



การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
เรื่อง การแยกสาร โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา
ร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

วิทยานิพนธ์

ของ

เอกพร ธรรมยศ

เสนอต่อมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์

พฤษภาคม 2564

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
เรื่อง การแยกสาร โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา
ร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

วิทยานิพนธ์

ของ

เอกพร ธรรมยศ

เสนอต่อมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์

พฤษภาคม 2564

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

DEVELOPMENT OF CREATIVE THINKING OF MATHAYOMSUKSA 2 STUDENTS
ON THE TOPIC OF THE SEPARATION OF SUBSTANCES USING STEAM
EDUCATION AND THE PHILOSOPHY OF SUFFICIENCY ECONOMY

BY

AEKKAPHON THAMMAYOD

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for
The Master of Education Degree in Science Teaching
At Sakon Nakhon Rajabhat University

November 2021

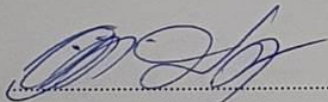
All Rights Reserved by Sakon Nakhon Rajabhat University

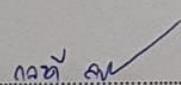
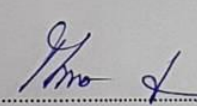


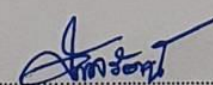
ใบรับรองวิทยานิพนธ์
มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์

ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์ การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
เรื่อง การแยกสาร โดยการจัดการเรียนรู้แบบสตีมศึกษา ร่วมกับปรัชญา
เศรษฐกิจพอเพียง
ชื่อผู้ทำวิทยานิพนธ์ เอกพร ธรรมยศ

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

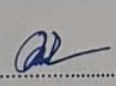
 ประธานกรรมการสอบ  กรรมการสอบและ
(รองศาสตราจารย์อนันต์ ปานศุภวัชร) (ดร.อรุณรัตน์ คำแหงพล) ประธานที่ปรึกษา
วิทยานิพนธ์

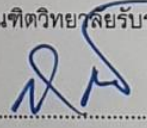
 กรรมการสอบ  กรรมการสอบและ
(ดร.กุลวดี สุวรรณไตรย์) แต่งตั้งเพิ่มเติม (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ถาดทอง ปานศุภวัชร) กรรมการที่ปรึกษา
วิทยานิพนธ์

 กรรมการสอบ
(ดร.สกลรัตน์ พันธุสันต์) ผู้ทรงคุณวุฒิ

คณะกรรมการบริหารหลักสูตรรับรองแล้ว

บัณฑิตวิทยาลัยรับรองแล้ว


(ดร.อรุณรัตน์ คำแหงพล)
ประธานหลักสูตร
มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร


(รองศาสตราจารย์ ดร.ศิกานต์ เพียรธัญญกรณ์)
ผู้อำนวยการบัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

เมื่อวันที่ 24 เดือน พฤศจิกายน พ.ศ. 2564
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

ประกาศคุณูปการ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความรู้และความช่วยเหลือมาโดยตลอดจากท่าน ดร.อรุณรัตน์ คำแหงพล ประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ถาดทอง ปานศุภวัชร กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำแนะนำ ตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องด้วยความเอาใจใส่ตลอดมา ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ และผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ทุกท่าน ที่ให้ความรู้ คำแนะนำและความช่วยเหลือด้วยดี

ขอขอบพระคุณท่านผู้ช่วยศาสตราจารย์ธราเทพ เตมีรักษ์ ดร.วิญญ์พล โกลายคำ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร และคุณครูวัชรียา พรหมพันธ์ โรงเรียนธาตุนารายณ์วิทยา ที่กรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญพิจารณาตรวจสอบเครื่องมือในการวิจัย ตลอดจนให้คำปรึกษา คำแนะนำ และข้อเสนอแนะต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการวิจัย จนได้เครื่องมือที่มีคุณภาพ

ขอขอบพระคุณท่านผู้อำนวยการพนมพันธ์ ไชยเพชร ผู้อำนวยการโรงเรียนธาตุนารายณ์วิทยา ที่ให้ความอนุเคราะห์ใช้สถานที่ในการทดลองใช้เครื่องมือและเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ และขอขอบคุณนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ให้ความร่วมมือในการทดลองและเก็บข้อมูล ส่งผลให้งานวิจัยสำเร็จด้วยดี

ประโยชน์จากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณของบิดา มารดา ที่คอยเป็นกำลังใจและแรงใจอันสำคัญยิ่งในการทำการวิจัยนี้ ตลอดจน ครู อาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่านที่ให้ชีวิตอันดีงามและเสริมสร้างสติปัญญาให้แก่ผู้วิจัย

เอกพร ธรรมยศ

ชื่อเรื่อง	การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การแยกสาร โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา ร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง
ผู้วิจัย	เอกพร ธรรมยศ
กรรมการที่ปรึกษา	ดร.อรุณรัตน์ คำแหงพล ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ถาดทอง ปานศุภวัชร
ปริญญา	ค.ม. (การสอนวิทยาศาสตร์)
สถาบัน	มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
ปีที่พิมพ์	2564

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อ 1) สร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง เรื่อง การแยกสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 2) เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียน 3) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียน 4) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนธาตุนารายณ์วิทยา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 42 คน โดยการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้ 2) แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และ 4) แบบสอบถามความพึงพอใจ สถิติที่ใช้ ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าทีแบบไม่เป็นอิสระต่อกัน

ผลการวิจัยพบว่า

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง เรื่อง การแยกสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.14/80.09 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้
2. ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง อยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.67

คำสำคัญ: ความคิดสร้างสรรค์ สเต็มศึกษา ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

TITLE	Development of Creative Thinking of Mathayomsuksa 2 Students on the Topic of the Separation of Substances Using STEAM Education and the Philosophy of Sufficiency Economy
AUTHOR	Aekkaphon Thammayod
ADVISORS	Dr. Arunrat Khamhaengpol Asst. Prof. Dr. Thardthong Pansuppawat
DEGREE	M.Ed. (Science Teaching)
INSTITUTION	Sakon Nakhon Rajabhat University
YEAR	2021

ABSTRACT

The purposes of this study were to 1) construct lesson plans based on STEAM education and the philosophy of sufficiency economy on the topic of the separation of substances for Mathayomsuksa 2 students to meet the efficiency of 80/80, 2) compare students' creative thinking before and after the intervention, 3) compare students' learning achievement before and after the intervention, and 4) study the satisfaction of students toward the instructional management. The sample, obtained through cluster random sampling, consisted of 42 Mathayomsuksa 2 students at Thatnaraiwittaya School in the second semester of the academic year 2020. The research instruments included 1) lesson plans, 2) a creative thinking test, 3) a learning achievement test, and 4) a satisfaction questionnaire. The statistics for data analysis were percentage, mean, standard deviation, and t-test for Dependent Samples.

The research findings were as follows:

1. The instructional management based on STEAM education and the philosophy of sufficiency economy on the topic of the separation of substances achieved the efficiency of 81.14/80.09, which was satisfied the criterion efficiency 80/80.
2. The students' creative thinking after the intervention was higher than that of before the intervention at the .01 level of significance.

3. The students' learning achievement after the intervention was higher than that of before the intervention at the .01 level of significance.

4. The satisfaction of students toward the developed instructional management was at the highest level, with a mean score of 4.67.

Keywords: Creative Thinking, STEAM Education, Philosophy of Sufficiency Economy

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ	1
ภูมิหลัง	1
คำถามของการวิจัย	5
ความมุ่งหมายของการวิจัย	5
สมมติฐานของการวิจัย	6
ความสำคัญของการวิจัย	6
ขอบเขตของการวิจัย	7
กรอบแนวคิดของการวิจัย	9
นิยามศัพท์เฉพาะ	10
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	17
หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551	19
วิสัยทัศน์	19
หลักการของหลักสูตร	19
จุดหมายของหลักสูตร	20
สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน	20
คุณลักษณะอันพึงประสงค์	21
การจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น	22
ความสำคัญของวิทยาศาสตร์	22
เป้าหมายของวิทยาศาสตร์	23
สาระสำคัญของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	24
สาระและมาตรฐานการเรียนรู้	25
คุณภาพผู้เรียน	26

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์	
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2	29
การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา	48
ความหมายของสเต็มศึกษา	48
แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับสเต็มศึกษา	50
ความสำคัญของศิลปะในสเต็มศึกษา	54
ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา	55
ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง	60
ความหมายของปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง	60
หลักการของปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง	61
การประยุกต์ใช้ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง	63
การประยุกต์ใช้ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงสู่การเรียนการสอน	65
การเปรียบเทียบการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา	
ร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง	69
ความคิดสร้างสรรค์	72
ความหมายของความคิดสร้างสรรค์	72
ทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์	74
องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์	75
พัฒนาการของความคิดสร้างสรรค์	77
วิธีการสอนให้เกิดการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์	79
วิธีการวัดความคิดสร้างสรรค์	82
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	86
ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	86
ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	87

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	88
คุณลักษณะของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ดี.....	93
หลักการเลือกใช้ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์	95
ประสิทธิภาพของเครื่องมือวิจัย	96
ความหมายของประสิทธิภาพของเครื่องมือวิจัย	96
การหาประสิทธิภาพของเครื่องมือวิจัย	97
วิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพของเครื่องมือ	99
ความพึงพอใจ	101
ความหมายของความพึงพอใจ	101
การวัดความพึงพอใจ	102
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	103
งานวิจัยในประเทศ	103
งานวิจัยต่างประเทศ	106
3 วิธีการดำเนินการวิจัย	109
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	109
แบบแผนการวิจัย	110
เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย	110
การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ	112
การเก็บรวบรวมข้อมูล	130
การวิเคราะห์ข้อมูล	131
สถิติที่ใช้ในการวิจัย	132
4 ผลการวิเคราะห์	137
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	137

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
ขั้นตอนในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล	138
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	139
5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	151
ความมุ่งหมายของการวิจัย	151
สมมติฐานของการวิจัย	152
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	152
เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย	153
การเก็บรวบรวมข้อมูล	154
การวิเคราะห์ข้อมูล	155
สรุปผลการวิจัย	156
อภิปรายผลการวิจัย	157
ข้อเสนอแนะ	166
บรรณานุกรม	167
ภาคผนวก	181
ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญและหนังสือขอความอนุเคราะห์	183
ภาคผนวก ข ผลการประเมินและวิเคราะห์เครื่องมือวิจัย	195
ภาคผนวก ค ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	211
ภาคผนวก ง ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา ร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง	231
ภาคผนวก จ เครื่องมือวิจัย	357
ประวัติย่อของผู้วิจัย	391

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์	
สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ มาตรฐาน ว 2.1	30
2 ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์	
สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ มาตรฐาน ว 2.3	35
3 ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์	
สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ มาตรฐาน ว 3.2	38
4 หน่วยการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์	
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2	47
5 แนวคิดแต่ละองค์ประกอบของสติมศึกษา	51
6 กรอบความคิดในการสอนปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง	66
7 การเปรียบเทียบขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสติมศึกษา	
ร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง	69
8 เกณฑ์การพิจารณาให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์	85
9 เกณฑ์การพิจารณาระดับความคิดสร้างสรรค์	85
10 แบบแผนของการวิจัยแบบกลุ่มเดียว วัดผลก่อนและหลังการทดลอง	110
11 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้แกนกลาง	
จุดประสงค์การเรียนรู้ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	
สมรรถนะสำคัญ ความคิดสร้างสรรค์ วิธีสอน/กิจกรรมการสอน	
ภาระงาน/ชิ้นงาน และเครื่องมือวัดประเมินผล	113
12 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างแผนการจัดการเรียนรู้	
กับความคิดสร้างสรรค์	119
13 วิเคราะห์โครงสร้างแบบวัดความคิดสร้างสรรค์	123
14 เกณฑ์การพิจารณาให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์	124
15 เกณฑ์การพิจารณาระดับความคิดสร้างสรรค์	124

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
16 วิเคราะห์โครงสร้าง ความสัมพันธ์ระหว่างตัวชี้วัดกับพฤติกรรม ด้านพุทธิพิสัยในแต่ละด้านของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การแยกสาร	127
17 การวิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) ของการจัดการเรียนรู้ โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา ร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง เรื่อง การแยกสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2	139
18 การวิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) ของการจัดการเรียนรู้ โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา ร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง เรื่อง การแยกสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2	140
19 ผลการวิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้ โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา ร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง เรื่อง การแยกสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2	140
20 ผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์องค์ประกอบ ของความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การแยกสาร ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับ ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง	141
21 ผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การแยกสาร โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับ ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง	142

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
22 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การแยกสาร โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับ ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง	143
23 ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับ ร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง เรื่อง การแยกสาร	144
24 ผลการประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับ ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง เรื่อง การแยกสาร ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยผู้เชี่ยวชาญ	197
25 ผลการประเมินความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้กับตัวชี้วัด การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การแยกสาร โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา ร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง โดยผู้เชี่ยวชาญ	200
26 ผลการวิเคราะห์ดัชนีความสอดคล้องเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบ วัดความคิดสร้างสรรค์โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา ร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง โดยผู้เชี่ยวชาญ	201
27 ผลการวิเคราะห์ดัชนีความสอดคล้องเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับ ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง โดยผู้เชี่ยวชาญ	202
28 ผลการประเมินความสอดคล้องของแบบสอบถามความพึงพอใจ กับตัวชี้วัด โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับ ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง	204

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
29 ผลการวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ ที่ได้จากการทดลองใช้ (Try Out) เพื่อหาคุณภาพของเครื่องมือ	207
30 ผลการวิเคราะห์ระดับค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่น ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	209
31 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง เรื่อง การแยกสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2	213
32 ผลการวิเคราะห์คะแนนองค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน ก่อนเรียน	216
33 ผลการวิเคราะห์คะแนนองค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน หลังเรียน	219
34 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียน	222
35 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียน.....	224
36 ผลการวิเคราะห์คะแนนความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง เรื่อง การแยกสาร.....	226

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 กรอบแนวคิดของการวิจัย	9
2 สรุปปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง	63
3 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์	90
4 บรรยายภาคในการทำกิจกรรมมหัศจรรย์เกลื่อหลากสี โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การระเหยแห้ง	148
5 บรรยายภาคในการทำกิจกรรมเครื่องประดับจากคริสตัลหลากสี โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การตกผลึก	149
6 บรรยายภาคในการทำกิจกรรมชุดกลั่นอย่างง่ายสไตล์นักวิทย์น้อย โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การกลั่นอย่างง่าย	149
7 บรรยายภาคในการทำกิจกรรมจิตรกรน้อยผู้สร้างสรรค์ โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง โครมาโทกราฟีแบบกระดาษ	150
8 บรรยายภาคในการทำกิจกรรมมหัศจรรย์พืชให้สี โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การสกัดด้วยตัวทำละลาย	150

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

โลกในยุคศตวรรษที่ 21 เป็นยุคของการเปลี่ยนแปลงทั้งความรู้ ข้อมูลข่าวสาร และเทคโนโลยีสารสนเทศ โดยมีการใช้เทคโนโลยีเชื่อมโยงข้อมูลต่าง ๆ ในทุกภูมิภาคของโลกเข้าด้วยกัน ทำให้เกิดเครื่องมือที่หลากหลายในการเข้าถึงองค์ความรู้ต่าง ๆ ในหลาย ๆ ด้าน ส่งผลให้เยาวชนที่กำลังอยู่ในวัยศึกษาเล่าเรียนเปลี่ยนแปลงวิถีการดำเนินชีวิต และการเรียนในแต่ละวันแตกต่างไปจากเยาวชนในยุคก่อนอย่างมาก การศึกษาจึงจำเป็นต้องมีการเปลี่ยนแปลงเพื่อให้สอดคล้องกับสถานการณ์ในปัจจุบัน (เหงียน ถิ ทุ ฮ่า และสิรินาถ จงกลกลาง, 2561, หน้า 15) ดังนั้น การจัดการศึกษาปัจจุบันควรมุ่งเน้นการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะในศตวรรษที่ 21 เพื่อให้ได้ทั้งความรู้ และทักษะที่จำเป็นต้องใช้ในการดำรงชีวิต การประกอบอาชีพ การพัฒนาเศรษฐกิจ และสังคมของประเทศท่ามกลางกระแสแห่งการเปลี่ยนแปลง ซึ่งในแผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560-2579 ได้กำหนดยุทธศาสตร์ที่สำคัญเกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ไว้ในยุทธศาสตร์ที่ 2 การผลิตและพัฒนากำลังคน การวิจัย และนวัตกรรมเพื่อสร้างขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ ซึ่งการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์เป็นกลไกที่สำคัญยิ่งในการนำประเทศเข้าสู่สังคมโลกในศตวรรษที่ 21 และเป็นประเด็นหลักที่กำหนดไว้ในยุทธศาสตร์ชาติ และยุทธศาสตร์ประเทศไทย 4.0 การเตรียมความพร้อมกำลังคนทั้งด้านความรู้ ทักษะ สมรรถนะที่จำเป็นให้สามารถปรับตัว และรู้เท่าทันต่อกระแสความเปลี่ยนแปลงของโลกที่มีพลวัต และการแข่งขันอย่างเสรีและไร้พรมแดน จึงเป็นความสำคัญจำเป็นเร่งด่วนที่ประเทศต้องเร่งดำเนินการเพื่อสร้างขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, หน้า 100)

ความคิดสร้างสรรค์ เป็นหนึ่งในทักษะที่สำคัญของผู้เรียน ที่ได้มีการกำหนดให้เป็นทักษะที่จำเป็นจะต้องนำไปใช้ในช่วงศตวรรษที่ 21 ซึ่งความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถทางสมองที่คิดได้อย่างซับซ้อน กว้างไกล หลายทิศทาง หรือเรียกว่า

คิดนอกกรอบ ซึ่งประกอบด้วยความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดลออ (พรสวรรค์ วงศ์ตาธรรม, 2558, หน้า 115) ความคิดสร้างสรรค์ นับได้ว่าเป็นคุณลักษณะที่สำคัญของการเป็นจุดเริ่มต้นของการคิดค้นนวัตกรรมต่าง ๆ และยังเป็นหัวใจสำคัญในการสร้างนวัตกรรม สิ่งประดิษฐ์ และพัฒนาประเทศ (กมล โพธิ์เย็น, 2562, หน้า 10-11) อีกทั้งความคิดสร้างสรรค์จะทำให้คนคิดเป็น แก้ปัญหาเป็น ไม่ย่อท้อเมื่อต้องเผชิญกับปัญหาหรืออุปสรรค (เอกภูมิ จันทระขันตี, 2559, หน้า 216) และยังช่วยในการผ่อนคลายอารมณ์ ช่วยส่งเสริมความมีสุนทรียภาพ ช่วยสร้างนิสัยในการทำงานที่ดี เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้สำรวจ ค้นคว้า ทดลอง และมีจินตนาการ สร้างสิ่งใหม่ขึ้น นอกจากนั้นบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์จะเป็นผู้ที่ไม่เครียด มีความสนุกสนาน มีความภาคภูมิใจในตนเอง มีความเชื่อมั่นในตนเองสามารถดำรงชีวิตในสังคมได้เป็นอย่างดีและมีความสุข (ธารทิพย์ ช้วนา และขวัญชัย ช้วนา, 2561, หน้า 328)

ปัญหาในระบบการศึกษาปัจจุบัน การจัดการเรียนการสอนส่วนใหญ่ไม่ได้ให้ความสำคัญกับการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ (กรองทอง จุลิรัชนิกร, ธนิช คุณเมธิกุล และขวัญศิริ เจริญทรัพย์, 2557, หน้า 2) การเรียนการสอนมุ่งให้เด็กรู้และจดจำข้อเท็จจริงเป็นสำคัญ ทำให้เด็กขาดการกระตุ้นเรื่องความคิดสร้างสรรค์ในวัยที่เหมาะสม (สมชาย พรหมสุวรรณ, 2560, หน้า 107) การศึกษาแบบบอกเล่าและการสอบแบบท่องจำ นอกจากจะไม่ช่วยส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ ยังเป็นการทำลายความคิดสร้างสรรค์ (วิริยะ ฤาชัยพาณิชย์, 2558, หน้า 25) ซึ่งสอดคล้องกับผลของโครงการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ (Programme for International Student Assessment หรือ PISA) ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้ร่วมมือกับองค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา (Organisation for Economic Co-operation and Development) หรือ OECD เพื่อประเมินคุณภาพระบบการศึกษาของประเทศสมาชิก และประเทศร่วมโครงการ PISA โดยประเมินความรู้และทักษะของนักเรียนที่มีอายุ 15 ปี ในด้านการรู้เรื่องการอ่าน การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ และการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ การรู้เรื่องทั้ง 3 ด้านนี้ ถือว่าเป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้ตลอดชีวิต และเป็นสิ่งที่ทุกคนจำเป็นต้องมีเพื่อการพัฒนาและการแข่งขันทางเศรษฐกิจของประเทศ ซึ่งจากผลการประเมิน PISA 2018 ในรอบที่ผ่านมา พบว่า นักเรียนไทยมีคะแนนต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของประเทศสมาชิก OECD ทั้งด้านการอ่าน คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ (ศูนย์ดำเนินงาน PISA แห่งชาติ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2562, หน้า 1) สำหรับการประเมิน

PISA 2022 มีการประเมินเพิ่มอีกด้าน คือ ด้านความคิดสร้างสรรค์ (Sarmurzin, Amanzhol, Toleubayeva, Zhunusova, & Amanova, 2021, p. 758) ซึ่งผลการทดสอบ PISA สะท้อนถึงผลของการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ในภาพรวมของทั้งประเทศไทยว่าควรส่งเสริมและพัฒนานักเรียนให้มีขีดความสามารถ ในวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ เนื่องจากทั้ง 2 วิชา มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิต ส่งผลต่อทักษะการคิด การสร้างสรรค์ (สุนทร ภูรีปรีชาเลิศ, ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์ และจุฬารัตน์ ธรรมประทีป, 2563, หน้า 87) หลักสูตรการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียน ชาติุนารายณ์วิทยาได้จัดทำหลักสูตรสถานศึกษาอิงตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษา ขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 โดยมีการเรียนการสอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 พบว่า หน่วยที่ 6 เรื่อง การแยกสาร มีเนื้อหาเกี่ยวกับการแยกสารผสมโดยการระเหยแห้ง การตกผลึก การกลั่นอย่างง่าย โครมาโทกราฟีแบบกระดาษ และการสกัดด้วยตัวทำละลาย ซึ่งหน่วยการแยกสาร มีเนื้อหา ค่อนข้างซับซ้อน โดยธีรพงษ์ เทศชวน และจิตติรี พละกุล (2564, หน้า 98) ได้กล่าวว่า หน่วยการแยกสาร นักเรียนจำเป็นต้องมีความรู้เกี่ยวกับสมบัติของสาร หลักการการแยกสาร วัสดุและอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการแยกสาร และมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อ ทำการทดลองแยกสาร ซึ่งความรู้นี้เป็นพื้นฐานวิทยาศาสตร์ที่มีความสำคัญและมีคุณค่า ต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ ดังนั้น เพื่อเป็นการเตรียมความพร้อมของนักเรียน จึงจำเป็นต้อง ดำเนินการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีความรู้ เกิดความสามารถในการคิด นำไปสู่การมีความคิดสร้างสรรค์เพื่อเป็นกำลังสำคัญในการพัฒนาประเทศ

การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา (STEAM Education) เป็นการจัดการเรียนรู้ รูปแบบหนึ่งที่ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ กระบวนการทักษะ ทางวิทยาศาสตร์พื้นฐาน และการออกแบบทางวิศวกรรม (Khamhaengpol, Sriprom, & Chuamchaitrakool, 2021, p. 6) โดยมีแนวคิดมาจากสะเต็มศึกษา (STEM Education) โดยการบูรณาการสาระวิชาวิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) เข้าไว้ด้วยกัน (สุภัค โอฬาริยกุล, 2562, หน้า 3) และเพิ่มศิลปศาสตร์ (Art) เข้าไปเพื่อให้ นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้และเข้าใจในเนื้อหาในระดับลึกได้อย่างครอบคลุม และช่วย ให้ นักเรียนได้ถ่ายทอดจินตนาการของตนเอง นำไปสู่การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ คิดค้น ประดิษฐ์สิ่งใหม่ สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้จริง และยังช่วยในการเชื่อมโยงความสัมพันธ์

ระหว่างวิทยาศาสตร์ที่เน้นการคิดเชิงวิชาการกับศิลปศาสตร์ที่เน้นการคิดเชิงสร้างสรรค์ ทำให้นักเรียนเชื่อมโยงความคิดได้อย่างมีเหตุผล และนำไปสู่ความคงทนในการเรียนรู้ (จารีพร พลมูล, สนิย์ เหมะประสิทธิ์ และเกริก คักดีสุภาพ, 2558, หน้า 2) การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาช่วยทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูงขึ้น และช่วยพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน และนักเรียนมีเจตคติต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ อยู่ในระดับมากที่สุด (มัลยา บัวพันธ์, สิริววรรณ จรัสรวีวัฒน์ และอาพันธ์ชนิต เชนจิต, 2563, หน้า 203)

จากสภาพการณ์ของการเปลี่ยนแปลงทั้งคน สังคม เศรษฐกิจ สิ่งแวดล้อม การเมือง และการศึกษาในปัจจุบัน กระทรวงศึกษาธิการจึงได้มีการปรับเปลี่ยนจุดเน้น ในการพัฒนาคุณภาพของคนในสังคมไทยให้มีคุณธรรม มีความรู้อย่างเท่าทัน มีความพร้อมทั้งด้านร่างกาย สติปัญญา อารมณ์ และศีลธรรม เพื่อให้ก้าวทันการเปลี่ยนแปลง เพื่อนำไปสู่สังคมฐานความรู้ได้อย่างมั่นคง โดยหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้มีการกำหนดจุดมุ่งหมายที่สำคัญประการหนึ่งในการพัฒนาผู้เรียนให้ เป็นคนดี มีปัญญา มีความสุข เพื่อให้เกิดกับผู้เรียน คือ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยม ที่พึงประสงค์ เห็นคุณค่าของตนเอง มีวินัย และปฏิบัติตนตามหลักธรรมของพระพุทธศาสนา หรือศาสนาที่ตนนับถือ ยึดหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, หน้า 2-5) ดังนั้น การจัดการศึกษาขั้นพื้นฐานจึงได้นำหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง มาใช้ในสถานศึกษา โดยการปลูกฝังจิตสำนึกความพอเพียง ความพอประมาณในการ ดำเนินชีวิต มีการตัดสินใจบนพื้นฐานของเหตุผล หมั่นแสวงหาความรู้เพื่อให้เกิดความรอบรู้ ในด้านต่าง ๆ ฝึกฝนตนเองให้มีความรอบคอบและระมัดระวัง โดยใช้สติปัญญาในการทำงาน ในการดำเนินชีวิต และเน้นให้ผู้เรียนมีคุณธรรม จริยธรรม มีความอดทน ขยันหมั่นเพียร มีความซื่อสัตย์สุจริตไม่เบียดเบียนผู้อื่น และช่วยเหลือซึ่งกันและกัน (อุเทน เจริญภูมิ, จำเริญรัตน์ จิตต์จิรจรรย์ และอลงกต ยะไวทย์, 2561, หน้า 194)

จากเหตุผลและความสำคัญดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาการพัฒนา ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การแยกสาร โดยการ จัด การเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง เพื่อให้นักเรียนเข้าใจในเนื้อหา และสามารถดำรงชีวิตได้อย่างมีความพอประมาณ มีเหตุผล และมีภูมิคุ้มกันในตัวที่ดี อีกทั้งช่วยทำให้นักเรียนได้พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์ให้สูงขึ้น

คำถามของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดคำถามของการวิจัย ไว้ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง เรื่อง การแยกสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีประสิทธิภาพ ตามเกณฑ์ 80/80 หรือไม่
2. ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การแยกสาร โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง หลังเรียนสูงกว่า ก่อนเรียน หรือไม่
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การแยกสาร โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน หรือไม่
4. ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง เรื่อง การแยกสาร อยู่ในระดับใด

ความมุ่งหมายของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดความมุ่งหมายของการวิจัย ไว้ดังนี้

1. สร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง เรื่อง การแยกสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80
2. เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การแยกสาร ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง
3. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การแยกสาร ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง
4. ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

สมมติฐานของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งสมมติฐานการวิจัย ไว้ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง เรื่อง การแยกสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80
2. ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การแยกสาร โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง หลังเรียนสูงกว่า ก่อนเรียน
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การแยกสาร โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
4. ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง เรื่อง การแยกสาร อยู่ในระดับมาก

ความสำคัญของการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดความสำคัญของการวิจัย ไว้ดังนี้

1. ครูผู้สอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ สามารถนำแผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง เรื่อง การแยกสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ไปใช้เพื่อให้นักเรียนได้พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ และสามารถใช้ชีวิตได้อย่างมีเหตุผล มีความพอประมาณ มีภูมิคุ้มกันในตัวที่ดี และพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้สูงขึ้นอย่างมีประสิทธิภาพ
2. เป็นแนวทางสำหรับครู บุคลากรทางการศึกษา ตลอดจนผู้ที่สนใจ เกี่ยวกับการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การแยกสาร โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง เพื่อนำความรู้ที่ได้จากการวิจัยในครั้งนี้ไปใช้ประโยชน์และปรับประยุกต์ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในวิชาอื่น ๆ ต่อไป

ขอบเขตของการวิจัย

1. ขอบเขตด้านเนื้อหา

เนื้อหาในการวิจัยในครั้งนี้ คือ เนื้อหากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ เรื่อง การแยกสาร ซึ่งแบ่งเนื้อหาออกเป็นตอน ดังนี้

- 1.1 การระเหยแห้ง
- 1.2 การตกผลึก
- 1.3 การกลั่นอย่างง่าย
- 1.4 โครมาโทกราฟีแบบกระดาษ
- 1.5 การสกัดด้วยตัวทำละลาย

2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

2.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนธาดุนารายณ์วิทยา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสกลนคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 14 ห้องเรียน นักเรียนทั้งหมด 571 คน

2.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนธาดุนารายณ์วิทยา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสกลนคร ภาคเรียนที่ 2/4 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 1 ห้องเรียน นักเรียนทั้งหมด 42 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่ม

3. ตัวแปรที่ศึกษา

3.1 ตัวแปรอิสระ การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

3.2 ตัวแปรตาม

3.2.1 ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

3.2.2 ความคิดสร้างสรรค์

3.2.3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

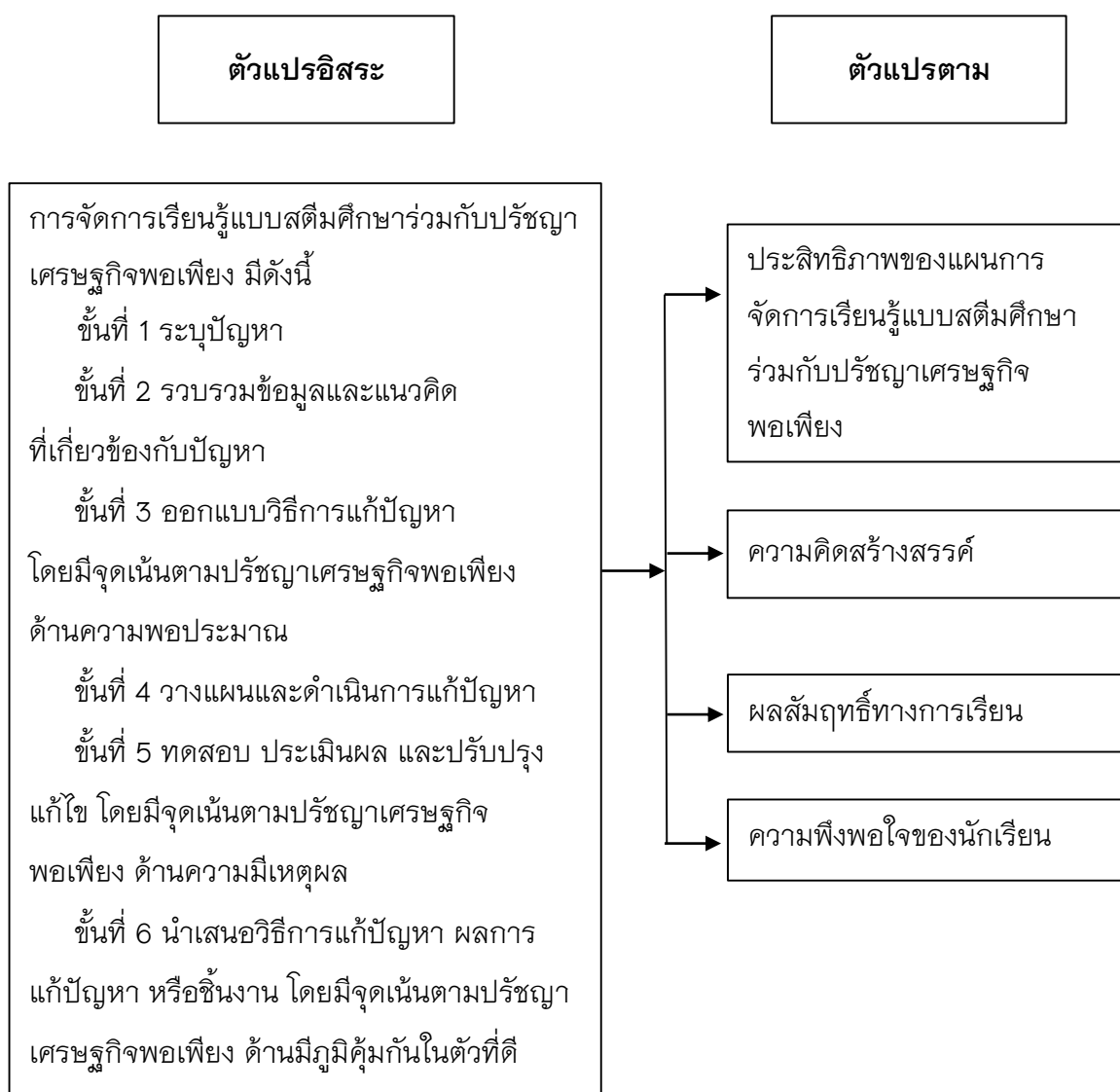
3.2.4 ความพึงพอใจของนักเรียน

4. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยจะดำเนินการทดลองสอนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 ใช้เวลาในการทดลองสอน จำนวน 15 ชั่วโมง เวลาในการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน 2 ชั่วโมง รวมทั้งสิ้น 17 ชั่วโมง โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดการเรียนการสอนด้วยตนเอง

กรอบแนวคิดของการวิจัย

ในการวิจัยการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การแยกสาร โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ผู้วิจัยได้กำหนดกรอบแนวคิดในการวิจัย ดังภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

นิยามศัพท์เฉพาะ

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดนิยามศัพท์เฉพาะ ดังนี้

1. การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา (STEAM Education) หมายถึง การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยการบูรณาการความรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) ศิลปะ (Arts) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) เข้าไว้ด้วยกัน โดยการใช้สถานการณ์ปัญหาเป็นตัวกระตุ้นทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ และคิดหาทางแก้ไขปัญหที่เกิดขึ้น ซึ่งประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา ระบุสถานการณ์ปัญหาตัวอย่างที่พบเจอในชีวิตประจำวัน และให้นักเรียนร่วมกันสังเกต ระดมความคิด และระบุปัญหที่เกิดขึ้น

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ให้นักเรียนศึกษาค้นคว้าข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา วิธีการ แนวทางในการแก้ปัญหา เพื่อจะสามารถนำความรู้ต่าง ๆ มาบูรณาการใช้ในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา นักเรียนร่างแบบแนวคิดของวิธีการแก้ปัญหา โดยเน้นความคิดสร้างสรรค์ แล้วประเมินว่าควรจะเลือกวิธีการแก้ปัญหาแบบใดให้เหมาะสมและดีที่สุด เพื่อนำไปใช้แก้ปัญหา

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา นักเรียนเขียนแผนการปฏิบัติการจากแบบร่างแนวคิดวิธีการแก้ปัญหา ที่ผ่านการเลือกซึ่งมีความเหมาะสมและดีที่สุด จากนั้นให้นักเรียนดำเนินแก้ไขปัญห หรือการสร้างชิ้นงาน ตามแผนที่นักเรียนเขียนไว้

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน ให้นักเรียนทดสอบชิ้นงาน และประเมินผลงาน โดยยึดว่าได้ผลเป็นรูปธรรมตามเป้าหมายหรือไม่ ชิ้นงานนั้นมีคุณลักษณะเป็นไปตามความต้องการ และภายใต้เงื่อนไขที่ได้กำหนดไว้แต่แรกหรือไม่ จากผลการประเมินมีสิ่งใดที่ต้องปรับปรุงหรือไม่ หากจำเป็นต้องปรับปรุง จะต้องบันทึกสาเหตุของการปรับปรุง

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา หรือชิ้นงาน โดยให้นักเรียนนำเสนอผลงานการแก้ปัญหาย่อยอย่างเป็นลำดับขั้น โดยเริ่มตั้งแต่ขั้นตอนการทำความเข้าใจของปัญหา จนถึงขั้นผลลัพธ์สุดท้าย และให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายลงข้อสรุปให้ผู้ฟังเห็นชัดว่า วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปะ และคณิตศาสตร์ นำมาใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริงได้

2. ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง หมายถึง ปรัชญาที่พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวรัชกาลที่ 9 ทรงมีพระราชดำรัสชี้แนะแนวทางการดำเนินชีวิตแก่พสกนิกรชาวไทยถึงแนวทางการดำรงชีวิต และปฏิบัติตนของประชาชนทุกระดับ เพื่อให้รอดพ้นจากวิกฤตการณ์ทางเศรษฐกิจ สามารถดำรงอยู่ได้อย่างมั่นคงและยั่งยืน ภายใต้กระแสโลกาภิวัตน์ ซึ่งในการนำหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การสอน จะนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของนักเรียน โดยยึดหลักของความพอประมาณ ความมีเหตุผล มีภูมิคุ้มกันในตัวที่ดี และปฏิบัติภายใต้เงื่อนไขความรู้ และเงื่อนไขคุณธรรม

2.1 ความพอประมาณ หมายถึง ความพอดี ไม่มากเกินไป หรือน้อยเกินไป ใช้ทรัพยากรในการทำกิจกรรมการเรียนรู้ได้อย่างคุ้มค่าและเหมาะสม

2.2 ความมีเหตุผล หมายถึง สามารถพิจารณาเหตุและผลของการกระทำได้อย่างรอบคอบ เกี่ยวกับการเลือกใช้ทรัพยากรธรรมชาติ วัสดุ อุปกรณ์ในการทำกิจกรรมการเรียนรู้ได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

2.3 มีภูมิคุ้มกันในตัวที่ดี หมายถึง การใช้ความรู้ เหตุผลในการคิด การกระทำอย่างรอบคอบ รอบด้าน ก่อนการตัดสินใจ และเตรียมตัวพร้อมรับการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น โดยสามารถที่จะปรับตัวเข้ากับสถานการณ์ได้อย่างเหมาะสม ยอมรับการเปลี่ยนแปลงในสิ่งที่ถูกต้องได้อย่างทันท่วงที

2.4 เงื่อนไขความรู้ หมายถึง นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในเรื่องต่าง ๆ ที่ศึกษาอย่างชัดเจน มีทักษะความคิดสร้างสรรค์ และรู้จักประยุกต์ใช้ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ในการทำงานอย่างเหมาะสม

2.5 เงื่อนไขคุณธรรม หมายถึง นักเรียนมีวินัย ใฝ่เรียนรู้ อยู่อย่างพอเพียง มุ่งมั่นในการทำงาน และมีจิตสาธารณะ

3. การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

หมายถึง การบูรณาการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง เรื่อง การแยกสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ โดยมีขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา ครูยกสถานการณ์ปัญหาตัวอย่างให้นักเรียน และนักเรียนร่วมกันศึกษา พูดคุยเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหา พร้อมระดมความคิดในกลุ่ม และร่วมกันระบุปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาตัวอย่าง โดยวิเคราะห์ปัญหา เจาะลึก ข้อจำกัดของปัญหา แยกแยะว่าปัญหาดังกล่าวมีองค์ประกอบย่อย ๆ อะไรบ้าง เกิดจากอะไร ประกอบขึ้นได้อย่างไร และมีความเชื่อมโยงสัมพันธ์กันอย่างไร

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา นักเรียนรวบรวม ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาและครอบคลุมปัญหาที่นักเรียนระบุได้ โดยศึกษาหลักการ วิธีการแก้ปัญหา จากใบความรู้ และแหล่งเรียนรู้อื่น ๆ เพิ่มเติม เพื่อจะสามารถนำความรู้ ต่าง ๆ มาบูรณาการใช้ในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา โดยมีจุดเน้นตามปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ด้านความพอประมาณ นักเรียนทำการร่างแบบภาพที่แสดงส่วนประกอบ ในการสร้างชิ้นงาน หรือออกแบบการทดลองอย่างสร้างสรรค์เพื่อจะใช้แก้ปัญหา โดยคำนึงถึงเงื่อนไข ข้อจำกัดของปัญหา และมีจุดเน้นตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ด้านความพอประมาณ ความพอดี ที่ไม่มากเกินไป หรือน้อยเกินไป ใช้ทรัพยากรในการทำ กิจกรรมการเรียนรู้ได้อย่างคุ้มค่าและเหมาะสม

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา นักเรียนวางแผนทำชิ้นงาน หรือวางแผนการทดลองจากแบบร่างภาพที่นักเรียนได้ออกแบบไว้ จากนั้นให้นักเรียนลงมือ ปฏิบัติสร้างชิ้นงานอย่างสร้างสรรค์

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไข โดยมีจุดเน้นตามปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ด้านความมีเหตุผล ครูให้นักเรียนทดสอบชิ้นงานที่สร้างขึ้น และประเมินผลงานว่าสามารถแก้ปัญหาได้หรือไม่ เป็นไปตามเงื่อนไขที่ได้กำหนดไว้ และมีสิ่งใดที่ต้องปรับปรุงหรือไม่ จากนั้นครูให้นักเรียนปรับปรุงชิ้นงานให้มีประสิทธิภาพ เพิ่มขึ้น โดยมีจุดเน้นตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ด้านความมีเหตุผล โดยมีความ รอบคอบเกี่ยวกับการเลือกใช้ทรัพยากรธรรมชาติ วัสดุ อุปกรณ์ในการทำกิจกรรม การเรียนรู้ได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา หรือชิ้นงาน โดยมีจุดเน้นตามปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ด้านมีภูมิคุ้มกันในตัวที่ดี ครูให้นักเรียนนำเสนอผลการทำงาน โดยเริ่มตั้งแต่ขั้นตอนการระบุปัญหาว่าอะไรคือปัญหา อะไรคือเป้าหมาย อะไรคือข้อจำกัดของปัญหา ผลของการรวบรวมข้อมูล การออกแบบชิ้นงาน เกิดปัญหา อุปสรรคระหว่างการสร้างชิ้นงานอย่างไร ปรับแก้อย่างไร และผลลัพธ์สุดท้ายเป็นไปตามเป้าหมายและความต้องการหรือไม่ จากนั้นครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อสรุปความรู้ที่ได้จากการสร้างชิ้นงานในการแก้ไขปัญหา โดยมีจุดเน้นตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ด้านการมีภูมิคุ้มกันในตัวที่ดี คือ การใช้ความรู้ เหตุผลในการคิดกระทำการอย่างรอบคอบ รอบด้าน ก่อนการตัดสินใจ

4. ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง ความสามารถในการคิดของนักเรียน โดยคิดได้แปลกใหม่ กว้างไกล หลายแง่มุม หลายทิศทาง มีการดัดแปลง ผสมผสาน ความคิดผ่านประสบการณ์ มีวิธีคิดที่หลากหลาย เพื่อให้เกิดความแปลกใหม่หรือค้นพบสิ่งใหม่ รวมถึงการแก้ไขปัญหาไปสู่การคิดประดิษฐ์ชิ้นงาน ซึ่งลักษณะของความคิดสร้างสรรค์ มีดังนี้

ความคิดคล่องแคล่ว หมายถึง ความสามารถในการคิดค้นหาคำตอบ และเขียนคำตอบได้จำนวนมาก มีความคล่องตัวในการคิดหาคำตอบ และเขียนคำตอบได้อย่างรวดเร็วในเวลาที่กำหนด

ความคิดยืดหยุ่น หมายถึง ความสามารถในการคิดค้นหาคำตอบและเขียนคำตอบได้หลากหลายประเภท และหลากหลายแง่มุม

ความคิดริเริ่ม หมายถึง ความสามารถในการคิดค้นหาคำตอบและเขียนคำตอบเป็นคำตอบที่แปลกใหม่ ไม่ซ้ำกับความคิดของคนอื่นและแตกต่างจากความคิดธรรมดาหรือความคิดเดิม ๆ ซึ่งนำไปสู่การออกแบบและสร้างสรรค์สิ่งใหม่ ๆ

ความคิดละเอียดลออ หมายถึง ความสามารถในการคิดในรายละเอียดต่าง ๆ ในสิ่งที่คนอื่นมองไม่เห็น สามารถอธิบายรายละเอียดหรือเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ ทำให้ผลงานสมบูรณ์ขึ้นเป็นรูปธรรมและนำไปใช้ประโยชน์ได้

5. การวัดความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง การพิจารณาแนวการตอบคำถาม
แนวการออกแบบการแก้ปัญหาในแต่ละกิจกรรมการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับ
ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง โดยใช้เกณฑ์ประเมินที่ผู้วิจัยกำหนดขึ้นเพื่อประเมิน
ความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนในแต่ละกิจกรรม รวมทั้งแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์
ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อใช้วัดความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนทั้งก่อนและหลังเรียน ตามแนว
การสร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ของทอแรนซ์ เป็นแบบอัตนัย มีทั้งหมด
6 กิจกรรม ได้แก่

- 1) เขียนสาเหตุที่เป็นไปได้ถึงเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น
- 2) เขียนผลที่เป็นไปได้ของเหตุการณ์
- 3) เขียนประโยชน์พิเศษของสิ่งของที่กำหนดให้
- 4) การสร้างรูปภาพ
- 5) การต่อเติมรูปภาพ
- 6) การใช้เส้น

6. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถในการเรียนรู้ของผู้เรียน
ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ
เรื่อง การแยกสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อวัดผลการเรียนรู้
ที่เกิดจากการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

7. ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ หมายถึง คุณภาพด้าน
กระบวนการและผลลัพธ์ของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญา
เศรษฐกิจพอเพียง เรื่อง การแยกสาร ที่ทำให้ผู้เรียนสามารถทำคะแนนได้ตามเกณฑ์
ประสิทธิภาพ 80/80 โดยคิดจากคะแนน 2 ส่วน ดังนี้

80 ตัวแรก หมายถึง จำนวนร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียน
กลุ่มตัวอย่างทั้งกลุ่ม ที่ได้จากการทำใบกิจกรรม ชิ้นงาน และแบบทดสอบหลังเรียน
ประจำแผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง
เรื่อง การแยกสาร ทั้ง 5 แผนการจัดการเรียนรู้

80 ตัวหลัง หมายถึง จำนวนร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่ม
ตัวอย่างทั้งกลุ่ม ที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ และแบบทดสอบ
วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การแยกสาร หลังการจัดการเรียนรู้ครบทุกแผน
การจัดการเรียนรู้

8. ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกที่เกิดขึ้นภายในจิตใจของนักเรียน ที่แสดงออกมาว่าชอบใจ มีความสุข หรือพอใจ ต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา ร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง เรื่อง การแยกสาร โดยวัดความพึงพอใจ 5 ด้าน ได้แก่ ด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้ ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านสื่ออุปกรณ์การเรียนรู้ ด้านการวัดและประเมินผล และด้านประโยชน์ที่ได้รับโดยใช้มาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ได้แก่ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
เรื่อง การแยกสาร โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง
ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

- 1.1 วิสัยทัศน์
- 1.2 หลักการของหลักสูตร
- 1.3 จุดมุ่งหมายของหลักสูตร
- 1.4 สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน
- 1.5 คุณลักษณะอันพึงประสงค์

2. การจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน
พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)
ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

- 2.1 ความสำคัญของวิทยาศาสตร์
- 2.2 เป้าหมายของวิทยาศาสตร์
- 2.3 สาระสำคัญของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
- 2.4 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้
- 2.5 คุณภาพผู้เรียน
- 2.6 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

3. การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา

- 3.1 ความหมายของสเต็มศึกษา
- 3.2 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับสเต็มศึกษา
- 3.3 ความสำคัญของศิลปะในสเต็มศึกษา
- 3.4 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา

4. ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

- 4.1 ความหมายของปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง
- 4.2 หลักการของปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง
- 4.3 การประยุกต์ใช้ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง
- 4.4 การประยุกต์ใช้หลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงสู่การเรียนรู้การสอน
5. การเปรียบเทียบการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง
6. ความคิดสร้างสรรค์
 - 6.1 ความหมายของความคิดสร้างสรรค์
 - 6.2 ทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์
 - 6.3 องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์
 - 6.4 พัฒนาการของความคิดสร้างสรรค์
 - 6.5 วิธีการสอนให้เกิดการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์
 - 6.6 วิธีการวัดความคิดสร้างสรรค์
7. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 7.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 7.2 ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 7.3 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 7.4 คุณลักษณะของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ดี
 - 7.5 หลักการเลือกใช้ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์
8. ประสิทธิภาพของเครื่องมือวิจัย
 - 8.1 ความหมายของประสิทธิภาพของเครื่องมือวิจัย
 - 8.2 การหาเกณฑ์ประสิทธิภาพของเครื่องมือวิจัย
 - 8.3 วิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพของเครื่องมือ
9. ความพึงพอใจ
 - 9.1 ความหมายของความพึงพอใจ
 - 9.2 การวัดความพึงพอใจ
10. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 10.1 งานวิจัยในประเทศ
 - 10.2 งานวิจัยต่างประเทศ

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

จากการศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ตามที่กระทรวงศึกษาธิการได้ประกาศใช้หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, หน้า 2-7) ซึ่งรายละเอียดดังนี้

1. วิสัยทัศน์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนทุกคน ซึ่งเป็นกำลังของชาติให้เป็นมนุษย์ที่มีความสมดุลทั้งด้านร่างกาย ความรู้ คุณธรรม มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและเป็นพลเมืองโลก ยึดมั่นในการปกครองตามระบอบประชาธิปไตย อันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข มีความรู้และทักษะพื้นฐาน รวมทั้งเจตคติที่จำเป็นต่อการศึกษาต่อ การประกอบอาชีพ และการศึกษาตลอดชีวิต โดยมุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ บนพื้นฐานความเชื่อว่าทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้เต็มตามศักยภาพ

2. หลักการของหลักสูตร

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มีหลักการที่สำคัญ ดังนี้

2.1 เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อความเป็นเอกภาพของชาติ มีจุดมุ่งหมายและมาตรฐานการเรียนรู้เป็นเป้าหมายสำหรับพัฒนาเด็กและเยาวชนให้มีความรู้ ทักษะ เจตคติ และคุณธรรมบนพื้นฐานของความเป็นไทยควบคู่กับความเป็นสากล

2.2 เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อปวงชน ที่ประชาชนทุกคนมีโอกาสดำเนินการศึกษาอย่างเสมอภาคและมีคุณภาพ

2.3 เป็นหลักสูตรการศึกษาที่สนองการกระจายอำนาจ ให้สังคมมีส่วนร่วมในการจัดการศึกษาให้สอดคล้องกับสภาพและความต้องการของท้องถิ่น

2.4 เป็นหลักสูตรการศึกษาที่มีโครงสร้างยืดหยุ่นทั้งด้านสาระการเรียนรู้ เวลาและการจัดการเรียนรู้

2.5 เป็นหลักสูตรการศึกษาที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

2.6 เป็นหลักสูตรการศึกษาสำหรับการศึกษาในระบบ นอกระบบ และตามอัธยาศัย ครอบคลุมทุกกลุ่มเป้าหมาย สามารถเทียบโอนผลการเรียนรู้ และประสบการณ์

3. จุดมุ่งหมายของหลักสูตร

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้เป็นคนดี มีปัญญา มีความสุข มีศักยภาพในการศึกษาต่อ และประกอบอาชีพ จึงกำหนดเป็น จุดมุ่งหมาย เพื่อให้เกิดกับผู้เรียน เมื่อจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน ดังนี้

3.1 มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์ เห็นคุณค่าของตนเอง มีวินัยและปฏิบัติตนตามหลักธรรมของพระพุทธศาสนา หรือศาสนาที่ตนนับถือ ยึดหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

3.2 มีความรู้ ความสามารถในการสื่อสาร การคิด การแก้ปัญหา การใช้เทคโนโลยี และมีทักษะชีวิต

3.3 มีสุขภาพกายและสุขภาพจิตที่ดี มีสุนทรีย์ และรักการออกกำลังกาย

3.4 มีความรักชาติ มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและพลเมืองโลก ยึดมั่นในวิถีชีวิตและการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข

3.5 มีจิตสำนึกในการอนุรักษ์วัฒนธรรมและภูมิปัญญาไทย การอนุรักษ์และพัฒนาสิ่งแวดล้อม มีจิตสาธารณะที่มุ่งทำประโยชน์และสร้างสิ่งที่ดีงามในสังคม และอยู่ร่วมกันในสังคมอย่างมีความสุข

4. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพ ตามมาตรฐานการเรียนรู้ ซึ่งการพัฒนาผู้เรียนให้บรรลุมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนดนั้น จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะสำคัญ 5 ประการ ดังนี้

4.1 ความสามารถในการสื่อสาร เป็นความสามารถในการรับและส่งสาร มีวัฒนธรรมในการใช้ภาษาถ่ายทอดความคิด ความรู้ความเข้าใจ ความรู้สึก และทัศนะของตนเองเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสาร และประสบการณ์อันจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาตนเองและสังคม รวมทั้งการเจรจาต่อรองเพื่อขจัดและลดปัญหาความขัดแย้งต่าง ๆ การเลือกรับหรือไม่รับข้อมูลข่าวสารด้วยหลักเหตุผล และความถูกต้อง ตลอดจนการเลือกใช้วิธีการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่มีต่อตนเองและสังคม

4.2 ความสามารถในการคิด เป็นความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดเป็นระบบ

เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้หรือสารสนเทศเพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเองและสังคมได้อย่างเหมาะสม

4.3 ความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ ที่เผชิญได้อย่างถูกต้องเหมาะสมบนพื้นฐานของหลักเหตุผล คุณธรรมและข้อมูลสารสนเทศ เข้าใจความสัมพันธ์และการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ต่าง ๆ ในสังคมแสวงหาความรู้ ประยุกต์ความรู้มาใช้ในการป้องกันและแก้ไขปัญหาและมีการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อตนเอง สังคมและสิ่งแวดล้อม

4.4 ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต เป็นความสามารถในการนำกระบวนการต่าง ๆ ไปใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวันการเรียนรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง การทำงาน และการอยู่ร่วมกันในสังคมด้วยการสร้างเสริมความสัมพันธ์อันดีระหว่างบุคคล การจัดการปัญหาและความขัดแย้งต่าง ๆ อย่างเหมาะสมการปรับตัวให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงของสังคมและสภาพแวดล้อมและการรู้จักหลีกเลี่ยงพฤติกรรมไม่พึงประสงค์ ที่ส่งผลกระทบต่อตนเองและผู้อื่น

4.5 ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี เป็นความสามารถในการเลือกและใช้เทคโนโลยีด้านต่าง ๆ และมีทักษะกระบวนการทางเทคโนโลยี เพื่อการพัฒนาตนเองและสังคม ในด้านการเรียนรู้การสื่อสาร การทำงาน การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ถูกต้องเหมาะสมและมีคุณธรรม

5. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ เพื่อให้สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมได้อย่างมีความสุข ในฐานะเป็นพลเมืองไทยและพลเมืองโลก ดังนี้

- 5.1 รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์
- 5.2 ซื่อสัตย์สุจริต
- 5.3 มีวินัย
- 5.4 ใฝ่เรียนรู้
- 5.5 อยู่อย่างพอเพียง
- 5.6 มุ่งมั่นในการทำงาน
- 5.7 รักความเป็นไทย
- 5.8 มีจิตสาธารณะ

การจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) มีรายละเอียดดังต่อไปนี้
(กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, หน้า 1-9)

1. ความสำคัญของวิทยาศาสตร์

ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้กำหนดสาระการเรียนรู้ออกเป็น 4 สาระ ได้แก่ สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ และสาระที่ 4 เทคโนโลยี มีสาระเพิ่มเติม 4 สาระ ได้แก่ สาระชีววิทยา สาระเคมี สาระฟิสิกส์ และสาระโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ ซึ่งองค์ประกอบของหลักสูตรทั้งในด้านของเนื้อหา การจัดการเรียนการสอน และการวัดและประเมินผลการเรียนรู้นั้น มีความสำคัญอย่างยิ่ง ในการวางรากฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของผู้เรียนในแต่ละระดับชั้นให้มีความต่อเนื่อง เชื่อมโยงกัน ตั้งแต่ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 จนถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สำหรับกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้กำหนดตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางที่ผู้เรียนจำเป็นต้องเรียนเป็นพื้นฐานเพื่อให้สามารถนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตหรือศึกษาต่อในวิชาชีพ ที่ต้องใช้วิทยาศาสตร์ได้ โดยจัดเรียงลำดับความยากง่ายของเนื้อหาแต่ละสาระในแต่ละระดับชั้นให้มีการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการเรียนรู้ และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาความคิดทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิจัย มีทักษะที่สำคัญทั้งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และทักษะในศตวรรษที่ 21 ในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สามารถแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลหลากหลายและประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ตระหนักถึงความสำคัญของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่มุ่งหวังให้เกิดผลสัมฤทธิ์ต่อผู้เรียนมากที่สุด จึงได้จัดทำตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน

พุทธศักราช 2551 ขึ้น เพื่อให้สถานศึกษา ครูผู้สอน ตลอดจนหน่วยงานต่าง ๆ ได้ใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาหนังสือเรียน คู่มือครู สื่อประกอบการเรียนการสอน ตลอดจนการวัดและประเมินผล โดยตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ที่จัดทำขึ้นนี้ได้ปรับปรุงเพื่อให้มีความสอดคล้องและเชื่อมโยงกันภายในสาระการเรียนรู้เดียวกันและระหว่างสาระการเรียนรู้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตลอดจนการเชื่อมโยงเนื้อหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์กับคณิตศาสตร์ด้วย นอกจากนี้ยังได้ปรับปรุงเพื่อให้มีความทันสมัยต่อการเปลี่ยนแปลงและความเจริญก้าวหน้าของวิทยาการต่าง ๆ และทัดเทียมกับนานาชาติ

2. เป้าหมายของวิทยาศาสตร์

ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเองมากที่สุด เพื่อให้ได้ทั้งกระบวนการและความรู้จากวิธีการสังเกต การสำรวจ ตรวจสอบ การทดลอง แล้วนำผลที่ได้มาจัดระบบเป็นหลักการ แนวคิด และองค์ความรู้ การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงมีเป้าหมาย ดังนี้

2.1 เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎี และกฎที่เป็นพื้นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์

2.2 เพื่อให้เข้าใจขอบเขตของธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์และข้อจำกัดในการศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์

2.2.3 เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางเทคโนโลยี

2.4 เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์ และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน

2.5 เพื่อนำความรู้ ความเข้าใจ ในวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต

2.6 เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหา และการจัดการทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ

2.7 เพื่อให้เป็นผู้ที่มีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

3. สำคัญของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการมีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้และแก้ปัญหาที่หลากหลายให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย เหมาะสมกับระดับชั้น โดยกำหนดสาระสำคัญ

3.1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ เรียนรู้เกี่ยวกับ ชีวิตในสิ่งแวดล้อม องค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต การดำรงชีวิตของมนุษย์และสัตว์ การดำรงชีวิตของพืช พันธุกรรม ความหลากหลายทางชีวภาพ และวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต

3.2 วิทยาศาสตร์กายภาพ เรียนรู้เกี่ยวกับ ธรรมชาติของสาร การเปลี่ยนแปลงของสาร การเคลื่อนที่ พลังงาน และคลื่น

3.3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ เรียนรู้เกี่ยวกับองค์ประกอบของเอกภพ ปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ เทคโนโลยีอวกาศ ระบบโลก การเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยา กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ และผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

3.4 เทคโนโลยี

3.4.1 การออกแบบและเทคโนโลยี เรียนรู้เกี่ยวกับ เทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

3.4.2 วิทยาการคำนวณ เรียนรู้เกี่ยวกับการคิดเชิงคำนวณ การคิดวิเคราะห์ แก้ปัญหาเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ประยุกต์ใช้ความรู้ด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์ และเทคโนโลยีสารสนเทศ และการสื่อสารในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4. สารและมาตรฐานการเรียนรู้

สาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้กำหนด สาระการเรียนรู้ออกเป็น 4 สาระ ดังนี้

สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจความหลากหลายของระบบนิเวศความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งไม่มีชีวิตกับสิ่งมีชีวิต และความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ การถ่ายทอดพลังงาน การเปลี่ยนแปลงแทนที่ในระบบนิเวศ ความหมายของประชากร ปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม แนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจสมบัติของสิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสัตว์และมนุษย์ที่ทำงานสัมพันธ์กัน ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของอวัยวะต่าง ๆ ของพืชที่ทำงานสัมพันธ์กัน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 1.3 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม สารพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคหลักและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุ ลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่น ปฏิกิริยาการแผ่รังสีที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์ โลก และอวกาศ

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจองค์ประกอบ ลักษณะ กระบวนการเกิด และวิวัฒนาการของเอกภพ กาแล็กซี ดาวฤกษ์ และระบบสุริยะ รวมทั้งปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ ที่ส่งผลต่อสิ่งมีชีวิต และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลกและบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศและภูมิอากาศโลก รวมทั้งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 4 เทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิต ในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสม โดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิตสังคม และสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจและใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ในการเรียนรู้การทำงานและการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทัน และมีจริยธรรม

5. คุณภาพผู้เรียน

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ได้กำหนดคุณภาพของผู้เรียนที่เรียนจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ไว้ดังนี้

5.1 เข้าใจลักษณะและองค์ประกอบที่สำคัญของเซลล์สิ่งมีชีวิตความสัมพันธ์ของการทำงานของระบบต่าง ๆ ในร่างกายมนุษย์การดำรงชีวิตของพืช การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงของยีนหรือโครโมโซม และตัวอย่างโรคที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม ประโยชน์และผลกระทบของสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมความหลากหลายทางชีวภาพ ปฏิสัมพันธ์ขององค์ประกอบของระบบนิเวศและการถ่ายทอดพลังงานในสิ่งมีชีวิต

5.2 เข้าใจองค์ประกอบและสมบัติของธาตุ สารละลาย สารบริสุทธิ์ สารผสม หลักการแยกสาร การเปลี่ยนแปลงของสารในรูปแบบของการเปลี่ยนสถานะ

การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี และสมบัติทางกายภาพ และการใช้ประโยชน์ของวัสดุประเภทพอลิเมอร์ เซรามิก และวัสดุผสม

5.3 เข้าใจการเคลื่อนที่ แรงลัพท์และผลของแรงลัพท์กระทำต่อวัตถุโมเมนต์ของแรง แรงที่รากฏในชีวิตประจำวัน สนามของแรง ความสัมพันธ์ของงาน พลังงานจลน์ พลังงานศักย์โน้มถ่วง กฎการอนุรักษ์พลังงาน การถ่ายโอนพลังงาน สมดุลความร้อน ความสัมพันธ์ของปริมาณทางไฟฟ้า การต่อวงจรไฟฟ้าในบ้าน พลังงานไฟฟ้า และหลักการเบื้องต้นของวงจรอิเล็กทรอนิกส์

5.4 เข้าใจสมบัติของคลื่น และลักษณะของคลื่นแบบต่าง ๆ แสงการสะท้อน การหักเหของแสงและทัศนอุปกรณ์

5.5 เข้าใจการโคจรของดาวเคราะห์รอบดวงอาทิตย์ การเกิดฤดูกาล การเคลื่อนที่ ปรากฏของดวงอาทิตย์ การเกิดข้างขึ้นข้างแรม การขึ้นและตกของดวงจันทร์ การเกิดน้ำขึ้นน้ำลง ประโยชน์ของเทคโนโลยีอวกาศ และความก้าวหน้าของโครงการสำรวจอวกาศ

5.6 เข้าใจลักษณะของชั้นบรรยากาศ องค์ประกอบและปัจจัยที่มีผลต่อลมฟ้า อากาศ การเกิดและผลกระทบของพายุฟ้าคะนอง พายุหมุนเขตร้อน การพยากรณ์อากาศ สถานการณ์ การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก กระบวนการเกิดเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์และการใช้ประโยชน์ พลังงานทดแทนและการใช้ประโยชน์ ลักษณะโครงสร้างภายในโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยานานพิวโลก ลักษณะชั้นหน้าตัดดิน กระบวนการเกิดดิน แหล่งน้ำผิวดิน แหล่งน้ำใต้ดิน กระบวนการเกิดและผลกระทบของภัยธรรมชาติ และธรณีพิบัติภัย

5.7 เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยี ได้แก่ ระบบทางเทคโนโลยี การเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี ความสัมพันธ์ระหว่างเทคโนโลยีกับศาสตร์อื่น โดยเฉพาะวิทยาศาสตร์ หรือ คณิตศาสตร์ วิเคราะห์ เปรียบเทียบ และตัดสินใจเพื่อเลือกใช้เทคโนโลยี โดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม ประยุกต์ใช้ความรู้ ทักษะ และทรัพยากรเพื่อออกแบบและสร้างผลงานสำหรับการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันหรือการประกอบอาชีพ โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม รวมทั้งเลือกใช้วัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม ปลอดภัย รวมทั้งคำนึงถึงทรัพย์สินทางปัญญา

5.8 นำข้อมูลปฐมภูมิเข้าสู่ระบบคอมพิวเตอร์ วิเคราะห์ ประเมิน นำเสนอข้อมูลและสารสนเทศได้ตามวัตถุประสงค์ ใช้ทักษะการคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบ

ในชีวิตจริง และเขียนโปรแกรมอย่างง่ายเพื่อช่วยในการแก้ปัญหา ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารอย่างรู้เท่าทันและรับผิดชอบต่อสังคม

5.9 ตั้งคำถามหรือกำหนดปัญหาที่เชื่อมโยงกับพยานหลักฐาน หรือหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่มีการกำหนดและควบคุมตัวแปร คิดคาดคะเนคำตอบหลายแนวทาง สร้างสมมติฐาน ที่สามารถนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ ออกแบบ และลงมือสำรวจตรวจสอบโดยใช้วัสดุและเครื่องมือที่เหมาะสม เลือกใช้เครื่องมือและเทคโนโลยีสารสนเทศที่เหมาะสมในการเก็บรวบรวมข้อมูล ทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพที่ได้ผลเที่ยงตรงและปลอดภัย

5.10 วิเคราะห์และประเมินความสอดคล้องของข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบจากพยานหลักฐาน โดยใช้ความรู้และหลักการทางวิทยาศาสตร์ในการแปลความหมายและลงข้อสรุป และสื่อสารความคิด ความรู้ จากผลการสำรวจตรวจสอบหลากหลายรูปแบบ หรือใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจได้อย่างเหมาะสม

5.11 แสดงถึงความสนใจ มุ่งมั่น รับผิดชอบ รอบคอบ และซื่อสัตย์ในสิ่งที่จะเรียนรู้ มีความคิดสร้างสรรค์เกี่ยวกับเรื่องที่จะศึกษาตามความสนใจของตนเอง โดยใช้เครื่องมือและวิธีการที่ได้ผลถูกต้อง เชื่อถือได้ ศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมจากแหล่งความรู้ต่าง ๆ แสดงความคิดเห็นของตนเอง รับฟังความคิดเห็นผู้อื่น และยอมรับการเปลี่ยนแปลงความรู้ที่ค้นพบเมื่อมีข้อมูลและประจักษ์พยานใหม่เพิ่มขึ้นหรือโต้แย้งจากเดิม

5.12 ตระหนักในคุณค่าของความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ใช้ในชีวิตประจำวัน ใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการดำรงชีวิต และการประกอบอาชีพ แสดงความชื่นชม ยกย่อง และเคารพสิทธิในผลงานของผู้คิดค้น เข้าใจผลกระทบทั้งด้านบวกและด้านลบของการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์ต่อสิ่งแวดล้อมและต่อบริบทอื่น ๆ และศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงการหรือสร้างชิ้นงานตามความสนใจ

5.13 แสดงถึงความซาบซึ้ง ห่วงใย มีพฤติกรรมเกี่ยวกับการดูแลรักษาความสมดุลของระบบนิเวศ และความหลากหลายทางชีวภาพ

6. ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 2

รายวิชาวิทยาศาสตร์ของระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สอดคล้องกับสาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

รายวิชาวิทยาศาสตร์ของระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ซึ่งสอดคล้องกับตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้ สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ดังนี้

สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสมบัติของสาร องค์ประกอบของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคหลักและธรรมชาติ ของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, หน้า 45–49) รายละเอียดดังตาราง 1

ตาราง 1 ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์ สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ
มาตรฐาน ว 2.1

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้
ม.2	1. อธิบายการแยกสารผสม โดยการระเหยแห้ง การตกผลึก การกลั่นอย่างง่าย โครมาโทกราฟีแบบกระดาษ การสกัดด้วยตัวทำละลาย โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ 2. แยกสารโดยการระเหยแห้ง การตกผลึก การกลั่นอย่างง่าย โครมาโทกราฟีแบบกระดาษ การสกัดด้วยตัวทำละลาย	• การแยกสารผสมให้เป็นสารบริสุทธิ์ทำได้หลายวิธีขึ้นอยู่กับสมบัติของสารนั้นๆ การระเหยแห้งใช้แยกสารละลายซึ่งประกอบด้วยตัวละลายที่เป็นของแข็งในตัวทำละลายที่เป็นของเหลว โดยใช้ความร้อนระเหยตัวทำละลายออกไปจนหมดเหลือแต่ตัวละลาย การตกผลึกใช้แยกสารละลายที่ประกอบด้วยตัวละลายที่เป็นของแข็งในตัวทำละลายที่เป็นของเหลว โดยทำให้สารละลายอิ่มตัวแล้วปล่อยให้ตัวทำละลายระเหยออกไป บางส่วนตัวละลายจะตกผลึกแยกออกมา การกลั่นอย่างง่ายใช้แยกสารละลายที่ประกอบด้วยตัวละลายและตัวทำละลายที่เป็นของเหลวที่มีจุดเดือดต่างกันมาก วิธีนี้จะแยกของเหลวบริสุทธิ์ออกจากสารละลายโดยให้ความร้อนกับสารละลายของเหลวจะเดือดและกลายเป็นไอแยกจากสารละลายแล้วควบแน่นกลับเป็นของเหลวอีกครั้ง ขณะที่ของเหลวเดือดอุณหภูมิของไอจะคงที่ โครมาโทกราฟีแบบกระดาษเป็นวิธีการแยกสารผสมที่มีปริมาณน้อยโดยใช้แยกสารที่มีสมบัติการละลายในตัวทำละลายและการถูกดูดซับด้วยตัวดูดซับแตกต่างกัน ทำให้สารแต่ละชนิด

ตาราง 1 (ต่อ)

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้
ม.2		เคลื่อนที่ไปบนตัวดูดซับได้ต่างกัน สารจึงแยกออกจากกันได้ อัตราส่วนระหว่างระยะทางที่สารองค์ประกอบแต่ละชนิดเคลื่อนที่ได้บนตัวดูดซับกับระยะทางที่ตัวทำละลายเคลื่อนที่ได้เป็นค่าเฉพาะตัวของสารแต่ละชนิด ในตัวทำละลายและตัวดูดซับหนึ่ง ๆ การสกัดด้วยตัวทำละลาย วิธีการแยกสารผสมที่มีสมบัติการละลายในตัวทำละลายที่ต่างกัน โดยชนิดของตัวทำละลายมีผลต่อชนิดและปริมาณของสารที่สกัดได้ การสกัดโดยการกลั่นด้วยไอน้ำ ใช้แยกสารที่ระเหยง่าย ไม่ละลายน้ำและไม่ทำปฏิกิริยากับน้ำออกจากสารที่ระเหยยาก โดยใช้ไอน้ำเป็นตัวพา
	3. นำวิธีการแยกสารไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันโดยบูรณาการวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรมศาสตร์	• ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการแยกสาร บูรณาการกับคณิตศาสตร์ เทคโนโลยี โดยใช้กระบวนการทางวิศวกรรม สามารถนำไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันหรือปัญหาที่พบในชุมชนหรือสร้างนวัตกรรม โดยมีขั้นตอน ดังนี้ - ระบุปัญหาในชีวิตประจำวันที่เกี่ยวข้องกับการแยกสารโดยใช้สมบัติทางกายภาพหรือนวัตกรรมที่ต้องการพัฒนาโดยใช้หลักการดังกล่าว

ตาราง 1 (ต่อ)

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้
ม.2		- รวบรวมข้อมูลและแนวคิดเกี่ยวกับการแยกสาร โดยใช้สมบัติทางกายภาพที่สอดคล้องกับปัญหาที่ระบุหรือนำไปสู่การพัฒนานวัตกรรมนั้น - ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา หรือพัฒนานวัตกรรมที่เกี่ยวกับการแยกสารในสารผสม โดยใช้สมบัติทางกายภาพ โดยเชื่อมโยงความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และกระบวนการทางวิศวกรรม รวมทั้งกำหนดและควบคุมตัวแปรอย่างเหมาะสม ครอบคลุม - วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา หรือพัฒนานวัตกรรม รวบรวมข้อมูล จัดกระทำข้อมูลและเลือกวิธีการสื่อความหมายที่เหมาะสมในการนำเสนอผล - ทดสอบ ประเมินผล ปรับปรุงวิธีการแก้ปัญหา หรือนวัตกรรมที่พัฒนาขึ้นโดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ที่รวบรวมได้ - นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา หรือผลของนวัตกรรมที่พัฒนาขึ้น และผลที่ได้ โดยใช้วิธีการสื่อสารที่เหมาะสมและน่าสนใจ

ตาราง 1 (ต่อ)

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้
ม.2	4. ออกแบบการทดลองและทดลองในการอธิบายผลของชนิดตัวละลาย ชนิดตัวทำละลาย อุณหภูมิที่มีต่อสภาพละลายได้ของสาร รวมทั้งอธิบายผลของความดันที่มีต่อสภาพละลายได้ของสารโดยใช้สารสนเทศ	• สารละลายอาจมีสถานะเป็นของแข็งของเหลว และแก๊ส สารละลายประกอบด้วยตัวทำละลายและตัวละลาย กรณีสารละลายเกิดจากสารที่มีสถานะเดียวกัน สารที่มีปริมาณมากที่สุดจัดเป็นตัวทำละลาย กรณีสารละลายเกิดจากสารที่มีสถานะต่างกัน สารที่มีสถานะเดียวกันกับสารละลายจัดเป็นตัวทำละลาย • สารละลายที่ตัวละลายไม่สามารถละลายในตัวทำละลายได้อีกที่อุณหภูมิหนึ่ง ๆ เรียกว่า สารละลายอิ่มตัว • สภาพละลายได้ของสารในตัวทำละลาย เป็นค่าที่บอกปริมาณของสารที่ละลายได้ในตัวทำละลาย 100 กรัม จนได้สารละลายอิ่มตัว ณ อุณหภูมิ และความดันหนึ่ง ๆ สภาพละลายได้ของสาร บ่งบอกความสามารถในการละลายได้ของตัวละลายในตัวทำละลาย ซึ่งความสามารถในการละลายของสารขึ้นอยู่กับชนิดของตัวทำละลาย และตัวละลายอุณหภูมิและความดัน • สารชนิดหนึ่ง ๆ มีสภาพละลายได้แตกต่างกันในตัวทำละลายที่แตกต่างกัน และสารต่างชนิดกันมีสภาพละลายได้ในตัวทำละลายหนึ่ง ๆ ไม่เท่ากัน

ตาราง 1 (ต่อ)

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้
ม.2		- เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น สารส่วนมาก สภาพละลายได้ของสารจะเพิ่มขึ้น ยกเว้นแก๊สเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น สภาพการละลายได้จะลดลง ส่วนความดันมีผลต่อแก๊ส โดยเมื่อความดันเพิ่มขึ้นสภาพละลายได้จะสูงขึ้น - ความรู้เกี่ยวกับสภาพละลายได้ของสาร เมื่อเปลี่ยนแปลงชนิดตัวละลาย ตัวทำละลาย และอุณหภูมิ สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน เช่น การทำน้ำเชื่อมเข้มข้น การสกัดสารออกจากสมุนไพรให้ได้ปริมาณมากที่สุด
	5. ระบุปริมาณตัวละลายในสารละลาย ในหน่วยความเข้มข้นเป็นร้อยละ ปริมาตรต่อปริมาตร มวลต่อมวล และมวลต่อปริมาตร 6. ตระหนักถึงความสำคัญของการนำความรู้เรื่อง ความเข้มข้นของสารไปใช้โดยยกตัวอย่างการใช้สารละลายในชีวิตประจำวันอย่างถูกต้องและปลอดภัย	- ความเข้มข้นของสารละลาย เป็นการระบุปริมาณตัวละลายในสารละลาย หน่วยความเข้มข้นมีหลายหน่วยที่นิยมระบุเป็นหน่วยเป็นร้อยละ ปริมาตรต่อปริมาตร มวลต่อมวล และมวลต่อปริมาตร - ร้อยละโดยปริมาตรต่อปริมาตร เป็นการระบุปริมาตรตัวละลายในสารละลาย 100 หน่วย ปริมาตรเดียวกัน นิยมใช้กับสารละลายที่เป็นของเหลวหรือแก๊ส - ร้อยละโดยมวลต่อมวล เป็นการระบุมวล ตัวละลายในสารละลาย 100 หน่วย มวลเดียวกันนิยมใช้กับสารละลายที่มีสถานะเป็นของแข็ง

ตาราง 1 (ต่อ)

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้
ม.2		- ร้อยละโดยมวลต่อปริมาตร เป็นการระบุมวลตัวละลายในสารละลาย 100 หน่วยปริมาตร นิยมใช้กับสารละลายที่มีตัวละลายเป็นของแข็งในตัวทำละลายที่เป็นของเหลว - การใช้สารละลาย ในชีวิตประจำวัน ควรพิจารณาจากความเข้มข้นของสารละลายขึ้นอยู่กับจุดประสงค์ของการใช้งานและผลกระทบต่อสิ่งชีวิตและสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่าง สสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, หน้า 70–71) รายละเอียดดังตาราง 2

ตาราง 2 ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์ สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ
มาตรฐาน ว 2.3

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้
ม.2	1. วิเคราะห์สถานการณ์และคำนวณเกี่ยวกับงานและกำลังที่เกิดจากแรงที่กระทำต่อวัตถุ โดยใช้สมการ $W = Fs$ และ $P = \frac{W}{t}$ จากข้อมูลที่รวบรวมได้	เมื่อออกแรงกระทำต่อวัตถุ แล้วทำให้วัตถุเคลื่อนที่ โดยแรงอยู่ในแนวเดียวกับการเคลื่อนที่จะเกิดงาน งานจะมีค่ามากหรือน้อยขึ้นกับขนาดของแรงและระยะทางในแนวเดียวกับแรง

ตาราง 2 (ต่อ)

