคลที่แสดงออกมาเป็นพฤติกรรมที่สามารถสังเกตได้ ซึ่งการวัดนั้นจะวัดได้ตั้งแต่ขั้นเตรียมการ ขั้นลงมือปฏิบัติ ขั้นผลงาน อาจวัดในขณะที่กำลังปฏิบัติในระหว่างเรียน หรือใช้สอบภาคปฏิบัติ มีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงการประเมินผลทักษะปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ไว้ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ประวิตร ชูศิลป์ (2524 : 15 – 16) และเทอด แก้วศิริ. (2541 : 127) ได้กล่าวถึงการประเมินผลด้านปฏิบัติการ มี 2 ทักษะ คือ

1. ทักษะทางสมองหรือความสามารถทางสมอง เช่น ทักษะในการคิด ทักษะในการคำนวณ ทักษะในการแปลความหมาย เป็นต้น

2. ทักษะในการทำหรือปฏิบัติ เป็นความสามารถในการใช้ประสาทสัมผัสทั้งหมด เช่น ทักษะในการหยิบ จับ และใช้เครื่องมือทดลอง ทักษะในการสังเกต ทักษะในการจดบันทึกข้อมูล ทักษะในการเขียนกราฟหรือจัดกระทำกับข้อมูล เป็นต้น

ทักษะที่สามารถใช้เป็นเกณฑ์ในการประเมินผลด้านการปฏิบัติ เป็นทักษะในการทำหรือปฏิบัติ แบ่งออกเป็น 2 พวก คือ

1. ทักษะภาคปฏิบัติ เป็นทักษะที่สามารถสังเกตได้ในขณะที่นักเรียนกำลังปฏิบัติการทดลองโดยตรง ดังนี้

1.1 ทักษะในการปฏิบัติการ ได้แก่ การหยิบ จับวัสดุต่าง ๆ ที่ใช้ในการทดลอง และ การใช้เครื่องมือต่าง ๆ ในการทดลอง

1.2 ทักษะในการสังเกต ได้แก่ การสังเกตวัสดุเพื่อค้นหารายละเอียดหรือเปรียบเทียบและ สังเกตผลการทดลอง

1.3 ทักษะในการดำเนินการทดลอง ได้แก่ การปฏิบัติตามวิธีการที่กำหนดไว้ในแบบเรียน หรือคู่มือการทดลองและการเตรียมการหรือคิดค้นวิธีการใหม่

2. ทักษะในการสื่อความหมายภาคปฏิบัติ เป็นทักษะในการบันทึกผลและใช้ผลการทดลอง ที่รวบรวม และสรุปผลไว้ในสมุดบันทึก หรือรายงานการทดลอง ดังนี้

2.1 ทักษะในการบันทึก ได้แก่ การบันทึกผลเป็นตารางหรือกราฟ การวาดรูป หรือเขียนแผนภาพ และการเขียนบันทึกเกี่ยวกับสิ่งที่สังเกตได้

2.2 ทักษะในการใช้ผลการทดลอง ได้แก่ การคำนวณโดยใช้ข้อมูลที่ได้ การแปลความหมาย ข้อมูลเพื่อหาข้อสรุป การประเมินสมมติฐานโดยอาศัยข้อมูลที่ได้ และการหาข้อสรุปที่นอกเหนือไปจากสิ่งที่สังเกตได้

สมคิด สร้อยน้ำ (2540 : 634-635) และสมศรี ตั้งมงคลเลิศ (2542 : 28) ได้กล่าวถึง การประเมินผลทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

ในการประเมินผลทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ มีการประเมิน 2 ส่วนด้วยกัน คือ

1. การประเมินระหว่างปฏิบัติการทดลอง ซึ่งประกอบด้วย

1.1 วิธีดำเนินการทดลอง

- วางแผนการทดลองก่อนการทดลองจริงให้เหมาะสมกับเวลาและบุคลากร
- ออกแบบการทดลอง กำหนดวิธีการและขั้นตอนการทดลองได้อย่างเหมาะสมใน

เวลาที่จำกัด

- เลือกใช้เครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์ได้อย่างเหมาะสม

1.2 การปฏิบัติการทดลอง

- ดำเนินการทดลองอย่างถูกวิธี และเป็นขั้นตอนไม่สับสน
- ใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง
- วัดค่าต่าง ๆ และอ่านค่าของการวัดได้อย่างถูกต้อง
- ใช้เทคนิคและวิธีการทดลองที่เหมาะสม

1.3 มีความคล่องแคล่วในขณะปฏิบัติการทดลอง

- ใช้เครื่องมือ และอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้อย่างคล่องแคล่วและปลอดภัย
- มีความมั่นใจในขณะปฏิบัติการทดลอง
- ทำการทดลองได้ทันเวลาตามที่กำหนด

1.4 ความเป็นระเบียบเรียบร้อย

- ใช้พื้นที่ทดลองอย่างเหมาะสม
- มีการจัดวางอุปกรณ์อย่างเป็นระเบียบขณะทดลอง
- ทำความสะอาดเครื่องมือและจัดเก็บอย่างถูกวิธี

2. การประเมินขณะสิ้นสุดการปฏิบัติการทดลอง

2.1 บันทึกผลการทดลองได้ถูกต้อง

2.2 สามารถสรุปผลการทดลองได้รัดกุม กระชับรัดและถูกวิธี

3. ประเมินจากผลงานในการปฏิบัติการทดลองและประเมินจากการจัดทำรายงาน

ภพ เลหาไพบุลย์ (2542 : 343-347) ได้กล่าวถึงการประเมินผลทักษะปฏิบัติทาง วิทยาศาสตร์ ซึ่งสามารถประเมินผลพฤติกรรมด้านการปฏิบัติการทำได้ดังนี้ คือ

1. การสังเกตพฤติกรรมขณะปฏิบัติการ

การสังเกตพฤติกรรมขณะปฏิบัติการนั้น ควรสังเกตพฤติกรรมด้านต่าง ๆ ดังนี้

1.1 ทักษะปฏิบัติการ เป็นการประเมินความสามารถของนักเรียนในด้านเทคนิคการทดลอง

การดำเนินการทดลอง ความคล่องแคล่วในการทดลอง และความมีระเบียบในการทดลอง

ด้านเทคนิคการทดลอง หมายถึง นักเรียนสามารถใช้วัสดุอุปกรณ์เครื่องมือต่าง ๆ ได้ถูกต้อง มีความปลอดภัย

ด้านการดำเนินการทดลอง หมายถึง นักเรียนสามารถปฏิบัติการทดลองแต่ละขั้นตอนถูกต้องตามวิธีการ

ด้านความคล่องแคล่วในการทดลอง หมายถึง นักเรียนสามารถปฏิบัติการกิจกรรมการทดลองด้วยความว่องไว มีความมั่นใจในการปฏิบัติงาน

ด้านความมีระเบียบในการทดลอง หมายถึง นักเรียนทำงานเป็นระเบียบเรียบร้อย ติดตั้งเครื่องมือเรียบร้อย เก็บอุปกรณ์เครื่องมือเข้าที่เรียบร้อย ได้ะปฏิบัติการสะอาดเรียบร้อย

การสังเกตการทดลอง เป็นการสังเกตวัสดุอุปกรณ์ เครื่องมือ และผลการทดลองขณะที่นักเรียนเก็บข้อมูลบันทึกผลการแก้ปัญหา เป็นการประเมินผลความสามารถในการแก้ปัญหาในภาคปฏิบัติการแก้ไขปรับปรุงวิธีการหรือปัญหาต่าง ๆ ที่พบได้อย่างเหมาะสม

2. การตรวจจากรายงานผลการปฏิบัติการ

3. การสอบภาคปฏิบัติ

จากข้อความข้างต้นพอสรุปได้ว่า การประเมินผลทักษะปฏิบัตินั้น จะกระทำโดยใช้แบบทดสอบหรือข้อเขียนแต่เพียงอย่างเดียวเหมือนการประเมินผลด้านการรับรู้และความคิดไม่ได้ เพราะมีทักษะหลายอย่างที่ไม่สามารถทดสอบหรือวัดโดยวิธีเขียนตอบ เช่น ทักษะในการหยิบ และการใช้เครื่องมือ ทักษะในการสังเกต จึงต้องประเมินโดยการสังเกตจากการกระทำจริง ด้วยการกำหนดเกณฑ์ต่าง ๆ ขึ้น เพื่อให้คะแนน

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาผลการเรียนรู้ด้านทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ ขณะเรียนจบแต่ละกิจกรรมการทดลอง โดยใช้แบบวัดผลการเรียนรู้ด้านทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 4 ระดับ คือ 3, 2, 1 และ 0 หมายถึง ดีมาก ดี พอใช้ และต้องปรับปรุง ตามลำดับที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ประเมินพฤติกรรมทั้งหมด 4 ด้าน คือ 1) เทคนิคการทดลอง 2) ความคล่องแคล่วในการทดลอง 3) ความมีระเบียบในการทดลอง และ 4) รายงานผลการทดลอง ซึ่งในการศึกษาผลการเรียนรู้ด้านทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ เฉลี่ยร้อยละ 70 ซึ่งเป็นการกำหนดเป็นเกณฑ์ได้มาจากการนำชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น พร้อมทั้งแบบวัดผลการเรียนรู้ด้านทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ไปทดลองใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 9 คน พบว่า นักเรียนมีผลการเรียนรู้ด้านทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่างร้อยละ 72.44 - 78.00 ดังนั้นผู้วิจัยจึงกำหนดเกณฑ์อยู่ที่ระดับค่าเฉลี่ยร้อยละ 70

5. เอกสารเกี่ยวกับจิตวิทยาาสตร์

5.1 ความหมายของจิตวิทยาาสตร์

จิตวิทยาาสตร์เป็นคำที่มีผู้ใช้ในความหมายเดียวกัน เช่น เจตคติทางวิทยาศาสตร์ ทศนคติทางวิทยาศาสตร์ เป็นต้น ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้คำว่าจิตวิทยาาสตร์ และมีผู้ให้คำจำกัดความที่หลากหลายแตกต่างกันไป ดังนี้

สุรางค์ สาร (2537 : 55) ได้ให้ความหมายของจิตวิทยาาสตร์ หมายถึง ลักษณะและบุคลิภาพของบุคคลที่แสดงให้เห็นถึงคามมีวิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้

วรรณทิพา รอดแรงคำและพิมพ์นธ์ เดชะคุปต์ (2542 : 6 - 7) ได้ให้ความหมายของจิตวิทยาาสตร์ หมายถึง ลักษณะหรือท่าทีหรือพฤติกรรมที่บุคคลแสดงออกมา ซึ่งขึ้นอยู่กับความรู้ ประสบการณ์หรือความรู้สึก

ของแต่ละบุคคล ลักษณะของผู้มีจิตวิทยาศาสตร์เป็นคุณสมบัติที่เอื้อต่อการเป็นนักคิด หรือมีทักษะการคิด หรือมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นต้น

สูนีย์ เหมะประสิทธิ์ (2543 : 14) ได้ให้ความหมายไว้ว่า จิตวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้สึกนึกคิด ที่บุคคลจะแสดงพฤติกรรมที่เต็มใจ และยินดีที่จะเรียนรู้วิทยาศาสตร์อย่างกระตือรือร้น

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ (สสวท. 2545 : 103) ได้ให้ความหมายไว้ว่า จิตวิทยาศาสตร์ เป็นคุณลักษณะหรือลักษณะนิสัยของบุคคลที่เกิดขึ้นจากการศึกษาหาความรู้ โดยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ (2545 : 16) ให้ความหมายของจิตวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมด้านความรู้สึกที่เป็นลักษณะนิสัยกับบุคคล ให้มีการกระทำสอดคล้องกับพฤติกรรมที่พึงประสงค์ของนักวิทยาศาสตร์ เกิดขึ้นจากการซึมซับจากตัวแบบและการปฏิบัติจริง

จากที่กล่าวมาแล้วนั้นสรุปได้ว่า จิตวิทยาศาสตร์ หมายถึง คุณลักษณะหรือลักษณะนิสัยของบุคคล ที่เกิดขึ้นจากการเรียนรู้ โดยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หรือพฤติกรรมเยี่ยงนักวิทยาศาสตร์ที่มีต่อเหตุการณ์ต่าง ๆ หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในทางที่มีเหตุผล มีใจกว้างพอที่จะยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น เชื่อในสิ่งที่มีเหตุผล ไม่มั่งงาย มีความกระตือรือร้น อยากรู้ อยากเห็น ที่จะเสาะแสวงหาความรู้ด้วยความอดทนและรอบคอบ ซึ่งมีอิทธิพลต่อการค้นหาความรู้ การค้นหาความรู้ เป็นวิธีการทางวิทยาศาสตร์และทั้งการค้นหาความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้น พฤติกรรมเยี่ยงนักวิทยาศาสตร์จำเป็นต้องใช้จิตวิทยาศาสตร์

5.2 ความสำคัญของจิตวิทยาศาสตร์

มีนักการศึกษาได้ให้ความสำคัญของจิตวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

มาตินและคณะ (สูนีย์ เหมะประสิทธิ์. 2543 : 16 – 17 ; อ้างอิงจาก Martin and others. 1994) ได้กล่าวถึงความสำคัญของจิตวิทยาศาสตร์ไว้ 3 ประการ ดังนี้

1. จิตวิทยาศาสตร์ขึ้นกับความพร้อมทางจิตใจ ถ้าเด็กมีจิตวิทยาศาสตร์ทางบวก เด็กจะรับรู้โน้มนาด (concept) เนื้อหาสาระ (content) และกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ตลอดจนบุคคลที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ได้เป็นอย่างดี ถ้าเป็นเด็กไม่พร้อม เด็กจะขาดความกล้าที่จะปฏิสัมพันธ์กับบุคคลหรือกับสิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

2. จิตวิทยาศาสตร์มีใช้สิ่งที่มีมาแต่กำเนิด นักจิตวิทยากล่าวว่า จิตวิทยาศาสตร์สามารถเรียนรู้ได้ และสามารถจัดประสบการณ์ให้เด็กเกิดจิตวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ จิตวิทยาศาสตร์ของเด็กสามารถเปลี่ยนแปลงได้ โดยอาศัยประสบการณ์ที่เพิ่มพูนขึ้น

3. จิตวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่เปลี่ยนแปลง (dynamic) อันเนื่องมาจากประสบการณ์ใหม่ ก่อให้เกิดการพัฒนาจิตวิทยาศาสตร์ด้านอารมณ์และความรู้สึก และจิตวิทยาศาสตร์ด้านสติปัญญา ซึ่งจิตวิทยาศาสตร์ทั้งสองส่วนนี้นำไปสู่การตัดสินใจและการประเมินคุณค่าของสิ่งนั้น ๆ

จิตวิทยาศาสตร์จึงก่อให้เกิดพฤติกรรมเชิงบวกหรือเชิงลบได้ ซึ่งขึ้นกับความพร้อมทางจิตใจ การได้รับประสบการณ์ต่าง ๆ ถ้าเด็กได้รับประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์ในทางบวกก็จะพัฒนาจิตวิทยาศาสตร์

5.3 ชนิดของจิตวิทยาศาสตร์

สูนีย์ เหมะประสิทธิ์ (2543 : 14 - 16) ได้กล่าวถึงชนิดของจิตวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย 2 ส่วน ได้แก่

1. จิตวิทยาศาสตร์ด้านอารมณ์และความรู้สึก คือ จิตวิทยาศาสตร์ที่อยู่บนพื้นฐานของความรู้สึกพึงพอใจ ชื่นชอบ ซึ่งนำไปสู่พฤติกรรมทางบวกที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

เด็กประถมศึกษาจะเกิดจิตวิทยาศาสตร์ด้านอารมณ์และความรู้สึก มากกว่าเจตคติด้านสติปัญญา จิตวิทยาศาสตร์ด้านอารมณ์และความรู้สึก ได้แก่

1.1 ความกระตือรือร้น ตามธรรมชาติเด็กประถมมีความกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้และต้องการประสบการณ์ใหม่ ๆ

1.2 ความมีเสรีภาพ เป็นความรู้สึกที่มีอิสระในการแสวงหาความจริง ครูควรจัดการเรียนการสอนที่เน้นอิสรภาพ เพื่อกระตุ้นให้เด็กเกิดการเรียนรู้อย่างหลากหลาย

1.3 ความอดทน พากเพียร พยายาม เป็นคุณลักษณะที่ต้องการหาคำตอบ แม้ว่าจะต้องปฏิบัติซ้ำหรือเสาะแสวงหาข้อมูลเพิ่มเติมหรือค้นหาทางเลือกใหม่ก็ตาม

1.4 ทศนคติทางบวกต่อความล้มเหลวหรือความผิดพลาด เป็นความรู้สึกที่จะยอมรับความไม่สมหวังหรือความคลาดเคลื่อน และนำความผิดพลาดดังกล่าวมาเป็นครู ทำให้เกิดความมุ่งมั่นที่จะทำให้สำเร็จ

1.5 ความมีใจกว้าง การยอมรับฟังความคิดเห็นที่ขัดแย้งหรือคำวิพากษ์วิจารณ์จากบุคคลต่าง ๆ

1.6 รู้จักทำงานร่วมกับผู้อื่น เป็นคุณลักษณะที่เอื้อต่อการปฏิบัติกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ เนื่องจากกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ต้องใช้เวลา มีขั้นตอนต่าง ๆ มากมาย เด็กจะเกิดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพถ้าร่วมกันปฏิบัติ

จิตวิทยาศาสตร์ด้านอารมณ์และความรู้สึกทั้ง 6 ประการดังกล่าว จะเป็นพื้นฐานในการสร้างจิตวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับความสำเร็จและการทำงานด้านวิทยาศาสตร์ เช่น ความรับผิดชอบ ความซื่อสัตย์และความรอบคอบ เป็นต้น

2. จิตวิทยาศาสตร์ด้านปัญญา คือ จิตวิทยาศาสตร์ที่อยู่บนพื้นฐานของการพัฒนาความคิดเชิงเหตุผล ซึ่งเกิดขึ้นพร้อม ๆ กัน หรือขณะเดียวกับที่ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และการค้นพบหรือสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งครูผู้สอนควรชี้แนะจัดแนวทางและสื่อการเรียนรู้ อีกทั้งควรใช้วิธีสอนที่สร้างปฏิสัมพันธ์ ระหว่างครูกับนักเรียน เพื่อช่วยกระตุ้นจิตวิทยาศาสตร์ด้านปัญญา จิตวิทยาศาสตร์ด้านปัญญา ได้แก่

2.1 ความปรารถนาที่จะได้แหล่งของสารสนเทศที่น่าเชื่อถือ เป็นความต้องการที่จะแสวงหาความรู้ของข้อมูลและสารสนเทศ หรือหลักฐานต่าง ๆ ที่ใช้ในการศึกษามากกว่าที่ต้องการผลลัพธ์

2.2 ความสงสัยใฝ่รู้ เป็นความปรารถนาที่จะพิสูจน์หรือแก้ปัญหาในสิ่งที่สงสัยและเป็นการต้องการที่จะแสวงหาทางเลือกหลาย ๆ ทางเพื่อใช้พิสูจน์หรือแก้ปัญหาหรือค้นหาคำตอบ

2.3 การหลีกเลี่ยงที่จะสรุปอ้างอิงเกินหรือนอกเหนือขอบเขตของหลักฐานที่มีอยู่

2.4 ความอดทนต่อการแสดงความคิดเห็นของผู้อื่นและต่อการอธิบายให้ผู้อื่นเข้าใจ

2.5 ความเต็มใจที่จะระงับการสรุปผลการศึกษา จนกว่าจะตรวจสอบหลักฐานหรือข้อมูลว่าน่าเชื่อถือเพียงใด เพื่อค้นหาความจริง

2.6 การปฏิเสธที่จะเชื่อเรื่องผีสังเทวดา หรือเรื่องที่ยังไม่ได้รับการพิสูจน์

2.7 การเปิดโอกาสเพื่อที่จะเปลี่ยนแปลงความคิดเมื่อหลักฐานเปลี่ยน และยอมรับฟังคำถามหรือความคิดเห็นหรือการวิพากษ์วิจารณ์ของผู้อื่น

ถ้าครูสามารถพัฒนาจิตวิทยาศาสตร์เชิงบวกทางวิทยาศาสตร์ให้แก่เด็กได้ เด็กก็จะมีพัฒนาจิตวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้อง และนำไปปฏิบัติในชีวิตประจำวัน เช่น การเลือกซื้อและรับประทานอาหาร การใช้เสื้อผ้า การใช้เวลาพักผ่อน หรือความบันเทิงต่าง ๆ ตลอดจนการมีคุณภาพชีวิตที่สูงขึ้น โดยอาศัยเทคโนโลยี

นอกจากนี้ความซาบซึ้งในวิทยาศาสตร์ด้านปัญญา โดยอาศัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้เด็กเรียนรู้วิทยาศาสตร์

5.4 ลักษณะและพฤติกรรมของผู้ที่มีจิตวิทยาศาสตร์

จิตวิทยาศาสตร์เป็นคุณลักษณะหรือนิสัยของแต่ละบุคคลที่เกิดจากการเรียนรู้โดยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะก่อให้เกิดพฤติกรรมในเชิงบวกหรือเชิงลบก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความพร้อมทางจิตใจ และการได้รับประสบการณ์ นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงลักษณะและพฤติกรรมของผู้มีจิตวิทยาศาสตร์สรุปพอสังเขปได้ดังนี้

มังกร ทองสุตี่ (2522 : 24 – 25) และ สุรางค์ สากร (2537 : 55) ได้กล่าวถึงลักษณะของผู้ที่มีจิตวิทยาศาสตร์ ไว้ดังนี้

1. รู้จักวิพากษ์วิจารณ์อย่างมีเหตุผล
2. มีจิตใจกว้างขวาง ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น
3. คิด พุด และทำอย่างมีหลักเกณฑ์และเหตุผล
4. มีความสุขุมรอบคอบ การสรุปความคิดเห็นจะอยู่บนรากฐานของข้อมูลที่เชื่อถือได้
5. ยอมรับการเปลี่ยนแปลงและความก้าวหน้าใหม่ ๆ ที่มีคุณค่าต่อการดำรงชีวิต
6. มีความกระตือรือร้นที่จะค้นคว้าหาความรู้อยู่เสมอ
7. ทำงานด้วยความขยันหมั่นเพียร และรู้จักเสียสละ
8. มีแผนการทำงานอยู่ตลอดเวลา
9. มีมนุษยสัมพันธ์ สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้
10. มีความซื่อสัตย์และคงทนในการทำงาน
11. มีความรับผิดชอบต่อตนเองและส่วนรวม

คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์(2525 : 216 -217) ได้สรุปไว้ว่าบุคคลที่มีจิตวิทยาศาสตร์นั้น หมายถึง บุคคลที่มีคุณลักษณะและพฤติกรรมที่แสดงออกในด้านต่าง ๆ หลายประการ ซึ่งสอดคล้องกับ วิไลลักษณ์ ตั้งเจริญ (2539 : 19 – 20) สมศรี ตั้งมงคลเลิศ (2542 : 35-36) ภาพ เลหาไพบูลย์ (2542 : 12 – 13) และ พิมพ์พันธ์ เตชะคุปต์ (2545 : 13 –14) ดังรายละเอียดพฤติกรรมต่อไปนี้

1. มีความอยากรู้อยากเห็น

1.1 มีความพยายามที่จะแสวงหาความรู้ในสถานการณ์ใหม่ ๆ ซึ่งไม่สามารถอธิบายได้ ด้วยความรู้ที่มีอยู่เดิม

1.2 ตระหนักถึงความสำคัญของการแสวงหาข้อมูลเพิ่มเติม

1.3 ช่างซัก ช่างถาม ช่างอ่าน เพื่อให้ได้คำตอบเป็นความรู้ที่สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

1.4 ให้ความสนใจในเรื่องที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่กำลังเป็นปัญหาสำคัญในชีวิตประจำวัน

2. ความละเอียดถี่ถ้วนและความมานะบากบั่น

2.1 นำวิธีการหลายอย่างมาใช้ตรวจสอบปัญหา

2.2 ดำเนินการแก้ปัญหาจนถึงที่สุดหรือจนกว่าจะได้รับคำตอบ

2.3 ทำการตรวจสอบข้อมูลที่ได้จากการสังเกต หรือการทดลองซ้ำแม้ข้อมูลดังกล่าวจะสอดคล้อง

หรือตรงกับการคาดคะเน

3. ความมีเหตุผล
 - 3.1 ตรวจสอบความคิดของตนจากแหล่งที่น่าเชื่อถือ
 - 3.2 เสาะหาหลักฐานจากการสังเกตหรือทดลองเพื่อสนับสนุน หรือคัดค้านคำอธิบาย
 - 3.3 รวบรวมข้อมูลมากที่สุดเท่าที่จะทำได้ก่อนที่จะลงข้อสรุป
 - 3.4 ยอมรับในคำอธิบายเมื่อมีหลักฐานสนับสนุนหนักแน่นพอ
4. ความใจกว้าง
 - 4.1 พิจารณาและประเมินความคิดเห็นที่ผู้อื่นเสนอมา
 - 4.2 ประเมินหลักฐานที่ขัดแย้งกับสมมติฐานที่ตนตั้งขึ้น
 - 4.3 พิจารณาแนวทางต่าง ๆ ที่เป็นไปได้ เพื่อสำรวจปัญหา
 - 4.4 พิจารณาทั้งด้านที่สนับสนุนและคัดค้านเพื่อประเมินสถานการณ์
5. ความซื่อสัตย์
 - 5.1 รายงานสิ่งที่สังเกตได้ แม้ว่าสิ่งที่รายงานนั้นจะขัดต่อสมมติฐานของตน
 - 5.2 เปิดเผยเจ้าของผลงานที่ตนนำมาใช้ต่อผู้อื่น
 - 5.3 ไม่เปลี่ยนแปลงหรือแก้ไขข้อมูลที่ตนค้นพบ แม้ว่าข้อมูลนั้น จะไม่สนับสนุนสมมติฐานของตน
6. มีความรับผิดชอบ
 - 6.1 มีแผนการทำงาน
 - 6.2 มุ่งมั่นที่จะทำงานให้สำเร็จ
7. มีมนุษยสัมพันธ์ดี
 - 7.1 ทำงานร่วมกับผู้อื่นได้
 - 7.2 ให้ความร่วมมือในกิจกรรมต่าง ๆ

คุณลักษณะดังที่กล่าวมานี้ รวมกันเรียกว่า จิตวิทยาศาสตร์ ซึ่งจิตวิทยาศาสตร์นี้มิใช่เป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับวิทยาศาสตร์เท่านั้น แม้บุคคลทั่วไปหากเป็นผู้มีจิตวิทยาศาสตร์ ก็จะเป็นประโยชน์แก่การทำงานและการดำรงชีวิตอย่างยิ่ง

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2545 : 103) ได้กล่าวถึงคุณลักษณะของผู้ที่มีจิตวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

1. ความสนใจใฝ่รู้
2. ความมุ่งมั่นอดทนรอบคอบ
3. ความรับผิดชอบ
4. ความซื่อสัตย์
5. ประหยัด
6. การร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น
7. ความมีเหตุผล
8. การทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์

จากการศึกษาจิตวิทยาศาสตร์พบว่า ลักษณะและพฤติกรรมของผู้ที่มีจิตวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย ความอยากรู้อยากเห็น ความมีเหตุผล ความใจกว้าง ความซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลาง ความมีระเบียบและรอบคอบ ความรับผิดชอบและความเพียรพยายาม ความกระตือรือร้น การทำงานร่วมกับผู้อื่น ความละเอียดถี่ถ้วนและความมานะบากบั่น สำหรับงานวิจัยนี้จิตวิทยาศาสตร์แยกเป็น 3 ด้าน คือ ความรับผิดชอบ ความซื่อสัตย์ และความมีเหตุผล คือลักษณะที่ควรปลูกฝังให้เกิดกับเด็กนักเรียนในยุคปัจจุบัน ที่มีผลผลิตซึ่งเกิดจากความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เข้ามากระทบกับชีวิตความเป็นอยู่ที่เขาต้องปรับตัว และแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ จึงจะทำให้อยู่ร่วมกันในสังคมได้อย่างมีความสุข

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” ประกอบด้วยพฤติกรรม 3 ด้าน คือ 1) ความรับผิดชอบ 2) ความซื่อสัตย์ และ 3) ความมีเหตุผล โดยใช้แบบประเมินจิตวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามวิธีของลิเคิร์ท เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ คือ 5 , 4, 3, 2 และ 1 ซึ่งหมายถึง จริงมากที่สุด จริงมาก ไม่แน่ใจ จริงน้อย และไม่จริงเลย ตามลำดับ ซึ่งในการศึกษาจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนครบทุกชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดี (มีค่าเท่ากับ 4) เป็นค่าที่ใช้กำหนดเกณฑ์ ได้จากการนำชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นไปทดลองใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 9 คน พบว่านักเรียนมีจิตวิทยาศาสตร์เฉลี่ยเท่ากับ 3.63 จะเห็นได้ว่า นักเรียนมีจิตวิทยาศาสตร์มีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกับเกณฑ์ที่กำหนด ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้กำหนดเกณฑ์อยู่ที่ระดับดี

6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

6.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์

งานวิจัยภายในประเทศ

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ มีนักการศึกษาหลายท่านสนใจสร้างชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์และทดลองใช้ดังนี้

วนิดา อยู่ยั้ง (2539 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการประดิษฐ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกับการสอนตามคู่มือครู ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนที่ได้รับการสอนโดยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จิราภรณ์ ตรีพันธ์ (2540 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลการใช้ชุดกิจกรรมการสอนวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่อง ไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการสอนวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ อยู่ในขั้นรอบรู้ที่ระดับร้อยละ 88.52% และนักเรียนมีเจตคติต่อการเรียนโดยชุดกิจกรรมการสอนวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพอยู่ในระดับดี

นราวัลย์ กาญจนะประโชติ (2540 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการพัฒนาการใช้ชุดการสอนการทดลองวิทยาศาสตร์สำหรับครูกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า การเปรียบเทียบความก้าวหน้าของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พืช น้ำ แรง เสียง และเชื้อเพลิง คะแนนการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

กรรณิกา ไผทจันทร์ (2541 : 103) ได้ศึกษาผลการใช้ชุดกิจกรรมสิ่งแวดล้อมตามวิธีการวิจัยในการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อสิ่งแวดล้อม ในกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการศึกษาพบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมสิ่งแวดล้อมตามวิธีการวิจัย กับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และเจตคติต่อสิ่งแวดล้อมของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมสิ่งแวดล้อมตามวิธีการวิจัย กับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

เนื่อทอง นายี (2544 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลการใช้ชุดกิจกรรมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับการสอนโดยครูเป็นผู้สอนที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความสนใจทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการศึกษาค้นคว้าพบว่า ความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กับการสอนโดยครูเป็นผู้สอน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และความสนใจทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับการสอนโดยครูเป็นผู้สอน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

งานวิจัยต่างประเทศ

มีค (Meek.1972 : 4296 – 4296 – A) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบวิธีสอนแบบใช้ชุดกิจกรรมกับวิธีสอนแบบธรรมดา ผลการวิจัยพบว่า วิธีสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมมีประสิทธิภาพมากกว่าการสอนด้วยวิธีสอนธรรมดาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และผู้วิจัยได้สำรวจความคิดเห็นของผู้ที่อยู่ในกลุ่มทดลองทุกคน โดยทำการสำรวจทั้งก่อนและหลังการทดลอง ผลการวิเคราะห์ชี้ให้เห็นว่า ทุกคนมีพัฒนาการทางเจตคติที่ดีต่อการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรม เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เอดเวิร์ดส (Edwards. 1975 : 43) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลการเรียนในเรื่อง"ประสบการณ์ในการสอนแบบจุลภาค"โดยใช้ชุดกิจกรรมเรียนด้วยตนเองและได้รับคำแนะนำจากครูกับการใช้ชุดกิจกรรมเรียนด้วยตนเองโดยไม่ต้องมีคำแนะนำ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาของมหาวิทยาลัยฮิลลินนอยล์ จำนวน 50 คน แบ่งเป็นกลุ่มละ 25 คน ผลการวิจัยพบว่า ทั้ง 2 กลุ่ม มีผลการเรียนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

วีवास (Vivas. 1985 : 603) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการออกแบบพัฒนาและประเมินค่าของการรับรู้ทางความคิดของนักเรียนเกรด 1 ในประเทศเวเนซุเอลา โดยใช้ชุดกิจกรรมจากการศึกษาเกี่ยวกับความเข้าใจในการพัฒนาทักษะทั้ง 5 ด้าน คือ ด้านความคิด ด้านความพร้อมในการเรียน ด้านความคิดสร้างสรรค์ ด้านเชาว์ปัญญา และด้านการปรับตัวทางสังคม ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมมีความสามารถเพิ่มขึ้นในด้านความคิด ด้านความพร้อมในการเรียน ด้านความคิดสร้างสรรค์ ด้านเชาว์ปัญญา และด้านการปรับตัวทางสังคมหลังจากได้รับการสอนด้วยชุดกิจกรรม สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ

จากการศึกษางานวิจัยทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ พอสรุปได้ว่าการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ สามารถพัฒนาการเรียนการสอนให้ได้ผลดี เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ตามความสามารถของตนเอง ทั้งเป็นรายบุคคลและกลุ่ม ซึ่งกิจกรรมการเรียนการสอนแบบนี้ จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถคิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาได้ รู้จักการทำงานเป็นหมู่คณะ มีความรับผิดชอบและตัดสินใจด้วยตนเอง ช่วยให้การเรียนการสอนของครูมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ด้วยเหตุนี้จึงทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะสร้างชุดกิจกรรมการทดลอง

วิทยาศาสตร์ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” ซึ่งจะเป็นแนวทางในการพัฒนาการเรียนการสอนในระดับประถมศึกษาต่อไป

6.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลการเรียนรู้ด้านความรู้

งานวิจัยภายในประเทศ

จากการศึกษาผลการเรียนรู้ด้านความรู้ ซึ่งเดิมเป็นการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ได้มีผู้สนใจศึกษาเกี่ยวกับผลการเรียนรู้ด้านความรู้ไว้ดังนี้

มนิรัตน์ เกตุไสว (2540 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการทดลองที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยการจัดกิจกรรมการทดลองที่นักเรียนออกแบบการทดลองและปฏิบัติการทดลองตามที่ได้ออกแบบไว้พร้อมทั้งเลือกรูปแบบการบันทึกข้อมูลจากการทดลองแตกต่างจากกลุ่มที่ได้รับการสอนด้วยการจัดกิจกรรมการทดลองตามคู่มือครูของสสวท. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ศิริลักษณ์ หนองเส (2545 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาความสามารถทางการพึ่งพาตนเองด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมส่งเสริมศักยภาพทางการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมส่งเสริมศักยภาพทางการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครูมีความสามารถทางการพึ่งพาตนเองด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และด้านความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อุดมลักษณ์ นกเพ็ญพุ่ม (2545 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกกระบวนการคิดและการสอนโดยใช้ผังมโนเมติ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกกระบวนการคิดกับการสอนโดยใช้ผังมโนเมติมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

งานวิจัยต่างประเทศ

เดวิส (Davis. 1976 : 4164 – A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยการค้นพบแนะแนวทางกับการสอนแบบครูบอกให้รู้ตามตำราที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทัศนคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ ใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษา จำนวน 103 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 50 คน ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้และค้นพบแนะแนวทาง กลุ่มควบคุม 53 คน ได้รับการสอนแบบครูบอกความรู้ตามตำรา ผลการทดสอบพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

สมิท (Smit. 1994 : 2528 – A) ได้ศึกษาผลจากวิธีการสอนที่มีเจตคติต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบบรรยาย แบบลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง และทั้งแบบบรรยายและแบบลงมือปฏิบัติ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าทั้งสองแบบ

จากการศึกษางานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศพบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในลักษณะที่ให้นักเรียนได้ฝึกปฏิบัติด้วยตนเอง คิดเป็นและแก้ปัญหาได้ จะส่งผลให้ผู้เรียนมีผลการเรียนรู้ด้านความรู้สูงขึ้น

6.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแผนที่ความคิด

งานวิจัยภายในประเทศ

จากการศึกษาทฤษฎีและความสำคัญของแผนที่ความคิด (Mind Mapping) ในการเรียนการสอนนั้น ได้มีผู้สนใจศึกษาเกี่ยวกับแผนที่ความคิด (Mind Mapping) กับการเรียนการสอนดังต่อไปนี้

สุนีย์ สอนตระกูล (2534 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการพัฒนากระบวนการเรียนการสอนแบบจัดรอบมโนทัศน์ สำหรับวิชาชีววิทยาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ผลการวิจัยพบว่า ระบบการเรียนการสอนที่ได้พัฒนาขึ้นทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนตามระบบการเรียนการสอนแบบจัดรอบมโนทัศน์ สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนกลุ่มทดลองมีความคงทนของการเรียนรู้สูง

วิภา เกียรติชนะบำรุง (2537 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลการใช้เทคนิคการสอนแบบจัดรอบมโนทัศน์ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติต่อวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอน โดยใช้เทคนิคการสอนแบบจัดรอบมโนทัศน์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่ต่ำกว่าร้อยละ 60 และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ได้รับการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักเรียนกลุ่มทดลองมีเจตคติต่อวิชาชีววิทยาทางบวก

สุกานดา สมนัสทวีชัย (2540 : 52) ได้ศึกษาผลการใช้กรอบมโนทัศน์ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีต่อความคงทนในการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า ความคงทนในการเรียนของกลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่ม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 กลุ่มทดลอง 2 ซึ่งเรียนบทเรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่ผู้เรียนเป็นผู้สร้างกรอบมโนทัศน์เอง มีความคงทนสูงกว่ากลุ่มทดลอง 1 ซึ่งเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่คอมพิวเตอร์เป็นผู้นำเสนอกรอบมโนทัศน์ให้

ชุดิมา พรหมรักษา (2542 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบความคงทนในการจำของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีความบกพร่องทางการได้ยิน ที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีการเสนอกรอบมโนทัศน์ ในตำแหน่งที่ต่างกัน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีตำแหน่งการเสนอกรอบมโนทัศน์ต่างกัน มีความคงทนในการจำ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่มีตำแหน่งการเสนอกรอบมโนทัศน์ก่อนเรียน มีคะแนนความคงทนในการจำสูงกว่า นักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีตำแหน่งการเสนอกรอบมโนทัศน์หลังเรียน

งานวิจัยต่างประเทศ

โบโดลัส (Bodolus. 1987 : 3387 – A) ได้ศึกษาการใช้กรอบมโนทัศน์เพื่อช่วยในการรู้อย่างมีความหมายสำหรับนักเรียนในวิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการวิจัยเชิงทดลอง กลุ่มตัวอย่างแรกเป็นนักเรียนเกรด 9 จำนวน 429 คน แบ่งนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 ได้รับการสอนโดยใช้กรอบมโนทัศน์ กลุ่มที่ 2 ได้รับการสอนปกติ และกลุ่มที่ 3 เป็นกลุ่มควบคุม ซึ่งไม่ได้รับการสอนตามปกติ และไม่ใช้กรอบมโนทัศน์ นักเรียนทุกคนได้รับการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ทั้งด้านความรู้ และเจตคติ ผลปรากฏว่า

นักเรียนในกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้กรอบมโนทัศน์ และกลุ่มที่ได้รับการสอนปกติ ได้คะแนนการทดสอบหลังเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้กรอบมโนทัศน์ ได้คะแนนสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการสอนแบบปกติเพียงเล็กน้อย

เฟลด์ไซน์ (Feldsine. 1988 : 2301 – A) ได้ศึกษาการสร้างกรอบมโนทัศน์ที่ช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ในวิชาเคมีทั่วไป โดยใช้วิธีวิจัยแบบกรณีศึกษา กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียน 4 คน จากวิทยาลัยบรูมในรัฐนิวยอร์ก ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนสามารถสร้างกรอบมโนทัศน์ได้ดี และแสดงความเข้าใจในเนื้อหาเป็นอย่างดี เป็นการยืนยันว่าการอบมโนทัศน์นี้สามารถนำมาใช้วิชาเคมีได้ ช่วยให้นักเรียนเกิดความเข้าใจบทเรียน และทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจที่สมบูรณ์ นอกจากนี้ สามารถใช้กรอบมโนทัศน์เป็นเครื่องมือประเมินผลได้เป็นอย่างดี

โอเคบูโคลา และ เจเกอดี (Okebukola และ Jegede. 1988 : 488 – 500) ได้ศึกษาถึงผลของพฤติกรรมทางความรู้และแบบการเรียนรู้ที่มีอิทธิพลต่อการเรียนรู้ที่มีความหมาย ในวิชาชีววิทยา โดยใช้กรอบมโนทัศน์ กลุ่มตัวอย่าง แบ่งเป็นกลุ่มทดลองสอนโดยใช้เทคนิคการสอนแบบจัดกรอบมโนทัศน์ และกลุ่มควบคุม สอนโดยการสอนแบบบรรยาย ผลการวิจัยพบว่า พฤติกรรมการเรียนรู้ของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และพฤติกรรมการเรียนรู้แต่ละด้าน ได้แก่ ความรู้ ความจำ ความเข้าใจด้านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และด้านการนำไปใช้ และแบบการเรียนรู้แต่ละแบบซึ่งได้แก่แบบเรียนเป็นกลุ่ม และแบบเรียนตามลำพัง ให้ค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ .01

โฮลเบน (Wholeben. 1995 : 499 – A) ได้ศึกษาการใช้กรอบมโนทัศน์ในการประเมินผลการเปลี่ยนมโนทัศน์ของนักเรียน โดยการให้นักเรียนสร้างกรอบมโนทัศน์ตามแบบจำลองของ Novak และ Gowin หลังจากที่ยื่นเนื้อหาแล้ว พบว่า นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการใช้กรอบมโนทัศน์ คือ 1) ต้องการที่จะเรียนเกี่ยวกับกรอบมโนทัศน์เป็นอย่างมาก 2) ต้องการนำเทคนิคการสร้างกรอบมโนทัศน์ไปใช้เพื่อการเรียนในอนาคต 3) เหมาะสมที่จะเป็นเครื่องมือในการประเมินผล และเครื่องมือในการเรียนรู้ กรอบมโนทัศน์จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งของนักการศึกษาสำหรับการนำมาใช้เป็นเครื่องมือวัด ที่ทำให้เกิดความเข้าใจถึงการพัฒนามโนทัศน์ของนักเรียนที่จะเข้าใจเนื้อหาบทเรียน

สำหรับงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแผนที่ความคิดทั้งภายในประเทศ และต่างประเทศ พอจะสรุปได้ว่าแผนที่ความคิด (Mind Mapping) สามารถที่จะใช้เป็นเครื่องมือเพื่อสนับสนุนหรือเป็นยุทธวิธีในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจในบทเรียนอย่างชัดเจน และสามารถใช้องแผนที่ความคิด (Mind Mapping) เพื่อส่งเสริมโครงสร้างการแสดงสัญลักษณ์ทางความรู้ในการพัฒนาความคิดใหม่ สามารถเชื่อมความสัมพันธ์ของความคิด และรู้จักคิดอย่างอิสระ ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้น

6.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์

งานวิจัยภายในประเทศ

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ พบว่ามีนักการศึกษาหลายท่านสนใจนำทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ มาใช้ในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ดังนี้

คงศักดิ์ วัฒนโชติ (2535 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับทักษะภาคปฏิบัติเกี่ยวกับการใช้เครื่องมือในการทดลองวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจ เกี่ยวกับการใช้เครื่องมือและมีทักษะภาคปฏิบัติในการทดลองวิชาวิทยาศาสตร์ โดยเฉลี่ยอยู่ในระดับพอใช้ ได้คะแนนคิดเป็นร้อยละ 62.48 และโดยเฉลี่ยอยู่ในระดับถูกต้องมาก ได้คะแนนคิดเป็นร้อยละ 73.8 ตามลำดับ และความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการใช้เครื่องมือในการทดลองวิชาวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับทักษะภาคปฏิบัติเกี่ยวกับการใช้เครื่องมือในการทดลองวิชาวิทยาศาสตร์ ในระดับปานกลางอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อัญชลี ศรีนาคา (2539 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์กับกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสุรนารีวิทยา 2 จังหวัดนครราชสีมา ผลการวิจัยพบว่า ทักษะปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ .83 และคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับคะแนนทักษะปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์ด้านการดำเนินการทดลอง เทคนิคการทดลอง ความคล่องแคล่วในการปฏิบัติการ ความเป็นระเบียบเรียบร้อย มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ .72 .42 .29 และ .61ตามลำดับ

พีระ ศรีวิชัย (2541 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับทักษะการใช้เครื่องมือในการทดลองวิชาวิทยาศาสตร์และความอยากรู้อยากเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจ เกี่ยวกับทักษะการใช้เครื่องมือในการทดลองวิชาวิทยาศาสตร์ โดยเฉลี่ยอยู่ในระดับปานกลางที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % นักเรียนมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ในด้านความอยากรู้อยากเห็นโดยเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % และความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับทักษะการใช้เครื่องมือในการทดลองวิชาวิทยาศาสตร์ไม่มีความสัมพันธ์กับความอยากรู้อยากเห็น

จิรพรรณ ทะเขียว (2543. บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบทักษะภาคปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ และสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่สอนโดยใช้ชุดกิจกรรมอุปกรณ์วิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู ผลการวิจัยพบว่าทักษะภาคปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ และสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่สอนโดยใช้ชุดกิจกรรมอุปกรณ์วิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

งานวิจัยต่างประเทศ

กรอสมาร์ค (Grosmask. 1973 : 3176 -A) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์และทักษะปฏิบัติการทดลองกับจำนวนครั้งของการทำปฏิบัติการทดลอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาที่เรียนเคมี ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นเมืองนิวยอร์ก จำนวน 143 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยทั้ง 2 กลุ่มทำการทดลองเดียวกัน แต่กลุ่มทดลองทำการทดลองซ้ำอีกในช่วงเวลาว่าง

สิ้นภาคเรียนแล้วทำการทดสอบภาคปฏิบัติการทดลอง ผลการวิจัยพบว่า ทักษะในการปฏิบัติการทดลอง ระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่า การทำปฏิบัติการทดลองบ่อยครั้งมีผลทำให้มีทักษะปฏิบัติการทดลองดีขึ้น

แมคเบธ (Macbeth. 1974 : 45 – 51) ได้ศึกษาขอบเขตความสามารถของนักเรียนเกี่ยวกับทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ โดยเปรียบเทียบทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนอนุบาลกับนักเรียนเกรด 3 จากการศึกษา พบว่า การสอนโดยให้เด็กอนุบาลได้ทำการทดลองด้วยตนเอง จะช่วยให้พัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในเด็กอนุบาล ได้ดีกว่าเด็กที่มีอายุมากกว่า และการสอนเด็กเล็ก ๆ ได้ทดลองด้วยตนเองไม่ได้ผล สาเหตุหนึ่งเนื่องมาจากทักษะทางด้านการพูดและการติดต่อสื่อสาร โดยแมคเบธให้ข้อเสนอแนะว่า การใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ในระดับสูงขึ้น ควรเปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการทดลองใช้อุปกรณ์ให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ และทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ขึ้นอยู่กับอายุและการพัฒนาการทางระดับสติปัญญาของเด็ก การสอนโดยให้นักเรียนได้เรียนจากของจริง มีผลต่อการเรียนของเด็กเล็กมากกว่าในเด็กโต

บีสลีย์ (Beasley. 1979 : 5428 – 5436 A) ได้ศึกษาผลของการฝึกทักษะภาคปฏิบัติโดยวิธีปฏิบัติจริง และวิธีการติดต่อการทำปฏิบัติการทดลองเคมีของนักเรียนวิชาเคมีพื้นฐาน เพื่อศึกษาผลของการฝึกทักษะด้วยการปฏิบัติด้วยทักษะการทดลองอย่างเดียว ผลของการฝึกทักษะด้วยการคิดอย่างเดียวและผลของการฝึกทักษะปฏิบัติการทดลองและการคิดร่วมกัน โดยแบ่งนักศึกษาออกเป็น 4 กลุ่ม คือกลุ่มทดลอง 2 กลุ่ม กลุ่มควบคุม 1 กลุ่ม การประเมินผลการปฏิบัติการทดลองใช้เกณฑ์ในการประเมิน 2 เกณฑ์ คือ ความถูกต้องแม่นยำ และความคงที่แน่นอน โดยใช้วิธีการสังเกตพฤติกรรมของนักศึกษาขณะทำการทดลอง ทำการสังเกต 3 สัปดาห์ แล้วนำข้อมูลมาวิเคราะห์ความแปรปรวน จากการศึกษาพบว่า ทักษะภาคปฏิบัติของนักศึกษาที่ได้รับการฝึกทักษะแบบต่าง ๆ ทั้ง 3 กลุ่ม ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และนักศึกษาที่ได้รับการฝึกทักษะภาคปฏิบัติการทดลอง แตกต่างจากกลุ่มที่ไม่ได้รับการฝึกอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งแสดงว่าการฝึกทักษะในการปฏิบัติการทดลอง ทำให้มีเทคนิคการทดลองถูกต้องแม่นยำ

จากงานวิจัยในประเทศและต่างประเทศที่เกี่ยวกับทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ พบว่าการเรียนการสอนมุ่งเน้นให้นักเรียนได้ฝึกคิดและฝึกลงมือปฏิบัติกิจกรรมการทดลองด้วยตนเอง ซึ่งเป็นการเรียนรู้จากประสบการณ์ตรง ทำให้นักเรียนมีผลการเรียนรู้ด้านทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดี จากเหตุผลดังกล่าวผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร”

6.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับจิตวิทยาาสตร์

งานวิจัยภายในประเทศ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับจิตวิทยาาสตร์ ทั้งงานวิจัยในประเทศและงานวิจัยในต่างประเทศ ผู้วิจัยได้คัดเลือกและนำเสนอต่อไปนี้

อุษา คำประกอบ (2530 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง กับการสอนตามคู่มือครู ผลการศึกษาค้นคว้าพบว่า เจตคติทางวิทยาศาสตร์ ด้านความมีเหตุผล ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง กับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และพัฒนาการ

ของเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ด้านความมีเหตุผล ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองกับการสอนตามคู่มือครู สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

คัมภีร์ สุขศรี (2530 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลางของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่สอนโดยใช้บทเรียนโมดูลกับการสอนตามคู่มือครู ผลการศึกษาค้นคว้าพบว่า นักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม มีพัฒนาการของเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลางสูงขึ้น และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลางของนักเรียนทั้ง 2 กลุ่มไม่แตกต่างกัน

พิเชษฐ์ จัปจิตต์ (2534 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบพุทธวิธีแสงอรียสัจตามแนวพระพุทธเวที ที่มีการเจริญสมาธิกับที่ไม่มีการเจริญสมาธิ ผลการศึกษพบว่า เจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความมีเหตุผล ของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมแตกต่างกัน กลุ่มทดลองมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความมีเหตุผลสูงกว่ากลุ่มควบคุม ส่วนด้านความละเอียดถี่ถ้วนและความมานะบากบั่น ด้านความใจกว้าง ด้านการทำงานร่วมกับผู้อื่น ด้านความกระตือรือร้นและด้านความซื่อสัตย์ของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม ไม่แตกต่างกัน

นภาพร ขทิสจารย์ (2535 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความซื่อสัตย์กับทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีความซื่อสัตย์ที่เกี่ยวกับเจตคติทางวิทยาศาสตร์ โดยเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 % และความซื่อสัตย์ที่เกี่ยวกับเจตคติทางวิทยาศาสตร์ มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ ในระดับปานกลาง ($r = 0.4184$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001

งานวิจัยต่างประเทศ

คาห์น (Kahn. 1962 : 115 – 117) ได้ทดลองวิธีสอนที่จะช่วยพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์กับนักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 7 และ 8 โดยสอนวิชาวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการนำเข้าสู่เหตุการณ์ในปัจจุบันให้กับนักเรียนกลุ่มทดลองและสอนด้วยวิธีธรรมดา กับนักเรียนกลุ่มควบคุม ปรากฏว่าไม่แตกต่างกัน แต่กลุ่มทดลองมีความต้องการที่จะทดสอบสิ่งต่าง ๆ มากกว่า รู้จักสังเกต รอบคอบมากขึ้นกว่าเดิม ไม่เชื่อถือโซคลางและสิ่งศักดิ์ มีความคิดเห็นส่วนตัวมากขึ้น

แวร์อิง (Wareing. 1981 : 73 – 77) ได้ศึกษารูปแบบการคิดและพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียนที่กำลังเรียนหลักสูตร SCIS ซึ่งเป็นการทำการศึกษา กับนักเรียนระดับ 6 จำนวน 353 คน ซึ่งได้เรียนหลักสูตรนี้มาแล้ว 4 ปี ผลการวิจัยพบว่า เจตคติทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับรูปแบบการคิดอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่พบว่าตัวแปรอื่น ๆ ที่มีผลต่อเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เช่น ระดับ I.Q เพศของนักเรียนและระบบของโรงเรียนที่แตกต่างกัน