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้
ม.2	2. วิเคราะห์หลักการทำงานของเครื่องกลอย่างง่าย จากข้อมูลที่รวบรวมได้	• งานที่ทำในหนึ่งหน่วยเวลาเรียกว่า กำลัง หลักการของงานนำไปอธิบายการทำงานของเครื่องกลอย่างง่าย ได้แก่ คาน พื่นเอียง รอกเดี่ยว ลิ่ม สกรู ล้อ และเพลา ซึ่งนำไปใช้ประโยชน์ด้านต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน
	3. ตระหนักถึงประโยชน์ของความรู้ของเครื่องกลอย่างง่าย โดยบอกประโยชน์และการประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน	
	4. ออกแบบและทดลองด้วยวิธีที่เหมาะสมในการอธิบายปัจจัยที่มีผลต่อพลังงานจลน์ และพลังงานศักย์โน้มถ่วง	• พลังงานจลน์เป็นพลังงานของวัตถุเคลื่อนที่ พลังงานจลน์จะมีค่ามากหรือน้อยขึ้นกับมวลและอัตราเร็ว ส่วนพลังงานศักย์โน้มถ่วงเกี่ยวข้องกับตำแหน่งของวัตถุ จะมีค่ามากหรือน้อยขึ้นกับมวลและตำแหน่งของวัตถุ เมื่อวัตถุอยู่ในสนามโน้มถ่วง วัตถุจะมีพลังงานศักย์โน้มถ่วง พลังงานจลน์และพลังงานศักย์โน้มถ่วงเป็นพลังงานกล
	5. แปลความหมายข้อมูลและอธิบายการเปลี่ยนพลังงานระหว่างพลังงานศักย์โน้มถ่วงและพลังงานจลน์ของวัตถุโดยพลังงานกลของวัตถุมีค่าคงตัวจากข้อมูลที่รวบรวมได้	• ผลรวมของพลังงานศักย์โน้มถ่วงและพลังงานจลน์เป็นพลังงานกล พลังงานศักย์โน้มถ่วงและพลังงานจลน์ของวัตถุหนึ่ง ๆ สามารถเปลี่ยนกลับไปมาได้ โดยผลรวมของพลังงานศักย์โน้มถ่วงและพลังงานจลน์มีค่าคงตัว นั่นคือ พลังงานกลของวัตถุมีค่าคงตัว
	6. วิเคราะห์สถานการณ์และอธิบายการเปลี่ยนและการถ่ายโอนพลังงานโดยใช้กฎการอนุรักษ์พลังงาน	• พลังงานรวมของระบบมีค่าคงตัว ซึ่งอาจเปลี่ยนจากพลังงานหนึ่งเป็นอีกพลังงานหนึ่ง เช่น พลังงานกลเปลี่ยนเป็น

ตาราง 2 (ต่อ)

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้
ม.2		พลังงานไฟฟ้า พลังงานจลน์เปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อน พลังงานเสียง พลังงานแสง เนื่องจากแรงเสียดทาน พลังงานเคมีในอาหารเปลี่ยนเป็นพลังงานที่ใช้ในการทำงานของสิ่งมีชีวิต นอกจากนี้พลังงานยังสามารถถ่ายโอนไปยังอีกระบบหนึ่งหรือ ได้รับพลังงานจากระบบอื่นได้ เช่น การถ่ายโอนความร้อนระหว่างสสาร การถ่ายโอนพลังงานของการสั่นของแหล่งกำเนิดเสียงไปยังผู้ฟัง ทั้งการเปลี่ยนพลังงานและการถ่ายโอนพลังงาน พลังงานรวมทั้งหมดมีค่าเท่าเดิมตามกฎการอนุรักษ์พลังงาน

สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลกและบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศและภูมิอากาศโลก รวมทั้งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, หน้า 95–99) รายละเอียดดังตาราง 3

ตาราง 3 ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์ สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก
และอวกาศ มาตรฐาน ว 3.2

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้
ม.2	1. เปรียบเทียบกระบวนการเกิดสมบัติ และการใช้ประโยชน์ รวมทั้งอธิบายผลกระทบจากการใช้เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ จากข้อมูลที่รวบรวมได้	เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ เกิดจากการเปลี่ยนแปลงสภาพของซากสิ่งมีชีวิตในอดีต โดยกระบวนการทางเคมีและธรณีวิทยา เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ ได้แก่ ถ่านหิน หินน้ำมัน ปิโตรเลียม ซึ่งเกิดจากวัตถุดิบกำเนิด และสภาพแวดล้อมการเกิดที่แตกต่างกัน ทำให้ได้ชนิดของเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ ที่มีลักษณะ สมบัติ และการนำไปใช้ประโยชน์แตกต่างกัน สำหรับปิโตรเลียม จะต้องมีการผ่านการกลั่นลำดับส่วนก่อนการใช้งาน เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสมต่อการใช้ประโยชน์ เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์เป็นทรัพยากรที่ใช้แล้วหมดไป เนื่องจากต้องใช้เวลานานหลายล้านปี จึงจะเกิดขึ้นใหม่
	2. แสดงความตระหนักถึงผลจากการใช้เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ โดยนำเสนอแนวทางการใช้เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์	การเผาไหม้เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ ในกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์จะทำให้เกิดมลพิษทางอากาศ ซึ่งส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม นอกจากนี้แก๊สบางชนิดที่เกิดจากการเผาไหม้ เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ เช่น แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์และไนตรัสออกไซด์ ยังเป็นแก๊สเรือนกระจก

ตาราง 3 (ต่อ)

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้
ม.2		ซึ่งส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลง ภูมิอากาศของโลกรุนแรงขึ้น ดังนั้น จึงควรใช้เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ โดยคำนึงถึงผลที่เกิดขึ้นต่อสิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม เช่น เลือกใช้พลังงาน ทดแทน หรือเลือกใช้เทคโนโลยีที่ลดการ ใช้เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์
	3. เปรียบเทียบข้อดีและข้อจำกัด ของพลังงานทดแทนแต่ละประเภท จากการรวบรวมข้อมูลและนำเสนอ แนวทางการใช้พลังงานทดแทน ที่เหมาะสมในท้องถิ่น	• เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์เป็นแหล่ง พลังงานที่สำคัญในกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ เนื่องจากเชื้อเพลิง ซากดึกดำบรรพ์ มีปริมาณจำกัดและ มักเพิ่มมลภาวะในบรรยากาศมากขึ้น จึงมีการใช้พลังงานทดแทนมากขึ้น เช่น พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานลม พลังงานน้ำ พลังงานชีวมวล พลังงานคลื่น พลังงานความร้อนใต้พิภพ พลังงานไฮโดรเจน ซึ่งพลังงานทดแทน แต่ละชนิดจะมีข้อดีและข้อจำกัด ที่แตกต่างกัน
	4. สร้างแบบจำลองที่อธิบาย โครงสร้างภายในโลกตาม องค์ประกอบทางเคมี จากข้อมูล ที่รวบรวมได้	• โครงสร้างภายในโลกแบ่งออกเป็นชั้น ตามองค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ เปลือก โลก ซึ่งอยู่นอกสุด ประกอบด้วย สารประกอบซิลิกอนและอะลูมิเนียม เป็นหลัก เนื้อโลกคือ ส่วนที่อยู่ใต้เปลือก โลกลงไปจนถึงแก่นโลก มีองค์ประกอบ

ตาราง 3 (ต่อ)

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้
ม.2		หลักเป็นสารประกอบของซิลิกอน แมกนีเซียมและเหล็ก และแก่นโลกคือ ส่วนที่อยู่ใจกลางของโลก มีองค์ประกอบหลักเป็นเหล็กและนิกเกิล ซึ่งแต่ละชั้นมีลักษณะแตกต่างกัน
	5. อธิบายกระบวนการผุพังอยู่กับที่ การกร่อนและการสะสมตัวของ ตะกอนจากแบบจำลอง รวมทั้ง ยกตัวอย่างผลของกระบวนการ ดังกล่าวที่ทำให้ผิวโลกเกิดการเปลี่ยนแปลง	• การผุพังอยู่กับที่ การกร่อน และการสะสมตัวของตะกอน เป็นกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยา ที่ทำให้ผิวโลก เกิดการเปลี่ยนแปลงเป็นภูมิลักษณะแบบต่าง ๆ โดยมีปัจจัย สำคัญ คือ น้ำ ลม ธารน้ำแข็ง แรงโน้มถ่วงของโลก สิ่งมีชีวิต สภาพอากาศ และปฏิกิริยาเคมี • การผุพังอยู่กับที่ คือ การที่หินผุพัง ทำลายลงด้วยกระบวนการต่าง ๆ ได้แก่ ลมฟ้าอากาศกับน้ำฝน และรวมทั้งการกระทำของต้นไม้กับแบคทีเรีย ตลอดจน การแตกตัวทางกลศาสตร์ ซึ่ง มีการเพิ่มและลดอุณหภูมิสลับกัน เป็นต้น • การกร่อน คือ กระบวนการหนึ่งหรือหลายกระบวนการที่ทำให้สารเปลือกโลกหลุดไป ละลายไป หรือกร่อนไปโดยมีตัวนำพาธรรมชาติคือ ลม น้ำ และธารน้ำแข็ง ร่วมกับปัจจัย อื่น ๆ ได้แก่ ลมฟ้าอากาศ สารละลาย การครูด ถู การนำพา ทั้งนี้ไม่รวมถึงการพังทลายเป็นกลุ่มก้อน เช่น แผ่นดินถล่ม ภูเขาไฟระเบิด

ตาราง 3 (ต่อ)

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้
ม.2		การสะสมตัวของตะกอน คือ การสะสมตัวของวัตถุจากการ นำพาของ น้ำ ลม หรือธารน้ำแข็ง
	6. อธิบายลักษณะของชั้นหน้าตัดดิน และกระบวนการเกิดดิน จากแบบจำลอง รวมทั้งระบุปัจจัยที่ทำให้ดินมีลักษณะและสมบัติแตกต่างกัน	- ดินเกิดจากหินที่ผุพังตามธรรมชาติ ผลมคลูกเคสลับกับอินทรีย์วัตถุที่ได้จากการเน่าเปื่อยของซากพืชซากสัตว์ทับถมเป็นชั้น ๆ บนผิวโลก ชั้นดินแบ่งออกเป็นหลายชั้น ขนานหรือเกือบขนานไปกับผิวหน้าดิน แต่ละชั้นมีลักษณะแตกต่างกัน เนื่องจากสมบัติทางกายภาพ เคมี ชีวภาพ และลักษณะอื่น ๆ เช่น สี โครงสร้าง เนื้อดิน การยึดตัว ความเป็นกรด-เบส สามารถสังเกตได้จากการสำรวจภาคสนาม การเรียกชื่อชั้นดินหลักจะใช้อักษรภาษาอังกฤษตัวใหญ่ ได้แก่ O, A, E, B, C, R - ชั้นหน้าตัดดิน เป็นชั้นดินที่มีลักษณะปรากฏให้เห็นเรียงลำดับเป็นชั้นจากชั้นบนสุดถึงชั้นล่างสุด - ปัจจัยที่ทำให้ดินแต่ละท้องถิ่นมีลักษณะและสมบัติแตกต่างกัน ได้แก่ วัตถุต้นกำเนิดดิน ภูมิอากาศ สิ่งมีชีวิตในดิน สภาพภูมิประเทศ และระยะเวลาในการเกิดดิน

ตาราง 3 (ต่อ)

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้
ม.2	7. ตรวจวัดสมบัติบางประการของดิน โดยใช้เครื่องมือที่เหมาะสม และนำเสนอแนวทางการใช้ประโยชน์ดินจากข้อมูลสมบัติของดิน	• สมบัติบางประการของดิน เช่น เนื้อดิน ความชื้นดิน ค่าความเป็นกรด-เบส ธาตุอาหารในดิน สามารถนำไปใช้ในการตัดสินใจถึงแนวทางการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยอาจนำไปใช้ประโยชน์ทางการเกษตร เช่น ดินจืด ดินเปรี้ยว ดินเค็ม และดินดาน อาจเกิดจากสภาพดินตามธรรมชาติ หรือการใช้ประโยชน์จะต้องปรับปรุงให้มีสภาพเหมาะสมเพื่อนำไปใช้ประโยชน์
	8. อธิบายปัจจัยและกระบวนการเกิดแหล่งน้ำผิวดิน และแหล่งน้ำใต้ดิน จากแบบจำลอง	• แหล่งน้ำผิวดินเกิดจากน้ำฝนที่ตกลงบนพื้นโลกไหลจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำด้วยแรงโน้มถ่วง การไหลของน้ำทำให้พื้นโลกเกิดการกัดเซาะเป็นร่องน้ำ เช่น ลำธาร คลอง และแม่น้ำ ซึ่งร่องน้ำจะมีขนาดและรูปร่างแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำฝน ระยะเวลาในการกัดเซาะ ชนิดดิน และหิน และลักษณะภูมิประเทศ เช่น ความลาดชัน ความสูงต่ำของพื้นที่ เมื่อน้ำไหลไปยังบริเวณที่เป็นแอ่งจะเกิดการสะสมตัวเป็นแหล่ง เช่น บึง ทะเลสาบ ทะเล และมหาสมุทร • แหล่งน้ำใต้ดินเกิดจากการซึมของน้ำผิวดินลงไปสะสมตัวใต้ พื้นโลก ซึ่งแบ่งเป็นน้ำในดินและน้ำบาดาล น้ำในดิน

ตาราง 3 (ต่อ)

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้
ม.2	10. สร้างแบบจำลองที่อธิบายกระบวนการเกิดและผลกระทบของน้ำท่วม การกัดเซาะชายฝั่ง ดินถล่ม หลุมยุบ แผ่นดินทรุด	• น้ำท่วม การกัดเซาะชายฝั่ง ดินถล่ม หลุมยุบ แผ่นดินทรุด มีกระบวนการเกิดและผลกระทบที่แตกต่างกัน ซึ่งอาจสร้างความเสียหายร้ายแรงแก่ชีวิตและทรัพย์สิน • น้ำท่วม เกิดจากพื้นที่หนึ่งได้รับปริมาณน้ำเกินกว่าที่จะกักเก็บได้ ทำให้แผ่นดินจมอยู่ใต้น้ำ โดยขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำและสภาพทางธรณีวิทยาของพื้นที่ • การกัดเซาะชายฝั่ง เป็นกระบวนการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งทะเลที่เกิดขึ้นตลอดเวลาจากการกัดเซาะของคลื่นหรือลม ทำให้ตะกอนจากที่หนึ่งไปตกทับถมในอีกบริเวณหนึ่ง แนวของชายฝั่งเดิมจึงเปลี่ยนแปลงไป บริเวณที่มีตะกอนเคลื่อนเข้ามาน้อยกว่าปริมาณที่ตะกอนเคลื่อนออกไปถือว่าเป็นบริเวณที่มีการกัดเซาะชายฝั่ง • ดินถล่ม เป็นการเคลื่อนที่ของมวลดินหรือหินจำนวนมากลงตามลาดเขา เนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลกเป็นหลัก ซึ่งเกิดจากปัจจัยสำคัญ ได้แก่ ความลาดชันของพื้นที่ สภาพธรณีวิทยา ปริมาณน้ำฝน พืชปกคลุมดิน และการใช้ประโยชน์พื้นที่

ตาราง 3 (ต่อ)

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้
ม.2		• หลุมยุบ คือ แอ่งหรือหลุมบนแผ่นดิน ขนาดต่าง ๆ ที่อาจเกิดจากการถล่มของโพรงถ้ำหินปูน เคลือหินใต้ดิน หรือเกิดจากน้ำพัดพาตะกอนลงไปโพรงถ้ำหรือธารน้ำใต้ดิน • แผ่นดินทรุดเกิดจากการยุบตัวของชั้นดิน หรือหินร่วน เมื่อมวลของแข็งหรือของเหลวปริมาณมากที่รองรับอยู่ใต้ชั้นดิน บริเวณนั้นถูกเคลื่อนย้ายออกไปโดยธรรมชาติหรือโดยการกระทำของมนุษย์

จากตาราง 1-3 ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 สามารถนำไปเขียนคำอธิบายรายวิชาและกำหนดหน่วยการเรียนรู้ได้

คำอธิบายรายวิชา

รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
รหัสวิชา ว22102

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
ปีการศึกษา 2563
เวลา 120 ชั่วโมง/ปี

ศึกษาวิธีการแยกสารผสม การระเหยแห้ง การตกผลึก การกลั่นอย่างง่าย โครมาโทกราฟีแบบกระดาษ การสกัดด้วยตัวทำละลาย การสกัดโดยการกลั่นด้วยไอน้ำ การนำวิธีการแยกสารไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน วิเคราะห์ คำนวณงานและกำลัง ที่เกิดจากแรงที่กระทำต่อวัตถุ หลักการทำงานของเครื่องกลอย่างง่าย ประโยชน์ของ ความรู้ของเครื่องกลอย่างง่าย ออกแบบและทดลองด้วยวิธีที่เหมาะสมในการอธิบายปัจจัย ที่มีผลต่อพลังงานจลน์และพลังงานศักย์โน้มถ่วง การเปลี่ยนพลังงานระหว่างพลังงานศักย์ โโน้มถ่วงและพลังงานจลน์ของวัตถุ วิเคราะห์สถานการณ์การเปลี่ยนและการถ่ายโอน พลังงานโดยใช้กฎการอนุรักษ์พลังงาน กระบวนการเกิดสมบัติและการใช้ประโยชน์รวมทั้ง ผลกระทบจากการใช้เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ ผลจากการใช้เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ ข้อดีและข้อจำกัดของพลังงานทดแทนแต่ละประเภท แนวทางการใช้พลังงานทดแทน ที่เหมาะสมในท้องถิ่น โครงสร้างภายในโลกตามองค์ประกอบทางเคมี กระบวนการผุพัง การกร่อนและการสะสมตัวของตะกอน กระบวนการที่ทำให้ผิวโลกเกิดการเปลี่ยนแปลง ลักษณะของชั้นหน้าตัดดินและกระบวนการเกิดดิน ปัจจัยที่ทำให้ดินมีลักษณะและสมบัติ แตกต่างกัน สมบัติบางประการของดิน ปัจจัยและกระบวนการเกิดแหล่งน้ำผิวดินและ แหล่งน้ำใต้ดิน การใช้น้ำและแนวทางการใช้น้ำอย่างยั่งยืนในท้องถิ่น กระบวนการเกิดและ ผลกระทบของน้ำท่วม การกัดเซาะชายฝั่งดินถล่มหลุม ยุบแผ่นดินทรุด

โดยอาศัยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ การสืบค้นข้อมูล การสังเกต การวิเคราะห์ การทดลอง การอภิปราย การอธิบายและสรุป เพื่อให้เกิดความรู้ ความคิด ความเข้าใจ มีความสามารถในการตัดสินใจ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ ในชีวิตประจำวัน มีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม และจริยธรรม

จากคำอธิบายรายวิชาดังกล่าว สามารถกำหนดหน่วยการเรียนรู้รายวิชา
วิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ที่สอดคล้องกับในมาตรฐานรายวิชา
วิทยาศาสตร์ ของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551
(ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ดังตาราง 4

ตาราง 4 หน่วยการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2

หน่วยที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
1	งานและพลังงาน บทที่ 1 งาน กำลัง และเครื่องกลอย่างง่าย เรื่องที่ 1 งานและกำลัง เรื่องที่ 2 เครื่องกลอย่างง่าย บทที่ 2 พลังงานกลและกฎการอนุรักษ์พลังงาน เรื่องที่ 1 พลังงานศักย์โน้มถ่วงและพลังงานจลน์ เรื่องที่ 2 กฎการอนุรักษ์พลังงาน	15
2	การแยกสาร บทที่ 1 การแยกสารและการนำไปใช้ เรื่องที่ 1 วิธีการแยกสาร เรื่องที่ 2 การนำความรู้เรื่องการแยกสารไปใช้ ประโยชน์	15
3	โลกและการเปลี่ยนแปลง บทที่ 1 โครงสร้างภายในโลกและการเปลี่ยนแปลง บนผิวโลก เรื่องที่ 1 โครงสร้างภายในโลก เรื่องที่ 2 กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยา บนผิวโลก บทที่ 2 ดินและน้ำ เรื่องที่ 1 ดิน ชั้นดินและชั้นหน้าตัดดิน เรื่องที่ 2 แหล่งน้ำผิวดินและแหล่งน้ำใต้ดิน	23

ตาราง 4 (ต่อ)

หน่วยที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
	บทที่ 3 ภัยธรรมชาติบนผิวโลก เรื่องที่ 1 ภัยธรรมชาติจากน้ำท่วม แผ่นดินถล่ม และการกัดเซาะชายฝั่ง เรื่องที่ 2 ภัยธรรมชาติจากหลุมยุบ และแผ่นดินทรุด	
4	ทรัพยากรพลังงาน บทที่ 1 แหล่งพลังงาน เรื่องที่ 1 เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ เรื่องที่ 2 พลังงานทดแทน	7
รวมทั้งสิ้น		60

หมายเหตุ ผู้วิจัยนำหน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การแยกสาร มาทำการวิจัยในครั้งนี้

การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา

1. ความหมายของสเต็มศึกษา

เลิศนารี รอดกำเนิด และชลธิป สมหาโต (2559, หน้า 96) ได้กล่าวถึงสเต็มศึกษา คือ การสอนบูรณาการในศาสตร์ของวิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) ศิลปะ (Arts) คณิตศาสตร์ (Mathematics) โดยนำลักษณะของธรรมชาติและวิธีการสอนแต่ละศาสตร์มาผสมผสานกันอย่างลงตัว

มีนกาญจน์ แจ่มพงษ์ (2559, หน้า 32) ได้กล่าวถึงสเต็มศึกษา คือ การจัดการศึกษาบูรณาการความรู้ 5 ด้าน คือ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปะ และคณิตศาสตร์ มาใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง รวมทั้งการพัฒนาระบบการหรือผลผลิตใหม่ ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต และการทำงาน ช่วยนักเรียนสร้างความเชื่อมโยงระหว่าง 5 ด้าน กับชีวิตจริงและการทำงาน การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ไม่เน้นเพียงการท่องจำทฤษฎีหรือปฏิบัติให้เห็นจริงควบคู่กับการพัฒนาทักษะการคิด ตั้งคำถาม แก้ปัญหาและการหาข้อมูล และวิเคราะห์

ข้อค้นพบใหม่ ๆ พร้อมทั้งสามารถนำข้อค้นพบนั้นไปใช้หรือบูรณาการกับชีวิตประจำวันได้ การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษานั้น จึงเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนรักและเห็นคุณค่าของการเรียนวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม ศิลปะ และคณิตศาสตร์ และเห็นวิชาเหล่านั้นเป็นเรื่องใกล้ตัวที่สามารถนำมาใช้ได้ทุกวัน

พัตมาอัสไวณี ตาเย๊ะ, ญัฐนิ โมพันธ์ และมัชดี แวดราแม (2560, หน้า 3) ได้กล่าวถึงสเต็มศึกษา คือ แนวทางในการจัดการเรียนรู้รูปแบบหนึ่งที่ต่อยอดมาจากแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยการบูรณาการระหว่างศาสตร์สาขาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ โดยการเพิ่มศิลปะเข้าไป โดยสเต็มศึกษาเป็นการจัดการเรียนรู้โดยไม่เน้นการท่องจำเนื้อหาสาระ แต่มุ่งเน้นหรือฝึกให้ผู้เรียนรู้จักคิดและให้ความสำคัญกับกระบวนการในการนำความรู้และประสบการณ์ที่เกิดจากการเรียนรู้ นำไปใช้ในการแก้ไขปัญหาในการดำเนินชีวิตจริง

เจนจิรา สันติไพบูลย์ (2561, หน้า 38) ได้กล่าวถึงสเต็มศึกษา คือ การบูรณาการสาระความรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม ศิลปะ และภาษา ซึ่งการสอนแบบสเต็มเป็นการบูรณาการความรู้ที่เชื่อมโยงกัน ทำให้เกิดความคิดสร้างสรรค์เพื่อแก้ปัญหา โดยเริ่มจากใช้ความจำเดิมร่วมกับความเข้าใจในการเรียนใหม่ สร้างองค์ความรู้ แล้วนำความรู้ที่ได้ไปใช้กับการวิเคราะห์ในการแก้ปัญหา ทำให้เกิดสร้างสรรค์สิ่งใหม่ เป็นการสอนที่ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ สืบค้นคิดแก้ปัญหา สร้างองค์ความรู้ใหม่โดยใช้ความรู้เดิมที่มีอยู่เชื่อมโยง 5 สาขาวิชา คือ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปะ และคณิตศาสตร์ เพื่อใช้แก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวัน หรือเป็นการสร้างนวัตกรรมใหม่ผ่านชิ้นงาน

สุนารี ศรีบุญ (2561, หน้า 39) ได้กล่าวถึงสเต็มศึกษา คือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้บูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา ซึ่งประกอบไปด้วยวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปศาสตร์ และคณิตศาสตร์ รวมกันอย่างลงตัว

สุภัค โอฬาริยกุล (2562, หน้า 1) ได้กล่าวถึงสเต็มศึกษา คือ แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยการบูรณาการวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปะ และคณิตศาสตร์เข้าด้วยกัน โดยมุ่งเน้นให้ผู้เรียนเกิดองค์ความรู้และสามารถนำองค์ความรู้ที่ได้ไปพัฒนาจนเกิดทักษะในการแก้ปัญหาและสร้างสรรค์สิ่งใหม่ ๆ ในการดำเนินชีวิต

โดยมีปัจจัยสำคัญในการจัดการเรียนรู้ 3 ส่วน คือ การนำเสนอสถานการณ์ (Presentation Situation) การออกแบบอย่างสร้างสรรค์ (Creative Design) และการสร้างความจับใจ (Emotional Touch) ผ่านการเรียนรู้และสร้างสรรค์ผลงานในรูปแบบต่าง ๆ ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะสมรรถนะตลอดจนบูรณาการการเรียนรู้สู่การดำเนินชีวิตประจำวันและต่อยอดองค์ความรู้ด้วยนวัตกรรมเพื่อพัฒนาและตอบสนองต่อความต้องการที่เปลี่ยนแปลงไปในศตวรรษที่ 21

สรุปได้ว่า สเต็มศึกษา (STEAM Education) หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการบูรณาการความรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปะ และคณิตศาสตร์เข้าไว้ด้วยกัน โดยใช้สถานการณ์ปัญหาเป็นตัวกระตุ้นทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ และคิดหาทางแก้ไขปัญหที่เกิดขึ้น

2. แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับสเต็มศึกษา

มีนิกาญจน์ แจ่มพงษ์ (2559, หน้า 32) ได้กล่าวถึง สเต็มศึกษาว่าเป็นการจัดการศึกษาโดยบูรณาการความรู้ 5 ด้าน คือ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปะ และคณิตศาสตร์ นำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง รวมทั้งการพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตและการทำงาน ช่วยนักเรียนสร้างความเชื่อมโยงระหว่าง 5 ด้าน กับชีวิตจริงและการทำงาน การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ไม่เน้นเพียงการท่องจำทฤษฎีหรือกฎทางวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ แต่เป็นการสร้างความเข้าใจทฤษฎีหรือกฎเหล่านั้นผ่านการปฏิบัติให้เห็นจริง ควบคู่กับการพัฒนาทักษะการคิด ตั้งคำถาม แก้ปัญหาและการหาข้อมูล และวิเคราะห์ข้อคนพบใหม่ ๆ พร้อมทั้งสามารถนำข้อค้นพบนั้นไปใช้หรือบูรณาการกับชีวิตประจำวันได้ ซึ่งแนวคิดแต่ละองค์ประกอบของสเต็มศึกษา มีรายละเอียดดังตาราง 5

ตาราง 5 แนวคิดแต่ละองค์ประกอบของสเต็มศึกษา

Science	Technology	Engineering	Art	Mathematics
- วิทยาศาสตร์ เป็นวิชาที่ว่า ด้วยการศึกษา ปรากฏการณ์ ต่าง ๆ ใน ธรรมชาติ โดยอาศัย กระบวนการ สืบเสาะทาง วิทยาศาสตร์ ซึ่งวิทยาศาสตร์ ถือได้ว่าเป็น เครื่องมือ อันหนึ่งที่ทำให้ มนุษย์เข้าใจ ธรรมชาติมาก ยิ่งขึ้น	- เทคโนโลยี เป็นวิชา ที่ว่าด้วย กระบวนการ ทำงาน เพื่อ แก้ปัญหา ปรับปรุงแก้ไข หรือพัฒนา สิ่งต่าง ๆ เพื่อ ตอบสนอง ความ ต้องการ หรือ เพื่ออำนวยความสะดวก ของมนุษย์ โดย กระบวนการ แก้ปัญหา หรือการ ทำงานของ เทคโนโลยี	- วิศวกรรมศาสตร์ เป็นวิชาที่เกี่ยวกับ การสร้างสรรค นวัตกรรมความ จำเป็นของมนุษย์ หรือสร้างสิ่งต่าง ๆ โดยอาศัยความรู้ ด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และ กระบวนการคิด อย่างเป็นระบบ ช่วยสร้างสรรค ชิ้นงานนั้น ๆ	- ศิลปะ เป็น วิชาที่แสดง ถึงการ ถ่ายทอด ผลงาน ทัศนศิลป์ที่ ออกมาจาก ความคิด สร้างสรรค จินตนาการ โดยใช้ กระบวนการ ถ่ายทอด ความรู้ กระบวนการ คิด และการ ฝึกปฏิบัติ	- คณิตศาสตร์ เป็นวิชาที่มี ความสำคัญ และมีความ ชัดเจนในตัวอยู่ แล้วด้วย ธรรมชาติของ คณิตศาสตร์ที่ มีทฤษฎีชัดเจน ซึ่งวิชา คณิตศาสตร์ จะเป็นตัวเชื่อม ทั้งสามสาขา เข้าด้วยกันได้ อย่างดี

วิสุตร โพธิ์เงิน (2560, หน้า 325) ได้กล่าวถึงแนวคิดสเต็มศึกษาว่า สเต็มศึกษาถูกพัฒนามาจากสะเต็มศึกษา เป็นแนวทางการจัดการศึกษาที่มุ่งเน้น การจัดการเรียนการสอนในวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ โดยสถาบันวิทยาศาสตร์แห่งประเทศสหรัฐอเมริกา (National Science Foundation: NSF) เป็นผู้ริเริ่มใช้คำดังกล่าว

ซึ่งทั้ง 4 สาขาวิชานั้นแต่ก่อนจะจัดการเรียนการสอนแยกตามสาระวิชา ซึ่งต่างจากหลักการของสะเต็มจะนำสาระหรือสาขาวิชาทั้ง 4 สาขาวิชามารวมบูรณาการเป็นส่วนหนึ่งในการจัดเรียนการสอนโดยส่งเสริมให้เกิดความคิดสร้างสรรค์และหาวิธีใหม่ในการแก้ปัญหาและนำไปประยุกต์ต่อสิ่งที่เรียนรู้ต่อไปได้ การจัดการศึกษาสะเต็มศึกษามุ่งเน้นการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีบูรณาการในระดับหลักสูตร หรือรายวิชา ซึ่งเนื้อหาสาระในแต่ละเรื่องไม่จำเป็นต้องมีสัดส่วนที่เท่ากัน อาจจะเน้นเรื่องใดเรื่องหนึ่งและบูรณาการวิชาอื่น ๆ ไปพร้อมกัน จากแนวคิดสะเต็มได้ทำการพัฒนาแนวการจัดการศึกษาจากสะเต็มเป็นสเต็ม โดยเพิ่มตัวอักษร "A" เข้ามา โดยที่ตัวอักษร "A" หมายถึง Arts หรือศิลปศาสตร์ ไม่ใช่เฉพาะทางด้านศิลปกรรมเท่านั้น ยังรวมถึงเรื่องของภาษาวรรณกรรม ปรัชญา จิตวิทยา สังคมและมนุษย์อีกด้วย ซึ่งมีการจำแนกหลักของสเต็มศึกษา ดังนี้

Science คือ ประวัติศาสตร์ ธรรมชาติสาระ แนวคิด และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์: ชีววิทยา ชีวเคมี เคมี ธรณีวิทยา ฟิสิกส์และอวกาศ เทคโนโลยีชีวภาพ และชีวการแพทย์

Technology คือ ธรรมชาติของเทคโนโลยี เทคโนโลยีกับสังคม การออกแบบ ประโยชน์จากเทคโนโลยีในโลก รวมถึงเทคโนโลยี: การเกษตร การก่อสร้าง การสื่อสาร ข้อมูล การผลิต การแพทย์ ไฟฟ้าและพลังงาน การผลิตและการขนส่ง

Engineering คือ การใช้เหตุผลหลักการ และการสร้างสรรค์ บนพื้นฐานวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยใช้เทคโนโลยีในการสร้างสรรค์: การบินและอวกาศ การเกษตร สถาปัตยกรรม เคมี โยธา คอมพิวเตอร์ ไฟฟ้า สิ่งแวดล้อม ของเหลว อุตสาหกรรมและระบบ วัสดุ เครื่องจักรกล สินแร่ นิวเคลียร์กองทัพเรือและมหาสมุทร

Arts คือ การสื่อสารการสร้างความเข้าใจ แนวคิด ทักษะ และขนบประเพณีที่ส่งต่อมาจากอดีตสู่ปัจจุบันและอนาคต: ทักษะศิลป์ ดนตรี การเคลื่อนไหว ร่างกาย/ นาฏศิลป์ การแสดง ภาษาวรรณกรรม รวมทั้ง การศึกษา ประวัติศาสตร์ ปรัชญาการเมือง จิตวิทยา สังคมวิทยา เทววิทยา ฯลฯ

Mathematics คือ ตัวเลข และการปฏิบัติ (คำนวณ): พีชคณิตแคลคูลัส เรขาคณิต ตรรกศาสตร์การสื่อสาร และการวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น และการดำเนินการแก้ปัญหาการมีเหตุผลและหลักฐานทฤษฎี

สมรัก อินทวิมลศรี (2560, หน้า 13) ได้กล่าวถึง ความสัมพันธ์ของ องค์ประกอบทั้ง 5 อย่างของสเต็มศึกษา และระบุนายละเอียดขององค์ประกอบศิลปะ (Arts) ดังนี้

1. วิทยาศาสตร์ คือ การเรียนรู้สิ่งที่เป็นจริงอยู่ในธรรมชาติที่ได้จากการ ค้นพบและการศึกษาผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการสืบสอบและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย วิทยาศาสตร์สาขาต่าง ๆ เช่น ฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา ดาราศาสตร์ เป็นต้น

2. เทคโนโลยี คือ สิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้น หรือ ผลที่ได้จากการวิศวกรรม

3. วิศวกรรมศาสตร์ คือ การใช้กระบวนการสร้างสิ่งต่าง ๆ ที่ต้องใช้ วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์เป็นพื้นฐานเพื่อสร้างเทคโนโลยีตอบสนองความต้องการ ของมนุษย์

4. ศิลปะ คือ การเรียนรู้ในเรื่องของการพัฒนาสังคม ผลกระทบ การสื่อสาร ความเข้าใจ ทศนคติและขนบธรรมเนียมในอดีต ปัจจุบัน และอนาคต โดยแบ่ง เนื้อหาศิลปะออกเป็น 5 ประเภท ดังนี้

4.1 วิจิตรศิลป์ คือ งานศิลปะที่มุ่งเรื่องความสวยงาม เช่น ภาพวาด งานประติมากรรม ทฤษฎีสี และการแสดงความคิดสร้างสรรค์

4.2 ศิลปะกายภาพ คือ ศิลปะการเคลื่อนไหวร่างกายของบุคคล หรือหมู่คณะ ได้แก่ กีฬา การเต้น และการแสดง

4.3 ศิลปะอุตสาหกรรม คือ ศิลปะที่อาศัยทักษะที่มีความเฉพาะเจาะจง หรือเทคนิคที่จำเป็นสำหรับสร้างวัตถุเพื่อการอุตสาหกรรม เช่น งานออกแบบเครื่องจักรกล และทอผ้า งานออกแบบและสร้างบรรจุภัณฑ์ เพอร์นิเจอร์ หรือออกแบบเสื้อผ้า เป็นต้น

4.4 ศิลปศาสตร์ คือ การศึกษาที่เน้นพื้นฐานทางวัฒนธรรม ได้แก่ สังคมศาสตร์ เช่น สังคมวิทยา ปรัชญา จิตวิทยา ประวัติศาสตร์ หน้าที่พลเมือง การเมือง และการศึกษา เป็นต้น

4.5 ภาษาศาสตร์ คือ การศึกษาเกี่ยวกับความสามารถในการสื่อสาร และความเข้าใจ ประกอบไปด้วยการฟัง การพูด การอ่าน และการเขียน

5. คณิตศาสตร์ คือ การเรียนรู้ที่วัดด้วยตัวเลข การใช้ตัวเลข การคำนวณ การวัด การวิเคราะห์ข้อมูล การใช้เหตุผล การแก้ปัญหา ความน่าจะเป็น และเรขาคณิต

สรุปได้ว่า สเต็มศึกษา คือ แนวทางในการศึกษาที่มุ่งเน้นการจัดการเรียนการสอนโดยการบูรณาการความรู้ 5 ด้าน คือ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปะ และคณิตศาสตร์ เพื่อนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง รวมทั้งพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต

3. ความสำคัญของศิลปะในสเต็มศึกษา

บุญนุษ ลิขิตาจารย์ (2560, หน้า 42-43) ได้กล่าวถึงความสำคัญของศิลปะว่ามนุษย์ใช้ศิลปะเป็นสื่อในการถ่ายทอดประวัติศาสตร์ ภาษา ประเพณี และคุณค่าทางวัฒนธรรมให้สืบทอดไปยังคนรุ่นหลัง เช่น วิธีการล่าสัตว์ วิธีปกป้องหมู่บ้านจากผู้ล่า การสื่อสารด้วยภาษา และทำทางที่หลากหลายผ่านดนตรี ทัศนศิลป์ และการแสดง อีกทั้งศิลปะยังมีบทบาทในการพัฒนาสติปัญญา อารมณ์ และจิตใจของมนุษย์ Sousa & Pilecki, (2013) อ้างถึงใน บุญนุษ ลิขิตาจารย์ (2560, หน้า 42-43) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของศิลปะ สรุปได้ดังนี้

1. ศิลปะกับการพัฒนาสมอง ในช่วงระหว่างปีแรกของเด็กจะเกิดการขยายตัวของเซลล์ในสมองหากให้เด็กได้ร้องเพลง วาดภาพ เดินรำ จะช่วยทำให้สมองได้พัฒนา เข้าใจความแตกต่างของมนุษย์ การแสวงความรู้สึก สื่อความหมาย และพัฒนาความคิดที่มีความซับซ้อน

2. ศิลปะช่วยนำเสนอสิ่งที่ซับซ้อนให้เข้าใจง่าย ศิลปะทำให้มองเห็นสิ่งต่าง ๆ อย่างเป็นรูปธรรม สามารถนำเสนอแนวคิดที่ยากต่อการเข้าใจให้เข้าใจได้ง่าย ด้วยการถ่ายทอดความคิดมาสู่ภาพวาด เข้าใจถึงความสัมพันธ์ ความแตกต่าง และรายละเอียดของสิ่งต่าง ๆ

3. ศิลปะทำให้คิดยืดหยุ่น ศิลปะช่วยให้มีความยืดหยุ่นกับสิ่งต่าง ๆ มองว่าปัญหามีทางแก้ได้หลายทาง และคำถามสามารถหาคำตอบได้หลายคำตอบ การเรียนการสอนในโรงเรียนส่วนใหญ่เน้นให้หาคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว ซึ่งในชีวิตนั้นเป็นเรื่องที่ยาก ฉะนั้นต้องมองทางเลือกที่หลากหลาย และตระหนักว่าการแก้ปัญหาอาจมีทั้งบวกและลบ

4. ศิลปะช่วยพัฒนาหน่วยความจำระยะยาว การบูรณาการศิลปะเข้าไป จะช่วยให้จดจำเนื้อหาได้นานขึ้น

5. ศิลปะกับความสุนทรีย์ ศิลปะช่วยให้มองทุกสิ่งทุกอย่างสวยงาม สามารถมองเห็นโลกได้อย่างมีสุนทรีย์ เมื่อสมองเกิดการผ่อนคลายจะหลั่งสารเคมีที่เรียกว่า โดพามีน (Dopamine) หัวเซลล์ประสาทช่วยลดระดับความตึงเครียดได้

6. ศิลปะกับความคิดสร้างสรรค์ ศิลปะช่วยส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งความคิดสร้างสรรค์เป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่งสำหรับมนุษย์ที่อยู่ในสังคมปัจจุบัน ก่อให้เกิดสิ่งแปลกใหม่ สร้างความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีและวิทยาการ

7. ศิลปะกับการพัฒนาทักษะทางสังคม ปัจจุบันมนุษย์อยู่ในโลกของเทคโนโลยี การจัดการเรียนการสอนได้เปลี่ยนจากการจัดการเรียนการสอนในห้องเรียน โดยครูมาเป็นการสอนโดยใช้ไอแพด โน้ตบุ๊ก และโทรศัพท์มือถือ สิ่งเหล่านี้ไม่สามารถแทนการพูดคุยได้ ทำให้ปฏิสัมพันธ์ทางสังคมลดลง กิจกรรมทางศิลปะสามารถส่งเสริมพัฒนาทักษะทางสังคมได้ด้วยการจัดกิจกรรมที่มีการวางแผนการทำงานร่วมกัน และการแก้ปัญหา

8. ศิลปะกับการจัดการเรียนการสอน ศิลปะทำให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพ ผลการวิจัยพบว่า การเพิ่มศิลปะเข้าไปจะช่วยทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีขึ้น ช่วยให้นักเรียนคิดอย่างเป็นแบบองค์รวมโดยนำความรู้ที่ได้ศึกษามาสู่การปฏิบัติ ทำให้มีความรู้ความเข้าใจอย่างลึกซึ้ง

4. ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสตีมศึกษา

มีนกาญจน์ แจ่มพงษ์ และนพดล พรามณี (2560, หน้า 84) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสตีมศึกษา มี 6 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา (Problem Identification) เป็นการทำความเข้าใจปัญหาหรือความท้าทาย วิเคราะห์เงื่อนไข หรือข้อจำกัดของสถานการณ์ปัญหาเพื่อกำหนดขอบเขตของปัญหา ซึ่งจะนำมาสู่การสร้างชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search) เป็นการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการแก้ปัญหาและประเมินความเป็นไปได้ ข้อดีและข้อจำกัด

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design) เป็นการประยุกต์ใช้ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง เพื่อการออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา โดยคำนึงถึงทรัพยากร ข้อจำกัดและเงื่อนไขตามสถานการณ์ที่กำหนด

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development) เป็นการกำหนดลำดับขั้นตอนของการสร้างชิ้นงานหรือวิธีการ แล้วลงมือสร้างชิ้นงาน หรือพัฒนาวิธีการเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหา หรือชิ้นงาน (Testing, Evaluation and Design Improvement) เป็นการทดสอบและประเมิน การใช้งานของชิ้นงานหรือวิธีการ โดยผลที่ได้ก็นำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาให้มี ประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมที่สุด

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation) เป็นการนำเสนอแนวคิดและขั้นตอนการแก้ปัญหาของการสร้างชิ้นงาน หรือการพัฒนาวิธีการ ให้ผู้อื่นเข้าใจและได้ข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนาต่อไป

วิสูตร โพธิ์เงิน (2560, หน้า 328) ได้กล่าวถึงหลักในการออกแบบกิจกรรม การเรียนรู้ตามแบบสตีมศึกษา มี 3 ขั้น ดังนี้

ขั้นแรก การนำเสนอสภาพปัญหาบริบทเชื่อมโยงกับชีวิตจริง หรือ สถานการณ์ที่เป็นปัญหาปัจจุบันที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับผู้เรียน หรือที่เกิดขึ้นบนโลก เพื่อให้มี ข้อมูลเบื้องต้นสำหรับการคิดขั้นต้น เช่น เข้าใจหรือวิเคราะห์ มองเห็นประเด็นที่เป็น สถานการณ์ที่ผู้เรียนจะร่วมกันคิดหาทางพัฒนาหรือแก้ไขปัญหา หรือต้องการหาข้อค้นพบ ใหม่ในเชิงสร้างสรรค์

ขั้นที่สอง การออกแบบสร้างสรรค์เพื่อแก้ปัญหตามสถานการณ์ เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ฝึกคิดอย่างอิสระ โดยมีจุดมุ่งหมายสำคัญไม่เพียงแต่จะพัฒนา ความคิดสร้างสรรค์ แต่ยังมุ่งเน้นทักษะการสื่อสาร การเรียนรู้ร่วมกันแลกเปลี่ยนความ คิดเห็นของกันและกัน กระบวนการออกแบบอย่างสร้างสรรค์หรือหาแนวทางการแก้ไข ปัญหา เริ่มจากผู้เรียนตัดสินใจในความเป็นจริง คุณค่า และความต้องการจำเป็นใน สถานการณ์นั้น ๆ ซึ่งสิ่งเหล่านี้ผู้เรียนจะต้องเกิดการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง

ขั้นสุดท้าย การสร้างความรู้สึกรับรู้ เป็นขั้นของการขยายสิ่งที่ค้นพบ โดยเน้นเจตคติต่อสิ่งที่เรียนรู้ผ่านการลงมือทำที่ผ่านประสบการณ์ในการค้นหา จากสถานการณ์ที่ได้เรียนรู้ ในขั้นนี้จะช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาการรับรู้ การแสดงออก และการเห็นอกเห็นใจผู้อื่น ซึ่งการสร้างเจตคติที่ดีต่อการเรียนรู้การค้นหาได้ลงมือทำจริง ซึ่งจะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความสนใจในวิทยาศาสตร์อีกทางหนึ่ง

หทัยภัทร ไกรวรรณ และปัทมาวดี เล่ห์มงคล (2560, หน้า 126) ได้กล่าวถึง กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสตีม มี 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา (Problem Identification) คือ การนำเข้าสู่กิจกรรม โดยเล่า หรือ กำหนดสถานการณ์ต่าง ๆ พร้อมกับใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้เด็กร่วมกันระดมความคิดเห็นเพื่อให้ได้ข้อสรุปถึงปัญหาว่าปัญหาคืออะไร มีสาเหตุมาจากสิ่งใด

ขั้นที่ 2 ค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง (Explore Ideas) คือ การสำรวจโดยใช้ประสาทสัมผัสทั้งห้าเพื่อศึกษาค้นคว้าแสวงหาวิธีการแนวทางในการแก้ปัญหาจากสื่อที่เกี่ยวข้องจากแหล่งต่าง ๆ

ขั้นที่ 3 วางแผนและพัฒนา (Plan and Develop) คือ การเลือกวิธีการ แนวทางการแก้ปัญหาด้วยการอธิบาย เพื่อนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาที่ตนเองเลือกให้ผู้อื่น เข้าใจว่ามีวิธีการอย่างไรและใช้อุปกรณ์อะไรบ้างโดยวาดภาพออกแบบชิ้นงานของตนเอง

ขั้นที่ 4 ทดสอบและประเมินผล (Test and Evaluate) คือการลงมือ ปฏิบัติการแก้ปัญหาตามวิธีการและขั้นตอนที่ได้วางแผนไว้ตามความคิดของตนเองและ ทดสอบชิ้นงานตามเงื่อนไขหรือข้อจำกัดที่กำหนด โดยสามารถปรับปรุงและพัฒนาชิ้นงาน ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นได้

ขั้นที่ 5 นำเสนอผลลัพธ์ (Present the Solution) คือการนำเสนอชิ้นงาน ที่แปลกใหม่ของตนเองโดยสนทนาถึงผลที่เกิดขึ้นจากการลงมือปฏิบัติการแก้ไข ปัญหา แนวทางแก้ไขและแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับประโยชน์ของผลงานที่สร้างขึ้นและการนำไปใช้ ประโยชน์ในด้านอื่น

สุนารี ศรีบุญ (2561, หน้า 12) ได้กล่าวถึง การจัดการเรียนรู้แบบสตีมศึกษา สรุปลองค์ความรู้หรือแนวทางการแก้ปัญหา มี 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 นำเสนอสถานการณ์ปัญหา คือ ขั้นที่ผู้สอนจัดสถานการณ์ ต่าง ๆ กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ และมองเห็นปัญหาโดยจัดกิจกรรมให้นักเรียน ทำความเข้าใจปัญหา ซึ่งอาศัยความรู้พื้นฐานทางด้านวิชาวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปศาสตร์ และคณิตศาสตร์

ขั้นตอน ที่ 2 ทำความเข้าใจปัญหา คือ ขั้นที่ผู้เรียนจะต้องทำความเข้าใจ ปัญหาและอธิบายสิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

ขั้นตอนที่ 3 ศึกษาค้นหาวิธีการแก้ปัญหา คือ ขั้นที่ผู้เรียนต้องศึกษาค้นคว้า ในสาระวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปศาสตร์ และคณิตศาสตร์ เพื่อหาวิธีการแก้ไขปัญหาด้วยตนเอง วิเคราะห์องค์ประกอบของปัญหาที่กำหนดให้รวมทั้งอธิบายความเชื่อมโยงข้อมูล หรือปัญหาที่เกี่ยวข้องทุกส่วน

ขั้นตอนที่ 4 สังเคราะห์และรวบรวมข้อมูล คือ ขั้นที่ผู้เรียนนำความรู้ที่ได้จากวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปศาสตร์ และคณิตศาสตร์ มาแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน อภิปรายผล และสังเคราะห์ความรู้ที่ได้มา

ขั้นตอนที่ 5 สรุป นำเสนอ และประเมินผลงาน คือ ขั้นที่ผู้เรียนสรุปผลงานของตนเอง และนำเสนอผลงานที่เกิดจากการบูรณาการวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ในรูปแบบที่หลากหลาย

ภิญโญ วงษ์ทอง (2562, หน้า 106) ได้กล่าวถึง ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ บูรณาการสเต็มศึกษา มี 6 ขั้นตอน โดยพัฒนามาจากกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (Engineering Design Process) ซึ่งประกอบด้วย

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหา

หรือชิ้นงาน

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา หรือชิ้นงาน

สรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา มี 6 ขั้นตอน ซึ่งประกอบด้วย

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา ผู้เรียนทำความเข้าใจปัญหาที่เกิดขึ้น วิเคราะห์ปัญหา เจาะลึก หรือข้อจำกัดของปัญหา

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ผู้เรียนศึกษาค้นคว้าข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา เพื่อจะนำความรู้ต่าง ๆ มาบูรณาการใช้ในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา ผู้เรียนนำข้อมูลหรือแนวคิดที่รวบรวมได้มาใช้ออกแบบ ร่างแบบ หรือคิดวิธีการแก้ปัญหาให้เหมาะสมอย่างสร้างสรรค์

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา ผู้เรียนเขียนแผนการปฏิบัติงาน จากแบบร่างแนวคิดวิธีแก้ปัญหา โดยจัดทำรายละเอียดขั้นตอนการดำเนินงานแก้ปัญหา และคำนึงถึงประโยชน์จากการแก้ปัญหา เจ็บใจ ข้อจำกัด หรือบริบทของปัญหา จากนั้นดำเนินการแก้ปัญหา หรือสร้างชิ้นงาน

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหา หรือชิ้นงาน เป็นขั้นตอนการทดสอบและประเมินผลการใช้งานเพื่อแก้ปัญหา และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหา หรือชิ้นงาน

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา หรือชิ้นงาน เป็นการนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาและผลการแก้ปัญหายังมีความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งวิธีการปรับปรุงแก้ไขต้องอยู่บนพื้นฐานของกระบวนการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม ศิลปะ และคณิตศาสตร์มาใช้ และประเมินวิธีการแก้ปัญหาจนมี ประสิทธิภาพตามที่ต้องการ

ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

“ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง” เป็นปรัชญาที่ชี้แนะแนวทางการดำเนินชีวิตที่พระบาทสมเด็จพระปรมินทรมหาภูมิพลอดุลยเดช (รัชกาลที่ 9) มีพระราชดำรัสแก่ชาวไทยนับตั้งแต่ พ.ศ. 2517 เป็นต้นมา เพื่อเป็นแนวทางแก้ไขปัญหาเศรษฐกิจของประเทศไทยให้สามารถดำรงอยู่อย่างมั่นคงและยั่งยืนในกระแสโลกาภิวัตน์และความเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ เป็นปรัชญาที่พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวที่มีพระราชดำรัสชี้แนะแนวทางการดำเนินชีวิตแก่พสกนิกรชาวไทยมาโดยตลอดนานกว่า 30 ปี

ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงเป็นปรัชญาที่ถึงแนวการดำรงอยู่และปฏิบัติตนของประชาชนในทุกระดับตั้งแต่ระดับครอบครัว ระดับชุมชน จนถึงระดับรัฐ ทั้งในการพัฒนาและบริหารประเทศให้ดำเนินไปในทางสายกลาง โดยเฉพาะการพัฒนาเศรษฐกิจเพื่อให้ก้าวทันต่อโลกยุคโลกาภิวัตน์ ความพอเพียง หมายถึง ความพอประมาณ ความมีเหตุผล รวมถึงความจำเป็นที่จะต้องมีระบบภูมิคุ้มกันในตัวที่ดีพอสมควรต่อการกระทบใด ๆ อันเกิดจากการเปลี่ยนแปลงทั้งภายในและภายนอก ทั้งนี้จะต้องอาศัยความรอบรู้ ความรอบคอบ และความระมัดระวังอย่างยิ่ง ในการนำวิชาการต่าง ๆ มาใช้ในการวางแผนและการดำเนินการทุกขั้นตอนและขณะเดียวกัน จะต้องเสริมสร้างพื้นฐานจิตใจของคนในชาติในทุกระดับ ให้มีสำนึกในคุณธรรม ความซื่อสัตย์สุจริตและให้มีความรอบรู้ที่เหมาะสม ดำเนินชีวิตด้วยความอดทนความเพียร มีสติ ปัญญา และความรอบคอบ เพื่อให้สมดุลและพร้อมต่อการรองรับการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วและกว้างขวางทั้งด้านวัตถุ สังคม สิ่งแวดล้อมและวัฒนธรรมจากโลกภายนอก ได้เป็นอย่างดี (ทิตนา แหมมณี, 2558, หน้า 4-6)

1. ความหมายของปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

ประกาศ พรหมโสภา (2556, หน้า 74) ได้กล่าวถึง ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง หมายถึง แนวคิดในพระราชดำริของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวรัชกาลที่ 9 ที่ทรงพระราชทานแก่พสกนิกรชาวไทย ให้เป็นผู้สามารถในการดำรงชีวิตอยู่อย่างเรียบง่ายตามอัธยาศัย พอประมาณ ความมีเหตุผล ความจำเป็นที่จะต้องมีภูมิคุ้มกันในตัวพอสมควรต่อการมีผลกระทบใด ๆ อันเกิดจากการเปลี่ยนแปลงภายในและภายนอก

ศรประภา พงษ์หัตถาศิลป์ (2557, หน้า 21) ได้กล่าวถึง เศรษฐกิจพอเพียง หมายถึง การดำเนินชีวิตของคนไทยที่ยึดเส้นทางสายกลางของความพอดีให้ประเทศไทย สามารถพัฒนาอย่างมั่นคงภายใต้กระแสโลกาภิวัตน์ และเห็นความสำคัญกับการสร้างฐานทางเศรษฐกิจและสังคมให้เข้มแข็งรักษาความสมดุลของทุนและทรัพยากรสามารถปรับตัว พร้อมรับการเปลี่ยนแปลงมีความอดทน เพียรพยายาม ใช้ปัญญานำไปสู่ความสุข ของประชาชน

วิมาณ วิชวารีย์ (2560, หน้า 41) ได้กล่าวถึง เศรษฐกิจพอเพียง หมายถึง แนวทางการดำรงชีวิต และการปฏิบัติตนของคนในสังคมทุกระดับ ยึดหลักทางสายกลาง ในการดำเนินงานกิจการใด ๆ มีความพอเพียง พออยู่ พอกิน ตลอดจนใช้ความรู้ ความรอบคอบ และคุณธรรม ในการดำเนินชีวิตสามารถพึ่งพาตนเองได้อย่างยั่งยืน

สรุปได้ว่า เศรษฐกิจพอเพียงเป็นปรัชญาที่ชี้ถึงแนวการดำรงอยู่และการ ปฏิบัติตน เพื่อให้ดำรงอยู่ได้ในยุคโลกาภิวัตน์ โดยยึดทางสายกลาง คือ ความพอเพียง ความพอประมาณ และจำเป็นที่จะต้องมีภูมิคุ้มกันในตัวที่ดี ต่อการกระทบใด ๆ อันเกิด จากการเปลี่ยนแปลงทั้งภายใน ภายนอก ทั้งนี้จะต้องอาศัยความรอบรู้ ความรอบคอบ และความระมัดระวัง ในการนำวิชาการต่าง ๆ มาใช้ในการวางแผนและการดำเนินการ ทุกขั้นตอน

2. หลักการของปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

ทศนา แหมมณี (2558, หน้า 8-9) ได้กล่าวถึงปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง ว่ามีหลักพิจารณาอยู่ 5 ส่วน ดังนี้

1. กรอบแนวคิด เป็นปรัชญาที่ชี้แนะทางการดำรงอยู่และปฏิบัติตน ในทางที่ควรจะเป็น โดยมีพื้นฐานมาจากวิถีชีวิตดั้งเดิมของสังคมโลก สามารถนำมา ประยุกต์ใช้ได้ตลอดเวลาและเป็นการมองโลกเชิงระบบที่มีลักษณะพลวัต มุ่งเน้นการ รอดพ้นจากภัยและวิกฤต เพื่อความมั่นคงและความยั่งยืนของการพัฒนา

2. คุณลักษณะ เศรษฐกิจพอเพียงสามารถนำมาประยุกต์ใช้กับการ ปฏิบัติตนได้ในทุกระดับโดยเน้นการปฏิบัติบนทางสายกลาง และการพัฒนาอย่างเป็น ขั้นตอน

3. คำนิยามความพอเพียง จะต้องประกอบด้วย 3 คุณลักษณะ ดังนี้

3.1 ความพอประมาณ หมายถึง ความพอดี ที่ไม่น้อยเกินไป และไม่มากเกินไป โดยไม่เบียดเบียนตนเองและผู้อื่น

3.2 ความมีเหตุผล หมายถึง การตัดสินใจเกี่ยวกับระดับของความพอเพียงนั้น จะต้องเป็นไปอย่างมีเหตุผล โดยพิจารณาจากเหตุปัจจัยที่เกี่ยวข้อง ตลอดจนคำนึงถึงผลที่คาดว่าจะเกิดขึ้นจากการกระทำนั้น ๆ อย่างรอบคอบ

3.3 การมีภูมิคุ้มกันในตัวที่ดี หมายถึง การเตรียมตัวให้พร้อมรับผลกระทบและการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น โดยคำนึงถึงความเป็นไปได้ของสถานการณ์ต่าง ๆ ที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในอนาคตทั้งใกล้และไกล

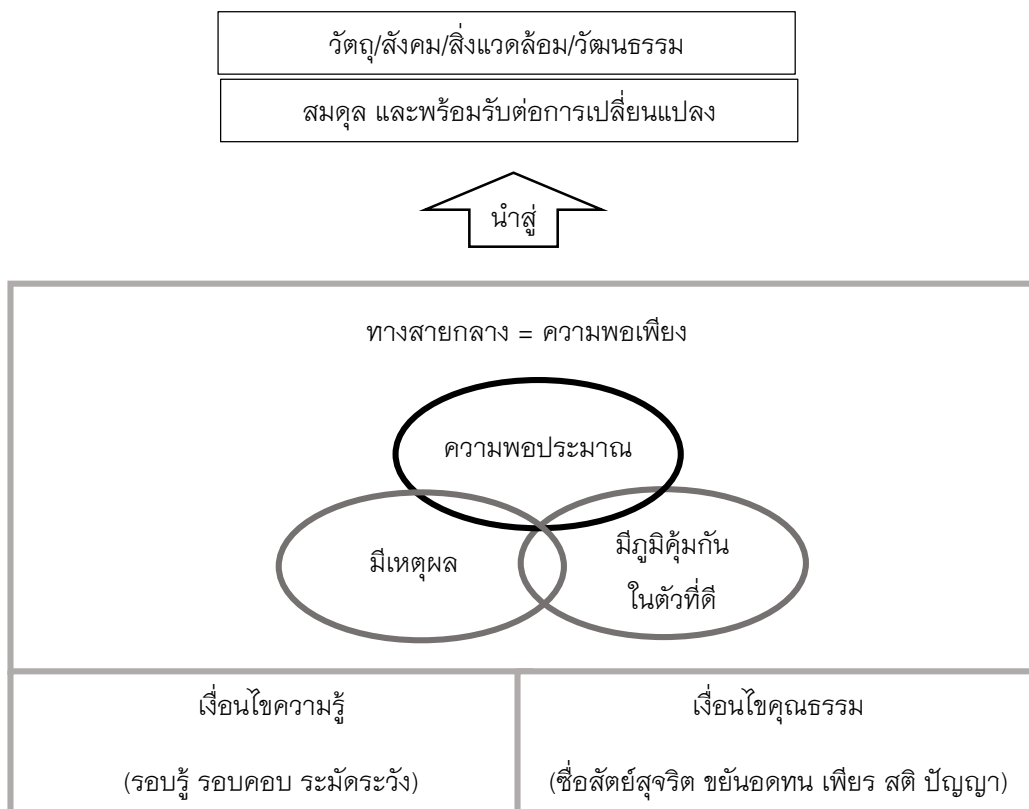
4. เงื่อนไข การตัดสินใจและการดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ ให้อยู่ในระดับพอเพียงนั้น ต้องอาศัยทั้งความรู้และคุณธรรมเป็นพื้นฐาน ดังนี้

4.1 เงื่อนไขความรู้ ประกอบด้วย ความรอบรู้เกี่ยวกับวิชาการต่าง ๆ อย่างรอบด้าน ความรอบคอบที่จะนำความรู้เหล่านั้นมาพิจารณาให้เชื่อมโยงกัน เพื่อประกอบการวางแผน และความระมัดระวังในขั้นปฏิบัติ

4.2 เงื่อนไขคุณธรรม ที่จะต้องเสริมสร้าง ประกอบด้วย มีความตระหนักในคุณธรรม มีความซื่อสัตย์สุจริต และมีความอดทน มีความเพียร ใช้สติปัญญาในการดำเนินชีวิต

5. แนวทางปฏิบัติ/ผลที่คาดว่าจะได้รับ จากการนำปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงมาประยุกต์ใช้ คือการพัฒนาที่สมดุลและความพร้อมต่อการเปลี่ยนแปลงในทุกระดับทั้งด้านเศรษฐกิจ สังคม สิ่งแวดล้อม ความรู้ และเทคโนโลยี

หลักพิจารณาของปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง สามารถสรุป
ได้ดังภาพประกอบ 2



ภาพประกอบ 2 สรุปปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

(จิรายุ อิศรางกูร ณ อยุธยา และปริญญ์ พินิจสรวุฑ (2553, หน้า ๕)

อ้างถึงใน (ทศนา แหม่มณี, 2558, หน้า 7)

3. การประยุกต์ใช้ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

สุเมธ ตันติเวชกุล (2551, หน้า 5-6) ได้กล่าวถึง การประยุกต์ใช้ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงว่าเศรษฐกิจพอเพียงสามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้กับสังคมทุกระดับ ได้แก่ ระดับบุคคล/ครอบครัว

เศรษฐกิจพอเพียงระดับบุคคล/ครอบครัว คือ ความสามารถในการดำรงชีวิตได้อย่างไม่เดือดร้อน กำหนดความเป็นอยู่อย่างประมาณตนตามฐานะตามอัตภาพ และที่สำคัญไม่หลงไหลไปตามกระแสวัตถุนิยม มีอิสรภาพเสรีภาพ ไม่มีพันธนาการอยู่กับสิ่งใด กล่าวคือ สามารถให้ตนเป็นที่พึ่งแห่งตนได้ทั้งในทางจิตใจทางสังคม ทางทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ทางเทคโนโลยี และในทางเศรษฐกิจ

รู้จักคำว่า “พอ” และไม่เบียดเบียนผู้อื่น พยายามพัฒนาตนเองเพื่อเสริมสร้างความเข้มแข็งและความชำนาญ มีความสุขและความพอใจกับชีวิตที่พอเพียงยึดทางสายกลางในการดำรงชีวิต

ระดับชุมชน

ระดับชุมชนจะประกอบด้วย บุคคล/ครอบครัว ที่มีความพอเพียงแล้ว รวมกลุ่มทำประโยชน์เพื่อส่วนรวม โดยอาศัยภูมิปัญญาและความสามารถของบุคคล และชุมชน ซึ่งในการดำเนินงานของชุมชน ให้ประสบผลสำเร็จได้ จะต้องมีส่วนในคุณธรรม ความซื่อสัตย์สุจริต ดำเนินงานด้วยความโปร่งใส ตรงไปตรงมาตรวจสอบได้ ดำเนินงานด้วยความ พอประมาณ อย่างมีเหตุผล ไม่สนับสนุนการลงทุน จนเกินตัว ดำเนินงานอย่างรอบคอบ มีสติ ปัญญา อีกทั้งต้องมีความรอบรู้ที่เหมาะสม เพื่อนำมาปรับปรุง การดำเนินงานของชุมชนให้พัฒนาอย่างต่อเนื่อง และนำมาสร้างภูมิคุ้มกันเพื่อรองรับ การเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้นจากทั้งภายใน และภายนอก

ระดับรัฐหรือระดับประเทศ

ระดับรัฐหรือระดับประเทศ ประกอบด้วย สังคมต่าง ๆ ที่เข้มแข็ง ชุมชน/สังคมหลาย ๆ แห่งร่วมมือกัน พัฒนาตามแนวเศรษฐกิจพอเพียง วางรากฐานของ ประเทศให้มีความพอเพียงและพร้อมก่อนจึงค่อย ๆ ดำเนินการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคม ของประเทศให้เจริญขึ้น เป็นลำดับ ๆ ต่อไป

ระดับเจ้าหน้าที่ของรัฐ

ระดับเจ้าหน้าที่รัฐ ต้องมีส่วนในคุณธรรม ความซื่อสัตย์ สุจริต มีความรอบรู้ ที่เหมาะสม ดำเนินชีวิต ด้วยความอดทน ความเพียร มีสติปัญญาและความรอบคอบ การจัดเตรียมนโยบาย แผนงาน หรือโครงการต่าง ๆ ต้องสอดคล้องกับ เศรษฐกิจพอเพียง โดยเน้นพัฒนาและแก้ไขปัญหาด้านสังคมเศรษฐกิจและจิตใจควบคู่กัน

ระดับครูอาจารย์

ระดับครูอาจารย์ ถ่ายทอด ปลุกฝังความรู้ความเข้าใจหลักเศรษฐกิจพอเพียง ให้แก่ผู้เรียน สอนให้คิดเป็น เข้าใจในหลักเหตุผล มีความคิดในเชิงสร้างสรรค์ บนพื้นฐานของศีลธรรมและการพัฒนาจิตใจควบคู่กันไป

ประชาชนทุกคน

ประชาชนควรดำรงชีวิตบนพื้นฐานของการรู้จักตนเอง การคิดพึ่งพาตนเอง และพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกันอย่างเอื้อเฟื้อเผื่อแผ่ ใช้ชีวิตอย่างพอเพียงสอดคล้อง

กับหลักคำสอนของทุกศาสนาที่ให้ดำเนินชีวิตตามกรอบคุณธรรม ไม่ทำการใด ๆ ที่เบียดเบียนตนเองหรือผู้อื่น ไม่ใช้จำยเกินตน หรือทำอะไรที่เกินตน รู้จักแบ่งปัน และช่วยเหลือผู้อื่นตามความเหมาะสมและกำลังความสามารถของตน ดำเนินชีวิตบนทางสายกลาง คือ คำนึงถึงความพอดีไม่มากเกินไป หรือน้อยเกินไป

สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ (2555, หน้า 12) ได้กล่าวถึงการแต่งตั้งคณะกรรมการขับเคลื่อนเศรษฐกิจพอเพียงขึ้นเพื่อเป็นกลไกหลักในการประสานเครือข่ายทั้งในระดับนโยบายและระดับปฏิบัติให้นำเศรษฐกิจพอเพียง ไปประยุกต์ใช้ครอบคลุม 8 ภาคส่วน ได้แก่

1. ผู้นำทางความคิด
2. นักวิชาการในระดับอุดมศึกษา
3. สถาบันการศึกษา
4. สถาบันการเมือง
5. องค์การภาครัฐ
6. สื่อมวลชนและประชาชน
7. ภาคธุรกิจ
8. ชุมชนและประชาสังคม

สรุปได้ว่า เศรษฐกิจพอเพียงสามารถนำมาประยุกต์ใช้กับสังคมทุกระดับ ตั้งแต่ระดับบุคคล/ครอบครัว ระดับชุมชน และระดับรัฐ หรือระดับประเทศ เพื่อให้เกิดการพัฒนาที่ยั่งยืน และสอดคล้องกับสภาพความเป็นจริงสติปัญญาและวิถีการดำเนินชีวิตของคนไทย เพื่อนำประโยชน์สุขมาสู่ประชาชนชาวไทยและประเทศชาติตลอดไป

4. การประยุกต์ใช้ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงสู่การเรียนรู้การสอน

ทิตนา แหมมณี (2558, หน้า 120-123) ได้กล่าวถึง การใช้ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงว่า เด็กและเยาวชนที่จะเป็นอนาคตของชาติ ควรได้รับการพัฒนาและฝึกฝนโดยการใช้ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงเป็นหลักในการดำเนินชีวิต ซึ่งการพัฒนาและฝึกฝนควรจะต้องเป็นไปอย่างเหมาะสมกับวัยและวิถีชีวิตของผู้เรียน โดยทั่วไปแล้วเมื่อครูผู้สอนจะสอนอะไรแก่ใครนั้น จำเป็นต้องตอบคำถามสำคัญ 5 ข้อ คือ

1. จะสอนอะไร (What to teach)
2. จะสอนใคร (Whom to teach)
3. จะสอนตรงไหน เมื่อไหร่ (Where and when to teach)

4. จะสอนอย่างไร (How to teach)

5. จะวัดและประเมินผลการเรียนรู้อย่างไร (How to assess learning)

การนำปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงมาประยุกต์สู่บริบททางการเรียน

การสอน สามารถสรุปได้ดังตาราง 6

ตาราง 6 กรอบความคิดในการสอนปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

คำถามในการสอน	การสอนปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ในด้านความรู้ ทักษะการคิด ทักษะการปฏิบัติ และเจตคติ
สอนอะไร	- 3 ห่วง 2 เงื่อนไข 4 มิติ การปฏิบัติ - ทักษะการคิดตามหลักต่าง ๆ ของปรัชญา - ทักษะกระบวนการคิดตามปรัชญา - การนำความรู้และการคิดตามปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงสู่การปฏิบัติ/ลงมือทำจริง - การเห็นคุณค่า - การยอมรับ - การพัฒนาเป็นค่านิยมส่วนตน - การพัฒนาเป็นลักษณะนิสัย
สอนใคร	ผู้เรียน : วัย ระดับชั้น ความรู้พื้นฐาน ความสนใจ ปัญหา ฯลฯ
สอนตรงไหน / เมื่อไหร่	- เมื่อมีการสอนสาระวิชาต่าง ๆ ตามที่หลักสูตรกำหนด - สอนสาระของปรัชญาโดยตรง - สอนสาระของปรัชญาโดยการบูรณาการ - เมื่อมีการจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตร - เมื่อทำกิจกรรมต่าง ๆ อันเป็นวิถีชีวิตประจำวันในโรงเรียน - เมื่อเกิดสถานการณ์ที่เอื้อต่อการเรียนรู้ - เมื่อทำกิจกรรมต่าง ๆ อันเป็นวิถีชีวิตประจำวันในครอบครัว ชุมชน

ตาราง 6 (ต่อ)

คำถามในการสอน	การสอนปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ในด้านความรู้ ทักษะการคิด ทักษะการปฏิบัติ และเจตคติ
สอนอย่างไร (แนวการสอน)	- สอนปรัชญาโดยตรง - สอนปรัชญาแบบแยกส่วน - สอนปรัชญาโดยการบูรณาการ - สอนปรัชญาแบบเน้นกระบวนการ
หลักการสอน	- หลักการสอนสาระประเภทความรู้ - หลักการสอนสาระประเภททักษะ - หลักการสอนสาระประเภทเจตคติ
วิธีการสอน	- วิธีสอนหลากหลาย นิรนัย อุปนัย ปฏิบัติการ - อภิปรายกลุ่ม ฯลฯ
จะวัดและประเมินผล การเรียนรู้ได้อย่างไร	- สิ่งที่วัดและประเมิน - ความรู้เกี่ยวกับปรัชญา - ทักษะการคิดตามหลักคิดของปรัชญา - ทักษะกระบวนการคิดตามปรัชญา - ทักษะการปฏิบัติตามปรัชญา - เจตคติต่อปรัชญา - วิธีการวัดผลและเครื่องมือ - การสอนโดยใช้แบบสอบถามปรนัยและอัตนัย - การใช้แบบวัดทักษะการคิดและทักษะกระบวนการคิด - การสังเกตโดยใช้แบบสังเกต - การสำรวจและสอบถามโดยใช้แบบสำรวจและแบบสอบถาม - การสังเกตพฤติกรรม - การสอบถาม - การวัดเจตคติโดยใช้แบบวัดเจตคติ

ตาราง 6 (ต่อ)

คำถามในการสอน	การสอนปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ในด้านความรู้ ทักษะการคิด ทักษะการปฏิบัติ และเจตคติ
จะวัดและประเมินผล การเรียนรู้ได้อย่างไร (ต่อ)	- วิธีการประเมิน - ประเมินตามเกณฑ์ที่กำหนด - ประเมินโดยใช้ rubric - การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ แปลความหมาย และสรุปผล - การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ - แปลความหมายและสรุปผล - ประเมินตามเกณฑ์
จะเกิดผลลัพธ์อะไร (เป้าหมายของการสอน)	- ผู้เรียนสามารถนำปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง ไปใช้เป็นหลักคิด หลักการทำงาน และหลักปฏิบัติ ในชีวิตประจำวัน จนกระทั่งเกิดอุปนิสัย “อยู่อย่างพอเพียง” สามารถรักษาสมดุลในการดำเนินชีวิตและพร้อมรับ การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นได้อย่างมีสติ รวมทั้งสามารถใช้ ความรู้และปัญญาของตนไปในทางที่เป็นประโยชน์ ทั้งต่อตนเองและส่วนรวม

การเปรียบเทียบการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญา เศรษฐกิจพอเพียง

การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง
เป็นการนำการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษามานบูรณาการร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจ
พอเพียง ซึ่งผู้วิจัยได้เปรียบเทียบรูปแบบการจัดการเรียนรู้และขั้นตอนการจัดกิจกรรม
ดังตาราง 7

ตาราง 7 การเปรียบเทียบการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาและการจัดการเรียนรู้
แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

การจัดการเรียนรู้ แบบสเต็มศึกษา มีนิกาญจน์ แจ่มพงษ์ และนพดล พรามณี (2560, หน้า 84)	ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ แบบสเต็มศึกษาร่วมกับ ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง
1. ระบุปัญหา เป็นการทำความเข้าใจปัญหา หรือความท้าทาย วิเคราะห์เงื่อนไข หรือ ข้อจำกัดของสถานการณ์ปัญหาเพื่อกำหนด ขอบเขตของปัญหา ซึ่งจะนำมาสู่การสร้าง ชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา	ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา 1.1 ครูเริ่มต้นบทเรียนด้วยการยก สถานการณ์ปัญหาตัวอย่างที่นักเรียนพบ เจอในชีวิตประจำวัน กระตุ้นนักเรียน เพื่อให้เกิดความสนใจ 1.2 นักเรียนร่วมกันสังเกต ระดม ความคิด และระบุปัญหาที่เกิดขึ้นให้ตรง ประเด็น
2. รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง กับปัญหา เป็นการรวบรวมข้อมูลและแนวคิด ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการ แก้ปัญหาและประเมินความเป็นไปได้ข้อดี และข้อจำกัด	ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่ เกี่ยวข้องกับปัญหา นักเรียนศึกษาค้นคว้าข้อมูลที่ เกี่ยวข้องกับปัญหา วิธีการ แนวทางใน การแก้ปัญหา เพื่อจะสามารถนำความรู้ ต่าง ๆ มาบูรณาการใช้ในการแก้ปัญหา

ตาราง 7 (ต่อ)

การจัดการเรียนรู้ แบบสเต็มศึกษา	ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ แบบสเต็มศึกษาร่วมกับ ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง
3. ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา เป็นการประยุกต์ใช้ข้อมูลและ แนวคิดที่เกี่ยวข้อง เพื่อการออกแบบชิ้นงาน หรือวิธีการในการแก้ปัญหาโดยคำนึงถึง ทรัพยากร ข้อจำกัดและเงื่อนไข ตามสถานการณ์ที่กำหนด	ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา โดยมีจุดเน้นตามปรัชญาเศรษฐกิจ พอเพียง ด้านความพอประมาณ นักเรียนร่างแบบแนวคิดของ วิธีการแก้ปัญหา โดยเน้นความคิด สร้างสรรค์ เพื่อนำไปใช้แก้ปัญหา โดยมีจุดเน้นตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจ พอเพียง ด้านความพอประมาณ (การใช้วัสดุ อุปกรณ์) ในการออกแบบ
4. วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา เป็นการกำหนดลำดับขั้นตอน ของการสร้างชิ้นงานหรือวิธีการ แล้วลงมือ สร้างชิ้นงาน หรือพัฒนาวิธีการเพื่อใช้ ในการแก้ปัญหา	ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการ แก้ปัญหา 4.1 นักเรียนเขียนแผนการ ปฏิบัติการจากแบบร่างแนวคิดวิธีการ 4.2 นักเรียนดำเนินการปฏิบัติ แก้ไขปัญหา หรือการสร้างชิ้นงานอย่าง สร้างสรรค์ ตามแผนที่นักเรียนเขียนไว้
5. ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุง แก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน เป็นการทดสอบและประเมินการใช้ งานของชิ้นงานหรือวิธีการ โดยผลที่ได้อาจ นำมาใช้ปรับปรุงและพัฒนาให้มี ประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาได้อย่าง เหมาะสมที่สุด	ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และ ปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือ ชิ้นงาน โดยมีจุดเน้นตามปรัชญา เศรษฐกิจพอเพียง ด้านความมีเหตุผล 5.1 นักเรียนทดสอบชิ้นงาน และประเมินผลงานโดยยึดว่า ได้ผลเป็น รูปธรรมตามเป้าหมายหรือไม่ ชิ้นงานนั้น มีคุณลักษณะเป็นไปตามความต้องการ

ตาราง 7 (ต่อ)

การจัดการเรียนรู้ แบบสเต็มศึกษา	ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ แบบสเต็มศึกษาร่วมกับ ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง
	และภายใต้เงื่อนไขที่ได้กำหนดไว้แต่แรกหรือไม่ 5.2 นักเรียนปรับปรุงชิ้นงานให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น โดยมีจุดเน้นตามปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ด้านความมีเหตุผล โดยระบุเหตุผลในการปรับปรุงแก้ไข
6. นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา หรือชิ้นงาน เป็นการนำเสนอแนวคิดและขั้นตอนการแก้ปัญหาของการสร้างชิ้นงาน หรือการพัฒนาวิธีการ ให้ผู้อื่นเข้าใจและได้ข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนาต่อไป	ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา หรือชิ้นงาน โดยมีจุดเน้นตามปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงด้านมีภูมิคุ้มกันในตัวที่ดี นักเรียนนำเสนอผลการแก้ปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้น โดยเริ่มตั้งแต่ขั้นตอนการทำความเข้าใจของปัญหา จนถึงขั้นผลลัพธ์สุดท้าย มีจุดเน้นตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ด้านการมีภูมิคุ้มกันในตัวที่ดี โดยมีความรอบคอบ รอบด้าน ก่อนการตัดสินใจ

ความคิดสร้างสรรค์

1. ความหมายของความคิดสร้างสรรค์

ความคิดสร้างสรรค์ (Creative Thinking) มีความหมายกว้าง ซึ่งกิลฟอร์ด (Guilford), เวสคอต และสมิท (Wescott and Smith), อีริค ฟรอม (Eric From), แบรินด์วิน (Brandwein), ทอราแน (Torrance), วอลแลช และโคแกน (Wallach and Kogan) ได้กล่าวถึงความหมายของความคิดสร้างสรรค์ไว้หลายทัศนะ ดังนี้ (อารี รังสินธ์, 2526, หน้า 2-3), (กรมวิชาการ, 2535, หน้า 1-2) อ้างถึงใน (दनัย गाममाने, 2537, หน้า 2-3)

กิลฟอร์ด ได้กล่าวถึง ความคิดสร้างสรรค์ เป็นลักษณะความคิดอเนกนัย คือ คิดหลายทิศทาง หลายแง่ หลายมุม คิดได้กว้างไกล ซึ่งลักษณะความคิดเช่นนี้จะนำไปสู่การคิดประดิษฐ์สิ่งแปลกใหม่ รวมถึงการคิดค้นพบวิธีการแก้ปัญหาได้สำเร็จด้วย

เวสคอต และสมิท ได้กล่าวถึง ความคิดสร้างสรรค์ เป็นกระบวนการทางสมองที่รวมถึงประสบการณ์เดิมของแต่ละคนออกมา แล้วนำมาจัดให้อยู่ในรูปแบบใหม่ การจัดรูปใหม่ของความคิดนี้ เป็นลักษณะเฉพาะของแต่ละคน

อีริค ฟรอม ได้กล่าวถึง ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง ความสามารถที่จะสังเกตเห็น รับรู้ เข้าใจ และมีปฏิกิริยาตอบสนองด้วย

แบรินด์วิน ได้กล่าวถึง ความคิดสร้างสรรค์ เป็นการแยกประสบการณ์หรือความรู้เดิม สร้างความคิดใหม่ หรือผลผลิตใหม่ ในรูปแบบและวิธีการที่มีความหมาย

ทอราแน ได้กล่าวถึง ความคิดสร้างสรรค์ เป็นการรวบรวมประสบการณ์ทั้งหมดที่ผ่านมา เพื่อสร้างรูปแบบอย่างใหม่ ความคิดใหม่ ๆ หรือผลผลิตใหม่ ๆ

วอลแลช และโคแกน ได้กล่าวถึง ความคิดสร้างสรรค์ เป็นความคิดโยงสัมพันธ์ได้ คนมีความคิดสร้างสรรค์ คนที่สามารถคิดอะไรได้อย่างสัมพันธ์กันเป็นลูกโซ่

ทศนา แหมมณี (2554, หน้า 139) ได้กล่าวถึง ความคิดสร้างสรรค์ คือ การคิดในทางที่ทำให้ดีขึ้น หรือการคิดสร้างสิ่งใหม่ที่มีลักษณะใหม่ แตกต่างไปจากเดิม และเป็นความคิดต้นแบบ ที่ใช้การได้จริง ได้ผลดีกว่าของเดิมและมีความสมเหตุสมผล ที่คนทั่วไปยอมรับได้

ปริญญา พวงจันทร์ (2556, หน้า 49) ได้กล่าวถึง ความคิดสร้างสรรค์ คือ กระบวนการทางสมองในการคิดค้นสิ่งที่แปลกใหม่ เป็นตัวของตัวเองและไม่ซ้ำแบบใคร หรือดัดแปลงสิ่งที่มีอยู่แล้วให้แปลกไปจากเดิม โดยอาศัยพื้นฐานสิ่งเร้าและจากประสบการณ์เดิมก่อให้เกิดจินตนาการซึ่งประกอบด้วยความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม คิดละเอียดลออ

สมาน อัครภูมิ (2558, หน้า 11) ได้กล่าวถึง ความคิดสร้างสรรค์ คือ สิ่งใหม่ที่เป็นผลผลิตของกระบวนการคิดจนได้ทางเลือกที่ตอบโจทย์ตั้งต้นในการแสวงหาสิ่งใหม่นั้น ๆ ซึ่งมีลักษณะสำคัญ ดังนี้

1. เป็นกระบวนการทำความเข้าใจปรากฏการณ์และหาทางเลือกในการที่จะตอบสนองที่ดีที่สุดต่อสถานการณ์ดังกล่าว
2. ทางเลือกที่เกิดขึ้นจากความคิดสร้างสรรค์อาจจะเป็นสิ่งที่ เป็นนามธรรมหรือที่เป็นรูปธรรมก็ได้
3. ทางเลือกที่นับว่าเป็นความคิดสร้างสรรค์ต้องเป็นสิ่งใหม่

ปริยา สมพีช (2560, หน้า 214) ได้กล่าวถึง ความคิดสร้างสรรค์ คือ ความคิดสร้างสรรค์เป็นกระบวนการในการคิดสิ่งแปลกใหม่ เป็นแนวทางที่จะนำไปสู่การแก้ไขปัญหา และการสร้างสรรค์สิ่งต่าง ๆ อันเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาบุคคลและประเทศชาติเป็นแนวทางของการคิด หรือการกระทำบางอย่างที่เป็นลักษณะเริ่มแรกสำหรับคนอื่นและเน้นสิ่งที่มีคุณค่าสำหรับคนที่คิดหรือคนอื่น ๆ ซึ่งก็มีหนทางใหม่ ๆ ในการแก้ไขปัญหาหรือการสร้างผลผลิตใหม่ ดังนั้น ความคิดสร้างสรรค์จึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง และเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นจากความคิดริเริ่มอันเป็นประโยชน์ต่อสังคมต่อไป

ปริยา โคตรสาลี (2562, หน้า 55) ได้กล่าวถึง ความคิดสร้างสรรค์ คือ การคิดสร้างสิ่งใหม่ที่มีลักษณะใหม่ แตกต่างไปจากเดิมและเป็นความคิดต้นแบบที่ใช้การได้จริง ได้ผลดีกว่าของเดิมและมีความสมเหตุสมผลที่คนทั่วไปยอมรับ หรือสามารถใช้แก้ปัญหาต่าง ๆ ได้

สรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ คือ การคิดที่กว้างไกล หลายแง่มุม หลายทิศทาง นำไปสู่การคิดประดิษฐ์สิ่งของและแนวทางการแก้ปัญหาใหม่

2. ทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์

Davis (1983) อ้างถึงใน กรมวิชาการ (2554, หน้า 6-7) ได้รวบรวมแนวคิดเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ของนักจิตวิทยาที่ได้กล่าวทฤษฎีของความคิดสร้างสรรค์ โดยแบ่งกลุ่มใหญ่ ๆ ได้ 4 กลุ่ม คือ

1. ทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์เชิงจิตวิเคราะห์ นักจิตวิทยาจิตวิเคราะห์หลายคน เช่น Freud และ Kris ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับการเกิดของความคิดสร้างสรรค์ว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นผลมาจากความขัดแย้งภายในจิตได้สำนึกระหว่างแรงขับทางเพศ (Libido) กับความรู้สึกผิดชอบทางสังคม (Social Conscience) ส่วน Kubie และ Rugg ซึ่งเป็นนักจิตวิทยาวิเคราะห์แนวใหม่กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์นั้นเกิดขึ้นระหว่างการรับรู้สติกับจิตใต้สำนึกซึ่งอยู่ในขอบเขตของจิตส่วนที่เรียกว่า จิตก่อนสำนึก

2. ทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์เชิงพฤติกรรมนิยม นักจิตวิทยาในกลุ่มนี้มีแนวความคิดเกี่ยวกับเรื่องความคิดสร้างสรรค์ว่า เป็นพฤติกรรมที่เกิดจากการเรียนรู้ โดยเน้นที่ความสำคัญของการเสริมแรงการตอบสนองที่ถูกต้องกับสิ่งเร้าเฉพาะหรือสถานการณ์ นอกจากนี้ยังได้เน้นความสัมพันธ์ทางปัญญา คือ การโยงความสัมพันธ์จากสิ่งเร้าหนึ่งไปยังสิ่งต่าง ๆ ทำให้เกิดความคิดใหม่ ๆ หรือสิ่งใหม่เกิดขึ้น

3. ทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์เชิงมนุษยชน นักจิตวิทยาในกลุ่มนี้มีแนวคิดว่าความคิดสร้างสรรค์เป็นสิ่งที่มนุษย์มีติดตัวมาแต่กำเนิด ผู้ที่สามารถนำความคิดสร้างสรรค์ออกมาใช้ได้คือ ผู้ที่มีสัจจการแห่งตน คือ รู้จักตนเอง พอใจตนเอง และใช้ตนเองเต็มตามศักยภาพของตน มนุษย์สามารถแสดงความคิดสร้างสรรค์ของตนออกมาได้อย่างเต็มที่นั้นขึ้นอยู่กับสภาพหรือบรรยากาศที่เอื้ออำนวย ได้กล่าวถึงบรรยากาศที่สำคัญในการสร้างสรรค์ว่าประกอบด้วย ความปลอดภัยในเชิงจิตวิทยา ความมั่นคงของจิตใจ ความปรารถนาที่จะเล่นกับความคิด และเปิดกว้างที่จะรับประสบการณ์ใหม่

4. ทฤษฎี AUTA ทฤษฎีสุดท้ายนี้เป็นรูปแบบของการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ให้เกิดขึ้นในตัวบุคคล โดยมีแนวคิดว่าความคิดสร้างสรรค์นั้นมีอยู่ในมนุษย์ทุกคน และสามารถพัฒนาให้สูงขึ้นได้ การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ตามรูปแบบ AUTA ประกอบด้วย

4.1 การตระหนัก (Awareness) คือ ตระหนักถึงความสำคัญของความคิดสร้างสรรค์ที่มีต่อตนเอง สังคม ทั้งในปัจจุบันและอนาคต และตระหนักถึงความคิดสร้างสรรค์ที่มีอยู่ในตนเองด้วย

4.2 ความเข้าใจ (Understanding) คือ มีความรู้ความเข้าใจอย่างลึกซึ้งในเรื่องราวต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์

4.3 เทคนิควิธี (Techniques) คือ การรู้เทคนิควิธีในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ทั้งที่เป็นเทคนิคส่วนบุคคลและเทคนิคที่เป็นมาตรฐาน

4.4 การตระหนักในความจริงของสิ่งต่าง ๆ (Actualization) การรู้จักหรือตระหนักในตนเอง พอใจในตนเอง และพยายามใช้ตนเองอย่างเต็มศักยภาพ รวมทั้งการเปิดกว้างรับประสบการณ์ต่าง ๆ โดยมีการปรับตัวได้อย่างเหมาะสม การตระหนักถึงเพื่อนมนุษย์ด้วยกัน การผลิตผลงานด้วยตนเองและการมีความคิดยืดหยุ่นเข้ากับทุกรูปแบบของชีวิต

องค์ประกอบทั้ง 4 นี้จะผลักดันให้บุคคลสามารถค้นศักยภาพเชิงสร้างสรรค์ของตนเองออกมาใช้ได้ ซึ่งจากทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์จะเห็นได้ว่าความคิดสร้างสรรค์เป็นทักษะที่มีอยู่ในบุคคลทุกคน และสามารถที่จะพัฒนาให้สูงขึ้นได้โดยอาศัยการเรียนรู้ และการจัดบรรยากาศที่เอื้ออำนวย

3. องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์

อารี พันธุ์ณี (2537, หน้า 35-39) ได้กล่าวถึง องค์ประกอบเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ ไว้ดังนี้

1. ความคิดคล่องตัว (Fluency) เป็นความสามารถในการคิดหาแนวทางที่คล้ายกันในการแก้ปัญหา ได้หลายแนวทางในเวลาที่กำหนด ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 ชนิด คือ ความคิดคล่องตัวในด้านถ้อยคำ ความคิดคล่องตัวในเรื่องการโยงความสัมพันธ์ ความคิดคล่องตัวทางการแสดงออก และความคิดคล่องแคล่วในการคิด

2. ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) เป็นความสามารถในการหาแนวทางที่ไม่ซ้ำกันได้หลายแนวทางในการแก้ปัญหา ซึ่งจะแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ ความคิดยืดหยุ่นที่เกิดขึ้นในทันทีทันใดเป็นความสามารถที่จะคิดได้หลายทิศทาง และความคิดยืดหยุ่นในการดัดแปลงเป็นความสามารถในการดัดแปลง ความรู้หรือประสบการณ์ให้เกิดประโยชน์หลาย ๆ ด้าน

3. ความคิดริเริ่ม (Originality) เป็นความคิดที่แปลกแตกต่างจากความคิดเดิมซึ่งไม่เหมือนใครอาจเกิดจากการนำความรู้เดิมมาคิดดัดแปลงและประยุกต์ให้เกิดเป็นสิ่งใหม่ ความคิดริเริ่มจึงเป็นลักษณะความคิดที่เกิดขึ้นเป็นครั้งแรก ความคิดริเริ่มนี้จึงเป็นลักษณะความคิดที่เกิดขึ้นด้วยการอาศัยความกล้าคิด กล้าลอง

4. ความคิดละเอียดลออ (Elaboration) เป็นความคิดในรายละเอียดต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับความเป็นไปได้ที่จะนำความคิดนั้นไปสู่การปฏิบัติการสร้าง การกระทำให้เป็นผลสำเร็จ ทำให้เกิดผลงานหรือผลิตผล สร้างสรรค์ขึ้นมาเพื่อทำให้ความคิดริเริ่มนั้นสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ปริญญา พวงจันทร์ (2556, หน้า 55) ได้กล่าวถึง ความคิดสร้างสรรค์นั้นประกอบด้วยองค์ประกอบสำคัญ 4 องค์ประกอบใหญ่ ๆ ได้แก่ ความคิดริเริ่ม ความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น และความคิดละเอียดลออ

Guilford (1967, หน้า 145-151) อ้างถึงใน ปราณี กุลมิน (2560, หน้า 63) ได้กล่าวถึง ความคิดสร้างสรรค์เป็นลักษณะการคิดแบบบอเนกนัย มีองค์ประกอบดังนี้

1. ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง ลักษณะความคิดแปลกใหม่แตกต่างจากความคิดธรรมดาเกิดจากการนำความรู้เดิมมาดัดแปลงและประยุกต์ให้เกิดเป็นสิ่งใหม่ขึ้นโดยไม่ซ้ำกับความคิดคนอื่น

2. ความคิดคล่องแคล่ว (Fluency) หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการคิดหาคำตอบได้อย่างคล่องแคล่ว รวดเร็ว และมีคำตอบในปริมาณมากในเวลาจำกัดไม่ซ้ำกันในเรื่องเดียวกัน

3. ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการคิดหาคำตอบได้หลายประเภทและหลายทิศทาง สามารถดัดแปลงให้เข้ากับสถานการณ์ที่เกิดขึ้นได้ทันที

4. ความคิดละเอียดลออ (Elaboration) หมายถึง ความคิดในรายละเอียดเพื่อตกแต่งหรือขยายความคิดหลักให้ได้ความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

Torrance (1973, pp. 91–95) อ้างถึงใน ศิราณี กลางประพันธ์ (2560, หน้า 128–129) สนใจศึกษาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน โดยเน้นความคิดสร้างสรรค์ใน 3 องค์ประกอบ ดังนี้

1. ความคิดคล่อง (Fluency) เป็นความสามารถในการคิดหาคำตอบที่หลากหลายคำตอบ เพื่อตอบสนองต่อคำถามปลายเปิดและคำถามอื่น ๆ ไม่ว่าจะเป็นความคิดทางภาษาหรือท่าทาง

2. ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาได้หลากหลาย คิดหลายแง่มุม และสามารถผสมผสานความรู้และประสบการณ์ให้เกิดประโยชน์ได้หลายด้าน

3. ความคิดริเริ่ม (Originality) คือ ความคิดที่แปลกใหม่ แตกต่างไปจากความคิดเดิมเป็นความคิดที่แตกต่างจากบุคคลอื่น หรือเป็นการรวมกันของความคิดที่ไม่มีความสัมพันธ์กันมาก่อนทั้งในด้านความคิดหรือการกระทำ

สรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ประกอบด้วยองค์ประกอบสำคัญ คือ ความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดลออ

4. พัฒนาการของความคิดสร้างสรรค์

Torrance (1969, pp. 84–103) อ้างถึงใน ศุภฤตา ภูระหงษ์ (2556, หน้า 36–37) ได้กล่าวถึง พัฒนาการของความคิดสร้างสรรค์ ดังนี้

1. วัยก่อนเรียน เด็กที่มีอายุช่วงแรกเกิดถึง 6 ปี ซึ่งได้แบ่ง พัฒนาการความคิดออกเป็น 3 ระยะดังนี้

1.1 ตั้งแต่แรกเกิดถึง 2 ปี เด็กเริ่มพัฒนาจินตนาการในช่วงแรกเด็กต้องการรู้เรื่องต่าง ๆ พยายามเลียนแบบเสียงและจังหวะ เมื่ออายุ 2 ขวบ เด็กต้องการให้มีอะไรพิเศษเกิดขึ้น เด็ก กระตือรือร้นที่จะได้สัมผัส ชิม และดูทุกสิ่งทุกอย่าง เด็กมีความอยากรู้อยากเห็น แต่วิธีการ แสดงออกนั้นขึ้นอยู่กับลักษณะเฉพาะของเด็กแต่ละคน

1.2 อายุ 2 ปี ถึง 4 ปี เด็กเรียนรู้เกี่ยวกับโลกโดยประสบการณ์ตรง และทำสิ่งนั้น ๆ ซ้ำ โดยการเล่นที่ใช้จินตนาการ เด็กตื่นตัวกับสิ่งแปลกใหม่ตามธรรมชาติ ช่วงความสนใจของเด็กจะสั้นโดยเปลี่ยนจากการเล่นอย่างหนึ่งไปอีกอย่างหนึ่งเสมอ เด็กเริ่มพัฒนาความรู้สึกเป็นตัวของตัวเองเด็กในวัยนี้มักทำให้สิ่งที่เกินความสามารถของตนเอง ทำให้เกิดความรู้สึกโกรธและคับข้องใจ

1.3 อายุ 4 ปีถึง 6 ปี เด็กเริ่มสนุกสนานกับการวางแผน การเล่นเกม การทำงาน เด็กเรียนรู้บทบาทของผู้ใหญ่โดยการเล่นสมมติมีความอยากรู้อยากเห็นในสิ่งที่เป็นจริงและถูกต้อง เด็กสามารถเชื่อมโยงเหตุการณ์ต่าง ๆ แม้ว่าจะไม่เข้าใจเหตุผลนัก เด็กทดลองเล่นบทบาทต่าง ๆ โดยใช้จินตนาการของเด็กเองลักษณะความคิดสร้างสรรค์ของเด็กวัยนี้ค่อนข้างจะเป็นธรรมชาติที่ปรากฏชัดเจน

2. ระดับประถมศึกษา ในวัยประถมศึกษาเป็นวัยที่มีอายุในช่วง 6 ปีถึง 12 ปี ซึ่งได้แบ่งพัฒนาการคิดออกเป็น 3 ระยะ ดังนี้

2.1 อายุ 6 ปี ถึง 8 ปี จินตนาการสร้างสรรค์ของเด็กเปลี่ยนไปสู่ความเป็นจริงมากขึ้น เขาพยายามที่จะบรรยายออกมาแม้ในขณะที่เขาเล่นเด็กวัยนี้รักการเรียนรู้มาก ดังนั้น การจัดประสบการณ์ที่ท้าทายและสนุกสนานให้เด็กวัยนี้ย่อมช่วยพัฒนาความอยากรู้อยากเห็นให้แก่เด็ก

2.2 อายุ 8 ปี ถึง 10 ปี เด็กใช้ทักษะหลายด้านในการสร้างสรรค์ และสามารถค้นพบวิธีที่จะใช้ความสามารถเฉพาะตัวของเขา เด็กมักจะเทียบตัวเองกับคนที่น่ายกย่อง ซึ่งสามารถที่จะเอาชนะอุปสรรคได้ความสามารถในการถามและความอยากรู้อยากเห็นของเด็กเพิ่มขึ้น

2.3 อายุ 10 ปี ถึง 12 ปี เด็กชอบการสำรวจค้นคว้า เด็กหญิงชอบอ่านหนังสือและเล่นสมมติ เด็กชายชอบเรียนจากประสบการณ์ตรง ช่วงเวลาของความสนใจจะนานขึ้น ความสามารถทางศิลปะและดนตรีจะพัฒนาได้เร็ว เด็กจะชอบทดลองทุกสิ่งทุกอย่างเพื่อประสบการณ์แต่มีขาดความมั่นใจในผลงานของตนเอง

3. ระดับมัธยมศึกษา ในวัยมัธยมศึกษาเป็นวัยที่มีอายุในช่วง 12 ปีถึง 18 ปี แบ่งลักษณะพัฒนาการคิดออกเป็น 3 ระยะ ดังนี้

3.1 อายุ 12 ปี ถึง 14 ปี เด็กต้องการเรียนรู้และโอกาสเลือก และทดลองทำอาชีพที่สนใจเพื่อเป็นการเตรียมตัวล่วงหน้า แม้ว่าในอนาคตเขาจะเปลี่ยนอาชีพใหม่ ระยะนี้เด็กควรได้รับประสบการณ์ในการตัดสินใจในเรื่องต่าง ๆ และดำเนินในเรื่องที่ได้ตัดสินใจแล้วให้ตลอด เด็กควรจะได้รับฝึกให้วางแผนงานที่น่าตื่นเต้นของคนอื่น และให้รู้จักยกย่องเพื่อน ๆ และแสดงอย่างสร้างสรรค์

นอกจากนี้เด็กในช่วงอายุ 12-14 ปี ซึ่งในช่วงอายุนี้จะมีความเกี่ยวข้องกับกิจกรรมมากและยังไม่มีกรวางแผนอนาคตสำหรับตัวเอง ยังเป็นระยะที่ต้องการความช่วยเหลือเพื่อให้รู้จักคิด และเด็กรู้จักนำความสามารถของเขาไปใช้เพื่อทำให้

ประสบความสำเร็จในการประกอบอาชีพในอนาคต เป็นช่วงเวลาที่ต้องให้เด็กได้ทราบความสามารถเกี่ยวกับตนตามความเป็นจริงและเป็นช่วงเวลาที่ต้องเรียนรู้เกี่ยวกับทักษะในการแก้ปัญหา

3.2 อายุ 14 ปี ถึง 16 ปี ช่วงอายุนี้การจินตนาการส่วนมากจะเกี่ยวกับอาชีพที่เด็กมุ่งหวังในอนาคต ทั้งเด็กหญิงและเด็กชาย ยังคงชอบการผจญภัยความสนใจทัศนคติของเด็กพัฒนาขึ้นอย่างรวดเร็ว แม้ไม่คงที่นัก เด็กยังไม่เรียนรู้ว่าตนจะนำหลักการต่าง ๆ ไปประยุกต์อย่างสร้างสรรค์ได้อย่างไรแต่จะเรียนรู้ว่าสิ่งใดถูกสิ่งใดผิดเด็กมักกังวลในเรื่องของการยอมรับของกลุ่มเพื่อน มักจะกลัวเกี่ยวกับการสำรวจและการทดลองความสามารถ

3.3 อายุ 16 ปี ถึง 18 ปี เยาวชนในช่วงอายุนี้ต้องการใช้จินตนาการของตนอย่างเต็มที่ เด็กมักจะจินตนาการของตนไว้ในแง่ดี มีความทะเยอทะยาน ความสนใจของเด็กมั่นคงพอที่จะกำหนดเกี่ยวกับทัศนคติที่สำคัญของเขาและทำให้ช่วงอายุนี้เป็นช่วงอายุที่เหมาะสมสำหรับได้รับคำแนะนำและทดสอบต่อการเลือกอาชีพ เขามีความสามารถที่จะคิดเกี่ยวกับสิ่งที่เป็นนามธรรมและถ่ายทอดความคิดไปสู่ประสบการณ์เฉพาะได้เด็กสามารถเรียนรู้การใช้อารมณ์อย่างสร้างสรรค์สามารถแก้ปัญหาและสามารถทำงานร่วมกับกลุ่มอย่างแข็งขัน

5. วิธีการสอนให้เกิดการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์

วันเพ็ญ จันทรเจริญ (2544, หน้า 160-162) ได้กล่าวถึง วิธีการการสอน เพื่อให้เกิดการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ว่า ครูเป็นผู้มีบทบาทอย่างยิ่งในการส่งเสริมและพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน ครูไม่อาจจะสอนให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ขึ้นมาได้ทันทีในท้ายบทเรียน หรือในเวลาอันสั้น แต่ครูสามารถกระตุ้น ส่งเสริม และพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ได้ ซึ่งมีวิธีการ ดังนี้

1. การจัดบรรยากาศของชั้นเรียน การจัดบรรยากาศของชั้นเรียนที่เอื้อต่อการเรียนรู้ความคิดสร้างสรรค์ แบ่งได้ 3 ด้าน คือ ด้านกายภาพ ด้านสติปัญญา และด้านอารมณ์ ดังนี้ กุญชรี คำชาย (2540, หน้า 153-154) อ้างถึงใน วันเพ็ญ จันทรเจริญ (2544, หน้า 160-162)

1.1 ด้านกายภาพ แบ่งได้ 3 ประการ ดังนี้

1.1.1 การจัดพื้นที่ ครูควรจัดพื้นที่ให้สะดวกต่อการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนทั้งเป็นกลุ่มใหญ่ กลุ่มย่อย เป็นคู่ และเป็นรายบุคคล ทั้งนี้ อาจใช้การ

เลื่อนโต๊ะ เก้าอี้ ฉากกั้น หรือหากเลื่อนไม่ได้ก็ให้นักเรียนเรียนรู้ที่จะสร้างบริเวณทำงานของตนตามที่ครูกำหนดให้

1.1.2 การจัดเก็บสิ่งของในห้องเรียน ครูมีที่เก็บวัสดุอุปกรณ์ ส่วนตัวของนักเรียน ซึ่งอาจเป็นชั้น ตู้ กล่อง ชอง ฯลฯ เพื่อฝึกความมีระเบียบวินัยควบคู่กับความคิดสร้างสรรค์

1.1.3 การจัดมุมแสดงผลงานของนักเรียน ครูอาจหาบอร์ด ป้ายนิเทศ หรือหิ้ง เพื่อให้นักเรียนได้มีโอกาสแสดงผลงาน รวมทั้งควรจัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการจัดแสดง เช่น กาว กรรไกร ริบบิ้น เชื่อมหุด ฯลฯ ไว้ด้วย

1.2 ด้านสติปัญญา

ครูควรจัดกิจกรรมที่ทำทลายสติปัญญาและความคิดของนักเรียน กิจกรรมควรมีความหลากหลาย ต้องใช้ความพยายามบ้างจึงจะประสบความสำเร็จ และควรเริ่มจากง่ายไปหายาก

1.3 ด้านอารมณ์ แบ่งได้ 3 ประการ คือ

1.3.1 ความรู้สึกปลอดภัย คือการสนับสนุนให้นักเรียนแสดงออกซึ่งความคิดสร้างสรรค์ตามระดับความสามารถของตนเองอย่างมั่นใจและอบอุ่นใจ โดยครูจะไม่นำไปเปรียบเทียบกับผู้อื่นหรือวิพากษ์วิจารณ์

1.3.2 ความพร้อม หมายถึง การนำผลงานของนักเรียนมาจัดแสดงต่อเมื่อนักเรียนผู้เป็นเจ้าของผลงานมีความพร้อมหรือมีความยินยอม เนื่องจากการนำผลงานออกแสดงนั้นจะต้องเสี่ยงกับการถูกประเมินและถูกวิพากษ์วิจารณ์

1.3.3 การให้ข้อมูลย้อนกลับ หมายถึง การที่ครูชื่นชม ผลงานหรือการแสดงออกของนักเรียน จะต้องกระทำอย่างสมเหตุสมผล จริงใจ นุ่มนวลและให้ข้อมูลที่เป็นปรนัยเกี่ยวกับผลงาน เพื่อเด็กจะได้นำไปประเมินตนเอง

2. การกระตุ้นความคิดสร้างสรรค์ ครูควรกระตุ้นความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนด้วยวิธีต่าง ๆ อยู่เสมอ เช่น การใช้แบบสำรวจของ ออสบอร์น (Osborn, 1963) เพื่อสำรวจความคิดของตนเองหรือของกลุ่มต่อสิ่งที่มีอยู่ขณะนั้น รวม 9 คำถาม ดังนี้

2.1 ใช้ประโยชน์อย่างอื่นได้หรือไม่

2.2 ปรับใช้กับอย่างอื่นได้หรือไม่

2.3 เปลี่ยนแปลงให้เป็นอย่างอื่นได้หรือไม่

2.4 เพิ่มอย่างอื่นเข้ามาได้หรือไม่

2.5 ลดลักษณะบางอย่างลงได้หรือไม่

2.6 นำอย่างอื่นมาแทนได้หรือไม่

2.7 จัดเรียงใหม่ได้หรือไม่

2.8 เปลี่ยนให้อยู่ในลักษณะที่กลับกันได้หรือไม่

2.9 รวมเข้ากับสิ่งอื่นได้หรือไม่

3. ข้อเสนอแนะในการสอน มีดังนี้

3.1 ใช้วิธีสอนหลาย ๆ วิธีผสมผสานกันตามความเหมาะสม

3.2 ใช้วิธีการกลุ่มสัมพันธ์ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้แสดงออก

อารี พันธุ์มณี (2537, หน้า 115–118) อ้างถึงใน วจิ ปัญญาใส (2556, หน้า 36) ได้กล่าวถึง วิธีการสอนให้เกิดการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ จะต้องสอนอย่างต่อเนื่อง โดยผ่านกิจกรรมต่าง ๆ อย่างหลากหลาย ดังนี้

1. สอนให้เกิดจินตนาการ โดยมุ่งส่งเสริมให้เด็กคิดแปลกใหม่ และคิดในสิ่งที่ยังไม่เกิดขึ้น หรือดูเหมือนว่าจะไม่มีทางเป็นไปได้หรือเป็นไปได้ยาก

2. สอนให้เด็กเรียนรู้การสร้างสรรค์โดยการกระทำ โดยเน้นการลงมือปฏิบัติจริง คิดจริง ทำจริง และเกิดผลการจากปฏิบัติจริง

3. สอนให้เด็กเรียนรู้วิธีการระดมพลังสมอง ซึ่งถือว่าการส่งเสริมให้มีความคิดหลายทิศทางคิดได้มากในเวลาจำกัด ซึ่งหลักเกณฑ์ในการระดมความคิดก็คือ

3.1 การประวิงการตัดสินใจ โดยไม่มีการวิพากษ์วิจารณ์ หรือตัดสินความคิดต่อคนอื่น

3.2 การให้อิสระทางความคิด โดยยอมรับความคิดซึ่งกันและกัน ให้โอกาสในการคิดแปลกใหม่

3.3 การส่งเสริมปริมาณความคิด

3.4 การระดมความคิดและปรุงแต่งความคิด ซึ่งจะเป็นการนำเอาความคิดทั้งหมดมาประมวลเข้าด้วยกันและตัดสินร่วมกันในการให้คุณค่าความคิดเหล่านั้น

6. วิธีการวัดความคิดสร้างสรรค์

อาร์ พันธ์มณี (2549, หน้า 109) ได้กล่าวว่า การวัดความคิดสร้างสรรค์ ไม่เพียงแต่จะทำให้ทราบระดับความคิดสร้างสรรค์ของเด็ก และเป็นข้อมูลให้สามารถจัดการเรียนการสอนและกิจกรรมให้สอดคล้องเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของเด็กเท่านั้น แต่ยังสามารถสกัดกั้นอุปสรรคต่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ด้วย นับว่าผลของการวัดความคิดสร้างสรรค์จะทำให้การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ได้สมบูรณ์ขึ้น สำหรับวิธีการวัดความคิดสร้างสรรค์ สามารถสรุปได้ดังนี้

1. การสังเกต หมายถึง การสังเกตพฤติกรรมของบุคคลที่แสดงออกเชิงสร้างสรรค์

2. การวาดภาพ หมายถึง การให้เด็กวาดภาพจากสิ่งเร้าที่กำหนด เป็นการถ่ายทอดความคิดสร้างสรรค์ออกมาเป็นรูปธรรมและสามารถสื่อความหมายได้ สิ่งเร้าที่กำหนดให้เด็กอาจเป็นวงกลมสี่เหลี่ยม แล้วให้เด็กวาดภาพต่อเติมเป็นภาพ

3. รอยหยดหมึก หมายถึง การให้เด็กดูภาพรอยหยดหมึกแล้วคิดตอบ จากภาพที่เด็กเห็น มักใช้กับเด็กวัยประถมศึกษา เพราะเด็กสามารถอธิบายได้ดี

การเขียนเรียงความและงานศิลปะ หมายถึง การให้เด็กเขียนเรียงความ จากหัวข้อที่กำหนด และการประเมินจากงานศิลปะของนักเรียน ซึ่งนักจิตวิทยามีความเห็น สอดคล้องกันว่า เด็กในวัยประถมศึกษามีความสำคัญยิ่ง หรือเป็นจุดวิกฤตของการพัฒนา ความคิดสร้างสรรค์เด็กมีความสนใจในการเขียนเชิงสร้างสรรค์และแสดงออกเชิง สร้างสรรค์ในงานศิลปะจากการศึกษาประวัติของ บุคคลสำคัญ นักประดิษฐ์ นักวิทยาศาสตร์ของโลก เช่น นิวตันและปาสคาล พบว่า บุคคลเหล่านี้ได้ แสดงแนว สร้างสรรค์ด้วยการประดิษฐ์และสร้างผลงานขึ้นแรกเมื่ออยู่ในวัยประถมศึกษาเป็นส่วนใหญ่

แบบทดสอบ หมายถึง การให้เด็กทำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ มาตรฐาน ซึ่งเป็นผลมาจากการวิจัยเกี่ยวกับธรรมชาติของความคิดสร้างสรรค์ แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ มีทั้งใช้ภาษาเป็นสื่อ และใช้รูปภาพเป็นสื่อ เพื่อเราให้ เด็กแสดงออกเชิงความคิดสร้างสรรค์ แบบทดสอบมีการกำหนดเวลาด้วย ปัจจุบันก็เป็น ที่นิยมใช้กันมากขึ้น เช่น แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ของกิลฟอร์ด แบบทดสอบวัด ความคิดสร้างสรรค์ของทอร์แรนซ์ เป็นต้น

Torrance, 1965 อ้างถึงใน (ปรีชา โคตรสาส์, 2562, หน้า 63-65)

ได้กล่าวถึง กรอบของความคิดสร้างสรรค์ไว้ 4 ด้าน ดังนี้

1. ด้านความคล่องในการคิด หมายถึง จำนวนความคิดที่ตอบปัญหา ผู้ที่สามารถคิดหาแนวทางแก้ไขปัญหาหรือหาคำตอบได้มาก แสดงว่ามีความคิดคล่องในการคิดสูง ฉะนั้นคะแนนความคล่องในการคิดจึงขึ้นอยู่กับจำนวนของผู้ตอบ
2. ด้านจำนวนทิศทางการคิด หมายถึง จำนวนของกลุ่มหรือประเภทของสิ่งที่คิด ผู้ที่สามารถคิดได้หลายทางแสดงว่าสามารถค้นหาแนวทางแก้ไขปัญหาหรือคิดหาคำตอบได้หลายแง่หลายมุม
3. ด้านความคิดริเริ่ม หมายถึง ความคิดที่แปลกใหม่ไม่ซ้ำกับคนส่วนใหญ่
4. ด้านความคิดละเอียดลออ หมายถึง ความสามารถที่จะให้รายละเอียดเพิ่มเติมจากแนวคิดแรก ซึ่งคะแนนนี้จะให้เฉพาะข้อสอบฉบับรูปภาพบางกิจกรรมเท่านั้น

การวัดความคิดสร้างสรรค์ โดยใช้แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ของทอแรนซ์ (Torrance Test of Creative Thinking) แบ่งเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์โดยอาศัยภาษาเป็นสื่อ (Thinking Creative with Word) มี 7 กิจกรรม คือ

- 1) เขียนทุกคำถามที่เขาจำเป็นต้องถามเพื่อค้นหาว่าอะไรเกิดขึ้น
- 2) เขียนสาเหตุที่เป็นไปได้ถึงเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น
- 3) เขียนผลที่เป็นไปได้ของเหตุการณ์
- 4) เขียนวิธีการปรับปรุงเครื่องเล่น เพื่อให้เด็กเล่นอย่างสนุกสนาน
- 5) เขียนประโยชน์พิเศษของสิ่งของที่กำหนดให้
- 6) เขียนคำถามทั้งหมดที่อาจถามเกี่ยวกับสิ่งของสิ่งเดียวกัน
- 7) เขียนเหตุการณ์ทั้งหมดที่อาจเป็นไปได้ ถ้าสภาพการณ์เกิดขึ้นจริง

จริง

กิจกรรมทั้ง 7 กิจกรรมนี้ จะให้คะแนนความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม

ส่วนที่ 2 แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์โดยอาศัยรูปภาพเป็นสื่อ (Thinking Creative with Pictures) มี 3 กิจกรรม คือ

- 1) การสร้างรูปภาพ
- 2) การต่อเติมรูปภาพ
- 3) เส้น

กิจกรรมในส่วนที่ 2 นี้ให้วัดในด้านความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดประณีต

ส่วนที่ 3 แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ด้วยเสียงและคำ (Thinking Creative with Sound and Words) มี 2 กิจกรรมโดยให้ผู้สอบฟังจากเครื่องบันทึกเสียงแล้วเขียนความสัมพันธ์ในแต่ละครั้ง ทั้ง 2 กิจกรรมนี้ วัดความคิดริเริ่มเท่านั้น

ดังนั้น ผู้วิจัยได้สรุปและเลือกวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ โดยยึดแนวการสร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ของทอแรนซ์ (Torrance Test of Creative Thinking) ซึ่งจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์โดยอาศัยภาษาเป็นสื่อ (Thinking Creative with Word) มี 3 กิจกรรม ได้แก่

- 1) เขียนสาเหตุที่เป็นไปได้ถึงเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น
- 2) เขียนผลที่เป็นไปได้ของเหตุการณ์
- 3) เขียนประโยชน์พิเศษของสิ่งของที่กำหนดให้

กิจกรรมทั้ง 3 กิจกรรมนี้ จะให้คะแนนความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น

ส่วนที่ 2 แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์โดยอาศัยรูปภาพเป็นสื่อ (Thinking Creative with Pictures) มี 3 กิจกรรม ได้แก่

- 1) การสร้างรูปภาพ
- 2) การต่อเติมรูปภาพ
- 3) เส้น

กิจกรรมทั้ง 3 กิจกรรมนี้ จะให้คะแนนความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดลออ

เกณฑ์การให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์

การให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์จะพิจารณาจากเกณฑ์การให้คะแนนที่กำหนดโดยทอแรนซ์ ซึ่งแต่ละรายการจะได้รับคะแนนสูงสุด 4 คะแนน ดังตาราง 8 และเกณฑ์การพิจารณาระดับความคิดสร้างสรรค์ ดังตาราง 9

ตาราง 8 เกณฑ์การพิจารณาให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์

ความคิดสร้างสรรค์	คะแนน	คำอธิบาย
ความคิดคล่องแคล่ว	0	นักเรียนไม่สามารถคิด/หาคำตอบได้
	2	นักเรียนสามารถคิด/หาคำตอบได้ 1-2 ข้อ
	4	นักเรียนสามารถคิด/หาคำตอบได้ตั้งแต่ 3 ข้อ ขึ้นไป
ความคิดยืดหยุ่น	0	นักเรียนไม่สามารถคิด/หาวิธีการได้
	2	นักเรียนสามารถคิด/หาวิธีการได้ 1-2 วิธี
	4	นักเรียนสามารถคิด/หาวิธีการได้ 3 วิธี ขึ้นไป
ความคิดริเริ่ม	0	นักเรียนไม่ตอบ/ตอบแนวคิดทั่วไป/ตอบแนวคิดทั่วไป และไม่มีความคิดริเริ่ม
	2	นักเรียนมีแนวคิดที่ไม่เหมือนใครในระดับปานกลาง
	4	นักเรียนมีแนวคิดที่ไม่เหมือนใครมีความคิดที่แปลกใหม่
ความคิดละเอียดลออ	0	ไม่มีการเติมแต่งความคิดจากนักเรียน
	2	มีการเพิ่มแนวคิดง่าย ๆ จากนักเรียน
	4	มีความคิดที่ไม่ธรรมดาจากนักเรียน

ตาราง 9 เกณฑ์การพิจารณาระดับความคิดสร้างสรรค์

ร้อยละ	ระดับความคิดสร้างสรรค์
68-100	สร้างสรรค์มาก (ระดับสูง)
34-67	สร้างสรรค์ปานกลาง (ระดับปานกลาง)
0-33	สร้างสรรค์ต่ำ (ระดับต่ำ)

ที่มา : (Jamal, Ibrahim, Halim, & Ikram, 2020, p.775)

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1. ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

จันทิมา เมฆประโคน (2555, หน้า 25) ได้กล่าวถึง ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถทางด้านการเรียนของแต่ละบุคคลที่ประเมินได้จากการทำแบบทดสอบหรือการทำงานที่ได้รับมอบหมาย ซึ่งสามารถวัดได้ทั้งทางด้านทักษะปฏิบัติ โดยการใช้แบบทดสอบภาคปฏิบัติ และการวัดทางด้านเนื้อหา โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

จิรภา นุชทองม่วง (2558, หน้า 17) ได้กล่าวถึง ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ความสามารถของนักเรียนที่เกิดจากการเรียนรู้ผ่านกระบวนการเรียนการสอน และสามารถใช้เครื่องมือวัดได้

กนกภรณ์ เทสินทโชติ (2560, หน้า 18-19) ได้กล่าวถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลจากความสามารถและพฤติกรรมเฉพาะบุคคลที่ได้มาจากการวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนที่เกิดขึ้นในกระบวนการจัดการเรียนการสอน สำหรับตัวชี้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้มาจากการสังเกตหรือคะแนนที่มีความซับซ้อนและใช้ระยะเวลาในการศึกษาครั้งนี้กำหนดให้ตัวชี้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือ “คะแนนเฉลี่ย (GPA)”

ชนิดา ทาระเนตร์ (2560, หน้า 27) ได้กล่าวถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลของความสำเร็จของผู้เรียนในด้านความรู้ ทักษะ และกระบวนการทางด้านการคิดซึ่งทำให้ผู้เรียนมีประสิทธิภาพจากการเรียนรู้หรือการหาความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งสามารถวัดได้ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ปราณี กุลมิน (2560, หน้า 82) ได้กล่าวถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คุณลักษณะหรือความสามารถทางสมองของบุคคลที่พัฒนาดีขึ้น ทั้งทางด้านความรู้ ความจำ ทักษะ ความรู้สึกและค่านิยมซึ่งได้จากการเรียนรู้ประสบการณ์และสิ่งต่าง ๆ

สรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลของการเรียนของนักเรียนในด้านความรู้ ทักษะ และกระบวนการทางด้านการคิด ซึ่งสามารถวัดได้ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2. ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

พิชิต ฤทธิ์จรรยา (2553, หน้า 96) และ สุกกิจ โสทัต (2558, หน้า 54)

ได้กล่าวถึง แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเอง หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนเฉพาะกลุ่มที่ครูสอน เป็นแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นใช้กันโดยทั่วไปในสถานศึกษามีลักษณะเป็นแบบทดสอบข้อเขียน (Paper and Pencil Test) ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

1.1 แบบทดสอบอัตนัย (Subjective or Essay Test) เป็นแบบทดสอบที่กำหนดคำถามหรือปัญหาให้แล้วให้ผู้ตอบเขียนโดยแสดงความรู้ ความคิด เจตคติ ได้อย่างเต็มที่

1.2 แบบทดสอบปรนัย หรือให้ตอบสั้น ๆ (Objective Test or Short Answer) เป็นแบบทดสอบที่กำหนดให้ผู้สอบเขียนตอบแบบสั้น ๆ หรือมีคำตอบให้เลือกแบบจำกัดคำตอบ (Response Type) ผู้ตอบไม่มีโอกาสแสดงความรู้ ความคิดได้อย่างกว้างขวางเหมือนแบบทดสอบอัตนัย แบบทดสอบชนิดนี้แบ่งออกเป็น 4 แบบคือ แบบทดสอบ ถูก-ผิด แบบทดสอบเติมคำ แบบทดสอบจับคู่ และแบบทดสอบเลือกตอบ

2. แบบทดสอบมาตรฐาน หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนทั่ว ๆ ไป ซึ่งสร้างโดยผู้เชี่ยวชาญ มีการวิเคราะห์และปรับปรุงอย่างดี จนมีคุณภาพ มีมาตรฐาน กล่าวคือ มีมาตรฐานในการดำเนินการสอบ วิธีการให้คะแนน และการแปลความหมายของคะแนน

ศิริชัย กาญจนวาสี (2552, หน้า 128) ได้กล่าวถึง ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์มีนักวิชาการได้จำแนกประเภทไว้อย่างหลากหลาย สามารถจำแนกดังนี้

2.1 จำแนกตามการสร้าง มีดังนี้

2.1.1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ครูสร้างขึ้น (Teacher-Made Test) เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ครูผู้สอนได้สร้างขึ้นเองเพื่อใช้กับผู้เรียนที่ตนเองได้สอน เนื่องจากจะสามารถสร้างแบบทดสอบที่สอดคล้องกับจุดประสงค์และเนื้อหาที่กำหนดไว้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และจะมีความยากง่ายที่เหมาะสมกับกลุ่มผู้สอบ

2.1.2 แบบทดสอบมาตรฐาน (Standardize Test) เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่มีการสร้างเก็บไว้โดยได้ผ่านการตรวจสอบคุณภาพ มีมาตรฐานในการดำเนินการทดสอบและมีการแปลความหมายของคะแนนที่ได้รับอย่างชัดเจน ที่จะทำหาคะแนนที่ได้รับจากแบบทดสอบประเภทนี้ สามารถนำไปเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มผู้เรียนได้

แต่อาจจะไม่เหมาะสมสำหรับทุกสถานศึกษาที่มีจุดมุ่งหมายการเรียนการสอนหรือหลักสูตรสถานศึกษาที่แตกต่างกัน

2.2 จำแนกตามรูปแบบคำถาม มีดังนี้

2.2.1 แบบทดสอบแบบอัตนัย (Subjective Test) เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่กำหนดให้ผู้เรียนได้เขียนตอบโดยแสดงความรู้ความเข้าใจ เจตคติได้อย่างอิสระ เห็นความสามารถของตนเองที่ในการทดสอบครั้งหนึ่ง ๆ อาจมีคำถามเพียง 5-10 ข้อ เท่านั้น

2.2.2 แบบทดสอบแบบปรนัย (Objective Test) เป็นแบบทดสอบที่กำหนดให้ตอบสั้น ๆ หรือให้เลือกคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียวจากคำตอบที่กำหนดให้จำแนกเป็น

2.2.2.1 แบบทดสอบแบบถูก-ผิด (True-False Test)

2.2.2.2 แบบทดสอบแบบเติมคำ (Completion Test)

2.2.2.3 แบบทดสอบแบบจับคู่ (Matching Test)

2.2.2.4 แบบทดสอบแบบเลือกตอบ (Multiple Choice Test)

2.3 จำแนกตามการแปลผล มีดังนี้

2.3.1 แบบทดสอบอิงกลุ่ม (Norm-Referenced Test)

เป็นแบบทดสอบที่มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างความรู้ความสามารถของผู้สอบ ดังนั้น แบบทดสอบอิงกลุ่มจึงสร้างและนำมาใช้เพื่อจำแนกระดับความรู้ความสามารถของผู้สอบที่แตกต่างกัน คะแนนสอบที่ได้จึงนำไปแปลผลโดยการเปรียบเทียบความรู้ความสามารถระหว่างกลุ่มผู้สอบด้วยกัน

2.3.2 แบบทดสอบอิงเกณฑ์ (Criterion-Referenced Test)

เป็นแบบทดสอบที่มุ่งวัดระดับการเรียนรู้ ความรอบรู้ของผู้เรียนว่ามีความรู้ความสามารถอะไรบ้าง ดังนั้นแบบทดสอบแบบอิงเกณฑ์ จึงสร้างอย่างครอบคลุมความรู้ความสามารถที่สำคัญของการเรียนรู้ที่ต้องการให้เกิดขึ้น คะแนนที่ได้จึงนำมาแปลผลโดยเปรียบเทียบกับเกณฑ์ หรือมาตรฐานที่กำหนดไว้

3. ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

พิชิต ฤทธิ์จัญญ (2553, หน้า 97-99) ได้กล่าวถึง ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบ มีขั้นตอนในการดำเนินการดังนี้

1. วิเคราะห์หลักสูตรและสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร

การสร้างแบบทดสอบ ควรเริ่มต้นด้วยการวิเคราะห์หลักสูตรและสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตรเพื่อวิเคราะห์เนื้อหาสาระและพฤติกรรมที่ต้องการจะวัด โดยระบุจำนวนข้อสอบในแต่ละเรื่องและพฤติกรรมที่ต้องการจะวัดไว้

2. กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้

จุดประสงค์การเรียนรู้ เป็นพฤติกรรมที่เป็นผลการเรียนรู้ที่ผู้สอนมุ่งหวังจะเกิดขึ้นกับผู้เรียนซึ่งผู้สอนจะต้องกำหนดไว้ล่วงหน้าสำหรับเป็นแนวทางในการจัดการเรียน การสอน และการสร้างข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์

3. กำหนดชนิดของข้อสอบและศึกษาวิธีสร้าง

โดยการศึกษาตารางวิเคราะห์หลักสูตรและจุดประสงค์การเรียนรู้ ผู้ออกข้อสอบต้องพิจารณาและตัดสินใจเลือกใช้ชนิดของข้อสอบที่จะใช้วัดว่า จะเป็นแบบใด โดยต้องเลือกให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน แล้วศึกษาวิธีเขียนข้อสอบชนิดนั้นให้มีความรู้ความเข้าใจในหลักและวิธีการเขียนข้อสอบ

4. เขียนข้อสอบ

ผู้ออกข้อสอบลงมือเขียนข้อสอบตามรายละเอียดที่กำหนดไว้ในตารางวิเคราะห์หลักสูตร และให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยอาศัยหลักและวิธีการเขียนข้อสอบที่ได้ศึกษามาแล้วในขั้นที่ 3

5. ตรวจสอบข้อสอบ

เพื่อให้ข้อสอบที่เขียนไว้แล้วในขั้นที่ 4 มีความถูกต้องตามหลักวิชา มีความสมบูรณ์ครบถ้วนตามรายละเอียดที่กำหนดไว้ในตารางวิเคราะห์หลักสูตร ผู้ออกข้อสอบต้องพิจารณาทบทวนตรวจสอบอีกครั้งก่อนที่จะจัดพิมพ์และนำไปใช้ต่อไป

6. จัดพิมพ์แบบทดสอบฉบับทดลอง

เมื่อตรวจสอบข้อสอบเสร็จแล้วให้พิมพ์ข้อสอบทั้งหมด จัดทำเป็นแบบทดสอบ ฉบับทดลองโดยมีคำชี้แจงหรือคำอธิบายวิธีตอบแบบทดสอบ (Direction) และจัดวางรูปแบบการพิมพ์ให้เหมาะสม

7. ทดลองสอบและวิเคราะห์ข้อสอบ

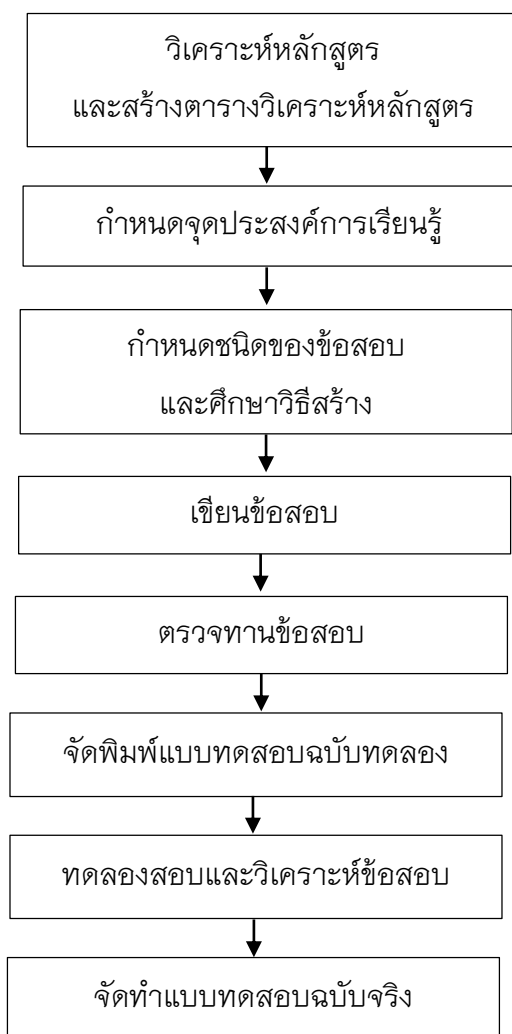
การทดลองสอบและวิเคราะห์ข้อสอบเป็นวิธีการตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบก่อนนำไปใช้จริง โดยนำแบบทดสอบไปทดลองสอบกับกลุ่มที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันกับกลุ่มที่ต้องการสอบจริง แล้วนำผลการสอบมาวิเคราะห์และปรับปรุง

ข้อสอบให้มีคุณภาพโดยสภาพการปฏิบัติจริงของการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในโรงเรียนมักไม่ค่อยมีการทดลองสอบและวิเคราะห์ข้อสอบ ส่วนใหญ่นำแบบทดสอบไปใช้ทดสอบแล้วจึงวิเคราะห์ข้อสอบเพื่อปรับปรุงข้อสอบและนำไปใช้ในครั้งต่อไป

8. จัดทำแบบทดสอบฉบับจริง

จากผลการวิเคราะห์ข้อสอบ หากพบว่าข้อสอบข้อใดไม่มีคุณภาพหรือมีคุณภาพไม่ดีพอ อาจจะต้องตัดทิ้งหรือปรับปรุงแก้ไขข้อสอบให้มีคุณภาพดีขึ้น แล้วจึงจัดทำเป็นแบบทดสอบฉบับจริงที่จะนำไปทดสอบกับกลุ่มเป้าหมายต่อไป

ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบสามารถสรุปได้ ดังภาพประกอบ 3



ภาพประกอบ 3 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบ

เพลินพิศ ธรรมรัตน์ (2542, หน้า 91-94) ได้กล่าวถึง ขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ว่า การสร้างแบบทดสอบให้มีคุณภาพจำเป็นต้องศึกษาขั้นตอนและกระบวนการต่าง ๆ ในการสร้างแบบทดสอบ ครูหรือผู้สร้างข้อสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ควรดำเนินการสร้างแบบทดสอบแบบครูสร้างเองตามขั้นตอน ดังนี้

1. การวางแผนการสร้างแบบทดสอบ

1.1 กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้าง โดยผู้สร้างจะต้องกำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างให้เด่นชัด เช่น สิ่งที่ต้องการวัด ผู้ที่ต้องการวัด การนำผลการทดสอบไปใช้

1.2 กำหนดลักษณะของแบบทดสอบ การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์นั้นจะต้องเป็นแบบทดสอบอิงกลุ่มหรือแบบทดสอบอิงเกณฑ์ จะเป็นแบบอัตนัยหรือปรนัยหรือทั้งสองอย่าง ซึ่งขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของการสอบแต่ละครั้ง ผู้สร้างแบบทดสอบอาจตัดสินใจในการกำหนดลักษณะของแบบทดสอบ โดยใช้เกณฑ์ต่อไปนี้ประกอบการพิจารณา

1.2.1 จุดประสงค์ของการวัดและการประเมินผล

1.2.2 การนำผลการเรียนรู้ที่ต้องการวัด

1.2.3 การนำผลการสอบไปใช้

1.2.4 ลักษณะหรือคุณสมบัติของผู้เข้าสอบ

1.2.5 จำนวนผู้เข้าสอบ

1.2.6 ระยะเวลาที่ใช้ในการสร้างข้อสอบ

1.2.7 ระยะเวลาที่ใช้ในการดำเนินการสอบ

1.2.8 ระยะเวลาที่ใช้ในการตรวจข้อสอบ

1.2.9 ความเป็นอิสระในการตอบ

1.3 กำหนดเนื้อหาและพฤติกรรมที่ต้องการวัด เทคนิควิธีการที่จะช่วยให้ผู้สร้างข้อสอบทราบว่า จะต้องสอนและจะต้องออกข้อสอบอย่างไร จึงจะสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายที่หลักสูตรแต่ละวิชากำหนดไว้ ต้องทำการวิเคราะห์หลักสูตร เพื่อที่จะทำให้การสอนและการสอบมีความสัมพันธ์กัน

2. การเตรียมงานเขียนข้อสอบ จัดทำแบบทดสอบฉบับร่าง (Draft)

3. การตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบ วิธีการตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบมี 2 วิธี คือ

3.1 การตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบโดยผู้เชี่ยวชาญ
จะตรวจสอบในเรื่องต่าง ๆ เช่น

3.1.1 ความสอดคล้องของเนื้อหาวิชาที่นำมาออกข้อสอบ
กับจุดประสงค์ของการสอน

3.1.2 น้ำหนักความสำคัญของเนื้อหาที่จะนำมาออกข้อสอบ

3.1.3 ความเหมาะสมของรูปแบบคำถามที่ใช้

3.1.4 วิธีการเขียนข้อคำถาม เช่น คำถามชัดเจน ถามสิ่งที่สำคัญ
ความยากง่ายเหมาะสมกับระดับชั้น เป็นต้น

3.2 การตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบโดยใช้วิธีการทางสถิติ
สามารถทำได้โดยนำแบบทดสอบไปใช้แล้ว จึงนำข้อมูลมาวิเคราะห์ค่าสถิติต่าง ๆ
ซึ่งจำแนกวิธีการตรวจสอบออกเป็น 2 ประเภท คือ

3.2.1 การตรวจคุณภาพของแบบทดสอบอิงกลุ่ม

3.2.2 การตรวจคุณภาพของแบบทดสอบอิงเกณฑ์

4. การคัดเลือกและปรับแบบทดสอบ ผลการตรวจสอบคุณภาพของ
แบบทดสอบ จะทำให้ทราบว่าข้อสอบมีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้หรือไม่ ข้อสอบที่
ไม่ดีต้องตัดทิ้งไปหรือถ้าจะนำมาใช้ก็ต้องทำการปรับปรุงแก้ไขใหม่

5. การจัดพิมพ์แบบทดสอบฉบับสมบูรณ์ ในการจัดพิมพ์แบบทดสอบนั้น
ผู้สร้างแบบข้อสอบต้องเลือกข้อสอบให้ครบตามจำนวนที่ต้องการ ปรับปรุงแก้ไขสำนวน
ของข้อสอบแต่ละข้อให้เหมาะสมแล้วส่งพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์ตามจำนวนที่ต้องการเพื่อ
นำไปใช้ต่อไป

สรุปได้ว่า ขั้นตอนของการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
มีขั้นตอน ดังนี้

1. วิเคราะห์หลักสูตรและการสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร
2. กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้
3. กำหนดชนิดของข้อสอบและศึกษาวิธีสร้าง
4. เขียนข้อสอบ

5. ตรวจทานข้อสอบ
6. จัดพิมพ์แบบทดสอบฉบับทดลอง
7. ทดลองและวิเคราะห์ข้อสอบ
8. จัดทำข้อสอบฉบับจริง

4. คุณลักษณะของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ดี

ชวาล แพรัตกุล (2552, หน้า 123–136) ได้กล่าวถึงคุณลักษณะของแบบทดสอบที่ดีไว้ดังนี้

1. ต้องเที่ยงตรง (Validity) หมายถึง คุณสมบัติที่ทำให้ผู้ใช้บรรลุถึงวัตถุประสงค์แบบทดสอบที่มีความเที่ยงตรงสูง คือ แบบทดสอบที่สามารถทำนายที่วัดสิ่งที่เราจะวัดได้อย่างถูกต้องเหมาะสมตามความมุ่งหมาย
2. ต้องยุติธรรม (Fair) คือ โจทย์คำถามทั้งหลายไม่มีช่องทางแนะให้เด็กเดาคำตอบได้ ไม่เปิดโอกาสให้เด็กเกียจคร้านที่จะดูตำราแต่ตอบได้ดี
3. ต้องถามลึก (Searching) วัดความลึกซึ้งของวิทยาการตามแนวตั้งมากกว่าการวัดตามแนวกว้างว่ารู้มากน้อยเพียงใด
4. ต้องยั่วยุเป็นเยี่ยงอย่าง (Exemplary) คำถามมีลักษณะท้าทายชักชวนให้คิด เด็กสอบแล้วมีความอยากรู้มากน้อยเพียงใด
5. ต้องจำเพาะเจาะจง (Definite) เด็กอ่านคำถามแล้วต้องเข้าใจแจ่มชัดว่าครูถามถึงอะไรหรือให้คิดอะไรไม่ถามคลุมเครือ
6. ต้องเป็นปรนัย (Objectivity) หมายถึง คุณสมบัติ 3 ประการคือ
 - 6.1 แจ่มชัดในความหมายของคำตอบ
 - 6.2 แจ่มชัดในวิธีตรวจหรือมาตรฐานการให้คะแนน
 - 6.3 แจ่มชัดในการแปลความหมายของข้อความ
7. ต้องมีประสิทธิภาพ (Efficiency) สามารถให้คะแนนที่เที่ยงตรงและเชื่อถือได้มากที่สุดภายในเวลา แรงงาน และเงินน้อยที่สุดด้วย
8. ต้องยากพอเหมาะ (Difficulty)
9. ต้องมีอำนาจจำแนก (Discrimination) สามารถแยกเด็กออกเป็นประเภทได้ทุกระดับ ตั้งแต่อ่อนสุดถึงเก่งสุด
10. ต้องเชื่อมั่นได้ (Reliability) ข้อสอบนั้นสามารถให้คะแนนได้คงที่แน่นอนไม่แปรผัน

สมนึก ภัททิยธนี (2560, หน้า 63–67) ได้กล่าวถึง ลักษณะของแบบทดสอบที่ดีมี 10 ประการดังนี้

1. ความเที่ยงตรง (Validity) หมายถึง ความสามารถของแบบทดสอบที่วัดได้ตรงกับจุดมุ่งหมายที่ต้องการ หรือวัดในสิ่งที่ต้องการวัดได้อย่างถูกต้องแม่นยำ ซึ่งลักษณะความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ แบ่งเป็น 4 ชนิด ดังนี้
 - 1.1 ความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (Content Validity)
 - 1.2 ความเที่ยงตรงตามโครงสร้าง (Construction Validity)
 - 1.3 ความเที่ยงตรงตามสภาพ (Concurrent Validity)
 - 1.4 ความเที่ยงตรงตามการพยากรณ์ (Predictive Validity)
2. ความเชื่อมั่น (Reliability) หมายถึง ลักษณะของแบบทดสอบทั้งฉบับที่นำไปทดสอบกับนักเรียนกลุ่มหนึ่งหลาย ๆ ครั้งก็ได้คะแนนคงที่คงจะไม่เปลี่ยนแปลง
3. ความยุติธรรม (Fair) หมายถึง ลักษณะของแบบทดสอบที่ให้ความเป็นธรรมกับผู้เข้าสอบทุกคน พยายามไม่ให้นักเรียนทำข้อสอบได้โดยการเดาหรือไม่ให้นักเรียนที่ไม่สนใจในการเรียน ทำข้อสอบได้ดี ผู้ที่ทำข้อสอบได้ ควรจะเป็นนักเรียนที่ขยันหรือเรียนเก่ง
4. ความลึกของคำถาม (Searching) หมายถึง ข้อสอบแต่ละข้อนั้นจะต้องไม่ถามผิวเผิน หรือถามประเภทความรู้ความจำ แต่ต้องถามให้นักเรียนนำความรู้ความเข้าใจไปคิดดัดแปลงแก้ปัญหาแล้วจึงตอบได้
5. ความยั่วยุ (Exemplary) หมายถึง แบบทดสอบที่นักเรียนทำด้วยความสนุกเพลิดเพลินไม่น่าเบื่อหน่าย
6. ความจำเพาะเจาะจง (Definition) หมายถึง ข้อสอบที่มีแนวทางหรือทิศทางการถามการตอบชัดเจน ไม่คลุมเครือ ไม่แฝงกลเม็ดให้นักเรียนง
7. ความเป็นปรนัย (Objective) คือ คุณลักษณะของแบบทดสอบ ซึ่งมี 3 ประการ คือ
 - 7.1 ตั้งคำถามให้ชัดเจน
 - 7.2 ตรวจให้คะแนนได้ตรงกัน แม้ว่าจะตรวจหลายครั้งหรือตรวจหลายคนก็ตาม
 - 7.3 แปลความหมายของคะแนนได้เหมือนกัน

8. ประสิทธิภาพ (Efficiency) หมายถึง วิธีดำเนินการสอบเป็นไปอย่างมีคุณภาพ กล่าวคือ มีการเตรียมความพร้อมแบบทดสอบล่วงหน้า ทำด้วยความประณีต และมีจำนวนข้อสอบมากพอประมาณ ใช้เวลาสอบพอเหมาะ รวมถึงดำเนินการสอบอย่างดี

9. ความยาก (Difficulty) หมายถึง อัตราส่วนของคนตอบถูกต้องจำนวน คนเข้าสอบทั้งหมด ตามทฤษฎีการวัดผลแบบอิงกลุ่ม (Norm Referenced Measurement) ข้อสอบที่ดีคือข้อสอบที่ไม่ยากหรือง่ายเกินไป เรียกว่ามีความยากพอเหมาะ

10. อำนาจจำแนก (Discrimination) หมายถึง ความสามารถของข้อสอบ ในการจำแนกผู้สอบที่มีคุณลักษณะ หรือ ความสามารถแตกต่างกันออกจากกันได้ ข้อสอบ ต้องมีอำนาจจำแนกสูง ตามทฤษฎีการวัดผลแบบอิงกลุ่ม (Norm Referenced Measurement)

5. หลักการเลือกใช้ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์

1. Gronlund (1993, pp. 36–37) อ้างถึงใน สุกกิจ โสทัต (2558, หน้า 55) ได้กล่าวถึง หลักการเลือกใช้ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ได้ดังนี้

- 1.1 ควรเลือกชนิดของข้อสอบให้ตรงกับลักษณะของพฤติกรรมหรือผลการเรียนรู้ที่ต้องการจะวัดให้มากที่สุด
- 1.2 เขียนข้อสอบที่จะวัดผลการปฏิบัติให้สอดคล้องกับพฤติกรรมหรือผลการเรียนรู้การปฏิบัติ
- 1.3 เขียนข้อสอบแต่ละข้อให้ชัดเจน เฉพาะเจาะจงให้มากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้
- 1.4 เขียนข้อสอบเพื่อให้วัดพฤติกรรมหรือผลการเรียนรู้ได้โดยไม่ต้องอาศัยเครื่องมือ อุปกรณ์อย่างอื่นช่วย เช่น เขียนข้อสอบโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ใช้วัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาโดยไม่ต้องอาศัยอุปกรณ์ช่วย
- 1.5 พยายามป้องกันสิ่งต่าง ๆ ที่ไม่เกี่ยวข้องกับข้อสอบ แต่จะมีผลต่อคำตอบของผู้สอบ เช่น แบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ที่ใช้ภาษาซับซ้อนที่ต้องตีความและยากเกินวัยของผู้สอบ
- 1.6 หลีกเลี่ยงคำ ข้อความ หรือร่องรอยต่าง ๆ ที่แนะคำตอบถูก
- 1.7 เขียนข้อสอบที่มีความยากง่ายพอเหมาะ กับระดับพฤติกรรมหรือการเรียนรู้ที่จะวัด วัยของผู้เรียน และการนำผลการทดลองไปใช้

1.8 เขียนข้อสอบไว้ล่วงหน้าเพื่อจะได้มีเวลาในการทบทวน ตรวจสอบ และปรับปรุงแก้ไขให้ข้อสอบมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

1.9 ควรเขียนข้อสอบไว้ล่วงหน้าเพื่อจะได้มีเวลาในการทบทวน ตรวจสอบ และปรับปรุงแก้ไขให้ข้อสอบมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

1.10 ควรเขียนข้อสอบให้มีจำนวนข้อเกินกว่าที่จะต้องการใช้จริง เพราะอาจจะตัดข้อสอบบางข้อที่ไม่เหมาะสมออกในภายหลัง

ประสิทธิภาพของเครื่องมือวิจัย

1. ความหมายของประสิทธิภาพของเครื่องมือวิจัย

ฉลงชัย สุรวัฒนบุรณ์ (2546, หน้า 213) ได้กล่าวถึง ความหมายของ เครื่องมือว่า เป็นการประเมินผลสื่อการสอนว่าเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งเพื่อเป็นหลักประกัน ว่าสื่อการสอนนี้มีประสิทธิผลในการเรียนการสอน โดยจะต้องมีเกณฑ์ประสิทธิภาพของสื่อ ซึ่งได้จากการประเมินผลพฤติกรรมต่อเนื่อง เป็นกระบวนการกับพฤติกรรมขั้นตอนสุดท้าย ซึ่งเป็นผลลัพธ์โดยกำหนดค่าประสิทธิภาพของสื่อเป็น E_1/E_2 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าจะต้อง กำหนดเป็นร้อยละของผลเฉลี่ยของคะแนนการทำงาน หรือการประกอบกิจกรรมของ ผู้เรียนทั้งหมด (E_1) ต่อร้อยละของผลการสอนหลังเรียนของผู้เรียนทั้งหมด (E_2)

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2556, หน้า 7) ได้กล่าวถึง ประสิทธิภาพ (Efficiency) หมายถึง สภาวะหรือคุณภาพของสมรรถนะในการดำเนินงานเพื่อให้งานมีความสำเร็จ โดยใช้เวลา ความพยายามและค่าใช้จ่ายค้ำค่าที่สุดตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้เพื่อให้ได้ ผลลัพธ์

กมลพรรณ พยับ (2557, หน้า 6) ได้กล่าวถึง ประสิทธิภาพ (Efficiency) หมายถึง การใช้ทรัพยากรในการดำเนินการใด ๆ ก็ตาม โดยมีสิ่งที่มุ่งหวังความสำเร็จ และผลสำเร็จนั้นได้มาโดยการใช้ทรัพยากรน้อยที่สุด และดำเนินการเป็นไปอย่างประหยัด ไม่ว่าจะเป็นระยะเวลาในการทำงาน การไหลของกระบวนการทำงาน ทรัพยากร แรงงาน รวมทั้งสิ่งต่าง ๆ ที่ต้องใช้ในการดำเนินการให้เป็นผลสำเร็จและถูกต้อง

อนุพร ทิพย์สิงห์ (2559, หน้า 74) ได้กล่าวถึง ประสิทธิภาพ หมายถึง ความสามารถในการดำเนินงานด้านต่าง ๆ ให้สำเร็จลุล่วงตามจุดหมายที่วางไว้โดยใช้ ทรัพยากรที่มีอยู่ให้เกิดประโยชน์มากที่สุด

สรุปได้ว่า ประสิทธิภาพ หมายถึง ความสามารถในการดำเนินงานในด้านต่าง ๆ ให้เกิดความสำเร็จตามความปรารถนาหรือวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ โดยใช้เวลาทรัพยากรที่น้อยที่สุด และเกิดประโยชน์มากที่สุด การหาประสิทธิภาพของเครื่องมือการวิจัย หมายถึง การหาประสิทธิภาพของสื่อการสอน เป็นกระบวนการของการตรวจสอบและพิจารณาคุณภาพของสื่อก่อนนำสื่อไปใช้งานจริง ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพ

2. การหาประสิทธิภาพของเครื่องมือวิจัย

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2556, หน้า 8-9) ได้กล่าวถึง การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ ซึ่งเกณฑ์เป็นขีดกำหนดที่จะยอมรับว่า สิ่งใดหรือพฤติกรรมใดมีคุณภาพและหรือปริมาณที่จะรับได้ การตั้งเกณฑ์ต้องตั้งไว้ครั้งแรกครั้งเดียว เพื่อจะปรับปรุงคุณภาพให้ถึงเกณฑ์ขั้นต่ำที่ตั้งไว้ จะตั้งเกณฑ์การทดสอบประสิทธิภาพไว้ต่างกันไม่ได้ เช่น เมื่อมีการทดสอบประสิทธิภาพแบบเดียว ตั้งเกณฑ์ไว้ 60/60 แบบกลุ่ม ตั้งไว้ 70/70 ส่วนแบบสนาม ตั้งไว้ 80/80 ถือว่า เป็นการตั้งเกณฑ์ที่ไม่ถูกต้อง อนึ่งเนื่องจากเกณฑ์ที่ตั้งไว้เป็นเกณฑ์ต่ำสุด ดังนั้นหากการทดสอบคุณภาพของสิ่งใดหรือพฤติกรรมใดได้ผลสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 หรืออนุโลมให้มีความคลาดเคลื่อนต่ำหรือสูงกว่าค่าประสิทธิภาพที่ตั้งไว้เกิน 2.5 ก็ให้ปรับเกณฑ์ขึ้นไปอีกหนึ่งขั้น แต่หากได้ค่าต่ำกว่าค่าประสิทธิภาพที่ตั้งไว้ ต้องปรับปรุงและนำไปทดสอบประสิทธิภาพใช้หลายครั้งในภาคสนามจนได้ค่าถึงเกณฑ์ที่กำหนด

การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพกระทำได้โดยการประเมินผลพฤติกรรมของผู้เรียน 2 ประเภท คือ พฤติกรรมต่อเนื่อง (กระบวนการ) กำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น $E_1 = \text{Efficiency of Process}$ (ประสิทธิภาพของกระบวนการ) และพฤติกรรมสุดท้าย (ผลลัพธ์) กำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น $E_2 = \text{Efficiency of Product}$ (ประสิทธิภาพของผลลัพธ์)

1. ประเมินพฤติกรรมต่อเนื่อง คือ ประเมินผลต่อเนื่องซึ่งประกอบด้วยพฤติกรรมย่อยของผู้เรียน เรียกว่า “กระบวนการ” (Process) ที่เกิดจากการประกอบกิจกรรมกลุ่ม ได้แก่ การทำโครงการ หรือทำรายงานเป็นกลุ่มและรายงานบุคคล ได้แก่ งานที่มอบหมายและกิจกรรมอื่นใดที่ผู้สอนกำหนดไว้

2. ประเมินพฤติกรรมสุดท้าย คือ ประเมินผลลัพธ์ (Product) ของผู้เรียน โดยพิจารณาจากการสอบหลังเรียนและการสอบไล่

ประสิทธิภาพของสื่อหรือชุดการสอนจะกำหนดเป็นเกณฑ์ที่ผู้สอนคาดหวังว่าผู้เรียนจะเปลี่ยนพฤติกรรมเป็นที่พึงพอใจ โดยกำหนดให้ของผลเฉลี่ยของคะแนนการทำงานและการประกอบกิจกรรมของผู้เรียนทั้งหมดต่อร้อยละของผลการประเมินหลังเรียนทั้งหมด นั่นคือ E_1/E_2 = ประสิทธิภาพของกระบวนการ/ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

ตัวอย่าง 80/80 หมายความว่า เมื่อเรียนจากสื่อหรือชุดการสอนแล้ว ผู้เรียนจะสามารถทำแบบฝึกปฏิบัติ หรืองานได้ผลเฉลี่ยร้อยละ 80 และประเมินหลังเรียน และงานสุดท้ายได้ผลเฉลี่ยร้อยละ 80

การที่จะกำหนดเกณฑ์ E_1/E_2 ให้มีค่าเท่าใดนั้น ให้ผู้สอนเป็นผู้พิจารณาตามความพอใจโดยพิจารณาพิสัยการเรียนรู้ที่จำแนกเป็นพุทธิพิสัย (Cognitive Domain) จิตพิสัย (Affective Domain) และทักษะพิสัย (Skill Domain) ในขอบข่ายพุทธิพิสัยเนื้อหาที่เป็นความรู้ความจำมักจะตั้งไว้สูงสุดแล้วลดต่ำลงมาคือ 90/90 85/85 80/80 ส่วนเนื้อหาสาระที่เป็นจิตพิสัย จะต้องใช้เวลาไปฝึกฝนและพัฒนา ไม่สามารถทำให้ถึงเกณฑ์ระดับสูงได้ในห้องเรียนหรือในขณะที่เรียนจึงอนุโลมให้ตั้งไว้ต่ำลง นั่นคือ 80/80 75/75 แต่ไม่ต่ำกว่า 75/75 เพราะเป็นระดับความพอใจต่ำสุด จึงไม่ควรตั้งเกณฑ์ไว้ต่ำกว่านี้ หากตั้งเกณฑ์ไว้เท่าใด ก็มักได้ผลเท่านั้น ดังจะเห็นได้จากระบบการสอนของไทยปัจจุบันได้กำหนดเกณฑ์ โดยไม่เขียนเป็นลายลักษณ์อักษรไว้ 0/50 นั่นคือ ให้ประสิทธิภาพกระบวนการมีค่า 0 เพราะครูมักไม่มีเกณฑ์เวลาในการให้งานหรือแบบฝึกปฏิบัติแก่นักเรียน ส่วนคะแนนผลลัพธ์ที่ให้ผ่านคือร้อยละ 50 ผลจึงปรากฏว่า คะแนนวิชาต่าง ๆ ของนักเรียนต่ำในทุกวิชา เช่น คะแนนภาษาไทยนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยเฉลี่ยแต่ละปีเพียงร้อยละ 51 เท่านั้น

สุลายมาน บากา (2558, หน้า 25) ได้กล่าวถึง การกำหนดเกณฑ์ ประสิทธิภาพกระทำได้โดยการประเมินผลพฤติกรรมของผู้เรียน 2 ประเภท คือ พฤติกรรมต่อเนื่อง (กระบวนการ) และพฤติกรรมขั้นสุดท้าย (ผลลัพธ์) โดยกำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น E_1 (ประสิทธิภาพของกระบวนการ) และ E_2 (ประสิทธิภาพของผลลัพธ์) ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

1. ประเมินพฤติกรรมต่อเนื่อง คือ ประเมินผลต่อเนื่องซึ่งประกอบด้วย พฤติกรรมย่อยหลาย ๆ พฤติกรรม เรียกว่า “กระบวนการ” ของผู้เรียนที่สังเกตจากการประกอบกิจกรรมกลุ่ม รายงานของกลุ่มและรายงานรายบุคคล ได้แก่ ที่มอบหมาย และกิจกรรมอื่นใดที่ผู้สอนกำหนดไว้

2. ประเมินพฤติกรรมขั้นสุดท้าย คือประเมินผลลัพธ์ของผู้เรียนโดยพิจารณาจากการสอบหลังเรียนและการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

ประสิทธิภาพของสื่อการสอน จะกำหนดเป็นเกณฑ์ที่ผู้สอนคาดหวังว่าผู้เรียนจะเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมเป็นที่พึงพอใจโดยกำหนดให้เป็นร้อยละของผลเฉลี่ยของคะแนนการทำงาน และประกอบกิจกรรมของผู้เรียนทั้งหมดต่อร้อยละของการสอบหลังเรียนของผู้เรียนทั้งหมด นั่นคือ E_1/E_2 คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการ/ประสิทธิภาพของผลลัพธ์เช่น 80/80 ซึ่ง 80 ตัวแรก หมายความว่า เมื่อเรียนจากสื่อการเรียนการสอนแล้วผู้เรียนสามารถทำแบบฝึกหัดหรือใบงานได้ผลเฉลี่ยร้อยละ 80 ส่วน 80 ตัวที่สอง หมายความว่า เมื่อผู้เรียนเรียนจากสื่อการสอนแล้วผลการเรียนจะต้องได้ผลเฉลี่ยร้อยละ 80

การที่จะกำหนดเกณฑ์ E_1/E_2 ให้มีค่าเท่าใดนั้น ผู้สอนจะเป็นผู้พิจารณาตามความพอใจ โดยปกติเนื้อหาที่เป็นความรู้ความจำจะตั้งไว้ 90/90 85/85 หรือ 80/80 ส่วนเนื้อหาที่เป็นทักษะกระบวนการหรือเจตคติจะต้องใช้เวลาไปฝึกฝนและพัฒนาไม่สามารถให้ถึงเกณฑ์ระดับสูงได้ ในห้องเรียนหรือในขณะเรียน จึงอนุโลมให้ตั้งไว้ต่ำลง เช่น 75/75

ชนษฎ์ วิษาคิลป์, ภาณุพัฒน์ ชัยวร และฉัตรชัย เครืออินทร์ (2561, หน้า 24) ได้กล่าวถึง การกำหนดเกณฑ์ E_1/E_2 ให้มีค่าเท่าใด ควรกำหนดไว้ก่อนว่าในครั้งนี้อย่าจะให้มาตรฐานหรือ เกณฑ์มาตรฐานเท่าใด โดยยึดเกณฑ์ในการพิจารณากำหนดเกณฑ์มาตรฐาน ดังนี้

1. เนื้อหาวิชาที่เป็นความรู้ ความจำ ควรตั้งเกณฑ์ให้สูงไว้ คือ 80/80, 85/85, 90/90
2. เนื้อหาวิชาที่เป็นทักษะหรือเจตคติ ควรตั้งเกณฑ์ให้ต่ำลงมาเล็กน้อย คือ 70/70, 75/75 แต่อาจตั้งเกณฑ์สูงกว่านี้ก็ได้

3. วิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพเครื่องมือวิจัย

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2556, หน้า 10-11) ได้กล่าวถึง วิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพ ซึ่งจะกระทำได้ 2 วิธี คือ โดยใช้สูตรและโดยการคำนวณธรรมชาติ

1. โดยใช้สูตร กระทำได้โดยใช้สูตรต่อไปนี้

$$\text{สูตรที่ 1 } E_1 = \frac{\sum x}{N} \times 100$$

เมื่อ E_1 คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการ

ΣX คือ คะแนนรวมของแบบฝึกปฏิบัติกิจกรรมหรืองานที่ทำระหว่างเรียนทั้งที่เป็นกิจกรรมในห้องเรียน นอกห้องเรียนหรือออนไลน์

A คือ คะแนนเต็มของแบบฝึกปฏิบัติ ทุกชิ้นรวมกัน

N คือ จำนวนผู้เรียน

$$\text{สูตรที่ 2 } E_2 = \frac{\Sigma Y}{\frac{N}{B}}$$

เมื่อ E_2 คือ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

ΣY คือ คะแนนรวมของผลลัพธ์ของการประเมินหลังเรียน

B คือ คะแนนเต็มของการประเมินสุดท้ายของแต่ละหน่วยประกอบด้วยการสอบหลังเรียนและคะแนนจากการประเมินงานสุดท้าย