ฮาร์ตี และอัล-ฟาเลห์ (Harty and Al – Faleh. 1983 : 861 – 866) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากวิธีการสอนแบบสาธิตประกอบการบรรยาย และวิธีสอนแบบแบ่งกลุ่มย่อยทดลองของนักเรียนระดับ 11 จำนวน 74 คน ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่สอนแบบแบ่งกลุ่มทดลอง สูงกว่ากลุ่มที่สอนแบบสาธิตประกอบการบรรยาย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จากการศึกษาผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเจตคติทางวิทยาศาสตร์ทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ พบว่า เจตคติทางวิทยาศาสตร์ เป็นสิ่งที่สามารถพัฒนาขึ้นได้จากการเรียนรู้ โดยที่นักเรียนได้เข้าไปมีส่วนร่วมในการเรียนการสอน หรือได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมการทดลอง เจตคติทางวิทยาศาสตร์เป็นคำที่บัญญัติศัพท์มาจากคำในภาษาต่างประเทศ ซึ่งมีผู้ใช้คำอื่น แต่มีความหมายเดียวกัน เช่น ทศนคติทางวิทยาศาสตร์ จิตวิทยาศาสตร์ เป็นต้น ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้คำว่าจิตวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาว่า การสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้น มีผลต่อการพัฒนาจิตวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนได้หรือไม่ จิตวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นจะเป็นแนวทางเพื่อส่งเสริมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ได้เพียงใด

บทที่ 3

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

การวิจัยครั้งนี้ดำเนินการวิจัยเพื่อพัฒนาชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง "สารและสมบัติของสาร" เป็นงานวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi - Experimental Research) โดยนำผลการศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง "สารและสมบัติของสาร" มาพัฒนาเป็นชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เพื่อนำไปใช้ในการทดลองสอนนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนชุมชนบ้านเจียด อำเภอเขมราฐ จังหวัดอุบลราชธานี สรุปลักษณะการศึกษาค้นคว้าได้ 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 การพัฒนาและหาคุณภาพของชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์

ตอนที่ 2 การนำชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นไปทดลองสอน

ตอนที่ 1 การพัฒนาและหาคุณภาพของชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยได้ศึกษาจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง "สารและสมบัติของสาร" แล้วพัฒนาเป็นชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เพื่อนำไปใช้ในการทดลองสอนนักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนชุมชนบ้านเจียด อำเภอเขมราฐ จังหวัดอุบลราชธานี โดยสร้างชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์เป็นเอกสาร 2 ชุด คือ

1. ชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์
2. คู่มือครูประกอบชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์
1. ชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์

ในการพัฒนาชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้กำหนดขั้นตอนดำเนินการ ดังนี้

1.1 ศึกษาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 กรอบสาระการเรียนรู้และมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 3 : สารและสมบัติของสาร มาตรฐานการเรียนรู้ ช่วงชั้นที่ 2 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 – 6 ที่จัดทำโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ

1.2 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ ทั้งด้านทักษะการทดลอง และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อกำหนดจุดประสงค์การทดลอง ขั้นตอน และเนื้อหาในการจัดทำกิจกรรมการทดลอง แล้ววิเคราะห์ทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ ของแต่ละกิจกรรมการทดลองที่สร้างขึ้น

1.3 กำหนดขอบเขตของการดำเนินการทดลองและทำการทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้ทำการทดลอง โดยใช้อุปกรณ์และสารเคมีในห้องปฏิบัติการ ตามขั้นตอนการทดลองของชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ทั้ง 4 ชุดกิจกรรม เพื่อนำมาสร้างเป็นชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์

1.4 นำผลการทดลองที่ได้ เสนอต่อประธานและกรรมการที่ปรึกษาปริญญาโท และเตรียมสร้างชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์

1.5 สร้างชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย 4 ชุดกิจกรรม แต่ละชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ประกอบด้วยกิจกรรมการทดลองดังนี้

ชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง สมบัติของสาร

กิจกรรมการทดลองที่ 1 เรื่อง สมบัติทางกายภาพของสาร

กิจกรรมการทดลองที่ 2 เรื่อง สมบัติทางเคมีของสาร

ชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง การแยกสารที่มีสถานะแตกต่างกัน

กิจกรรมการทดลองที่ 1 เรื่อง การกรองสาร

กิจกรรมการทดลองที่ 2 เรื่อง การตกตะกอน

กิจกรรมการทดลองที่ 3 เรื่อง การระเหิด

ชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารเคมีที่ใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน

กิจกรรมการทดลองที่ 1 เรื่อง แชมพู น้ำยาล้างจานและผงซักฟอกทำความสะอาด

สะอาดได้อย่างไร

ชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของสารและผลกระทบต่อ

สิ่งมีชีวิต

กิจกรรมการทดลองที่ 1 เรื่อง การทดสอบสารบอแรกซ์ในสารปรุงแต่งอาหาร

และอาหาร

ซึ่งได้กำหนดส่วนประกอบของแต่ละชุดกิจกรรมไว้ดังนี้

- ใบความรู้
- ชื่อกิจกรรมการทดลอง
- สารสำคัญ
- จุดประสงค์การทดลอง
- เวลาที่ใช้ในการทดลอง
- สมมติฐาน
- ตัวแปรที่ศึกษา
- อุปกรณ์และสารเคมี
- วิธีทำการทดลอง
- ตารางบันทึกผลการทดลอง
- คำถามท้ายการทดลอง
- การอภิปรายและสรุปผลการทดลอง

1.6 นำชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ที่สร้างเรียบร้อยแล้ว เสนอต่อประธานและกรรมการที่ปรึกษาปริญญาโท ก่อนนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์ในการสอนอย่างน้อย 5 ปี จำนวน 5 ท่าน ซึ่งประกอบด้วยครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา จำนวน 3 ท่าน ได้แก่ อาจารย์ธำนิษฐ์ ปัญญาวัฒนกุล อาจารย์ประสาร ศรีมาฤทธิ์ และอาจารย์พงษ์ชิตะ บุญเอก นักวิทยาศาสตร์ศึกษา จำนวน 1 ท่าน ได้แก่ อาจารย์ ดร. ศิริกานต์ ผาสุก นักวัดผลและประเมินผลทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 1 ท่าน ได้แก่ รองศาสตราจารย์นิภา ศรีไพโรจน์ เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา(Content Validity) ของชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ โดยพิจารณาคำดัชนีความสอดคล้อง(IOC) ระหว่างจุดประสงค์การทดลองกับเนื้อหา

ของกิจกรรมการทดลองที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ .50 ขึ้นไป แล้วนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไข (ภาคผนวก ค)

1.7 นำชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งเป็นชุดเดียวกับที่ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา เพื่อทำการประเมินคุณภาพของชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ โดยพิจารณาจากองค์ประกอบของชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ 3 ด้าน ประกอบด้วย 1) เอกสารประกอบชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ (ใบความรู้) 2) ชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ และ 3) เอกสารรายงานผลการทดลองและคำถามท้ายการทดลอง โดยใช้แบบประเมินคุณภาพของชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ (ภาคผนวก ข) ซึ่งเป็นแบบประเมินนี้เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 อันดับ โดยกำหนดระดับความความคิดเห็นแต่ละช่วงคะแนนมีความหมายดังนี้

ระดับคะแนน 5 หมายถึง ผลการประเมินอยู่ในระดับดีมาก

ระดับคะแนน 4 หมายถึง ผลการประเมินอยู่ในระดับดี

ระดับคะแนน 3 หมายถึง ผลการประเมินอยู่ในระดับปานกลาง

ระดับคะแนน 2 หมายถึง ผลการประเมินอยู่ในระดับพอใช้

ระดับคะแนน 1 หมายถึง ผลการประเมินต้องปรับปรุง

กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบประเมินคุณภาพของชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ของผู้เชี่ยวชาญดังต่อไปนี้

คะแนนเฉลี่ย 4.21 – 5.00 หมายถึง ผลการประเมินคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก

คะแนนเฉลี่ย 3.41 – 4.20 หมายถึง ผลการประเมินคุณภาพอยู่ในระดับดี

คะแนนเฉลี่ย 2.61 – 3.40 หมายถึง ผลการประเมินคุณภาพอยู่ในระดับปานกลาง

คะแนนเฉลี่ย 1.81 – 2.60 หมายถึง ผลการประเมินคุณภาพอยู่ในระดับพอใช้

คะแนนเฉลี่ย 1.00 – 1.80 หมายถึง ผลการประเมินคุณภาพอยู่ในระดับต้องปรับปรุง

ผลการประเมินคุณภาพของชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์จากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน เกี่ยวกับชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นทุกชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ อยู่ในระดับดีมาก และมีข้อเสนอแนะให้แก้ไขปรับปรุง(ภาคผนวก ค) เพื่อความเหมาะสมมากยิ่งขึ้น

1.8 นำชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขจากผู้เชี่ยวชาญ ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนชุมชนบ้านเจียด อำเภอเขมราฐ จังหวัดอุบลราชธานี ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 3 คน ประกอบด้วยนักเรียนที่มีระดับความสามารถ เก่ง ปานกลาง อ่อน เพื่อนำข้อบกพร่องต่าง ๆ มาปรับปรุงแก้ไข ผลการทดลองใช้ชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์มีข้อสังเกตดังนี้

- ควรแยกใบความรู้ออกเป็นแต่ละกิจกรรมการทดลอง
- ควรเพิ่มการใช้กระดาษ pH ในการตรวจสอบสมบัติทางเคมีของสาร
- ควรปรับสารตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง เช่น ใช้ผงซอล์กสี แทนของผสมระหว่างทรายกับเกลือแกงในกิจกรรมการทดลอง เรื่อง การกรองสาร และ ใช้ผ้าแฉ่งมัน แทนน้ำหวานเข้มข้น ในกิจกรรมการทดลอง เรื่อง การตกตะกอน

1.9 นำชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไข ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนชุมชนบ้านเจียด อำเภอยะรัง จังหวัดอุบลราชธานี ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 9 คน ประกอบด้วยนักเรียนที่มีระดับความสามารถ เก่ง ปานกลาง อ่อน เพื่อนำข้อบกพร่องต่าง ๆ มาปรับปรุงแก้ไข ผลการทดลองใช้ชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์กับนักเรียนจำนวน 9 คน เพื่อศึกษาผลการเรียนรู้ด้านความรู้ พบว่า นักเรียนมีผลการเรียนรู้ด้านความรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน โดยมีผลการเรียนรู้หลังเรียนอยู่ในระดับปานกลาง ด้านความคิดเชิงสรุปอยู่ในระดับดี และด้านทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์เฉลี่ยสูงกว่าร้อยละ 70 และนักเรียนมีจิตวิทยาศาสตร์ หลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดี

1.10 นำชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ ที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนชุมชนบ้านเจียด อำเภอยะรัง จังหวัดอุบลราชธานี ที่เป็นกลุ่มตัวอย่างจำนวน 25 คน

2. คู่มือครูประกอบชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์

คู่มือครูประกอบชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นเพื่อเป็นแนวทางสำหรับครูผู้สอนที่จะนำชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นไปใช้ในการเรียนการสอน โดยดำเนินการสร้างคู่มือครูประกอบชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ดังนี้

2.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ และคู่มือครูประกอบชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์

2.2 ดำเนินการพัฒนาคู่มือครูประกอบชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ จำนวน 4 ชุดกิจกรรม โดยแต่ละชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย

- ชื่อกิจกรรมการทดลอง
- สารสำคัญ
- จุดประสงค์การทดลอง
- เวลาที่ใช้ในการทดลอง
- แนวการตั้งสมมติฐาน
- แนวการกำหนดตัวแปรที่ศึกษา
- อุปกรณ์และสารเคมี (ต่อกลุ่ม)
- การดำเนินการทดลอง
- ตัวอย่างการบันทึกผลการทดลอง
- แนวการตอบคำถามท้ายการทดลอง
- แนวการอภิปรายและสรุปผลการทดลอง
- ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมสำหรับครู

2.3 นำคู่มือครูประกอบชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ทั้ง 4 ชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ที่สร้างเสร็จเรียบร้อยแล้ว เสนอต่อประธานและกรรมการที่ปรึกษาปริญญาโท เพื่อพิจารณาตรวจสอบ แล้วนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไข (ภาคผนวก ฉ)

ในการสร้างคู่มือครูประกอบชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์นั้น ผู้วิจัยได้ยึดแนวคิดแบบการสร้างองค์ความรู้ (Constructivism) ซึ่งเป็นกระบวนการเรียนรู้ ที่ผู้สอนจัดสถานการณ์ให้ผู้เรียนสร้าง

องค์ความรู้ใหม่ของตนเอง โดยให้ผู้เรียนได้ศึกษา คิด ค้นคว้า ทดลอง ศึกษาจากใบความรู้และปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ จากสื่อการเรียนการสอนหรือจากแหล่งการเรียนรู้ต่าง ๆ

ตอนที่ 2 การนำชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นไปทดลองสอน

สำหรับการวิจัยตอนที่ 2 เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi - Experimental Research) โดยนำชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนไปทดลองสอนดังนี้

1. แหล่งข้อมูลที่ใช้ในการทดลองสอน

แหล่งข้อมูลที่ใช้ในการทดลองสอนได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนชุมชนบ้านเจียด อำเภอเขมราฐ จังหวัดอุบลราชธานี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2545 จำนวน 25 คน จำนวน 2 ห้องเรียน รวมจำนวนนักเรียนทั้งหมด 49 คน ส่วนกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนจำนวน 1 ห้องเรียน (จำนวน 25 คน) ได้จากการสุ่มตัวอย่าง แบบแบ่งกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

2. ตัวแปรที่ใช้ในการทดลองสอน

2.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร”

2.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

- 1) ผลการเรียนรู้ ประกอบด้วย
 - ด้านความรู้ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร”
 - ด้านความคิดเชิงสรุป
 - ด้านทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์
- 2) จิตวิทยาศาสตร์

3. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่นำมาสร้างเป็นชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีเนื้อหาประกอบด้วย 1) สมบัติของสาร 2) การแยกสารที่มีสถานะแตกต่างกัน 3) สารเคมีที่ใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน และ 4) การเปลี่ยนแปลงของสารและผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิต

4. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ทำการทดลองสอนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2545 ในชั่วโมงอิสระใช้เวลารวมทั้งสิ้น 14 คาบ ๆ ละ 50 นาที โดยมีการแบ่งช่วงเวลาในการใช้ชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น ดังตาราง 3

ตาราง 3 แสดงการแบ่งช่วงเวลาในการใช้ชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์

ครั้งที่	เรื่อง	เนื้อหา	จำนวนคาบ	การประเมินผล
1 - 2	สมบัติของสาร	- สมบัติทางกายภาพ - สมบัติทางเคมี	4	- แบบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง "สารและสมบัติของสาร"
3 - 5	การแยกสารที่มีสถานะแตกต่างกัน	- การกรองสาร - การตกตะกอน - การระเหิด	6	- แบบวัดผลการเรียนรู้ด้านความคิดเชิงสรุป
6	สารเคมีที่ใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน	- สารทำความสะอาด	2	- แบบวัดผลการเรียนรู้ด้านทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์
7	การเปลี่ยนแปลงของสารและผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิต	- สารปรุงแต่งอาหาร - สารเจือปนในอาหาร	2	- แบบประเมินจิตวิทยาศาสตร์

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. เครื่องมือที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์

1.1 แบบประเมินคุณภาพชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวัดผลการเรียนรู้ของนักเรียน

2.1 แบบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง "สารและสมบัติของสาร"

2.2 แบบวัดผลการเรียนรู้ด้านความคิดเชิงสรุป

2.3 แบบวัดผลการเรียนรู้ด้านทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์

2.4 แบบประเมินจิตวิทยาศาสตร์

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยดังกล่าว ได้ดำเนินการสร้างตามขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

แบบประเมินคุณภาพชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์

1. ศึกษาการสร้างแบบประเมินชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ โดยศึกษาวิธีสร้างแบบประเมินจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2. สร้างแบบประเมินชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ ให้มีองค์ประกอบของชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ 3 ด้าน ประกอบด้วย 1) เอกสารประกอบชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ (ใบความรู้) 2) ชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ และ 3) เอกสารรายงานผลการทดลองและคำถามท้ายการทดลอง

3. นำแบบประเมินชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ที่สร้างเสร็จเรียบร้อยแล้ว เสนอต่อประธานและกรรมการที่ปรึกษาปริญญาโท ก่อนนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์ในการสอนอย่างน้อย 5 ปี จำนวน 5 ท่าน ซึ่งประกอบด้วยครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 ท่าน ได้แก่ อาจารย์ธำนิษฐ์ ปัญญาวัฒนากุล

อาจารย์ประสาร ศรีมาฤทธิ์ และอาจารย์พงษ์ชิตะ บุญออก นักวิทยาศาสตร์ศึกษา จำนวน 1 ท่าน ได้แก้ไข อาจารย์ดร.ศิริกานต์ ผาสุก นักวัดผลและประเมินผลทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 1 ท่าน ได้แก้ไข รองศาสตราจารย์นิภา ศรีไพโรจน์ เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ของ ชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ โดยพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างเอกสารประกอบ ชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ (ใบความรู้) , ชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ และ เอกสารรายงานผลการทดลองและคำถามท้ายการทดลองของชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง ตั้งแต่ .50 ขึ้นไป แล้วนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไข

4. นำชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์พร้อมทั้งแบบประเมินคุณภาพของชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งเป็นชุดเดียวกับที่ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา เพื่อทำการประเมินคุณภาพของชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบประเมินคุณภาพของชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์(ภาคผนวก ข) แบบประเมินนี้เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 อันดับ โดยกำหนดระดับความความคิดเห็นแต่ละช่วงคะแนนมีความหมายดังนี้

- ระดับคะแนน 5 หมายถึง ผลการประเมินอยู่ในระดับดีมาก
- ระดับคะแนน 4 หมายถึง ผลการประเมินอยู่ในระดับดี
- ระดับคะแนน 3 หมายถึง ผลการประเมินอยู่ในระดับปานกลาง
- ระดับคะแนน 2 หมายถึง ผลการประเมินอยู่ในระดับพอใช้
- ระดับคะแนน 1 หมายถึง ผลการประเมินต้องปรับปรุง

กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบประเมินคุณภาพชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ของผู้เชี่ยวชาญดังต่อไปนี้

- คะแนนเฉลี่ย 4.21 – 5.00 หมายถึง ผลการประเมินคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก
- คะแนนเฉลี่ย 3.41 – 4.20 หมายถึง ผลการประเมินคุณภาพอยู่ในระดับดี
- คะแนนเฉลี่ย 2.61 – 3.40 หมายถึง ผลการประเมินคุณภาพอยู่ในระดับปานกลาง
- คะแนนเฉลี่ย 1.81 – 2.60 หมายถึง ผลการประเมินคุณภาพอยู่ในระดับพอใช้
- คะแนนเฉลี่ย 1.00 – 1.80 หมายถึง ผลการประเมินคุณภาพอยู่ในระดับต้องปรับปรุง

แบบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร”

ผู้วิจัยสร้างแบบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” โดยดำเนินการสร้างดังนี้

1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวัดและประเมินผล การสร้างเครื่องมือวัดผลวิชา วิทยาศาสตร์ ของสำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ (2539 : 141 – 187) และ ญัฎฐพงษ์ เจริญพิทย์. (2542 : 40 – 79)

2. วิเคราะห์เนื้อหาและจุดประสงค์การทดลองแต่ละกิจกรรมการทดลองมาสร้างแบบวัดผลการเรียนรู้เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก โดยแบ่งพฤติกรรมที่จะวัดออกเป็น 3 ด้าน คือ 1) ด้านความรู้ - ความจำ 2) ด้านความเข้าใจ และ 3) ด้านการนำไปใช้ สำหรับเกณฑ์การให้คะแนนมีดังนี้ ตรวจสอบให้คะแนนในกระดาษคำตอบ โดยข้อที่ตอบถูกให้ 1 คะแนน ข้อที่ตอบผิด ,ไม่ได้ตอบ หรือตอบเกิน 1 ข้อ ให้ 0 คะแนน

3. นำแบบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” ที่สร้างเสร็จเรียบร้อยแล้ว เสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาปริญญาโท ก่อนนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์ในการสอน วิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา อย่างน้อย 5 ปี จำนวน 2 ท่าน ได้แก่อาจารย์ธำนิษฐ์ ปัญญาวัฒนกุล และ อาจารย์ประสาร ศรีมาฤทธิ์ นักวัดผลและประเมินผลทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 1 ท่าน ได้แก่ รองศาสตราจารย์ นิภา ศรีไพโรจน์ เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ของแบบทดสอบ จากนั้นนำผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญมาคำนวณค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถาม ตัวเลือก จุดประสงค์การทดลองและพฤติกรรมที่ต้องการวัด คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ .50 ขึ้นไปไว้ใช้ หรือปรับปรุงแก้ไขตามความเหมาะสม (ภาคผนวก ง)

4. นำแบบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปทดลอง ใช้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนเขมรราชพิทยาคม อำเภอเขมรราช จังหวัดอุบลราชธานี ที่ไม่ใช่ กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 88 คน แล้วนำผลการทดสอบมาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบวัดเป็นรายข้อ โดยใช้เทคนิค 50% (ภาคผนวก ง)

5. คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.20 – 0.80 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป จำนวน 30 ข้อ (ภาคผนวก ง)

6. นำข้อสอบที่คัดเลือกไว้แล้วมาหาค่าความเชื่อมั่น แบบคูเดอร์ - ริชาร์ดสันโดยใช้สูตร $K - R 20$ ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” เท่ากับ 0.76 (ภาคผนวก ง)

7. นำแบบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” ไปทดลองใช้กับนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนชุมชนบ้านเจียด อำเภอเขมรราช จังหวัดอุบลราชธานี ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 25 คน

แบบวัดผลการเรียนรู้ด้านความคิดเชิงสรุป โดยทำแผนที่ความคิด (Mind

Mapping)

ผู้วิจัยสร้างแบบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้เชิงสรุป โดยดำเนินการสร้าง ตามขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนโดยทำแผนที่ความคิด (Mind Mapping)

2. วิเคราะห์เนื้อหาและจุดประสงค์การทดลอง ของชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์แต่ละชุดกิจกรรม มาสร้างเป็นแบบวัดผลการเรียนรู้ด้านความคิดเชิงสรุป โดยการทำแผนที่ความคิด (Mind Mapping)

3. กำหนดเกณฑ์การให้คะแนน มีเกณฑ์การพิจารณาผลงานจากการเขียนแผนที่ความคิด (Mind Mapping) ของนักเรียน โดยอิงเกณฑ์รูบริกส์ (Rubrics Score) มีการแบ่งระดับการให้คะแนนออกเป็น 3 ระดับ คือ 3, 2 และ 1 ดังนี้

ระดับคะแนน 3 หมายถึง ผลการเรียนรู้อยู่ในระดับดี

ระดับคะแนน 2 หมายถึง ผลการเรียนรู้ในระดับพอใช้

ระดับคะแนน 1 หมายถึง ผลการเรียนรู้ที่ต้องปรับปรุง

โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนจากผลการเรียนรู้ด้านความคิดเชิงสรุปของนักเรียน ดังนี้
 คะแนนเฉลี่ย 2.35 – 3.00 หมายถึง การประเมินผลการเรียนรู้อยู่ในระดับดี
 คะแนนเฉลี่ย 1.68 – 2.34 หมายถึง การประเมินผลการเรียนรู้อยู่ในระดับพอใช้
 คะแนนเฉลี่ย 1.00 – 1.67 หมายถึง การประเมินผลการเรียนรู้อยู่ในระดับปรับปรุง

4. นำแบบวัดผลการเรียนรู้ด้านความคิดเชิงสรุป โดยการทำแผนที่ความคิด (Mind Mapping) ที่สร้างเสร็จเรียบร้อยแล้ว เสนอต่อประธานและกรรมการที่ปรึกษาปริญญาโท ก่อนนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ซึ่งเป็นชุดเดียวกับผู้เชี่ยวชาญที่ตรวจสอบแบบประเมินคุณภาพ ของชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เพื่อตรวจสอบลักษณะการใช้คำ และความถูกต้องของเกณฑ์การให้คะแนน ของแบบวัดผลการเรียนรู้ด้านความคิดเชิงสรุป จากนั้นนำผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ มาคำนวณค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)) ระหว่างเกณฑ์การพิจารณาการทำแผนที่ความคิด (Mind Mapping) กับเกณฑ์การประเมินการให้คะแนน ที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ .50 ขึ้นไปไว้ใช้ หรือปรับปรุงแก้ไขตามความเหมาะสม (ภาคผนวก ค)

5. นำแบบวัดผลการเรียนรู้ด้านความคิดเชิงสรุป โดยการทำแผนที่ความคิด (Mind Mapping) ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนชุมชนบ้านเจียด อำเภอยะรัง จังหวัดอุบลราชธานี ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 25 คน

แบบวัดผลการเรียนรู้ด้านทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์

1. ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับทักษะการทดลอง ทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ การประเมินตามสภาพจริง และเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ จากหนังสือ เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2. วิเคราะห์ทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ในชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารและสมบัติของสารที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น เพื่อใช้ในการกำหนดแนวทาง ในการสร้างแบบประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์

3. สร้างแบบวัดผลการเรียนรู้ด้านทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประเมินตามสภาพจริง โดยอิงเกณฑ์รูบริกส์ (Rubrics Score) มีการให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบ (Analytic Score) แบบมาตราส่วนประมาณค่า 4 อันดับ ได้แก่ คะแนน 3, 2, 1 และ 0 ตามลำดับ และประเมินพฤติกรรม 4 ด้าน คือ 1) เทคนิคการทดลอง 2) ความคล่องแคล่วในการทดลอง 3) ความมีระเบียบในการทดลอง และ 4) รายงานผลการทดลอง โดยจะวัดขณะปฏิบัติการทดลอง

กำหนดเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

ดีมาก	= 3	คะแนน
ดี	= 2	คะแนน
พอใช้	= 1	คะแนน
ต้องปรับปรุง	= 0	คะแนน

แบบวัดผลการเรียนรู้ด้านทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยดัดแปลงมาจากแบบประเมินทักษะภาคปฏิบัติของสำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ (2539 : 169 – 171)

ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการประเมินตามสภาพจริง โดยผู้ร่วมประเมินจำนวน 3 คน ประกอบด้วย ผู้วิจัย ครูประจำชั้น จำนวน 1 ท่าน และนักเรียนประเมินตัวเอง สรุปคะแนนโดยการนำคะแนนจากผู้ประเมิน 3 คน มาหาค่าเฉลี่ยเป็นคะแนนที่นักเรียนแต่ละคนได้ เพื่อให้คะแนนที่ได้มีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น

4. นำแบบวัดผลการเรียนรู้ด้านทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ที่สร้างเรียบร้อยแล้ว เสนอต่อ ประธานและกรรมการที่ปรึกษาปริญญาโท ก่อนนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ซึ่งเป็นชุดเดียวกับ ผู้เชี่ยวชาญที่ตรวจสอบแบบวัดผลการเรียนรู้ด้านความคิดเชิงสรุป โดยการทำแผนที่ความคิด (Mind Mapping) เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ของแบบประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ โดยพิจารณาจากค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์กับเกณฑ์การประเมิน และพฤติกรรมที่ต้องการวัด ของแต่ละกิจกรรมการทดลอง ที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ .50 ขึ้นไป แล้วนำ ข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไข (ภาคผนวก ค)

5. นำแบบวัดผลการเรียนรู้ด้านทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปทดลองใช้กับ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนชุมชนบ้านเจียด อำเภอเขมราฐ จังหวัดอุบลราชธานี ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 25 คน

แบบประเมินจิตวิทยาศาสตร์

1. ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับจิตวิทยาศาสตร์ จากหนังสือ เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องของ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2545 : 103) และวิธีการสร้างแบบประเมินจิตวิทยาศาสตร์ ตามวิธีของลิเคิร์ท (Likert Scale) และการวัดผลการเรียนรู้ในด้านจิตวิทยาศาสตร์

2. วิเคราะห์หาพฤติกรรมที่แสดงออกถึงจิตวิทยาศาสตร์ในด้านความรับผิดชอบ ความซื่อสัตย์ และความมีเหตุผล เพื่อใช้ในการกำหนดแนวทางในการสร้างแบบประเมินจิตวิทยาศาสตร์

3. สร้างแบบประเมินจิตวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะพิจารณาโดยรวมในการแสดงความรู้สึกใน 3 ด้าน คือ ความรับผิดชอบ ความซื่อสัตย์ และความมีเหตุผล จำนวน 30 ข้อ เป็นมาตราส่วนประมาณค่า 5 อันดับ โดย แบ่งระดับการให้คะแนน แต่ละข้อเป็น 5 ระดับ คือ 5, 4, 3, 2 และ 1 ดังนี้

ระดับคะแนน 5 หมายถึง ผลการประเมินอยู่ในระดับจริงมากที่สุด

ระดับคะแนน 4 หมายถึง ผลการประเมินอยู่ในระดับจริงมาก

ระดับคะแนน 3 หมายถึง ผลการประเมินอยู่ในระดับไม่แน่ใจ

ระดับคะแนน 2 หมายถึง ผลการประเมินอยู่ในระดับจริงน้อย

ระดับคะแนน 1 หมายถึง ผลการประเมินอยู่ในระดับไม่จริงเลย

โดยกำหนดค่าน้ำหนักของข้อความที่แสดงความรู้สึทางบวกและทางลบ พิจารณาให้ระดับคะแนนดังนี้

	คะแนนทางบวก	คะแนนทางลบ
จริงมากที่สุด	5	1
จริงมาก	4	2
ไม่แน่ใจ	3	3
จริงน้อย	2	4
ไม่จริงเลย	1	5

4. นำแบบประเมินจิตวิทยาศาสตร์ที่สร้างเรียบร้อยแล้ว เสนอต่อประธานและกรรมการที่ปรึกษาปริญญาโท ก่อนนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ซึ่งเป็นชุดเดียวกับผู้เชี่ยวชาญที่ตรวจสอบแบบประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ โดยตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง และความเหมาะสมของแบบประเมิน โดยพิจารณาจากค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ .50 ขึ้นไป แล้วนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไข ได้แก่ ข้อคำถามเชิงบวก และเชิงลบที่มีการสลับข้ออย่างไม่เป็นระบบ ผู้วิจัยนำข้อคำถามเชิงบวกและเชิงลบมาสลับกันอย่างเป็นระบบมากขึ้น ก่อนนำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง (ภาคผนวก ค)

5. นำแบบประเมินจิตวิทยาศาสตร์ที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไข ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนชุมชนบ้านเจียด อำเภอเขมราฐ จังหวัดอุบลราชธานี ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 25 คน

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยในขั้นตอนการทดลองสอนมีแบบแผนการวิจัยดังต่อไปนี้

1. ในการทดสอบสมมติฐานข้อที่ 1 มีรูปแบบเป็นกลุ่มเดียวทดสอบก่อนและหลังการทดลอง (One group pretest posttest design) (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2540 : 60-61) ดังตาราง 4

ตาราง 4 แสดงแบบแผนการวิจัยในการทดสอบสมมติฐานข้อที่ 2.1

กลุ่ม	สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
E	T ₁	X	T ₂

เมื่อ	E แทน	กลุ่มตัวอย่าง
	T ₁ แทน	การทดสอบก่อนเรียนโดยใช้แบบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร”
	X แทน	การเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร”
	T ₂ แทน	การทดสอบหลังเรียนโดยใช้แบบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร”

2. ในการทดสอบสมมติฐานข้อที่ 2.2 , 3 และ 5 มีรูปแบบเป็นกลุ่มเดียวทดสอบหลังการทดลอง มีแบบแผนการวิจัย ดังตาราง 5

ตาราง 5 แสดงแบบแผนการวิจัยในการทดสอบสมมติฐานข้อที่ 2.2, 3, 5

กลุ่ม	ทดลอง	ทดสอบหลัง
E	X	T

เมื่อ E แทน กลุ่มตัวอย่าง
 X แทน การเรียนด้วยชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร”
 T แทน การทดสอบหลังเรียนโดยใช้แบบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” แบบวัดผลการเรียนรู้ด้านความคิดเชิงสรุป โดยการทำแผนที่ความคิด (Mind Mapping) และแบบประเมินจิตวิทยาาสตร์

3. ในการทดสอบสมมติฐานข้อที่ 4 เป็นรูปแบบกลุ่มเดียวทำการประเมินขณะที่กลุ่มตัวอย่าง ปฏิบัติการทดลองแต่ละกิจกรรมการทดลอง

การวิจัยในขั้นตอนการทดลองสอนเป็นการวิจัยกึ่งทดลองมีรูปแบบการทดลอง (Experimental design) เป็นกลุ่มเดียว ทดสอบก่อนเรียน ขณะเรียนและหลังเรียน ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการเก็บข้อมูลตามขั้นตอนดังนี้

1. ติดต่อผู้บริหารโรงเรียนชุมชนบ้านเจียด เพื่อขอความร่วมมือในการทำวิจัยและการใช้กลุ่มตัวอย่างในการเก็บรวบรวมข้อมูล ระหว่างเดือนมีนาคม พ.ศ. 2546

2. ชี้แจงรายละเอียดและทำการสอน โดยใช้ชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างจำนวน 25 คน และเก็บข้อมูลผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” โดยใช้แบบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” ทำการเก็บข้อมูลก่อนเรียนและหลังการเรียนด้วยชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ทุกชุดกิจกรรมการทดลอง ด้านความคิดเชิงสรุป โดยการทำแผนที่ความคิด (Mind Mapping) ทำการเก็บข้อมูลหลังเรียนจบแต่ละกิจกรรมการทดลองและด้านทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบวัดผลการเรียนรู้ด้านทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ ทำการเก็บข้อมูลขณะที่นักเรียนทำการทดลองแต่ละกิจกรรมการทดลอง และจิตวิทยาาสตร์ โดยใช้แบบประเมินจิตวิทยาาสตร์ ทำการเก็บข้อมูลหลังเรียนครบทุกชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์

3. นำคะแนนที่ได้จากการทดสอบก่อนเรียน ขณะเรียน และหลังเรียน มาทำการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ เพื่อทดสอบสมมติฐานต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลตามขั้นตอนดังนี้

1. การวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบประเมินคุณภาพของชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ โดยใช้ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) แล้วเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด

2. การวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” แบบวัดผลการเรียนรู้ด้านความคิดเชิงสรุป แบบวัดผลการเรียนรู้ด้านทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ และแบบประเมินจิตวิทยาศาสตร์

3. การวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร”

4. การวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” โดยใช้สูตร $K - R 20$

5. ทดสอบสมมติฐาน กระทำดังนี้

5.1 วิเคราะห์คะแนนจากแบบประเมินคุณภาพชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ ซึ่งผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญ โดยใช้ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ของผู้เชี่ยวชาญมาใช้เป็นสถิติ เทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย 4.21 – 5.00 หมายถึง ผลการประเมินคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก

คะแนนเฉลี่ย 3.41 – 4.20 หมายถึง ผลการประเมินคุณภาพอยู่ในระดับดี

คะแนนเฉลี่ย 2.61 – 3.40 หมายถึง ผลการประเมินคุณภาพอยู่ในระดับปานกลาง

คะแนนเฉลี่ย 1.81 – 2.60 หมายถึง ผลการประเมินคุณภาพอยู่ในระดับพอใช้

คะแนนเฉลี่ย 1.00 – 1.80 หมายถึง ผลการประเมินคุณภาพอยู่ในระดับต้องปรับปรุง

5.2 วิเคราะห์คะแนนจากแบบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” ซึ่งมีการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้สถิติ $t - test$ dependent

5.3 วิเคราะห์คะแนนจากแบบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” ซึ่งมีการทดสอบหลังเรียน โดยใช้สถิติ $t - test$ one group เทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดดังนี้

คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80–100 หมายถึง ผลการประเมินผลการเรียนรู้อยู่ในระดับดีมาก

คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 70 – 79 หมายถึง ผลการประเมินผลการเรียนรู้อยู่ในระดับดี

คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 60 – 69 หมายถึง ผลการประเมินผลการเรียนรู้อยู่ในระดับปานกลาง

คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 50 – 59 หมายถึง ผลการประเมินผลการเรียนรู้อยู่ในระดับผ่าน

เกณฑ์ขั้นต่ำที่กำหนด

คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 0 – 49 หมายถึง ผลการประเมินผลการเรียนรู้อยู่ในระดับ

ไม่ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำที่กำหนด

5.4 วิเคราะห์คะแนนจากแบบวัดผลการเรียนรู้ด้านความคิดเชิงสรุป โดยการทำแผนที่ความคิด (Mind Mapping) ซึ่งมีการทดสอบหลังเรียน โดยใช้สถิติ $t - test$ one group เทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดดังนี้

คะแนนเฉลี่ย 2.35 – 3.00 หมายถึง การประเมินผลการเรียนรู้อยู่ในระดับดี

คะแนนเฉลี่ย 1.68 – 2.34 หมายถึง การประเมินผลการเรียนรู้อยู่ในระดับพอใช้

คะแนนเฉลี่ย 1.00 – 1.67 หมายถึง การประเมินผลการเรียนรู้อยู่ในระดับปรับปรุง

5.5 วิเคราะห์คะแนนจากแบบวัดผลการเรียนรู้ด้านทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ ขณะเรียน โดยใช้ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) แล้วนำคะแนนเฉลี่ยมาคิดเป็นร้อยละ

5.6 แบบประเมินจิตวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีการทดสอบหลังเรียน โดยใช้สถิติ t – test one group เทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดดังนี้

คะแนนเฉลี่ย 4.21 – 5.00 หมายถึง ผลการประเมินผลการเรียนรู้อยู่ในระดับดีมาก

คะแนนเฉลี่ย 3.41 – 4.20 หมายถึง ผลการประเมินผลการเรียนรู้อยู่ในระดับดี

คะแนนเฉลี่ย 2.61 – 3.40 หมายถึง ผลการประเมินผลการเรียนรู้อยู่ในระดับปานกลาง

คะแนนเฉลี่ย 1.81 – 2.60 หมายถึง ผลการประเมินผลการเรียนรู้อยู่ในระดับพอใช้

คะแนนเฉลี่ย 1.00 – 1.80 หมายถึง ผลการประเมินผลการเรียนรู้ในระดับต้องปรับปรุง

การวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ กระทำโดยใช้เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ และโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS (Statistical Package for the Social Sciences)

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติพื้นฐาน

1.1 หาค่าคะแนนเฉลี่ยของแบบประเมินคุณภาพของชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์และแบบวัดผลการเรียนรู้ด้านทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ ขณะเรียนของกลุ่มทดลอง (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540 : 137) โดยคำนวณจากสูตร

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

เมื่อ $\bar{X}$ แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนน

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N แทน จำนวนข้อมูลทั้งหมด

1.2 หาค่าความแปรปรวนของแบบวัดผลการเรียนรู้ด้านทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540 : 142) โดยคำนวณจากสูตร

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

เมื่อ S^2 แทน ค่าความแปรปรวนของคะแนน

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

$\sum X^2$ แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง

N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

1.3 หาค่าร้อยละของคะแนนจากการทดสอบขณะเรียนและหลังเรียน (บุญชม ศรีสะอาด. 2543 : 101) โดยคำนวณจากสูตร

$$\text{ค่าร้อยละ (\%)} = \frac{f}{N} \times 100$$

เมื่อ f แทน จำนวนคะแนน

N แทน จำนวนคะแนนทั้งหมด

2. สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

2.1 หาค่าความเที่ยงตรง (Validity) โดยทำการหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การทดลองกับเนื้อหาของชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์แต่ละชุดกิจกรรมการทดลองที่พัฒนาขึ้น แบบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” แบบวัดผลการเรียนรู้ด้านความคิดเชิงสรุป แบบวัดผลการเรียนรู้ด้านทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ และแบบประเมินเจตคติวิทยาศาสตร์ โดยใช้ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) (ณัฏฐพงษ์ เจริญพิทย์. 2542 : 235) มีสูตรดังนี้

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้อง

$\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนจากผู้เชี่ยวชาญ

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.2 หาค่าความยากง่าย (Difficulty Index : p) และค่าอำนาจจำแนก (Discrimination Index : r) ของแบบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” โดยใช้การวิเคราะห์ข้อสอบในรายข้อ (Item Analysis) (ณัฏฐพงษ์ เจริญพิทย์. 2542 : 215) โดยคำนวณจากสูตรดังนี้

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

เมื่อ p แทน ค่าความยากง่ายของคำถามแต่ละข้อ

R แทน จำนวนนักเรียนที่ทำข้อนั้นถูก

N แทน จำนวนนักเรียนที่ทำข้อสอบนั้นทั้งหมด

$$r = \frac{R_H - R_L}{\frac{N}{2}}$$

เมื่อ r แทน ค่าอำนาจจำแนก

R_H แทน จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มเก่ง

R_L แทน จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มอ่อน

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อน

2.3 หาความเชื่อมั่นของแบบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” แบบคูเดอริชาร์ดสัน สูตรที่ 20 (Kuder-Richardson 20 หรือ K - R 20) (ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์. 2542 : 228) โดยคำนวณจากสูตร

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

เมื่อ	r_{tt}	แทน	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	K	แทน	จำนวนข้อ
	p	แทน	สัดส่วนผู้ตอบถูกต้องผู้เข้าสอบทั้งหมด (n)
	q	แทน	สัดส่วนผู้ตอบผิดต่อผู้เข้าสอบทั้งหมด (n) หรือ $1 - p$
	S_t^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนรวมทั้งหมด

3. สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบสมมติฐาน

3.1 ทดสอบสมมติฐานข้อที่ 1 การทดสอบว่าชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ อยู่ในระดับดี โดยใช้ค่าคะแนนเฉลี่ย ($\bar{X}$) ของแบบประเมินคุณภาพชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์จากผู้เชี่ยวชาญ แล้วนำคะแนนเฉลี่ยมาเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด

3.2 ทดสอบสมมติฐานข้อที่ 2.1 เปรียบเทียบผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” ซึ่งเป็นข้อมูลที่ได้จากการทดสอบวัดจากกลุ่มตัวอย่างเดียวกัน 2 ครั้ง จากผลต่างของคะแนน ก่อน – หลัง ใช้ t – test แบบ dependent Samples (พวงรัตน์ ทวีรัตน์ . 2540 :165) โดยคำนวณจากสูตรดังนี้

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

เมื่อ	$\sum D$	แทน	ผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนนทดสอบหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์และก่อนเรียนด้วยชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์
	$\sum D^2$	แทน	ผลรวมของกำลังสองของความแตกต่างระหว่างคะแนนทดสอบหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์และก่อนเรียนด้วยชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์
	N	แทน	จำนวนนักเรียนทั้งหมดที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

3.3 ทดสอบสมมติฐานข้อที่ 2.2 ,3 และ 5 ใช้ t – test one group (ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์. 2524 : 186) โดยคำนวณจากสูตร ดังนี้

$$t = \frac{\bar{X} - \mu^*}{\frac{s}{\sqrt{n}}}$$

เมื่อ $\bar{X}$ แทน ค่าเฉลี่ยที่คำนวณได้จากข้อมูลของกลุ่มตัวอย่าง
 μ^* แทน ค่าเฉลี่ยที่เป็นค่าเกณฑ์*
 s แทน คะแนนส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่คำนวณได้จากกลุ่มตัวอย่าง
 n แทน ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

หมายเหตุ * ค่าเกณฑ์ที่กำหนดสำหรับแต่ละสมมติฐานเป็นดังนี้

- ก) สมมติฐานข้อที่ 2.2 อยู่ในระดับปานกลาง $\mu =$ ร้อยละ 60 เทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด
- ข) สมมติฐานข้อที่ 3 อยู่ในระดับพอใช้ $\mu = 2$ จากมาตราส่วนประมาณค่า 3 ระดับ คือ 3 , 2 และ 1
- ค) สมมติฐานข้อที่ 5 อยู่ในระดับดี $\mu = 4$ จากมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ คือ 5, 4 , 3, 2 และ 1

3.4 ทดสอบสมมติฐานข้อที่ 4 โดยหาค่าคะแนนเฉลี่ยของคะแนนแบบวัดผลการเรียนรู้ด้านทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองขณะเรียนด้วยชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ทุกชุดกิจกรรมการทดลองแล้วนำคะแนนเฉลี่ย ($\bar{X}$) มาคิดเป็นร้อยละ

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ได้พัฒนาชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยนำชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ ไปผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ และนำไปทดลองสอนกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2545 โรงเรียนชุมชนบ้านเจียด จังหวัดอุบลราชธานี เพื่อศึกษาในเรื่องต่อไปนี้

1. ศึกษาคุณภาพของชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” โดยการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ
2. ศึกษาผลการเรียนรู้ด้านความรู้ ด้านความคิดเชิงสรุป และด้านทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร”
3. ศึกษาจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร”

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยเป็น 2 ขั้นตอน คือ ตอนที่ 1 การพัฒนาและหาคุณภาพชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ และตอนที่ 2 การนำชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นไปทดลองสอน ดังนี้

ตอนที่ 1 การพัฒนาและหาคุณภาพของชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยได้นำชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” ที่พัฒนาขึ้น ได้ผ่านการประเมินคุณภาพของชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ปรากฏผลดังนี้

ตาราง 6 แสดงผลการประเมินคุณภาพของชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน

ชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง	รายการประเมิน			$\bar{X}$	S.D	ผลการประเมิน
	เอกสารประกอบชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์	ชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์	เอกสารรายงานผลการทดลองและคำถามท้ายการทดลอง			
สมบัติของสาร	4.38	4.46	4.26	4.40	0.59	ดีมาก
การแยกสารที่มีสถานะแตกต่างกัน	4.24	4.34	4.23	4.29	0.56	ดีมาก
สารเคมีที่ใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน	4.29	4.41	4.20	4.33	0.52	ดีมาก
การเปลี่ยนแปลงของสารและผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิต	4.13	4.30	4.11	4.21	0.53	ดีมาก
ภาพรวม	4.26	4.38	4.20	4.31	0.55	ดีมาก

จากตาราง 6 แสดงผลการประเมินคุณภาพของชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” ตามทัศนะของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 4 ชุดกิจกรรม โดยแต่ละชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 3 ส่วน คือ เอกสารประกอบชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ (ใบความรู้) ชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ และเอกสารรายงานผลการทดลองและคำถามท้ายการทดลอง พบว่า คุณภาพของชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” โดยภาพรวมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.31 จาก 5.00 ซึ่งอยู่ในระดับดีมาก แสดงว่า ชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมสำหรับนำไปใช้ในการเรียนการสอน

ตอนที่ 2 การนำชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นไปทดลองสอน

2.1 ศึกษาผลการเรียนรู้ของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ ได้แก่

2.1.1 ศึกษาผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร”

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” ของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” จากคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน และหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เมื่อนำผลคะแนนเฉลี่ยในแต่ละด้านจากการทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ มาเปรียบเทียบปรากฏผลดังนี้

ตาราง 7 แสดงการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” ด้านต่าง ๆ จากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

พฤติกรรมที่ต้องการวัด	คะแนนทดสอบ ก่อนเรียน(N = 25)		คะแนนทดสอบ หลังเรียน(N = 25)		df	t	p
	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.			
1. ด้านความรู้-ความจำ (11 ข้อ)	3.76	1.48	8.72	1.94	24	10.783*	.000
2. ด้านความเข้าใจ (12 ข้อ)	3.88	1.16	8.24	1.76	24	10.587*	.000
3. ด้านการนำไปใช้ (7 ข้อ)	3.08	1.18	4.24	1.16	24	3.752*	.000
รวม 30 ข้อ	10.72	2.70	21.20	3.14	24	12.434*	.000

* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 7 แสดงการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” ด้านต่าง ๆ จากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ผลการเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” ในด้านความรู้ – ความจำ ความเข้าใจ และการนำไปใช้ มีความแตกต่างกัน โดยคะแนนหลังเรียนมีคะแนนสูงขึ้น ($p = 0.000$)

เมื่อพิจารณาผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” ของนักเรียนโดยภาพรวมพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ มีผลการเรียนรู้ด้านความรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ($p = 0.000$) แสดงว่า การเรียนด้วยชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” ทำให้ผลการเรียนรู้ด้านความรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

อนึ่ง ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” ของนักเรียนหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ จากคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน เมื่อนำผลคะแนนเฉลี่ยมาเทียบเป็นร้อยละในแต่ละด้าน จากการทดสอบหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ ปรากฏผลดังนี้

ตาราง 8 แสดงผลการทดสอบผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” ของนักเรียนหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เมื่อเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด

พฤติกรรมที่ต้องการวัด	ค่าเฉลี่ยหลังเรียน (N =25)			ค่าร้อยละที่ใช้เป็นเกณฑ์	df	t	p
	$\bar{X}$	S.D.	คิดเป็นร้อยละ				
1. ด้านความรู้-ความจำ (11 ข้อ)	8.72	1.48	79.27	60	24	7.130*	.000
2. ด้านความเข้าใจ (12 ข้อ)	8.24	1.76	68.66	60	24	2.950*	.003
3. ด้านการนำไปใช้ (7 ข้อ)	4.24	1.16	60.57	60	24	0.172	.432
รวม 30 ข้อ	21.20	3.14	70.66	60	24	5.081*	.000

* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 8 แสดงผลการทดสอบผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” หลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนเมื่อเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” มีผลการเรียนรู้ด้านความรู้หลังเรียนในด้านความรู้ – ความจำ และด้านความเข้าใจสูงกว่าระดับปานกลาง ($p = 0.000$ และ 0.003 ตามลำดับ) ยกเว้นด้านการนำไปใช้อยู่ในระดับปานกลาง ($p = 0.432$)

เมื่อพิจารณาผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” ของนักเรียนโดยภาพรวมพบว่า ผลการเรียนรู้ด้านความรู้หลังเรียนสูงกว่าระดับปานกลาง ($p = 0.000$) แสดงว่า การเรียนด้วยชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ ทำให้ผลการเรียนรู้ด้านความรู้หลังเรียนสูงกว่าระดับปานกลาง

2.1.2 ศึกษาผลการเรียนรู้ด้านความคิดเชิงสรุป

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาผลการเรียนรู้ด้านความคิดเชิงสรุปของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการทดลองเรื่อง “สารและสมบัติของสาร” โดยให้นักเรียนสรุปผลการเรียนรู้ด้านความคิดเชิงสรุปหลังจากเรียนจบในแต่ละกิจกรรมการทดลอง โดยการทำแผนที่ความคิด (Mind Mapping) แล้วนำผลการเรียนมาตรวจประเมินให้คะแนน ปรากฏผลดังนี้

ตาราง 9 แสดงผลการทดสอบผลการเรียนรู้ด้านความคิดเชิงสรุป ของนักเรียนหลังเรียนจบแต่ละกิจกรรมการทดลอง โดยการทำแผนที่ความคิด (Mind Mapping) เมื่อเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด

กิจกรรมการทดลอง วิทยาศาสตร์ เรื่อง	ค่าเฉลี่ยหลังเรียน (N = 25)		ค่าเฉลี่ยที่ใช้ เป็นเกณฑ์	df	t	p
	$\bar{X}$	S.D.				
สมบัติทางกายภาพ	2.68	0.47	2	24	7.141*	.000
สมบัติทางเคมี	2.72	0.45	2	24	7.856*	.000
การกรองสาร	2.68	0.62	2	24	5.421*	.000
การตกตะกอน	2.68	0.62	2	24	4.571*	.000
การระเหิด	2.64	0.70	2	24	5.421*	.000
แชมพู น้ำยาล้างจาน และผงซักฟอก ทำความสะอาดได้อย่างไร	2.44	0.71	2	24	3.091*	.002
การทดสอบสารบอแรกซ์ใน สารปรุงแต่งอาหารและอาหาร	2.52	0.71	2	24	3.641*	.000
ภาพรวม	2.62	0.47	2	24	6.551*	.000

* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 9 แสดงผลการทดสอบผลการเรียนรู้ด้านความคิดเชิงสรุป ของนักเรียนหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์จบแต่ละกิจกรรมการทดลอง โดยการทำแผนที่ความคิด (Mind Mapping) เมื่อเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” มีผลการเรียนรู้ด้านความคิดเชิงสรุปหลังเรียนในแต่ละกิจกรรมการทดลอง ประกอบด้วย เรื่อง สมบัติทางกายภาพของสาร สมบัติทางเคมีของสาร การกรองสาร การตกตะกอน การระเหิด แชมพู น้ำยาล้างจาน และผงซักฟอกทำความสะอาดได้อย่างไร และการทดสอบสารบอแรกซ์ในสารปรุงแต่งอาหารและอาหารสูงกว่าระดับพอใช้ ($p = 0.000$ 0.000 0.000 0.000 0.000 0.002 และ 0.000 ตามลำดับ)