N คือ จำนวนผู้เรียน

การคำนวณหาประสิทธิภาพโดยใช้สูตรดังกล่าวข้างต้น กระทำได้โดยการนำคะแนนรวมแบบฝึกปฏิบัติ หรือผลงานในขณะประกอบกิจกรรมกลุ่ม/เดี่ยว และคะแนนสอบหลังเรียน มาเข้าตารางแล้วจึงคำนวณหาค่า E_1/E_2

2. โดยใช้วิธีการคำนวณโดยไม่ใช้สูตร

หากจำสูตรไม่ได้หรือไม่อยากใช้สูตรผู้ผลิตสื่อหรือชุดการสอนก็สามารถใช้วิธีการคำนวณหาค่า E_1 และ E_2 ได้ ด้วยวิธีการคำนวณธรรมดา

สำหรับ E_1 คือค่าประสิทธิภาพของงานและแบบฝึกปฏิบัติ กระทำได้โดยการนำคะแนนงานทุกชิ้นของนักเรียนในแต่ละกิจกรรม แต่ละคนมารวมกัน แล้วหาค่าเฉลี่ยและเทียบส่วนโดยเป็นร้อยละ

สำหรับค่า E_2 คือประสิทธิภาพผลลัพธ์ของการประเมินหลังเรียนของแต่ละสื่อหรือชุดการสอน กระทำได้โดยการเอาคะแนนจากการสอบหลังเรียนและคะแนนจากงานสุดท้ายของนักเรียนทั้งหมดรวมกันหาค่าเฉลี่ยแล้วเทียบส่วนร้อยละ เพื่อหาค่าร้อยละ

ความพึงพอใจ

1. ความหมายของความพึงพอใจ

มนตรี สังข์ทอง, ประภาส กลับนวล, วรรณภรณ์ สุทนต์, อเนก พุทธิเดช และจินดาพร คงเดช (2556, หน้า 70) ได้กล่าวถึง ความพึงพอใจว่า หมายถึง ความรู้สึกที่เกิดขึ้นข้างในจิตใจของบุคคลที่มีต่อเรื่องใดเรื่องหนึ่ง ซึ่งจะแสดงออกมาให้เห็นว่าชอบใจ มีความสุขในการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน ความพึงพอใจเป็นสิ่งสำคัญที่ช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนทำงานที่ได้รับมอบหมายให้ประสบผลสำเร็จ ดังนั้นถ้าการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้ผู้เรียนเกิดความพึงพอใจจะทำให้ผู้เรียนทำงานที่ได้รับมอบหมาย หรือการปฏิบัติให้บรรลุตามวัตถุประสงค์

วิชชุดา คัมภีร์เวช (2556, หน้า 1) ได้กล่าวถึง ความพึงพอใจว่า หมายถึง ความรู้สึก หรือทัศนคติของบุคคล ที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ความพึงพอใจจะเกิดขึ้นเมื่อความต้องการของบุคคลได้รับการตอบสนอง หรือบรรลุจุดมุ่งหมายในระดับหนึ่ง

ศุภากร เจริญศิลป์ (2559, หน้า 12) ได้กล่าวถึง ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกของบุคคลที่มีต่อเรื่องใดเรื่องหนึ่ง ซึ่งความพึงพอใจมีความเกี่ยวข้องและสัมพันธ์กับทัศนคติหรือกล่าวได้ว่าความพึงพอใจเป็นเพียงปฏิกริยาด้านความรู้สึกต่อสิ่งเร้าหรือสิ่งกระตุ้นที่แสดงออกมาในด้านทัศนคติด้านบวกหรือด้านลบที่ได้รับการตอบสนอง และไม่ได้รับการตอบสนอง

อิฟฟัต กาเดร (2559, หน้า 26) ได้กล่าวถึง ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึก ความคิดเห็น ซึ่งเป็นผลมาจากประสบการณ์ ความเชื่อของแต่ละบุคคล ไม่ว่าจะเพนทั้งทางบวกหรือทางลบ

ละมัย เหลือผล (2560, หน้า 18) ได้กล่าวถึง ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึก หรือเป็นทัศนคติของบุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง โดยที่เกิดขึ้นเมื่อบุคคลนั้นได้บรรลุถึงความต้องการหรือจุดมุ่งหมายของตนเองที่กำหนดไว้ และระดับความพึงพอใจนั้นยังขึ้นอยู่กับประสบการณ์ของคนนั้น ๆ ด้วยซึ่งเป็นสิ่งที่ละเอียดอ่อนที่เกี่ยวข้องและสัมพันธ์กับความต้องการทางจิตใจของบุคคลและเป็นสิ่งที่มีความสำคัญต่อการปฏิบัติงาน

สรุปได้ว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกภายในจิตใจของมนุษย์ที่มีต่อสิ่งเร้าหรือสิ่งกระตุ้นที่รู้สึกชอบ ซึ่งจะเกิดขึ้นเมื่อความต้องการของบุคคลได้รับการตอบสนอง หรือบรรลุจุดมุ่งหมายในระดับหนึ่ง

2. การวัดความพึงพอใจ

พัชรียา แก่นสา (2555, หน้า 46-48) ได้กล่าวถึง การวัดความพึงพอใจไว้ว่าในการวัดความรู้สึกในทางที่ดีไม่ดีหรือไม่พอใจ ซึ่งวิธีการวัดนั้นมีอยู่หลายวิธี เช่น วิธีการสังเกต วิธีการสัมภาษณ์ วิธีการใช้แบบสอบถาม เป็นต้น ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

1. วิธีการสังเกต เป็นวิธีการใช้ตรวจสอบบุคคลอื่นโดยการเฝ้ามองและจดบันทึกอย่างมีแบบแผน วิธีนี้เป็นวิธีการศึกษาที่เก่าแก่และยังเป็นที่นิยมใช้อย่างแพร่หลายจนถึงปัจจุบัน แต่ก็เหมาะสมกับการศึกษากับข้อมูลจำนวนน้อยเท่านั้น
2. วิธีการสัมภาษณ์ เป็นวิธีการที่ผู้วิจัยจะต้องออกไปสอบถามโดยการพูดกับบุคคลนั้น ๆ โดยมีการเตรียมแผนงานล่วงหน้า
3. วิธีการใช้แบบสอบถาม วิธีการนี้จะเป็นการใช้แบบสอบถามที่มีข้อคำถามไว้อย่างชัดเจนเพื่อให้ผู้ตอบทุกคนมีความเข้าใจตรงกัน มักใช้ในกรณีที่ต้องการข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างจำนวนมาก ๆ วิธีนี้นับเป็นวิธีนิยมใช้ในปัจจุบันวิธีหนึ่งคือ มาตรการประมาณค่าแบบลิเคิร์ท (Likert) ประกอบด้วยข้อความที่แสดงถึงทัศนคติของบุคคลที่มีต่อสิ่งเร้าอย่างใดอย่างหนึ่งแล้วมีคำตอบที่แสดงถึงระดับความรู้สึก 5 คำตอบ ได้แก่ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด

สุชาติ เนตรฉัตรยา (2555, หน้า 17) ได้กล่าวถึง การวัดความพึงพอใจในการทำงาน ไว้ดังนี้

1. เพื่อเข้าใจถึงปัจจัยต่าง ๆ ทั้งด้านส่วนบุคคล ด้านงาน ด้านการจัดการที่เกี่ยวกับความพึงพอใจและไม่พึงพอใจในการทำงาน
2. เพื่อเข้าใจถึงความสัมพันธ์ระหว่างความพึงพอใจในการทำงานกับการปฏิบัติงาน วาอะไรเป็นสาเหตุให้คนทำงานได้ดี
3. เพื่อเข้าใจถึงงานลักษณะใดที่คนพึงพอใจ และลักษณะใดที่ไม่พึงพอใจ รวมทั้งเกี่ยวกับการจัดการและการบริหารหน่วยงานนั้น
4. เพื่อเข้าใจถึงผลจากการไม่พึงพอใจงาน

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยในประเทศ

ฉัตรทราวดี บุญถนอม และอรพรรณ บุตรกัตัญญ (2558, หน้า 190-192) ได้ศึกษาการจัดประสบการณ์บูรณาการการเรียนรู้สเต็มศึกษาโดยใช้วรรณกรรมเป็นฐานเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของเด็กปฐมวัย โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของเด็กปฐมวัยก่อนและหลังการจัดประสบการณ์บูรณาการการเรียนรู้สเต็มศึกษา โดยใช้วรรณกรรมเป็นฐาน ซึ่งศึกษาในเด็กปฐมวัย ชาย-หญิง ที่มีอายุระหว่าง 5-6 ปี ที่กำลังศึกษาอยู่ในระดับชั้นอนุบาลปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 ผลการศึกษาพบว่า ความคิดสร้างสรรค์ของเด็กปฐมวัยที่ได้รับจากการจัดประสบการณ์บูรณาการการเรียนรู้สเต็มศึกษาโดยใช้วรรณกรรมเป็นฐาน มีค่าเฉลี่ยหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง และเด็กปฐมวัยมีความคิดสร้างสรรค์เพิ่มขึ้นในการออกแบบและประดิษฐ์ชิ้นงาน

พัฒมาอัสไวณี ตาเย๊ะ, ณัฐณี โมพันธ์ และมัชดี แวดราแม (2560, หน้า 6-13) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสเต็มศึกษา เพื่อศึกษาความคิดสร้างสรรค์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสเต็มศึกษา เพื่อศึกษาความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5/1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนบ้านบุเกตาโหมง มิตรภาพที่ 128 อำเภอเจาะไอร้อง จังหวัดนราธิวาส จำนวน 22 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ แบบวัดความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ วิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าเฉลี่ย ได้ค่าความเชื่อมั่น 0.86, 0.78 และ 0.69 ตามลำดับ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบค่าทีชนิดกลุ่มตัวอย่างไม่เป็นอิสระต่อกัน และการหาค่าคะแนนพัฒนาการด้วยวิธีวัดคะแนนเพิ่มสัมพัทธ์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสเต็มศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

วิทยาศาสตร์ก่อนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสเต็มศึกษาอยู่ในระดับต่ำกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำ หลังการจัดการเรียนรู้เฉลี่ยอยู่ในระดับค่อนข้างดี และมีคะแนนพัฒนาการทางการเรียน วิทยาศาสตร์เฉลี่ยร้อยละ 57.12 ซึ่งมีพัฒนาการระดับสูง นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ หลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 มีระดับความคิดสร้างสรรค์ก่อนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสเต็มศึกษาอยู่ในระดับต่ำกว่า เกณฑ์ขั้นต่ำ หลังการจัดการเรียนรู้อยู่ในระดับดี และมีคะแนนพัฒนาการความคิด สร้างสรรค์เฉลี่ยร้อยละ 56.09 ซึ่งมีพัฒนาการระดับสูง นักเรียนมีความพึงพอใจ ต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสเต็มศึกษาโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด

สมรัก อินทวิมลศรี, สกลรัชต์ แก้วดี และสิทธิพร ภัทรดิลกรัตน์ (2562, หน้า 413-427) ได้ศึกษาผลของการใช้แนวคิดสเต็มศึกษาในวิชาชีววิทยาที่มีต่อความคิด สร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระดับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังการจัดการเรียน การสอนชีววิทยาตามแนวคิดสเต็มศึกษา เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างก่อนและหลังเรียน ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาหลังเรียน จากผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนชีววิทยาตามแนวคิดสเต็มศึกษามีความคิดสร้างสรรค์ ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนในระดับดีขึ้นไป มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ก่อน และหลังเรียนไม่แตกต่างกัน และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาหลังเรียนในระดับ ปานกลาง

สุนารี ศรีบุญ และวิสูตร โพธิ์เงิน (2562, หน้า 531-540) ได้ศึกษาผลการ จัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อพัฒนาทักษะ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อเปรียบเทียบผลการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อศึกษาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และศึกษา ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ซึ่งจะศึกษากับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 30 คน ผลการวิจัยพบว่า ผลการเรียนรู้วิชา คณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้

ปัญหาเป็นฐาน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐานอยู่ในระดับสูง และความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐานอยู่ในระดับมาก

สิริยาพร พลเล็ก, อรุณรัตน์ คำแหงพล และกุลวดี สุวรรณไตรย์ (2563, หน้า 210) ได้ศึกษาการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง เคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง เรื่อง เคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนและหลังเรียน เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังเรียน เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนนาหว้าพิทยาคม “ธาตุประสิทธิ์ประชานุเคราะห์” ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 30 คน จากการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบสอบถามความพึงพอใจ สถิติที่ใช้ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสถิติทดสอบค่าทีแบบไม่เป็นอิสระต่อกัน ผลการวิจัยพบว่า

- 1) การจัดการเรียนรู้โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง เรื่อง เคมีที่เป็นพื้นฐาน ของสิ่งมีชีวิต มีประสิทธิภาพเท่ากับ 82.86/80.46 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 75/75 ที่กำหนดไว้
- 2) ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($t = 40.50$)
- 3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($t = 33.90$) และ
- 4) ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง มีความพึงพอใจ เฉลี่ย 4.70 ซึ่งอยู่ในระดับมากที่สุด

2. งานวิจัยต่างประเทศ

Hammer & Cross (2013, pp. 1–5) ได้ศึกษาการใช้โปรแกรมการสร้างหุ่นยนต์ในการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มเพื่อสนับสนุนการเรียนรู้ และความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียน เครื่องมือที่ใช้เป็นโปรแกรมการสร้างหุ่นยนต์ และแผนการจัดการเรียนรู้กลุ่มประชากรที่ใช้ในการศึกษา คือ นักเรียนห้อง K-12 ในประเทศสหรัฐอเมริกา พบว่าการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อสร้างหุ่นยนต์ ทำให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการปฏิบัติ และแสดงความคิดสร้างสรรค์ออกมา โดยจะฝึกให้นักเรียนวางแผน ปฏิบัติซ้ำ ๆ ทำให้เกิดผลทดสอบ และปรับปรุงเพื่อนำไปสู่ความสำเร็จในการสร้างหุ่นยนต์ โดยผู้เรียนมีการนำศิลปศาสตร์มาบูรณาการกับหลายวิชา จึงทำให้ผู้เรียนมีความคิดสร้างสรรค์ในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ที่มีคุณภาพ

Park (2014, p. 678) ได้ศึกษาผลของการพัฒนาโปรแกรม STEAM Career Education ที่ใช้เทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมเสมือน (Virtual reality) ที่มีต่อความสนใจในอาชีพเกี่ยวกับเทคโนโลยีในอนาคตของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 และ 4 ในประเทศเกาหลี ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนมีความสนใจและตระหนักในการทำอาชีพที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีในระดับสูง โดยมองว่าระดับความยากของการเรียนอยู่ในระดับที่เหมาะสม อีกทั้งมีความต้องการที่จะเรียนในโปรแกรมสเต็มอีกในอนาคต และมองว่าโปรแกรมนี้ทำให้เห็นความเชื่อมโยงระหว่างวิชาเรียนอื่น ๆ ในโรงเรียนในระดับสูงอีกด้วย

Kim & Chae (2016, pp. 1933–1934) ได้ศึกษาการพัฒนาและประยุกต์ใช้โปรแกรมสเต็มในวัฒนธรรมดั้งเดิมของเกาหลี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาโปรแกรม STEAM โดยใช้เสียงเกาหลีเป็นรูปแบบของวัฒนธรรมเกาหลีดั้งเดิม และเพื่อสำรวจผลของการประยุกต์ใช้โปรแกรม STEAM ในบริบทของการเรียนการสอนเครื่องดนตรีเกาหลีแบบดั้งเดิม ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจในรูปแบบของการจัดการเรียนรู้แบบโปรแกรมสเต็ม อยู่ในระดับมาก

Liliawati, Rusnayati & Aristantia (2018, pp. 2–5) ได้ศึกษาการดำเนินการตาม STEAM Education เพื่อพัฒนาปรับปรุงแนวทางการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา และศิลปะ ตลอดจนบทบาทของการแก้ปัญหาในด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรม โดยการศึกษาครั้งนี้มีเป้าหมายเพื่อเป็นพื้นฐานในการพัฒนาวิธีการจัดการเรียนการสอน IT-STEAM การศึกษาในการพัฒนาคนที่มีความสามารถแบบสหวิทยาการ

ประการแรกเราสืบค้นหาข้อมูลจากเอกสารในประเทศและต่างประเทศ เช่น ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับแนวโน้มล่าสุดที่มีต่อ STEAM และรูปแบบการศึกษาด้าน IT ในการศึกษาครั้งนี้เรายังได้นำเสนอรูปแบบการสอนอย่างสมเหตุสมผลบนพื้นฐานการศึกษา STEAM ส่วนใหญ่นำไปใช้ในในประเทศสหรัฐอเมริกาและวิธีการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นวิธีที่ประสบความสำเร็จ ได้รับคำแนะนำโดยการประเมินของผู้เชี่ยวชาญว่าเป็นวิธีการจัดการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพสูงในด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ การใช้เทคโนโลยี IT เพื่อการศึกษาในวิธีการศึกษาของ STEAM นั้นได้รับการวิเคราะห์ผลลัพธ์ในเชิงบวก

Wandari, Wijaya & Agustin (2018, pp. 32-61) ได้ศึกษาผลของการเรียนรู้โดยใช้ STEAM ที่ส่งผลต่อแนวคิดและความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนในการเรียนรู้แสงและเลนส์ จากการวิจัยพบว่า การเรียนรู้ของนักเรียนดีขึ้นมาก ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สร้างสรรค์ของนักเรียนมีความแตกต่าง มีความแปลกใหม่ มีความละเอียดอยู่ในระดับดี โดยรวมความคิดรวบยอดของนักเรียนมีความเชี่ยวชาญและความคิดสร้างสรรค์ในการใช้การเรียนรู้ STEAM ในการเรียนรู้แสงและเลนส์อยู่ในระดับดี

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นสิ่งที่สามารถพัฒนาและฝึกฝนได้ โดยการจัดประสบการณ์การเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา โดยใช้สถานการณ์ปัญหาเป็นตัวกระตุ้นทำให้นักเรียนเรียนรู้และคิดหาทางแก้ปัญหา โดยอาศัยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ซึ่งเป็นกระบวนการทำงานที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ วางแผน การแก้ปัญหา และการบูรณาการองค์ความรู้ทางวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปะ คณิตศาสตร์ และทักษะอื่น ๆ เพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหา ส่งผลให้นักเรียนได้รับการกระตุ้นความคิด และเกิดการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ทำให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ที่สูงขึ้น รวมถึงการน้อมนำเอาปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงมาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอน เพื่อปลูกฝังจิตสำนึกความพอเพียง ตระหนักถึงความพอประมาณในการดำเนินชีวิต รู้จักพอประมาณ มีการตัดสินใจบนพื้นฐานของเหตุผล และฝึกให้นักเรียนมีภูมิคุ้มกันในตัวที่ดี เตรียมตัวให้พร้อมรับต่อความผันผวนของเหตุการณ์ต่าง ๆ อย่างรู้เท่าทัน และหมั่นแสวงหาความรู้ เพื่อให้เกิดความรอบรู้ในด้านต่าง ๆ ฝึกฝนตนเองให้มีความรอบคอบและระมัดระวัง โดยใช้สติปัญญาในการทำงานในการดำเนินชีวิต ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะใช้การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ให้สูงขึ้นและมีประสิทธิภาพต่อไป

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยเรื่อง การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การแยกสาร โดยการจัดการเรียนรู้แบบสตีมศึกษา ร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ผู้วิจัยได้กำหนดวิธีการดำเนินการตามขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. แบบแผนการวิจัย
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ
5. การเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การวิเคราะห์ข้อมูล
7. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากรในการวิจัย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนธาตุนารายณ์วิทยา
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสกลนคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563
จำนวน 14 ห้องเรียน รวมจำนวนนักเรียนทั้งหมด 571 คน

2. กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/4 โรงเรียนธาตุนารายณ์วิทยา
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสกลนคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563
จำนวน 1 ห้องเรียน นักเรียนทั้งหมด 42 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม
(Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่ม

แบบแผนการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ใช้แบบแผนการวิจัยแบบกลุ่มเดียว วัดผลก่อนและหลังการทดลอง (One Group Pre-test and Post-test Design) (วาโร เพ็งสวัสดิ์, 2551, หน้า 133) ซึ่งมีแบบแผนการวิจัย ดังตาราง 10

ตาราง 10 แบบแผนของการวิจัยแบบกลุ่มเดียว วัดผลก่อนและหลังการทดลอง
(One Group Pre-test and Post-test Design)

กลุ่ม	การทดสอบ ก่อนการทดลอง	ตัวแปรทดลอง	การทดสอบ หลังการทดลอง
กลุ่มการทดลอง	T ₁	X	T ₂

T₁ แทน การทดสอบก่อนการทดลอง (Pre-test)

X แทน การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

T₂ แทน การทดสอบหลังการทดลอง (Post-test)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ประกอบด้วยเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง เรื่อง การแยกสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 5 แผน แผนละ 3 ชั่วโมง รวมทั้งหมด 15 ชั่วโมง (ไม่รวมการทดสอบด้วยแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้)

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

2.1 แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อใช้วัดความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนก่อนและหลังเรียน โดยยึดแนวการสร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ของทอแรนซ์ (Torrance Test of Creative Thinking) แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์โดยอาศัยภาษาเป็นสื่อ (Think Creativity with Word) จะให้คะแนนความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น

ส่วนที่ 2 แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์โดยอาศัยรูปภาพเป็นสื่อ (Think Creativity with Pictures) จะให้คะแนนความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดลออ

2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การแยกสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

2.3 แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง เรื่อง การแยกสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้แบบสอบถามเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ตามมาตราวัดแบบลิเคิร์ต (Likert) โดยวัดความพึงพอใจ 5 ด้าน ดังนี้ ด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้ ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านสื่ออุปกรณ์การเรียนรู้ ด้านการวัดและประเมินผล และด้านประโยชน์ที่จะได้รับ

การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ

ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พร้อมทั้งดำเนินการสร้างเครื่องมือและหาคุณภาพของเครื่องมือตามขั้นตอน ดังนี้

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1.1 การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญา

เศรษฐกิจพอเพียง

1.1.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 วิเคราะห์รายละเอียดของคำอธิบายรายวิชา และสาระการเรียนรู้ ตลอดจนขอคำปรึกษาจากผู้เชี่ยวชาญ

1.1.2 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี หลักการ เอกสารการสอน งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

1.1.3 ศึกษา วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ ทักษะกระบวนการ สมรรถนะสำคัญ ความคิดสร้างสรรค์ วิธีสอน/กิจกรรมการสอน ภาระ/ชิ้นงาน และเครื่องมือวัดประเมินผล ของเนื้อหาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ ดังตาราง 11

ตาราง 11 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สมรรถนะสำคัญ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ความคิดสร้างสรรค์ วิจัยสอน/กิจกรรมการสอน ภาระงาน/ชิ้นงาน และเครื่องมือวัดประเมินผล

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	ทักษะ/กระบวนการ	สมรรถนะสำคัญและคุณลักษณะอันพึงประสงค์	ความคิดสร้างสรรค์	วิธีสอน/กิจกรรม	ภาระ/ชิ้นงาน	เครื่องมือ/การวัดผล
ว 2.1 ม.2/1 อธิบายการแยกสารผสมโดยระเหยแห้งการตกผลึกการกลั่นอย่างง่ายโครมาโทกราฟีแบบกระดาษการสกัดด้วยตัวทำละลายโดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์	การแยกสารผสมโดย – การระเหยแห้ง – การตกผลึก – การกลั่นอย่างง่าย – โครมาโทกราฟีแบบกระดาษ – การสกัดด้วยตัวทำละลาย	1. อธิบายการแยกสารโดยการระเหยแห้งการตกผลึกการกลั่นอย่างง่ายโครมาโทกราฟีแบบกระดาษการสกัดด้วยตัวทำละลาย	1. ทักษะการสังเกต 2. ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล 3. ทักษะการจำแนก 4. ทักษะการตั้งสมมติฐาน 5. ทักษะการสรุปลงความเห็น	สมรรถนะสำคัญ 1. ความสามารถในการสื่อสาร 2. ความสามารถในการคิด 3. ความสามารถในการแก้ปัญหา 4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต	1. ความคิดคล่องแคล่ว 2. ความคิดยืดหยุ่น 3. ความคิดริเริ่ม 4. ความคิดละเอียดลออ	การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง	1. ใบงาน / ใบกิจกรรม 2. ชิ้นงาน	1. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 2. แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ 3. แบบสอบถามความพึงพอใจ 4. แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์

ตาราง 11 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	ทักษะ/กระบวนการ	สมรรถนะสำคัญและคุณลักษณะอันพึงประสงค์	ความคิดสร้างสรรค์	วิธีสอน/กิจกรรม	ภาระ/ชิ้นงาน	เครื่องมือ/การวัดผล
				คุณลักษณะอันพึงประสงค์ 1. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์ 2. มีวินัย 3. ใฝ่เรียนรู้ 4. อยู่อย่างพอเพียง 5. มุ่งมั่นในการทำงาน 6. มีจิตสาธารณะ				

ตาราง 11 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	ทักษะ/กระบวนการ	สมรรถนะสำคัญและคุณลักษณะอันพึงประสงค์	ความคิดสร้างสรรค์	วิธีสอน/กิจกรรม	ภาระ/ชิ้นงาน	เครื่องมือ/การวัดผล
ว 2.1 ม.2/2 แยกสารโดย การระเหยแห้ง การตกผลึก การกลั่นอย่างง่าย โครมาโทกราฟี แบบกระดาษ การสกัดด้วย ตัวทำละลาย	การแยกสารผสม โดย – การระเหยแห้ง – การตกผลึก – การกลั่น อย่างง่าย – โครมาโทกราฟี แบบกระดาษ – การสกัดด้วย ตัวทำละลาย	แยกสารโดย การระเหยแห้ง การตกผลึก การกลั่นอย่างง่าย โครมาโทกราฟี แบบกระดาษ การสกัดด้วย ตัวทำละลาย	1. ทักษะ การสังเกต 2. ทักษะการลง ความเห็น จากข้อมูล 3. ทักษะ การจำแนก 4. ทักษะการ ตั้งสมมติฐาน 5. ทักษะ การทดลอง 6. ทักษะการสรุป ลงความเห็น	สมรรถนะสำคัญ 1. ความสามารถ ในการสื่อสาร 2. ความสามารถ ในการคิด 3. ความสามารถ ในการแก้ปัญหา 4. ความสามารถ ในการใช้ทักษะชีวิต	1. ความคิด คล่องแคล่ว 2. ความคิด ยืดหยุ่น 3. ความคิดริเริ่ม 4. ความคิด ละเอียดลออ	การจัดการ เรียนรู้แบบ สืบเสาะ ร่วมกับ ปรัชญา เศรษฐกิจ พอเพียง	1. ใบงาน / ใบกิจกรรม 2. ชิ้นงาน	1. แบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน 2. แบบทดสอบ วัดความคิด สร้างสรรค์ 3. แบบสอบถาม ความพึงพอใจ 4. แบบประเมิน คุณลักษณะ อันพึงประสงค์

ตาราง 11 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	สาระ การเรียนรู้	จุดประสงค์ การเรียนรู้	ทักษะ/ กระบวนการ	สมรรถนะสำคัญ และคุณลักษณะ อันพึงประสงค์	ความคิด สร้างสรรค์	วิธีสอน/ กิจกรรม	ภาระ/ชิ้นงาน	เครื่องมือ/ การวัดผล
				คุณลักษณะ อันพึงประสงค์ 1. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์ 2. มีวินัย 3. ใฝ่เรียนรู้ 4. อยู่อย่างพอเพียง 5. มุ่งมั่นในการ ทำงาน 6. มีจิตสาธารณะ				

ตาราง 11 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	ทักษะ/กระบวนการ	สมรรถนะสำคัญและคุณลักษณะอันพึงประสงค์	ความคิดสร้างสรรค์	วิธีสอน/กิจกรรม	ภาระ/ชิ้นงาน	เครื่องมือ/การวัดผล
ว 2.1 ม.2/3 นำวิธีการแยกสารไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน โดยบูรณาการวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีวิศวกรรมศาสตร์ศิลปะและคณิตศาสตร์	วิธีการแยกสารใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน	บอกวิธีการแยกสารไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน โดยบูรณาการวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีวิศวกรรมศาสตร์ศิลปะและคณิตศาสตร์	1. ทักษะการสังเกต 2. ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล 3. ทักษะการจำแนก 4. ทักษะการตั้งสมมติฐาน 5. ทักษะการทดลอง 6. ทักษะการสรุป ลงความเห็น	สมรรถนะสำคัญ 1. ความสามารถในการสื่อสาร 2. ความสามารถในการคิด 3. ความสามารถในการแก้ปัญหา 4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต	1. ความคิด คล่องแคล่ว 2. ความคิด ยืดหยุ่น 3. ความคิดริเริ่ม 4. ความคิด ละเอียดลออ	การจัดการเรียนรู้แบบ สเต็มศึกษา ร่วมกับ ปรัชญา เศรษฐกิจ พอเพียง	1. ใบงาน / ใบกิจกรรม 2. ชิ้นงาน	1. แบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน 2. แบบทดสอบ วัดความคิด สร้างสรรค์ 3. แบบสอบถาม ความพึงพอใจ 4. แบบประเมิน คุณลักษณะ อันพึงประสงค์

ตาราง 11 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	สาระ การเรียนรู้	จุดประสงค์ การเรียนรู้	ทักษะ/ กระบวนการ	สมรรถนะสำคัญ และคุณลักษณะ อันพึงประสงค์	ความคิด สร้างสรรค์	วิธีสอน/ กิจกรรม	ภาระ/ชิ้นงาน	เครื่องมือ/ การวัดผล
				คุณลักษณะ อันพึงประสงค์ 1. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์ 2. มีวินัย 3. ใฝ่เรียนรู้ 4. อยู่อย่างพอเพียง 5. มุ่งมั่นในการ ทำงาน 6. มีจิตสาธารณะ				

1.1.4 ศึกษา วิเคราะห์รายละเอียด และจุดประสงค์การเรียนรู้
ของเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง การแยกสาร จากหนังสือวิทยาศาสตร์ระดับ
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สามารถกำหนดหัวข้อได้ ดังนี้

1. การระเหยแห้ง
2. การตกผลึก
3. การกลั่นอย่างง่าย
4. โครมาโทกราฟีแบบกระดาษ
5. การสกัดด้วยตัวทำละลาย

1.1.5 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญา
เศรษฐกิจพอเพียง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 5 แผน จำนวน 15 ชั่วโมง
และทำการทดสอบก่อนและหลังเรียน 2 ชั่วโมง ซึ่งผู้วิจัยได้วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่าง
แผนการจัดการเรียนรู้กับความคิดสร้างสรรค์ด้านความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น
ความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดลออ ดังรายละเอียด แสดงในตาราง 12

ตาราง 12 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างแผนการจัดการเรียนรู้กับความคิดสร้างสรรค์

แผนการ จัดการ เรียนรู้ที่	กิจกรรมฝึกความคิด สร้างสรรค์	ความคิดสร้างสรรค์				เวลา (ชั่วโมง)
		ความคิดคล่องแคล่ว	ความคิดยืดหยุ่น	ความคิดริเริ่ม	ความคิดละเอียดลออ	
1	การระเหยแห้ง	✓	✓	✓	✓	3
2	การตกผลึก	✓	✓	✓	✓	3
3	การกลั่นอย่างง่าย	✓	✓	✓	✓	3
4	โครมาโทกราฟีแบบกระดาษ	✓	✓	✓	✓	3
5	การสกัดด้วยตัวทำละลาย	✓	✓	✓	✓	3
รวม		5	5	5	5	15

หมายเหตุ เครื่องหมาย ✓ แสดงถึงองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ที่มีอยู่ในแผนการจัดการเรียนรู้

ในแต่ละแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ประกอบด้วยมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ ความรู้ กระบวนการ คุณลักษณะอันพึงประสงค์ กระบวนการจัดการเรียนรู้ สื่ออุปกรณ์ และแหล่งเรียนรู้ ชิ้นงาน/ภาระงาน การวัดและการประเมินผล และเครื่องมือที่ใช้ในการประเมิน

1.1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่อ

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อพิจารณาตรวจสอบความถูกต้อง ความเที่ยงตรง ด้านเนื้อหา ภาษา และรูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้ว่าสอดคล้องกับจัดการเรียนรู้ แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง หรือไม่ เพียงใด จากนั้นนำมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

1.1.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง การแยกสาร ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง เที่ยงตรง เหมาะสม และสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา กระบวนการจัดการเรียนรู้ สื่อและแหล่งเรียนรู้ การวัดและประเมินผล โดยมีผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน (ภาคผนวก ก) ดังนี้

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ธราเทพ เตมีรักษ์ อาจารย์สาขาวิชา การศึกษาปฐมวัย คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

2. ดร.วิษณุพล โสสายคำ อาจารย์สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

3. นางวัชรียา พรหมพันธ์ ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนธาตุนารายณ์วิทยา

ให้ผู้เชี่ยวชาญลงความเห็นและให้คะแนน ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 64-69)

ให้คะแนนเป็น +1 เมื่อเห็นว่าเหมาะสมสอดคล้อง

ให้คะแนนเป็น 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าเหมาะสมสอดคล้อง

ให้คะแนนเป็น -1 เมื่อแน่ใจว่าไม่เหมาะสมสอดคล้อง

นำผลคะแนนมาหาค่าดัชนีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์

(Index of Item–Objective Congruence: IOC) โดยค่า IOC ตั้งแต่ 0.5–1.00

ถือว่ามีความสอดคล้อง โดยแผนการจัดการเรียนรู้ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง เท่ากับ 1.00 ทุกแผน (ภาคผนวก ข)

1.1.8 ปรับแผนการจัดการเรียนรู้ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญในด้านความชัดเจนของข้อความถาม

1.1.9 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่แก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญเสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษา เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมอีกครั้ง แล้วนำใบหาค่าเฉลี่ยของคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้ของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 คน โดยใช้แบบประเมินที่มีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า ตามวิธีของลิเคิร์ท (บุญชุม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 69-71) ซึ่งมีคุณภาพเป็น 5 ระดับ ดังนี้

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

เกณฑ์และการแปลความหมาย

ค่าเฉลี่ย 4.51-5.00	หมายถึง	เหมาะสมมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย 3.51-4.50	หมายถึง	เหมาะสมมาก
ค่าเฉลี่ย 2.51-3.50	หมายถึง	เหมาะสมปานกลาง
ค่าเฉลี่ย 1.51-2.50	หมายถึง	เหมาะสมน้อย
ค่าเฉลี่ย 1.00-1.50	หมายถึง	เหมาะสมปานกลาง

โดยคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 5 แผน มีค่าเฉลี่ย 5.00

มีความเหมาะสมมากที่สุด (ภาคผนวก ข)

1.1.10 นำแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การแยกสาร ที่ผ่านผู้เชี่ยวชาญประเมินและปรับปรุง แก้ไขแล้ว ไปทดลองสอน (Try Out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนธาตุนารายณ์วิทยา ปีการศึกษา 2563 ที่ไม่ใช้กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 37 คน เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของเนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ จากนั้นทำการปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ให้สมบูรณ์

1.1.11 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว จัดทำเป็นฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปทดลองสอนกับกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/4 โรงเรียนธาดุนารายณ์วิทยา ปีการศึกษา 2563 ภาคเรียนที่ 2 จำนวน 42 คน

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

2.1 การสร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์

ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ขึ้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามขั้นตอน ดังนี้

2.1.1 หลักการ ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์

2.1.2 สร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ โดยยึดแนวการสร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ของทอแรนซ์ (Torrance Test of Creative Thinking) แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์โดยอาศัยภาษาเป็นสื่อ (Think Creativity with Word) มี 3 กิจกรรม ได้แก่

- 1) เขียนสาเหตุที่เป็นไปได้ถึงเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น
- 2) เขียนผลที่เป็นไปได้ของเหตุการณ์
- 3) เขียนประโยชน์พิเศษของสิ่งของที่กำหนดให้

กิจกรรมทั้ง 3 กิจกรรมนี้ จะให้คะแนนความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น

ส่วนที่ 2 แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์โดยอาศัยรูปภาพเป็นสื่อ (Think Creativity with Pictures) มี 3 กิจกรรม ได้แก่

- 1) การสร้างรูปภาพ
- 2) การต่อเติมรูปภาพ
- 3) เส้น

กิจกรรมทั้ง 3 กิจกรรมนี้ จะให้คะแนนความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดลออ และนำไปใช้ทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ดังตาราง 13

ตาราง 13 วิเคราะห์โครงสร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์

กิจกรรม	จำนวนข้อ	ประเมินความคิดสร้างสรรค์				รวมองค์ประกอบของ ความคิดสร้างสรรค์
		ความคิดคล่องแคล่ว	ความคิดยืดหยุ่น	ความคิดริเริ่ม	ความคิดละเอียดลออ	
1. เขียนสาเหตุที่เป็นไปได้ถึงเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น	1	✓	✓	-	-	2
2. เขียนผลที่เป็นไปได้ของเหตุการณ์	1	✓	✓	-	-	2
3. เขียนประโยชน์พิเศษของสิ่งของที่กำหนดให้	1	✓	✓	-	-	2
4. การสร้างรูปภาพ	1	-	-	✓	-	1
5. การต่อเติมรูปภาพ	1	-	-	-	✓	1
6. เส้น	1	-	-	✓	✓	2
รวม	6	3	3	2	2	10

หมายเหตุ เครื่องหมาย ✓ แสดงถึงองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ที่มีอยู่ในแบบทดสอบ

2.1.3 ผู้วิจัยได้สร้างเกณฑ์ในการตรวจให้คะแนนแบบทดสอบ

วัดความคิดสร้างสรรค์ โดยเน้นความสามารถในการคิดหาคำตอบในปริมาณที่มาก
ความสามารถในการแก้ปัญหาได้หลากหลาย ความสามารถทางการคิดแปลกใหม่ ไม่ซ้ำใคร
และมีความละเอียดลออในผลงาน ชิ้นงาน ซึ่งแนวการตรวจให้คะแนนของผู้วิจัย มีดังนี้

เกณฑ์การให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์

การให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์จะพิจารณาจากเกณฑ์การให้คะแนนที่กำหนดโดยทอแรนซ์ ซึ่งแต่ละรายการจะได้รับคะแนนสูงสุด 4 คะแนน ดังตาราง 14 และเกณฑ์การพิจารณาระดับความคิดสร้างสรรค์ ดังตาราง 15

ตาราง 14 เกณฑ์การให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์

ความคิดสร้างสรรค์	คะแนน	คำอธิบาย
ความคิดคล่องแคล่ว	0	นักเรียนไม่สามารถคิด/หาคำตอบได้
	2	นักเรียนสามารถคิด/หาคำตอบได้ 1-2 ข้อ
	4	นักเรียนสามารถคิด/หาคำตอบได้ตั้งแต่ 3 ข้อ ขึ้นไป
ความคิดยืดหยุ่น	0	นักเรียนไม่สามารถคิด/หาวิธีการได้
	2	นักเรียนสามารถคิด/หาวิธีการได้ 1-2 วิธี
	4	นักเรียนสามารถคิด/หาวิธีการได้ 3 วิธี ขึ้นไป
ความคิดริเริ่ม	0	นักเรียนไม่ตอบ/ตอบแนวคิดทั่วไป/ ตอบแนวคิดทั่วไปและไม่มีความคิดริเริ่ม
	2	นักเรียนมีแนวคิดที่ไม่เหมือนใครในระดับปานกลาง
	4	นักเรียนมีแนวคิดที่ไม่เหมือนใคร มีความคิด ที่แปลกใหม่
ความคิดละเอียดลออ	0	ไม่มีการเติมแต่งความคิดจากนักเรียน
	2	มีการเพิ่มแนวคิดง่าย ๆ จากนักเรียน
	4	มีความคิดที่ไม่ธรรมดาจากนักเรียน

ตาราง 15 เกณฑ์การพิจารณาระดับความคิดสร้างสรรค์

ร้อยละ	ระดับความคิดสร้างสรรค์
68-100	สร้างสรรค์มาก (ระดับสูง)
34-67	สร้างสรรค์ปานกลาง (ระดับปานกลาง)
0-33	สร้างสรรค์ต่ำ (ระดับต่ำ)

ที่มา : (Jamal, Ibrahim, Halim, & Ikram, 2020, p.775)

2.1.4 ตรวจสอบความถูกต้องของแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ และเกณฑ์ในการตรวจให้คะแนนแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ ด้านความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดลออ

2.1.5 นำแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เสนอคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อพิจารณาตรวจสอบความถูกต้อง ของขั้นตอนและกิจกรรมต่าง ๆ ให้คำแนะนำเพื่อการแก้ไขปรับปรุงให้แบบทดสอบ วัดความคิดสร้างสรรค์มีความถูกต้องสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

2.1.6 นำแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ที่ประเมินแล้ว พร้อมแบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม จำนวน 3 คน เพื่อทำการ ประเมินแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ โดยให้ผู้เชี่ยวชาญลงความเห็นและใช้คะแนน ดังนี้ ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา วิเคราะห์ความสอดคล้องในด้านความสัมพันธ์ ความเหมาะสมของเกณฑ์การให้คะแนน และภาษาที่ใช้

ให้คะแนนเป็น +1 เมื่อเห็นว่าเหมาะสมสอดคล้อง

ให้คะแนนเป็น 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าเหมาะสมกับสอดคล้อง

ให้คะแนนเป็น -1 เมื่อแน่ใจว่าไม่เหมาะสมสอดคล้อง

นำคะแนนมาหาค่า IOC โดยค่า IOC ตั้งแต่ 0.5–1.00 ถือว่ามีความ สอดคล้อง

2.1.7 นำแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง การแยกสาร ได้รับการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญแล้ว มาปรับปรุงแก้ไขให้มีความถูกต้องสมบูรณ์ จากนั้นนำไปทดลองสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนธาดุนารายณ์วิทยา ปีการศึกษา 2563 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 37 คน เพื่อวิเคราะห์คุณภาพของ แบบทดสอบ

2.1.8 นำผลการทดสอบของนักเรียนมาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น ของแบบทดสอบ โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient) ตามวิธีของครอนบาค ได้ค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.81 (ภาคผนวก ข)

2.1.9 นำแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ที่ได้ไปจัดพิมพ์

เป็นแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ที่สมบูรณ์ เพื่อนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/4 โรงเรียนธาดุนารายณ์วิทยา ปีการศึกษา 2563 ภาคเรียนที่ 2 จำนวน 42 คน

2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง เรื่อง การแยกสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เป็นแบบอิงเกณฑ์ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

2.2.1 ศึกษาสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และตัวชี้วัดของระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนธาดุนารายณ์วิทยา อำเภอเมืองจังหวัดสกลนคร และหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ขั้นตอนและวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากหนังสือเทคนิคการเขียนข้อสอบของสมนึก ภัททิยธนี (2544, หน้า 11–20)

2.2.2 วิเคราะห์หลักสูตรกำหนดสาระการเรียนรู้ ตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และจำนวนแบบทดสอบ เรื่อง การแยกสาร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จากนั้นสร้างแบบทดสอบให้ครอบคลุมเนื้อหาสาระการเรียนรู้ที่วัดพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยทั้ง 6 ด้าน เป็นแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ เพื่อคัดเลือกไว้ใช้จริง 30 ข้อ ดังตาราง 16

ตาราง 16 วิเคราะห์โครงสร้าง ความสัมพันธ์ระหว่างตัวชี้วัดกับพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย
ในแต่ละด้านของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การแยกสาร

ตัวชี้วัด	พฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย ที่ต้องการวัด 6 ด้าน						รวม
	ด้านความจำ	ด้านความเข้าใจ	ด้านการประยุกต์ใช้	ด้านการวิเคราะห์	ด้านการประเมินค่า	ด้านการคิดสร้างสรรค์	
1) อธิบายการแยกสารผสมโดยการระเหยแห้ง การตกผลึก การกลั่นอย่างง่าย โครมาโทกราฟีแบบกระดาษ การสกัด ด้วยตัวทำละลายโดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์	6	5	0	3	2	0	16
2) แยกสารผสมโดยการระเหยแห้ง การตกผลึก การกลั่นอย่างง่าย โครมาโทกราฟีแบบกระดาษ การสกัดด้วยตัวทำละลาย	3	4	2	2	2	0	13
3) บอกวิธีการแยกสารไปใช้แก้ปัญหา ในชีวิตประจำวันโดยบูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปะ และคณิตศาสตร์	0	0	4	1	1	5	11
รวมจำนวนข้อ	9	9	6	6	5	5	40

2.2.3 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สร้างขึ้นเสนอ

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบและเสนอแนะปรับปรุงแบบทดสอบ
ให้เหมาะสม

2.2.4 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ประเมินแล้วพร้อมแบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม 3 คน เพื่อทำการประเมินแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยให้ผู้เชี่ยวชาญลงความคิดเห็นและให้คะแนนดังนี้

ให้คะแนนเป็น +1 เมื่อเห็นว่าเหมาะสมสอดคล้อง

ให้คะแนนเป็น 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าเหมาะสมกับสอดคล้อง

ให้คะแนนเป็น -1 เมื่อแน่ใจว่าไม่เหมาะสมสอดคล้อง

2.2.5 นำคะแนนมาหาค่า IOC โดยค่า IOC ตั้งแต่ 0.5–1.00 ถือว่ามีความสอดคล้อง

2.2.6 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนธาดุนารายณ์วิทยา ปีการศึกษา 2563 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 37 คน เพื่อวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบ

2.2.7 นำผลการทดสอบของนักเรียนมาวิเคราะห์หาค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยาก ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป จำนวน 30 ข้อ นำข้อสอบที่คัดเลือก 30 ข้อ ไปวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน ได้ค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.86 ซึ่งผลการวิเคราะห์ระดับค่าความยาก (p) อยู่ในช่วง 0.49–0.78 และค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ในช่วง 0.22–0.81 (ภาคผนวก ข)

2.2.8 จัดพิมพ์แบบทดสอบฉบับสมบูรณ์ จำนวน 30 ข้อ นำไปใช้ในการศึกษาวิจัยกับกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/4 โรงเรียนธาดุนารายณ์วิทยา ปีการศึกษา 2563 ภาคเรียนที่ 2 จำนวน 42 คน

2.3 การสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจ

การสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน มีขั้นตอน ดังนี้

2.3.1 ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจและสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ตามแบบของลิเคิร์ท (Likert) เป็น 5 ระดับ ดังนี้

- ระดับ 5 หมายถึง ฟังพอใจมากที่สุด
 ระดับ 4 หมายถึง ฟังพอใจมาก
 ระดับ 3 หมายถึง ฟังพอใจปานกลาง
 ระดับ 2 หมายถึง ฟังพอใจน้อย
 ระดับ 1 หมายถึง ฟังพอใจน้อยที่สุด

โดยผู้วิจัยกำหนดไว้ 5 ด้าน คือ ด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้ ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านสื่ออุปกรณ์การเรียนรู้ ด้านการวัดผลและประเมินผล และด้านประโยชน์ที่ได้รับ ตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบถามความพึงพอใจ เพื่อพิจารณาความเหมาะสม ความชัดเจนของภาษาและความสอดคล้องระหว่างข้อความกับเนื้อหา

2.3.2 นำแบบสอบถามความพึงพอใจที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เสนอต่ คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

2.3.3 นำแบบสอบถามความพึงพอใจที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เสนอต่ ผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม จำนวน 3 คน เพื่อประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา วิเคราะห์ความ สอดคล้องในด้านความสัมพันธ์ ความเหมาะสมของข้อคำถาม และภาษาที่ใช้

- ให้คะแนนเป็น +1 เมื่อเห็นว่าเหมาะสมสอดคล้อง
 ให้คะแนนเป็น 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าเหมาะสมกับสอดคล้อง
 ให้คะแนนเป็น -1 เมื่อแน่ใจว่าไม่เหมาะสมสอดคล้อง

2.3.4 นำคะแนนมาหาค่า IOC โดยค่า IOC ตั้งแต่ 0.5–1.00 ถือว่า มีความสอดคล้อง

2.3.5 นำแบบสอบถามความพึงพอใจที่วิเคราะห์หาคุณภาพแล้ว จัดพิมพ์เพื่อนำไปเก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเองโดยทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่กำลังศึกษาในปีการศึกษา 2563 ภาคเรียนที่ 2 โรงเรียนธาดุนารายณ์วิทยา จำนวน 42 คน ได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1.1 ดำเนินการขอจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ต่อคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร เลขที่รับรองโครงการวิจัย คือ 020/2564

1.2 จัดทำหนังสือขอความอนุเคราะห์ในการเก็บข้อมูลจากมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ไปยังโรงเรียนธาดุนารายณ์วิทยา ซึ่งเป็นโรงเรียนกลุ่มตัวอย่าง ประสานงานกับผู้บริหารโรงเรียน เพื่อกำหนด วัน เวลา ในการทดลอง

1.3 ครูชี้แจงอธิบายวิธีการเรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง เรื่อง การแยกสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ให้นักเรียนเข้าใจ

1.4 ทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) โดยใช้แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ จำนวน 6 ข้อ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 30 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ก่อนที่จะดำเนินการสอน

1.5 ดำเนินการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง เรื่อง การแยกสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยผู้วิจัยจัดการเรียนการสอนด้วยตนเอง

1.6 เมื่อสิ้นสุดการสอนครบทุกแผนแล้ว จึงทำการสอบหลังเรียน (Post-test) โดยใช้แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ฉบับเดียวกันกับการวัดผลก่อนเรียน (Pre-test)

1.7 เมื่อสิ้นสุดการสอนครบทุกแผนการจัดการเรียนรู้แล้ว จึงทำการประเมินความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

1.8 ผู้วิจัยนำผลคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูล สรุปผล และอภิปรายผลต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. วิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนระหว่างเรียน แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง เรื่อง การแยกสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
2. วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง เรื่อง การแยกสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยหาประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) ตามเกณฑ์ 80/80 ที่ตั้งไว้
3. การวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง เรื่อง การแยกสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ระหว่างคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้สถิติในการทดสอบค่าทีแบบไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test for Dependent Sample)
4. การวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง เรื่อง การแยกสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ระหว่างคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้สถิติในการทดสอบค่าทีแบบไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test for Dependent Sample)
5. การวิเคราะห์แบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง เรื่อง การแยกสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 แบบสอบถามชนิดแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ

สถิติที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้มีสถิติที่ใช้ในการวิจัย ดังนี้

1. สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
(บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 15)

1.1 ค่าร้อยละ (Percentage) หาได้จากการเทียบความถี่หรือจำนวนที่ต้องการกับความถี่หรือจำนวนทั้งหมดที่เทียบเป็น 100 ดังนี้

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

เมื่อ	P	แทน	ร้อยละ
	f	แทน	ความถี่ที่ต้องการแปลงให้เป็นร้อยละ
	N	แทน	จำนวนความถี่ทั้งหมด

1.2 ค่าเฉลี่ย (Arithmetic Mean) หรือตัวกลางเลขคณิตหรือคะแนนเฉลี่ย
จากสูตร

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

เมื่อ	$\bar{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ย
	$\sum x$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
	N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

1.3 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation: S.D.)

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

เมื่อ	S.D.	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	$\sum x$	แทน	ผลรวมทั้งหมดของคะแนน
	$\sum x^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนยกกำลังสอง
	N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

2. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์หาคุณภาพของเครื่องมือ

2.1 หาค่าดัชนีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ระหว่างแผนการจัดการเรียนรู้ แบบประเมินความคิดสร้างสรรค์ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและเนื้อหา (IOC) (ลิ้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2540, หน้า 183–185) ดังนี้

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

เมื่อ	IOC	แทน	ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับ วัตถุประสงค์กับเนื้อหาหรือระหว่างข้อสอบกับ วัตถุประสงค์
	ΣR	แทน	ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ทั้งหมด
	N	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

2.2 วิเคราะห์หาค่าระดับความยาก (p) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 81)

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

เมื่อ	p	แทน	ระดับความยาก
	R	แทน	จำนวนผู้ตอบถูกทั้งหมด
	N	แทน	จำนวนคนในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ

2.3 หาค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
(บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 87-89)

$$r = \frac{U}{n_1} - \frac{L}{n_2}$$

เมื่อ	r	แทน	ค่าอำนาจจำแนกรายข้อของแบบทดสอบ
	n_1	แทน	จำนวนคนรอบรู้หรือสอบผ่านเกณฑ์
	n_2	แทน	จำนวนคนไม่รอบรู้หรือสอบไม่ผ่านเกณฑ์
	U	แทน	จำนวนคนรอบรู้หรือสอบผ่านเกณฑ์ที่ตอบถูก
	L	แทน	จำนวนคนไม่รอบรู้หรือสอบไม่ผ่านเกณฑ์ที่ตอบ

ถูก

2.4 หาค่าความเที่ยงตรง หรือค่าความเชื่อมั่น (Reliability) โดยใช้สูตร
KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder, 1991, p. 873)

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

เมื่อ	r_{tt}	แทน	ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	k	แทน	จำนวนข้อสอบของแบบทดสอบ
	p	แทน	สัดส่วนของคนทำถูกในแต่ละข้อ (R/N)
	q	แทน	สัดส่วนของคนทำผิดในแต่ละข้อ = $1-p$
	s^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนทั้งฉบับ

2.5 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ โดยใช้วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient) ของครอนบาค (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 99)

$$\alpha = \frac{n}{n-1} \left(1 - \frac{\sum S_i^2}{S_t^2} \right)$$

เมื่อ α	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์ของความเชื่อมั่น
$\sum S_i^2$	แทน	ผลรวมของความแปรปรวนของคะแนนในแต่ละข้อ
S_t^2	แทน	ความแปรปรวนของเครื่องมือทั้งฉบับ
n	แทน	จำนวนข้อของแบบวัด

3. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

ทดสอบสมมติฐานข้อที่ 1 หาประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง โดยใช้สูตรในการคำนวณ E_1/E_2 (เพชฌ กิจระการ, 2544, หน้า 49-51) ดังนี้

$$E_1 = \frac{\frac{\sum x}{N}}{A} \times 100$$

เมื่อ E_1	แทน	ประสิทธิภาพของกระบวนการ
$\sum x$	แทน	ผลรวมของคะแนนจากแบบทดสอบระหว่าง ของนักเรียนทุกคน
N	แทน	จำนวนนักเรียนทั้งหมด
A	แทน	คะแนนเต็มของแบบทดสอบระหว่างเรียน

$$E_2 = \frac{\frac{\sum Y}{N}}{B} \times 100$$

เมื่อ E_2	แทน	ประสิทธิภาพของผลลัพธ์
$\sum Y$	แทน	ผลรวมของคะแนนจากแบบทดสอบหลังเรียน ของนักเรียนทุกคน
N	แทน	จำนวนนักเรียนทั้งหมด
B	แทน	คะแนนเต็มของแบบทดสอบระหว่างเรียน

ทดสอบสมมติฐานข้อที่ 2 และ 3 ในการเปรียบเทียบแบบทดสอบ
ความคิดสร้างสรรค์ และแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน
โดยใช้สถิติ (t-test for Dependent Sample) (บุญชม ศรีสะอาด, 2546, หน้า 109) ดังนี้

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

เมื่อ t	แทน	ค่าสถิติที่จะใช้เปรียบเทียบกับค่าวิกฤติ เพื่อทราบความมีนัยสำคัญ
D	แทน	ค่าผลต่างระหว่างคู่คะแนน
n	แทน	จำนวนกลุ่มตัวอย่างหรือจำนวนคู่คะแนน

ทดสอบสมมติฐานข้อที่ 4 โดยหาค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ของแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้
แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง เรื่อง การแยกสาร ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของกลุ่มเป้าหมายครบทุกหน่วย แล้วนำค่าคะแนนเฉลี่ยมาเทียบกับ
เกณฑ์ 5 ระดับ ดังนี้

ค่าเฉลี่ย	4.51-5.00	หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	3.51-4.50	หมายถึง เหมาะสมมาก
ค่าเฉลี่ย	2.51-3.50	หมายถึง เหมาะสมปานกลาง
ค่าเฉลี่ย	1.51-2.50	หมายถึง เหมาะสมน้อย
ค่าเฉลี่ย	1.00-1.50	หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการวิจัย เรื่อง การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การแยกสาร โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา
ร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ซึ่งผู้วิจัยขอเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

2. ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล

3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 1 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

ตอนที่ 2 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

สัญลักษณ์ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการทดลอง และการแปลความหมายของการ
วิเคราะห์ข้อมูล เพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกัน ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์
ข้อมูลดังต่อไปนี้

N	แทน	จำนวนนักเรียน
$\bar{X}$	แทน	คะแนนเฉลี่ย
S.D.	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)
E_1	แทน	ประสิทธิภาพของกระบวนการจัดการเรียนรู้ แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง
E_2	แทน	ประสิทธิภาพผลลัพธ์ที่เกิดจากแผนการจัดการเรียนรู้ แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง
D	แทน	ผลต่างระหว่างคู่คะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน
$\sum D^2$	แทน	ผลรวมของผลต่างของคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน ยกกำลังสอง
t	แทน	สถิติที่ใช้ในการเปรียบเทียบค่าวิกฤต

** แทน ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ขั้นตอนในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยแบ่งการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

1. ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง เรื่อง การแยกสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80
2. ผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การแยกสาร ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง
3. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การแยกสาร ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง
4. ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง เรื่อง การแยกสาร

ตอนที่ 2 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

1. สังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ติดตามดูพฤติกรรมเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ และความพึงพอใจของนักเรียน
2. การสัมภาษณ์ และซักถามนักเรียนในระหว่างเรียน และหลังการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง
3. ตรวจผลงาน ชิ้นงาน ที่ได้รับมอบหมายโดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง
4. การนำเสนอผลงาน ชิ้นงาน ที่ได้จากการทำกิจกรรม โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง จากนั้นผู้วิจัยจึงทำการวิเคราะห์และสรุปข้อมูลเชิงคุณภาพ แยกเป็น 3 ด้าน คือ ความคิดสร้างสรรค์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความพึงพอใจของนักเรียน

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

1. ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับ
ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง เรื่อง การแยกสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
ตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80

ผลการหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา
ร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง เรื่อง การแยกสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
โดยการหาค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) จากค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ย
ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ได้จากการทำใบกิจกรรม ชิ้นงาน และแบบทดสอบหลังเรียน
ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ทั้ง 5 แผน และการหาค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2)
จากค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ได้จากการทำแบบทดสอบ
วัดความคิดสร้างสรรค์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลการวิเคราะห์
แสดงดังตาราง 17

ตาราง 17 การวิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) ของการจัดการเรียนรู้
โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง
เรื่อง การแยกสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

แผนการจัดการเรียนรู้	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S.D.	ร้อยละ
แผนที่ 1 การระเหยแห้ง	20	16.19	0.97	80.95
แผนที่ 2 การตกผลึก	20	16.02	1.30	80.10
แผนที่ 3 การกลั่นอย่างง่าย	20	17.57	0.50	87.85
แผนที่ 4 โครมาโทกราฟีแบบกระดาษ	20	16.05	0.91	80.25
แผนที่ 5 การสกัดด้วยตัวทำละลาย	20	14.64	1.03	73.20
แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน หลังเรียน	100	81.81	2.86	81.81
รวม	200	162.28	3.07	81.14

จากตาราง 17 ผลการวิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) ของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง เรื่อง การแยกสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จากการทำใบกิจกรรม ชิ้นงาน และแบบทดสอบหลังเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ทั้ง 5 แผน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 162.28

ตาราง 18 การวิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) ของการจัดการเรียนรู้โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง เรื่อง การแยกสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

แบบทดสอบ	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S.D.	ร้อยละ
แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์	100	79.02	9.22	79.02
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	30	25.10	1.16	83.67
รวม	130	104.12	9.19	80.09

จากตาราง 18 ผลการวิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) ของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง เรื่อง การแยกสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้จากการทำแบบทดสอบ วัดความคิดสร้างสรรค์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังการทดสอบ เสร็จสิ้นลง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 104.12

ตาราง 19 ผลการวิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้ (E_1/E_2) โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง เรื่อง การแยกสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

กระบวนการ/ผลลัพธ์	N	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S.D.	ร้อยละ
ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1)	42	200	162.28	3.07	81.14
ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2)	42	130	104.12	9.19	80.09

จากตาราง 19 ผลการวิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง เรื่อง การแยกสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามเกณฑ์ 80/80 พบว่า ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) คิดเป็นร้อยละ 81.14 และประสิทธิภาพผลลัพธ์ (E_2) คิดเป็นร้อยละ 80.09 ดังนั้น การจัดการเรียนรู้โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น มีประสิทธิภาพ 81.14/80.09 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้

2. การเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การแยกสาร ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

ผลการเปรียบเทียบองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ ก่อนเรียน และหลังเรียน ของนักเรียนที่เกิดจากการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง เรื่อง การแยกสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิเคราะห์ แสดงดังตาราง 20

ตาราง 20 ผลการเปรียบเทียบองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การแยกสาร ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

การทดสอบ	N	คะแนนเต็ม	องค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์	$\bar{x}$	S.D.	คะแนนรวม
ก่อนเรียน	42	100	ความคิดคล่องแคล่ว	12.74	2.61	65.74
			ความคิดยืดหยุ่น	20.24	3.70	
			ความคิดริเริ่ม	18.00	4.06	
			ความคิดละเอียดลออ	14.76	3.55	
หลังเรียน	42	100	ความคิดคล่องแคล่ว	17.76	2.83	79.02
			ความคิดยืดหยุ่น	23.79	1.65	
			ความคิดริเริ่ม	20.45	3.62	
			ความคิดละเอียดลออ	17.02	3.00	

จากตาราง 20 ผลการเปรียบเทียบองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ ก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีคะแนนความคิดสร้างสรรค์ ก่อนเรียน ทั้ง 4 องค์ประกอบ โดยเรียงจากค่าเฉลี่ยสูงไปหาต่ำ ดังนี้ 1) ความคิดยืดหยุ่น มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 20.24 คะแนน 2) ความคิดริเริ่ม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 18.00 คะแนน 3) ความคิดละเอียดลออ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 14.76 คะแนน และ 4) ความคิดคล่องแคล่ว มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 12.74 คะแนน รวมคะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ ทั้ง 4 องค์ประกอบ ก่อนเรียน เท่ากับ 65.74 คะแนน และหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง นักเรียนมีคะแนนความคิดสร้างสรรค์หลังเรียน ทั้ง 4 องค์ประกอบ โดยเรียงจากค่าเฉลี่ยสูงไปหาต่ำ ดังนี้ 1) ความคิดยืดหยุ่น มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 23.79 คะแนน 2) ความคิดริเริ่ม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 20.45 คะแนน 3) ความคิดคล่องแคล่ว มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 17.76 คะแนน และ 4) ความคิดละเอียดลออ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 17.02 คะแนน รวมคะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ ทั้ง 4 องค์ประกอบหลังเรียน เท่ากับ 79.02 คะแนน แสดงว่า ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง เรื่อง การแยกสาร มีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

ผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ ก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนที่เกิดจากการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง เรื่อง การแยกสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้สถิติทดสอบค่าทีแบบไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test for Dependent Sample) ผลการวิเคราะห์แสดงดังตาราง 21

ตาราง 21 ผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การแยกสาร ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

ความคิดสร้างสรรค์	N	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S.D.	t
ก่อนเรียน	42	100	65.74	8.61	34.02**
หลังเรียน	42	100	79.02	9.22	

**มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (ค่าวิกฤตของ t ที่ระดับ .01; df = 41 $t_{41} = 2.42$)

จากตาราง 21 ผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ ก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่า นักเรียนมีคะแนนความคิดสร้างสรรค์ ก่อนเรียนและหลังเรียน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 65.74 คะแนน และ 79.02 คะแนน ตามลำดับ จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน ผลการวิเคราะห์ ค่า t ปรากฏว่า ค่า t จากการคำนวณมีค่าเท่ากับ 34.02 เมื่อพิจารณาค่า t จากตาราง ค่าวิกฤต (df เท่ากับ 41) มีค่า t เท่ากับ 2.42 แสดงว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง เรื่อง การแยกสาร มีคะแนนความคิดสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 2 เรื่อง การแยกสาร ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนที่เกิดจากการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง เรื่อง การแยกสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้สถิติทดสอบค่าทีแบบไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test for Dependent Sample) ผลการวิเคราะห์แสดงดังตาราง 22

ตาราง 22 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การแยกสาร ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	N	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S.D.	t
ก่อนเรียน	42	30	16.69	1.39	33.54**
หลังเรียน	42	30	25.10	1.16	

**มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (ค่าวิกฤตของ t ที่ระดับ .01; df = 41 $t_{41} = 2.42$)

จากตาราง 22 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า นักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียน และหลังเรียน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 16.69 คะแนน และ 25.10 คะแนน ตามลำดับ จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน ผลการวิเคราะห์ค่า t ปรากฏว่า ค่า t จากการคำนวณมีค่าเท่ากับ 33.54 เมื่อพิจารณาค่า t จากตารางค่าวิกฤต (df เท่ากับ 41) มีค่า t เท่ากับ 2.42 แสดงว่า

นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง เรื่อง การแยกสาร มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. ผลความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง เรื่อง การแยกสาร

ผลของความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง เรื่อง การแยกสาร โดยหาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ผลการวิเคราะห์แสดงดังตาราง 23

ตาราง 23 ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง เรื่อง การแยกสาร

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
1. ด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้			
1) นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจ เรื่อง การแยกสาร	4.69	0.47	มากที่สุด
2) เนื้อหาสาระในแต่ละเรื่องทำให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	4.79	0.42	มากที่สุด
3) เนื้อหาสาระในแต่ละเรื่องทำให้นักเรียนสามารถนำความรู้ไปใช้ในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ได้	4.74	0.45	มากที่สุด
4) เนื้อหาสาระในแต่ละเรื่องมีความเหมาะสมกับเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้	4.64	0.48	มากที่สุด
เฉลี่ย	4.71	0.45	มากที่สุด

ตาราง 23 (ต่อ)

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
2. ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้			
5) กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์และแก้ปัญหา	4.79	0.42	มากที่สุด
6) กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	4.83	0.38	มากที่สุด
7) กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนฝึกความคิดสร้างสรรค์	4.71	0.46	มากที่สุด
8) กิจกรรมการเรียนรู้ทำให้นักเรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง	4.67	0.48	มากที่สุด
เฉลี่ย	4.75	0.43	มากที่สุด
3. ด้านสื่ออุปกรณ์การเรียนรู้			
9) สื่อและอุปกรณ์เพียงพอต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	4.57	0.50	มากที่สุด
10) สื่อและอุปกรณ์เหมาะสมกับการจัดกิจกรรม	4.55	0.50	มากที่สุด
11) สื่อและอุปกรณ์ช่วยให้นักเรียนสร้างความรู้ความเข้าใจ และช่วยพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ได้	4.83	0.38	มากที่สุด
12) สื่ออุปกรณ์การเรียนรู้ช่วยให้เข้าใจเนื้อหาสามารถบูรณาการความรู้ในวิชาอื่น ๆ ได้	4.45	0.50	มากที่สุด
เฉลี่ย	4.60	0.47	มากที่สุด
4. ด้านการวัดและการประเมินผล			
13) นักเรียนมีส่วนร่วมในการวัดและประเมินผล	4.64	0.48	มากที่สุด
14) มีการวัดและประเมินผลด้วยรูปแบบที่หลากหลาย ได้แก่ การประเมินด้านความรู้ ด้านทักษะกระบวนการ ด้านความคิดสร้างสรรค์ และด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์	4.55	0.50	มากที่สุด

ตาราง 23 (ต่อ)

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
15) วิธีการประเมินผลสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ และกิจกรรมการเรียนการสอน	4.74	0.45	มากที่สุด
16) การวัดและประเมินผลมีประสิทธิภาพ และยุติธรรม	4.62	0.49	มากที่สุด
เฉลี่ย	4.64	0.48	มากที่สุด
5. ด้านประโยชน์ที่ได้รับ			
17) การจัดการเรียนรู้ทำให้เข้าใจเนื้อหาได้ง่าย	4.69	0.47	มากที่สุด
18) การจัดการเรียนรู้ช่วยให้นักเรียนสร้างความรู้ความเข้าใจด้วยตนเองได้	4.67	0.48	มากที่สุด
19) การจัดการเรียนรู้ทำให้นักเรียนพัฒนาความคิดสร้างสรรค์	4.74	0.45	มากที่สุด
20) การจัดการเรียนรู้ช่วยให้นักเรียนตัดสินใจโดยใช้เหตุผลมากขึ้น	4.57	0.50	มากที่สุด
เฉลี่ย	4.67	0.47	มากที่สุด
เฉลี่ยรวมทุกด้าน	4.67	0.46	มากที่สุด

จากตาราง 23 พบว่า ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง เรื่อง การแยกสาร มีค่าเฉลี่ยรวมทุกด้าน เท่ากับ 4.67 อยู่ในระดับมากที่สุด เมื่อพิจารณารายด้าน มีค่าเฉลี่ยจากสูงไปหาต่ำ ดังนี้ 1) ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.75 2) ด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.71 3) ด้านประโยชน์ที่ได้รับ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.67 4) ด้านการวัดและประเมินผล มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.64 และ 5) ด้านสื่ออุปกรณ์การเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.60 รวมแปลผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง เรื่อง การแยกสาร อยู่ในระดับมากที่สุด

ตอนที่ 2 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลจากการสังเกต พฤติกรรมการทำงานของนักเรียน ชักถามและสัมภาษณ์ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง เรื่อง การแยกสาร ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

การจัดการเรียนรู้โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับ ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง เรื่อง การแยกสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จากการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ ตรวจผลงานและชิ้นงาน พบว่าแผนการจัดการเรียนรู้ แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง เป็นกิจกรรมที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ โดยนักเรียนจะได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเอง ตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ แบบสเต็มศึกษา โดยนำความรู้วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปะ และคณิตศาสตร์ มาบูรณาการเข้าด้วยกัน เพื่อใช้แก้ปัญหา สร้างสรรค์ผลงาน ซึ่งเป็นการนำความรู้เดิมมาผสมกับความรู้ใหม่เพื่อใช้ปรับปรุงหรือประดิษฐ์ชิ้นงาน ส่งผลให้นักเรียนเกิดความคิดรวบยอด และเข้าใจเนื้อหาได้อย่างรวดเร็ว อีกทั้งกิจกรรมยังฝึกให้นักเรียนได้ทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม ได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ประสบการณ์ร่วมกัน เกิดความรู้ ความเข้าใจ และความสามัคคีในการทำงานกลุ่มร่วมกัน และยังเป็นการกระจายความรู้ ภายในกลุ่มโดยการถ่ายทอดความรู้และประสบการณ์ของสมาชิกผ่านการสื่อสาร ภายในกลุ่ม ทำให้เกิดความเข้าใจในการเรียนรู้และนำไปสู่ความราบรื่นในการทำงานกลุ่ม ร่วมกันเป็นทีม ส่งผลให้นักเรียนมีความสุขไปกับการเรียน และเห็นคุณค่าของการเรียน เพิ่มขึ้น ซึ่งกิจกรรมเหล่านี้ไปสู่การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคิด สร้างสรรค์ให้ดียิ่งขึ้น อีกทั้งแผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษายังได้นำปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง มาบูรณาการร่วมในการจัดการเรียนรู้ ฝึกให้นักเรียนมีจิตสำนึกของความพอเพียง มีความพอประมาณในการใช้วัสดุ อุปกรณ์ทำกิจกรรมการเรียนรู้ มีเหตุผลในการเลือกใช้ วัสดุ อุปกรณ์ หมั่นแสวงหาความรู้เพื่อให้เกิดความรอบรู้ในการทำกิจกรรม ฝึกฝนตนเอง ให้มีความรอบคอบและระมัดระวัง โดยใช้สติปัญญาในการทำงาน การดำเนินชีวิต และเน้นให้ผู้เรียน มีคุณธรรม จริยธรรม มีความอดทน ขยันหมั่นเพียร มีความซื่อสัตย์สุจริต ไม่เบียดเบียนผู้อื่น และช่วยเหลือซึ่งกันและกันทำกิจกรรม ส่งผลให้ในภาพรวม ของการจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพ ดังคำตอบจากการสัมภาษณ์นักเรียน ดังนี้

“ หนูชอบการเรียนรู้แบบนี้มากค่ะ เพราะได้ลงมือทำกิจกรรม และได้
ออกแบบแก้ปัญหาต่าง ๆ ทำให้รู้สึกตื่นเต้น ได้ฝึกทำงานเป็นกลุ่ม ได้พูดคุยกับเพื่อนมาก
ยิ่งขึ้น และช่วยกันแก้ปัญหาจากสถานการณ์ต่าง ๆ ”

“ รู้สึกชอบครับ เพราะทำให้ผมรู้สึกว่าการเรียนวิทยาศาสตร์เป็นเรื่อง
ที่สนุก ไม่น่าเบื่อ และยังได้ทำการทดลอง ออกแบบแก้ปัญหา และฝึกการนำเสนอผลงาน
ทำให้กล้าคิด กล้าพูด กล้าแสดงออกมากยิ่งขึ้นครับ ”

“รู้สึกสนุกครับ เพราะไม่เคยเรียนแบบนี้มาก่อน ตอนแรกผมยังไม่ค่อย
เข้าใจในกิจกรรม แต่พอเริ่มทำกิจกรรมแบบนี้บ่อย ๆ ทำให้ผมเข้าใจในกิจกรรม เข้าใจ
เนื้อหา และทำให้สนุกกับการเรียนมากยิ่งขึ้นครับ ในแต่ละคาบเรียนวิทยาศาสตร์ก็คอยลุ้น
ว่าคาบเรียนนี้ครูจะมีกิจกรรมอะไรให้แก้ปัญหาค้างครับ จึงทำให้ผมอยากมาเรียนวิทยาศาสตร์
มาก ๆ ครับ”

บรรยากาศในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาศึกษาร่วมกับ
ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ดังภาพประกอบ 4, 5, 6, 7 และ 8



ภาพประกอบ 4 บรรยากาศในการทำกิจกรรมมหัตศวรรษ์เกลือหลากหลายสี
โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การระเหยแห้ง



ภาพประกอบ 5 บรรยายภาคในการทำกิจกรรมเครื่องประดับจากคริสตัลหลากสี
โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การตกผลึก



ภาพประกอบ 6 บรรยายภาคในการทำกิจกรรมชุดกลั่นอย่างง่ายสไตน์กวิทย์น้อย
โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การกลั่นอย่างง่าย



ภาพประกอบ 7 บรรยายภาคในการทำกิจกรรมจิตรกรน้อยผู้สร้างสรรค์
โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง โครมาโทกราฟีแบบกระดาษ



ภาพประกอบ 8 บรรยายภาคในการทำกิจกรรมมหัศจรรย์พืชให้สี
โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การสกัดด้วยตัวทำละลาย

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การแยกสาร โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง โดยผู้วิจัยได้สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะตามหัวข้อ ดังนี้

1. ความมุ่งหมายของการวิจัย
2. สมมติฐานของการวิจัย
3. ประชากร และกลุ่มตัวอย่าง
4. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
5. การเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การวิเคราะห์ข้อมูล
7. สรุปผลการวิจัย
8. อภิปรายผลการวิจัย
9. ข้อเสนอแนะ

ความมุ่งหมายของการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยกำหนดความมุ่งหมายของการวิจัยไว้ ดังนี้

1. สร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง เรื่อง การแยกสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80
2. เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การแยกสาร ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง
3. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การแยกสาร ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

4. ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง เรื่อง การแยกสาร

สมมติฐานของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งสมมติฐานการวิจัย ไว้ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง เรื่อง การแยกสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80
2. ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การแยกสาร โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การแยกสาร โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
4. ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง เรื่อง การแยกสาร อยู่ในระดับมาก

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากรในการวิจัย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนธาดุนารายณ์วิทยา
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสกลนคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563
จำนวน 14 ห้องเรียน นักเรียนทั้งหมด 571 คน

2. กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/4 โรงเรียนธาดุนารายณ์วิทยา
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสกลนคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563
จำนวน 1 ห้องเรียน นักเรียนทั้งหมด 42 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม
(Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่ม

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

แผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง เรื่อง การแยกสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 5 แผน 15 ชั่วโมง

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

2.1 แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยยึดแนวการสร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ของทอแรนซ์ (Torrance test of Creative Thinking) เป็นแบบอัตนัย จำนวน 6 ข้อ ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์โดยอาศัยภาษาเป็นสื่อ (Think Creativity with Word) จะให้คะแนนความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น

ส่วนที่ 2 แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์โดยอาศัยรูปภาพเป็นสื่อ (Think Creativity with Pictures) จะให้คะแนนความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดลออ

2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การแยกสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

2.3 แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง เรื่อง การแยกสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้แบบสอบถามเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ตามมาตราวัดแบบลิเคิร์ต (Likert) จำนวน 20 ข้อ

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง โดยทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/4 จำนวน 42 คนที่กำลังศึกษาในปีการศึกษา 2563 ภาคเรียนที่ 2 โรงเรียนธาดุนารายณ์วิทยา ได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ดำเนินการขอจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ต่อคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร เลขที่รับรองโครงการวิจัย คือ 020/2564
2. จัดทำหนังสือขอความอนุเคราะห์ในการเก็บข้อมูลจากมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ไปยังโรงเรียนธาดุนารายณ์วิทยา ซึ่งเป็นโรงเรียนกลุ่มตัวอย่าง ประสานงานกับผู้บริหารโรงเรียน เพื่อกำหนด วัน เวลา ในการทดลอง
3. ครูชี้แจงอธิบายวิธีการเรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง เรื่อง การแยกสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ให้นักเรียนเข้าใจ
4. ทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) โดยใช้แบบทดสอบวัดคิดสร้างสรรค์ จำนวน 6 ข้อ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 30 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นก่อนที่จะดำเนินการสอน
5. ดำเนินการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง เรื่อง การแยกสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยผู้วิจัยจัดการเรียนการสอนด้วยตนเอง
6. เมื่อสิ้นสุดการสอนครบทุกแผนแล้ว จึงทำการสอบหลังเรียน (Post-test) โดยใช้แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฉบับเดียวกันกับการวัดผลก่อนเรียน
7. เมื่อสิ้นสุดการสอนครบทุกแผนการจัดการเรียนรู้แล้ว จึงทำการประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง
8. ผู้วิจัยนำผลคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูล สรุปผล และอภิปรายผลต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. วิเคราะห์หาคุณภาพของเครื่องมือ

1.1 วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง เรื่อง การแยกสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยหาค่าประสิทธิภาพ E_1/E_2 เปรียบเทียบเกณฑ์ 80/80 ที่ตั้งไว้

1.2 แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง เรื่อง การแยกสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยวิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) และวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient) ตามวิธีของครอนบาค

1.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง เรื่อง การแยกสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ระหว่างคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน โดยวิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) วิเคราะห์หาค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (r) ของข้อสอบ และวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน

1.4 แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง เรื่อง การแยกสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งเป็นการตรวจสอบคุณภาพมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ตามแบบของลิเคิร์ท

2. วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทดสอบสมมติฐาน

2.1 วิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง เรื่อง การแยกสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เพื่อทดสอบสมมติฐานข้อที่ 1 โดยหาค่าประสิทธิภาพ E_1/E_2

2.2 วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนความคิดสร้างสรรค์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง เรื่อง การแยกสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เพื่อทดสอบ

สมมติฐานข้อที่ 2 โดยใช้สถิติในการทดสอบค่าที่แบบไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test for Dependent Sample)

2.3 วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง เรื่อง การแยกสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เพื่อทดสอบสมมติฐานข้อที่ 3 โดยใช้สถิติในการทดสอบค่าที่แบบไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test for Dependent Sample)

2.4 วิเคราะห์ความพึงพอใจ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เมื่อเรียน ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง เรื่อง การแยกสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เพื่อทดสอบสมมติฐานข้อที่ 4 โดยหาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และเทียบเกณฑ์ความพึงพอใจ โดยยึดเกณฑ์ตามแบบของลิเคิร์ท เป็น 5 ระดับ

สรุปผลการวิจัย

จากผลการวิจัยสามารถสรุปผลการวิจัย ได้ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง เรื่อง การแยกสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.14/80.09 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้
2. ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การแยกสาร โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การแยกสาร โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
4. ความพึงพอใจของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง เรื่อง การแยกสาร มีความพึงพอใจเฉลี่ยเท่ากับ 4.67 ซึ่งอยู่ในระดับมากที่สุด

อภิปรายผลการวิจัย

การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การแยกสาร โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ผู้วิจัยนำเสนอผลการอภิปรายดังนี้

1. ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง เรื่อง การแยกสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.14/80.09 เป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้ ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เพราะ แผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ได้ผ่านกระบวนการสร้างตามขั้นตอนอย่างมีระบบ โดยผู้วิจัยได้ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) โดยศึกษาตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ ของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และได้ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี หลักการ เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และแนวทางการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ สมรรถนะสำคัญ ทักษะกระบวนการ ความคิดสร้างสรรค์ วิธีการสอน/กิจกรรมการสอน ภาระงาน/ชิ้นงาน และเครื่องมือวัดประเมินผล จากนั้นผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ตามแบบสเต็มศึกษา โดยการบูรณาการ 5 ศาสตร์วิชา ประกอบด้วย วิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นเนื้อหาหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง การแยกสาร เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปะ และคณิตศาสตร์ ร่วมบูรณาการแบบสอดคล้องเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์เป็นหลัก เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญและการได้ลงมือปฏิบัติจริง ซึ่งสอดคล้องกับบุญนุษ ลิขิตาจารย์ และชนบพร แสงวณิช (2561, หน้า 776) ได้กล่าวว่า การสอนแบบสเต็มศึกษามีความสอดคล้องกับทฤษฎีความรู้สร้างสรรค์ (Constructionism) ที่เชื่อว่าผู้เรียนจะสามารถสร้างความรู้ได้หากมีโอกาสได้เรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติ (Learning by Doing) อีกทั้งในกิจกรรมการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา ผู้วิจัยได้นำปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงมาบูรณาการร่วมในการจัดการเรียนรู้ ทำให้นักเรียนมีความพอประมาณในการดำเนินชีวิต ตัดสินใจบนพื้นฐานของเหตุผล มีความรอบคอบระมัดระวัง มีภูมิคุ้มกันในตัวที่ดี ใช้สติปัญญาในการทำงาน การเรียน การดำเนินชีวิต และฝึกให้ผู้เรียนมีคุณธรรม จริยธรรม มีความอดทน ขยันหมั่นเพียร มีความซื่อสัตย์สุจริต ไม่เบียดเบียนผู้อื่น และช่วยเหลือซึ่งกันและกัน โดยขั้นตอนการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ มีการตรวจสอบ

ปรับปรุง แก้ไข ตามข้อเสนอแนะของคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ จากนั้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความเหมาะสม และประเมินคุณภาพ ซึ่งผลการประเมินคุณภาพ แผนการจัดการเรียนรู้ ทั้ง 5 แผน สำหรับผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.00 แสดงให้เห็นว่าแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นอยู่ในเกณฑ์ที่มีความเหมาะสมมากที่สุด จากนั้นดำเนินการขอรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ต่อคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร เลขที่รับรองโครงการวิจัย คือ 020/2564

นำเครื่องมือการวิจัยที่ผ่านการรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ ไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของเนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ เวลาที่ใช้สอน แบบทดสอบ วิธีการวัดและประเมินผลใบกิจกรรม เพื่อปรับปรุงแก้ไข ให้แผนการจัดการเรียนรู้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ก่อนนำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างจริง ซึ่งจากกระบวนการดังกล่าวนี้ ทำให้เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมีคุณภาพ อีกทั้งรูปแบบของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง ผ่านขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยเริ่มจากการวิเคราะห์ปัญหาจากสถานการณ์ในกิจกรรม และรวบรวมข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา นำมาสรุปเป็นองค์ความรู้เพื่อใช้ในการออกแบบแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ จนนำไปสู่การสร้างชิ้นงานในกิจกรรม ส่งผลให้นักเรียนเกิดความภูมิใจในผลงานของตนเอง มีความสุขสนุกสนาน เกิดความท้าทายในการเรียน นักเรียนมีความตั้งใจและใส่ใจในการเรียน การทำกิจกรรม และการสร้างสรรค์ผลงาน ชิ้นงาน ทำให้นักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงมีคะแนนเฉลี่ยจากการทำใบกิจกรรม ชิ้นงาน และแบบทดสอบหลังเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ (E_1) และคะแนนแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (E_2) มีประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของจารีพร ผลมูล, สุนีส์ เหมาะประสิทธิ์ และเกริก คักดีสุภาพ (2558, หน้า 6) ได้ศึกษาการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้บูรณาการสเต็มสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า ประสิทธิภาพของหน่วยการเรียนรู้บูรณาการสเต็ม มีค่าเท่ากับ 81.65/78.33 เป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 ทั้งนี้เพราะกิจกรรมการเรียนรู้บูรณาการแบบสเต็มเปิดโอกาสให้นักเรียนมีอิสระในการสร้างสรรค์ผลงาน โดยนำความรู้เดิมผสมกับความรู้ใหม่ ปรับปรุงหรือประดิษฐ์ชิ้นงาน ทำให้นักเรียนเกิดความคิดรวบยอด และเข้าใจเนื้อหาได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งการเพิ่มศิลปะ

เข้าไปช่วยให้การเรียนวิทยาศาสตร์เกิดการเชื่อมโยงความรู้และเข้าใจเนื้อหา ส่งผลให้นักเรียนเกิดความคงทนในการเรียนวิทยาศาสตร์มากขึ้น และสอดคล้องกับสิริยาพร พลเล็ก, อรุณรัตน์ คำแหงพล และกุลวดี สุวรรณไตรย์ (2564, หน้า 219) ได้ศึกษาการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการนำปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง มาบูรณาการร่วมกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา พบว่า ประสิทธิภาพแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง มีประสิทธิภาพเท่ากับ 82.86/80.46 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 75/75 ที่กำหนดไว้

2. ผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ก่อนเรียนและหลังเรียน

เรื่อง การแยกสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง พบว่า ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน มีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน เท่ากับ 65.74 และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน เท่ากับ 79.02 แสดงว่า ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เพราะ การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง โดยการบูรณาการความรู้จากศาสตร์วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปะ และคณิตศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหา โดยผ่านขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 6 ขั้น ซึ่งเริ่มจากขั้นที่ 1 ระบุปัญหา ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา โดยมีจุดเน้นตามปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ด้านความพอประมาณ ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา ขั้นที่ 5 ทดสอบประเมินผล และปรับปรุงแก้ไข โดยมีจุดเน้นตามปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ด้านความมีเหตุผล และขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา หรือชิ้นงาน โดยมีจุดเน้นตามปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ด้านความมีภูมิคุ้มกันในตัวที่ดี โดยในขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่ฝึกให้ผู้เรียนได้พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ คือ ขั้นที่ 3 การออกแบบวิธีการแก้ปัญหา โดยมีจุดเน้นตามปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ด้านความพอประมาณ นักเรียนจะได้ฝึกความคิดสร้างสรรค์โดยการออกแบบ ร่างแบบชิ้นงานเพื่อใช้แก้ปัญหา ซึ่งศิลปะจะช่วยให้นักเรียนออกแบบ ร่างแบบชิ้นงานได้อย่างเป็นรูปธรรมและสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น โดยคำนึงถึงความพอประมาณในการเลือกใช้วัสดุ อุปกรณ์ที่จำเป็น มาใช้ในการออกแบบสร้างชิ้นงานอย่างสร้างสรรค์ ซึ่งในขั้นตอนการร่างแบบชิ้นงาน นักเรียนจะได้ฝึกความคิดริเริ่มและความคิดละเอียดลออในการออกแบบ ร่างแบบให้มีความแปลกใหม่

และมีความละเอียดลออในแบบร่างชิ้นงาน อีกทั้งนักเรียนยังได้ฝึกความคิดยืดหยุ่น ในการเลือกใช้วัสดุ อุปกรณ์ทดแทนในการสร้างชิ้นงาน และความคิดคล่องแคล่วในการคิด พิจารณาข้อดี ข้อเสีย ประโยชน์จากชิ้นงานที่สร้างขึ้นให้ได้คำตอบมากที่สุด อีกทั้งนักเรียน ยังได้ฝึกความคิดสร้างสรรค์อย่างต่อเนื่อง ในขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา ซึ่งในขั้นนี้นักเรียนจะได้วางแผนและลงมือสร้างชิ้นงาน ตามแบบร่างที่ได้ออกแบบไว้ ซึ่งนักเรียนจะได้ฝึกความคิดสร้างสรรค์ ด้านความคิดละเอียดลออ โดยการนำวัสดุ อุปกรณ์ตามรายการที่ได้เลือกใช้แบบร่าง มาสร้างเป็นชิ้นงานเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา ในกิจกรรม โดยชิ้นงานที่สร้างขึ้นจะต้องมีความละเอียดลออความสมบูรณ์ตาม รายละเอียดของแบบร่างที่ได้ออกแบบไว้ และนักเรียนได้ฝึกความคิดสร้างสรรค์ ในขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไข โดยมีจุดเน้นตามปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ด้านความมีเหตุผล ในขั้นนี้นักเรียนจะได้ฝึกความคิดสร้างสรรค์ ด้านความคิดยืดหยุ่น ในการปรับปรุงแก้ไขชิ้นงาน หากผลการทดสอบไม่เป็นไปตามวัตถุประสงค์ หรือเงื่อนไข ที่กำหนดไว้ในกิจกรรม โดยนักเรียนจะได้ฝึกความคิดยืดหยุ่นในการเลือกใช้วัสดุ อุปกรณ์ ที่เหมาะสม มาใช้ทดแทนเพื่อปรับปรุงแก้ไขชิ้นงานให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ให้เป็นไป ตามวัตถุประสงค์หรือเงื่อนไขที่กำหนดไว้ โดยคำถึงจุดเน้นตามปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ด้านความมีเหตุผลในการปรับปรุง แก้ไข และเลือกใช้วัสดุ อุปกรณ์ทดแทนที่เหมาะสม ซึ่งจากขั้นตอนการจัดการเรียนรู้เหล่านี้ ทำให้นักเรียนได้รับการฝึกความคิดสร้างสรรค์ ในกิจกรรมการเรียนรู้อย่างต่อเนื่องส่งผลให้นักเรียนมีการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์สูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับบุญยง สุขธำมาสน์ และชนบทพร แสงวณิช (2561, หน้า 776) และสมรักษ์ อินทวิมลศรี (2562, หน้า 424) ได้กล่าวว่า การนำศิลปะเข้ามาเป็นส่วนหนึ่ง ในการจัดการเรียนการสอนร่วมกับวิชาอื่น ทำให้การจัดการเรียนการสอนนั้นมีประสิทธิภาพ ผู้เรียนได้นำความรู้จากการศึกษามาสู่การสร้างสรรค์ผลงานในรูปแบบต่าง ๆ เกิดความ เข้าใจในการเรียนรู้ผ่านการลงมือปฏิบัติ ซึ่งศิลปะจะช่วยให้ผู้เรียนได้ฝึกเผชิญสถานการณ์ แก้ปัญหา สามารถแสดงความคิดเห็นและถ่ายทอดออกมาเป็นรูปธรรมที่ชัดเจน และการ นำกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนสามารถช่วยให้นักเรียนได้เข้าใจถึงการทำงานอย่างเป็นขั้นตอน รู้จักการวางแผน เข้าใจถึงกระบวนการ ในการสร้างชิ้นงาน ซึ่งในการทำงานของวิศวกรจำเป็นต้องมีการวางแผน ทดสอบปรับปรุง แก้ไข ค้นหาแนวทางที่หลากหลายเพื่อทดสอบหาแนวทางในการสร้างชิ้นงานได้อย่าง เหมาะสม และสอดคล้องกับจารีพร ผลมูล, สุนีย์ เหมะประสิทธิ์ และเกริก ศักดิ์สุภาพ

(2558, หน้า 2) ได้กล่าวว่า การสอนด้วยแนวคิดสเต็มศึกษาจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ และเข้าใจเนื้อหาในระดับลึกได้อย่างครอบคลุม ด้วยการถ่ายทอดทางจินตนาการเพื่อนำไปสู่การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ คิดค้นประดิษฐ์สิ่งใหม่ที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้จริง ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดสอบเปรียบเทียบระดับความคิดสร้างสรรค์ที่ผู้วิจัยได้ทดสอบเปรียบเทียบระดับความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ตามเกณฑ์ประเมินระดับความคิดสร้างสรรค์ พบว่า ระดับความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนก่อนเรียนอยู่ในระดับปานกลาง และเมื่อหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ทำให้นักเรียนมีการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ไปสู่ระดับความคิดสร้างสรรค์ที่สูง อีกทั้งในผลการทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ก่อนเรียนและหลังเรียน ยังแสดงถึงองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ที่ได้รับการพัฒนา พบว่า คะแนนความคิดสร้างสรรค์ในองค์ประกอบด้านความคิดคล่องแคล่วก่อนเรียนและหลังเรียน มีการพัฒนาเพิ่มขึ้นสูงกว่าทุกองค์ประกอบ ทั้งนี้เพราะการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง เป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนมีอิสระในการคิดในการสร้างสรรค์ผลงาน บรรยายภาคในการจัดการเรียนการสอนเป็นบรรยายภาคที่ผ่อนคลายไม่ตึงเครียด ทำให้นักเรียนมีอิสระในการคิด กล้าคิด กล้าตอบ และในกิจกรรมนักเรียนยังได้รับการฝึกคิดอย่างมีเหตุมีผลอย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้ความคิดสร้างสรรค์ในด้านความคิดคล่องแคล่วเด่นชัดกว่าทุกองค์ประกอบ สอดคล้องกับผลการศึกษาของ ภิญญิณ วรชทอง, สมเสมอ ทักษิณ และทัศนัย สูงใหญ่ (2563, หน้า 163) ได้ศึกษาการพัฒนาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ด้วยการจัดการเรียนรู้บูรณาการสเต็มศึกษาสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ในโรงเรียนประถมศึกษาขนาดเล็ก พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยการคิดสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 อีกทั้งยังสอดคล้องกับพัตมาอัสไวน์ ตาเย๊ะ, ณัฐนิ โมพันธ์ และมัยดี แวดราแม (2560, หน้า 12) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสเต็มศึกษาที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์จากการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 พบว่า นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์หลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง การแยกสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา ร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน มีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 16.69 และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน เท่ากับ 25.10 แสดงว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เพราะ การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับ ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรม ด้วยตนเองจากการใช้สื่อการเรียนการสอน ซึ่งได้แก่ วัสดุอุปกรณ์การทดลอง ทางวิทยาศาสตร์ จะช่วยให้ผู้เรียนถ่ายถอดเนื้อหาและประสบการณ์ที่สลับซับซ้อน และเข้าใจเนื้อหาได้รวดเร็วขึ้น รูปภาพ วิดีโอต่าง ๆ และวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้แก้ปัญหา ในกิจกรรม ซึ่งช่วยสร้างความสนใจ และกระตุ้นให้นักเรียนมีการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง อีกทั้งในขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ในขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา นักเรียนจะได้ศึกษาค้นคว้า หาความรู้จากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เพื่อนำมาวิเคราะห์และสรุปเป็นองค์ความรู้ และนำองค์ความรู้ที่ได้มาใช้ในการออกแบบแก้ปัญหาในกิจกรรม ทำให้นักเรียนเกิดความ เข้าใจในเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์มากยิ่งขึ้น และในขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา หรือชิ้นงาน โดยมีจุดเน้นตามปรัชญาเศรษฐกิจ พอเพียง ด้านความมีภูมิคุ้มกันในตัวที่ดี ซึ่งในขั้นตอนนี้นักเรียนจะได้นำเสนอวิธีการ แก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา โดยเริ่มตั้งแต่ขั้นตอนการระบุปัญหาจากสถานการณ์ปัญหา ที่เกิดขึ้น จนนำไปสู่การสร้างชิ้นงานเพื่อใช้แก้ปัญหา ซึ่งนักเรียนจะได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ ประสบการณ์จากการทำกิจกรรมของแต่ละกลุ่ม และร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับเนื้อหา ที่เรียน ทำให้นักเรียนได้ทบทวนเนื้อหาและได้องค์ความรู้ที่หลากหลายจากการร่วมกัน อภิปรายในห้องเรียน โดยมีจุดเน้นตามปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ด้านความมีภูมิคุ้มกัน ในตัวที่ดี คือ การใช้ความรู้ เหตุผลในการคิดพิจารณาอย่างรอบคอบ รอบด้าน ก่อนการ ตัดสินใจ ส่งผลให้นักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนมากยิ่งขึ้น โดยสอดคล้อง กับบุญยง สุข สิทธาจารย์ และชนบทพร แสงวงนิช (2561, หน้า 775) ได้กล่าวว่า สเต็มศึกษา เป็นการนำความรู้ ทักษะ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปะ และคณิตศาสตร์มาใช้ในการสร้างชิ้นงาน สอดคล้องกับทฤษฎีความรู้สร้างสรรค์ (Constructionism) ที่เชื่อว่า ผู้เรียนสามารถสร้างความรู้ได้ดีหากนำความรู้มาใช้ในการ

สร้างสรรค์ชิ้นงานด้วยสื่อ เทคโนโลยี วัสดุ และอุปกรณ์ที่เหมาะสม การจัดการเรียนรู้แบบสตีมศึกษา ทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้ความเข้าใจ ผ่านขั้นตอนและกระบวนการปฏิบัติจริง ควบคู่ไปกับการพัฒนาทักษะทางการคิด การตั้งคำถาม การสำรวจ การแก้ไข และตรวจสอบปัญหา รวมไปถึงการใช้ข้อมูลในการวิเคราะห์และสังเคราะห์ (สุภัค โอฬารพิริยกุล, 2562, หน้า 4-5) และสอดคล้องกับปรัชญาภรณ์ จันทร์ทอง (2562, หน้า 128) ได้กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้สตีมในบทเรียน นักเรียนจะได้วางแผน ลงมือทำ ลงมือแก้ปัญหา ทดลองอุปกรณ์ทำงาน ศึกษาหาความรู้จากแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย นำมาสรุปและนำเสนอ เพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้กัน ซึ่งการค้นคว้าหาความรู้ด้วยการลงมือทำด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนได้เกิดองค์ความรู้ และทบทวนเนื้อหาวิชาที่เรียนด้วยตนเอง ส่งผลให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ มีความสุขกับการเรียนรู้ ผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ และเจริญพร ผลมูล, สุนีส์ เหมาะประสิทธิ์ และเกริก คักดีสุภาพ (2558, หน้า 2) ได้กล่าวว่า โครงสร้างของการบูรณาการสตีมศึกษา เพิ่มศิลปะ (Arts) เข้าไป เพื่อให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ได้ง่ายและเข้าใจในเนื้อหาในระดับลึกได้อย่างครอบคลุม และยังช่วยในการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ที่เน้นการคิดเชิงวิชาการกับศิลปศาสตร์ที่เน้นการคิดเชิงสร้างสรรค์ ทำให้นักเรียนเชื่อมโยงความคิดได้อย่างมีเหตุผล และนำไปสู่ความคงทนในการเรียนรู้ ส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน สอดคล้องกับภิญโญ วงษ์ทอง (2562, หน้า 102) ได้ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้บูรณาการ STEAM Education ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และมีค่าดัชนีประสิทธิผลของคะแนนวิทยาศาสตร์ที่แสดงความก้าวหน้าทางการเรียนรู้เพิ่มขึ้นร้อยละ 60 อีกทั้งสอดคล้องการศึกษาของชนิตา ปานรอด, พินดา วราสุนันท์ และสุนทรภรณ์ อุณวรรณธรรม (2563, หน้า 39) ได้ศึกษาการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสตีมศึกษาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนรู้ผ่านการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสตีมศึกษา เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การแยกสาร พบว่า ความพึงพอใจของนักเรียนในภาพรวมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.67 อยู่ในระดับมากที่สุด เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เพราะ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง นักเรียนมีอิสระในการคิด การวางแผน การออกแบบแก้ปัญหา จนนำไปสู่การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และนักเรียนยังได้ทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม ร่วมกันสร้างผลงาน พัฒนาผลงานในกลุ่ม ส่งผลให้เกิดความภูมิใจในผลงาน มีความสุข สนุกสนาน เกิดความท้าทายในการคิดแก้ปัญหา และยังเป็นการส่งเสริมทักษะในการสื่อสารและความร่วมมือในการทำงาน ได้เป็นอย่างดี ซึ่งสอดคล้องกับผลการประเมินความพึงพอใจของนักเรียน พบว่า ด้านที่นักเรียนมีความพึงพอใจมากที่สุด คือ ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.75 เนื่องจากรูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้ทำให้นักเรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง กิจกรรมส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกความคิดสร้างสรรค์ ฝึกแก้ปัญหา และฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ อีกทั้งจากผลการสัมภาษณ์นักเรียน พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจในกิจกรรมการเรียนรู้ เนื่องจากนักเรียนได้ลงมือทำกิจกรรม ได้ออกแบบแก้ปัญหาต่าง ๆ ทำให้นักเรียนรู้สึกตื่นเต้นในการเรียน ได้ทำงานเป็นกลุ่ม ได้ปรึกษาพูดคุยกับเพื่อนในกลุ่มเพื่อแก้ปัญหาในกิจกรรม ทำให้สนุก ไม่น่าเบื่อ และในกิจกรรมยังฝึกให้นักเรียนได้นำเสนอผลงาน ทำให้นักเรียนกล้าคิด กล้าพูด กล้าแสดงออกมากยิ่งขึ้น อีกทั้งจากผลการสัมภาษณ์นักเรียนยังพบว่า นักเรียนยังไม่เคยได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในรูปแบบนี้มาก่อน และเมื่อนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง จึงทำให้นักเรียนมีความพึงพอใจในกิจกรรมการเรียนรู้ในระดับมากที่สุด และรู้สึกชอบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์มากยิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของภิญโญ วงษ์ทอง, สมเสมอ ทักษิณ และทัศนัย สูงใหญ่ (2563, หน้า 167) ได้ศึกษาเกี่ยวกับความพึงพอใจของผู้เรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้บูรณาการสเต็มศึกษา จากผลการศึกษาพบว่า ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้บูรณาการสเต็มศึกษาอยู่ในระดับมาก และได้รายงานผลจากการสัมภาษณ์นักเรียนว่า นักเรียนมีความสุขและสนุกสนานจากการทำกิจกรรม ได้วางแผนการทำงานร่วมกับเพื่อน ๆ ได้ทดลองปฏิบัติ ทำให้นักเรียนเกิดความภาคภูมิใจในผลงาน

ของตนเอง และผลการศึกษาของชนิตา ปานรอด, พินดา วราสุนันท์ และสุนทราภรณ์ อุ๋นวรรณธรรม ได้ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสเต็มศึกษา เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจในภาพรวมอยู่ในระดับมาก และผลการประเมินความพึงพอใจของนักเรียน มีความเห็นตรงกันว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสเต็มศึกษาทำให้บรรยากาศในการเรียนการสอนผ่อนคลาย และไม่เครียดอีกทั้งยังสอดคล้องกับการศึกษาของฟัตมาอัสน์ไวณี ตาเย๊ะ, ณัฐณี โมพันธ์ และมัสดี แวดราแม (2558, หน้า 12) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสเต็มศึกษาที่มีต่อความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสเต็มศึกษาโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

1.1 ก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ผู้สอนควรมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการหลักการและขั้นตอนการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงเป็นอย่างดี รวมถึงผู้สอนควรวางแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้สอดคล้องและเหมาะสมกับปัจจัยต่าง ๆ เช่น สถานที่ วัสดุ อุปกรณ์ สื่อการเรียนรู้ สภาพแวดล้อม และสภาพสังคม เพื่อให้การจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

1.2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ในขั้นตอนการระบุปัญหานั้นว่าเป็นขั้นตอนที่สำคัญ ซึ่งนักเรียนจะต้องมองเห็นถึงปัญหา และความสำคัญของปัญหา โดยปัญหานั้นจะต้องเป็นปัญหาที่ใกล้ตัวนักเรียนและเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในสังคม อันจะนำมาซึ่งแนวทางในการแก้ปัญหา

1.3 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง เป็นกิจกรรมที่นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง ในแต่ละขั้นตอนมีกิจกรรมที่ต้องใช้เวลามาก ผู้สอนอาจจะต้องยืดหยุ่นเวลาตามความเหมาะสม และให้สอดคล้องกับเวลาตามแผนที่กำหนด

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการศึกษาการพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงกับนักเรียนในระดับชั้นอื่น ๆ หรือหน่วยการเรียนรู้อื่น ๆ หรือใช้กับกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม ที่มีความเหมือนกันเพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์

2.2 ควรมีการศึกษาวิจัยเปรียบเทียบการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติหรือการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีอื่น ๆ

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กนกภรณ์ เทลิทโชติ. (2560). ปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับ ชั้น
ประถมศึกษาปีที่ 6 ในโรงเรียนขนาดเล็ก สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา
ประถมศึกษาสระแก้ว เขต 1. วิทยานิพนธ์ รป.ม. ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.
- กมล โพธิเย็น. (2562). ความคิดสร้างสรรค์ : พรสวรรค์ที่ครูควรสรรค์สร้างให้ผู้เรียน.
วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร, 17(1), 9-27.
- กมลพรรณ พยับ. (2557). การเพิ่มประสิทธิภาพในการจัด Layout กรณีศึกษา บริษัทพลาสติก
AAA อนาคตดี จำกัด. การศึกษาอิสระ บธ.ม. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย.
- กรมวิชาการ. (2535). *ความคิดสร้างสรรค์*. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการ.
- _____. (2554). *ความคิดสร้างสรรค์*. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการ.
- กรองทอง จุริรัชนิกร, ธนิศ คุณเมธิกุล และขวัญศิริ เจริญทรัพย์. (2557). การพัฒนาทักษะ
การใช้ความคิดสร้างสรรค์ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้กับนักศึกษา
ครุศาสตร์ ชั้นปีที่ 3 มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี จังหวัดจันทบุรี. *วารสารปาริชาติ*
มหาวิทยาลัยทักษิณ, 31(3), 1-13.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*.
กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- _____. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์*
(ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช
2551. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- _____. (2560). *แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560-2579*. กรุงเทพฯ: บริษัท 프리ทวอน
กราฟฟิค จำกัด.
- บุญชูรี คำชาย. (2540). *จิตวิทยาการเรียนการสอน*. กรุงเทพฯ: 9119 เทคนิคพรินติ้ง.
- จันทิมา เมฆประโคน. (2555). *การศึกษามูลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจในการ*
เรียนวิชาศิลปะ เรื่อง การสร้างสรรค์จากเศษวัสดุ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT. ปริญญาานิพนธ์ กศม. กรุงเทพฯ:
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

- จารีพร ผลมูล, สนิย์ เหมะประสิทธิ์ และเกริก คักดีสุภาพ. (2558). การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้บูรณาการแบบ STEAM สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 : กรณีศึกษาชุมชนวังตะกอก จังหวัดชุมพร. วารสารวิจัย มข. (ฉบับบัณฑิตศึกษา) สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์, 3(2), 1-13.
- จิรภา นุชทองม่วง. (2558). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เรื่องการหาพื้นที่โดยใช้กระดานตะปู ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ในระดับประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสว่างวิทยา. วิทยานิพนธ์ วท.ม. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- จิรายุ อิศรางกูร ณ อยุธยา และปริญญช พิบูลสรารุณ. (2553). ตามรอยพ่อ ชีวิตพอเพียง...สู่การพัฒนาที่ยั่งยืน. (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: บริษัทศูนย์การพิมพ์เพชรรุ่ง จำกัด.
- เจนจิรา สันติโพบูลย์. (2561). การจัดกิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิด STEAM ร่วมกับการสอนเชิงผลิตภาพ เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการและความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงาน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- ฉลองชัย สุรวัฒนบุรณ. (2546). เทคโนโลยีเทคนิคศึกษา. กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- ฉัตรทราบดี บุญถนอม และอรพรรณ บุตรกัตัญญ. (2558). การจัดประสบการณ์บูรณาการการเรียนรู้สเต็มศึกษาโดยการใช้วรรณกรรมเป็นฐานเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของเด็กปฐมวัย. วารสารศึกษาศาสตร์ปริทัศน์, 30(3), 186-195.
- ชนิดา ทาระเนตร์. (2560). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เรื่องความน่าจะเป็น โดยการจัดการเรียนการสอนเน้นกระบวนการกลุ่ม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสา จังหวัดน่าน. วิทยานิพนธ์ วท.ม. ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.
- ชนิดา ปานรอด, พินดา วราสุนันท์ และสุนทราภรณ์ อุ่ณวรรณธรรม. (2563). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสเต็มศึกษาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วารสารศาสตร์การศึกษาและการพัฒนามนุษย์, 4(1), 28-43.

- ชเนษฎ์ วิชาศิลป์, ภาณุพัฒน์ ชัยวร และฉัตรชัย เครืออินทร์. (2561). *การสร้างและพัฒนา
นวัตกรรมการสอนวิชาฟิสิกส์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลายเพื่อยกระดับสมรรถนะใน
การเรียนรู้ โดยมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่. โครงการวิจัยสำนักงานคณะกรรมการ
วิจัยแห่งชาติ (วช.) : มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่.*
- ชวาล แพร์ตกุล. (2552). *เทคนิคการวัดผล*. กรุงเทพฯ: วัฒนาพานิช.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2556). การทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอน. *วารสารศิลปการ
ศึกษาศาสตร์วิจัย*, 5(1), 1-20.
- ดนัย งามมานะ. (2537). *ความคิดสร้างสรรค์*. สกลนคร: วิทยาลัยครูสกลนคร.
- ทิตนา แหมมณี. (2554). *ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มี
ประสิทธิภาพ*. (พิมพ์ครั้งที่ 14). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- _____. (2558). *ถอดรหัสปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงสู่การสอนกระบวนการคิด*.
(พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ธารทิพย์ ขั้วนา และขวัญชัย ขั้วนา. (2561). การจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์
เชิงผลิตภาพทางการศึกษา : สู่ยุคการศึกษาไทยแลนด์ 4.0. *วารสารสถาบันวิจัยและ
พัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม*, 5(2), 325-342.
- ธีรพงษ์ เทศชวน และจิตตริ พละกุล. (2564). การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามวัฏจักร
การเรียนรู้แบบ 5 ขั้น เรื่อง การแยกสาร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.
วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ, 15(2), 95-108.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2545). *การวิจัยเบื้องต้น*. (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ: สุริยวิสาสน์.
- _____. (2546). *การพัฒนาหลักสูตรและการวิจัยเกี่ยวกับหลักสูตร*. กรุงเทพฯ: สุริยวิสาสน์.
- บุญนุช ลิทธารจารย์. (2560). *การพัฒนาชุดการสอนศิลปะตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อ
ส่งเสริมกระบวนการสร้างสรรค์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5*. วิทยานิพนธ์
ค.ม. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- บุญนุช ลิทธารจารย์ และชนวนพร แสงวณิช. (2561). *แนวทางการสอนศิลปะตามแนวคิด
สะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมกระบวนการสร้างสรรค์สำหรับนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 5*.
Veridian E-Journal, Silpakorn University, 11(2), 763-780.

- ประภากร พรหมโสภา. (2556). การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้เน้นการทำโครงงาน
สอตนหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง วิชาประวัติศาสตร์ท้องถิ่น ชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ ค.ม. สกลนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.
- ปราณี กุลมิน. (2560). การพัฒนาชุดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ร่วมกับการสอนแบบ
ไตรสิกขาเพื่อส่งผลต่อการคิดวิเคราะห์ คิดสร้างสรรค์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ ค.ม. สกลนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏ
สกลนคร.
- ปริญญา พวงจันทร์. (2556). การศึกษาความคิดสร้างสรรค์ในการทำโครงงาน
เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างราชอาณาจักรไทยกับสาธารณรัฐอินโดนีเซียของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานสำหรับโรงเรียนคู่พัฒนา
ไทย-อินโดนีเซีย. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- ปรียา โคตรสาลี. (2562). การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับ
ผังกราฟิก. วิทยานิพนธ์ ค.ม. สกลนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.
- ปรียา สมพีช. (2560). ผลการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยใช้เทคนิคซินเนคติกส์. วารสาร
วิจัยราชภัฏพระนคร, 12(1), 213-222.
- เพ็ญ กิจระการ. (2544). การวิเคราะห์ประสิทธิภาพสื่อและเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา (E_1E_2).
วารสารการวัดผลการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 7, 44-52.
- พรสวรรค์ วงศ์ตาธรรม. (2558). การคิดแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ทักษะการคิดในศตวรรษที่ 21.
วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 38(2), 111-121.
- พัชรียา แก่นสา. (2555). ความพึงพอใจของผู้ปกครองที่มีการจัดการศึกษาระดับปฐมวัย
ในโรงเรียนกลุ่มเครือข่ายตำบลวังทอง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา
ประถมศึกษาสระแก้ว เขต 1. งานนิพนธ์ ศษ.ม. ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.
- พิชิต ฤทธิ์จัญญ. (2553). หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา. กรุงเทพฯ: บริษัท เข้าท ออฟ
เคอร์มิสท์ จำกัด.
- เพลินพิศ ธรรมรัตน์. (2542). การประเมินผลการเรียน. สกลนคร: สถาบันราชภัฏสกลนคร.

- พัฒมาอัสไวณี ตาเย๊ะ, ณัฐณี โมพันธ์ และมัชดี แวดราแม. (2560). ผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. *วารสารมหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์*, 4(2), 1-14.
- ภิญโญ วงษ์ทอง. (2562). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้บูรณาการ STEAM Education ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. *วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม เพื่อการเรียนรู้*, 10(1), 94-112.
- ภิญโญ วงษ์ทอง, สมเสมอ ทักษิณ และทัศนัย สูงใหญ่. (2563). การพัฒนาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ด้วยการจัดการเรียนรู้บูรณาการสะเต็มศึกษาสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ในโรงเรียนประถมศึกษาขนาดเล็ก. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม*, 14(3), 151-130.
- มนตรี สังข์ทอง, ประภาส กลับนวล, วรณภรณ์ สุหนต์, อเนก พุทธิเดช และจินดาพร คงเดช. (2556). ความพึงพอใจของนักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล สุวรรณภูมิที่มีต่อการเรียนการสอนปรับพื้นฐานวิชาคณิตศาสตร์. *วารสารสมาคมนักวิจัย*, 18(3), 67-79.
- มัสยา บัวผัน, สิริวรรณ จรัสวีวัฒน์ และอาพันธ์ชนิต เจนจิต. (2563). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนความคิดสร้างสรรค์ และเจตคติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. *วารสารครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย*, 48(2), 203-224.
- มีนกาญจน์ แจ่มพงษ์. (2559). *การพัฒนาชุดฝึกทักษะสเต็มศึกษาเพื่อการสร้างสรรค์ชิ้นงานเรื่องพลังงานรอบตัวเรา*. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม ปทุมธานี : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.
- มีนกาญจน์ แจ่มพงษ์ และนพดล พรามณี. (2560). การพัฒนาชุดฝึกทักษะแบบสเต็มศึกษาโดยการสร้างสรรค์ชิ้นงาน เรื่อง พลังงานรอบตัวเรา. *วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย*, 7(3), 81-92.

- รัชฎาภรณ์ จันทร์ทอง. (2562). การใช้ STEAM Education พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. *วารสารพัฒนศิลป์วิชาการ*, 3(1), 115-130.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2540). *สถิติวิทยาทางการวิจัย*. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- ละมัย เหลือพล. (2560). ความพึงพอใจของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียต่อการจัดการศึกษาตามกรอบมาตรฐานระดับปฐมวัยในโรงเรียน สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสกลนคร เขต 1. วิทยานิพนธ์ ค.ม. สกลนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.
- เลิศนารี รอดกำเนิด และชลธิป สมานิติ. (2559). ผลการจัดประสบการณ์แบบโครงการโดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษาผสานการใช้แหล่งเรียนรู้ในท้องถิ่นจังหวัดสมุทรสงครามที่มีต่อความเข้าใจในทัศนทางวิทยาศาสตร์ของเด็กปฐมวัย. *วารสารศึกษาศาสตร์ปริทัศน์*, 31(1), 39-100.
- วชิ ปัญญาใส. (2556). เทคนิคและวิธีการส่งเสริมให้เกิดความคิดสร้างสรรค์. *วารสารครูศาสตร์*, 11(1), 31-48.
- วันเพ็ญ จันท์เจริญ. (2544). *ทักษะและเทคนิคการสอน*. สกลนคร: สถาบันราชภัฏสกลนคร.
- วาโร เพ็งสวัสดิ์. (2551). *วิธีวิทยาการวิจัย*. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- วิชชุดา คัมภีร์เวช. (2556). ความพึงพอใจของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีต่อการจัดการสถานศึกษาของโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาในเขตกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ วท.ม. กรุงเทพฯ: สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์.
- วิมาน วิชวารีย์. (2560). การพัฒนาความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง เรื่อง ดิน หิน แร่ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ ค.ม. สกลนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.
- วิริยะ ฤาชัยพาณิชย์. (2558). การสอนแบบสร้างสรรค์. *วารสารนวัตกรรมการเรียนรู้*, 1(2), 23-37.
- วิสูตร โพธิ์เงิน. (2560). STEAM ศิลปะเพื่อสะเต็มศึกษา: การพัฒนาการรับรู้ความสามารถและแรงบันดาลใจให้เด็ก. *วารสารครูศาสตร์*, 45(1), 320-334.

ศรประภา พงษ์หัตถาศิลป์. (2557). *การบริหารสถานศึกษาตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ในโรงเรียน สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสมุทรสาคร.*

สารนิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ศิริณี กลางประพันธ์. (2560). *การพัฒนาคู่มือการสอนทักษะปฏิบัติของเดวิส ร่วมกับการ เรียนแบบร่วมมือตามหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง เพื่อเสริมสร้างวินัยในตนเอง ความคิดสร้างสรรค์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาการโปรแกรมเบื้องต้น ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนหนองสูงสามัคคีวิทยา. วิทยานิพนธ์ ค.ม.*

สกลนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.

ศิริชัย กาญจนวาสี. (2552). *ทฤษฎีการทดสอบดั้งเดิม.* กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย.

ศุภฤตา ภูระหงษ์. (2556). *การพัฒนากิจกรรมส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์โดยใช้แนวคิด ทอร์เรนซ์ผ่านงานศิลปะ เรื่อง วัฒนธรรมอาเซียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา ปีที่ 5. สารนิพนธ์ กศ.ม. พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.*

ศุภากร เจริญศิลป์. (2559). *ความพึงพอใจของผู้ปกครองนักเรียนที่มีต่อการจัดการศึกษา ระดับปฐมวัย โรงเรียนสวนป่าเขาชะอางค์ องค์การบริหารส่วนจังหวัดชลบุรี.*

งานนิพนธ์ ศษ.ม. ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.

ศูนย์ดำเนินงาน PISA แห่งชาติ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2562). *ผลการประเมิน PISA 2018 : บทสรุปสำหรับผู้บริหาร.* กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการ สอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.).

สมชาย พรหมสุวรรณ. (2560). *ความคิดสร้างสรรค์ : การสอนศิลปะสำหรับเด็ก. วารสาร มนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา, 11(1), 107-130.*

สมนึก ภัททิยธนี. (2544). *การวัดผลการศึกษา. กอฬสินธุ์: โรงพิมพ์ประสานการพิมพ์.*

_____. (2560). *การวัดผลการศึกษา. กอฬสินธุ์: โรงพิมพ์ประสานการพิมพ์.*

สมรัก อินทวิมลศรี. (2560). *ผลของการใช้แนวคิดสะเต็มศึกษาในวิชาชีววิทยาที่มีต่อความคิด สร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.*

สมร็ก อินทนิมลศรี, สกลรัตน์ แก้วดี และสิทธิพร ภัทรดิลรัตน์. (2562). ผลของการใช้แนวคิด สะเต็มศึกษาในวิชาชีววิทยาที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. *วารสารครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย*, 47(2), 410-429.

สมาน อัครภูมิ. (2558). ความคิดสร้างสรรค์และการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์. *วารสารบริหารการศึกษาบัวบัณฑิต*, 15(พิเศษ), 9-16.

สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2555). *จากปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงสู่การปฏิบัติ...กว่า 1 ทศวรรษ*. กรุงเทพฯ: บริษัท ดาวฤกษ์ คอมมูนิเคชั่นส์ จำกัด.

สิริยาพร พลเล็ก, อรุณรัตน์ คำแหงพล และกุลวดี สุวรรณไตรย์. (2564). การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง เคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง. *วารสารพัฒนาการเรียนการสอน มหาวิทยาลัยรังสิต*, 15(1), 210-224

สุชาดา เนตรฉัตรยา. (2555). *ความพึงพอใจของผู้ปกครองที่มีต่อการจัดการศึกษาปฐมวัยของโรงเรียนอนุบาลภาสิณี จังหวัดสมุทรปราการ*. วิทยานิพนธ์ ค.ม. ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.

สุนทร ภูรีปริชาเลิศ, ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์ และจุฬารัตน์ ธรรมประทีป. (2563). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนบูรณาการตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถด้านผลิตภาพสำหรับนักเรียนระดับ ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นโรงเรียนสาธิตสังกัดมหาวิทยาลัยของรัฐ. *วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้*, 11(1), 83-114.

สุนารี ศรีบุญ. (2561). *ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศิลปากร.

- สุนารี ศรีบุญ และวิสูตร โพธิ์เงิน. (2562). ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. *วารสารครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย*, 47(1), 526-543.
- สุภกิจ ไส้ทัด. (2558). *การวัดและประเมินผลการศึกษา*. นนทบุรี: บริษัท ปัญญา ปัญญา พรินติ้ง กรุ๊ป จำกัด.
- สุภัค โอฬาริยกุล. (2562). STEAM EDUCATION : นวัตกรรมการศึกษาบูรณาการสู่การจัดการเรียนรู้. *วารสารวิจัยและพัฒนาหลักสูตร*, 9(1), 1-16.
- สุเมธ ดันติเวชกุล. (2551). เศรษฐกิจพอเพียง (Sufficiency Economy). *วารสารศึกษาศาสตร์*, 19(3), 1-6.
- สุลายมาน บากา. (2558). *การสร้างบทเรียนโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6*. วิทยานิพนธ์ วท.ม. ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.
- หทัยภัทร ไกรวรรณ และปัทมาวดี เล่ห์มงคล. (2560). การจัดประสบการณ์การเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของเด็กปฐมวัย. *วารสารศึกษาศาสตร์ปริทัศน์*, 32(1), 123-133.
- เหิงยีน ถิ พู ฮ่า และสิรินาถ จงกลกลาง. (2561). การศึกษาทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย จังหวัดกาบัง ประเทศเวียดนาม. *วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยของแก่น (ฉบับบัณฑิตศึกษา) สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์*, 6(2), 14-24.
- อนุพร ทิพย์สิงห์. (2559). *การพัฒนาการคิดวิเคราะห์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่องร่างกายของเรา โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับเทคนิคหมวกหกใบของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6*. วิทยานิพนธ์ ค.ม. สกลนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.
- อารี พันธุ์มณี. (2537). *ความคิดอย่างสร้างสรรค์*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ 1412.
- _____. (2549). *ความคิดสร้างสรรค์*. กรุงเทพฯ: ข้าวฟ่าง.
- อารี รังสินนท์. (2526). *ความคิดสร้างสรรค์*. กรุงเทพฯ: ธารการพิมพ์.

- อิฟฟัต กาเดร. (2559). *ผลของการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับรูปแบบ SSCS ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ความสามารถในการแก้ปัญหา และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 .* วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. สงขลา: มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- อุเทน เจริญภูมิ, จำเริญรัตน์ จิตต์จิรจรรย์ และอลงกต ยะไวทย์. (2561). การประยุกต์ใช้หลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงในการบริหารงานวิชาการของโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 31. *วารสารชุมชนวิจัย*, 12(1), 191–203.
- เอกภูมิ จันทรวงศ์. (2559). การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์. *วารสารวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา*, 8(1), 205–217.
- Davis, G. A. (1983). *Creativity is forever*. Dubuque, IA: Kendall/Hunt Publishing.
- Gronlund, N. E. (1993). *How to Make Achievement Test and Assessment*. Boston: Allyn and Bacon.
- Guilford, J. P. (1959). *personnality*. New york: Mcgran Hill Book Company.
- _____. (1967). *The nature of Human Intelligence*. New York: McGraw–Hill.
- Hamner, E. & Cross, J. (2013). Arts & Bots: Techniques for distributing a STEAM robotics program through K–12 classrooms. In *2013 IEEE Integrated STEM Education Conference (ISEC)*, 1–5.
- Jamal, S. N., Ibrahim, N. H., Halim, N. D. A., & Ikram, M. (2020). A preliminary study on the level of creativity tudy on the level of creativity among chemistry students in district of melaka tengah. *Journal of Critical Reviews*, 7(16), 752-761.
- Khamhaengpol, A., Sriprom, M., & Chuamchaitrakool, P. (2021). Development of STEAM activity on nanotechnology to determine basic science process skills and engineering design process for high school students. *Thinking Skills and Creativity*, 39, 1–7

- Kim, H., & Chae, D. H. (2016). The Development and Application of a STEAM Program Based on Traditional Korean Culture. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 12(7), 1925–1936.
- Kuder, F. (1991). Comments concerning the appropriate use of formulas for estimating the internal-consistency reliability of tests. *Educational and psychological measurement*, 51(4), 873–874.
- Liliawati, W., Rusnayati, H., & Aristantia, G. (2018). Implementation of STEAM Education to Improve Mastery Concept. In *Materials Science and Engineering Conference Series*, 288(1), 012148.
- Park, N. (2014). The development of STEAM career education program using virtual reality technology. *Life Science Journal*, 11(7), 676–679.
- Sarmurzin, Y., Amanzhol, N., Toleubayeva, K., Zhunusova, M., & Amanova, A. (2021). The impact of OECD research on the education system of Kazakhstan. *Asia Pacific Education Review*, 22, 757–766.
- Sousa, D. A., & Pilecki, T. (2013). *From STEM to STEAM: Using brain-Compatible Strategies to integrate the arts*. Corwin Press.
- Torrance, E. P. (1965). *Rewarding creative behavior: Experiments in classroom creativity*. Englewood Cliffs, N.J. : Prentice-Hall Inc.
- _____. (1969). *Guiding creative talent*. New Delhi: Prentice-Hall of India Private.
- _____. (1973). *Encouraging Creative in the Classroom*. Iowa : Wm C. Brown Wallach.
- Wandari, G. A., Wijaya, A. F. C., & Agustin, R. R. (2018). The Effect of STEAM-Based Learning on Students' Concept Mastery and Creativity in Learning Light and Optics. *Journal of Science Learning*, 2(1), 32–62.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

1. รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือการวิจัย
2. หนังสือขอความอนุเคราะห์ผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือการวิจัย
3. หนังสือรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์
4. หนังสือขอความอนุเคราะห์ทดลองเครื่องมือการวิจัย
5. หนังสือขอความอนุเคราะห์เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย
6. รายชื่อนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือการวิจัย

1. ผศ.ธราเทพ เตมีรักษ์ อาจารย์สาขาวิชาการศึกษานปฐมวัย
คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
2. ดร.วิษณุพล โกลายคำ อาจารย์สาขาวิชาเคมี
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
3. นางวัชรียา พรหมพันธ์ ครูชำนาญการพิเศษ
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
โรงเรียนธาตุนารายณ์วิทยา

ที่ อว ๐๖๒๑.๑๒/ว ๑๑๒๒



มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
๖๘๐ ถนนโยธาตุนวม
อ.เมือง จ.สกลนคร ๔๗๐๐๐

๓ ธันวาคม ๒๕๖๓

เรื่อง ขออนุญาตยืมเครื่องใช้วิทยาศาสตร์ตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ธราเทพ เตมียะ

- สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. กรอบแนวคิดการวิจัย และนิยามศัพท์เฉพาะ
๒. เครื่องมือการวิจัย
๓. แบบประเมินเครื่องมือการวิจัย

ด้วย นายเอกพร ธรรมยศ รหัสประจำตัวนักศึกษา ๖๒๔๒๑๒๓๘๒๑๓ ซึ่งเป็นนักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒ เรื่อง การแยกสาร โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต (ค.ม.) โดยมี ดร.อรุณรัตน์ คำแห่งพล เป็นประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ถาดทอง ปานสุขวัชร เป็นกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถและเชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขออนุญาตยืมท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการพิจารณาตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย เพื่อใช้ประกอบการทำวิทยานิพนธ์ และประเมินคู่มือการใช้ตัวบ่งชี้ที่นักศึกษาได้จัดทำขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ศิกานต์ เพียรธัญญกรณ์)

ผู้อำนวยการบัณฑิตวิทยาลัย ปฏิบัติราชการแทน

อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

บัณฑิตวิทยาลัย

โทร. ๐ ๔๒๔๗ ๐๒๒๔

โทรสาร ๐ ๔๒๔๗ ๐๐๓๒

ผู้ประสานงาน นายเอกพร ธรรมยศ โทรศัพท์เคลื่อนที่ ๐๘ ๘๗๓๑ ๑๐๔๕

“อยู่สกล รักสกล ทำเพื่อสกลนคร”

ที่ อว ๐๖๒๑.๑๒/ว ๑๑๒๒



มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
๖๘๐ ถ.นิตโย ต.ธาตุเชิงชุม
อ.เมือง จ.สกลนคร ๔๗๐๐๐

๓ ธันวาคม ๒๕๖๓

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

เรียน ดร.วิญญูพล โดสายคำ

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. กรอบแนวคิดการวิจัย และนิยามศัพท์เฉพาะ

๒. เครื่องมือการวิจัย

๓. แบบประเมินเครื่องมือการวิจัย

ด้วย นายเอกพร ธรรมยศ รหัสประจำตัวนักศึกษา ๖๒๔๒๑๒๓๘๒๑๓ ซึ่งเป็นนักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒ เรื่อง การแยกสาร โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรศาสตรมหาบัณฑิต (ค.ม.) โดยมี ดร.อรุณรัตน์ คำแห่งพล เป็นประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ถาดทอง ปานศุภวัชร เป็นกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถและเชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการพิจารณาตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย เพื่อใช้ประกอบการทำวิทยานิพนธ์ และประเมินคู่มือการใช้ตัวบ่งชี้ที่นักศึกษาได้จัดทำขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ศิกานต์ เพียรธัญญกรณ์)

ผู้อำนวยการบัณฑิตวิทยาลัย ปฏิบัติราชการแทน

อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

บัณฑิตวิทยาลัย

โทร. ๐ ๔๒๔๗ ๐๒๒๔

โทรสาร ๐ ๔๒๔๗ ๐๐๓๒

ผู้ประสานงาน นายเอกพร ธรรมยศ โทรศัพท์เคลื่อนที่ ๐๘ ๘๗๓๑ ๑๐๔๕

“อยู่สกล รักสกล ทำเพื่อสกลนคร”

ที่ อว ๐๖๒๑.๑๒/ว ๑๑๒๒



มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
๖๘๐ ถ.นิตโย ต.ธาตุเชิงชุม
อ.เมือง จ.สกลนคร ๔๗๐๐๐

๓ ธันวาคม ๒๕๖๓

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

เรียน นางวัชรียา พรหมพันธ์

- สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. กรอบแนวคิดการวิจัย และนิยามศัพท์เฉพาะ
๒. เครื่องมือการวิจัย
๓. แบบประเมินเครื่องมือการวิจัย

ด้วย นายเอกพร ธรรมยศ รหัสประจำตัวนักศึกษา ๖๒๔๒๑๒๘๒๑๓ ซึ่งเป็นนักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒ เรื่อง การแยกสาร โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต (ค.ม.) โดยมี ดร.อรุณรัตน์ คำแหงพล เป็นประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ถาดทอง ปานศุภวัชร เป็นกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถและเชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการพิจารณาตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย เพื่อใช้ประกอบการทำวิทยานิพนธ์ และประเมินคู่มือการใช้ตัวบ่งชี้ที่นักศึกษาได้จัดทำขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ศิกานต์ เพียรธัญญกรณ์)

ผู้อำนวยการบัณฑิตวิทยาลัย ปฏิบัติราชการแทน

อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

บัณฑิตวิทยาลัย

โทร. ๐ ๔๒๔๗ ๐๒๒๔

โทรสาร ๐ ๔๒๔๗ ๐๐๓๒

ผู้ประสานงาน นายเอกพร ธรรมยศ โทรศัพท์เคลื่อนที่ ๐๘ ๘๗๓๑ ๑๐๔๕

“อยู่สกล รักสกล ทำเพื่อสกลนคร”



เลขที่ใบรับรอง ๐๒๐/๒๕๖๔

คณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

ขอรับรองว่าโครงการวิจัยเรื่อง : การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒ เรื่อง การแยกสาร
โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง
(Development of Creative Thinking of Mathayomsuksa ๒ Students on the
Topic of Separation of Substances by Using STEAM Education and
Sufficiency Economy Philosophy)

หัวหน้าโครงการวิจัย : นายเอกพร ธรรมยศ
หน่วยงานต้นสังกัด : สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์
เอกสารที่รับรอง

๑. แบบฟอร์มขอเสนอโครงการวิจัย
๒. แบบฟอร์มโครงการวิจัย
๓. เอกสารคำชี้แจงสำหรับอาสาสมัคร
๔. เครื่องมือวิจัย

ได้ผ่านการรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์แบบยกเว้น จากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์
มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร โดยยึดหลักพื้นฐานของหลักจริยธรรมการวิจัยสากล

รับรอง ณ วันที่ ๑๘ เดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. ๒๕๖๔

สุดาณี คุปตะบุตร/
(นางสาวสุดาณี คุปตะบุตร)
ประธานกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์
มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

วันหมดอายุ วันที่ ๑๘ เดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. ๒๕๖๕

สำนักงานคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ที่อยู่ สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
เลขที่ ๖๘๐ ถ.นิคม ต.ธาตุเชิงชุม อ.เมืองสกลนคร จ.สกลนคร รหัสไปรษณีย์ ๔๗๐๐๐ โทรศัพท์ ๐๔๒-๔๗๐-๑๕๕

ที่ อว ๐๖๒๑.๑๒/๒๕๑



มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
๖๘๐ ถ.นิตโย ต.ธาตุเชิงชุม
อ.เมือง จ.สกลนคร ๔๗๐๐๐

๘ มีนาคม ๒๕๖๔

เรื่อง ขออนุญาตยืมเครื่องมือการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนธาตุนารายณ์วิทยา

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือการวิจัย

ด้วย นายเอกพร ธรรมยศ รหัสประจำตัวนักศึกษา ๖๒๔๒๑๒๓๘๒๑๓ ซึ่งเป็นนักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒ เรื่อง การแยกสาร โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรศาสตรมหาบัณฑิต (ค.ม.) โดยมี ดร.อรุณรัตน์ คำแห่งพล เป็นประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ถาดทอง ปานศุภวัชร เป็นกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ทั้งนี้ นักศึกษามีความประสงค์ขอยืมเครื่องมือการวิจัย เพื่อหาความเชื่อมั่นในการศึกษาวิจัยประกอบการทำวิทยานิพนธ์ โดยเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้ผ่านการรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์แบบยกเว้น จากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร เลขที่ใบรับรอง ๐๒๐/๒๕๖๔ ลงวันที่ ๑๘ กุมภาพันธ์ พ.ศ. ๒๕๖๔ ดังนั้น บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร จึงขออนุญาตยืมให้ท่านอนุญาตให้นักศึกษาทำการทดลองใช้เครื่องมือวิจัยดังกล่าวด้วย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ศีกานต์ เพียรชัยคุณ)

ผู้อำนวยการบัณฑิตวิทยาลัย ปฏิบัติราชการแทน

อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

บัณฑิตวิทยาลัย

โทร. ๐ ๔๒๔๗ ๐๒๒๔

โทรสาร ๐ ๔๒๔๗ ๐๐๓๒

ผู้ประสานงาน นายเอกพร ธรรมยศ โทรศัพท์เคลื่อนที่ ๐๘ ๘๗๓๓ ๑๐๙๕

“อยู่สกล รักสกล ทำเพื่อสกลนคร”



ที่ อว ๐๖๒๑.๑๒/ว ๕๘๑

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
๖๘๐ ถนนโยธา ต.ธาตุเชิงชุม
อ.เมือง จ.สกลนคร ๔๗๐๐๐

๑๕ พฤษภาคม ๒๕๖๔

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนธาดุนาครายณ์วิทยา

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือการวิจัย จำนวน ๑ ชุด

ด้วย นายเอกพร ธรรมยศ รหัสประจำตัวนักศึกษา ๖๒๔๒๑๒๓๘๒๑๓ ซึ่งเป็นนักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒ เรื่อง การแยกสาร โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต (ค.ม.) โดยมี ดร.อรุณรัตน์ คำแห่งพล เป็นประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ถาดทอง ปานคูวัชร เป็นกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

เพื่อให้การศึกษาค้นคว้าสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร จึงขอความอนุเคราะห์จากท่าน ให้นักศึกษารายดังกล่าวได้เก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย โดยเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้ผ่านการรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์แบบยกเว้น จากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร เลขที่ใบรับรอง ๐๒๐/๒๕๖๔ ลงวันที่ ๑๘ กุมภาพันธ์ พ.ศ. ๒๕๖๔ เพื่อนำข้อมูลที่ได้ประกอบการศึกษาวิทยานิพนธ์ และขอขอบคุณในความอนุเคราะห์ มา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ศิกานต์ เพียรธัญญกรณ์)

ผู้อำนวยการบัณฑิตวิทยาลัย ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

บัณฑิตวิทยาลัย

โทร. ๐ ๔๒๔๗ ๐๒๒๔

โทรสาร ๐ ๔๒๔๗ ๐๐๓๒

ผู้ประสานงาน นายเอกพร ธรรมยศ โทรศัพท์เคลื่อนที่ ๐๘ ๘๗๓๑ ๑๐๙๕

“อยู่สกล รักสกล ทำเพื่อสกลนคร”

รายชื่อนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/4
โรงเรียนธาดุนารายณ์วิทยา

1. เด็กชายกิตติพงษ์ ละดาตาส
2. เด็กชายขจรเดช ศศิวัฒนพงษ์
3. เด็กชายณัฐวัตร พิศสุวรรณ
4. เด็กชายต้นตระกูลการ ประสิทธิ์นาวา
5. เด็กชายทัฬหฬสาร ทิพวงศ์ษา
6. เด็กชายธวัชชัย ชะนะแสง
7. เด็กชายปริญวิช เพชรไพล่
8. เด็กชายปรเวศ สุคนธชาติ
9. เด็กชายพรหมพิริยะ มาหินกอง
10. เด็กชายพัสกร ผ่านสุวรรณ
11. เด็กชายพีระพล เทเสนา
12. เด็กชายภูตะวัน ประทุมวงศ์
13. เด็กชายวัชวิช รัตนวงศ์ไพบูลย์
14. เด็กชายสินวัฒน์ มณีวรรณ
15. เด็กชายอธิปัตย์ อนุสรณ์
16. เด็กชายเอกราช บุตรรักษ์
17. เด็กหญิงกมลลักษณ์ ไชยตะมาตร์
18. เด็กหญิงจิราภรณ์ หลอดเงิน
19. เด็กหญิงชญาณิษฐ์ แสนภูวา
20. เด็กหญิงชโลธร บุตรแสง
21. เด็กหญิงธัญญลักษณ์ หล้าพรหม
22. เด็กหญิงนันธิชา อินทรีย์
23. เด็กหญิงนิธยาภรณ์ พองดวง
24. เด็กหญิงบุญญาตาร คำเกี้ยง

25. เด็กหญิงบุญฑาริกา แสงวงศ์
26. เด็กหญิงปภาวรินทร์ บุญเอิบ
27. เด็กหญิงปาณิตา แหววงศ์
28. เด็กหญิงภัทราภรณ์ เจริญพืช
29. เด็กหญิงมนัชญา วรดี
30. เด็กหญิงรุ่งนภา แสนมะฮุง
31. เด็กหญิงฤทัยพัชร สกุลทอง
32. เด็กหญิงวาติณี เนาว์ศรีสอน
33. เด็กหญิงศศิประภา นัยจิตร
34. เด็กหญิงศิริณภา มณีภาค
35. เด็กหญิงศุภัทรา ไวยพิมพ์
36. เด็กหญิงสิริญา จันทชิต
37. เด็กหญิงสุจิตรา โสมชัย
38. เด็กหญิงสุธิดา เต็มสุทา
39. เด็กหญิงอนันธิญา อินตะวิน
40. เด็กหญิงอันดา เครือหมื่น
41. นายธัญเทพ พรหมสาขา ณ สกลนคร
42. เด็กชายชลภัทร ไชยวงษา

ภาคผนวก ข

ผลการประเมินและวิเคราะห์เครื่องมือวิจัย

1. การประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง เรื่อง การแยกสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
2. การประเมินความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้กับตัวชี้วัด เรื่อง การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การแยกสาร โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง
3. ผลการวิเคราะห์ดัชนีความสอดคล้องเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง
4. ผลการวิเคราะห์ดัชนีความสอดคล้องเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง
5. การประเมินความสอดคล้องของแบบสอบถามความพึงพอใจกับตัวชี้วัด โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง
6. ผลการวิเคราะห์คะแนนความคิดสร้างสรรค์ของแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ที่ได้จากการทดลองใช้ (Try Out) เพื่อหาคุณภาพของเครื่องมือ
7. ผลการวิเคราะห์ระดับค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ตาราง 24 ผลการประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับ

ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง เรื่อง การแยกสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
โดยผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			ค่าเฉลี่ย	ระดับ ความเหมาะสม
	1	2	3		
ด้านองค์ประกอบของแผน					
1. กำหนดองค์ประกอบของแผน การจัดการเรียนรู้ถูกต้องและครบถ้วน	5	5	5	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
2. เขียนสาระสำคัญสอดคล้องกับ จุดประสงค์การเรียนรู้และบ่งบอกถึง สิ่งสำคัญของเรื่องที่จะสอนได้ชัดเจน	5	5	5	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
3. จุดประสงค์การเรียนรู้ในแต่ละแผน สอดคล้องกับตัวชี้วัดของหลักสูตร	5	5	5	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
4. มีการกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ ได้ครบทั้งด้านความรู้ ด้านทักษะ กระบวนการ และด้านคุณลักษณะ อันพึงประสงค์	5	5	5	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
เฉลี่ย				5.00	เหมาะสมมากที่สุด
ด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้					
5. เนื้อหาสาระสอดคล้องกับ จุดประสงค์การเรียนรู้ และตัวชี้วัด ของหลักสูตร	5	5	5	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
6. เนื้อหามีความน่าสนใจ เหมาะสม กับวัยของผู้เรียน	5	5	5	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
7. เนื้อหาสาระในแต่ละเรื่องทำให้นักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจ เกิดการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ และนำความรู้ไปใช้ได้	5	5	5	5.00	เหมาะสมมากที่สุด

ตาราง 24 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			ค่าเฉลี่ย	ระดับ ความเหมาะสม
	1	2	3		
8. เนื้อหาสาระในแต่ละเรื่องมีความเหมาะสมกับเวลาที่ใช้ในการศึกษา	5	5	5	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
เฉลี่ย				5.00	เหมาะสมมากที่สุด
ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้					
9. กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องเหมาะสมกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
10. กิจกรรมการเรียนรู้สามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ได้	5	5	5	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
11. กิจกรรมเป็นไปตามขั้นตอนการสอนแบบสตีมศึกษา ร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง	5	5	5	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
12. กิจกรรมการเรียนรู้ทำให้นักเรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง	5	5	5	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
เฉลี่ย				5.00	เหมาะสมมากที่สุด
ด้านสื่อและอุปกรณ์การเรียนรู้					
13. มีสื่อประกอบที่หลากหลาย น่าสนใจ ทันสมัย จัดเตรียมได้ง่าย	5	5	5	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
14. สื่อและอุปกรณ์เหมาะสมกับการจัดกิจกรรม	5	5	5	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
15. สื่อและอุปกรณ์ช่วยให้นักเรียนสร้างความรู้ ความเข้าใจ และช่วยพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ได้	5	5	5	5.00	เหมาะสมมากที่สุด

ตาราง 24 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			ค่าเฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3		
16. สื่อและอุปกรณ์การจัดการเรียนรู้ ทำให้นักเรียนสามารถนำวิธีการเรียนรู้ ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้	5	5	5	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
เฉลี่ย				5.00	เหมาะสมมากที่สุด
ด้านการวัดผลและประเมินผล					
17. วิธีการวัดผล ประเมินผล สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
18. วัดและประเมินผลได้ครอบคลุม พฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย ทักษะพิสัย และจิตพิสัย	5	5	5	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
19. มีการวัดและการประเมินผลด้วย รูปแบบที่หลากหลาย ได้แก่ การประเมินด้านความรู้ ด้านทักษะ กระบวนการ ด้านความคิดสร้างสรรค์ และด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์	5	5	5	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
20. เครื่องมือที่ใช้ในการวัดผล ประเมินผลมีความเหมาะสม สามารถ นำไปใช้ได้ตรงตามวัตถุประสงค์	5	5	5	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
เฉลี่ย				5.00	เหมาะสมมากที่สุด
รวมเฉลี่ย				5.00	เหมาะสมมากที่สุด

ตาราง 25 ผลการประเมินความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้กับตัวชี้วัด

การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

เรื่อง การแยกสาร โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ

ร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง โดยผู้เชี่ยวชาญ

ตัวชี้วัด	แผนการจัดการเรียนรู้ที่	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	สรุปผล
		1	2	3			
1. อธิบายการแยกสารผสม โดยการระเหยแห้ง การตกผลึก การกลั่นอย่างง่าย โครมาโทกราฟี	แผนที่ 1 เรื่อง การระเหยแห้ง	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	แผนที่ 2 เรื่อง การตกผลึก	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
2. แยกสารผสมโดยการ ระเหยแห้ง การตกผลึก การกลั่นอย่างง่าย โครมาโทกราฟี	แผนที่ 3 เรื่อง การกลั่น อย่างง่าย	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	แผนที่ 4 เรื่อง โครมาโทกราฟี	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
3. บอกวิธีการแยกสารไปใช้ แก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน โดยบูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปะ และคณิตศาสตร์	แผนที่ 5 เรื่อง การสกัดด้วย ตัวทำละลาย	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้

ตาราง 26 ผลการวิเคราะห์ดัชนีความสอดคล้องเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบ

วัดความคิดสร้างสรรค์โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา

ร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง โดยผู้เชี่ยวชาญ

แบบทดสอบวัด ความคิดสร้างสรรค์	ข้อที่	ระดับความคิดเห็น ของผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	สรุปผล
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1. เขียนสาเหตุที่เป็นไปได้ถึงเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น	1	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
2. เขียนผลที่เป็นไปได้ของเหตุการณ์	2	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
3. เขียนประโยชน์พิเศษของสิ่งของที่กำหนดให้	3	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
4. การสร้างรูปภาพ	4	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
5. การต่อเติมรูปภาพ	5	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
6. เส้น	6	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้

ตาราง 27 ผลการวิเคราะห์ดัชนีความสอดคล้องเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์
 ทางการเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับ
 ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง โดยผู้เชี่ยวชาญ

ข้อที่	ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
2	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
3	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
4	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
5	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
6	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
7	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
8	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
9	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
10	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
11	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
12	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
13	0	+1	+1	2	0.67	ใช้ได้
14	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
15	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
16	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
17	0	+1	+1	2	0.67	ใช้ได้
18	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
19	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
20	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้

ตาราง 27 (ต่อ)

ข้อที่	ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
21	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
22	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
23	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้
24	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
25	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
26	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้
27	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
28	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
29	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
30	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
31	0	+1	+1	2	0.67	ใช้ได้
32	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
33	0	+1	+1	2	0.67	ใช้ได้
34	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
35	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
36	0	+1	+1	2	0.67	ใช้ได้
37	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
38	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
39	0	+1	+1	2	0.67	ใช้ได้
40	0	+1	+1	2	0.67	ใช้ได้

ตาราง 28 ผลการประเมินความสอดคล้องของแบบสอบถามความพึงพอใจกับตัวชี้วัด
 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

ตัวชี้วัด	รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC
		1	2	3		
1. อธิบาย การแยก สารผสมโดย การระเหยแห้ง การตกผลึก การกลั่น อย่างง่าย โครมาโทกราฟี แบบกระดาษ การสกัดด้วย ตัวทำละลาย โดยใช้หลักฐาน เชิงประจักษ์	ด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้					
	1. ได้มีความรู้ความเข้าใจ เรื่อง การแยกสาร	0	+1	+1	2	0.67
	2. เนื้อหาสาระในแต่ละเรื่อง ทำให้เกิดทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์	0	+1	+1	2	0.67
	3. เนื้อหาสาระในแต่ละเรื่องทำให้ นักเรียนสามารถนำความรู้ไปใช้ ในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ได้	+1	+1	+1	3	1.00
	4. เนื้อหาสาระในแต่ละเรื่องมีความ เหมาะสมกับเวลาที่ใช้ในการจัดการ เรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00
	ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้					
	5. กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริม การคิดสร้างสรรค์และการแก้ปัญหา	0	+1	+1	2	0.67
	6. กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริม ให้นักเรียนฝึกทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์	+1	+1	+1	3	1.00
	7. กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริม ให้นักเรียนฝึกความคิดสร้างสรรค์	+1	+1	+1	3	1.00
	8. กิจกรรมการเรียนรู้ทำให้นักเรียน ได้ปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง	+1	+1	+1	3	1.00

ตาราง 28 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC
		1	2	3		
2. แยกสารผสม โดยการ ระเหยแห้ง การตกผลึก การกลั่น อย่างง่าย โครมาโทกราฟี แบบกระดาษ การสกัดด้วย ตัวทำละลาย	ด้านสื่ออุปกรณ์การเรียนรู้					
	9. สื่ออุปกรณ์เพียงพอต่อการจัดการเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00
	10. สื่ออุปกรณ์เหมาะสมกับการจัดกิจกรรม	+1	+1	+1	3	1.00
	11. สื่ออุปกรณ์ช่วยให้นักเรียนสร้างความรู้ ความเข้าใจ และช่วยพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ได้	+1	+1	+1	3	1.00
	12. สื่ออุปกรณ์การเรียนรู้ช่วยให้เข้าใจเนื้อหา สามารถบูรณาการความรู้ในวิชาอื่น ๆ ได้	+1	+1	+1	3	1.00
	ด้านการวัดและประเมินผล					
	13. นักเรียนมีส่วนร่วมในการวัดและประเมินผล	+1	+1	+1	3	1.00
	14. มีการวัดและประเมินผลด้วยรูปแบบที่หลากหลาย ได้แก่ การประเมินด้านความรู้ ด้านทักษะกระบวนการ ด้านความคิดสร้างสรรค์ และด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์	+1	+1	+1	3	1.00
	15. วิธีการประเมินผลสอดคล้องกับวัตถุประสงค์และกิจกรรมการเรียนการสอน	0	+1	+1	2	0.67
	16. การวัดและประเมินผลมีประสิทธิภาพและยุติธรรม	0	+1	+1	2	0.67

ตาราง 28 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC
		1	2	3		
3. บอกวิธีการ แยกสารไปใช้ แก้ปัญหาในชีวิต ประจำวัน โดยบูรณาการ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม ศาสตร์ ศิลปะ และ คณิตศาสตร์	ด้านประโยชน์ที่ได้รับ					
	17. การจัดการเรียนรู้ทำให้นักเรียน เข้าใจเนื้อหาได้ง่าย	0	+1	+1	2	0.67
	18. การจัดการเรียนรู้ช่วยให้นักเรียน สร้างความรู้ ความเข้าใจด้วยตนเอง ได้	0	+1	+1	2	0.67
	19. การจัดการเรียนรู้ทำให้นักเรียน พัฒนาความคิดสร้างสรรค์	0	+1	+1	2	0.67
	20. การจัดการเรียนรู้ช่วยให้นักเรียน ตัดสินใจโดยใช้เหตุผลมากขึ้น	+1	+1	+1	3	1.00
เฉลี่ย						0.87

จากตาราง 28 ผลการประเมินความสอดคล้องของแบบสอบถามความพึงพอใจกับตัวชี้วัด โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง มีค่าความสอดคล้อง เท่ากับ 0.87

ตาราง 29 ผลการวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์
ที่ได้จากการทดลองใช้ (Try Out) เพื่อหาคุณภาพของเครื่องมือ

นักเรียน คนที่	คะแนนความคิดสร้างสรรค์				คะแนนรวม (100 คะแนน) (X)	χ^2
	ความคิด คล่องแคล่ว (25 คะแนน)	ความคิด ยืดหยุ่น (25 คะแนน)	ความคิด ริเริ่ม (25 คะแนน)	ความคิด ละเอียดลออ (25 คะแนน)		
1	20	22	20	19	81	6561
2	18	24	21	16	79	6241
3	19	23	22	18	82	6724
4	15	24	21	18	78	6084
5	16	21	18	15	70	4900
6	15	21	20	15	71	5041
7	17	22	15	17	71	5041
8	20	25	24	19	88	7744
9	22	25	24	15	86	7396
10	17	24	19	16	76	5776
11	17	25	25	18	85	7225
12	15	24	21	17	77	5929
13	14	24	18	16	72	5184
14	16	24	21	20	81	6561
15	15	22	16	16	69	4761
16	17	23	21	18	79	6241
17	15	22	16	16	69	4761
18	17	21	17	16	71	5041
19	16	24	21	18	79	6241
20	14	23	18	15	70	4900
21	22	23	24	20	89	7921
22	18	24	21	15	78	6084

ตาราง 29 (ต่อ)

นักเรียน คนที่	คะแนนความคิดสร้างสรรค์				คะแนนรวม (100 คะแนน) (X)	X^2
	ความคิด คล่องแคล่ว (25 คะแนน)	ความคิด ยืดหยุ่น (25 คะแนน)	ความคิด ริเริ่ม (25 คะแนน)	ความคิด ละเอียดลออ (25 คะแนน)		
23	19	23	22	15	79	6241
24	17	23	20	16	76	5776
25	22	24	21	18	85	7225
26	16	21	19	13	69	4761
27	17	25	21	18	81	6561
28	15	24	21	18	78	6084
29	14	18	18	15	65	4225
30	21	25	23	20	89	7921
31	18	24	20	15	77	5929
32	17	24	22	17	80	6400
33	22	25	21	20	88	7744
34	16	16	16	13	61	3721
35	17	24	23	18	82	6724
36	15	18	16	16	65	4225
37	16	20	21	17	74	5476
ค่าเฉลี่ย	17.22	22.81	20.19	16.81	2850	221370
S.D.	2.38	2.81	2.53	1.85		
S^2	5.7	4.5	6.4	3.4		

จากตาราง 29 วิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ในการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา ตามวิธีของครอนบาค (Cronbach) มีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์เท่ากับ 0.81

ตาราง 30 ผลการวิเคราะห์ระดับค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่น ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ข้อที่	การวิเคราะห์		ผลการพิจารณา	
	ค่าความยาก (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	แปลผลค่า p	แปลผลค่า r
1	0.59	0.65	ปานกลาง	ดีมาก
2	0.78	0.38	ง่ายพอใช้ได้	พอใช้ได้
3	0.68	0.49	ง่ายพอใช้ได้	ดี
4	0.70	0.65	ง่ายพอใช้ได้	ดีมาก
5	0.59	0.65	ปานกลาง	ดีมาก
6	0.54	0.76	ปานกลาง	ดีมาก
7	0.65	0.43	ง่ายพอใช้ได้	ดี
8	0.78	0.49	ง่ายพอใช้ได้	ดี
9	0.59	0.86	ปานกลาง	ดีมาก
10	0.68	0.49	ง่ายพอใช้ได้	ดี
11	0.57	0.81	ปานกลาง	ดีมาก
12	0.57	0.49	ปานกลาง	ดี
13	0.65	0.43	ง่ายพอใช้ได้	ดี
14	0.59	0.32	ปานกลาง	พอใช้ได้
15	0.49	0.43	ปานกลาง	ดี
16	0.59	0.54	ปานกลาง	ดี
17	0.73	-0.16	ง่ายพอใช้ได้	ใช้ไม่ได้
18	0.76	-0.43	ง่ายพอใช้ได้	ใช้ไม่ได้
19	0.70	0.43	ง่ายพอใช้ได้	ดี
20	0.59	0.54	ปานกลาง	ดี
21	0.70	0.32	ง่ายพอใช้ได้	พอใช้ได้
22	0.68	0.27	ง่ายพอใช้ได้	พอใช้ได้
23	0.95	-0.05	ง่ายมาก	ใช้ไม่ได้

ตาราง 30 (ต่อ)

ข้อที่	การวิเคราะห์		ผลการพิจารณา	
	ค่าความยาก (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	แปลผลค่า p	แปลผลค่า r
24	0.49	0.65	ปานกลาง	ดีมาก
25	0.59	0.65	ปานกลาง	ดีมาก
26	0.86	-0.22	ง่ายมาก	ใช้ไม่ได้
27	0.68	0.27	ง่ายพอใช้ได้	พอใช้ได้
28	0.78	0.38	ง่ายพอใช้ได้	พอใช้ได้
29	0.57	0.49	ปานกลาง	ดี
30	0.73	0.49	ง่ายพอใช้ได้	ดี
31	0.78	0.27	ง่ายพอใช้ได้	พอใช้ได้
32	0.73	0.59	ง่ายพอใช้ได้	ดี
33	0.57	0.38	ปานกลาง	พอใช้ได้
34	0.86	-0.22	ง่ายมาก	ใช้ไม่ได้
35	0.65	0.22	ง่ายพอใช้ได้	พอใช้ได้
36	0.89	-0.16	ง่ายมาก	ใช้ไม่ได้
37	0.65	0.22	ง่ายพอใช้ได้	พอใช้ได้
38	0.70	0.22	ง่ายพอใช้ได้	พอใช้ได้
39	0.59	0.32	ปานกลาง	พอใช้ได้
40	0.73	0.27	ง่ายพอใช้ได้	พอใช้ได้

จากตาราง 30 วิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้สูตร KR-20 มีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเท่ากับ 0.86

ภาคผนวก ค

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้
โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง เรื่อง การแยกสาร
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
2. ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนองค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์
ของนักเรียนก่อนเรียน
3. ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนองค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์
ของนักเรียนหลังเรียน
4. ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน
ก่อนเรียนและหลังเรียน
5. ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน
ก่อนเรียนและหลังเรียน
6. ผลการวิเคราะห์คะแนนความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้
แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง เรื่อง การแยกสาร

ตาราง 31 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้

โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

เรื่อง การแยกสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

เลขที่	คะแนนระหว่างเรียน (แผนการจัดการเรียนรู้ที่/คะแนน)					แบบ ทดสอบ ท้าย แผน	รวม คะแนน ระหว่าง เรียน	คะแนน หลัง เรียน
	1	2	3	4	5			
	20	20	20	20	20			
1	16	18	18	15	15	84	166	116
2	16	15	17	17	15	81	161	108
3	18	17	18	15	16	87	171	104
4	16	15	17	15	15	84	162	110
5	18	15	17	16	15	78	159	107
6	16	15	18	17	14	84	164	96
7	16	15	18	17	15	79	160	113
8	16	17	18	16	16	80	163	103
9	16	17	17	15	14	82	161	107
10	18	15	18	16	13	83	163	101
11	16	15	17	17	15	82	162	90
12	15	15	18	15	13	84	160	85
13	16	15	17	17	14	81	160	92
14	16	18	18	17	15	80	164	96
15	15	18	17	15	14	81	160	112
16	16	17	18	17	16	82	166	116
17	16	15	18	17	13	80	159	121
18	18	15	18	15	15	84	165	94

ตาราง 31 (ต่อ)

เลขที่	คะแนนระหว่างเรียน (แผนการจัดการเรียนรู้ที่/คะแนน)					แบบ ทดสอบ ท้าย แผน	รวม คะแนน ระหว่าง เรียน	คะแนน หลัง เรียน
	1	2	3	4	5			
	20	20	20	20	20			
19	16	15	17	17	16	82	163	105
20	15	17	17	15	16	82	162	107
21	16	15	18	16	15	82	162	109
22	16	18	18	17	13	76	158	117
23	15	15	17	15	16	85	163	104
24	18	18	18	17	13	81	165	102
25	16	15	17	17	16	73	154	111
26	18	17	18	15	14	80	162	94
27	16	15	17	17	14	85	164	111
28	16	18	18	15	15	82	164	102
29	16	15	18	15	13	84	161	97
30	18	18	17	16	15	84	168	106
31	15	17	18	17	15	78	160	94
32	16	15	18	16	16	85	166	109
33	16	15	17	17	15	82	162	97
34	15	15	18	15	14	83	160	104
35	16	15	17	17	13	84	162	79
36	15	18	18	16	15	82	164	104
37	16	15	17	17	15	77	157	94