เมื่อพิจารณาผลการเรียนรู้ด้านความคิดเชิงสรุป ของนักเรียนโดยภาพรวม พบว่า ผลการเรียนรู้ด้านความคิดเชิงสรุปสูงกว่าระดับพอใช้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($p=0.000$) แสดงว่า การเรียนด้วยชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ ทำให้ผลการเรียนรู้ด้านความคิดเชิงสรุปสูงกว่าระดับพอใช้

2.1.3 ศึกษาผลการเรียนรู้ด้านทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร”

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาผลการเรียนรู้ด้านทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนขณะที่นักเรียนเรียนด้วยชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ทุกกิจกรรมการทดลอง เมื่อนำคะแนนเฉลี่ยในแต่ละด้านของทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์มาเทียบเป็นร้อยละ ปรากฏผลดังนี้

ตาราง 10 แสดงผลการทดสอบผลการเรียนรู้ด้านทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนขณะที่นักเรียนเรียนด้วยชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ในแต่ละกิจกรรมการทดลอง

ชุดกิจกรรม การทดลอง วิทยาศาสตร์ เรื่อง	คะแนนเฉลี่ย				$\bar{X}$	S.D	คิดเป็น ร้อยละ
	รายการที่ประเมิน						
	ด้านที่ 1*	ด้านที่ 2*	ด้านที่ 3*	ด้านที่ 4*			
สมบัติของสาร							
- สมบัติทางกายภาพ	2.63	2.26	2.28	2.17	2.33	0.23	77.98
- สมบัติทางเคมี	2.68	2.24	2.49	2.17	2.39	0.25	79.88
การแยกสารที่มีสถานะ แตกต่างกัน							
- การกรองสาร	2.60	2.32	2.60	2.14	2.41	0.24	80.63
- การตกตะกอน	2.73	2.20	2.52	2.13	2.39	0.26	79.87
- การระเหิด	2.64	2.22	2.29	2.09	2.31	0.23	77.13
สารเคมีที่ใช้ประโยชน์ใน ชีวิตประจำวัน							
- แชมพู น้ำยาล้างจาน และ ผงซักฟอก ทำความสะอาด ได้อย่างไร	2.73	2.21	2.58	2.32	2.46	0.17	82.14
การเปลี่ยนแปลงของสาร และผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิต							
- การทดสอบสารบอแรกซ์ ในสารปรุงอาหารและอาหาร	2.77	2.18	2.48	2.21	2.41	0.19	80.47
ภาพรวม	2.68	2.23	2.46	2.17	2.39	0.18	79.73

หมายเหตุ ด้านที่ 1* หมายถึง เทคนิคการทดลอง ด้านที่ 2* หมายถึง ความคล่องแคล่วในการทดลอง

ด้านที่ 3* หมายถึง ความมีระเบียบในการทดลอง ด้านที่ 4* หมายถึง รายงานผลการทดลอง

จากตาราง 10 แสดงผลการทดสอบผลการเรียนรู้ด้านทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนขณะที่นักเรียนเรียนด้วยชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ในแต่ละกิจกรรมการทดลองเมื่อนำคะแนนเฉลี่ย

มาเทียบเป็นร้อยละ พบว่า การเรียนด้วยชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง“สารและสมบัติของสาร” ทุกกิจกรรมการทดลอง นักเรียนมีทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์เฉลี่ยสูงกว่าร้อยละ 70 กล่าวคือ คะแนนเฉลี่ยของทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน กิจกรรมการทดลอง เรื่อง สมบัติทางกายภาพ สมบัติทางเคมีของสาร การกรองสาร การตกตะกอน การระเหิด แฉมพู น้ำยาล้างจาน และผงซักฟอกทำความสะอาดได้ อย่างไร และ การทดสอบสารบอแรกซ์ในสารปรุงอาหารและอาหาร มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 77.98 79.88 80.63 79.87 77.13 82.14 และ 80.47 ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยของทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์โดยภาพรวมในทุกกิจกรรมการทดลอง วิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนมีทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ เฉลี่ยร้อยละ 79.73

2.2 ศึกษาผลการเรียนรู้ด้านจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการทดลอง วิทยาศาสตร์ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร”

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” เมื่อนำผลคะแนนเฉลี่ยในแต่ละด้านจากการตอบแบบประเมินจิตวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ ปรากฏผลดังนี้

ตาราง 11 แสดงผลการทดสอบจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมการทดลอง วิทยาศาสตร์ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” เมื่อเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด

จิตวิทยาศาสตร์ด้าน	ค่าเฉลี่ยหลังเรียน (N = 25)		ค่าเฉลี่ย ที่ใช้เป็นเกณฑ์	df	t	p
	$\bar{X}$	S.D.				
1. ด้านความรับผิดชอบ	4.15	0.27	4	24	2.847*	.004
2. ด้านความซื่อสัตย์	4.13	0.26	4	24	2.603*	.008
3. ด้านความมีเหตุผล	4.08	0.32	4	24	1.351	.094
ภาพรวม	4.12	0.24	4	24	2.559*	.008

* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 11 แสดงผลการทดสอบจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” เมื่อเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด โดยพิจารณาแยกเป็นรายด้าน พบว่า จิตวิทยาศาสตร์ด้านความรับผิดชอบ และด้านความซื่อสัตย์ของนักเรียนสูงกว่าระดับดี ($p = 0.004$ และ 0.008 ตามลำดับ) ยกเว้น ด้านความมีเหตุผลของนักเรียนอยู่ในระดับดี ($p = 0.094$)

เมื่อพิจารณาจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนโดยภาพรวม พบว่า นักเรียนมีจิตวิทยาศาสตร์หลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์สูงกว่าระดับดี ($p=0.008$) แสดงว่า การเรียนด้วยชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ ทำให้นักเรียนมีจิตวิทยาศาสตร์สูงกว่าระดับดี

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ เป็นการพัฒนาชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยได้สร้างชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” โดยมีการศึกษาผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” ด้านความคิดเชิงสรุป ด้านทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์และด้านจิตวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2545 โดยใช้ชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น สรุปได้ดังนี้

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาและหาคุณภาพของชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” สำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
2. เพื่อศึกษาผลการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” ใน 3 ด้าน คือ 1) ด้านความรู้ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” 2) ด้านความคิดเชิงสรุป และ 3) ด้านทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์
3. เพื่อศึกษาจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร”

สมมติฐานของการวิจัย

1. ชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพอยู่ในระดับดี
2. นักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” มีผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” ดังนี้
 - 2.1 ผลการเรียนรู้ด้านความรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
 - 2.2 ผลการเรียนรู้ด้านความรู้หลังเรียนอยู่ในระดับปานกลาง (มีค่าร้อยละ 60)
3. นักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” มีผลการเรียนรู้ด้านความคิดเชิงสรุปหลังเรียนอยู่ในระดับพอใช้
4. นักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” มีผลการเรียนรู้ด้านทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ เฉลี่ยร้อยละ 70
5. นักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” มีจิตวิทยาศาสตร์ อยู่ในระดับดี

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้เพื่อพัฒนาชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” เพื่อนำไปใช้ในการทดลองสอนนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนชุมชนบ้านเจียด อำเภอเขมราฐ จังหวัดอุบลราชธานี สรุปการศึกษาค้นคว้าได้ 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 การพัฒนาและหาคุณภาพของชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์

จากผลการทดลองที่ผู้วิจัยทำทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ และผ่านการประเมินคุณภาพของชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ซึ่งในขั้นตอนนี้ได้พัฒนาและสร้างเครื่องมือ 2 ชุด คือ

1. ชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” จำนวน 4 ชุดกิจกรรม
2. คู่มือครูประกอบการสอนด้วยชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร”

ใช้สำหรับเป็นแนวทางในการสอน

ตอนที่ 2 การนำชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นไปทดลองสอน

2.1 แหล่งข้อมูลที่ใช้ในการทดลองสอน

แหล่งข้อมูลที่ใช้ในการทดลองสอนได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนชุมชนบ้านเจียด อำเภอเขมราฐ จังหวัดอุบลราชธานี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2545 จำนวน 25 คน ได้จากการสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster Random Sampling) จากนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนชุมชนบ้านเจียด

2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์

1. แบบประเมินคุณภาพชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า

5 ระดับ

เครื่องมือที่ใช้ในการวัดผลการเรียนรู้ของนักเรียน

1. แบบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” จำนวน 30 ข้อ
2. แบบวัดผลการเรียนรู้ด้านความคิดเชิงสรุป เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 3 ระดับ
3. แบบวัดผลการเรียนรู้ด้านทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า

4 ระดับ

4. แบบประเมินจิตวิทยาศาสตร์ เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 30 ข้อ

2.3 การดำเนินการทดลอง

1. ติดต่อผู้บริหารโรงเรียนชุมชนบ้านเจียด เพื่อขอความร่วมมือในการทำวิจัยและในการใช้กลุ่มตัวอย่างในการเก็บรวบรวมข้อมูล ระหว่างเดือนมีนาคม พ.ศ. 2546

2. ชี้แจงรายละเอียดและทำการสอน โดยใช้ชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างจำนวน 25 คน และเก็บข้อมูลด้านความรู้ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” โดยใช้แบบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” ทำการเก็บข้อมูลก่อนเรียนและหลังการเรียนด้วยชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ทุกชุดกิจกรรมการทดลอง

3. เมื่อนักเรียนเรียนด้วยชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์แต่ละกิจกรรมการทดลองจบแล้ว ทำการเก็บข้อมูลด้านความคิดเชิงสรุป โดยการทำแผนที่ความคิด (Mind Mapping)
4. เมื่อนักเรียนเรียนด้วยชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์แต่ละกิจกรรมการทดลองจบแล้ว ทำการเก็บข้อมูลด้านทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งทำการวัดขณะที่นักเรียนทำการทดลองแต่ละกิจกรรมการทดลอง โดยมีผู้ร่วมประเมิน 3 คน
5. เมื่อนักเรียนเรียนครบทุกชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ ทำการเก็บข้อมูลหลังเรียน โดยให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ทำแบบประเมินจิตวิทยาศาสตร์
6. นำคะแนนที่ได้จากการทดสอบก่อนเรียน ขณะเรียน และหลังเรียน มาทำการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ เพื่อทดสอบสมมติฐานต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบประเมินคุณภาพของชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์
2. วิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” แบบวัดผลการเรียนรู้ด้านความคิดเชิงสรุป แบบวัดผลการเรียนรู้ด้านทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ และแบบประเมินจิตวิทยาศาสตร์ โดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)
3. การวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร”
4. การวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” โดยใช้สูตร $K - R 20$
5. ทดสอบสมมติฐาน
 - การทดสอบสมมติฐานจะกระทำดังนี้
 - 1) วิเคราะห์คะแนนจากแบบประเมินคุณภาพของชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ ซึ่งผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญ โดยใช้ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$)
 - 2) วิเคราะห์คะแนนจากแบบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร”
 - 2.1) การทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้สถิติ $t - test$ dependent
 - 2.2) การทดสอบหลังเรียน แล้วนำคะแนนเฉลี่ยมาเทียบเป็นร้อยละ โดยใช้สถิติ $t - test$ one group
 - 3) วิเคราะห์คะแนนจากแบบวัดผลการเรียนรู้ด้านความคิดเชิงสรุป โดยการทำแผนที่ความคิด (Mind Mapping) ซึ่งมีการทดสอบหลังเรียน โดยใช้สถิติ $t - test$ one group
 - 4) วิเคราะห์คะแนนจากแบบวัดผลการเรียนรู้ด้านทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ ขณะเรียน โดยใช้ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) แล้วนำคะแนนเฉลี่ยมาเทียบเป็นร้อยละ
 - 5) วิเคราะห์คะแนนจากแบบประเมินจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ โดยใช้สถิติ $t - test$ one group

สรุปผลการวิจัย

การพัฒนาชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” ดำเนินการวิจัย แบ่งออกเป็น 2 ตอน สรุปได้ดังนี้

ตอนที่ 1 การพัฒนาและหาคุณภาพของชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์

การพัฒนาชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” ผู้วิจัยนำ ผลการทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ของผู้วิจัย มาพัฒนาเป็นชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ ได้ทั้งหมดจำนวน 4 ชุดกิจกรรม และผ่านการประเมินคุณภาพของชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน พบว่า ผลการประเมินมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ อยู่ในระดับดีมาก จึงสรุปได้ว่า ชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก

ตอนที่ 2 การนำชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นไปทดลองสอน

ผู้วิจัยนำชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นไปทดลองสอน พบว่า

1. การศึกษาผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” ของนักเรียนที่เรียน ด้วยชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ สรุปได้ดังนี้

1.1 การศึกษาผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” ของนักเรียนที่เรียน ด้วยชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เมื่อเปรียบเทียบคะแนนผลการเรียนรู้ด้านความรู้ ก่อนเรียนและ หลังเรียนในแต่ละด้าน พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ มีผลการเรียนรู้ด้าน ความรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($p = 0.000$) เมื่อพิจารณาผลการเรียน รู้ด้านความรู้ที่วัดในแต่ละด้านทั้งด้านความรู้ – ความจำ และด้านความเข้าใจ สูงกว่าระดับปานกลาง ยกเว้น ด้านการนำไปใช้อยู่ในระดับปานกลาง

1.2 การศึกษาผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” ของนักเรียนที่ เรียนด้วยชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เมื่อนำคะแนนเฉลี่ยมาคิดเป็นร้อยละ พบว่า นักเรียนมี ผลการเรียนรู้ด้านความรู้หลังเรียนสูงกว่าระดับปานกลาง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($p = 0.000$) เมื่อพิจารณาผลการเรียนรู้ด้านความรู้ที่วัดในแต่ละด้านทั้งด้านความรู้ – ความจำ และด้านความเข้าใจ สูงกว่า ระดับปานกลาง ยกเว้น ด้านการนำไปใช้อยู่ในระดับปานกลาง

2. การศึกษาผลการเรียนรู้ด้านความคิดเชิงสรุป โดยการทำแผนที่ความคิด (Mind Mapping) หลังเรียนจบแต่ละกิจกรรมการทดลอง พบว่า ผลการเรียนรู้ด้านความคิดเชิงสรุปสูงกว่าระดับพอใช้ อย่างมีนัย สำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($p=0.000$) เมื่อพิจารณาผลการเรียนรู้ด้านความคิดเชิงสรุปหลังเรียนในแต่ละ กิจกรรมการทดลอง สูงกว่าระดับพอใช้

3. การศึกษาผลการเรียนรู้ด้านทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรม การทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” พบว่า นักเรียนมีทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าร้อยละ 70 กล่าวคือ คะแนนเฉลี่ยของทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ ของแต่ละกิจกรรมการทดลอง เรื่อง สมบัติ ทางกายภาพ สมบัติทางเคมี การกรองสาร การตกตะกอน การระเหิด แฉมพู น้ำยาล้างจาน และผงซักฟอก ทำความสะอาดได้อย่างไร และการทดสอบสารบอแรกซ์ในสารปรุงแต่งอาหารและอาหาร มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 77.98, 79.88, 80.63, 79.87, 77.13, 82.14 และ 80.47 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยของทักษะ

ปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์โดยรวมทุกกิจกรรมการทดลอง พบว่า นักเรียนมีทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์เฉลี่ยร้อยละ 79.73

4. การศึกษาจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” พบว่า นักเรียนมีจิตวิทยาศาสตร์หลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ สูงกว่าระดับตัวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($p=0.008$) เมื่อพิจารณาจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียน แยกเป็นรายด้าน ทั้งด้านความรับผิดชอบ และด้านความซื่อสัตย์สูงกว่าระดับดี ยกเว้น ด้านความมีเหตุผล อยู่ในระดับดี

อภิปรายผล

การอภิปรายผลครั้งนี้แบ่งออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 การพัฒนาและหาคุณภาพของชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์

การพัฒนาชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” ผู้วิจัยนำผลการทดลองที่ได้ จากการทำการทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ มาพัฒนาเป็นชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ จำนวน 4 ชุดกิจกรรม และผ่านการประเมินคุณภาพของชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน พบว่า ผลการประเมินมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ อยู่ในระดับดีมาก ทั้งนี้อาจเป็นผลเนื่องมาจากสาเหตุดังต่อไปนี้

ประการแรก การพัฒนาชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” ทั้ง 4 ชุดกิจกรรม ได้พัฒนาจากพื้นฐานการทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ซึ่งคำนึงถึงความเหมาะสมของการทดลอง ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับอุปกรณ์และสารเคมีที่หาง่าย และสะดวกต่อการใช้ ช่วงระยะเวลาที่ใช้ในการทดลองไม่มาก นอกจากนี้ชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น มีเนื้อหาครอบคลุมแต่ละกิจกรรมการทดลองและมีความสอดคล้องกับสภาพความเป็นจริงในบริบทของโรงเรียน ซึ่งเป็นผลทำให้ชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ซึ่งอยู่ในระดับดีมาก มีความเหมาะสมที่จะนำชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ ไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของศิริพร ทิพย์สิงห์ (2545 :87) ศึกษาการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนการสอน เรื่อง “ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม” โดยใช้ประโยชน์จากแหล่งประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ บริเวณชุมชนวัดประดิษฐาราม กรุงเทพมหานคร ผลการวิจัยพบว่า การพัฒนาชุดการเรียนการสอนอย่างเป็นระบบ ทดลองใช้กับกลุ่มย่อย แล้วจึงไปใช้ทดลองจริง มีลำดับขั้นตอนอย่างชัดเจน และมีการเก็บข้อมูลอย่างละเอียดจะทำให้ได้ชุดการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ซึ่งมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก และสอดคล้องกับงานวิจัยของพูลทรัพย์ โพธิ์ (2546 : 62) ศึกษาการพัฒนาชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง พืชและสัตว์ ในสาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต ผลการวิจัยพบว่า ชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น มีคุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด ซึ่งอยู่ในระดับดีมาก

ประการที่สอง การจัดการเรียนการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ ทำให้ผู้เรียนมีการเรียนรู้เป็นไปตามลำดับขั้นตอน โดยปฏิบัติตามคำแนะนำที่กำหนดไว้ เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนศึกษาหาคำตอบด้วยตนเองและมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมการทดลองอย่างแท้จริง ช่วยให้นักเรียนได้ฝึกทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ เพื่อเป็นแนวทางไปสู่การคิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาได้ ซึ่งสอดคล้อง

กับคำกล่าวของคณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ (2524 : 6) ที่ได้กล่าวถึงการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์นั้น การทดลองเป็นกิจกรรมสำคัญจะขาดเสียไม่ได้ และถ้านักเรียนได้ลงมือทำการทดลองด้วยตนเองจะเป็นการเรียนรู้ด้วยประสบการณ์ตรง ซึ่งเป็นการเรียนรู้ที่ดีที่สุด

จากเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้น จึงทำให้นักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ ทั้ง 4 ชุดกิจกรรม มีความเหมาะสมในการนำไปใช้ในการเรียนการสอนและมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก

ตอนที่ 2 การนำชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นไปทดลองสอน

การนำชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นไปทดลองสอน สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

1. การศึกษาผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง "สารและสมบัติของสาร" ของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ สรุปได้ดังนี้

1.1 การศึกษาผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง "สารและสมบัติของสาร" ของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เมื่อเปรียบเทียบคะแนนผลการเรียนรู้ด้านความรู้ ก่อนเรียนและหลังเรียนในแต่ละด้าน พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ มีผลการเรียนรู้ด้านความรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($p = 0.000$) เมื่อพิจารณาผลการเรียนรู้ด้านความรู้ที่วัดในแต่ละด้านทั้งด้านความรู้ - ความจำ และด้านความเข้าใจสูงกว่าระดับปานกลาง ยกเว้นด้านการนำไปใช้อยู่ในระดับปานกลาง ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 2.1 ทั้งนี้อาจเป็นผลเนื่องมาจาก

ประการแรก ชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง "สารและสมบัติของสาร" ที่พัฒนาขึ้นได้ผ่านการประเมินคุณภาพของชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ โดยผู้เชี่ยวชาญ ทั้งด้านเอกสารประกอบชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ (ใบความรู้) ชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์และเอกสารรายงานผลการทดลองและคำถามท้ายการทดลอง ซึ่งผลการประเมินโดยภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก ส่งผลให้นักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง "สารและสมบัติของสาร" มีผลการเรียนรู้ด้านความรู้เรื่อง "สารและสมบัติของสาร" หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของจิรพรรณ ทะเขียว (2543 : 82) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่สอนโดยใช้ชุดกิจกรรมอุปกรณ์วิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่สอนโดยใช้ชุดกิจกรรมอุปกรณ์วิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน สอดคล้องกับงานวิจัยของ ประนอม หมอกระโทก (2545 : 77) ศึกษาการพัฒนาชุดทดลองเรื่อง การเคลื่อนที่ในแนวตรง ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนจากชุดทดลอง เรื่อง การเคลื่อนที่ในแนวตรง มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน และงานวิจัยของหนึ่งนุช ภาพภักดี (2543 : 115) ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่มกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่มกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งจากลักษณะของชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นส่งเสริมกระบวนการคิดและลงมือปฏิบัติจริงในทุกขั้นตอน จึงส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ดีขึ้น

ประการที่สอง การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ ทำให้นักเรียนเรียนอย่างสนุกสนาน ทั้งนี้เนื่องจากการสอนด้วยวิธีนี้เป็นการศึกษาจากการลงมือปฏิบัติจริง เพื่อเป็นการหาข้อเท็จจริงที่เกิดขึ้นจากการทดลองและสร้างความภูมิใจให้กับนักเรียนที่จะค้นคว้าหาความรู้ด้วยการทดลองให้เห็นจริงด้วยตนเองมากยิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับหลักการเรียนรู้กิจกรรมปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์มีส่วนช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ส่งเสริมสติปัญญาให้นักเรียนเกิดมโนคติทางวิทยาศาสตร์

อนึ่งคะแนนผลการเรียนรู้ด้านความรู้ของนักเรียนในด้านการนำไปใช้อยู่ในระดับปานกลาง อาจเนื่องมาจากนักเรียนไม่สามารถโยงความรู้และหลักการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้กับสถานการณ์ในชีวิตประจำวันได้ โดยเฉพาะการตอบข้อคำถามในพฤติกรรมด้านการนำไปใช้

จากเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้น จึงทำให้นักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” มีผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” โดยภาพรวมหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

1.2 การศึกษาผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” ของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เมื่อนำคะแนนเฉลี่ยมาคิดเป็นร้อยละ พบว่า นักเรียนมีผลการเรียนรู้ด้านความรู้หลังเรียนสูงกว่าระดับปานกลาง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($p = 0.000$) เมื่อพิจารณาผลการเรียนรู้ด้านความรู้ที่วัดในแต่ละด้านทั้งด้านความรู้ – ความจำ และด้านความเข้าใจ สูงกว่าระดับปานกลาง ยกเว้นด้านการนำไปใช้อยู่ในระดับปานกลาง ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 2.2 ทั้งนี้อาจเป็นผลเนื่องมาจาก

การจัดการเรียนการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” เป็นการเรียนจากสื่อที่สร้างและพัฒนาขึ้นมาในอีกรูปแบบหนึ่ง เป็นสื่อที่มีลำดับขั้นตอนที่ชัดเจน ทำให้นักเรียนสามารถปฏิบัติการทดลองด้วยตนเองได้ นักเรียนได้รับประสบการณ์ตรงจากการฝึกปฏิบัติสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน จากการสังเกตของผู้วิจัยในขณะทำกิจกรรมการทดลอง พบว่านักเรียนมีความสนใจใฝ่รู้ มีความกระตือรือร้นที่จะทำการทดลองมีความอยากรู้อยากเห็นและทำการทดลองด้วยความสนุกสนาน อาจสืบเนื่องมาจากนักเรียนไม่ค่อยมีโอกาสดูแลเรียนรู้จากชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ในลักษณะนี้ ทั้งนี้ การเรียนด้วยกิจกรรมการทดลองนั้น เปิดโอกาสให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะกระบวนการคิด การแก้ปัญหา และการตัดสินใจ จากการปฏิบัติจริง ส่งผลให้นักเรียนมีผลการเรียนรู้ด้านความรู้หลังเรียนสูงขึ้น

จากเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้น จึงทำให้นักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” มีผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” โดยภาพรวมหลังเรียนสูงกว่าระดับปานกลาง

2. การศึกษาผลการเรียนรู้ด้านความคิดเชิงสรุป โดยการทำแผนที่ความคิด (Mind Mapping) หลังเรียนจบแต่ละกิจกรรมการทดลอง พบว่า ผลการเรียนรู้ด้านความคิดเชิงสรุปสูงกว่าระดับพอใช้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($p=0.000$) เมื่อพิจารณาผลการเรียนรู้ด้านความคิดเชิงสรุปหลังเรียนในแต่ละกิจกรรมการทดลองสูงกว่าระดับพอใช้ ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 3 ทั้งนี้อาจเป็นผลเนื่องมาจาก

ประการแรก การจัดการเรียนการสอนให้นักเรียนเกิดความคิดเชิงสรุป โดยการทำแผนที่ความคิด (Mind Mapping) โดยการใช้ชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ประกอบการเรียนการสอน เพื่อให้นักเรียนสามารถเกิดความคิดรวบยอด จัดลำดับเนื้อหาและหาความสัมพันธ์ของเนื้อหาอย่างมีความหมาย

และเน้นให้นักเรียนได้ศึกษาด้วยตนเอง คัดวิเคราะห์ สืบหาข้อเท็จจริงและแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นอย่างเป็นระบบ เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกการใช้ความคิดอย่างมีเหตุผล และส่งเสริมโครงสร้างการแสดงสัญลักษณ์ทางความรู้ในการพัฒนาความคิดใหม่ สามารถเชื่อมความสัมพันธ์ของความคิดและรู้จักคิดอย่างอิสระ ส่งผลให้นักเรียนมีผลการเรียนรู้ด้านความคิดเชิงสรุปสูงกว่าระดับพอใช้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของศิริพร ทิพย์สิงห์ (2545 : 87) ได้ศึกษาการพัฒนาชุดการเรียนการสอนเรื่อง “ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม” โดยใช้ประโยชน์จากแหล่งประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ บริเวณชุมชนวัดประดิษฐาราม กรุงเทพมหานคร ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีผลการเรียนรู้รายบุคคล โดยการทำความเข้าใจความคิด (Mind Mapping) อยู่ในระดับดี

ประการที่สอง เนื้อหาในแต่ละกิจกรรมการทดลองที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นเป็นเนื้อหาที่ใกล้ชิดและเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียน อีกทั้งเป็นเนื้อหาที่ไม่ยากจนเกินไปและเป็นสิ่งที่นักเรียนได้พบเห็นและสามารถเรียนรู้จากประสบการณ์ตรง ซึ่งนักเรียนในวัยนี้เป็นวัยที่มีความสามารถในการสังเกต จดจำ อายากรู้อยากเห็น และปฏิบัติด้วยตนเอง จึงเกิดการเรียนรู้ได้อย่างดี สอดคล้องกับปรัชญาการศึกษาที่กล่าวถึงการเรียนรู้ว่าการเรียนที่จัดกิจกรรมให้นักเรียนได้ปฏิบัติด้วยตนเอง จะทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี และมีทักษะในการปฏิบัติกิจกรรมประกอบกับเป็นวิธีการเรียนที่กระตุ้นให้ผู้เรียนใช้ความคิดในทุกขั้นตอนในกิจกรรมการเรียนการสอนให้ผู้เรียนมีการพัฒนาความคิด สามารถทำความเข้าใจในโมเดลต่าง ๆ ของบทเรียนได้ดีและมีความชัดเจนยิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ เฟลด์ไซน์ (Feldsine, 1988 : 2301 - A) ได้ศึกษาการสร้างกรอบมโนทัศน์ที่ช่วยเกิดการเรียนรู้ในวิชาเคมีทั่วไป โดยใช้วิธีวิจัยแบบกรณีศึกษา พบว่า นักเรียนสามารถสร้างกรอบมโนทัศน์ได้ดี และแสดงความเข้าใจในเนื้อหาเป็นอย่างดี เป็นการยืนยันว่ากรอบมโนทัศน์นี้สามารถนำมาใช้วิชาเคมีได้ ช่วยให้นักเรียนเกิดความเข้าใจบทเรียนมากยิ่งขึ้น และสอดคล้องกับนวลจิต เชากิรพงศ์ (2537 : 21) ได้กล่าวไว้ว่า การเรียนรู้โมเดลจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ สิ่งที่เกี่ยวข้องได้รวดเร็วขึ้น และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนแสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ การที่ผู้เรียนได้มีเสรีภาพในการปฏิบัติ ได้คิด ได้ออกแบบด้วยตนเอง ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี

จากเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้น จึงทำให้นักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” มีผลการเรียนรู้ด้านความคิดเชิงสรุป โดยการทำความเข้าใจความคิด (Mind Mapping) โดยภาพรวมสูงกว่าระดับพอใช้

3. การศึกษาผลการเรียนรู้ด้านทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” พบว่า นักเรียนมีทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าร้อยละ 70 กล่าวคือ คะแนนเฉลี่ยของทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ ของแต่ละกิจกรรมการทดลอง เรื่อง สมบัติทางกายภาพ สมบัติทางเคมี การกรองสาร การตกตะกอน การระเหิด แฉมพู น้ำยาล้างจาน และผงซักฟอก ทำความสะอาดได้อย่างไร และการทดสอบสารบอแรกซ์ในสารปรุงแต่งอาหารและอาหาร มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 77.98, 79.88, 80.63, 79.87, 77.13, 82.14 และ 80.47 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยของทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์โดยรวมทุกกิจกรรมการทดลอง พบว่า นักเรียนมีทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์เฉลี่ยร้อยละ 79.73 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 4 ทั้งนี้อาจเป็นผลเนื่องมาจาก

ประการแรก การเรียนด้วยชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์มีลำดับขั้นตอนชัดเจน นักเรียนได้ใช้อุปกรณ์การทดลองอย่างทั่วถึงรวมทั้งนักเรียนทราบถึงวิธีการใช้อุปกรณ์การทดลองที่ถูกต้อง กล่าวคือ ในแต่ละกิจกรรมการทดลองมีภาพประกอบการทดลองตามขั้นตอนที่ชัดเจน แล้วลงมือปฏิบัติกิจกรรมการทดลองด้วยตนเอง จึงทำให้นักเรียนได้ประสบการณ์ตรงในด้านทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์และมีความเข้าใจในการ

ใช้อุปกรณ์การทดลองอย่างถูกต้อง ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ของธอร์นไดต์ที่กล่าวถึงกฎแห่งการฝึกว่า สิ่งใดก็ตามที่มีการฝึกบ่อย ๆ ย่อมทำให้ผู้ฝึกมีความคล่องแคล่ว สามารถทำได้ดีกว่าที่ไม่ได้ฝึก ดังนั้นส่งผลให้ทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนขณะเรียนด้วยชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของจิรพรรณ ทะเขียว (2543 : บทคัดย่อ) ศึกษาการเปรียบเทียบทักษะภาคปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่สอนโดยใช้ชุดกิจกรรมอุปกรณ์วิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมอุปกรณ์วิทยาศาสตร์มีทักษะภาคปฏิบัติสูงกว่าการสอนตามคู่มือครู เนื่องจากนักเรียนได้ฝึกปฏิบัติและหัดจับอุปกรณ์ได้ด้วยตนเองดำเนินการทดลองเองได้ จึงส่งผลให้การเรียนรู้สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ประการที่สอง การเรียนด้วยชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” เป็นการสอนโดยมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้สืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง โดยมีการทดลองเป็นกิจกรรมที่สำคัญ ซึ่งทำให้นักเรียนมีโอกาสดลองและเกิดทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการใช้อุปกรณ์ในการทดลองเกิดขึ้นในตัวนักเรียน ส่งผลให้นักเรียนมีผลการเรียนรู้ด้านทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด และเป็นกิจกรรมการทดลองที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันของนักเรียนได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของเพชรรัตดา เทพพิทักษ์ (2545 :92) ศึกษาการพัฒนาชุดกิจกรรม เรื่อง เทคโนโลยีที่เหมาะสม เพื่อการคิดทำโครงวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรม เรื่อง เทคโนโลยีที่เหมาะสม เพื่อการคิดทำโครงงานวิทยาศาสตร์ มีทักษะการปฏิบัติการทดลองสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ นักเรียนมีทักษะการปฏิบัติการทดลองเฉลี่ยร้อยละ 94.50 และสอดคล้องกับงานวิจัยของทวีข แจ่มจำรัส (2545 : 88) ศึกษาการพัฒนามาตรปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น มีทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ นักเรียนมีทักษะปฏิบัติ เฉลี่ยร้อยละ 86.75

จากเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้น จึงทำให้นักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” มีทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ นักเรียนมีทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์เฉลี่ยร้อยละ 79.73

4. การศึกษาจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” พบว่า นักเรียนมีจิตวิทยาศาสตร์หลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ สูงกว่าระดับต้อยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($p=0.008$) เมื่อพิจารณาจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแยกเป็นรายด้าน ทั้งด้านความรับผิดชอบ และด้านความซื่อสัตย์ สูงกว่าระดับดี ยกเว้น ด้านความมีเหตุผลอยู่ในระดับดี ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 5 ทั้งนี้อาจเป็นผลเนื่องมาจาก

ประการแรก ชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” ที่พัฒนาขึ้นได้ก่อให้เกิดจิตวิทยาศาสตร์อยู่ตลอดเวลา เช่นได้ทำกิจกรรมการทดลองด้วยตนเอง มีภาพประกอบในชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เป็นต้น ทำให้นักเรียนเกิดความสนใจ อยากรู้ อยากเห็น อยากอ่าน และทำการทดลองด้วยความสนุกสนาน ซึ่งสอดคล้องพัชรา ทวีวงศ์ ณ อรุณยา (2537 : 25) ที่ได้กล่าวว่า เจตคติทางวิทยาศาสตร์เป็นความพร้อมที่เกิดจากประสบการณ์การเรียนรู้ที่จะแสดงออกเป็นพฤติกรรมตอบสนองต่อสิ่งต่าง ๆ โดยมีองค์ประกอบที่สำคัญ คือ ความคิด ความรู้สึกและพฤติกรรมที่แสดงออกเนื่องจากผลของความคิดและความรู้สึก ซึ่งการที่นักเรียนได้เรียนด้วยชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ ได้ปฏิบัติกิจกรรม

การทดลองด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนได้ฝึกการทำงานร่วมกับผู้อื่น ฝึกการรับฟังความคิดเห็นและยอมรับความเห็นของผู้อื่นอย่างมีเหตุผล มีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมายและมีความซื่อสัตย์ในการบันทึกผลการทดลอง ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของจิตวิทยาศาสตร์ช่วยให้นักเกิดการแสวงหาความรู้อย่างไม่มีการสิ้นสุด

ประการที่สอง การจัดการเรียนการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ ได้มุ่งเน้นให้นักเรียนทำการทดลองและมีการปฏิบัติกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนก็จะเกิดจิตวิทยาศาสตร์ขึ้นภายในตัวเอง ซึ่งสอดคล้องกับสุวพงศ์ นิยมคำ (2531 : 260) ได้กล่าวว่า เจตคติทางวิทยาศาสตร์นั้น สามารถทำให้เกิดขึ้นได้ในตัวนักเรียนในกิจกรรมวิทยาศาสตร์ทุกประเภท ตั้งแต่กระบวนการขั้นการสังเกต การปฏิบัติการทดลอง การอภิปรายผลการทดลองและลงข้อสรุป และทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์อื่น ๆ แม้แต่การใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ก็ล้วนแต่พัวพันกับเจตคติทางวิทยาศาสตร์ทั้งนั้น เพราะมันกำกับความคิด การกระทำ และการตัดสินใจในการปฏิบัติการทดลองวิทยาศาสตร์ จิตวิทยาศาสตร์ที่เป็นองค์ประกอบด้านความรับผิดชอบ ความซื่อสัตย์และความมีเหตุผล ก็เป็นตัวสำคัญที่มากำกับและทำให้ผลของความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้นเชื่อถือได้ เช่น การสังเกต การทดลอง เป็นต้น เพื่อให้ได้ข้อมูลที่จะนำไปสร้างความรู้ ซึ่งการกระทำเหล่านี้จะต้องมีความรับผิดชอบ ความซื่อสัตย์และความมีเหตุผล ข้อมูลที่ได้มาจึงจะเชื่อถือได้

ประการที่สาม ปัจจุบันนี้วิทยาศาสตร์เจริญก้าวหน้ามากขึ้น ในชีวิตประจำวันของทุกคนต้องเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ประกอบกับได้มีการพัฒนา ส่งเสริม การจัดกิจกรรมวิทยาศาสตร์กันอย่างมากมาย ทำให้มีแหล่งเรียนรู้ใหม่ให้นักเรียนได้แสวงหาความรู้ได้อย่างเต็มที่ ทั้งในและภายนอกห้องเรียน ซึ่งนอกจากจะเป็นการพัฒนาจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแล้ว ยังทำให้เกิดการพัฒนาการแสดงออกถึงจิตวิทยาศาสตร์ในด้านความรับผิดชอบ ความซื่อสัตย์ และความมีเหตุผล แก่นักเรียนมากยิ่งขึ้น ทำให้นักเรียนได้รับการปลูกฝังจิตวิทยาศาสตร์ทั้งในโรงเรียนและสังคมภายนอก ตลอดจนยังได้รับการปลูกฝังให้มีความรับผิดชอบ ความซื่อสัตย์ และความมีเหตุผล จากการปฏิบัติกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ ซึ่งอาจจะเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้นักเรียนมีจิตวิทยาศาสตร์ในด้านความรับผิดชอบและความซื่อสัตย์ อยู่ในระดับสูงกว่าระดับดี ยกเว้นด้านความมีเหตุผลที่อยู่ในระดับดี ซึ่งสอดคล้องกับ นภาพร ชติสาจารย์ (2535 : บทคัดย่อ) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความซื่อสัตย์กับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า นักเรียนมีความซื่อสัตย์ที่เกี่ยวกับเจตคติทางวิทยาศาสตร์โดยเฉลี่ยอยู่ในระดับดี

จากเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้น ทำให้จิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง "สารและสมบัติของสาร" สูงกว่าระดับดี

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” นั้น ครูผู้สอนควรเตรียมความพร้อมด้านวัสดุอุปกรณ์การทดลองให้พร้อม และทำความเข้าใจและทดลองทำกิจกรรมการทดลองในแต่ละเรื่องก่อนทุกครั้ง (สารตัวอย่างบางชนิดที่ใช้ในการทดลอง อาจปรับเปลี่ยนได้ตามบริบทของท้องถิ่น) ส่วนการนำชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ไปใช้กับนักเรียน ครูผู้สอนควรชี้แจงรายละเอียดให้นักเรียนเข้าใจวิธีการเรียนด้วยชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ก่อน
2. ในการนำชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” ไปประกอบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์นั้น ควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ทดลองใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์อย่างทั่วถึง เพราะหากนักเรียนได้ทดลองด้วยตนเองแล้ว นักเรียนจะมีทักษะภาคปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ถูกต้องและใช้อุปกรณ์คล่องแคล่ว และสามารถควบคุมเวลาในการเรียนการสอนได้
3. ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในช่วงแรก นักเรียนอาจจะไม่สามารถตั้งสมมติฐานในการทดลองได้ เนื่องจากอาจจะไม่มีพื้นฐานมาก่อน ครูควรสอนซ่อมเสริมในเนื้อหาเกี่ยวกับการตั้งสมมติฐานให้นักเรียนเกิดความเข้าใจก่อน ทำให้การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเกิดความคล่องตัวมากขึ้น
4. จิตวิทยาศาสตร์นับว่าเป็นองค์ประกอบสำคัญที่จะช่วยให้บุคคลเกิดการแสวงหาความรู้อย่างไม่มีที่สิ้นสุด ดังนั้น ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาจิตวิทยาศาสตร์ให้สูงมากขึ้นอาจทำได้โดย การจัดสถานการณ์ การจัดประสบการณ์ เช่น การจัดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ การจัดกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ เป็นต้น ดังนั้น ในการสอนครูควรจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้นักเรียนได้ทำอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้นักเรียนได้มีการพัฒนาจิตวิทยาศาสตร์ในทุก ๆ ด้าน

ข้อเสนอแนะในการทำการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรทำการวิจัยโดยใช้ชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” กับกลุ่มตัวอย่างในระดับชั้นอื่น ๆ และเนื้อหาอื่น ๆ
2. ควรทำการวิจัยโดยใช้ชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” กับตัวแปรตามอื่น ๆ เช่น ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การนำเสนอผลงาน ความสามารถในการแก้ปัญหา ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์
3. ควรทำการวิจัยเกี่ยวกับจิตวิทยาศาสตร์ในคุณลักษณะอื่นที่นอกเหนือจาก ความรับผิดชอบ ความซื่อสัตย์ และความมีเหตุผล เพื่อจะได้ผลการวิจัยที่ครอบคลุมและสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ซึ่งอาจนำผลการวิจัยไปใช้เป็นประโยชน์ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ต่อไป

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กรมวิชาการ, กระทรวงศึกษาธิการ. (2544). แนวทางการจัดทำหลักสูตรของสถานศึกษาตามหลักสูตรการศึกษา
ขั้นพื้นฐาน. กรุงเทพฯ : สำนักนิตเทศและพัฒนามาตรฐานการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการ
ประถมศึกษาแห่งชาติ.
- กรรณิการ์ ไผ่ทนต์. (2541). ผลการใช้ชุดกิจกรรมสิ่งแวดล้อมตามวิธีการวิจัยในการพัฒนาทักษะกระบวนการ
ทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อสิ่งแวดล้อมในกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์. วิทยานิพนธ์ กศ.ม
(การมัธยมศึกษา) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- คงศักดิ์ วัฒนไชย. (2535). ความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ความเข้าใจกับทักษะภาคปฏิบัติเกี่ยวกับการใช้เครื่องมือ
ในการทดลองวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา).
เชียงใหม่ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. ถ่ายเอกสาร.
- คณะอนุกรรมการปฏิรูปการเรียนรู้. (2544). การปฏิรูปการเรียนรู้ ผู้เรียนสำคัญที่สุด. กรุงเทพฯ : วัฒนาพานิช.
- คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์. (2524). ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์
ชุดการเรียนการสอน หน่วยที่ 3. กรุงเทพฯ : ทบวงมหาวิทยาลัย.
- _____. (2525). ชุดการเรียนการสอนสำหรับครูวิทยาศาสตร์ เล่ม 1. กรุงเทพฯ : ทบวงมหาวิทยาลัย.
- คัมภีร์ สุขศรี. (2530). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์
ด้านความซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลางของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่สอนโดยใช้บทเรียนโมดูลกับ
การสอนตามคู่มือครู. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- จิรพรรณ ทะเขียว. (2544). การเปรียบเทียบทักษะภาคปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่สอนโดยใช้ชุดกิจกรรมอุปกรณ์วิทยาศาสตร์กับ
การสอนตามคู่มือครู. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- จิราภรณ์ ดิเรพันธ์. (2540). ผลการใช้ชุดกิจกรรมการสอนวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่อง ไฟฟ้าและ
เครื่องอำนวยความสะดวก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม.
(วิทยาศาสตร์ศึกษา). เชียงใหม่ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. ถ่ายเอกสาร.
- จันทร์จิรา จุมพลหล้า. (2546). การพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบสารอาหาร
ในเห็ดภูฐาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา).
กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ชลสิทธิ์ จันทาสี. (2543). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการตัดสินใจ
อย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอน โดยใช้ชุดกิจกรรมการตัดสินใจทาง
วิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ :
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

- ชุดิมา พรหมรักษา. (2542). การเปรียบเทียบความคงทนในการจำของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มี
ความบกพร่องทางการได้ยินที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีการเสนอ
กรอบมโนทัศน์ในตำแหน่งที่ต่างกัน. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (โสตทัศนศึกษา). กรุงเทพฯ : คณะครุศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์ และคณะ. (2523). เอกสารการสอนชุดวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา หน่วยที่ 1 – 5
(ระบบการสอน). พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : สำนักเทคโนโลยีการศึกษามหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช.
- ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์. (2524). วิธีการวิจัยทางสถิติสำหรับการวิจัย. พิษณุโลก : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
พิษณุโลก.
- _____. (2542). การวัดผลการเรียนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : ภาควิชาหลักสูตรและการสอน
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ทบวงมหาวิทยาลัย. (2541). เคมี 1. พิมพ์ครั้งที่ 11. กรุงเทพฯ : อักษรเจริญทัศน์.
- ทวีช แจ่มจำรัส. (2545). การพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ใน
ท้องถิ่น : กรณีศึกษาโรงเรียนบ้านพุน้ำร้อน จังหวัดสุพรรณบุรี. ปรินญาณินพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา).
กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ทวีพร ดิษฐคำเรือง. (2542, สิงหาคม). “สร้างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษา”.
สถานปฏิรูป. 2(17) : 28 – 30.
- เทอด แก้วศิริ. (2541). เอกสารประกอบการสอนวิชา หลักสูตรและการสอนเคมี. กรุงเทพฯ : โรงเรียนสาธิต
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ปทุมวัน.
- นภาพร ชิตสาจารย์. (2535). ความสัมพันธ์ระหว่างความซื่อสัตย์กับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). เชียงใหม่ : บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. ถ่ายเอกสาร.
- นราวัลย์ กาญจนะประโชติ. (2540). การพัฒนาการใช้ชุดการสอนการทดลองวิทยาศาสตร์สำหรับครูกลุ่มสร้าง
เสริมประสบการณ์ชีวิต ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. เชียงใหม่ : หน่วยศึกษานิเทศก์ สำนักงานการประถม
ศึกษาจังหวัดเชียงใหม่.
- นวลจิต เชากีรพงศ์. (2537 , ตุลาคม – ธันวาคม). “ความคิดรวบยอดกับการเรียนการสอน”, พัฒนาหลักสูตร.
14 (119) : 6.
- เนื่อทอง น่ายี. (2544). ผลการใช้ชุดกิจกรรมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับการสอนโดยครูเป็นผู้สอนที่
มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสนใจทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.
ปรินญาณินพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
ถ่ายเอกสาร.
- บุญเกื้อ ควหาเวช. (2545). นวัตกรรมการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ : ภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2543). การวิจัยเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.

- ประนอม หมอกกระโทก. (2545). การพัฒนาชุดทดลอง เรื่อง การเคลื่อนที่ในแนวตรง ในระดับ
ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม.(วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ✓/ประพจน์ ศิลพิพัฒน์. (2540). การศึกษาผลของการใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ในค่ายวิทยาศาสตร์ที่มีต่อ
ความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1.
ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- ประวิทย์ ชูศิลป์. (2524). หลักการประเมินผลวิชาวิทยาศาสตร์แผนใหม่. กรุงเทพฯ : ภาคพัฒนาตำราและเอกสาร
หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมการฝึกหัดครู.
- พรรณี อินทะแสง. (2542). วิทยาศาสตร์ 9. กรุงเทพฯ : ศูนย์รวมหนังสือกรุงเทพ.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2540). วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ :
สำนักงานทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- พัชรา ทวีวงศ์ ณ อยุธยา. (2537). การพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ สาระตะและวิทยวิธีทางวิชา
วิทยาศาสตร์ หน่วยที่ 5 – 7. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- พันธ์ ทองชุมนุ. (2544). การสอนวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา. สงขลา : คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. (2545). พฤติกรรมการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : บริษัทพัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.).
- พิศาล สร้อยบุรุษ. (2544). การศึกษาวิทยาศาสตร์ในประเทศไทย. กรุงเทพฯ : บริษัทกุลการพิมพ์.
- พิเชฐ จัปจิตต์. (2534). การศึกษาผลการเจริญสมาก่อนเริ่มเรียนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา
วิทยาศาสตร์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความคงทนในการเรียนรู้
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบพุทธวิธีแสงอริยสัจตามแนวพระพุทธเจ้า.
ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม.(วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
ถ่ายเอกสาร.
- พีระ ศรีวิชัย. (2541). ความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับทักษะการใช้เครื่องมือในการทดลอง
วิชาวิทยาศาสตร์และความอยากรู้อยากเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม.
(วิทยาศาสตร์หศึกษา). เชียงใหม่ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. ถ่ายเอกสาร.
- พูลทรัพย์ โพธิ์สุ. (2546). การพัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง พืชและสัตว์ ในสาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการ
ดำรงชีวิต สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 2. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม.(วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ :
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- เพชรรัตดา เทพพิทักษ์.(2545). การพัฒนาชุดกิจกรรม เรื่อง เทคโนโลยีที่เหมาะสม เพื่อการคิดทำโครงการ
วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม.(วิทยาศาสตร์ศึกษา).
กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ภพ เลหาไฟบุญย์. (2542). แนวการสอนวิทยาศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.

- มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช. (2537). *ประมวลสาระชุดวิชาสารัตถะและวิทยวิธีทางวิทยาศาสตร์*. นนทบุรี : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช.
- มณีรัตน์ เกตุไสว. (2540). *ผลการจัดกิจกรรมการทดลองที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม.(วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- มนัส บุญประกอบ. (2542). “แผนภูมิโนทัศน์กับการวิจัย (ตอนที่ 1)”, *จดหมายข่าวสถาบันวิจัยพฤติกรรมศาสตร์*. 17(10) : 3 – 4.
- มังกร ทองสุตติ. (2522). *การวางแผนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ลัดดาวัลย์ กันทรสุวรรณ. (2535). *ของเล่นและเกมทางวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.
- วนิดา อยู่เย็น. (2539). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการประดิษฐ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกับการสอนตามคู่มือครู*. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- วรรณทิพา รอดแรงคำและพิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. (2542). *การพัฒนาการคิดของครูด้วยกิจกรรมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : บริษัทเดอะมาสเตอร์ กรุ๊ป แมเนจเม้นท์.
- วารี ว่องพินัยรัตน์. (2530). *การสร้างข้อทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์*. กรุงเทพฯ : ภาควิชาทดสอบและวิจัยการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ วิทยาลัยครูสวนสุนันทา สหวิทยาลัยรัตนโกสินทร์.
- วินัย วิทยาลัย.(ม.ป.ป.). เคมี 431. กรุงเทพฯ : ฟิสิกส์เซ็นเตอร์..
- วิภา เกียรติชนบำรุง. (2537). *ผลการใช้เทคนิคการสอนแบบจัดรอบมโนทัศน์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5*. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- วิไลลักษณ์ ตั้งเจริญ. (2539). *วิทยาศาสตร์พัฒนาชีวิต*. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ทิพย์วิสุทธิ์.
- ศศิเกษม ทองยงค์ และลีลา สีนานุเคราะห์. (2524). *วิธีสอนวิทยาศาสตร์สรุปเนื้อหาตามหลักสูตรใหม่ 2522*. กรุงเทพฯ : ชวนพิมพ์.
- ศิริพร ทิพย์สิงห์. (2545). *การพัฒนาชุดการเรียนรู้ เรื่อง “ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม” โดยใช้ประโยชน์จากแหล่งประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ บริเวณชุมชนวัดประดิษฐ์าราม กรุงเทพมหานคร*. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม.(วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ศิริลักษณ์ หนองเส. (2545). *ความสามารถทางการพึ่งพาตนเองด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอน โดยใช้ชุดกิจกรรมส่งเสริมศักยภาพการเรียนรู้วิทยาศาสตร์*. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

- ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. (2523). การสร้างเครื่องวัดทักษะในการปฏิบัติ การทดลองของนักเรียน หลักสูตรวิทยาศาสตร์กายภาพ ปีการศึกษา 2523. กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- _____. (2541). หนังสือเรียนวิชาเคมี 1 ว432. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : อรุณลาดพร้าว.
- _____. (2542). หนังสือเรียน ว101 วิทยาศาสตร์เล่ม 1. พิมพ์ครั้งที่ 13. กรุงเทพฯ : อรุณลาดพร้าว.
- _____. (2544). หลักสูตรกลุ่มวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- _____. (2544). รายงานการรวบรวมข้อมูลเพื่อจัดทำแผนแม่บท ระยะยาวและแผนแม่บท พ.ศ. 2544 – 2549 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- _____. (2545). คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : อรุณลาดพร้าว.
- สมคิด สร้อยน้ำ. (2540). พฤติกรรมการสอนกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต 2 (การสอนวิทยาศาสตร์ระดับ ประถมศึกษา). อุดรธานี : ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ สถาบันราชภัฏอุดรธานี.
- สมจิต สวชนไพบุญย์. (2526). วิทยาศาสตร์สำหรับครูประถม. กรุงเทพฯ : ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สมศรี ตั้งมงคลเลิศ. (2542). เอกสารประกอบการอบรมเชิงปฏิบัติการ เรื่อง การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่ นักเรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนรู้. นครราชสีมา : สถาบันราชภัฏนครราชสีมา.
- สรศักดิ์ แพรดำ. (2544). ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์. อุดรธานี : คณะครุศาสตร์ สถาบันราชภัฏ อุดรธานี.
- สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ. (2539). หลักสูตร คู่มือดำเนินการอบรมครูผู้สอนระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 1 วิชาวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : ห้างหุ้นส่วนจำกัด วิ.เจ.พรินต์.
- _____. (2541). แฟ้มคู่มือการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เพื่อสร้างความรู้ด้วยตนเอง และการวัดและ ประเมินผลตามสภาพที่แท้จริง. กรุงเทพฯ : อรุณลาดพร้าว.
- _____. (2545). ไขปัญหาวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : บริษัท ราไทย เพรส.
- _____. (2545). เด็กไทย IT ปี 2001. กรุงเทพฯ : อรุณลาดพร้าว.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2544). รายงานการวิจัยเพื่อพัฒนานโยบายการปฏิรูป วิทยาศาสตร์ศึกษาของไทย. กรุงเทพฯ : บริษัท เซเวน พรินต์ กรุป.
- _____. (2544). รายงานการสัมมนาเรื่องการปฏิรูปกระบวนการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ศึกษาตาม พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 : ข้อคิดจากกรณีศึกษาของต่างประเทศ. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุกานดา ส.มนัสวิชัย. (2539). ผลของการใช้กรอบมโนทัศน์ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ที่มีต่อความคงทนในการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (โสตทัศนศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.