ตาราง 32 ผลการวิเคราะห์คะแนนองค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนก่อนเรียน

เลขที่	องค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์				รวมคะแนน
	ความคิด คล่องแคล่ว	ความคิด ยืดหยุ่น	ความคิด ริเริ่ม	ความคิด ละเอียดลออ	
	25 คะแนน	25 คะแนน	25 คะแนน	25 คะแนน	
1	13	25	21	18	77
2	12	24	17	16	69
3	13	22	16	14	65
4	13	24	14	20	71
5	12	21	17	19	69
6	13	19	15	14	61
7	14	25	18	20	77
8	13	18	17	20	68
9	14	25	18	16	73
10	13	14	17	19	63
11	8	18	14	15	55
12	14	15	11	10	50
13	16	17	9	10	52
14	11	19	11	17	58
15	15	21	13	19	68
16	18	24	22	16	80
17	16	24	22	18	80
18	11	16	19	12	58
19	17	19	16	11	63
20	18	18	17	12	65

ตาราง 32 (ต่อ)

เลขที่	องค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์				รวมคะแนน
	ความคิด คล่องแคล่ว	ความคิด ยืดหยุ่น	ความคิด ริเริ่ม	ความคิด ละเอียดลออ	
	25 คะแนน	25 คะแนน	25 คะแนน	25 คะแนน	
21	13	24	15	12	64
22	19	24	17	16	76
23	11	22	22	9	64
24	14	24	15	11	64
25	14	17	22	16	69
26	11	18	9	15	53
27	12	19	21	18	70
28	8	19	18	17	62
29	12	18	23	6	59
30	11	22	20	19	72
31	10	17	18	13	58
32	13	21	24	12	70
33	11	16	18	14	59
34	13	21	23	14	71
35	8	9	14	10	41
36	11	18	23	12	64
37	10	15	19	13	57
38	13	24	23	13	73
39	10	24	25	15	74
40	15	23	22	17	77

ตาราง 32 (ต่อ)

เลขที่	องค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์				รวมคะแนน
	ความคิด คล่องแคล่ว	ความคิด ยืดหยุ่น	ความคิด ริเริ่ม	ความคิด ละเอียดลออ	
	25 คะแนน	25 คะแนน	25 คะแนน	25 คะแนน	
41	9	23	20	21	73
42	13	24	21	11	69
รวม	535	850	756	620	2461
เฉลี่ย	12.74	20.24	18.00	14.76	65.74
S.D.	2.61	3.70	4.06	3.55	8.61
ร้อยละ					65.74

ตาราง 33 ผลการวิเคราะห์คะแนนองค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนหลังเรียน

เลขที่	องค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์				รวมคะแนน
	ความคิด คล่องแคล่ว	ความคิด ยืดหยุ่น	ความคิด ริเริ่ม	ความคิด ละเอียดลออ	
	25 คะแนน	25 คะแนน	25 คะแนน	25 คะแนน	
1	21	24	23	24	92
2	18	25	22	17	82
3	16	24	21	16	77
4	21	24	24	16	85
5	18	24	23	17	82
6	17	24	16	15	72
7	21	25	22	21	89
8	18	25	22	14	79
9	16	25	21	21	83
10	17	24	19	16	76
11	17	22	14	14	67
12	14	20	13	13	60
13	15	21	15	15	66
14	18	22	15	17	72
15	20	24	24	19	87
16	24	25	24	19	92
17	24	25	23	25	97
18	17	22	17	12	68
19	21	25	19	16	81
20	24	25	19	15	83

ตาราง 33 (ต่อ)

เลขที่	องค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์				รวมคะแนน
	ความคิด คล่องแคล่ว	ความคิด ยืดหยุ่น	ความคิด ริเริ่ม	ความคิด ละเอียดลออ	
	25 คะแนน	25 คะแนน	25 คะแนน	25 คะแนน	
21	19	25	23	15	82
22	21	25	24	20	90
23	19	24	21	15	79
24	16	24	22	16	78
25	22	25	21	18	86
26	16	21	19	13	69
27	17	25	25	18	85
28	15	24	20	18	77
29	14	24	18	15	71
30	16	24	23	19	82
31	15	22	16	16	69
32	16	25	23	19	83
33	14	24	19	14	71
34	16	25	23	17	81
35	14	18	9	12	53
36	15	25	20	18	78
37	14	21	19	14	68
38	18	25	23	18	84
39	18	25	23	20	86
40	20	25	25	23	93

ตาราง 33 (ต่อ)

เลขที่	องค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์				รวมคะแนน
	ความคิด คล่องแคล่ว	ความคิด ยืดหยุ่น	ความคิด ริเริ่ม	ความคิด ละเอียดลออ	
	25 คะแนน	25 คะแนน	25 คะแนน	25 คะแนน	
41	17	24	24	18	83
42	17	24	23	17	81
รวม	746	999	859	715	3319
เฉลี่ย	17.76	23.79	20.45	17.02	79.02
S.D.	2.83	1.65	3.62	3.00	9.22
ร้อยละ					79.02

ตาราง 34 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน
ก่อนเรียนและหลังเรียน

เลขที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	D	D ²	t-test
	100 คะแนน	100 คะแนน			
1	77	92	15	225	t = 34.02
2	69	82	13	169	
3	65	77	12	144	
4	71	85	14	196	
5	69	82	13	169	
6	61	72	11	121	
7	77	89	12	144	
8	68	79	11	121	
9	73	83	10	100	
10	63	76	13	169	
11	55	67	12	144	
12	50	60	10	100	
13	52	66	14	196	
14	58	72	14	196	
15	68	87	19	361	
16	80	92	12	144	
17	80	97	17	289	
18	58	68	10	100	
19	63	81	18	324	
20	65	83	18	324	
21	64	82	18	324	
22	76	90	14	196	
23	64	79	15	225	

ตาราง 34 (ต่อ)

เลขที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	D	D ²	t-test
	100 คะแนน	100 คะแนน			
24	64	78	14	196	t = 34.02
25	69	86	17	289	
26	53	69	16	256	
27	70	85	15	225	
28	62	77	15	225	
29	59	71	12	144	
30	72	82	10	100	
31	58	69	11	121	
32	70	83	13	169	
33	59	71	12	144	
34	71	81	10	100	
35	41	53	12	144	
36	64	78	13	196	
37	57	68	12	121	
38	73	84	10	121	
39	74	86	13	144	
40	77	93	14	256	
41	73	83	11	100	
42	69	81	13	144	
รวม	2761	3319	558	7676	
เฉลี่ย	65.74	79.02			
S.D.	8.61	9.22			
ร้อยละ	65.74	79.02			

ตาราง 35 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน
ก่อนเรียนและหลังเรียน

เลขที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	D	D ²	t-test
	30 คะแนน	30 คะแนน			
1	17	24	7	49	t = 33.54
2	18	26	8	64	
3	18	27	9	81	
4	16	25	9	81	
5	17	25	8	64	
6	16	24	8	64	
7	16	24	8	64	
8	14	24	10	100	
9	15	24	9	81	
10	17	25	8	64	
11	17	23	6	36	
12	17	25	8	64	
13	17	26	9	81	
14	16	24	8	64	
15	16	25	9	81	
16	15	24	9	81	
17	15	24	9	81	
18	14	26	12	144	
19	18	24	6	36	
20	19	24	5	25	
21	19	27	8	64	
22	17	27	10	100	
23	18	25	7	49	

ตาราง 35 (ต่อ)

เลขที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	D	D ²	t-test
	30 คะแนน	30 คะแนน			
24	17	24	7	49	t = 33.54
25	18	25	7	49	
26	18	25	7	49	
27	14	26	12	144	
28	17	25	8	64	
29	18	26	8	64	
30	17	24	7	49	
31	17	25	8	64	
32	15	26	11	121	
33	17	26	9	81	
34	17	23	6	36	
35	16	26	10	100	
36	14	26	12	144	
37	17	26	9	81	
38	18	27	9	81	
39	17	25	8	64	
40	19	25	6	36	
41	18	28	10	100	
42	15	24	9	81	
รวม	701	1054	353	3075	
เฉลี่ย	16.69	25.10			
S.D.	1.39	1.16			
ร้อยละ	55.63	83.67			

ตาราง 36 ผลการวิเคราะห์คะแนนความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง
เรื่อง การแยกสาร

เลขที่	เนื้อหาสาระการเรียนรู้				การจัดกิจกรรมการเรียนรู้				สื่ออุปกรณ์การเรียนรู้				การวัดและประเมินผล				ประโยชน์ที่ได้รับ			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	5	4	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	4	4	5	5	4	5	5
2	5	5	4	5	4	5	5	5	5	4	4	5	4	4	5	5	5	5	5	4
3	4	5	4	4	5	5	4	5	5	4	4	4	4	5	5	5	4	4	5	5
4	5	5	5	4	5	5	4	5	4	5	5	4	5	4	4	5	5	5	5	5
5	4	5	5	4	5	5	5	4	5	5	5	5	4	5	5	5	5	4	5	5
6	5	5	4	5	5	4	5	5	4	4	4	5	5	4	5	5	5	5	5	5
7	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	4	5	5	4	5	4	5	5	4
8	4	5	5	5	5	5	4	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4
9	5	5	4	4	5	5	5	4	5	4	5	4	5	5	5	4	5	4	5	4
10	5	4	5	4	5	4	4	5	5	5	5	4	5	4	5	4	5	5	4	5
11	4	5	5	4	5	5	5	5	5	4	5	4	5	5	4	4	5	5	5	5
12	5	4	5	4	5	5	5	4	4	5	5	4	5	5	5	5	5	4	5	5
13	4	4	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4	4	5	5	5

ตาราง 36 (ต่อ)

เลขที่	เนื้อหาสาระการเรียนรู้				การจัดกิจกรรมการเรียนรู้				สื่ออุปกรณ์การเรียนรู้				การวัดและประเมินผล				ประโยชน์ที่ได้รับ			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
14	5	5	4	5	5	5	5	4	5	4	5	4	5	5	4	5	5	5	4	5
15	4	5	5	5	5	5	5	4	5	4	5	5	4	5	5	5	5	4	4	5
16	5	4	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	4	4	5	5	5	5	5	5
17	4	5	5	5	4	5	5	5	4	5	5	4	5	4	5	4	5	5	4	4
18	5	5	5	4	5	4	5	5	4	5	5	4	5	5	5	4	4	5	5	5
19	5	5	4	5	5	5	5	5	4	5	5	4	4	4	5	5	5	5	5	5
20	5	5	5	4	5	5	5	4	5	5	4	4	5	5	4	5	4	5	5	4
21	5	5	5	5	4	5	5	4	4	5	5	4	4	4	5	5	5	5	4	4
22	5	5	5	5	4	5	4	5	4	5	5	4	4	5	4	5	4	5	4	4
23	4	5	5	5	4	5	5	4	4	5	5	4	4	5	5	4	5	5	5	4
24	5	5	4	4	5	4	5	5	4	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	4
25	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	5	5	4	4	4	4	5	4	4
26	5	4	5	5	5	4	5	5	4	5	5	4	5	4	5	5	4	5	5	5

ตาราง 36 (ต่อ)

เลขที่	เนื้อหาสาระการเรียนรู้				การจัดกิจกรรมการเรียนรู้				สื่ออุปกรณ์การเรียนรู้				การวัดและประเมินผล				ประโยชน์ที่ได้รับ			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
27	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5
28	5	5	5	5	5	5	4	5	5	4	5	5	4	4	5	5	4	5	5	5
29	5	4	5	4	5	5	5	5	4	5	5	5	4	4	5	5	5	4	5	5
30	5	5	5	5	5	5	4	5	5	4	5	4	5	5	4	5	4	4	5	4
31	5	4	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	4	5	5	5	4	4	5
32	5	4	4	5	5	5	5	5	5	4	5	5	4	5	5	4	5	5	4	5
33	4	5	4	5	5	5	4	5	5	4	5	4	5	5	5	4	5	5	5	4
34	4	5	5	5	4	5	4	5	5	5	5	4	5	4	5	4	5	5	4	4
35	4	5	5	5	5	5	4	4	4	5	4	4	5	5	4	5	5	4	5	4
36	4	5	5	5	5	5	5	4	4	5	5	5	5	4	5	4	5	5	5	4
37	5	5	5	4	5	4	5	5	4	5	5	4	4	5	5	4	4	4	5	5
38	5	5	5	4	4	5	5	5	4	5	5	5	4	5	5	4	4	4	5	4
39	5	5	5	4	5	5	5	4	5	4	5	4	5	5	5	4	5	5	5	4

ตาราง 36 (ต่อ)

เลขที่	เนื้อหาสาระการเรียนรู้				การจัดกิจกรรมการเรียนรู้				สื่ออุปกรณ์การเรียนรู้				การวัดและประเมินผล				ประโยชน์ที่ได้รับ			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
40	5	5	5	4	5	5	5	4	5	4	4	5	5	4	5	5	5	4	5	5
41	4	5	4	5	4	5	4	5	5	4	5	5	5	5	4	5	5	4	5	5
42	5	5	4	5	4	5	4	5	5	4	5	5	5	4	5	4	4	5	4	5
รวม	197	201	199	195	201	203	198	196	192	191	203	187	195	191	199	194	197	196	199	192
เฉลี่ย	4.69	4.79	4.74	4.64	4.79	4.83	4.71	4.67	4.57	4.55	4.83	4.45	4.64	4.55	4.74	4.62	4.69	4.67	4.74	4.57
S.D.	0.47	0.42	0.45	0.48	0.42	0.38	0.46	0.48	0.50	0.50	0.38	0.50	0.48	0.50	0.45	0.49	0.47	0.48	0.45	0.50

ภาคผนวก ง

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้

แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

เรื่อง การแยกสาร

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 การแยกสาร

เวลา 15 ชั่วโมง

เรื่อง การระเหยแห้ง

เวลา 3 ชั่วโมง

ผู้สอน นายเอกพร ธรรมยศ

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

1. มาตรฐานการเรียนรู้ / ตัวชี้วัด

1.1 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสมบัติของสาร องค์ประกอบของสาร

ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค
หลักและธรรมชาติ ของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย
และการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ตัวชี้วัด ว 2.1 ม.2/1 อธิบายการแยกสารผสมโดยการระเหยแห้ง
การตกผลึก การกลั่นอย่างง่าย โครมาโทกราฟีแบบกระดาษ การสกัดด้วยตัวทำละลาย
โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์

ตัวชี้วัด ว 2.1 ม.2/2 แยกสารโดยการระเหยแห้ง การตกผลึก
การกลั่นอย่างง่าย โครมาโทกราฟีแบบกระดาษ การสกัดด้วยตัวทำละลาย

ตัวชี้วัด ว 2.1 ม.2/3 นำวิธีการแยกสารไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน
โดยบูรณาการวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรมศาสตร์

1.2 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

สาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค 3.2 เข้าใจหลักการนับเบื้องต้น ความน่าจะเป็น และนำไปใช้

ตัวชี้วัด ค 3.2 ม. 2/1 เข้าใจและใช้ความรู้ทางสถิติในการนำเสนอ
และวิเคราะห์ข้อมูลจากแผนภาพ และแปลความหมายผลลัพธ์รวมทั้งนำสถิติไปใช้
ในชีวิตจริงโดยใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม

1.3 กลุ่มสาระเทคโนโลยี

สาระที่ 4 เทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิต
ในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์
คณิตศาสตร์ และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์
ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมโดยคำนึงถึง
ผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

ตัวชี้วัด ว 4.1 ม.2/2 ระบุปัญหาหรือความต้องการในชุมชนหรือท้องถิ่น
สรุปกรอบของปัญหา รวบรวม วิเคราะห์ ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

ตัวชี้วัด ว 4.1 ม.2/3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา โดยวิเคราะห์เปรียบเทียบ
และตัดสินใจเลือกข้อมูลที่เป็น ภายใต้เงื่อนไขและทรัพยากรที่มีอยู่ นำเสนอแนวทางการ
แก้ปัญหาให้ผู้อื่นเข้าใจ วางแผน ขั้นตอนการทำงานและดำเนินการแก้ปัญหาอย่างเป็น
ขั้นตอน

ตัวชี้วัด ว 4.1 ม.2/4 ทดสอบ ประเมินผล และอธิบายปัญหาหรือ
ข้อบกพร่องที่เกิดขึ้น ภายใต้กรอบเงื่อนไข พร้อมทั้งหาแนวทางการปรับปรุงแก้ไข
และนำเสนอผลการแก้ปัญหา

ตัวชี้วัด ว 4.1 ม.2/5 ใช้ความรู้และทักษะเกี่ยวกับวัสดุอุปกรณ์ เครื่องมือ
กลไก ไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม
และปลอดภัย

1.4 กลุ่มสาระการเรียนรู้ศิลปะ

สาระที่ 1 ทัศนศิลป์

มาตรฐาน ศ 1.1 สร้างสรรค์งานทัศนศิลป์ตามจินตนาการ และความคิด
สร้างสรรค์ วิเคราะห์ วิพากษ์ วิจัยคุณค่างานทัศนศิลป์ ถ่ายทอดความรู้สึก ความคิด
ต่องานศิลปะอย่างอิสระ ชื่นชม และประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน

ตัวชี้วัด ศ 1.1 ม.2/2 บรรยายเกี่ยวกับความเหมือนและความแตกต่างของ
รูปแบบการใช้วัสดุ อุปกรณ์ในงานทัศนศิลป์

ตัวชี้วัด ศ 1.1 ม.2/5 นำผลการวิจัยไปปรับปรุงแก้ไขและพัฒนางาน

2. สารการเรียนรู้

การระเหยแห้ง

3. สารสำคัญ

การระเหยแห้ง เป็นวิธีการแยกสารผสมที่ประกอบด้วยตัวละลายที่เป็นของแข็ง ละลายอยู่ในตัวทำละลายที่เป็นของเหลว โดยการให้ความร้อนเพื่อให้ตัวทำละลาย ระเหยออกไปหมด จะเหลือเพียงตัวละลายที่เป็นของแข็ง

4. จุดประสงค์การเรียนรู้ที่สอดคล้องกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

นักเรียนมีความรู้ ความสามารถในการในแต่ละด้าน ดังนี้

4.1 ด้านความรู้ (เจือใจความรู้)

- 1) อธิบายการแยกสารผสมโดยการระเหยแห้ง โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์
- 2) นำวิธีการแยกสารไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน โดยบูรณาการ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปะ และคณิตศาสตร์

4.2 ด้านทักษะกระบวนการ

4.2.1 ความคิดสร้างสรรค์

- 1) ความคิดคล่องแคล่ว
- 2) ความคิดยืดหยุ่น
- 3) ความคิดริเริ่ม
- 4) ความคิดละเอียดลออ

4.2.2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

- 1) ทักษะการสังเกต
- 2) ทักษะการจำแนก
- 3) ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
- 4) ทักษะการตั้งสมมติฐาน
- 5) ทักษะการทดลอง
- 6) ทักษะการตีความและลงข้อสรุป

4.3 ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (เจ็ดนไขคุณธรรม)

- 1) รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์
- 2) มีวินัย
- 3) ใฝ่เรียนรู้
- 4) อยู่อย่างพอเพียง
- 5) มุ่งมั่นในการทำงาน
- 6) มีจิตสาธารณะ

5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

- 1) ความสามารถในการสื่อสาร
- 2) ความสามารถในการคิด
- 3) ความสามารถในการแก้ปัญหา
- 4) ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต
- 5) ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

6. กรอบแนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

วิทยาศาสตร์

การระเหยแห้ง

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

เทคโนโลยี

การใช้เทคโนโลยีในการสืบค้นข้อมูล และการใช้ความรู้ ทักษะเกี่ยวกับวัสดุ อุปกรณ์ เพื่อแก้ปัญหา หรือพัฒนางานได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม และปลอดภัย

วิศวกรรมศาสตร์

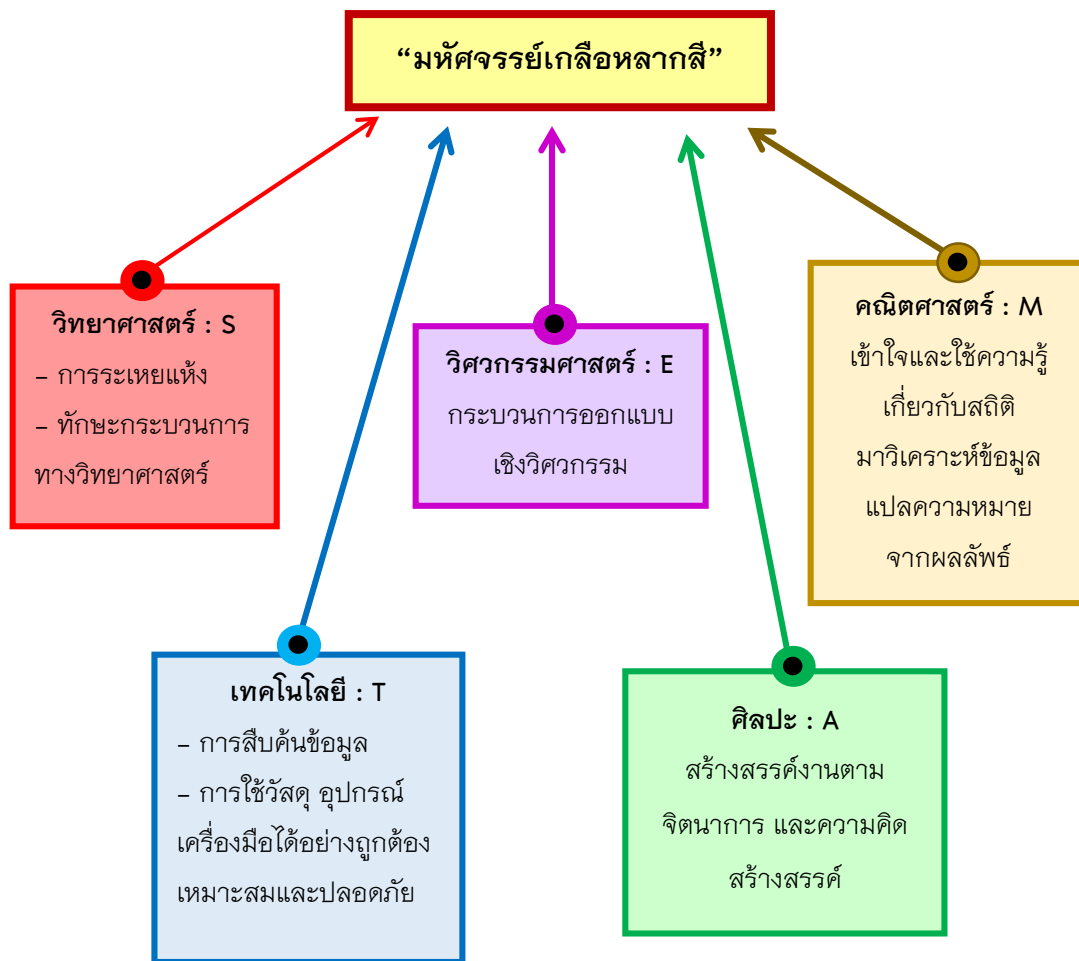
กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมและการสร้างสรรค์ชิ้นงาน

ศิลปะ

สร้างสรรค์งานทัศนศิลป์ตามจินตนาการ และความคิดสร้างสรรค์ วิเคราะห์ วิพากษ์ วิวิจารณ์คุณค่างานทัศนศิลป์ ถ่ายทอดความรู้สึก ความคิดต่องานศิลปะอย่างอิสระ ชื่นชม และประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน

คณิตศาสตร์

เข้าใจและใช้ความรู้ทางสถิติในการนำเสนอ และวิเคราะห์ข้อมูล แปลความหมายจากผลลัพธ์ รวมทั้งนำสถิติไปใช้ในชีวิตจริงโดยใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา

การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

มี 6 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา ครูยกสถานการณ์ตัวอย่างที่พบเจอในชีวิตประจำวัน และให้นักเรียนร่วมกันสังเกต ระดมความคิด และระบุปัญหาที่เกิดขึ้น

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา
นักเรียนศึกษาค้นคว้าข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่ระบุไว้ วิธีการ แนวทางในการแก้ปัญหา เพื่อจะสามารถนำความรู้ต่าง ๆ มาบูรณาการใช้ในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา โดยมีจุดเน้นตามปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ด้านความพอประมาณ นักเรียนร่างแบบแนวคิดของวิธีการแก้ปัญหา โดยเน้นความคิดสร้างสรรค์ เพื่อนำไปใช้แก้ปัญหา โดยมีจุดเน้นตามปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ด้านความพอประมาณในการออกแบบการแก้ปัญหา คือ ความพอดี ไม่มากเกินไป หรือน้อยเกินไป ใช้ทรัพยากรในการทำกิจกรรมการเรียนรู้ได้อย่างคุ้มค่า และเหมาะสม

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา นักเรียนเขียนแผน การปฏิบัติการจากแบบแนวคิดที่ร่างไว้ และดำเนินแก้ไขปัญหา หรือการสร้างชิ้นงาน อย่างสร้างสรรค์ ตามแผนที่นักเรียนเขียนไว้

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหา หรือชิ้นงาน โดยมีจุดเน้นตามปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ด้านความมีเหตุผล
นักเรียนทดสอบชิ้นงาน และประเมินผลงานโดยยึดว่า ได้ผลเป็นรูปธรรมตามวัตถุประสงค์ หรือไม่ ชิ้นงานนั้นมีคุณลักษณะเป็นไปตามความต้องการ และภายใต้เงื่อนไขที่กำหนดไว้ หรือไม่ จากผลการประเมินมีสิ่งใดที่ต้องปรับปรุง โดยมีจุดเน้นตามปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ด้านความมีเหตุผลในการทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไข คือ สามารถพิจารณา เหตุและผลของการกระทำ ได้อย่างรอบคอบ เกี่ยวกับการเลือกใช้ทรัพยากรธรรมชาติ วัสดุ อุปกรณ์ในการทำกิจกรรมการเรียนรู้ได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา หรือชิ้นงาน

โดยมีจุดเน้นตามปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ด้านภูมิคุ้มกันในตัวที่ดี โดยให้นักเรียนนำเสนอผลงานการแก้ปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้น โดยเริ่มตั้งแต่ขั้นตอนการทำความเข้าใจของปัญหา จนถึงขั้นผลลัพธ์สุดท้าย และการนำความรู้มาใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง โดยมีจุดเน้นตามปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ด้านการมีภูมิคุ้มกันในตัวที่ดี คือ การใช้ความรู้เหตุผลในการคิดกระทำการอย่างรอบคอบ รอบด้าน ก่อนการตัดสินใจ

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

ก่อนนำเข้าสู่กิจกรรมเรียนรู้ ครูร่วมสนทนากับนักเรียนเกี่ยวกับคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของการรักชาติ ศาสน์ กษัตริย์ เพื่อปลูกฝังให้นักเรียนเกิดความรักชาติ ศาสนา พระมหากษัตริย์ โดยการฝึกปฏิบัติจริงเกิดการเรียนรู้ทั้งในและนอกห้องเรียน ผ่านกิจกรรมต่าง ๆ ที่โรงเรียนจัดขึ้น เช่น กิจกรรมเข้าแถวเคารพธงชาติในตอนเช้า การปฏิบัติตามสิทธิและหน้าที่พลเมืองดีของชาติ สนับสนุนกิจกรรมที่สร้างความสามัคคีปรองดอง ปฏิบัติตนตามหลักของศาสนา เคารพเทิดทูน สถาบันพระมหากษัตริย์

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา (ชั่วโมงที่ 1)

1. นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนเรื่อง การระเหยแห้ง
2. ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยครูให้นักเรียนดูภาพการทำนาเกลือ



ภาพประกอบ 2 การทำนาเกลือ

ที่มา : <https://www.isangate.com>

3. ครูถามนักเรียน ดังนี้

- ภาพที่ครูนำมาให้นักเรียนดูนี้ เป็นภาพเกี่ยวกับอะไร

(แนวคำตอบ : การทำนาเกลือ ครับ/ค่ะ)

- มีนักเรียนคนไหนบ้างในห้องนี้ ที่เคยเห็นแปลงนาเกลือจริง

(แนวคำตอบ : เคยเห็น/ไม่เคยเห็น ครับ/ค่ะ)

- นักเรียนรู้ไหมเกลือที่เราใช้อุปโภค บริโภคกัน มีกี่ชนิด

(แนวคำตอบ : ไม่รู้/มี 2 ชนิด ครับ/ค่ะ)

- มีเกลืออะไรบ้าง

(แนวคำตอบ : เกลือสมุทร และเกลือสินเธาว์ ครับ/ค่ะ)

- มีใครรู้บ้างว่าเกลือสมุทรกับเกลือสินเธาว์แตกต่างกันอย่างไร

(แนวคำตอบ : เกลือสมุทร คือ เกลือที่ได้จากน้ำทะเล ส่วนเกลือสินเธาว์

คือ เกลือที่ได้จากการละลายของหินเกลือที่อยู่ใต้ดิน ครับ/ค่ะ)

- นักเรียนรู้ไหม เกลือที่ผลิตได้จากทางภาคอีสานของเราเป็นเกลือชนิดใด

(แนวคำตอบ : เป็นเกลือสินเธาว์ครับ/ค่ะ เพราะได้จากการละลายของ

หินเกลือที่อยู่ใต้ดิน ครับ/ค่ะ)

- นักเรียนคนไหน บอกครูได้บ้างว่า เกลือมีประโยชน์อย่างไรบ้าง

(แนวคำตอบ : ใช้ปรุงอาหาร ใช้ถนอมอาหาร ใช้ฆ่าเชื้อโรค ฯลฯ ครับ/ค่ะ)

4. ครูแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 8-9 คน แล้วสมมติสถานการณ์

ปัญหาเพื่อให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษารายละเอียดและเงื่อนไขของสถานการณ์ปัญหา ดังนี้

“ถ้าครอบครัวของนักเรียนประกอบอาชีพทำนาเกลือสินเธาว์ นักเรียนพบว่า ยอดการสั่งซื้อเกลือสินเธาว์ในรอบปีที่ผ่านมาลดลง ซึ่งสาเหตุมากจากการแข่งขันกับเกลือสมุทรที่ราคาถูกกว่า และเป็นเกลือที่มีไอโอดีน ซึ่งเป็นสารอาหารที่จำเป็นต่อร่างกายจึงทำให้คนส่วนใหญ่หันไปซื้อเกลือสมุทรแทน”

จากสถานการณ์ดังกล่าวนี้ นักเรียนจะมีวิธีการแก้ปัญหาอย่างไร ให้คนสนใจเกลือสินเธาว์ และสั่งซื้อเกลือสินเธาว์มากขึ้น โดยให้นักเรียนคิดออกแบบผลิตภัณฑ์จากเกลือสินเธาว์ให้มีความแปลกใหม่ และน่าสนใจมากขึ้น โดยมีวัตถุประสงค์ และเงื่อนไขของสถานการณ์ ดังนี้”

วัตถุประสงค์ : ได้เกลือกที่มีคุณภาพและแปลกใหม่

เงื่อนไข : 1) ใช้งบประมาณในการผลิตน้อยที่สุด

2) ได้เกลือกมีคุณภาพตามมาตรฐาน

3) ความพึงพอใจของผู้บริโภค บริโภค

5. นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา และระบุปัญหาที่พบจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ลงในใบกิจกรรมฝึกความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง “มหัศจรรย์เกลือกหลากสี” ตอนที่ 1 สงสัยใคร่รู้

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง

1. นักเรียนศึกษาข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับ 1) ความรู้เกี่ยวกับการระเหยแห้ง 2) ความรู้เกี่ยวกับวิธีการตรวจสอบคุณภาพของเกลือก 3) ความรู้เกี่ยวกับการทำนาเกลือกสีนเรศวร พร้อมทั้งศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมจากหนังสือเรียนและอินเทอร์เน็ต เพื่อนำไปออกแบบวิธีการแก้ปัญหา ดังนั้น นักเรียนจะต้องศึกษาปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

กิจกรรมที่ 1 : ทำความรู้จักการระเหยแห้ง

2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายว่า การระเหยแห้งคืออะไร และสามารถทำได้อย่างไร โดยครูเปิดวิดีโอเกี่ยวกับการระเหยแห้งให้นักเรียนดู และศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมจากใบความรู้ที่ 1

(<https://www.youtube.com/watch?v=MYe-U7u8pj4> : 1.42 นาที)

ครูตั้งประเด็นคำถาม ดังนี้

- การระเหยแห้ง คืออะไร

(แนวคำตอบ: คือ แยกสารผสมที่เป็นของเหลว และมีของแข็งละลายอยู่ในของเหลวนี้ออกจากกัน)

- นักเรียนคิดว่ามีปัจจัยใดบ้างที่มีผลต่อการระเหยแห้ง

(แนวคำตอบ: อุณหภูมิ ความร้อน ความชื้น ครีป/คะ)

3. ครูแจกซองสแตนเลสที่ปลายซองพันด้วยผ้า ให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม ๆ ละ 2 คน แล้วให้นักเรียนหยดสารละลายเกลือก และนม ลงในซองแต่ละคน จำนวน 10 หยด จากนั้นนำไปอังให้ความร้อน โดยใช้ตะเกียงแอลกอฮอล์ และสังเกตผลการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นบนซองทั้ง 2 คน จากนั้นบันทึกผลลงในใบกิจกรรมฝึกความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง “มหัศจรรย์เกลือกหลากสี” ตอนที่ 2 เร่งสืบเสาะ ข้อที่ 1

กิจกรรมที่ 2 : การตรวจสอบคุณภาพของเกลือ

4. ครูใช้คำถามเพื่อเชื่อมโยงความรู้ว่า เกลือที่บริสุทธิ์ ควรมีลักษณะอย่างไร
(แนวคำตอบ: ผลึกเป็นสีขาว สะอาด ปราศจากสิ่งเจือปนหรือสิ่ง

แปลกปลอม)

5. เราจะมีวิธีการทดสอบเบื้องต้นเกี่ยวกับลักษณะทั่วไปของเกลือได้อย่างไร
(แนวคำตอบ: สังเกตสีของผลึกด้วยตาเปล่าหรือใช้แว่นขยายส่อง

นำมาละลายน้ำ สังเกตสารละลายเกลือว่ามีสารแขวนลอยหรือมีสิ่งแปลกปลอมอยู่หรือไม่)

6. ครูให้นักเรียนตรวจสอบคุณลักษณะทั่วไปของตัวอย่างเกลือที่ครูนำมา
ให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม โดยทดสอบดูความบริสุทธิ์ของเกลือ ว่าเป็นไปตามมาตรฐาน
ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกลือบริโภคบริสุทธิ์ หรือไม่ โดยทำการทดสอบดังตาราง 1
และศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมได้จากใบความรู้ที่ 2

ตาราง 1 การทดสอบคุณลักษณะทั่วไปของเกลือบริโภคบริสุทธิ์

ลำดับ	คุณลักษณะทั่วไป	วิธีทดสอบ
1	สีของผลึกเกลือ - เป็นผงสีขาว	สังเกตรด้วยตาเปล่า
2	ลักษณะของผลึกเกลือ - เป็นผงหรือผลึกละเอียด	สังเกตรด้วยตาเปล่า / ส่องด้วยแว่นขยาย
3	ความสะอาด - ปราศจากสิ่งแปลกปลอมที่มองเห็นได้	สังเกตรด้วยตาเปล่า / ส่องด้วยแว่นขยาย / นำเกลือมาละลายในน้ำ สังเกตรสารที่ไม่ละลายน้ำ (สารแขวนลอย)

หมายเหตุ ข้อมูลมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกลือบริโภคบริสุทธิ์ มอก.
2086-2544 (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม, 2545
หน้า 2)

7. จากนั้นบันทึกผลการทดลองลงในใบกิจกรรมฝึกความคิดสร้างสรรค์
เรื่อง “มหัศจรรย์เกลือหลากสี” ตอนที่ 2 เร่งสืบเสาะ ข้อที่ 2

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา โดยมีจุดเน้นตามปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ด้านความพอประมาณ (ชั่วโมงที่ 2)

1. ครูและนักเรียนร่วมกันทบทวนเกี่ยวกับสถานการณ์ วัตถุประสงค์ และเงื่อนไขของสถานการณ์ปัญหา ดังนี้

“ถ้าครอบครัวของนักเรียนประกอบอาชีพทำนาเกลือสินเธาว์ นักเรียนพบว่า ยอดการสั่งซื้อเกลือสินเธาว์ในรอบปีที่ผ่านมาลดลง ซึ่งสาเหตุมากจากการแข่งขันกับเกลือสมุทรที่ราคาถูกกว่า และเป็นเกลือที่มีไอโอดีน ซึ่งเป็นสารอาหารที่จำเป็นต่อร่างกายจึงทำให้คนส่วนใหญ่หันไปซื้อเกลือสมุทรแทน”

จากสถานการณ์ดังกล่าวนี้ นักเรียนจะมีวิธีการแก้ปัญหาอย่างไร ให้คนสนใจเกลือสินเธาว์ และสั่งซื้อเกลือสินเธาว์มากขึ้น โดยให้นักเรียนคิดออกแบบผลิตภัณฑ์จากเกลือสินเธาว์ให้มีความแปลกใหม่ และน่าสนใจมากขึ้น โดยมีวัตถุประสงค์ และเงื่อนไขของสถานการณ์ ดังนี้”

วัตถุประสงค์ : ได้เกลือที่มีคุณภาพและแปลกใหม่

เงื่อนไข : 1) ใช้งบประมาณในการผลิตน้อยที่สุด

2) ได้เกลือมีคุณภาพตามมาตรฐาน

3) ความพึงพอใจของผู้อุปโภค บริโภค

2. ครูแนะนำอุปกรณ์ที่แต่ละกลุ่มจะได้รับว่าจะได้รับอุปกรณ์อะไรบ้าง (แว่นขยาย กรรไกร กระบอกตวง สารผสมผลึกเกลือ) โดยที่ไม่ต้องมีค่าใช้จ่าย

3. ครูแนะนำนักเรียนในแต่ละกลุ่มเกี่ยวกับข้อจำกัดของการเลือกใช้วัสดุ อุปกรณ์ ในการออกแบบและร่างแบบภาพการผลิตเกลือจากวัสดุที่กำหนดให้เท่านั้น และมีเงื่อนไขเกี่ยวกับต้นทุนของวัสดุ อุปกรณ์ที่จะใช้ผลิตเกลือ ดังนี้

ตาราง 2 รายการวัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้ในการแก้ปัญหา

ลำดับ	รายการ	ราคา
1	ชุดตะเกียงแอลกอฮอล์	ฟรี
2	ชามกระเบื้อง	ฟรี
3	ปีกเกอร์	ฟรี
4	ผ้าขาวบาง	ฟรี
5	กระดาษกรอง	ฟรี
6	กรวยกรอง	ฟรี
7	เทียน	ฟรี
8	ไฟแช็ก	ฟรี
9	ช้อน	ฟรี
10	ดอกอัญชัน	ราคา 5 บาท/ 100 กรัม
11	กระเจี๊ยบ	ราคา 5 บาท/ 100 กรัม
12	ใบเตย	ราคา 5 บาท/ 100 กรัม
13	ขมิ้น	ราคา 5 บาท/ 100 กรัม
14	น้ำผลไม้วิตามินซี	ราคา 10 บาท/ 100 มล.
15	น้ำผสมเกลือแร่	ราคา 10 บาท/ 100 มล.

4. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มระดมความคิดเพื่อออกแบบวิธีการผลิตเกลือ โดยพัฒนาเกลือให้มีคุณภาพ และแปลกใหม่ โดยใช้วัสดุ อุปกรณ์ที่กำหนดให้ โดยเขียนร่างแบบภาพแนวคิดที่จะใช้แก้ปัญหา ลงในใบกิจกรรมฝึกความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง “มหัศจรรย์เกลือหลากหลาย” ตอนที่ 3 ออกแบบอย่างนักวิศวกร โดยใช้ดินสอร่างแบบภาพ พร้อมทั้งระบายสีให้สวยงาม ซึ่งเน้นความคิดสร้างสรรค์ ได้แก่ ความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดลออ โดยมีจุดเน้นตามปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ด้านความพอประมาณในการออกแบบ คือ ความพอดี ไม่มากเกินไป หรือน้อยเกินไป ใช้ทรัพยากรในการทำกิจกรรมการเรียนรู้ได้อย่างคุ้มค่าและเหมาะสม

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา

1. ให้นักเรียนร่วมกันวางแผนการแก้ปัญหาจากแบบร่างแนวคิดที่ร่างไว้ โดยการระบุขั้นตอนของการดำเนินการแก้ปัญหาที่ละขั้นตอนตามลำดับ ลงในใบกิจกรรมฝึกความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง “มหัศจรรย์เกลือหลากหลายสี” ตอนที่ 4 วางแผนอย่างมืออาชีพ
2. นักเรียนนำไปรายการวัสดุ อุปกรณ์ไปเลือกซื้อของตามที่ต้องการ และดำเนินการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ มีความคิดละเอียดลออในการแก้ปัญหาตามแผนที่วางไว้

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขชิ้นงาน โดยมีจุดเน้นตามปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ด้านความมีเหตุผล (ชั่วโมงที่ 3)

1. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มบันทึกรายละเอียดของลักษณะเกลือที่ได้จากขั้นตอนการทำเกลือให้บริสุทธิ์ ได้แก่ สีของผลึก ลักษณะของผลึก ความสะอาด ลงในใบกิจกรรมฝึกความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง “มหัศจรรย์เกลือหลากหลายสี” ตอนที่ 5 ทดสอบความมหัศจรรย์เกลือหลากหลายสี จากนั้นบันทึกรายละเอียดของการพัฒนาผลิตภัณฑ์เกลือที่ได้ให้มีความแปลกใหม่ น่าสนใจ และประเมินผลที่ได้ เป็นไปตามวัตถุประสงค์หรือเงื่อนไข ในการแก้ปัญหาหรือไม่
2. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายถึงปัญหา อุปสรรค และแนวทางในการแก้ปัญหา จากการแก้ปัญหาในครั้งที่ 1
3. นักเรียนแต่ละกลุ่มวางแผนร่วมกันเพื่อปรับปรุงวิธีการ ขั้นตอนของการแก้ปัญหาให้ดียิ่งขึ้น
4. นักเรียนลงมือแก้ปัญหาอีกครั้ง ตามแผนที่วางไว้ บันทึกผลโดยการระบุการปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลงวิธีการ หรือข้อมูลจากที่วางแผนการแก้ปัญหาในครั้งที่ 1 โดยมีจุดเน้นตามปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ด้านความมีเหตุผลในการทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไข คือ สามารถพิจารณาเหตุและผลของการกระทำ ได้อย่างรอบคอบ เกี่ยวกับการเลือกใช้ทรัพยากรธรรมชาติ วัสดุ อุปกรณ์ในการทำกิจกรรมการเรียนรู้ ได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา หรือผลการแก้ปัญหา โดยมีจุดเน้นตาม ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ด้านมีภูมิคุ้มกันในตัวที่ดี

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มแสดงผลงาน คือ เกล็ดที่ได้จากการแก้ปัญหา พร้อมนำเสนอผลงาน โดยนำเสนอตั้งแต่ขั้นการระบุปัญหา ผลของการรวบรวมข้อมูล การออกแบบแก้ปัญหา วิธีการแก้ปัญหา อุปสรรค แนวทางในการแก้ไขปรับปรุง และผลลัพธ์สุดท้ายเป็นไปตามวัตถุประสงค์ และเงื่อนไขหรือไม่ คือ ได้เกล็ดที่มีคุณภาพ และแปลกใหม่ โดยใช้งบประมาณในการผลิตน้อยที่สุด และให้ได้ปริมาณเกล็ดมากที่สุด โดยมีจุดเน้นตามปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ด้านการมีภูมิคุ้มกันในตัวที่ดี คือ การใช้ความรู้ เหตุผลในการคิดกระทำการอย่างรอบคอบ รอบด้าน ก่อนการตัดสินใจ และเตรียมตัว พร้อมรับการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น โดยสามารถที่จะปรับตัวเข้ากับสถานการณ์ได้อย่างเหมาะสม ยอมรับการเปลี่ยนแปลงในสิ่งที่ถูกต้องได้อย่างทันท่วงที

2. นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อสรุปความรู้ที่ได้รับจากการแก้ปัญหา ลงในใบกิจกรรมฝึกความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง “มหัศจรรย์เกล็ดหลากสี” ตอนที่ 6 มหัศจรรย์ความหลากสี

3. นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียน เรื่อง การระเหยแห้ง

7. สื่อและแหล่งเรียนรู้

1. หนังสือเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ ม.2
2. วิดีทัศน์เกี่ยวกับปัญหาราคาเกล็ดสมุทรตกต่ำ
3. วิดีทัศน์เกี่ยวกับการระเหยแห้ง
4. ใบความรู้ที่ 1 เรื่อง การระเหยแห้ง
5. ใบความรู้ที่ 2 เรื่อง วิธีการตรวจสอบคุณภาพของเกล็ด
6. ใบความรู้ที่ 3 เรื่อง การทำนาเกล็ดสินเธาว์

8. การงานและชิ้นงาน

8.1 การงาน

กิจกรรมฝึกความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง มหัศจรรย์เกล็ดหลากสี

8.2 ชิ้นงาน

เกล็ดที่มีคุณภาพและแปลกใหม่

9. การวัดและประเมินผล

9.1 ด้านความรู้

วัตถุประสงค์	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
1. อธิบายการ แยกสารโดย การระเหยแห้ง โดยใช้ หลักฐานเชิงประจักษ์ 2. นำวิธีการ แยกสารไปใช้ แก้ปัญหา ในชีวิตประจำวัน โดยการบูรณาการ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปะ และคณิตศาสตร์	- ตรวจใบกิจกรรม ฝึกความคิด สร้างสรรค์ เรื่อง มหัศจรรย์เกลือ หลากสี - ตรวจแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน ก่อนเรียน-หลังเรียน เรื่อง การระเหยแห้ง	- ใบกิจกรรมฝึก ความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง มหัศจรรย์เกลือ หลากสี - แบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน ก่อนเรียน-หลังเรียน เรื่อง การระเหยแห้ง	- ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์

9.2 ด้านทักษะกระบวนการ

วัตถุประสงค์	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
ความคิดสร้างสรรค์ ได้แก่ 1. ความคิดริเริ่ม 2. ความคิด คล่องแคล่ว 3. ความคิดยืดหยุ่น 4. ความคิด ละเอียดยลลออ ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ 1. การสังเกต 2. การจำแนก 3. การลงความเห็น จากข้อมูล 4. การตั้งสมมติฐาน 5. การตีความและลง ข้อสรุป 6. การทดลอง	- ตรวจใบกิจกรรมฝึก ความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง มหัศจรรย์เกลือ หลากสี - ตรวจแบบวัด ความคิดสร้างสรรค์ - ตรวจแบบประเมิน ชิ้นงาน - สังเกตพฤติกรรม	- ใบกิจกรรมฝึก ความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง มหัศจรรย์เกลือ หลากสี - แบบวัดความคิด สร้างสรรค์ - แบบประเมิน ชิ้นงาน - แบบประเมิน ทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์	- ใช้เกณฑ์การให้ คะแนนความคิด สร้างสรรค์ - อยู่ในระดับพอใช้ ขึ้นไป

9.3 ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์และสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

วัตถุประสงค์	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
คุณลักษณะอันพึงประสงค์ 1. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์ 2. มีวินัย 3. ใฝ่เรียนรู้ 4. อยู่อย่างพอเพียง 5. มุ่งมั่นในการทำงาน 6. มีจิตสาธารณะ	- สังเกตพฤติกรรม	- แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ และสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน	- อยู่ในระดับพอใช้ขึ้นไป
สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน 7. ความสามารถในการสื่อสาร 8. ความสามารถในการคิด 9. ความสามารถในการแก้ปัญหา 10. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต 11. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี	- สังเกตพฤติกรรม	- แบบประเมินการนำเสนอ	- อยู่ในระดับพอใช้ขึ้นไป

บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

.....

แนวทางการปรับปรุง / แก้ไข

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นายเอกพร ธรรมยศ)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ใบความรู้ เรื่อง ความคิดสร้างสรรค์

ความคิดสร้างสรรค์ (Creative Thinking)

หมายถึง ความสามารถในการคิดของนักเรียน โดยคิดได้แปลกใหม่ กว้างไกล หลายแง่มุม หลายทิศทาง มีการดัดแปลง ผสมผสานความคิด ผ่านประสบการณ์ มีวิธีคิดที่หลากหลาย เพื่อให้เกิดความแปลกใหม่หรือค้นพบสิ่งใหม่ รวมถึงการแก้ไขปัญหาไปสู่การคิดประดิษฐ์ ชิ้นงาน



ความคิดสร้างสรรค์

แบ่งเป็น 4 ลักษณะ ดังนี้

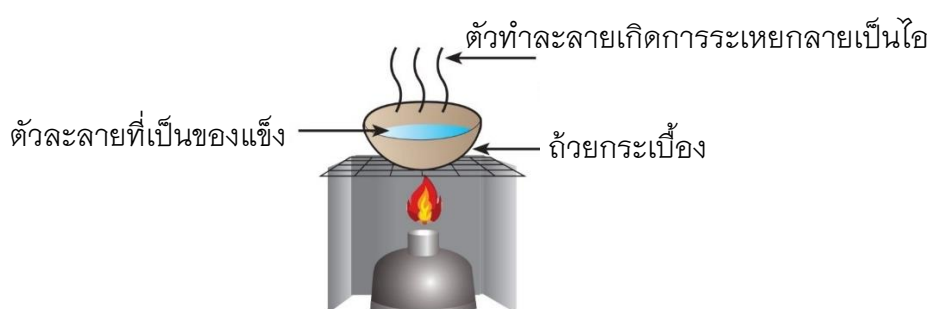
- 1) **ความคิดคล่องแคล่ว** หมายถึง การที่นักเรียนได้ใช้ความคิด ในการค้นหาคำตอบและเขียนคำตอบได้จำนวนมาก มีความคล่องตัว ในการคิดหาคำตอบ และเขียนคำตอบได้อย่างรวดเร็วในเวลาที่กำหนด
- 2) **ความคิดยืดหยุ่น** หมายถึง การที่นักเรียนได้ใช้ความคิดในการค้นหาคำตอบและเขียนคำตอบได้หลากหลายประเภท และหลากหลายแง่มุม
- 3) **ความคิดริเริ่ม** หมายถึง การที่นักเรียนได้ใช้ความคิดในการค้นหาคำตอบ และเขียนคำตอบเป็นคำตอบที่แปลกใหม่ ไม่ซ้ำกับความคิดของผู้อื่น และแตกต่างจากความคิดธรรมดาหรือความคิดเดิม ๆ ซึ่งนำไปสู่การออกแบบและสร้างสรรค์สิ่งใหม่ ๆ
- 4) **ความคิดละเอียดลออ** หมายถึง ความสามารถในการคิดในรายละเอียดต่าง ๆ ในสิ่งที่คนอื่นมองไม่เห็น สามารถอธิบายรายละเอียดหรือเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ ทำให้ผลงานสมบูรณ์ขึ้นเป็นรูปธรรมและนำไปใช้ประโยชน์ได้

ใบความรู้ที่ 1

เรื่อง การระเหยแห้ง

การระเหยแห้ง (Evaporation)

การระเหยแห้ง (Evaporation) เป็นวิธีการที่ใช้ในการแยกสารละลายที่ประกอบด้วย ตัวละลายที่เป็นของแข็งละลายอยู่ในตัวทำละลายที่เป็นของเหลว โดยการให้ความร้อนเพื่อให้ตัวทำละลายที่มีจุดเดือดต่ำกว่าระเหยเป็นไอแยกออกไปจนหมด และเหลือเพียงตัวละลาย



ภาพประกอบ 3 แบบจำลองการระเหยแห้ง

ที่มา : http://academic.obec.go.th/textbook/web/images/book/1551778181_example.pdf

การระเหยแห้งสามารถทำได้ทั้งการให้ความร้อนแก่สารละลายโดยตรงเพื่อช่วยในการระเหยตัวทำละลาย หรือปล่อยให้ตัวทำละลายระเหยเองก็ได้ ขึ้นอยู่กับว่าตัวทำละลายระเหยได้มากหรือน้อยเพียงใดตัวอย่างการระเหยที่พบในชีวิตประจำวัน เช่น การทำนาเกลือ ซึ่งจะมีขั้นตอนการระเหยน้ำออกจากน้ำทะเลด้วยแสงอาทิตย์เพื่อผลิตเป็นเกลือสมุทรสำหรับนำไปจำหน่ายเพื่อการบริโภค



ภาพประกอบ 4 เกลือที่ตกผลึกจากการทำนาเกลือจะถูกโกยมารวมไว้เป็นกอง ๆ เพื่อให้เกลือแห้งน้ำมากขึ้น ก่อนนำไปเก็บและรอการจำหน่ายต่อไป

ที่มา : <https://thainews.prd.go.th/th/news/detail/TCATG191213230729038>

ใบความรู้ที่ 2

เรื่อง วิธีการตรวจสอบคุณภาพของเกลือ

ข้อมูลมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกลือบริโภคบริสุทธิ์

1. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้กำหนด ชั้นคุณภาพ คุณลักษณะที่ต้องการ วัตถุเจือปนอาหาร สารปนเปื้อน การบรรจุ เครื่องหมายและฉลาก การชักตัวอย่าง และเกณฑ์ตัดสิน และการทดสอบเกลือบริโภคบริสุทธิ์
2. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ครอบคลุมเฉพาะเกลือบริโภคบริสุทธิ์ที่ได้จากน้ำทะเลเกลือหินจากใต้ดิน หรือเกลือสินเธาว์จากน้ำเกลือธรรมชาติ โดยไม่รวมถึงเกลือซึ่งเป็นผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมเคมี และเกลือบริสุทธิ์ที่ใช้ในอุตสาหกรรมยา
3. ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มีดังนี้ เกลือบริโภคบริสุทธิ์ ซึ่งต่อไปในมาตรฐานนี้จะเรียกว่า "เกลือบริโภค" หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ประกอบด้วยโซเดียมคลอไรด์เป็นส่วนสำคัญ เหมาะสำหรับใช้บริโภค มีลักษณะเป็นผงหรือผลึกละเอียดสีขาวได้จากน้ำทะเล เกลือหินจากใต้ดิน หรือจากน้ำเกลือธรรมชาติ และผ่านกรรมวิธีทำให้บริสุทธิ์

คุณลักษณะที่ต้องการ

ลักษณะทั่วไป

เกลือบริสุทธิ์ ต้องเป็นผงหรือผลึกละเอียด สีขาว และปราศจากสิ่งแปลกปลอมที่มองเห็นได้ การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

ตารางที่ 3 การทดสอบคุณลักษณะทั่วไปของเกลือบริสุทธิ์

ลำดับ	คุณลักษณะทั่วไป	วิธีทดสอบ
1	สีของผลึกเกลือ – เป็นผงสีขาว	สังเกตด้วยตาเปล่า
2	ลักษณะของผลึกเกลือ – เป็นผงหรือผลึกละเอียด	สังเกตด้วยตาเปล่า / ส่องด้วยแว่นขยาย
3	ความสะอาด – ปราศจากสิ่งแปลกปลอมที่มองเห็นได้	สังเกตด้วยตาเปล่า / ส่องด้วยแว่นขยาย / นำเกลือมาละลายในน้ำ สังเกตสารที่ไม่ละลายน้ำ (สารแขวนลอย)

หมายเหตุ ข้อมูลมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกลือบริสุทธิ์ มอก.
2086-2544 (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม, 2545
หน้า 2)

ใบความรู้ที่ 3

เรื่อง การทำนาเกลือสินเธาว์

การทำนาเกลือสินเธาว์



ภาพประกอบ 5 การทำนาเกลือ

ที่มา : <https://www.isangate.com/new>

เกลือ ที่เรารู้จักและนำมาบริโภคนั้นมี 2 ชนิด คือ

1. เกลือสมุทร (Sea salt) คือ เกลือที่ได้จากสูบน้ำทะเลเข้ามาขังไว้ในที่นา ผึ่งแดดและลมจนน้ำระเหยเหลือแต่ผลึกเกลือสีขาว
2. เกลือสินเธาว์ หรือ เกลือหิน (Rock salt) หมายถึง เกลือที่ได้จากดินเค็ม (ไม่ได้มาจากเกลือสมุทรโดยตรง) โดยนำเอาน้ำเกลือจากการละลายหินเกลือที่อยู่ใต้ดินมา ต้มเคี่ยวจนได้เกลือเนื้อละเอียดสีขาว

พื้นที่ภาคอีสานครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 1 ใน 3 ของประเทศ มีลักษณะภูมิประเทศเป็นที่ราบสูง โครงสร้างทางธรณีวิทยาเป็น 2 ลักษณะ คือ เป็นแอ่ง (Basin) และขอบแอ่งที่เป็นภูเขาสูง (Mountain Range) แบ่งได้ 2 แอ่ง เรียกว่า "แอ่งโคราช และ แอ่งสกลนคร" ทั้ง 2 แอ่งมีชั้นเกลือหินที่รองรับอยู่ใต้ดินเป็นโดมเกลือ (Salt Dome) ขนาดใหญ่ ชั้นเกลือหินจะสัมผัสกับชั้นน้ำบาดาลเกิดการละลายเป็นชั้นน้ำเค็ม บางพื้นที่ ชั้นน้ำเค็มพุ่งขึ้นถึงผิวดินที่มีอุณหภูมิสูง ก็เกิดการระเหยอย่างรวดเร็วทิ้งผลึกเกลือเล็ก ๆ อยู่บนผิวดินเป็นคราบสีขาว สภาพพื้นที่ที่เป็นดินเค็มมีคราบเกลือนี้เอง ชาวอีสานนำไป

ผลิตเกลือสินเธาว์ที่มีคุณภาพมาตรฐานมาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ซึ่งในภาคอีสาน มีชุมชนที่ผลิตเกลือในระดับอุตสาหกรรมโบราณ มาตั้งแต่สมัยก่อนประวัติศาสตร์ ดังหลักฐานทางโบราณคดีที่พบในบริเวณบ่อพันขัน เขตทุ่งกุลาร้องไห้ จังหวัดร้อยเอ็ด และบริเวณลุ่มน้ำสงครามแอ่งสกลนคร หลังจากเก็บเกี่ยวข้าวเสร็จ ในหน้าแล้งช่วงเดือน กุมภาพันธ์ ตามท้องนาจะมีดินเอี้ยด หรือที่ชาวอีสานเรียกว่า ชี้ทา (ดินเค็มที่มีละออง หรือสำเกลือ) ขึ้นมาบนผิวดินให้เห็นเป็นสีขาวหรือสีเทา ชาวบ้านลงมือขุดดินเอี้ยดเพื่อนำมาเป็นวัตถุดิบในการต้มเกลือ



ภาพประกอบ 6 การละลายเกลือออกจากดินเค็ม

ที่มา : <https://www.isangate.com/new>

โดยนำดินละเอียดผสมแกลบข้าว หรือเศษฟาง ใส่ในรางเกรอะน้ำเกลือ มีลักษณะคล้ายเรือความยาวประมาณ 2-4 เมตร หรือบางท้องถิ่นอาจใช้อ่างปูนซีเมนต์แทน เมื่อเทน้ำสะอาดใส่ในรางเกรอะเกลือ น้ำเอี้ยดที่ผ่านการกรองแบบธรรมชาติจะไหลออกจากรูลงในภาชนะ ที่รองไว้ด้านล่างของรางเกรอะ เมื่อได้น้ำเอี้ยดที่เพียงพอต่อการต้มแต่ละครั้ง



ภาพประกอบ 7 การต้มให้น้ำระเหยออกจากเกลี้อ

ที่มา : <https://www.isangate.com/new>

เมื่อได้น้ำเอียงที่สามารถต้มเป็นเกลี้อได้แล้ว ขั้นตอนต่อไปคือนำน้ำเอียงมาเคี่ยวหุง โดยใช้กระทะที่ทำจากแผ่นสังกะสี สุมไฟไปตลอด จนน้ำระเหยกลายเป็นผลึกเกลี้อสีขาวขุ่น จากนั้นตักเกลี้อใส่ตะกร้าไม้ไผ่ผึ่งเกลี้อไว้ให้แห้ง เสร็จแล้วก็นำเกลี้อมาบรรจุกระทงที่ทำด้วยไม้ไผ่สาน อย่างชะลอมเป็นรูปทรงกระบอก ขนาดของกระทงขึ้นอยู่กับผู้ใช้ ส่วนใหญ่ขนาดพอบรรจุเกลี้อที่มีน้ำหนัก 1 หมื่น (12 กิโลกรัม) ก่อนบรรจุเกลี้อใช้ใบไม้รองด้านใน เกลี้อกระทงของชาวอีสานในอดีตเป็นทั้งสินค้าซื้อขาย และแลกเปลี่ยนของพ่อค้าทางไกล ชาวอีสานเรียกว่า “นายฮ้อยเกลี้อ” เกลี้อกระทงสามารถเก็บไว้บริโภคได้นานแรมปี เกลี้อกระทงหนัก 12 กิโลกรัม ราคาประมาณ 150 – 200 บาท (พ.ศ. 2559) ระยะเวลาการผลิตเกลี้อสินเชาว์อยู่ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ ไปจนถึงปลายเดือนเมษายนของทุกปี

ใบรายการซื้อวัสดุ อุปกรณ์ ครั้งที่.....

ชื่อกลุ่ม.....

รายการ	ราคา (บาท)	จำนวน	ราคา (บาท)
ชุดตะเกียงแอลกอฮอล์	ฟรี		
ชามกระเบื้อง	ฟรี		
ปีกเกอร์	ฟรี		
ผ้าขาวบาง	ฟรี		
กระดาษกรอง	ฟรี		
กรวยกรอง	ฟรี		
เทียน	ฟรี		
ไฟแช็ก	ฟรี		
ช้อน	ฟรี		
ดอกอัญชัน	ราคา 5 บาท/ 100 กรัม		
กระเจี๊ยบ	ราคา 5 บาท/ 100 กรัม		
ใบเตย	ราคา 5 บาท/ 100 กรัม		
ขมิ้น	ราคา 5 บาท/ 100 กรัม		
น้ำผลไม้วิตามินซี	ราคา 10 บาท/ 100 มล.		
น้ำผสมเกลือแร่	ราคา 10 บาท/ 100 มล.		
รวม			

กิจกรรมฝึกความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง มหัศจรรย์เกลือหลากหลายสี

วันที่...../...../.....

เวลาที่ใช้ 3 ชั่วโมง

จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อทำกิจกรรมนี้แล้ว นักเรียนมีความสามารถ ดังต่อไปนี้

ด้านความรู้ (เจือินไขความรู้)

1. อธิบายการแยกสารผสมโดยระเหยแห้งโดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์
2. นำวิธีการแยกสารไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน โดยบูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปะ และคณิตศาสตร์

ทักษะกระบวนการ

1. ความคิดสร้างสรรค์
 - 1.1 ความคิดคล่องแคล่ว
 - 1.2 ความคิดยืดหยุ่น
 - 1.3 ความคิดริเริ่ม
 - 1.4 ความคิดละเอียดลออ
2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 - 2.1 ทักษะการสังเกต
 - 2.2 ทักษะการจำแนก
 - 2.3 ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
 - 2.4 ทักษะการตั้งสมมติฐาน
 - 2.5 ทักษะการตีความและลงข้อสรุป
 - 2.6 ทักษะการทดลอง

คุณลักษณะอันพึงประสงค์ (เงื่อนไขคุณธรรม)

1. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์
2. มีวินัย
3. ใฝ่เรียนรู้
4. อยู่อย่างพอเพียง
5. มุ่งมั่นในการทำงาน
6. มีจิตสาธารณะ

วัสดุอุปกรณ์

1. ชุดตะเกียงแอลกอฮอล์
2. ชามกระเบื้อง
3. ปีกเกอร์
4. ผ้าขาวบาง
5. กระดาษกรอง
6. กรวยกรอง
7. เทียน
8. ไฟแช็ก
9. ช้อน
10. ดอกอัญชัน
11. กระเจี๊ยบ
12. ใบเตย
13. ขมิ้น
14. น้ำผลไม้วิตามินซี
15. น้ำผสมเกลือแร่

ขั้นตอนการดำเนินกิจกรรม

1. แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม ๆ ละ 8-9 คน
2. นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์สถานการณ์ เงื่อนไข และระบุปัญหาที่พบ
จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ โดยให้ระบุปัญหาลงในใบกิจกรรมฝึกความคิดสร้างสรรค์
เรื่อง “มหัศจรรย์เกลือกหลากสี” ตอนที่ 1 สงสัยใครรู้
3. นักเรียนรวบรวมข้อมูล โดยศึกษาใบความรู้ที่ 1 ความรู้เกี่ยวกับการระเหยแห้ง
ใบความรู้ที่ 2 วิธีการตรวจสอบคุณภาพของเกลือก และหาความรู้เพิ่มเติมจากหนังสือเรียน
อินเทอร์เน็ต
4. นักเรียนฝึกทำกิจกรรมที่ 1 การระเหยแห้ง และกิจกรรมที่ 2 การตรวจสอบ
คุณภาพของเกลือก พร้อมบันทึกผลการทดลองลงในใบกิจกรรมฝึกความคิดสร้างสรรค์
เรื่อง “มหัศจรรย์เกลือกหลากสี” ตอนที่ 2 เร่งสืบเสาะ ข้อที่ 1 ข้อที่ 2
5. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มระดมความคิดเพื่อออกแบบวิธีการผลิตเกลือก
โดยพัฒนาเกลือกให้มีคุณภาพ และแปลกใหม่ โดยใช้วัสดุ อุปกรณ์ที่กำหนดให้ โดยเขียน
ร่างแบบภาพแนวคิดที่จะใช้แก้ปัญหา ลงในใบกิจกรรมฝึกความคิดสร้างสรรค์
เรื่อง “มหัศจรรย์เกลือกหลากสี” ตอนที่ 3 ออกแบบอย่างนักวิศวกร โดยใช้ดินสอ
ร่างแบบภาพ พร้อมทั้งระบายสีให้สวยงาม ซึ่งเน้นความคิดสร้างสรรค์ ได้แก่
ความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดลออ
โดยมีจุดเน้นตามปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ด้านความพอประมาณในการออกแบบ
คือ ความพอดี ไม่มากเกินไป หรือน้อยเกินไป ใช้ทรัพยากรในการทำกิจกรรมการเรียนรู้
ได้อย่างคุ้มค่าและเหมาะสม
7. ให้นักเรียนร่วมกันวางแผนการแก้ปัญหา โดยการระบุขั้นตอนของการผลิต
เกลือกทีละขั้น ตามลำดับ ลงในใบกิจกรรมฝึกความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง “มหัศจรรย์เกลือก
หลากสี” ตอนที่ 4 วางแผนอย่างมืออาชีพ
8. นักเรียนนำใบรายการวัสดุ อุปกรณ์ไปเลือกซื้อของตามทีออกแบบไว้
และลงมือแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ตามแผนที่วางไว้ โดยมีความคิดละเอียดลออ
ในการแก้ปัญหา
9. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มบันทึกรายละเอียดของลักษณะเกลือกที่ได้
จากขั้นตอนการทำเกลือกให้บริสุทธิ์ ได้แก่ สีของผลึก ลักษณะของผลึก ความสะอาด
ลงในใบกิจกรรมฝึกความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง “มหัศจรรย์เกลือกหลากสี” ตอนที่ 5 ทดสอบ

ความมหัศจรรย์เกลือหลากหลายสี จากนั้นบันทึกรายละเอียดของการพัฒนาผลิตภัณฑ์เกลือที่ได้ให้มีความแปลกใหม่ น่าสนใจ และประเมินผลที่ได้ เป็นไปตามวัตถุประสงค์หรือเงื่อนไข ในการแก้ปัญหาหรือไม่

10. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายถึงปัญหา อุปสรรค และแนวทางในการแก้ปัญหา จากการแก้ปัญหาในครั้งที่ 1

11. นักเรียนแต่ละกลุ่มวางแผนร่วมกันเพื่อปรับปรุงวิธีการ ขั้นตอนของการแก้ปัญหาให้ดียิ่งขึ้น

12. นักเรียนลงมือแก้ปัญหาอีกครั้ง ตามแผนที่วางไว้ บันทึกผลโดยการระบุการปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลงวิธีการ หรือข้อมูลจากที่วางแผนการแก้ปัญหาในครั้งที่ 1 โดยมีจุดเน้นตามปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ด้านความมีเหตุผลในการทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไข คือ สามารถพิจารณาเหตุและผลของการกระทำ ได้อย่างรอบคอบ เกี่ยวกับการเลือกใช้ทรัพยากรธรรมชาติ วัสดุ อุปกรณ์ในการทำกิจกรรมการเรียนรู้ ได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

13. นักเรียนแต่ละกลุ่มแสดงผลงาน คือ เกลือที่ได้จากการแก้ปัญหาพร้อมนำเสนอผลงาน โดยนำเสนอตั้งแต่ขั้นการระบุปัญหา ผลของการรวบรวมข้อมูล การออกแบบแก้ปัญหา วิธีการแก้ปัญหา อุปสรรค แนวทางในการแก้ไขปรับปรุง และผลลัพธ์สุดท้ายเป็นไปตามวัตถุประสงค์ และเงื่อนไขหรือไม่ คือ ได้เกลือที่มีคุณภาพตามมาตรฐาน โดยใช้งบประมาณในการผลิตน้อยที่สุด และให้ได้ปริมาณเกลือมากที่สุด โดยมีจุดเน้นตามปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ด้านการมีภูมิคุ้มกันในตัวที่ดี คือ การใช้ความรู้ เหตุผลในการคิดกระทำการอย่างรอบคอบ รอบด้าน ก่อนการตัดสินใจ และเตรียมตัวพร้อมรับการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น โดยสามารถที่จะปรับตัวเข้ากับสถานการณ์ได้อย่างเหมาะสม ยอมรับการเปลี่ยนแปลงในสิ่งที่ถูกต้องได้อย่างทันท่วงที

14. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อสรุปความรู้ที่ได้รับจากการแก้ปัญหา เรื่อง “มหัศจรรย์เกลือหลากหลายสี” ตอนที่ 6 มหัศจรรย์ความหลากหลาย

15. ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียน เรื่อง การระเหยแห้ง

กิจกรรมฝึกทักษะความคิดสร้างสรรค์

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา

ตอนที่ 1 สงสัยใคร่รู้

คำชี้แจง

1. นักเรียนวิเคราะห์สถานการณ์ และระบุปัญหาที่พบจากสถานการณ์

“ถ้าครอบครัวของนักเรียนประกอบอาชีพทำนาเกลือสินเธาว์ นักเรียนพบว่า ยอดการสั่งซื้อเกลือสินเธาว์ในรอบปีที่ผ่านมาลดลง ซึ่งสาเหตุมากจากการแข่งขันกับเกลือสมุทรที่ราคาถูกกว่า และเป็นเกลือที่มีไอโอดีน ซึ่งเป็นสารอาหารที่จำเป็นต่อร่างกายจึงทำให้คนส่วนใหญ่หันไปซื้อเกลือสมุทรแทน”

จากสถานการณ์ดังกล่าวนี้ นักเรียนจะมีวิธีการแก้ปัญหาอย่างไร ให้คนสนใจเกลือสินเธาว์ และสั่งซื้อเกลือสินเธาว์มากขึ้น โดยให้นักเรียนคิดออกแบบผลิตภัณฑ์จากเกลือสินเธาว์ให้มีความแปลกใหม่ และน่าสนใจมากขึ้น โดยมีวัตถุประสงค์ และเงื่อนไขของสถานการณ์ ดังนี้”

วัตถุประสงค์ : ได้เกลือที่มีคุณภาพ และแปลกใหม่

เงื่อนไข : 1) ใช้งบประมาณในการผลิตน้อยที่สุด

2) ได้เกลือมีคุณภาพตามมาตรฐาน

3) ความพึงพอใจของผู้อุปโภค บริโภค

ปัญหาที่พบจากสถานการณ์ ได้แก่

- 1).....
- 2).....
- 3).....
- 4).....
- 5).....

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง

ตอนที่ 2 แรงสืบเสาะ

คำชี้แจง ให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมดังต่อไปนี้

1. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการทดลองหยดสารละลายเกลือ และนม ลงบนชิ้นสแตนเลสแต่ละคัน นำไปอังให้ความร้อนโดยใช้ตะเกียงแอลกอฮอล์ จากนั้นสังเกตผลการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นและบันทึกผลการทดลอง

ชนิดของสารละลาย	ลักษณะของสารละลาย	
	ก่อนการให้ความร้อน	หลังการให้ความร้อน

2. ให้นักเรียนตรวจสอบคุณลักษณะทั่วไปของตัวอย่างเกลือที่ครูแจกให้ในกลุ่ม โดยทำการทดสอบความบริสุทธิ์ว่าเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกลือบริโภคบริสุทธิ์หรือไม่ จากนั้นบันทึกผลการทดสอบ

ลำดับ	คุณลักษณะทั่วไป	ลักษณะที่สังเกตได้จากการทดสอบ
1	สีของผลึกเกลือ	
2	ลักษณะของผลึกเกลือ	
3	ความสะอาด	

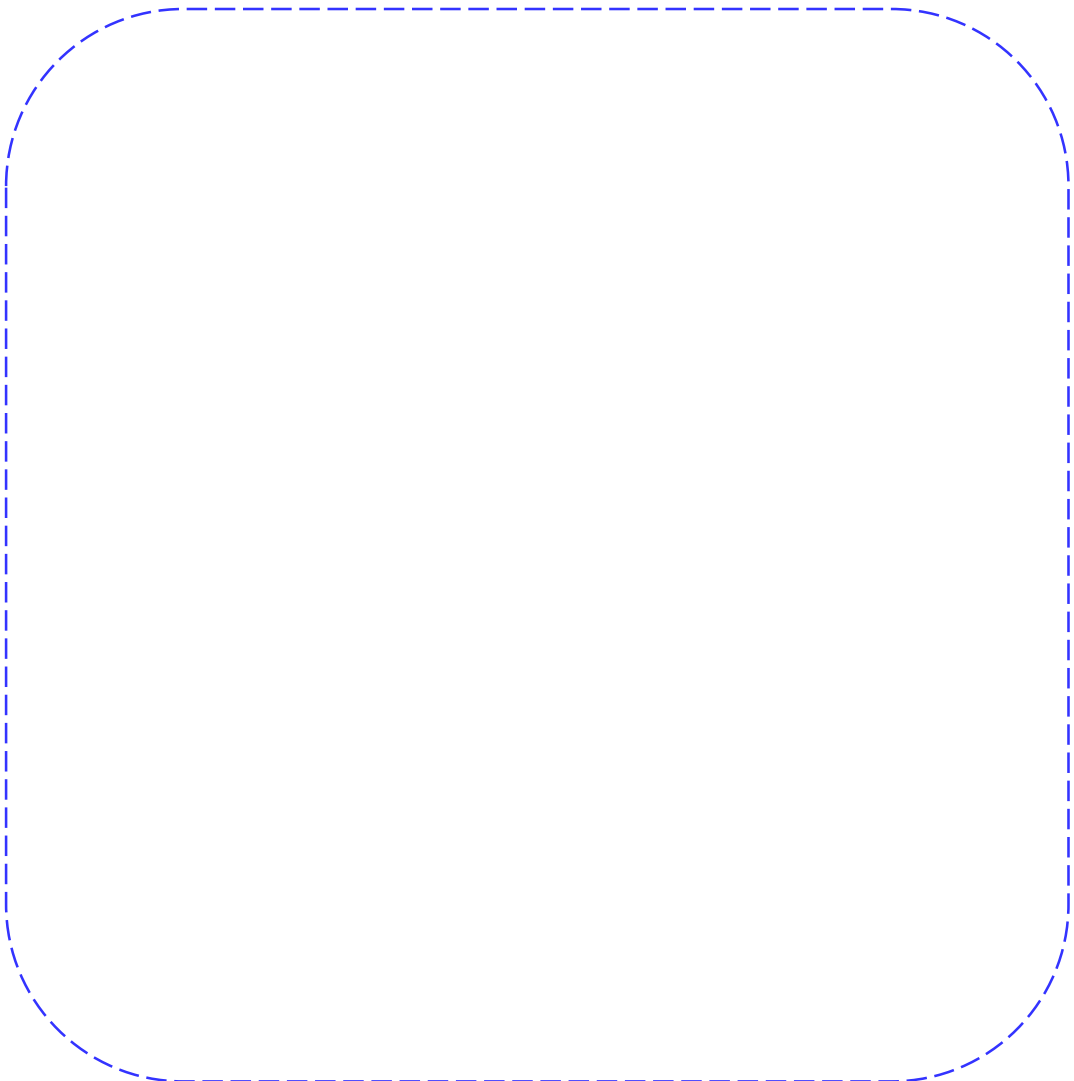
ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา

โดยมีจุดเน้นตามปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ด้านความพอประมาณ

ตอนที่ 3 ออกแบบอย่างนักวิศวกร

คำชี้แจง

3.1 ให้นักเรียนออกแบบผลิตภัณฑ์จากเกล็ดสินเธาว์ที่แปลกใหม่ และน่าสนใจ โดยใช้วัสดุ อุปกรณ์ที่กำหนดให้ โดยเขียนร่างแบบภาพแนวคิดที่จะใช้แก้ปัญหา ระบายสีให้สวยงาม ซึ่งเน้นความคิดสร้างสรรค์ และยึดหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ด้านความพอประมาณในการออกแบบ พร้อมทั้งตอบคำถามต่อไปนี้



3.1.1 ชื่อผลงานของนักเรียน คือ.....

3.1.2. จุดเน้นความคิดสร้างสรรค์ คือ.....

3.1.3 วัสดุ อุปกรณ์ที่นำมาใช้ในการออกแบบแก้ปัญหาของนักเรียน ได้แก่

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3.1.4 เหตุผลที่นักเรียนเลือกใช้วัสดุ อุปกรณ์ชนิดนั้นมาออกแบบแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3.1.5 ให้นักเรียนบอกข้อดี ข้อเสีย และการนำไปใช้ประโยชน์ ของผลิตภัณฑ์

ข้อดีด้าน.....	ข้อเสียด้าน.....	การนำไปใช้ประโยชน์ ด้าน.....
1.....	1.....	1.....
2.....	2.....	2.....
3.....	3.....	3.....

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา

ตอนที่ 4 วางแผนอย่างมีอาชีพ

คำชี้แจง

4.1 ให้นักเรียนวางแผนและเขียนขั้นตอนของการแก้ไขปัญหา โดยการระบุ
ขั้นตอนของการแก้ปัญหาที่ละขั้นตอนตามลำดับ

ขั้นตอนของการแก้ไขปัญหา.....	
ขั้นที่ 1	
.....	
.....	
ขั้นที่ 2	
.....	
.....	
ขั้นที่ 3	
.....	
.....	
ขั้นที่ 4	
.....	
.....	
.....	
ขั้นที่ 5	
.....	
.....	
.....	
.....	
.....	

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไข

โดยมีจุดเน้นตามปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ด้านความมีเหตุผล

ตอนที่ 5 ทดสอบความมหัสจรรย์เกลือ

คำชี้แจง

5.1 นักเรียนตรวจสอบผลของการแก้ปัญหา โดยการสังเกตลักษณะของเกลือที่ได้จากการแก้ปัญหา จากนั้นบันทึกรายละเอียดของลักษณะเกลือที่ได้จากการสังเกต รวมทั้งระบุปัญหา อุปสรรค และแนวทางในการแก้ปัญหา จากการทำกิจกรรมแก้ปัญหา ในครั้งที่ 1

ลำดับ	ลักษณะของผลึกเกลือที่ต้องการ	ลักษณะของผลึกเกลือที่ได้ (ครั้งที่ 1)
1	สีของผลึกเกลือ ..เป็นผงสีขาว...	สีของผลึกเกลือ
2	ลักษณะของผลึกเกลือ ..ผลึกละเอียด...	ลักษณะของผลึกเกลือ
3	ความสะอาด ..ปราศจากสิ่งแปลกปลอมที่มองเห็นได้...	ความสะอาด

5.2 นักเรียนตรวจสอบรายละเอียดของการพัฒนาผลิตภัณฑ์เกลื้อให้มีความ
แปลกใหม่ น่าสนใจ และประเมินผลที่ได้ เป็นไปตามวัตถุประสงค์ หรือเงื่อนไข
ในการแก้ปัญหาหรือไม่ ในครั้งที่ 1

ลำดับ	รายการประเมิน	รายละเอียดของชิ้นงาน
1	วัตถุประสงค์ ได้เกลื้อที่มีคุณภาพและแปลกใหม่	
		
		
		
		
		
2	เงื่อนไข 1) ใช้งบประมาณในการผลิตน้อยที่สุด	
		
		
		
		
		
	เงื่อนไข 2) ได้เกลื้อมีคุณภาพตามมาตรฐาน	
		
		
		
		
		
	เงื่อนไข 3) ความพึงพอใจของผู้อุปโภค บริโภค	
		
		
		
		
		

วัสดุ อุปกรณ์ในการแก้ปัญหา ครั้งที่ 1

.....

.....

.....

ปัญหา/อุปสรรค ครั้งที่ 1

.....

.....

.....

แนวทางการแก้ไข

.....

.....

.....

5.3 นักเรียนบันทึกผลจากการปรับปรุงวิธีการ ในการแก้ปัญหา โดยบันทึก รายละเอียดของลักษณะผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการแก้ปัญหา ปัญหา อุปสรรค และแนวทาง ในการแก้ปัญหาในครั้งที่ 2

ลำดับ	ลักษณะของผลึกเกลือที่ต้องการ	ลักษณะของผลึกเกลือที่ได้ (ครั้งที่ 2)
1	สีของผลึกเกลือ ..เป็นผงสีขาว...	สีของผลึกเกลือ
2	ลักษณะของผลึกเกลือ ..ผลึกละเอียด...	ลักษณะของผลึกเกลือ
3	ความสะอาด ..ปราศจากสิ่งแปลกปลอมที่มองเห็นได้...	ความสะอาด

5.4 นักเรียนตรวจสอบรายละเอียดของการพัฒนาผลิตภัณฑ์เกลื่อให้มีความแปลกใหม่ น่าสนใจ และประเมินผลที่ได้ เป็นไปตามวัตถุประสงค์ หรือเงื่อนไขในการแก้ปัญหาหรือไม่ ในครั้งที่ 2

ลำดับ	รายการประเมิน	รายละเอียดของชิ้นงาน
1	วัตถุประสงค์ ได้เกลื่อที่มีคุณภาพและแปลกใหม่	
		
		
		
		
		
2	เงื่อนไข 1) ใช้งบประมาณในการผลิตน้อยที่สุด	
		
		
		
		
	เงื่อนไข 2) ได้เกลื่อมีคุณภาพตามมาตรฐาน	
		
		
		
		
	เงื่อนไข 3) ความพึงพอใจของผู้อุปโภค บริโภค	
		
		
		
		

วัสดุ อุปกรณ์ในการแก้ปัญหา ครั้งที่ 2

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

ให้นักเรียนอธิบายเหตุผลของปรับปรุง เปลี่ยนแปลงวิธีการ หรือข้อมูล
จากที่วางแผนแก้ปัญหาในครั้งที่ 1

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

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา หรือผลการแก้ปัญหา
โดยมีจุดเน้นตามปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ด้านภูมิคุ้มกันในตัวที่ดี

ตอนที่ 6 มหัศจรรย์ความหลากหลาย

คำชี้แจง

6.1 นักเรียนสรุปความรู้ที่ได้จากการแก้ปัญหา

สาระการเรียนรู้	ความรู้ที่ได้จากการแก้ปัญหา
วิทยาศาสตร์	
เทคโนโลยี	
วิศวกรรมศาสตร์	
ศิลปะ	
คณิตศาสตร์	

แบบฝึกทักษะความคิดสร้างสรรค์
เรื่อง การระเหยแห่ง

คำชี้แจง

เวลา 10 นาที

1. นักเรียนระบุสิ่ง/เหตุการณ์ ที่นักเรียนพบเจอในชีวิตประจำวัน ที่ต้องอาศัยหลักการระเหยแห่ง มาให้มากที่สุด
2. นักเรียนคิดออกแบบและวาดภาพสิ่งประดิษฐ์โดยนำหลักการของการระเหยแห่ง มาใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันของนักเรียน หรือของสังคม พร้อมระบายสีให้สวยงาม
3. นักเรียนพยายามคิดหาคำตอบที่แปลกใหม่ไม่เหมือนใคร น่าสนใจ และแตกต่างกันออกไป
4. แบบทดสอบนี้ นักเรียนมีอิสระเต็มที่ในการคิดหาคำตอบ
5. ให้นักเรียนเขียนคำตอบลงในกระดาษที่แจกให้

กิจกรรมที่ 1 ฝึกความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น

คำชี้แจง : ให้นักเรียนระบุสิ่ง/เหตุการณ์ ที่นักเรียนพบเจอในชีวิตประจำวัน ที่อาศัยหลักการระเหยแห้ง ตอบมาให้ได้หลากหลายด้าน และได้จำนวนคำตอบมากที่สุด

1.....

1).....	2)
3).....	4)

2.....

1).....	2)
3).....	4)

3.....

1).....	2)
3).....	4)

กิจกรรมที่ 2 ฝึกความคิดริเริ่ม ความคิดละเอียดลออ

คำชี้แจง : ให้นักเรียนคิดออกแบบและวาดภาพผลิตภัณฑ์ ชิ้นงาน ที่ทำจากเกลือเพื่อนำไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน ให้แปลกใหม่ที่สุด พร้อมระบายสีให้สวยงาม โดยให้นักเรียนบอกจุดเด่น และข้อดี ของผลิตภัณฑ์ รวมถึงบอกราคาขาย ต้นทุน กำไรของผลิตภัณฑ์นั้นให้เรียบร้อย โดยเน้นความคิดสร้างสรรค์

จุดเน้นความคิดสร้างสรรค์ คือ.....

.....

.....

.....

วัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้ในการออกแบบ.....

.....

.....

.....

จุดเด่นของผลิตภัณฑ์ ชิ้นงาน.....

.....

.....

.....

ข้อดีของผลิตภัณฑ์ ชิ้นงาน.....

.....

.....

ราคาขายผลิตภัณฑ์ ชิ้นงาน.....

- ต้นทุน.....

- กำไร.....

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียน – หลังเรียน

เรื่อง การระเหยแห้ง

คำชี้แจง ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว แล้วทำเครื่องหมายกากบาท (X) ลงในกระดาษคำตอบ

1. ข้อใดกล่าวถึงหลักการของการระเหยแห้งได้ถูกต้อง (ด้านความจำ)
 - ก. ของแข็งกลายเป็นไอ
 - ข. ของเหลวกลายเป็นไอ
 - ค. ของเหลวเปลี่ยนเป็นของแข็ง
 - ง. ของแข็งเปลี่ยนเป็นของเหลว
2. ข้อใดต่อไปนี้ไม่ใช่ปัจจัยที่มีผลต่อการระเหยแห้ง (ด้านความจำ)
 - ก. อุณหภูมิ
 - ข. ชนิดของของเหลว
 - ค. พื้นที่ผิวของของเหลว
 - ง. ความเป็นกรด-ด่าง ของสาร
3. อากาศเหนือของเหลวมีผลต่อกระบวนการระเหยแห้งอย่างไร (ด้านความเข้าใจ)
 - ก. บริเวณที่มีอากาศถ่ายเทหรือมีลมพัดตลอดเวลา ของเหลวจะระเหยได้น้อย
 - ข. บริเวณที่มีอากาศถ่ายเทหรือมีลมพัดตลอดเวลา ของเหลวจะระเหยเป็นไอได้มาก
 - ค. บริเวณที่ไม่มีอากาศถ่ายเทหรือไม่มีลมพัดตลอดเวลา ของเหลวจะระเหยเป็นไอได้มาก
 - ง. ถูกทั้ง ข้อ ก. และ ข้อ ข.

4. ถ้านักเรียนต้องการใช้ประโยชน์จากน้ำทะเล นักเรียนควรเลือกใช้วิธีใด (ด้านประยุกต์ใช้)

- ก. การกรอง
- ข. การละลาย
- ค. การตกตะกอน
- ง. การระเหยแห้ง

5. ข้อใดต่อไปนีควรใช้หลักการการระเหยแห้งในการแก้ปัญหา (ด้านประยุกต์ใช้)

- ก. นักเรียนต้องการแยกน้ำออกจากน้ำมัน
- ข. น้ำประปาในหมู่บ้านของนักเรียนขุ่นมีตะกอน
- ค. นักเรียนต้องการทำน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้
- ง. นายเอ นำปลาไปผึ่งแดด เพื่อจะถนอมอาหารให้สามารถเก็บไว้กินนาน ๆ ได้

6. สารละลายเกลือในจาน ปล่อยทิ้งไว้ให้แห้งในอากาศ หลังจากนั้น 1-2 วันต่อมา พบผลึกสารที่มีสีขาวเหลืออยู่ ในกระบวนการใดต่อไปนี่ที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว (ด้านวิเคราะห์)

- ก. การระเหยและการกลั่น
- ข. การละลายและการแพร่
- ค. การละลายและการกลั่น
- ง. การระเหยและการตกผลึก

7. นายบอกลสงสัยว่าของเหลวใสไม่มีสีชนิดหนึ่ง เป็นสารชนิดใด จึงทำการทดลองนำสารนั้นมาระเหยแห้ง ปรากฏว่าไม่มีสารใดเหลือที่ก้นภาชนะ นักเรียนคิดว่าของเหลวชนิดนี้น่าจะเป็นสารชนิดใดต่อไปนี่ (ด้านวิเคราะห์)

1. น้ำ 2. น้ำอัดลม 3. สารละลายเอทิลแอลกอฮอล์

- ก. 1 และ 2
- ข. 1 และ 3
- ค. 2 และ 3
- ง. 1, 2 และ 3

8. สารผสมใดต่อไปนี เหมาะกับการใช้วิธีการแยกสารด้วยการระเหยแห้งมากที่สุด
(ด้านการประเมินค่า)

- ก. เกลือปนกับน้ำ
- ข. น้ำมันพืชกับน้ำ
- ค. ข้าวเปลือกกับแกลบ
- ง. ผงตะไบเหล็กกับทราย

9. วิธีการในข้อใดเหมาะกับการแยกส่วนประกอบของสารละลายเนื้อเดียวมากที่สุด
(ด้านประเมินค่า)

- ก. การกรอง
- ข. การระเหิด
- ค. การควบแน่น
- ง. การระเหยแห้ง

10. ในปัจจุบันการทำนาเกลืออาศัยหลักการการระเหยแห้ง โดยการให้ความร้อนจากแสงอาทิตย์และลมช่วยให้เกิดการระเหยน้ำออกจากเกลือ ซึ่งวิธีนี้จะได้เกลือประมาณ 40 เปอร์เซ็นต์ ถ้านักเรียนต้องการเพิ่มผลผลิตเกลือให้สูงกว่า 40 เปอร์เซ็นต์นักเรียนจะออกแบบวิธีการระเหยแห้งของเกลือได้อย่างไร (สร้างสรรค์)

- ก. ใช้น้ำจืดผสมเพื่อให้ได้เกลือเพิ่มมากขึ้น
- ข. สูบน้ำทะเลมาพักไว้ และปล่อยให้ระเหยในที่ร่ม
- ค. ลดอุณหภูมิของเกลือลง เพื่อให้เกิดการตกผลึกที่สมบูรณ์
- ง. ออกแบบสร้างแปลงนาเกลือ คั่นนาเกลือให้กว้างและสูง ก่อนทำการระเหยน้ำ

ออกจากเกลือ

เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียน – หลังเรียน
เรื่อง การระเหยแห้ง

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

แบบบันทึกคะแนนความคิดสร้างสรรค์

กิจกรรม.....

ประเมินครั้งที่.....วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

คำชี้แจง : ให้ครูผู้สอนบันทึกคะแนนความคิดสร้างสรรค์จากการปฏิบัติกิจกรรม
ในแต่ละกิจกรรม

ลำดับ ที่	ชื่อ-สกุล	ความคิดสร้างสรรค์				คะแนน (32)	คิดเป็น คะแนน (10)
		ความคิด คล่อง แคล่ว (8)	ความคิด ยืดหยุ่น (8)	ความคิด ริเริ่ม (8)	ความคิด ละเอียดลออ (8)		
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							

เกณฑ์การให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์

การให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์จะพิจารณาจากเกณฑ์การให้คะแนนที่กำหนดโดย Torrance (2006) ซึ่งแต่ละรายการจะได้รับคะแนนสูงสุด 4 คะแนน ดังนี้

ความคิดสร้างสรรค์	คะแนน	คำอธิบาย
ความคิดคล่องแคล่ว	0	นักเรียนไม่สามารถคิด/หาคำตอบได้
	2	นักเรียนสามารถคิด/หาคำตอบได้ 1-2 ข้อ
	4	นักเรียนสามารถคิด/หาคำตอบได้ตั้งแต่ 3 ข้อ ขึ้นไป
ความคิดยืดหยุ่น	0	นักเรียนไม่สามารถคิด/หาวิธีการได้
	2	นักเรียนสามารถคิด/หาวิธีการได้ 1-2 วิธี
	4	นักเรียนสามารถคิด/หาวิธีการได้ 3 วิธี ขึ้นไป
ความคิดริเริ่ม	0	นักเรียนไม่ตอบ/ตอบแนวคิดทั่วไป/ตอบแนวคิดทั่วไป และไม่มีความคิดริเริ่ม
	2	นักเรียนมีแนวคิดที่ไม่เหมือนใครในระดับปานกลาง
	4	นักเรียนมีแนวคิดที่ไม่เหมือนใคร มีความคิดที่แปลกใหม่
ความคิดละเอียดลออ	0	ไม่มีการเติมแต่งความคิดจากนักเรียน
	2	มีการเพิ่มแนวคิดง่าย ๆ จากนักเรียน
	4	มีความคิดที่ไม่ธรรมดาจากนักเรียน

แบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

กิจกรรม.....

ชื่อกลุ่ม.....

คำชี้แจง : ใช้ประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขณะปฏิบัติงาน ซึ่งครูผู้สอนเป็นผู้สังเกตและประเมินโดยการทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องที่ตรงกับระดับคุณภาพ

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ			
	4	3	2	1
1. ทักษะการสังเกต				
2. ทักษะการจำแนก				
3. ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล				
4. ทักษะการตั้งสมมติฐาน				
5. ทักษะการตีความและลงข้อสรุป				
6. ทักษะการทดลอง				
รวม				
เฉลี่ย				

ลงชื่อ ผู้ประเมิน

(นายเอกพร ธรรมยศ)

เกณฑ์การแปลความหมายของคะแนน

ระดับคะแนน	ระดับคุณภาพ
20-24	4
15-19	3
10-14	2
ต่ำกว่า 9	1

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ระดับคะแนน	ระดับคุณภาพ
4	ดีมาก
3	ดี
2	พอใช้
1	ปรับปรุง

เกณฑ์การประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

รายการประเมิน	ระดับคะแนน			
	4	3	2	1
1. ทักษะการสังเกต	ใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกันเพื่อสัมผัสโดยตรงกับวัตถุและบันทึกการสังเกตโดยไม่ใส่ความคิดเห็นส่วนตัวของผู้สังเกตไปในสิ่งที่สังเกตได้ข้อมูลถูกต้องครบถ้วน	ใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกันเพื่อสัมผัสโดยตรงกับวัตถุและบันทึกการสังเกตโดยไม่ใส่ความคิดเห็นส่วนตัวของผู้สังเกตไปในสิ่งที่สังเกตได้ข้อมูลถูกต้องเป็นส่วนใหญ่	ใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกันเพื่อสัมผัสโดยตรงกับวัตถุและบันทึกการสังเกตโดยไม่ใส่ความคิดเห็นส่วนตัวของผู้สังเกตไปในสิ่งที่สังเกตได้ข้อมูลถูกต้องเป็นบางส่วน	ใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกันเพื่อสัมผัสโดยตรงกับวัตถุและบันทึกการสังเกตโดยใส่ความคิดเห็นส่วนตัวของผู้สังเกตไปในสิ่งที่สังเกตได้ข้อมูลถูกต้องบางส่วน
2. ทักษะการจำแนก	บอกเกณฑ์ที่ใช้ในการจำแนกประเภทได้เหมาะสมแบ่งวัตถุหรือเหตุการณ์ออกเป็นกลุ่ม ๆ ตามเกณฑ์ที่กำหนดได้	บอกเกณฑ์ที่ใช้ในการจำแนกประเภทได้เหมาะสมแบ่งวัตถุหรือเหตุการณ์ออกเป็นกลุ่ม ๆ ตามเกณฑ์ที่กำหนดได้เป็นส่วนใหญ่	บอกเกณฑ์ที่ใช้ในการจำแนกประเภทได้เหมาะสมแบ่งวัตถุหรือเหตุการณ์ออกเป็นกลุ่ม ๆ ตามเกณฑ์ที่กำหนดได้บางส่วน	บอกเกณฑ์ที่ใช้ในการจำแนกประเภทได้เหมาะสมแบ่งวัตถุหรือเหตุการณ์ออกเป็นกลุ่ม ๆ ตามเกณฑ์ที่กำหนดไม่ได้
3. ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล	รวบรวมข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างเป็นระบบสามารถอธิบายเกี่ยวกับข้อมูลที่รวบรวมมาได้ดีมากยอมรับการเปลี่ยนแปลงการลงความคิดเห็นเมื่อมีข้อมูลเพิ่มเติม	รวบรวมข้อมูลจากการสังเกตได้สามารถอธิบายเกี่ยวกับข้อมูลที่รวบรวมมาได้ดียอมรับการเปลี่ยนแปลงการลงความคิดเห็นเมื่อมีข้อมูลเพิ่มเติมพอสมควร	รวบรวมข้อมูลจากการสังเกตได้สามารถอธิบายเกี่ยวกับข้อมูลที่รวบรวมมาได้พอใช้เปลี่ยนแปลงการลงความคิดเห็นเมื่อมีข้อมูลเพิ่มเติมบางส่วน	รวบรวมข้อมูลที่ได้จากการสังเกตได้เล็กน้อยสามารถอธิบายเกี่ยวกับข้อมูลที่รวบรวมมาได้เล็กน้อยยอมรับการเปลี่ยนแปลงการลงความคิดเห็นเมื่อมีข้อมูลเพิ่มเติมบางส่วน

รายการ ประเมิน	ระดับคะแนน			
	4	3	2	1
4. ทักษะการ ตั้งสมมติฐาน	พูดหรือเขียนแสดง คำตอบล่วงหน้าโดย อาศัยความรู้เดิม จากการสังเกตด้วย การใช้ความสัมพันธ์ ของตัวแปรต้นกับ ตัวแปรตามได้อย่าง สมเหตุสมผลทุก ครั้ง	พูดหรือเขียนแสดง คำตอบล่วงหน้าโดย อาศัยความรู้เดิม จากการสังเกตด้วย การใช้ความสัมพันธ์ ของตัวแปรต้นกับ ตัวแปรตามได้ สมเหตุสมผล บ่อยครั้ง	พูดหรือเขียนแสดง คำตอบล่วงหน้าโดย อาศัยความรู้เดิม จากการสังเกตด้วย การใช้ความสัมพันธ์ ของตัวแปรต้น ตัวแปรตามได้อย่าง สมเหตุสมผล บางครั้ง	พูดหรือเขียนแสดง คำตอบล่วงหน้าโดย อาศัยความรู้เดิม จากการสังเกตด้วย การใช้ความสัมพันธ์ ของตัวแปรต้นกับ ตัวแปรตามอย่าง ไม่สมเหตุสมผล
5. ทักษะการ ตีความและลง ข้อสรุป	แปลความหมาย ถูกต้อง และสรุปผล อย่างสอดคล้องกับ ข้อมูล	แปลความหมาย ถูกต้อง แต่สรุปผล ไม่สอดคล้องกับ ข้อมูล	แปลความหมาย ถูกต้องเป็นบางส่วน แต่สรุปผลไม่ สอดคล้องกับข้อมูล	แปลความหมายไม่ ถูกต้องบางส่วน และไม่สรุปผล
6. ทักษะการ ทดลอง	สามารถกำหนด ปัญหาได้ชัดเจน ตั้งสมมติฐาน สอดคล้องกับ ปัญหาและแสดง ความสัมพันธ์ ระหว่างเหตุและผล อย่างชัดเจน มีการ วางแผนกำหนด ขั้นตอนการทำงาน ได้ชัดเจน ใช้วัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ ในการทดลอง ถูกต้องตาม หลักการปฏิบัติ อย่างคล่องแคล่ว	สามารถกำหนด ปัญหาได้ชัดเจน ตั้งสมมติฐาน สอดคล้องกับ ปัญหาและแสดง ความสัมพันธ์ ระหว่างเหตุและผล อย่างดี มีการ วางแผนกำหนด ขั้นตอนการทำงาน ได้ชัดเจน ใช้วัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ ในการทดลอง ถูกต้องตาม หลักการปฏิบัติ	สามารถกำหนด ปัญหาได้ชัดเจน ตั้งสมมติฐาน สอดคล้องกับ ปัญหาและแสดง ความสัมพันธ์ ระหว่างเหตุและผล อย่างดี มีการ วางแผนกำหนด ขั้นตอนการทำงาน ได้ชัดเจน ใช้วัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ ในการทดลอง ถูกต้องตาม หลักการปฏิบัติ	สามารถกำหนด ปัญหาได้ชัดเจน ตั้งสมมติฐาน สอดคล้องกับ ปัญหาและแสดง ความสัมพันธ์ ระหว่างเหตุและผล อย่างดี มีการ วางแผนกำหนด ขั้นตอนการทำงาน ใช้วัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือในการ ทดลองถูกต้องตาม หลักการปฏิบัติ

รายการ ประเมิน	ระดับคะแนน			
	4	3	2	1
	ทำการทดลองตาม ขั้นตอนที่กำหนด บันทึกผลการ ทดลองอย่าง ถูกต้องมีระเบียบ ดูแลอุปกรณ์ เครื่องมือทดลอง อย่างดี จัดเก็บ อุปกรณ์อย่าง ถูกต้องตามหลัก สรุปผลการทดลอง ด้วยตนเองได้ชัดเจน ดีมาก อภิปรายผล การทดลองได้อย่าง ถูกต้อง สมบูรณ์ มากที่สุด	ทำการทดลองตาม ขั้นตอนที่กำหนด บันทึกผลการ ทดลองอย่าง ถูกต้องมีระเบียบ ดูแลอุปกรณ์ เครื่องมือทดลอง อย่างดี จัดเก็บ อุปกรณ์อย่าง ถูกต้องตามหลัก สรุปผลการทดลอง ด้วยตนเองได้ชัดเจน ดี อภิปรายผลการ ทดลองได้อย่าง ถูกต้อง สมบูรณ์	ทำการทดลองตาม ขั้นตอนที่กำหนด บันทึกผลการ ทดลองอย่าง ถูกต้อง ดูแล อุปกรณ์ เครื่องมือ ทดลองอย่างดี จัดเก็บอุปกรณ์ อย่างถูกต้องตาม หลัก สรุปผลการ ทดลองด้วยตนเอง ได้ดี อภิปรายผล การทดลองได้อย่าง ถูกต้อง	ทำการทดลองตาม ขั้นตอนที่กำหนด บันทึกผลการ ทดลอง ดูแล อุปกรณ์ เครื่องมือ ทดลองอย่างดี จัดเก็บอุปกรณ์ อย่างถูกต้องตาม หลัก สรุปผลการ ทดลองด้วยตนเอง ได้ดี อภิปรายผล การทดลองได้ ถูกต้องบางส่วน

แบบประเมินการนำเสนอ

กิจกรรม.....

ชื่อกลุ่ม.....

คำชี้แจง : ให้ครูสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียน แล้วทำเครื่องหมาย ✓

ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
	ดี (3)	พอใช้ (2)	ปรับปรุง (1)
1. บุคลิก การแต่งกาย			
2. มารยาทในการพูด			
3. การใช้ภาษา			
4. วิธีการนำเสนอ			
5. เนื้อหาที่น่าสนใจ			
คะแนนรวม			
ระดับคุณภาพ			

ลงชื่อ ผู้ประเมิน

(นายเอกพร ธรรมยศ)

เกณฑ์การให้คะแนน

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
11-15	ดี
6-10	พอใช้
1-5	ปรับปรุง

เกณฑ์การประเมินการนำเสนอ

การนำเสนอ หมายถึง การถ่ายทอดเนื้อหา สารที่ผสมผสานกันระหว่าง
ศิลปะการพูดกับการแสดงข้อมูล ในรูปแบบต่าง ๆ ผ่านสื่อและอุปกรณ์ได้อย่างเหมาะสม

แนวทางการให้คะแนน

รายการประเมิน	คำอธิบายและคะแนน		
	ดี (3 คะแนน)	ดี (2 คะแนน)	ดี (1 คะแนน)
1. บุคลิก การแต่งกาย	มีความมั่นใจในตนเอง แต่งกายถูกระเบียบ สะอาดเรียบร้อย	มีความมั่นใจในตนเอง แต่แต่งกาย ไม่ถูกระเบียบ	ไม่มีความมั่นใจ ในตนเอง และแต่งกาย ไม่ถูกระเบียบ
2. มารยาท ในการพูด	มองหน้าและสบตาผู้ฟัง ไม่เหินห่าง เลียดสี ผู้อื่น	เขินอายไม่ค่อยกล้ามอง หน้าและสบตาผู้ฟัง	ไม่มองหน้าและสบตา ผู้ฟัง อาย พูดไม่ได้
3. การใช้ภาษา	พูดชัดเจน ตามหลักภาษา ตัว ว ร ล คำควบกล้ำ ใช้ถ้อยคำข้อความ สุภาพ	มีบางครั้งที่พูดไม่ ชัดเจน ตามหลักภาษา ตัว ว ร ล คำควบกล้ำ ใช้ถ้อยคำข้อความ สุภาพ	พูดไม่ชัดเจน ตามหลักภาษา ตัว ว ร ล คำควบกล้ำ ใช้ถ้อยคำข้อความที่ ไม่สุภาพ
4. วิธีการนำเสนอ	มีวิธีการนำเสนอ ที่หลากหลาย เช่น ใช้ ท่าทางประกอบ รูปภาพ ตั้งคำถาม เล่นเกม	วิธีการนำเสนอ ไม่ค่อยน่าสนใจ หลากหลาย	ไม่มีวิธีการนำเสนอ เลย ต้องตามที่ เขียนมา เท่านั้น
5. เนื้อหาที่นำเสนอ	เนื้อหาที่น่าสนใจ มีสาระสำคัญ ตรงกับหัวข้อประเด็น กำหนด	มีเนื้อสาระสำคัญ บางส่วนไม่ตรงกับ หัวข้อประเด็น	ไม่มีเนื้อหา สาระสำคัญ ตรงกับหัวข้อเรื่อง

เกณฑ์การให้คะแนน

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
11 – 15	ดี
6 – 10	พอใช้
1 – 5	ปรับปรุง

แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ และสมรรถนะสำคัญของนักเรียน

คำชี้แจง: ให้ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียนและนอกเวลาเรียนแล้ว
ทำเครื่องหมายถูก ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ข้อการประเมิน	รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
		3	2	1
1. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์	1.1 ปฏิบัติตนตามสิทธิและหน้าที่พลเมืองดีของชาติ			
	1.2 สนับสนุนกิจกรรมที่สร้างความสามัคคีปรองดอง ปฏิบัติตนตามหลักของศาสนา เคารพเทิดทูนสถาบัน พระมหากษัตริย์			
2. มีวินัย รับผิดชอบ	2.1 ปฏิบัติตนตาม ข้อตกลง กฎเกณฑ์ ระเบียบ ข้อบังคับของโรงเรียนและสังคม ไม่ละเมิดสิทธิของผู้อื่น			
	2.2 มีความตรงต่อเวลาในการปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ			
3. มีความซื่อสัตย์ สุจริต	3.1 ให้ข้อมูลที่ถูกต้องและเป็นจริง			
	3.2 ไม่หาประโยชน์ในทางที่ไม่ถูกต้อง			
4. มุ่งมั่นในการ ทำงาน	4.1 เอาใจใส่ต่อการ ปฏิบัติหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย			
	4.2 ปรับปรุงและพัฒนาการทำงานด้วยตนเอง			
5. ใฝ่เรียนรู้	5.1 ตั้งใจเรียน เอาใจใส่และมีความ เพียรพยายาม ในการเรียนรู้			
	5.2 แลกเปลี่ยนเรียนรู้ด้วยวิธีการต่าง ๆ และนำไปใช้ใน ชีวิตประจำวัน			
6. มีจิตสาธารณะ	6.1 รู้จักทำงานให้ผู้อื่นด้วยกำลังกาย กำลังใจ และกำลังสติปัญญาด้วยความสมัครใจ			
7. ความสามารถ ในการสื่อสาร	7.1 มีความสามารถในการนำเสนอผลงาน			
	7.2 ใช้วิธีการสื่อสารที่เหมาะสม			
8. ความสามารถ ในการคิด	8.1 มีทักษะในการคิดนอกกรอบอย่างสร้างสรรค์			
	8.2 มีความสามารถในการคิดอย่างมีระบบ			
	8.3 ตัดสินใจแก้ปัญหาเกี่ยวกับตนเองได้			

ตาราง (ต่อ)

ข้อการประเมิน	รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
		3	2	1
9. ความสามารถในการแก้ปัญหา	9.1 สามารถแก้ปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ ที่เผชิญได้			
	9.2 ใช้เหตุผลในการแก้ปัญหา			
10. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต	10.1 สามารถทำงานกลุ่มร่วมกับผู้อื่นได้			
	10.2 นำความรู้ที่ได้ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน			
11. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี	11.1 เลือกและใช้เทคโนโลยีได้เหมาะสมตามวัย			
	11.2 ใช้เทคโนโลยีในการแก้ปัญหายอย่างสร้างสรรค์			
รวม				

ลงชื่อ ผู้ประเมิน
(นายเอกพร ธรรมยศ)

เกณฑ์การให้คะแนน

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

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
50-66	ดีมาก
34-49	ดี
18-33	พอใช้
ต่ำกว่า 17	ปรับปรุง

แบบประเมินชิ้นงาน

กิจกรรม.....

ชื่อกลุ่ม.....

คำชี้แจง : ให้ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียน แล้วทำเครื่องหมาย

✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
	ดี (3)	พอใช้ (2)	ปรับปรุง (1)
1. รูปแบบชิ้นงานตรงตามที่ยกแบบไว้			
2. เกลือมีคุณภาพตรงตามวัตถุประสงค์ เงื่อนไข ที่กำหนดไว้			
3. มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์			
4. ความสวยงามของชิ้นงาน			
5. ทำงานเสร็จภายในเวลาที่กำหนด			
รวมคะแนน			
ระดับคุณภาพ			

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

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

เกณฑ์การให้คะแนน

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
11-15	ดีมาก
6-10	ดี
1-5	พอใช้

เกณฑ์การวัดและการประเมิน

รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
	3	2	1
1. รูปแบบชิ้นงานตรงตามที่ออกแบบไว้	รูปแบบมีความชัดเจนและสามารถนำเหตุผลมาสนับสนุนในการออกแบบได้อย่างชัดเจน	รูปแบบมีความชัดเจนแต่ไม่สามารถนำเหตุผลมาสนับสนุนในการออกแบบได้อย่าง	รูปแบบไม่มีความชัดเจนและไม่สามารถนำเหตุผลมาสนับสนุนในการออกแบบได้
2. เกลือมีคุณภาพตรงตามวัตถุประสงค์เงื่อนไขที่กำหนดไว้	เกลือมีคุณภาพตรงตามวัตถุประสงค์เงื่อนไขที่กำหนดไว้	เกลือมีคุณภาพตรงตามวัตถุประสงค์ แต่ไม่เป็นไปตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้	เกลือไม่มีคุณภาพและไม่เป็นไปตามวัตถุประสงค์เงื่อนไขที่กำหนดไว้
3. มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	มีจินตนาการในการคิด หรือแนวคิดที่แปลกใหม่ในการพัฒนาและปรับปรุงชิ้นงานให้ดียิ่งขึ้นจากแนวคิดเดิม หรือแนวคิดต้นแบบพร้อมอ้างอิงเจ้าของแนวคิดต้นแบบอย่างถูกต้อง	มีการพัฒนาและปรับปรุงชิ้นงานให้ดียิ่งขึ้นจากแนวคิดเดิม หรือแนวคิดต้นแบบ พร้อมอ้างอิงเจ้าของแนวคิดต้นแบบอย่างถูกต้อง	ค้นคว้าข้อมูลแนวคิดจากแหล่งต่าง ๆ และมีการอ้างอิงแนวคิดเจ้าของแนวคิดต้นแบบอย่างถูกต้อง แต่ไม่มีการพัฒนา ปรับปรุงแนวคิดต้นแบบ

ตาราง (ต่อ)

รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
	3	2	1
4. ความสวยงาม ของชิ้นงาน	ได้เกลือบที่ขาว สะอาด ปราศจาก สิ่งแปลกปลอม ที่มองเห็นได้	ได้เกลือบที่สะอาด ปราศจากสิ่ง แปลกปลอม ที่มองเห็นได้	ได้ที่เกลือบปราศจาก สิ่งแปลกปลอม ที่มองเห็นได้
5. ทำงานเสร็จ ภายในเวลาที่ กำหนด	ทำงานเสร็จตาม เวลาที่กำหนด	ทำงานเสร็จช้ากว่า เวลาที่กำหนด 5 นาที	ทำงานเสร็จช้ากว่า เวลาที่กำหนด 10 นาที

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 การแยกสาร

เวลา 15 ชั่วโมง

เรื่อง การกลั่นอย่างง่าย

เวลา 3 ชั่วโมง

ผู้สอน นายเอกพร ธรรมยศ

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

1. มาตรฐานการเรียนรู้ / ตัวชี้วัด

1.1 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสมบัติของสาร องค์ประกอบของสาร

ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค
หลักและธรรมชาติ ของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย
และการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ตัวชี้วัด ว 2.1 ม.2/1 อธิบายการแยกสารผสมโดยการระเหยแห้ง
การตกผลึก การกลั่นอย่างง่าย โครมาโทกราฟีแบบกระดาษ การสกัดด้วยตัวทำละลาย
โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์

ตัวชี้วัด ว 2.1 ม.2/2 แยกสารโดยการระเหยแห้ง การตกผลึก
การกลั่นอย่างง่าย โครมาโทกราฟีแบบกระดาษ การสกัดด้วยตัวทำละลาย

ตัวชี้วัด ว 2.1 ม.2/3 นำวิธีการแยกสารไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน
โดยบูรณาการวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรมศาสตร์

1.2 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

สาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค 3.2 เข้าใจหลักการนับเบื้องต้น ความน่าจะเป็น และนำไปใช้

ตัวชี้วัด ค 3.2 ม. 2/1 เข้าใจและใช้ความรู้ทางสถิติในการนำเสนอ
และวิเคราะห์ข้อมูลจากแผนภาพ และแปลความหมายผลลัพธ์รวมทั้งนำสถิติไปใช้
ในชีวิตจริงโดยใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม

1.3 กลุ่มสาระเทคโนโลยี

สาระที่ 4 เทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิต
ในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์
คณิตศาสตร์ และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์
ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมโดยคำนึงถึง
ผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

ตัวชี้วัด ว 4.1 ม.2/2 ระบุปัญหาหรือความต้องการในชุมชนหรือท้องถิ่น
สรุปกรอบของปัญหา รวบรวม วิเคราะห์ ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

ตัวชี้วัด ว 4.1 ม.2/3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา โดยวิเคราะห์เปรียบเทียบ
และตัดสินใจเลือกข้อมูลที่เป็น ภายใต้เงื่อนไขและทรัพยากรที่มีอยู่ นำเสนอแนวทางการ
แก้ปัญหาให้ผู้อื่นเข้าใจ วางแผน ขั้นตอนการทำงานและดำเนินการแก้ปัญหาอย่างเป็น
ขั้นตอน

ตัวชี้วัด ว 4.1 ม.2/4 ทดสอบ ประเมินผล และอธิบายปัญหาหรือ
ข้อบกพร่องที่เกิดขึ้น ภายใต้กรอบเงื่อนไข พร้อมทั้งหาแนวทางการปรับปรุงแก้ไข
และนำเสนอผลการแก้ปัญหา

ตัวชี้วัด ว 4.1 ม.2/5 ใช้ความรู้และทักษะเกี่ยวกับวัสดุอุปกรณ์ เครื่องมือ
กลไก ไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม
และปลอดภัย

1.4 กลุ่มสาระการเรียนรู้ศิลปะ

สาระที่ 1 ทัศนศิลป์

มาตรฐาน ศ 1.1 สร้างสรรค์งานทัศนศิลป์ตามจินตนาการ และความคิด
สร้างสรรค์ วิเคราะห์ วิพากษ์ วิจัยคุณค่างานทัศนศิลป์ ถ่ายทอดความรู้สึก ความคิด
ต่องานศิลปะอย่างอิสระ ชื่นชม และประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน

ตัวชี้วัด ศ 1.1 ม.2/2 บรรยายเกี่ยวกับความเหมือนและความแตกต่างของ
รูปแบบการใช้วัสดุ อุปกรณ์ในงานทัศนศิลป์

ตัวชี้วัด ศ 1.1 ม.2/5 นำผลการวิจัยไปปรับปรุงแก้ไขและพัฒนางาน

2. สารการเรียนรู้

การกลั่นอย่างง่าย

3. สารสำคัญ

การกลั่น เป็นการแยกสารละลายที่เป็นของเหลวออกจากของผสม โดยอาศัยหลักการระเหยกลายเป็นไอและควบแน่น โดยที่สารบริสุทธิ์แต่ละชนิดเปลี่ยนสถานะได้ที่อุณหภูมิจำเพาะ สารที่มีจุดเดือดต่ำจะเดือดเป็นไ้ออกมาก่อน เมื่อทำให้ไอของสารมีอุณหภูมิต่ำลงจะควบแน่นกลับมาเป็นของเหลวอีกครั้ง

4. จุดประสงค์การเรียนรู้ที่สอดคล้องกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

นักเรียนมีความรู้ ความสามารถในการในแต่ละด้าน ดังนี้

4.1 ด้านความรู้ (เงื่อนไขความรู้)

1) อธิบายการแยกสารผสมโดยการกลั่นอย่างง่าย โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์

2) นำวิธีการแยกสารไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน โดยบูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปะ และคณิตศาสตร์

4.2 ด้านทักษะกระบวนการ

4.2.1 ความคิดสร้างสรรค์

- 1) ความคิดคล่องแคล่ว
- 2) ความคิดยืดหยุ่น
- 3) ความคิดริเริ่ม
- 4) ความคิดละเอียดลออ

4.2.2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

- 1) ทักษะการสังเกต
- 2) ทักษะการจำแนก
- 3) ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
- 4) ทักษะการตั้งสมมติฐาน
- 5) ทักษะการทดลอง
- 6) ทักษะการตีความและลงข้อสรุป

4.3 ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (เจ็ดนไขคุณธรรม)

- 1) รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์
- 2) มีวินัย
- 3) ใฝ่เรียนรู้
- 4) อยู่อย่างพอเพียง
- 5) มุ่งมั่นในการทำงาน
- 6) มีจิตสาธารณะ

5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

- 1) ความสามารถในการสื่อสาร
- 2) ความสามารถในการคิด
- 3) ความสามารถในการแก้ปัญหา
- 4) ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต
- 5) ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

6. กรอบแนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

วิทยาศาสตร์

การกลั่นอย่างง่าย

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

เทคโนโลยี

การใช้เทคโนโลยีในการสืบค้นข้อมูล และการใช้ความรู้ ทักษะเกี่ยวกับวัสดุ อุปกรณ์ เพื่อแก้ปัญหา หรือพัฒนางานได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม และปลอดภัย

วิศวกรรมศาสตร์

กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมและการสร้างสรรค์ชิ้นงาน

ศิลปะ

สร้างสรรค์งานทัศนศิลป์ตามจินตนาการ และความคิดสร้างสรรค์ วิเคราะห์ วิพากษ์ วิวิจารณ์คุณค่างานทัศนศิลป์ ถ่ายทอดความรู้สึก ความคิดต่องานศิลปะอย่างอิสระ ชื่นชม และประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน

คณิตศาสตร์

เข้าใจและใช้ความรู้ทางสถิติในการนำเสนอ และวิเคราะห์ข้อมูล แปลความหมายจากผลลัพธ์ รวมทั้งนำสถิติไปใช้ในชีวิตจริงโดยใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา

การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

มี 6 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา ครูยกสถานการณ์ตัวอย่างที่พบเจอในชีวิตประจำวัน และให้นักเรียนร่วมกันสังเกต ระดมความคิด และระบุปัญหาที่เกิดขึ้น

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา
นักเรียนศึกษาค้นคว้าข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่ระบุไว้ วิธีการ แนวทางในการแก้ปัญหา เพื่อจะสามารถนำความรู้ต่าง ๆ มาบูรณาการใช้ในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา โดยมีจุดเน้นตามปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ด้านความพอประมาณ นักเรียนร่างแบบแนวคิดของวิธีการแก้ปัญหา โดยเน้นความคิดสร้างสรรค์ เพื่อนำไปใช้แก้ปัญหา โดยมีจุดเน้นตามปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ด้านความพอประมาณในการออกแบบการแก้ปัญหา คือ ความพอดี ไม่มากเกินไป หรือน้อยเกินไป ใช้ทรัพยากรในการทำกิจกรรมการเรียนรู้ได้อย่างคุ้มค่าและเหมาะสม

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา นักเรียนเขียนแผนการปฏิบัติการจากแบบแนวคิดที่ร่างไว้ และดำเนินแก้ไขปัญหา หรือการสร้างชิ้นงานอย่างสร้างสรรค์ ตามแผนที่นักเรียนเขียนไว้

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหา หรือชิ้นงาน โดยมีจุดเน้นตามปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ด้านความมีเหตุผล
นักเรียนทดสอบชิ้นงาน และประเมินผลงานโดยยึดว่า ได้ผลเป็นรูปธรรมตามวัตถุประสงค์หรือไม่ ชิ้นงานนั้นมีคุณลักษณะเป็นไปตามความต้องการ และภายใต้เงื่อนไขที่กำหนดไว้หรือไม่ จากผลการประเมินมีสิ่งใดที่ต้องปรับปรุง โดยมีจุดเน้นตามปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ด้านความมีเหตุผลในการทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไข คือ สามารถพิจารณาเหตุและผลของการกระทำ ได้อย่างรอบคอบ เกี่ยวกับการเลือกใช้ทรัพยากรธรรมชาติ วัสดุ อุปกรณ์ในการทำกิจกรรมการเรียนรู้ได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา หรือชิ้นงาน

โดยมีจุดเน้นตามปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ด้านภูมิคุ้มกันในตัวที่ดี โดยให้นักเรียนนำเสนอผลงานการแก้ปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้น โดยเริ่มตั้งแต่ขั้นตอนการทำความเข้าใจของปัญหา จนถึงขั้นผลลัพธ์สุดท้าย และการนำความรู้มาใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง โดยมีจุดเน้นตามปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ด้านการมีภูมิคุ้มกันในตัวที่ดี คือ การใช้ความรู้เหตุผลในการคิดกระทำการอย่างรอบคอบ รอบด้าน ก่อนการตัดสินใจ

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

ก่อนนำเข้าสู่กิจกรรมเรียนรู้ ครูร่วมสนทนากับนักเรียนเกี่ยวกับคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของการรักชาติ ศาสน์ กษัตริย์ เพื่อปลูกฝังให้นักเรียนเกิดความรักชาติ ศาสนา พระมหากษัตริย์ โดยการฝึกปฏิบัติจริงเกิดการเรียนรู้ทั้งในและนอกห้องเรียน ผ่านกิจกรรมต่าง ๆ ที่โรงเรียนจัดขึ้น เช่น กิจกรรมเข้าแถวเคารพธงชาติในตอนเช้า การปฏิบัติตามสิทธิและหน้าที่พลเมืองดีของชาติ สนับสนุนกิจกรรมที่สร้างความสามัคคีปรองดอง ปฏิบัติตามหลักของศาสนา เคารพเทิดทูน สถาบันพระมหากษัตริย์

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา (ชั่วโมงที่ 1)

1. ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนเรื่อง การกลั่นอย่างง่าย
2. ครูนำเข้าสู่บทเรียน โดยครูให้นักเรียนดูภาพจากข่าวเดลินิวส์ออนไลน์ กรมอุตุนิยมวิทยา เตือนภัยแล้ง ธ.ค. 62 ถึง เม.ย. 63 อาจจะประสบภาวะวิกฤติที่ไม่มีน้ำเพียงพอ ระบุ 69 จังหวัด เสี่ยงต่อการขาดแคลนน้ำอุปโภค บริโภค



ภาพประกอบ 2 กรมอุตุนิยมวิทยา เตือนภัยแล้ง

ที่มา : <https://www.dailynews.co.th/politics>



ภาพประกอบ 3 ผลกระทบจากภัยแล้ง

ที่มา : <https://www.posttoday.com/social/local>

3. ครูถามนักเรียนว่า นักเรียนคิดว่าปัญหาภัยแล้งที่จะเกิดขึ้นส่งผลกระทบต่อนักเรียนหรือไม่ เพราะอะไร

(แนวคำตอบ: ส่งผลกระทบ เพราะขาดแคลนน้ำในการอุปโภค บริโภค)

4. ครูให้นักเรียนดูวิดีโอเกี่ยวกับปัญหาภัยแล้ง

(https://www.youtube.com/watch?v=br-6f_bxXM8 3.30 นาที)

และอภิปรายร่วมกันในประเด็นของการเกิดปัญหาภัยแล้ง ดังนี้

– นักเรียนคิดว่า เพราะสาเหตุใดจึงทำให้เกิดปัญหาภัยแล้ง

(แนวคำตอบ: ฝนไม่ตกตามฤดูกาล เกิดจากการตัดไม้ทำลายป่า เกิดจากการที่ไม่มีมาตรการบริหารจัดการน้ำที่ดี)

– นักเรียนคิดว่าจะมีวิธีการใดบ้างที่ช่วยลดปัจจัยการเกิดปัญหาภัยแล้ง

(แนวคำตอบ: ลดการตัดไม้ทำลายป่า ช่วยกันปลูกป่า ช่วยกันประหยัดน้ำ ฝนหลวงของในหลวง รัชกาลที่ 9)

5. ครูถามนักเรียนว่า นักเรียนทราบหรือไม่ว่า พื้นผิวของโลกที่เราอยู่นี้ประกอบด้วยส่วนที่เป็นน้ำกี่ส่วนและพื้นดินกี่ส่วน

(แนวคำตอบ: พื้นน้ำ 3 ส่วน และพื้นดิน 1 ส่วน ครึ่ง/คะ)

6. ครูถามนักเรียนเกี่ยวกับประเด็นดังกล่าวต่อว่า ในเมื่อพื้นน้ำมีปริมาณที่มากกว่าพื้นดิน แล้วทำไมจึงเกิดปัญหาภัยแล้งขึ้น

(แนวคำตอบ: มนบนโลกเป็นน้ำเค็มมากกว่าน้ำจืด นำมาใช้อุปโภค บริโภคโดยตรงไม่ได้ ครึ่ง/คะ)

7. ครูแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 8-9 คน แล้วสมมติสถานการณ์ปัญหาเพื่อให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษารายละเอียดและเงื่อนไขของสถานการณ์ปัญหา ดังนี้

“ถ้าบ้านของนักเรียนอยู่ติดริมทะเล และเมื่อเกิดปัญหาภัยแล้งขึ้น นักเรียนจะมีวิธีการเปลี่ยนน้ำทะเลให้เป็นน้ำจืดได้อย่างไร เพื่อเก็บไว้ใช้ในยามฉุกเฉิน โดยให้นักเรียนออกแบบวิธีการสร้างสิ่งประดิษฐ์เพื่อใช้ในการแก้ปัญหา โดยมีวัตถุประสงค์และเงื่อนไข ดังนี้”

วัตถุประสงค์ : เปลี่ยนน้ำทะเลให้เป็นน้ำจืด

เงื่อนไข : ใช้งบประมาณในการสร้างสิ่งประดิษฐ์น้อยที่สุด

6. นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา และระบุปัญหาที่พบจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ลงในใบกิจกรรมฝึกความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง “ชุดกลั่นอย่างง่าย สไตล์นักเรียนน้อย” ตอนที่ 1 นักเรียนน้อยสงสัยใคร่รู้

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง

1. นักเรียนศึกษาข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับความรู้เรื่องหลักการกลั่นอย่างง่าย จากใบความรู้ที่ 1 พร้อมทั้งศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมจากหนังสือเรียนและอินเทอร์เน็ต เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปออกแบบวิธีการกลั่นน้ำจืดจากน้ำทะเล ดังนั้น นักเรียนจะต้องศึกษาปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

กิจกรรมที่ 1 : ทำความรู้จัก การกลั่นอย่างง่าย

2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายว่า การกลั่น คืออะไร ประกอบด้วยอะไรบ้าง และสามารถทำได้อย่างไร โดยครูเปิดวิดีโอที่เกี่ยวกับกลั่นอย่างง่ายให้นักเรียนดู และศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมจากใบความรู้ที่ 1

(<https://www.scimath.org/video-science/item/9905-2019-02-28-09-06-36>: 3 นาที)

– การกลั่นอย่างง่าย คืออะไร

(แนวคำตอบ: การกลั่นอย่างง่าย คือ การแยกสารละลายที่เป็นของเหลวออกจากของผสม โดยอาศัยหลักการระเหยกลายเป็นไอและควบแน่นกลับมาเป็นของเหลวที่สารบริสุทธิ์)

– ปัจจัยใดบ้างที่มีผลต่อการกลั่นอย่างง่าย

(แนวคำตอบ: จุดเดือดของสารบริสุทธิ์ควรแตกต่างกัน 80°C ขึ้นไป)

3. ครูแจกชุดอุปกรณ์การกลั่น เพื่อให้นักเรียนฝึกปฏิบัติ โดยการหาปริมาณของเอทานอลในสารผสมที่ครูแจกให้

ตาราง 1 รายการอุปกรณ์การกลั่น

ลำดับ	รายการอุปกรณ์	จำนวน / กลุ่ม
1	หลอดทดลองขนาดใหญ่	1 อัน
2	เทอร์โมมิเตอร์	1 แท่ง
3	สายยางน้ำแก๊ส	1 เส้น
4	จุกปิดหลอดทดลอง	1 อัน
5	ชุดตะเกียงแอลกอฮอล์	1 ชุด
6	ชุดขาตั้งและแคมป์จับ	1 ชุด
7	ปิកเกอร์ ขนาด 250 mL	2 อัน
8	หลอดทดลองขนาดกลาง	5 หลอด
9	หลอดหยดสาร	2 หลอด
10	ไฟแช็ก	1 อัน
11	สารผสม	10 mL
12	กระจกนาฬิกา	1 อัน

4. ครูให้นักเรียนศึกษาวิธีการต่อชุดอุปกรณ์การกลั่นเอทานอลในวิดีโอที่
 เรื่อง แยกสารโดยการกลั่นอย่างง่ายได้อย่างไร (<https://www.scimath.org/video-science/item/9905-2019-02-28-09-06-36>: 3 นาที) และให้นักเรียนเริ่มลงมือต่อชุด
 อุปกรณ์การกลั่น และทำการทดลอง โดยจะเก็บสารที่ได้จากการกลั่นทีละ 1 mL
 และจดบันทึกอุณหภูมิของสารต่อ 1 mL จากนั้นนำไปทดสอบการติดไฟ และบันทึกผล
 การทดลองที่ได้ ลงในใบกิจกรรมฝึกความคิดสร้างสรรค์เรื่อง “ชุดกลั่นอย่างง่ายสไตล์
 นักวิทย์น้อย” ตอนที่ 2 นักวิทย์น้อยผู้สืบทอด

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา โดยมีจุดเน้นตามปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ด้านความพอประมาณ (ชั่วโมงที่ 2)

1. ครูและนักเรียนร่วมกันทบทวนเกี่ยวกับสถานการณ์ วัสดุประสงค์ และเงื่อนไขของสถานการณ์ปัญหา ดังนี้

“ถ้าบ้านของนักเรียนอยู่ติดริมทะเล และเมื่อเกิดพายุภัยแล้งขึ้น นักเรียนจะมีวิธีการเปลี่ยนน้ำทะเลให้เป็นน้ำจืดได้อย่างไร เพื่อเก็บไว้ใช้ในยามฉุกเฉิน โดยให้นักเรียนออกแบบสร้างสิ่งประดิษฐ์เพื่อนำใช้ในการแก้ปัญหา โดยมีวัตถุประสงค์ และเงื่อนไข ดังนี้”

วัตถุประสงค์ : เปลี่ยนน้ำทะเลให้เป็นน้ำจืด

เงื่อนไข : ใช้งบประมาณในการสร้างสิ่งประดิษฐ์น้อยที่สุด

2. ครูแนะนำอุปกรณ์แก่นักเรียนว่าแต่ละกลุ่มจะได้รับอุปกรณ์อะไรบ้าง (มีด กรรไกร กาวแท่งร้อน ขวดนม 1 ขวด สายยาง 2 เส้น) โดยที่ไม่ต้องมีค่าใช้จ่าย

3. ครูแนะนำนักเรียนแต่ละกลุ่มเกี่ยวกับข้อจำกัดของการเลือกใช้วัสดุ อุปกรณ์ในการออกแบบและร่างแบบภาพสร้างสิ่งประดิษฐ์เพื่อใช้ในการแก้ปัญหา จากวัสดุ อุปกรณ์ที่กำหนดให้เท่านั้น และมีเงื่อนไขเกี่ยวกับต้นทุนของวัสดุ อุปกรณ์ที่จะใช้ ดังนี้

ตาราง 2 รายการวัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้ในการแก้ปัญหา

ลำดับ	รายการ	ราคา
1	ชุดตะเกียงแอลกอฮอล์	ฟรี
3	จุกปิดขวดรูปชมพู่	ฟรี
4	ไฟแช็ก	ฟรี
5	ปีกเกอร์	ฟรี
6	มีดคัตเตอร์	ฟรี
7	กระบอกตวง	ฟรี
8	เชือก	ราคา 3 บาท/1 เส้น
9	ขวดแก้ว	ราคา 3 บาท/1 ขวด
10	กระป๋องกาแฟ	ราคา 3 บาท/1 ขวด
11	ขวดพลาสติก	ราคา 3 บาท/1 ขวด
12	เทปใส	ราคา 3 บาท/1 ม้วน
13	ผ้า	ราคา 3 บาท/1 ผืน
14	สำลี	ราคา 5 บาท/1 ห่อ
15	หลอดทดลองขนาดใหญ่	ราคา 5 บาท/1 หลอด

4. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มระดมความคิดเพื่อออกแบบวิธีการสร้างสิ่งประดิษฐ์โดยใช้วัสดุ อุปกรณ์ที่กำหนดให้ โดยเขียนร่างแบบภาพแนวคิดที่จะใช้แก้ปัญหาลงในใบกิจกรรมฝึกความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง “ชุดกลั่นอย่างง่ายสไตส์นักวิทยุวิทยุ”

ตอนที่ 3 นักวิทยุวิทยุวิศวกร โดยใช้ดินสอร่างแบบภาพ พร้อมทั้งระบายสีให้สวยงาม ซึ่งเน้นความคิดสร้างสรรค์ ได้แก่ ความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดลออ โดยมีจุดเน้นตามปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ด้านความพอประมาณในการออกแบบ คือ ความพอดี ไม่มากเกินไป หรือน้อยเกินไป ใช้ทรัพยากรในการทำกิจกรรมการเรียนรู้ได้อย่างคุ้มค่าและเหมาะสม

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา

1. ให้นักเรียนร่วมกันวางแผนการแก้ปัญหาจากแบบร่างแนวคิดที่ร่างไว้ โดยการระบุขั้นตอนของการดำเนินการแก้ปัญหาที่ละขั้นตอนตามลำดับ ลงในใบกิจกรรม ฝึกความคิดสร้างสรรค์เรื่อง “ชุดกลั่นอย่างง่ายสโตนักวิทยน้อย” ตอนที่ 4 นักวิทยน้อย จอมวางแผน

2. นักเรียนนำไปรายการวัสดุ อุปกรณ์ไปเลือกซื้อของตามที่ออกแบบไว้ และดำเนินการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ มีความคิดละเอียดลออในการแก้ปัญหา ตามแผนที่วางไว้

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขชิ้นงาน โดยมีจุดเน้นตาม ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ด้านความมีเหตุผล (ชั่วโมงที่ 3)

1. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มบันทึกรายละเอียดของสิ่งประดิษฐ์ และตรวจสอบผล ที่ได้ว่าสามารถกลั่นน้ำจืดจากน้ำทะเลได้อย่างมีประสิทธิภาพหรือไม่ และให้นักเรียน ตรวจสอบความเค็มของน้ำที่กลั่นได้ โดยใช้เครื่อง Refractometer ในการทดสอบความเค็ม โดยใช้เปรียบเทียบกับน้ำดื่มที่ขายตามร้านสะดวกซื้อทั่วไป ค่าที่วัดได้ใกล้เคียงกันหรือไม่ และชิ้นงานที่ทำขึ้นมีราคาต้นทุน หรือผลที่ได้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ เจื่อนไขหรือไม่ บันทึกผลลงในใบกิจกรรมฝึกความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง “ชุดกลั่นอย่างง่ายสโตนักวิทยน้อย” ตอนที่ 5 นักวิทยน้อยนักทดสอบ

2. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายถึงปัญหา อุปสรรค และแนวทาง ในการแก้ปัญหา จากการแก้ปัญหาในครั้งที่ 1

3. นักเรียนแต่ละกลุ่มวางแผนร่วมกันเพื่อปรับปรุงวิธีการ ขั้นตอนของการ แก้ปัญหาให้ดียิ่งขึ้น

4. นักเรียนลงมือแก้ปัญหาอีกครั้ง ตามแผนที่วางไว้ บันทึกผลโดยการระบุ การปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลงวิธีการ หรือข้อมูลจากที่วางแผนการแก้ปัญหาในครั้งที่ 1 โดยมีจุดเน้นตามปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ด้านความมีเหตุผลในการทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไข คือ สามารถพิจารณาเหตุและผลของการกระทำ ได้อย่างรอบคอบ เกี่ยวกับการเลือกใช้ทรัพยากรธรรมชาติ วัสดุ อุปกรณ์ในการทำกิจกรรมการเรียนรู้ ได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา หรือผลการแก้ปัญหา โดยมีจุดเน้นตาม ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ด้านมีภูมิคุ้มกันในตัวที่ดี

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มแสดงสิ่งประดิษฐ์ที่ได้สร้างขึ้นเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา พร้อมนำเสนอผลงาน โดยนำเสนอตั้งแต่ขั้นการระบุปัญหา ผลของการรวบรวมข้อมูล การออกแบบแก้ปัญหา วิธีการแก้ปัญหา อุปสรรค แนวทางในการแก้ไขปรับปรุง และผลลัพธ์สุดท้ายเป็นไปตามวัตถุประสงค์ และเงื่อนไขหรือไม่ คือ สามารถกลั่นน้ำทะเล ให้เป็นน้ำจืดไว้ใช้ในยามฉุกเฉินได้ และมีจุดเน้นตามปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ด้านการมีภูมิคุ้มกันในตัวที่ดี คือ การใช้ความรู้ เหตุผลในการคิดกระทำการอย่างรอบคอบ รอบด้าน ก่อนการตัดสินใจ และเตรียมตัวพร้อมรับการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น โดยสามารถที่จะปรับตัวเข้ากับสถานการณ์ได้อย่างเหมาะสม ยอมรับการเปลี่ยนแปลงในสิ่งที่ถูกต้องได้อย่างทันท่วงที

2. นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อสรุปความรู้ที่ได้รับจากการแก้ปัญหา ลงในใบกิจกรรมฝึกความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง “ชุดกลั่นอย่างง่ายสไตน์นักวิทยุน้อย” ตอนที่ 6 นักวิทยุน้อยอัจฉริยะ

3. นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียน เรื่อง การกลั่นอย่างง่าย

7. สื่อและแหล่งเรียนรู้

1. ภาพประกอบ 1 กรมอุตุฯ เตือนภัยแล้ง
2. ภาพประกอบ 2 ผลกระทบจากภัยแล้ง
3. วิดีทัศน์ เรื่อง แยกสารโดยการกลั่นอย่างง่ายได้อย่างไร
4. ใบความรู้ที่ 1 เรื่อง ความรู้เรื่องหลักการกลั่นอย่างง่าย
5. ใบความรู้ที่ 2 เรื่อง ความรู้เรื่องวิธีการการกลั่น

8. ภาระงานและชิ้นงาน

8.1 ภาระงาน

กิจกรรมฝึกความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง ชุดกลั่นอย่างง่ายสไตน์นักวิทยุน้อย

8.2 ชิ้นงาน

สิ่งประดิษฐ์ชุดกลั่นอย่างง่าย

9. การวัดและประเมินผล

9.1 ด้านความรู้

วัตถุประสงค์	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
1. อธิบายการ แยกสารโดยการกลั่น อย่างง่ายโดยใช้ หลักฐานเชิงประจักษ์ 2. นำวิธีการ แยกสารไปใช้ แก้ปัญหาใน ชีวิตประจำวัน โดยการบูรณาการ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปะ และคณิตศาสตร์	- ตรวจใบกิจกรรม ฝึกความคิด สร้างสรรค์ เรื่อง ชุดกลั่นอย่าง ง่ายสไตส์นักวิทย น้อย - ตรวจแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน ก่อนเรียน-หลังเรียน เรื่อง การกลั่น อย่างง่าย	- ใบกิจกรรมฝึก ความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง ชุดกลั่นอย่าง ง่ายสไตส์นักวิทย น้อย - แบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน ก่อนเรียน-หลังเรียน เรื่อง การกลั่น อย่างง่าย	- ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์

9.2 ด้านทักษะกระบวนการ

วัตถุประสงค์	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
ความคิดสร้างสรรค์ ได้แก่ 1. ความคิด คล่องแคล่ว 2. ความคิดยืดหยุ่น 3. ความคิดริเริ่ม 4. ความคิด ละเอียดลออ ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ 1. การสังเกต 2. การจำแนก 3. การลงความเห็น จากข้อมูล 4. การตั้งสมมติฐาน 5. การตีความและลง ข้อสรุป 6. การทดลอง	- ตรวจใบกิจกรรมฝึก ความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง ชุดกลั่นอย่างง่าย สไตส์นักวิทย์น้อย - ตรวจแบบวัด ความคิดสร้างสรรค์ - ตรวจแบบประเมิน ชี้นำงาน - สังเกตพฤติกรรม	- ใบกิจกรรมฝึก ความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง ชุดกลั่นอย่างง่าย สไตส์นักวิทย์น้อย - แบบวัดความคิด สร้างสรรค์ - แบบประเมินชิ้นงาน - แบบประเมิน ทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์	- ใช้เกณฑ์การให้ คะแนนความคิด สร้างสรรค์ - อยู่ในระดับพอใช้ ขึ้นไป

9.3 ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์และสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

วัตถุประสงค์	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
คุณลักษณะอันพึงประสงค์ 1. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์ 2. มีวินัย 3. ใฝ่เรียนรู้ 4. อยู่อย่างพอเพียง 5. มุ่งมั่นในการทำงาน 6. มีจิตสาธารณะ	- สังเกตพฤติกรรม	- แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ และสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน	- อยู่ในระดับพอใช้ขึ้นไป
สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน 7. ความสามารถในการสื่อสาร 8. ความสามารถในการคิด 9. ความสามารถในการแก้ปัญหา 10. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต 11. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี	- สังเกตพฤติกรรม	- แบบประเมินการนำเสนอ	- อยู่ในระดับพอใช้ขึ้นไป

บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

.....

แนวทางการปรับปรุง / แก้ไข

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นายเอกพร ธรรมยศ)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ใบความรู้ เรื่อง ความคิดสร้างสรรค์

ความคิดสร้างสรรค์ (Creative Thinking)

หมายถึง ความสามารถในการคิดของนักเรียน โดยคิดได้แปลกใหม่ กว้างไกล หลายแง่มุม หลายทิศทาง มีการดัดแปลง ผสมผสานความคิด ผ่านประสบการณ์ มีวิธีคิดที่หลากหลาย เพื่อให้เกิดความแปลกใหม่หรือค้นพบสิ่งใหม่ รวมถึงการแก้ไขปัญหาไปสู่การคิดประดิษฐ์ ชี้นำงาน



ความคิดสร้างสรรค์

แบ่งเป็น 4 ลักษณะ ดังนี้

- 1) **ความคิดคล่องแคล่ว** หมายถึง การที่นักเรียนได้ใช้ความคิด ในการค้นหาคำตอบและเขียนคำตอบได้จำนวนมาก มีความคล่องตัว ในการคิดหาคำตอบ และเขียนคำตอบได้อย่างรวดเร็วในเวลาที่กำหนด
- 2) **ความคิดยืดหยุ่น** หมายถึง การที่นักเรียนได้ใช้ความคิดในการค้นหา คำตอบและเขียนคำตอบได้หลากหลายประเภท และหลากหลายแง่มุม
- 3) **ความคิดริเริ่ม** หมายถึง การที่นักเรียนได้ใช้ความคิดในการค้นหา คำตอบ และเขียนคำตอบเป็นคำตอบที่แปลกใหม่ ไม่ซ้ำกับความคิด ของคนอื่น และแตกต่างจากความคิดธรรมดาหรือความคิดเดิม ๆ ซึ่งนำไปสู่การออกแบบและสร้างสรรค์สิ่งใหม่ ๆ
- 4) **ความคิดละเอียดลออ** หมายถึง ความสามารถในการคิดในรายละเอียดต่าง ๆ ในสิ่งที่คนอื่นมองไม่เห็น สามารถอธิบายรายละเอียดหรือเชื่อมโยงความสัมพันธ์ ของสิ่งต่าง ๆ ทำให้ผลงานสมบูรณ์ขึ้นเป็นรูปธรรมและนำไปใช้ประโยชน์ได้

ใบความรู้ที่ 1

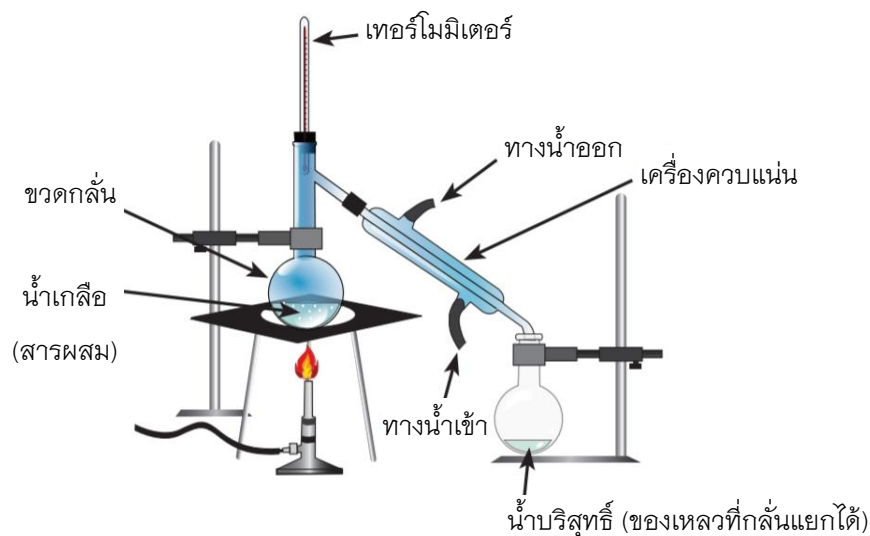
เรื่อง การกลั่นอย่างง่าย

การกลั่น (Distillation)

การกลั่นเป็นวิธีการแยกสารละลายที่ประกอบด้วย ตัวละลาย และตัวทำละลาย ที่เป็นของเหลวและมีจุดเดือดแตกต่างกัน วิธีนี้ใช้แยกของเหลวบริสุทธิ์ออกจากสารละลาย โดยการให้ความร้อนกับสารละลาย จนกระทั่งของเหลวที่มีจุดเดือดต่ำกว่าเกิดการเดือด และกลายเป็นไอ แยกออกมาจากสารละลายก่อน ซึ่งในขณะที่ของเหลวเดือดอุณหภูมิ ของไอจะคงที่เสมอ จากนั้นไอของสารจะไปกระทบกับความเย็นใน เครื่องควบแน่น แล้วควบแน่นกลับมาเป็นของเหลวอีกครั้ง นอกจากนี้วิธีการกลั่นยังสามารถแยกสารละลาย ที่ประกอบด้วย ตัวละลายที่เป็นของแข็ง ซึ่งละลายอยู่ในตัวทำละลายที่เป็นของเหลวได้ อีกด้วย ในที่นี้จะแบ่งวิธีการกลั่นเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. การกลั่นแบบธรรมดา (Simple Distillation)

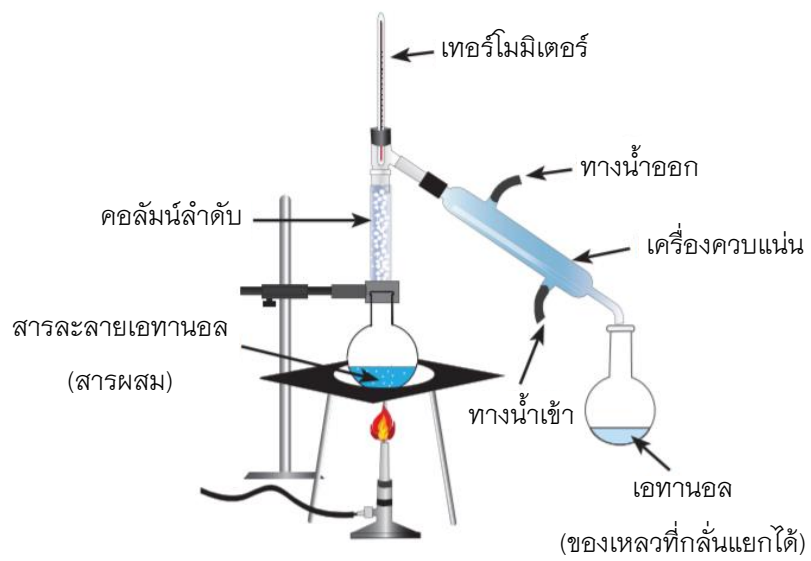
วิธีการกลั่นแบบธรรมดาหรือการกลั่นอย่างง่ายเหมาะสำหรับแยก สารละลายที่ตัวละลายและตัวทำละลายมีจุดเดือดต่างกันมากออกจากกัน ตัวอย่างเช่น การกลั่นน้ำเกลือ ซึ่งน้ำที่เป็นตัวทำละลายมีจุดเดือด $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ ส่วนเกลือแกงที่เป็นตัวละลาย มีจุดเดือดสูงถึง $1,413\text{ }^{\circ}\text{C}$ เมื่อให้ความร้อนกับสารละลายจนกระทั่งถึงจุดเดือดของน้ำ น้ำจะเกิดการเดือดและกลายเป็นไอน้ำแยกออกจากสารละลายก่อน แล้วผ่านเข้าสู่เครื่อง ควบแน่น เกิดการควบแน่นเป็นน้ำบริสุทธิ์แยกออกไปในภาชนะรองรับ ส่วนเกลือที่มีจุด เดือดสูงยังคงอยู่ในขวดกลั่น จึงสามารถแยกน้ำกับเกลือออกจากกันได้ ดังภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 4 แบบจำลองอุปกรณ์สำหรับการกลั่นแบบธรรมดาเพื่อใช้กลั่นน้ำเกลือ
ที่มา : 1551778181_example.pdf

2. การกลั่นลำดับส่วน (Fractional Distillation)

วิธีการกลั่นลำดับส่วน เหมาะสำหรับการแยกสารละลายของสารที่มีจุดเดือดใกล้เคียงกัน หรือมีตัวละลายและตัวทำละลายเป็นสารที่มีสมบัติระเหยได้ง่ายทั้งคู่ ตัวอย่างเช่น สารละลายที่มีเอทานอลผสมกับน้ำ ซึ่งเอทานอลมีจุดเดือด 78.4°C และน้ำมีจุดเดือด 100°C โดยอุปกรณ์ที่ใช้ในการกลั่นลำดับส่วนจะมีการเพิ่มคอลัมน์ ลำดับส่วน (Fractionating Column) ต่อเชื่อมระหว่างขวดกลั่นกับเครื่องควบแน่น ซึ่งภายในคอลัมน์ ลำดับส่วนจะมีการบรรจุลูกแก้วหรือเศษแก้ว เพื่อช่วยเพิ่มพื้นที่ผิวของคอลัมน์ เมื่อไอบางส่วนที่มาจากของเหลวซึ่งมีจุดเดือดสูงกว่าอย่างไอน้ำมาสัมผัสกับส่วนนี้แล้วจะเกิดการควบแน่นเป็นของเหลวตกกลับลงสู่ขวดกลั่น ไม่ติดออกไปกับของเหลวที่มีจุดเดือดต่ำกว่าอย่างเอทานอล ดังภาพประกอบ 5



ภาพประกอบ 5 แบบจำลองอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับการกลั่นลำดับส่วนเพื่อแยกเอทานอลกับน้ำ
ที่มา : 1551778181_example.pdf

ใบรายการซื้อวัสดุ อุปกรณ์ ครั้งที่.....

ชื่อกลุ่ม.....

รายการ	ราคา (บาท)	จำนวน	ราคา (บาท)
ชุดตะเกียงแอลกอฮอล์	ฟรี		
จุกปิดขวดรูปชมพู่	ฟรี		
ไฟแช็ก	ฟรี		
ปีกเกอร์	ฟรี		
มีดคัตเตอร์	ฟรี		
กระบอกตวง	ฟรี		
เชือก	ราคา 3 บาท/1 เส้น		
ขวดแก้ว	ราคา 3 บาท/1 ขวด		
กระป๋องกาแฟ	ราคา 3 บาท/1 ขวด		
ขวดพลาสติก	ราคา 3 บาท/1 ขวด		
เทปใส	ราคา 3 บาท/1 ม้วน		
ผ้า	ราคา 3 บาท/1 ผืน		
สำลี	ราคา 5 บาท/1 ห่อ		
หลอดทดลองขนาดใหญ่	ราคา 5 บาท/1 หลอด		
รวม			

กิจกรรมฝึกความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง ชุดกลั่นอย่างง่ายสไตล์นักวิทยุน้อย

วันที่...../...../.....

เวลาที่ใช้ 3 ชั่วโมง

จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อทำกิจกรรมนี้แล้ว นักเรียนมีความสามารถดังต่อไปนี้

ด้านความรู้ (เจือใจความรู้)

1. อธิบายการแยกสารผสมโดยการกลั่นอย่างง่าย โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์

2. นำวิธีการแยกสารไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน โดยบูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปะ และคณิตศาสตร์

ทักษะกระบวนการ

1. ความคิดสร้างสรรค์
 - 1.1 ความคิดคล่องแคล่ว
 - 1.2 ความคิดยืดหยุ่น
 - 1.3 ความคิดริเริ่ม
 - 1.4 ความคิดละเอียดลออ
2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 - 2.1 ทักษะการสังเกต
 - 2.2 ทักษะการจำแนก
 - 2.3 ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
 - 2.4 ทักษะการตั้งสมมติฐาน
 - 2.5 ทักษะการทดลอง
 - 2.6 ทักษะการตีความและลงข้อสรุป

คุณลักษณะอันพึงประสงค์ (เงื่อนไขคุณธรรม)

1. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์
2. มีวินัย
3. ใฝ่เรียนรู้
4. อยู่อย่างพอเพียง
5. มุ่งมั่นในการทำงาน
6. มีจิตสาธารณะ

วัสดุอุปกรณ์

1. ชุดตะเกียงแอลกอฮอล์
2. จุกปิดขวดรูปชมพู่
3. ไฟแช็ก
4. ปีกเกอร์
5. มีดคัตเตอร์
6. กระบอกตวง
7. เชือก
8. ขวดแก้ว
9. กระป๋องกาแฟ
10. ขวดพลาสติก
11. เทปใส
12. ผ้า
13. สำลี
14. หลอดทดลองขนาดใหญ่

ขั้นตอนการดำเนินกิจกรรม

1. แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม ๆ ละ 8-9 คน
2. นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์สถานการณ์ เงื่อนไข และระบุปัญหาที่พบจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ โดยให้ระบุปัญหาลงในใบกิจกรรมฝึกความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง “ชุดกลั่นอย่างง่ายสไตล์นักวิทยุน้อย” ตอนที่ 1 นักวิทยุน้อยสงสัยใคร่รู้
3. นักเรียนรวบรวมข้อมูล โดยศึกษาใบความรู้ที่ 1 ความรู้เรื่องหลักการกลั่นอย่างง่าย และหาความรู้เพิ่มเติมจากหนังสือเรียน อินเทอร์เน็ต
4. นักเรียนฝึกทำกิจกรรมที่ 1 ทำความรู้จัก การกลั่นอย่างง่าย และเรียนรู้วิธีการกลั่นอย่างง่าย พร้อมบันทึกผลการทดลองลงในใบกิจกรรมฝึกความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง “ชุดกลั่นอย่างง่ายสไตล์นักวิทยุน้อย” ตอนที่ 2 นักวิทยุน้อยผู้สับสน
5. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มระดมความคิดเพื่อออกแบบวิธีการสร้างสิ่งประดิษฐ์โดยใช้วัสดุ อุปกรณ์ที่กำหนดให้ โดยเขียนร่างแบบภาพแนวคิดที่จะใช้แก้ปัญหา ลงในใบกิจกรรมฝึกความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง “ชุดกลั่นอย่างง่ายสไตล์นักวิทยุน้อย” ตอนที่ 3 นักวิทยุน้อยวิศวกร โดยใช้ดินสอร่างแบบภาพ พร้อมทั้งระบายสีให้สวยงาม ซึ่งเน้นความคิดสร้างสรรค์ ได้แก่ ความคิดริเริ่ม ความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น และความคิดละเอียดลออ โดยมีจุดเน้นตามปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ด้านความพอประมาณในการออกแบบ คือ ความพอดี ไม่มากเกินไป หรือน้อยเกินไป ใช้ทรัพยากรในการทำกิจกรรมการเรียนรู้ได้อย่างคุ้มค่าและเหมาะสม
6. ให้นักเรียนร่วมกันวางแผนการแก้ปัญหาจากแบบร่างแนวคิดที่ร่างไว้ โดยการระบุขั้นตอนของการดำเนินการแก้ปัญหาที่ละขั้นตอนตามลำดับ ลงในใบกิจกรรมฝึกความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง “ชุดกลั่นอย่างง่ายสไตล์นักวิทยุน้อย” ตอนที่ 4 นักวิทยุน้อยนักวางแผน

7. นักเรียนนำใบรายการวัสดุ อุปกรณ์ไปเลือกซื้อของตามที่ออกแบบไว้ และดำเนินการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ มีความคิดละเอียดลออในการแก้ปัญหา ตามแผนที่วางไว้

8. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มบันทึกรายละเอียดสิ่งประดิษฐ์ และตรวจสอบผลที่ได้ ว่าสามารถกลั่นน้ำจืดจากน้ำทะเลได้อย่างมีประสิทธิภาพหรือไม่ และให้นักเรียนตรวจสอบ ความเค็มของน้ำที่กลั่นได้ โดยใช้เครื่อง Refractometer ในการทดสอบความเค็ม โดยใช้เปรียบเทียบกับน้ำดื่มที่ขายตามร้านสะดวกซื้อทั่วไป ค่าที่ได้ใกล้เคียงกันหรือไม่ และชุดกลั่นที่ทำขึ้นมีราคาต้นทุน หรือผลที่ได้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ เจือปนโซหรือไม่ บันทึกผลลงในใบกิจกรรมฝึกความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง “ชุดกลั่นอย่างง่ายสไตน์นักวิทย์น้อย” ตอนที่ 5 นักวิทย์น้อยนักทดสอบ

9. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายถึงปัญหา อุปสรรค และแนวทาง ในการแก้ปัญหา จากการแก้ปัญหาในครั้งที่ 1

10. นักเรียนแต่ละกลุ่มวางแผนร่วมกันเพื่อปรับปรุงวิธีการ ขั้นตอนของการ แก้ปัญหาให้ดียิ่งขึ้น

11. นักเรียนลงมือแก้ปัญหาอีกครั้ง ตามแผนที่วางไว้ บันทึกผลโดยการระบุ การปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลงวิธีการ หรือข้อมูลจากที่วางแผนการแก้ปัญหาในครั้งที่ 1 โดยมีจุดเน้นตามปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ด้านความมีเหตุผลในการทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไข คือ สามารถพิจารณาเหตุและผลของการกระทำได้อย่างรอบคอบ เกี่ยวกับการเลือกใช้ทรัพยากรธรรมชาติ วัสดุ อุปกรณ์ในการทำกิจกรรมการเรียนรู้ ได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

12. นักเรียนแต่ละกลุ่มแสดงสิ่งประดิษฐ์ที่ได้สร้างขึ้นเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา พร้อมนำเสนอผลงาน โดยนำเสนอตั้งแต่ขั้นการระบุปัญหา ผลของการรวบรวมข้อมูล การออกแบบแก้ปัญหา วิธีการแก้ปัญหา อุปสรรค แนวทางในการแก้ไขปรับปรุง และผลลัพธ์สุดท้ายเป็นไปตามวัตถุประสงค์ และเงื่อนไขหรือไม่ คือ สามารถกลั่นน้ำทะเลให้เป็นน้ำจืดไว้ใช้ในยามฉุกเฉินได้ และมีจุดเน้นตามปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ด้านการมีภูมิคุ้มกันในตัวที่ดี คือ การใช้ความรู้ เหตุผลในการคิดกระทำการอย่างรอบคอบ รอบด้าน ก่อนการตัดสินใจ และเตรียมตัวพร้อมรับการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น โดยสามารถที่จะปรับตัวเข้ากับสถานการณ์ได้อย่างเหมาะสม ยอมรับการเปลี่ยนแปลงในสิ่งที่ถูกต้องได้อย่างทันท่วงที

13. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อสรุปความรู้ที่ได้รับจากการแก้ปัญหา ลงในใบกิจกรรมฝึกความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง “ชุดกลั่นอย่างง่ายสไตส์นักวิทย์น้อย” ตอนที่ 6 นักวิทย์น้อยอัจฉริยะ

14. ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียน เรื่อง การกลั่นอย่างง่าย

กิจกรรมฝึกทักษะความคิดสร้างสรรค์

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา

ตอนที่ 1 นักวิทย์น้อยสงสัยใคร่รู้

คำชี้แจง

1. นักเรียนวิเคราะห์สถานการณ์ และระบุปัญหาที่พบจากสถานการณ์

สถานการณ์

“ถ้าบ้านของนักเรียนอยู่ติดริมทะเล และเมื่อเกิดปัญหายุ่งยากขึ้น นักเรียนจะมีวิธีการเปลี่ยนน้ำทะเลให้เป็นน้ำจืดได้อย่างไร เพื่อเก็บไว้ใช้ในยามฉุกเฉิน โดยให้นักเรียนออกแบบวิธีการสร้างสิ่งประดิษฐ์เพื่อใช้ในการแก้ปัญหา โดยมีวัตถุประสงค์และเงื่อนไข ดังนี้”

วัตถุประสงค์ : เปลี่ยนน้ำทะเลให้เป็นน้ำจืด

เงื่อนไข : ใช้งบประมาณในการสร้างสิ่งประดิษฐ์น้อยที่สุด

ปัญหาที่พบจากสถานการณ์ ได้แก่

- 1).....
- 2).....
- 3).....
- 4).....
- 5).....