- สุดารัตน์ ไผ่พงศาวงศ์. (2543). การพัฒนาชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์ที่ใช้การจัดการเรียนการสอนแบบ CIPPA MODEL เรื่อง เส้นขนานและความคล้าย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สุนีย์ สอนตระกูล. (2534). การพัฒนาระบบการเรียนการสอนแบบจัดกรอบมโนทัศน์สำหรับวิชาชีววิทยา ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (หลักสูตรและการสอน). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร
- สุนีย์ เหมะประสิทธิ์. (2543). ปถ 421 วิทยาศาสตร์สำหรับครูประถม. กรุงเทพฯ : ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สุมาลี โชติชุ่ม. (2544). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเชาวน์อารมณ์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยการสอนโดยใช้ชุดการเรียนวิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมเชาวน์อารมณ์กับการสอน ตามคู่มือครู. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สุรางค์ สากร. (2537). พฤติกรรมการสอนกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต : วิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : ภาควิชา หลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ สถาบันราชภัฏจันทรเกษม.
- สุวัฒน์ นิยมคำ. (2531). ทฤษฎีและทางปฏิบัติในการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้. กรุงเทพฯ : บริษัท เจเนอรัลบุ๊คส์เซนเตอร์.
- หนึ่งนุช กาพภักดี. (2543). การเปรียบเทียบความสามารถในการคิดระดับสูงและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่มกับการสอนตามคู่มือครู. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- อรพินท์ คันธาเวช. (2544). ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลางของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จากการประเมินตามสภาพจริง. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. ถ่ายเอกสาร.
- อัญชลี ศรีนาคา. (2539). ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์กับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสุนารีวิทยา 2 จังหวัดนครราชสีมา. วิทยานิพนธ์ คศ.ม. (การสอนวิทยาศาสตร์). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.
- อิสรา ชัยพันธ์วิริยาพร. (2542). ผลการสอนโดยใช้เอกสารประกอบการเรียนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา วิทยาศาสตร์ ด้านมโนทัศน์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ ค.อ.ม. (การศึกษาวิทยาศาสตร์). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. ถ่ายเอกสาร.
- อุดมลักษณ์ นกฟุ้งพุ่ม. (2545). ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้ผังมโนคติ. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

- อุษา คำประกอบ. (2530). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองกับการสอนตามคู่มือครู. ปรินญานินพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ถ่ายเอกสาร.
- Beasley, Warren Frederick. (1979, March). "The Effect of Physical and Mental Practice of Psychomotor Skills on Chemistry Student Laboratory Performance", *Science Education. Dissertation Abstracts International*. 39 (9) : 5428 – 5436 – A.
- Bodolus , James Edward. L.D. (1987, March). "The Use of a Concept Mapping Strategy to Facilitate Meaningful Learning for Ninth Grade Education , Secondary Students in Science", *Dissertation Abstracts International*. 47 (9) : 3387 – A.
- Butts, David D. (1974). "*The Teacher of Science A Self Directed Planning Guide*". New York : Harper & Row.
- Davis, Maynard.(1976). "The Effectiveness of a Guided – Inquiry Discovery Approach in an Elementary School Science Curriculum," *Dissertation Abstract International*. 39 : 416 - A.
- Edward, Clefford H. (1975, February). "Change Teacher Behaviour through Self – Instruction and Supervised Micro Teaching in a Competency - Based Program", *The Journal of Education Research*. 87 (2) : 25.
- Feldsine, John Edward, Jr. (1988, March). "The Construction of Concept Maps Facilitates the Learning of General College Chemistry : A Case Study", *Dissertation Abstract International*. 48 (9) : 2301-A.
- Grosmark, Waldo Jay. (1973, December). "The Relationship Between Achievement and Laboratory Skills to the Number of Experiments Performed by the High School Chemistry Students", *Dissertation Abstracts International*. 34 (6) : 3176 – A.
- Harty, H. and N. Al – Faleh. (1983, September). "Saudi Arabian Students' Chemistry Achievement and Science Attitudes Stemming from Lecture – Demonstration and Small Group Teaching Method", *Journal of Research in Science Teaching*. 2 (9) : 861 – 866.
- Kahn, P. (1962, March). "An Experimental Study to Determine the Effect of a Selected Procedure for Teaching the Scientific Attitudes to Seventh and Eighth Grade Boys Through the Use of Current Events in Science", *Science Education*. 46 (2) : 115 – 127.
- Macbeth, Douglas Russel.(1974, January). "The Extent to which Pupils Manipulate of Process Skills in Elementary School Science", *Journal of Research in Science Teaching*. 11 (1) : 45 – 51.
- Meeks, Eija Bruce.(1972, February). "Learning Package Versus Conventional Method of Instruction", *Dissertation Abstracts International*. 33 : 4295 – A.
- McMurry, J.and Fay C,R. (2001). *Chemistry*. 3rd edition NewJersey : Prentice Hall.
- Novak, J.D., Gowin, D.B., and Johansen, G.I. (1983). "The Use of Concept Mapping and Knowledge view Mapping with Junior High School Teachers". *Science Education*. 60 (67) : 625-645.

- Okebukola, P.A. (1988). "Cognitive Preference and Learning Mode as Determinants of Meaningful Learning through Concept Mapping". *Science Education*. 72 (4) : 488-500.
- Smit , Patly Tempeton. (1994 , January). "Instruction Method : Effect on Student Attitude and Achivement," *Dissertation Abstract International*. 54 (7) : 2528 – 17.
- Vivas, David A. (1985, September). "The Design and Evaluation of Course in Thinking Operation for First Grades in Venezuala (Cognitive, Elementary Learning) ", *Dissertation Abstracts International*. 46(30A) : 603.
- Wareing, C. (1981, January). "Cognitive Style and Developing Scientific Attitudes in the SCIS Classroom", *Journal of Research in Science Teaching*. 18 : 73 – 77.
- Wholeben, B.M. (1995 ; August). "Assessing Conceptual Change through Concept Mapping". *Dissertation Abstract International*. 56 : 499-A.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

- รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือในการวิจัย
- สำเนาหนังสือของความอนุเคราะห์

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือในการวิจัย

รายนามผู้เชี่ยวชาญในตรวจเครื่องมือในการวิจัยครั้งนี้ ได้รับความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบ และเสนอแนะ จากผู้เชี่ยวชาญด้านชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ แบบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง "สารและสมบัติของสาร" แบบวัดผลการเรียนรู้ด้านความคิดเชิงสรุป แบบวัดผลการเรียนรู้ด้านทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ และแบบประเมินจิตวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย

1. รองศาสตราจารย์นิภา ศรีไพโรจน์

ภาควิชาวัดผลและประเมินผล คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

2. อาจารย์ดร.ศิริกานต์ ผาสุก

ภาควิชาวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สถาบันราชภัฏเพชรบุรีวิทยาลัยการณในพระบรมราชูปถัมภ์

3. อาจารย์ธำนิษฐ์ ปัญญาวัฒนกุล

ครูผู้สอน โรงเรียนอัสสัมชัญแผนกประถม กรุงเทพมหานคร

4. อาจารย์ประสาร ศรีมาฤทธิ์

ครูผู้สอน โรงเรียนอัสสัมชัญศึกษา กรุงเทพมหานคร

5. อาจารย์พงษ์วิฑิตะ บุญนอก

อาจารย์ 1 ระดับ 4 หมวดวิชาวิทยาศาสตร์ โรงเรียนชุมชนบ้านเจียด อำเภอยางชุมน้อย

จังหวัดอุบลราชธานี



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ บัณฑิตวิทยาลัย มศว โทร. 5731, 5618

ที่ ทม 1012/ ๗๔๗๐

วันที่ ๒๑ พฤศจิกายน 2545

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

เนื่องด้วย นางสาวอภิญญา เคนบุปผา นิสิตระดับปริญญาโท วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6” โดยมี รองศาสตราจารย์ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์ และ อาจารย์สมปรารถนา วงศ์บุญหนัก เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ รองศาสตราจารย์นิภา ศรีไพโรจน์ เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร”

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้ข้าราชการในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นางสาวอภิญญา เคนบุปผา ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้ด้วย

(รองศาสตราจารย์นภภรณ์ หะวานนท์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย



ที่ ทม 1012/ ๗๔๗1

บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

๑ พฤศจิกายน 2545

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน อธิการบดีสถาบันราชภัฏเพชรบุรีวิทยาเขตในพระบรมราชูปถัมภ์

สิ่งที่ส่งมาด้วย ชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์

เนื่องด้วย นางสาวอภิญญา เคนบุปผา นิสิตระดับปริญญาโท วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนาชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง "สารและสมบัติของสาร" สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6" โดยมี รองศาสตราจารย์ฉัตรพงษ์ เจริญพิทักษ์ และ อาจารย์สมปรารถนา วงศ์บุญหนัก เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ อาจารย์ศิริกานต์ ผาสุก เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง "สารและสมบัติของสาร"

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้ข้าราชการในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นางสาวอภิญญา เคนบุปผา ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์อภรณ์ หะวานนท์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 02-664-1000 ต่อ 5618, 5731

โทรสาร. 02-258-4119



ที่ ทม 1012/ ๗๔๗๒

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

1 พฤศจิกายน 2545

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ครูใหญ่โรงเรียนอัสสัมชัญ แผนกประถม

สิ่งที่ส่งมาด้วย ชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์

เนื่องด้วย นางสาวอภิญญา เคนบุปผา นิสิตระดับปริญญาโท วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6” โดยมี รองศาสตราจารย์ฉัตรพงษ์ เจริญพิทย และ อาจารย์สมปรารถนา วงศ์บุญหนัก เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ อาจารย์ธานินทร์ ปัญญาวัฒนกุล เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร”

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้บุคลากรในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นางสาวอภิญญา เคนบุปผา ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ภรณ์ หะวานนท์)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 02-664-1000 ต่อ 5618, 5731

โทรสาร. 02-258-4119

ที่ ทม 1012/ ๗๔ ๗3



บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

/ พฤศจิกายน 2545

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ครูใหญ่โรงเรียนอัสสัมชัญศึกษา

สิ่งที่ส่งมาด้วย ชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์

เนื่องด้วย นางสาวอภิญญา เคนบุปผา นิสิตระดับปริญญาโท วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำปริญญานิพนธ์เรื่อง "การพัฒนาชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง "สารและสมบัติของสาร" สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6" โดยมี รองศาสตราจารย์ฉัตรพงษ์ เจริญพิทย์ และ อาจารย์สมปรารถนา วงศ์บุญหนัก เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ อาจารย์ประสาร ศรีมาฤทธิ์ เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง "สารและสมบัติของสาร"

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้บุคลากรในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นางสาวอภิญญา เคนบุปผา ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์นภาพร หะวานนท์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 02-664-1000 ต่อ 5618, 5731

โทรสาร. 02-258-4119



ที่ ทม 1012/ ๗๘๗๔

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

/ พฤศจิกายน 2545

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนชุมชนบ้านเจ็ด

สิ่งที่ส่งมาด้วย ชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์

เนื่องด้วย นางสาวอภิญญา เคนบุปผา นิสิตระดับปริญญาโท วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6” โดยมี รองศาสตราจารย์ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์ และ อาจารย์สมปรารถนา วงศ์บุญหนัก เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ อาจารย์พงษ์ชิตะ บุญออก เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร”

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้ข้าราชการในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นางสาวอภิญญา เคนบุปผา ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์นภกรณ์ หะวานนท์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 02-664-1000 ต่อ 5618, 5731

โทรสาร. 02-258-4119

ที่ ทม 1012/ 5064



108

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

3 ธันวาคม 2545

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เพื่อพัฒนาเครื่องมือการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนเขมรราชพิทยาคม

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบวัดความรู้ท้ายกิจกรรมฯ

เนื่องด้วย นางสาวอภิญญา เคนบุปผา นิสิตระดับปริญญาโท วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6” โดยมี รองศาสตราจารย์ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์ และ อาจารย์สมปรารถนา วงศ์บุญหนัก เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้ นิสิตมีความจำเป็นต้องเก็บข้อมูลเพื่อพัฒนาเครื่องมือการวิจัย โดยขออนุญาตใช้สถานที่ และขอให้ให้นักเรียนระดับมัธยมศึกษา ชั้นปีที่ 1 จำนวน 2 ห้องเรียน เป็นกลุ่มตัวอย่างคอบแบบวัดความรู้ท้ายกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” ในระหว่างเดือนธันวาคม 2545

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้ นางสาวอภิญญา เคนบุปผา ได้เก็บข้อมูลในการทำปริญญานิพนธ์ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และ ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์นภาพร หะวานนท์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 02-664-1000 ต่อ 5618, 5731

โทรสาร. 02-258-4119

ที่ ทม 1012/9033



บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

๕ ธันวาคม 2545

เรื่อง ขออนุญาตเพื่อพัฒนาเครื่องมือการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนชุมชนบ้านเจ็ดค

สิ่งที่ส่งมาด้วย ชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์

เนื่องด้วย นางสาวอภิญญา เคนบุปผา นิสิตระดับปริญญาโท วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6” โดยมี รองศาสตราจารย์ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์ และ อาจารย์สมปรารถนา วงศ์บุญหนัก เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้ นิสิตมีความจำเป็นต้องเก็บข้อมูลเพื่อพัฒนาเครื่องมือการวิจัย โดยขออนุญาตใช้ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ และขอทดลองสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” กับนักเรียนระดับประถมศึกษา ชั้นปีที่ 6 จำนวน 9 คน ในระหว่างเดือน ธันวาคม 2545

จึงเรียนมาเพื่อขออนุญาตให้ ได้โปรดพิจารณาให้ นางสาวอภิญญา เคนบุปผา ได้เก็บข้อมูลในการทำปริญญานิพนธ์ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และ ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์อภรณ์ หะวานนท์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 02-664-1000 ต่อ 5618, 5731

โทรสาร. 02-258-4119

ที่ ทม 1012/3.135



บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

19 มีนาคม 2546

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนชุมชนบ้านเจียด

สิ่งที่ส่งมาด้วย ชุดกิจกรรม แบบวัด และแบบประเมิน

เนื่องด้วย นางสาวกัญญา เกนบุปผา นิสิตระดับปริญญาโท วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6” โดยมี รองศาสตราจารย์ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์ และ อาจารย์สมปรารถนา วงศ์บุญหนัก เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้ นิสิตมีความจำเป็นต้องเก็บข้อมูลเพื่อการวิจัย โดยขอใช้ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สอนนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 25 คน โดยใช้ชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” และตอบแบบวัดผลการเรียนด้านความรู้ แบบประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ แบบวัดผลการเรียนรู้ด้านความคิดเชิงสรุป และแบบประเมินจิตวิทยาศาสตร์ ในระหว่าง เดือนมีนาคม 2546

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้ นางสาวกัญญา เกนบุปผา ได้เก็บข้อมูลในการทำปริญญานิพนธ์ และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์นภภรณ์ หะวานนท์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 02-664-1000 ต่อ 5618, 5731

หมายเหตุ : ต้องการสอบถามข้อมูลเพิ่มเติม กรุณาติดต่อ นิสิต โทรศัพท์ มือถือ 5226210

ภาคผนวก ข

- แบบประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างจุดประสงค์การทดลองกับเนื้อหาการทดลองของชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ โดยผู้เชี่ยวชาญ
- แบบประเมินคุณภาพของชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” โดยผู้เชี่ยวชาญ
- แบบประเมิน แบบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” โดยผู้เชี่ยวชาญ
- แบบประเมิน แบบวัดผลการเรียนรู้ด้านความคิดเชิงสรุป โดยผู้เชี่ยวชาญ
- แบบประเมิน แบบวัดผลการเรียนรู้ด้านทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ โดยผู้เชี่ยวชาญ
- แบบประเมิน แบบประเมินจิตวิทยาศาสตร์ โดยผู้เชี่ยวชาญ

แบบประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างจุดประสงค์ การทดลองกับเนื้อหา การทดลองของชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร”

วัตถุประสงค์

แบบประเมินนี้เป็นแบบประเมินสำหรับผู้เชี่ยวชาญ เพื่อใช้ประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างจุดประสงค์การทดลองกับเนื้อหาของชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร”

คำชี้แจง

แบบประเมินชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” มีทั้งหมดจำนวน

4 ชุดกิจกรรม คือ

- ชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง สมบัติของสาร
- ชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง การแยกสารที่มีสถานะแตกต่างกัน
- ชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารเคมีที่ใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน
- ชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของสารและผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิต

ชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ หมายถึง ชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” ประกอบด้วยเนื้อหาเกี่ยวกับสมบัติของสาร การแยกสารที่มีสถานะแตกต่างกัน สารเคมีที่ใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน การเปลี่ยนแปลงของสารและผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิต ส่วนประกอบของชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ แต่ละชุดประกอบด้วยใบความรู้ กิจกรรมการทดลอง สารสำคัญ จุดประสงค์การทดลอง เวลาที่ใช้ในการทดลอง สมมติฐาน ตัวแปรที่ศึกษา อุปกรณ์ และสารเคมี วิธีทำการทดลอง ตารางบันทึกผลการทดลอง คำถามท้ายการทดลอง การอภิปรายและสรุปผลการทดลอง

**แบบประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC)ระหว่างจุดประสงค์การทดลองกับเนื้อหา
การทดลองของชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร”**

ชื่อ – สกุล (ของผู้เชี่ยวชาญ)ตำแหน่ง.....
สถานที่ทำงาน.....

คำชี้แจง

โปรดประเมินความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การทดลองกับเนื้อหาการทดลองของแต่ละชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ โดยขอความกรุณาเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในแบบประเมินได้ช่องระดับความคิดเห็นของท่าน โดยกำหนดให้

- +1 หมายถึง สอดคล้อง
0 หมายถึง ไม่แน่ใจ
-1 หมายถึง ไม่สอดคล้อง

ชุดกิจกรรม การทดลอง วิทยาศาสตร์	เนื้อหา	จุดประสงค์การทดลอง	ระดับความคิดเห็น		
			+1	0	-1
สมบัติของสาร	สมบัติทางกายภาพของสาร	1. อธิบายสมบัติทางกายภาพของสารได้ 2. ทดลองและสรุปเกี่ยวกับสมบัติทางกายภาพของสารชนิดต่างๆได้	.....	.....	.....
	สมบัติทางเคมีของสาร	1. อธิบายสมบัติความเป็นกรด – เบสของสารละลายได้ 2. ทดลองและสรุปเกี่ยวกับสมบัติความเป็นกรด – เบสของสารละลายและค่า pH ของสารละลายที่ใช้ในชีวิตประจำวันได้	.....	.....	.....
การแยกสารที่มีสถานะแตกต่างกัน	การกรองสาร	1. ทดลองและสรุปเกี่ยวกับวิธีการกรองสารได้ 2. นำความรู้เกี่ยวกับการกรองสารไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้	.....	.....	.....

ชุดกิจกรรม การทดลอง วิทยาศาสตร์	เนื้อหา	จุดประสงค์การทดลอง	ระดับความคิดเห็น		
			+1	0	-1
การแยกสาร ที่มีสถานะ แตกต่างกัน	การตกตะกอน	1. อธิบายวิธีการที่ทำน้ำให้ใสสะอาด โดยการตกตะกอนได้ 2. ทดลองและสรุปเกี่ยวกับวิธีการ ตกตะกอนได้	.....	.....	.....
	การระเหิด	1. อธิบายหลักการของการระเหิดได้ 2. ทดลองและสรุปเกี่ยวกับการ ระเหิดของสารได้	.....	.....	.....
สารเคมีที่ใช้ ประโยชน์ในชีวิต ประจำวัน	แอมพู น้ำยาล้างจาน และ ผงซักฟอก ทำความ สะอาดได้อย่างไร	1. ทดลองและสรุปเกี่ยวกับสาเหตุที่ แอมพู น้ำยาล้างจาน และผงซักฟอก สามารถทำความสะอาดได้ 2. อธิบายสาเหตุที่แอมพู น้ำยาล้างจาน และผงซักฟอก สามารถทำความสะอาดได้	.....	.....	.....
การเปลี่ยนแปลง ของสาร และ ผลกระทบ ต่อสิ่งมีชีวิต	การทดสอบสารบอแรกซ์ ในสารปรุงแต่งอาหารและ อาหาร	1. อธิบายวิธีทดสอบสารบอแรกซ์ที่ เจือปนในสารปรุงแต่งอาหารและ อาหารได้ 2. ทดลองและสรุปเกี่ยวกับโทษของ สารบอแรกซ์ที่เจือปนในสารปรุงแต่ง อาหารและอาหารได้	.....	.....	.....

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

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

แบบประเมินคุณภาพของชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” โดยผู้เชี่ยวชาญ

วัตถุประสงค์

แบบประเมินนี้เป็นแบบประเมินสำหรับผู้เชี่ยวชาญ เพื่อใช้ประเมินคุณภาพของชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” ซึ่งจะใช้เป็นเครื่องมือในการประเมินคุณภาพของชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

คำชี้แจง

แบบประเมินชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” มีทั้งหมด 4 ชุด คือ

ชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง สมบัติของสาร

ชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง การแยกสารที่มีสถานะแตกต่างกัน

ชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารเคมีที่ใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน

ชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของสารและผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิต

ในแต่ละชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย

ส่วนที่ 1 เอกสารประกอบชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ (ใบความรู้)

ส่วนที่ 2 ชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์

ส่วนที่ 3 เอกสารรายงานผลการทดลองและคำถามท้ายการทดลอง

การพัฒนาชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” หมายถึง การสร้างองค์ประกอบของชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ให้มีคุณภาพอยู่ในระดับดีตามเกณฑ์ที่กำหนด โดยผ่านการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาและการประเมินคุณภาพของชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ตามทัศนะของผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งพิจารณาโดยภาพรวม 3 ด้าน คือ 1) เอกสารประกอบชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ (ใบความรู้) 2) ชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ และ 3) เอกสารรายงานผลการทดลองและคำถามท้ายการทดลอง โดยใช้แบบประเมินคุณภาพชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามแนวของลิเคิร์ท (Likert Scale) คือ 5, 4, 3, 2 และ 1 ซึ่งหมายถึง ดีมาก ดี ปานกลาง พอใช้ และต้องปรับปรุง ตามลำดับ

โปรดประเมินและให้ความคิดเห็น เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ โดยเขียนเครื่องหมาย ✓ ในช่องว่างใต้ตัวเลข 5, 4, 3, 2 และ 1 ตามลำดับความหมาย ดังนี้

5 หมายถึง เห็นด้วยมากที่สุด

4 หมายถึง เห็นด้วยมาก

3 หมายถึง เห็นด้วยปานกลาง

2 หมายถึง เห็นด้วยน้อย

1 หมายถึง เห็นด้วยน้อยที่สุด

แบบประเมินคุณภาพของชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์โดยผู้เชี่ยวชาญ
ชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารและสมบัติของสาร

ชื่อ – สกุล (ของผู้เชี่ยวชาญ)ตำแหน่ง.....
 สถานที่ทำงาน.....

โปรดประเมินและให้ความคิดเห็น เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขชุดกิจกรรม
 การทดลองวิทยาศาสตร์ โดยเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างใต้ตัวเลข 5, 4, 3, 2 และ 1

รายการ	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
1. เอกสารประกอบชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ (ใบความรู้)					
1.1 เนื้อหามีความถูกต้อง ครบถ้วน	...	...	...	...	...
1.2 เนื้อหามีความต่อเนื่อง	...	...	...	...	...
1.3 เนื้อหามีความเหมาะสมกับเวลาที่กำหนด	...	...	...	...	...
1.4 เนื้อหามีความสอดคล้องกับจุดประสงค์	...	...	...	...	...
1.5 ความสั้น-ยาว ของเนื้อหาเหมาะสม	...	...	...	...	...
1.6 ตัวอย่างประกอบเนื้อหา มีความชัดเจนและเหมาะสม	...	...	...	...	...
1.7 การใช้ภาษา					
1) มีความเหมาะสมกับระดับนักเรียน	...	...	...	...	...
2) ไม่วกวน เข้าใจง่าย	...	...	...	...	...
3) ชวนอ่าน	...	...	...	...	...
ข้อเสนอแนะ					
.....					
.....					
2. ชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์					
2.1 หลักการ					
1) สอดคล้องกับชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์	...	...	...	...	...
2) เหมาะสมกับระดับของนักเรียน	...	...	...	...	...
ข้อเสนอแนะ					
.....					
.....					

รายการ	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
2.2 จุดประสงค์ 1) มีความชัดเจน 2) ประเมินผลได้ ข้อเสนอแนะ	...	...	...	...	...
2.3 อุปกรณ์และสารเคมี 1) เหมาะสมกับระดับนักเรียน 2) เหมาะสมกับเรื่องที่ทำทดลอง 2.4 วิธีทำการทดลอง 1) เหมาะสมกับเวลาที่ใช้ 2) เรียงลำดับกิจกรรมเหมาะสม 3) มีความยากง่ายพอเหมาะ 4) ภาษาที่ใช้ชัดเจน 5) ก่อให้เกิดความคิดรวบยอด 6) ส่งเสริมให้นักเรียนคิดเป็น 7) นักเรียนแต่ละคนมีส่วนร่วมในกิจกรรม 8) ส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะปฏิบัติการทดลอง ข้อเสนอแนะ	...	...	...	...	...
3. เอกสารรายงานผลการทดลองและคำถามท้ายการทดลอง 3.1 เอกสารรายงานผลการทดลองเหมาะสม 3.2 คำถามท้ายการทดลอง 1) คำถามสอดคล้องกับชุดกิจกรรมการทดลอง	...	...	...	...	...

รายการ	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
2) คำถามสอดคล้องกับจุดประสงค์	...	...	...	...	...
3) จำนวนข้อในคำถามเหมาะสม	...	...	...	...	...
4) ความสั้นยาวของคำถามเหมาะสม	...	...	...	...	...
5) ส่งเสริมการคิดแก้ปัญหา	...	...	...	...	...
6) ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการนำไปใช้	...	...	...	...	...
ข้อเสนอแนะ					
.....					
.....					
.....					
.....					

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

แบบประเมินแบบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” โดยผู้เชี่ยวชาญ

วัตถุประสงค์

แบบประเมินนี้สำหรับผู้เชี่ยวชาญใช้ประเมิน แบบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งจะใช้เป็นเครื่องมือในการสอบวัดนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนชุมชนบ้านเจียด จังหวัดอุบลราชธานี

ผลการเรียนรู้ด้านความรู้ หมายถึง ผลการตรวจสอบความสามารถในการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” โดยใช้แบบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก โดยแบ่งพฤติกรรมที่จะวัดออกเป็น 3 ด้าน คือ 1) ด้านความรู้ – ความจำ 2) ด้านความเข้าใจ และ 3) ด้านการนำไปใช้

คำชี้แจง

1. การประเมินแบบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” เพื่อวิเคราะห์หาค่า IOC แบ่งคุณลักษณะที่ต้องการประเมินออกได้ดังนี้

- 1.1 ความชัดเจนของข้อคำถาม
- 1.2 ความสอดคล้องกับจุดประสงค์การทดลอง
- 1.3 ความเหมาะสมของตัวเลือก
- 1.4 ความสอดคล้องของพฤติกรรมที่ต้องการวัด

2. แบบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” ประกอบด้วยเนื้อหาทั้งหมด 4 เรื่อง ได้แก่ 1) สมบัติของสาร 2) การแยกสารที่มีสถานะแตกต่างกัน 3) สารเคมีที่ใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน และ 4) การเปลี่ยนแปลงของสารและผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิต มีข้อสอบทั้งหมดจำนวน 60 ข้อ ซึ่งจำแนกตามพฤติกรรมที่ต้องการวัด ดังนี้

- | | |
|--------------------------|--------------|
| 5.1 ด้านความรู้ – ความจำ | จำนวน 22 ข้อ |
| 5.2 ด้านความเข้าใจ | จำนวน 24 ข้อ |
| 5.3 ด้านการนำไปใช้ | จำนวน 14 ข้อ |

แบบประเมิน แบบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร”
โดยผู้เชี่ยวชาญ

ชื่อ - สกุล (ของผู้เชี่ยวชาญ) ตำแหน่ง

สถานที่ทำงาน.....

คำชี้แจง

โปรดประเมินความสอดคล้องและความเหมาะสมของความชัดเจนของข้อคำถาม ความเหมาะสม
ของตัวเลือก ความสอดคล้องกับจุดประสงค์การทดลองและความสอดคล้องของพฤติกรรมที่ต้องการวัด
โดยขอความกรุณาเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างใต้เครื่องหมายที่แสดงระดับน้ำหนักความคิดเห็นของ
ท่านโดยกำหนดให้

- + 1 หมายถึง สอดคล้อง
0 หมายถึง ไม่แน่ใจ
- 1 หมายถึง ไม่สอดคล้อง

[illegible]

แบบประเมิน แบบวัดผลการเรียนรู้ด้านความคิดเชิงสรุป โดยผู้เชี่ยวชาญ

วัตถุประสงค์

แบบประเมินนี้สำหรับผู้เชี่ยวชาญ เพื่อใช้ประเมินแบบวัดผลการเรียนรู้ด้านความคิดเชิงสรุป เป็นการประเมินในส่วนของเกณฑ์ที่ใช้ในการให้คะแนนแบบวัดผลการเรียนรู้ด้านความคิดเชิงสรุป ซึ่งใช้เป็นเครื่องมือในการประเมินผลการเรียนรู้ด้านความคิดเชิงสรุปของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนชุมชนบ้านเจียด จังหวัดอุบลราชธานี

คำชี้แจง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยทำการวัดผลการเรียนรู้ด้านความคิดเชิงสรุปของนักเรียนหลังเรียนเรียนจบแต่ละกิจกรรมการทดลอง ซึ่งใช้แบบวัดผลการเรียนรู้ด้านความคิดเชิงสรุป โดยการทำแผนที่ความคิด (Mind Mapping) แบบประเมินนี้ใช้เกณฑ์รูบริกส์ (Rubrics Score) มีการให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบ (Analytic Score) มีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 3 ระดับ คือ 3 , 2 และ 1 หมายถึง ดี พอใช้ และต้องปรับปรุง ตามลำดับ ซึ่งจะพิจารณาเกณฑ์การประเมินการให้คะแนนในการทำแผนที่ความคิด (Mind Mapping) ออกเป็น 3 ด้าน คือ

1. มีการเรียงลำดับหัวข้อความคิด
2. แผนที่ความคิด (Mind Mapping) ที่สร้างขึ้นถูกต้องตรงตามเนื้อหา
3. มีการจัดเรียงรูปแบบความที่เหมาะสม เข้าใจง่าย ไม่สับสน

ผลการเรียนรู้ด้านความคิดเชิงสรุป หมายถึง ความสามารถในการใช้ความคิดเชิงสรุปเกี่ยวกับเนื้อหา เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” โดยการทำแผนที่ความคิด (Mind Mapping) ของนักเรียน ซึ่งอิงเกณฑ์รูบริกส์ (Rubrics Score) การวิจัยครั้งนี้แบ่งระดับการให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบ (Analytic Score) มีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 3 ระดับ คือ 3 , 2 และ 1 หมายถึง ดี พอใช้ และ ต้องปรับปรุง ตามลำดับ

แบบประเมิน แบบวัดผลการเรียนรู้ด้านความคิดเชิงสรุป โดยผู้เชี่ยวชาญ

ชื่อ – สกุล (ของผู้เชี่ยวชาญ)ตำแหน่ง.....
 สถานที่ทำงาน.....

คำชี้แจง

โปรดประเมินความสอดคล้องและความเหมาะสมของการทำแผนที่ความคิด (Mind Mapping) กับ
 เกณฑ์การประเมิน โดยขอความกรุณาเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างใต้เครื่องหมายที่แสดงระดับ
 น้ำหนักความคิดเห็นของท่านโดยกำหนดให้ +1 หมายถึง สอดคล้อง
 0 หมายถึง ไม่แน่ใจ
 -1 หมายถึง ไม่สอดคล้อง

รายการที่ ประเมิน	เกณฑ์การประเมิน	ระดับความคิดเห็น		
		+1	0	1
1. มีการเรียงลำดับหัวข้อความคิด 2. แผนที่ความคิด(Mind Mapping)ที่สร้างขึ้นถูกต้องตรงตามเนื้อหา 3. มีการจัดเรียงรูปแบบความคิดที่เหมาะสมเข้าใจง่าย ไม่สับสน	3 คะแนน แสดงว่า มีการจัดเรียงความคิดหลัก ความคิดรอง ความคิดย่อย ความคิดเฉพาะเจาะจง และยกตัวอย่างสอดคล้องกับเนื้อหา การจัดลำดับเนื้อหาหลัก และรายละเอียดปลีกย่อยระหว่างความคิดหลักกับตัวอย่างสัมพันธ์กัน การจัดรูปแบบความคิดเหมาะสมกับหน้ากระดาษ การจัดวางภาพได้สัดส่วนเข้าใจง่าย ไม่สับสน สะอาดเรียบร้อย สวยงาม และแสดงความเป็นเอกลักษณ์ของตนเอง	.....	.....	.....
	2 คะแนน แสดงว่า มีการจัดเรียงความคิดหลัก ความคิดรอง ความคิดย่อย ความคิดเฉพาะเจาะจง และยกตัวอย่างสอดคล้องกับเนื้อหา การจัดลำดับเนื้อหาหลัก และรายละเอียดปลีกย่อยระหว่างความคิดหลักกับตัวอย่างไม่สัมพันธ์กัน การจัดรูปแบบความคิดเหมาะสมกับหน้ากระดาษ การจัดวางภาพได้สัดส่วน เข้าใจง่าย ไม่สับสน สะอาด สวยงาม และแสดงความเป็นเอกลักษณ์ของตนเอง	.....	.....	.....
	1 คะแนน แสดงว่า มีการจัดเรียงความคิดหลัก ความคิดรอง ความคิดย่อย ความคิดเฉพาะเจาะจง และยกตัวอย่างไม่สอดคล้องกับเนื้อหา การจัดรูปแบบความคิดไม่เหมาะสมกับหน้ากระดาษ การจัดวางภาพได้สัดส่วน ไม่สับสน แต่ไม่สะอาดเรียบร้อย ไม่สวยงาม และแสดงความเป็นเอกลักษณ์ของตนเอง	.....	.....	.....

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

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

แบบประเมิน แบบวัดผลการเรียนรู้ด้านทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ โดยผู้เชี่ยวชาญ

วัตถุประสงค์

แบบประเมินนี้สำหรับผู้เชี่ยวชาญ เพื่อใช้ประเมินแบบวัดผลการเรียนรู้ด้านทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งใช้เป็นเครื่องมือในการผลการเรียนรู้ด้านทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนชุมชนบ้านเจียด จังหวัดอุบลราชธานี ในขณะที่นักเรียนกำลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” ทุกกิจกรรมการทดลอง

คำชี้แจง

แบบวัดผลการเรียนรู้ด้านทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์เป็นแบบประเมินตามสภาพจริง โดยมีผู้ร่วมประเมิน จำนวน 3 คน ได้แก่ นักเรียน ครูประจำชั้น และผู้วิจัย ซึ่งจะทำการประเมินในขณะที่นักเรียนกำลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” ทุกกิจกรรมการทดลอง แบบประเมินนี้ใช้เกณฑ์รูบริกส์ (Rubrics Score) มีการให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบ Analytic Score) เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 4 ระดับ คือ 0, 2, 1 และ 0 ซึ่งหมายถึง ดีมาก ดี พอใช้ และ ต้องปรับปรุงตามลำดับ

แบบวัดผลการเรียนรู้ด้านทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ประเมินพฤติกรรมทั้งหมด 4 ด้าน ดังนี้

1. ด้านเทคนิคการทดลอง
 - 1.1 ดำเนินการทดลองอย่างถูกวิธี
 - 1.2 ใช้อุปกรณ์ได้อย่างถูกต้อง
 - 1.3 ใช้เทคนิควิธีในการทดลองได้อย่างถูกต้อง
2. ด้านความคล่องแคล่วในการทดลอง
3. ด้านความมีระเบียบในการทดลอง
4. รายงานผลการทดลอง

ผลการเรียนรู้ด้านทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์อย่างถูกต้องในการปฏิบัติการทดลองของนักเรียน ซึ่งประกอบด้วยความสามารถทั้งหมด 4 ด้านคือ 1) ด้านเทคนิคการทดลอง 2) ด้านความคล่องแคล่วในการทดลอง 3) ความมีระเบียบในการทดลอง และ 4) รายงานผลการทดลองได้อย่างถูกต้อง ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยวัดทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยใช้แบบประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นการประเมินจากสภาพจริง อิงเกณฑ์รูบริกส์ (Rubrics Score) ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นวัดขณะเรียนทุกชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ แบบประเมินนี้ผู้วิจัยดัดแปลงมาจากแบบประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ของสำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ (2539 : 164 – 165) โดยแบ่งระดับการให้คะแนนแต่ละข้อเป็น 4 ระดับ คือ 3, 2, 1 และ 0 ซึ่งหมายถึง ดีมาก ดี พอใช้ และ ต้องปรับปรุง ตามลำดับ

แบบประเมิน แบบวัดผลการเรียนรู้ด้านทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ โดยผู้เชี่ยวชาญ

ชื่อ – สกุล (ของผู้เชี่ยวชาญ)ตำแหน่ง.....

สถานที่ทำงาน.....

คำชี้แจง

โปรดประเมินความสอดคล้องและความเหมาะสมของทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์กับเกณฑ์การประเมินและพฤติกรรมที่ต้องการวัด โดยขอความกรุณาเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างใต้เครื่องหมายที่แสดงระดับน้ำหนักความคิดเห็นของท่านโดยกำหนดให้

+1 หมายถึง สอดคล้อง

0 หมายถึง ไม่แน่ใจ

-1 หมายถึง ไม่สอดคล้อง

ความสอดคล้อง หมายถึง ทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ที่ประเมินมีความสอดคล้องกับเกณฑ์การประเมินและพฤติกรรมที่ต้องการวัด

รายการที่ประเมิน	เกณฑ์การประเมิน / และพฤติกรรมที่ต้องการวัด	ระดับความคิดเห็น		
		+1	0	1
1. ด้านเทคนิคการทดลอง				
1.1 ดำเนินการทดลองอย่างถูกวิธี	3 คะแนน หมายถึง สามารถปฏิบัติการทดลองแต่ละขั้นได้อย่างถูกต้องตามวิธีการทดลอง โดยไม่ต้องให้คำแนะนำ 2 คะแนน หมายถึง สามารถปฏิบัติการทดลองแต่ละขั้นตอนได้อย่างถูกต้องตามวิธีการทดลอง แต่ต้องให้คำแนะนำบางส่วน 1 คะแนน หมายถึง สามารถปฏิบัติการทดลองแต่ละขั้นตอนได้ตามวิธีการทดลอง แต่ต้องให้คำแนะนำทั้งหมด 0 คะแนน หมายถึง ไม่สามารถปฏิบัติการทดลองแต่ละขั้นตอนได้ตามวิธีการทดลอง	..... ..... ..... .....	..... ..... ..... .....	..... ..... ..... .....

รายการที่ประเมิน	เกณฑ์การประเมิน / และพฤติกรรมที่ต้องการวัด	ระดับความคิดเห็น		
		+1	0	1
1.2 ใช้อุปกรณ์ได้ อย่างถูกต้อง 1) บีกเกอร์	3 คะแนน หมายถึง สามารถใช้บีกเกอร์ในการเตรียมสารละลายต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้องและปลอดภัย เมื่อใช้บีกเกอร์เสร็จแล้วล้างทำความสะอาดและเช็ดบีกเกอร์ให้แห้งทุกครั้งก่อนนำไปเก็บเข้าตู้เก็บอุปกรณ์ 2 คะแนน หมายถึง สามารถใช้บีกเกอร์ในการเตรียมสารละลายต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง แต่ต้องชี้แนะวิธีการใช้บีกเกอร์ เมื่อใช้บีกเกอร์เสร็จแล้วล้างทำความสะอาดและเช็ดบีกเกอร์ให้แห้งทุกครั้งก่อนนำไปเก็บเข้าตู้เก็บอุปกรณ์ 1 คะแนน หมายถึง สามารถใช้บีกเกอร์ในการเตรียมสารละลายต่าง ๆ ได้ แต่ขาดความระมัดระวังในการใช้บีกเกอร์ 0 คะแนน หมายถึง ต้องชี้แนะวิธีการใช้บีกเกอร์อย่างมาก ในการใช้บีกเกอร์ อาจทำให้บีกเกอร์แตกได้	.....	.....	.....
2) หลอดหยดสาร	3 คะแนน หมายถึง สามารถใช้หลอดหยดสารได้อย่างถูกต้องและปลอดภัย โดยการใช้หลอดหยดดูดของเหลวให้มีปริมาณใกล้เคียงกับที่ปริมาณที่ต้องการ บีบจุกยางโดยของเหลวหยดอย่างสม่ำเสมอ ล้างหลอดหยดและวางจุกยางไว้ให้แห้งทุกครั้งหลังใช้เสร็จ 2 คะแนน หมายถึง สามารถใช้หลอดหยดสารได้อย่างถูกต้อง แต่ต้องชี้แนะวิธีการใช้หลอดหยดสาร ล้างหลอดหยดและวางจุกยางไว้ให้แห้งทุกครั้งหลังใช้เสร็จ 1 คะแนน หมายถึง สามารถใช้หลอดหยดสารได้ แต่ต้องชี้แนะวิธีการใช้หลอดหยดสารบางส่วน และขาดความระมัดระวังในการใช้หลอดหยดสาร เมื่อใช้หลอดหยดสารเสร็จแล้วไม่ล้างหลอดหยดและจุกยาง 0 คะแนน หมายถึง ต้องชี้แนะวิธีการใช้หลอดหยดสารอย่างมาก ขาดความระมัดระวังมากในการใช้หลอดหยดสาร ซึ่งอาจทำให้หลอดหยดสารแตกได้	.....	.....	.....

รายการที่ประเมิน	เกณฑ์การประเมิน / และพฤติกรรมที่ต้องการวัด	ระดับความคิดเห็น		
		+1	0	1
3) ช้อนตักสาร	3 คะแนน หมายถึง สามารถใช้ช้อนตักสารได้อย่างถูกต้องและปลอดภัย โดยการใช้ช้อนตักสารให้ได้ปริมาณถูกต้อง โดยการตักสารแต่ละครั้งต้องปาดช้อนเพียงครั้งเดียว ไม่กดสารในช้อนก่อนปาด แล้วล้างทำความสะอาดและเช็ดให้แห้งก่อนตักสารชนิดอื่น	.....	.....	.....
	2 คะแนน หมายถึง สามารถใช้ช้อนตักสารได้อย่างถูกต้อง แต่ต้องชี้แนะวิธีการใช้ช้อนตักสาร แล้วล้างทำความสะอาดและเช็ดให้แห้งก่อนตักสารชนิดอื่น	.....	.....	.....
	1 คะแนน หมายถึง สามารถใช้ช้อนตักสารได้ แต่ต้องชี้แนะวิธีการใช้ช้อนตักสารบางส่วน และขาดความระมัดระวังในการใช้ช้อนตักสาร เมื่อใช้ช้อนตักสารเสร็จแล้วไม่ล้างทำความสะอาดและเช็ดให้แห้งก่อนนำไปเก็บเข้าตู้เก็บอุปกรณ์	.....	.....	.....
	0 คะแนน หมายถึง ต้องชี้แนะวิธีการใช้ช้อนตักสารมาก และขาดความระมัดระวังมากในการใช้ช้อนตักสาร	.....	.....	.....
4) แท่งแก้วคนสาร	3 คะแนน หมายถึง สามารถใช้แท่งแก้วคนสารได้อย่างถูกต้องและปลอดภัย ใช้แท่งแก้วคนสารด้วยความระมัดระวังโดยไม่ให้แท่งแก้วกระทบกัน และด้านข้างของบีกเกอร์ ต้องคนสารไปทิศทางเดียวกันจนสารละลายหมด แล้วล้างทำความสะอาดและเช็ดแท่งแก้วคนสารให้แห้งทุกครั้ง	.....	.....	.....
	2 คะแนน หมายถึง สามารถใช้แท่งแก้วคนสารได้อย่างถูกต้อง แต่ต้องชี้แนะวิธีการใช้แท่งแก้วคนสาร โดยไม่ให้แท่งแก้วกระทบกัน และ ด้านข้างของบีกเกอร์ ต้องคนสารไปทิศทางเดียวกันจนสารละลายหมด แล้วล้างทำความสะอาดและเช็ดแท่งแก้วคนสารให้แห้งทุกครั้ง	.....	.....	.....
	1 คะแนน หมายถึง สามารถใช้แท่งแก้วคนสารได้ แต่ต้องชี้แนะวิธีการใช้แท่งแก้วคนสารบางส่วน และขาดความระมัดระวังในการใช้แท่งแก้วคนสาร	.....	.....	.....
	0 คะแนน หมายถึง ต้องชี้แนะวิธีการใช้แท่งแก้วคนสารอย่างมาก ขาดความระมัดระวังมาก ในการใช้แท่งแก้วคนสาร อาจทำให้แท่งแก้วคนสารแตกหักได้	.....	.....	.....

รายการที่ประเมิน	เกณฑ์การประเมิน / และพฤติกรรมที่ต้องการวัด	ระดับความคิดเห็น		
		+1	0	1
5) กระดาษลิตมัส และกระดาษ pH	3 คะแนน หมายถึง สามารถใช้กระดาษลิตมัส และ กระดาษ pH ได้อย่างถูกต้อง และปลอดภัย โดยการใช้ กระดาษลิตมัสและกระดาษ pH ต้องใช้ที่สะอาด มือที่หยิบ ต้องแห้งและสะอาด ถ้าจะทดสอบกับของเหลวต้องวาง กระดาษลิตมัสและกระดาษ pH บนกระดาษที่สะอาด แล้วใช้ แท่งแก้วที่สะอาดจุ่มของเหลวมาแตะ	.....	.....	.....
	2 คะแนน หมายถึง สามารถใช้กระดาษลิตมัส และ กระดาษ pH ได้อย่างถูกต้อง แต่ต้องชี้แนะบางส่วน โดยการใช้กระดาษลิตมัสและกระดาษ pH ต้องใช้ที่สะอาด มือที่หยิบต้องแห้งและสะอาด ถ้าจะทดสอบกับของเหลว ต้องวางกระดาษลิตมัสและกระดาษ pH บนกระดาษที่สะอาด แล้วใช้แท่งแก้วที่สะอาดจุ่มของเหลวมาแตะ	.....	.....	.....
	1 คะแนน หมายถึง สามารถใช้กระดาษลิตมัสและ กระดาษ pH ได้ แต่ต้องชี้แนะวิธีการใช้กระดาษลิตมัส และ กระดาษ pH บางส่วน ขาดความระมัดระวังในการใช้ กระดาษลิตมัสและกระดาษ pH	.....	.....	.....
	0 คะแนน หมายถึง ต้องชี้แนะวิธีการใช้กระดาษลิตมัส และกระดาษ pH อย่างมาก ขาดความระมัดระวังมากใน การใช้กระดาษลิตมัสและกระดาษ pH อาจทำให้ กระดาษลิตมัสและกระดาษ pH นึกขาดได้	.....	.....	.....

รายการที่ประเมิน	เกณฑ์การประเมิน / และพฤติกรรมที่ต้องการวัด	ระดับความคิดเห็น		
		+1	0	1
6) ขาดังและที่หนีบ หลอดทดลอง	3 คะแนน หมายถึง สามารถใช้ ขาดังและที่หนีบ หลอดทดลองได้อย่างถูกต้องและปลอดภัย โดยการติดตั้ง ข้อต่อเข้ากับขาดัง ขันสกรูทางปลาให้แน่น ดัดที่จับหลอด ทดลองเข้ากับข้อต่อแล้วขันสกรู เมื่อใช้ขาดังและที่หนีบ หลอดทดลองเสร็จแล้วเช็ดให้แห้งก่อนนำไปเก็บเข้าตู้เก็บ อุปกรณ์	.....	.....	.....
	2 คะแนน หมายถึง สามารถใช้ขาดัง และที่หนีบ หลอดทดลองได้อย่างถูกต้องและปลอดภัย โดยการติดตั้ง ข้อต่อเข้ากับขาดัง ขันสกรูทางปลาให้แน่น ดัดที่จับ หลอดทดลองเข้ากับข้อต่อแล้วขันสกรู เมื่อใช้ขาดังและที่ หนีบหลอดทดลองเสร็จแล้วเช็ดให้แห้งก่อนนำไปเก็บเข้าตู้ เก็บอุปกรณ์	.....	.....	.....
	1 คะแนน หมายถึง สามารถใช้ขาดัง และที่หนีบ หลอดทดลองได้ แต่ต้องชี้แนะวิธีการใช้ขาดัง และที่หนีบ หลอดทดลองบางส่วนและขาดความระมัดระวังในการใช้ ขาดังและที่หนีบหลอดทดลอง เมื่อใช้ขาดังและที่หนีบ หลอดทดลอง เสร็จแล้วไม่เช็ดให้แห้งก่อนนำไปเก็บเข้าตู้ เก็บอุปกรณ์	.....	.....	.....
	0 คะแนน หมายถึง สามารถใช้ขาดัง และที่หนีบ หลอดทดลองได้ แต่ต้องชี้แนะวิธีการใช้ขาดัง และที่หนีบ หลอดทดลองบางส่วนและขาดความระมัดระวังในการใช้ ขาดังและที่หนีบหลอดทดลอง เมื่อใช้ขาดังและที่หนีบ หลอดทดลอง เสร็จแล้วไม่เช็ดให้แห้งก่อนนำไปเก็บเข้าตู้ เก็บอุปกรณ์	.....	.....	.....

รายการที่ประเมิน	เกณฑ์การประเมิน / และพฤติกรรมที่ต้องการวัด	ระดับความคิดเห็น		
		+1	0	1
7) กระดาษกรอง	3 คะแนน หมายถึง สามารถใช้กระดาษกรองได้อย่างถูกต้องและปลอดภัย โดยใช้กระดาษกรองพับเป็นรูปกรวยกรองให้อยู่ต่ำกว่าปากกรวยเล็กน้อย ทำให้กระดาษกรองเปียก แล้วกดกระดาษให้แนบกับกรวย รินสารซ้ำ ๆ ผ่านแท่งแก้ว โดยให้ปลายแท่งแก้วคนสารแตะกับกระดาษกรองด้านที่หนา 3 ชั้น ป้องกันสารไหลออกนอกกรวย ก้านกรวยต้องแตะกับข้างภาชนะที่รองรับของเหลว เพื่อมิให้ของเหลวกระเด็น	.....	.....	.....
	2 คะแนน หมายถึง สามารถใช้กระดาษกรองได้อย่างถูกต้อง แต่ต้องชี้แนะวิธีการใช้กระดาษกรอง โดยใช้กระดาษกรองพับเป็นรูปกรวยกรองให้อยู่ต่ำกว่าปากกรวยเล็กน้อย ทำให้กระดาษกรองเปียก แล้วกดกระดาษกรองให้แนบกับกรวย รินสารซ้ำ ๆ ผ่านแท่งแก้วโดยให้ปลายแท่งแก้วคนสารแตะกับกระดาษกรองด้านที่หนา 3 ชั้น ป้องกันสารไหลออกนอกกรวย ก้านกรวยต้องแตะกับข้างภาชนะที่รองรับของเหลว เพื่อมิให้ของเหลวกระเด็น	.....	.....	.....
	1 คะแนน หมายถึง สามารถใช้กระดาษกรองได้ แต่ต้องชี้แนะวิธีการใช้กระดาษกรองบางส่วน และขาดความระมัดระวังในการใช้กระดาษกรอง	.....	.....	.....
	0 คะแนน หมายถึง ต้องชี้แนะวิธีการใช้กระดาษกรองอย่างมาก ขาดความระมัดระวังมากในการใช้กระดาษกรอง อาจทำให้กระดาษกรองฉีกขาดได้	.....	.....	.....

รายการที่ประเมิน	เกณฑ์การประเมิน / และพฤติกรรมที่ต้องการวัด	ระดับความคิดเห็น		
		+1	0	1
8) ตะเกียงแอลกอฮอล์	3 คะแนน หมายถึง สามารถใช้ตะเกียงแอลกอฮอล์ได้อย่างถูกต้องและปลอดภัย โดยไม่จุดตะเกียงแอลกอฮอล์ก่อนที่จะเตรียมสารให้พร้อม จุดตะเกียงแอลกอฮอล์ต้องใช้ก้านไม้ขีด ห้ามนำตะเกียงแอลกอฮอล์ไปต่อกันโดยตรง อาจทำให้แอลกอฮอล์หกและติดไฟ เมื่อใช้ตะเกียงแอลกอฮอล์เสร็จแล้วต้องดับตะเกียงแอลกอฮอล์ทันที โดยใช้ฝาครอบปิด ห้ามใช้ปากเป่าให้ดับ การครอบต้องครอบให้สนิททุกครั้ง 2 คะแนน หมายถึง สามารถใช้ตะเกียงแอลกอฮอล์ได้อย่างถูกต้อง แต่ต้องชี้แนะวิธีการใช้ตะเกียงแอลกอฮอล์ 1 คะแนน หมายถึง สามารถใช้ตะเกียงแอลกอฮอล์ได้ แต่ขาดความระมัดระวังในการใช้ตะเกียงแอลกอฮอล์ 0 คะแนน หมายถึง ต้องชี้แนะวิธีการใช้ตะเกียงแอลกอฮอล์อย่างมาก ขาดความระมัดระวังมาก	.....	.....	.....
9) กระบอกตวง	3 คะแนน หมายถึง สามารถใช้กระบอกตวงได้อย่างถูกต้องและมีความปลอดภัย โดยการอ่านปริมาตรของของเหลว โดยขณะอ่านปริมาตรให้ส่วนโค้งต่ำสุดของของเหลวอยู่ที่ระดับสายตา เทของเหลวออกจากกระบอกตวงโดยเอียงกระบอกตวงให้แตะกับปากภาชนะที่รองรับและล้างทำความสะอาดทุกครั้ง 2 คะแนน หมายถึง สามารถใช้กระบอกตวงได้อย่างถูกต้อง แต่ต้องชี้แนะวิธีการใช้กระบอกตวง โดยขณะอ่านให้ปริมาณอยู่โค้งต่ำสุดของของเหลวอยู่ที่ระดับสายตา เทของเหลวออกจากกระบอกตวง โดยเอียงกระบอกตวงให้แตะกับปากภาชนะที่รองรับและล้างทำความสะอาดทุกครั้ง 1 คะแนน หมายถึง สามารถใช้กระบอกตวงได้ แต่ต้องชี้แนะวิธีการใช้กระบอกตวงบางส่วนและขาดความระมัดระวังในการใช้กระบอกตวง เมื่อใช้กระบอกตวงเสร็จแล้วไม่ล้างทำความสะอาดก่อนเก็บเข้าตู้เก็บอุปกรณ์ 0 คะแนน หมายถึง ต้องชี้แนะวิธีการใช้กระบอกตวงอย่างมาก ขาดความระมัดระวังมากในการใช้กระบอกตวง อาจทำให้กระบอกตวงแตกได้	.....	.....	.....

รายการที่ประเมิน	เกณฑ์การประเมิน / และพฤติกรรมที่ต้องการวัด	ระดับความคิดเห็น		
		+1	0	1
10) หลอดทดลอง	3 คะแนน หมายถึง สามารถใช้หลอดทดลองได้อย่างถูกต้องและปลอดภัย เมื่อใช้หลอดทดลองเสร็จแล้วล้างทำความสะอาดและเช็ดหลอดทดลองให้แห้งทุกครั้งก่อนนำไปเก็บเข้าตู้เก็บอุปกรณ์	.....	.....	.....
	2 คะแนน หมายถึง สามารถใช้หลอดทดลองได้อย่างถูกต้อง แต่ต้องชี้แนะวิธีการใช้หลอดทดลองบางส่วน เมื่อใช้หลอดทดลองเสร็จแล้วล้างทำความสะอาดและเช็ดหลอดทดลองให้แห้งทุกครั้งก่อนนำไปเก็บเข้าตู้เก็บอุปกรณ์	.....	.....	.....
	1 คะแนน หมายถึง สามารถใช้หลอดทดลองได้ แต่ขาดความระมัดระวังในการใช้หลอดทดลอง เมื่อใช้หลอดทดลองเสร็จแล้วไม่ล้างทำความสะอาดและเช็ดให้แห้งก่อนเก็บเข้าตู้เก็บอุปกรณ์	.....	.....	.....
	0 คะแนน หมายถึง ต้องชี้แนะวิธีการใช้หลอดทดลองอย่างมากในการใช้หลอดทดลอง อาจทำให้หลอดทดลองแตกได้	.....	.....	.....
11) กระจกขม้น	3 คะแนน หมายถึง สามารถใช้กระจกขม้นได้อย่างถูกต้องและปลอดภัย โดยการใช้กระจกขม้นต้องใช้ที่ละแผ่น มือที่หยิบต้องแห้งและสะอาด ถ้าจะทดสอบกับของเหลวต้องวางกระจกขม้นบนกระดาษที่สะอาด แล้วใช้แท่งแก้วที่สะอาดจุ่มของเหลวมาแตะ	.....	.....	.....
	2 คะแนน หมายถึง สามารถใช้กระจกขม้นได้อย่างถูกต้อง แต่ต้องชี้แนะวิธีการใช้กระจกขม้นบางส่วน	.....	.....	.....
	1 คะแนน หมายถึง สามารถใช้กระจกขม้นได้ แต่ต้องชี้แนะวิธีการใช้กระจกขม้นและขาดความระมัดระวังในการใช้กระจกขม้น	.....	.....	.....
	0 คะแนน หมายถึง ต้องชี้แนะวิธีการใช้กระจกขม้นอย่างมาก ขาดความระมัดระวังมากในการใช้กระจกขม้น อาจทำให้กระจกขม้นฉีกขาดได้	.....	.....	.....

รายการที่ประเมิน	เกณฑ์การประเมิน / และพฤติกรรมที่ต้องการวัด	ระดับความคิดเห็น		
		+1	0	1
1.3 ใช้เทคนิควิธีใน การทดลองได้ถูกต้อง 1) การรณินสาร จากบีกเกอร์	3 คะแนน หมายถึง สามารถใช้เทคนิควิธีในการรณินสารผ่านแท่งแก้วคนสารลงสู่ได้ถูกต้องและปลอดภัย โดยให้ปลายแท่งแก้วคนสารสัมผัสชิดกับขอบภาชนะที่รองรับ โดยสารไม่ไหลเประออกมาข้างภาชนะที่รองรับ 2 คะแนน หมายถึง สามารถใช้เทคนิควิธีในการรณินสารผ่านแท่งแก้วคนสารลงสู่ภาชนะได้ถูกต้อง แต่ต้องชี้แนะเทคนิควิธีในการรณินสารผ่านแท่งแก้วคนสารให้มีความปลอดภัย โดยใช้ปลายแท่งแก้วคนสารสัมผัสชิดกับขอบภาชนะที่รองรับ โดยสารไม่ไหลเประออกมาข้างภาชนะที่รองรับ 1 คะแนน หมายถึง สามารถใช้เทคนิควิธีในการรณินสารผ่านแท่งแก้วคนสารได้ แต่ขาดความระมัดระวังในการใช้เทคนิควิธีในการรณินสารผ่านแท่งแก้วคนสาร 0 คะแนน หมายถึง ต้องชี้แนะวิธีการใช้เทคนิควิธีในการรณินสารผ่านแท่งแก้วคนสารอย่างมาก ขาดความระมัดระวังมากในการใช้เทคนิควิธีในการรณินสารผ่านแท่งแก้วคนสาร อาจทำให้สารไหลเประออกมาข้างภาชนะที่รองรับได้	.....	.....	.....
				
				
				

รายการที่ประเมิน	เกณฑ์การประเมิน / และพฤติกรรมที่ต้องการวัด	ระดับความคิดเห็น		
		+1	0	1
2) การเขย่า หลอดทดลอง	3 คะแนน หมายถึง สามารถใช้เทคนิควิธีในการเขย่าหลอดทดลองได้ถูกต้อง และปลอดภัย โดยการใช้นิ้วมือจับหลอดทดลองในลักษณะคืบเขย่าให้ส่วนล่างของหลอดทดลอง กระแทกกับฝ่ามืออีกข้างหนึ่งเบา ๆ และไม่เอียงหลอดทดลองเข้าหาตนเองและผู้อื่น แล้วไม่ก้มมองสารทางปากหลอดทดลอง	.....	.....	.....
	2 คะแนน หมายถึง สามารถใช้เทคนิควิธีในการเขย่าหลอดทดลองได้ถูกต้อง แต่ต้องชี้แนะเทคนิควิธีในการเขย่าหลอดทดลองให้มีความปลอดภัย โดยการใช้นิ้วมือจับหลอดทดลองในลักษณะคืบ เขย่าให้ส่วนล่างของหลอดทดลองให้กระแทกกับฝ่ามืออีกข้างหนึ่งเบา ๆ และไม่เอียงหลอดทดลองเข้าหาตนเองและผู้อื่น แล้วไม่ก้มมองสารทางปากหลอดทดลอง	.....	.....	.....
	1 คะแนน หมายถึงสามารถใช้เทคนิควิธีในการเขย่าหลอดทดลองได้ แต่ต้องชี้แนะเทคนิควิธีในการเขย่าหลอดบางส่วน และขาดความระมัดระวังในการใช้เทคนิควิธีในการเขย่าหลอดทดลอง	.....	.....	.....
	0 คะแนน หมายถึง ต้องชี้แนะวิธีการใช้เทคนิควิธีในการเขย่าหลอดอย่างมาก ขาดความระมัดระวังมากในการใช้เทคนิควิธีในการเขย่าหลอดทดลอง อาจทำให้หลอดทดลองแตกได้	.....	.....	.....

รายการที่ประเมิน	เกณฑ์การประเมิน / และพฤติกรรมที่ต้องการวัด	ระดับความคิดเห็น		
		+1	0	1
2. ด้านความคล่องแคล่ว ในการทดลอง	3 คะแนน หมายถึง มีความคล่องแคล่วในการปฏิบัติ การทดลองและการใช้อุปกรณ์การทดลองได้ถูกต้อง และ ทันเวลาตามที่กำหนด	.....	.....	.....
	2 คะแนน หมายถึง มีความคล่องแคล่วในการปฏิบัติการ ทดลองและการใช้อุปกรณ์การทดลองได้ถูกต้อง แต่ไม่ ทันเวลาตามที่กำหนด	.....	.....	.....
	1 คะแนน หมายถึง ไม่มีความคล่องแคล่วในการปฏิบัติ การทดลองแต่ใช้อุปกรณ์การทดลองได้ถูกต้อง ไม่ทันเวลา ตามที่กำหนด	.....	.....	.....
	0 คะแนน หมายถึง ไม่มีความคล่องแคล่วในการปฏิบัติ การทดลองและใช้อุปกรณ์การทดลองได้ไม่ถูกต้อง และไม่ ทันเวลาตามที่กำหนด	.....	.....	.....
3. ด้านความมีระเบียบ ในการทดลอง	3 คะแนน หมายถึง มีความเป็นระเบียบในการจัดวาง อุปกรณ์การทดลองให้ใช้ได้สะดวก ขณะปฏิบัติการทดลอง และมีการจัดเก็บอุปกรณ์การทดลองหลังจากปฏิบัติการ ทดลองเสร็จแล้วได้อย่างถูกต้อง	.....	.....	.....
	2 คะแนน หมายถึง มีความเป็นระเบียบในการจัดวาง อุปกรณ์การทดลองให้ใช้ได้แต่ไม่สะดวก ขณะปฏิบัติการ ทดลองและมีการจัดเก็บอุปกรณ์การทดลองหลังจากปฏิบัติ การทดลองเสร็จแล้วได้อย่างถูกต้อง	.....	.....	.....
	1 คะแนน หมายถึง การจัดวางอุปกรณ์การทดลองไม่มี ความเป็นระเบียบและใช้ได้ไม่สะดวก ขณะปฏิบัติการ ทดลองและมีการจัดเก็บอุปกรณ์การทดลองหลังจาก ปฏิบัติการทดลองเสร็จแล้วได้อย่างถูกต้อง	.....	.....	.....
	0 คะแนน หมายถึง ไม่มีความเป็นระเบียบในการจัดวาง อุปกรณ์การทดลองให้ใช้ได้สะดวก ขณะปฏิบัติการทดลอง และไม่มีการจัดเก็บอุปกรณ์การทดลองหลังจากปฏิบัติการ ทดลองเสร็จแล้ว	.....	.....	.....

รายการที่ประเมิน	เกณฑ์การประเมิน / และพฤติกรรมที่ต้องการวัด	ระดับความคิดเห็น		
		+1	0	1
4. ด้านรายงานผลการทดลอง	3 คะแนน หมายถึง มีความสามารถในการจัดทำรายงานผลการทดลอง โดยมีชื่อเรื่อง สมมติฐาน ตัวแปรที่ศึกษา ตารางบันทึกผลการทดลอง คำถามท้ายการทดลอง การอภิปรายผลการทดลอง และสรุปผลการทดลองได้ครบทุกหัวข้อตามที่กำหนดให้ และถูกต้อง	.....	.....	.....
	2 คะแนน หมายถึง มีความสามารถในการจัดทำรายงานผลการทดลองได้ โดยมีชื่อเรื่อง สมมติฐาน ตัวแปรที่ศึกษา ตารางบันทึกผลการทดลอง คำถามท้ายการทดลอง การอภิปรายผลการทดลอง และสรุปผลการทดลองได้บางหัวข้อตามที่กำหนดให้และถูกต้อง	.....	.....	.....
	1 คะแนน หมายถึง มีความสามารถในการจัดทำรายงานผลการทดลองได้ โดยมีชื่อเรื่อง สมมติฐาน ตัวแปรที่ศึกษา ตารางบันทึกผลการทดลอง คำถามท้ายการทดลอง การอภิปรายผลการทดลอง และสรุปผลการทดลองได้บางหัวข้อตามที่กำหนดให้และถูกต้อง	.....	.....	.....
	0 คะแนน หมายถึง มีความสามารถในการจัดทำรายงานผลการทดลอง โดยมีชื่อเรื่อง สมมติฐาน ตัวแปรที่ศึกษา ตารางบันทึกผลการทดลอง คำถามท้ายการทดลอง การอภิปรายผลการทดลอง และสรุปผลการทดลองได้ไม่ครบทุกหัวข้อตามที่กำหนดให้ และไม่ถูกต้อง	.....	.....	.....

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

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

แบบประเมิน แบบประเมินจิตวิทยาาสตร์ โดยผู้เชี่ยวชาญ

วัตถุประสงค์

แบบประเมินนี้เป็นแบบประเมินสำหรับผู้เชี่ยวชาญ เพื่อใช้ประเมินแบบประเมินจิตวิทยาาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งจะใช้เป็นเครื่องมือในการวัดความคิดเห็นหรือความรู้สึกของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนชุมชนบ้านเจียด จังหวัดอุบลราชธานี

จิตวิทยาาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออกเกี่ยวกับจิตวิทยาาสตร์ ซึ่งพิจารณาโดยรวมใน 3 ด้าน คือ 1) ความรับผิดชอบ 2) ความซื่อสัตย์ และ 3) ความมีเหตุผล

คำชี้แจง

แบบประเมินจิตวิทยาาสตร์ มีทั้งหมด 30 ข้อ เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ คือ 5, 4, 3, 2 และ 1 ซึ่งหมายถึง จริงมากที่สุด จริงมาก ไม่แน่ใจ จริงน้อย และไม่จริงเลย ตามลำดับ แบบประเมินนี้มุ่งประเมินความคิดเห็นหรือความรู้สึกของนักเรียนใน 3 ด้าน ดังนี้

1. ด้านความรับผิดชอบ จำนวน 10 ข้อ
2. ด้านความซื่อสัตย์ จำนวน 10 ข้อ
3. ด้านความมีเหตุผล จำนวน 10 ข้อ

แบบประเมินนี้ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งมีเนื้อหาของข้อคำถามมีทั้งเชิงบวกและเชิงลบ ดังนี้

ข้อคำถามเชิงบวก หมายถึง ข้อความที่แสดงความคิดเห็นต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใดในทางที่ดี

ข้อคำถามเชิงลบ หมายถึง ข้อความที่แสดงความคิดเห็นต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใดในทางที่ไม่ดี

ข้อคำถามเชิงบวก มีเกณฑ์ในการให้คะแนน ดังนี้

จริงมากที่สุด	ให้	5	คะแนน
จริงมาก	ให้	4	คะแนน
ไม่แน่ใจ	ให้	3	คะแนน
จริงน้อย	ให้	2	คะแนน
ไม่จริงเลย	ให้	1	คะแนน

ข้อคำถามเชิงลบ มีเกณฑ์ในการให้คะแนน ดังนี้

จริงมากที่สุด	ให้	1	คะแนน
จริงมาก	ให้	2	คะแนน
ไม่แน่ใจ	ให้	3	คะแนน
จริงน้อย	ให้	4	คะแนน
ไม่จริงเลย	ให้	5	คะแนน

แบบประเมิน แบบประเมินจิตวิทยาศาสตร์ โดยผู้เชี่ยวชาญ

ชื่อ – สกุล (ของผู้เชี่ยวชาญ).....ตำแหน่ง.....

สถานที่ทำงาน.....

คำชี้แจง

โปรดประเมินความสอดคล้องและความเหมาะสมของข้อคำถามกับพฤติกรรมความคิดเห็นที่ต้องการวัดโดยขอความกรุณาเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างใต้เครื่องหมายที่แสดงระดับน้ำหนักความคิดเห็นของท่านโดยกำหนดให้

+ 1 หมายถึง สอดคล้อง

0 หมายถึง ไม่แน่ใจ

- 1 หมายถึง ไม่สอดคล้อง

ข้อที่	ลักษณะข้อคำถาม	ระดับความคิดเห็น			หมายเหตุ
		+1	0	-1	
	ด้านความรับผิดชอบ				
1	เชิงบวก				
2	เชิงบวก				
3	เชิงบวก				
4	เชิงบวก				
5	เชิงบวก				
6	เชิงลบ				
7	เชิงลบ				
8	เชิงลบ				
9	เชิงลบ				
10	เชิงลบ				
	ด้านความซื่อสัตย์				
11	เชิงบวก				
12	เชิงบวก				
13	เชิงบวก				
14	เชิงบวก				
15	เชิงบวก				
16	เชิงลบ				
17	เชิงลบ				
18	เชิงลบ				
19	เชิงลบ				
20	เชิงลบ				

ข้อที่	ลักษณะข้อคำถาม	ระดับความคิดเห็น			หมายเหตุ
		+1	0	-1	
	ด้านความมีเหตุผล				
21	เชิงบวก				
22	เชิงบวก				
23	เชิงบวก				
24	เชิงบวก				
25	เชิงบวก				
26	เชิงลบ				
27	เชิงลบ				
28	เชิงลบ				
29	เชิงลบ				
30	เชิงลบ				

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

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

ภาคผนวก ก

- ตาราง แสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างจุดประสงค์ของการทดลองกับเนื้อหาของกิจกรรมการทดลอง เรื่อง "สารและสมบัติของสาร" โดยผู้เชี่ยวชาญ
- ตาราง สรุปความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับการประเมินคุณภาพของชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารและสมบัติของสาร
- ตาราง แสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างความชัดเจนของข้อคำถามและความเหมาะสมของตัวเลือกของแบบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง "สารและสมบัติของสาร" โดยผู้เชี่ยวชาญ
- ตาราง แสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างจุดประสงค์การทดลองกับพฤติกรรมที่ต้องการวัดของแบบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง "สารและสมบัติของสาร" โดยผู้เชี่ยวชาญ
- ตาราง แสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างเกณฑ์การพิจารณาการทำแผนที่ความคิด (Mind Mapping) กับเกณฑ์การประเมินการให้คะแนน ของแบบวัดผลการเรียนรู้ด้านความคิดเชิงสรุป โดยผู้เชี่ยวชาญ
- ตาราง แสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์กับเกณฑ์การประเมินและพฤติกรรมที่ต้องการวัด ของแบบวัดผลการเรียนรู้ด้านทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ โดยผู้เชี่ยวชาญ
- ตาราง แสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถามกับพฤติกรรมที่ต้องการวัดของแบบประเมินจิตวิทยาศาสตร์ เรื่อง "สารและสมบัติของสาร" โดยผู้เชี่ยวชาญ

ตาราง 12 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างจุดประสงค์ของการทดลองกับเนื้อหาของกิจกรรม
การทดลอง เรื่อง "สารและสมบัติของสาร" โดยผู้เชี่ยวชาญ

ชุดกิจกรรม การทดลอง วิทยาศาสตร์	เนื้อหา	จุดประสงค์การทดลอง	ผลการประเมินของ ผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม	IOC	ผลการ ประเมิน
			1	2	3	4	5			
สมบัติ ของสาร	สมบัติทาง กายภาพ ของสาร	1. อธิบายสมบัติ ทางกายภาพของสารได้	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
		2. ทดลองและสรุปเกี่ยวกับ สมบัติทางกายภาพ ของสารชนิดต่าง ๆ ได้	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
	สมบัติ ทางเคมี ของสาร	1. อธิบายสมบัติความเป็น กรด – เบสของ สารละลายได้	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
		2. ทดลองและสรุปเกี่ยวกับ สมบัติความเป็นกรด – เบสของสารละลายและ ค่า pH ของสารละลาย ที่ใช้ในชีวิตประจำวันได้	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
การแยกสาร ที่มีสถานะ แตกต่างกัน	การกรองสาร	1. ทดลองและสรุปเกี่ยวกับ วิธีการกรองสารได้	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
		2. นำความรู้เกี่ยวกับการ กรองสารไปประยุกต์ใช้ ในชีวิตประจำวันได้	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
	การตก ตะกอน	1. อธิบายวิธีการที่ทำน้ำ ให้ใสสะอาด โดย การตกตะกอนได้	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
		2. ทดลองและสรุปเกี่ยวกับ วิธีการตกตะกอนได้	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
	การระเหิด	1. อธิบายหลักการของ การระเหิดได้	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
		2. ทดลองและสรุปเกี่ยวกับ การระเหิดของสารได้	1	1	1	1	0	4	0.8	ใช้ได้

ตาราง 12 (ต่อ)

ชุดกิจกรรม การทดลอง วิทยาศาสตร์	เนื้อหา	จุดประสงค์การทดลอง	ผลการประเมินของ ผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม	IOC	ผลการ ประเมิน
			1	2	3	4	5			
สารเคมี ที่ใช้ประโยชน์ ในชีวิต ประจำวัน	สารทำความสะอาด	1. ทดลองและสรุปเกี่ยวกับ สาเหตุที่แชมพูน้ำยา ล้างจาน และผงซักฟอก สามารถทำความสะอาด ได้	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
		2. อธิบายสาเหตุที่แชมพู น้ำยาล้างจานและผงซัก- ฟอก สามารถทำความสะอาด สะอาดได้	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
การเปลี่ยนแปลงของสาร และ ผลกระทบ ต่อสิ่งมีชีวิต	สารปรุงแต่ง อาหารและ สารเจือปนใน อาหาร	1. อธิบายวิธีทดสอบ สารบอแรกซ์ใน สารปรุงแต่งอาหาร และอาหารได้	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
		2. ทดลองและสรุปเกี่ยวกับ โทษของสารบอแรกซ์ ในสารปรุงแต่งอาหาร และอาหารได้	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้

ข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

- ควรเพิ่มส่วนที่เป็นตารางช่องแรกเป็นชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์แต่ละชุดกิจกรรม
ผู้วิจัยได้เพิ่มเติมในส่วนของตารางช่องแรกเป็นชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ทั้ง 4 ชุดกิจกรรม
ดังตาราง 12
- ควรปรับแก้คำว่า “สารเคมี” ในกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง การทดสอบ
สารบอแรกซ์ในอาหารและสารเคมี ปรับเป็น การทดสอบสารบอแรกซ์ในสารปรุงแต่งอาหารและอาหาร

ตาราง 13 สรุปความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับการประเมินคุณภาพของชุดกิจกรรมการทดลอง
วิทยาศาสตร์ เรื่อง สารและสมบัติของสาร

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	ผลการประเมิน
ชุดกิจกรรมการทดลอง เรื่อง สมบัติของสาร 1. เอกสารประกอบชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ (ใบความรู้) 2. ชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ 3. เอกสารรายงานผลการทดลองและคำถามท้ายการทดลอง	4.38 4.46 4.26	ดีมาก ดีมาก ดีมาก
ชุดกิจกรรมการทดลอง เรื่อง การแยกสารที่มีสถานะแตกต่างกัน 1. เอกสารประกอบชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ (ใบความรู้) 2. ชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ 3. เอกสารรายงานผลการทดลองและคำถามท้ายการทดลอง	4.24 4.33 4.23	ดีมาก ดีมาก ดีมาก
ชุดกิจกรรมการทดลอง เรื่อง สารเคมีที่ใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน 1. เอกสารประกอบชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ (ใบความรู้) 2. ชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ 3. เอกสารรายงานผลการทดลองและคำถามท้ายการทดลอง	4.29 4.41 4.29	ดีมาก ดีมาก ดีมาก
ชุดกิจกรรมการทดลอง เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของสารและ ผลกระทบ ต่อสิ่งมีชีวิต 1. เอกสารประกอบชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ (ใบความรู้) 2. ชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ 3. เอกสารรายงานผลการทดลองและคำถามท้ายการทดลอง	4.13 4.30 4.11	ดี ดีมาก ดี

หมายเหตุ การแปลผลค่าเฉลี่ยของคะแนนในแต่ละส่วนของชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ให้ความหมายดังนี้

- คะแนนเฉลี่ย 4.21 – 5.00 หมายถึง ดีมาก
 คะแนนเฉลี่ย 3.41 – 4.20 หมายถึง ดี
 คะแนนเฉลี่ย 2.61 – 3.40 หมายถึง ปานกลาง
 คะแนนเฉลี่ย 1.81 – 2.60 หมายถึง พอใช้
 คะแนนเฉลี่ย 1.00 – 1.80 หมายถึง ต้องปรับปรุง

ตาราง 14 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างความชัดเจนของข้อคำถามและความเหมาะสมของตัวเลือกของแบบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง "สารและสมบัติของสาร" โดยผู้เชี่ยวชาญ

ข้อที่	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับความชัดเจนของข้อคำถาม (คนที่)			รวม	IOC	ผลการประเมิน	ข้อที่	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับความเหมาะสมของตัวเลือก (คนที่)			รวม	IOC	ผลการประเมิน
	1	2	3					1	2	3			
1	1	1	1	3	1	ใช้ได้	1	1	1	1	3	1	ใช้ได้
2	1	1	1	3	1	ใช้ได้	2	1	1	1	3	1	ใช้ได้
3	1	1	1	3	1	ใช้ได้	3	1	-1	1	1	0.33*	ต้องปรับปรุง
4	1	1	1	3	1	ใช้ได้	4	1	1	1	3	1	ใช้ได้
5	1	1	1	3	1	ใช้ได้	5	1	1	1	3	1	ใช้ได้
6	1	1	1	3	1	ใช้ได้	6	1	0	1	2	0.66	ใช้ได้
7	1	1	1	3	1	ใช้ได้	7	1	1	1	3	1	ใช้ได้
8	1	1	1	3	1	ใช้ได้	8	1	1	1	3	1	ใช้ได้
9	1	1	1	3	1	ใช้ได้	9	1	1	1	3	1	ใช้ได้
10	1	1	1	3	1	ใช้ได้	10	1	1	1	3	1	ใช้ได้
11	1	1	1	3	1	ใช้ได้	11	1	1	1	3	1	ใช้ได้
12	1	1	1	3	1	ใช้ได้	12	1	1	1	3	1	ใช้ได้
13	1	1	1	3	1	ใช้ได้	13	1	1	1	3	1	ใช้ได้
14	1	1	1	3	1	ใช้ได้	14	1	1	1	3	1	ใช้ได้
15	1	-1	1	1	0.33*	ต้องปรับปรุง	15	1	-1	1	1	0.33*	ต้องปรับปรุง
16	1	1	1	3	1	ใช้ได้	16	1	1	1	3	1	ใช้ได้
17	1	1	1	3	1	ใช้ได้	17	1	1	1	3	1	ใช้ได้
18	1	-1	0	0	0*	ต้องปรับปรุง	18	1	-1	1	1	0.33*	ต้องปรับปรุง
19	1	1	1	3	1	ใช้ได้	19	1	1	1	3	1	ใช้ได้
20	1	1	1	3	1	ใช้ได้	20	1	0	1	2	0.66	ใช้ได้
21	1	1	1	3	1	ใช้ได้	21	1	1	1	3	1	ใช้ได้
22	1	1	1	3	1	ใช้ได้	22	1	1	1	3	1	ใช้ได้
23	1	-1	1	1	0.33*	ต้องปรับปรุง	23	1	1	1	3	1	ใช้ได้
24	1	-1	1	1	0.33*	ต้องปรับปรุง	24	1	1	1	3	1	ใช้ได้
25	1	1	1	3	1	ใช้ได้	25	1	1	1	3	1	ใช้ได้
26	1	-1	1	1	0.33*	ต้องปรับปรุง	26	1	1	1	3	1	ใช้ได้
27	1	1	1	3	1	ใช้ได้	27	1	1	1	3	1	ใช้ได้
28	1	1	1	3	1	ใช้ได้	28	1	-1	1	1	0.33*	ต้องปรับปรุง
29	1	1	1	3	1	ใช้ได้	29	1	1	1	3	1	ใช้ได้
30	1	1	1	3	1	ใช้ได้	30	1	1	1	3	1	ใช้ได้

ตาราง 14 (ต่อ)

ข้อที่	ผลการประเมิน ของผู้เชี่ยวชาญ เกี่ยวกับความ ชัดเจนของ ข้อคำถาม (คนที่)			รวม	IOC	ผลการ ประเมิน	ข้อที่	ผลการประเมิน ของผู้เชี่ยวชาญ เกี่ยวกับความ เหมาะสมของ ตัวเลือก (คนที่)			รวม	IOC	ผลการ ประเมิน
	1	2	3					1	2	3			
31	1	-1	1	1	0.33*	ต้องปรับปรุง	31	1	-1	1	1	0.33*	ต้องปรับปรุง
32	1	1	1	3	1	ใช้ได้	32	1	1	1	3	1	ใช้ได้
33	1	1	1	3	1	ใช้ได้	33	1	-1	1	1	0.33*	ต้องปรับปรุง
34	1	1	1	3	1	ใช้ได้	34	1	1	1	3	1	ใช้ได้
35	1	1	1	3	1	ใช้ได้	35	1	1	1	3	1	ใช้ได้
36	1	1	1	3	1	ใช้ได้	36	1	1	1	3	1	ใช้ได้
37	1	-1	1	1	0.33*	ต้องปรับปรุง	37	1	-1	1	1	0.33*	ต้องปรับปรุง
38	1	-1	1	1	0.33*	ต้องปรับปรุง	38	1	-1	1	1	0.33*	ต้องปรับปรุง
39	1	1	1	3	1	ใช้ได้	39	1	1	1	3	1	ใช้ได้
40	1	1	1	3	1	ใช้ได้	40	1	1	1	3	1	ใช้ได้
41	1	1	1	3	1	ใช้ได้	41	1	1	1	3	1	ใช้ได้
42	1	1	1	3	1	ใช้ได้	42	1	1	1	3	1	ใช้ได้
43	1	1	1	3	1	ใช้ได้	43	1	1	1	3	1	ใช้ได้
44	1	1	1	3	1	ใช้ได้	44	1	1	0	2	0.66	ใช้ได้
45	1	1	1	3	1	ใช้ได้	45	1	-1	1	1	0.33*	ต้องปรับปรุง
46	1	1	1	3	1	ใช้ได้	46	1	1	1	3	1	ใช้ได้
47	1	-1	1	1	0.33*	ต้องปรับปรุง	47	1	-1	1	1	0.33*	ต้องปรับปรุง
48	1	1	1	3	1	ใช้ได้	48	1	1	1	3	1	ใช้ได้
49	1	1	1	3	1	ใช้ได้	49	1	-1	1	1	0.33*	ต้องปรับปรุง
50	1	1	1	3	1	ใช้ได้	50	1	1	1	3	1	ใช้ได้
51	1	1	1	3	1	ใช้ได้	51	1	1	1	3	1	ใช้ได้
52	1	1	1	3	1	ใช้ได้	52	1	1	1	3	1	ใช้ได้
53	1	1	1	3	1	ใช้ได้	53	1	1	1	3	1	ใช้ได้
54	1	1	1	3	1	ใช้ได้	54	1	1	1	3	1	ใช้ได้
55	1	-1	1	1	0.33*	ต้องปรับปรุง	55	1	1	1	3	1	ใช้ได้
56	1	1	1	3	1	ใช้ได้	56	1	1	1	3	1	ใช้ได้
57	1	1	1	3	1	ใช้ได้	57	1	1	1	3	1	ใช้ได้
58	1	1	1	3	1	ใช้ได้	58	1	1	1	3	1	ใช้ได้
59	1	1	1	3	1	ใช้ได้	59	1	1	1	3	1	ใช้ได้
60	1	-1	1	1	0.33*	ต้องปรับปรุง	60	1	-1	1	1	0.33*	ต้องปรับปรุง

ตาราง 15 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างจุดประสงค์การทดลองกับพฤติกรรมที่ต้องการวัดของ
แบบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” โดยผู้เชี่ยวชาญ

ข้อที่	ผลการประเมิน ของผู้เชี่ยวชาญ เกี่ยวกับ จุดประสงค์ การทดลอง (คนที่)			รวม	IOC	ผลการ ประเมิน	ข้อที่	ผลการประเมิน ของผู้เชี่ยวชาญ เกี่ยวกับ พฤติกรรมที่ ต้องการวัด (คนที่)			รวม	IOC	ผลการ ประเมิน
	1	2	3					1	2	3			
1	1	1	1	3	1	ใช้ได้	1	1	1	1	3	1	ใช้ได้
2	1	1	1	3	1	ใช้ได้	2	1	1	1	3	1	ใช้ได้
3	1	1	1	3	1	ใช้ได้	3	1	1	1	3	1	ใช้ได้
4	1	1	1	3	1	ใช้ได้	4	1	1	1	3	1	ใช้ได้
5	1	1	1	3	1	ใช้ได้	5	1	1	1	3	1	ใช้ได้
6	1	1	1	3	1	ใช้ได้	6	1	0	1	2	0.66	ใช้ได้
7	1	1	1	3	1	ใช้ได้	7	1	-1	1	1	0.33*	ต้องปรับปรุง
8	1	1	1	3	1	ใช้ได้	8	1	1	1	3	1	ใช้ได้
9	1	1	1	3	1	ใช้ได้	9	1	1	1	3	1	ใช้ได้
10	1	1	1	3	1	ใช้ได้	10	1	1	1	3	1	ใช้ได้
11	1	1	1	3	1	ใช้ได้	11	1	1	1	3	1	ใช้ได้
12	1	1	1	3	1	ใช้ได้	12	1	1	1	3	1	ใช้ได้
13	1	1	1	3	1	ใช้ได้	13	1	-1	1	1	0.33*	ต้องปรับปรุง
14	1	1	1	3	1	ใช้ได้	14	1	-1	1	1	0.33*	ต้องปรับปรุง
15	1	1	1	3	1	ใช้ได้	15	1	1	1	3	1	ใช้ได้
16	1	1	1	3	1	ใช้ได้	16	1	1	1	3	1	ใช้ได้
17	1	1	1	3	1	ใช้ได้	17	1	1	1	3	1	ใช้ได้
18	1	-1	1	1	0.33*	ต้องปรับปรุง	18	1	-1	1	1	0.33*	ต้องปรับปรุง
19	1	1	1	3	1	ใช้ได้	19	1	1	1	3	1	ใช้ได้
20	1	1	1	3	1	ใช้ได้	20	1	1	1	3	1	ใช้ได้
21	1	1	1	3	1	ใช้ได้	21	1	1	1	3	1	ใช้ได้
22	1	1	1	3	1	ใช้ได้	22	1	1	1	3	1	ใช้ได้
23	1	1	1	3	1	ใช้ได้	23	1	1	1	3	1	ใช้ได้
24	1	1	1	3	1	ใช้ได้	24	1	1	1	3	1	ใช้ได้
25	1	1	1	3	1	ใช้ได้	25	1	-1	1	1	0.33*	ต้องปรับปรุง
26	1	1	1	3	1	ใช้ได้	26	1	1	1	3	1	ใช้ได้
27	1	1	1	3	1	ใช้ได้	27	1	1	1	3	1	ใช้ได้
28	1	1	1	3	1	ใช้ได้	28	1	1	1	3	1	ใช้ได้
29	1	1	1	3	1	ใช้ได้	29	1	1	1	3	1	ใช้ได้
30	1	1	1	3	1	ใช้ได้	30	1	1	1	3	1	ใช้ได้

ตาราง 15 (ต่อ)

ข้อที่	ผลการประเมิน ของผู้เชี่ยวชาญ เกี่ยวกับ จุดประสงค์ การทดลอง (คนที่)			รวม	IOC	ผลการ ประเมิน	ข้อที่	ผลการประเมิน ของผู้เชี่ยวชาญ เกี่ยวกับ พฤติกรรมที่ ต้องการวัด (คนที่)			รวม	IOC	ผลการ ประเมิน
	1	2	3					1	2	3			
31	1	1	1	3	1	ใช้ได้	31	1	-1	1	1	0.33*	ต้องปรับปรุง
32	1	1	1	3	1	ใช้ได้	32	1	1	1	3	1	ใช้ได้
33	1	1	1	3	1	ใช้ได้	33	1	1	1	3	1	ใช้ได้
34	1	1	1	3	1	ใช้ได้	34	1	1	1	3	1	ใช้ได้
35	1	1	1	3	1	ใช้ได้	35	1	1	1	3	1	ใช้ได้
36	1	1	1	3	1	ใช้ได้	36	1	1	1	3	1	ใช้ได้
37	1	-1	1	1	0.33*	ต้องปรับปรุง	37	1	-1	1	1	0.33*	ต้องปรับปรุง
38	1	-1	1	1	0.33*	ต้องปรับปรุง	38	1	-1	1	1	0.33*	ต้องปรับปรุง
39	1	1	1	3	1	ใช้ได้	39	1	1	1	3	1	ใช้ได้
40	1	1	1	3	1	ใช้ได้	40	1	-1	1	1	0.33*	ต้องปรับปรุง
41	1	1	1	3	1	ใช้ได้	41	1	1	1	3	1	ใช้ได้
42	1	1	1	3	1	ใช้ได้	42	1	1	1	3	1	ใช้ได้
43	1	1	1	3	1	ใช้ได้	43	1	1	1	3	1	ใช้ได้
44	1	1	1	3	1	ใช้ได้	44	1	1	1	3	1	ใช้ได้
45	1	1	1	3	1	ใช้ได้	45	1	1	1	3	1	ใช้ได้
46	1	1	1	3	1	ใช้ได้	46	1	-1	1	1	0.33*	ต้องปรับปรุง
47	1	1	1	3	1	ใช้ได้	47	1	1	1	3	1	ใช้ได้
48	1	1	1	3	1	ใช้ได้	48	1	1	1	3	1	ใช้ได้
49	1	1	1	3	1	ใช้ได้	49	1	1	1	3	1	ใช้ได้
50	1	1	1	3	1	ใช้ได้	50	1	1	1	3	1	ใช้ได้
51	1	1	1	3	1	ใช้ได้	51	1	1	1	3	1	ใช้ได้
52	1	1	1	3	1	ใช้ได้	52	1	1	1	3	1	ใช้ได้
53	1	1	1	3	1	ใช้ได้	53	1	1	1	3	1	ใช้ได้
54	1	1	1	3	1	ใช้ได้	54	1	1	1	3	1	ใช้ได้
55	1	1	1	3	1	ใช้ได้	55	1	-1	1	1	0.33*	ต้องปรับปรุง
56	1	1	1	3	1	ใช้ได้	56	1	-1	1	1	0.33*	ต้องปรับปรุง
57	1	1	1	3	1	ใช้ได้	57	1	-1	1	1	0.33*	ต้องปรับปรุง
58	1	1	1	3	1	ใช้ได้	58	1	-1	1	1	0.33*	ต้องปรับปรุง
59	1	1	1	3	1	ใช้ได้	59	1	-1	1	1	0.33*	ต้องปรับปรุง
60	1	1	1	3	1	ใช้ได้	60	1	-1	1	1	0.33*	ต้องปรับปรุง

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมของผู้เชี่ยวชาญ

1. ควรปรับปรุงแบบของแบบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง "สารและสมบัติของ" ออกเป็น 2 คอลัมน์
 2. ปรับแก้ข้อคำถามให้ชัดเจนและปรับแก้ตัวเลือกให้เหมาะสม
 3. ปรับแก้ข้อคำถามให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การทดลองและพฤติกรรมที่ต้องการวัด
- อนึ่งในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ปรับแก้แบบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง "สารและสมบัติของสาร" ตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ข้อที่กล่าวข้างต้น

ตาราง 16 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างเกณฑ์การพิจารณาการทำความเข้าใจความคิด (Mind Mapping) กับเกณฑ์การประเมินการให้คะแนน ของแบบวัดผลการเรียนรู้ด้านความคิดเชิงสรุป โดยผู้เชี่ยวชาญ

รายการที่ประเมิน	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม	IOC	ผลการประเมิน
	1	2	3	4	5			
1. มีการเรียงลำดับหัวข้อความคิด	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
2. แผนที่ความคิด (Mind Mapping) ที่สร้างขึ้นถูกต้องตรงตามเนื้อหา	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
3. มีการจัดเรียงรูปแบบความคิดที่เหมาะสม เข้าใจง่าย ไม่สับสน	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้

ตาราง 17 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์กับเกณฑ์การประเมิน และพฤติกรรมที่ต้องการวัด ของแบบวัดผลการเรียนรู้ทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ โดยผู้เชี่ยวชาญ

รายการที่ประเมิน	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม	IOC	สรุปผล
	1	2	3	4	5			
1. ด้านเทคนิคการทดลองอย่างถูกวิธี								
1.1 ดำเนินการทดลอง								
การให้คะแนน								
3 คะแนน	1	1	0	1	1	4	0.80	ใช้ได้
2 คะแนน	-1	1	1	1	1	3	0.60	ใช้ได้
1 คะแนน	1	1	0	1	1	4	0.80	ใช้ได้
0 คะแนน	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
1.2 ใช้อุปกรณ์ได้อย่างถูกต้อง								
1.2.1 บีกเกอร์								
การให้คะแนน								
3 คะแนน	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
2 คะแนน	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
1 คะแนน	-1	1	1	1	0	2	0.40*	ปรับปรุง
0 คะแนน	-1	1	1	1	1	3	0.60	ใช้ได้
1.2.2 หลอดหยดสาร								
การให้คะแนน								
3 คะแนน	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
2 คะแนน	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
1 คะแนน	-1	1	1	1	0	2	0.40*	ปรับปรุง
0 คะแนน	-1	1	1	1	1	3	0.60	ใช้ได้
1.2.3 ข้อนัดกสาร								
การให้คะแนน								
3 คะแนน	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
2 คะแนน	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
1 คะแนน	-1	1	1	1	0	2	0.40*	ปรับปรุง
0 คะแนน	-1	1	1	1	1	3	0.60	ใช้ได้

ตาราง 17 (ต่อ)

รายการที่ประเมิน	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม	IOC	สรุปผล
	1	2	3	4	5			
1.2.4 แท่งแก้วคนสาร								
การให้คะแนน								
3 คะแนน	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
2 คะแนน	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
1 คะแนน	-1	1	1	1	0	2	0.40*	ปรับปรุง
0 คะแนน	-1	1	1	1	1	3	0.60	ใช้ได้
1.2.5 กระดาษลิตมัส								
และกระดาษ pH								
การให้คะแนน								
3 คะแนน	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
2 คะแนน	-1	1	1	1	1	3	0.60	ใช้ได้
1 คะแนน	-1	1	1	1	0	2	0.40*	ปรับปรุง
0 คะแนน	-1	1	1	1	1	3	0.60	ใช้ได้
1.2.6 ขาดังและที่หนีบ								
หลอดทดลอง								
การให้คะแนน								
3 คะแนน	1	1	0	1	1	4	0.80	ใช้ได้
2 คะแนน	-1	1	1	1	1	3	0.60	ใช้ได้
1 คะแนน	1	1	0	1	1	4	0.80	ใช้ได้
0 คะแนน	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
1.2.7 กระดาษกรอง								
การให้คะแนน								
3 คะแนน	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
2 คะแนน	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
1 คะแนน	-1	1	1	1	0	2	0.40*	ปรับปรุง
0 คะแนน	-1	1	1	1	1	3	0.60	ใช้ได้
1.2.8 ตะเกียงแอลกอฮอล์								
การให้คะแนน								
3 คะแนน	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
2 คะแนน	-1	1	1	1	1	3	0.60	ใช้ได้
1 คะแนน	-1	1	1	1	1	3	0.60	ใช้ได้
0 คะแนน	-1	1	1	1	1	3	0.60	ใช้ได้

ตาราง 17 (ต่อ)

รายการที่ประเมิน	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม	IOC	สรุปผล
	1	2	3	4	5			
1.2.9 กระบอกตวง								
การให้คะแนน								
3 คะแนน	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
2 คะแนน	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
1 คะแนน	-1	1	1	1	0	2	0.40*	ปรับปรุง
0 คะแนน	-1	1	1	1	1	3	0.60	ใช้ได้
1.2.10 หลอดทดลอง								
การให้คะแนน								
3 คะแนน	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
2 คะแนน	-1	1	1	1	1	3	0.60	ใช้ได้
1 คะแนน	1	1	1	1	0	4	0.80	ใช้ได้
0 คะแนน	-1	1	1	1	1	3	0.60	ใช้ได้
1.2.11 กระดาษขมิ้น								
การให้คะแนน								
3 คะแนน	1	1	0	1	1	4	0.80	ใช้ได้
2 คะแนน	-1	1	1	1	1	3	0.60	ใช้ได้
1 คะแนน	1	1	0	1	1	4	0.80	ใช้ได้
0 คะแนน	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
1.3 ใช้เทคนิควิธีในการทดลองได้								
ถูกต้อง								
1.3.1 การรินสารจากบีเกอร์								
การให้คะแนน								
3 คะแนน	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
2 คะแนน	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
1 คะแนน	1	1	1	1	0	4	0.80	ใช้ได้
0 คะแนน	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
1.3.2 การเขย่าหลอดทดลอง								
การให้คะแนน								
3 คะแนน	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
2 คะแนน	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
1 คะแนน	-1	1	1	1	0	2	0.40*	ปรับปรุง
0 คะแนน	-1	1	1	1	1	3	0.60	ใช้ได้

ตาราง 17 (ต่อ)

รายการที่ประเมิน	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม	IOC	สรุปผล
	1	2	3	4	5			
2. ด้านความคล่องแคล่วในการทดลองการให้คะแนน								
3 คะแนน	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
2 คะแนน	-1	1	1	1	1	3	0.60	ใช้ได้
1 คะแนน	-1	1	1	1	1	3	0.60	ใช้ได้
0 คะแนน	-1	1	1	1	1	3	0.60	ใช้ได้
3. ด้านความมีระเบียบในการทดลองการให้คะแนน								
3 คะแนน	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
2 คะแนน	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
1 คะแนน	1	1	1	1	0	5	1.00	ใช้ได้
0 คะแนน	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
4. รายงานผลการทดลองการให้คะแนน								
3 คะแนน	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
2 คะแนน	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
1 คะแนน	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
0 คะแนน	0	1	1	1	1	4	0.80	ใช้ได้

ข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

1. ควรปรับรายละเอียดของเกณฑ์แต่ละระดับคะแนนให้ชัดเจนเป็นลำดับความสำคัญของคะแนน เกณฑ์การให้คะแนนของแต่ละด้านใกล้เคียงกันมาก เช่น 3 คะแนน กับ 2 คะแนน , 2 คะแนน กับ 1 คะแนน และ 1 คะแนน กับ 0 คะแนน

2. ควรจะมีการอธิบายด้วยว่า เด็กขาดความระมัดระวังในการใช้อุปกรณ์อย่างไรบ้าง

3. ควรใช้คำขยายว่า “ความถูกต้องและปลอดภัย”

อนึ่งในการวิจัยครั้ง ผู้วิจัยได้ปรับปรุงเกณฑ์การให้คะแนนของแบบวัดผลการเรียนรู้ด้านทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

ตาราง 18 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถามกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด
ของแบบประเมินจิตวิทยาศาสตร์ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” โดยผู้เชี่ยวชาญ

ข้อสอบข้อที่	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม	IOC	ผลการประเมิน
	1	2	3	4	5			
1	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
2	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
3	-1	1	1	1	1	3	0.60	ใช้ได้
4	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
5	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
6	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
7	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
8	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
9	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
10	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
11	-1	1	1	1	1	3	0.60	ใช้ได้
12	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
13	-1	1	1	1	1	3	0.60	ใช้ได้
14	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
15	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
16	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
17	-1	1	1	1	1	3	0.60	ใช้ได้
18	-1	1	1	1	1	3	0.60	ใช้ได้
19	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
20	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
21	-1	1	1	1	1	3	0.60	ใช้ได้
22	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
23	-1	1	1	1	1	3	0.60	ใช้ได้
24	0	1	1	1	1	4	0.80	ใช้ได้
25	0	1	1	1	1	4	0.80	ใช้ได้
26	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
27	-1	1	1	1	1	3	0.60	ใช้ได้
28	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
29	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
30	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้

ข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ข้อคำถามควรมีการสลับทั้งเชิงบวกและเชิงลบ อย่างต่อเนื่องกัน

ภาคผนวก ง

- ตาราง แสดงการวิเคราะห์เนื้อหา จุดประสงค์การทดลองและพฤติกรรมที่ต้องการวัดของแบบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร”
- ตาราง แสดงผลการวิเคราะห์ ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่น (r_{it}) ของแบบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” โดยการทดสอบกับนักเรียนจำนวน 88 คน
- แบบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร”
- แบบวัดผลการเรียนรู้ด้านความคิดเชิงสรุป และเกณฑ์การให้คะแนน
- แบบวัดผลการเรียนรู้ด้านทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ และเกณฑ์การให้คะแนน
- แบบประเมินจิตวิทยาศาสตร์

ตาราง 19 แสดงการวิเคราะห์เนื้อหา จุดประสงค์การทดลองและพฤติกรรมที่ต้องการวัดของ
แบบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง "สารและสมบัติของสาร"

ชุดกิจกรรม การทดลอง วิทยาศาสตร์	เนื้อหา	จุดประสงค์การทดลอง	พฤติกรรม			รวม	ลำดับ ความ สำคัญ
			ความรู้-ความ จำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้		
สมบัติของ สาร	สมบัติทางกาย ภาพของสาร	1. อธิบายสมบัติทาง กายภาพของสารได้ 2. ทดลองและสรุปเกี่ยว กับสมบัติทางกายภาพของ สารชนิดต่างๆได้	2 (2, 3) -	- 2 (5, 6)	- -	4	3
	สมบัติทาง เคมีของสาร	1. อธิบายสมบัติความ เป็นกรด – เบสของ สารละลายได้ 2. ทดลองและสรุปเกี่ยว กับสมบัติความเป็นกรด – เบสของสารละลายและค่า pH ของสารละลายที่ใช้ใน ชีวิตประจำวันได้	2 (9, 10) -	- 2 (15,16)	- 2 (19,20)	6	1
การแยกสาร ที่มีสถานะ แตกต่างกัน	การกรองสาร	1. ทดลองและสรุปเกี่ยว กับวิธีการกรองสารได้ 2. นำความรู้เกี่ยวกับการ กรองสารไปประยุกต์ใช้ใน ชีวิตประจำวันได้	- -	1 (22) -	- 2 (23,24)	3	4
	การตกตะกอน	1. อธิบายวิธีการที่ทำน้ำ ให้ใสสะอาด โดยการ ตกตะกอนได้ 2. ทดลองและสรุปเกี่ยว กับวิธีการตกตะกอนได้	2 (27,29) -	- 2 (32,34)	- -	4	3
	การระเหิด	1. อธิบายหลักการของการ ระเหิดได้ 2. ทดลองและสรุปเกี่ยว กับการระเหิดของสารได้	2 (35,38) -	- 1 (39)	- -	3	4

ตาราง 19 (ต่อ)

ชุดกิจกรรม การทดลอง วิทยาศาสตร์	เนื้อหา	จุดประสงค์การทดลอง	พฤติกรรม			รวม	ลำดับ ความ สำคัญ
			ความรู้-ความ เข้าใจ	ความ เข้าใจ	การนำไปใช้		
สารเคมีที่ใช้ ประโยชน์ใน ชีวิตประจำวัน	สารทำความ สะอาด	1. ทดลองและสรุปเกี่ยว กับสาเหตุที่แชมพู น้ำยาล้างจาน และผงซักฟอกสามารถ ทำความสะอาดได้ 2. อธิบายสาเหตุที่แชมพู น้ำยาล้างจาน และผงซักฟอก สามารถทำ ความสะอาดได้	- 1 (41)	2 (45,46) -	2 (48,50) -	5	2
การเปลี่ยน แปลงของ สารและผล กระทบต่อ สิ่งมีชีวิต	สารปรุงแต่ง อาหารและ เจือปนใน อาหาร	1. อธิบายวิธีทดสอบ สารบอแรกซ์ในสาร ปรุงแต่งอาหารและอาหารได้ 2. ทดลองและสรุปเกี่ยว กับโทษของสารบอแรกซ์ ในสารปรุงแต่งอาหารและ อาหารได้	2 (53,54) -	- 2 (57,58)	- 1 (60)	5	2
รวม			11	12	7	30	

ตาราง 20 แสดงผลการวิเคราะห์ ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่น (r_{tt}) ของแบบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง "สารและสมบัติของสาร" ทดสอบกับนักเรียน จำนวน 88 คน

ข้อที่	pq	กลุ่มสูง (n = 44) X	กลุ่มต่ำ (n = 44) X	p	r	ค่าความแปรปรวนรายข้อของ แบบวัดผลการเรียนรู้ด้าน ความรู้ที่ผ่านเกณฑ์การคัดเลือก
1	0.10	8	2	0.11	0.14	
2*	0.24	25	15	0.45	0.23	0.24
3*	0.24	23	13	0.41	0.23	0.24
4	0.11	8	4	0.14	0.09	
5*	0.24	28	10	0.43	0.41	0.24
6*	0.24	25	15	0.45	0.23	0.24
7	0.04	43	41	0.95	0.05	
8	0.24	25	21	0.52	0.09	
9*	0.21	38	23	0.69	0.34	0.21
10*	0.24	29	20	0.56	0.20	0.22
11	0.24	30	22	0.59	0.18	
12	0.22	17	13	0.34	0.09	
13	0.14	9	6	0.17	0.07	
14	0.22	32	26	0.66	0.14	
15*	0.24	27	13	0.45	0.32	0.24
16*	0.22	22	7	0.33	0.34	0.22
17	0.04	43	41	0.95	0.05	
18	0.14	7	9	0.18	-0.05	
19*	0.23	33	21	0.61	0.27	0.23
20*	0.24	29	20	0.56	0.20	0.24
21	0.19	32	32	0.73	0.00	
22*	0.23	33	23	0.64	0.23	0.23
23*	0.23	31	22	0.60	0.20	0.23
24*	0.24	32	16	0.55	0.36	0.24
25	0.09	43	36	0.90	0.16	
26	0.18	40	26	0.75	0.32	
27*	0.24	30	21	0.58	0.20	0.24
28	0.20	37	25	0.70	0.27	
29*	0.24	29	19	0.55	0.23	0.24
30	0.16	42	28	0.80	0.32	

ตาราง 20 (ต่อ)

ข้อที่	pq	กลุ่มสูง (n = 44) X	กลุ่มต่ำ (n = 44) X	p	r	ค่าความแปรปรวนรายข้อ ของแบบวัดความรู้ ที่ผ่านเกณฑ์การคัดเลือก
31	0.13	38	36	0.84	0.05	
32*	0.23	26	7	0.38	0.43	0.23
33	0.19	12	12	0.27	0.00	
34*	0.23	38	15	0.60	0.52	0.23
35*	0.24	30	12	0.48	0.41	0.24
36	0.15	40	31	0.81	0.20	
37	0.24	25	12	0.42	0.30	
38*	0.22	38	21	0.67	0.39	0.22
39*	0.24	32	15	0.53	0.39	0.24
40	0.18	39	28	0.76	0.25	
41*	0.24	29	16	0.51	0.30	0.24
42	0.23	24	10	0.39	0.32	
43	0.23	21	12	0.38	0.20	0.23
44	0.24	26	21	0.53	0.11	
45	0.15	40	31	0.81	0.20	
46*	0.25	28	16	0.50	0.27	0.25
47	0.24	28	20	0.55	0.18	
48*	0.22	20	9	0.33	0.25	0.22
49	0.12	42	33	0.85	0.20	
50*	0.21	18	9	0.31	0.20	0.21
51	0.24	25	21	0.52	0.09	
52	0.23	35	19	0.61	0.36	
53*	0.23	23	12	0.40	0.25	0.23
54*	0.24	30	16	0.52	0.32	0.24
55	0.15	42	29	0.81	0.30	
56	0.23	36	20	0.64	0.36	
57*	0.24	32	15	0.53	0.39	
58*	0.24	29	20	0.56	0.20	0.24
59	0.09	44	35	0.90	0.20	
60*	0.23	33	21	0.61	0.27	0.23
						$\sum pq = 7.18$ ความแปรปรวนรวม = 12.46

หมายเหตุ รวมจำนวนข้อที่ใช้ได้ทั้งหมด 38 ข้อ

รวมจำนวนข้อที่เลือกไว้ทั้งหมด 30 ข้อ

* หมายถึง ข้อที่เลือกไว้ที่ผ่านเกณฑ์ค่าความยากง่าย (p) ซึ่งค่าที่ใช้ได้อยู่ระหว่าง 0.20 – 0.80 และค่าอำนาจจำแนก (r) ซึ่งค่าที่ใช้ได้มีค่าตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป โดยข้อที่เลือกไว้มีจำนวน 30 ข้อ แบบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้เหล่านี้ก็นำไปคำนวณ $\sum pq$ ซึ่งได้ค่าเท่ากับ 7.18 และนำแบบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ไปหาค่าความเชื่อมั่น (r_{tt}) ได้เท่ากับ 0.76

การคำนวณหาความแปรปรวนของข้อสอบรวม จากสูตร

$$\begin{aligned} \text{ความแปรปรวนรวม } (S_i^2) &= \frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)} \\ &= \frac{88 \times 22607 - (1335)^2}{88(88-1)} \\ &= \frac{270191}{7569} \\ &= 27.3736 \end{aligned}$$

การคำนวณหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับจำนวน 30 ข้อ จากสูตร K-R 20

$$\begin{aligned} \text{ความเชื่อมั่น } (r_{tt}) &= \frac{K}{K-1} \left[1 - \frac{\sum pq}{s_i^2} \right] \\ &= \frac{30}{29} \left[1 - \frac{7.18}{27.36} \right] \\ &= 1.03[1 - 0.26] \\ &= 1.03[1 - 0.26] \\ &= 0.76 \end{aligned}$$

แบบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร”

คำชี้แจง

1. แบบวัดฉบับนี้เป็นข้อสอบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ใช้เวลาในการทำข้อสอบ 30 นาที
2. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว แล้วทำเครื่องหมายกากบาท (X) ลงในกระดาษคำตอบ
3. ถ้านักเรียนต้องการเปลี่ยนคำตอบให้เขียนเครื่องหมาย = ทับข้อที่ตอบเดิม
4. ห้ามขีดเขียน ทำเครื่องหมาย หรือเขียนอักษรใด ๆ ลงในแบบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้

1. ข้อใดที่มีสารครบทั้ง 3 สถานะ ? ก. ตะปู น้ำมันพืช และน้ำอัดลม ข. เทียนไข น้ำส้มสายชู และน้ำอัดลม ค. เหยือกน้ำ เนย และควั่นจากท่อไอเสียรถยนต์ ง. ลวดเสียบกระดาษ น้ำมันเบนซิน และก๊าซที่บรรจุในลูกโป่ง 2. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับความหนาแน่นของสาร ? ก. สารที่มีความหนาแน่นมากกว่าน้ำจะจมน้ำ ข. สารที่มีความหนาแน่นมากกว่าน้ำจะลอยน้ำ ค. สารที่มีความหนาแน่นเท่ากับน้ำจะลอยน้ำ ง. สารที่มีความหนาแน่นน้อยกว่าน้ำจะจมน้ำ 3. สารในข้อใดที่มีสมบัติด้านสถานะเหมือนกัน ? ก. น้ำมันพืช น้ำมันเบนซิน โฟม ข. เหยือกน้ำ ลวดเสียบกระดาษ ตะปู ค. น้ำหวานเข้มข้น น้ำปลา เนย ง. อากาศ ใสน้ำ น้ำหอม 4. เพราะเหตุใดน้ำมันจึงลอยน้ำได้ ? ก. เพราะน้ำมันมีความหนาแน่นน้อยกว่าน้ำ ข. เพราะน้ำมันมีความหนาแน่นมากกว่าน้ำ ค. เพราะน้ำมันมีความหนาแน่นเท่ากับน้ำ ง. เพราะน้ำมันมีความหนาแน่นเท่ากับศูนย์	5. สารในข้อใดมีสมบัติเป็นกรด ? ก. น้ำสบู่ ข. น้ำมะนาว ค. น้ำยาล้างจาน ง. น้ำผงซักฟอก 6. สารในข้อใดมีสมบัติเป็นเบสทุกชนิด ? ก. น้ำซีอิ้ว น้ำสบู่ ข. น้ำมะขาม น้ำสบู่ ค. น้ำมะนาว น้ำมะขาม ง. น้ำอัดลม น้ำผงซักฟอก 7. เมื่อทดสอบสารละลาย A ด้วยกระดาษลิตมัสสีน้ำเงินปรากฏว่าไม่เปลี่ยนสี ถ้าทดสอบด้วยกระดาษลิตมัสสีแดงกระดาษจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน แสดงว่าสารละลาย A คือข้อใด ? ก. น้ำเกลือ ข. น้ำซีอิ้ว ค. น้ำอัดลม ง. น้ำมะนาว 8. การจำแนกความเป็นกรด – เบสของสารที่พบในชีวิตประจำวัน สารในข้อใดจัดเป็นประเภทเดียวกัน? ก. น้ำสบู่ น้ำซีอิ้ว น้ำยาล้างจาน ข. น้ำผงซักฟอก น้ำซีอิ้ว น้ำอัดลม ค. น้ำยาล้างจาน น้ำส้มสายชู น้ำยาล้างห้องน้ำ ง. น้ำยาล้างห้องน้ำ น้ำยาล้างจาน น้ำผงซักฟอก
--	---

9. ขณะทำการทดลองในห้องปฏิบัติการ ถ้ากรดถูกร่างกาย ควรปฏิบัติสิ่งใดก่อน ? ก. รีบหายาใส่ ข. รีบไปพบแพทย์ ค. ใช้น้ำล้างออกทันที ง. ใช้ผ้าเช็ดออกให้หมด 10. ภาชนะที่ใช้ใส่ส้อมพริกตองควรเป็นภาชนะประเภทใด? ก. ภาชนะที่ทำจากโลหะ ข. ภาชนะที่ทำจากแก้ว ค. ภาชนะที่ทำจากพลาสติก ง. ภาชนะที่ทำจากกระเบื้องเคลือบ 11. เมื่อกรองน้ำแล้วมีของแข็งติดอยู่บนกระดาษกรอง ข้อใดสรุปขนาดอนุภาคของสารนี้ได้ถูกต้อง? ก. เล็กกว่าอนุภาคของน้ำ ข. ใหญ่กว่าอนุภาคของน้ำ ค. เล็กกว่ารูพรุนของกระดาษกรอง ง. ใหญ่กว่ารูพรุนของกระดาษกรอง 12. เมื่อเรสกัดสีเขียวจากใบเตยแล้วควรใช้วิธีการใด จึงจะนำสีมาทำขนมให้น่ารับประทานได้ ? ก. การกลั่น ข. การกรอง ค. การระเหิด ง. การตกตะกอน 13. ถ้านักเรียนต้องการแยกเศษขยะจากน้ำทิ้ง นักเรียนควรใช้วิธีการใด ? ก. การกรอง ข. การระเหิด ค. การตกผลึก ง. การตกตะกอน 14. สารที่ทำให้สารแขวนลอยตกตะกอนได้เร็วขึ้น คือสารใด? ก. สารส้ม ข. คลอรีน ค. โซดาไฟ ง. โซดาซักผ้า	15. หลักการสำคัญของการตกตะกอนต้องอาศัยสมบัติทางกายภาพของสารในข้อใด? ก. สถานะ ข. จุดเดือด ค. จุดหลอมเหลว ง. น้ำหนักหรือมวล 16. ถ้าจำเป็นต้องนำน้ำจากคลองมาใช้ในการบ้านเป็นจำนวนมาก ๆ วิธีทำน้ำให้ใสที่ประหยัดค่าใช้จ่าย และสะดวกที่สุดคือวิธีใด ? ก. การกลั่น ข. การกรอง ค. การต้ม ง. การตกตะกอน 17. สารแขวนลอยเป็นต้นเหตุที่ทำให้น้ำขุ่น การแยกสารแขวนลอยออกจากน้ำ ควรใช้วิธีใด จึงจะประหยัดและเหมาะสมที่สุด ? ก. การกลั่น ข. การกรอง ค. การระเหิด ง. การตกตะกอน 18. “การระเหิด” หมายถึงอะไร ก. การเปลี่ยนสถานะของสารจากสารหนึ่งไปเป็นอีกสารหนึ่ง ข. การเปลี่ยนสถานะของสารจากของแข็งกลายเป็นของเหลว แล้วกลายเป็นก๊าซ ค. การเปลี่ยนสถานะของสารจากของแข็งกลายเป็นก๊าซ โดยไม่ต้องกลายเป็นของเหลวก่อน ง. การเปลี่ยนสถานะของสารกลายเป็นก๊าซ กลายเป็นของแข็ง โดยไม่ต้องกลายเป็นของเหลวก่อน 19. การเปลี่ยนแปลงของสารในข้อใดที่จัดว่าเป็นการระเหิด? ก. แอลกอฮอล์เปลี่ยนสถานะจากของเหลวเป็นก๊าซ ข. น้ำแข็งเปลี่ยนสถานะจากของแข็งไปเป็นของเหลว ค. ลูกเหม็นเปลี่ยนสถานะจากของแข็งไปเป็นก๊าซ ง. เกลือแกงเปลี่ยนสถานะจากของแข็งไปเป็นของเหลว
---	--

20. ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้องเกี่ยวกับการระเหิด? ก. ต้องใช้พลังงานความร้อน ข. เกิดขึ้นกับสารบางชนิดเท่านั้น ค. การเปลี่ยนสถานะโดยอุณหภูมิจึงที่ ง. เปลี่ยนสถานะจากของแข็งเป็นก๊าซ 21. แคมพู น้ำยาล้างจาน และผงซักฟอก มีสมบัติเป็นอย่างไร? ก. เป็นเบส ข. เป็นกรด ค. เป็นกลาง ง. มีสมบัติไม่แน่นอน 22. สารใดต่อไปนี้ที่ทำให้ไขมันสามารถละลายในน้ำได้ ก. แคมพู ข. น้ำปลา ค. น้ำส้มสายชู ง. น้ำยาทำความสะอาดห้องน้ำ 23. สารฟอสเฟตที่เป็นสารประกอบที่สำคัญชนิดหนึ่งของผงซักฟอก ถ้ามีสารนี้อยู่ในน้ำปริมาณพอเหมาะจะมีผลต่อพืชน้ำอย่างไร? ก. ทำให้พืชน้ำตาย ข. ทำให้พืชน้ำไม่เจริญเติบโต ค. ทำให้พืชน้ำเจริญเติบโตได้ดี ง. ไม่มีผลอย่างไรต่อพืชน้ำ 24. ถ้าใช้ผงซักฟอกชนิดหนึ่งแล้วมีอาการคันตามนิ้วมือ นิ้วเท้า ควรทำอะไร ? ก. ใช้ผงซักฟอกให้น้อยลง ข. ใช้สบู่แทนผงซักฟอกในการซักผ้า ค. ลองเปลี่ยนไปใช้ผงซักฟอกชนิดอื่น ง. ล้างมือและเท้าทันทีหลังจากการซักผ้า 25. ในการล้างจานที่เบื่อนไขมัน หากเราไม่มีน้ำยาล้างจาน เราสามารถใช้สารใดแทนได้ ? ก. น้ำซีढ़้า ข. น้ำมะนาว ค. น้ำมะขาม ง. น้ำมะกรูด	26. เมื่อบริโภคอาหารหรือสารปรุงแต่งอาหารที่มีส่วนผสมของสารบอแรกซ์เป็นประจำแล้ว อวัยวะใดจะได้รับผลกระทบมากที่สุด ? ก. กระเพาะอาหาร ข. ลำไส้เล็ก ค. ตับ ง. ไต 27. ผงกรอบในลูกชิ้นคือสารใด ? ก. ผงฟู ข. สารส้ม ค. บอแรกซ์ ง. ดินประสิว 28. ถ้านำอาหารชนิดหนึ่งมาทดสอบกระดาษทดสอบพบว่า จะเปลี่ยนจากสีเหลืองเป็นสีแดง อยากทราบว่ากระดาษทดสอบ คือข้อใด? ก. กระดาษไข ข. กระดาษขมิ้น ค. กระดาษกรอง ง. กระดาษลิตมัส 29. อาหารชนิดใดที่มีสารบอแรกซ์เจือปนอยู่ในปริมาณมากไปหาน้อย ก. ลูกชิ้น แหนม ข. เนื้อหมู ลูกชิ้น ค. หมูยอ ปลากระป๋อง ง. ปลากระป๋อง แหนม 30. เพื่อความปลอดภัยในชีวิต <u>ไม่ควร</u> เลือกสารปรุงแต่งอาหารในข้อใด ? ก. สารปรุงแต่งที่ให้รสหวานควรใช้ชั้นเทศกร ข. สารปรุงแต่งที่ให้รสหวานควรใช้น้ำตาลทราย ค. สารปรุงแต่งที่ให้รสเค็มควรใช้เกลือแกง ง. สารปรุงแต่งที่ให้รสเค็มควรใช้น้ำปลา *****
---	--

แบบประเมินผลการเรียนรู้ด้านความคิดเชิงสรุป

เกณฑ์ที่ใช้ในการให้คะแนนแบบวัดผลการเรียนรู้ด้านความคิดเชิงสรุป โดยการทำแผนที่ความคิด (Mind Mapping)

เกณฑ์การพิจารณาแผนที่ความคิด (Mind mapping)

1. มีการเรียงลำดับหัวข้อความคิด
2. แผนที่ความคิด(Mind Mapping)ที่สร้างขึ้นถูกต้องตรงตามเนื้อหา
3. มีการจัดเรียงรูปแบบความคิดที่เหมาะสม เข้าใจง่าย ไม่สับสน

เกณฑ์การให้คะแนน

- | | | | |
|---|-------|---------|--------------------------------|
| 3 | คะแนน | หมายถึง | มีผลงานอยู่ในระดับดี |
| 2 | คะแนน | หมายถึง | มีผลงานอยู่ในระดับพอใช้ |
| 1 | คะแนน | หมายถึง | มีผลงานอยู่ในระดับต้องปรับปรุง |

รายละเอียดในการให้คะแนน

3 คะแนน หมายถึง มีการจัดเรียงความคิดหลัก ความคิดรอง ความคิดย่อย ความคิดเฉพาะเจาะจง และยกตัวอย่างสอดคล้องกับเนื้อหา การจัดลำดับเนื้อหาหลัก และรายละเอียดปลีกย่อยระหว่างความคิดหลักกับตัวอย่างสัมพันธ์กัน การจัดรูปแบบความคิดเหมาะสมกับหน้ากระดาษ การจัดวางภาพได้สัดส่วน เข้าใจง่าย ไม่สับสน สะอาดเรียบร้อย สวยงาม และแสดงความเป็นเอกลักษณ์ของตนเอง

2 คะแนน หมายถึง มีการจัดเรียงความคิดหลัก ความคิดรอง ความคิดย่อย ความคิดเฉพาะเจาะจง และยกตัวอย่างสอดคล้องกับเนื้อหา การจัดลำดับเนื้อหาหลัก และรายละเอียดปลีกย่อยระหว่างความคิดหลักกับตัวอย่างไม่สัมพันธ์กัน การจัดรูปแบบความคิดเหมาะสมกับหน้ากระดาษ การจัดวางภาพได้สัดส่วน เข้าใจง่าย ไม่สับสน สะอาด สวยงาม และแสดงความเป็นเอกลักษณ์ของตนเอง

1 คะแนน หมายถึง มีการจัดเรียงความคิดหลัก ความคิดรอง ความคิดย่อย ความคิดเฉพาะเจาะจง และยกตัวอย่างไม่สอดคล้องกับเนื้อหา การจัดรูปแบบความคิดไม่เหมาะสมกับหน้ากระดาษ การจัดวางภาพได้สัดส่วน ไม่สับสน แต่ไม่สะอาดเรียบร้อย ไม่สวยงาม และแสดงความเป็นเอกลักษณ์ของตนเอง

แบบวัดผลการเรียนรู้ด้านทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์

ชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ที่ เรื่อง สมบัติของสาร
 กิจกรรมการทดลองที่ 1 เรื่อง “สมบัติทางกายภาพของสาร”

ชื่อ.....สกุล.....ชั้น.....

รายการที่ประเมิน	คะแนนที่ได้				รวมคะแนน	หมายเหตุ
	3	2	1	0		
1. ด้านเทคนิคการทดลอง						
1.1 ดำเนินการทดลองอย่างถูกวิธี						
1.2 ใช้อุปกรณ์ได้อย่างถูกต้อง						
1.2.1 บีกเกอร์						
1.2.2 หลอดหยดสาร						
1.2.3 ช้อนตักสาร						
2. ด้านความคล่องแคล่วในการทดลอง						
3. ด้านความมีระเบียบในการทดลอง						
4. รายงานผลการทดลอง						
รวมคะแนน						

ดัดแปลงมาจาก สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ (2539 : 162 – 171)

ลงชื่อ.....(ผู้ประเมิน)
 (.....)

แบบวัดผลการเรียนรู้ด้านทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์

ชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง สมบัติของสาร

กิจกรรมการทดลองที่ 2 เรื่อง “สมบัติทางเคมีของสาร”

ชื่อ.....สกุล.....ชั้น.....กลุ่มที่.....

รายการที่ประเมิน	คะแนนที่ได้				รวมคะแนน	หมายเหตุ
	3	2	1	0		
1. ด้านเทคนิคการทดลอง						
1.1 ดำเนินการทดลองอย่างถูกวิธี						
1.2 ใช้อุปกรณ์ได้อย่างถูกต้อง						
1.2.1 ปีกเกอร์						
1.2.2 แท่งแก้วคนสาร						
1.2.3 กระดาษลิตมัส และกระดาษ pH						
2. ด้านความคล่องแคล่วในการทดลอง						
3. ด้านความมีระเบียบในการทดลอง						
4. รายงานผลการทดลอง						
รวมคะแนน						

ดัดแปลงมาจาก สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ (2539 : 162 – 171)

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
(.....)

เกณฑ์การให้คะแนนของแบบผลการเรียนรู้ด้านทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์

1. ด้านเทคนิคการทดลอง

1.1 ดำเนินการทดลองอย่างถูกวิธี

- 3 คะแนน หมายถึง สามารถปฏิบัติการทดลองแต่ละขั้นตอนได้อย่างถูกต้องตามวิธีการทดลอง โดยไม่ต้องให้คำแนะนำ
- 2 คะแนน หมายถึง สามารถปฏิบัติการทดลองแต่ละขั้นตอนได้อย่างถูกต้องตามวิธีการทดลอง แต่ต้องให้คำแนะนำบางส่วน
- 1 คะแนน หมายถึง สามารถปฏิบัติการทดลองแต่ละขั้นตอนได้ตามวิธีการทดลอง แต่ต้องให้คำแนะนำทั้งหมด
- 0 คะแนน หมายถึง ไม่สามารถปฏิบัติการทดลองแต่ละขั้นตอนได้ตามวิธีการทดลอง

1.2 ใช้อุปกรณ์ได้อย่างถูกต้อง

1.2.1 บีกเกอร์

- 3 คะแนน หมายถึง สามารถใช้บีกเกอร์ในการเตรียมสารละลายต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้องและปลอดภัย เมื่อใช้บีกเกอร์เสร็จแล้วล้างทำความสะอาดและเช็ดบีกเกอร์ให้แห้งทุกครั้งก่อนนำไปเก็บเข้าตู้เก็บอุปกรณ์
- 2 คะแนน หมายถึง สามารถใช้บีกเกอร์ในการเตรียมสารละลายต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง แต่ต้องชี้แนะวิธีการใช้บีกเกอร์ เมื่อใช้บีกเกอร์เสร็จแล้วล้างทำความสะอาดและเช็ดบีกเกอร์ให้แห้งทุกครั้งก่อนนำไปเก็บเข้าตู้เก็บอุปกรณ์
- 1 คะแนน หมายถึง สามารถใช้บีกเกอร์ในการเตรียมสารละลายต่าง ๆ ได้ แต่ขาดความระมัดระวังในการใช้บีกเกอร์ เมื่อใช้บีกเกอร์เสร็จแล้วไม่ล้างทำความสะอาดและเช็ดให้แห้งก่อนเก็บเข้าตู้เก็บอุปกรณ์
- 0 คะแนน หมายถึง ต้องชี้แนะวิธีการใช้บีกเกอร์อย่างมากในการใช้บีกเกอร์ อาจทำให้บีกเกอร์แตกได้

1.2.2 หลอดหยดสาร

- 3 คะแนน หมายถึง สามารถใช้หลอดหยดสารได้อย่างถูกต้องและปลอดภัย โดยการใช้หลอดหยดดูดของเหลวให้มีปริมาณใกล้เคียงกับที่ปริมาณที่ต้องการ บีบจุกยางโดยของเหลวหยดอย่างสม่ำเสมอ ล้างหลอดหยดและวางจุกยางไว้ให้แห้งทุกครั้งหลังใช้เสร็จ
- 2 คะแนน หมายถึง สามารถใช้หลอดหยดสารได้อย่างถูกต้อง แต่ต้องชี้แนะวิธีการใช้หลอดหยดสาร ล้างหลอดหยดและวางจุกยางไว้ให้แห้งทุกครั้งหลังใช้เสร็จ
- 1 คะแนน หมายถึง สามารถใช้หลอดหยดสารได้ แต่ต้องชี้แนะวิธีการใช้หลอดหยดสารบางส่วน และขาดความระมัดระวังในการใช้หลอดหยดสาร เมื่อใช้หลอดหยดสารเสร็จแล้วไม่ล้างหลอดหยดและจุกยาง วางให้แห้งก่อนนำไปเก็บเข้าตู้เก็บอุปกรณ์
- 0 คะแนน หมายถึง ต้องชี้แนะวิธีการใช้หลอดหยดสารอย่างมาก ขาดความระมัดระวังมากในการใช้หลอดหยดสาร ซึ่งอาจทำให้หลอดหยดสารแตกได้

1.2.3 ช้อนตักสาร

- 3 คะแนน หมายถึง สามารถใช้ช้อนตักสารได้อย่างถูกต้องและปลอดภัย โดยการใช้ช้อนตักสารให้ได้ปริมาณถูกต้อง โดยการตักสารแต่ละครั้งต้องปาดช้อนเพียงครั้งเดียว ไม่กดสารในช้อนก่อนปาด แล้วล้างทำความสะอาดและเช็ดให้แห้งก่อนตักสารชนิดอื่น
- 2 คะแนน หมายถึง สามารถใช้ช้อนตักสารได้อย่างถูกต้อง แต่ต้องชี้แนะวิธีการใช้ช้อนตักสาร แล้วล้างทำความสะอาดและเช็ดให้แห้งก่อนตักสารชนิดอื่น
- 1 คะแนน หมายถึง สามารถใช้ช้อนตักสารได้ แต่ต้องชี้แนะวิธีการใช้ช้อนตักสารบางส่วน และขาดความระมัดระวังในการใช้ช้อนตักสาร เมื่อใช้ช้อนตักสารเสร็จแล้วไม่ล้างทำความสะอาดและเช็ดให้แห้งก่อนนำไปเก็บเข้าตู้เก็บอุปกรณ์
- 0 คะแนน หมายถึง ต้องชี้แนะวิธีการใช้ช้อนตักสารอย่างมาก และขาดความระมัดระวังมากในการใช้ช้อนตักสาร

1.2.4 แท่งแก้วคนสาร

- 3 คะแนน หมายถึง สามารถใช้แท่งแก้วคนสารได้อย่างถูกต้องและปลอดภัย ใช้แท่งแก้วคนสารด้วยความระมัดระวัง โดยไม่ให้แท่งแก้วกระทบกันและด้านข้างของบีกเกอร์ ต้องคนสารไปทิศทางเดียวกันจนสารละลายหมด แล้วล้างทำความสะอาดและเช็ดแท่งแก้วคนสารให้แห้งทุกครั้ง
- 2 คะแนน หมายถึง สามารถใช้แท่งแก้วคนสารได้อย่างถูกต้อง แต่ต้องชี้แนะวิธีการใช้แท่งแก้วคนสาร โดยไม่ให้แท่งแก้วกระทบกันและด้านข้างของบีกเกอร์ ต้องคนสารไปทิศทางเดียวกันจนสารละลายหมด แล้วล้างทำความสะอาดและเช็ดแท่งแก้วคนสารให้แห้งทุกครั้ง
- 1 คะแนน หมายถึง สามารถใช้แท่งแก้วคนสารได้ แต่ต้องชี้แนะวิธีการใช้แท่งแก้วคนสารบางส่วน และขาดความระมัดระวังในการใช้แท่งแก้วคนสาร เมื่อใช้แท่งแก้วคนสารเสร็จแล้วไม่ล้างทำความสะอาดและเช็ดให้แห้งก่อนนำไปเก็บเข้าตู้เก็บอุปกรณ์
- 0 คะแนน หมายถึง ต้องชี้แนะวิธีการใช้แท่งแก้วคนสารอย่างมาก ขาดความระมัดระวังมากในการใช้แท่งแก้วคนสาร อาจทำให้แท่งแก้วคนสารแตกหักได้

1.2.5 กระดาษลิตมัสและกระดาษ pH

- 3 คะแนน หมายถึง สามารถใช้กระดาษลิตมัสและกระดาษ pH ได้อย่างถูกต้องและปลอดภัย โดยการใช้กระดาษลิตมัสและกระดาษ pH ต้องใช้ที่สะอาด มีที่หยิบต้องแห้งและสะอาด ถ้าจะทดสอบกับของเหลวต้องวางกระดาษลิตมัสและกระดาษ pH บนกระดาษที่สะอาด แล้วใช้แท่งแก้วที่สะอาดจุ่มของเหลวมาแตะ
- 2 คะแนน หมายถึง สามารถใช้กระดาษลิตมัสและกระดาษ pH ได้อย่างถูกต้อง แต่ต้องชี้แนะวิธีการใช้กระดาษลิตมัสและกระดาษ pH บางส่วน
- 1 คะแนน หมายถึง สามารถใช้กระดาษลิตมัสและกระดาษ pH ได้ แต่ต้องชี้แนะวิธีการใช้กระดาษลิตมัสและกระดาษ pH บางส่วน ขาดความระมัดระวังในการใช้กระดาษลิตมัสและกระดาษ pH

- 0 คะแนน หมายถึง ต้องชี้แนะวิธีการใช้กระดาษลิตมัสและกระดาษ pH อย่างมาก ขาดความระมัดระวังมากในการใช้กระดาษลิตมัสและกระดาษ pH อาจทำให้กระดาษลิตมัสและกระดาษ pH ฉีกขาดได้

1.2.6 ขาดังและที่หนีบหลอดทดลอง

- 3 คะแนน หมายถึง สามารถใช้ ขาดังและที่หนีบหลอดทดลองได้อย่างถูกต้องและปลอดภัย โดยการติดตั้งข้อต่อเข้ากับขาดัง ขันสกรูทางปลาให้แน่น ติดที่จับหลอดทดลองเข้ากับข้อต่อแล้วขันสกรู เมื่อใช้ขาดังและที่หนีบหลอดทดลองเสร็จแล้วเช็ดให้แห้งก่อนนำไปเก็บเข้าตู้เก็บอุปกรณ์
- 2 คะแนน หมายถึง สามารถใช้ขาดังและที่หนีบหลอดทดลองได้อย่างถูกต้อง แต่ต้องชี้แนะวิธีการใช้ขาดังและที่หนีบหลอดทดลอง เมื่อใช้ขาดังและที่หนีบหลอดทดลองเสร็จแล้วเช็ดให้แห้งก่อนนำไปเก็บเข้าตู้เก็บอุปกรณ์
- 1 คะแนน หมายถึง สามารถใช้ขาดังและที่หนีบหลอดทดลองได้ แต่ต้องชี้แนะวิธีการใช้ขาดังและที่หนีบหลอดทดลองบางส่วนและขาดความระมัดระวังในการใช้ขาดังและที่หนีบหลอดทดลอง เมื่อใช้ขาดังและที่หนีบหลอดทดลอง เสร็จแล้วไม่เช็ดให้แห้งก่อนนำไปเก็บเข้าตู้เก็บอุปกรณ์
- 0 คะแนน หมายถึง ต้องชี้แนะวิธีการใช้ขาดังและที่หนีบหลอดทดลองอย่างมาก และขาดความระมัดระวังมากในการใช้ขาดังและที่หนีบหลอดทดลอง เมื่อใช้ขาดังและที่หนีบหลอดทดลอง เสร็จแล้วไม่เช็ดให้แห้งก่อนนำไปเก็บเข้าตู้เก็บอุปกรณ์

1.2.7 กระดาษกรอง

- 3 คะแนน หมายถึง สามารถใช้กระดาษกรองได้อย่างถูกต้องและปลอดภัย โดยใช้กระดาษกรองพับเป็นรูปกรวยกรองให้อยู่ต่ำกว่าปากกรวยเล็กน้อย ทำให้กระดาษกรองเปียก แล้วกดกระดาษกรองให้แนบกับกรวย รินสารซ้ำๆ ผ่านแท่งแก้วคนสาร โดยให้ปลายแท่งแก้วคนสารแตะกับกระดาษกรองด้านที่หนา 3 ชั้น ป้องกันสารไหลออกนอกกรวย ก้านกรวยต้องแตะกับข้างภาชนะที่รองรับของเหลว เพื่อมิให้ของเหลวกระเด็น
- 2 คะแนน หมายถึง สามารถใช้กระดาษกรองได้อย่างถูกต้อง แต่ต้องชี้แนะวิธีการใช้กระดาษกรอง โดยใช้กระดาษกรองพับเป็นรูปกรวยกรองให้อยู่ต่ำกว่าปากกรวยเล็กน้อย ทำให้กระดาษกรองเปียก แล้วกดกระดาษให้แนบกับกรวย รินสารซ้ำ ๆ ผ่านแท่งแก้วโดยให้ปลายแท่งแก้วคนสารแตะกับกระดาษกรองด้านที่หนา 3 ชั้น ป้องกันสารไหลออกนอกกรวย ก้านกรวยต้องแตะกับข้างภาชนะที่รองรับของเหลว เพื่อมิให้ของเหลวกระเด็น
- 1 คะแนน หมายถึง สามารถใช้กระดาษกรองได้ แต่ต้องชี้แนะวิธีการใช้กระดาษกรองบางส่วน ขาดความระมัดระวังในการใช้กระดาษกรอง และพับกระดาษกรองไม่ถูกวิธี
- 0 คะแนน หมายถึง ต้องชี้แนะวิธีการใช้กระดาษกรองอย่างมาก ขาดความระมัดระวังมากในการใช้กระดาษกรอง อาจทำให้กระดาษกรองฉีกขาดได้

1.2.8 ตะเกียงแอลกอฮอล์

- 3 คะแนน หมายถึง สามารถใช้ตะเกียงแอลกอฮอล์ได้อย่างถูกต้องและปลอดภัย โดยไม่จุดตะเกียงแอลกอฮอล์ก่อนที่จะเตรียมสารให้พร้อม จุดตะเกียงแอลกอฮอล์ต้องใช้น้ำมันขีด ห้ามนำตะเกียงแอลกอฮอล์ไปต่อกันโดยตรง อาจทำให้แอลกอฮอล์หกและติดไฟ เมื่อใช้ตะเกียงแอลกอฮอล์เสร็จแล้ว ต้องดับตะเกียงแอลกอฮอล์ทันที โดยใช้ฝาครอบปิด ห้ามใช้ปากเป่าให้ดับ การครอบต้องครอบให้สนิททุกครั้ง
- 2 คะแนน หมายถึง สามารถใช้ตะเกียงแอลกอฮอล์ได้อย่างถูกต้อง แต่ต้องชี้แนะวิธีการใช้ตะเกียงแอลกอฮอล์
- 1 คะแนน หมายถึง สามารถใช้ตะเกียงแอลกอฮอล์ได้ แต่ขาดความระมัดระวังในการใช้ตะเกียงแอลกอฮอล์
- 0 คะแนน หมายถึง ต้องชี้แนะวิธีการใช้ตะเกียงแอลกอฮอล์อย่างมาก ขาดความระมัดระวังมากในการใช้ตะเกียงแอลกอฮอล์ อาจทำให้ไฟไหม้ลุกลามได้

1.2.9 กระบอกตวง

- 3 คะแนน หมายถึง สามารถใช้กระบอกตวงได้อย่างถูกต้องและมีความปลอดภัย โดยการอ่านปริมาตรของของเหลว โดยขณะอ่านปริมาตรให้ส่วนโค้งต่ำสุดของของเหลวอยู่ที่ระดับสายตา เทของเหลวออกจากกระบอกตวง โดยเอียงกระบอกตวงให้แตะกับปากภาชนะที่รองรับและล้างทำความสะอาดทุกครั้ง
- 2 คะแนน หมายถึง สามารถใช้กระบอกตวงได้อย่างถูกต้อง แต่ต้องชี้แนะวิธีการใช้กระบอกตวง โดยขณะอ่านให้ปริมาณอยู่ใกล้ต่ำสุดของของเหลวอยู่ที่ระดับสายตา เทของเหลวออกจากกระบอกตวง โดยเอียงกระบอกตวงให้แตะกับปากภาชนะที่รองรับและล้างทำความสะอาดทุกครั้ง
- 1 คะแนน หมายถึง สามารถใช้กระบอกตวงได้ แต่ต้องชี้แนะวิธีการใช้กระบอกตวงบางส่วนและขาดความระมัดระวังในการใช้กระบอกตวง เมื่อใช้กระบอกตวงเสร็จแล้วไม่ล้างทำความสะอาดก่อนเก็บเข้าตู้เก็บอุปกรณ์
- 0 คะแนน หมายถึง ต้องชี้แนะวิธีการใช้กระบอกตวงอย่างมาก ขาดความระมัดระวังมากในการใช้กระบอกตวง อาจทำให้กระบอกตวงแตกได้

1.2.10 หลอดทดลอง

- 3 คะแนน หมายถึง สามารถใช้หลอดทดลองได้อย่างถูกต้องและปลอดภัย เมื่อใช้หลอดทดลองเสร็จแล้วล้างทำความสะอาดและเช็ดหลอดทดลองให้แห้งทุกครั้งก่อนนำไปเก็บเข้าตู้เก็บอุปกรณ์
- 2 คะแนน หมายถึง สามารถใช้หลอดทดลองได้อย่างถูกต้อง แต่ต้องชี้แนะวิธีการใช้หลอดทดลองบางส่วนเมื่อใช้หลอดทดลองเสร็จแล้วล้างทำความสะอาดและเช็ดหลอดทดลองให้แห้งทุกครั้ง ก่อนนำไปเก็บเข้าตู้เก็บอุปกรณ์
- 1 คะแนน หมายถึง สามารถใช้หลอดทดลองได้ แต่ขาดความระมัดระวังในการใช้หลอดทดลอง เมื่อใช้หลอดทดลองเสร็จแล้วไม่ล้างทำความสะอาดและเช็ดให้แห้งก่อนเก็บเข้าตู้เก็บอุปกรณ์

- 0 คะแนน หมายถึง ต้องชี้แนะวิธีการใช้หลอดทดลองอย่างมากในการใช้หลอดทดลอง อาจให้หลอดทดลองแตกได้

1.2.11 กระดาษขมิ้น

- 3 คะแนน หมายถึง สามารถใช้กระดาษขมิ้นได้อย่างถูกต้องและปลอดภัย โดยการใช้กระดาษขมิ้นต้องใช้ที่สะอาด มือที่หยิบต้องแห้งและสะอาด ถ้าจะทดสอบกับของเหลวต้องวางกระดาษขมิ้นบนกระดาษที่สะอาด แล้วใช้แท่งแก้วที่สะอาดจุ่มของเหลวมาแตะ หรือใช้กระดาษขมิ้นจุ่มของเหลวที่เราต้องการทดสอบหาสารบอแรกซ์
- 2 คะแนน หมายถึง สามารถใช้กระดาษขมิ้นได้อย่างถูกต้อง แต่ต้องชี้แนะวิธีการใช้กระดาษขมิ้นบางส่วน โดยการใช้กระดาษขมิ้นต้องใช้ที่สะอาด มือที่หยิบต้องแห้งและสะอาด ถ้าจะทดสอบกับของเหลวต้องวางกระดาษขมิ้นบนกระดาษที่สะอาด แล้วใช้แท่งแก้วที่สะอาดจุ่มของเหลวมาแตะหรือใช้กระดาษขมิ้นจุ่มของเหลวที่เราต้องการทดสอบหาสารบอแรกซ์
- 1 คะแนน หมายถึง สามารถใช้กระดาษขมิ้นได้ แต่ต้องชี้แนะวิธีการใช้กระดาษขมิ้นและขาดความระมัดระวังในการใช้กระดาษขมิ้น โดยการใช้กระดาษขมิ้นต้องใช้ที่สะอาด มือที่หยิบไม่แห้งและสะอาด
- 0 คะแนน หมายถึง ต้องชี้แนะวิธีการใช้กระดาษขมิ้นอย่างมาก ขาดความระมัดระวังมากในการใช้กระดาษขมิ้น อาจทำให้กระดาษขมิ้นฉีกขาดได้

1.3 ใช้เทคนิควิธีในการทดลองได้อย่างถูกต้อง

1.3.1 การรินสารจากบีกเกอร์

- 3 คะแนน หมายถึง สามารถใช้เทคนิควิธีในการรินสารผ่านแท่งแก้วคนสารลงสู่ภาชนะได้ถูกต้องและปลอดภัย โดยให้ปลายแท่งแก้วคนสารสัมผัสชิดกับขอบภาชนะที่รองรับ โดยสารไม่ไหลเประออกมาข้างภาชนะที่รองรับ
- 2 คะแนน หมายถึง สามารถใช้เทคนิควิธีในการรินสารผ่านแท่งแก้วคนสารลงสู่ภาชนะได้ถูกต้อง แต่ต้องชี้แนะเทคนิควิธีในการรินสารผ่านแท่งแก้วคนสารให้มีความปลอดภัย โดยให้ปลายแท่งแก้วคนสารสัมผัสชิดกับขอบภาชนะที่รองรับ โดยสารไม่ไหลเประออกมาข้างภาชนะที่รองรับ
- 1 คะแนน หมายถึง สามารถใช้เทคนิควิธีในการรินสารผ่านแท่งแก้วคนสารได้ แต่ขาดความระมัดระวังในการใช้เทคนิควิธีในการรินสารผ่านแท่งแก้วคนสาร
- 0 คะแนน หมายถึง ต้องชี้แนะวิธีการใช้เทคนิควิธีในการรินสารผ่านแท่งแก้วคนสารอย่างมาก ขาดความระมัดระวังมากในการใช้เทคนิควิธีในการรินสารผ่านแท่งแก้วคนสาร อาจทำให้สารไหลเประออกมาข้างภาชนะที่รองรับได้

1.3.2 การเขย่าหลอดทดลอง

- 3 คะแนน หมายถึง สามารถใช้เทคนิควิธีในการเขย่าหลอดทดลองได้ถูกต้อง และปลอดภัย โดยการใช้นิ้วมือจับหลอดทดลองในลักษณะคีบ เขย่าให้ส่วนล่างของหลอดทดลอง กระแทกกับฝ่ามืออีกข้างหนึ่งเบา ๆ และไม่เอียงหลอดทดลองเข้าหาตนเองและผู้อื่น แล้วไม่ก้มมองสารทางปากหลอดทดลอง
- 2 คะแนน หมายถึง สามารถใช้เทคนิควิธีในการเขย่าหลอดทดลองได้ถูกต้อง แต่ต้องชี้แนะเทคนิควิธีในการเขย่าหลอดทดลองให้มีความปลอดภัย โดยการใช้นิ้วมือจับหลอดทดลองในลักษณะคีบ เขย่าให้ส่วนล่างของหลอดทดลองให้กระแทกกับฝ่ามืออีกข้างหนึ่งเบา ๆ และไม่เอียงหลอดทดลองเข้าหาตนเองและผู้อื่น แล้วไม่ก้มมองสารทางปากหลอดทดลอง
- 1 คะแนน หมายถึง สามารถใช้เทคนิควิธีในการเขย่าหลอดทดลองได้ แต่ต้องชี้แนะเทคนิควิธีในการเขย่าหลอดทดลองบางส่วน และขาดความระมัดระวังในการใช้เทคนิควิธีในการเขย่าหลอดทดลอง โดยใช้นิ้วมือปิดปากหลอดทดลองแล้วเขย่าแรง ๆ
- 0 คะแนน หมายถึง ต้องชี้แนะวิธีการใช้เทคนิควิธีในการเขย่าหลอดอย่างมาก ขาดความระมัดระวังมากในการใช้เทคนิควิธีในการเขย่าหลอดทดลอง อาจทำให้หลอดทดลองแตกได้

2. ด้านความคล่องแคล่วในการทดลอง

- 3 คะแนน หมายถึง มีความคล่องแคล่วในการปฏิบัติการทดลองและการใช้อุปกรณ์การทดลอง ได้ถูกต้องและทันเวลาตามที่กำหนด
- 2 คะแนน หมายถึง มีความคล่องแคล่วในการปฏิบัติการทดลองและการใช้อุปกรณ์การทดลอง ได้ถูกต้องแต่ไม่ทันเวลาตามที่กำหนด
- 1 คะแนน หมายถึง ไม่มีความคล่องแคล่วในการปฏิบัติการทดลองแต่ใช้อุปกรณ์การทดลองได้ถูกต้อง ไม่ทันเวลาตามที่กำหนด
- 0 คะแนน หมายถึง ไม่มีความคล่องแคล่วในการปฏิบัติการทดลองและใช้อุปกรณ์การทดลองได้ไม่ถูกต้องและไม่ทันเวลาตามที่กำหนด

3. ด้านความมีระเบียบในการทดลอง

- 3 คะแนน หมายถึง มีความเป็นระเบียบในการจัดวางอุปกรณ์การทดลองให้ใช้ได้สะดวก ขณะปฏิบัติการทดลองและมีการจัดเก็บอุปกรณ์การทดลองหลังจากปฏิบัติการทดลองเสร็จแล้วได้อย่างถูกวิธี
- 2 คะแนน หมายถึง มีความเป็นระเบียบในการจัดวางอุปกรณ์การทดลองให้ใช้ได้แต่ไม่สะดวก ขณะปฏิบัติการทดลองและมีการจัดเก็บอุปกรณ์การทดลองหลังจากปฏิบัติการทดลองเสร็จแล้วได้อย่างถูกวิธี
- 1 คะแนน หมายถึง การจัดวางอุปกรณ์การทดลองไม่มีความเป็นระเบียบและใช้ได้ไม่สะดวก ขณะปฏิบัติการทดลองและมีการจัดเก็บอุปกรณ์การทดลองหลังจากปฏิบัติการทดลองเสร็จแล้วได้อย่างถูกวิธี
- 0 คะแนน หมายถึง ไม่มีความเป็นระเบียบในการจัดวางอุปกรณ์การทดลองให้ใช้ได้สะดวก ขณะปฏิบัติการทดลองและไม่มีการจัดเก็บอุปกรณ์การทดลองหลังจากปฏิบัติการทดลองเสร็จแล้ว

4. รายงานผลการทดลอง

- 3 คะแนน หมายถึง มีความสามารถในการจัดทำรายงานผลการทดลอง โดยมีชื่อเรื่อง สมมติฐาน ตัวแปรที่ศึกษา ตารางบันทึกผลการทดลอง คำถามท้ายการทดลอง การอภิปรายผลการทดลอง และสรุปผลการทดลองได้ครบทุกหัวข้อตามที่กำหนดให้ และถูกต้อง
- 2 คะแนน หมายถึง มีความสามารถในการจัดทำรายงานผลการทดลองได้ โดยมีชื่อเรื่อง สมมติฐาน ตัวแปรที่ศึกษา ตารางบันทึกผลการทดลอง คำถามท้ายการทดลอง การอภิปรายผลการทดลอง และสรุปผลการทดลองได้บางหัวข้อตามที่กำหนดให้และถูกต้อง
- 1 คะแนน หมายถึง มีความสามารถในการจัดทำรายงานผลการทดลอง โดยมีชื่อเรื่อง สมมติฐาน ตัวแปรที่ศึกษา ตารางบันทึกผลการทดลอง คำถามท้ายการทดลอง การอภิปรายผลการทดลอง และสรุปผลการทดลองได้ไม่ครบทุกหัวข้อตามที่กำหนดให้ถูกต้องเป็นบางส่วน
- 0 คะแนน หมายถึง มีความสามารถในการจัดทำรายงานผลการทดลอง โดยมีชื่อเรื่อง สมมติฐาน ตัวแปรที่ศึกษา ตารางบันทึกผลการทดลอง คำถามท้ายการทดลอง การอภิปรายผลการทดลอง และสรุปผลการทดลองได้ไม่ครบทุกหัวข้อตามที่กำหนดให้ และไม่ถูกต้อง

แบบประเมินจิตวิทยาศาสตร์

ชื่อ.....นามสกุล.....ชั้น.....
กลุ่มที่.....โรงเรียน.....

คำชี้แจง

แบบประเมินจิตวิทยาศาสตร์ฉบับนี้ต้องการวัดจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งวัด 3 ด้าน คือ ความรับผิดชอบ ความซื่อสัตย์ และความมีเหตุผล โดยมีข้อความให้อ่าน เพื่อพิจารณานักเรียนมีลักษณะนิสัย ความรู้สึกหรือความประพฤติเหมือนกับข้อเท็จจริงในข้อความหรือไม่ มากน้อยเพียงใด ดังนั้นจึงไม่มีคำตอบที่ถูกหรือผิด เพราะแต่ละคนย่อมมีลักษณะนิสัย ความรู้สึกหรือแนวทางปฏิบัติที่ไม่เหมือนกัน

ในการพิจารณาแบบประเมินจิตวิทยาศาสตร์ มีลักษณะดังนี้

1. แบบประเมินจิตวิทยาศาสตร์ฉบับนี้มีทั้งหมดจำนวน 30 ข้อ ในแต่ละข้อจะมีข้อความให้อ่าน และมีช่องว่างให้พิจารณาเลือกตอบ 5 ช่อง
2. โปรดอ่านข้อความในแต่ละข้อ เมื่อพิจารณาเห็นว่า จะตอบในช่องใด ให้ทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องนั้น ตามความเป็นจริงของท่าน ใช้เวลา 30 นาที

ตัวอย่าง

ข้อความ	ระดับความรู้สึก				
	จริงมากที่สุด	จริงมาก	ไม่แน่ใจ	จริงน้อย	ไม่จริงเลย
0) รายงานผลทดลองอย่างซื่อสัตย์	✓				
00) มีความรับผิดชอบในการปฏิบัติการทดลอง				✓	

ข้อควรระวัง

1. พยายามตอบให้ตรงกับความเป็นจริงของท่านมากที่สุด
2. การตอบแบบประเมินจิตวิทยาศาสตร์แต่ละข้อ ให้เลือกตอบช่องใดช่องหนึ่งเพียงช่องเดียวเท่านั้น
3. โปรดตอบแบบประเมินจิตวิทยาศาสตร์ให้ครบทุกข้อ

ข้อที่	ข้อความ	ระดับความรู้สึก				
		จริงมากที่สุด	จริงมาก	ไม่แน่ใจ	จริงน้อย	ไม่จริงเลย
	ด้านความรับผิดชอบ					
1	เมื่อได้รับมอบหมายงาน จะทำงานอย่างเต็มความสามารถ	.....	.....	.....	.....	.....
2	การทำการทดลองจะรีบทำให้เสร็จโดยเร็ว ไม่ต้องคำนึงถึงผลการทดลองที่ได้ว่าจะผิดหรือถูก	.....	.....	.....	.....	.....
3	ถึงแม้ว่าจะมีเวลาในการทำการทดลองน้อย ก็จะพยายามหาเวลาว่างมาทำการทดลองให้ได้	.....	.....	.....	.....	.....
4	เมื่อผลการทดลองที่ได้ไม่ตรงกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทำให้หมดกำลังใจและจะไม่ทำการทดลองอีกต่อไป	.....	.....	.....	.....	.....
5	จะทำการทดลองทุกครั้ง เพราะเห็นว่า เป็นการศึกษาหาความรู้แม้ว่าจะมีความยุ่งยาก และใช้เวลานานก็ตาม	.....	.....	.....	.....	.....
6	การเขียนรายงานผลการทดลอง ไม่จำเป็นต้องค้นคว้าเพิ่มเติม	.....	.....	.....	.....	.....
7	ในการทดลองวิทยาศาสตร์ต้องรวบรวมข้อมูลให้สมบูรณ์ที่สุด	.....	.....	.....	.....	.....
8	การทดลองเป็นเรื่องที่น่าเบื่อหน่าย เพราะต้องเสียเวลาในการเตรียมอุปกรณ์ และสารเคมี	.....	.....	.....	.....	.....
9	หากเกิดความผิดพลาด เนื่องจากการใช้สารเคมี จะต้องเริ่มทำการทดลองใหม่ จนกว่าจะได้ผลการทดลองที่ถูกต้อง	.....	.....	.....	.....	.....
10	เมื่อพบว่าผลการทดลองไม่ตรงกับกลุ่มอื่น จึงเปลี่ยนแปลงผลการทดลองให้เหมือนกับกลุ่มอื่น ๆ ในห้อง	.....	.....	.....	.....	.....

ข้อที่	ข้อความ	ระดับความรู้สึก				
		จริงมากที่สุด	จริงมาก	ไม่แน่ใจ	จริงน้อย	ไม่จริงเลย
	ด้านความซื่อสัตย์					
11	ระหว่างปฏิบัติการทดลอง ผู้ปฏิบัติจะต้องมีความซื่อสัตย์ขณะปฏิบัติการทุกขั้นตอน	.....	.....	.....	.....	.....
12	การบันทึกผลการทดลอง มักจะมีการบันทึกข้อความเพิ่มเติมตามความคิดเห็นของผู้ทำการทดลอง	.....	.....	.....	.....	.....
13	การบันทึกผลการทดลอง ต้องบันทึกผลตามผลการทดลองที่สังเกตได้จริง	.....	.....	.....	.....	.....
14	เมื่อผลการทดลองบางส่วนแตกต่างจากผลที่คาดหวังก็จะปรับเปลี่ยนผลการทดลองเพื่อสะดวกในการนำเสนอข้อมูล	.....	.....	.....	.....	.....
15	การนำเสนอข้อมูล ต้องเสนอตามความเป็นจริง	.....	.....	.....	.....	.....
16	ความซื่อสัตย์ไม่ใช่ลักษณะนิสัยของนักวิทยาศาสตร์	.....	.....	.....	.....	.....
17	มีความภูมิใจในการนำเสนอข้อมูลผลการทดลองที่เป็นจริง แม้ว่าจะมีความผิดพลาดบ้างก็ตาม	.....	.....	.....	.....	.....
18	การนำผลงานของผู้อื่นมาแสดงเป็นผลงานของตนเองเป็นลักษณะของนักวิทยาศาสตร์ที่ดี	.....	.....	.....	.....	.....
19	บันทึกผลการทดลอง ในขณะที่ทำการทดลอง โดยไม่คัดลอกจากกลุ่มอื่น	.....	.....	.....	.....	.....
20	การตีความหมายข้อมูลจากผลการทดลอง ไม่ยึดผลการทดลองที่บันทึกได้	.....	.....	.....	.....	.....

ข้อที่	ข้อความ	ระดับความรู้สึก				
		จริงมากที่สุด	จริงมาก	ไม่แน่ใจ	จริงน้อย	ไม่จริงเลย
	ด้านความมีเหตุผล					
21	การสรุปผลการทดลอง จะใช้ข้อมูลที่รวบรวมได้จากการทดลองของตนเท่านั้น	.....	.....	.....	.....	.....
22	ให้ความสนใจกับการอภิปรายผลการทดลองที่ได้ของกลุ่มเพื่อนที่มีความแตกต่างไปจากกลุ่มอื่น ๆ	.....	.....	.....	.....	.....
23	ข้อสรุปที่บันทึกได้จากการทดลองเป็นสิ่งที่เชื่อถือได้มากที่สุด ไม่ต้องตรวจสอบกับข้อมูลของแหล่งอื่น	.....	.....	.....	.....	.....
24	การนำเสนอข้อมูลตามความเป็นจริง เป็นสิ่งที่ควรรับฟัง แม้ว่าจะไม่เกิดประโยชน์ต่อตนเองก็ตาม	.....	.....	.....	.....	.....
25	ผลการทดลองที่ได้ ไม่จำเป็นต้องสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้	.....	.....	.....	.....	.....
26	การสรุปผลการทดลอง จะต้องสอดคล้องกับผลการทดลองที่ได้ โดยสามารถอธิบายตามทฤษฎี	.....	.....	.....	.....	.....
27	การอภิปรายผลการทดลองของเพื่อนที่แตกต่างจากคนอื่น ๆ เป็นสิ่งที่ไม่น่าเชื่อถือ เพราะจะทำให้คนอื่นไขว้เขวได้	.....	.....	.....	.....	.....
28	สิ่งที่ทุกคนยอมรับ ควรพิสูจน์และทำการทดลอง ตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์	.....	.....	.....	.....	.....
29	การนำเสนอข้อมูลที่เป็นจริง แต่ไม่สอดคล้องกับคนอื่น ไม่น่าสนใจเพราะไม่เกิดประโยชน์ต่อส่วนรวม	.....	.....	.....	.....	.....
30	ผลการทดลองที่ได้ ควรสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้	.....	.....	.....	.....	.....

ภาคผนวก จ

- ตาราง แสดงคะแนนผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” ของนักเรียนก่อนเรียน และหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร”
- ตาราง แสดงคะแนนผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” ของนักเรียนหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร”
- ตาราง แสดงคะแนนผลการเรียนรู้ด้านความคิดเชิงสรุป โดยการทำแผนที่ความคิด (Mind Mapping) ของนักเรียนหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร”
- ตาราง แสดงคะแนนผลการเรียนรู้ด้านทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนขณะเรียนด้วยชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร”
- ตาราง แสดงคะแนนจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” (แยกเป็นรายด้าน)

ตาราง 21 แสดงคะแนนผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” ของนักเรียนก่อนเรียน และ
หลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร”

นักเรียน คนที่	คะแนนผลการเรียนรู้ด้านความรู้						รวมคะแนน		คะแนนเฉลี่ย	
	ด้านความรู้ - ความจำ		ด้านความเข้าใจ		ด้านการนำไปใช้					
	pre	post	pre	post	pre	post	pre	post	pre	post
1	3	6	3	7	5	4	11	17	3.67	5.67
2	1	9	4	11	1	3	6	23	2.00	7.67
3	1	10	4	10	3	4	8	24	2.67	8.00
4	3	10	4	8	4	3	11	21	3.67	7.00
5	1	9	3	9	3	5	7	23	2.33	7.67
6	2	8	4	8	2	3	8	19	2.67	6.33
7	5	9	6	6	4	4	15	19	5.00	6.33
8	4	10	5	11	3	7	12	28	4.00	9.33
9	4	10	3	8	4	5	11	23	3.67	7.67
10	5	10	5	8	3	3	13	21	4.33	7.00
11	7	9	6	8	2	4	15	21	5.00	7.00
12	2	6	2	7	4	5	8	18	2.67	6.00
13	5	10	4	9	3	3	12	22	4.00	7.33
14	5	7	4	8	2	3	11	18	3.67	6.00
15	6	8	4	5	4	4	14	17	4.67	5.67
16	3	8	3	6	4	3	10	17	3.33	5.67
17	2	9	2	6	1	5	5	20	1.67	6.67
18	4	11	3	11	3	4	10	26	3.33	8.67
19	7	10	4	7	3	4	14	21	4.67	7.00
20	3	10	5	10	5	4	13	24	4.33	8.00
21	5	10	3	10	5	6	13	26	4.33	8.67
22	0	7	6	7	3	6	9	20	3.00	6.67
23	6	7	4	7	2	3	12	17	4.00	5.67
24	5	9	4	11	1	5	10	25	3.33	8.33
25	5	6	2	8	3	6	10	20	3.33	6.67
รวม	94	218	97	206	77	106	268	530	89.33	176.67
เฉลี่ย	3.76	8.72	3.88	8.24	3.08	4.24	10.72	21.2	3.57	7.07
S.D.	1.94	1.49	1.17	1.76	1.19	1.16	2.70	3.15	0.90	1.05

ตาราง 22 แสดงคะแนนผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” ของนักเรียนหลังเรียนด้วย
ชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร”

นักเรียน คนที่	คะแนนผลการเรียนรู้ด้านความรู้			รวม คะแนน	คะแนน เฉลี่ย	ร้อยละ
	ด้านความรู้ - ความจำ	ด้านความเข้าใจ	ด้านการนำไปใช้			
1	6	7	4	17	5.67	56.67
2	9	11	3	23	7.67	76.67
3	10	10	4	24	8.00	80.00
4	10	8	3	21	7.00	70.00
5	9	9	5	23	7.67	76.67
6	8	8	3	19	6.33	63.33
7	9	6	4	19	6.33	63.33
8	10	11	7	28	9.33	93.33
9	10	8	5	23	7.67	76.67
10	10	8	3	21	7.00	70.00
11	9	8	4	21	7.00	70.00
12	6	7	5	18	6.00	60.00
13	10	9	3	22	7.33	73.33
14	7	8	3	18	6.00	60.00
15	8	5	4	17	5.67	56.67
16	8	6	3	17	5.67	56.67
17	9	6	5	20	6.67	66.67
18	11	11	4	26	8.67	86.67
19	10	7	4	21	7.00	70.00
20	10	10	4	24	8.00	80.00
21	10	10	6	26	8.67	86.67
22	7	7	6	20	6.67	66.67
23	7	7	3	17	5.67	56.67
24	9	11	5	25	8.33	83.33
25	6	8	6	20	6.67	66.67
รวม	218	206	106	530	176.67	1766.69
เฉลี่ย	8.72	8.24	4.24	21.2	7.07	70.66
S.D.	1.49	1.76	1.16	3.15	1.05	10.49

ตาราง 23 (ต่อ)

นักเรียน คนที่	คะแนนที่ได้จากทำแผนที่ความคิด เรื่อง							รวมคะแนน (21 คะแนน)	เฉลี่ย
	สมบัติทางกายภาพของสาร (3 คะแนน)	สมบัติทางเคมีของสาร (3 คะแนน)	การกรองสาร (3 คะแนน)	การตกตะกอน (3 คะแนน)	การระเหิด (3 คะแนน)	แฉมพู น้ำยาล้างจาน และผงซักฟอก ทำความสะอาดได้อย่างไร (3 คะแนน)	การทดสอบสารบอแรกซ์ในสารปรุงแต่ง อาหารและอาหาร (3 คะแนน)		
24	3	3	3	3	3	3	3	21	3.00
25	2	3	2	2	2	2	1	14	2.00
รวม	66	68	67	69	65	61	62	458	65.43
เฉลี่ย	2.64	2.72	2.68	2.76	2.6	2.44	2.48	18.32	2.62
S.D.	0.57	0.46	0.63	0.52	0.76	0.71	0.71	3.31	0.47

ตาราง 24 แสดงคะแนนผลการเรียนรู้ด้านทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนขณะเรียนด้วย
ชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารและสมบัติของสาร (แยกเป็นรายด้าน)

นักเรียน คนที่	ด้านที่ 1 เทคนิคการทดลอง							รวม คะแนน	คะแนน เฉลี่ย	คิดเป็น ร้อยละ
	1*	2*	3*	4*	5*	6*	7*			
1	2.44	2.78	2.71	2.67	2.69	2.67	2.67	18.63	2.66	88.71
2	3.00	2.94	2.76	2.78	2.39	2.50	2.63	19.00	2.71	90.48
3	2.94	2.61	2.73	2.83	3.00	2.75	3.00	19.86	2.84	94.57
4	3.00	2.89	2.62	2.89	2.86	2.97	2.96	20.19	2.88	96.14
5	3.00	2.94	2.87	2.94	2.81	2.94	3.00	20.50	2.93	97.62
6	2.67	2.56	2.71	2.67	2.97	2.72	2.79	19.09	2.73	90.90
7	2.33	2.72	2.73	3.00	2.97	2.83	2.96	19.54	2.79	93.05
8	2.33	2.33	2.36	2.61	2.61	2.39	2.42	17.05	2.44	81.19
9	3.00	2.94	2.67	3.00	2.94	2.94	3.00	20.49	2.93	97.62
10	2.44	2.39	2.49	3.00	2.47	2.69	2.67	18.15	2.59	86.43
11	2.78	2.44	2.62	2.72	2.67	2.94	3.00	19.17	2.74	91.29
12	2.5	2.72	2.56	2.33	2.67	2.69	2.96	18.43	2.63	87.76
13	2.94	2.89	2.87	2.89	2.56	2.92	2.96	20.03	2.86	95.38
14	2.94	2.94	2.76	3.00	2.58	2.75	2.83	19.80	2.83	94.29
15	2.89	2.89	2.73	3.00	2.64	2.89	2.96	20.00	2.86	95.33
16	2.11	2.61	2.49	2.56	2.53	2.67	2.58	17.55	2.51	83.57
17	2.44	2.56	2.6	2.5	2.58	2.78	2.42	17.88	2.55	85.00
18	2.28	2.67	2.51	2.78	2.53	2.67	2.58	18.02	2.57	85.81
19	2.83	2.39	2.58	2.72	2.42	2.81	2.54	18.29	2.61	87.10
20	2.22	2.56	1.98	1.94	2.44	2.50	2.75	16.39	2.34	78.05
21	2.22	2.56	2.51	2.5	2.11	2.42	2.58	16.90	2.41	80.48
22	2.61	2.78	2.73	2.83	2.86	2.89	3.00	19.70	2.81	93.81
23	2.89	2.94	2.64	3.00	2.69	2.86	3.00	20.02	2.86	95.33
24	2.44	2.56	2.47	2.61	2.47	2.50	2.54	17.59	2.51	83.76
25	2.67	2.39	2.60	2.5	2.61	2.75	2.63	18.15	2.59	86.43
คะแนนเฉลี่ย	2.63	2.68	2.60	2.73	2.64	2.73	2.77	18.82	2.68	89.61
S.D	0.29	0.20	0.18	0.25	0.21	0.17	0.20	0.22		
คิดเป็นร้อยละ	87.67	77.67	86.67	91.00	88.00	91.00	92.33	89.62		

หมายเหตุ 1* หมายถึง สมบัติทางกายภาพของสาร , 2* หมายถึง สมบัติทางเคมีของสาร ,3* หมายถึง การกรองสาร ,4* หมายถึง การตกตะกอน , 5* หมายถึง การระเหิด , 6* หมายถึง แชนพูน น้ำยาล้างจาน และผงซักฟอกทำความสะอาดได้อย่างไร และ 7* หมายถึง การทดสอบสารบอแรกซ์ในสารปรุงแต่งอาหารและอาหาร

ตาราง 24 (ต่อ)

นักเรียน คนที่	ด้านที่ 2 ความคล่องแคล่วในการทดลอง							รวม คะแนน	คะแนน เฉลี่ย	คิดเป็น ร้อยละ
	1*	2*	3*	4*	5*	6*	7*			
1	2.67	1.67	2.00	2.00	2.00	2.67	2.00	15.01	2.14	71.33
2	2.33	2.67	2.00	2.33	2.33	2.33	1.67	15.66	2.24	74.67
3	3.00	2.33	3.00	2.33	2.67	2.00	2.67	18.00	2.57	85.71
4	3.00	3.00	2.67	2.67	2.33	2.00	2.33	18.00	2.57	85.71
5	2.67	2.67	3.00	2.67	2.33	2.00	2.33	17.67	2.52	84.14
6	2.33	2.00	2.33	2.00	2.67	2.33	2.00	15.66	2.24	74.67
7	2.00	2.33	3.00	2.33	2.67	2.00	2.00	16.33	2.33	77.76
8	2.00	2.00	2.67	2.33	2.33	2.33	2.33	15.99	2.28	76.14
9	2.33	2.67	2.33	2.33	2.00	2.00	2.67	16.33	2.33	77.76
10	2.33	2.00	2.33	2.00	2.33	2.00	2.00	14.99	2.14	71.33
11	2.00	2.33	2.33	2.00	2.00	2.33	2.00	14.99	2.14	71.33
12	1.67	1.67	2.00	2.00	2.33	2.33	2.00	14.00	2.00	66.67
13	2.33	2.33	2.00	2.33	2.33	2.00	2.33	15.65	2.24	74.67
14	3.00	2.67	2.67	2.33	2.33	2.67	2.67	18.34	2.62	89.00
15	2.33	2.00	2.00	2.00	2	2.67	2.00	15.00	2.14	71.33
16	2.00	2.33	2.33	2.33	1.67	2.00	2.33	14.99	2.14	71.33
17	2.00	2.00	2.00	2.00	1.67	2.33	2.00	14.00	2.00	66.67
18	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	14.00	2.00	66.67
19	2.00	2.33	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	14.33	2.05	68.33
20	2.33	2.00	1.67	1.67	2.00	2.00	2.00	13.67	1.95	65.00
21	1.67	2.00	2.33	1.67	2.33	1.67	2.00	13.67	1.95	65.00
22	2.00	2.33	2.67	2.33	3.00	2.67	2.67	17.67	2.52	84.00
23	2.00	2.33	2.33	2.67	2.00	2.67	2.33	16.33	2.33	77.76
24	2.33	2.33	2.00	2.33	2.33	2.33	2.33	15.98	2.28	76.00
25	2.33	2.00	2.33	2.33	2.00	2.00	2.00	14.99	2.14	71.33
คะแนนเฉลี่ย	2.27	2.24	2.32	2.20	2.23	2.21	2.19	15.65	2.23	74.33
S.D	0.37	0.33	0.37	0.27	0.31	0.29	0.27	0.22		
คิดเป็นร้อยละ	75.67	74.67	77.33	73.33	74.33	73.67	73.00	74.52		

หมายเหตุ 1* หมายถึง สมบัติทางกายภาพของสาร , 2* หมายถึง สมบัติทางเคมีของสาร ,3* หมายถึง การกรองสาร ,4* หมายถึง การตกตะกอน , 5* หมายถึง การระเหิด , 6* หมายถึง แฉมฟู น้ำยาล้างจาน และผงซักฟอกทำความสะอาดได้อย่างไร และ 7* หมายถึง การทดสอบสารบอแรกซ์ในสารปรุงแต่งอาหารและอาหาร

ตาราง 24 (ต่อ)

นักเรียน คนที่	ด้านที่ 3 ความมีระเบียบในการทดลอง							รวม คะแนน	คะแนน เฉลี่ย	คิดเป็น ร้อยละ
	1*	2*	3*	4*	5*	6*	7*			
1	2.67	2.33	2.33	2.33	2.33	2.67	2.33	16.99	2.43	81.00
2	2.67	2.00	2.67	2.33	3.00	2.00	3.00	17.67	2.52	84.00
3	2.33	2.67	3.00	3.00	2.67	3.00	2.67	19.34	2.76	92.00
4	2.67	3.00	3.00	3.00	2.67	3.00	2.67	20.01	2.86	95.33
5	2.33	2.67	3.00	3.00	2.67	2.67	2.67	19.01	2.72	90.67
6	2.33	2.67	3.00	3.00	2.67	2.67	2.67	19.01	2.72	90.67
7	2.33	2.67	3.00	2.67	2.33	3.00	2.67	18.67	2.67	89.00
8	2.33	2.33	2.67	2.33	2.00	2.67	2.00	16.33	2.33	77.67
9	2.33	2.67	3.00	2.67	2.00	2.67	2.67	18.01	2.57	85.67
10	2.67	2.67	2.33	2.33	2.33	2.00	2.00	16.33	2.33	77.67
11	1.67	1.33	2.67	2.33	2.33	2.33	2.33	14.99	2.14	71.33
12	2.33	2.00	2.00	2.33	2.33	2.33	2.00	15.32	2.19	73.00
13	2.00	2.67	3.00	3.00	2.67	2.67	2.67	18.68	2.67	89.00
14	2.33	3.00	2.67	2.67	1.67	3.00	2.67	18.01	2.57	85.67
15	2.00	3.00	3.00	2.00	2.00	2.67	2.67	17.34	2.48	82.67
16	1.67	2.33	2.00	2.00	2.00	2.67	2.33	15.00	2.14	71.33
17	2.33	2.67	2.67	3.00	2.00	2.33	2.67	17.67	2.52	84.00
18	2.33	2.33	2.33	2.33	1.67	2.33	2.00	15.32	2.19	73.00
19	2.00	2.33	2.67	2.00	2.33	2.00	2.33	15.66	2.24	74.67
20	2.00	2.67	2.33	1.67	2.00	2.33	3.00	16.00	2.29	76.33
21	2.33	2.33	2.33	2.33	2.33	2.67	1.67	15.99	2.28	76.00
22	2.00	2.67	2.67	2.67	2.67	3.00	3.00	18.68	2.67	89.00
23	2.33	2.67	2.33	2.67	2.00	2.33	2.67	17.00	2.43	81.00
24	2.33	2.33	2.33	2.67	2.67	3.00	2.33	17.66	2.52	84.00
25	2.67	2.33	2.00	2.67	2.00	2.67	2.33	16.67	2.38	79.33
คะแนนเฉลี่ย	2.28	2.49	2.60	2.52	2.29	2.59	2.48	17.25	2.46	82.00
S.D	0.28	0.36	0.35	0.37	0.35	0.32	0.35	1.46		
คิดเป็นร้อยละ	76.00	83.00	86.67	84.00	76.33	86.33	82.67	82.14		

หมายเหตุ 1* หมายถึง สมบัติทางกายภาพของสาร , 2* หมายถึง สมบัติทางเคมีของสาร ,3* หมายถึง การกรองสาร ,4* หมายถึง การตกตะกอน , 5* หมายถึง การระเหิด , 6* หมายถึง แสมพู่ น้ำยาล้างจาน และผงซักฟอกทำความสะอาดได้อย่างไร และ 7* หมายถึง การทดสอบสารบอแรกซ์ในสารปรุงแต่งอาหารและอาหาร

ตาราง 24 (ต่อ)

นักเรียน คนที่	ด้านที่ 4 รายงานผลการทดลอง							รวม คะแนน	คะแนน เฉลี่ย	คิดเป็น ร้อยละ
	1*	2*	3*	4*	5*	6*	7*			
1	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.33	2.00	14.33	2.05	68.33
2	2.00	2.33	2.33	2.00	2.00	2.33	2.00	14.99	2.14	71.33
3	3.00	2.67	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	15.67	2.24	74.67
4	2.33	3.00	2.33	2.67	2.33	2.67	2.67	18.00	2.57	85.67
5	2.00	2.00	2.67	2.67	2.33	2.67	2.00	16.34	2.33	77.67
6	2.33	2.33	2.33	2.33	2.33	2.00	2.33	15.98	2.28	76.00
7	2.67	2.33	2.33	2.67	2.33	2.67	2.67	17.67	2.52	84.00
8	1.67	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.33	14.00	2.00	66.67
9	2.33	3.00	2.67	2.67	2.33	2.67	2.33	18.00	2.57	85.67
10	2.33	2.00	2.00	2.33	2.00	2.00	2.00	14.66	2.09	69.67
11	2.00	2.00	2.33	1.33	2.67	2.67	2.00	15.00	2.14	71.33
12	1.67	1.33	1.33	1.33	1.67	2.00	2.00	11.33	1.62	54.00
13	2.00	2.00	2.33	2.00	2.00	2.67	2.00	15.00	2.14	71.33
14	3.00	2.67	2.67	2.33	2.00	2.33	2.33	17.33	2.48	82.67
15	1.67	2.00	2.00	2.33	2.00	2.33	2.00	14.33	2.05	68.33
16	1.67	2.00	2.00	2.00	1.33	2.33	2.00	13.33	1.90	63.33
17	2.00	2.33	2.67	2.33	2.00	2.33	2.67	16.33	2.33	77.67
18	2.33	2.00	2.00	2.00	1.67	2.33	2.00	14.33	2.05	68.33
19	2.00	2.00	2.00	2.00	1.67	2.00	2.00	13.67	1.95	65.00
20	2.33	2.00	1.33	1.33	2.00	2.33	2.33	13.65	1.95	65.00
21	2.00	2.00	1.67	2.00	1.67	1.67	2.00	13.01	1.86	62.00
22	2.33	2.67	2.00	2.33	3.00	2.67	2.67	17.67	2.52	84.00
23	2.33	2.33	2.33	2.33	2.67	2.67	2.67	17.33	2.48	82.67
24	2.00	1.67	2.33	2.33	2.00	2.00	2.33	14.66	2.09	69.67
25	2.33	1.67	2.00	2.00	2.33	2.33	2.00	14.66	2.09	69.67
คะแนนเฉลี่ย	2.17	2.17	2.15	2.13	2.09	2.32	2.21	15.25	2.18	72.67
S.D	0.36	0.40	0.36	0.39	0.37	0.30	0.27	0.22		
คิดเป็นร้อยละ	72.33	72.33	71.67	71.00	69.67	77.33	73.67	72.62		

หมายเหตุ 1* หมายถึง สมบัติทางกายภาพของสาร , 2* หมายถึง สมบัติทางเคมีของสาร ,3* หมายถึง การกรองสาร ,4* หมายถึง การตกตะกอน , 5* หมายถึง การระเหิด , 6* หมายถึง แฉมฟู น้ำยาล้างจาน และผงซักฟอกทำความสะอาดได้อย่างไร และ 7* หมายถึง การทดสอบสารบอแรกซ์ในสารปรุงแต่งอาหารและอาหาร

ตาราง 25 แสดงคะแนนจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์
เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” (แยกเป็นรายด้าน)

นักเรียน คนที่	ด้านความรับผิดชอบ (ข้อที่)										รวม คะแนน	คะแนน เฉลี่ย
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	4	2	5	5	4	1	5	3	5	2	36	3.60
2	4	3	5	3	4	3	4	5	4	5	40	4.00
3	4	4	4	4	3	5	5	4	3	4	40	4.00
4	4	4	5	5	4	2	5	4	4	4	41	4.10
5	5	5	4	3	5	4	5	5	4	4	44	4.40
6	5	2	4	5	5	3	3	4	5	2	38	3.80
7	4	5	3	5	5	3	4	5	3	3	40	4.00
8	4	5	4	4	5	5	5	5	5	5	47	4.70
9	4	5	4	5	5	5	4	5	5	4	46	4.60
10	4	3	4	4	3	4	5	5	4	4	40	4.00
11	5	4	3	5	4	5	5	5	5	4	45	4.50
12	4	4	3	4	4	4	4	5	4	3	39	3.90
13	4	4	4	5	4	4	4	5	4	3	41	4.10
14	3	5	4	5	4	3	4	5	4	5	42	4.20
15	4	5	5	4	4	4	5	5	5	5	46	4.60
16	4	5	2	4	4	5	4	5	3	3	39	3.90
17	4	4	3	4	5	4	5	3	5	3	40	4.00
18	5	4	4	5	4	4	5	5	4	4	44	4.40
19	5	4	4	4	5	4	5	4	5	4	44	4.40
20	4	4	3	4	4	4	4	4	4	5	40	4.00
21	5	3	5	3	5	3	5	5	4	3	41	4.10
22	4	4	5	4	5	4	4	5	3	5	43	4.30
23	4	4	3	5	5	4	4	5	4	4	42	4.20
24	4	3	4	3	3	5	4	4	4	5	39	3.90
25	3	4	4	5	4	5	4	5	4	4	42	4.20
รวม	104	99	98	107	107	97	111	115	104	97	1039	103.90
เฉลี่ย	4.16	3.96	3.92	4.28	4.28	3.88	4.44	4.60	4.16	3.88	41.56	4.156
S.D.	0.55	0.89	0.81	0.74	0.68	1.01	0.58	0.65	0.69	0.93	2.74	0.27

ตาราง 25 (ต่อ)

นักเรียน คนที่	ด้านความซื่อสัตย์ (ข้อที่)										รวม	คะแนน เฉลี่ย
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	คะแนน	
1	5	2	4	1	5	5	4	5	5	2	38	3.80
2	4	4	3	3	4	5	3	3	4	4	37	3.70
3	4	4	5	3	4	5	3	5	3	4	40	4.00
4	5	5	5	4	5	4	4	5	4	5	46	4.60
5	5	5	4	4	5	5	4	5	3	4	44	4.40
6	4	3	5	4	5	5	5	3	3	3	40	4.00
7	5	3	4	2	4	5	3	3	5	3	37	3.70
8	5	5	4	5	4	5	5	5	3	4	45	4.50
9	5	5	5	4	4	5	4	5	4	4	45	4.50
10	3	4	5	4	4	5	4	5	5	4	43	4.30
11	5	2	5	2	5	5	4	5	5	4	42	4.20
12	5	4	4	4	4	5	4	4	4	3	41	4.10
13	5	4	3	4	5	5	4	5	3	4	42	4.00
14	4	4	3	4	4	5	4	5	4	4	41	4.10
15	4	3	4	4	5	5	4	5	5	4	43	4.30
16	4	4	4	3	4	4	4	4	3	3	37	3.70
17	5	3	4	5	3	3	4	5	4	4	40	4.00
18	4	4	3	4	5	3	4	3	5	4	39	3.90
19	4	4	5	4	5	5	4	5	5	4	45	4.50
20	5	4	5	4	4	5	4	5	4	3	43	4.30
21	5	5	3	2	5	2	5	5	3	5	40	4.00
22	4	4	4	4	5	5	5	4	2	4	41	4.10
23	5	3	5	3	5	3	4	5	4	5	42	4.20
24	4	5	4	2	5	5	4	5	4	5	43	4.30
25	4	3	5	4	5	3	5	5	5	3	42	4.20
รวม	112	96	105	87	113	112	102	114	99	96	1036	103.40
เฉลี่ย	4.48	3.84	4.20	3.48	4.52	4.48	4.08	4.56	3.96	3.84	41.44	4.14
S.D.	0.59	0.9	0.76	1.00	0.59	0.92	0.57	0.77	0.89	0.75	2.60	0.26

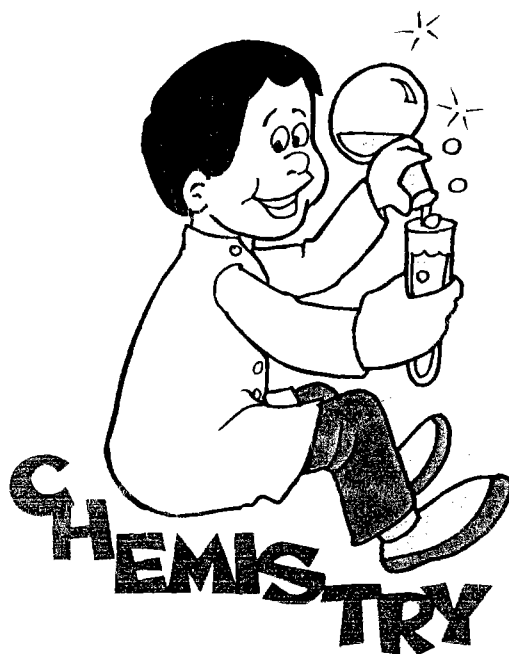
ตาราง 25 (ต่อ)

นักเรียน คนที่	ด้านความมีเหตุผล (ข้อที่)										รวม คะแนน	คะแนน เฉลี่ย
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	2	4	1	4	3	2	2	5	2	4	29	2.90
2	4	3	4	3	4	4	3	3	5	5	38	3.80
3	3	4	5	4	5	3	4	4	3	5	40	4.00
4	4	4	5	3	4	5	4	5	5	5	44	4.40
5	4	3	4	4	5	5	4	4	4	5	42	4.20
6	3	5	4	4	5	5	3	4	5	5	43	4.30
7	4	4	3	4	5	5	3	5	3	5	41	4.10
8	3	5	5	5	4	5	5	5	4	5	46	4.60
9	4	3	5	4	5	5	4	5	4	5	44	4.40
10	4	3	5	5	3	3	4	4	5	5	41	4.10
11	3	4	2	4	4	5	4	4	5	5	40	4.00
12	4	3	4	5	4	5	4	4	4	5	42	4.20
13	3	4	4	3	5	5	3	5	4	5	41	4.10
14	3	4	4	4	5	4	3	4	3	5	39	3.90
15	4	4	5	5	4	5	4	4	5	5	45	4.50
16	3	4	4	4	4	5	4	4	3	4	39	3.90
17	3	4	4	3	4	5	5	4	4	5	41	4.10
18	3	5	4	5	5	4	4	3	3	4	40	4.00
19	3	4	4	4	4	5	3	5	3	5	40	4.00
20	3	4	5	4	5	5	4	5	4	5	44	4.40
21	3	3	4	5	4	5	3	5	3	5	40	4.00
22	4	4	4	4	5	4	4	4	4	5	42	4.20
23	4	3	4	4	3	5	4	5	3	5	40	4.00
24	4	4	5	4	3	4	5	4	5	5	43	4.30
25	3	4	3	4	4	4	3	5	3	5	38	3.80
รวม	85	96	101	102	106	112	93	109	96	122	1022	102.20
เฉลี่ย	3.4	3.84	4.04	4.08	4.24	4.48	3.72	4.36	3.84	4.88	40.88	4.09
S.D.	0.58	0.62	0.98	0.64	0.72	0.82	0.74	0.64	0.9	0.33	3.26	0.33

ภาคผนวก จ

- ชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร”
- คู่มือครูประกอบการสอนชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร”

ชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร”



พัฒนาโดย

นางสาวอภิญญา เคนบุปผา

ชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการทำปริญญานิพนธ์
เรื่อง การพัฒนาชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์
เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

คณะกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์
รองศาสตราจารย์ ดร.ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์
อาจารย์ ดร.สมปรารถนา วงศ์บุญหนัก
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์

เรื่อง

สมบัติของสาร



คำแนะนำในการใช้ชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์

การใช้ชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” มีข้อควรปฏิบัติและทำความเข้าใจดังนี้

1. ชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” พัฒนาขึ้น เพื่อใช้ในการเรียนการสอนในสาระการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์ สาระที่ 3 เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” ช่วงชั้นที่ 2 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติกิจกรรมการทดลองด้วยตนเอง รวมทั้งปลูกฝังจิตวิทยาศาสตร์ให้กับผู้เรียน และสามารถนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน
2. ระยะเวลาที่ใช้ในการเรียนการสอนด้วยชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์นี้ ใช้เวลา รวมทั้งสิ้น 14 คาบ ๆ ละ 50 นาที
3. ชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์นี้เหมาะสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
4. ผู้สอนที่จะใช้ชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์นี้ ควรเป็นครู – อาจารย์ที่ทำการสอนในสาระการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์
5. ชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” ควรใช้ควบคู่กับเอกสารประกอบชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ ดังนี้
 - 5.1 คู่มือครูประกอบการสอนชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร”
 - 5.2 แบบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร”
 - 5.3 แบบวัดผลการเรียนรู้ด้านความคิดเชิงสรุป
 - 5.4 แบบวัดผลการเรียนรู้ด้านทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์
 - 5.5 แบบประเมินจิตวิทยาศาสตร์
6. ควรดำเนินการสอนโดยเรียงจากชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง สมบัติของสาร การแยกสารที่สถานะแตกต่างกัน สารเคมีที่ใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน และ การเปลี่ยนแปลงของสาร และ ผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตตามลำดับ
7. สารตัวอย่างที่ใช้ในแต่ละกิจกรรมการทดลองสามารถปรับเปลี่ยนได้ตามบริบทของโรงเรียน และท้องถิ่น

ใบความรู้ เรื่อง “สมบัติทางกายภาพของสาร”

สมบัติของสาร

หมายถึง ลักษณะเฉพาะตัวของสารแต่ละชนิดที่สามารถบ่งบอกว่าสารชนิดนั้นคืออะไร ซึ่งสารแต่ละชนิดจะมีสมบัติของสารที่สังเกตเห็นได้หลายประการ เช่น สี กลิ่น รส สถานะเนื้อสาร ฯลฯ แต่สมบัติบางประการของสารต้องใช้เครื่องมือในการสังเกตจึงจะทราบ เช่น ความสามารถในการละลาย ความเป็นกรด – เบส จุดหลอมเหลว จุดเดือด ความหนาแน่น ฯลฯ เมื่อสารแต่ละชนิดมีสมบัติหลายประการ ดังนั้นสมบัติบางประการของสารชนิดหนึ่งอาจเหมือนกับสารชนิดอื่นก็ได้ แต่จะมีสมบัติบางประการที่เป็นสมบัติเฉพาะตัวแตกต่างจากสารอื่น เช่น น้ำเป็นของเหลวใส ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น จุดเดือด 100 องศาเซลเซียส ส่วนเอทานอลเป็นของเหลวใส ไม่มีสี มีกลิ่นฉุน มีจุดเดือด 78.5 องศาเซลเซียส ดังนั้นสมบัติเฉพาะตัวของเอทานอลที่แตกต่างจากน้ำ คือ มีกลิ่นฉุน และมีจุดเดือด 78.5 องศาเซลเซียส

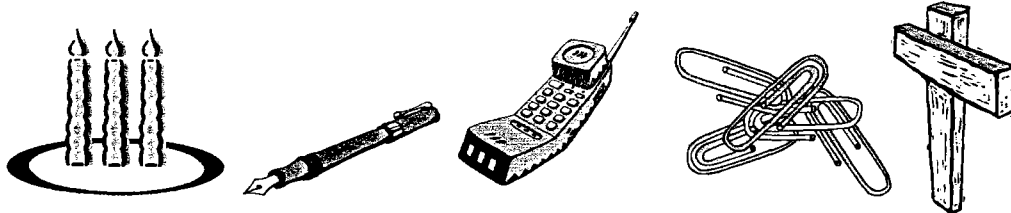
สมบัติทางกายภาพ

คือ คุณสมบัติที่สังเกตเห็นได้จากภายนอก เช่น สถานะ สี กลิ่น และการจม - การลอยน้ำ หรือความหนาแน่น เป็นต้น ดังรายละเอียดต่อไปนี้

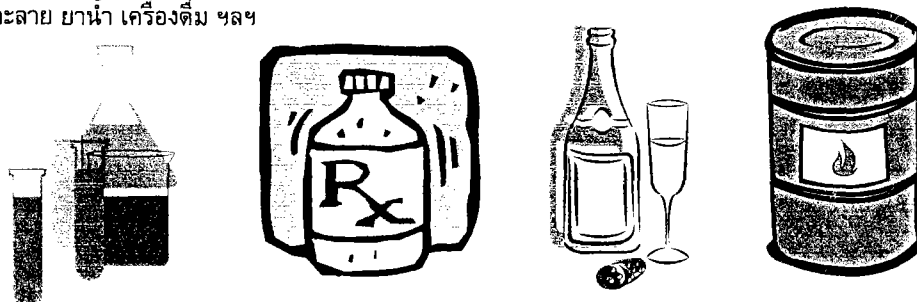
1. สถานะ

สารเคมีที่เราพบเห็นในชีวิตประจำวัน แบ่งออกเป็น 3 สถานะ คือ ของแข็ง ของเหลว และก๊าซ

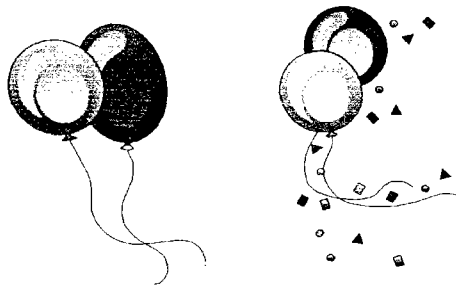
1.1 สารเคมีที่อยู่ในสถานะของแข็ง จะมีรูปร่างคงที่ มีปริมาตรคงที่เมื่ออยู่ในสภาวะปกติ โมเลกุลของสารจะอยู่ชิดติดกัน ได้แก่ ไม้ เทียน ปากกา โทรศัพท์ ลวดเสียบกระดาด ฯลฯ



1.2 สารเคมีที่อยู่ในสถานะของเหลว จะมีรูปร่างไม่คงที่ คือจะเปลี่ยนรูปร่างไปตามภาชนะที่บรรจุ มีปริมาตรคงที่และสามารถไหลได้ โมเลกุลของสารจะอยู่ห่างกันมากกว่าของแข็ง ได้แก่ น้ำมัน สารละลาย ยาน้ำ เครื่องดื่ม ฯลฯ



1.3 สารเคมีที่อยู่ในสถานะก๊าซ จะมีรูปร่างไม่คงที่ จะเปลี่ยนรูปร่างไปตามภาชนะที่บรรจุ มีปริมาตรไม่คงที่ คือจะมีปริมาตรเท่ากับภาชนะที่บรรจุ โมเลกุลของสารจะอยู่ห่างกันมากที่สุดและเคลื่อนที่ได้ อย่างอิสระ ได้แก่ ออกซิเจน คาร์บอนไดออกไซด์ ก๊าซที่บรรจุในลูกโป่ง ฯลฯ



2. สี

สารเคมีที่พบเห็นก็มีสีสันทันที่แตกต่างกัน บางชนิดอาจไม่มีสี เช่น คาร์บอนไดออกไซด์ ออกซิเจน บางชนิดเป็นสีขาว เช่น น้ำตาลทราย เกลือ แป้งมัน บางชนิดเป็นสีดำ เช่น ถ่านหุงข้าว เป็นต้น



3. กลิ่น

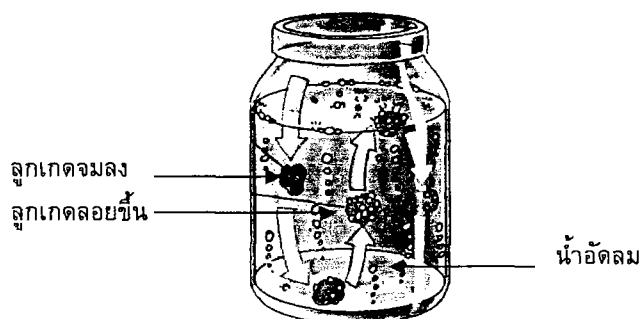
สารเคมีที่พบเห็นในชีวิตประจำวันของเรานั้น มีมากมายหลายชนิด โดยแต่ละชนิดจะมี กลิ่นเฉพาะตัวของแต่ละสาร เช่น น้ำมันหอมระเหย น้ำมันเบนซิน สบู่ ผงซักฟอก น้ำยาล้างจาน ฯลฯ บางชนิดไม่มีกลิ่น เช่น น้ำกลั่น ฯลฯ



4. การจม-การลอยน้ำ หรือ ความหนาแน่น

การลอย

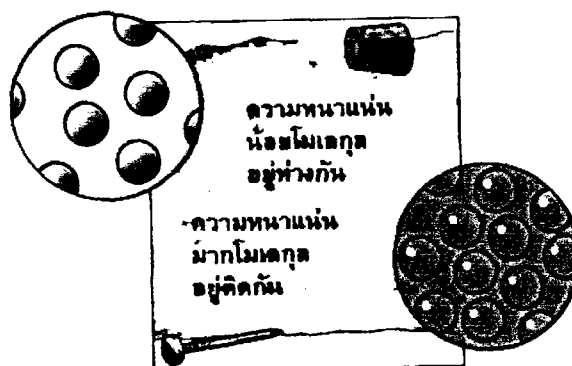
วัตถุบางชนิด เช่น ก้อนหิน จะจมน้ำเสมอเพราะก้อนหินหนักกว่า การเปรียบเทียบมวลต่อปริมาตรของวัตถุใด ๆ เรียกว่า “ ความหนาแน่น ” ดังรูป



จากภาพเป็นการทดลองการจม-การลอยของลูกเกดในน้ำอัดลม โดยระยะแรก ลูกเกดจะจมลง แล้วเกิดฟองจากอากาศที่ถูกเก็บไว้ในร่องของลูกเกด ทำให้ลูกเกดเหล่านั้นลอยตัวขึ้น เพราะลูกเกดที่มีฟองอากาศเกาะมีความหนาแน่นน้อยกว่าน้ำอัดลม เมื่อลอยขึ้นมาอยู่ผิวบน ซึ่งเต็มไปด้วยอากาศ ฟองอากาศหลุดออกไปจากลูกเกด ทำให้ลูกเกดมีความหนาแน่นมากกว่าลูกเกดจึงจมลงไปอีก

ทำไมวัตถุจึงมีความหนาแน่นต่างกัน

ในวัตถุที่มีความหนาแน่นน้อย เช่น จุกคอร์ก แต่ละโมเลกุลอยู่ห่างกันมาก มีช่องว่างระหว่างโมเลกุลมาก แต่ในเหล็กมีความหนาแน่นมาก โมเลกุลอยู่ชิดกันมาก ถ้าใส่จุกคอร์กและชิ้นเหล็กที่มีขนาดเท่ากันลงไปในน้ำ จุกคอร์กจะลอยน้ำ แต่ชิ้นเหล็กจะจมน้ำ ดังรูป



กิจกรรมการทดลองที่ 1

เรื่อง “สมบัติทางกายภาพของสาร”

สาระสำคัญ

สารเป็นสิ่งที่มีความคงตัว ต้องการที่อยู่ สัมผัสได้ สารมีอยู่มากมาย แต่ละชนิดมีสถานะ สี กลิ่น และการจมน้ำ การลอยน้ำ เรียกว่า “สมบัติทางกายภาพ”

จุดประสงค์การทดลอง

1. อธิบายสมบัติทางกายภาพของสารได้
2. ทดลองและสรุปสมบัติทางกายภาพของสารชนิดต่าง ๆ ได้

เวลาที่ใช้ในการทดลอง 100 นาที

อุปกรณ์และสารเคมี (ต่อกลุ่ม)

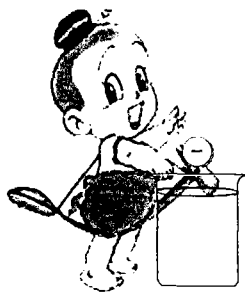
- | | | |
|---|----------|-------------------|
| 1. เหรียญบาท | จำนวน 1 | เหรียญ |
| 2. ตะปู | จำนวน 1 | อัน |
| 3. ลวดเสียบกระดาษ | จำนวน 3 | อัน |
| 4. ยางรัดของ | จำนวน 1 | เส้น |
| 5. น้ำมันพืช | จำนวน 10 | ลูกบาศก์เซนติเมตร |
| 6. น้ำมันเบนซิน | จำนวน 10 | ลูกบาศก์เซนติเมตร |
| 7. โฟม | จำนวน 1 | ชิ้น |
| 8. เนย | จำนวน 1 | ช้อนเบอร์ 2 |
| 9. หลอดหยดสาร | จำนวน 2 | อัน |
| 10. บีกเกอร์ ขนาด 250 ลูกบาศก์เซนติเมตร | จำนวน 8 | ใบ |
| 11. สารอื่นๆ ที่นักเรียนเตรียมมาทดลอง | | |

วิธีทำการทดลอง

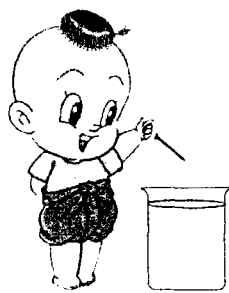
1. เตรียมสารตัวอย่างต่อไปนี้ เหยือกบาท ตะปู ลวดเสียบกระดาษ ยางรัดของ น้ำมันพืช น้ำมันเบนซิน โฟม และเนย แล้วบันทึกผลการสังเกตลงในตารางบันทึกผลการทดลอง ดังรูป



1. นำสารตัวอย่างแต่ละชนิดจากข้อ 1 มาทดสอบการจม – การลอยน้ำของสาร โดยการใส่ลงใน บีกเกอร์ ที่มีน้ำ 200 ลูกบาศก์เซนติเมตร ส่วนน้ำมันพืชและน้ำมันเบนซิน ใช้ชนิดละ 10 หยด สังเกตและบันทึกผลการทดลอง ดังรูป



เหยือกบาท



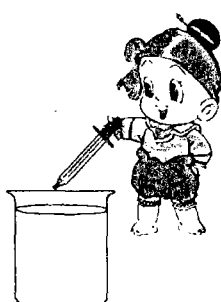
ตะปู



ลวดเสียบกระดาษ



ยางรัดของ



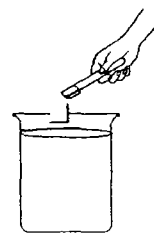
น้ำมันพืช
(จำนวน 10 หยด)



น้ำมันเบนซิน
(จำนวน 10 หยด)



โฟม



เนย

หมายเหตุ

สารอื่นๆที่นักเรียนสนใจนำมาศึกษาสมบัติทางกายภาพของสารที่พบเห็นในชีวิตประจำวันได้

รายงานผลการทดลอง
กิจกรรมการทดลองที่ 1 เรื่อง “สมบัติทางกายภาพของสาร”

ชื่อผู้ทดลอง 1.....ชั้น.....กลุ่มที่.....
 2.....ชั้น.....กลุ่มที่.....
 3.....ชั้น.....กลุ่มที่.....
 4.....ชั้น.....กลุ่มที่.....
 5.....ชั้น.....กลุ่มที่.....

สมมติฐาน

.....

.....

.....

.....

.....

ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรต้น :

.....

.....

ตัวแปรตาม :

.....

.....

ตัวแปรควบคุม :

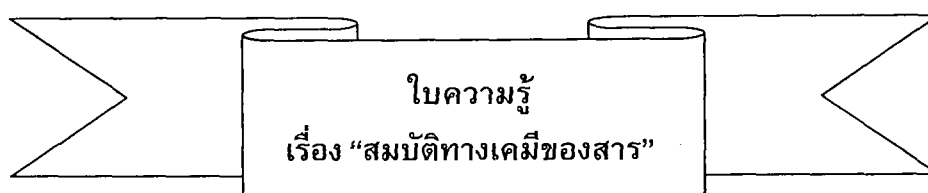
.....

.....

.....

ตารางบันทึกผลการทดลอง

สาร	สมบัติทางกายภาพของสาร			
	สถานะ	สี	กลิ่น	การจม - การลอยน้ำ
เหรียญบาท				
ตะปู				
ลวดเสียบกระดาษ				
ยางรัดของ				
น้ำมันพืช				
น้ำมันเบนซิน				
โฟม				
เนย				
.....				
.....				



สมบัติทางเคมีของสาร เป็นสมบัติที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้างภายในของสาร หรือมีสารชนิดใหม่ ภายหลังการทำปฏิกิริยา เป็นสมบัติที่สังเกตได้เมื่อมีปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้น โดยต้องอาศัยวิธีการตรวจสอบทางเคมีเข้าช่วย เช่น ความเป็นกรด - เบส การเกิดสนิมความเป็นโลหะ - อโลหะ เป็นต้น สารเคมีมีการเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ บางชนิดเปลี่ยนแปลงแล้วกลับคืนสู่สภาพเดิมได้ เช่น น้ำกลายเป็นน้ำแข็ง เป็นต้น

ความเป็นกรด - เบสของสารที่ใช้ในชีวิตประจำวัน

สารที่ใช้ในชีวิตประจำวันมีหลายประเภท คือ

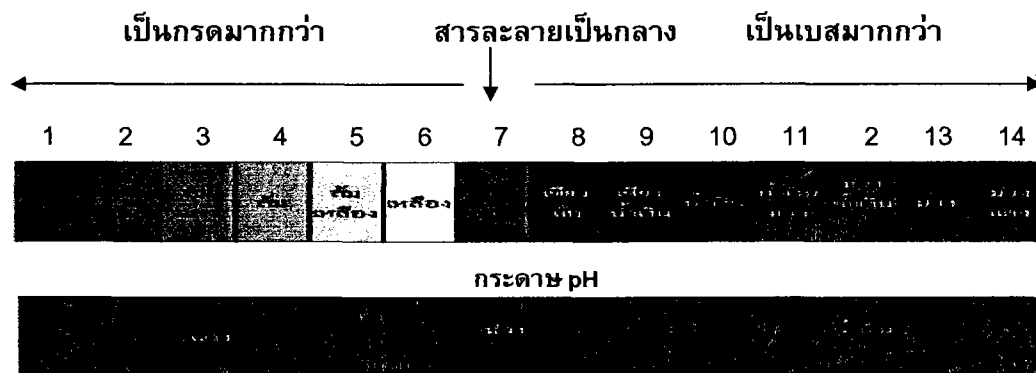
1. ประเภทที่ใช้ประกอบอาหาร ได้แก่ เกลือแกง น้ำตาล ผงชูรส น้ำปลา เป็นต้น
2. ประเภทที่ใช้ทำความสะอาด ได้แก่ สบู่ ผงซักฟอก แชมพู น้ำยาล้างจาน น้ำยาเช็ดกระจก น้ำยาล้างห้องน้ำ เป็นต้น
3. ประเภทที่ใช้กำจัดแมลง ได้แก่ ดีดีที ยากันยุง เป็นต้น
4. ประเภทที่ใช้เป็นยา ได้แก่ ยาหม่อง ยาแดง เป็นต้น

ซึ่งสารที่ใช้ในชีวิตประจำวันเหล่านี้มีสมบัติความเป็นกรด - เบส ต่างกัน ถ้าใช้สมบัติความเป็นกรด - เบสของสารเป็นเกณฑ์ สามารถจัดกลุ่มสารที่ใช้ในชีวิตประจำวันได้เป็น 3 กลุ่ม คือ สารที่มีสมบัติเป็นกรด สารที่มีสมบัติเป็นเบส และสารที่มีสมบัติเป็นกลาง

วิธีการทดสอบความเป็นกรด - เบส ของสารที่ใช้ในชีวิตประจำวัน ทำได้โดยใช้กระดาษลิตมัส ตรวจสอบ ซึ่งลักษณะของกระดาษลิตมัสมี 2 สี คือ สีแดงและสีน้ำเงิน เมื่อใช้แท่งแก้วจุ่มสารละลายนำมาแตะบนกระดาษลิตมัส แล้วสังเกตการเปลี่ยนแปลงสีของกระดาษลิตมัส จะสามารถสรุปสมบัติความเป็นกรด - เบส ของสารได้ดังนี้

1. สารละลายที่เป็นกรด หมายถึง สารละลายที่สามารถเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากสีน้ำเงินเป็นสีแดง แต่ไม่เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสสีแดง เช่น น้ำมะกรูด น้ำส้มคั้น น้ำส้มสายชู น้ำยาล้างห้องน้ำ เป็นต้น
2. สารละลายที่เป็นเบส หมายถึง สารละลายที่สามารถเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากสีแดงเป็นสีน้ำเงิน แต่ไม่เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสสีน้ำเงิน เช่น น้ำปูนใส น้ำขี้เถ้า สารละลายปฏิกิริยา น้ำยาเช็ดกระจก เป็นต้น
3. สารละลายที่เป็นกลาง หมายถึง สารละลายที่ไม่สามารถเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสทั้งสองสี เช่น น้ำฝน น้ำกลั่น น้ำเกลือ น้ำเชื่อม เป็นต้น

วิธีการทดสอบสมบัติความเป็นกรด - เบส ของสารอีกวิธีหนึ่งที่สะดวกและง่าย คือ การหาค่า pH อันเป็นค่าที่ใช้บอกความเป็นกรด - เบสของสารละลายที่เจือจางในอาหาร เครื่องดื่ม สารทำความสะอาด ฯลฯ ซึ่งมีค่า pH อยู่ระหว่าง 0 - 14 โดยกำหนดให้สารละลายที่มีค่า pH เท่ากับ 7 เป็นกลาง สารละลายที่มีค่า pH น้อยกว่า 7 มีสมบัติเป็นกรด และสารละลายที่มีค่า pH มากกว่า 7 มีสมบัติเป็นเบส สำหรับวิธีการหาค่า pH นั้น สามารถใช้กระดาษ pH ซึ่งจะเปลี่ยนสีในสารละลายที่มีค่า pH ต่าง ๆ โดยให้ตัดกระดาษ pH เป็นชิ้นเล็ก ๆ แล้วใช้แท่งแก้วจุ่มสารละลาย นำมาแตะบนกระดาษ pH สังเกตสี แล้วเปรียบเทียบกับค่า pH ตามภาพดังนี้



กระดาษลิตมัส

แผนภาพแสดงการเปลี่ยนสีของกระดาษ pH ที่มีค่า pH ตั้งแต่ 0 - 14

สมบัติของสารละลายที่เป็นกรด

สารที่อยู่ในรูปของสารละลาย เมื่อเป็นกรดจะมีสมบัติดังนี้

- 1) เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากสีน้ำเงินเป็นสีแดง
- 2) กรดทุกชนิดจะมีรสเปรี้ยว
- 3) กรดมีฤทธิ์ในการกัดกร่อนสารต่าง ๆ ได้ โดยเฉพาะเนื้อเยื่อของสิ่งมีชีวิต ถ้ากรดถูกผิวหนังจะทำให้ผิวหนังไหม้ ปวดแสบปวดร้อน
- 4) สารละลายกรดทุกชนิดนำไฟฟ้าได้ดี
- 5) กรดทุกชนิดมีค่า pH น้อยกว่า 7

กรดที่พบในชีวิตประจำวัน

สารที่ใช้ในชีวิตประจำวันและมีสมบัติเป็นกรดมีหลายชนิด เช่น น้ำอัดลม น้ำส้มคั้น น้ำส้มสายชู น้ำยาล้างห้องน้ำ ฯลฯ กรดต่าง ๆ เหล่านี้อาจจำแนกได้เป็น 2 ประเภทตามแหล่งที่มา คือ

1) กรดที่ได้จากพืช เป็นกรดที่ได้มาจากพืชโดยตรง ได้แก่ น้ำมะนาว น้ำมะขาม น้ำมะกรูด น้ำส้มคั้น ฯลฯ และกรดบางชนิดได้จากพืชโดยทางอ้อม ซึ่งเกิดจากการหมักพืช เช่น น้ำส้มสายชู เป็นกรดชนิดที่ได้จากธรรมชาติ จึงนำมาบริโภคได้โดยไม่เป็นอันตราย แต่ถ้ามีความเข้มข้นมากอาจเป็นอันตรายต่อคนและสัตว์ได้

2) กรดที่ได้จากแร่ธาตุ เป็นกรดที่มีความรุนแรง (หรือเรียกว่ากรดแก่) เช่น กรดซัลฟิวริก (กรดกำมะถัน) กรดไนตริก (กรดดินประสิว) กรดไฮโดรคลอริก (กรดเกลือ) กรดประเภทนี้ห้ามบริโภค เพราะความรุนแรงสามารถกัดกร่อนเนื้อเยื่อของร่างกายให้เป็นแผลได้ ถ้าบริโภคมาก ๆ อาจถึงตายได้เช่นกัน กรดประเภทนี้มักจะถูกนำไปใช้ในกระบวนการผลิตสินค้าต่าง ๆ ของโรงงาน

การใช้กรดในการทดลองควรใช้อย่างระมัดระวัง เพราะเป็นอันตรายและกัดผิวหนังรุนแรง เช่น กรดกำมะถัน กรดดินประสิว ส่วนกรดเกลืออาจมีอันตรายน้อยกว่าแต่ก็ต้องใช้อย่างระมัดระวัง ถ้าหากกรดเกลือหกกรดผิวให้รีบล้างน้ำทันที

สมบัติของสารละลายที่เป็นเบส

สารที่อยู่ในรูปของสารละลาย เมื่อเป็นเบสจะมีสมบัติดังนี้

- 1) เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากสีแดงเป็นน้ำเงิน
- 2) มีรสฝาด
- 3) เบสละลายน้ำ เมื่อถูกมือจะรู้สึกลื่นมือคล้ายกับถูกน้ำสบู่
- 4) ทำปฏิกิริยากับน้ำมันพืช หรือน้ำมันจากสัตว์จะได้สบู่ เมื่อละลายน้ำทำให้น้ำเป็นฟอง
- 5) เบสทุกชนิดมีค่า pH มากกว่า 7

เบสที่พบในชีวิตประจำวัน

- 1) โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ ชื่อสามัญ “น้ำขี้เถ้าหรือต่างคลี” มีลักษณะเป็นของแข็ง ละลายน้ำได้ ใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมทำสบู่ ทำไม้ขีดไฟ ดอกไม้ไฟ
- 2) แคลเซียมไฮดรอกไซด์ ชื่อสามัญ “น้ำปูนใส” เป็นสารละลายที่ได้จากการเอาปูนขาว มาละลายน้ำ ประโยชน์ใช้แก้ดินเปรี้ยว ทำผงฟอกสี ทำปูนซีเมนต์และใช้แก้น้ำกระด้างชั่วคราว
- 3) โซเดียมไฮดรอกไซด์ ชื่อสามัญ “โซดาไฟหรือโซดาแฉะเผา” มีลักษณะเป็นของแข็ง สีขาว ละลายน้ำได้ดี เมื่อละลายน้ำเกิดความร้อนมาก หักไว้ให้ถูกอากาศจะเย็น เพราะดูดความชื้นจากอากาศได้ดี ใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมทำสบู่ ใช้ในโรงงานกระดาษ ทำไหมเทียม ใช้ชำระล้างไขมัน ล้างวัตถุต่าง ๆ ที่เปื้อนน้ำมัน

กิจกรรมการทดลองที่ 2

เรื่อง “สมบัติทางเคมีของสาร”

สาระสำคัญ

การทดสอบสมบัติความเป็นกรด – เบสของสารละลาย ทำได้โดยใช้กระดาษลิตมัสตรวจสอบ ซึ่งกระดาษลิตมัสมี 2 สี คือ สีแดงและสีน้ำเงิน เมื่อใช้แท่งแก้วจุ่มสารละลายนำมาแตะบนกระดาษลิตมัสทั้งสองสี แล้วสังเกตการเปลี่ยนแปลงสีของกระดาษลิตมัส ดังนี้

1. สารละลายที่เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากสีน้ำเงินให้เป็นสีแดง สารละลายนั้นมีสมบัติเป็นกรด
2. สารละลายที่เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากสีแดงให้เป็นสีน้ำเงิน สารละลายนั้นมีสมบัติเป็นเบส
3. สารละลายที่ไม่เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสทั้งสีแดง และสีน้ำเงิน สารละลายนั้นจะมีสมบัติเป็นกลาง

การทดสอบสมบัติความเป็นกรด – เบสของสารละลายมีหลายวิธี นอกเหนือจากการใช้กระดาษลิตมัส เช่น การใช้กระดาษ pH ทำได้โดยการตัดกระดาษ pH เป็นชิ้นเล็ก ๆ แล้วใช้แท่งแก้วจุ่มสารละลายนำมาแตะบนกระดาษ pH สังเกตสี แล้วเปรียบเทียบกับค่า pH ซึ่งมีค่า pH อยู่ระหว่าง 0 – 14 โดยกำหนดให้สารละลายที่มีค่า pH เท่ากับ 7 เป็นกลาง สารละลายที่มีค่า pH น้อยกว่า 7 มีสมบัติเป็นกรด และสารละลายที่มีค่า pH มากกว่า 7 มีสมบัติเป็นเบส

จุดประสงค์การทดลอง

1. อธิบายสมบัติความเป็นกรด – เบสของสารละลายและค่า pH ของสารละลายได้
2. ทดลองและสรุปสมบัติความเป็นกรด – เบสของสารละลายและค่า pH ของสารละลายที่ใช้ในชีวิตประจำวันได้

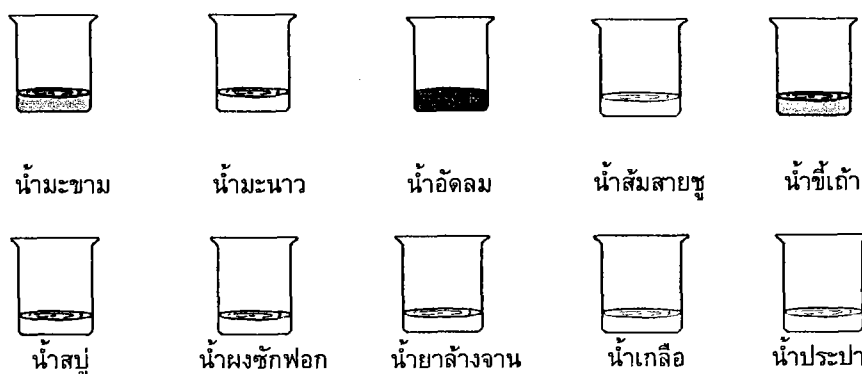
เวลาที่ใช้ในการทดลอง 100 นาที

อุปกรณ์และสารเคมี (ต่อกลุ่ม)

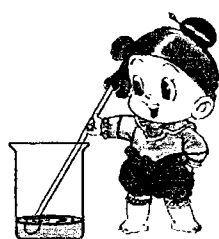
1. น้ำมะนาว	จำนวน 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร
2. น้ำมะขาม	จำนวน 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร
3. น้ำอิตลม	จำนวน 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร
4. น้ำส้มสายชู	จำนวน 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร
5. น้ำขี้เถ้า	จำนวน 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร
6. น้ำสบู่	จำนวน 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร
7. น้ำผงซักฟอก	จำนวน 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร
8. น้ำยาล้างจาน	จำนวน 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร
9. น้ำเกลือ	จำนวน 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร
10. น้ำประปา	จำนวน 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร
11. บีกเกอร์ ขนาด 50 ลูกบาศก์เซนติเมตร	จำนวน 10 ใบ
12. บีกเกอร์ ขนาด 250 ลูกบาศก์เซนติเมตร	จำนวน 1 ใบ
13. แท่งแก้วคนสาร	จำนวน 1 อัน
14. กระดาษขาว	จำนวน 1 แผ่น
15. กระดาษลิตมัสสีน้ำเงิน และสีแดง	จำนวน 10 ชิ้น
16. กระดาษ pH	จำนวน 10 ชิ้น

วิธีการทดลอง

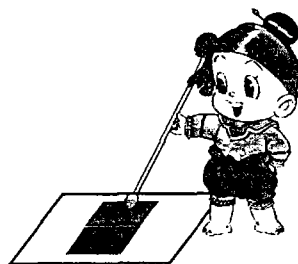
1. เตรียมสารตัวอย่าง ได้แก่ น้ำมะขาม น้ำมะนาว น้ำอติลมน้ำส้มสายชู น้ำซีढ़้า น้ำสบู่ น้ำผงซักฟอก น้ำยาล้างจาน น้ำเกลือ และน้ำประปา ใส่ลงในบีกเกอร์ อย่างละ 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร ดังรูป



2. นำแท่งแก้วคนสารที่สะอาดจุ่มลงในน้ำมะขาม แล้วนำมาแตะกับกระดาษลิตมัสสีน้ำเงิน สีแดง และกระดาษ pH อย่างละ 1 ชิ้น ที่วางอยู่บนกระดาษขาว สังเกตการเปลี่ยนแปลงและบันทึกผลการทดลอง ในตารางบันทึกผลการทดลอง ดังรูป



นำแท่งแก้วจุ่มน้ำมะขามในบีกเกอร์



นำแท่งแก้วไปแตะกับกระดาษลิตมัสทั้งสองสีและกระดาษ pH

3. นำบีกเกอร์ใส่น้ำ 200 ลูกบาศก์เซนติเมตร สำหรับล้างแท่งแก้วคนสารให้สะอาดและเช็ดให้แห้ง ด้วยกระดาษชำระทุกครั้งก่อนทำการทดลองกับสารชนิดอื่นต่อไป ดังรูป



นำแท่งแก้วไปล้างในน้ำสะอาด



เช็ดให้แห้งด้วยกระดาษชำระ

4. ทำการทดลองข้อ 2 และข้อ 3 ซ้ำ แต่เปลี่ยนสารเป็นน้ำผงซักฟอก น้ำอติลมน้ำ น้ำเกลือ น้ำซีढ़้า น้ำสบู่ น้ำมะนาว น้ำยาล้างจาน น้ำส้มสายชู และน้ำประปา สังเกตการเปลี่ยนแปลงและบันทึกผลการทดลอง ในตารางบันทึกผลการทดลอง

รายงานผลการทดลอง
กิจกรรมการทดลองที่ 2 เรื่อง “สมบัติทางเคมีของสาร”

ชื่อผู้ทดลอง	1.....	ชั้น.....	กลุ่มที่.....
	2.....	ชั้น.....	กลุ่มที่.....
	3.....	ชั้น.....	กลุ่มที่.....
	4.....	ชั้น.....	กลุ่มที่.....
	5.....	ชั้น.....	กลุ่มที่.....

สมมติฐาน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรต้น :

.....

.....

ตัวแปรตาม :

.....

.....

ตัวแปรควบคุม :

.....

.....

ตารางบันทึกผลการทดลอง

สาร	ผลการทดสอบด้วยกระดาษลิตมัส		ผลการทดสอบด้วย กระดาษ pH (ค่า pH = 0 – 14)
	สีแดง	สีน้ำเงิน	
น้ำมะขาม			
น้ำมะนาว			
น้ำอ้อย			
น้ำส้มสายชู			
น้ำขี้เถ้า			
น้ำสบู่			
น้ำผงซักฟอก			
น้ำยาล้างจาน			
น้ำเกลือ			
น้ำประปา			

คำถามท้ายการทดลอง

1. สารละลายใดบ้างเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากสีแดงเป็นสีน้ำเงิน และสารละลายชนิดนี้มีสมบัติอย่างไร

.....

.....

.....

2. สารละลายใดบ้างเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากสีน้ำเงินเป็นสีแดง และสารละลายชนิดนี้มีสมบัติอย่างไร

.....

.....

.....

3. สารละลายใดบ้างไม่เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัส และสารละลายชนิดนี้มีสมบัติอย่างไร

.....

4. สารละลายใดบ้างเมื่อทดสอบด้วยกระดาษ pH แล้วมีค่า pH น้อยกว่า 7 และสารละลายนั้นมีสมบัติเป็นกรด เบส หรือเป็นกลาง

.....

.....

.....

5. สารละลายใดบ้างเมื่อทดสอบด้วยกระดาษ pH แล้วมีค่า pH มากกว่า 7 และสารละลายนั้นมีสมบัติเป็นกรด เบส หรือเป็นกลาง

.....

.....

.....

6. สารละลายใดบ้างเมื่อทดสอบด้วยกระดาษ pH แล้วมีค่า pH เท่ากับ 7 และสารละลายนั้นมีสมบัติเป็นกรด เบส หรือเป็นกลาง

.....

การอภิปรายและสรุปผลการทดลอง

[illegible]

คำแนะนำในการใช้คู่มือประกอบการสอนชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์
เรื่อง “สารและสมบัติของสาร”

การใช้คู่มือประกอบการสอนชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” มีข้อควรปฏิบัติและความเข้าใจดังต่อไปนี้

1. คู่มือครูประกอบการสอนชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” เพื่อเป็นแนวทางสำหรับครูผู้สอนที่จะนำชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” ไปใช้ประกอบการเรียนการสอน

2. คู่มือครูประกอบการสอนชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์นี้จะควบคู่กับชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร”

3. คู่มือครูประกอบการสอนชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ แต่ละกิจกรรมการทดลองประกอบด้วยหัวข้อต่าง ๆ ดังนี้

- ชื่อกิจกรรมการทดลอง
- สารสำคัญ
- จุดประสงค์การทดลอง
- เวลาที่ใช้ในการทดลอง
- แนวการตั้งสมมติฐาน
- แนวการกำหนดตัวแปรที่ศึกษา
- อุปกรณ์และสารเคมี
- การดำเนินการทดลอง
- ตัวอย่างการบันทึกผลการทดลอง
- แนวการตอบคำถามท้ายการทดลอง
- แนวการอภิปรายและสรุปผลการทดลอง
- ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมสำหรับครู

คู่มือประกอบการสอนชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง สมบัติของสาร

คำชี้แจง

ชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง สมบัติของสาร มีทั้งหมด 2 กิจกรรมการทดลอง ดังนี้
 กิจกรรมการทดลองที่ 1 เรื่อง สมบัติทางกายภาพของสาร (2 คาบ)
 กิจกรรมการทดลองที่ 2 เรื่อง สมบัติทางเคมีของสาร (2 คาบ)

กิจกรรมการทดลองที่ 1 เรื่อง “สมบัติทางกายภาพของสาร”

สาระสำคัญ

สารเป็นสิ่งที่มีความคงตัว ต้องการที่อยู่ สัมผัสได้ สารมีอยู่มากมาย แต่ละชนิดมีสถานะ สี กลิ่น และการจมน้ำ การลอยน้ำ เรียกว่า “สมบัติทางกายภาพ”

จุดประสงค์การทดลอง

เมื่อเรียนจบการทดลองนี้แล้ว นักเรียนสามารถ

1. อธิบายสมบัติทางกายภาพของสารได้
2. ทดลองและสรุปสมบัติทางกายภาพของสารชนิดต่าง ๆ ได้

เวลาที่ใช้ในการทดลอง 100 นาที

แนวการตั้งสมมติฐาน

- 1) สารแต่ละชนิดมีสถานะ สี และกลิ่นแตกต่างกัน
- 2) สารที่มีความหนาแน่นน้อยกว่าน้ำจะลอยน้ำ ส่วนสารที่มีความหนาแน่นมากกว่าน้ำจะจมน้ำ

แนวการกำหนดตัวแปรที่ศึกษา

- ตัวแปรต้น : สารชนิดต่าง ๆ ที่ใช้ในการทดลอง
- ตัวแปรตาม : ลักษณะทางกายภาพของสาร เช่น สถานะ สี กลิ่น และการจมน้ำ – ลอยน้ำ หรือความหนาแน่น
- ตัวแปรควบคุม : ปริมาณของน้ำ ขนาดของตะปู ขนาดของโฟม ขนาดของยางรัดของ ขนาดของเหรียญบาท ขนาดของหลอดเสียบกระดาษ จำนวนหยดของน้ำมันเบนซิน กับน้ำมันพืช และปริมาณของเนย

อุปกรณ์และสารเคมี (ต่อกลุ่ม)

1. เหยี่ยวบาท	จำนวน	1	เหยี่ยว
2. ตะปู	จำนวน	1	อัน
3. ลวดเสียบกระดาษ	จำนวน	3	อัน
4. ยางรัดของ	จำนวน	1	เส้น
5. น้ำมันพืช	จำนวน	10	ลูกบาศก์เซนติเมตร
6. น้ำมันเบนซิน	จำนวน	10	ลูกบาศก์เซนติเมตร
7. โฟม	จำนวน	1	ชิ้น
8. เนย	จำนวน	1	ช้อนเบอร์ 2
9. หลอดหยดสาร	จำนวน	2	อัน
10. บีกเกอร์ ขนาด 250 ลูกบาศก์เซนติเมตร	จำนวน	8	ใบ
11. สารอื่นๆ ที่นักเรียนเตรียมมาทดลอง			

การดำเนินการทดลอง

- ให้นักเรียนแบ่งกลุ่มตามที่ตั้งแบ่งไว้ แล้วแบ่งหน้าที่รับผิดชอบตามความเหมาะสม
- ครูแจ้งจุดประสงค์การทดลองให้นักเรียนทราบ
- ให้นักเรียนศึกษาเนื้อหาเกี่ยวกับเรื่อง สมบัติทางกายภาพของสาร จากใบความรู้ และวิธีทำการทดลองในแต่ละกิจกรรมการทดลองให้เข้าใจ เพื่อเป็นแนวทางในการปฏิบัติการทดลอง
 - ครูคอยดูแลและแนะนำนักเรียนในเรื่องเกี่ยวกับการปฏิบัติกิจกรรมการทดลองดังนี้
 - ข้อควรระวังในการอุปกรณ์การทดลอง
 - การบันทึกผลการทดลอง
 - การอภิปรายและสรุปผลการทดลอง
- ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนการทดลองในแต่ละกิจกรรมการทดลอง แล้วบันทึกผลการทดลองและตอบคำถามท้ายการทดลอง
- ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและสรุปผลการทดลอง
- ครูให้นักเรียนแต่ละคนแสดงความคิดเชิงสรุป โดยการทำแผนที่ความคิด (Mind Mapping)

ตัวอย่างการบันทึกผลการทดลอง

สาร	สมบัติทางกายภาพของสาร			
	สถานะ	สี	กลิ่น	การจม - การลอยน้ำ
เหรียญบาท	ของแข็ง	เทา	-	จมน้ำ
ตะปู	ของแข็ง	เทา	-	จมน้ำ
ลวดเสียบกระดาษ	ของแข็ง	เทา	-	จมน้ำ
ยางรัดของ	ของแข็ง	แดง	จุน	ลอยน้ำ
น้ำมันพืช	ของเหลว	เหลือง	หืนของน้ำมัน	ลอยน้ำ
น้ำมันเบนซิน	ของเหลว	แดง	จุน	ลอยน้ำ
โฟม	ของแข็ง	ขาว	-	ลอยน้ำ
เนย	ของแข็ง	เหลือง	หอม	ลอยน้ำ

แนวการตอบคำถามท้ายการทดลอง

- สารที่นักเรียนสังเกตได้จากการทดลองมีกี่สถานะ อะไรบ้าง
ตอบ มี 2 สถานะ คือ
 - ของแข็ง ได้แก่ เหรียญบาท ตะปู ลวดเสียบกระดาษ ยางรัดของ โฟม และเนย
 - ของเหลว ได้แก่ น้ำมันพืช และน้ำมันเบนซิน
- สารที่ใช้ในการทดลอง มีสีเหมือนกันหรือแตกต่างกันอย่างไร
ตอบ แตกต่างกัน คือ
 - สารที่มีสีเทา ได้แก่ เหรียญบาท ตะปู และลวดเสียบกระดาษ
 - สารที่มีสีแดง ได้แก่ ยางรัดของ และน้ำมันเบนซิน
 - สารที่มีสีเหลือง ได้แก่ น้ำมันพืช และเนย
 - สารที่มีสีขาว ได้แก่ โฟม
- สารอะไรบ้างที่มีกลิ่นเฉพาะตัว
ตอบ น้ำมันพืช น้ำมันเบนซิน เนย และยางรัดของ
- สารอะไรบ้างที่ลอยน้ำได้
ตอบ ยางรัดของ น้ำมันพืช น้ำมันเบนซิน โฟม และเนย
- สารอะไรบ้างที่จมน้ำได้
ตอบ เหรียญบาท ตะปู และลวดเสียบกระดาษ

แนวการอภิปรายและสรุปผลการทดลอง

จากการทดลองพบว่า

- 1) สารที่ใช้ในการทดลองมี 2 สถานะ คือ
 - 1.1 ของแข็ง ได้แก่ เหริยญบาท ตะปู ลวดเสียบกระดาษ ยางรัดของ โฟม และเนย
 - 1.2 ของเหลว ได้แก่ น้ำมันพืช และน้ำมันเบนซิน
- 2) สารแต่ละชนิดมีสีแตกต่างกัน คือ
 - 2.1 สารที่มีสีเทา ได้แก่ เหริยญบาท ตะปู และลวดเสียบกระดาษ
 - 2.2 สารที่มีสีแดง ได้แก่ ยางรัดของ และน้ำมันเบนซิน
 - 2.3 สารที่มีสีเหลือง ได้แก่ น้ำมันพืช และเนย
 - 2.4 สารที่มีสีขาว ได้แก่ โฟม
- 3) สารแต่ละชนิดมีกลิ่นแตกต่างกัน คือ
 - 3.1 สารที่มีกลิ่นฉุน ได้แก่ ยางรัดของ และน้ำมันเบนซิน
 - 3.2 สารที่มีกลิ่นเหม็นหืน ได้แก่ น้ำมันพืช
 - 3.3 สารที่มีกลิ่นหอม ได้แก่ เนย
- 4) สารที่จมน้ำได้ แสดงว่า สารนั้นมีความหนาแน่นมากกว่าน้ำ เช่น เหริยญบาท ตะปู และลวดเสียบกระดาษ ส่วนสารที่ลอยน้ำได้ แสดงว่าสารนั้นมีความหนาแน่นน้อยกว่าน้ำ เช่น ยางรัดของ น้ำมันเบนซิน น้ำมันพืช โฟม และเนย

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมสำหรับครู

1. ควรเลือกซื้อน้ำมันเบนซินที่ไม่มีสารเจือปนอื่นๆ เพราะจะทำให้ผลการทดลองเกี่ยวกับการจม - การลอยน้ำหรือความหนาแน่นของสารได้ผลไม่ชัดเจน
2. ในการทำการทดลองเรื่อง สมบัติทางกายภาพของสารนั้น อาจจะใช้สารตัวอย่างชนิดอื่น ๆ ที่หาได้ง่ายและมีในท้องถิ่น เนื่องจากผลการทดลองที่มีในคู่มือนี้เป็นเพียงตัวอย่างเท่านั้น

กิจกรรมการทดลองที่ 2

เรื่อง “สมบัติทางเคมีของสาร”

สาระสำคัญ

การทดสอบสมบัติความเป็นกรด – เบสของสารละลาย ทำได้โดยใช้กระดาษลิตมัสตรวจสอบ ซึ่งกระดาษลิตมัสมี 2 สี คือ สีแดงและสีน้ำเงิน เมื่อใช้แท่งแก้วจุ่มสารละลายนำมาแตะบนกระดาษลิตมัสทั้งสองสี แล้วสังเกตการเปลี่ยนแปลงสีของกระดาษลิตมัส ดังนี้

1. สารละลายที่เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากสีน้ำเงินให้เป็นสีแดง สารละลายนั้นมีสมบัติเป็นกรด
2. สารละลายที่เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากสีแดงให้เป็นสีน้ำเงิน สารละลายนั้นมีสมบัติเป็นเบส
3. สารละลายที่ไม่เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสทั้งสีแดงและสีน้ำเงิน สารละลายนั้นมีสมบัติเป็นกลาง

การทดสอบสมบัติความเป็นกรด – เบสของสารละลายมีหลายวิธีนอกเหนือจากการใช้กระดาษลิตมัส เช่น การใช้กระดาษ pH ทำได้โดยการตัดกระดาษ pH เป็นชิ้นเล็ก ๆ แล้วใช้แท่งแก้วจุ่มสารละลายนำมาแตะบนกระดาษ pH สังเกตสี แล้วเปรียบเทียบค่า pH ซึ่งมีค่า pH อยู่ระหว่าง 0 – 14 โดยกำหนดให้สารละลายที่มีค่า pH เท่ากับ 7 เป็นกลาง สารละลายที่มีค่า pH น้อยกว่า 7 มีสมบัติเป็นกรด และสารละลายที่มีค่า pH มากกว่า 7 มีสมบัติเป็นเบส

จุดประสงค์การทดลอง

เมื่อเรียนจบการทดลองนี้ แล้วนักเรียนสามารถ

1. อธิบายสมบัติความเป็นกรด – เบสของสารละลายและค่า pH ของสารละลายได้
2. ทดลองและสรุปสมบัติความเป็นกรด – เบสของสารละลายและค่า pH ของสารละลายที่ใช้ในชีวิตประจำวันได้

เวลาที่ใช้ในการทดลอง 100 นาที

แนวการตั้งสมมติฐาน

- 1) สารละลายบางชนิดสามารถเปลี่ยนสีของกระดาษลิตมัสจากสีแดงเป็นสีน้ำเงิน และมีค่า pH มากกว่า 7
- 2) สารละลายบางชนิดสามารถเปลี่ยนสีของกระดาษลิตมัสจากสีน้ำเงินเป็นสีแดง และมีค่า pH น้อยกว่า 7
- 3) สารละลายบางชนิดไม่สามารถเปลี่ยนสีของกระดาษลิตมัสทั้งสองสี และมีค่า pH เท่ากับ 7

แนวการกำหนดตัวแปรที่ศึกษา

- | | |
|--------------|--|
| ตัวแปรต้น | : สารละลายตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง |
| ตัวแปรตาม | : การเปลี่ยนสีของกระดาษลิตมัสและกระดาษ pH |
| ตัวแปรควบคุม | : ปริมาณของสารละลายชนิดต่าง ๆ ที่ใช้ในการทดลอง |

อุปกรณ์และสารเคมี (ต่อกลุ่ม)

1. น้ำมะนาว	จำนวน 10	ลูกบาศก์เซนติเมตร
2. น้ำมะขาม	จำนวน 10	ลูกบาศก์เซนติเมตร
3. น้ำอัดลม	จำนวน 10	ลูกบาศก์เซนติเมตร
4. น้ำส้มสายชู	จำนวน 10	ลูกบาศก์เซนติเมตร
5. น้ำขี้เถ้า	จำนวน 10	ลูกบาศก์เซนติเมตร
6. น้ำสบู่	จำนวน 10	ลูกบาศก์เซนติเมตร
7. น้ำผงซักฟอก	จำนวน 10	ลูกบาศก์เซนติเมตร
8. น้ำยาล้างจาน	จำนวน 10	ลูกบาศก์เซนติเมตร
9. น้ำเกลือ	จำนวน 10	ลูกบาศก์เซนติเมตร
10. น้ำประปา	จำนวน 10	ลูกบาศก์เซนติเมตร
11. บีกเกอร์ ขนาด 50 ลูกบาศก์เซนติเมตร	จำนวน 10	ใบ
12. บีกเกอร์ ขนาด 250 ลูกบาศก์เซนติเมตร	จำนวน 1	ใบ
13. แท่งแก้วคนสาร	จำนวน 1	อัน
14. กระดาษขาว	จำนวน 1	แผ่น
15. กระดาษลิตมัสสีน้ำเงิน และสีแดง	จำนวน 10	ชิ้น
16. กระดาษ pH	จำนวน 10	ชิ้น

การดำเนินการทดลอง

- ให้นักเรียนแบ่งกลุ่มตามที่จัดแบ่งไว้ แล้วแบ่งหน้าที่รับผิดชอบตามความเหมาะสม
- ครูแจ้งจุดประสงค์การทดลองให้นักเรียนทราบ
- ให้นักเรียนศึกษาเนื้อหาเกี่ยวกับเรื่อง สมบัติทางเคมีของสาร จากใบความรู้ และวิธีทำการทดลองในแต่ละกิจกรรมการทดลองให้เข้าใจ เพื่อเป็นแนวทางในการปฏิบัติการทดลอง
 - ครูคอยดูแลและแนะนำนักเรียนในเรื่องเกี่ยวกับการปฏิบัติกิจกรรมการทดลองดังนี้
 - ข้อควรระวังในการอุปกรณ์การทดลอง
 - การบันทึกผลการทดลอง
 - การอภิปรายและสรุปผลการทดลอง
- ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มปฏิบัติกิจกรรมการทดลองตามขั้นตอนการทดลองในแต่ละกิจกรรมการทดลอง แล้วบันทึกผลการทดลองและตอบคำถามท้ายการทดลอง
- ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและสรุปผลการทดลอง
- ครูให้นักเรียนแต่ละคนแสดงความคิดเชิงสรุป โดยการทำแผนที่ความคิด (Mind Mapping)

ตัวอย่างการบันทึกผลการทดลอง

สาร	ผลการทดสอบด้วยกระดาษลิตมัส		ผลการทดสอบด้วย กระดาษ pH (ค่า pH = 0 – 14)
	สีแดง	สีน้ำเงิน	
น้ำมะขาม	-	เปลี่ยนเป็นสีแดง	3
น้ำมะนาว	-	เปลี่ยนเป็นสีแดง	1
น้ำอ้อย	-	เปลี่ยนเป็นสีแดง	4
น้ำส้มสายชู	-	เปลี่ยนเป็นสีแดง	2
น้ำขี้เถ้า	เปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน	-	10
น้ำสบู่	เปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน	-	8
น้ำผงซักฟอก	เปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน	-	10
น้ำยาล้างจาน	เปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน	-	8
น้ำเกลือ	-	-	7
น้ำประปา	-	-	7

แนวการตอบคำถามท้ายการทดลอง

1. สารละลายใดบ้างเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากสีแดงเป็นสีน้ำเงิน และสารละลายชนิดนี้มีสมบัติอย่างไร

ตอบ น้ำขี้เถ้า น้ำสบู่ น้ำผงซักฟอก และน้ำยาล้างจาน สารละลายเหล่านี้มีสมบัติเป็นเบส

2. สารละลายใดบ้างเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากสีน้ำเงินเป็นสีแดง และสารละลายชนิดนี้มีสมบัติอย่างไร

ตอบ น้ำมะขาม น้ำมะนาว น้ำอ้อย และน้ำส้มสายชู สารละลายเหล่านี้มีสมบัติเป็นกรด

3. สารละลายใดบ้างไม่เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัส และสารละลายชนิดนี้มีสมบัติอย่างไร

ตอบ น้ำเกลือ และน้ำประปา สารละลายเหล่านี้มีสมบัติเป็นกลาง

4. สารละลายใดบ้างเมื่อทดสอบด้วยกระดาษ pH แล้วมีค่า pH น้อยกว่า 7 และสารละลายนั้นมีสมบัติเป็นกรด เบส หรือเป็นกลาง

ตอบ น้ำมะขาม น้ำมะนาว น้ำอ้อย และน้ำส้มสายชู สารละลายเหล่านี้มีสมบัติเป็นกรด

5. สารละลายใดบ้างเมื่อทดสอบด้วยกระดาษ pH แล้วมีค่า pH มากกว่า 7 และสารละลายนั้นมีสมบัติเป็นกรด เบส หรือเป็นกลาง

ตอบ น้ำขี้เถ้า น้ำสบู่ น้ำผงซักฟอก และน้ำยาล้างจาน สารละลายเหล่านี้มีสมบัติเป็นเบส

6. สารละลายใดบ้างเมื่อทดสอบด้วยกระดาษ pH แล้วมีค่า pH เท่ากับ 7 และสารละลายนั้นมีสมบัติเป็นกรด เบส หรือเป็นกลาง

ตอบ น้ำเกลือ และน้ำประปา สารละลายเหล่านี้มีสมบัติเป็นกลาง

แนวการอภิปรายและสรุปผลการทดลอง

จากการทดลองพบว่า

1) สารละลายที่เปลี่ยนสีของกระดาษลิตมัส จากสีแดงเป็นสีน้ำเงิน ได้แก่ น้ำซีอิ้ว น้ำสบู่ น้ำผงซักฟอก และน้ำยาล้างจาน เมื่อทดสอบด้วยกระดาษ pH มีค่า pH น้อยกว่า 7 แสดงว่าสารละลายเหล่านี้มีสมบัติเป็นเบส

2) สารละลายที่เปลี่ยนสีของกระดาษลิตมัส จากสีน้ำเงินเป็นสีแดง ได้แก่ น้ำมะขาม น้ำมะนาว น้ำอืดลม และน้ำส้มสายชู เมื่อทดสอบด้วยกระดาษ pH มีค่า pH มากกว่า 7 แสดงว่าสารละลายเหล่านี้มีสมบัติเป็นกรด

3) สารละลายที่ไม่เปลี่ยนสีของกระดาษลิตมัสทั้งสีแดงและสีน้ำเงิน ได้แก่ น้ำเกลือและน้ำประปา เมื่อทดสอบด้วยกระดาษ pH มีค่า pH เท่ากับ 7 แสดงว่าสารละลายเหล่านี้มีสมบัติเป็นกลาง

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมสำหรับครู

1. ครูเตือนนักเรียนเกี่ยวกับการใช้กรดในการทดลอง ควรใช้อย่างระมัดระวัง เพราะเป็นอันตรายต่อผิวหนัง ถ้าหากกรดหกกรดผิวหนังให้รีบล้างด้วยน้ำทันที

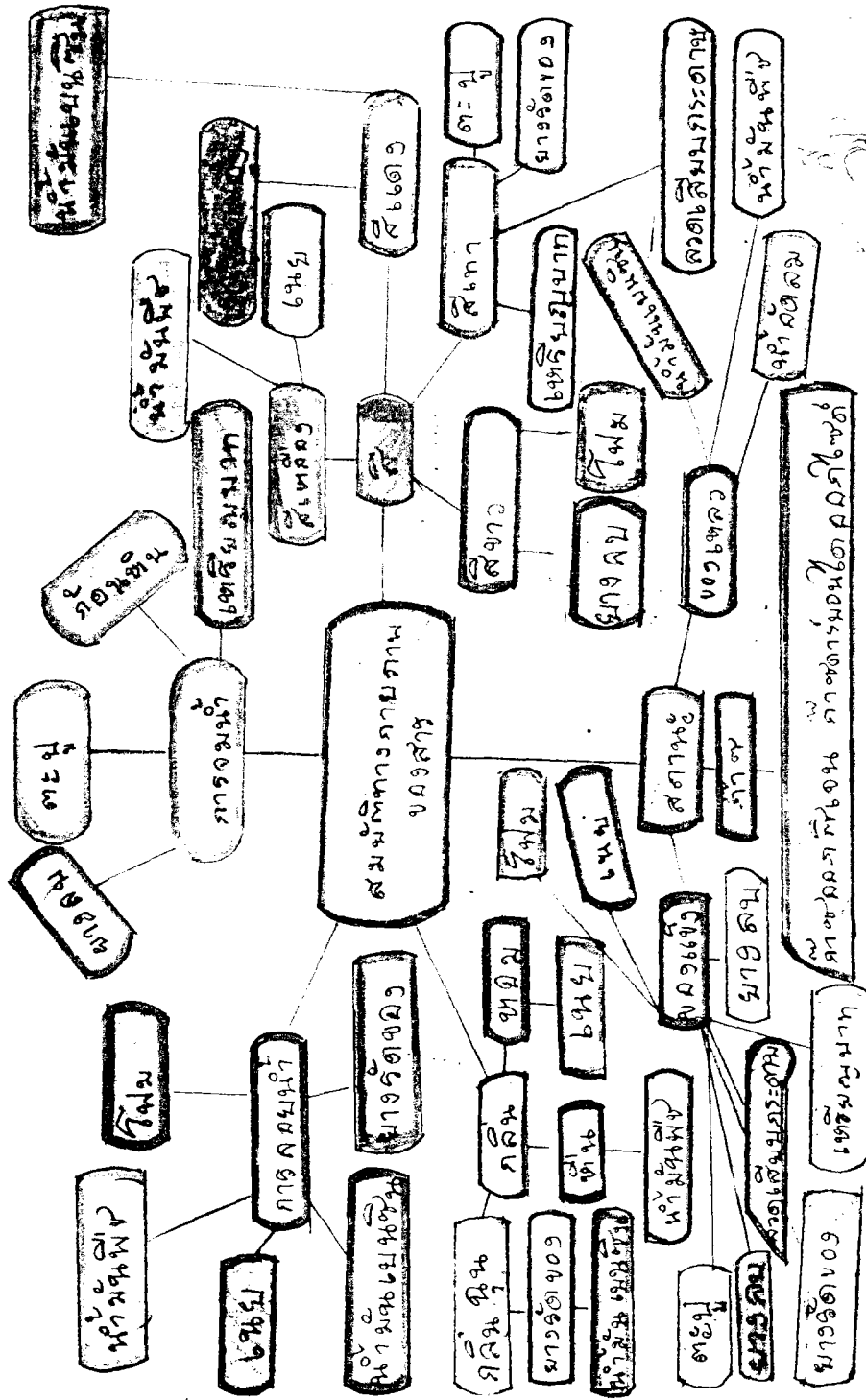
2. ในการทำการทดลองเรื่อง สมบัติทางเคมีของสารนั้น อาจจะใช้สารละลายตัวอย่างชนิดอื่น ๆ ที่หาได้ง่ายและมีในท้องถิ่น เนื่องจากผลการทดลองที่มีในคู่มือนี้เป็นเพียงตัวอย่างเท่านั้น

ภาคผนวก ช

- ตัวอย่างแผนที่ความคิด (Mind Mapping)

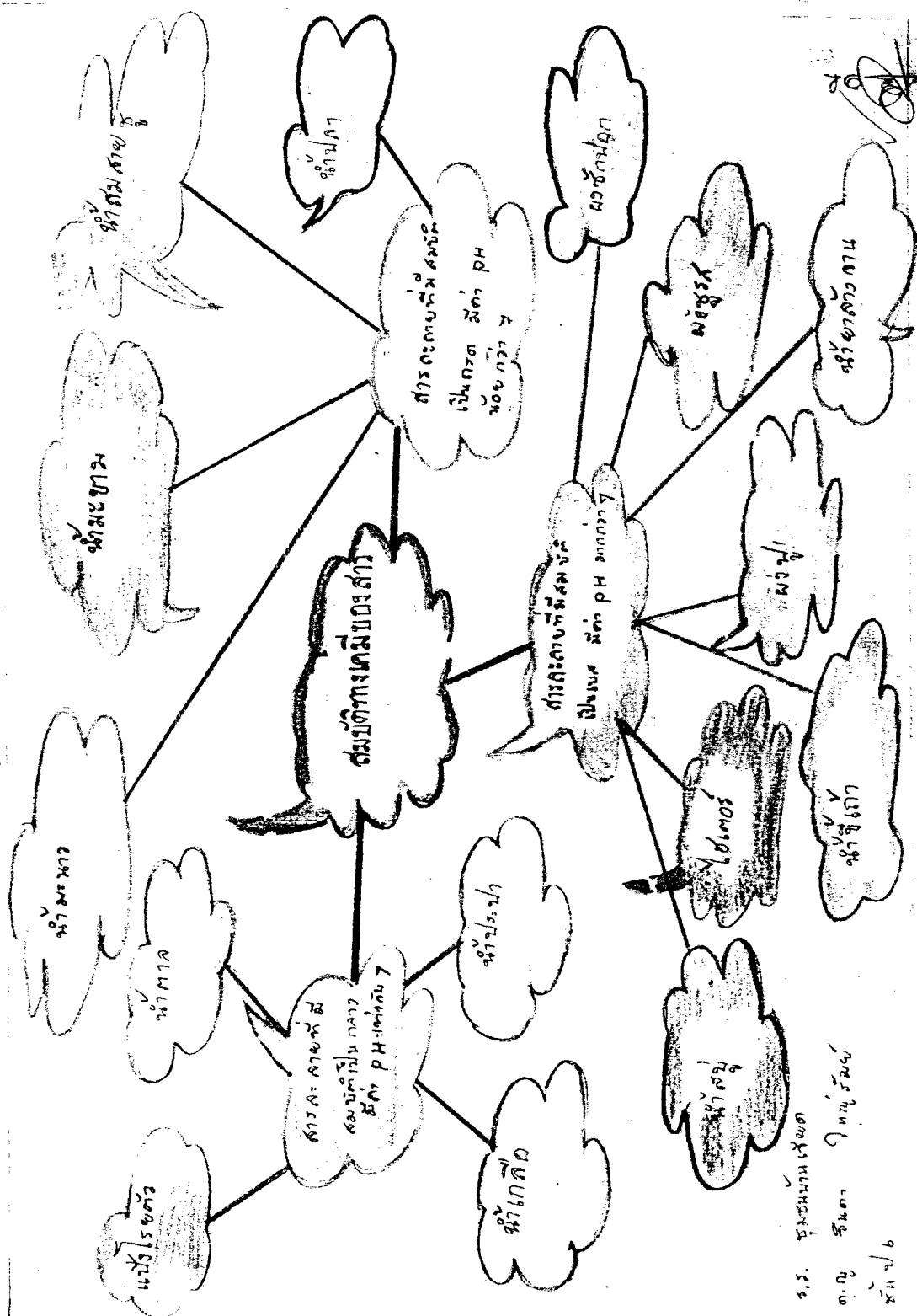
ข้อความในภาคผนวกนี้ ใช้ตามที่นักเรียนเขียนโดยมิได้แก้ไขใดๆ ซึ่งอาจมีบางคำที่ไม่ถูกต้อง

แบบวัดผลการเรียนรู้ด้านความคิดวิเคราะห์
กิจกรรมการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
โดยการทำแบบทดสอบความเข้าใจ
เรื่อง สมบัติทางกายภาพของสาร



ร.ร. พุทธมณฑลสาย 4
จังหวัดสุพรรณบุรี
ปี ๒๕๕๕

แบบใช้แบบการเขียน ที่บ้าน การเขียน ที่บ้าน
 การเขียน การเขียน การเขียน การเขียน



ร.ร. กรุงเทพมหานคร
 ต.บ. ร.ร. กรุงเทพมหานคร
 ส.ร. ร.ร. กรุงเทพมหานคร

ภาคผนวก ข

- ประมวลภาพการเก็บข้อมูลในการวิจัย



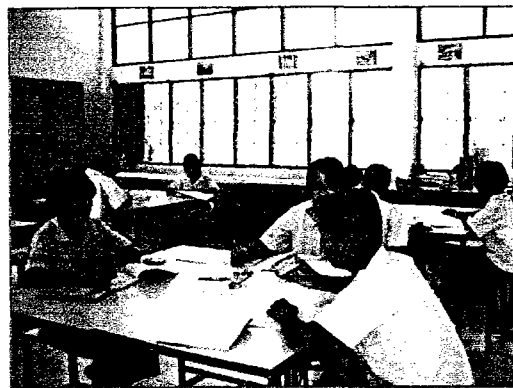
ทดลองใช้แบบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้
เรื่อง "สารและสมบัติของสาร" กับนักเรียนจำนวน 88 คน



ทดลองใช้ชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์
กับนักเรียน 3 คน



ทดลองใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์กับนักเรียน 9 คน



ทดลองใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์กับนักเรียน 9 คน



นักเรียนกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 9 คน
กำลังช่วยกันเตรียมอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง



ทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ ก่อนเรียนด้วย
ชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง



นักเรียนกลุ่มตัวอย่างศึกษาชุดกิจกรรม
การทดลองวิทยาศาสตร์



นักเรียนกลุ่มตัวอย่างกำลังทดลอง
สมบัติทางกายภาพของสาร



นักเรียนกลุ่มตัวอย่างศึกษาสมบัติทางเคมีของสาร



นักเรียนกลุ่มตัวอย่างศึกษาความเป็นกรด - เบสของสาร



นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทดสอบผ่านแท่งแก้วคนสาร



นักเรียนกลุ่มตัวอย่างสังเกตลักษณะของสารที่กรองได้



นักเรียนกลุ่มตัวอย่างใช้แท่งแก้วคนสารในบีกเกอร์



นักเรียนกลุ่มตัวอย่างสังเกตการตกตะกอนของสาร



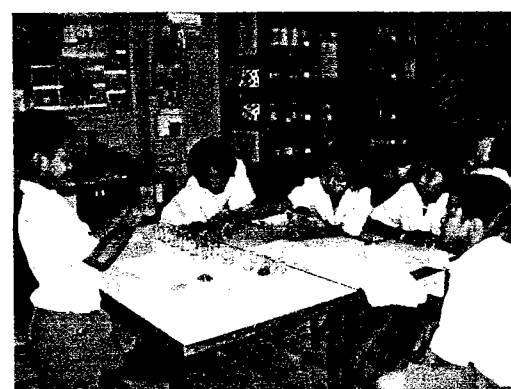
นักเรียนกลุ่มตัวอย่างใช้หลอดหยดสารและสังเกต
ผลที่ได้จากการทดลอง



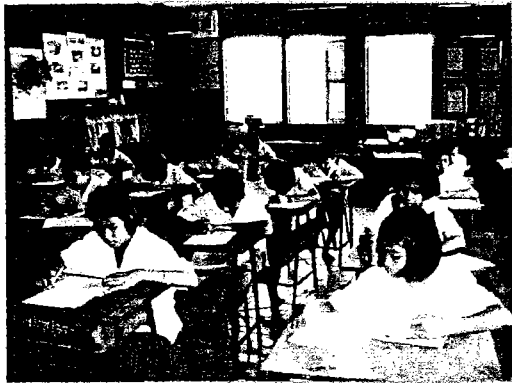
นักเรียนกลุ่มตัวอย่างกำลังเขย่าหลอดทดลอง



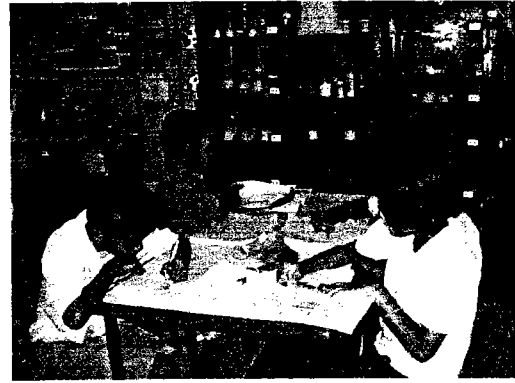
นักเรียนกลุ่มตัวอย่างศึกษาและสังเกตลักษณะของ
สารปรุงแต่งอาหารและอาหาร



นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทดสอบสารบอแรกซ์
โดยใช้กระดาษขมิ้น



ทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ หลังเรียนด้วย
ชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ของ
นักเรียนกลุ่มตัวอย่าง



นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทดสอบวัดผลการเรียนรู้
ด้านความคิดเชิงสรุป โดยการหาแผนที่ความคิด



ครูประจำชั้นร่วมประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างขณะเรียนด้วย
ชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์



นักเรียนกลุ่มตัวอย่างตอบแบบประเมินจิตวิทยาศาสตร์
หลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์

ประวัติย่อผู้วิจัย

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	นางสาวอภิญญา เคนบุปผา
วันเดือนปีเกิด	14 กันยายน 2517
สถานที่เกิด	ตำบลเจียด อำเภอเขมราฐ จังหวัดอุบลราชธานี
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	110 หมู่ 7 ตำบลเจียด อำเภอเขมราฐ จังหวัดอุบลราชธานี 34170 โทร. 0 – 4521 - 6026
ตำแหน่งหน้าที่การงานในปัจจุบัน	อาจารย์1 ระดับ 4
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนชุมชนบ้านเจียด อำเภอเขมราฐ จังหวัดอุบลราชธานี 34170 โทร. 0 - 4521 - 6032
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ.2530	ประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนชุมชนบ้านเจียด จังหวัดอุบลราชธานี
พ.ศ.2533	มัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนศรีปทุมพิทยาคาร จังหวัดอุบลราชธานี
พ.ศ.2536	มัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเบ็ญจะมะมหาราช จังหวัดอุบลราชธานี
พ.ศ.2540	ค.บ. (วิทยาศาสตร์ทั่วไป) สถาบันราชภัฏสวนดุสิต กรุงเทพมหานคร
พ.ศ.2546	กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา) จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กรุงเทพมหานคร