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง

ตอนที่ 2 นักวิทย์น้อยผู้สืบเสาะ

คำชี้แจง ให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมดังต่อไปนี้

2.1 ให้นักเรียนทำการทดลองแยกสารโดยกลั่นอย่างง่ายของสารละลายจุนสี พร้อมบันทึกผลการทดลองที่ได้ในตาราง

เวลา (นาที)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	การเปลี่ยนแปลงของสาร	
		หลอดทดลองขนาดใหญ่	หลอดทดลองขนาดเล็ก
0			
2			
4			
6			
8			
10			

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา

โดยมีจุดเน้นตามปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ด้านความพอประมาณ

ตอนที่ 3 นักวิทยุวิทยุวิศวกร

คำชี้แจง

3.1 ให้นักเรียนออกแบบสร้างสิ่งประดิษฐ์เพื่อใช้ในการแก้ปัญหา โดยใช้วัสดุ อุปกรณ์ที่กำหนดให้ และเขียนร่างแบบภาพแนวคิดที่จะใช้แก้ปัญหา พร้อมบรรยายสี ให้สวยงาม ซึ่งเน้นความคิดสร้างสรรค์ และยึดหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ด้านความพอประมาณในการออกแบบ พร้อมทั้งตอบคำถามต่อไปนี้

3.1.1 ชื่อผลงานของนักเรียน คือ.....

3.1.2. จุดเน้นความคิดสร้างสรรค์ คือ.....

3.1.3 วัสดุ อุปกรณ์ที่นำมาใช้ในการออกแบบแก้ปัญหาของนักเรียน ได้แก่

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3.1.4 เหตุผลที่นักเรียนเลือกใช้วัสดุ อุปกรณ์ชนิดนั้นมาออกแบบแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3.1.5 ให้นักเรียนบอกข้อดี ข้อเสีย และการนำไปใช้ประโยชน์ ของผลิตภัณฑ์

ข้อดีด้าน.....	ข้อเสียด้าน.....	การนำไปใช้ประโยชน์ ด้าน.....
1.....	1.....	1.....
2.....	2.....	2.....
3.....	3.....	3.....

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไข

โดยมีจุดเน้นตามปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ด้านความมีเหตุผล

ตอนที่ 5 นักวิทยุวิทยุวิทยุวิทยุวิทยุ

คำชี้แจง

ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มบันทึกรายละเอียดของสิ่งประดิษฐ์ และตรวจสอบผลที่ได้ว่าสามารถกลั่นน้ำจืดจากน้ำทะเลได้อย่างมีประสิทธิภาพหรือไม่ และให้นักเรียนตรวจสอบความเค็มของน้ำที่กลั่นได้ โดยใช้เครื่อง Refractometer ในการทดสอบความเค็ม โดยใช้เปรียบเทียบกับน้ำดื่มที่ขายตามร้านสะดวกซื้อทั่วไป ค่าที่ได้ใกล้เคียงกันหรือไม่ และชิ้นงานที่ทำขึ้นมีราคาต้นทุน หรือผลที่ได้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ เจื่อนไขหรือไม่

รายการทดสอบ	% Brid	งบประมาณที่ใช้ ในการแก้ไขปัญห (บาท)
น้ำอุปโภค		
น้ำบริโภค		
น้ำทะเล		
น้ำจืดที่กลั่นได้		

วัสดุ อุปกรณ์ในการแก้ปัญหา ครั้งที่ 1

.....

.....

.....

ปัญหา/อุปสรรค ครั้งที่ 1

.....

.....

.....

แนวทางการแก้ไข

.....

.....

.....

5.2 นักเรียนบันทึกผลจากการปรับปรุงวิธีการ ในการแก้ปัญหา โดยบันทึก รายละเอียดของลักษณะผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการแก้ปัญหา อุปสรรค และแนวทางในการ แก้ปัญหาในครั้งที่ 2

รายการ ทดสอบ	แก้ปัญหาค้างที่ 1		แก้ปัญหาค้างที่ 2	
	% Brid	งบประมาณ	% Brid	งบประมาณ
น้ำอุปโภค				
น้ำบริโภค				
น้ำทะเล				
น้ำจืด ที่กลั่นได้				

วัสดุ อุปกรณ์ในการแก้ปัญหา ครั้งที่ 2

.....

.....

.....

ให้นักเรียนอธิบายเหตุผลของปรับปรุง เปลี่ยนแปลงวิธีการ หรือข้อมูล
จากที่วางแผนแก้ปัญหาในครั้งที่ 1

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา หรือผลการแก้ปัญหา
โดยมีจุดเน้นตามปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ด้านภูมิคุ้มกันในตัวที่ดี

ตอนที่ 6 นักวิทยุน้อยอัจฉริยะ

คำชี้แจง

6.1 นักเรียนสรุปความรู้ที่ได้จากการแก้ปัญหา

สาระการเรียนรู้	ความรู้ที่ได้จากการแก้ปัญหา
วิทยาศาสตร์	
เทคโนโลยี	
วิศวกรรมศาสตร์	
ศิลปะ	
คณิตศาสตร์	

แบบฝึกทักษะความคิดสร้างสรรค์
เรื่อง การกลั่นอย่างง่าย

คำชี้แจง

เวลา 10 นาที

1. ให้นักเรียนระบุสิ่ง/เหตุการณ์ที่นักเรียนเคยพบเจอ ที่เป็นสารผสม สามารถแยกได้โดยวิธีการกลั่นอย่างง่าย ตอบมาให้ได้หลากหลายด้าน และได้จำนวนคำตอบมากที่สุด
2. ให้นักเรียนคิดออกแบบและวาดภาพผลิตภัณฑ์ หรือสินค้า และโลโก้สินค้า การนำน้ำจืดที่ได้จากน้ำทะเลมาใช้ประโยชน์ทางด้านอุปโภค บริโภค ที่นักเรียนสนใจ และแปลกใหม่ที่สุด 1 ผลิตภัณฑ์ และระบุเหตุผลที่ทำผลิตภัณฑ์หรือชิ้นงานนั้น พร้อมทั้งให้นักเรียนบอกจุดเด่น และข้อดี ของผลิตภัณฑ์ รวมถึงบอกราคาขาย ต้นทุน กำไร ของผลิตภัณฑ์นั้นให้เรียบร้อย โดยเน้นความคิดสร้างสรรค์
3. นักเรียนพยายามคิดหาคำตอบที่แปลกใหม่ไม่เหมือนใคร น่าสนใจ และแตกต่างกันออกไป
4. แบบทดสอบนี้ให้นักเรียนมีอิสระเต็มที่ในการคิดหาคำตอบ
5. ให้นักเรียนเขียนคำตอบลงในกระดาษที่แจกให้

กิจกรรมที่ 1 ฝึกความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น

คำชี้แจง : ให้นักเรียนระบุสิ่ง/เหตุการณ์ที่นักเรียนเคยพบเจอ ที่เป็นสารผสม
สามารถแยกได้โดยวิธีการกลั่นอย่างง่าย ตอบมาให้ได้หลากหลายด้าน และได้จำนวน
คำตอบมากที่สุด

1.....

1).....	2)
3).....	4)

2.....

1).....	2)
3).....	4)

3.....

1).....	2)
3).....	4)

กิจกรรมที่ 2 ฝึกความคิดริเริ่ม ความคิดละเอียดลออ

คำชี้แจง : ให้นักเรียนคิดออกแบบและวาดภาพผลิตภัณฑ์ หรือสินค้า และโลโก้สินค้า จากการนำน้ำจืดที่ได้จากน้ำทะเลมาใช้ประโยชน์ทางด้านอุปโภค บริโภคที่นักเรียนสนใจ และแปลกใหม่ที่สุด 1 ผลิตภัณฑ์ และระบุเหตุผลที่ทำผลิตภัณฑ์หรือชิ้นงานนั้น พร้อมทั้งให้นักเรียนบอกจุดเด่น และข้อดี ของผลิตภัณฑ์ รวมถึงบอกราคาขาย ต้นทุน กำไร ของผลิตภัณฑ์นั้นให้เรียบร้อย โดยเน้นความคิดสร้างสรรค์ (ระบายสีให้สวยงาม)

ชื่อของผลิตภัณฑ์ ชิ้นงาน.....

จุดเน้นความคิดสร้างสรรค์ คือ.....

.....

.....

.....

วัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้ในการออกแบบ.....

.....

.....

.....

จุดเด่นของผลิตภัณฑ์ ชิ้นงาน.....

.....

.....

.....

ข้อดีของผลิตภัณฑ์ ชิ้นงาน.....

.....

.....

ราคาขายผลิตภัณฑ์ ชิ้นงาน.....

- ต้นทุน.....

- กำไร.....

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียน – หลังเรียน

เรื่อง การกลั่นอย่างง่าย

คำชี้แจง ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว แล้วทำเครื่องหมายกากบาท (X) ลงในกระดาษคำตอบ

1. การแยกสารด้วยวิธีการกลั่นอาศัยหลักการใดเป็นสำคัญ (ด้านความจำ)
 - ก. ความแตกต่างของจุดเดือด
 - ข. ความสามารถในการละลาย
 - ค. ความสามารถในการดูดซับ
 - ง. ความแตกต่างของจุดหลอมเหลว
2. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับความหมายของการกลั่น (ด้านความจำ)
 - ก. กระบวนการแยกสารออกจากสารเนื้อเดียว
 - ข. กระบวนการแยกสารออกจากสารเนื้อผสม โดยการระเหิดของสารทั้ง 2 ชนิด
 - ค. กระบวนการแยกสาร (ของแข็ง) ออกจากสารละลาย โดยอาศัยคุณสมบัติการหลอมเหลวของสาร
 - ง. กระบวนการแยกสารออกจากสารละลาย ซึ่งมีตัวละลายที่จุดเดือดสูงกว่าตัวทำละลายมาก
3. ในกระบวนการกลั่นเพื่อแยกสาร ขั้นตอนที่สารผ่านชุดควบแน่นเพื่อประโยชน์ใด (ด้านความเข้าใจ)
 - ก. เปลี่ยนทั้งสถานะและอุณหภูมิสารให้สูงขึ้น
 - ข. เพิ่มอุณหภูมิและความดันก่อนเปลี่ยนสถานะ
 - ค. เปลี่ยนสถานะของสารจากของเหลวเป็นแก๊ส
 - ง. เปลี่ยนสถานะของสารจากแก๊สหรือไอเป็นของเหลว

4. ข้อใดต่อไปนี้เป็นเรื่องลำดับกระบวนการกลั่นได้ถูกต้อง (ด้านเข้าใจ)

- ก. การเดือด การกลายเป็นไอ การควบแน่น
- ข. การเดือด การควบแน่น การระเหย
- ค. การเดือด การควบแน่น การกลายเป็นไอ
- ง. การระเหย การเดือด การควบแน่น

5. ข้อใดกล่าวถึงการกลั่นไม่ถูกต้อง (ด้านเข้าใจ)

- ก. แยกสารด้วยความหนาแน่น
- ข. สารที่มีจุดเดือดต่ำก็จะถูกแยกออกมาก่อน
- ค. อาศัยคุณสมบัติของสารเกี่ยวกับจุดเดือด
- ง. เมื่อสารเปลี่ยนสถานะเป็นไอจะเปลี่ยนให้กลับมาเป็นของเหลวด้วยการควบแน่น

6. ถ้านักเรียนอยู่บนเกาะกลางทะเลหาน้ำจืดไม่ได้ นักเรียนจะทำน้ำจืดจากทะเลได้อย่างไรเพื่อให้มีน้ำจืดในการบริโภค (ด้านประยุกต์ใช้)

- ก. การกลั่น
- ข. การกรอง
- ค. การตกผลึก
- ง. การระเหยแห้ง

7. ประเทศในแถบอ่าวเปอร์เซียและในทวีปอเมริกาใต้ที่ขาดแคลนน้ำจืด นิยมทำน้ำจืดจากทะเล โดยใช้วิธีใดต่อไปนี้ (ประยุกต์ใช้)

- ก. การกลั่นน้ำทะเลจากลม
- ข. การกลั่นน้ำทะเลจากแสงอาทิตย์
- ค. การกลั่นน้ำทะเลจากเชื้อเพลิงน้ำมัน
- ง. การกลั่นน้ำทะเลจากการพลังงานการเผาขยะ

8. ถ้าสาร X มีจุดเดือดเท่ากับ $1,420^{\circ}\text{C}$ ส่วนสาร Y มีจุดเดือดเท่ากับ 100°C ซึ่งสาร X มีสถานะเป็นของแข็งเส้นผ่านศูนย์กลาง 10^{-6} เซนติเมตร และละลายในตัวทำละลาย Y อยากทราบว่าควรเลือกใช้วิธีการแยกสารแบบใดต่อไป นี้ เพื่อแยกสาร X และ Y ออกจากกัน (วิเคราะห์)

- ก. การกลั่น
- ข. การกรอง
- ค. การตกผลึก
- ง. การระเหยแห้ง

9. สารผสมใดต่อไป นี้เหมาะสำหรับใช้วิธีการแยกสารโดยการกลั่นอย่างง่ายมากที่สุด (ด้านประเมินค่า)

- ก. น้ำมันพืชผสมน้ำ
- ข. เอทานอลผสมน้ำ
- ค. พริกปนผสมเกลือ
- ง. ทราายผสมผงแม่เหล็ก

10. จากสถานการณ์ปัญหาโรคไข้เลือดออกที่มีอัตราการเสียชีวิตเพิ่มขึ้นในแต่ละปี ซึ่งจากสถานการณ์นี้ พบว่า ยุง เป็นตัวนำพาหะเชื้อมาสู่คน นักเรียนจะมีวิธีการออกแบบชิ้นงาน หรือสิ่งประดิษฐ์อย่างไร ให้สามารถลด หรือป้องกันการติดเชื้อของโรคไข้เลือดออกได้ โดยอาศัยหลักการกลั่นเข้ามาช่วยในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (ด้านสร้างสรรค์)

- ก. นักเรียนนำตะไคร้หอมมาปลูกรอบ ๆ บ้านของนักเรียนเพื่อป้องกันยุง
- ข. นักเรียนนำตะไคร้หอมมาหั่นเป็นชิ้นเล็ก จากนั้นนำไปต้มกับน้ำ แล้วนำสารสกัดที่ได้มาต้ม เพื่อป้องกันยุง
- ค. นักเรียนนำตะไคร้หอมมาบดให้ละเอียดด้วยเครื่องปั่น จากนั้นนำไปตากแดด ให้แห้ง แล้วนำมาบรรจุใส่ผ้าขาวบางเพื่อพกดัดตัวไว้ กลิ่นตะไคร้หอมป้องกันยุง
- ง. นักเรียนนำตะไคร้หอมมาหั่นให้ละเอียด จากนั้นนำไปผสมกับตัวทำละลายน้ำแล้วทำการกลั่นเอาน้ำมันหอมระเหยออกมา นำน้ำมันหอมระเหยที่ได้มาผสมกับครีมทาผิว ทาป้องกันยุง

เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียน - หลังเรียน
เรื่อง การกลั่นอย่างง่าย

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

แบบบันทึกคะแนนความคิดสร้างสรรค์

กิจกรรม.....

ประเมินครั้งที่.....วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

คำชี้แจง : ให้ครูผู้สอนบันทึกคะแนนความคิดสร้างสรรค์จากการปฏิบัติกิจกรรม
ในแต่ละกิจกรรม

ลำดับ ที่	ชื่อ-สกุล	ความคิดสร้างสรรค์				คะแนน รวม (32)	คิดเป็น คะแนน (10)
		ความคิด คล่อง แคล่ว (8)	ความคิด ยืดหยุ่น (8)	ความคิด ริเริ่ม (8)	ความคิด ละเอียดลออ (8)		
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							

เกณฑ์การให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์

การให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์จะพิจารณาจากเกณฑ์การให้คะแนนที่กำหนดโดย Torrance (2006) ซึ่งแต่ละรายการจะได้รับคะแนนสูงสุด 4 คะแนน ดังนี้

ความคิดสร้างสรรค์	คะแนน	คำอธิบาย
ความคิดคล่องแคล่ว	0	นักเรียนไม่สามารถคิด/หาคำตอบได้
	2	นักเรียนสามารถคิด/หาคำตอบได้ 1-2 ข้อ
	4	นักเรียนสามารถคิด/หาคำตอบได้ตั้งแต่ 3 ข้อ ขึ้นไป
ความคิดยืดหยุ่น	0	นักเรียนไม่สามารถคิด/หาวิธีการได้
	2	นักเรียนสามารถคิด/หาวิธีการได้ 1-2 วิธี
	4	นักเรียนสามารถคิด/หาวิธีการได้ 3 วิธี ขึ้นไป
ความคิดริเริ่ม	0	นักเรียนไม่ตอบ/ตอบแนวคิดทั่วไป/ ตอบแนวคิดทั่วไปและไม่มีความคิดริเริ่ม
	2	นักเรียนมีแนวคิดที่ไม่เหมือนใคร ในระดับปานกลาง
	4	นักเรียนมีแนวคิดที่ไม่เหมือนใคร มีความคิดที่แปลกใหม่
ความคิดละเอียดลออ	0	ไม่มีการเติมแต่งความคิดจากนักเรียน
	2	มีการเพิ่มแนวคิดง่าย ๆ จากนักเรียน
	4	มีความคิดที่ไม่ธรรมดาจากนักเรียน

แบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

กิจกรรม.....

ประเมินครั้งที่.....วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

คำชี้แจง : ใช้ประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขณะปฏิบัติงาน ซึ่งครูผู้สอนเป็นผู้สังเกตและประเมินโดยการทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องที่ตรงกับระดับคุณภาพ

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ			
	4	3	2	1
1. ทักษะการสังเกต				
2. ทักษะการจำแนก				
3. ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล				
4. ทักษะการตั้งสมมติฐาน				
5. ทักษะการตีความและลงข้อสรุป				
6. ทักษะการทดลอง				
รวม				
เฉลี่ย				

เกณฑ์การแปลความหมายของคะแนน

ระดับคะแนน	ระดับคุณภาพ
20-24	4
15-19	3
10-14	2
ต่ำกว่า 9	1

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ระดับคะแนน	ระดับคุณภาพ
4	ดีมาก
3	ดี
2	พอใช้
1	ปรับปรุง

เกณฑ์การประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

รายการ ประเมิน	ระดับคะแนน			
	4	3	2	1
1. ทักษะการสังเกต	ใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกันเพื่อสัมผัสโดยตรงกับวัตถุและบันทึกการสังเกตโดยไม่ใส่ความคิดเห็นส่วนตัวของผู้สังเกตไปในสิ่งที่สังเกตได้ข้อมูลถูกต้องครบถ้วน	ใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกันเพื่อสัมผัสโดยตรงกับวัตถุและบันทึกการสังเกตโดยไม่ใส่ความคิดเห็นส่วนตัวของผู้สังเกตไปในสิ่งที่สังเกตได้ข้อมูลถูกต้องเป็นส่วนใหญ่	ใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกันเพื่อสัมผัสโดยตรงกับวัตถุและบันทึกการสังเกตโดยไม่ใส่ความคิดเห็นส่วนตัวของผู้สังเกตไปในสิ่งที่สังเกตได้ข้อมูลถูกต้องเป็นบางส่วน	ใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกันเพื่อสัมผัสโดยตรงกับวัตถุและบันทึกการสังเกตโดยไม่ใส่ความคิดเห็นส่วนตัวของผู้สังเกตไปในสิ่งที่สังเกตได้ข้อมูลถูกต้องบางส่วน
2. ทักษะการจำแนก	บอกเกณฑ์ที่ใช้ในการจำแนกประเภทได้เหมาะสมแบ่งวัตถุหรือเหตุการณ์ออกเป็นกลุ่ม ๆ ตามเกณฑ์ที่กำหนดได้	บอกเกณฑ์ที่ใช้ในการจำแนกประเภทได้เหมาะสมแบ่งวัตถุหรือเหตุการณ์ออกเป็นกลุ่ม ๆ ตามเกณฑ์ที่กำหนดได้เป็นส่วนใหญ่	บอกเกณฑ์ที่ใช้ในการจำแนกประเภทได้เหมาะสมแบ่งวัตถุหรือเหตุการณ์ออกเป็นกลุ่ม ๆ ตามเกณฑ์ที่กำหนดได้บางส่วน	บอกเกณฑ์ที่ใช้ในการจำแนกประเภทได้เหมาะสมแบ่งวัตถุหรือเหตุการณ์ออกเป็นกลุ่ม ๆ ตามเกณฑ์ที่กำหนดไม่ได้
3. ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล	รวบรวมข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างเป็นระบบสามารถอธิบายเกี่ยวกับข้อมูลที่รวบรวมมาได้ดีมากยอมรับการเปลี่ยนแปลงการลงความคิดเห็นเมื่อมีข้อมูลเพิ่มเติม	รวบรวมข้อมูลจากการสังเกตได้สามารถอธิบายเกี่ยวกับข้อมูลที่รวบรวมมาได้ดียอมรับการเปลี่ยนแปลงการลงความคิดเห็นเมื่อมีข้อมูลเพิ่มเติมพอสมควร	รวบรวมข้อมูลจากการสังเกตได้สามารถอธิบายเกี่ยวกับข้อมูลที่รวบรวมมาได้พอใช้เปลี่ยนแปลงการลงความคิดเห็นเมื่อมีข้อมูลเพิ่มเติมบางส่วน	รวบรวมข้อมูลที่ได้จากการสังเกตได้เล็กน้อยสามารถอธิบายเกี่ยวกับข้อมูลที่รวบรวมมาได้เล็กน้อยยอมรับการเปลี่ยนแปลงการลงความคิดเห็นเมื่อมีข้อมูลเพิ่มเติมบางส่วน

รายการ ประเมิน	ระดับคะแนน			
	4	3	2	1
4. ทักษะการ ตั้งสมมติฐาน	พูดหรือเขียนแสดง คำตอบล่วงหน้าโดย อาศัยความรู้เดิม จากการสังเกตด้วย การใช้ความสัมพันธ์ ของตัวแปรต้นกับ ตัวแปรตามได้อย่าง สมเหตุสมผลทุก ครั้ง	พูดหรือเขียนแสดง คำตอบล่วงหน้าโดย อาศัยความรู้เดิม จากการสังเกตด้วย การใช้ความสัมพันธ์ ของตัวแปรต้นกับ ตัวแปรตามได้ สมเหตุสมผล บ่อยครั้ง	พูดหรือเขียนแสดง คำตอบล่วงหน้าโดย อาศัยความรู้เดิม จากการสังเกตด้วย การใช้ความสัมพันธ์ ของตัวแปรต้น ตัวแปรตามได้อย่าง สมเหตุสมผล บางครั้ง	พูดหรือเขียนแสดง คำตอบล่วงหน้าโดย อาศัยความรู้เดิม จากการสังเกตด้วย การใช้ความสัมพันธ์ ของตัวแปรต้นกับ ตัวแปรตามอย่างไม่ สมเหตุสมผล
5. ทักษะการ ตีความและลง ข้อสรุป	แปลความหมาย ถูกต้อง และสรุปผล อย่างสอดคล้องกับ ข้อมูล	แปลความหมาย ถูกต้อง แต่สรุปผล ไม่สอดคล้องกับ ข้อมูล	แปลความหมาย ถูกต้องเป็นบางส่วน แต่สรุปผลไม่ สอดคล้องกับข้อมูล	แปลความหมายไม่ ถูกต้องบางส่วน และไม่สรุปผล
6. ทักษะการ ทดลอง	สามารถกำหนด ปัญหาได้ชัดเจน ตั้งสมมติฐาน สอดคล้องกับ ปัญหาและแสดง ความสัมพันธ์ ระหว่างเหตุและผล อย่างชัดเจน มีการ วางแผนกำหนด ขั้นตอนการทำงาน ได้ชัดเจน ใช้วัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ ในการทดลอง ถูกต้องตาม หลักการปฏิบัติ อย่างคล่องแคล่ว	สามารถกำหนด ปัญหาได้ชัดเจน ตั้งสมมติฐาน สอดคล้องกับ ปัญหาและแสดง ความสัมพันธ์ ระหว่างเหตุและผล อย่างดี มีการ วางแผนกำหนด ขั้นตอนการทำงาน ได้ชัดเจน ใช้วัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ ในการทดลอง ถูกต้องตาม หลักการปฏิบัติ	สามารถกำหนด ปัญหาได้ชัดเจน ตั้งสมมติฐาน สอดคล้องกับ ปัญหาและแสดง ความสัมพันธ์ ระหว่างเหตุและผล อย่างดี มีการ วางแผนกำหนด ขั้นตอนการทำงาน ได้ชัดเจน ใช้วัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ ในการทดลอง ถูกต้องตาม หลักการปฏิบัติ	สามารถกำหนด ปัญหาได้ชัดเจน ตั้งสมมติฐาน สอดคล้องกับ ปัญหาและแสดง ความสัมพันธ์ ระหว่างเหตุและผล อย่างดี มีการ วางแผนกำหนด ขั้นตอนการทำงาน ใช้วัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือในการ ทดลองถูกต้องตาม หลักการปฏิบัติ

รายการ ประเมิน	ระดับคะแนน			
	4	3	2	1
	ทำการทดลองตาม ขั้นตอนที่กำหนด บันทึกผลการ ทดลองอย่าง ถูกต้องมีระเบียบ ดูแลอุปกรณ์ เครื่องมือทดลอง อย่างดี จัดเก็บ อุปกรณ์อย่าง ถูกต้องตามหลัก สรุปผลการทดลอง ด้วยตนเองได้ชัดเจน ดีมาก อภิปรายผล การทดลองได้อย่าง ถูกต้อง สมบูรณ์ มากที่สุด	ทำการทดลองตาม ขั้นตอนที่กำหนด บันทึกผลการ ทดลองอย่าง ถูกต้องมีระเบียบ ดูแลอุปกรณ์ เครื่องมือทดลอง อย่างดี จัดเก็บ อุปกรณ์อย่าง ถูกต้องตามหลัก สรุปผลการทดลอง ด้วยตนเองได้ชัดเจน ดี อภิปรายผลการ ทดลองได้อย่าง ถูกต้อง สมบูรณ์	ทำการทดลองตาม ขั้นตอนที่กำหนด บันทึกผลการ ทดลองอย่าง ถูกต้อง ดูแล อุปกรณ์ เครื่องมือ ทดลองอย่างดี จัดเก็บอุปกรณ์ อย่างถูกต้องตาม หลัก สรุปผลการ ทดลองด้วยตนเอง ได้ดี อภิปรายผล การทดลองได้อย่าง ถูกต้อง	ทำการทดลองตาม ขั้นตอนที่กำหนด บันทึกผลการ ทดลอง ดูแล อุปกรณ์ เครื่องมือ ทดลองอย่างดี จัดเก็บอุปกรณ์ อย่างถูกต้องตาม หลัก สรุปผลการ ทดลองด้วยตนเอง ได้ดี อภิปรายผล การทดลองได้ ถูกต้องบางส่วน

แบบประเมินการนำเสนอ

กิจกรรม.....

ชื่อกลุ่ม.....

คำชี้แจง : ให้ครูสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียน แล้วทำเครื่องหมาย ✓
ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
	ดี (3)	พอใช้ (2)	ปรับปรุง (1)
1. บุคลิก การแต่งกาย			
2. มารยาทในการพูด			
3. การใช้ภาษา			
4. วิธีการนำเสนอ			
5. เนื้อหาที่น่าสนใจ			
คะแนนรวม			
ระดับคุณภาพ			

ลงชื่อ ผู้ประเมิน

(นายเอกพร ธรรมยศ)

เกณฑ์การให้คะแนน

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
11-15	ดี
6-10	พอใช้
1-5	ปรับปรุง

เกณฑ์การประเมินการนำเสนอ

การนำเสนอ หมายถึง การถ่ายทอดเนื้อหา สารที่ผสมผสานกันระหว่าง
ศิลปะการพูดกับการแสดงข้อมูล ในรูปแบบต่าง ๆ ผ่านสื่อและอุปกรณ์ได้อย่างเหมาะสม

แนวทางการให้คะแนน

รายการประเมิน	คำอธิบายและคะแนน		
	ดี (3 คะแนน)	ดี (2 คะแนน)	ดี (1 คะแนน)
1. บุคลิก การแต่งกาย	มีความมั่นใจในตนเอง แต่งกายถูกระเบียบ สะอาดเรียบร้อย	มีความมั่นใจในตนเอง แต่งกาย ไม่ถูกระเบียบ	ไม่มีความมั่นใจ ในตนเอง และแต่งกาย ไม่ถูกระเบียบ
2. มารยาท ในการพูด	มองหน้าและสบตาผู้ฟัง ไม่เหินห่าง เลียดสี ผู้อื่น	เขินอายไม่ค่อยกล้ามอง หน้าและสบตาผู้ฟัง	ไม่มองหน้าและสบตา ผู้ฟัง อาย พูดไม่ได้
3. การใช้ภาษา	พูดชัดเจน ตามหลักภาษา ตัว ว ร ล คำควบกล้ำ ใช้ถ้อยคำข้อความ สุภาพ	มีบางครั้งที่พูดไม่ ชัดเจน ตามหลักภาษา ตัว ว ร ล คำควบกล้ำ ใช้ถ้อยคำข้อความ สุภาพ	พูดไม่ชัดเจน ตามหลักภาษา ตัว ว ร ล คำควบกล้ำ ใช้ถ้อยคำข้อความที่ ไม่สุภาพ
4. วิธีการนำเสนอ	มีวิธีการนำเสนอ ที่หลากหลาย เช่น ใช้ ท่าทางประกอบ รูปภาพ ตั้งคำถาม เล่นเกม	วิธีการนำเสนอ ไม่ค่อยน่าสนใจ หลากหลาย	ไม่มีวิธีการนำเสนอ เลย ท่องตามที่ เขียนมา เท่านั้น
5. เนื้อหาที่นำเสนอ	เนื้อหาที่น่าสนใจ มีสาระสำคัญ ตรงกับหัวข้อ ประเด็นที่ กำหนด	มีเนื้อสาระสำคัญ บางส่วนไม่ตรงกับ หัวข้อ ประเด็น	ไม่มีเนื้อหา สาระสำคัญ ตรงกับหัวข้อเรื่อง

เกณฑ์การให้คะแนน

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
11 – 15	ดี
6 – 10	พอใช้
1 – 5	ปรับปรุง

แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ และสมรรถนะสำคัญของนักเรียน

คำชี้แจง: ให้ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียนและนอกเวลาเรียนแล้ว
ทำเครื่องหมายถูก ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ข้อการประเมิน	รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
		3	2	1
1. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์	1.1 ปฏิบัติตนตามสิทธิและหน้าที่พลเมืองดีของชาติ			
	1.2 สนับสนุนกิจกรรมที่สร้างความสามัคคีปรองดอง ปฏิบัติตนตามหลักของศาสนา เคารพเทิดทูนสถาบัน พระมหากษัตริย์			
2. มีวินัย รับผิดชอบ	2.1 ปฏิบัติตนตาม ข้อตกลง กฎเกณฑ์ ระเบียบ ข้อบังคับของโรงเรียนและสังคม ไม่ละเมิดสิทธิของผู้อื่น			
	2.2 มีความตรงต่อเวลาในการปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ			
3. มีความซื่อสัตย์ สุจริต	3.1 ให้ข้อมูลที่ถูกต้องและเป็นจริง			
	3.2 ไม่หาประโยชน์ในทางที่ไม่ถูกต้อง			
4. มุ่งมั่นในการ ทำงาน	4.1 เอาใจใส่ต่อการ ปฏิบัติหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย			
	4.2 ปรับปรุงและพัฒนาการทำงานด้วยตนเอง			
5. ใฝ่เรียนรู้	5.1 ตั้งใจเรียน เอาใจใส่และมีความ เพียรพยายาม ในการเรียนรู้			
	5.2 แลกเปลี่ยนเรียนรู้ด้วยวิธีการต่าง ๆ และนำไปใช้ใน ชีวิตประจำวัน			
6. มีจิตสาธารณะ	6.1 รู้จักทำงานให้ผู้อื่นด้วยกำลังกาย กำลังใจ และกำลังสติปัญญาด้วยความสมัครใจ			
7. ความสามารถ ในการสื่อสาร	7.1 มีความสามารถในการนำเสนอผลงาน			
	7.2 ใช้วิธีการสื่อสารที่เหมาะสม			
8. ความสามารถ ในการคิด	8.1 มีทักษะในการคิดนอกกรอบอย่างสร้างสรรค์			
	8.2 มีความสามารถในการคิดอย่างมีระบบ			
	8.3 ตัดสินใจแก้ปัญหาเกี่ยวกับตนเองได้			

ตาราง (ต่อ)

ข้อการประเมิน	รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
		3	2	1
9. ความสามารถในการแก้ปัญหา	9.1 สามารถแก้ปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ ที่เผชิญได้			
	9.2 ใช้เหตุผลในการแก้ปัญหา			
10. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต	10.1 สามารถทำงานกลุ่มร่วมกับผู้อื่นได้			
	10.2 นำความรู้ที่ได้ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน			
11. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี	11.1 เลือกและใช้เทคโนโลยีได้เหมาะสมตามวัย			
	11.2 ใช้เทคโนโลยีในการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์			
รวม				

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นายเอกพร ธรรมยศ)

เกณฑ์การให้คะแนน

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

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
50-66	ดีมาก
34-49	ดี
18-33	พอใช้
ต่ำกว่า 17	ปรับปรุง

แบบประเมินชิ้นงาน

คำชี้แจง : ให้ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียน แล้วทำเครื่องหมาย

✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
	ดี (3)	พอใช้ (2)	ปรับปรุง (1)
1. รูปแบบชิ้นงานตรงตามที่ยกแบบไว้			
2. ชิ้นงานมีคุณภาพตรงตามวัตถุประสงค์ เงื่อนไข ที่กำหนดไว้			
3. มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์			
4. ความสวยงามของชิ้นงาน			
5. ทำงานเสร็จภายในเวลาที่กำหนด			
รวมคะแนน			
ระดับคุณภาพ			

ลงชื่อ ผู้ประเมิน

(นายเอกพร ธรรมยศ)

เกณฑ์การให้คะแนน

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
11-15	ดีมาก
6-10	ดี
1-5	พอใช้

เกณฑ์การวัดและการประเมิน

รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
	3	2	1
1. รูปแบบชิ้นงานตรงตามที่ออกแบบไว้	รูปแบบมีความชัดเจนและสามารถนำเหตุผลมาสนับสนุนในการออกแบบได้อย่างชัดเจน	รูปแบบมีความชัดเจนแต่ไม่สามารถนำเหตุผลมาสนับสนุนในการออกแบบได้อย่าง	รูปแบบไม่มีความชัดเจนและไม่สามารถนำเหตุผลมาสนับสนุนในการออกแบบได้
2. ชิ้นงานคุณภาพตรงตามวัตถุประสงค์เงื่อนไขที่กำหนดไว้	ชิ้นงานมีคุณภาพตรงตามวัตถุประสงค์เงื่อนไขที่กำหนดไว้	ชิ้นงานมีคุณภาพตรงตามวัตถุประสงค์ แต่ไม่เป็นไปตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้	ชิ้นงานไม่มีคุณภาพและไม่เป็นไปตามวัตถุประสงค์
3. มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	มีจินตนาการในการคิด หรือแนวคิดที่แปลกใหม่ในการพัฒนาและปรับปรุงชิ้นงานให้ดียิ่งขึ้นจากแนวคิดเดิมหรือแนวคิดต้นแบบพร้อมอ้างอิงเจ้าของแนวคิดต้นแบบอย่างถูกต้อง	มีการพัฒนาและปรับปรุงชิ้นงานให้ดียิ่งขึ้นจากแนวคิดเดิม หรือแนวคิดต้นแบบ พร้อมอ้างอิงเจ้าของแนวคิดต้นแบบอย่างถูกต้อง	ค้นคว้าข้อมูลแนวคิดจากแหล่งต่าง ๆ และมีการอ้างอิงแนวคิดเจ้าของแนวคิดต้นแบบอย่างถูกต้อง แต่ไม่มีการพัฒนา ปรับปรุงแนวคิดต้นแบบ

ตาราง (ต่อ)

รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
	3	2	1
4. ความสวยงาม ของชิ้นงาน	ชิ้นงานที่สร้างขึ้น มีความสวยงาม แปลกใหม่ และเป็น ที่ชื่นชอบของเพื่อน ในห้อง 80% ขึ้นไป	ชิ้นงานที่สร้างขึ้น มีความสวยงาม แปลกใหม่ และเป็น ที่ชื่นชอบของเพื่อน ในห้อง 50% ขึ้นไป	ชิ้นงานที่สร้างขึ้น มีความสวยงาม แปลกใหม่ และเป็น ที่ชื่นชอบของเพื่อน ในห้อง 50% ขึ้นไป
5. ทำงานเสร็จ ภายในเวลาที่ กำหนด	ทำงานเสร็จตาม เวลาที่กำหนด	ทำงานเสร็จช้ากว่า เวลาที่กำหนด 5 นาที	ทำงานเสร็จช้ากว่า เวลาที่กำหนด 10 นาที

ภาคผนวก จ

1. แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
3. แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน

แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์

โดยยึดแนวการสร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ของทอแรนซ์
(Torrance Test of Creative Thinking)

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ฉบับนี้เป็นแบบอัตนัย มีทั้งหมด 6 กิจกรรม ได้แก่
 - กิจกรรมที่ 1 การเขียนสาเหตุที่เป็นไปได้ถึงเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นทั้งหมด
 - กิจกรรมที่ 2 การเขียนผลที่เป็นไปได้ของเหตุการณ์
 - กิจกรรมที่ 3 การเขียนประโยชน์พิเศษของสิ่งของที่กำหนดให้
 - กิจกรรมที่ 4 การสร้างรูปภาพ
 - กิจกรรมที่ 5 การต่อเติมรูปภาพ
 - กิจกรรมที่ 6 การใช้เส้น
2. นักเรียนอ่านคำชี้แจงในแต่ละฉบับให้เข้าใจ และดำเนินการตามขั้นตอนที่กำหนด โดยใช้เวลาในการทำข้อสอบทั้งหมด 60 นาที
3. นักเรียนทำแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ โดยคิดค้นคำตอบที่มีความแปลกใหม่ ไม่ซ้ำใคร มีความน่าสนใจ มีความหลากหลาย ได้จำนวนมากที่สุดในเวลาที่กำหนด และระบายละเอียดได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วนชัดเจน
4. แบบทดสอบนี้นักเรียนมีอิสระเต็มที่ ที่จะคิดค้นหาคำตอบ
5. นักเรียนเขียนคำตอบลงในกระดาษที่แจกให้

แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์

กิจกรรมที่ 1 การเขียนสาเหตุที่เป็นไปได้ถึงเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น

ทดสอบความคิดสร้างสรรค์ : ด้านความคิดคล่องแคล่ว และความคิดยืดหยุ่น

คำชี้แจง ให้นักเรียนระบุสาเหตุที่เป็นไปได้ถึงเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น โดยให้ระบุสาเหตุจากภาพที่กำหนดให้ ระบุสาเหตุให้ได้หลากหลายด้าน และระบุให้ได้จำนวนมากที่สุดภายในเวลา 5 นาที (9 คะแนน)

เหตุการณ์ที่ 1 ราคาเกลือตกต่ำ



ที่มา : <https://www.thaipbs.or.th>

1.สาเหตุจาก.....	2.สาเหตุจาก.....	3.สาเหตุจาก.....
1.....	1.....	1.....
2.....	2.....	2.....
3.....	3.....	3.....
4.....	4.....	4.....
5.....	5.....	5.....

ทดสอบความคิดสร้างสรรค์ : ด้านความคิดคล่องแคล่ว และความคิดยืดหยุ่น (ต่อ)

เหตุการณ์ที่ 2 ปัญหาย้ายแล้ง



ที่มา : <https://www.cor.net/departments/emergency-management/1-be-informed/hazard-information/heat-wave-drought>

1.สาเหตุจาก.....	2.สาเหตุจาก.....	3.สาเหตุจาก.....
1.....	1.....	1.....
2.....	2.....	2.....
3.....	3.....	3.....
4.....	4.....	4.....
5.....	5.....	5.....

ทดสอบความคิดสร้างสรรค์ : ด้านความคิดคล่องแคล่ว และความคิดยืดหยุ่น (ต่อ)

เหตุการณ์ที่ 3 อันตรายจากสีผสมอาหาร



ที่มา : <https://news.thaipbs.or.th/content/297793>

1.สาเหตุจาก.....	2.สาเหตุจาก.....	3.สาเหตุจาก.....
1.....	1.....	1.....
2.....	2.....	2.....
3.....	3.....	3.....
4.....	4.....	4.....
5.....	5.....	5.....

แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์
กิจกรรมที่ 2 การเขียนผลที่เป็นไปได้ของเหตุการณ์

ทดสอบความคิดสร้างสรรค์ : ด้านความคิดคล่องแคล่ว และความคิดยืดหยุ่น

คำชี้แจง ให้นักเรียนระบุผลที่เป็นไปได้ถึงเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น โดยให้ระบุผลจากภาพที่กำหนดให้ ระบุผลให้ได้หลากหลายด้าน และระบุผลให้ได้จำนวนมากที่สุด ภายในเวลา 5 นาที (8 คะแนน)

เหตุการณ์ที่ 1 ราคาเกลือตกต่ำ



ที่มา : <https://www.thaipbs.or.th>

1.ผลจาก.....	2.ผลจาก.....	3.ผลจาก.....
1.....	1.....	1.....
2.....	2.....	2.....
3.....	3.....	3.....
4.....	4.....	4.....
5.....	5.....	5.....

ทดสอบความคิดสร้างสรรค์ : ด้านความคิดคล่องแคล่ว และความคิดยืดหยุ่น (ต่อ)

เหตุการณ์ที่ 2 ปัญหาภัยแล้ง



ที่มา : <https://www.cor.net/departments/emergency-management/1-be-informed/hazard-information/heat-wave-drought>

1.ผลจาก.....	2.ผลจาก.....	3.ผลจาก.....
1.....	1.....	1.....
2.....	2.....	2.....
3.....	3.....	3.....
4.....	4.....	4.....
5.....	5.....	5.....

ทดสอบความคิดสร้างสรรค์ : ด้านความคิดคล่องแคล่ว และความคิดยืดหยุ่น (ต่อ)

เหตุการณ์ที่ 3 อันตรายจากสีผสมอาหาร



ที่มา : <https://news.thaipbs.or.th/content/297793>

1.ผลจาก.....	2.ผลจาก.....	3.ผลจาก.....
1.....	1.....	1.....
2.....	2.....	2.....
3.....	3.....	3.....
4.....	4.....	4.....
5.....	5.....	5.....

แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์
กิจกรรมที่ 3 การเขียนประโยชน์พิเศษของสิ่งของที่กำหนดให้

ทดสอบความคิดสร้างสรรค์ : ด้านความคิดคล่องแคล่ว และความคิดยืดหยุ่น

คำชี้แจง จงพิจารณาเหตุการณ์ต่อไปนี้ แล้วตอบคำถาม

คำสั่ง : ให้นักเรียนระบุประโยชน์พิเศษจากสิ่งของที่กำหนดให้ มาให้ได้หลากหลายด้าน และให้ได้จำนวนมากที่สุด ภายในเวลา 5 นาที (8 คะแนน)

1. เกลือ



ที่มา : <http://oknation.nationtv.tv/blog/print.php?id=1040421>

1.ประโยชน์ด้าน.....	2.ประโยชน์ด้าน.....	3.ประโยชน์ด้าน.....
1.....	1.....	1.....
2.....	2.....	2.....
3.....	3.....	3.....
4.....	4.....	4.....
5.....	5.....	5.....

ทดสอบความคิดสร้างสรรค์ : ด้านความคิดคล่องแคล่ว และความคิดยืดหยุ่น (ต่อ)

2. น้ำ



ที่มา : <https://www.prominent.com/en/Applications/Applications/Water-Treatment-and-Water-Disinfection/Water-Treatment-and-Water-Disinfection.html>

1. ประโยชน์ด้าน.....	2. ประโยชน์ด้าน.....	3. ประโยชน์ด้าน.....
1.....	1.....	1.....
2.....	2.....	2.....
3.....	3.....	3.....
4.....	4.....	4.....
5.....	5.....	5.....

ทดสอบความคิดสร้างสรรค์ : ด้านความคิดคล่องแคล่ว และความคิดยืดหยุ่น (ต่อ)

3. สีสจากพืช



ที่มา : <http://josocoblog.weebly.com/archive/1367993>

1. ประโยชน์ด้าน.....	2. ประโยชน์ด้าน.....	3. ประโยชน์ด้าน.....
1.....	1.....	1.....
2.....	2.....	2.....
3.....	3.....	3.....
4.....	4.....	4.....
5.....	5.....	5.....

แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์

กิจกรรมที่ 4 การสร้างภาพ

ทดสอบความคิดสร้างสรรค์ : ด้านความคิดริเริ่ม

คำชี้แจง ให้นักเรียนสร้างภาพตามแนวคิดของตนเอง จากรูปที่กำหนดให้ โดยใช้ขนาดใดก็ได้ และก็รูปก็ได้ ให้มีความแปลกใหม่ น่าตื่นเต้น และน่าสนใจมากที่สุด แล้วตั้งชื่อให้เหมาะสมกับภาพ ภายในเวลา 15 นาที (20 คะแนน)

1.



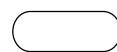
2.



3.



4.



1. ชื่อภาพ.....	2. ชื่อภาพ.....
-----------------	-----------------

ทดสอบความคิดสร้างสรรค์ : ด้านความคิดริเริ่ม (ต่อ)

3. ชื่อภาพ.....	4. ชื่อภาพ.....
5. ชื่อภาพ.....	6. ชื่อภาพ.....

แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์

กิจกรรมที่ 5 การต่อเติมรูปภาพ

ทดสอบความคิดสร้างสรรค์ : ด้านความคิดละเอียดลออ

คำชี้แจง ให้นักเรียนต่อเติมรูปภาพที่กำหนดให้ โดยการต่อเติมในรายละเอียดต่าง ๆ ของรูปภาพให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ทำให้ภาพมีความแปลกใหม่ และน่าสนใจมากขึ้น แล้วตั้งชื่อให้เหมาะสมกับภาพ ภายในเวลา 15 นาที (20 คะแนน)

1. ชื่อภาพ..... ที่มา:https://lovepik.com/image-401723354/figure-stick-figure-of-a-watering-flower.html	2. ชื่อภาพ..... ที่มา: https://www.pincliptart.com/maxpin/bhhRo/
---	--

ทดสอบความคิดสร้างสรรค์ : ด้านความคิดละเอียดลออ (ต่อ)

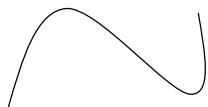
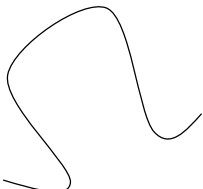
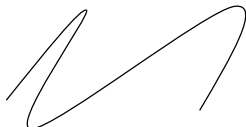
 3. ชื่อภาพ..... ที่มา : https://th.lovepik.com/image-401150700/cattle.html	 4. ชื่อภาพ..... ที่มา : https://pngtree.com/freepng/mens-black-and-white-flip-flops-clipart_6039568.html
 5. ชื่อภาพ..... ที่มา: https://pngtree.com/freepng/continuous-line-drawing-of-earth-globe-isolated-on-white-background-minimalism-concept_4972672.html	 6. ชื่อภาพ..... ที่มา:https://th.pngtree.com/freepng/tree-silhouette_246728.html

แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์

กิจกรรมที่ 6 การใช้เส้น

ทดสอบความคิดสร้างสรรค์ : ด้านความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดลออ

คำชี้แจง ให้นักเรียนวาดภาพโดยต่อเติมจากเส้นที่กำหนดให้ โดยให้มีความแปลกใหม่น่าสนใจมากขึ้น โดยพยายามคิดในสิ่งที่แปลกใหม่ ที่ยังไม่มีใครคิดมาก่อน และต่อเติมรายละเอียดต่าง ๆ ของรูปภาพให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น แล้วตั้งชื่อให้เหมาะสมกับภาพ ภายในเวลา 15 นาที (5 คะแนน)

 1. ชื่อภาพ.....	 2. ชื่อภาพ.....
 3. ชื่อภาพ.....	 4. ชื่อภาพ.....

เกณฑ์การให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์

การให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์จะพิจารณาจากเกณฑ์การให้คะแนนที่กำหนดโดยทอแรนซ์ ซึ่งแต่ละรายการจะได้รับคะแนนสูงสุด 4 คะแนน ดังนี้

ความคิดสร้างสรรค์	คะแนน	คำอธิบาย
ความคิดคล่องแคล่ว	0	นักเรียนไม่สามารถคิด/หาคำตอบได้
	2	นักเรียนสามารถคิด/หาคำตอบได้ 1-2 ข้อ
	4	นักเรียนสามารถคิด/หาคำตอบได้ตั้งแต่ 3 ข้อ ขึ้นไป
ความคิดยืดหยุ่น	0	นักเรียนไม่สามารถคิด/หาวิธีการได้
	2	นักเรียนสามารถคิด/หาวิธีการได้ 1-2 วิธี
	4	นักเรียนสามารถคิด/หาวิธีการได้ 3 วิธี ขึ้นไป
ความคิดริเริ่ม	0	นักเรียนไม่ตอบ/ตอบแนวคิดทั่วไป/ตอบแนวคิดทั่วไป และไม่มีความคิดริเริ่ม
	2	นักเรียนมีแนวคิดที่ไม่เหมือนใครในระดับปานกลาง
	4	นักเรียนมีแนวคิดที่ไม่เหมือนใคร มีความคิดที่แปลกใหม่
ความคิดละเอียดลออ	0	ไม่มีการเติมแต่งความคิดจากนักเรียน
	2	มีการเพิ่มแนวคิดง่าย ๆ จากนักเรียน
	4	มีความคิดที่ไม่ธรรมดาจากนักเรียน

ระดับความคิดสร้างสรรค์

ร้อยละ	ระดับความคิดสร้างสรรค์
68-100	สร้างสรรค์มาก (ระดับสูง)
34-67	สร้างสรรค์ปานกลาง (ระดับปานกลาง)
0-33	สร้างสรรค์ต่ำ (ระดับต่ำ)

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง การแยกสาร

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก
2. มีข้อสอบทั้งหมด 30 ข้อ ใช้เวลาในการทำข้อสอบ 60 นาที
3. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว แล้วทำเครื่องหมาย

กากบาท (X) ลงในกระดาษคำตอบ ดังตัวอย่าง

ข้อ	ก	ข	ค	ง
0			X	

หากนักเรียนต้องการเปลี่ยนคำตอบในกระดาษคำตอบ ให้ทำเครื่องหมายทับข้อที่ไม่ต้องการ แล้วจึงทำเครื่องหมายกากบาท (X) ลงในช่องที่ต้องการ ดังตัวอย่าง

ข้อ	ก	ข	ค	ง
0	X		≠	

4. ถ้านักเรียนไม่เลือกคำตอบ หรือเลือกมากกว่า 1 คำตอบ นักเรียนจะไม่ได้คะแนนข้อนั้น

5. ห้ามทำเครื่องหมาย หรือขีดเขียนข้อความใด ๆ ลงในแบบทดสอบฉบับนี้
6. ห้ามลงมือทำข้อสอบ จนกว่าจะได้รับคำสั่งจากครูผู้ควบคุมห้องสอบ
7. ห้ามคัดลอก หรือนำแบบทดสอบฉบับนี้ออกจากห้องเด็ดขาด
8. หากข้อสอบไม่ชัดเจน ข้อสอบไม่ครบ ขาดหายหรือมีปัญหาอื่นใด ให้นักเรียนยกมือขึ้นเพื่อขอเปลี่ยนแบบทดสอบชุดใหม่กับครูผู้ควบคุมห้องสอบ

.....

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

วิทยาศาสตร์ เรื่อง การแยกสาร

คำชี้แจง ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

1. ข้อใดกล่าวถึงหลักการของการระเหยแห้งได้ถูกต้อง (ความรู้ ความจำ)
 - ก. ทำให้ของเหลวเปลี่ยนเป็นไอ
 - ข. ทำให้ของเหลวเปลี่ยนเป็นของแข็ง
 - ค. ทำให้ของแข็งเปลี่ยนเป็นของเหลว
 - ง. ทำให้ของแข็งเปลี่ยนเป็นสารละลาย
2. ข้อใดต่อไปนี้เป็นปัจจัยที่มีผลต่อการระเหยแห้ง (ความรู้ ความจำ)
 - ก. อุณหภูมิ
 - ข. ตัวเร่งปฏิกิริยา
 - ค. แรงดึงดูดใจเล็กตรอนของสาร
 - ง. ความสามารถในการหลอมเหลวของสาร
3. ข้อใดต่อไปนี้อาศัยหลักการแยกสารโดยวิธีการระเหยแห้ง (การประยุกต์ใช้)
 - ก. นายดำทำกัลล้วยบวชซีไปขายที่ตลาด
 - ข. นายป็นำน้ำตาลมาทำเป็นน้ำตาลแท่งที่มีสีล้นสวยงาม
 - ค. นายแดงนำปลานิลมาทำเป็นปลาดกแห้ง เพื่อถนอมอาหารไว้กินนาน ๆ
 - ง. นายต้นนำดอกกระเจี๊ยบที่ปลูกอยู่บ้าน มาต้มทำเป็นน้ำกระเจี๊ยบให้เพื่อน ๆ ในห้องดื่ม
4. ในปัจจุบันการทำนาเกลืออาศัยหลักการของการระเหยแห้ง โดยการใช้ความร้อนจากแสงอาทิตย์และลมช่วยให้เกิดการระเหยน้ำออกจากเกลือ ซึ่งวิธีนี้จะได้เกลือประมาณ 35-40 เปอร์เซ็นต์ ถ้านักเรียนต้องการเพิ่มผลผลิตเกลือให้สูงขึ้นนักเรียนจะมีวิธีการออกแบบการระเหยแห้งของเกลือได้อย่างไร (ความคิดสร้างสรรค์)
 - ก. ใช้น้ำจัดผสมเพื่อให้ได้ปริมาณของเกลือเพิ่มมากขึ้น
 - ข. สูบน้ำทะเลมาพักไว้ และปล่อยให้ระเหยในที่ร่ม 1 วัน
 - ค. ลดอุณหภูมิของเกลือลง เพื่อให้เกิดการตกผลึกที่สมบูรณ์
 - ง. ออกแบบสร้างแปลงนาเกลือ คั่นนาเกลือให้กว้างและสูงขึ้น ก่อนทำการระเหยน้ำออกจากเกลือ

จงพิจารณาภาพต่อไปนี้แล้วตอบคำถามข้อ 5



5. ถ้าต้องการแยกกิ่งไม้ ทราย กรวด น้ำ และเกลือออกจากกันจะใช้วิธีการในข้อใด
จึงเหมาะสม (การวิเคราะห์)

1. การร่อน 2. การระเหยแห้ง 3. การกรอง 4. การหีบออก

ก. 1->2->3->4

ข. 2->3->4->1

ค. 3->2->4->1

ง. 4->3->1->2

6. อากาศเหนือของเหลวมีผลต่อกระบวนการระเหยแห้งอย่างไร (ความเข้าใจ)

ก. บริเวณที่มีอากาศถ่ายเทหรือมีลมพัดตลอดเวลา ของเหลวจะระเหยเป็นไอน้ำได้มาก

ข. บริเวณที่มีอากาศถ่ายเทหรือมีลมพัดตลอดเวลา ของเหลวจะระเหยเป็นไอน้ำได้น้อย

ค. บริเวณที่ไม่มีอากาศถ่ายเทหรือบริเวณที่ไม่มีแสง ของเหลวจะระเหยเป็นไอน้ำได้มาก

ง. บริเวณที่ไม่มีอากาศถ่ายเทหรือไม่มีลมพัดตลอดเวลา ของเหลวจะระเหยเป็นไอน้ำได้มาก

7. ข้อใดต่อไปนี้กล่าวถึงการตกผลึกได้ถูกต้อง (ความรู้ ความจำ)

ก. การแยกตัวละลายจากสารละลายอิ่มตัว

ข. การแยกตัวละลายจากสารละลายเข้มข้น

ค. การแยกตัวทำละลายจากสารละลายอิ่มตัว

ง. การแยกตัวทำละลายจากสารละลายเข้มข้น

8. การตกผลึกเหมาะสำหรับแยกสารในข้อใด (ความรู้ ความจำ)

- ก. สารละลายเข้มข้น
- ข. สารละลายเจือจาง
- ค. สารละลายปริมาณมาก ๆ
- ง. สารละลายที่ตัวถูกละลายเป็นของแข็ง

9. เมื่อเพิ่มอุณหภูมิให้สารละลายสูงขึ้น ความสามารถในการละลายของสารจะมีลักษณะเป็นอย่างไร (ความรู้ ความเข้าใจ)

- ก. สารทุกชนิดจะละลายได้ปริมาณลดลง
- ข. สารทุกชนิดละลายได้ในปริมาณเท่าเดิม
- ค. สารบางชนิดละลายได้ในปริมาณที่ลดลง
- ง. สารทุกชนิดจะละลายได้ในปริมาณที่สูงขึ้น

จงพิจารณาข้อมูลในตารางต่อไปนี้ แล้วตอบคำถามข้อ 10–11

นาย ก ทำการทดลองโดยการนำของแข็ง A B และ C มาจำนวน 5 กรัม ใส่ลงในปิกรเกอร์แต่ละใบ จากนั้นเติมน้ำลงในปิกรเกอร์ละ 20 ลูกบาศก์เซนติเมตร ใช้แท่งแก้วคนสารให้ละลาย โดยทำการทดลองที่อุณหภูมิห้อง ซึ่งได้ผลการทดลอง ดังนี้

สาร	ผลการทดลอง
A	ได้ของเหลวใสไม่มีสี
B	ได้ของเหลวสีฟ้า ใส มีตะกอนสีฟ้านอนก้นอยู่เล็กน้อย
C	ได้ของเหลวสีเหลือง ใส

10. จากตารางผลการทดลอง สารใดที่มีสภาพการละลายของสารได้น้อยที่สุด (การประเมินผล)

- ก. สาร A
- ข. สาร B
- ค. สาร C
- ง. ทุกสารเท่ากัน

11. จากการทดลอง ถ้าให้ความร้อนแก่สารทั้ง 3 ชนิด แล้วทิ้งไว้ให้เย็นตัวลงอย่างรวดเร็ว สารใดจะตกผลึก (การวิเคราะห์)

- ก. สาร A
- ข. สาร B
- ค. สาร C
- ง. ไม่มีสารใดตกผลึก

12. ข้อใดต่อไปนี้อาศัยหลักการตกผลึก (การประยุกต์ใช้)

- ก. เอ้าท์ลูกชิ้นทอด
- ข. มุกทำน้ำกระเจี๊ยบ
- ค. นัททำขนมไข่นกกระทาเคลือบน้ำตาล
- ง. ได้สกัดน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้หอมทำเป็นครีมทาแก้คัน

13. จากสถานการณ์ Covid-19 ที่ส่งผลกระทบต่อทั้งด้านการท่องเที่ยว สังคม เศรษฐกิจ ส่งผลให้ภาคธุรกิจต่าง ๆ ขาดทุน คนตกงาน จึงทำให้ขาดรายได้มาเลี้ยงครอบครัว ซึ่งในสถานการณ์ดังกล่าวนี้ นักเรียนจะสามารถสร้างรายได้ให้ตัวเองได้อย่างไร โดยอาศัยหลักการตกผลึก มาใช้ออกแบบสร้างชิ้นงานโดยการนำทรัพยากรท้องถิ่นของนักเรียน มาออกแบบชิ้นงานอย่างสร้างสรรค์ (ความคิดสร้างสรรค์)

- ก. นำน้ำตาลมาทำการตกผลึก และทำเป็นผลึกน้ำตาลแท่งที่มีสีกลิ่นสวยงาม
- ข. นำสารจุนสีมาทำการตกผลึก และทำเป็นผลึกหอมที่มีสีเฉพาะตัว และวางขายเพื่อสร้างรายได้ให้กับตัวเอง
- ค. นำเกลือมาทำการตกผลึก จากนั้นออกแบบบรรจุภัณฑ์ให้ดูน่าซื้อ และให้สามารถเก็บไว้ได้นานได้
- ง. นำสารส้มมาทำการตกผลึก จากนั้นทำเป็นเครื่องประดับที่มีสีกลิ่นสวยงาม แปลกใหม่อย่างที่ไม่เคยมีมาก่อน วางขายตามร้านเครื่องประดับ หรือขายผ่านช่องทางออนไลน์ และให้ลูกค้าสามารถออกแบบเครื่องประดับเองได้

14. วิธีการแยกสารแบบใดที่ต้องอาศัยความแตกต่างจุดเดือดของสาร (ความรู้ ความจำ)

- ก. การกลั่น
- ข. การตกผลึก
- ค. การสกัดด้วยตัวทำละลาย
- ง. โครมาโทกราฟีแบบกระดาษ

15. จงเรียงลำดับขั้นตอนกระบวนการแยกสารโดยการกลั่นอย่างง่ายให้ถูกต้อง

(การวิเคราะห์)

- 1. การเดือด 2. เปลี่ยนจากไอกลายเป็นของเหลว 3. การควบแน่น
- 4. สารละลายอิ่มตัว 5. การกลายเป็นไอ
- ก. 1 -> 4-> 4-> 2
- ข. 1 -> 5-> 3-> 2
- ค. 1 -> 2-> 3-> 4 ->5
- ง. 1 -> 3-> 4-> 2 ->5

16. ในขั้นตอนกระบวนการกลั่นสาร เพราะเหตุใดจึงให้ไอของสารเคลื่อนที่ผ่านชุดควบแน่น

(ความเข้าใจ)

- ก. เพื่อเปลี่ยนสถานะของสารจากของเหลวเป็นแก๊ส
- ข. เพื่อเปลี่ยนทั้งสถานะและอุณหภูมิของสารให้สูงขึ้น
- ค. เพื่อเพิ่มอุณหภูมิและความดันของสารก่อนเปลี่ยนสถานะ
- ง. เพื่อเปลี่ยนสถานะของสารจากแก๊สหรือไอให้เป็นของเหลว

17. ข้อใดต่อไปนี้เป็นเรียงลำดับของกระบวนการกลั่นได้ถูกต้องที่สุด (การประเมินผล)

- ก. การระเหย การเดือด การควบแน่น
- ข. การเดือด การควบแน่น การระเหย
- ค. การเดือด การกลายเป็นไอ การควบแน่น
- ง. การเดือด การควบแน่น การกลายเป็นไอ

18. ถ้าเอาน้ำหวานสีแดงไปกลั่น จะได้น้ำที่มีลักษณะอย่างไร (ความเข้าใจ)

- ก. ได้น้ำที่ไม่มีสี และไม่มีรส
- ข. ได้น้ำที่มีสีแดง แต่ไม่มีรสหวาน
- ค. ได้น้ำที่ไม่มีสี แต่รสหวานเล็กน้อย
- ง. ได้น้ำที่สีแดง และรสหวานเล็กน้อย

19. จากสถานการณ์ปัญหาโรคไข้เลือดออกที่มีอัตราการเสียชีวิตเพิ่มขึ้นในแต่ละปี ซึ่งจากสถานการณ์นี้ พบว่า ยุง เป็นตัวพาหะนำเชื้อมาสู่คน นักเรียนจะมีวิธีการ ออกแบบชิ้นงาน หรือสร้างสิ่งประดิษฐ์อย่างไร ให้สามารถลดหรือป้องกันการติดเชื้อ ของโรคไข้เลือดออกได้ โดยอาศัยหลักการกลั่นเข้ามาช่วยในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (ความคิดสร้างสรรค์)

- ก. นักเรียนนำตะไคร้หอมมาปลูกรอบ ๆ บ้านของนักเรียนเพื่อป้องกันยุง
- ข. นักเรียนนำตะไคร้หอมมาหั่นเป็นชิ้นเล็ก จากนั้นนำไปต้มกับน้ำ แล้วนำสารสกัด ที่ได้มาดื่ม เพื่อป้องกันยุง
- ค. นักเรียนนำตะไคร้หอมมาหั่นให้ละเอียด จากนั้นนำไปผสมกับตัวทำละลายน้ำ แล้วทำการกลั่นเอาน้ำมันหอมระเหยออกมา นำน้ำมันหอมระเหยที่ได้มาผสมกับครีมทาผิว ทาป้องกันยุง
- ง. นักเรียนนำตะไคร้ที่ปลูกอยู่หลังบ้าน มาบดให้ละเอียดด้วยเครื่องปั่น จากนั้นนำไปตากแดดให้แห้ง แล้วนำมาบรรจุภาชนะเพื่อพกติดตัวไว้ เพราะกลิ่นตะไคร้ หอมป้องกันยุงได้

20. ถ้าต้องการแยกองค์ประกอบของคลอโรฟิลล์ที่สกัดได้จากใบไม้ ควรเลือกใช้วิธีการ แยกสารแบบใด (การประยุกต์ใช้)

- ก. กลั่น
 - ข. ตกผลึก
 - ค. ระเหยแห้ง
 - ง. โครมาโทกราฟี
21. ข้อใดต่อไปนี้เป็นข้อดีของการแยกสารโดยวิธีโครมาโทกราฟี (ความรู้ ความจำ)
- ก. ใช้สารตัวอย่างเพียงเล็กน้อย
 - ข. สามารถแยกได้ทั้งสารที่มีสี และไม่มีสี
 - ค. แยกองค์ประกอบต่าง ๆ ในของผสมออกจากกันได้
 - ง. ทุกข้อที่กล่าวมา

22. ข้อความใดกล่าวถึงวิธีการแยกสารโดยวิธีโครมาโทกราฟีไม่ถูกต้อง (ความเข้าใจ)

- ก. ใช้สำหรับแยกสารเนื้อเดียว
- ข. ใช้แยกได้เฉพาะสารที่มีสีเท่านั้น
- ค. สารที่ถูกดูดซับได้น้อยจะเคลื่อนที่ได้เร็ว
- ง. ใช้ได้กับสารที่มีองค์ประกอบ 2 ชนิดขึ้นไป

23. สารผสมใดต่อไปนี้เป็นเหมาะสำหรับใช้วิธีการแยกสารด้วยโครมาโทกราฟีแบบกระดาษมากที่สุด (การประเมินผล)

- ก. สารละลายที่มีขของแข็งเป็นตัวละลาย
- ข. สารละลายที่ใสไม่มีสี และมีกลิ่นหอม
- ค. สารละลายที่มีสี และมีปริมาณที่น้อย
- ง. สารที่มีจุดเดือดห่างกันมากกว่า 80 องศาเซลเซียส

24. การแยกสารด้วยวิธีโครมาโทกราฟีแบบกระดาษ สารที่เคลื่อนที่ได้ไกลบนแผ่นกระดาษ สารนั้นมีคุณสมบัติแบบใด (การวิเคราะห์)

- ก. เป็นสารที่ดูดซับได้ดี และละลายได้ดี
- ข. เป็นสารที่ดูดซับได้ดี และละลายได้ไม่ดี
- ค. เป็นสารที่ดูดซับได้ไม่ดี และละลายได้ดี
- ง. เป็นสารที่ดูดซับได้ไม่ดี และละลายได้ไม่ดี

25. ถ้านักเรียนต้องนำหลักการโครมาโทกราฟีแบบกระดาษมาประยุกต์ใช้เพื่อสร้างรายได้ให้กับตัวเอง นักเรียนจะมีวิธีการออกแบบสร้างชิ้นงานจากการทำโครมาโทกราฟีแบบกระดาษได้อย่างไรให้สร้างสรรค์ (ความคิดสร้างสรรค์)

ก. นักเรียนนำแผ่นกระดาษที่ผ่านการแยกสารโดยวิธีโครมาโทกราฟี มาทำเป็นสมุดจดบันทึกงานของตัวเอง

ข. นักเรียนนำกระดาษที่ได้จากการแยกสารโดยโครมาโทกราฟี นำไปขายเป็นเศษกระดาษ เพื่อสร้างรายได้ให้กับตัวเอง

ค. นักเรียนเลือกใช้ตัวทำละลายที่แปลกใหม่ให้สามารถแยกได้อย่างมีสีสันสวยงาม แต่ตัวทำละลายที่เลือกใช้ไม่สามารถแยกได้ นักเรียนจึงนำชิ้นงานเหล่านี้ไปขาย เพื่อสร้างรายได้ให้กับตัวเอง

ง. นักเรียนนำสีผสมอาหารมาจุดลงบนแผ่นกระดาษ จากนั้นนำหลักการแยกสารโดยโครมาโทกราฟีมาใช้ในการแยกสีผสมอาหาร และเมื่อสีเกิดการแยกแล้วนำสีที่แยกได้มาทำเป็นดอกไม้ที่มีสีสัน และจัดเป็นช่อดอกไม้เพื่อนำไปขาย

26. ข้อใดต่อไปนี้อาศัยหลักการแยกสาร โดยการสกัดด้วยตัวทำละลาย (การประยุกต์ใช้)

ก. นายดำทำกล้วยบวชชีไปขายที่ตลาด

ข. นายปีน่าน้ำตาลมาทำเป็นน้ำตาลแท่งที่มีสีสันสวยงาม

ค. นายต้นนำดอกกระเจี๊ยบที่ปลูกอยู่บ้าน มาต้มทำเป็นน้ำกระเจี๊ยบให้เพื่อน ๆ ในห้องดื่ม

ง. นายแดงนำปลานิลที่มีอยู่สระหลังบ้าน มาทำเป็นปลาตากแห้ง เพื่อถนอมอาหารไว้กินนาน ๆ

27. การสกัดพืชชนิดเดียวกัน แต่ใช้ตัวทำละลายต่างชนิดกัน ให้ผลการสกัดที่เหมือนกันหรือแตกต่างกันอย่างไร (ด้านเข้าใจ)

ก. ได้สารสกัดที่เหมือนกัน สีและกลิ่นเท่ากัน

ข. ได้สารสกัดที่เหมือนกัน เพราะเป็นพืชชนิดเดียวกัน

ค. ได้สารสกัดที่แตกต่างกัน เพราะสารแต่ละชนิดละลายได้เท่ากัน

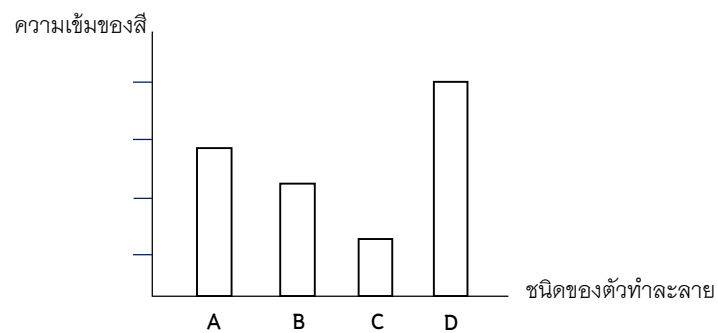
ง. ได้สารสกัดที่แตกต่างกัน เพราะสารแต่ละชนิดละลายในตัวทำละลายต่างกัน

28. ข้อใดต่อไปนี้เป็นข้อที่ไม่ใช่ คุณสมบัติของตัวทำละลายที่ดี (ความเข้าใจ)

- ก. มีราคาถูก
- ข. มีความเป็นพิษสูง
- ค. แยกออกสารละลายได้ง่าย
- ง. ไม่ทำปฏิกิริยากับสารที่ต้องการแยก

จงพิจารณาจากภาพต่อไปนี้แล้วคำถามข้อที่ 29

นาย ข ทำการทดลองสกัดสีจากพืช โดยการนำตัวทำละลายมา 4 ชนิด ได้แก่ ตัวทำละลาย A B C และ D มาใช้เป็นตัวทำละลายสกัดสีจากดอกอัญชัน ซึ่งได้ผลดังนี้



29. จากผลการทดลอง นักเรียนควรเลือกใช้ตัวทำละลายชนิดใด มาใช้สกัดสีจากดอกอัญชัน (การวิเคราะห์)

- ก. A
- ข. B
- ค. C
- ง. D

30. ในการสกัดสีจากกระทะหล่ำปสีส้ม่วง ทำได้โดยการหั่นกระทะหล่ำปให้เป็นชิ้น ๆ จากนั้นนำไปแช่ในตัวทำละลายน้ำ แล้วตั้งทิ้งไว้ 1 ชั่วโมง พบว่า ได้ความเข้มข้นของสีจากกระทะหล่ำปที่น้อย จากการทดลองนี้ให้นักเรียนคิดหาวิธีการออกแบบสกัดสีจากกระทะหล่ำปสีส้ม่วงให้มีความเข้มของสีมากขึ้น โดยเน้นการวิธีการออกแบบอย่างสร้างสรรค์ (ความคิดสร้างสรรค์)

ก. นำหัวกระทะหล่ำปสีส้ม่วงมาหั่นให้เป็นชิ้น ๆ จากนั้นนำไปแช่ในตัวทำละลายน้ำที่เย็น เพื่อช่วยในการสกัดสีให้ได้ปริมาณของสีมากขึ้น

ข. นำหัวกระทะหล่ำปสีส้ม่วงมาหั่นให้เป็นชิ้น ๆ จากนั้นนำไปแช่ในตัวทำละลายน้ำ พร้อมทั้งให้ความเย็นเล็กน้อย เพื่อช่วยในการสกัดสีให้ได้ปริมาณของสีมากขึ้น

ค. นำหัวกระทะหล่ำปสีส้ม่วงมาหั่นให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ จากนั้นนำไปแช่ในตัวทำละลายน้ำ พร้อมทั้งให้ความร้อนเล็กน้อย เพื่อช่วยในการสกัดสีให้ได้ปริมาณของสีมากขึ้น

ง. นำหัวกระทะหล่ำปสีส้ม่วงมาหั่นให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ จากนั้นนำไปแช่ในตัวทำละลายน้ำมัน พร้อมทั้งให้ความร้อนเล็กน้อย เพื่อช่วยในการสกัดสีให้ได้ปริมาณของสีมากขึ้น

เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง การแยกสาร

ข้อ	เฉลย	ข้อ	เฉลย	ข้อ	เฉลย
1	ก	11	ข	21	ง
2	ก	12	ค	22	ข
3	ค	13	ง	23	ค
4	ง	14	ก	24	ค
5	ง	15	ข	25	ง
6	ก	16	ง	26	ค
7	ก	17	ค	27	ง
8	ง	18	ก	28	ข
9	ง	19	ค	29	ง
10	ข	20	ง	30	ค

**แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง
เรื่อง การแยกสาร**

คำชี้แจง

1. แบบสอบถามความพึงพอใจนี้สร้างขึ้นเพื่อสอบถามความรู้สึกของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง เรื่อง การแยกสาร ไม่มีผลต่อคะแนน หรือผลการเรียนของนักเรียนแต่อย่างใด ผลการตอบของนักเรียนจะมีประโยชน์มากต่อการนำมาเป็นข้อมูลในการปรับปรุงการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้ดียิ่งขึ้น ดังนั้นจึงขอความร่วมมือในการตอบแบบสอบถามตามความเป็นจริงให้มากที่สุด

2. ให้นักเรียนอ่านข้อความ แล้วพิจารณาว่ามีความรู้สึกตรงกับคำตอบใด โดยกาเครื่องหมาย (✓) ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของนักเรียน

ระดับ 5 หมายถึง นักเรียนพึงพอใจมากที่สุด

ระดับ 4 หมายถึง นักเรียนพึงพอใจมาก

ระดับ 3 หมายถึง นักเรียนพึงพอใจปานกลาง

ระดับ 2 หมายถึง นักเรียนพึงพอใจน้อย

ระดับ 1 หมายถึง นักเรียนพึงพอใจน้อยที่สุด

ตัวอย่างการตอบ

รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ				
	5	4	3	2	1
1. ฉันเรียนวิทยาศาสตร์แล้วทำให้มีความสุข	✓				
2. ฉันชอบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์		✓			

รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ				
	5	4	3	2	1
ด้านเนื้อหาสาระความรู้					
1. นักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจ เรื่อง การแยกสาร					
2. เนื้อหาสาระในแต่ละเรื่องทำให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์					
3. เนื้อหาสาระในแต่ละเรื่องทำให้นักเรียนสามารถนำความรู้ไปใช้ในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ได้					
4. เนื้อหาสาระในแต่ละเรื่องมีความเหมาะสมกับเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้					
ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้					
5. กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์และแก้ปัญหา					
6. กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์					
7. กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนฝึกความคิดสร้างสรรค์					
8. กิจกรรมการเรียนรู้ทำให้นักเรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง					
ด้านสื่ออุปกรณ์การเรียนรู้					
9. สื่อและอุปกรณ์เพียงพอต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้					
10. สื่อและอุปกรณ์เหมาะสมกับการจัดกิจกรรม					
11. สื่อและอุปกรณ์ช่วยให้นักเรียนสร้างความรู้ ความเข้าใจ และช่วยพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ได้					
12. สื่ออุปกรณ์การเรียนรู้ช่วยให้เข้าใจเนื้อหาสามารถบูรณาการความรู้ในวิชาอื่น ๆ ได้					

รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ				
	5	4	3	2	1
ด้านการวัดและการประเมินผล					
13. นักเรียนมีส่วนร่วมในการวัดและประเมินผล					
14. มีการวัดและประเมินผลด้วยรูปแบบที่หลากหลาย ได้แก่ การประเมินด้านความรู้ ด้านทักษะกระบวนการ ด้านความคิดสร้างสรรค์ และด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์					
15. วิธีการประเมินผลสอดคล้องกับวัตถุประสงค์และกิจกรรม การเรียนการสอน					
16. การวัดและประเมินผลมีประสิทธิภาพ และยุติธรรม					
ด้านประโยชน์ที่ได้รับ					
17. การจัดการเรียนรู้ทำให้เข้าใจเนื้อหาได้ง่าย					
18. การจัดการเรียนรู้ช่วยให้นักเรียนสร้างความรู้ ความเข้าใจ ด้วยตนเองได้					
19. การจัดการเรียนรู้ทำให้นักเรียนพัฒนาความคิด สร้างสรรค์					
20. การจัดการเรียนรู้ช่วยให้นักเรียนตัดสินใจโดยใช้เหตุผล มากขึ้น					

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

ประวัติย่อของผู้วิจัย

ประวัติย่อของผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	นายเอกพร ธรรมยศ
วัน เดือน ปีเกิด	16 สิงหาคม 2537
ที่อยู่ปัจจุบัน	131 หมู่ 11 ตำบลไฮหย่อง อำเภอพังโคน จังหวัดสกลนคร
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2550	ประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านโพนสว่างกลางเจริญ อำเภอพังโคน จังหวัดสกลนคร
พ.ศ. 2553	มัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนลำปลาหางวิทยา อำเภอพังโคน จังหวัดสกลนคร
พ.ศ. 2556	มัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนลำปลาหางวิทยา อำเภอพังโคน จังหวัดสกลนคร
พ.ศ. 2560	วิทยาศาสตร์บัณฑิต (วท.บ.) สาขาวิชาเคมี มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
พ.ศ. 2564	ครุศาสตรมหาบัณฑิต (ค.ม) สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร