

ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม (STEAM) ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
ความคิดสร้างสรรค์ และเจตคติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

มัสยา บัวผัน

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต

สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

มีนาคม 2563

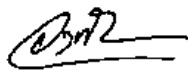
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณา
วิทยานิพนธ์ของ มัสยา บัวผัน ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาด้าน
หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

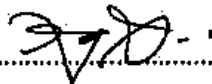


.....อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
(ดร.สิราวรรณ จรัสวิวัฒน์)

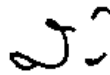


.....อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(ดร.อาพันธ์ชนิด เจนจิต)

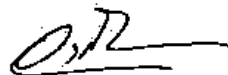
คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์



.....ประธาน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รุ่ง เจนจิต)



.....กรรมการ
(ดร.สิราวรรณ จรัสวิวัฒน์)



.....กรรมการ
(ดร.อาพันธ์ชนิด เจนจิต)



.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรากร ทรัพย์วิระปกรณ์)

คณะศึกษาศาสตร์อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ของมหาวิทยาลัยบูรพา



..... คณบดีคณะศึกษาศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร.สญาฯ ชีระวิชิตระกุล)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ. 2563

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความกรุณาจาก ดร.สิริวรรณ จรัสวิวัฒน์ อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ดร.อาพันธ์ชนิต เจนจิต อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำแนวทางที่ถูกต้อง ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความละเอียดถี่ถ้วนและเอาใจใส่ด้วยดีเสมอมา ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่ง จึงกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบรวมทั้งให้คำแนะนำแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยให้มีคุณภาพ นอกจากนี้ ยังได้รับความอนุเคราะห์จากท่านผู้อำนวยการ โรงเรียนบ้านแหลมแท่น ตลอดจนเพื่อนครูและนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 ที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในการเก็บรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อคะนอง คุณแม่บรรจง นางสาวณัฐนิชา บัวผัน คุณเจษฎา คีตานุรักษ์ พี่ ๆ และเพื่อน ๆ ทุกคนที่ให้กำลังใจ และสนับสนุนผู้วิจัยเสมอมา

คุณค่าและประโยชน์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นกตัญญูคุณเวทิตาแด่ บุปผารี บุรพาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่านทั้งในอดีตและปัจจุบัน ที่ทำให้ข้าพเจ้าเป็นผู้มีการศึกษา และประสบความสำเร็จมาจนตราบเท่าทุกวันนี้

มัชยา บัวผัน

57912259: สาขาวิชา: หลักสูตรและการสอน; กศ.ม. (หลักสูตรและการสอน)

คำสำคัญ: สะเต็ม/ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน/ ความคิดสร้างสรรค์/ เจตคติ

มัทยา บัวผัน: ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม (STEAM) ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคิดสร้างสรรค์ และเจตคติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 (THE EFFECTS OF LEARNING MANAGEMENT BY USING STEAM ON ACHIEVEMENT, CREATIVE THINKING AND ATTITUDE OF PRATHOMSUKSA 4 STUDENTS)

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์: สิริวรรณ จรัสวิวัฒน์, กศ.ค., อพันธ์ชนิต เจนจิต, กศ.ค. 250 หน้า. ปี พ.ศ. 2563.

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม กับเกณฑ์ร้อยละ 70 2) เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ก่อนและหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม และ 3) ศึกษาเจตคติต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้แก่ 1) ประชากร คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ของโรงเรียนบ้านแหลมแท่น ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 40 คน 2) กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านแหลมแท่น ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 20 คน โดยการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 สมบัติทางกายภาพของวัสดุและสถานะของสสาร 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.25 – 0.80 มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.30 – 0.90 และมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.85 3) แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.71 และ 4) แบบวัดเจตคติต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.44 – 0.83 และมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.91 วิเคราะห์ข้อมูลโดย การหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทดสอบค่าที่แบบ One sample t-test และทดสอบค่าที่แบบ Paired t-test

ผลการวิจัยพบว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม ร้อยละ 85.75 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
3. เจตคติต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 อยู่ในระดับมากที่สุด

57912259: MAJOR: CURRICULUM AND INSTRUCTION; M.Ed. (MASTER OF EDUCATION)

KEYWORDS: STEAM/ LEARNING ACHIEVEMENT/ CREATIVE THINKING/ ATTITUDE

MUSSAYA BUAPHAN: THE EFFECTS OF LEARNING MANAGEMENT BY USING STEAM ON ACHIEVEMENT, CREATIVE THINKING AND ATTITUDE OF PRATHOMSUKSA 4 STUDENTS. ADVISORY COMMITTEE:

SIRAWAN JARADRAWIWAT, Ed.D., APUNCHANIT JENJIT, Ed.D. 250 P. 2020.

The purposes of this research were to; 1) compare students' learning achievement after learning through Conceptual STEAM with the 70 percent criterion, 2) compare students' creative thinking skills before and after the learning activities through Conceptual STEAM and, 3) study the attitude of students after learning through the STEAM approach. The population and sample group in this research comprised; 1) population of 40 of Prathomsuksa 4 students in the Banlaemtan School, 2) the sample comprised of 20 of students from Prathomsuksa 4 at Banlaemtan School who were studying in the 1st semester of B.E. 2562 selected by cluster random sampling. The research tools included; 1) lesson plans of the STEAM approach physical properties of the material and status of matter, 2) learning achievement test, the degree of difficulty was between 0.25 – 0.80 and discrimination power was between 0.30 – 0.90, the reliability index was at 0.92. 3) creative thinking test, was reliability index of 0.71 and, 4) attitude toward learning activities through conceptual STEAM test, the discrimination power was between 0.44–0.83, the reliability index was at 0.91. The collected data were analyzed by mean, standard deviation, one sample t-test and paired t-test

The research findings were summarized as follows:

1. Prathomsuksa 4 students' learning achievement after learning through the STEAM approach was at 85.75 percent which was significantly higher than the set 70 percent with a statistical significance at the .05 level.

2. The creative thinking of Prathomsuksa 4 students after learning through the STEAM approach was higher than before learning with a statistical significance at the .05 level.

3. The attitude toward the learning activities through STEAM approach of Prathomsuksa 4 students were positive at the highest level.

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
สารบัญ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ช
สารบัญภาพ.....	ฎ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	5
สมมติฐานของการวิจัย.....	5
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย.....	6
ขอบเขตของการวิจัย.....	6
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	8
กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	10
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	11
หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.....	11
หลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนบ้านแหลมแท่น.....	20
การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม.....	31
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	45
ความคิดสร้างสรรค์.....	49
เจตคติ.....	61
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	68
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	73
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	73
เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล.....	73
การสร้างและการหาคุณภาพของเครื่องมือ.....	74

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล.....	92
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	93
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	93
4 ผลการวิจัย.....	97
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	97
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	98
5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	102
สรุปผลการวิจัย.....	103
อภิปรายผลการทดลอง.....	103
ข้อเสนอแนะ.....	108
บรรณานุกรม.....	109
ภาคผนวก.....	115
ภาคผนวก ก.....	116
ภาคผนวก ข.....	124
ภาคผนวก ค.....	157
ประวัติย่อผู้วิจัย.....	250

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	โครงสร้างรายวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 รหัสวิชา ว 14101 เวลา 80 ชั่วโมง.....	24
2	การวิเคราะห์ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางสำหรับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการตามแนวคิดสะเต็ม หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 สมบัติทางกายภาพของวัสดุและสถานะของสาร.....	29
3	เปรียบเทียบทักษะการคิดของ STEM และ STEAM.....	35
4	องค์ความรู้ทางวิศวกรรมศาสตร์ที่บรรจุอยู่ในหลักสูตรวิทยาศาสตร์.....	43
5	วิเคราะห์ แผนการจัดกิจกรรมในสาระการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้ที่บูรณาการตามแนวคิดสะเต็ม ของหน่วยการเรียนรู้ที่ 3 สมบัติทางกายภาพของวัสดุและสถานะของสาร.....	77
6	แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มและระยะเวลา.....	83
7	แสดงการวิเคราะห์ข้อสอบตามจุดประสงค์การเรียนรู้.....	86
8	ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม กับเกณฑ์ร้อยละ 70.....	98
9	ผลการศึกษาคะแนนความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม.....	98
10	ผลการเปรียบเทียบคะแนนความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม.....	99
11	ผลการศึกษาระดับเจตคติต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4.....	100
12	ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1 ความแข็งและสภาพยืดหยุ่น โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน.....	125
13	ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 2 การนำความร้อนและการนำไฟฟ้า โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน.....	127
14	ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 3 สิ่งประดิษฐ์จากวัสดุเหลือใช้ โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน.....	129

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
15 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 4 สถานะของแจ้ง โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน.....	131
16 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 5 สถานะของเหลว โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน.....	133
17 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 6 สถานะแก๊ส โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน.....	135
18 แสดงสรุปผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มที่ 1 - 6 โดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน.....	137
19 ผลการตรวจสอบความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อสอบแต่ละข้อกับจุดประสงค์การเรียนรู้.....	138
20 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	140
21 แสดงค่า p และ q ที่ใช้ในการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	141
22 แสดงค่าที่ใช้ในการหาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	142
23 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างกิจกรรมกับระดับของนักเรียนของแบบวัดความคิดสร้างสรรค์.....	144
24 แสดงค่าที่ใช้ในการหาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบวัดความคิดสร้างสรรค์.....	144
25 ค่าความเชื่อมั่นของเกณฑ์การให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์ของผู้ตรวจให้คะแนนจำนวน 3 คน.....	146
26 คะแนนความคิดสร้างสรรค์ในด้านความคิดริเริ่ม ความคิดคล่องแคล่ว และความคิดยืดหยุ่น ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม.....	147
27 แสดงผลคะแนนรวมความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม.....	150

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า	
28	ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถามกับขอบข่ายที่ต้องการวัดของ แบบวัดเจตคติต่อกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม.....	151
29	ค่าอำนาจจำแนกรายข้อของแบบวัดเจตคติต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตาม แนวคิดสะเต็มของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4.....	152
30	แสดงการคำนวณหาค่า one sample t-test ในการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตาม แนวคิดสะเต็มกับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้โปรแกรม SPSS for Windows.....	153
31	แสดงการคำนวณหาค่า paired t-test ในการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตาม แนวคิดสะเต็ม โดยใช้โปรแกรม SPSS for Windows.....	154
32	แสดงการคำนวณหาค่า paired t-test ในการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทั้ง 3 ด้านของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตาม แนวคิดสะเต็ม โดยใช้โปรแกรม SPSS for Windows.....	155
33	แสดงการคำนวณหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ในการศึกษาเจตคติ ต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา ปีที่ 4 โดยใช้โปรแกรม SPSS for Windows.....	156

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1 กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	10
2 STEAM พีรามิด.....	34
3 กระบวนการคิดการทำงานของสมอง.....	51
4 การบูรณาการตัวชี้วัดตามการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม.....	75
5 การบูรณาการตัวชี้วัดตามแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม.....	76

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การศึกษาเป็นเครื่องมือในการสร้างคน สร้างสังคม และสร้างชาติ เป็นกลไกหลักในการพัฒนากำลังคนให้มีคุณภาพ สามารถดำรงชีวิตอยู่ร่วมกับบุคคลอื่นในสังคมได้อย่างเป็นสุข ในกระแสการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วของโลกศตวรรษที่ 21 (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2560) บวกกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เป็นหนึ่งในปัจจัยสำคัญของการพัฒนาประเทศ และมีอิทธิพลต่อการดำเนินชีวิตประจำวันของมนุษย์ รัฐบาลจึงมีนโยบายส่งเสริมให้มีการนำวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมาใช้เป็นฐานสำคัญในการสร้างความเข้มแข็งให้กับการพัฒนาประเทศในทุกด้าน ตามยุทธศาสตร์ไทยแลนด์ 4.0 โดยมุ่งเน้นให้ทุกภาคส่วนทั้งภาครัฐ ภาคเอกชน ภาคประชาชน ตระหนักถึงความสำคัญของวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรมในการสร้างสรรค์ (กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560) ซึ่งมีความสอดคล้องกับแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 12 ที่จะต้องเร่งพัฒนาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี การวิจัยและพัฒนา และนวัตกรรมให้เป็นปัจจัยหลักในการขับเคลื่อนการพัฒนาในทุกด้านเพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันท่ามกลางการแข่งขันในโลกที่รุนแรงมากขึ้น แต่ประเทศไทยยังมีข้อจำกัดหลายด้านที่เป็นอุปสรรคต่อการยกระดับศักยภาพในการพัฒนา เช่น คุณภาพคนไทยยังต่ำ แรงงานส่วนใหญ่มีปัญหาในเรื่ององค์ความรู้ ทักษะ และทัศนคติ (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2560)

สำหรับคุณภาพระบบการศึกษาของประเทศไทยจากผลการประเมินของ World Economic Forum (WEF) ในรายงานการแข่งขันทั่วโลกปี ค.ศ. 2017-2018 (The Global Competitiveness Report 2017-2018) พบว่าในปี ค.ศ. 2017 คุณภาพของการศึกษาของประเทศไทยอยู่ในลำดับที่ 65 จาก 137 ประเทศ เมื่อเจาะลึกลงไปในระดับประถมศึกษากลับพบว่า คุณภาพการศึกษาระดับประถมศึกษานั้นอยู่ในลำดับที่ 89 จาก 137 ประเทศ แล้วยังพบอีกว่าคุณภาพการศึกษาในด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ของนักเรียนในประเทศไทยนั้นอยู่ลำดับที่ 83 จาก 137 ประเทศเช่นกัน (Klaus, 2017) นอกจากนี้ยังมีผลการประเมินของ Programme for International Student Assessment (PISA) คู่กับค่าเฉลี่ยขององค์การเพื่อความร่วมมือและพัฒนาเศรษฐกิจ (Organization for Economic Co-operation and Development: OECD) พบว่าในปี 2018 ประเทศไทยมีคะแนนเฉลี่ยด้านวิทยาศาสตร์ 426 คะแนน (ค่าเฉลี่ย OECD 489 คะแนน) และคะแนนเฉลี่ย

ด้านคณิตศาสตร์ 419 คะแนน (ค่าเฉลี่ย OECD 489 คะแนน) และเมื่อเปรียบเทียบกับ PISA ปี 2015 คะแนนเฉลี่ยด้านวิทยาศาสตร์ 421 คะแนน (ค่าเฉลี่ย OECD 493 คะแนน) และคะแนนเฉลี่ยด้านคณิตศาสตร์ 415 คะแนน (ค่าเฉลี่ย OECD 490 คะแนน) และ PISA ปี 2012 ด้านวิทยาศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ย 444 คะแนน (ค่าเฉลี่ย OECD 501 คะแนน) ส่วนด้านคณิตศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ย 427 คะแนน (ค่าเฉลี่ย OECD 494 คะแนน จะเห็นได้ว่าคะแนนเฉลี่ยทั้งสองด้านในปี 2018 เมื่อเทียบกับปี 2015 แล้วในการทดสอบทางสถิติถือว่าด้านวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ไม่มีการเปลี่ยนแปลงทางสถิติ และเมื่อเทียบกับ ปี 2012 คะแนนเฉลี่ยของวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์มีแนวโน้มลดลง และยังมีคะแนนเฉลี่ยทั้งสองด้านต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยมาตรฐาน OECD มากกว่าหนึ่งระดับทั้ง 3 ปี (โครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2562)

จากผลการประเมินการศึกษาในระดับนานาชาติทั้ง WEF และ PISA สะท้อนให้เห็นถึงปัญหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนอยู่ในเกณฑ์ต่ำ การจัดการศึกษาจึงต้องเปลี่ยนแปลงขนานใหญ่ เพื่อพัฒนาพลเมืองให้ฉลาด มีความรับผิดชอบ คิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ ประยุกต์ใช้ มีความสามารถในการทำงาน การแก้ไขปัญหา มีความคิดสร้างสรรค์ และแข่งขันทางเศรษฐกิจ ได้มากขึ้น (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2560) การศึกษาจึงปรับปรุงหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ขึ้นโดยมีกรอบแนวคิดการปรับปรุงหลักสูตรเพื่อมุ่งพัฒนานักเรียนให้มียุทธศาสตร์ที่เป็นสากลเทียบเท่านานาชาติ มีการปรับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดให้มีความชัดเจน ลดความซ้ำซ้อนของเนื้อหาสาระวิชาให้มีความสอดคล้องและเชื่อมโยงกันภายในกลุ่มสาระการเรียนรู้และระหว่างกลุ่มสาระการเรียนรู้ ตลอดจนเชื่อมโยงองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี เข้าด้วยกัน โดยเน้นจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) ซึ่งมีความสอดคล้องกับยุทธศาสตร์การวิจัยและนวัตกรรมแห่งชาติที่เร่งเสริมสร้างสังคมนวัตกรรม โดยส่งเสริมระบบการเรียนการสอนที่เชื่อมโยงระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ (STEM) ที่เน้นการบูรณาการ การเรียนรู้กับการทำงาน และเน้นนักเรียนเป็นสำคัญ ในการผลิตกำลังคนในสาขาที่ขาดแคลน (กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560)

สะเต็มศึกษา (STEM Education) เป็นแนวทางการจัดการศึกษาที่บูรณาการวิทยาศาสตร์ (Science: S) เทคโนโลยี (Technology: T) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering: E) และคณิตศาสตร์ (Mathematics: M) เข้าด้วยกัน โดยมีความหมายของแต่ละส่วนดังต่อไปนี้ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คือ ความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ในสาขาต่าง ๆ สามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์เนื้อหาสาระระหว่างสาขาวิชา รวมถึงมีทักษะในการปฏิบัติการเชิงวิทยาศาสตร์ การเรียนรู้เทคโนโลยี คือ ความเข้าใจและความสามารถในการใช้งาน จัดการ และเข้าถึงเทคโนโลยี

การเรียนรู้วิศวกรรม คือ ความเข้าใจ การพัฒนาของเทคโนโลยีในการประยุกต์ความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่มีอยู่กับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เพื่อสร้าง เครื่องใช้หรือวิธีการในการพัฒนาคุณภาพชีวิต และการเรียนรู้คณิตศาสตร์ คือ ความสามารถในการ วิเคราะห์ ให้เหตุผล และการประยุกต์แนวคิดทางคณิตศาสตร์ ในการอธิบายและทำนาย ปรากฏการณ์ต่าง ๆ ภายใต้บริบทที่แตกต่างกัน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยี, ม.ป.ป.) STEM นับเป็นแนวทางการศึกษาที่เหมาะสมกับยุคปัจจุบัน อีกทั้งยังเป็น รูปแบบการสอนที่ระดับนานาชาติให้ความสนใจและนำไปใช้ในหลายประเทศ แต่เนื่องจากการจัด การศึกษาในประเทศไทยตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 นั้นไม่ได้ มีเพียง 3 กลุ่มสาระเท่านั้น ยังมีกลุ่มสาระอื่น ๆ ที่ควรนำมาจัดการเรียนรู้แบบ STEM เช่น ศิลปะ ภาษาไทย เป็นต้น (สิรวรรณ จรัสวิวัฒน์, 2560)

การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม (STEAM) เป็นการจัดการศึกษาที่ต่อยอดมาจาก แนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) โดย STEAM เป็นการนำศาสตร์ทั้ง 5 มาบูรณาการ การเรียนรู้เข้าด้วยกัน คือ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปะ และคณิตศาสตร์ โดยรายวิชาต่าง ๆ สามารถเชื่อมโยงและสนับสนุนซึ่งกันและกันผ่านการประยุกต์กับสถานการณ์ จริง ซึ่งเนื้อหาในแต่ละวิชาที่นำมาบูรณาการไม่จำเป็นต้องมีส่วนเท่ากัน อาจเน้นเรื่องใดเรื่อง หนึ่งและบูรณาการวิชาอื่นไปพร้อม ๆ กัน ซึ่งศิลปะที่กล่าวถึงใน STEAM นั้นไม่ใช่แค่วิชาศิลปะที่ เน้นการวาดภาพเพียงอย่างเดียว แต่เป็นศิลปะในหลายแขนง สามารถแบ่งออกเป็น 5 ลักษณะ ด้วยกันคือ 1) ศิลปะอุตสาหกรรม 2) ศิลปะภาษา 3) ศิลปะกายภาพ 4) ศิลปศาสตร์ และ 5) ทัศนศิลป์ ในการเพิ่มศิลปะ (Arts) เข้าไปใน STEM เนื่องจากต้องการสร้างกรอบความคิดทาง การศึกษาที่สามารถเชื่อมโยงการศึกษาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์กับสาขาต่าง ๆ ของศิลปะ และยังช่วยให้นักเรียนสามารถถ่ายโอนความรู้ด้วยการคิดขั้นสูงระหว่างสาขาวิชา ส่งเสริมให้นักเรียนได้แสดงความคิดหลากหลายและสร้างสรรค์ (Yakman & Lee, 2012) เนื่องจาก การทำงานศิลปะเป็นการแสดงออกทางความคิดที่สามารถแสดงออกมาได้อย่างอิสระ คือ นักเรียน สามารถสื่อสารความคิดของตนเองในรูปแบบของดนตรี การเคลื่อนไหว ท่าทาง การสื่อสารด้วย ภาษา การวาดภาพ การสร้างโมเดลจำลอง หรือการทำให้ชิ้นงานนั้นมีองค์ประกอบด้านความสุนทรีย์ และความสวยงามเพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นการสร้างแรงจูงใจให้นักเรียนมีโอกาสถ่ายทอดหรือประยุกต์ใช้ แนวคิดสำคัญ (Concept) ด้วยความคิดสร้างสรรค์และมีจินตนาการยิ่งขึ้น (ยศวีร์ สายฟ้า, 2555) อีกทั้งศิลปะยังเป็นตัวช่วยในการส่งเสริมการรับรู้ ความสามารถ ความเชื่อมั่น และความสนใจใน วิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ของนักเรียนมากขึ้น และยังส่งผลให้นักเรียนนั้นเกิดความรู้สึกที่ดีต่อ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มอีกด้วย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับ

การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็ม ได้แก่ พัดมาอัสไวน์ ตาเย๊ะ ฌูนิ โมพันท์ และมัธติ แวดราแม (2560) ได้วิจัยเรื่อง ผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้กระบวนการทางวิศวกรรม 7 ขั้นตอน ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนที่ได้รับ การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 2) นักเรียน มีความคิดสร้างสรรค์หลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .01 และ 3) นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยรวม อยู่ในระดับมากที่สุด และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ มินกานูจน์ แจ่มพงษ์ (2559) ได้วิจัยเรื่อง การพัฒนาชุดฝึกทักษะแบบสะเต็มศึกษาเพื่อการสร้างสรรคชิ้นงาน เรื่องพลังงานรอบตัวเรา และ ผลการวิจัยพบว่า 1) ชุดฝึกทักษะนี้มีประสิทธิภาพ 80.76/81.54 สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .05 และผลสัมฤทธิ์ทางการด้านปฏิบัติการสร้างสรรคชิ้นงานมี ประสิทธิภาพมากขึ้น และ 3) ความสามารถในการสร้างสรรคชิ้นงานหลังจากที่ได้เรียน โดยใช้แบบ ประเมินตามสภาพจริงอยู่ในระดับดี

จากประสบการณ์ที่ผู้วิจัยที่ได้ไปฝึกสอนที่โรงเรียนบ้านแหลมแท่นในชั้นประถมศึกษา ปีที่ 4 พบว่าปัญหาในการเรียนของนักเรียนนั้น นักเรียนส่วนใหญ่ไม่ค่อยให้ความสนใจในการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ เนื่องจากนักเรียนรู้สึกว่า เป็นวิชาที่เข้าใจยาก ซ้ำซ้อน เมื่อเป็น เช่นนี้จึงทำให้นักเรียนเกิดความรู้สึกเบื่อ และไม่คอยสนใจที่จะศึกษาในวิชาวิทยาศาสตร์ และ คณิตศาสตร์ จึงส่งผลให้ผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติด้านพื้นฐาน (O-NET) ของนักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านแหลมแท่นในปีการศึกษา 2558, 2559, 2560 วิชาวิทยาศาสตร์ มีคะแนนเฉลี่ย 43.84, 43.64, 37.6 คะแนน ตามลำดับ วิชาคณิตศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ย 55.8, 40.71, 39.71 คะแนน ตามลำดับ จะเห็นว่าคะแนนเฉลี่ยทั้งสองวิชามีแนวโน้มลดลง ถือเป็นปัญหาที่ควร พัฒนาอย่างเร่งด่วน ในขณะที่ครูต้องทำงานด้านอื่นที่ไม่ใช่แค่สอนเพียงอย่างเดียว จึงทำให้จัดการ เรียนการสอนไม่เป็นไปตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ และจากประสบการณ์สอนของผู้วิจัยยังพบอีกว่า นักเรียนนั้นชอบในการเรียนศิลปะและเทคโนโลยีเป็นอย่างมาก เพราะในขณะที่เรียนในวิชา คณิตศาสตร์ หรือวิทยาศาสตร์อยู่นั้น นักเรียนบางคนจะนำกระดาษมาวาดรูป หรือนั่งระบายสี และ เมื่อถึงท้ายชั่วโมงนักเรียนจะรีบเก็บของเตรียมตัวไปเรียนวิชาศิลปะ หรือคอมพิวเตอร์ทันทีโดยที่ ผู้สอนยังสอนไม่จบในวิชานั้น ๆ

จากเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม (STEAM) ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคิดสร้างสรรค์ และเจตคติของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มกับเกณฑ์ร้อยละ 70 เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม และเพื่อศึกษาเจตคติต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มของนักเรียน เพราะการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม (STEAM) เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการเนื้อหาสาระวิชาและทักษะกระบวนการของทั้ง 5 ศาสตร์ คือ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม ศิลปะ และคณิตศาสตร์ เป็นวิธีการเรียนรู้แบบใหม่สำหรับนักเรียน ทำให้นักเรียนเกิดความสนใจ อยากรู้ อยากเรียน ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่หลากหลาย มีการคิดอย่างเป็นระบบ ส่งเสริมจินตนาการให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม กับเกณฑ์ร้อยละ 70
2. เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม
3. เพื่อศึกษาเจตคติต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

สมมติฐานของการวิจัย

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70
2. ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มคิดสูงกว่าก่อนเรียน
3. เจตคติต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 อยู่ในระดับมากขึ้นไป

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1. เป็นแนวทางสำหรับครูผู้สอนในการนำกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มไปใช้ในการจัดการเรียนรู้สำหรับนักเรียนในระดับประถมศึกษา
2. ส่งเสริมการเรียนรู้สำหรับนักเรียน ในสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และศิลปะที่สามารถเชื่อมโยงกันหรือประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้
3. เป็นการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนระดับประถมศึกษา โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม
4. เป็นแนวทางในการนำศิลปะหลายสาขามาบูรณาการในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์เพิ่มมากขึ้น

ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านแหลมแท่น อำเภอเมืองชลบุรี จังหวัดชลบุรี ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 2 ห้องเรียน จำนวน 40 คน
2. กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านแหลมแท่น อำเภอเมืองชลบุรี จังหวัดชลบุรี ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 20 คน ได้จากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling)
3. ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย
 - 3.1 ตัวแปรต้น ได้แก่ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม
 - 3.2 ตัวแปรตาม ได้แก่
 - 3.2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 หน่วยการเรียนรู้สมบัติทางกายภาพของวัสดุและสถานะของสสาร
 - 3.2.2 ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4
 - 3.2.3 เจตคติต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4
4. ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง การทดลองดำเนินการในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 ใช้เวลาในการทดลอง จำนวนรวมทั้งสิ้น 12 ชั่วโมง
5. เนื้อหาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คือ ผู้วิจัยนำเนื้อหาสาระของวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 สมบัติทางกายภาพของวัสดุและสถานะของสสารเป็นหลัก และนำเนื้อหาบางส่วนของสาระเทคโนโลยี คณิตศาสตร์ และศิลปะ มาบูรณาการเข้าไปในวิทยาศาสตร์ ซึ่งศิลปะนั้นประกอบไปด้วย ทัศนศิลป์ สาระวิชาภาษาไทย และภาษาต่างประเทศ โดยมีเนื้อหา ดังนี้

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ว 2.1 ป.4/1 เปรียบเทียบสมบัติทางกายภาพด้านความแข็ง สภาพยืดหยุ่น การนำความร้อน และการนำไฟฟ้าของวัสดุ โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์จากการทดลองและระบุนำสมบัติเรื่อง ความแข็ง สภาพยืดหยุ่น การนำความร้อน และการนำไฟฟ้าของวัสดุไปใช้ในชีวิตประจำวันผ่าน กระบวนการออกแบบชิ้นงาน

ว 2.1 ป.4/2 แลกเปลี่ยนความคิดกับผู้อื่น โดยการอภิปรายเกี่ยวกับสมบัติทางกายภาพของ วัสดุอย่างมีเหตุผลจากการทดลอง

ว 2.1 ป.4/3 เปรียบเทียบสมบัติของสสารทั้ง 3 สถานะ จากข้อมูลที่ได้จากการสังเกตมวล การต้องการที่อยู่ รูปร่าง และปริมาตรของสสาร

ว 2.1 ป.4/4 ใช้เครื่องมือเพื่อวัดมวล และปริมาตรของสสารทั้ง 3 สถานะ

ว 4.2 ป.4/3 ใช้อินเทอร์เน็ตค้นหาความรู้ และประเมินความน่าเชื่อถือของข้อมูล

ว 4.2 ป.4/4 รวบรวม ประเมิน นำเสนอข้อมูลและสารสนเทศ โดยใช้ซอฟต์แวร์ที่ หลากหลาย เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน

วิศวกรรมบูรณาการกับกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี

ง 1.1 ป.4/2 ทำงานบรรลุเป้าหมายที่วางไว้อย่างเป็นขั้นตอนด้วยความขยัน อดทน รับผิดชอบ และซื่อสัตย์

ศิลปะและการบูรณาการกับภาษา

ศ 1.1 ป.4/3 จำแนกทัศนธาตุของสิ่งต่าง ๆ ในธรรมชาติสิ่งแวดล้อม และงานทัศนศิลป์ โดยเน้นเรื่อง เส้น สี รูปร่าง รูปทรง พื้นผิว และพื้นที่ว่าง

ศ 1.1 ป.4/5 มีทักษะพื้นฐานในการใช้วัสดุ อุปกรณ์สร้างสรรค์งานวาดภาพระบายสี

ท 3.1 ป.4/1, 2 พุคสรุปความ แสดงความรู้ ความคิดเห็น และความรู้สึเกี่ยวกับเรื่องที่ฟัง และดู

ต 1.1 ป.4/2 อ่านออกเสียงคำ สะกดคำ อ่านกลุ่มคำ ประโยค ข้อความง่าย ๆ และบทพูด เข้าใจหว่าถูกต้องตามหลักการอ่าน

คณิตศาสตร์

ค 1.1 ป.4/5 อ่านและเขียนทศนิยมไม่เกิน 3 ตำแหน่ง แสดงปริมาณของสิ่งของต่าง ๆ และแสดงสิ่งต่าง ๆ ตามทศนิยม

ค 1.1 ป.4/15 หาผลบวก ผลลบของทศนิยมไม่เกิน 3 ตำแหน่ง

ค 2.1 ป.4/2 วัดและสร้างมุมโดยใช้โพรแทรกเตอร์

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม (STEAM) หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการเนื้อหาสาระวิชาและทักษะกระบวนการของทั้ง 5 ศาสตร์ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science: S) เทคโนโลยี (Technology: T) วิศวกรรม (Engineer: E) ศิลปะ (Arts: A) และคณิตศาสตร์ (Mathematics: M) โดยใช้เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์เป็นหลัก สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เป็นการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการอย่างหลากหลายทั้งรูปแบบและวิธีการในการจัดกิจกรรม โดยมีการบูรณาการเนื้อหาแต่ละวิชา ดังนี้

วิทยาศาสตร์ คือ การเรียนรู้เกี่ยวกับสมบัติทางกายภาพของวัสดุและสถานะของสสาร ได้แก่ ความแข็งของวัสดุ สภาพยืดหยุ่นของวัสดุ การนำความร้อนของวัสดุ การนำไฟฟ้าของวัสดุ สถานะของแข็ง สถานะของเหลว และสถานะแก๊ส และเรียนรู้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ทักษะการสังเกต (Observing skill) ทักษะการทดลอง (Experimenting skill) ทักษะการวัด (Measuring skill) ในขณะปฏิบัติกิจกรรม

เทคโนโลยี คือ การใช้อินเทอร์เน็ตค้นหาความรู้ รวบรวม ประเมินความน่าเชื่อถือ และนำเสนอข้อมูลเพื่อแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน

วิศวกรรม คือ วิธีการออกแบบ กระบวนการทำงานอย่างเป็นลำดับขั้นตอนที่สามารถเชื่อมโยงกับตัวชีวิตในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คือ การทำงานให้บรรลุเป้าหมาย เป็นการทำงานตามลำดับอย่างเป็นขั้นตอนตามกระบวนการทำงาน

ศิลปะ คือ การฝึกทักษะความคิดสร้างสรรค์โดยเรียนรู้เรื่อง การจำแนกทัศนธาตุของสิ่งต่าง ๆ ในธรรมชาติสิ่งแวดล้อม และงานทัศนศิลป์ โดยเน้นเรื่อง เส้น สี รูปร่าง รูปทรง พื้นผิว และพื้นที่ว่าง การวาดภาพระบายสี มีทักษะพื้นฐานในการใช้วัสดุอุปกรณ์ในการวาดภาพระบายสี รวมถึงการพูดสรุปความ แสดงความรู้ ความคิดเห็น และความรู้สึกเกี่ยวกับเรื่องที่ฟังและดูนิทาน จาก VDO และการอ่านออกเสียงคำ สะกดคำเป็นภาษาอังกฤษ เป็นศิลปะที่เรียกว่า ศิลปภาษา (Language arts) ที่ไม่มีตัวชีวิตที่ชัดเจนในหลักสูตร แต่สามารถบูรณาการกับตัวชีวิตในวิชาภาษาไทยและภาษาอังกฤษได้

คณิตศาสตร์ คือ การอ่านและเขียนทศนิยมไม่เกิน 3 ตำแหน่ง แสดงปริมาณของสิ่งของต่าง ๆ และแสดงสิ่งต่าง ๆ ตามทศนิยม การหาผลบวก ผลลบของทศนิยมไม่เกิน 3 ตำแหน่ง และการวัดและสร้างมุมโดยใช้โพรแทรกเตอร์

โดยมีขั้นตอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้หลักอยู่ 3 ขั้น คือ ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ขั้นสอน และขั้นสรุป ซึ่งในทุกแผนการสอนจะเป็นการจัดการเรียนการสอน โดยเน้นกระบวนการกลุ่ม

ให้นักเรียนเรียนรู้ร่วมกันเป็นกลุ่ม และในแต่ละแผนการสอนจะใช้รูปแบบวิธีการสอนที่หลากหลายสอดคล้องกันอยู่ในชั้นสอนไปจนถึงขั้นสรุป ดังนี้

1) ชี้นำเข้าสู่บทเรียน เป็นขั้นที่กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจในเนื้อหาที่จะเรียน เช่น ให้นักเรียนดูวิดีโอการ์ตูน หรือรูปภาพที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา และสอนคำศัพท์เป็นภาษาอังกฤษที่เชื่อมโยงกับเนื้อหาในแต่ละแผน

2) ชั้นสอน เป็นการนำรูปแบบและวิธีการสอนที่หลากหลายมาบูรณาการในกิจกรรมการเรียนรู้ ได้แก่ 1) รูปแบบการเรียนการสอนกระบวนการสืบสอบและแสวงหาความรู้เป็นกลุ่ม 2) กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ตามแนวคิดของทอว์เรนซ์ 3) วิธีสอนโดยใช้การทดลอง 4) กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม 5) การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสอน KWL (Know - Want - Learn) และ 6) วิธีสอน โดยใช้การบรรยาย ซึ่งในชั้นสอนของแต่ละแผนการจัดกิจกรรมจะมีวิธีการสอนที่แตกต่างกันตามความเหมาะสมของเนื้อหา

3) ขั้นสรุป เป็นการอภิปราย นำเสนอและสรุปผลการเรียนรู้

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถของนักเรียนที่เกิดขึ้นจากการเรียนรู้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 สมบัติทางกายภาพของวัสดุและสถานะของสสาร

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง เครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นใช้ในการวัดความรู้ ความสามารถในวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ที่ได้เรียนรู้จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 สมบัติทางกายภาพของวัสดุและสถานะของสสาร เป็นแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก

4. เกณฑ์ร้อยละ 70 หมายถึง เป้าหมายคะแนนที่กำหนดด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยวัดและประเมินจากแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน กำหนดเพื่อหาคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทุกคน ซึ่งต้องผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป

5. ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการคิดนอกกรอบจากความคิดเดิม อาจเกิดจากการรวบรวมนำเอาประสบการณ์ต่าง ๆ ที่ผ่านมาแล้วเชื่อมโยงกับสถานการณ์ใหม่ ๆ ในปัจจุบัน เพื่อการสร้างสรรค์สิ่งใหม่ ๆ ที่เป็นประโยชน์อย่างเหมาะสม โดยมีองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ คือ ความคิดริเริ่ม ความคิดคล่องแคล่ว และความคิดยืดหยุ่น

ความคิดริเริ่ม หมายถึง ลักษณะความคิดที่มีความแปลกใหม่ แตกต่างจากความคิดเดิม หรือแตกต่างจากบุคคลอื่น อาจเกิดจากการนำเอาความรู้ประสบการณ์เดิมมาดัดแปลงและประยุกต์ให้เกิดเป็นสิ่งใหม่

ความคิดคล่องแคล่ว หมายถึง ปริมาณของความคิด สามารถคิดออกมาได้มากที่ไม่ซ้ำกันในเรื่องเดียวกัน เป็นความสามารถในการผลิตความคิดที่แตกต่างภายใต้เวลาที่จำกัด

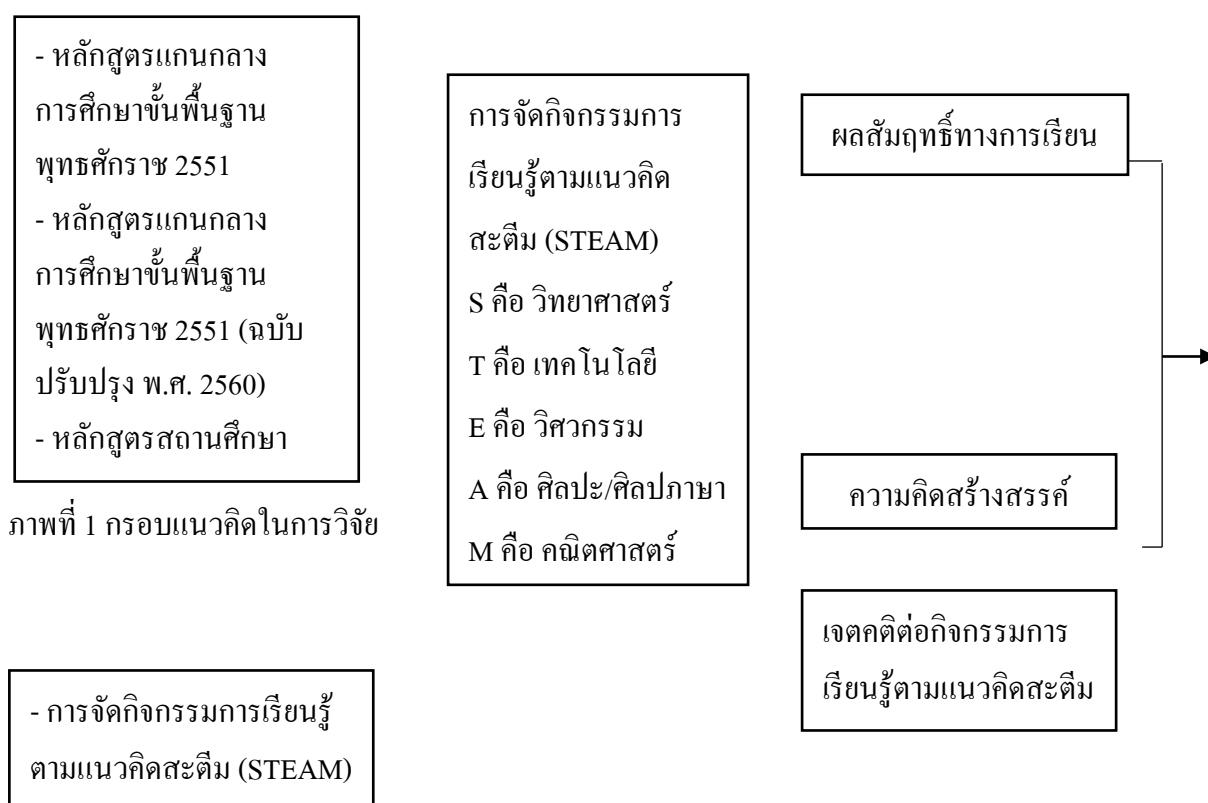
ความคิดยืดหยุ่น หมายถึง ความสามารถในการคิดนอกกรอบ เป็นความสามารถที่จะพยายามคิดให้เกิดความแตกต่างและหลากหลายประเภทได้อย่างอิสระ

6. แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง เครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นใช้ในการวัดความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ในด้านความคิดริเริ่ม ความคิดคล่องแคล่ว และความคิดยืดหยุ่น เป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นตามแนวคิดของทอร์เรนซ์ ที่เป็นแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ฉบับรูปภาพ เป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย

7. เจตคติต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม หมายถึง ความรู้สึกและการแสดงออกของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม หลังได้รับประสบการณ์จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม แล้วทำให้เกิดความรู้สึก หรือเกิดการแสดงพฤติกรรมตอบสนองต่อกิจกรรม

8. แบบวัดเจตคติ หมายถึง แบบวัดความรู้สึกของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งเป็นการวัดว่านักเรียนมีความคิดเห็นอย่างไรต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม โดยใช้การวัดเจตคติตามวิธีแบบลิเคิร์ต (Likert-type scale) เป็นมาตรวัดประมาณค่า 5 ระดับ (Rating scale)

กรอบแนวคิดในการวิจัย



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม (STEAM) ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคิดสร้างสรรค์ และเจตคติของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีวัตถุประสงค์การวิจัยเพื่อ 1) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มกับเกณฑ์ร้อยละ 70 2) เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม และ 3) ศึกษาเจตคติต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นแนวทางในการวิจัยโดยนำเสนอหัวข้อสำคัญตามลำดับ ดังนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551
2. หลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนบ้านแหลมแท่น
3. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม (STEAM)
4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
5. ความคิดสร้างสรรค์
6. เจตคติ
7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กำหนดวิสัยทัศน์หลักสูตร ดังนี้

วิสัยทัศน์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนานักเรียนทุกคน ซึ่งเป็นกำลังของชาติ ให้เป็นมนุษย์ที่มีความสมดุลทั้งด้านร่างกาย ความรู้ คุณธรรม มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทย และเป็นพลโลก ยึดมั่นในการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข มีความรู้และทักษะพื้นฐาน รวมทั้งเจตคติที่จำเป็นต่อการศึกษาคือ การประกอบอาชีพและการศึกษาตลอดชีวิต โดยมุ่งเน้นนักเรียนเป็นสำคัญบนพื้นฐานความเชื่อว่าทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้เต็มตามศักยภาพ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2552, หน้า 4)

จุดหมาย

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนานักเรียนให้เป็นคนดี มีปัญญา มีความสุข มีศักยภาพในการศึกษาต่อ และประกอบอาชีพ จึงกำหนดเป็นจุดหมายเพื่อให้เกิดกับนักเรียนเมื่อจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน ดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2552, หน้า 4)

1. มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์ เห็นคุณค่าของตนเอง มีวินัยและปฏิบัติตนตามหลักธรรมของพระพุทธศาสนา หรือศาสนาที่ตนนับถือ ยึดหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง
2. มีความรู้ ความสามารถในการสื่อสาร การคิด การแก้ปัญหา การใช้เทคโนโลยี และมีทักษะชีวิต
3. มีสุขภาพกายและสุขภาพจิตที่ดี มีสุขนิสัย และรักการออกกำลังกาย
4. มีความรักชาติ มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและพลโลก ยึดมั่นในวิถีชีวิตและการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข
5. มีจิตสำนึกในการอนุรักษ์วัฒนธรรมและภูมิปัญญาไทย การอนุรักษ์และพัฒนาสิ่งแวดล้อม มีจิตสาธารณะที่มุ่งทำประโยชน์และสร้างสิ่งที่ดีงามในสังคม และอยู่ร่วมกันในสังคมอย่างมีความสุข

โครงสร้าง

โครงสร้างของหลักสูตร โดยรวมเพื่อการจัดการศึกษาเป็นไปตามวิสัยทัศน์และหลักการที่มีการกำหนดไว้ให้สถานศึกษาและผู้ที่เกี่ยวข้องเป็นแนวทางในการปฏิบัติในการจัดหลักสูตรสถานศึกษาเพื่อพัฒนาคุณภาพนักเรียน จึงได้กำหนดโครงสร้างของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน ดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2552, หน้า 4)

1. สาระการเรียนรู้ ประกอบด้วย องค์ความรู้ ทักษะหรือกระบวนการเรียนรู้ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ซึ่งกำหนดให้นักเรียนทุกคนในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานจำเป็นต้องเรียนรู้ โดยแบ่งเป็น 8 กลุ่มสาระการเรียนรู้ ดังนี้
 - 1.1 ภาษาไทย
 - 1.2 คณิตศาสตร์
 - 1.3 วิทยาศาสตร์
 - 1.4 สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม
 - 1.5 สุขศึกษาและพลศึกษา
 - 1.6 ศิลปะ
 - 1.7 การงานอาชีพและเทคโนโลยี

1.8 ภาษาต่างประเทศ

2. ระดับการศึกษา หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานจัดระดับการศึกษาเป็น

3 ระดับ คือ

2.1 ระดับประถมศึกษา (ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-6) การศึกษาระดับนี้จะมุ่งเน้นทักษะพื้นฐานด้านการอ่าน การเขียน การคิดคำนวณ ทักษะการคิดพื้นฐาน การติดต่อสื่อสาร กระบวนการเรียนรู้ทางสังคม และพื้นฐานความเป็นมนุษย์ มีความสมดุลทั้งในด้านร่างกาย สติปัญญา อารมณ์ สังคม และวัฒนธรรม โดยเน้นจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ

2.2 ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3) การศึกษาระดับนี้เน้นให้นักเรียนได้สำรวจความถนัดและความสนใจของตนเอง ส่งเสริมการพัฒนาบุคลิกภาพส่วนตัว มีทักษะในการคิดวิจารณ์ แลกเปลี่ยนความคิดเห็น และคิดแก้ปัญหา มีทักษะในการดำเนินชีวิต มีทักษะการใช้เทคโนโลยีเพื่อเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ ตลอดจนใช้เป็นพื้นฐานในการประกอบอาชีพหรือการศึกษาต่อ

2.3 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6) การศึกษาระดับนี้เน้นการเพิ่มพูนความรู้และทักษะเฉพาะด้าน สนองตอบความสามารถ ความถนัด และความสนใจของนักเรียนแต่ละคนทั้งด้านวิชาการและวิชาชีพ มีทักษะในการใช้วิทยาการและเทคโนโลยี ทักษะกระบวนการคิดขั้นสูง สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในการศึกษาต่อและการประกอบอาชีพ สามารถเป็นผู้นำและผู้ให้บริการชุมชนในด้านต่าง ๆ

3. มาตรฐานการเรียนรู้ การพัฒนานักเรียนให้เกิดความสมดุล ต้องคำนึงถึงหลักพัฒนาการทางสมองและพหุปัญญา หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน จึงกำหนดให้นักเรียนได้เรียนรู้ 8 กลุ่มสาระ ซึ่งในแต่ละกลุ่มสาระการเรียนรู้ได้กำหนดมาตรฐานการเรียนรู้เป็นเป้าหมายสำคัญของการพัฒนาคุณภาพนักเรียน มาตรฐานการเรียนรู้จะระบุสิ่งที่นักเรียนพึงรู้ ปฏิบัติได้ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์เมื่อจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน

4. การจัดเวลาเรียน หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานได้กำหนดกรอบโครงสร้างเวลาเรียนขั้นต่ำสำหรับกลุ่มสาระการเรียนรู้ 8 กลุ่ม และกิจกรรมพัฒนานักเรียน ซึ่งสถานศึกษาสามารถเพิ่มเติมได้ตามความพร้อมและจุดเน้น โดยสามารถปรับให้เหมาะสมตามบริบทของสถานศึกษาและสภาพของนักเรียน ดังนี้

4.1 ระดับประถมศึกษา (ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-6) ให้จัดเวลาเรียนไม่เกิน 1,000 ชั่วโมงต่อปี โดยมีเวลาเรียนวันละ ไม่เกิน 5 ชั่วโมง

4.2 ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3) ให้จัดเวลาเรียนไม่เกิน 1,200 ชั่วโมงต่อปี โดยมีเวลาเรียนวันละ ไม่เกิน 6 ชั่วโมง

4.3 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6) ให้จัดเวลาเรียนไม่เกิน 1,000 ชั่วโมงต่อปี โดยมีเวลาเรียนวันละ ไม่เกิน 5 ชั่วโมง

5. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนต้องอยู่บนหลักการพื้นฐาน 2 ประการ คือ การประเมินเพื่อพัฒนานักเรียนและเพื่อตัดสินผลการเรียน การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้ แบ่งออกเป็น 4 ระดับ ได้แก่

- 5.1 การประเมินระดับชั้นเรียน
- 5.2 การประเมินระดับสถานศึกษา
- 5.3 การประเมินระดับเขตพื้นที่การศึกษา
- 5.4 การประเมินระดับชาติ

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม เป็นการบูรณาการการเรียนรู้ทั้ง 5 ศาสตร์ คือ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม ศิลปะ และคณิตศาสตร์ เข้าด้วยกัน ซึ่งศิลปะที่กล่าวถึงในที่นี้หมายถึงศิลปะในหลายสาขา คือ ศิลปะเกี่ยวกับทัศนศิลป์ และศิลปภาษา ประกอบด้วยภาษาไทย และภาษาต่างประเทศ และเนื่องด้วยวิศวกรรมไม่ได้มีกลุ่มสาระที่ระบุในหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐานอย่างชัดเจน แต่มีหลักการคล้ายกับกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพ ผู้วิจัยจึงนำหลักการ/ตัวชี้วัด มาบูรณาการในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยมีกลุ่มสาระการเรียนรู้ดังนี้

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

จากการศึกษามาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และสาระภูมิศาสตร์ ในกลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 จะเห็นได้ว่าวิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคนทั้งในชีวิตประจำวันและการงานอาชีพต่าง ๆ ตลอดจนเทคโนโลยี เครื่องมือเครื่องใช้และผลผลิตต่าง ๆ ที่มนุษย์ได้ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงาน เหล่านี้ล้วนเป็นผลของความรู้วิทยาศาสตร์ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่น ๆ วิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิธีคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์วิจารณ์ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ ใช้ความรู้และทักษะเพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ รวมทั้งสามารถค้นหาข้อมูลหรือสารสนเทศ ประเมินสารสนเทศ ประยุกต์ใช้ทักษะการคิดเชิงคำนวณและความรู้ด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์ สื่อดิจิทัล เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อแก้ปัญหาในชีวิตจริงอย่างสร้างสรรค์ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (Knowledge-based

society) ดังนั้นทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจ ธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ และมีคุณธรรม (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, หน้า 30)

เรียนรู้อะไรในวิทยาศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้นักเรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการ เชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้และแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย เหมาะสมกับระดับชั้น โดยกำหนดสาระสำคัญไว้ 4 สาระ ดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, หน้า 30)

1. วิทยาศาสตร์ชีวภาพ เรียนรู้เกี่ยวกับชีวิตในสิ่งแวดล้อม องค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต การดำรงชีวิตของมนุษย์และสัตว์ การดำเนินชีวิตของพืช พันธุกรรม ความหลากหลายทางชีวภาพ และวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต

2. วิทยาศาสตร์กายภาพ เรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของสาร การเปลี่ยนแปลงของสาร การเคลื่อนที่ พลังงาน และคลื่น

3. วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ เรียนรู้เกี่ยวกับองค์ประกอบของเอกภพ ปฏิสัมพันธ์ ภายในระบบสุริยะ เทคโนโลยีอวกาศ ระบบโลก การเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยา การเปลี่ยนแปลง ลมฟ้าอากาศ และผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

4. เทคโนโลยี

4.1 การออกแบบและเทคโนโลยี เรียนรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีเพื่อดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และศาสตร์ อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิง วิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสม โดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

4.2 วิทยาการคำนวณ เรียนรู้เกี่ยวกับการคิดเชิงคำนวณ การคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหา เป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ประยุกต์ใช้ความรู้ด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ และการสื่อสารในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

จากการศึกษามาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และสาระภูมิศาสตร์ ในกลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 จะเห็น ได้ว่าคณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เนื่องจาก

คณิตศาสตร์ช่วยให้มนุษย์มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบและถี่ถ้วน ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา ได้อย่างถูกต้องเหมาะสมและสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่น ๆ อันเป็นรากฐานในการพัฒนาทรัพยากรบุคคลของชาติให้มีคุณภาพ และพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศให้ทัดเทียมกับนานาชาติ การศึกษาคณิตศาสตร์จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องเพื่อให้ทันสมัยและสอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจ สังคม และความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว

มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ฉบับนี้จัดทำขึ้น โดยคำนึงถึงการส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เป็นสำคัญ นั่นคือการเตรียมนักเรียนให้มีทักษะด้านการคิดวิเคราะห์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การแก้ปัญหา การคิดสร้างสรรค์ การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ และการสื่อสารอย่างปลอดภัย ซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนรู้เท่าทันการเปลี่ยนแปลงของระบบเศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม และสภาพแวดล้อม สามารถแข่งขันและอยู่ร่วมกับประชาคมโลกได้ ทั้งนี้การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ประสบความสำเร็จนั้น จะต้องเตรียมนักเรียนให้มีความพร้อมที่จะเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ พร้อมทั้งประกอบอาชีพเมื่อจบการศึกษา หรือสามารถศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้น ดังนั้นสถานศึกษาควรจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมตามศักยภาพของนักเรียน (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, หน้า 8)

เรียนรู้อะไรในคณิตศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้จัดเป็น 3 สาระ ได้แก่ จำนวนและพีชคณิต การวัดและเรขาคณิต และสถิติและความน่าจะเป็น (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, หน้า 10)

1. จำนวนและพีชคณิต เรียนรู้เกี่ยวกับระบบจำนวนจริง สมบัติเกี่ยวกับจำนวนจริง อัตราส่วน ร้อยละ การประมาณค่า การแก้ปัญหเกี่ยวกับจำนวน การใช้จำนวนในชีวิตจริง แบบรูป ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน เซต ตรรกศาสตร์ นิพจน์ เอกนาม พหุนาม สมการ ระบบสมการ อสมการ กราฟ ดอกเบี้ยและมูลค่าของเงิน ลำดับและอนุกรม และการนำความรู้เกี่ยวกับจำนวนและพีชคณิตไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

2. การวัดและเรขาคณิต เรียนรู้เกี่ยวกับความยาว ระยะทาง น้ำหนัก พื้นที่ ปริมาตรและความจุ เงินและเวลา หน่วยวัดระบบต่าง ๆ การคาดคะเนเกี่ยวกับการวัด อัตราส่วนตรีโกณมิติ

รูปเรขาคณิตและสมบัติของรูปเรขาคณิต การนี้ภาพ แบบจำลองทางเรขาคณิต ทฤษฎีบททางเรขาคณิต การแปลงทางเรขาคณิตในเรื่องการเลื่อนขนาน การสะท้อน การหมุน และการนำความรู้เกี่ยวกับการวัดและเรขาคณิตไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

3. สถิติและความน่าจะเป็น เรียนรู้เกี่ยวกับการตั้งคำถามทางสถิติ การเก็บรวบรวมข้อมูล การคำนวณค่าสถิติ การนำเสนอและแปลผลสำหรับข้อมูลเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ หลักการนับเบื้องต้น ความน่าจะเป็น การใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นในการอธิบายเหตุการณ์ต่าง ๆ และช่วยในการตัดสินใจ

กลุ่มสาระการเรียนรู้ศิลปะ

กลุ่มสาระการเรียนรู้ศิลปะเป็นกลุ่มสาระที่ช่วยพัฒนาให้นักเรียนมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ มีจินตนาการทางศิลปะ ชื่นชมความงาม มีสุนทรียภาพ ความมีคุณค่า ซึ่งมีเหตุผลต่อคุณภาพชีวิตมนุษย์ กิจกรรมทางศิลปะช่วยพัฒนานักเรียนทั้งด้านร่างกาย จิตใจ สติปัญญา อารมณ์ สังคม ตลอดจนการนำไปสู่การพัฒนาสิ่งแวดล้อม ส่งเสริมให้นักเรียนมีความเชื่อมั่นในตนเอง อันเป็นพื้นฐานในการศึกษาต่อหรือประกอบอาชีพได้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2552)

เรียนรู้อะไรในศิลปะ

กลุ่มสาระการเรียนรู้ศิลปะมุ่งพัฒนาให้นักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจ มีทักษะวิธีการศิลปะ เกิดความซาบซึ้งในคุณค่าของศิลปะ เปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงออกอย่างอิสระ ในศิลปะแขนงต่าง ๆ ประกอบด้วยสาระสำคัญ คือ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2552)

1. ทักษะศิลป์ มีความรู้ความเข้าใจองค์ประกอบศิลป์ ทักษะธาตุ สร้างและนำเสนอผลงานทางทัศนศิลป์จากจินตนาการ โดยสามารถใช้อุปกรณ์ที่เหมาะสม รวมทั้งสามารถใช้เทคนิค วิธีการของศิลปินในการสร้างงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ วิเคราะห์ วิพากษ์วิจารณ์คุณค่างานทัศนศิลป์ เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างทัศนศิลป์ ประวัติศาสตร์ และวัฒนธรรม เห็นคุณค่างานศิลปะที่เป็นมรดกทางวัฒนธรรม ภูมิปัญญาท้องถิ่น ภูมิปัญญาไทยและสากล ชื่นชมและประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน

2. ดนตรี มีความรู้ความเข้าใจองค์ประกอบดนตรี แสดงออกทางดนตรีอย่างสร้างสรรค์ วิเคราะห์ วิพากษ์วิจารณ์คุณค่าดนตรี ถ่ายทอดความรู้สึกทางดนตรีอย่างอิสระ ชื่นชม และประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างดนตรี ประวัติศาสตร์ และวัฒนธรรม เห็นคุณค่าดนตรีที่เป็นมรดกทางวัฒนธรรม ภูมิปัญญาท้องถิ่น ภูมิปัญญาไทยและสากล ร้องเพลง และเล่นดนตรีในรูปแบบต่าง ๆ แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับดนตรี แสดงความรู้สึกที่มีต่อดนตรีในเชิงสุนทรีย์ เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างดนตรีกับประเพณีวัฒนธรรมและเหตุการณ์ในประวัติศาสตร์

3. นาฏศิลป์ มีความรู้ความเข้าใจองค์ประกอบนาฏศิลป์ แสดงออกทางนาฏศิลป์อย่างสร้างสรรค์ ใช้ศัพท์เบื้องต้นทางนาฏศิลป์ วิเคราะห์ วิพากษ์วิจารณ์คุณค่านาฏศิลป์ ถ่ายทอดความรู้สึก ความคิดอย่างอิสระ สร้างสรรค์การเคลื่อนไหวในรูปแบบต่าง ๆ ประยุกต์ใช้นาฏศิลป์ในชีวิตประจำวัน เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างนาฏศิลป์กับประวัติศาสตร์ วัฒนธรรม เห็นค่าของนาฏศิลป์ที่เป็นมรดกทางวัฒนธรรม ภูมิปัญญาท้องถิ่น ภูมิปัญญาไทยและสากล

กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทย

ภาษาไทยเป็นเอกลักษณ์ของชาติเป็นสมบัติทางวัฒนธรรม อันก่อให้เกิดความเป็นเอกภาพ และเสริมสร้างบุคลิกภาพของคนในชาติให้มีความเป็นไทย เป็นเครื่องมือในการติดต่อสื่อสาร เพื่อสร้างความเข้าใจและความสัมพันธ์ที่ดีต่อกัน ทำให้สามารถประกอบธุรกิจ การงาน และดำรงชีวิตร่วมกันในสังคมประชาธิปไตยได้อย่างสันติสุข และเป็นเครื่องมือในการแสวงหาความรู้ ประสบการณ์จากแหล่งข้อมูลสารสนเทศต่าง ๆ เพื่อพัฒนาความรู้ กระบวนการคิดวิเคราะห์ วิเคราะห์ และสร้างสรรค์ ตลอดจนนำไปใช้ในการพัฒนาอาชีพให้มีความมั่นคงทางเศรษฐกิจ นอกจากนี้ยังเป็นสื่อแสดงภูมิปัญญาของบรรพบุรุษด้านวัฒนธรรม ประเพณี สุนทรียภาพ เป็นสมบัติล้ำค่าควรแก่การเรียนรู้ อนุรักษ์ และสืบสานให้คงอยู่คู่ชาติไทยตลอดไป (กระทรวงศึกษาธิการ, 2552)

เรียนรู้อะไรในภาษาไทย

ภาษาไทยเป็นทักษะที่ต้องฝึกฝนจนเกิดความชำนาญในการใช้ภาษาเพื่อการสื่อสาร การเรียนรู้ต้องมีประสิทธิภาพ และเพื่อนำไปใช้ในชีวิตจริง โดยมีสาระสำคัญดังนี้

1. การอ่าน การอ่านออกเสียงคำ ประโยค การอ่านบทร้อยแก้ว คำประพันธ์ชนิดต่าง ๆ การอ่านในใจเพื่อสร้างความเข้าใจ และการคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ความรู้จากสิ่งที่อ่าน เพื่อนำไปปรับใช้ในชีวิตประจำวัน
2. การเขียน การเขียนสะกดคำตามอักขรวิธี การเขียนสื่อสารรูปแบบต่าง ๆ การเขียนเรียงความ ย่อความ เขียนรายงานจากการศึกษาค้นคว้า เขียนตามจินตนาการ เขียนวิเคราะห์วิจารณ์ และเขียนเชิงสร้างสรรค์
3. การฟัง การดู และการพูด การฟังและดูอย่างมีวิจารณญาณ การพูดแสดงความคิดเห็น ความรู้สึก พูดลำดับเรื่องราวต่าง ๆ อย่างเป็นเหตุเป็นผล การพูดในโอกาสต่าง ๆ ทั้งเป็นทางการและไม่เป็นทางการ และการพูดเพื่อโน้มน้าวใจ
4. หลักการใช้ภาษาไทย ศึกษาธรรมชาติและกฎเกณฑ์ของภาษาไทย การใช้ภาษาให้ถูกต้องเหมาะสมกับโอกาสและบุคคล การแต่งบทประพันธ์ประเภทต่าง ๆ และอิทธิพลของภาษาต่างประเทศในภาษาไทย

5. วรรณคดีและวรรณกรรม วิเคราะห์วรรณคดีและวรรณกรรมเพื่อศึกษาข้อมูลแนวคิด คุณค่าของงานประพันธ์ และเพื่อความเพลิดเพลิน การเรียนรู้และทำความเข้าใจบทเห่ บทร้องเล่นของเด็ก ค่านิยม ขนบธรรมเนียมประเพณี เรื่องราวของสังคมในอดีต และความงดงามของภาษา เพื่อให้เกิดความซาบซึ้งและภูมิใจในบรรพบุรุษที่ได้ส่งสืบทอดมาจนถึงปัจจุบัน

กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาต่างประเทศ

การเรียนรู้ภาษาต่างประเทศมีความสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งในชีวิตประจำวัน เนื่องจากเป็นเครื่องมือในการติดต่อสื่อสาร การศึกษา การแสวงหาความรู้ การประกอบอาชีพ การสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับวัฒนธรรมและวิถีทัศน์ของชุมชนโลก และตระหนักถึงความหลากหลายทาง วัฒนธรรมและมุมมองของสังคมโลก นำมาซึ่งมิตรไมตรีและความร่วมมือกับประเทศต่าง ๆ ช่วยพัฒนานักเรียนให้มีความเข้าใจตนเองและผู้อื่นดีขึ้น เรียนรู้และเข้าใจความแตกต่างของภาษา และวัฒนธรรมขนบธรรมเนียม ประเพณี การคิด สังคม เศรษฐกิจ การเมือง การปกครอง มีเจตคติที่ดีต่อการใช้ภาษาต่างประเทศ และการใช้ภาษาต่างประเทศเพื่อการสื่อสารได้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2552)

เรียนรู้อะไรในภาษาต่างประเทศ

กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาต่างประเทศ มุ่งหวังให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อ ภาษาต่างประเทศ สามารถใช้ภาษาต่างประเทศสื่อสารในสถานการณ์ต่าง ๆ แสวงหาความรู้ ประกอบอาชีพ และศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้น ประกอบด้วยสาระสำคัญ ดังนี้

1. ภาษาเพื่อการสื่อสาร การใช้ภาษาต่างประเทศในการฟัง พูด อ่าน เขียน แลกเปลี่ยน ข้อมูล ข่าวสาร แสดงความรู้สึกและความคิดเห็น ดีความ นำเสนอข้อมูล ความคิดรวบยอดและความคิดเห็นในเรื่องต่าง ๆ และสร้างความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลอย่างเหมาะสม

2. ภาษาและวัฒนธรรม การใช้ภาษาต่างประเทศตามวัฒนธรรมของเจ้าของภาษา ความสัมพันธ์ ความเหมือน ความแตกต่างระหว่างภาษาและวัฒนธรรมของเจ้าของภาษากับภาษา และวัฒนธรรมไทย และนำไปใช้อย่างเหมาะสม

3. ภาษากับความสัมพันธ์กับกลุ่มสาระการเรียนรู้อื่น การใช้ภาษาต่างประเทศในการ เชื่อมโยงความรู้กับกลุ่มสาระการเรียนรู้อื่น เป็นพื้นฐานในการพัฒนา แสวงหาความรู้และเปิดโลกทัศน์ของตน

4. ภาษากับความสัมพันธ์กับชุมชนและโลก การใช้ภาษาต่างประเทศในสถานการณ์ต่าง ๆ ทั้งในห้องเรียนและนอกห้องเรียน ชุมชน และสังคมโลก เป็นเครื่องมือพื้นฐานในการศึกษาต่อ ประกอบอาชีพ และแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับสังคมโลก

กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี

กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี เป็นกลุ่มสาระที่ช่วยพัฒนาให้นักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจ มีทักษะพื้นฐานที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิต สามารถนำความรู้เกี่ยวกับการดำรงชีวิต การอาชีพ มาประยุกต์ใช้ในการทำงานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ รักการทำงาน และมีเจตคติที่ดีต่อการทำงาน สามารถดำรงชีวิตอยู่ในสังคมได้อย่างพอเพียงและมีความสุข (กระทรวงศึกษาธิการ, 2552)

เรียนรู้อะไรในการงานอาชีพและเทคโนโลยี

กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี มุ่งพัฒนานักเรียนแบบองค์รวม เพื่อให้มีความรู้ความสามารถ มีทักษะในการทำงาน เห็นแนวทางในการประกอบอาชีพและการศึกษาต่อได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีสาระสำคัญ ดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2552)

1. การดำรงชีวิตและครอบครัว เป็นสาระเกี่ยวกับการทำงานในชีวิตประจำวัน การช่วยเหลือตนเอง ครอบครัว และสังคมได้ ในสภาพเศรษฐกิจที่พอเพียง ไม่ทำลายสิ่งแวดล้อม เน้นการปฏิบัติจริงจนเกิดความมั่นใจและภูมิใจในผลสำเร็จของงาน เพื่อให้ค้นพบความสามารถ ความถนัด และความสนใจของตนเอง
2. การอาชีพ เป็นสาระเกี่ยวกับทักษะที่จำเป็นต่ออาชีพ เห็นความสำคัญของคุณธรรม จริยธรรม และเจตคติที่ดีต่ออาชีพ ใช้เทคโนโลยีได้เหมาะสม เห็นคุณค่าของอาชีพสุจริต และเห็นแนวทางในการประกอบอาชีพ

หลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนบ้านแหลมแท่น

วิสัยทัศน์หลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนบ้านแหลมแท่น

หลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนบ้านแหลมแท่นกำหนดวิสัยทัศน์หลักสูตรตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 มุ่งเน้นจัดการศึกษาให้มีคุณภาพตามมาตรฐานการศึกษา โดยยึดหลักการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ พัฒนานักเรียนให้เป็นมนุษย์ที่มีความสมบูรณ์ทั้งด้านร่างกาย อารมณ์ สังคมและจิตใจ ตระหนักถึงการเป็นพลเมืองไทยและพลเมืองโลก ที่ดี มีคุณธรรม ยึดมั่นในการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข สามารถอ่าน คิด วิเคราะห์ เขียน ใช้เทคโนโลยี รักสิ่งแวดล้อม และสืบสานประเพณี วัฒนธรรมภูมิปัญญาไทย มีความรู้และทักษะพื้นฐานสามารถใช้นวัตกรรมและเทคโนโลยีรวมทั้งเจตคติที่จำเป็นต่อการศึกษาในการประกอบอาชีพและการศึกษาตลอดชีวิตโดยมุ่งเน้นนักเรียนเป็นสำคัญบนพื้นฐานความเชื่อว่าทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้เต็มตามศักยภาพ

จุดมุ่งหมาย

1. พัฒนานักเรียนให้เป็นบุคคลที่มีคุณธรรมนำความรู้ตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง
2. พัฒนาทักษะนักเรียนครอบคลุมทุกด้านเต็มศักยภาพตามความถนัดโดยเน้นนักเรียนเป็นสำคัญ
3. ส่งเสริมให้นักเรียนได้รับการศึกษาที่มีคุณภาพตามมาตรฐานการศึกษาขั้นพื้นฐาน
4. ส่งเสริมให้มีการรักชาติ มีจิตสำนึกในการเป็นพลเมืองไทยและพลโลก ยึดมั่นในวิถีชีวิตไทย และการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข
5. มีจิตสำนึกในการอนุรักษ์และภูมิปัญญาไทย การอนุรักษ์และพัฒนาสิ่งแวดล้อม มีจิตสาธารณะ และสร้างสิ่งที่ดีงามในสถานศึกษา สังคม และอยู่ร่วมกันอย่างมีความสุข

โครงสร้างหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนบ้านแหลมแท่น

หลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนบ้านแหลมแท่นได้กำหนดโครงสร้างของหลักสูตรสถานศึกษา ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) เพื่อให้ผู้สอนและผู้ที่เกี่ยวข้องในการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรของสถานศึกษามีแนวปฏิบัติ ดังนี้

1. ระดับการศึกษาประถมศึกษา (ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-6) การศึกษาระดับนี้เป็นช่วงแรกของการศึกษาภาคบังคับ มุ่งเน้นทักษะพื้นฐานด้านการอ่าน การเขียน การคิดคำนวณ ทักษะการคิดพื้นฐาน การติดต่อสื่อสาร กระบวนการเรียนรู้ทางสังคม และพื้นฐานความเป็นมนุษย์ การพัฒนาระดับคุณภาพชีวิตอย่างสมบูรณ์และสมดุลทั้งในด้านร่างกาย สติปัญญา อารมณ์ สังคม และวัฒนธรรม โดยเน้นการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ

2. สาระการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ในหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนบ้านแหลมแท่น ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้กำหนดไว้ในหลักสูตร ประกอบด้วยองค์ความรู้ ทักษะหรือกระบวนการเรียนรู้ และคุณลักษณะหรือค่านิยม คุณธรรม จริยธรรมของนักเรียน 8 กลุ่ม คือ

- 2.1 ภาษาไทย
- 2.2 คณิตศาสตร์
- 2.3 วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
- 2.4 สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม
- 2.5 สุขศึกษาและพลศึกษา
- 2.6 ศิลปะ
- 2.7 ภาษาอังกฤษ

2.8 ภาษาอังกฤษ

3. กิจกรรมพัฒนานักเรียน (ตามคำสั่งสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ที่ 922/2561 เรื่อง การปรับปรุงโครงสร้างเวลาเรียน ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551) จำนวน 120 ชั่วโมง โดยมุ่งให้นักเรียนได้พัฒนาตนเองตามศักยภาพ พัฒนาอย่างรอบด้านเพื่อความเป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ ทั้งร่างกาย สติปัญญา อารมณ์ และสังคม เสริมสร้างให้เป็นผู้มีศีลธรรม จริยธรรม มีระเบียบวินัย ปลูกฝังและสร้างจิตสำนึกของการทำประโยชน์เพื่อสังคม สามารถจัดการตนเองได้ และอยู่ร่วมกับผู้อื่นอย่างมีความสุข แบ่งเป็น 3 ลักษณะ ดังนี้

3.1 กิจกรรมแนะแนว เป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมและพัฒนานักเรียนให้รู้จักตนเอง รู้รักษ์สิ่งแวดล้อม สามารถคิดตัดสินใจ คิดแก้ปัญหา กำหนดเป้าหมาย วางแผนชีวิตทั้งด้านการเรียน และอาชีพ สามารถปรับตัวได้อย่างเหมาะสม นอกจากนี้ยังช่วยให้ครูรู้จักและเข้าใจนักเรียน ทั้งยังเป็นกิจกรรมที่ช่วยเหลือและให้คำปรึกษาแก่ผู้ปกครองในการมีส่วนร่วมพัฒนานักเรียน

3.2 กิจกรรมนักเรียน เป็นกิจกรรมที่มุ่งพัฒนาความมีระเบียบวินัย ความเป็นผู้นำ ผู้ตามที่ดี ความรับผิดชอบ การทำงานร่วมกัน การรู้จักแก้ปัญหา การตัดสินใจที่เหมาะสม ความมีเหตุผล การช่วยเหลือแบ่งปันกัน เอื้ออาทร และสมานฉันท์ โดยจัดให้สอดคล้องกับความสามารถ ความถนัด และความสนใจของนักเรียน ให้ได้ปฏิบัติด้วยตนเองในทุกขั้นตอน ได้แก่ การศึกษา วิเคราะห์วางแผน ปฏิบัติตามแผน ประเมินและปรับปรุงการทำงาน เน้นการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม ตามความเหมาะสมและสอดคล้องกับวุฒิภาวะของนักเรียน บริบทของสถานศึกษาและท้องถิ่น ประกอบด้วย

3.2.1 กิจกรรมลูกเสือ - เนตรนารี

3.2.2 กิจกรรมส่งเสริมจริยธรรม

3.3 กิจกรรมเพื่อสังคมและสาธารณประโยชน์ เป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมให้นักเรียนบำเพ็ญตนให้เป็นประโยชน์ต่อสังคม ชุมชน และท้องถิ่นตามความสนใจในลักษณะอาสาสมัคร เพื่อแสดงถึงความรับผิดชอบ ความดีงาม ความเสียสละต่อสังคม มีจิตสาธารณะ

4. เวลาเรียนหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนบ้านแหลมแท่น (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) (ตามคำสั่งสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ที่ 922/2561 เรื่อง การปรับปรุงโครงสร้างเวลาเรียน ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551) ดังนี้

4.1 เวลาเรียนพื้นฐานแต่ละกลุ่มสาระมีความสอดคล้องกับบริบท จุดเน้นของสถานศึกษา และศักยภาพของนักเรียน โดยจัดเวลาเรียนพื้นฐานสำหรับสาระประวัติศาสตร์ 40 ชั่วโมงต่อปี และเวลารวมพื้นฐานรวม 840 ชั่วโมงต่อปี

4.2 เวลาเรียนเพิ่มเติม โดยจัดเป็นรายวิชาเพิ่มเติม หรือกิจกรรมเพิ่มเติมให้สอดคล้องกับจุดเน้นและความพร้อมของสถานศึกษา และเกณฑ์การจบหลักสูตร เฉพาะระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 สถานศึกษาอาจจัดให้เป็นเวลาสำหรับกลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทยและคณิตศาสตร์

หลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

หลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนบ้านแหลมแท่นได้กำหนดหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (รหัสวิชา ว14101) ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ประกอบไปด้วย คำอธิบายรายวิชา รหัสตัวชี้วัด และโครงสร้างรายวิชา ดังต่อไปนี้

คำอธิบายรายวิชา

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

รหัสวิชา ว14101

เวลา 80 ชั่วโมง / ปี

ศึกษา วิเคราะห์ หน้าที่ของราก ลำต้น ใบ และดอกของพืชดอก ส่วนประกอบของพืช ดอก ความแตกต่างของลักษณะของสิ่งมีชีวิตออกเป็น กลุ่มพืช กลุ่มสัตว์ และกลุ่มที่ไม่ใช่พืชและสัตว์ จำแนกพืชออกเป็นพืชดอกและพืชไม่มีดอก จำแนกสัตว์ออกเป็นสัตว์มีกระดูกสันหลังและสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง ลักษณะเฉพาะของสัตว์มีกระดูกสันหลังในกลุ่มปลา กลุ่มสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก กลุ่มสัตว์เลื้อยคลาน กลุ่มนก และกลุ่มสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ตัวอย่างของสัตว์ในแต่ละกลุ่ม สมบัติทางกายภาพของวัสดุจากการทดลองและระบุนำสมบัติของวัสดุไปใช้ใน ชีวิตประจำวัน โดยผ่านกระบวนการออกแบบชิ้นงาน แลกเปลี่ยนความคิดกับผู้อื่น โดยการอภิปราย เกี่ยวกับสมบัติทางกายภาพของวัสดุอย่างด้านความแข็ง สภาพความยืดหยุ่น การนำความร้อน การนำไฟฟ้าของวัสดุ สมบัติของสสารทั้ง 3 สถานะ การสังเกต มวล การต้องการที่อยู่ รูปร่างและ ปริมาตรของสสาร เครื่องมือที่ใช้วัดมวลและปริมาตรของสสาร ทั้ง 3 สถานะ ผลของแรงโน้มถ่วงที่มีต่อวัตถุ การใช้เครื่องชั่งสปริงในการวัดน้ำหนักของวัตถุ มวลของวัตถุที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลง การเคลื่อนที่ของวัตถุ วัตถุที่เป็นตัวกลางโปร่งใส ตัวกลางโปร่งแสง และวัตถุทึบแสง ลักษณะการมองเห็นผ่านวัตถุ แบบรูปเส้นทางการขึ้นและตกของดวงจันทร์ แบบจำลองอธิบายแบบรูปการเปลี่ยนแปลงรูปร่างปรากฏของดวงจันทร์ และพยากรณ์รูปร่างปรากฏของดวงจันทร์ แบบจำลอง แสดงองค์ประกอบของระบบสุริยะ และเปรียบเทียบคาบ การโคจรของดาวเคราะห์ต่าง ๆ จากแบบจำลอง

ใช้เหตุผลเชิงตรรกะในการแก้ปัญหา การอธิบายการทำงาน การคาดการณ์ผลลัพธ์ จากปัญหาอย่างง่าย ออกแบบ และเขียนโปรแกรมอย่างง่าย โดยใช้ซอฟต์แวร์ หรือสื่อ และตรวจหาข้อผิดพลาดและแก้ไขใช้อินเทอร์เน็ตค้นหาความรู้ รวบรวม ประเมิน นำเสนอข้อมูลและ

สารสนเทศ โดยใช้ซอฟต์แวร์ที่หลากหลาย เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศอย่างปลอดภัย เข้าใจสิทธิและหน้าที่ของตน เคารพในสิทธิของผู้อื่น

โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ การสืบค้นข้อมูล การเปรียบเทียบข้อมูลจากหลักฐานเชิงประจักษ์ และการอภิปรายเพื่อให้เกิดความรู้ ความคิด ความเข้าใจสามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ มีความสามารถในการตัดสินใจ นำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน มีจิตวิทยาศาสตร์มีจริยธรรม คุณธรรมและค่านิยมที่เหมาะสม

รหัสตัวชี้วัด

มาตรฐาน ว 1.2	ป.4/1
มาตรฐาน ว 1.3	ป.4/1, ป.4/2, ป.4/3, ป.4/4
มาตรฐาน ว 2.1	ป.4/1, ป.4/2, ป.4/3, ป.4/4
มาตรฐาน ว 2.2	ป.4/1, ป.4/2, ป.4/3
มาตรฐาน ว 2.3	ป.4/1
มาตรฐาน ว 3.1	ป.4/1 , ป.4/2, ป.4/3
มาตรฐาน ว 4.2	ป.4/1, ป.4/2, ป.4/3, ป.4/4, ป.4/5
รวม 21 ตัวชี้วัด	

โครงสร้างรายวิชา

ตารางที่ 1 โครงสร้างรายวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 รหัสวิชา ว 14101 เวลา 80 ชั่วโมง

ชื่อหน่วย	มาตรฐาน/ ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	เวลา (ชั่วโมง)
1. พืชดอก	ว 1.2 ป.4/1	1. ส่วนต่าง ๆ ของพืชดอกทำหน้าที่แตกต่างกัน	10
2. สิ่งมีชีวิตและการจำแนกพืช และสัตว์	ว 1.3 ป.4/1, ป.4/2, ป.4/3, ป.4/4	1. สิ่งมีชีวิตมีหลายชนิด สามารถจัดกลุ่มได้ โดยใช้ความเหมือนและความแตกต่างของลักษณะต่าง ๆ เช่น กลุ่มพืช กลุ่มสัตว์ และกลุ่มที่ไม่ใช่พืชและสัตว์ 2. การจำแนกพืช สามารถใช้การมีดอกเป็นเกณฑ์ในการจำแนกได้ เป็นพืชดอกและพืชไม่มีดอก	12

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ชื่อหน่วย	มาตรฐาน/ ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	เวลา (ชั่วโมง)
		<p>3. การจำแนกสัตว์ สามารถใช้การมีกระดูกสันหลังเป็นเกณฑ์ในการจำแนกได้ เป็นสัตว์มีกระดูกสันหลังและสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง</p> <p>4. สัตว์มีกระดูกสันหลังมีหลายกลุ่ม ได้แก่ กลุ่มปลา กลุ่มสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก กลุ่มนก กลุ่มสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม และกลุ่มสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม</p>	
3. สมบัติทางกายภาพของวัสดุและสถานะของสสาร	ว 2.1 ป.4/1, ป.4/2, ป.4/3, ป.4/4	<p>1. วัสดุแต่ละชนิดมีสมบัติทางกายภาพแตกต่างกัน วัสดุที่มีความแข็งจะทนต่อแรงขูดขีด วัสดุที่มีสภาพยืดหยุ่นจะเปลี่ยนแปลงรูปร่างเมื่อมีแรงกระทำและกลับสภาพเดิมได้ วัสดุที่นำความร้อนจะร้อนได้เร็วเมื่อได้รับความร้อนและวัสดุที่นำไฟฟ้าได้จะให้กระแสไฟฟ้าผ่านได้ ดังนั้นจึงอาจนำสมบัติต่าง ๆ มาพิจารณาเพื่อใช้ในกระบวนการออกแบบชิ้นงานเพื่อใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน</p> <p>2. วัสดุเป็นสสารเพราะมีมวลและต้องการที่อยู่ สสารมีสถานะเป็นของแข็ง ของเหลว หรือแก๊สของแข็ง มีปริมาตรและรูปร่างคงที่ ของเหลวมีปริมาตรคงที่ แต่มีรูปร่างเปลี่ยนไปตามภาชนะ เฉพาะส่วนที่บรรจุของเหลว ส่วนแก๊สมีปริมาตรและรูปร่างเปลี่ยนไปตามภาชนะที่บรรจุ</p>	12
4. แรงโน้มถ่วง น้ำหนัก และมวล	ว 2.2 ป.4/1, ป.4/2, ป.4/3	<p>1. แรงโน้มถ่วงของโลกเป็นแรงดึงดูดที่โลกกระทำต่อวัตถุ มีทิศทางเข้าสู่ศูนย์กลางโลก และเป็นแรงไม่สัมผัส แรงดึงดูดที่โลกกระทำกับวัตถุหนึ่ง ๆ ทำให้วัตถุตกลงสู่พื้นโลก และทำให้วัตถุมีน้ำหนัก วัตถุน้ำหนักของวัตถุได้จากเครื่องชั่งสปริง</p>	10

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ชื่อหน่วย	มาตรฐาน/ ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	เวลา (ชั่วโมง)
		<p>น้ำหนักของวัตถุขึ้นกับมวลของวัตถุ โดยวัตถุที่มีมวลมากจะมีน้ำหนักมาก วัตถุที่มีมวลน้อยจะมีน้ำหนักน้อย</p> <p>2. มวล คือ ปริมาณเนื้อของสสารทั้งหมดที่ประกอบกันเป็นวัตถุ ซึ่งมีผลต่อความยากง่ายในการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ของวัตถุ วัตถุที่มีมวลมากจะเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ได้ยากกว่า วัตถุที่มีมวลน้อย ดังนั้นมวลของวัตถุนอกจากจะหมายถึงเนื้อทั้งหมดของวัตถุนั้นแล้วยังหมายถึงการต้านการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ของวัตถุนั้นด้วย</p>	
5. ตัวกลางของแสง	ว 2.3 ป.4/1	<p>1. เมื่อมองสิ่งต่าง ๆ โดยมีวัตถุต่างชนิดกันมาบังแสงจะทำให้ลักษณะการมองเห็นสิ่งนั้น ๆ ชัดเจนต่างกัน จึงจำแนกวัตถุที่มากันออกเป็นตัวกลางโปร่งใส ซึ่งทำให้มองเห็นสิ่งต่าง ๆ ได้ชัดเจน ตัวกลางโปร่งแสงทำให้มองเห็นสิ่งต่าง ๆ ได้ไม่ชัดเจน และวัตถุทึบแสงทำให้มองไม่เห็นสิ่งต่าง ๆ นั้น</p>	8
6. ดวงจันทร์ของโลก	ว 3.1 ป.4/1, ป.4/2, ป.4/3	<p>1. ดวงจันทร์เป็นบริวารของโลก โดยดวงจันทร์หมุนรอบตัวเองขณะโคจรรอบโลก ขณะที่โลกก็หมุนรอบตัวเองด้วยเช่นกัน การหมุนรอบตัวเองของโลกจากทิศตะวันตกไปทิศตะวันออกในทิศทางทวนเข็มนาฬิกาเมื่อมองจากขั้วโลกเหนือ ทำให้มองเห็นดวงจันทร์ปรากฏขึ้นทางด้านทิศตะวันออกและตกทางด้านทิศตะวันตก หมุนเวียนเป็นแบบรูปซ้ำ ๆ</p>	10

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ชื่อหน่วย	มาตรฐาน/ ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	เวลา (ชั่วโมง)
		<p>2. ดวงจันทร์เป็นวัตถุที่เป็นทรงกลม แต่รูปร่างของดวงจันทร์ที่มองเห็นหรือรูปร่างปรากฏของดวงจันทร์บนท้องฟ้าแตกต่างกันไปในแต่ละวัน โดยในแต่ละวันดวงจันทร์จะมีรูปร่างปรากฏเป็นเสี้ยวที่มีขนาดเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องจนเต็มดวง จากนั้นรูปร่างปรากฏของดวงจันทร์จะแห้วและมีขนาดลดลงอย่างต่อเนื่องจนมองไม่เห็นดวงจันทร์ จากนั้นรูปร่างปรากฏของดวงจันทร์จะเป็นเสี้ยวใหญ่ขึ้นจนเต็มดวงอีกครั้ง</p> <p>การเปลี่ยนแปลงเช่นนี้เป็นแบบรูปซ้ำกันทุกเดือน</p> <p>3. ระบบสุริยะเป็นระบบที่มีดวงอาทิตย์เป็นศูนย์กลางและมีบริวารประกอบด้วย ดาวเคราะห์แปดดวงและบริวาร ซึ่งดาวเคราะห์แต่ละดวงมีขนาดและระยะห่างจากดวงอาทิตย์แตกต่างกัน และยังประกอบด้วย ดาวเคราะห์แคระ ดาวเคราะห์น้อย ดาวหาง และวัตถุขนาดเล็กอื่น ๆ โคจรอยู่รอบดวงอาทิตย์ วัตถุขนาดเล็กอื่น ๆ เมื่อเข้ามาในชั้นบรรยากาศเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลกทำให้เกิดเป็นดาวตกหรือผีพุ่งไต้และอุกกาบาต</p>	
7. เทคโนโลยีสารสนเทศ	ว 4.2 ป.4/1, ป.4/2, ป.4/3, ป.4/4, ป.4/5	<p>1. การใช้เหตุผลเชิงตรรกะในการแก้ปัญหา การอธิบายการทำงาน การคาดการณ์ผลลัพธ์ จากปัญหาอย่างง่าย</p> <p>2. การออกแบบ และเขียนโปรแกรมอย่างง่าย โดยใช้ซอฟต์แวร์หรือสื่อ และตรวจหาข้อผิดพลาดและแก้ไข</p>	18

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ชื่อหน่วย	มาตรฐาน/ ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	เวลา (ชั่วโมง)
		3. การใช้อินเทอร์เน็ตค้นหาความรู้ และประเมิน ความน่าเชื่อถือของข้อมูล	
		4. การรวบรวมข้อมูล ประเมิน นำเสนอข้อมูลและ สารสนเทศ โดยใช้ซอฟต์แวร์ที่หลากหลาย เพื่อ แก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน	
		5. การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศอย่างปลอดภัย เข้าใจสิทธิและหน้าที่ของตน เคารพในสิทธิของ ผู้อื่น แฉงผู้เกี่ยวข้องเมื่อพบข้อมูลหรือบุคคลที่ไม่ เหมาะสม	
รวมทั้งสิ้น			80

จากการศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนบ้านแหลมแทน ผู้วิจัยได้วิเคราะห์เนื้อหาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม จะเป็นการบูรณาการเนื้อหาสาระจากวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี ศิลปะ และคณิตศาสตร์ โดยจะใช้วิชาวิทยาศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 สมบัติทางกายภาพของวัสดุและสถานะของสสารเป็นหลัก และนำเนื้อหาบางส่วนและเทคโนโลยี ศิลปะ และคณิตศาสตร์ มาบูรณาการเข้าไปในวิทยาศาสตร์ เนื่องจากเนื้อหาในหน่วยที่ 3 สามารถนำไปบูรณาการกับวิชาอื่นได้และไม่ยากเกินไปสำหรับนักเรียนที่จะเรียนรู้ด้วยวิธีการใหม่ ๆ ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 2 การวิเคราะห์ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางสำหรับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการตามแนวคิดสะเต็ม หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 สมบัติทางกายภาพของวัสดุและสถานะของสสาร

การบูรณาการ	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
วิทยาศาสตร์ (Science: S) สมบัติทางกายภาพ ของวัสดุและสถานะ ของสสาร	ว 2.1 ป.4/1 เปรียบเทียบสมบัติทาง กายภาพด้านความแข็ง สภาพ ยืดหยุ่น การนำความร้อน และการ นำไฟฟ้าของวัสดุโดยใช้หลักฐาน เชิงประจักษ์จากการทดลองและ ระบุนำสมบัติเรื่องความแข็ง สภาพยืดหยุ่น การนำความร้อน และการนำไฟฟ้าของวัสดุไปใช้ใน ชีวิตประจำวันผ่านกระบวนการ ออกแบบชิ้นงาน ว 2.2 ป.4/2 แลกเปลี่ยนความคิด กับผู้อื่น โดยการอภิปรายเกี่ยวกับ สมบัติทางกายภาพของวัสดุอย่างมี เหตุผลจากการทดลอง ว 2.1 ป.4/3 เปรียบเทียบสมบัติของ สสารทั้ง 3 สถานะ จากข้อมูลที่ได้ จากการสังเกตมวล การต้องการที่ อยู่ รูปร่าง และปริมาตรของสสาร ว 2.2 ป.4/4 ใช้เครื่องมือเพื่อวัด มวล และปริมาตรของสสารทั้ง 3 สถานะ	วัสดุแต่ละชนิดมีสมบัติทาง กายภาพแตกต่างกัน วัสดุที่มีความ แข็งจะทนต่อแรงขูดขีด วัสดุที่ สภาพยืดหยุ่นจะเปลี่ยนแปลง รูปร่างเมื่อมีแรงมากระทำและกลับ สภาพเดิมได้ วัสดุที่นำความร้อน จะร้อนได้เร็วเมื่อได้รับความร้อน และวัสดุที่นำไฟฟ้าได้จะให้ กระแสไฟฟ้าผ่านได้ ดังนั้นจึงอาจ นำสมบัติต่าง ๆ มาพิจารณาเพื่อใช้ ในกระบวนการออกแบบชิ้นงาน เพื่อใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน วัสดุเป็นสสารเพราะมีมวลและ ต้องการที่อยู่ สสารมีสถานะเป็น ของแข็ง ของเหลว หรือแก๊ส ของแข็งมีปริมาตรและรูปร่างคงที่ ของเหลวมีปริมาตรคงที่ แต่รูปร่าง เปลี่ยนไปตามภาชนะเฉพาะส่วนที่ บรรจุของเหลว ส่วนแก๊สมี ปริมาตรและรูปร่างเปลี่ยนไปตาม ภาชนะที่บรรจุ

ตารางที่ 2 (ต่อ)

การบูรณาการ	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
เทคโนโลยี (Technology: T) - สืบค้น และ รวบรวมข้อมูล ประโยชน์ของ สมบัติทางกายภาพ แต่ละด้าน - เทคโนโลยีในการ จับเวลา - ผู้สอนใช้ เทคโนโลยีในการ นำเสนอข้อมูล	ว 8.2 ป.4/3 ใช้อินเทอร์เน็ตค้นหา ความรู้ และประเมินความ น่าเชื่อถือของข้อมูล ว 8.2 ป.4/4 รวบรวม ประเมิน นำเสนอข้อมูลและสารสนเทศ โดย ใช้ซอฟต์แวร์ที่หลากหลาย เพื่อ แก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน	- การใช้คำค้นที่ตรงประเด็น กระชับ จะทำให้ได้ผลลัพธ์ที่ รวดเร็วและตรงตามความต้องการ - การประเมินความน่าเชื่อถือของ ข้อมูลอาจพิจารณาประเภทของ เว็บไซต์ - การรวบรวมข้อมูลทำได้โดย กำหนดหัวข้อที่ต้องการ เตรียม อุปกรณ์ในการจดบันทึก - การนำเสนอข้อมูลจะต้องนำ ข้อมูลมาเรียบเรียง สรุปเป็นภาษา ของตนเอง และนำเสนอข้อมูลทำ ได้หลายลักษณะตามความ เหมาะสม เช่น การบอกเล่า
วิศวกรรม (Engineering: E) - อธิบายวิธีการ ทดลองตาม กระบวนการทำงาน	ง 1.1 ป.4/1 อธิบายเหตุผลในการ ทำงานให้บรรลุเป้าหมาย	- การทำงานให้บรรลุเป้าหมายเป็น การทำงานตามลำดับอย่างเป็น ขั้นตอนตามกระบวนการทำงาน
ศิลปะ (Art: A) - จำแนกทัศนธาตุ ของสิ่งต่าง ๆ	ศ 1.1 ป.4/3 จำแนกทัศนธาตุของ สิ่งต่าง ๆ ในธรรมชาติสิ่งแวดล้อม และงานทัศนศิลป์ โดยเน้นเรื่อง เส้น สี รูปร่าง รูปทรง พื้นผิว และ พื้นที่ว่าง	- เส้น สี รูปร่าง รูปทรง พื้นผิว และ พื้นที่ว่าง ในธรรมชาติสิ่งแวดล้อม และงานทัศนศิลป์
- ใช้ทักษะพื้นฐาน ในการใช้วัสดุวาด ภาพระบายสี	ศ 1.1 ป.4/5 มีทักษะพื้นฐานในการ ใช้วัสดุ อุปกรณ์สร้างสรรค์งาน วาดภาพระบายสี	- การใช้วัสดุ อุปกรณ์ในการวาด ภาพระบายสี

ตารางที่ 2 (ต่อ)

การบูรณาการ	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
- การดูและฟังนิทาน จาก VDO	ท 3.1 ป.4/1, 2 พุทธรูปความ แสดง ความรู้ ความคิดเห็น และ	- การจับใจความและการพูดแสดง ความรู้ ความคิดเห็นในเรื่องที่ฟัง และดูจากสื่อต่าง ๆ
- อ่านออกเสียงคำ สะกดคำเป็น ภาษาอังกฤษ	ความรู้สึเกี่ยวกับเรื่องที่ฟังและดู ต 1.1 ป.4/2 อ่านออกเสียงคำ สะกดคำ อ่านกลุ่มคำ ประโยค	- คำ กลุ่มคำ ประโยค ข้อความ บท พูดเข้าใจจังหวะ และการสะกดคำ
- วาดภาพระบายสี	ข้อความง่าย ๆ และบทพูดเข้า	
- ตกแต่งชิ้นงานเพื่อ ความสวยงาม	จังหวะถูกต้องตามหลักการอ่าน	
คณิตศาสตร์ (Mathematics: M)	ค 1.1 ป.4/5, 15 อ่านและเขียน ทศนิยมไม่เกิน 3 ตำแหน่ง แสดง	- การอ่านและเขียนทศนิยมไม่เกิน 3 ตำแหน่ง ตามปริมาณที่กำหนด
- การอ่านและเขียน ทศนิยม	ปริมาณของสิ่งของต่าง ๆ และ แสดงสิ่งต่าง ๆ ตามทศนิยมหาและ	- การบวก การลบทศนิยม
- การบวกและลบ ทศนิยม	ผลบวก ผลลบของทศนิยมไม่เกิน 3 ตำแหน่ง	
- การวัดและสร้าง มุมโดยใช้โพรแทรกเตอร์	ค 2.1 ป.4/2 วัดและสร้างมุมโดยใช้ โพรแทรกเตอร์	- การวัดขนาดของมุม โดยใช้โพรแทรกเตอร์ สร้างมุมเมื่อกำหนด ขนาดของมุม

การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม (STEAM)

สะเต็มหรือภาษาอังกฤษใช้คำว่า STEAM คือรูปแบบการเรียนรู้ในลักษณะของการบูรณาการการเรียนรู้ 5 ศาสตร์ไว้ด้วยกัน ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science: S) เทคโนโลยี (Technology: T) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering: E) ศิลปะ (Arts: A) และคณิตศาสตร์ (Mathematics: M) โดยนำจุดเด่นของธรรมชาติตลอดจนวิธีการสอนของแต่ละศาสตร์มาผสมผสานกันอย่างลงตัว (Yakman, 2013)

ความเป็นมาของการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็ม (STEAM)

ก่อนจะมาเป็นสะเต็มนั้น ได้มีรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา (STEM education) มาก่อน ซึ่งสะเต็มหรือภาษาอังกฤษใช้คำว่า STEM เป็นคำย่อจากภาษาอังกฤษของ ศาสตร์การศึกษา 4 สาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science: S) เทคโนโลยี (Technology: T) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering: E) และคณิตศาสตร์ (Mathematics: M) ซึ่งหมายถึงเป็นการนำเอา องค์ความรู้ วิชาการของศาสตร์ทั้ง 4 ที่มีความเชื่อมโยงกันในโลกของความเป็นจริง เพราะในชีวิตจริงของมนุษย์ไม่ได้อาศัยความรู้จากศาสตร์ใดศาสตร์หนึ่งเพียงอย่างเดียวต้องอาศัยความรู้ต่าง ๆ มาบูรณาการเข้าด้วยกันในการดำเนินชีวิตและการทำงาน

คำว่า STEM ถูกใช้ครั้งแรกโดยสถาบันวิทยาศาสตร์แห่งประเทศสหรัฐอเมริกา (The National Science Foundation: NSF) ซึ่งใช้คำนี้เพื่ออ้างถึงโครงการหรือโปรแกรมที่เกี่ยวข้อง กับวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ อย่างไรก็ตามสถาบันวิทยาศาสตร์ แห่งประเทศสหรัฐอเมริกาไม่ได้ให้นิยามที่ชัดเจนของคำว่า STEM จึงมีผลให้มีการใช้และให้ความหมายของคำนี้แตกต่างกันไป เช่น มีการใช้คำว่า STEM ในการอ้างอิงถึงกลุ่มอาชีพที่มีความ เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ (ศูนย์สะเต็มศึกษาแห่งชาติ สสวท., 2557) แต่เนื่องจากประเทศสหรัฐอเมริกาพบปัญหาการขาดกำลังคนด้านสะเต็มและ บัณฑิตใหม่ยังขาดการคิดสร้างสรรค์และการสร้างนวัตกรรม ส่งผลให้มีโอกาสที่จะไม่ประสบความสำเร็จในการแข่งขันทางเศรษฐกิจในระดับโลก การพัฒนานวัตกรรมให้มีความก้าวหน้าขึ้นไม่ได้ มาจากการใช้เทคโนโลยีเพียงอย่างเดียว แต่จำเป็นต้องมีความคิดสร้างสรรค์ที่ใช้ศิลปะในการ ออกแบบร่วมด้วย (Land, 2013)

ในปีคริสตศักราช 2006 Georgette Yakman ซึ่งในขณะนั้นเป็นนิสิตปริญญาโท สาขา บูรณาการสะเต็มศึกษา (Integrated Science-Technology-Engineering-Mathematics Education program: ISTEMed) ของมหาวิทยาลัยเวอร์จิเนียพอลิเทคนิคแอนด์สเตต (Virginia Polytechnic and State University) ประเทศสหรัฐอเมริกา ได้พัฒนารูปแบบทางการศึกษาจากสะเต็มศึกษาไปเป็น แนวคิดที่เรียกว่าสะเต็มศึกษา (STEAM education) ขึ้นมา (STEAM Education, 2015) โดยชื่อสะเต็ม มาจากองค์ประกอบของอักษรภาษาอังกฤษทั้ง 5 ตัว ถือเป็นรูปแบบการเรียนรู้ในลักษณะของ การบูรณาการการเรียนรู้ 5 ศาสตร์ไว้ด้วยกัน ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science: S) เทคโนโลยี (Technology: T) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering: E) ศิลปะ (Arts: A) และคณิตศาสตร์ (Mathematics: M) โดยรายวิชาต่าง ๆ สามารถเชื่อมโยงและสนับสนุนซึ่งกันและกันผ่านการ ประยุกต์กับสถานการณ์จริง การที่ผู้คิดค้นนั้นได้เพิ่มศิลปศาสตร์ (Arts) เข้าไปใน STEM เนื่องจาก ต้องการสร้างกรอบความคิดทางการศึกษาที่สามารถเชื่อมโยงการศึกษาวิทยาศาสตร์กับสาขาต่าง ๆ

ของศิลปะ ได้แก่ ศิลปะอุตสาหกรรม ศิลปภาษา ศิลปกายภาพ ศิลปศาสตร์ และจิตรศิลป์ได้ และเพื่อเป็นการสนับสนุนให้มนุษย์เกิดความคิดสร้างสรรค์ สามารถออกแบบนวัตกรรมใหม่ ๆ และสามารถแก้ปัญหาด้วยความคิดสร้างสรรค์ โดย Yakman and Lee (2012) ได้จำแนกหลักของ STEAM ไว้ดังนี้

วิทยาศาสตร์ (Science) คือ สิ่งที่มีอยู่ตามธรรมชาติและจะเกิดอะไรขึ้นเมื่อมันเกิดการกระทบ

เทคโนโลยี (Technology) คือ สิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้นหรือนวัตกรรม หรือการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติเพื่อตอบสนองความต้องการของมนุษย์ การเปลี่ยนแปลงใด ๆ ของโลกธรรมชาติ

วิศวกรรม (Engineer) คือ เป็นระบบ และเป็นกระบวนการในการออกแบบเพื่อให้ตรงกับความต้องการของมนุษย์

คณิตศาสตร์ (Mathematics) คือ การศึกษาตัวเลข ความสัมพันธ์ สัญลักษณ์ รูปแบบ ความไม่แน่นอน และการให้เหตุผล

ศิลปะ (Arts) คือ แบ่งออกเป็น 5 ลักษณะดังนี้

1) ศิลปะอุตสาหกรรม (Manual arts) คือ ศิลปะที่อาศัยทักษะที่มีความเฉพาะเจาะจง หรือเทคนิคที่จำเป็นสำหรับสร้างวัตถุเพื่อการอุตสาหกรรม เช่น งานออกแบบเครื่องจักรสาน และทอผ้า งานออกแบบและสร้างบรรจุภัณฑ์ เป็นต้น

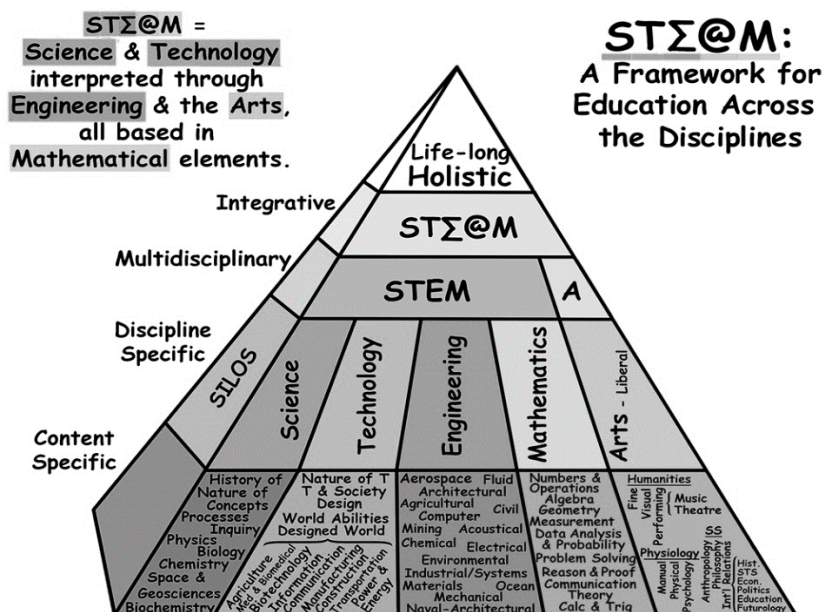
2) ศิลปภาษา (Language arts) คือ การศึกษาเกี่ยวกับความสามารถในการสื่อสารและความเข้าใจ ประกอบไปด้วยการฟัง การพูด การอ่าน และการเขียน

3) ศิลปกายภาพ (Physical arts) คือ ศิลปะการเคลื่อนไหวร่างกายของบุคคลหรือหมู่คณะ ได้แก่ การแสดง การเต้น และกีฬา

4) ศิลปศาสตร์ (Liberal arts) คือ การศึกษาที่เน้นพื้นฐานทางวัฒนธรรม ได้แก่ สังคมศาสตร์ เช่น สังคมวิทยา ปรัชญา จิตวิทยา ประวัติศาสตร์ หน้าที่พลเมือง การเมือง และการศึกษา เป็นต้น

5) จิตรศิลป์ (Fine arts) คือ งานศิลปะที่มุ่งเรื่องความสวยงาม เช่น ภาพวาด งานประติมากรรม ทฤษฎีสี และการแสดงความคิดสร้างสรรค์ เช่น การถ่ายภาพ ดนตรี การออกแบบสื่อผสม เป็นต้น

Yakman (2008) ยังได้นำเสนอแผนภาพ STEAM เพื่อกำหนดกรอบการคิดให้โครงสร้างและการวิเคราะห์ลักษณะของการเรียนรู้และการศึกษาในสาขาวิทยาศาสตร์ที่เป็นทางการ เทคโนโลยี วิศวกรรม คณิตศาสตร์ และศิลปะ ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 STEAM พีระมิด (ที่มา: Yakman, 2008)

จากภาพที่ 2 ซึ่งแบ่งระดับชั้นของเนื้อหาและรูปแบบการใช้ คือ

ชั้นที่ 1 เป็นเนื้อหาสาระที่เฉพาะเจาะจง (Content specific)

ชั้นที่ 2 เป็นกลุ่มองค์ความรู้ที่แบ่งตามศาสตร์ (Discipline specific) เป็นการศึกษาขั้นพื้นฐานของศาสตร์ในแต่ละศาสตร์ จะเป็นการศึกษาที่เน้นพื้นฐานของแต่ละศาสตร์

ชั้นที่ 3 การเรียนรู้แบบสหสาขาวิชา (Multidisciplinary) เป็นการจัดการศึกษาที่มุ่งเน้นวิทยาศาสตร์ในเชิงการใช้แนวคิด STEM เพื่อสร้างผลงาน โดยที่แยกศิลปศาสตร์ออกอย่างชัดเจน หรือเป็นตัวเสริมแนวคิดหลัก ที่มีจะจัดกิจกรรม โดยผ่านการกำหนดหัวข้อเรื่อง

ชั้นที่ 4 บูรณาการ (Integrative) เป็นการเชื่อมโยงศาสตร์ทั้งแนวคิดของ STEM และ Arts เข้าด้วยกัน โดยผ่านการลงมือทำเป็นผลงานหรือเป็นหัวข้อที่ได้รับมอบหมาย เป็นการบูรณาการเนื้อหาสาระและสอนวิธีที่ทำให้ Arts มีบทบาทไม่ยิ่งหย่อนไปกว่า STEM ซึ่งสามารถส่งเสริมให้เด็กมองเห็นภาพในเชิงองค์รวมของสิ่งที่มีอยู่

ชั้นที่ 5 การศึกษาแบบองค์รวมตลอดชีวิต (Life -Long Holistic) เป็นชั้นที่มุ่งเน้นแนวทางการเรียนรู้ของทุกคนทุกเพศ ทุกวัย ที่สามารถเรียนรู้แบบองค์รวมได้ด้วยตัวเอง

ศิลปะ (Arts) นับเป็นศาสตร์ที่สำคัญและทำให้ STEM กลายเป็น STEAM โดยวิธีการบูรณาการ จึงมีนักวิชาการได้นำทักษะการคิดที่เกิดจากศาสตร์ของ STEM และ STEAM มาเปรียบเทียบ ดังตารางที่ 3 (ศูนย์สะเต็มแห่งชาติ สสวท., 2557)

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบทักษะการคิดของ STEM และ STEAM

ศาสตร์	STEM	STEAM
วิทยาศาสตร์ (Science)	กระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์	กระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์
เทคโนโลยี (Technology)	การประยุกต์ศาสตร์สาขาอื่น ๆ เพื่ออำนวยความสะดวก	การประยุกต์ศาสตร์สาขาอื่น ๆ เพื่ออำนวยความสะดวก
วิศวกรรม (Engineering)	กระบวนการแก้ปัญหา, กระบวนการคิดอย่างเป็นระบบ	กระบวนการแก้ปัญหา, กระบวนการคิดอย่างเป็นระบบ
ศิลปะ (Arts)	-	ความคิดสร้างสรรค์, สงสัยใคร่รู้, ความคิดเชิงพิจารณา
คณิตศาสตร์ (Mathematics)	การคำนวณ, การต่อยอดทาง วิศวกรรมศาสตร์	การคำนวณ, การต่อยอดทาง วิศวกรรมศาสตร์

ที่มา: ศูนย์สะเต็มแห่งชาติ สสวท. (2557)

การนำสะเต็ม (STEAM) วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปะ และคณิตศาสตร์ เข้ามารับบูรณาการการเรียนรู้ ซึ่งกระทรวงศึกษาธิการได้พัฒนาหลักสูตรการศึกษาตั้งแต่ระดับปฐมวัยจนถึงอุดมศึกษาให้สอดคล้องกับทักษะอาชีพที่จำเป็นในทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 และส่งเสริมให้ภาคเอกชน ชุมชน มีส่วนร่วมในการกำหนดหลักสูตรและพัฒนาทักษะ/สาขาวิชาชีพที่เชื่อมโยงกับความต้องการของภาคอุตสาหกรรม (จระพันธ์ กัลลประวิทย์, 2556) และการพัฒนาประเทศรวมทั้งการพัฒนาระบบการประกันคุณภาพการศึกษาให้เป็นมาตรฐานสามารถใช้เป็นกลไกในการรับรองคุณวุฒิกับนานาชาติได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา มักจะเกี่ยวข้องกับการออกแบบสิ่งต่าง ๆ การวาดภาพ การคิด การประดิษฐ์ การสร้างชิ้นงาน ซึ่งในกระบวนการเรียนรู้เหล่านั้นเป็นการเชื่อมโยงกับศิลปะในการออกแบบสิ่งต่าง ๆ เช่น นักเรียนออกแบบที่อยู่ให้กับสัตว์ต่าง ๆ เช่น ปลา ตัวบีเวอร์ นก หรือการออกแบบบ้าน หรือเครื่องให้อาหารปลา ล้วนมีการวาดภาพ การประดิษฐ์ เป็นการใช้ศิลป์ผสมผสานในการเรียนการสอน ดังนั้น สะเต็มจึงเป็นการรวมวิชาศิลปะ (Arts) เข้าไปในสะเต็มศึกษาโดยครูสามารถใช้ศิลปะด้านต่าง ๆ ประกอบการเรียนการสอน เช่น ทักษะศิลป์ ดนตรี การเต้น หรือการแสดงก็ได้ การเรียนรู้แบบสะเต็มยังช่วยพัฒนาสมองทั้งซีกซ้ายและซีกขวาให้กับนักเรียนได้อีกด้วย สะเต็มจึงเป็นที่นิยมในการจัดการเรียนการสอนตั้งแต่ระดับชั้นเด็กก่อนเข้าอนุบาล

ชั้นอนุบาลจนถึงประถมศึกษา ทั้งในประเทศสหรัฐอเมริกาหรือสาธารณรัฐเกาหลี สะเต็ม (STEAM) ยังสามารถบูรณาการกับวิชาอื่น ๆ เช่น วิชาสังคมศึกษา โดยการโยงเนื้อหาในการสืบค้นและการแก้ปัญหา เช่น เมื่อเด็กเรียนประวัติศาสตร์ไทย เรื่องคมนาคมในสมัยโบราณ เป็นการคมนาคมโดยใช้เรือสำเภา ครูอาจใช้วิทยาศาสตร์เรื่องวัสดุที่ลอยและจม คณิตศาสตร์เรื่องการคำนวณน้ำหนัก วิศวกรรมศาสตร์ ในเรื่องการออกแบบและเครื่องมือที่ใช้เพื่อการออกแบบ และเทคโนโลยีในการหาข้อมูลและการออกแบบ โดยให้นักเรียนคิดว่าการเดินทางในสมัยโบราณจะออกแบบเรืออย่างไรที่จะสามารถบรรทุกสิ่งต่าง ๆ และคนได้ มีรูปร่างและใช้วัสดุอะไรบ้าง แล้วให้นักเรียนแก้ปัญหาว่าสร้างเรือจากวัสดุอะไร ขนาดแค่ไหนที่บรรทุกไม้บล็อกรับได้ 1-5 อัน นักเรียนในชั้นเล็ก ๆ อาจคำนวณไม่เก่ง สามารถคิดแค่ขนาดในเรื่องคณิตศาสตร์คือใหญ่และเล็ก แต่นักเรียนในชั้นโตขึ้นอาจใช้การคำนวณเพื่อสร้างเรือให้บรรทุกไม้บล็อกรับได้โดยไม่จมว่าควรออกแบบให้รับน้ำหนักได้แค่ไหน ในด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี นักเรียนต้องคิดว่าจะใช้วัสดุใดที่จะลอยน้ำได้ไม่จม แล้วใช้วิศวกรรมว่าจะใช้วัสดุอะไรที่จะประกอบให้เรือติดกัน แก้ปัญหาและพัฒนาผลงานให้ดีขึ้น ใช้ศิลปะวาดภาพและสร้างชิ้นงานออกมาให้สำเร็จออกแบบตกแต่งให้สวยงาม (วชิณิษฐ์ อิศรเสนา ณ อยุธยา, 2560)

ในการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็ม คือการเติมศิลปะ หรือ Arts ลงไปใน STEM ครูอาจใช้ศิลปะในด้านต่าง ๆ เติมลงไปใน STEM ซึ่งศิลปะอยู่ในกิจกรรมการเรียนในแต่ละวันอยู่แล้ว แต่ครูเติมลงไปให้ชัดเจน ซึ่งศิลปะได้แก่

- ดนตรี ได้แก่ เครื่องดนตรีต่าง ๆ การชื่นชมในดนตรี การใช้คอมพิวเตอร์สร้างดนตรี
- ศิลปะ ได้แก่ การวาดภาพ การปั้น การแกะสลัก การเย็บผ้าปักถักร้อย การใช้กระดาษในการสร้างสิ่งต่าง ๆ การชื่นชมศิลปะ การใช้คอมพิวเตอร์ในการวาดภาพ
- การเต้น ได้แก่ การสอนเต้น เช่น บัลเลต์ แจ๊ส การเต้นร่วมสมัย หรือนาฏศิลป์ การออกแบบท่าเต้น การผลิต การชื่นชมการเต้น
- การแสดง/ละครเวที ได้แก่ วิชาการแสดง การใช้เสียง ละครใบ้ ผลิตผลการแสดงและดนตรี บทเดิมและปรับบท เทคโนโลยีในโรงละคร ละครหุ่น พลิ้ม ได้แก่ การผลิตหนัง แก์หนัง วิดีโอแอนิเมชัน
- การเขียนอย่างสร้างสรรค์ ได้แก่ วรรณกรรม การอ่านกลอน การฟังอย่างชื่นชม การใช้เทคโนโลยีหรือแม่แต่งานสถาปัตยกรรม งานออกแบบสวน และงานภูมิสถาปัตย์ ก็นับว่าเป็นงานศิลปะเช่นกัน (Sousa & Pilecki, 2013)

และเหตุผลที่ว่าทำไมควรนำศิลปะเข้ามาสอนร่วมกับ STEM นั้น วชิณิษฐ์ อิศรเสนา ณ อยุธยา (2560) ได้ระบุสาเหตุไว้ดังนี้

1. ศิลปะเกี่ยวกับสมองของเด็กในเด็กเล็ก ๆ เส้นใยในสมองจะเติบโตได้ดี กิจกรรมดนตรีจะช่วยในเรื่องประสาทสัมผัสและสร้างเส้นใยในสมอง
 2. ศิลปะช่วยพัฒนาสมองของเด็กตั้งแต่ยังเล็ก เช่น การรับรู้ด้านต่าง ๆ ความคิดสร้างสรรค์ และจินตนาการ
 3. ศิลปะช่วยในเรื่องความจำระยะยาว จากงานวิจัยพบว่า ศิลปะช่วยให้สมองสามารถเก็บข้อมูลได้เพิ่มขึ้นและทำให้ความจำได้ยาวขึ้น
 4. ศิลปะช่วยเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ การสร้างผลงานทางศิลปะเป็นการแสดงออกในด้านความคิดสร้างสรรค์
 5. ศิลปะช่วยในด้านสังคมในโลกปัจจุบันใช้โซเชียลมีเดียในการติดต่อสื่อสาร ซึ่งอาจใช้ศิลปะช่วยในการติดต่อสื่อสารในโลกเทคโนโลยี
 6. ศิลปะนำไปสู่วรรณกรรม ครูสามารถใช้การวาดภาพ การเขียน ดนตรี มาใช้ในการสอนสะเต็มศึกษา
 7. ศิลปะและความตึงเครียด ทำให้จิตใจสงบ
 8. ศิลปะทำให้การสอนน่าสนใจขึ้น
- การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ**
- การบูรณาการแบ่งออกเป็น 3 รูปแบบ (สุคนธ์ สิ้นธพานนท์ และจินตนา วีระเกียรติสุนทร, 2556) ได้แก่

1. การสอนบูรณาการแบบสอดแทรก (Infusion) ในการจัดการเรียนรู้แบบหลอมรวมหรือแบบสอดแทรกนี้จะเป็นผู้สอนคนเดียวที่สอนในเนื้อหาวิชาหรือกลุ่มสาระการเรียนรู้หนึ่งทำการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการเนื้อหาหรือทักษะกระบวนการในกลุ่มสาระการเรียนรู้ของตนและเชื่อมโยงเนื้อหาวิชาต่าง ๆ ที่นักเรียนควรรู้อาจส่งผลให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้และมองเห็นความเชื่อมโยงสัมพันธ์กันระหว่างกลุ่มสาระการเรียนรู้เป็นการสอนแบบ Student-centered
2. การสอนบูรณาการแบบคู่ขนาน (Parallel) คือ การสอนที่ผู้สอนวิชาต่าง ๆ ตั้งแต่สองคนขึ้นไปมาวางแผนการจัดการเรียนรู้ร่วมกัน โดยมุ่งสอนในความคิดรวบยอดหรือปัญหาเดียวกันหรือลักษณะเนื้อหาสาระใกล้เคียงกัน จะทำให้เนื้อหาสาระไม่ซ้ำซ้อนกัน ทำให้นักเรียนใช้ความรู้ที่ได้ศึกษามาจากอีกวิชาหนึ่งมาใช้แก้ปัญหาคือหรือพัฒนาการเรียนในอีกวิชาหนึ่ง เป็นรูปแบบการสอนแบบ Learner-based teaching
3. การสอนบูรณาการแบบสหวิทยาการ (Multidisciplinary) คือ การสอนที่คณะผู้สอนมาร่วมกันพิจารณากำหนดหัวข้อที่เป็นปัญหาสังคม หรือปัญหาในชีวิต จำเป็นต้องให้นักเรียนได้เรียนรู้ โดยใช้เนื้อหาวิชาต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ผู้สอนมีการวางแผนการทำงานร่วมกันกำหนดเนื้อหาที่จะสอน

เพื่อไม่ให้ซ้ำซ้อน ต่างคนต่างเขียนแผนการสอนตามลักษณะเนื้อหาวิชาที่ตนรับผิดชอบ นักเรียนทำโครงการชิ้นเดียวตามความถนัดและความสนใจ แต่ผู้สอนจะประเมินความสำเร็จของนักเรียนจากโครงการเป็นการป้องกันการมอบภาระงานที่ซ้ำซ้อนให้นักเรียนมากเกินไป การสอนแบบนี้เป็นวิธีสอนแบบ Learner-independence หรือ Self-directed learner

จากการศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสรุปได้ว่า การบูรณาการแบ่งออกเป็น 3 รูปแบบ ได้แก่ 1) การสอนบูรณาการแบบหลอมรวมหรือแบบสอดแทรก 2) การสอนบูรณาการแบบคู่ขนาน และ 3) การสอนบูรณาการแบบสหวิทยาการ สำหรับการวิจัยผู้วิจัยใช้การสอนบูรณาการแบบสอดแทรก (Infusion) เนื่องจากผู้วิจัยเป็นผู้สอนคนเดียวที่สอนในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ และเชื่อมโยงเนื้อหาวิชาเทคโนโลยี วิศวกรรม คณิตศาสตร์ และศิลปะ

ทฤษฎีการเรียนรู้ที่สนับสนุนการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม

การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ เป็นการจัดประสบการณ์ให้นักเรียนเกิดประสบการณ์การเรียนรู้เต็มตามความสามารถที่สอดคล้องกับความถนัด ความสนใจ และความต้องการของนักเรียน นักเรียนสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง เน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ และนักเรียนมีบทบาทในกิจกรรมการเรียนรู้มากกว่าผู้สอน ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างสรรค์ชิ้นงาน (Constructionism)

ทฤษฎี Constructionism เป็นทฤษฎีที่มีพื้นฐานมาจากทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของ Piaget เช่นเดียวกับทฤษฎีการสร้างความรู้ (Constructivism) ผู้พัฒนาทฤษฎีนี้คือ Seymour Papert ศาสตราจารย์แห่งสถาบันเทคโนโลยีแมสซาชูเซตส์ (Massachusetts Institute of Technology) แนวความคิดของทฤษฎีนี้คือ การเรียนรู้ที่เกิดจากการสร้างพลังความรู้ด้วยตนเอง ทฤษฎี Constructionism มีเอกลักษณ์ที่ชัดเจนในด้านการใช้สื่อ เทคโนโลยี วัสดุ และอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่เหมาะสมในการให้นักเรียนสร้างการเรียนรู้และผลงานต่าง ๆ ด้วยตนเอง เพเพอร์ทและคณะวิจัยได้ออกแบบวัสดุและการจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่สามารถช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี รวมทั้งได้นำเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นเครื่องมือที่ให้นักเรียนได้มีโอกาสสร้างความรู้ในการเรียนวิชาต่าง ๆ โดยเฉพาะวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ เพเพอร์ทและคณะได้ออกแบบสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์โลโก้ขึ้น เพื่อให้นักเรียนใช้คณิตศาสตร์ในการสร้างรูปภาพเคลื่อนไหว ดนตรี เกม ฯลฯ เป็นการช่วยให้นักเรียนได้สร้างความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ด้วยตนเองไปพร้อม ๆ กับการฝึกคิด ฝึกแก้ปัญหา ฝึกความอดทน และนักเรียนยังได้เรียนรู้การบูรณาการความรู้ในหลาย ๆ ด้าน ทั้งทางด้านวิทยาศาสตร์ สุนทรียศาสตร์ สถาปัตยกรรมศาสตร์ และศิลปศาสตร์ให้เป็นประโยชน์ต่อการสร้างสรรค์ผลงาน (ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์, 2558)

รูปแบบการจัดการเรียนการสอนที่ใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม

รูปแบบการจัดการเรียนการสอนที่ใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มมีหลากหลายรูปแบบและหลายกระบวนการ ครูมีหน้าที่เลือกวิธีที่นำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนให้เข้ากับวัย เนื้อหา จุดประสงค์ในการเรียนรู้ และผลที่ต้องการให้นักเรียนได้รับ (วศินีส อิศรเสนา ณ อยุธยา, 2560) ผู้วิจัยได้ศึกษารูปแบบการจัดการเรียนการสอนที่สามารถใช้เพื่อจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มได้แก่ 1) กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ตามแนวคิดของทอร์เรนซ์ 2) กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม 3) วิธีสอนโดยใช้การบรรยาย 4) วิธีสอนโดยใช้การทดลอง 5) รูปแบบการเรียนการสอนกระบวนการสืบสอบและแสวงหาความรู้เป็นกลุ่ม และ 6) การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสอน KWL มีรายละเอียด ดังนี้

1. กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ตามแนวคิดของทอร์เรนซ์ (Torrance's creative problem solving process)

กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ตามแนวคิดของทอร์เรนซ์ (Torrance) ประกอบด้วยกระบวนการ 6 ขั้นตอน ดังนี้ (ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์, 2558)

1) การรู้สึกถึงสภาพที่เป็นปัญหา (Sensing problem and challenge) มีการสังเกตสิ่งต่าง ๆ รอบตัว มีความตื่นตัวในการแก้ปัญหาอยู่เสมอ รู้สึกหรือมองเห็นสภาพปัญหาที่หลากหลายซึ่งต้องการแก้ไข

2) การหาข้อมูลเพื่อทำปัญหาให้กระจ่าง (Fact-finding) การหาข้อมูลด้วยการตั้งคำถาม นำความคิด เพื่อประมวลข้อมูลเพื่อหาสาเหตุของปัญหา หรือข้อเท็จจริงของสิ่งนั้น ๆ

3) การรู้ปัญหา (Problem-finding) การวิเคราะห์ปัญหา เพื่อให้มองเห็นปัญหาอย่างชัดเจน โดยการจำแนกปัญหาออกเป็นปัญหาใหญ่ ปัญหาย่อย เรียงลำดับความสำคัญของปัญหา เลือกปัญหาที่สำคัญที่สุดมาแก้ไข

4) การสืบหาแนวคิดในการแก้ปัญหา (Idea-finding) การระดมสมองรวบรวมความคิด เพื่อหาคำตอบหรือวิธีแก้ปัญหามีลักษณะแปลกใหม่แตกต่างจากเดิม เสนอแนวคิดหลากหลาย

5) การค้นพบวิธีแก้ปัญห (Solution-finding) การตัดสินใจเลือกวิธีแก้ปัญหามีเหตุผล มีความเหมาะสมกับสภาพปัญหามากที่สุด มีความเป็นไปได้

6) การยอมรับวิธีแก้ปัญห (Acceptance-finding) การนำวิธีแก้ปัญหที่ตัดสินใจเลือกไว้ อย่างมีเหตุผลมาปฏิบัติอย่างเป็นขั้นตอนในการแก้ปัญหา เพื่อพิสูจน์ว่าวิธีแก้ปัญหที่เลือกสามารถนำไปใช้แก้ปัญหได้ผลจริง

2. กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (Engineering design process)

ศูนย์ส่งเสริมศึกษาแห่งชาติ สสวท. (2557ก) ได้กำหนดขั้นตอนของกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมว่าประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ได้แก่

1) ระบุปัญหา (Problem identification) เป็นการทำความเข้าใจปัญหาหรือความท้าทาย วิเคราะห์เงื่อนไขหรือข้อจำกัดของสถานการณ์ปัญหา เพื่อกำหนดขอบเขตของปัญหา ซึ่งจะนำไปสู่การสร้างชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา

2) รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related information search) เป็นการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการแก้ปัญหาและประเมินความเป็นไปได้ ข้อดีและข้อจำกัด

3) ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution design) เป็นการประยุกต์ใช้ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องเพื่อการออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา โดยคำนึงถึงทรัพยากร ข้อจำกัดและเงื่อนไขตามสถานการณ์ที่กำหนด

4) วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and development) เป็นการกำหนดลำดับขั้นตอนของการสร้างชิ้นงานหรือวิธีการ แล้วลงมือสร้างชิ้นงานหรือพัฒนาวิธีการเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา

5) ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Testing, Evaluation and design improvement) เป็นการทดสอบและประเมินการใช้งานของชิ้นงานหรือวิธีการ โดยผลที่ได้สามารถนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมที่สุด

6) นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation) เป็นการนำเสนอแนวคิดและขั้นตอนการแก้ปัญหของการสร้างชิ้นงานหรือการพัฒนาวิธีการ ให้ผู้อื่นเข้าใจและได้ข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนาต่อไป

3. วิธีสอนโดยใช้การบรรยาย (Lecture)

วิธีการสอนโดยใช้การบรรยาย คือ กระบวนการที่ผู้สอนใช้ในการช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด โดยการเตรียมเนื้อหาสาระแล้วบรรยาย คือ พูด บอก เล่า อธิบาย เนื้อหาสาระหรือสิ่งที่ต้องการสอนแก่นักเรียน และประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนด้วยวิธีหนึ่ง โดยมีขั้นตอนของการสอน ดังนี้ (ทิสนา แจมมณี, 2559)

- 1) ผู้สอนเตรียมเนื้อหาสาระที่จะบรรยาย
- 2) ผู้สอนบรรยาย (พูด บอก เล่า อธิบาย) เนื้อหาสาระที่ต้องการให้นักเรียน ได้เรียนรู้
- 3) ผู้สอนประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียน

ในการบรรยาย เมื่อเริ่มการบรรยาย ผู้บรรยายควรเร้าความสนใจของนักเรียน และพยายามรักษาความสนใจให้คงอยู่ตลอดการบรรยายด้วยเทคนิคต่าง ๆ เช่น 1) การใช้ปัญหาเป็นสิ่งเร้า โดยการใช้ข่าว เหตุการณ์สำคัญและกรณีตัวอย่างต่าง ๆ 2) การใช้การทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เพื่อช่วยให้นักเรียนได้เห็นความสามารถของตนในเรื่องนั้น 3) การใช้สื่อประกอบ เช่น ใช้แผ่นใส ภาพ สไลด์ เทปเสียง วิดิทัศน์ ภาพยนตร์ คอมพิวเตอร์ เป็นต้น 4) การใช้การซักถาม ประกอบกับการบรรยาย 5) การใช้กิจกรรมประกอบการบรรยาย เช่น การอภิปรายกลุ่มย่อย การสาธิต การแสดงบทบาทสมมติการเล่น เกม การทดลองปฏิบัติ เป็นต้น 6) การยกตัวอย่าง ประกอบการอธิบาย 7) การใช้อารมณ์ขัน 8) การเปิดโอกาสให้ผู้ฟังซักถาม และแสดงความคิดเห็น

4. วิธีสอนโดยใช้การทดลอง (Experiment)

วิธีสอนโดยใช้การทดลอง เป็นวิธีที่มุ่งช่วยให้นักเรียนรายบุคคลหรือรายกลุ่มเกิดการเรียนรู้โดยการเห็นผลประจักษ์ชัดจากการคิดและการกระทำของตนเอง ทำให้การเรียนรู้นั้นตรงกับความเป็นจริง มีความหมายสำหรับนักเรียนและจำได้นาน มีขั้นตอนดังนี้

- 1) ผู้สอน/นักเรียนกำหนดปัญหาและสมมติฐานในการทดลอง
- 2) ผู้สอนให้ความรู้ที่จำเป็นต่อการทดลอง ให้ขั้นตอนและรายละเอียดในการทดลองแก่นักเรียน โดยใช้วิธีการต่าง ๆ ตามความเหมาะสม
- 3) นักเรียนลงมือทดลองโดยใช้วัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็นตามขั้นตอนที่กำหนดและบันทึกข้อมูลการทดลอง
- 4) นักเรียนวิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง
- 5) ผู้สอนและนักเรียนอภิปรายผลการทดลอง และสรุปการเรียนรู้

5. รูปแบบการเรียนการสอนกระบวนการสืบสอบและแสวงหาความรู้เป็นกลุ่ม (Group Investigation Instructional Model)

รูปแบบนี้มุ่งพัฒนาทักษะในการสืบสอบเพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ความเข้าใจโดยอาศัยกลุ่ม ซึ่งเป็นเครื่องมือทางสังคมช่วยกระตุ้นความสนใจหรือความอยากรู้ และช่วยดำเนินการแสวงหาความรู้หรือคำตอบ โดยมีขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ให้นักเรียนเผชิญปัญหาที่ชวนงุนงงสงสัย ปัญหาหรือสถานการณ์ที่ใช้ในการกระตุ้นความสนใจและความต้องการในการสืบสอบและแสวงหาความรู้ต่อไป ควรเป็นปัญหาหรือสถานการณ์ที่เหมาะสมกับวัย ความสามารถและความสนใจของนักเรียน

ขั้นที่ 2 ให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นต่อปัญหา ผู้สอนกระตุ้นให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นอย่างกว้างขวาง และพยายามกระตุ้นให้เกิดความขัดแย้ง หรือความแตกต่างทางความคิด เพื่อท้าทายให้นักเรียนพยายามหาทางแสวงหาข้อมูลหรือวิธีการพิสูจน์ทดสอบความคิดของตน

ขั้นที่ 3 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวางแผนในการแสวงหาความรู้ สมาชิกแต่ละกลุ่มช่วยกันวางแผนว่า จะแสวงหาข้อมูลอะไร จะพิสูจน์อะไร จะตั้งสมมติฐานอะไร จำเป็นต้องมีข้อมูลอะไร และจะไปแสวงหาที่ไหน หรือจะได้ข้อมูลนั้นมาอย่างไร ต้องใช้เครื่องมืออะไรบ้าง เมื่อได้ข้อมูลมาแล้วจะวิเคราะห์อย่างไร และจะสรุปผลอย่างไร

ขั้นที่ 4 ให้นักเรียนดำเนินการแสวงหาความรู้ นักเรียนดำเนินการแสวงหาความรู้ตามแผนงานที่ได้กำหนดไว้ ผู้สอนช่วยอำนวยความสะดวก ให้คำแนะนำ และติดตามการทำงานของนักเรียน

ขั้นที่ 5 ให้นักเรียนวิเคราะห์ข้อมูล สรุปผลข้อมูล นำเสนอและอภิปรายผล เมื่อกลุ่มรวบรวมข้อมูลได้มาแล้ว กลุ่มทำการวิเคราะห์ข้อมูล และสรุปผล ผู้สอนช่วยให้คำแนะนำเกี่ยวกับการวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล ต่อจากนั้นจึงให้แต่ละกลุ่มนำเสนอผล อภิปรายผลร่วมกันทั้งชั้น และประเมินผลทั้งทางด้านผลงานและกระบวนการเรียนรู้ที่ได้รับ

ขั้นที่ 6 ให้นักเรียนกำหนดประเด็นปัญหาที่ต้องการสืบเสาะหาคำตอบไป การสืบสอบและเสาะแสวงหาความรู้ของกลุ่มตามขั้นตอนข้างต้นช่วยให้กลุ่มได้รับความรู้ ความเข้าใจ และคำตอบในเรื่องที่ศึกษา อาจพบประเด็นที่เป็นปัญหาชวนงุนงงสงสัยหรืออยากรู้ต่อไป

6. การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสอน KWL (Know – Want – Learn)

การทำ KWL เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ติดตามและประเมินการเรียนรู้ของตนเอง นักเรียนสามารถทบทวนตาราง KWL ของตนเพื่อเปรียบเทียบสิ่งที่ตนคิดว่าตนรู้แล้วในช่วงเริ่มต้นของหน่วยการเรียนรู้กับข้อมูลที่นักเรียนได้เรียนรู้เพิ่มเติม ซึ่งผู้สอนสามารถใช้ประโยชน์จากขั้นตอนนี้โดยการช่วยให้นักเรียนเชื่อมโยงหรือเห็นความสัมพันธ์ของแนวคิดต่าง ๆ เพื่อเข้าใจเนื้อหาที่เรียนอย่างลึกซึ้ง ซึ่งประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ

- ฉันเรียนรู้อะไร (What I Know) นักเรียนจะได้ระดมความคิดร่วมกัน ว่าตนได้เรียนรู้อะไรมาบ้างเกี่ยวกับเรื่องที่จะเรียน ขั้นตอนนี้ครูสามารถตรวจสอบและดึงความรู้ก่อนเรียน รวมถึงการค้นหาแนวคิดคลาดเคลื่อนของนักเรียน

- ฉันต้องการรู้อะไร (What I Want to Know) การจัดการเรียนรู้ในขั้นนี้เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ถามตนเองว่าต้องการจะเรียนรู้อะไรอีกบ้างเกี่ยวกับเรื่องที่จะเรียน ซึ่งผู้สอนควรแสดงให้นักเรียนเห็นว่าเขาสามารถถามได้ทุกคำถาม ในขั้นตอนนี้ผู้สอนสามารถสอดแทรกวิธีการตั้งคำถามที่ดีเพื่อนำไปสู่การสำรวจ ตรวจสอบ

- ฉันเรียนรู้อะไร (What I Learn) การจัดการเรียนรู้ในขั้นนี้เพื่อให้นักเรียนได้บันทึกแนวคิดหรือองค์ความรู้ที่ตนได้เรียนรู้

จากการศึกษารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่สามารถนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม จะเห็นได้ว่า ขั้นตอนของแต่ละรูปแบบเป็นไปในทิศทางเดียวกัน คือ เป็นขั้นตอนที่จะเน้นนักเรียนเป็นสำคัญ เน้นให้นักเรียนมีการคิดเป็นระบบ คิดแยกแยะรายละเอียดหรือสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเองผ่านการตั้งคำถามและการสืบค้น เน้นให้นักเรียนทำงานเป็นขั้นตอน โดยการทำงานเป็นกลุ่ม และเน้นกระบวนการคิดสร้างสรรค์ รูปแบบการจัดการเรียนรู้แนวคิดสะเต็มสามารถบูรณาการได้หลากหลายรูปแบบ โดยผู้วิจัยนำขั้นตอนในแต่ละรูปแบบมาบูรณาการให้เหมาะสมในการจัดการเรียนการสอนแต่ละแผนการจัดการกิจกรรม

วิศวกรรมศาสตร์ในสะเต็ม

Koehler, Faraclas, Giblin, Moss and Kazerounion (2013) ทำการวิเคราะห์หาองค์ความรู้ทางวิศวกรรมศาสตร์จากหลักสูตรวิทยาศาสตร์ ของแต่ละมลรัฐในประเทศสหรัฐอเมริกา เพื่อตรวจสอบว่าหลักสูตรวิทยาศาสตร์ มีองค์ความรู้ทางวิศวกรรมศาสตร์บรรจุอยู่หรือไม่ อย่างไร จากผลการวิเคราะห์พบว่า หลักสูตรวิทยาศาสตร์ มีส่วนขององค์ความรู้ทางวิศวกรรมศาสตร์บรรจุอยู่ในหลักสูตรวิทยาศาสตร์อยู่แล้ว ได้แก่ เรื่องกำลังและพลังงาน ข้อมูลและการสื่อสาร การลำเลียงขนส่ง อาหารและยารักษาโรค และเรื่องเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม โครงสร้าง การผลิต การแก้ปัญหา การตัดสินใจ กระบวนการทางวิศวกรรม เครื่องมือ ระบบ และเศรษฐกิจสังคม ซึ่งแต่ละเรื่องครอบคลุมองค์ความรู้ ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 องค์ความรู้ทางวิศวกรรมศาสตร์ที่บรรจุอยู่ในหลักสูตรวิทยาศาสตร์

เรื่อง	องค์ความรู้
กำลังและพลังงาน	เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับการสำรวจ การขยายพันธุ์ การใช้พลังงาน
ข้อมูลและการสื่อสาร	ระบบการติดต่อสื่อสารยุคปัจจุบัน ความเชื่อมโยง - ระหว่างหน้าที่ของฮาร์ดแวร์กับทฤษฎีตัวกลางการสื่อสาร และปฏิบัติการใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ
การลำเลียงขนส่ง	ระบบพื้นฐานและระบบจักรกลเพื่อการขนส่ง เทคโนโลยีเพื่อการขนส่งสิ่งของ
อาหารและยารักษาโรค	อุปกรณ์ เทคโนโลยี ที่เกี่ยวข้องกับการวินิจฉัยทางการแพทย์ และการรักษาในมนุษย์
สิ่งแวดล้อม	แนวปฏิบัติเพื่อสิ่งแวดล้อม เช่น การออกแบบระบบ - บำบัดน้ำ การศึกษาผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

ตารางที่ 4 (ต่อ)

เรื่อง	องค์ความรู้
โครงสร้าง	หลักการออกแบบโครงสร้างทางกายภาพ เช่น การสร้างอาคาร สะพาน และโครงสร้างระดับไมโครและนาโนสเกล
การผลิต	การผลิตสินค้า การแปรรูปผลิตภัณฑ์ การเลือกใช้วัสดุ ชีวิตผลิตภัณฑ์ การขึ้นรูปโลหะ เทคโนโลยีการตัดเย็บ
การแก้ปัญหา	กระบวนการแก้ปัญหาด้านวิทยาศาสตร์
การตัดสินใจ	การวิเคราะห์ห้ขณะดำเนินการแก้ไขปัญหาทางวิทยาศาสตร์
กระบวนการค้นพบ	ผลที่เกิดขึ้นจากการตัดสินใจ (ที่เกิดขึ้นจากการวิเคราะห์ห้ขณะ
วิศวกรรม	ดำเนินการแก้ปัญหาด้านวิทยาศาสตร์)
เครื่องมือ	เครื่องมือทางวิศวกรรม หรือเทคโนโลยีที่ใช้เพื่อการพัฒนาสถานการณ์จำลอง แบบจำลองคอมพิวเตอร์ คณิตศาสตร์ขั้นสูง อุปกรณ์เครื่องมือต่าง ๆ
ระบบ	องค์ประกอบที่จำเป็น ปฏิบัติการขององค์ประกอบ ปฏิบัติการของระบบ การสะท้อนผล ปฏิบัติการขององค์ประกอบย่อย
เศรษฐกิจสังคม	ความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม ประโยชน์ และโทษของเทคโนโลยีที่มีต่อเศรษฐกิจและสังคม

ดังนั้นการบูรณาการวิศวกรรมศาสตร์เข้ากับวิทยาศาสตร์ คงไม่ใช่เรื่องใหม่สำหรับ นักการศึกษาและครูวิทยาศาสตร์อีกต่อไป เพราะองค์ความรู้ด้านวิศวกรรมศาสตร์ได้ถูกบรรจุอยู่ใน หลักสูตรวิทยาศาสตร์อยู่เดิมแล้ว อย่างไรก็ตามการบูรณาการวิศวกรรมศาสตร์กับวิทยาศาสตร์อาจ มีไม่เฉพาะด้านองค์ความรู้ แต่อาจมีบูรณาการด้านกระบวนการเชิงวิศวกรรมศาสตร์ร่วมด้วยเช่นกัน

จากการศึกษาเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม (STEAM) สามารถสรุปได้ว่า สะเต็ม (STEAM) เป็นการพัฒนามาจากแนวความคิดของสะเต็มศึกษา โดยมีการเพิ่มศิลปะ (Arts) เข้าไปในสะเต็มเกิดเป็นสะเต็ม คือเป็นการบูรณาการความรู้ทั้ง 5 ศาสตร์เข้าด้วยกัน คือ วิทยาศาสตร์ (Science: S) เทคโนโลยี (Technology: T) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering: E) ศิลปะ (Arts: A) และ คณิตศาสตร์ (Mathematics: M)

สำหรับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มแบบบูรณาการนั้นเป็น การบูรณาการ แบบสอดแทรก (Infusion) คือ ผู้วิจัยเป็นผู้สอนคนเดียวที่สอนในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ แล้ว จัดการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงกับเนื้อหาหรือทักษะกระบวนการ ของเทคโนโลยี วิศวกรรม ศิลปะ และ

คณิตศาสตร์ ให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้และมองเห็นความเชื่อมโยงกันระหว่างกลุ่มสาระต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกัน และสามารถนำเอาองค์ความรู้ทั้ง 5 ศาสตร์ที่มีความเชื่อมโยงกันในโลกของความเป็นจริงมาปรับใช้ในการดำเนินชีวิตและการทำงาน ทั้งนี้ สะเต็ม (STEAM) ยังช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาสมองซีกซ้ายและซีกขวาให้สมดุลกัน คือ ในด้านของสมองซีกซ้าย เป็นการใช้กระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการคิดอย่างเป็นระบบ สามารถใช้เทคโนโลยีเพื่ออำนวยความสะดวกและการคำนวณทางคณิตศาสตร์เป็นการต่อยอดทางวิศวกรรม และในด้านของสมองซีกขวา คือ ศิลปะเป็นการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ การคิดจินตนาการที่สามารถช่วยให้นักเรียนสร้างสรรค์ผลงานเป็นการส่งเสริมการคิดของสมองซีกซ้าย และยังช่วยในเรื่องความจำระยะยาวอีกด้วย

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2540) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คุณลักษณะรวมถึงความรู้ ความสามารถของบุคคลอันเป็นผลจากการเรียนการสอน หรือมวลประสบการณ์ต่าง ๆ ทั้งปวงที่บุคคลได้จากการเรียนการสอนทำให้บุคคลมีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของนักเรียนในด้านพุทธิพิสัยซึ่งเป็นการวัด 2 องค์ประกอบตามจุดมุ่งหมายและลักษณะของวิชาที่เรียน คือ การวัดด้านเนื้อหา และการวัดด้านการปฏิบัติ

นงนาฏ ดันติเสวี (2545) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือ ความสามารถในการที่จะพยายามเข้าถึงความรู้ ซึ่งเกิดจากการทำงานที่ประสานกัน และต้องอาศัยความพยายามอย่างมาก ทั้งองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับสติปัญญา และองค์ประกอบที่ไม่ใช่สติปัญญาที่แสดงออกในรูปของคะแนน ซึ่งสามารถสังเกตและวัดได้ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั่วไป

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช (2546) ได้ให้ความหมายว่า การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นการวัดความสำเร็จทางการเรียน หรือวัดประสบการณ์ทางการเรียนที่นักเรียนได้รับจากการเรียนการสอน โดยวัดตามจุดมุ่งหมายของการสอนหรือวัดผลสำเร็จจากการอบรมในโปรแกรมต่าง ๆ

ทิตินา แคมมณี (2550) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง การเข้าถึงความรู้ การพัฒนาทักษะในการเรียน อาจพิจารณาจากคะแนนสอบที่กำหนดไว้ คะแนนที่ได้จากงานที่ครูได้มอบหมายให้หรือทั้งสองอย่าง

สรุปความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถของนักเรียนที่จะเข้าถึงความรู้ที่ได้จากการเรียนการสอนนั้น ซึ่งอาจวัดได้จากคะแนนสอบ จากภาระชิ้นงานที่ได้รับมอบหมาย หรือวัดด้วยแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมราช (2546, หน้า 219) ได้ระบุว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ชุดของคำถามที่มุ่งวัดความรู้ความสามารถ ทักษะ และสมรรถภาพทางสมองด้านต่าง ๆ ของนักเรียนหลังเกิดการเรียนรู้ขึ้น

พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2540) แสดงแนวคิดเกี่ยวกับการทดสอบที่ใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มี 3 แบบ ดังนี้

1. แบบวัดด้านการปฏิบัติ เป็นการตรวจสอบความรู้ความสามารถทางการปฏิบัติ โดยให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงให้เห็นเป็นผลงานปรากฏ

2. แบบปากเปล่า การสอนแบบนี้มักกระทำเป็นรายบุคคล ซึ่งต้องการการใช้ถ้อยคำในการตอบคำถาม รวมทั้งการแสดงความคิดเห็นและบุคลิกภาพต่าง ๆ ซึ่งต้องการวัดความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่ทำ ตลอดจนแง่มุมต่าง ๆ การสอบปากเปล่าสามารถได้รายละเอียดลึกซึ้งและคำถามสามารถเปลี่ยนแปลงหรือเพิ่มเติมได้ตามต้องการ

3. แบบเขียนตอบ เป็นการวัดที่ให้ผู้สอบเขียนเป็นตัวหนังสือตอบ ซึ่งมีรูปแบบการตอบอยู่ 2 แบบ คือ

3.1 แบบความเรียง ซึ่งได้แก่ การสอบวัดที่ใช้ข้อสอบแบบอัตนัยหรือความเรียง

3.2 แบบจำกัดคำตอบ ซึ่งเป็นการสอบที่กำหนดขอบเขตของคำถามที่จะใช้ตอบหรือกำหนดคำตอบมาให้เลือก ซึ่งมีรูปแบบของคำถามอยู่ 4 รูปแบบ คือ

3.2.1 แบบเลือกทางใดทางหนึ่ง

3.2.2 แบบจับคู่

3.2.3 แบบเติมคำ

3.2.4 แบบเลือกตอบ

ไพศาล วรคำ (2555, หน้า 233) กล่าวว่า แบบทดสอบ (Test) คือ ชุดของข้อคำถามที่ใช้วัดค่าของตัวแปรใดตัวแปรหนึ่ง โดยที่มีคำตอบที่ถูกต้องแน่นอน และมีกฎเกณฑ์ในการตรวจให้คะแนนอย่างสมเหตุสมผลและแน่นอน แบบทดสอบยังจำแนกอีกหลายประเภทขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่ใช้ในการจำแนก ดังนี้

1. จำแนกตามคุณลักษณะที่ต้องการวัด จำแนกแบบทดสอบออกเป็น 4 ประเภท ดังนี้

1.1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Achievement test) เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้และทักษะ

1.2 แบบทดสอบวัดบุคลิกภาพ (Personality test) เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดคุณลักษณะของบุคคลที่เกี่ยวกับความรู้สึก เจตคติ

1.3 แบบวัดความถนัด (Aptitude test) เป็นการวัดศักยภาพของผู้ตอบ เพื่อใช้ทำนายความสามารถในการปฏิบัติงาน

- 1.4 แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ (Creativity test)
2. จำแนกตามลักษณะการตรวจให้คะแนน จำแนกได้ 3 ประเภท ได้แก่
 - 2.1 แบบทดสอบปรนัย (Objective test)
 - 2.2 แบบทดสอบอัตนัย (Subjective test)
 - 2.3 แบบทดสอบอัตนัยประยุกต์ (Modified test)
3. จำแนกตามลักษณะการสร้าง แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ
 - 3.1 แบบทดสอบมาตรฐาน (Standardized test)
 - 3.2 แบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างเอง (Researcher-made test)
4. จำแนกตามลักษณะการนำผลที่ได้ไปใช้ประเมิน จำแนกได้ 2 ประเภท คือ
 - 4.1 แบบทดสอบแบบอิงเกณฑ์ (Criterion- referenced test)
 - 4.2 แบบทดสอบแบบอิงกลุ่ม (Norm- referenced test)
5. จำแนกตามลักษณะการตอบสนอง จำแนกออกเป็น 3 ประเภท คือ
 - 5.1 แบบทดสอบข้อเขียน (Paper-pencil test)
 - 5.1.1 แบบทดสอบเลือกตอบ (Multiple-choices test)
 - 5.1.2 แบบทดสอบความเรียง (Essay test)
 - 5.1.3 แบบทดสอบเติมคำ (Completion test)
 - 5.1.4 แบบทดสอบโคลซ (Cloze test)
 - 5.2 แบบทดสอบปฏิบัติ (Performance test)
 - 5.3 แบบทดสอบปากเปล่า (Oral test)

บุญชม ศรีสะอาด (2553) กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึงแบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ความสามารถของบุคคลในด้านวิชาการ ซึ่งเป็นผลมาจากการเรียนรู้ในเนื้อหาสาระตามจุดประสงค์ของวิชาหรือเนื้อหาที่สอบนั้น โดยทั่วไปจะวัดผลสัมฤทธิ์ในวิชาต่าง ๆ ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 แบบ ดังนี้

1. แบบทดสอบอิงเกณฑ์ คือ แบบทดสอบที่สร้างขึ้นตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม มีคะแนนเกณฑ์สำหรับใช้ตัดสินว่านักเรียนมีความรู้ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้หรือไม่ การวัดตรงตามจุดประสงค์เป็นหัวใจสำคัญของข้อสอบในแบบทดสอบประเภทนี้
2. แบบทดสอบอิงกลุ่ม คือ แบบทดสอบที่มุ่งสร้างเพื่อวัดให้ครอบคลุมหลักสูตรจึงสร้างตามตารางวิเคราะห์หลักสูตร ความสามารถในการจำแนกผู้สอบตามความเก่งอ่อนได้ดีเป็นหัวใจ

สำคัญของข้อสอบในแบบทดสอบประเภทนี้ การรายงานผลสอบ อาศัยคะแนนมาตรฐาน ซึ่งเป็นคะแนนที่สามารถให้ความหมายถึงสภาพความสามารถของบุคคลนั้นเมื่อเปรียบเทียบกับบุคคลอื่น ๆ ที่ใช้กลุ่มเปรียบเทียบ

จากการศึกษาแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือ เครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ที่ใช้ในการวัดความรู้ ความสามารถของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะสมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ใช้ในการวิจัยคือแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก

การปรับปรุงอนุกรมวิธานของบลูม (Bloom' s Revised Taxonomy)

การปรับปรุงอนุกรมวิธานของบลูมเป็นทฤษฎีที่เกิดจากการปรับปรุงแนวคิดการแบ่งประเภทของการเรียนรู้ทางพุทธิพิสัยแบบดั้งเดิมของ Benjamin Bloom โดยแบ่งออกเป็น 6 ลำดับขั้น ได้แก่ 1) การจำ 2) การเข้าใจ 3) การประยุกต์ใช้ 4) การวิเคราะห์ 5) การประเมิน และ 6) การสร้างสรรค์ มีรายละเอียดดังนี้ (Wilson, 2016)

1. การจำ (Remembering) คือ การตระหนักหรือนึกถึงความรู้จากหน่วยความจำ การจำเกิดขึ้นเมื่อใช้ความจำในการผลิต หรือเรียกคืนข้อกำหนดข้อเท็จจริง หรือรายการ หรือเพื่ออ่านข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้เรียนรู้มาก่อนหน้านี้

2. การเข้าใจ (Understanding) คือ การสร้างความหมายโดยวิธีที่แตกต่างกัน เช่น โดยการเขียน การสร้างข้อความ ภาพ หรือทำกิจกรรมอย่างอื่น เช่น การเป็นล่าม การยกตัวอย่าง การจัดจำแนกแบ่งประเภท การสรุปเนื้อหา การอนุมาน และเปรียบเทียบหรืออธิบาย

3. การประยุกต์ใช้ (Applying) คือ การดำเนินการหรือใช้วิธีการผ่านการประมวลผลการประยุกต์ใช้ที่เกี่ยวข้องหรืออ้างอิงถึงสถานการณ์การเรียนรู้ ที่ข้อมูลจะถูกดึงออกมาใช้งานเกิดผลผลิต เช่น รูปแบบการนำเสนอ การสัมภาษณ์หรือการจำลอง

4. การวิเคราะห์ (Analyzing) คือ แยกแยะข้อมูลหรือแนวคิดออกเป็นส่วน ๆ แล้วพิจารณาว่ามีส่วนใดเกี่ยวข้องกัน ด้วยโครงสร้างหรือด้วยวัตถุประสงค์เดียวกัน สมองจะดำเนินการแยก จัดระบบ รวมทั้งสามารถแยกความแตกต่างระหว่างองค์ประกอบได้ เมื่อนักเรียนสามารถวิเคราะห์ได้แล้ว เขาจะสามารถแสดงการทำงานของสมองโดยการสร้างแผนงาน การสำรวจ ผังภาพ แผนภูมิ หรือแผนผัง

5. การประเมิน (Evaluating) คือ การใช้ดุลยพินิจตัดสินใจที่เกี่ยวข้องกับคุณค่า ให้กับกิจกรรม สิ่งของ การกระทำ หรือปรากฏการณ์ใด ๆ ตามหลักเกณฑ์ และมาตรฐานที่กำหนด

6. การคิดสร้างสรรค์ (Creating) คือ เป็นการนำเอาองค์ประกอบ องค์ความรู้ที่มีอยู่มาเชื่อมโยงกัน และจัดระบบใหม่ไปสู่รูปแบบหรือโครงสร้างใหม่ ๆ การคิดสร้างสรรค์เป็นการนำเอา

ส่วนต่าง ๆ ของความรู้มารวมเข้าด้วยกันเป็นวิธีการใหม่หรือสิ่งใหม่ ซึ่งกระบวนการนี้เป็นกระบวนการสมองจะทำงานยากที่สุด

จากการศึกษาการปรับปรุงอนุกรมวิธานของบลูมสรุปได้ว่า พฤติกรรมการใช้สมองเพื่อการเรียนรู้ มีการจัดแบ่งออกเป็น 6 ลำดับขั้น คือ 1) การจำ 2) การเข้าใจ 3) การประยุกต์ใช้ 4) การวิเคราะห์ 5) การประเมิน และ 6) การสร้างสรรค์ ในการวิจัยผู้วิจัยใช้เพียง 4 ขั้นคือ 1) การจำ 2) การเข้าใจ 3) การประยุกต์ใช้ และ 4) การวิเคราะห์ เนื่องจากระดับพฤติกรรมที่คาดหวังตามจุดประสงค์การเรียนรู้ของหน่วยการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยทำการศึกษานั้นสามารถวัดพฤติกรรมได้เพียง 4 ขั้น

ความคิดสร้างสรรค์

ความหมายของการคิดสร้างสรรค์

การให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ มีนักวิชาการหลายท่านได้แสดงทัศนะไว้ดังต่อไปนี้

กิลฟอร์ด (Guilford, 1965) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง ความสามารถทางสมอง เป็นความสามารถที่จะคิดได้หลายทิศทางหรือแบบอนกนัย และความคิดสร้างสรรค์นี้ประกอบด้วยความคิดคล่องในการคิด ความคิดยืดหยุ่น และความคิดที่เป็นของตนเองโดยเฉพาะคนที่มีลักษณะดังกล่าวจะต้องเป็นคนกล้าคิด ไม่กลัวถูกวิพากษ์วิจารณ์และมีอิสระในการคิดด้วย

ทอร์เรนซ์ (Torrance, 1962) ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ว่าเป็นความสามารถของบุคคลในการคิดสร้างสรรค์ผลิตผลหรือสิ่งแปลก ๆ ใหม่ ที่ไม่รู้จักมาก่อนซึ่งสิ่งต่าง ๆ เหล่านี้อาจจะเกิดจากการรวมเอาความรู้ต่าง ๆ ที่ได้จากประสบการณ์แล้วเชื่อมโยงกับสถานการณ์ใหม่ ๆ สิ่งที่เกิดขึ้นไม่จำเป็นต้องเป็นสิ่งที่สมบูรณ์อย่างแท้จริง อาจออกมาในรูปแบบของผลผลิตทางศิลปะ วรรณคดี วิทยาศาสตร์ หรืออาจเป็นเพียงขบวนการเท่านั้น

แอนเดอร์สัน (Anderson, 1983) กล่าวว่าความคิดสร้างสรรค์เป็นพฤติกรรมของบุคคลซึ่งแสดงความคิดใหม่ ๆ อันเป็นการกระทำที่บุคคลเลือกจากประสบการณ์ที่ผ่านมาเพื่อสร้างรูปแบบใหม่ ความคิดใหม่หรือผลผลิตงานใหม่ ความคิดสร้างสรรค์เป็นสิ่งที่มนุษย์ทุกคนเป็นเจ้าของในระดับต่าง ๆ กัน และความคิดสร้างสรรค์นี้สามารถพัฒนาได้ทุกระดับอายุ ถ้ามีการจัดสภาพการณ์ให้เหมาะสม

ราชบัณฑิตยสถาน (2558) ได้ให้คำจำกัดความของการคิดสร้างสรรค์ (Creative thinking) ว่าเป็นการคิดประเภทหนึ่ง มีลักษณะเป็นการคิดนอกกรอบจากความคิดเดิมที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อให้ได้ความคิดใหม่ ความคิดริเริ่ม หรือความคิดต้นแบบ ซึ่งสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้

องค์ประกอบสำคัญของความคิดสร้างสรรค์ คือ 1) การคิดคล่อง เป็นความสามารถในการคิดได้อย่างรวดเร็วและได้จำนวนความคิดมาก ซึ่งความสามารถทั้งในเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณของการคิดแบบนี้มักจะสัมพันธ์กัน 2) การคิดยืดหยุ่น เป็นความสามารถในการคิดได้หลากหลายลักษณะ หลากหลายประเภท และหลากหลายแง่มุม เป็นการคิดที่ไม่ถูกจำกัดอยู่ในความคิดประเภทเดียวกัน ความยืดหยุ่นในการคิด การมองสิ่งต่าง ๆ ช่วยให้ได้ความคิดที่แปลกใหม่หรือในมุมมองที่แตกต่างกัน 3) การคิดละเอียดลออ เป็นความสามารถในการขยายการคิดหลักไปสู่การคิดรายละเอียดต่าง ๆ ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการนำความคิดสู่การปฏิบัติ ความสามารถนี้ช่วยให้ได้แผนงานที่มีความละเอียดรอบคอบ สามารถดำเนินการตามความคิดได้อย่างรวดเร็ว และราบรื่น และ 4) การคิดริเริ่มหรือต้นแบบ เป็นความสามารถในการริเริ่มความคิดใหม่ ๆ ที่มีลักษณะแตกต่างไปจากความคิดของผู้อื่นและไม่เหมือนใคร

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2556) ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ว่า

ความหมายที่ 1 หมายถึง ความคิดแง่บวก (Positive thinking) เช่น เรามองว่าพูดให้สร้างสรรค์หน่อยสิ พูดแบบนี้คนทะเลาะกันแน่เลย ความหมายของคำว่าสร้างสรรค์คำนี้ คือการพูดแง่บวก โดยไม่ได้มีนัยที่เกี่ยวข้องกับความแตกต่าง หรือแปลกใหม่ ทั้งนี้ความคิดแง่บวกเป็นสิ่งที่เกี่ยวเนื่องกับลักษณะนิสัยมากกว่าวิธีคิด ตรงข้ามกับการคิดแง่ลบ (Negative thinking) ซึ่งหมายถึงความคิดที่ไม่ดีงาม คิดไม่ดีต่อผู้อื่นหรือตนเอง คิดบั่นทอนกำลังใจ

ความหมายที่ 2 หมายถึง การกระทำที่ไม่ทำลายล้าง การคิดและการกระทำในเชิงบวกมุ่งหมายเพื่อเสริมสร้างให้ดีขึ้น ตรงข้ามกับการคิดและการกระทำในเชิงลบที่มุ่งทำลาย เป็นลักษณะการเสนอแนะที่เป็นประโยชน์และสามารถเอาไปใช้ได้

ความหมายที่ 3 หมายถึง การคิดสร้างสรรค์สิ่งใหม่ ๆ (Creative thinking) ซึ่งเป็นความหมายเดียวกับความหมายทั่วไปในภาษาอังกฤษ เป็นการสร้างสรรค์สิ่งใหม่ที่แตกต่างไปจากเดิมและใช้ประโยชน์ได้อย่างเหมาะสม เช่น กระจกน้ำร้อนสำหรับเดินทางที่มีระบบอุ่นในตัวถือเป็นสิ่งใหม่ เป็นความคิดริเริ่มใหม่ ๆ ให้ความรู้สึกแปลกใหม่ ตื่นตาตื่นใจ ไม่เคยเห็นจากที่ไหนมาก่อน และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้เหมาะสมกว่าสิ่งที่มีอยู่เดิม

ชาญณรงค์ พรุ่งโรจน์ (2546) ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ว่า ความสามารถของสมองที่คิดได้กว้าง ไกลหลายแง่มุม เรียกว่า ความคิดแบบออเนกนัย ซึ่งทำให้เกิดความคิดแปลกใหม่แตกต่างไปจากเดิม เป็นความสามารถในการมองเห็นความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ รอบตัวเกิดการเรียนรู้ เข้าใจ จนเกิดปฏิกิริยาตอบสนองให้เกิดความคิดเชิงจินตนาการ ซึ่งเป็นลักษณะสำคัญของความคิดสร้างสรรค์อันนำไปสู่การประดิษฐ์หรือคิดค้นสิ่งแปลกใหม่ หรือเพื่อการแก้ปัญหา ซึ่งจะต้องอาศัยการบูรณาการจากประสบการณ์และความรู้ทั้งหมดที่ผ่านมา

จากการศึกษาความหมายของความคิดสร้างสรรค์ สรุปได้ว่าความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการคิดนอกกรอบจากความคิดเดิม อาจเกิดจากการรวบรวม นำเอาประสบการณ์ต่าง ๆ ที่ผ่านมาแล้วเชื่อมโยงกับสถานการณ์ใหม่ ๆ ในปัจจุบัน เพื่อ การสร้างสรรค์สิ่งใหม่ ๆ ที่เป็นประโยชน์อย่างเหมาะสม โดยมีองค์ประกอบของความคิด สร้างสรรค์ คือ ความคิดริเริ่ม ความคล่องแคล่วในการคิด ความยืดหยุ่นในการคิด และความคิด ละเอียดลออ

สมองและความคิดมนุษย์

สมองของมนุษย์เป็นศูนย์รวมของระบบประสาท และเป็นศูนย์กลางของการทำงานทุก ชนิดของร่างกายของมนุษย์ ในลักษณะที่มองเห็นภาพของสมองเป็นเหมือนก้อนของวัตถุสีเทาอ่อน เดียว แต่ความเป็นจริงนั้นลักษณะกายวิภาคของสมอง สามารถแยกสมองออกเป็นสองซีก คือ สมอง ซีกซ้าย (Left hemisphere) กับสมองซีกขวา (Right hemisphere) และสมองสองซีกนั้นยังทำหน้าที่ ไม่เหมือนกันอีกด้วย ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 กระบวนการคิดการทำงานของสมอง

ที่มา: <https://twitter.com/hashtag/สมองซีกซ้าย>

จากภาพที่ 3 จะเห็นได้ว่า สมองซีกซ้าย มีการทำงานในลักษณะของการจัดระบบระเบียบ ทำงานตามกรอบของเวลา ทำกิจกรรมทางด้านภาษา การเขียน ตรรกวิทยา คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ การใช้เหตุผล การวิเคราะห์แยกแยะ ซึ่งเป็นลักษณะการทำงานในสายของวิทยาศาสตร์

ทั้งสิ้น และในส่วนของสมองซีกขวา มีลักษณะการทำงานแบบกว้าง ๆ หรือการจัดระบบแบบไม่มีขอบเขต ไม่อยู่ในกรอบของเวลา เป็นกิจกรรมทางด้านการรับรู้สุนทรียศิลป์ทั้งหลาย มีศิลปะ ดนตรี นาฏศิลป์ ความคิดจินตนาการ ความคิดที่เกิดขึ้นได้เอง หรือสัญชาตญาณ (Intuition) ความคิดสร้างสรรค์ ความคิดสังเคราะห์ ตลอดจนภาษาท่าทางหรือภาษากายทั้งหลาย ซึ่งล้วนแต่เป็นการทำงานของวิชาการทางศิลปศาสตร์ (Arts) เป็นส่วนใหญ่ เมื่อพิจารณาหน้าที่ทางด้านการใช้ความคิดของสมองนั้น จะเห็นได้ว่าหน้าที่ทางด้านการใช้ความคิดส่วนใหญ่เป็นเรื่องของสมองซีกซ้าย ขณะที่สมองซีกขวาก็ทำหน้าที่ทางด้านการใช้ความคิดด้วยเช่นเดียวกัน คือ ความคิดจินตนาการ ความคิดสร้างสรรค์ และความคิดที่เกิดขึ้นได้เอง ซึ่งความคิดทั้งหลายเหล่านี้ล้วนแต่ยังไม่ค่อยมีการส่งเสริมกันอย่างจริงจัง ทั้งในระบบการศึกษาและนอกระบบการศึกษา เนื่องจากระบบการศึกษาส่วนใหญ่เป็นระบบที่ส่งเสริมให้นักเรียนมีสมองโตเพียงซีกซ้ายซีกเดียว มีผลทำให้นักเรียนเกิดความเครียด มีวิสัยทัศน์แคบและตื้น เนื่องจากต้องติดอยู่กับระบบ หลักการ เหตุผล ฯลฯ อยู่ตลอดเวลา วิธีการที่ถูกต้องจึงควรจัดระบบการศึกษาใหม่เป็นระบบการศึกษาแบบองค์รวม (Holistic education) ให้นักเรียนสามารถพัฒนาสมองซีกขวาไปพร้อม ๆ กับสมองซีกซ้าย ซึ่งน่าจะส่งผลที่ดีแก่นักเรียน ได้อย่างยั่งยืน และสมบูรณ์มากกว่ากัน คือนักเรียนจะไม่เครียด เกิดความรู้สึกผ่อนคลาย มีวิสัยทัศน์กว้างและลึก เห็นคุณค่าของความเป็นมนุษย์เข้าใจโลกและชีวิต และย่อมจะส่งผลให้สามารถดำรงชีวิตร่วมกับบุคคลอื่น ๆ ในสังคมได้ดีกว่าและมีพลังงานในทางสร้างสรรค์ได้สูงกว่าด้วย (วนิช สุวรรัตน์, 2547)

องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์

องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ได้รับอิทธิพลมาจากทฤษฎีโครงสร้างทางสติปัญญาของกิลฟอร์ด โดย กิลฟอร์ด (ชาณณรงค์ พรุ่งโรจน์, 2546) ได้อธิบายถึงสมรรถภาพทางสมองว่าแบ่งเป็น 3 มิติ คือ เนื้อหา (Contents) วิธีการคิด (Operations) และผลของการคิด (Products) ดังนี้

1. เนื้อหา (Contents) หมายถึง ความรู้ ข้อมูล และประสบการณ์ที่สมองรับรู้ ซึ่งอาจเป็นได้ทั้งภาพ สัญลักษณ์ ภาษา และพฤติกรรม
2. วิธีการคิด (Operations) หมายถึง การปฏิบัติหรือการคิดซึ่งเป็นกระบวนการทำงานของสมอง โดยเริ่มตั้งแต่การตีความเนื้อหา สะสมความรู้หรือข้อมูลต่าง ๆ ไว้ในรูปของความจำ รวมถึงการคิดเพื่อตอบสนองซึ่งแบ่งออกเป็นการคิดแบบอนกนัย (Divergent thinking) และการคิดแบบเอกนัย (Convergent thinking) และการสรุปประเมินค่า

3. ผลของการคิด (Products) หมายถึง การแสดงผลของการทำงานของสมอง หรือผลที่ได้จากการคิด ได้แก่ ความสามารถในการจำแนก การจัดเข้าพวก การจัดระบบความสัมพันธ์ของเนื้อหาเป็นต้น

จากสมรรถภาพทางสมองข้างต้น กิลฟอร์ด อธิบายว่าความคิดสร้างสรรค์อยู่ในมิติที่ 2 คือ วิธีการคิด เป็นลักษณะการคิดแบบอเนกนัย กล่าวคือ เมื่อมีเนื้อหาหรือข้อมูลผ่านเข้ามาในการรับรู้ ผู้มีความคิดสร้างสรรค์จะสามารถคิดตอบสนองได้หลากหลายทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ ลักษณะของการคิดแบบอเนกนัย ซึ่งเป็นลักษณะการคิดอย่างสร้างสรรค์ ประกอบด้วย

1. ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง ลักษณะความคิดแปลกใหม่ ซึ่งแตกต่างไปจากความคุ้นเคย ความริเริ่มแปลกใหม่นี้อาจแสดงถึงการรับรู้เนื้อหาต่าง ๆ ที่ผ่านเข้ามาสู่ประสาทสัมผัส เช่น เมื่อเห็นรูปสี่เหลี่ยม (□) การตีความหมายตามความเคยชินจะรับรู้ว่าเป็นรูปสี่เหลี่ยม แต่หากพยายามคิดให้แตกต่างออกไป จะเห็นว่ารูปสี่เหลี่ยม อาจเป็นมุมฉาก เป็นเส้นตรงสี่เส้น หรือเป็นการเรียงตัวกันของจุดก็ได้ ซึ่งเป็นการมองเห็นความสัมพันธ์ใหม่ ความคิดริเริ่มไม่จำเป็นต้องเป็นสิ่งใหม่ซึ่งไม่เคยปรากฏมาก่อน แต่อาศัยการสะสมมาดัดแปลงหรือประยุกต์ให้ดีขึ้น มีประสิทธิภาพมากขึ้น บุคลิกภาพของผู้ที่มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ จะเป็นผู้เปิดกว้าง ยอมรับความคิดและประสบการณ์แปลกใหม่ กล้าคิด กล้าแสดงออก กล้าทดลอง มีความเชื่อมั่นในแนวคิดใหม่ของตนเอง มีความอยากรู้อยากเห็น ตลอดจนมีความอิสระในการคิดและการกระทำโดยไม่ยึดมั่นกับกฎเกณฑ์ใด ๆ จนมากเกินไป

2. ความคิดคล่องแคล่ว (Fluency) หมายถึง ความสามารถในการผลิตความคิดที่แตกต่างและหลากหลายภายใต้กรอบจำกัดของเวลา และความสามารถเบื้องต้นซึ่งจะนำไปสู่การคิดอย่างมีคุณภาพ และการคิดเพื่อการแก้ปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพต่อไป โดยแบ่งออกเป็น

2.1 ความคิดคล่องแคล่วด้านถ้อยคำ (Word fluency) เป็นความสามารถในการใช้ถ้อยคำอย่างคล่องแคล่ว

2.2 ความคิดคล่องแคล่วด้านการโยงความสัมพันธ์ (Associational fluency) เป็นความสามารถในการหาถ้อยคำที่มีความหมายเหมือนกันหรือคล้ายคลึงกันได้อย่างรวดเร็ว

2.3 ความคิดคล่องแคล่วด้านการแสดงออก (Expressional fluency) เป็นความสามารถในการนำคำมาเรียงกันเป็นวลีและประโยคเพื่อแสดงจุดหมายที่ต้องการได้อย่างเหมาะสม

3. ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) เป็นความสามารถในการคิดนอกกรอบ ไม่ตกอยู่ภายใต้กฎเกณฑ์หรือความคุ้นเคย ความคิดยืดหยุ่นช่วยให้สามารถมองเห็นสิ่งต่าง ๆ ในแง่มุมใหม่ จึงนับเป็นปัจจัยสนับสนุนให้เกิดความคิดคล่องแคล่วให้พัฒนาความคิดแตกแขนงในทิศทางที่แตกต่าง ไม่ซ้ำซ้อน นำไปสู่การคิดอย่างมีคุณภาพและการสร้างสรรค์สิ่งใหม่ แบ่งออกเป็น

3.1 ความคิดยืดหยุ่นที่เกิดขึ้นได้ทันที (Spontaneous flexibility) เป็นความสามารถที่พยายามคิดได้หลายทางอย่างอิสระ เช่น คิดประโยชน์ของหนังสือพิมพ์ว่ามีอะไรบ้าง ความคิดของผู้ที่มีความคิดยืดหยุ่นสามารถจัดกลุ่มได้หลายทิศทางหรือหลายด้าน เช่น เพื่อรู้ข่าวสารเพื่อโฆษณาสินค้า เพื่อธุรกิจ ฯลฯ ในขณะที่คนซึ่งไม่มีความคิดยืดหยุ่นจะคิดได้เพียงทิศทางเดียว เช่น เพื่อรู้ข่าวสาร

3.2 ความคิดยืดหยุ่นทางการดัดแปลง (Adapture flexibility) หมายถึง ความสามารถในการดัดแปลงความรู้ หรือประสบการณ์ให้เกิดประโยชน์หลาย ๆ ด้าน ซึ่งมีประโยชน์ต่อการแก้ปัญหา ผู้ที่มีความคิดยืดหยุ่นจะคิดดัดแปลงได้ไม่ซ้ำกัน ตัวอย่างเช่น ในเวลา 5 นาที ให้ลองคิดว่าสามารถใช้หว่ายทำอะไรได้บ้าง คำตอบ กระบุง ตะกร้า ก่องดินสอ ครอบอกเก็บน้ำ เป็ด เตยนอน โต๊ะเครื่องแป้ง ตู้เก้าอี้นอนเล่น โขงพา ตะกร้า ชะลอม กรอบรูป กีบเสียบผม ค้ำไม้เทนนิส เป็นต้น

4. ความคิดละเอียดลออ (Elaboration) การคิดตกแต่งในรายละเอียดเพื่อขยายความคิดหลักให้สมบูรณ์ ความละเอียดลออสัมพันธ์กับความสามารถในการสังเกต ไม่ละเอียดในรายละเอียดเล็ก ๆ น้อย ๆ ที่ผู้อื่นอาจมองข้ามไป ผลสำเร็จของสิ่งประดิษฐ์หรือองค์ความรู้ต่าง ๆ ต้องอาศัยความคิดในรายละเอียด เช่น ในการทดลองทางวิทยาศาสตร์ต้องควบคุมตัวแปรและปัจจัยที่เกี่ยวข้องอย่างเข้มงวด เพราะความผิดพลาดเพียงเล็กน้อยอาจทำให้ได้ข้อสรุปที่เบี่ยงเบนไป นอกจากนี้ยังมีความสามารถในการจำแนกแยกแยะอย่างฉับไวและเฉียบคม พัฒนาการด้านความคิดละเอียดลออมีความสัมพันธ์กับอายุและเพศกล่าวคือ บุคคลที่มีอายุมากจะมีความสามารถในด้านนี้มากกว่าบุคคลที่มีอายุน้อย นั่นแสดงว่าเด็กจะมีพัฒนาการด้านความละเอียดลออสูงขึ้นตามวัย และเพศหญิงจะมีความละเอียดลออมากกว่าเพศชาย เป็นต้น

จากการศึกษาองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ สามารถสรุปได้ว่า องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์มี 4 ด้าน คือ 1) ความคิดริเริ่ม 2) ความคิดคล่องแคล่ว 3) ความคิดยืดหยุ่น และ 4) ความคิดละเอียดลออ จากองค์ประกอบของความคิดทั้ง 4 ด้าน ผู้วิจัยเลือกวัดความคิดสร้างสรรค์ 3 ด้าน ได้แก่ 1) ความคิดริเริ่ม 2) ความคิดคล่องแคล่ว และ 3) ความคิดยืดหยุ่น ที่ผู้วิจัยไม่ได้วัดความคิดสร้างสรรค์ด้านความคิดละเอียดลออเนื่องจากเด็กในช่วงวัยที่ผู้วิจัยศึกษานั้นมีพัฒนาการด้านความคิดละเอียดลออไม่มากนัก เพราะพัฒนาการด้านความคิดละเอียดลออมีความสัมพันธ์กับอายุ กล่าวคือ บุคคลที่มีอายุมากจะมีความสามารถในด้านนี้มากกว่าบุคคลที่มีอายุน้อย นั่นแสดงว่าเด็กจะมีพัฒนาการด้านความละเอียดลออสูงขึ้นตามวัย

วิธีการวัดความคิดสร้างสรรค์

ความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถทางสมองที่ซับซ้อน ไม่สามารถมองเห็นได้ชัดเจน ยกต่อการวัด แต่ทั้งนี้ได้มีนักการศึกษาได้ศึกษาเกี่ยวกับการวัดความคิดสร้างสรรค์ไว้ ดังนี้

วิธีการวัดความคิดสร้างสรรค์โดยใช้วิธีการสังเกตพฤติกรรมของเด็กด้วยการระบุหัวข้อที่ใช้เป็นแนวทางในการสังเกตผู้มีความคิดสร้างสรรค์สูงได้ แม้จะไม่ตรงกับแบบทดสอบ เช่น การสังเกตความสามารถในการใช้เวลาให้เป็นประโยชน์ โดยปราศจากสิ่งรบกวนนักเรียนสามารถทำกิจกรรมได้ไกลเกินกว่าที่ได้รับมอบหมายด้วยวิธีการแปลกใหม่และกล้าทดลอง กล้าเสี่ยง (Torrance, 1966) ดังนี้

1. การสังเกต หมายถึง การสังเกตพฤติกรรมของบุคคลที่แสดงออกเชิงสร้างสรรค์ Abraham & Renner (1986) ได้ศึกษาแบบต่าง ๆ ของความคิดจินตนาการ และได้ใช้วิธีการสังเกตเป็นวิธีการวัดผลวิธีหนึ่งในหลาย ๆ วิธี เขาพยายามที่จะวัดความคิด จินตนาการของเด็กจาก พฤติกรรมการเล่นและการทำกิจกรรม โดยการสังเกตพฤติกรรมการเรียนแบบการทดลอง การปรับปรุงและตกแต่งสิ่งต่าง ๆ การแสดงละคร การใช้คำอธิบายและบรรยายให้เกิดภาพจนชัดเจน การเล่านิทาน การแต่งเรื่องใหม่ การเล่นและการคิดเกมใหม่ ๆ ตลอดจนพฤติกรรมที่แสดง ความรู้สึกรับซึ่งต่อความสวยงาม เป็นต้น การสังเกตพฤติกรรมเป็นวิธีการที่พ่อแม่ ครู ผู้ปกครอง สามารถใช้ให้เป็นประโยชน์ได้เพราะบุคคลดังกล่าวอยู่ในใกล้ชิดและรู้จักเด็กดีกว่าบุคคลอื่น แต่มีข้อสงสัยว่าครูและผู้ปกครองควรทราบและเข้าใจพฤติกรรมความคิดสร้างสรรค์ที่เด็กแสดงออกได้ อย่างถูกต้อง มิฉะนั้นจะทำให้ผลของการสังเกตผิดพลาดไป
2. การวาดภาพ หมายถึง การให้เด็กวาดภาพจากสิ่งเร้าที่กำหนดเป็นการถ่ายทอดความคิดสร้างสรรค์ออกมาเป็นรูปธรรมและสามารถสื่อความหมายได้สิ่งเร้าที่กำหนดให้เด็กอาจเป็นวงกลม สีเหลี่ยม แล้วให้เด็กวาดภาพต่อเติมให้เป็นภาพที่สมบูรณ์ ลักษณะดังกล่าวได้มีการทดลองใช้และศึกษากันมาเป็นเวลานานแล้วเช่น ใช้จุดวงกลมเล็ก ๆ 40 จุด จำนวน 50 จุดเป็นสิ่งเร้าให้เด็กวาดและพิจารณาความคิดล่องตัว ความคิดริเริ่ม และความคิดยืดหยุ่นจากภาพที่เด็กวาด
3. รอยหยดหมึก หมายถึง การให้เด็กดูภาพรอยหยดหมึกแล้วคิดตอบจากภาพที่เด็กเห็น มักใช้กับเด็กวัยประถมศึกษา เพราะเด็กสามารถอธิบายได้ดี การใช้รอยหยดหมึกโดยให้เด็กดูภาพแล้วตอบโดยไม่จำกัดให้อิสระในการคิดคำตอบได้เต็มที่ ส่วนคำสั่งที่สั้น ๆ ไม่เจาะจงและสิ่งเร้ารอยหยดหมึกก็เป็นแบบคลุมเครือไม่ชัดเจน คำตอบของเด็กจะได้รับการพิจารณาจากความสามารถในการคิดประดิษฐ์ อารมณ์ขัน ลักษณะจินตนาการความรู้สึกและความสามารถในการรับรู้ที่ดีต่อรอยหยดหมึก

4. การเขียนเรียงความและงานศิลปะ หมายถึง ตอนให้เด็กเขียนเรียงความจากหัวข้อที่กำหนด และการประเมินจากงานศิลปะของเรียน นักจิตวิทยามีความเห็นสอดคล้องกันว่าเด็กในวัยประถมศึกษาที่มีความสำคัญยิ่ง หรือจัดเป็นช่วงวิกฤติของการพัฒนาความคิดเชิงสร้างสรรค์ เด็กในวัยนี้มีความสนใจในการเขียนสร้างสรรค์และแสดงออกเชิงสร้างสรรค์ในงานศิลปะเป็นอย่างดี จากการศึกษาประวัติบุคคลสำคัญในวงการนักประดิษฐ์และนักวิทยาศาสตร์เอกของโลก เช่น นิวตัน เจมส์ ฮิลเลอร์ และปาสกาล พบว่าบุคคลเหล่านี้ได้แสดงแนวสร้างสรรค์ด้วยการประดิษฐ์และสร้างผลงานชิ้นแรกเมื่ออยู่ในวัยประถมศึกษาเป็นส่วนใหญ่

5. การทดสอบ หมายถึง การใช้แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์เพื่อวัดพฤติกรรมสร้างสรรค์ของเด็ก นับเป็นพัฒนาการของการวัดความคิดสร้างสรรค์ในลำดับต่อมา คือ การใช้แบบทดสอบมาตรฐาน ซึ่งเป็นผลมาจากการวิจัยเกี่ยวกับธรรมชาติของความคิดสร้างสรรค์ แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์มีทั้งที่ใช้ภาษาเป็นสื่อและใช้ภาพเป็นสื่อ เพื่อเร้าให้เด็กแสดงออกเชิงความคิดสร้างสรรค์โดยมีการกำหนดเวลาด้วย ปัจจุบันแบบทดสอบมาตรฐานที่ใช้วัดความคิดสร้างสรรค์มีหลายแบบ เช่น แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของกิลฟอร์ด แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของทอร์เรนซ์ เป็นต้น

จากการศึกษาวิธีการวัดความคิดสร้างสรรค์มีหลายวิธีดังนี้ 1) การสังเกต 2) การวาดภาพ 3) รอยหยดหมึก 4) การเขียนเรียงความและงานศิลปะ และ 5) การทดสอบ และวิธีการวัดความคิดสร้างสรรค์ที่ผู้วิจัยใช้คือการใช้การทดสอบ

แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์

แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์มีหลายฉบับแต่ฉบับที่เป็นที่แพร่หลายมากที่สุดคือแบบทดสอบของกิลฟอร์ด และแบบทดสอบของทอร์เรนซ์ ดังนี้

1. แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ของกิลฟอร์ด แบบทดสอบนี้กิลฟอร์ดและคณะแห่งมหาวิทยาลัยแคลิฟอร์เนียตอนใต้คิดขึ้นเพื่อวัดความกระจาย (Divergent thinking) โดยมุ่งวัดตัวประกอบ ในแต่ละเซลล์ตามโครงสร้างสมรรถภาพทางสมอง ซึ่งมี 3 มิติ คือ เนื้อหาที่คิด (Content) วิธีการคิด (Operation) และผลผลิตแห่งความคิด (Product) ตามลำดับ ซึ่งแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของกิลฟอร์ด ประกอบด้วยแบบทดสอบย่อย 4 ชุด ใน 4 ชุดมีทั้งหมด 11 ฉบับ โดยแบ่งออกเป็นทางด้านภาษาเขียน 7 ฉบับ ทางด้านรูปภาพ 3 ฉบับ และเป็นโจทย์ปัญหา 1 ฉบับ แบบทดสอบนี้เหมาะกับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาและผู้ใหญ่ ประกอบด้วย

1.1 ความคล่องแคล่วในการใช้คำ (Word fluency, DSU) ให้เขียนคำประกอบด้วยตัวอักษรที่กำหนดให้ เช่น ป பட บัด ปาด เป็นต้น

1.2 ความคล่องแคล่วทางการคิด (Ideational fluency, DMU) ให้เขียนชื่อสิ่งของที่อยู่ในพวกหรือประเภทเดียวกัน เช่น ของเหลวที่เป็นเชื้อเพลิง ได้แก่ น้ำมันก๊าด ก๊าซโซลีน และแอลกอฮอล์ เป็นต้น

1.3 ความคล่องแคล่วด้านเชื่อมโยง (Associational fluency, DMR) ให้เขียนคำต่าง ๆ ที่มีความหมายคล้ายคลึงกับคำที่กำหนดให้ เช่น หนัก: ยาก แฉิ่ง เป็นต้น

1.4 ความคล่องแคล่วในการแสดงออก (Expressional fluency, DSS) ให้เขียนประโยคประกอบด้วยคำสี่คำ ในแต่ละคำเริ่มต้นด้วยตัวอักษรที่กำหนดให้ เช่น K - U - Y - I Keep up your interest. Kill useless yellow insects.

1.5 การใช้ประโยชน์อย่างอื่น (Alternate uses, DMC) ให้บอกประโยชน์อย่างอื่นของสิ่งเฉพาะที่กำหนดให้ มิใช่เป็นการใช้ประโยชน์โดยทั่วไป เช่น หนังสือพิมพ์ใช้ทำประโยชน์อย่างไรได้บ้าง

1.6 การสรุปผล (Consequence, DMU, DMC) ให้บอกเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นอันเป็นผลเนื่องจากเหตุการณ์สมมติฐานที่กำหนดให้ เช่น ถ้าคนไม่จำเป็นต้องนอนพักผ่อนจะเกิดอะไรบ้าง: คนทำงานได้มากขึ้น ไม่จำเป็นต้องใช้นาฬิกาปลุก

1.7 ประเภทของงานอาชีพ (Possible jobs, DMI) ให้บอกรายชื่อของงานอาชีพต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับคำที่กำหนดให้ เช่น หลอดไฟฟ้า วิศวกรไฟฟ้า เจ้าของโรงงานทำหลอดไฟฟ้า เป็นต้น

1.8 การวาดรูป (Making objects, DFS) ให้วาดรูปสิ่งของเฉพาะโดยใช้เซตของรูปที่กำหนดให้ เช่น รูปวงกลมและรูปสามเหลี่ยม เป็นต้น ในการวาดรูปสิ่งของรูปหนึ่งอาจใช้รูปที่กำหนดให้ซ้ำกันได้ และเปลี่ยนแปลงขนาดได้ แต่จะต้องไม่เติมรูปหรือเส้นอื่น ๆ เพิ่มขึ้นอีก

1.9 การสเก็ตช์รูป (Sketches, DFU) ให้ต่อเติมให้เป็นรูปจากภาพร่างที่กำหนดให้ เช่น วงกลม สามเหลี่ยม และต่อเติมภาพให้สมบูรณ์และแตกต่างให้มากที่สุด

1.10 การตกแต่ง (Decorations, DFI) ให้ตกแต่งรูปวาดเกี่ยวกับสิ่งของทั่วไปที่วางเอาไว้แล้วด้วยแบบที่แตกต่างกัน

1.11 แก้ปัญหา (Match problem, DFT) จากโจทย์ที่กำหนดให้ เช่น ปัญหาไม้จืดไฟให้เอาจำนวนก้อนไม้จืดไฟจำนวนหนึ่งออก โดยก้อนไม้จืดไฟที่เหลือประกอบกันเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส หรือรูปสามเหลี่ยมที่มีจำนวนรูปตามต้องการ

2. แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของทอร์เรนซ์ ที่เป็นที่ยุ้จักกันแพร่หลายก็คือฉบับภาษา (Thinking creatively with words) และฉบับรูปภาพ (Thinking creatively with pictures) แต่ละฉบับจะมี 2 ชุด คือ ชุด ก และ ชุด ข ซึ่งเป็นแบบทดสอบคู่ขนานกัน สามารถเลือกใช้ชุดใดชุดหนึ่งก็ได้ ดังนี้

2.1 ฉบับภาษา (Verbal tasks) แบบทดสอบฉบับนี้ ทอร์เรนซ์ เรียกว่าการคิดอย่างสร้างสรรค์ด้วยคำ (Thinking creatively with words) มีทั้งหมด 7 ชุด 3 ชุดแรกเป็นชุดคำถามและเดา (Ark-and-Guess) ชุดที่ 4 เป็นชุดปรับปรุงผลงานให้ดีขึ้น (Product improvement) ชุดที่ 5 เป็นชุดประโยชน์แบบแปลก ๆ ของสิ่งของ (Unusual uses) ชุดที่ 6 เป็นชุดคำถามแบบแปลก ๆ (Unusual question) และชุดที่ 7 เป็นชุดคิดแบบสมมุติ (Just suppose)

2.1.1 ชุดคำถามและเดา (Ark-and-Guess) แบบทดสอบชุดนี้จะเริ่มด้วยการให้ผู้ถูกทดสอบคุณภาพที่กำหนดให้ แล้วกระตุ้นให้เขาถามคำถามเกี่ยวกับสิ่งที่เกิดขึ้นในภาพนั้นให้เขาเดาสาเหตุหรือให้เหตุผลในสิ่งที่เกิดขึ้นและเดาผลลัพธ์ที่จะตามมา

2.1.2 ชุดปรับปรุงผลงานให้ดีขึ้น (Product improvement) แบบทดสอบนี้จะเป็นการพูดคุยกาศูนย์ ผู้ทดสอบจะให้เด็กดูภาพ แล้วให้เด็กจินตนาการและตอบด้วยคำพูดว่า ควรจะปรับปรุงเปลี่ยนแปลงตุ๊กตาศูนย์ตัวนั้นอย่างไรบ้าง เพื่อให้เป็นตุ๊กตาที่น่าเล่น และให้เกิดความสนุกสนานมากขึ้น

2.1.3 ชุดประโยชน์แบบแปลก ๆ ของสิ่งของ (Unusual uses) เป็นแบบทดสอบที่คล้ายกับชุดประโยชน์ของก้อนอิฐของกิลฟอร์ด เช่นกระป๋องมีประโยชน์อะไรบ้างต้องตอบมาให้มากที่สุด

2.1.4 ชุดคำถามแบบแปลก ๆ (Unusual question) เป็นแบบทดสอบที่ให้ผู้ตอบคำถามที่แปลก ๆ มาให้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้

2.1.5 ชุดคิดแบบสมมุติ (Just suppose) แบบทดสอบชุดนี้จะกระตุ้นให้ผู้ตอบเกิดจินตนาการจากการสมมติในสิ่งที่เป็นไปได้ เช่น “ถ้าฝนที่ตกลงมาแข็งตัวเป็นน้ำแข็ง และเม็ดฝนค้างอยู่ในอากาศโดยไม่เคลื่อนลงมา จะเกิดอะไรขึ้น ตอบมาให้มากที่สุด”

2.2 ฉบับรูปภาพ (Nonverbal tasks) ทอร์เรนซ์ เรียกแบบทดสอบฉบับนี้ว่า การคิดอย่างสร้างสรรค์ด้วยภาพ (Thinking creatively with pictures) ซึ่งมี 2 ฉบับ คือ ฉบับ ก และฉบับ ข แบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับประกอบด้วยแบบทดสอบย่อย 3 ชุด หรือ 3 กิจกรรม (Torrance, 1966) ดังนี้

กิจกรรมที่ 1 การวาดภาพ (Picture construction) กิจกรรมนี้จะให้เด็กวาดภาพต่อเติมส่วนของภาพที่กำหนดให้ (ภาพที่กำหนดให้ในฉบับ ก จะเป็นกระดาษสติ๊กเกอร์สีเขียวคล้ายรูปไข่ ถ้าหากเป็นฉบับ ข จะเป็นกระดาษสติ๊กเกอร์สีส้มคล้ายรูปถั่ว) โดยให้วาดภาพของอะไรก็ได้ให้สมบูรณ์ ให้เด็กพยายามคิดและวาดเป็นภาพที่แปลก ๆ แล้วเพิ่มเติมรายละเอียดเพื่อให้เป็นภาพที่น่าสนใจ เร้าใจ และแปลกใหม่ให้มากที่สุด แล้วให้คิดชื่อภาพนั้น ๆ ให้เป็นชื่อที่แปลกที่สุดแล้วเขียนไว้ใต้ภาพดังกล่าว

กิจกรรมที่ 2 การต่อเติมภาพให้สมบูรณ์ (Picture completion) กิจกรรมนี้จะมีภาพเส้น ซึ่งเป็นส่วนของภาพ ๆ หนึ่ง จำนวน 10 ภาพ ให้เด็กต่อเติมภาพดังกล่าวให้เป็นรูปหรือภาพอะไรก็ได้ให้สมบูรณ์ ให้เด็กพยายามคิดและต่อเติมให้เป็นภาพที่แปลก ๆ เพิ่มเติมรายละเอียดเพื่อนำสนใจ เร้าใจ และสมบูรณ์มากที่สุด แล้วให้ตั้งชื่อภาพให้เป็นชื่อที่แปลก ๆ เขียนกำกับไว้ใต้ภาพ

กิจกรรมที่ 3 ให้ต่อเติมภาพจากเส้นคู่ขนานหรือวงกลม กิจกรรมนี้ถ้าเป็นฉบับ ก จะมีภาพเส้นคู่ขนานจำนวน 30 คู่ ถ้าเป็นฉบับ ข จะมีวงกลมจำนวน 30 รูป ในการสอบจะให้เด็กวาดภาพอะไรก็ได้ โดยใช้ภาพที่กำหนดให้เป็นส่วนประกอบสำคัญของภาพ แต่ละภาพที่วาดนั้นจะต่อเติมเส้นคู่ขนานหรือวงกลม ให้เป็นภาพแต่ละภาพหรืออาจจะต่อเติมเส้นคู่ขนานหรือวงกลมหลาย ๆ ภาพเข้าด้วยกัน ให้เด็กพยายามคิดและวาดเป็นภาพที่แปลก แล้วให้ตั้งชื่อภาพแต่ละภาพเป็นชื่อแปลก ๆ ให้เขียนกำกับไว้ใต้ภาพ ในการสอบเด็กจะมีเวลาทำกิจกรรมชุดละ 10 นาที โดยก่อนสอบผู้ดำเนินการสอบต้องกระตุ้นให้เด็กเห็นความสำคัญและเกิดแรงจูงใจในการทำข้อสอบ เมื่อหมดเวลากิจกรรมหนึ่งให้เริ่มกิจกรรมชุดต่อไปทันที ดังนั้นทั้ง 3 กิจกรรมจะให้เวลาในการสอบ 30 นาที

จากการศึกษาแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ของกิลฟอร์ดและทอร์เรนซ์ สรุปได้ว่าแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของกิลฟอร์ด ประกอบด้วยแบบทดสอบย่อย 4 ชุด ใน 4 ชุดมีทั้งหมด 11 ฉบับ โดยแบ่งออกเป็นทางด้านภาษาเขียน 7 ฉบับ ทางด้านรูปภาพ 3 ฉบับ และเป็นโจทย์ปัญหา 1 ฉบับ ซึ่งแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์เหมาะกับนักเรียนระดับมัธยมศึกษา และผู้ใหญ่ และแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของทอร์เรนซ์ ประกอบด้วย 1) แบบทดสอบฉบับภาษา มีทั้งหมด 7 ชุด โดย 3 ชุดแรกเป็นชุดคำถามและเดา ชุดที่ 4 เป็นชุดปรับปรุงผลงานให้ดีขึ้น ชุดที่ 5 เป็นชุดประโยชน์แบบแปลก ๆ ของสิ่งของ ชุดที่ 6 เป็นชุดคำถามแบบแปลก ๆ และชุดที่ 7 เป็นชุดคิดแบบสมมุติ และ 2) แบบทดสอบฉบับรูปภาพ ประกอบด้วยแบบทดสอบย่อย 3 ชุด โดยผู้วิจัยเลือกใช้แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของทอร์เรนซ์ที่เป็นแบบทดสอบฉบับรูปภาพ

การตรวจให้คะแนนคำตอบจากการทำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์

การตรวจคำตอบและให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์จะต้องมีการตรวจเป็นรายข้อ หรือแยกตามรายสถานการณ์ โดยมีการตรวจให้คะแนนทั้ง 4 ด้านคือ ความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดลออ แล้วนำคะแนนในแต่ละด้านของแต่ละคนมารวมกัน โดยในการตรวจให้คะแนนนั้นจะเริ่มต้นจากความคิดคล่องแคล่วก่อน จากนั้นจึงตรวจให้คะแนนความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดลออตามลำดับ โดยมีรายละเอียดดังนี้ (วนิช สุรารัตน์, 2547, หน้า 255-257)

1. การตรวจให้คะแนนความคิดคล่องแคล่ว วิธีการก็คือให้คะแนนของคำตอบที่เป็นไปตามเงื่อนไขของสิ่งเร้าหรือปัญหาที่ตั้งขึ้น คำตอบละ 1 คะแนน เช่น สมชายเขียนคำตอบมา 5 ข้อ และเป็นไปตามเงื่อนไขทั้งหมดจะได้คะแนนของความคิดคล่องแคล่ว 5 คะแนน สมศักดิ์เขียนตอบมา 7 ข้อแต่เป็นไปตามเงื่อนไขเพียง 6 ข้อก็จะได้คะแนน 6 คะแนน เป็นต้น ในการตรวจตอนนี้ให้ตรวจแยกเป็นราย ๆ ยังไม่ต้องไปพิจารณาร่วมกับบุคคลอื่น

2. การตรวจให้คะแนนความคิดยืดหยุ่น วิธีการก็นำคำตอบเป็นรายชื่อของผู้ตอบทุกคนมาจัดกลุ่มตามลักษณะของคำตอบที่คล้ายคลึงกันมาพิจารณาเป็นภาพรวม ซึ่งจะได้คำตอบหลาย ๆ กลุ่มซึ่งโดยปกติควรมีจำนวนกลุ่มตั้งแต่ 5 กลุ่มขึ้นไป แล้วจึงนำมาพิจารณาให้คะแนนของผู้ตอบเป็นรายบุคคล เช่น จากตัวอย่างสมชายเขียนคำตอบได้ในข้อแรกมา 5 ข้อสามารถจัดกลุ่มต่าง ๆ ได้ 4 กลุ่มคือ กลุ่มแรก 2 ข้อ กลุ่มที่สอง 1 ข้อ กลุ่มที่สาม 1 ข้อ และกลุ่มที่สี่ 1 ข้อ สมชายก็จะได้คะแนนความคิดยืดหยุ่น 4 คะแนน ถ้าปรากฏว่าคำตอบบางคำตอบของผู้ตอบบางคนไม่สามารถจัดเข้ากลุ่มใดได้เลยก็จะได้คำตอบละ 1 คะแนน

3. การตรวจให้คะแนนความคิดริเริ่ม วิธีการตรวจให้คะแนนกระทำโดยนำคำตอบของทุกคนมาบันทึกความซับซ้อนเพื่อหาค่าความถี่ของคำตอบที่ซ้ำซ้อนกัน ความซ้ำซ้อน หมายถึงความคิดที่มีอิสระ เนื้อหา หรือรูปแบบที่ใกล้เคียงกัน จากนั้นจึงมีการให้คะแนนในลักษณะผูกพันกับความถี่ที่ซ้ำซ้อน คือคำตอบที่มีความซ้ำซ้อนกันน้อยได้คะแนนมาก คำตอบที่มีความซ้ำซ้อนกันมากได้คะแนนน้อย แต่จะต้องตั้งเป็นเกณฑ์ไว้ว่าคำตอบที่มีความถี่ของการซ้ำซ้อนเท่าไรจึงจะได้คะแนนต่ำสุดคือศูนย์คะแนน ดังนี้

คำตอบที่มีความถี่เกิน 5 ขึ้นไป	ให้ 0 คะแนน
คำตอบที่มีความถี่เท่ากับ 5	ให้ 1 คะแนน
คำตอบที่มีความถี่เท่ากับ 4	ให้ 2 คะแนน
คำตอบที่มีความถี่เท่ากับ 3	ให้ 3 คะแนน
คำตอบที่มีความถี่เท่ากับ 2	ให้ 4 คะแนน
คำตอบที่มีความถี่เท่ากับ 1	ให้ 5 คะแนน

4. การตรวจให้คะแนนความคิดละเอียดลออ วิธีการให้คะแนนกระทำโดยแต่ละคำตอบให้คะแนนต่ำสุด 1 คะแนน ส่วนรายละเอียดที่ต่อเติมเพิ่มขยายหรืออธิบายที่แสดงให้เห็นความชัดเจนยิ่งขึ้นก็จะให้คะแนนอีก 1 คะแนน ไม่ว่าจะเป็นการต่อเติมในส่วนไหนอย่างไรก็ดีสิ่งที่นำมาต่อเติมจะต้องดูแล้วมีความสมจริงมีความสมบูรณ์และมีความหมาย

เจตคติ

ความหมายของเจตคติ

นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของคำว่า เจตคติ (Attitude) ไว้แตกต่างกัน ดังนี้
Thurstone (1931) กล่าวถึง เจตคติ ว่าเป็นอารมณ์ความรู้สึกในทางต่อต้านเป้าหมายทางจิต
อาจจะเป็นสิ่งของหรือบุคคล

Mcdonald (1962) กล่าวว่า เจตคติ คือ ความโน้มเอียงหรือความพร้อมที่จะแสดง
พฤติกรรมทางใดทางหนึ่ง

Secord and Backman (1964) กล่าวว่า เจตคติ คือ ความรู้สึก ความนึกคิด และพฤติกรรม
ของแต่ละบุคคลที่มีต่อสภาพแวดล้อม

Shaver and Jack (1977) กล่าวว่า เจตคติ หมายถึง สภาพความพร้อมของจิตใจและ
ประสาท ซึ่งเกิดจากการได้รับประสบการณ์อันมีผลโดยตรงต่อการตอบสนองของบุคคลต่อสรรพ
สิ่ง และสถานการณ์ที่เข้ามาเกี่ยวข้องกับบุคคลนั้น

บุญเรียง ขจรศิลป์ (2543) กล่าวว่า เจตคติ (Attitude) หมายถึง สภาพการแสดงออกของ
จิตใจในการตอบสนองต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง เช่น ความรู้สึกชอบ ไม่ชอบ ความเชื่อในสิ่งต่าง ๆ เหล่านี้
คือ เจตคติ

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมราช (2546) ระบุว่า เจตคติ ตรงกับคำในภาษาอังกฤษว่า
Attitude ตามพจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถานพุทธศักราช 2525 ว่า เจตคติ หมายถึง ท่าทีหรือ
ความรู้สึกของบุคคลต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง

สรุปความหมายของคำว่า เจตคติ คือ ความรู้สึกของบุคคลที่อาจแสดงออกทางพฤติกรรม
ทั้งทางบวกและทางลบ หรือความรู้สึกชอบ/ ไม่ชอบ ของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

องค์ประกอบของเจตคติ

ตามแนวคิดของนักจิตวิทยาและนักวิชาการการศึกษาได้เสนอองค์ประกอบของ
เจตคติไว้เป็น 3 แนวคิด ดังนี้

1. เจตคติสามองค์ประกอบ

นักจิตวิทยาที่สนับสนุนว่า เจตคติมี 3 องค์ประกอบที่สำคัญได้แก่ Kretch, Crutchfield,
Pallachey and Triandis (อ้างถึงใน บุญธรรม กิจปริดาภิสุทธิ์, 2553) นักจิตวิทยาเหล่านี้จะให้
ความหมายของเจตคติ โดยครอบคลุมองค์ประกอบทั้งสามอย่างครบถ้วน และเห็นว่าองค์ประกอบ
ทั้งสามมีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องซึ่งกันและกัน องค์ประกอบทั้งสามได้แก่

1. องค์ประกอบด้านความรู้ (Cognitive component) ได้แก่ ความรู้ ความเชื่อ ความคิด
และความคิดเห็นของบุคคลที่มีต่อสิ่งเร้า

2. องค์ประกอบด้านท่าทีความรู้สึก (Affective component) ได้แก่ ความรู้สึกชอบ – ไม่ชอบ หรือท่าทีที่ดีหรือไม่ดีต่อสิ่งเร้า เป็นภาวะความรู้สึกที่สนองตอบต่อสิ่งเร้าไปในทางที่ดีหรือไม่ดี หรือในทางบวก (Positive) หรือในทางลบ (Negative) ซึ่งเป็นผลสืบเนื่องจากองค์ประกอบด้านความรู้

3. องค์ประกอบด้านการปฏิบัติ (Behavioral component) ได้แก่ แนวโน้มหรือความพร้อมของบุคคลที่จะปฏิบัติต่อสิ่งเร้า หากมีสิ่งเร้าที่เหมาะสมจะเกิดการปฏิบัติ หรือมีปฏิกริยาอย่างใดอย่างหนึ่ง

ไพศาล หวังพานิช (2523, หน้า 220) ได้กล่าวว่างค์ประกอบของเจตคติประกอบด้วย สามองค์ประกอบด้วยกัน ได้แก่

1. ความรู้ บุคคลใดจะมีเจตคติต่อสิ่งใดได้ บุคคลนั้นจะต้องมีความรู้ความเข้าใจในสิ่งนั้นก่อน เพื่อใช้เป็นรายละเอียดสำหรับให้เหตุผลในการที่จะสรุปเป็นความเชื่อต่อไป

2. ความรู้สึก เป็นองค์ประกอบที่เกี่ยวกับความรู้สึก หรืออารมณ์ของบุคคลที่มีต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใดหลังจากรู้และเข้าใจสิ่งนั้นแล้ว กล่าวคือ เมื่อบุคคลใคร่และเข้าใจเรื่องใด ก็จะสรุปเป็นความเห็นในรูปการประเมินผลว่าสิ่งนั้นเป็นที่พอใจหรือไม่ สำคัญหรือไม่ ดีหรือเลว ซึ่งเท่ากับเกิดอารมณ์หรือความรู้สึกต่อสิ่งนั้น

3. ความโน้มเอียงที่จะปฏิบัติ เป็นองค์ประกอบสุดท้ายที่รวมตัวมาจากความรู้และความรู้สึกที่มีต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใด จนทำให้เกิดความโน้มเอียงที่จะปฏิบัติ หรือตอบสนองต่อสิ่งนั้น ในทิศทางที่สนับสนุน คล้อยตาม หรือขัดแย้ง ตามความรู้และความรู้สึกที่เป็นพื้นฐานนั้น

สงวน สุทธิเลิศอรุณ (2543, หน้า 79) กล่าวว่าองค์ประกอบของเจตคติมีสามประการ ดังต่อไปนี้

1. ด้านความรู้สึก (Affective component) การที่บุคคลจะมีเจตคติอย่างไร เช่น ชอบหรือไม่ชอบอะไรก็ตาม จะต้องขึ้นอยู่กับปัจจัยหรือองค์ประกอบที่สำคัญที่สุด คือความรู้สึก เพราะความรู้สึกจะบ่งชี้ว่าชอบหรือไม่ชอบ เช่น ความรู้สึกชอบครูหรือไม่ชอบครู เป็นต้น

2. ด้านความรู้ (Cognitive component) บุคคลที่มีเจตคติอย่างไรจะต้องอาศัยความรู้หรือประสบการณ์ ว่าเคยรู้จักหรือเคยรับรู้มาก่อน มิฉะนั้น บุคคลนั้นไม่อาจจะกำหนดความรู้สึก หรือท่าทีว่าชอบหรือไม่ชอบได้ เช่น บุคคลที่จะบอกว่าชอบเป็นครูหรือไม่ชอบเป็นครูนั้น จะต้องทราบเสียก่อนว่า ครูมีบทบาทอย่างไร มีรายได้เท่าไร และจะก้าวหน้าเพียงใด มิฉะนั้นไม่อาจบอกถึงเจตคติของตนได้

3. ด้านพฤติกรรม (Behavior component) บุคคลจะมีเจตคติอย่างไรให้สังเกตจากการกระทำหรือพฤติกรรม ถึงแม้ว่าพฤติกรรมจะเป็นองค์ประกอบสำคัญของเจตคติแต่ยังมีความสำคัญ

น้อยกว่าความรู้สึก เพราะในบางครั้งบุคคลกระทำไปโดยขัดกับความรู้สึก เช่น ยกมือไหว้และกล่าวคำสวัสดิ์ แต่ในความรู้สึกจริง ๆ นั้น อาจมิได้เลื่อมใสศรัทธาเลยก็ได้

2. เจตคติสององค์ประกอบ

Katz (1960 อ้างถึงใน บุญธรรม กิจปริดาบริสุทธิ, 2553ข) กล่าวว่า เจตคติมี 2 องค์ประกอบ ได้แก่ องค์ประกอบด้านความรู้กับองค์ประกอบด้านท่าทีความรู้สึก

3. เจตคติองค์ประกอบเดียว

เจตคติองค์ประกอบเดียวแนวความคิดนี้ระบุว่าเจตคติมีองค์ประกอบเดียว คือ องค์ประกอบด้านท่าทีความรู้สึก ซึ่งแสดงออกหรือตอบสนองต่อที่หมายของเจตคติไปในทางชอบหรือไม่ชอบ หรือดีหรือไม่ดี นักจิตวิทยาที่สนับสนุนแนวความคิดนี้ได้แก่ Bem (1970), Fishbein & Ajzen (1975), Insko (1967) และ Thurstone (1959) (อ้างถึงใน บุญธรรม กิจปริดาบริสุทธิ, 2553ข)

สรุปได้ว่าองค์ประกอบของเจตคติมี 3 แนว คือ 1) เจตคติมี 3 องค์ประกอบ 2) เจตคติมีสององค์ประกอบ และ 3) เจตคติองค์ประกอบเดียว

ความหมายของแบบวัดเจตคติ

บุญเรียง ขจรศิลป์ (2543, หน้า 78) ได้กล่าวถึง แบบวัดเจตคติ (Attitude scales) คือ เครื่องมือที่ใช้วัดความคิดเห็น ความเชื่อหรือเจตคติของแต่ละบุคคล

มาลินี บุญยรัตพันธุ์ กานต์รวี บุญญานุสิทธิ์ กิตติศักดิ์ ลักขณา และสุรวีร์ เพียรเพชรเลิศ (2557) กล่าวว่า แบบวัดเจตคติ คือ แบบวัดความรู้สึก ทศนคติ ค่านิยม ความคิดเห็นหรือคุณลักษณะทางจิตใจ ซึ่งเป็นคุณลักษณะภายในของแต่ละบุคคลต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง

พรณี สิกิจวัฒน์ (2553) กล่าวว่า แบบวัดเจตคติ (Attitude scales) ว่าเป็นชุดของข้อคำถามด้านความรู้สึกที่มีต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใดในทางบวกหรือทางลบ ซึ่งมีการกำหนดระดับของคำตอบไว้เป็นช่วง ๆ ที่ต่อเนื่องกันและมีหน่วยเท่ากันให้ผู้ตอบเลือกตอบตามความรู้สึกที่แท้จริง

จากการศึกษาความหมายของแบบวัดเจตคติสรุปได้ว่า แบบวัดเจตคติ หมายถึง เครื่องมือที่สร้างขึ้นใช้ในการวัดการแสดงความรู้สึกของนักเรียน ที่อาจแสดงออกทางพฤติกรรมทั้งทางบวกและทางลบ หรือความรู้สึกชอบ/ไม่ชอบ ของนักเรียน

วิธีการสร้างแบบวัดเจตคติ

การสร้างแบบวัดเจตคติ ได้มีผู้เสนอแนะวิธีการสร้างแบบวัดไว้หลายวิธีด้วยกัน และวิธีที่เป็นที่นิยมใช้กันอยู่ 3 วิธี ได้แก่ 1) แบบวัดเจตคติตามวิธีของเทอร์สตัน 2) แบบวัดเจตคติตามวิธีของลิเคิร์ท และ 3) แบบวัดเจตคติตามวิธีของออสกูต (นงเยาว์ อุทุมพร, 2558)

แบบวัดเจตคติตามวิธีของเทอร์สโตน (Thurstone-type scale)

แบบวัดเจตคติประเภทนี้ไม่เพียงให้แต่ละคนแสดงความคิด/ความเห็นของตนอยู่ในช่วงความต่อเนื่องของการเห็นด้วยกับเจตคติที่ให้ แต่ยังวัดข้อคำถามด้านเจตคติเอง แต่ละข้อคำถามถูกกำหนดค่าการวัด (Scale value) ที่ชี้ความเข้มของเจตคติสำหรับคำตอบที่เห็นด้วยกับข้อคำถาม ข้อคำถามในแบบวัดเจตคติตามวิธีของเทอร์สโตนถูกกำหนดให้จัดลำดับต่างกันมากกว่าเท่ากัน สร้างยากกว่าแบบวัดเจตคติแบบมาตรสรุปรวมแต่ให้ผลคล้ายกัน (นงเยาว์ อุทุมพร, 2558)

การสร้างแบบวัดเจตคติตามวิธีของเทอร์สโตน มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายของแบบวัดเจตคติที่ต้องการ ผู้สร้างแบบวัดเจตคติต้องระบุให้ได้ว่าต้องการวัดเรื่องอะไร เช่น เจตคติต่ออาชีพนักการเมือง เจตคติต่อประเทศไทย
2. รวบรวมข้อความเกี่ยวกับเจตคติที่ต้องการวัด ควรต้องมีข้อความจำนวนมากทั้งข้อความที่เป็นด้านบวก ด้านลบและกลาง ๆ ข้อความนั้นต้องโต้เถียงได้ สั้น ชัดเจน ไม่ซับซ้อน ตีความได้ในแง่เดียว เป็นต้น ซึ่งควรมีประมาณ 100 – 130 ข้อความ
3. การประเมินข้อความ นำข้อความที่สร้างขึ้นมาพิมพ์ลงในบัตรแผ่นละ 1 ข้อความแล้วนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนจัดกลุ่มข้อความเป็น 11 กลุ่ม ตามความเข้มของเจตคติ โดยทั่วไปจำนวนผู้เชี่ยวชาญที่เป็นผู้พิจารณาตัดสินควรมีอย่างน้อย 30 คน ซึ่งต้องเลือกจากบุคคลที่มีความรู้ความสามารถและประสบการณ์ในเรื่องที่ต้องการวัดจริง ๆ
4. กำหนดค่าคะแนนของข้อความในแต่ละข้อความ นำผลการพิจารณาตัดสินของผู้เชี่ยวชาญมาคำนวณค่าประจำข้อความเป็นการกำหนดระดับความเข้มของเจตคติที่ปรากฏในข้อความแต่ละข้อความ โดยคำนวณหาค่ามัธยฐาน และค่าการกระจายโดยคำนวณจากพิสัยควอไทล์
5. เลือกข้อความไปใช้ทำเครื่องมือ โดยข้อความในแบบวัดเจตคตินั้นควรมีประมาณ 20 – 25 ข้อความ ซึ่งควรเลือกข้อความที่มีค่า S เท่ากันไว้ในกลุ่มเดียวกันแล้วเรียงลำดับจากค่าน้อยไปค่ามากและเลือกข้อความที่มีพิสัยควอไทล์น้อยที่สุด แสดงว่าผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นเหมือนกัน
6. จัดทำแบบวัดเจตคติ ในการเรียงข้อความแบบสุ่ม ไม่ควรให้ข้อความที่มีค่ามัธยฐานเท่ากันอยู่ใกล้กัน โดยไม่ต้องนำเสนอค่าคะแนนประจำข้อความในการทำแบบวัดเจตคติไปให้ผู้ตอบนั้น จะให้ผู้ตอบเลือกว่าเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยกับข้อความ ถ้าผู้ตอบมีเจตคติที่ดีก็น่าจะเห็นด้วยกับข้อความทางบวกในแบบวัดเจตคติ
7. ตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดเจตคติโดยหาค่าความเที่ยงตรง และค่าความเชื่อมั่น
8. นำแบบวัดเจตคติไปสอบวัดกับกลุ่มตัวอย่างที่ต้องการศึกษา ตรวจให้คะแนนเจตคติของผู้ตอบแต่ละคน คำนวณจากค่ามัธยฐานของข้อความที่ตอบจากผู้ตอบแต่ละคนที่เห็นด้วยและถือเป็นค่าที่แทนคะแนนของเจตคติจากผู้ตอบคนนั้น (พิชิต ฤทธิ์จรูญ, 2547)

แบบวัดเจตคติตามวิธีของลิเคิร์ต (Likert-type scale)

แบบวัดเจตคติตามวิธีของลิเคิร์ต เป็นชุดข้อคำถามทั้งหมดจำนวน โดยประมาณซึ่งจะพอเหมาะกับน้ำหนักเจตคติหรือคุณค่าที่ต้องการวัด ผู้ตอบจะตอบตามระดับความเข้ม (Intensity) ที่แตกต่างกันในมาตรวัดต่อเนื่องจากสุดปลายขั้วทั้ง 2 ด้าน เช่น เห็นด้วย-ไม่เห็นด้วย ชอบ-ไม่ชอบ หรือ ยอมรับ-คัดค้าน ความรู้สึกด้านใดจะเป็นตัวเลขที่สูงกว่าด้านที่ไม่ดี รูปแบบการตอบของแบบวัดแบบลิเคิร์ตที่ใช้กันมากจะมี 5 ช่วง หรือ 5 ตัวเลือก กำหนดให้เป็น 5, 4, 3, 2, 1 เช่น เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง ถ้าข้อความใดมีลักษณะเป็นลบ มีลักษณะตรงกันข้ามกับความต้องการจะให้คะแนนกลับกัน (บุญธรรม กิจปริดาภิสุทธิ, 2553)

สำหรับการให้ค่าของระดับความคิดเห็นจะแบ่งตามลักษณะของข้อความที่เป็นแบบทางบวกและข้อความทางลบ ดังนี้

ระดับความคิดเห็น	ข้อความทางบวก	ข้อความทางลบ
เห็นด้วยอย่างยิ่ง	5	1
เห็นด้วย	4	2
ไม่แน่ใจ	3	3
ไม่เห็นด้วย	2	4
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	1	5

การสร้างแบบวัดเจตคติตามวิธีของลิเคิร์ต มีขั้นตอนการสร้างดังนี้ (นงเยาว์ อุทุมพร, 2558)

1. กำหนดจุดมุ่งหมายของแบบวัดเจตคติที่ต้องการรู้ ผู้สร้างแบบวัดเจตคติต้องระบุให้ได้ว่าต้องการวัดเรื่องอะไร เช่น เจตคติต่อวิชาชีววิทยา เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ฯลฯ

2. ระบุนโยบายหรือให้ความหมายของเจตคติที่ต้องการวัดให้ชัดเจนว่าประกอบด้วยคุณลักษณะอะไรบ้าง เพื่อให้สามารถเขียนข้อความแสดงความรู้สึกได้อย่างครอบคลุม

3. สร้างและรวบรวมข้อคำถามที่สะท้อนถึงเจตคติที่ต้องการวัดให้ชัดเจน และต้องให้ครอบคลุมคุณลักษณะที่สำคัญ ข้อความที่ถามอาจเป็นข้อความเชิงบวกหรือเชิงลบก็ได้ เช่น ข้อความทางบวก คือ เรียนคณิตศาสตร์แล้วทำให้เป็นคนฉลาด หรือข้อความเชิงลบ คือ เรียนคณิตศาสตร์แล้วทำให้จิตใจเศร้าหมอง การเขียนข้อความหรือข้อคำถามควรมีลักษณะดังนี้

3.1 เป็นข้อความที่เกี่ยวกับพฤติกรรมที่ผู้ตอบพึงประสงค์ ซึ่งสามารถโต้แย้งได้ ไม่ใช่ข้อเท็จจริง เพราะถ้าเป็นข้อเท็จจริงผู้ตอบที่มีเจตคติต่างกันก็อาจตอบเหมือนได้

3.2 เป็นข้อความที่มีประเด็นคำถามเพียงประเด็นเดียว และไม่ควรรใช้ประโยคปฏิเสธหรือปฏิเสธซ้อนกัน ซึ่งอาจทำให้ผู้ตอบสับสนได้

3.3 ควรเป็นข้อความที่สั้น กระชับ ชัดเจน ไม่ใช้คำกำกวม

3.4 ในรายการข้อความแต่ละข้อควรผสมระหว่างข้อความด้านบวกและข้อความด้านลบ

4. ตรวจสอบข้อความที่เขียนว่าสอดคล้องกับการตอบหรือไม่ เช่น กำหนดให้ตอบว่า เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง แต่ข้อความที่เขียนต้องการคำตอบในลักษณะของ ชอบมากที่สุด ชอบมาก ชอบปานกลาง ชอบน้อย ชอบน้อยที่สุด เป็นต้น

5. นำแบบวัดเจตคติไปทดลองใช้ เพื่อตรวจสอบความชัดเจนของข้อความและภาษาที่ใช้ รวมทั้งตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดเจตคติในเรื่องอื่น ๆ เช่น ความเที่ยงตรง อำนาจจำแนก และความเชื่อมั่นของแบบวัดเจตคติ

6. กำหนดน้ำหนักคะแนนของแต่ละข้อความที่ตอบ โดยทั่วไปนิยมให้คะแนนเป็น 5, 4, 3, 2, 1 ถ้าเป็นข้อความทางบวก และให้คะแนนเป็น 1, 2, 3, 4, 5 ถ้าเป็นข้อความทางลบ

7. จัดทำแบบวัดเจตคติฉบับสมบูรณ์ เมื่อทำการตรวจสอบคุณภาพเรียบร้อยแล้วทำให้เป็นฉบับสมบูรณ์ สำหรับนำไปใช้เก็บข้อมูลต่อไป

แบบวัดเจตคติตามวิธีของออสกู๊ด (Osgood Scale)

แบบวัดเจตคติตามวิธีของออสกู๊ด เป็นวิธีวัดความหมายของแนวคิดในทางปฏิบัติมีการประยุกต์ใช้ 2 แบบ คือ 1) วัดลักษณะความหมายของคำและแนวคิดในช่องว่างด้วยความหมายทางภาษา 3 มิติอย่างเป็นปรนัยและง่าย ๆ 2) ถ้าเป็นมาตรวัดเจตคติ (Attitude scale) จำกัดจุดเน้นที่ด้านความรู้สึกนึกคิด หรือวิธีเชิงประเมิน (นงเยาว์ อุทุมพร, 2558)

ออสกู๊ด และคณะต้องการวิธีการวัดเชิงปรนัย ในลักษณะทางภาษาของคำ แนวคิด และองค์ประกอบซึ่งวิเคราะห์คำคุณศัพท์ตามข้อ 76 คู่ (ที่มีความหมายตรงข้ามกัน) คำทั้งหลายมีองค์ประกอบหลัก 3 ประการ พิจารณาจากน้ำหนักทางภาษาส่วนมาก ได้แก่

1) องค์ประกอบด้านการประเมิน (Evaluative factor) เช่น ดี-เลว ฉลาด-โง่ มีค่า-ไร้ค่า บวก-ลบ

2) องค์ประกอบด้านพลังอำนาจ (Potency factor) เช่น แข็ง-อ่อน หนา-บาง กล้า-กลัว

3) องค์ประกอบด้านกิจกรรม (Activity factor) เช่น เร็ว-ช้า ขยัน-ขี้เกียจ ร้อน-เย็น คล่องแคล่ว-เฉื่อยชา

การสร้างแบบวัดเจตคติตามวิธีของออสกู๊ด มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

1. เลือกมโนทัศน์ ที่เป็นที่ยุติของคนที่เข้าไปเกี่ยวข้องกัน เป็นคำหรือวลีสั้น ๆ ที่มีความชัดเจน และสามารถกระตุ้นให้คนแสดงความคิดเห็นและความรู้สึกที่แตกต่างกันได้ สิ่งนั้นควรจะสัมพันธ์กับปัญหาวิจัยและไวต่อความรู้สึกถึงความแตกต่าง และความคล้ายคลึงในกลุ่มที่เปรียบเทียบ

2. รวบรวมคำคุณศัพท์ที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ให้มากที่สุด เพื่อให้ครอบคลุมสิ่งที่ต้องการศึกษา และนำมาจัดเป็นคำตรงกันข้ามของคำคุณศัพท์ โดยให้ครอบคลุมทั้ง 3 องค์ประกอบ

3. ให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านภาษาไทยจำนวน 10 คน ตรวจสอบการใช้ภาษา ความเหมาะสมของการใช้คำคุณศัพท์ที่เลือกไว้ คำตรงกันข้ามที่ผู้เชี่ยวชาญเห็นสอดคล้องกันตั้งแต่ร้อยละ 80 ถือว่าใช้ได้ และปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ

4. นำคำคุณศัพท์มาสร้างเป็นแบบวัดเจตคติต่อมโนทัศน์ที่กำหนดไว้ โดยแบ่งเป็น 3, 5, 7 หรือ 9 ช่วงก็ได้ ที่นิยมใช้คือ 7 ช่วง

การกำหนดคะแนนในมาตรวัดบันทึกได้ 2 แบบ คือ

4.1 กำหนดคะแนนส่วนที่เป็นนิมาน (Positive) ให้เป็น 7 แล้วลดลงไปเรื่อยๆ เป็น 6, 5, 4, 3, 2 และ 1 โดยให้ส่วนที่เป็นนิเสธ (Negative) เป็น 1 เช่น

ดี	เลว	6	5	4	3	2	1
----	-----	---	---	---	---	---	---

4.2 กำหนดคะแนนให้จุดกึ่งกลางเป็นศูนย์ ส่วนที่เป็นนิมาน มีค่าบวกและส่วนที่เป็นนิเสธมีค่าเป็นลบ เช่น

ชือสัตย์	ลิดโกง	2	1	0	-1	-2	-3
----------	--------	---	---	---	----	----	----

5. นำแบบวัดเจตคติไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งควรจะมีอย่างน้อยจำนวน 5 เท่าของข้อความ แล้วนำมาวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนกของข้อความแต่ละข้อ หาค่าความเชื่อมั่น และค่าความเที่ยงตรง

6. จัดทำแบบวัดเจตคติหลังจากที่ผ่านการหาคุณภาพเรียบร้อยแล้ว และนำไปใช้จริงต่อไป

จากการศึกษาวิธีการวัดเจตคติสรุปได้ว่า แบบวัดเจตคติมีหลายประเภท ผู้วิจัยควรเลือกใช้ให้เหมาะสม สำหรับแบบวัดเจตคติที่นิยมใช้มี 3 แบบ คือ 1) แบบวัดเจตคติตามวิธีของเทอร์สโตน 2) แบบวัดเจตคติตามวิธีของลิเคิร์ท และ 3) แบบวัดเจตคติตามวิธีของออสกู๊ด ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้แบบวัดเจตคติตามวิธีของลิเคิร์ท เนื่องจากมีความเข้าใจง่าย และเป็นที่ยอมรับกันเป็นอย่างมาก

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยในประเทศ

มีนกาญจน์ แจ่มพงษ์ (2559) ทำการศึกษาการพัฒนาชุดฝึกทักษะแบบสะสมเพื่อการสร้างสรรค์ชิ้นงาน เรื่องพลังงานรอบตัวเรา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาชุดฝึกทักษะแบบสะสมศึกษาเพื่อการสร้างสรรค์ชิ้นงาน เรื่องพลังงานรอบตัวเรา 2) วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์จากการเรียนรู้ด้วยชุดฝึกทักษะแบบสะสมศึกษาเพื่อการสร้างสรรค์ชิ้นงาน เรื่องพลังงานรอบตัวเรา และ 3) ศึกษาระดับความสามารถในการสร้างสรรค์ชิ้นงานหลังจากที่ได้เรียนการพัฒนาชุดฝึกทักษะแบบสะสมศึกษาเพื่อการสร้างสรรค์ชิ้นงาน เรื่องพลังงานรอบตัวเรา ผลการวิจัยพบว่า 1) ชุดฝึกทักษะนี้มีประสิทธิภาพ 80.76/81.54 สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านปฏิบัติงาน นักเรียนได้ปฏิบัติการสร้างสรรค์ชิ้นงานมีประสิทธิภาพมากขึ้น และ 3) ความสามารถในการสร้างสรรค์ชิ้นงานหลังจากที่ได้เรียนโดยใช้แบบประเมินตามสภาพจริง (แบบวัดแบบคะแนนรูบริก) อยู่ในระดับดี

พัฒมาอัสไวณี ตาเย๊ะ และคณะ (2560) ทำการวิจัยเรื่อง ผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะสมศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะสมศึกษา 2) ศึกษาความคิดสร้างสรรค์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะสมศึกษา และ 3) ศึกษาความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะสมศึกษา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ก่อนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะสมศึกษาอยู่ในระดับต่ำกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำ หลังการจัดการเรียนรู้เฉลี่ยอยู่ในระดับค่อนข้างดี และมีคะแนนพัฒนาการทางการเรียนวิทยาศาสตร์เฉลี่ยร้อยละ 57.12 ซึ่งมีพัฒนาการระดับสูง 2) นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์หลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 มีระดับความคิดสร้างสรรค์ก่อนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะสมศึกษาอยู่ในระดับต่ำกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำ หลังการจัดการเรียนรู้อยู่ในระดับดี และมีคะแนนพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์เฉลี่ยร้อยละ 56.09 ซึ่งมีพัฒนาการระดับสูง 3) นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะสมศึกษาโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด

ชนัญญา ภูโปรง ต้นสกุล ศานติบุรณ์ และนุกุล กุดแกลง (2560) ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ โดยมีวัตถุประสงค์ คือ 1) เพื่อพัฒนา แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา วิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์และ เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เรื่องอาหารกับการดำรงชีวิต ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 2) เพื่อเปรียบเทียบทักษะความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนระหว่างก่อนและหลังเรียน ด้วยการ จัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง อาหารกับการดำรงชีวิต 3) เพื่อเปรียบเทียบ เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระหว่างก่อนและหลังเรียน ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็ม ศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง อาหารกับการดำรงชีวิต 4) เพื่อวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะ ความคิดสร้างสรรค์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์หลังเรียน ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาวิชา วิทยาศาสตร์ เรื่องอาหารกับการดำรงชีวิต และผลการวิจัย พบว่า 1) ผลการประเมินประสิทธิภาพ ของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาในรายวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องอาหาร กับการดำรงชีวิต มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 75/75 โดยมีประสิทธิภาพเท่ากับ 79.89/77.06 2) ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยทักษะความคิดสร้างสรรค์ พบว่า คะแนนเฉลี่ยทักษะความคิดสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและมีความแตกต่างอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนน เจตคติ พบว่า คะแนนเจตคติหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 4) ทักษะความคิดสร้างสรรค์กับเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ มีความสัมพันธ์กันโดยทักษะการคิด สร้างสรรค์กับเจตคติต่อวิทยาศาสตร์มีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน และมีความสัมพันธ์อย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จารีพร ผลมูล สุนีย์ เหมาะประสิทธิ์ และเกริก ศักดิ์สุภาพ (2558) ทำการศึกษาวิจัยเรื่อง การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้แบบ STEAM สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3: กรณีศึกษาชุมชนวัง ตะกอก จังหวัดชุมพร มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาหน่วยการเรียนรู้บูรณาการแบบ STEAM สำหรับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3: กรณีศึกษาชุมชนวังตะกอก จังหวัดชุมพร 2) ศึกษาผลการใช้หน่วย การเรียนรู้บูรณาการแบบ STEAM ในประเด็นที่ 1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จิตสำนึกอนุรักษ์ สิ่งแวดล้อม และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ 2. ประสิทธิภาพของหน่วยการเรียนรู้บูรณาการ แบบ STEAM และผลการศึกษาพบว่า 1) นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และ ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 65 2) นักเรียนมีจิตสำนึกอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ผ่านเกณฑ์ในระดับดี

ภิญโญ วงษ์ทอง (2561) ทำการศึกษาวิจัยเรื่อง ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ บูรณาการ STEAM Education ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ทักษะการคิดอย่างมี วิเคราะห์ วิจารณ์ และ ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษา ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ทักษะการคิดอย่างมี วิเคราะห์ วิจารณ์ และ ความพึงพอใจของ นักเรียนที่มีต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้บูรณาการ STEAM Education ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อน เรียน โดยมีผลคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนร้อยละ 38.05 และมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนร้อยละ 74.92 มีค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ .60 2) นักเรียนมีทักษะการคิดอย่างมี วิเคราะห์ วิจารณ์ โดยรวมอยู่ในระดับดี 3) นักเรียนมีความพึงพอใจโดยรวมต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้อยู่ในระดับมากที่สุด

สุนารี ศรีบุญ (2561) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหา เป็นฐาน 2) ศึกษาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังการ จัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และ 3) ศึกษาความพึงพอใจ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ ปัญหาเป็นฐาน ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน ที่ใช้การจัดการ เรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังการ จัดการเรียนรู้ตามแนวคิด ผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนและ หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน อยู่ในระดับสูง และ 3) ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education ผลการเรียนรู้ วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐานอยู่ในระดับมาก

งานวิจัยต่างประเทศ

Kim, Gwon-Suk and Choi, Sun Yong (2012) ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง ผลของการแก้ปัญหาเชิง สร้างสรรค์และทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ ผ่านโปรแกรม STEAM ที่เน้นวิทยาศาสตร์สำหรับ นักเรียนที่มีความสามารถพิเศษในระดับประถมศึกษา วัตถุประสงค์ของการศึกษาคือ การพัฒนา และประยุกต์ใช้แผนการสอนและแผนงานอ้างอิงจาก โปรแกรม STEAM กลุ่มเป้าหมายคือนักเรียน กลุ่มทดลอง และนักเรียนกลุ่มเปรียบเทียบ ในชั้นเรียน Gifted จังหวัดกยองกี ผลการศึกษามีดังนี้

1) ความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบที่เรียน โดยใช้โปรแกรม STEAM ทางวิทยาศาสตร์ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) ทักษะคิดของนักเรียน ก่อนการเรียนรู้โดยโปรแกรม STEAM ทางวิทยาศาสตร์ พบว่าคะแนนเฉลี่ย ของกลุ่มทดลองมีค่าเท่ากับ 80.78 สูงกว่ากลุ่มเปรียบเทียบมีคะแนนเฉลี่ย 73.75 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 หลังการเรียนรู้โดยโปรแกรม STEAM ทางวิทยาศาสตร์ พบว่า คะแนนทักษะคิดของกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ย 85.89 สูงกว่ากลุ่มเปรียบเทียบมีคะแนนเฉลี่ย 76.20 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เมื่อพิจารณาโดยภาพรวมของทักษะคิดที่มีต่อการเรียนรู้โดยโปรแกรม STEAM ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มทดลอง พบว่ามีคะแนนเฉลี่ยสูงขึ้น แต่ก็ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และ 3) การวิเคราะห์แบบสอบถามสำหรับการประเมินโปรแกรม STEAM ของนักเรียนกลุ่มทดลองให้การยอมรับในแง่ดีเกี่ยวกับโปรแกรม STEAM และมีความพึงพอใจเกี่ยวกับบทเรียนมากขึ้น

Oh Dong-ju, Bae Jin-Ho, and Park Su-hong (2016) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ผลของโปรแกรมการเสริมสร้างความเข้มแข็งทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์และความฉลาดทางอารมณ์ของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษในชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยวัตถุประสงค์ของการศึกษา คือ เพื่อศึกษาผลของโปรแกรมเสริมสมรรถนะของ STEAM ที่มีคุณค่าทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับกิจกรรมการคิดสร้างสรรค์และความฉลาดทางอารมณ์ของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษในชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ของสำนักงานการศึกษาท้องถิ่นในเขตเมืองหลวง กลุ่มตัวอย่าง 20 คน และกลุ่มทดลอง 20 คนเป็นกลุ่มเปรียบเทียบ สำหรับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบทเรียนเรื่อง "โลกแห่งแสงผ่านวิทยาศาสตร์" ได้มีการใช้โปรแกรมการเสริมสร้างความสามารถทางวิทยาศาสตร์ของ STEAM ในกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งในขณะที่กลุ่มเปรียบเทียบได้รับการสอนบทเรียนแบบดั้งเดิมและผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้ ชั้นแรกโปรแกรมการเสริมสร้างความสามารถทางวิทยาศาสตร์ของ STEAM มีผลต่อการปรับปรุงกิจกรรมการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษในชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ประการที่สองโปรแกรมการเสริมสร้างความสามารถในการเสริมสร้างความสามารถทางวิทยาศาสตร์ของ STEAM ได้แสดงให้เห็นว่าความฉลาดทางอารมณ์ของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาได้เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา จะเห็นได้ว่าเป็นการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในสาระวิชาต่าง ๆ โดยการบูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม ศิลปะ และคณิตศาสตร์ เข้าไปในการจัดการเรียนตามขั้นของกระบวนการทางวิศวกรรม เป็นการศึกษาความคิดสร้างสรรค์ และความพึงพอใจของนักเรียน ทั้งนี้ผลการวิจัยมีความสอดคล้อง

กัน คือ หลังจากที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์เพิ่มขึ้น มีการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนจัดอยู่ในระดับดีถึงดีมาก และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนการสอนเป็นอย่างมาก ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเป็นการสอนให้นักเรียนได้มีการคิดอย่างเป็นระบบ มีการวางแผน ได้เรียนรู้ในหลากหลายศาสตร์วิชา และได้ลงมือปฏิบัติจริงในการสร้างสรรค์ผลงานของตนเอง ซึ่งเป็นประโยชน์อย่างมากในการนำไปปรับใช้ในชีวิตประจำวันและการทำงานในอนาคต

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มกับเกณฑ์ร้อยละ 70 2) เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม และ 3) ศึกษาเจตคติต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามขั้นตอน ดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล
3. การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. วิธีการรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล
6. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านแหลมแทน อำเภอเมืองชลบุรี จังหวัดชลบุรี ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 2 ห้องเรียน จำนวน 40 คน

2. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านแหลมแทน อำเภอเมืองชลบุรี จังหวัดชลบุรี ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 20 คน ซึ่งได้จากวิธีสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling)

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 สมบัติทางกายภาพของวัสดุและสถานะของสาร ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 6 แผน ดังนี้

แผนที่ 1 เรื่อง ความแข็งและสภาพยืดหยุ่นของวัสดุ

แผนที่ 2 การนำความร้อนและการนำไฟฟ้าของวัสดุ

แผนที่ 3 สิ่งประดิษฐ์จากวัสดุเหลือใช้

แผนที่ 4 สถานะของแข็ง

แผนที่ 5 สถานะของเหลว

แผนที่ 6 สถานะแก๊ส

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 1 ชุด เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ (Multiple choice) 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ

3. แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เป็นแบบทดสอบอัตนัย มีทั้งหมด 3 กิจกรรม ดังนี้

กิจกรรมที่ 1 การวาดภาพ

กิจกรรมที่ 2 การต่อเติมภาพให้สมบูรณ์

กิจกรรมที่ 3 การต่อเติมภาพจากวงกลม

4. แบบวัดเจตคติต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เป็นแบบประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 12 ข้อ

การสร้างและหาคูณภาพของเครื่องมือ

สำหรับเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมีรายละเอียดในการสร้างและหาคูณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ดังนี้

1. แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 สมบัติทางกายภาพของวัสดุและสถานะของสสาร ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

ขั้นที่ 1 ศึกษาข้อมูลเบื้องต้น แนวคิด เอกสาร ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย

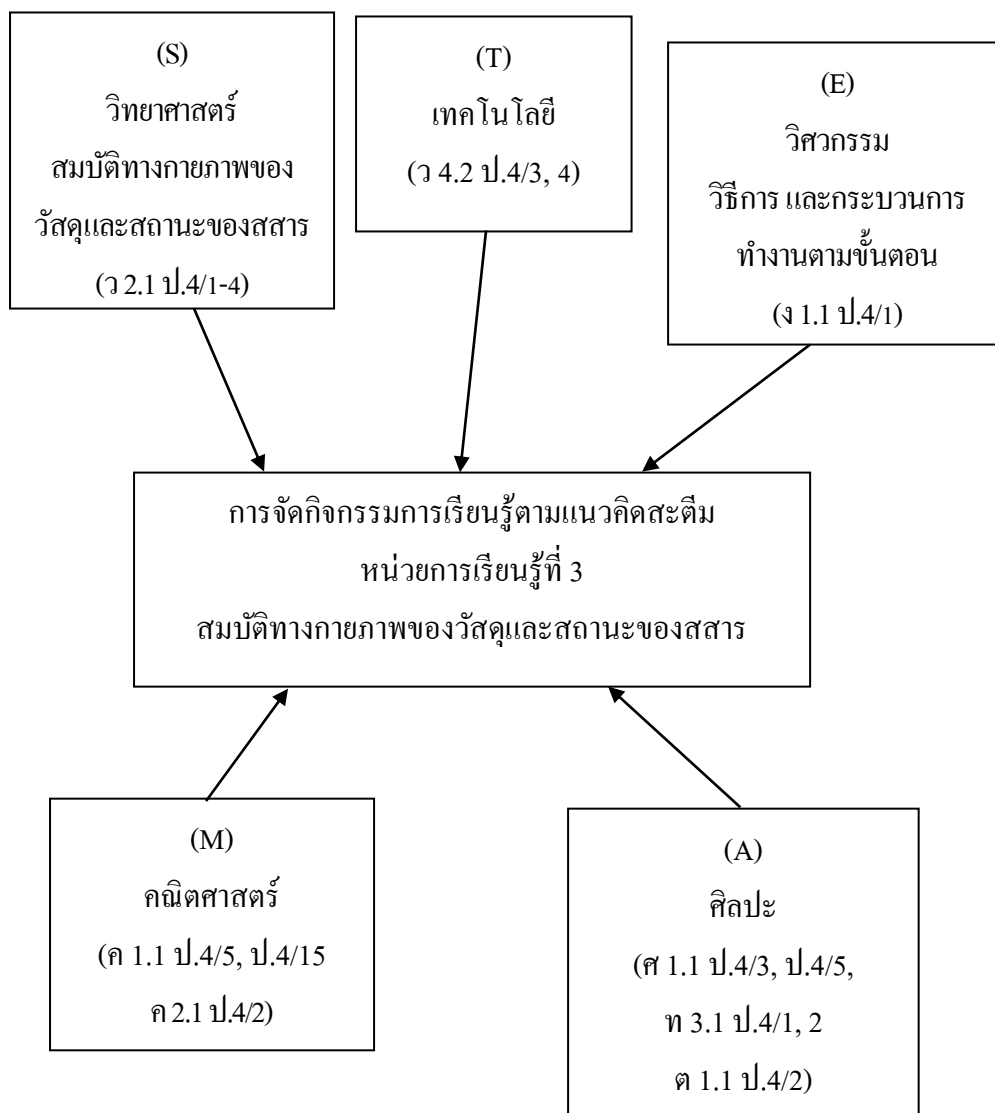
1.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม

1.2 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 หลักสูตร

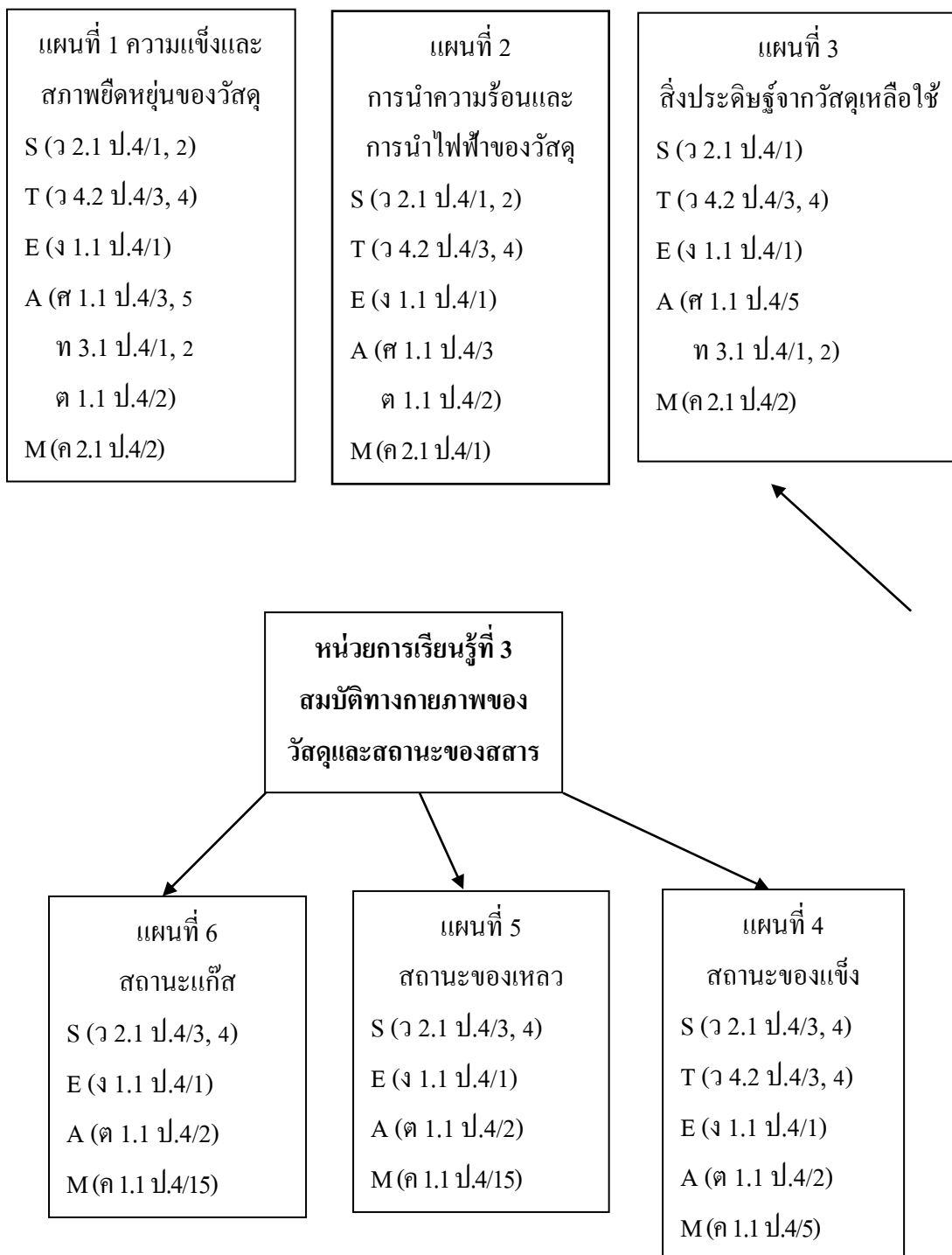
แกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) และหลักสูตรสถานศึกษา โรงเรียนบ้านแหลมแท่น สาระ มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด และสาระแกนกลางการเรียนรู้ของชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

ขั้นที่ 2 การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม

2.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มเป็นการสอนบูรณาการแบบข้ามวิชา โดยมีสาระวิชาวิทยาศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 สมบัติทางกายภาพของวัสดุและสถานะของสสาร เป็นตัวหลัก และนำเนื้อหาบางส่วนที่มีความเชื่อมโยงกันของ เทคโนโลยี วิศวกรรม ศิลปะ และคณิตศาสตร์ เข้าไปบูรณาการกับวิทยาศาสตร์ โดยมีรายละเอียดดังภาพที่ 4, 5 และตารางที่ 5



ภาพที่ 4 การบูรณาการตัวชี้วัดตามการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม



ภาพที่ 5 การบูรณาการตัวชี้วัดตามแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม

ตารางที่ 5 วิเคราะห์ แผนการจัดกิจกรรมในสาระการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้ที่บูรณาการตาม แนวคิดสะเต็ม ของหน่วยการเรียนรู้ที่ 3 สมบัติทางกายภาพของวัสดุและสถานะของสสาร

เรื่อง	สาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์	สาระการเรียนรู้ที่บูรณาการ	ชั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
แผนที่ 1 ความ แข็งและ สภาพ ยืดหยุ่น ของวัสดุ	วัสดุแต่ละ ชนิดมีสมบัติ ทางกายภาพ แตกต่างกัน วัสดุที่มีความ แข็งจะทนต่อ แรงขูดขีดและ วัสดุที่มีสภาพ ยืดหยุ่นจะ เปลี่ยนแปลง รูปร่างเมื่อมี แรงมากระทำ และกลับ สภาพเดิมได้	สมบัติทางกายภาพด้านความแข็ง และสภาพยืดหยุ่น (S) การใช้ อินเทอร์เนตในการสืบค้นรวบรวม ข้อมูลของการนำสมบัติทาง กายภาพด้านความแข็งและสภาพ ยืดหยุ่นของวัสดุไปใช้ประโยชน์ (T) วิธีการขั้นตอนในการทดลอง ความแข็งและสภาพยืดหยุ่นของ วัสดุ (E) จำแนกทัศนธาตุของสิ่ง ต่าง ๆ โดยเน้นเรื่อง เส้น สี รูปร่าง และรูปทรง การวาดภาพประกอบ การดูนิทานจาก VDO แล้ววาดสรุป ความ แสดงความคิดเห็นความรู้สึ เกี่ยวกับเรื่องที่ฟังและดู และอ่าน ออกเสียงคำ สะกดคำเป็น ภาษาอังกฤษ (A) การวัดและบอก ความยาวของวัสดุ และการวัด ขนาดของมุมโดยใช้โปรแทรกเตอร์ ในช่วงการทำงานทดลอง (M)	ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ขั้นสอน (ใช้วิธีการบวนการ สืบสอบและแสวงหาความรู้ เป็นกลุ่ม) -ขั้นที่ 1 ให้นักเรียนเผชิญ ปัญหาที่ชวนงุนงงสงสัย - ขั้นที่ 2 ให้นักเรียนแสดง ความคิดเห็นต่อปัญหา - ขั้นที่ 3 ให้นักเรียนแต่ละ กลุ่มร่วมกันกันวางแผนใน การแสวงหาความรู้ - ขั้นที่ 4 ให้นักเรียน ดำเนินการแสวงหาความรู้ ขั้นสรุป - ขั้นที่ 5 ให้นักเรียนวิเคราะห์ ข้อมูล

ตารางที่ 5 (ต่อ)

เรื่อง	สาระการ เรียนรู้ วิทยาศาสตร์	สาระการเรียนรู้ที่บูรณาการ	ชั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
แผนที่ 2 การนำ ความ ร้อนและ การนำ ไฟฟ้า ของวัสดุ	วัสดุแต่ละชนิด มีสมบัติทาง กายภาพ แตกต่างกัน วัสดุที่นำความ ร้อนจะร้อนได้ เร็วเมื่อได้รับ ความร้อน และ วัสดุที่นำไฟฟ้า ได้ จะให้ กระแสไฟฟ้า ผ่านได้	สมบัติทางกายภาพด้านการนำความร้อนและการนำไฟฟ้าของวัสดุ (S) การใช้อินเทอร์เนตในการสืบค้น รวบรวมข้อมูลของการนำสมบัติ ทางกายภาพด้านการนำความร้อน และการนำไฟฟ้าของวัสดุไปใช้ ประโยชน์ (T) วิธีการขั้นตอนใน การทดลองการนำความร้อนและ การนำไฟฟ้าของวัสดุ (E) การ จำแนกทัศนธาตุของสิ่งต่าง ๆ โดย เน้นเรื่อง เส้น สี รูปร่าง รูปทรง และพื้นที่ว่าง การวาดภาพระบายสี และอ่านออกเสียงคำ สะกดคำเป็น ภาษาอังกฤษ (A) การบอกระยะ เวลาเป็นวินาที นาที ชั่วโมง (M)	ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ขั้นสอน (สอนโดย กระบวนการแก้ปัญหาเชิง สร้างสรรค์ตามทอรัเรนซ์ และสอนโดยใช้การทดลอง) (การเรียนรู้เรื่องการนำความร้อน) - ขั้นการรู้ลึกถึงสภาพที่เป็น ปัญหา - ขั้นการหาข้อมูลเพื่อทำ ปัญหาให้กระจ่าง - ขั้นการรู้ปัญหา - ขั้นการสืบหาแนวคิดในการ แก้ปัญหา - ขั้นการค้นพบวิธีแก้ปัญหา - ขั้นการยอมรับวิธีแก้ปัญหา (การเรียนรู้เรื่องการนำไฟฟ้า) - ขั้นผู้สอน/นักเรียนกำหนด สมมติฐานการทดลอง - ขั้นผู้สอนให้ความรู้ที่จำเป็น ต่อการทดลอง - ขั้นนักเรียนลงมือทดลอง - ขั้นนักเรียนวิเคราะห์และ สรุปผลการทดลอง ขั้นสรุป

ตารางที่ 5 (ต่อ)

เรื่อง	สาระการ เรียนรู้ วิทยาศาสตร์	สาระการเรียนรู้ที่บูรณาการ	ชั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
แผนที่ 3 สิ่งประดิษฐ์จาก วัสดุเหลือใช้	การนำสมบัติ ต่าง ๆ มา พิจารณาเพื่อ ใช้ใน กระบวนการ ออกแบบ ชิ้นงานเพื่อใช้ ประโยชน์ใน ชีวิตประจำวัน	การนำสมบัติด้านความแข็ง สภาพ ยืดหยุ่น การนำความร้อน และการ นำไฟฟ้าของวัสดุไปใช้ใน ชีวิตประจำวันผ่านกระบวนการ ออกแบบชิ้นงาน (S) การใช้ อินเทอร์เน็ตในการสืบค้นและ รวบรวมข้อมูลการสร้าง สิ่งประดิษฐ์จากวัสดุเหลือใช้ (T) วิธีการสร้างสรรค์ชิ้นงานอย่างเป็น ขั้นตอนตามกระบวนการทำงาน (E) การมีทักษะพื้นฐานในการ เลือกใช้อุปกรณ์ในการวาดภาพ ระบายสี วาดภาพระบายสีชิ้นงาน ก่อนลงมือปฏิบัติ รวมทั้งตกแต่ง ชิ้นงานให้สวยงาม และพุดสรุป ความ แสดงความคิดเห็นความรู้สึกรู้ เกี่ยวกับเรื่องที่ฟังและดู (A) การวัด และบอกความยาวของวัสดุ และ การสร้างมุมเมื่อกำหนดขนาดของ มุมโดยใช้โพรแทรกเตอร์ในการ สร้างชิ้นงาน (M)	ชั้นนำเข้าสู่บทเรียน ขั้นสอน (สอนโดยใช้ กระบวนการออกแบบ เชิงวิศวกรรม) - ขั้นระบุปัญหา - ขั้นรวบรวมข้อมูล - ขั้นออกแบบวิธีการ แก้ปัญหา - ขั้นวางแผนและดำเนินการ แก้ปัญหา - ขั้นทดสอบประเมินผล และ ปรับปรุงวิธีการแก้ปัญหา - ขั้นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ขั้นสรุป

ตารางที่ 5 (ต่อ)

เรื่อง	สาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์	สาระการเรียนรู้ที่บูรณาการ	ชั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
แผนที่ 4 สถานะ ของแข็ง	วัสดุเป็น สสารเพราะมี มวล และ ต้องการที่อยู่ สสารมี สถานะเป็น ของแข็ง ของเหลว และแก๊ส สถานะ ของแข็งมี ปริมาตรและ รูปร่างคงที่	สถานะของแข็ง มีมวล ต้องการที่ อยู่ มีปริมาตร รูปร่างคงที่ และการ ใช้เครื่องมือเพื่อวัดมวลและ ปริมาตร (S) การใช้อินเทอร์เน็ต การสืบค้นและรวบรวมข้อมูลการ สร้างถั่วยูเรก้าแบบง่าย (T) วิธีการ ทำการทดลองสถานะของแข็ง อย่างเป็นขั้นตอนตามกระบวนการ ทำงาน (E) การวาดภาพระบายสี และการอ่านออกเสียง สะกดคำ สำคัญเป็นภาษาอังกฤษ (A) การ อ่านและเขียนทศนิยมไม่เกิน 3 ตำแหน่ง (M)	ชั้นนำเข้าสู่บทเรียน ขั้นสอน (สอนโดยใช้วิธีการ ทดลองประยุกต์ ใช้กับการเรียนรู้โดยใช้วิธีการ สอน KWL) - ชั้น What I Know (K) - ชั้น What I Want to Know (W) - ชั้นผู้สอน/นักเรียนกำหนด ปัญหาในการทดลอง - ชั้น What I Learn (L) - ชั้นผู้สอนให้ความรู้ให้ ขั้นตอนที่จำเป็นต่อการ ทดลอง และนักเรียนลงมือ ทดลอง - ชั้นนักเรียนวิเคราะห์ และ สรุปผลการทดลอง ขั้นสรุป - ชั้นผู้สอนและนักเรียน อภิปรายผลการทดลอง และ สรุปการเรียนรู้

ตารางที่ 5 (ต่อ)

เรื่อง	สาระการ เรียนรู้ วิทยาศาสตร์	สาระการเรียนรู้ที่บูรณาการ	ชั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
แผนที่ 5 สถานะ ของเหลว	วัสดุเป็น สสารเพราะมี มวล และ ต้องการที่อยู่ สสารมี สถานะเป็น ของแข็ง ของเหลว และแก๊ส สถานะ ของเหลวมี ปริมาตรคงที่ แต่รูปร่าง เปลี่ยนไปตาม ภาชนะที่ บรรจุ การใช้ เครื่องมือเพื่อ วัดมวลและ ปริมาตร	สถานะของเหลว มีมวล ต้องการที่ อยู่ มีปริมาตรคงที่ แต่รูปร่าง เปลี่ยนไปตามภาชนะที่บรรจุ และ การใช้เครื่องมือเพื่อวัดมวลและ ปริมาตร (S) การอธิบายวิธีการทำ วุ้นแฟนซีอย่างเป็นขั้นตอนตาม กระบวนการทำงาน (E) การวาด ภาพระบายสีในการออกแบบและ สร้างบรรจุภัณฑ์สำหรับใส่วุ้น แฟนซี และการอ่านออกเสียง สะกดคำสำคัญเป็นภาษาอังกฤษ (A) การบวกและลบทศนิยมของ มวลจากการทดลอง (M)	ชั้นนำเข้าสู่บทเรียน (สอน โดยใช้วิธีการบรรยาย) - ผู้สอนบรรยายเนื้อหาสาระ ที่ต้องเรียนรู้ ขั้นสอน (สอนโดยใช้วิธีการ ทดลอง) - ผู้สอน/นักเรียนกำหนด สมมติฐานในการทดลอง - ผู้สอนให้ความรู้ ให้ขั้นตอน ที่จำเป็นต่อการทดลอง - นักเรียนลงมือทดลอง บันทึกผล ขั้นสรุป - ผู้สอนและนักเรียนอภิปราย ผลการทดลอง และสรุปการ เรียนรู้

ตารางที่ 5 (ต่อ)

เรื่อง	สาระการ เรียนรู้ วิทยาศาสตร์	สาระการเรียนรู้ที่บูรณาการ	ชั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
แผนที่ 6 สถานะ แก๊ส	วัสดุเป็น สสารเพราะ มีมวล และ ต้องการที่อยู่ สสารมี สถานะเป็น ของแข็ง ของเหลว และแก๊ส สถานะแก๊ส มีปริมาตร และรูปร่าง เปลี่ยนไป ตามภาชนะที่ บรรจุ	สถานะแก๊ส มีมวล ต้องการที่อยู่ มี ปริมาตรและรูปร่างเปลี่ยนไปตาม ภาชนะที่บรรจุ และการใช้ เครื่องมือเพื่อวัดมวลและปริมาตร (S) การอธิบายวิธีการทำการ โคนัท นมสดอย่างเป็นขั้นตอนตาม กระบวนการทำงาน (E) การวาด ภาพระบายสีในการออกแบบบรรจุ ภัณฑ์สำหรับใส่โคนัทนมสด และ การอ่านออกเสียง สะกดคำสำคัญ เป็นภาษาอังกฤษ (A) การบวกและลบทศนิยมของมวล จากการทดลอง (M)	ชั้นนำเข้าสู่บทเรียน (สอน โดยใช้วิธีการบรรยาย) - ผู้สอนบรรยายเนื้อหาสาระ ที่ต้องเรียนรู้ ชั้นสอน (สอนโดยใช้วิธีการ ทดลอง) - ผู้สอน/นักเรียนกำหนด สมมติฐานในการทดลอง - ผู้สอนให้ความรู้ ให้ขั้นตอน ที่จำเป็นต่อการทดลอง - นักเรียนลงมือทดลอง บันทึกผล ขั้นสรุป - ผู้สอนและนักเรียนอภิปราย ผลการทดลอง และสรุปการ เรียนรู้

2.2 วิเคราะห์แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กับจำนวนชั่วโมงที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มและระยะเวลา

แผนที่	เรื่อง	เวลา (ช.ม.)
1	ความแข็งและสภาพยืดหยุ่นของวัสดุ	2
2	การนำความร้อนและการนำไฟฟ้าของวัสดุ	2
3	สิ่งประดิษฐ์จากวัสดุเหลือใช้	2
4	สถานะของแข็ง	2
5	สถานะของเหลว	2
6	สถานะแก๊ส	2
รวม		12

2.3 จัดทำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 สมบัติทางกายภาพของวัสดุและสถานะของสสาร ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยกำหนดหัวข้อในการทำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ดังนี้

- 2.3.1 มาตรฐานการเรียนรู้/ ตัวชี้วัด
- 2.3.2 มาตรฐานการเรียนรู้/ ตัวชี้วัดที่บูรณาการ
- 2.3.3 จุดประสงค์การเรียนรู้
- 2.3.4 สาระสำคัญ
- 2.3.5 สาระการเรียนรู้ที่บูรณาการ
- 2.3.6 การบูรณาการเทคนิควิธีการสอน
- 2.3.7 กิจกรรมการเรียนรู้
- 2.3.8 สื่อและอุปกรณ์การเรียนรู้
- 2.3.9 การวัดและประเมินผล

ขั้นที่ 3 การตรวจสอบคุณภาพ

3.1 นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 สมบัติทางกายภาพของวัสดุและสถานะของสสาร ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเชิงเนื้อหา เนื้อหาที่มีความ

สอดคล้องกับตัวชี้วัด และขอคำแนะนำมาปรับปรุงแก้ไขในส่วนที่ยังบกพร่อง โดยอาจารย์ที่ปรึกษา
มีคำแนะนำให้แก้ไข ดังนี้

3.1.1 ตรวจสอบการใช้เทคนิคการสอนในแต่ละแผน

3.1.2 ปรับวิธีการวัดและประเมินผลให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

3.2 นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 สมบัติ
ทางกายภาพของวัสดุและสถานะของสสาร ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มาปรับปรุงแก้ไข
ดังนี้

3.2.1 ศึกษาเทคนิคการสอนแต่ละรูปแบบให้เข้าใจและนำมาปรับใช้กับแผนการ
จัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละแผนให้เหมาะสม

และนำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่แก้ไขแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน
เพื่อทำการตรวจสอบเกี่ยวกับความเหมาะสมของเนื้อหา มีความสอดคล้องกับองค์ประกอบต่าง ๆ
ของแผนการจัดกิจกรรม ข้อเสนอแนะและประเมินผล

ให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามเกณฑ์การประเมินค่า
5 ระดับ (บุญชม ศรีสะอาด, 2553) ดังนี้

คะแนน 5 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

คะแนน 4 หมายถึง เหมาะสมมาก

คะแนน 3 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

คะแนน 2 หมายถึง เหมาะสมน้อย

คะแนน 1 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

3.3 นำคะแนนจากการประเมินแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม
ทั้ง 5 ชุดของผู้เชี่ยวชาญ ทั้ง 5 ท่าน มาหาค่าเฉลี่ย แล้วนำไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์การประเมิน ดังนี้
(บุญชม ศรีสะอาด, 2553)

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

ค่าเฉลี่ยคะแนนการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ควรรอยู่ที่
ที่ระดับคะแนนเฉลี่ย 3.51 ขึ้นไป ซึ่งจากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญพบว่ามีค่าความเหมาะสม และ

ความสอดคล้องของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มเฉลี่ย 4.96 คะแนน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.21 (รายละเอียดดังตารางที่ 18) โดยผู้เชี่ยวชาญมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

3.3.1 ตัวชี้วัดบางรายวิชาไม่สัมพันธ์กับเนื้อหาในกิจกรรม

3.3.2 ความถูกต้องและเหมาะสมของการใช้ภาษา การใช้สัญลักษณ์ต่าง ๆ เช่น -, * ให้มีความถูกต้องตามหลักสากล

3.4 ทำการปรับปรุงแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญในแต่ละประเด็น ดังนี้

3.4.1 แก้ไขตัวชี้วัดการเรียนรู้ในรายวิชาศิลปะให้สอดคล้อง และสัมพันธ์กับเนื้อหาในกิจกรรม

3.4.2 ปรับการใช้ภาษาพูดให้เป็นไปตามภาษาทางการ เปลี่ยนการใช้สัญลักษณ์ในการกำหนดลำดับขั้นเป็นตัวเลขแทน

จากนั้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องอีกครั้ง

3.5 นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 สมบัติทางกายภาพของวัสดุและสถานะของสสาร ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปทดลองใช้ (Try - out) กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง และยังไม่เคยศึกษาในหน่วยการเรียนรู้ที่ 3 สมบัติทางกายภาพของวัสดุและสถานะของสสาร จำนวน 20 คน ของโรงเรียนบ้านแหลมแทนภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 เพื่อทดสอบความเหมาะสมกับเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรม ผลการทดลองใช้เพื่อปรับปรุงแก้ไขมีการปรับเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละขั้นตอนให้เหมาะสม

3.6 นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 สมบัติทางกายภาพของวัสดุและสถานะของสสาร ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มาปรับปรุงแก้ไข โดยปรับลดและเพิ่มเวลาในแต่ละขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้มีความยืดหยุ่นตามความเหมาะสมของเวลาที่กำหนดแล้วนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างจริงต่อไป

2. การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 สมบัติทางกายภาพของวัสดุและสถานะของสสาร ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

ขั้นที่ 1 ศึกษาข้อมูลเบื้องต้น เอกสาร ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

1.1 ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเทคนิคการสร้างข้อสอบ

1.2 ศึกษาสาระการเรียนรู้แกนกลางของกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ มาตรฐานและตัวชี้วัด ว 2.1 ป.4/1-4 หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 สมบัติทางกายภาพและสถานะของสสาร

ขั้นที่ 2 การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.1 วิเคราะห์ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ และจุดประสงค์ในแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 สมบัติทางกายภาพของวัสดุและสถานะของสสาร ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

2.2 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 สมบัติทางกายภาพของวัสดุและสถานะของสสาร ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยกำหนดพฤติกรรมการเรียนรู้ที่ต้องการวัด 4 ด้าน คือ การจำ การเข้าใจ การประยุกต์ใช้ และการวิเคราะห์ แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนี้เป็นแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ ใช้จริง 20 ข้อ โดยแสดงการวิเคราะห์ตัวชี้วัด และจุดประสงค์การเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 สมบัติทางกายภาพของวัสดุและสถานะของสสาร โดยมีรายละเอียดดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 แสดงการวิเคราะห์ข้อสอบตามจุดประสงค์การเรียนรู้

จุดประสงค์	ระดับพฤติกรรม					
	การจำ	การเข้าใจ	การประยุกต์ใช้	การวิเคราะห์	จำนวนข้อสอบที่สร้าง	จำนวนข้อสอบที่ใช้จริง
1. อธิบายและเปรียบเทียบสมบัติทางกายภาพด้านความแข็งของวัสดุได้		2		2	4	2
2. อธิบายและเปรียบเทียบสมบัติทางกายภาพด้านสภาพยืดหยุ่นของวัสดุได้	2	2			4	2
3. อธิบายและเปรียบเทียบสมบัติทางกายภาพด้านการนำความร้อนของวัสดุได้		2		2	4	2
4. อธิบายและเปรียบเทียบสมบัติทางกายภาพด้านการนำไฟฟ้าของวัสดุได้		2		2	4	2

ตารางที่ 7 (ต่อ)

จุดประสงค์	ระดับพฤติกรรม				จำนวนข้อสอบที่สร้าง	จำนวนข้อสอบที่ใช้จริง
	การจำ	การเข้าใจ	การประยุกต์ใช้	การวิเคราะห์		
5. ระบุการนำสมบัติทางกายภาพด้านความแข็ง สภาพยืดหยุ่น การนำความร้อนและการนำไฟฟ้าของวัสดุไปใช้ประโยชน์ได้	2		2		4	2
6. อธิบายสมบัติของสถานะของแข็ง จากการสังเกตมวล การต้องการที่อยู่ รูปร่าง และปริมาตรได้	2			2	4	2
7. อธิบายสมบัติสถานะเหลวจากการสังเกตมวล การต้องการที่อยู่ รูปร่าง และปริมาตรได้				4	4	2
8. อธิบายสมบัติของสถานะแก๊ส จากการสังเกตมวล การต้องการที่อยู่ รูปร่าง และปริมาตรได้		2		2	4	2
9. เปรียบเทียบสมบัติของสสารทั้ง 3 สถานะ จากการสังเกตมวล การต้องการที่อยู่ รูปร่าง และปริมาตรได้		2		2	4	2
10. ใช้เครื่องมือเพื่อวัดมวล และปริมาตรของสสารทั้ง 3 สถานะได้	2	2			4	2
รวม					40	20

ขั้นที่ 3 การตรวจสอบคุณภาพแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.1 นำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สร้างขึ้นเสร็จแล้วนำมาเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและให้ข้อเสนอแนะ จากนั้นนำไปปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ดังนี้

3.1.1 ปรับโจทย์ให้กระชับลง ใช้ภาษาที่เข้าใจง่ายไม่กำกวม

3.2 นำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน เพื่อพิจารณาประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยกำหนดให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินแบบวัด โดยถือเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้ (สมบัติ ท้ายเรือคำ, 2551)

- ให้คะแนน +1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้
 ให้คะแนน 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อสอบวัดตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้
 ให้คะแนน -1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดไม่ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้

3.3 หลังจากที่อยู่ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความสอดคล้องแล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยใช้สูตรการหาค่า IOC (Index of Item Objective Congruence) แล้วเลือกข้อสอบที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไปถือว่าเป็นแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สร้างขึ้นมีความเที่ยงตรงในการวัด ซึ่งจากการประเมินพบว่าข้อสอบมีค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 1 ทุกข้อ (รายละเอียดดังตารางที่ 19)

3.4 นำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไปทดลองใช้ (Try-out) กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างที่เคยเรียน หน่วยที่ 3 สมบัติทางกายภาพของวัสดุและสถานะของสสาร จำนวน 20 คน ของโรงเรียนบ้านแหลมแท่น ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 เพื่อหาคุณภาพของแบบวัด

3.5 นำกระดาษคำตอบที่ได้จากการนำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไปทดลองใช้มาตรวจสอบให้คะแนน โดยข้อถูกให้ 1 คะแนน ข้อผิดหรือไม่ตอบให้คะแนน 0 จากนั้นนำผลมาวิเคราะห์เพื่อหาค่าความยาก-ง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) จากนั้นเลือกข้อมูลผลการใช้แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉพาะข้อที่เหมาะสม โดยเลือกข้อสอบที่มีค่าความยาก-ง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.20 - 0.80 และค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.20 - 1.00 จำนวน 20 ข้อ พบว่า แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่คัดเลือกมีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.25 - 0.80 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.30 - 0.90 (รายละเอียดดังตารางที่ 20)

3.6 หาค่าความเชื่อมั่น ($KR-20$) ของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้สูตรคูเดอร์-ริชาร์ดสัน พบว่าแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.85 (รายละเอียดดังตารางที่ 21 และ 22)

3.7 จัดพิมพ์แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหน่วยการเรียนรู้ที่ 3 สมบัติทางกายภาพของวัสดุและสถานะของสสาร สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ฉบับจริง แล้วนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

3. แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

ชั้นที่ 1 ศึกษาข้อมูลเบื้องต้น เอกสาร และทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

1.1 ศึกษาเอกสารและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์ ศึกษาแนวทางการสร้างแบบวัดความคิดสร้างสรรค์

ขั้นที่ 2 การสร้างแบบวัดความคิดสร้างสรรค์

2.1 สร้างแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

ให้ครอบคลุมความสามารถทางการคิด ในด้านความคิดริเริ่ม ความคิดคล่องแคล่ว และความคิดยืดหยุ่น เป็นแบบวัดที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเองตามแนวความคิดสร้างสรรค์ของทอร์เรนซ์ เป็นแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ฉบับรูปภาพ เป็นแบบทดสอบอัตนัยให้นักเรียนต่อเติมภาพจากความคิด และจินตนาการ โดยแบ่งออกเป็นกิจกรรม 3 กิจกรรม กิจกรรมละ 10 นาที ดังนี้

กิจกรรมที่ 1 การวาดภาพ

กิจกรรมที่ 2 การต่อเติมภาพให้สมบูรณ์

กิจกรรมที่ 3 การต่อเติมภาพจากวงกลม

โดยมีเกณฑ์การวัดความคิดสร้างสรรค์ ดังนี้

2.1.1 คะแนนความคิดริเริ่ม พิจารณาจากการนับจำนวนภาพที่แปลกแตกต่างจากคำตอบของผู้อื่น ภาพใดที่ซ้ำกันมาก ๆ จะได้คะแนนน้อยหรือไม่ได้เลย และภาพใดที่ซ้ำกับผู้อื่นน้อยหรือไม่ซ้ำเลยจะได้คะแนนมากขึ้น ดังนี้

กลุ่มคำตอบซ้ำกันไม่เกิน 1 คน		ให้	4	คะแนน
กลุ่มคำตอบซ้ำกัน	2 คน	ให้	3	คะแนน
กลุ่มคำตอบซ้ำกัน	3-5 คน	ให้	2	คะแนน
กลุ่มคำตอบซ้ำกัน	6-11 คน	ให้	1	คะแนน
กลุ่มคำตอบซ้ำกันมากกว่า 12 คนขึ้นไป		ให้	0	คะแนน

2.1.2 คะแนนความคิดคล่องแคล่ว พิจารณาการนับจำนวนภาพที่วาดไม่ซ้ำกันในแต่ละข้อ จะให้คะแนนคำตอบละ 1 คะแนน ตามปริมาณคำตอบที่ไม่ซ้ำกัน เช่น

หากตอบได้	4	รูปที่ไม่ซ้ำกัน	ได้	4	คะแนน
หากตอบได้	3	รูปที่ไม่ซ้ำกัน	ได้	3	คะแนน
หากตอบได้	2	รูปที่ไม่ซ้ำกัน	ได้	2	คะแนน
หากตอบได้	1	รูปที่ไม่ซ้ำกัน	ได้	1	คะแนน
หากไม่ตอบเลย			ได้	0	คะแนน

2.1.3 คะแนนความคิดยืดหยุ่น พิจารณาคะแนนจากการจัดประเภทของภาพวาดที่ผู้ทดสอบได้ทำในแต่ละกิจกรรม เช่น

จัดประเภทได้	4	ประเภท	ได้	4	คะแนน
จัดประเภทได้	3	ประเภท	ได้	3	คะแนน
จัดประเภทได้	2	ประเภท	ได้	2	คะแนน

จัดประเภทได้ 1 ประเภท ได้ 1 คะแนน

ไม่ตอบเลย ได้ 0 คะแนน

ขั้นที่ 3 การตรวจสอบคุณภาพแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์

3.1 นำแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ที่สร้างขึ้น ไปเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา วิทยานิพนธ์เพื่อพิจารณาความเหมาะสมของแบบวัดความคิดสร้างสรรค์

3.2 นำแบบวัดความคิดสร้างสรรค์เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่านเพื่อตรวจสอบความเหมาะสมกับระดับของนักเรียน และความเหมาะสมของเกณฑ์ โดยให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความเหมาะสมของแบบวัด โดยทำเครื่องหมาย \checkmark ลงในช่อง +1 หรือ 0 หรือ -1

+1 หมายถึง ข้อคำถามมีความเหมาะสมกับระดับของนักเรียน

0 หมายถึง ไม่แน่ใจในความเหมาะสมกับระดับของนักเรียน

-1 หมายถึง ข้อคำถามไม่มีความเหมาะสมกับระดับของนักเรียน

และนำผลที่ได้รับจากการตรวจสอบของผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์หาค่า IOC แล้วเลือกแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไปถือว่าเป็นแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ที่สร้างขึ้นมีความเที่ยงตรงในการวัด ซึ่งจากการประเมินพบว่าแบบวัดความคิดสร้างสรรค์มีค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 1 ทุกข้อ (รายละเอียดดังตารางที่ 23)

3.3 นำแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ไปทดลองใช้ (Try-out) กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 20 คน ของโรงเรียนบ้านแหลมแท่น ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 แล้วนำคะแนนที่ได้จากแบบวัดความคิดสร้างสรรค์มาวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่น โดยใช้สูตรการหาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's alpha coefficient) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.71 (รายละเอียดดังตารางที่ 24)

3.4 นำแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ที่ผ่านการทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 20 คน มาตรวจให้คะแนนโดยผู้ตรวจ จำนวน 3 คน และนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของเกณฑ์การให้คะแนนของผู้ตรวจจำนวน 3 คน คือ 1) ผู้วิจัย 2) ครูโรงเรียนบ้านแหลมแท่น จำนวน 2 คน โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน ซึ่งแบบวัดความคิดสร้างสรรค์มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างผู้วิจัยกับครูคนที่ 1 กับครูคนที่ 2 มีค่าเท่ากับ 0.78 และ 0.79 ตามลำดับ และระหว่างครูคนที่ 1 กับครูคนที่ 2 มีค่าเท่ากับ 0.72 (รายละเอียดดังตารางที่ 25)

3.5 จัดพิมพ์แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ฉบับจริง แล้วนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

4. การสร้างแบบวัดเจตคติต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

ขั้นที่ 1 ศึกษาข้อมูลเบื้องต้น เอกสาร ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

1.1 ศึกษาความหมายของเจตคติ วิธีการสร้างแบบวัดเจตคติ และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการวัดเจตคติ

ขั้นที่ 2 การสร้างแบบวัดเจตคติต่อกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม

2.1 สร้างแบบวัดเจตคติต่อกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับ จำนวน 12 ข้อ โดยถือเกณฑ์น้ำหนักในการให้คะแนนตัวเลือกของข้อคำถาม ดังนี้

ระดับเจตคติ			
ระดับมากที่สุด	ให้	5	คะแนน
ระดับมาก	ให้	4	คะแนน
ระดับปานกลาง	ให้	3	คะแนน
ระดับน้อย	ให้	2	คะแนน
ระดับน้อยที่สุด	ให้	1	คะแนน

และใช้เกณฑ์การแปลความหมายระดับเจตคติของ พงศ์เทพ จิระโร (2558) เป็นแนวทางในการแปลความหมายของผลจากแบบวัดเจตคติ ดังนี้

ค่าเฉลี่ย	การแปลความหมายระดับเจตคติ
1.00 – 1.49	มีเจตคติในระดับน้อยที่สุด
1.50 – 2.49	มีเจตคติในระดับน้อย
2.50 – 3.49	มีเจตคติในระดับปานกลาง
3.50 – 4.49	มีเจตคติในระดับมาก
4.50 – 5.00	มีเจตคติในระดับมากที่สุด

ขั้นที่ 3 การตรวจสอบคุณภาพแบบวัดเจตคติต่อกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม

3.1 นำแบบวัดเจตคติเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อพิจารณาความเหมาะสมของข้อคำถามและการใช้ภาษา และนำแบบวัดเจตคติมาปรับปรุงตามข้อเสนอแนะ ดังนี้

3.1.1 ปรับข้อคำถามที่มีความคล้ายกันให้มีความหมายที่แตกต่างกัน

3.1.2 ปรับภาษาที่ใช้ในข้อคำถามให้เป็นภาษาทางการ

3.2 นำแบบวัดเจตคติที่แก้ไขแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่านเพื่อประเมินความสอดคล้อง โดยหาค่าดัชนีความสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญ (IOC) ถ้า IOC มีค่าสูงคือใกล้ 1.00

หมายความว่ามีความเที่ยงตรงสูง ข้อคำถามที่จะเลือกไว้ใช้ควรมีค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป จากการประเมินพบว่าแบบวัดเจตคติมีค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 1 ทุกข้อ (รายละเอียดดังตารางที่ 28)

3.3 นำแบบวัดเจตคติไปทดลองใช้ (Try-out) กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 20 คน ของโรงเรียนบ้านแหลมแทน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อหาคุณภาพของแบบวัดเจตคติ

3.4 หาค่าอำนาจจำแนกของข้อคำถาม โดยคัดเลือกข้อที่มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.20 – 1.00 ถือว่าใช้ได้ และหาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดเจตคติ โดยใช้สูตรในการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient) มีค่า 0.7 ขึ้นไปถือว่าใช้ได้ ซึ่งจากการประเมินพบว่าแบบวัดเจตคติมีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.44-0.83 (รายละเอียดดังตารางที่ 29) และหาค่าความเชื่อมั่นมีค่าเท่ากับ 0.91

3.5 จัดพิมพ์แบบวัดเจตคติต่อกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ฉบับจริง แล้วนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

วิธีการรวบรวมข้อมูล

1. ผู้วิจัยนำเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยยื่นขอการพิจารณาจริยธรรมวิจัย
2. ผู้วิจัยนำเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยที่ผ่านการพิจารณาจริยธรรมวิจัยแล้วไปเก็บข้อมูลกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านแหลมแทน
3. ผู้วิจัยแนะนำและชี้แจงขั้นตอนการจัดกิจกรรมให้นักเรียนในกลุ่มตัวอย่างทราบถึงบทบาทของนักเรียนและผู้วิจัยในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
4. ทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) กับกลุ่มตัวอย่างโดยใช้แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้ระยะเวลาในการทำแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ 30 นาที
5. ดำเนินการสอนด้วยแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 สมบัติทางกายภาพของวัสดุและสถานะของสาร จำนวน 6 แผน ใช้เวลาสอน 12 ชั่วโมง โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอนด้วยตัวเอง ซึ่งกลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านแหลมแทน จำนวน 20 คน
6. เมื่อสิ้นสุดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แล้วทำการทดสอบหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (Post-test) กับกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 20 ข้อ แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ (ฉบับเดิม) และแบบวัดเจตคติต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม จำนวน 12 ข้อ
7. นำผลคะแนนที่ได้จากการตรวจสอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ และแบบวัดเจตคติต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม มาวิเคราะห์โดยวิธีการทางสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐานต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม กับเกณฑ์ร้อยละ 70 สถิติที่ใช้ คือ one sample t-test
2. วิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม โดยใช้วิธีการทางสถิติ paired t-test
3. วิเคราะห์ข้อมูลการศึกษาเจตคติต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้วิธีการทางสถิติ คือ การหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ค่าความเชื่อมั่น ($KR-20$) ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's alpha coefficient method)

สูตรการหาค่า IOC (Index of item objective congruence) (บุญชม ศรีสะอาด, 2553)

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

เมื่อ	IOC	แทน	ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์
	$\sum R$	แทน	ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเนื้อหาทั้งหมด
	N	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญเนื้อหาวิชา

สูตรหาค่าความยากง่าย (p)

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

เมื่อ	p	แทน	ความยากง่ายของแบบทดสอบ
	R	แทน	จำนวนผู้สอบที่ทำข้อสอบถูก
	N	แทน	จำนวนคนที่ทำข้อสอบทั้งหมด

สูตรการหาค่าอำนาจจำแนก (r)

$$r = \frac{Ru - Rl}{f}$$

เมื่อ	r	แทน	อำนาจจำแนก
	Ru	แทน	จำนวนคนกลุ่มสูงที่ตอบถูก
	Rl	แทน	จำนวนคนกลุ่มต่ำที่ตอบถูก
	f	แทน	จำนวนคนในกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำที่เท่ากัน

สูตรการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้สูตรคูเดอร์ – ริชาร์ดสัน
(มาลินี บุญยรัตน์พันธ์และคณะ, 2557, หน้า 91)

$$KR_{20} = \frac{k}{k-1} \left[1 - \frac{\sum_{i=1}^k p_i q_i}{s_t^2} \right]$$

เมื่อ	KR_{20}	แทน	ค่าความเชื่อมั่นของข้อสอบ
	k	แทน	จำนวนข้อสอบในแบบทดสอบ
	p_i	แทน	สัดส่วนของผู้ตอบถูกในแต่ละข้อ
	q_i	แทน	สัดส่วนของผู้ตอบผิดในแต่ละข้อ
	s_t^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนของนักเรียนทั้งหมด

สูตรการหาค่าความเชื่อถือได้ของครอนบาค (Cronbach's alpha coefficient method)
(พรรณี ลีกิจวัฒน์, 2553, หน้า 110)

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left[1 - \frac{\sum_{i=1}^n s_i^2}{s_t^2} \right]$$

เมื่อ	α	แทน	ค่าความเชื่อถือได้
	k	แทน	จำนวนข้อของเครื่องมือวัด

Σ	แทน	ผลรวม
s_i^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนแต่ละข้อ
s_i^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนทั้งฉบับ

2. วิเคราะห์ข้อมูลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มกับเกณฑ์ร้อยละ 70 สถิติที่ใช้คือ one sample t-test

$$t = \frac{\bar{X} - \mu_0}{\frac{s}{\sqrt{n}}}, df = n - 1$$

เมื่อ \bar{X}	แทน	ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง
μ_0	แทน	ค่าเฉลี่ยของกลุ่มประชากร หรือ เกณฑ์ร้อยละ 70
s	แทน	ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง
n	แทน	ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง
df	แทน	ชั้นแห่งความเป็นอิสระ (Degree of freedom)

3. วิเคราะห์ข้อมูลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม สถิติที่ใช้ คือ Paired t-test (บุญธรรม กิจปรีดาวิสุทธิ, 2553ก, หน้า 140)

$$t = \frac{\sum_{i=1}^n D_i}{\sqrt{\frac{n \sum_{i=1}^n D_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n D_i\right)^2}{n-1}}}, df = n - 1$$

เมื่อ t	แทน	ค่าสถิติที่ใช้เปรียบเทียบความแตกต่าง
D_i	แทน	ผลต่างของข้อมูลแต่ละคู่
n	แทน	จำนวนตัวอย่างคิดเป็นคู่
df	แทน	ชั้นแห่งความเป็นอิสระ (Degree of freedom)

4. วิเคราะห์เพื่อศึกษาเจตคติของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม สถิติที่ใช้ คือ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (บุญชม ศรีสะอาด, 2553)

สูตรหาค่าเฉลี่ย

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{n}$$

เมื่อ \bar{X}	แทน	ค่าเฉลี่ย
X_i	แทน	คะแนนแต่ละค่าของกลุ่มตัวอย่าง
n	แทน	จำนวนของคะแนนทั้งหมดในกลุ่มตัวอย่าง

สูตรส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)

$$SD = \sqrt{\frac{n \sum x^2 - (\sum x)^2}{n(n-1)}}$$

เมื่อ SD	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
x	แทน	ค่าคะแนนของกลุ่มตัวอย่าง
n	แทน	จำนวนของคะแนนทั้งหมดของกลุ่มตัวอย่าง
Σ	แทน	ผลรวม

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การวิจัย เรื่อง ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม (STEAM) ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคิดสร้างสรรค์ และเจตคติของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิจัยตามลำดับ ดังนี้

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล
2. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
3. ผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์
4. ผลการศึกษาเจตคติต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ตรงกันผู้วิจัยกำหนดสัญลักษณ์ และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อการเสนอผลการวิจัย ดังนี้

\bar{X}	แทน	ค่าเฉลี่ย
SD	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
n	แทน	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง
μ_0	แทน	เกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม 20
t	แทน	สถิติทดสอบที
*	แทน	มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
p	แทน	ระดับนัยสำคัญทางสถิติ

ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผู้วิจัยนำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไปทดสอบหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม แล้วนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ผล ดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม กับเกณฑ์ร้อยละ 70

กลุ่มตัวอย่าง	<i>n</i>	คะแนนเต็ม	\bar{X} (85.75 %)	<i>SD</i>	μ_0 (70 %)	<i>t</i>	<i>p</i>
	20	20	17.15	1.46	14	9.64*	.00

* $p < .05$

จากตารางที่ 8 แสดงให้เห็นว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 17.15 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 85.75 จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน เมื่อเปรียบเทียบระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มกับเกณฑ์ร้อยละ 70 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มร้อยละ 85.75 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์

ผู้วิจัยนำแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไปทดสอบก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม แล้วนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ผล ดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 ผลการศึกษาคะแนนความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม

ความคิดสร้างสรรค์รายด้าน	การทดสอบ	<i>n</i>	\bar{X}	<i>SD</i>
ความคิดริเริ่ม	ก่อนเรียน	20	56.40	8.43
	หลังเรียน	20	75.55	5.72
ความคิดคล่องแคล่ว	ก่อนเรียน	20	27.25	2.12
	หลังเรียน	20	30.55	0.61

ตารางที่ 9 (ต่อ)

ความคิดสร้างสรรค์รายด้าน	การทดสอบ	<i>n</i>	\bar{X}	<i>SD</i>
ความคิดยืดหยุ่น	ก่อนเรียน	20	8.90	1.29
	หลังเรียน	20	13.20	1.47
รวม	ก่อนเรียน	20	92.55	11.11
	หลังเรียน	20	119.30	6.50

จากตารางที่ 9 ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีคะแนนเฉลี่ยด้านความคิดริเริ่มหลังเรียน ($\bar{X} = 75.55, SD = 5.72$) สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน ($\bar{X} = 56.40, SD = 8.43$) คะแนนเฉลี่ยด้านความคิดคล่องแคล่วหลังเรียน ($\bar{X} = 30.55, SD = 0.61$) สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน ($\bar{X} = 27.25, SD = 2.12$) และคะแนนเฉลี่ยด้านความคิดยืดหยุ่นหลังเรียน ($\bar{X} = 13.20, SD = 1.47$) สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน ($\bar{X} = 8.90, SD = 1.29$) เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทั้ง 3 ด้าน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 พบว่า ความคิดสร้างสรรค์ด้านความคิดริเริ่ม ด้านความคิดคล่องแคล่ว และด้านความคิดยืดหยุ่น ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

ตารางที่ 10 ผลการเปรียบเทียบคะแนนความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม

การทดสอบ	<i>n</i>	\bar{X}	<i>SD</i>	<i>df</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
ก่อนเรียน	20	92.55	11.11	19	-14.14*	.000
หลังเรียน	20	119.30	6.50			

* $p < .05$

จากตารางที่ 10 ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน ($\bar{X} = 119.30, SD = 6.50$) สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน ($\bar{X} = 92.55, SD = 11.11$) เมื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 พบว่า ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการศึกษาเจตคติต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม

ผู้วิจัยนำแบบวัดเจตคติที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นให้นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ประเมินเจตคติ หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็ม แล้วนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ผล ดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11 ผลการศึกษาระดับเจตคติต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม
ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

ข้อความ	\bar{X}	SD	ระดับเจตคติ
1. ข้าพเจ้ารู้สึกสนุกและตื่นเต้นทุกครั้งที่ได้ร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ STEAM	4.55	0.51	ระดับมากที่สุด
2. ข้าพเจ้าชอบเรียนในกิจกรรมการเรียนรู้ STEAM เพราะมีความน่าสนใจและเข้าใจง่าย	4.50	0.61	ระดับมากที่สุด
3. กิจกรรมการเรียนรู้ STEAM ทำให้ข้าพเจ้ามีความสุขทุกครั้งที่ได้เข้าเรียน	4.50	0.61	ระดับมากที่สุด
4. ข้าพเจ้าชอบเรียนแบบ STEAM มากกว่าการเรียนแบบปกติ	4.60	0.75	ระดับมากที่สุด
5. ข้าพเจ้ารู้สึกดีใจเมื่อถึงชั่วโมงเรียนกิจกรรมการเรียนรู้ STEAM	4.75	0.55	ระดับมากที่สุด
6. ข้าพเจ้าชอบแสดงความคิดเห็นตลอดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ STEAM	4.55	0.83	ระดับมากที่สุด
7. กิจกรรมการเรียนรู้ STEAM ทำให้ข้าพเจ้าได้พัฒนาความรู้ในด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม ศิลปะ และคณิตศาสตร์ไปพร้อม ๆ กัน	5.00	0.00	ระดับมากที่สุด
8. ข้าพเจ้าชอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ STEAM เพราะได้เรียนรู้ด้วยการลงมือปฏิบัติจริง	4.60	0.50	ระดับมากที่สุด
9. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ STEAM ทำให้ได้รู้วิธีการประดิษฐ์สิ่งใหม่ๆ	4.60	0.50	ระดับมากที่สุด

บทที่ 5

สรุปผล อภิปราย และข้อเสนอแนะ

การวิจัย เรื่อง ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม (STEAM) ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคิดสร้างสรรค์ และเจตคติของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีวัตถุประสงค์เพื่อ เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม กับเกณฑ์ร้อยละ 70 เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม และเพื่อศึกษาเจตคติต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านแหลมแท่น ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 ที่ได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) 1 ห้องเรียน จำนวน 20 คน เครื่องมือที่ใช้แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองได้แก่ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 สมบัติทางกายภาพของวัสดุและสถานะของสารของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 6 แผน และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ 1) แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหน่วยการเรียนรู้ที่ 3 สมบัติทางกายภาพของวัสดุและสถานะของสารของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ (Multiple choice) 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.25 – 0.08 มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.30 – 0.90 และมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.85 2) แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ โดยวัดความคิดด้านความคิดริเริ่ม ความคิดคล่องแคล่ว และความคิดยืดหยุ่น จำนวน 3 กิจกรรม มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.71 และ 3) แบบวัดเจตคติต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 12 ข้อ มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.44 - 0.83 และมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.91 รูปแบบการวิจัยเป็นการทดลองแบบกลุ่มเดียวโดยทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนตามรูปแบบ One group pretest-posttest design ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดย 1) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มกับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้การทดสอบค่าทีแบบ One sample t-test 2) เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ก่อนและหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม โดยใช้การทดสอบค่าทีแบบ Paired t-test และ 3) ศึกษาเจตคติต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม โดยใช้การหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

สรุปผลการวิจัย

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มร้อยละ 85.75 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
3. เจตคติต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 อยู่ในระดับมากที่สุด

อภิปรายผลการทดลอง

จากการศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม (STEAM) ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคิดสร้างสรรค์ และเจตคติของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 สามารถอภิปรายผลการศึกษาได้ดังนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มร้อยละ 85.75 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 ทั้งนี้เนื่องมาจากวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม นั้นเป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ ให้นักเรียนได้ทำความเข้าใจ ศึกษา ค้นคว้า ข้อมูล คิดวิเคราะห์ เพื่อหาวิธีการแก้ปัญหาหรือข้อสรุปร่วมกันกับสมาชิกภายในกลุ่ม นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยการลงมือปฏิบัติจริงด้วยตนเอง โดยมีครูคอยชี้แนะและเป็นผู้อำนวยความสะดวกในส่วนของการเรียนการสอนที่หลากหลาย เช่น สื่อเทคโนโลยีสำหรับสืบค้นข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต วัสดุอุปกรณ์การทดลอง ซึ่งช่วยให้นักเรียนเข้าใจถึงเนื้อหาได้รวดเร็วมากขึ้น กิจกรรมการเรียนรู้ที่ออกแบบมานั้นมีรูปแบบและเทคนิคการสอนที่มีความหลากหลายเหมาะสมกับเนื้อหาและวัยของนักเรียน เป็นการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจในการเรียน ซึ่งช่วยให้นักเรียนสามารถจดจำความรู้ผ่านประสบการณ์จริงที่ได้ลงมือปฏิบัติ จึงส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 70) สอดคล้องกับแนวคิดของ Pellegrino and Hilton (2012) ที่กล่าวว่า การเรียนรู้จากการทำกิจกรรมตามแนวทางสะเต็ม เป็นการทำให้นักเรียนได้นำสิ่งที่ได้เรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีมาบูรณาการเพื่อแก้ปัญหาที่มีบริบทเชื่อมโยงกับชีวิตจริง แตกต่างจากการเรียนด้วยการบรรยาย การได้เรียนรู้ด้วยการลงมือปฏิบัติ นักเรียนได้คิดวิเคราะห์ ได้มีการนำความรู้และทักษะต่าง ๆ มาออกแบบและสร้างชิ้นงานภายใต้สถานการณ์ที่กำหนด เป็นการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหาและหลักการทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ได้อย่างลึกซึ้งยิ่งขึ้น

ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ พิทยาอัส ใวนี ตาเย๊ะ และคณะ (2560) ได้ทำการศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเป็นการบูรณาการการศึกษา 5 วิชาที่มุ่งเน้นให้นักเรียนฝึกการคิด การทำงานร่วมกันเป็นทีม และให้ความสำคัญกับกระบวนการในการนำความรู้และประสบการณ์ที่เกิดจากการเรียนรู้ไปใช้แก้ปัญหาในการดำเนินชีวิตจริง ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ก่อนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเฉลี่ยร้อยละ 31.36 อยู่ในระดับต่ำกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำ และหลังการจัดการเรียนรู้เฉลี่ยร้อยละ 67.12 อยู่ในระดับค่อนข้างดี สอดคล้องกับผลการวิจัยของ ภิญโญ วงษ์ทอง (2561) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้บูรณาการ STEAM education ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน มีค่าดัชนีประสิทธิผลของความก้าวหน้าทางพัฒนาการเรียนรู้นี้เท่ากับ 0.60 และมีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์การประเมินคิดเป็นร้อยละ 84.37 สรุปได้ว่านักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้บูรณาการ STEAM education มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้นเนื่องจาก กิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการ STEAM education ทำให้นักเรียนมีความรู้ตามสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แล้วนักเรียนยังสามารถเชื่อมโยงความรู้จากวิชาอื่น ๆ มาใช้ในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ต่าง ๆ ที่กำหนดให้ได้ เป็นการฝึกให้นักเรียน ได้คิดแก้ปัญหา สามารถค้นหาคำตอบ และมีการเรียนรู้ด้วยการลงมือทำด้วยตนเอง และยังสอดคล้องกับผลงานวิจัยของ จาริพร ผลมุล และคณะ (2558) ทำการศึกษาการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการแบบ STEAM สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3: กรณีศึกษา ชุมชนวังตะกอก จังหวัดชุมพร โดยนำความรู้วิทยาศาสตร์ในแหล่งการเรียนรู้ธรรมชาติ และเทคโนโลยีพื้นฐานในท้องถิ่นเป็นแกนหลัก ซึ่งเป็นสิ่งที่นักเรียนคุ้นเคยนำมาบูรณาการร่วมกับวิชาเทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปศาสตร์ และคณิตศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนเกิดการเชื่อมโยงความรู้แบบองค์รวม จึงทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และผ่านเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 65) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ด้วยเหตุดังกล่าวจึงทำให้ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ได้

2. ผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2 และเมื่อพิจารณาผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทั้ง 3 ด้าน พบว่า ความคิดสร้างสรรค์ด้านความคิดริเริ่ม ด้านความคิดคล่องแคล่ว และด้านความคิดยืดหยุ่น ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ทั้งนี้เนื่องมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการทั้ง 5 ศาสตร์ ประกอบไปด้วยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม ศิลปะ และคณิตศาสตร์ โดยเป็นการบูรณาการแบบสอดแทรกที่ใช้เนื้อหาทางวิทยาศาสตร์เป็นหลัก เป็นกิจกรรมที่นำศิลปะเป็นสื่อกลางให้นักเรียนได้นำความรู้จากวิชาศิลปะมาใช้ในการสร้างสรรค์ความคิด จินตนาการ ในการออกแบบอย่างสร้างสรรค์ในการประดิษฐ์ชิ้นงาน เพื่อให้นักเรียนมีครบองค์ประกอบทั้งความรู้และความคิดสร้างสรรค์ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างประสบการณ์การคิด การแก้ปัญหาที่หลากหลายจากการระดมความคิดกับสมาชิกภายในกลุ่ม การสืบค้นหาข้อมูลจากแหล่งที่มาต่าง ๆ ให้นักเรียนได้เรียนรู้ผ่านการลงมือปฏิบัติด้วยตนเองร่วมกันเป็นกลุ่มจนสามารถค้นพบคำตอบด้วยตัวเอง การเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็นและเหมาะสมกับการใช้งานอย่างถูกต้องในแต่ละกิจกรรม และการบูรณาการวิชาต่าง ๆ ในกิจกรรมการเรียนรู้นั้นช่วยให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ไปสู่การคิดขั้นสูงระหว่างสาขาและสามารถถ่ายทอดความคิดได้อย่างหลากหลายอย่างสร้างสรรค์ เพื่อให้นักเรียนสามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ได้มากยิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ ชาญณรงค์ พรุ่งโรจน์ (2546) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ เป็นความสามารถของสมองที่คิดได้กว้างไกลหลายแง่มุม ทำให้เกิดความคิดแปลกใหม่แตกต่างไปจากเดิม เป็นความสามารถในการมองเห็นความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ รอบตัว เกิดการเรียนรู้ เข้าใจ จนเกิดปฏิกิริยาตอบสนองให้เกิดความคิดเชิงจินตนาการ ซึ่งเป็นลักษณะสำคัญของความคิดสร้างสรรค์อันนำไปสู่การประดิษฐ์หรือคิดค้นสิ่งแปลกใหม่ หรือเพื่อการแก้ปัญหา ซึ่งจะต้องอาศัยการบูรณาการจากประสบการณ์และความรู้ทั้งหมดที่ผ่านมา สอดคล้องกับงานวิจัยของ Yakman (2010) ที่ได้ศึกษา เรื่อง จุดประสงค์ของสะเต็มศึกษาคืออะไร: สรุปโดยภาพรวม พบว่า สะเต็มศึกษาเป็นกรอบแนวคิดใหม่พัฒนาเพื่อสนับสนุนการศึกษาทฤษฎีใหม่ โดยมีรากฐานมาจาก STEM ซึ่งในการจัดการการศึกษา STEM นั้นมันยากมาที่จะไม่รวมถึงอิทธิพลของวิชาศิลปะ (Arts) จึงมีการนำศิลปะในศาสตร์ต่าง ๆ มาเชื่อมโยงกับวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม ศิลปะ และคณิตศาสตร์ ซึ่งแนวทางการศึกษา STEM จะทำให้นักเรียนมีความรู้กว้างในวิชาหลัก และการนำศิลปะเข้าไปจะช่วยให้นักเรียนสามารถถ่ายโอนความรู้ด้วยการคิดขั้นสูงระหว่างสาขาวิชา ส่งเสริมให้นักเรียนได้แสดงความคิดหลากหลายและสร้างสรรค์ และยังคงสอดคล้องกับผลงานวิจัยของชนัญดา ภูโปร่ง และคณะ (2560) ได้ทำการศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่กล่าวว่ากระบวนการจัด

การเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา เป็นรูปแบบการสอนที่มีความเหมาะสม ส่งเสริมให้นักเรียนใช้เหตุผลในการเชื่อมโยงความรู้ เปิดโอกาสให้นักเรียนเป็นผู้กระทำกิจกรรมจะสามารถค้นพบคำตอบด้วยตนเอง เป็นนักคิด ฝึกให้นักเรียนคิดขั้นสูงเป็นการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ เพื่อช่วยให้นักเรียนมีทักษะความคิดสร้างสรรค์ในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ต่าง ๆ ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อตัวของนักเรียน และผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา มีความคิดสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ด้วยเหตุดังกล่าวจึงทำให้ การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มสามารถส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ได้

3. ผลการศึกษาเจตคติต่อการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 อยู่ในระดับมากที่สุด ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3 ผลการวิจัยที่เกิดขึ้นเป็นผลมาจากการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม มุ่งเน้นให้นักเรียนทุกคนได้ใช้ความรู้ความสามารถที่ตนเองมีบวกกับความรู้และประสบการณ์ใหม่ ๆ โดยนักเรียนทุกคนมีความสำคัญและมีส่วนร่วมในทุกขั้นตอนระหว่างการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ ไม่ว่าจะเป็นการวางแผนการทำงานเป็นกลุ่มและมีการแลกเปลี่ยนความรู้กันระหว่างกลุ่มนักเรียนด้วยกันเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนช่วยเหลือซึ่งกันและกันภายในกลุ่ม การกล้าแสดงออกในการแสดงความคิดเห็นอย่างเป็นอิสระและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น การร่วมมือกันศึกษาค้นคว้า รวบรวมข้อมูลจากแหล่งที่มาต่าง ๆ และทำความเข้าใจด้วยตนเอง การสื่อสารและการนำเสนอ การเรียนรู้ด้วยการลงมือปฏิบัติจริง การคิดอย่างสร้างสรรค์ และการสร้างสรรค์สิ่งประดิษฐ์ที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ สร้างให้นักเรียนมีความรับผิดชอบในหน้าที่ต่อตนเองและส่วนรวม ผ่านการเรียนรู้แบบบูรณาการ สอดแทรกเนื้อหาวิชาทั้ง 5 ศาสตร์ คือ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม ศิลปะ และคณิตศาสตร์ ที่มีเนื้อหาเหมาะสมกับวัยของนักเรียน ทำให้นักเรียนรู้สึกสนุกสนานกับการเรียนรู้ในรูปแบบที่แตกต่างจากการเรียนรู้เดิม จึงทำให้นักเรียนมีเจตคติต่อการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ในระดับมากที่สุด สอดคล้องกับทฤษฎีของธอร์น ไคค์ (Thorndike, 1894 - 1949 อ้างถึงใน ทิศนา ขัมมณี, 2559) ที่กล่าวถึงกฎแห่งผลที่พึงพอใจ (Law of effect) ว่าเมื่อบุคคลกระทำสิ่งใดแล้วได้รับผลที่พึงพอใจ จะเกิดความพึงพอใจต่อสิ่งนั้นก็ย่อมอยากที่จะเรียนรู้ต่อไป แต่ถ้ากระทำสิ่งใดแล้วได้รับผลที่ไม่พึงพอใจ ก็จะไม่อยากเรียนรู้สิ่งนั้น ๆ ต่อไป คือ การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนได้รับผลที่ตนพึงพอใจ จะช่วยให้การเรียนการสอนนั้นประสบผลสำเร็จ การที่ศึกษาว่าสิ่งใดเป็นสิ่งเร้าหรือรางวัลที่ทำให้นักเรียนพึงพอใจจะเป็นสิ่งสำคัญที่ช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ และจากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนและผู้สอนจะเห็นได้ว่า นักเรียนทุกคนมีความกระตือรือร้นที่จะเข้าห้องเรียน

มีความมุ่งมั่นตั้งใจพร้อมที่จะร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ โดยบรรยากาศในการเรียนนั้นจะมีแต่เสียงของนักเรียนที่ซักถาม ร่วมแสดงความคิดเห็น และปรึกษาซึ่งกันและกัน นักเรียนร่วมกันคิด ร่วมกันลงมือทำงานทำให้งานประสบความสำเร็จ ส่วนทางด้านผู้สอนนั้นมีหน้าที่คอยอธิบาย ชี้แนะ ให้คำแนะนำ ตั้งคำถามกระตุ้นให้นักเรียนสนใจและให้นักเรียนฝึกคิดอยู่ตลอดเวลา คอยอำนวยความสะดวก จัดเตรียมสื่อ วัสดุอุปกรณ์ และยืดหยุ่นเวลาการทำกิจกรรมในแต่ละขั้นตอนให้มีความเหมาะสมทำให้บรรยากาศในการทำกิจกรรมราบรื่น ไม่ตึงเครียด ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ สุณารี ศรีบุญ (2561) ทำการศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ในภาพรวมนักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก เป็นเพราะในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เน้นนักเรียนเป็นหลักในการแสวงหาความรู้และคิดหาคำตอบของปัญหาด้วยตัวเอง มีการวางแผนการจัดการเรียนรู้ที่ดี เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่แปลกใหม่ น่าสนใจ และสามารถดึงดูดความสนใจของนักเรียนให้อยากค้นหาคำตอบของปัญหา นักเรียนจึงมีความพึงพอใจเป็นอย่างมากในการเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Kim, Gwon-Suk and Choi, Sun Yong (2012) ได้ศึกษาผลของการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และทัศนคติ โดยการเรียนรู้ผ่าน โปรแกรม STEAM สำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษในระดับประถมศึกษา ผลการวิจัยพบว่า ทั้งก่อนและหลังการเรียนรู้ ของกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบมีคะแนนทัศนคติแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ .01 เมื่อพิจารณาโดยภาพรวมในการเรียนการสอนก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง มีคะแนนทัศนคติดีขึ้น แต่ก็ไม่มีความต่างทางสถิติ และในการวิเคราะห์แบบสอบถามของการประเมินทัศนคติที่มีต่อโปรแกรม STEAM ของนักเรียนกลุ่มทดลองนั้นให้การยอมรับในแง่ดีเกี่ยวกับโปรแกรม STEAM และมีความพึงพอใจในบทเรียนมากขึ้น

ด้วยเหตุดังกล่าวจึงทำให้ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มสามารถส่งเสริมให้นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีเจตคติต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 อยู่ในระดับมากที่สุด

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำกิจกรรม STEAM ไปใช้

1.1 ก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม ผู้สอนควรศึกษาทำความเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหาในแต่ละกิจกรรมให้ละเอียด เป็นการเตรียมความพร้อมต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม

1.2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มในครั้งแรก ผู้สอนควรชี้แจงให้นักเรียนเข้าใจในรูปแบบรวมถึงขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ บทบาทหน้าที่ของผู้สอนและบทบาทหน้าที่ของตัวนักเรียนเอง เพื่อให้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ

1.3 ก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มในแต่ละครั้ง ผู้สอนควรเตรียมความพร้อมในส่วนของแหล่งเรียนรู้และสื่อการเรียนรู้ที่หลากหลาย วัสดุและอุปกรณ์ที่จำเป็นในการเรียนรู้ ซึ่งในบางขั้นตอนจำเป็นต้องใช้อินเทอร์เน็ตในการสืบค้นผู้สอนควรเตรียมให้พร้อมและจัดห้องเรียนให้มีความพร้อมต่อการเรียนรู้ของนักเรียน

1.4 ผู้สอนควรเลือกเนื้อหาสาระในแต่ละรายวิชาที่นำมาบูรณาการร่วมกันในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มให้เหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน และผู้สอนควรสอดแทรกคุณธรรม จริยธรรม ความรับผิดชอบ และความซื่อสัตย์สุจริตให้กับนักเรียน หากนักเรียนไม่มีในสิ่งเหล่านี้ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้อาจไม่มีประสิทธิภาพ

2. ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยต่อไป

2.1 ควรมีการศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ ในหน่วยการเรียนรู้อื่นที่ต่อเนื่องกันและอยู่ในภาคเรียนเดียวกัน จะทำให้นักเรียนได้ฝึกการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มอย่างต่อเนื่อง

2.2 ควรนำกลุ่มสาระการเรียนรู้อื่นมาบูรณาการร่วมกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม เช่น กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพ และกลุ่มสาระสังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม เพื่อให้ครอบคลุมทุกกลุ่มสาระการเรียนรู้

2.3 ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม ควรมีการเชื่อมโยงกับปัญหาใกล้ตัว หรือพบเห็นได้ทั่วไปในชีวิตประจำวัน และมีความสอดคล้องกับท้องถิ่นที่อาศัยอยู่

2.4 ควรมีการศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มอื่นที่นอกจากความคิดสร้างสรรค์ เช่น การคิดเชิงนวัตกรรมและทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21

บรรณานุกรม

- กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560). รายงานประจำปี 25600 กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. เข้าถึงได้จาก <http://www.most.go.th/main/MOSTAnnualReport2017/MOST-AR2017.pdf>
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2552). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และสาระภูมิศาสตร์ ในกลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เข้าถึงได้จาก <https://drive.google.com/file/d/1IQYHo9W3Ivz8ZsNt58E1-jUmy88R3sn/view>.
- เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. (2556). การคิดเชิงสร้างสรรค์ (พิมพ์ครั้งที่ 10). กรุงเทพฯ: ชัคเชลมีเดีย.
- โครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2562). ผลการประเมิน PISA 2018 วิทยาศาสตร์ การอ่าน และคณิตศาสตร์ ความเป็นเลิศและความเท่าเทียมทางการศึกษา. กรุงเทพฯ: ชัคเชลพับลีเคชั่น.
- จารีพร ผลมุล, สุนีย์ เหมาะประสิทธิ์ และเกริก ศักดิ์สุภาพ. (2558). การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้แบบ STEAM สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3: กรณีศึกษาชุมชนวังตะกอก จังหวัดชุมพร. *Journal KRU Res JHS (GS)*, 3(2).
- จิระพันธ์ กัลลประวิทย์. (2556). การพัฒนาคนตลอดชีวิต: ในแผนการศึกษาเพื่อพัฒนาคนตลอดช่วงชีวิต. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ.
- ชนัญญา ภูโปรง, ต้นสกุล สานติบุรณ์ และนุกุล กุดเถลง. (2560). การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์. ใน การประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ ครั้งที่ 1 “นวัตกรรมสร้างสรรค์ศาสตร์พระราชาสู่การพัฒนาที่ยั่งยืนไทยแลนด์ 4.0” (หน้า 790-798). ศูนย์ฝึกประสบการณ์วิชาชีพ: ราชภัฏกรีนวิวมหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด.
- ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2558). 80 นวัตกรรมจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ. นนทบุรี: พีบาลานซ์ดีไซด์แอนพริ้นติ้ง.

- ชาญณรงค์ พรุ่งโรจน์. (2546). *ความคิดสร้างสรรค์*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทศนา เขมมณี. (2550). *ศาสตร์การสอน* (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทศนา เขมมณี. (2559). *ศาสตร์การสอน* (พิมพ์ครั้งที่ 20). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นงนาฏ ตันติเสวี. (2545). *แนวทางการตรวจสอบและประเมินคุณภาพแผนการสอน/แผนการจัดการเรียนรู้: เพื่อประกันคุณภาพการจัดการเรียนการสอนอาชีวศึกษา*. กรุงเทพฯ: กรมอาชีวศึกษา.
- นงเยาว์ อุทุมพร. (2558). *เครื่องมือและเทคนิควิธีการรวบรวมข้อมูลสำหรับการวิจัย*. กรุงเทพฯ: แฮ่สออฟเคอร์มิสท์.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2553). *การวิจัยเบื้องต้น* (พิมพ์ครั้งที่ 8). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์. (2553ก). *สถิติวิเคราะห์เพื่อการวิจัย* (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: เรือนแก้วการพิมพ์.
- บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์. (2553ข). *เทคนิคการสร้างเครื่องมือรวบรวมข้อมูลสำหรับการวิจัย* (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ: ศรีอนันต์การพิมพ์.
- บุญเรียง ขจรศิลป์. (2543). *วิธีวิจัยทางการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: พี.เอ็น. การพิมพ์.
- พรรณี ลีกิจวัฒน์. (2553). *การวิจัยทางการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าคุณทหารลาดกระบัง.
- พงศ์เทพ จิระโร. (2558). *หลักการวิจัยทางการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 5). ชลบุรี: ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาประยุกต์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2540). *วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์* (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- พิชิต ฤทธิรัฐ. (2547). *ระเบียบวิธีวิจัยทางสังคมศาสตร์* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: แฮ่สออฟเคอร์มิสท์.
- ไพศาล วรคำ. (2555). *การวิจัยทางการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 5). มหาสารคาม: คณะครุศาสตร์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- ไพศาล หวังพานิช. (2523). *การวัดผลการศึกษา*. กรุงเทพฯ: สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร.

- พัฒมาอัสไวนี ตาย๊ะ, ณัฐินี โมพันธุ์ และมัศดี แวดราเม. (2560). ผลของการจัดการเรียนรู้ตาม
แนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ และ
ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. *วารสาร
มหาวิทยาลัยราชภัฏวราชนครินทร์ สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์*, 4(2), 1-14.
- ภิญโญ วงษ์ทอง. (2561). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้บูรณาการ STEAM Education ที่มีต่อ
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และความพึง
พอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. *วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี
และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้*, 10(1), 81-99.
- มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช. (2546). *นวัตกรรมการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ:
ลัดดาพิมพ์.
- มาลินี บุญยรัตพันธุ์, กานต์วี บุญญาอนุสิทธิ์, กิตติศักดิ์ ลักษณ์ และสุรวีร์ เพียรเพชรเลิศ. (2557).
ประสบการณ์การพัฒนาหลักสูตร. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- มินกกาญจน์ แจ่มพงษ์. (2559). *การพัฒนาชุดฝึกทักษะแบบสะเต็มศึกษาเพื่อการสร้างสรรค์ชิ้นงาน
เรื่อง พลังงานรอบตัวเรา*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาเทคโนโลยีและ
สื่อสารการศึกษา, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.
- ยศวีร์ สายฟ้า. (2555). การเสริมสร้าง วิทย์ เทคโนโลยี ศิลปะ และคณิตศาสตร์ ด้วย STEAM Model.
เข้าถึงได้จาก [http://www.education.com/workshop_download_handout_download.
php?id=60&page=4](http://www.education.com/workshop_download_handout_download.php?id=60&page=4).
- ราชบัณฑิตยสถาน. (2558). *พจนานุกรมศัพท์ศึกษาศาสตร์ร่วมสมัย ฉบับราชบัณฑิต*. กรุงเทพฯ:
สำนักงานราชบัณฑิตยสภา.
- โรงเรียนบ้านแหลมแท่น. (2561). *หลักสูตร โรงเรียนบ้านแหลมแท่น ตามหลักสูตรแกนกลาง
การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2561)*. ชลบุรี: ม.ป.ท.
- วนิช สุธารัตน์. (2547). *ความคิดและความคิดสร้างสรรค์*. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- วณิชส์ อิศรเสนา ณ อยุธยา. (2560). *เรื่องน่ารู้เกี่ยวกับ STEM Education*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่ง
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศูนย์สะเต็มศึกษาแห่งชาติ สสวท. (2557ก). *กระบวนการทางวิศวกรรม*. เข้าถึงได้จาก
<http://www.stemedthailand.org/?knowstem>.
- ศูนย์สะเต็มศึกษาแห่งชาติ สสวท. (2557ข). *รู้จักสะเต็ม*. เข้าถึงได้จาก
<http://www.stemedthailand.org>.
- สงวน สุทธิเลิศอรุณ. (2543). *พฤติกรรมมนุษย์กับการพัฒนาตน*. กรุงเทพฯ: อักษรพัฒนา.

- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (ม.ป.ป.). *การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา*. เข้าถึงได้จาก http://krooterapong.com/trp/pluginfile.php/313/mod_resource/content/2/STEM-Education%20เพื่อประยุกต์ใช้.pdf.
- สมบัติ ท้ายเรือคำ. (2551). *ระเบียบวิธีวิจัยสำหรับมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์*. มหาสารคาม: ประสานการพิมพ์.
- สำนักงานคณะกรรมการการพัฒนาศูนย์และสังคมแห่งชาติ. (2560). *ขับเคลื่อนแผนฯ 12 สู่อนาคตประเทศไทย*. เข้าถึงได้จาก http://www.nesdb.go.th/download/document/Yearend/2017/PPT_NESDB.pdf
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2560). *แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560-2579*. กรุงเทพฯ: พรินทวาทกราฟฟิค.
- สิริวรรณ จรัสวีวัฒน์. (2560). การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการในยุคไทย 4.0 ตามแนวคิด STEAM, STEAM, STREAM. *วารสารการศึกษาและพัฒนาสังคม*, 13(1), 19-30.
- สุคนธ์ สีนรพานนท์ และจินตนา วีรเกียรติสุนทร. (2556). *การจัดการเรียนรู้ของครูยุคใหม่...สู่ประชาคมอาเซียน*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุนารี ศรีบุญ. (2561). *ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- Abraham, M. R., and Renner, J. W. (1986). The sequence of learning cycle activities in high school chemistry. *Journal of Research in Science Teaching*, 23(2), 121-143.
- Anderson, R. D. (1983). *Children Development through adolescence*. New York: John Wiley and Sons.
- Guilford, J. P. (1965). *Fundamental statistics in psychology and education*. New York: McGraw-Hill book company.
- Kim, Gwon-Suk., and Choi, Sun Young. (2012). The Effects of the Creative Problem Solving Ability and Scientific Attitude through the Science-Based STEAM Program in the Elementary Gifted Students [ABSTRACT]. *Journal of 초등과학교육*, 31(2), 216-226.
- Klaus, S. (2014). The Global Competitiveness Report 2014-2015. In *World Economic Forum Columbia University*.

- Koehler, C., Faraclas, E., Giblin, D., Moss, D., and Kazerounian, K. (2013). The Nexus between science literacy and technical literacy: A state by state analysis of engineering content in state science standards. *Journal of STEM Education*, 14(3), 5-12.
- Land, M. H. (2013). Full STEAM ahead: The benefits of integrating the arts in to STEM. *Procedia Computer Science*, 20, 547-552.
- Mcdonald, F. J. (1962). *Educational psychology*. San Francisco: Wadsworth Publishing.
- Oh, Dong-ju, Bae, Jin-Ho, and Park, Su-Hong. (2016). The Effects of Science based Enrichment STEAM Gifted Program on Creative Thinking Activities and Emotional Intelligence of Elementary Science Gifted Students [ABSTRACT]. *Journal of 초등과학교육*, 35(1), 13-25.
- Pellegrino, J. W., and Hilton, M. L. (2012). *Education for life and work: Developing transferable knowledge and skills in the 21st Century*. New York: National Academy Press.
- Secord, P. F., and Backman, C. W. (1964). *Social psychology*. New York: McGraw-Hill.
- Shaver, M. E., and Jack, M. W. (1977). *Scales for the measurement of attitude*. New York: McGraw-Hill, Inc.
- Sousa, A. A., and Pilecki, T. (2013). From STEM to STEAM: Using brain-compatible strategies to intergrate the arts. *Journal Roeper Review*, 38(2), 129-130.
- Thurstone, L. L. (1931). The Measurement of Social Attitudes. *Journal of Abnormal and Social Psychology*.
- Torrance, E. P. (1962). *Guiding creative talent*. New Jersey: Prentive-Hall.
- Torrance. (1966). *The Torrance tests of creayive thinking-norms-technical manual research edition-verbal tests, forms A and B-figural tests, forms A and B*. Princeton, NJ: Personnel Press.
- Wilson, L. O. (2016). *Anderson and krethwohl Bloom ' s taxonomy revised understanding the new version of Bloom ' s taxonomy*. Retrieved from: https://quincycollege.edu/content/uploads/Anderson-and-Krathwohl_Revised-Blooms-Taxonomy.pdf
- Yakman, G. (2008). *STE@M Education: An overview of creating a model of integrative education*. Retrieved from: <https://www.iteea.org/File.aspx?id=86752&v=75ab076a>.
- Yakman, G. (2010). *What is the point of STE@M? – A Brief Overview*. Retrieved from: <http://www.gyak@vt.edu>

Yakman, G. (2013). *STEAM education program description*. Retrieved from:

<http://www.steamedu.com>.

Yakman, G., and Lee, H. (2012). Exploring the Exemplary STEAM Education in the U.S. as a practical Educational Framework for Korea. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 32(6), 1072-1086.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

- รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือเพื่อการวิจัย
- หนังสือขอความอนุเคราะห์เป็นผู้ตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือการวิจัย
- หนังสือขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อหาคุณภาพของเครื่องมือการวิจัย
- หนังสือขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือเพื่อการวิจัย

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นาวาตรี ดร.พงศ์เทพ จิระโร อาจารย์ประจำภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาประยุกต์
คณะศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยบูรพา
2. ดร.สมศิริ สิงห์หลพ อาจารย์ประจำภาควิชาการจัดการเรียนรู้
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
3. ดร.ลลิตา ธรรมบุตรศึกษานิเทศก์ชำนาญการพิเศษ
สำนักงานศึกษาธิการจังหวัดชลบุรี
4. นางฉัฐนันท์ ปัญญา ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนบ้านแหลมแท่น
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา
ชลบุรี เขต 1
5. นางสาวเดือนเพ็ญ ยิ้มลมัย ครูชำนาญการ โรงเรียนบ้านแหลมแท่น
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา
ชลบุรี เขต 1

(สำเนา)
บันทึกข้อความ

ส่วนงาน คณะศึกษาศาสตร์ ภาควิชาการจัดการเรียนรู้ สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน โทร. ๒๐๖๕
ที่ อว ๘๑๑๘/ ๖๐๒๘๖ วันที่ ๒๕ มิถุนายน พ.ศ. ๒๕๖๒
เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้ตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือการวิจัย

เรียน ดร.สมศิริ สิงห์หลพ

ด้วย นางสาวมัทยา บัวผัน นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม (STEAM) ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคิดสร้างสรรค์ และเจตคติของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๔” ในความควบคุมของ ดร.สิรารวรรณ จรัสรวีวัฒน์ ซึ่งเป็นประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ในกรณีนี้ คณะศึกษาศาสตร์ พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความเชี่ยวชาญ ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัย จึงขอความอนุเคราะห์เป็นผู้ตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือการวิจัย ให้กับนิสิต

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ เป็นผู้ตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือการวิจัยและขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ
(ลงชื่อ) เชษฐ ศิริสวัสดิ์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชษฐ ศิริสวัสดิ์)
รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

(สำเนา)
บันทึกข้อความ

ส่วนงาน คณะศึกษาศาสตร์ ภาควิชาการจัดการเรียนรู้ สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน โทร. ๒๐๖๕
ที่ อว ๘๑๑๘/ ว๐๒๘๖ วันที่ ๒๕ มิถุนายน พ.ศ. ๒๕๖๒
เรื่อง ขอกความอนุเคราะห์เป็นผู้ตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือการวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นาวาตรี ดร.พงศ์เทพ จิระโร

ด้วย นางสาวมัสยา บัวผัน นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม (STEAM) ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคิดสร้างสรรค์ และเจตคติของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๔” ในความควบคุมของ ดร.สิรารวรรณ จรัสรวีวัฒน์ ซึ่งเป็นประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ในกรณีนี้ คณะศึกษาศาสตร์ พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความเชี่ยวชาญ ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัย จึงขอกความอนุเคราะห์เป็นผู้ตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือการวิจัย ให้กับนิสิต

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ เป็นผู้ตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือการวิจัยและขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ
(ลงชื่อ) เชษฐ ศิริสวัสดิ์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชษฐ ศิริสวัสดิ์)
รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

(สำเนา)

ที่ อว ๘๑๑๘/ ๖๐๑๔๕

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

ต.แสนสุข อ. เมือง จ. ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๒๕ มิถุนายน พ.ศ. ๒๕๖๒

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์บุคลากรในสังกัดเป็นผู้ตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านแหลมแท่น

สิ่งที่แนบมาด้วย เครื่องมือเพื่อการวิจัย จำนวน ๒ ชุด

ด้วย นางสาวมัทยา บัวผัน นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชา หลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม (STEAM) ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคิดสร้างสรรค์ และเจตคติของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๔” ในความควบคุมของ ดร.สิริวรรณ จรัสศรีวิวัฒน์ ซึ่งเป็นประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ในการนี้ คณะศึกษาศาสตร์ พิจารณาแล้วเห็นว่า นางฉันทันท์ ปัญญา และ นางสาวเดือนเพ็ญ ยิ้มลมัย ซึ่งเป็นบุคลากรในสังกัดของท่าน เป็นผู้มีความเชี่ยวชาญในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัย จึงขอความอนุเคราะห์ให้เป็นผู้ตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือการวิจัยให้กับนิสิต

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่งที่จะได้รับความอนุเคราะห์จากท่าน ให้บุคลากรในสังกัดเป็นผู้ตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ลงชื่อ) เศรษฐ์ ศิริสวัสดิ์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เศรษฐ์ ศิริสวัสดิ์)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์ ปฏิบัติการแทน

ผู้ปฏิบัติหน้าที่อธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

ภาควิชาการจัดการเรียนรู้ สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน

โทรศัพท์ ๐ ๓๘๑๐ ๒๐๖๕

โทรสาร ๐๓๘๓๕ ๑๐๔๓

ผู้วิจัยโทร ๐๘ ๒๘๓๐ ๒๗๗๗

(สำเนา)

ที่ อว ๘๑๑๘/ ๖๐๑๔๕

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

ต.แสนสุข อ. เมือง จ. ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๒๕ มิถุนายน พ.ศ. ๒๕๖๒

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์บุคลากรในสังกัดเป็นผู้ตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือการวิจัย

เรียน ศึกษาธิการจังหวัดชลบุรี

สิ่งที่แนบมาด้วย เครื่องมือเพื่อการวิจัย จำนวน ๑ ชุด

ด้วย นางสาวมัทยา บัวผัน นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชา หลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม (STEAM) ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคิดสร้างสรรค์ และเจตคติของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๔” ในความควบคุมของ ดร.สิริววรรณ จรัสวิวัฒน์ ซึ่งเป็นประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ในการนี้ คณะศึกษาศาสตร์ พิจารณาแล้วเห็นว่า ดร.ลลิตา ธรรมบุตร ซึ่งเป็นบุคลากรในสังกัดของท่าน เป็นผู้มีความเชี่ยวชาญในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัย จึงขอความอนุเคราะห์ให้เป็นผู้ตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือการวิจัยให้กับ นิสิต

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่งที่จะได้รับความอนุเคราะห์จากท่าน ให้บุคลากรในสังกัดเป็นผู้ตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ลงชื่อ) เศรษฐ์ ศิริสวัสดิ์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เศรษฐ์ ศิริสวัสดิ์)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์ ปฏิบัติการแทน

ผู้ปฏิบัติหน้าที่อธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

ภาควิชาการจัดการเรียนรู้ สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน

โทรศัพท์ ๐ ๓๘๑๐ ๒๐๖๕

โทรสาร ๐๓๘๓๕ ๑๐๔๓

ผู้วิจัยโทร ๐๘ ๒๘๓๐ ๒๗๗๗

(สำเนา)

ที่ อว ๘๑๑๘/๐๔๔๕

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
ต.แสนสุข อ. เมือง จ. ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๒ กันยายน พ.ศ. ๒๕๖๒

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อหาคุณภาพของเครื่องมือการวิจัย
เรียน ผู้อำนวยการบ้านแหลมแท่น
สิ่งที่แนบมาด้วย เครื่องมือเพื่อการวิจัย จำนวน ๑ ชุด

ด้วย นางสาวมัทยา บัวผัน นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชา
หลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “ผลการ
จัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม (STEAM) ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคิดสร้างสรรค์
และเจตคติของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๔” ในความควบคุมของ ดร.สิรवारณ จรรย์วิวัฒน์ ซึ่งเป็น
ประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ในการนี้ คณะศึกษาศาสตร์ จึงขอความอนุเคราะห์ให้หนังสือได้เข้า
เก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง เพื่อหาคุณภาพของเครื่องมือการวิจัย โดยเก็บรวบรวมข้อมูลจากนักเรียนชั้น
ประถมศึกษาปีที่ ๔ ในวันที่ ๓ กันยายน - ๑๕ ตุลาคม พ.ศ. ๒๕๖๒ ทั้งนี้ โครงการวิจัยดังกล่าวได้ผ่าน
ขั้นตอนการพิจารณาทางจริยธรรมการวิจัยของมหาวิทยาลัยบูรพาเรียบร้อยแล้ว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่งที่จะได้รับ
ความอนุเคราะห์จากท่านในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อหาคุณภาพของเครื่องมือการวิจัย และขอขอบคุณมา
ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ลงชื่อ) เศษฐ์ ศิริสวัสดิ์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เศษฐ์ ศิริสวัสดิ์)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์ ปฏิบัติการแทน

ผู้ปฏิบัติหน้าที่อธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

ภาควิชาการจัดการเรียนรู้ สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน

โทรศัพท์ ๐ ๓๘๑๐ ๒๐๖๕

โทรสาร ๐๓๘๓๕ ๑๐๔๓

ผู้วิจัย โทร ๐๘ ๒๘๗๐ ๒๗๗๗

(สำเนา)

ที่ อว ๘๑๑๘/๐๔๕๖

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๒ กันยายน พ.ศ. ๒๕๖๒

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการบ้านแหลมแท่น

สิ่งที่แนบมาด้วย เครื่องมือเพื่อการวิจัย จำนวน ๑ ชุด

ด้วย นางสาวมัทยา บัวผัน นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชา
หลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “ผลการ
จัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม (STEAM) ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคิดสร้างสรรค์
และเจตคติของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๔” ในความควบคุมของ ดร.สิริวรรณ จรัสวิวัฒน์ ซึ่งเป็น
ประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ในการนี้ คณะศึกษาศาสตร์ จึงขอความอนุเคราะห์ให้หนังสือได้เข้า
เก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเองเพื่อการวิจัย โดยเก็บรวบรวมข้อมูลจากนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๔ ในวันที่
๒๘ ตุลาคม – ๖ ธันวาคม พ.ศ. ๒๕๖๒ ทั้งนี้ โครงการวิจัยดังกล่าวได้ผ่านขั้นตอนการพิจารณาทาง
จริยธรรมการวิจัยของมหาวิทยาลัยบูรพาเรียบร้อยแล้ว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่งที่จะได้รับ
ความอนุเคราะห์จากท่านในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อหาคุณภาพของเครื่องมือการวิจัย และขอขอบคุณมา
ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ลงชื่อ) **เชษฐ ศิริสวัสดิ์**

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชษฐ ศิริสวัสดิ์)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์ ปฏิบัติการแทน

ผู้ปฏิบัติหน้าที่อธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

ภาควิชาการจัดการเรียนรู้ สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน

โทรศัพท์ ๐ ๓๘๑๐ ๒๐๖๕

โทรสาร ๐๓๘๓๕ ๑๐๔๓

ผู้วิจัยโทร ๐๘ ๒๘๓๐ ๒๗๗๗

ภาคผนวก ข

- ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 สมบัติทางกายภาพของวัสดุและสถานะของสสาร
- ผลการตรวจสอบความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อสอบแต่ละข้อกับจุดประสงค์การเรียนรู้
- ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- แสดงค่า p และ q ที่ใช้ในการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- แสดงค่าที่ใช้ในการหาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างกิจกรรมกับระดับของนักเรียนของแบบวัดความคิดสร้างสรรค์
- แสดงค่าที่ใช้ในการหาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบวัดความคิดสร้างสรรค์
- ค่าความเชื่อมั่นของเกณฑ์การให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์ของผู้ตรวจให้คะแนนจำนวน 3 คน
- คะแนนความคิดสร้างสรรค์ในด้านความคิดริเริ่ม ความคิดคล่องแคล่ว และความคิดยืดหยุ่น ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม
- แสดงผลคะแนนรวมความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม
- ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถามกับขอบข่ายที่ต้องการวัดของแบบวัดเจตคติต่อกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม
- ค่าอำนาจจำแนกรายข้อของแบบวัดเจตคติต่อกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4
- ผลการคำนวณหาค่า โดยใช้โปรแกรม SPSS for Windows

ตารางที่ 12 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1 ความแข็งและสภาพยืดหยุ่น โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน

รายการประเมิน	\bar{X}	<i>SD</i>	ระดับความเหมาะสม
1. มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด			
1.1 ความถูกต้อง	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
1.2 มีความชัดเจน	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
1.3 ความเหมาะสมกับวัยของนักเรียน	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
2. มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัดที่บูรณาการ			
2.1 ความถูกต้อง	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
2.2 มีความชัดเจน	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
2.3 ความเหมาะสมกับวัยของนักเรียน	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
3. จุดประสงค์การเรียนรู้			
3.1 ประเมินได้	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
3.2 มีความชัดเจนเข้าใจง่าย	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
3.3 ความเหมาะสมกับวัยของนักเรียน	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
4. สาระสำคัญ			
4.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
4.2 เหมาะสมกับระดับชั้น	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
4.3 เวลาเรียนที่เหมาะสม	4.8	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
5. สาระการเรียนรู้บูรณาการ			
5.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
5.2 เหมาะสมกับระดับชั้น	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
5.3 เวลาเรียนที่เหมาะสม	4.8	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
6. การบูรณาการเทคนิควิธีการสอน			
6.1 ความเหมาะสมกับวัยของนักเรียน	4.8	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
6.2 สอดคล้องกับเนื้อหา	5	0	เหมาะสมมากที่สุด

ตารางที่ 12 (ต่อ)

รายการประเมิน	\bar{X}	<i>SD</i>	ระดับความเหมาะสม
7. กิจกรรมการเรียนรู้			
7.1 ลำดับกิจกรรมได้เหมาะสม	4.8	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
7.2 สอดคล้องกับเนื้อหา	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
7.3 สอดคล้องกับจุดประสงค์	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
8. สื่อและอุปกรณ์การเรียนรู้			
8.1 สอดคล้องกับเนื้อหา	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
8.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
8.3 นักเรียนมีส่วนร่วม	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
9. การวัดและประเมินผล			
9.1 สอดคล้องกับเนื้อหา	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
9.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
9.3 ใช้เครื่องมือวัดได้เหมาะสม	4.6	0.55	เหมาะสมมากที่สุด
เฉลี่ย	4.95	0.21	เหมาะสมมากที่สุด

จากตารางที่ 12 ค่าเฉลี่ยความคิดเห็นของผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1 โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน พบว่า มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.95 ซึ่งจัดอยู่ในระดับความเหมาะสมมากที่สุด

ตารางที่ 13 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 2 การนำความร้อน และการนำไฟฟ้า โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน

รายการประเมิน	\bar{X}	<i>SD</i>	ระดับความเหมาะสม
1. มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด			
1.1 ความถูกต้อง	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
1.2 มีความชัดเจน	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
1.3 ความเหมาะสมกับวัยของนักเรียน	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
2. มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัดที่บูรณาการ			
2.1 ความถูกต้อง	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
2.2 มีความชัดเจน	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
2.3 ความเหมาะสมกับวัยของนักเรียน	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
3. จุดประสงค์การเรียนรู้			
3.1 ประเมินได้	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
3.2 มีความชัดเจนเข้าใจง่าย	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
3.3 ความเหมาะสมกับวัยของนักเรียน	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
4. สาระสำคัญ			
4.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
4.2 เหมาะสมกับระดับชั้น	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
4.3 เวลาเรียนที่เหมาะสม	4.8	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
5. สาระการเรียนรู้บูรณาการ			
5.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
5.2 เหมาะสมกับระดับชั้น	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
5.3 เวลาเรียนที่เหมาะสม	4.6	0.55	เหมาะสมมากที่สุด
6. การบูรณาการเทคนิควิธีการสอน			
6.1 ความเหมาะสมกับวัยของนักเรียน	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
6.2 สอดคล้องกับเนื้อหา	5	0	เหมาะสมมากที่สุด

ตารางที่ 13 (ต่อ)

รายการประเมิน	\bar{X}	<i>SD</i>	ระดับความเหมาะสม
7. กิจกรรมการเรียนรู้			
7.1 ลำดับกิจกรรมได้เหมาะสม	4.8	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
7.2 สอดคล้องกับเนื้อหา	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
7.3 สอดคล้องกับจุดประสงค์	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
8. สื่อและอุปกรณ์การเรียนรู้			
8.1 สอดคล้องกับเนื้อหา	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
8.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
8.3 นักเรียนมีส่วนร่วม	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
9. การวัดและประเมินผล			
9.1 สอดคล้องกับเนื้อหา	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
9.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
9.3 ใช้เครื่องมือวัดได้เหมาะสม	4.8	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
เฉลี่ย	4.96	0.18	เหมาะสมมากที่สุด

จากตารางที่ 13 ค่าเฉลี่ยความคิดเห็นของผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 2 โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน พบว่า มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.96 ซึ่งจัดอยู่ในระดับความเหมาะสมมากที่สุด

ตารางที่ 14 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 3 สิ่งประดิษฐ์
จากวัสดุเหลือใช้ โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน

รายการประเมิน	\bar{X}	<i>SD</i>	ระดับความเหมาะสม
1. มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด			
1.1 ความถูกต้อง	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
1.2 มีความชัดเจน	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
1.3 ความเหมาะสมกับวัยของนักเรียน	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
2. มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัดที่บูรณาการ			
2.1 ความถูกต้อง	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
2.2 มีความชัดเจน	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
2.3 ความเหมาะสมกับวัยของนักเรียน	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
3. จุดประสงค์การเรียนรู้			
3.1 ประเมินได้	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
3.2 มีความชัดเจนเข้าใจง่าย	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
3.3 ความเหมาะสมกับวัยของนักเรียน	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
4. สาระสำคัญ			
4.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
4.2 เหมาะสมกับระดับชั้น	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
4.3 เวลาเรียนที่เหมาะสม	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
5. สาระการเรียนรู้บูรณาการ			
5.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
5.2 เหมาะสมกับระดับชั้น	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
5.3 เวลาเรียนที่เหมาะสม	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
6. การบูรณาการเทคนิควิธีการสอน			
6.1 ความเหมาะสมกับวัยของนักเรียน	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
6.2 สอดคล้องกับเนื้อหา	5	0	เหมาะสมมากที่สุด

ตารางที่ 14 (ต่อ)

รายการประเมิน	\bar{X}	<i>SD</i>	ระดับความเหมาะสม
7. กิจกรรมการเรียนรู้			
7.1 ลำดับกิจกรรมได้เหมาะสม	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
7.2 สอดคล้องกับเนื้อหา	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
7.3 สอดคล้องกับจุดประสงค์	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
8. สื่อและอุปกรณ์การเรียนรู้			
8.1 สอดคล้องกับเนื้อหา	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
8.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
8.3 นักเรียนมีส่วนร่วม	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
9. การวัดและประเมินผล			
9.1 สอดคล้องกับเนื้อหา	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
9.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
9.3 ใช้เครื่องมือวัดได้เหมาะสม	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
เฉลี่ย	5	0	เหมาะสมมากที่สุด

จากตารางที่ 14 ค่าเฉลี่ยความคิดเห็นของผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 3 โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน พบว่า มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5 ซึ่งจัดอยู่ในระดับความเหมาะสมมากที่สุด

ตารางที่ 15 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 4 สถานะของแข็ง
โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน

รายการประเมิน	\bar{X}	<i>SD</i>	ระดับความเหมาะสม
1. มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด			
1.1 ความถูกต้อง	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
1.2 มีความชัดเจน	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
1.3 ความเหมาะสมกับวัยของนักเรียน	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
2. มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัดที่บูรณาการ			
2.1 ความถูกต้อง	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
2.2 มีความชัดเจน	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
2.3 ความเหมาะสมกับวัยของนักเรียน	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
3. จุดประสงค์การเรียนรู้			
3.1 ประเมินได้	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
3.2 มีความชัดเจนเข้าใจง่าย	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
3.3 ความเหมาะสมกับวัยของนักเรียน	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
4. สาระสำคัญ			
4.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
4.2 เหมาะสมกับระดับชั้น	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
4.3 เวลาเรียนที่เหมาะสม	4.6	0.55	เหมาะสมมากที่สุด
5. สาระการเรียนรู้บูรณาการ			
5.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
5.2 เหมาะสมกับระดับชั้น	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
5.3 เวลาเรียนที่เหมาะสม	4.6	0.55	เหมาะสมมากที่สุด
6. การบูรณาการเทคนิควิธีการสอน			
6.1 ความเหมาะสมกับวัยของนักเรียน	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
6.2 สอดคล้องกับเนื้อหา	5	0	เหมาะสมมากที่สุด

ตารางที่ 15 (ต่อ)

รายการประเมิน	\bar{X}	<i>SD</i>	ระดับความเหมาะสม
7. กิจกรรมการเรียนรู้			
7.1 ลำดับกิจกรรมได้เหมาะสม	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
7.2 สอดคล้องกับเนื้อหา	4.8	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
7.3 สอดคล้องกับจุดประสงค์	4.8	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
8. สื่อและอุปกรณ์การเรียนรู้			
8.1 สอดคล้องกับเนื้อหา	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
8.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
8.3 นักเรียนมีส่วนร่วม	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
9. การวัดและประเมินผล			
9.1 สอดคล้องกับเนื้อหา	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
9.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
9.3 ใช้เครื่องมือวัดได้เหมาะสม	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
เฉลี่ย	4.95	0.20	เหมาะสมมากที่สุด

จากตารางที่ 15 ค่าเฉลี่ยความคิดเห็นของผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 4 โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน พบว่า มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.95 ซึ่งจัดอยู่ในระดับความเหมาะสมมากที่สุด

ตารางที่ 16 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 5 สถานะของเหลว
โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน

รายการประเมิน	\bar{X}	<i>SD</i>	ระดับความเหมาะสม
1. มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด			
1.1 ความถูกต้อง	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
1.2 มีความชัดเจน	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
1.3 ความเหมาะสมกับวัยของนักเรียน	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
2. มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัดที่บูรณาการ			
2.1 ความถูกต้อง	4.8	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
2.2 มีความชัดเจน	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
2.3 ความเหมาะสมกับวัยของนักเรียน	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
3. จุดประสงค์การเรียนรู้			
3.1 ประเมินได้	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
3.2 มีความชัดเจนเข้าใจง่าย	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
3.3 ความเหมาะสมกับวัยของนักเรียน	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
4. สาระสำคัญ			
4.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
4.2 เหมาะสมกับระดับชั้น	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
4.3 เวลาเรียนที่เหมาะสม	4.6	0.55	เหมาะสมมากที่สุด
5. สาระการเรียนรู้บูรณาการ			
5.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
5.2 เหมาะสมกับระดับชั้น	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
5.3 เวลาเรียนที่เหมาะสม	4.6	0.55	เหมาะสมมากที่สุด
6. การบูรณาการเทคนิควิธีการสอน			
6.1 ความเหมาะสมกับวัยของนักเรียน	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
6.2 สอดคล้องกับเนื้อหา	5	0	เหมาะสมมากที่สุด

ตารางที่ 16 (ต่อ)

รายการประเมิน	\bar{X}	<i>SD</i>	ระดับความเหมาะสม
7. กิจกรรมการเรียนรู้			
7.1 ลำดับกิจกรรมได้เหมาะสม	4.8	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
7.2 สอดคล้องกับเนื้อหา	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
7.3 สอดคล้องกับจุดประสงค์	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
8. สื่อและอุปกรณ์การเรียนรู้			
8.1 สอดคล้องกับเนื้อหา	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
8.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
8.3 นักเรียนมีส่วนร่วม	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
9. การวัดและประเมินผล			
9.1 สอดคล้องกับเนื้อหา	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
9.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
9.3 ใช้เครื่องมือวัดได้เหมาะสม	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
เฉลี่ย	4.95	0.19	เหมาะสมมากที่สุด

จากตารางที่ 16 ค่าเฉลี่ยความคิดเห็นของผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 5 โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน พบว่า มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.95 ซึ่งจัดอยู่ในระดับความเหมาะสมมากที่สุด

ตารางที่ 17 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 6 สถานะแก้ว
โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน

รายการประเมิน	\bar{X}	<i>SD</i>	ระดับความเหมาะสม
1. มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด			
1.1 ความถูกต้อง	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
1.2 มีความชัดเจน	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
1.3 ความเหมาะสมกับวัยของนักเรียน	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
2. มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัดที่บูรณาการ			
2.1 ความถูกต้อง	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
2.2 มีความชัดเจน	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
2.3 ความเหมาะสมกับวัยของนักเรียน	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
3. จุดประสงค์การเรียนรู้			
3.1 ประเมินได้	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
3.2 มีความชัดเจนเข้าใจง่าย	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
3.3 ความเหมาะสมกับวัยของนักเรียน	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
4. สาระสำคัญ			
4.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
4.2 เหมาะสมกับระดับชั้น	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
4.3 เวลาเรียนที่เหมาะสม	4.6	0.55	เหมาะสมมากที่สุด
5. สาระการเรียนรู้บูรณาการ			
5.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
5.2 เหมาะสมกับระดับชั้น	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
5.3 เวลาเรียนที่เหมาะสม	4.6	0.55	เหมาะสมมากที่สุด
6. การบูรณาการเทคนิควิธีการสอน			
6.1 ความเหมาะสมกับวัยของนักเรียน	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
6.2 สอดคล้องกับเนื้อหา	5	0	เหมาะสมมากที่สุด

ตารางที่ 17 (ต่อ)

รายการประเมิน	\bar{X}	<i>SD</i>	ระดับความเหมาะสม
7. กิจกรรมการเรียนรู้			
7.1 ลำดับกิจกรรมได้เหมาะสม	4.8	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
7.2 สอดคล้องกับเนื้อหา	4.8	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
7.3 สอดคล้องกับจุดประสงค์	4.8	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
8. สื่อและอุปกรณ์การเรียนรู้			
8.1 สอดคล้องกับเนื้อหา	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
8.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
8.3 นักเรียนมีส่วนร่วม	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
9. การวัดและประเมินผล			
9.1 สอดคล้องกับเนื้อหา	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
9.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
9.3 ใช้เครื่องมือวัดได้เหมาะสม	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
เฉลี่ย	4.95	0.20	เหมาะสมมากที่สุด

จากตารางที่ 17 ค่าเฉลี่ยความคิดเห็นของผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 6 โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน พบว่า มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.95 ซึ่งจัดอยู่ในระดับความเหมาะสมมากที่สุด

ตารางที่ 18 แสดงสรุปผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตาม
แนวคิดสะเต็มที่ 1 - 6 โดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน

แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม	\bar{X}	<i>SD</i>	ระดับความเหมาะสม
แผนที่ 1 ความแข็งและสภาพยืดหยุ่น	4.95	0.21	เหมาะสมมากที่สุด
แผนที่ 2 การนำความร้อนและการนำไฟฟ้า	4.96	0.18	เหมาะสมมากที่สุด
แผนที่ 3 สิ่งประดิษฐ์จากวัสดุเหลือใช้	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
แผนที่ 4 สถานะของแข็ง	4.95	0.20	เหมาะสมมากที่สุด
แผนที่ 5 สถานะของเหลว	4.95	0.19	เหมาะสมมากที่สุด
แผนที่ 6 สถานะแก๊ส	4.95	0.20	เหมาะสมมากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวม	4.96	0.16	เหมาะสมมากที่สุด

จากตารางที่ 18 ค่าเฉลี่ยความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม
โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มมีค่าเฉลี่ยความ
เหมาะสมเท่ากับ 4.96 ซึ่งจัดอยู่ในระดับความเหมาะสมมากที่สุด

ตารางที่ 19 ผลการตรวจสอบความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อสอบแต่ละข้อกับจุดประสงค์การเรียนรู้

ข้อสอบ ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญคนที่					$\sum R$	IOC
	1	2	3	4	5		
1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
4	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
5	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
6	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
7	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
8	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
9	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
10	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
11	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
12	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
13	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
14	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
15	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
16	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
17	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
18	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
19	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
20	+1	+1	+1	+1	+1	5	1

ตารางที่ 19 (ต่อ)

ข้อสอบ ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญคนที่					$\sum R$	IOC
	1	2	3	4	5		
21	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
22	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
23	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
24	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
25	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
26	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
27	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
28	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
29	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
30	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
31	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
32	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
33	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
34	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
35	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
36	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
37	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
38	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
39	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
40	+1	+1	+1	+1	+1	5	1

จากตารางที่ 19 ผลการตรวจสอบความสอดคล้องของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน พบว่า แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งหมด 40 ข้อ มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ทั้งหมด

ตารางที่ 20 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ข้อที่	p	r	ข้อที่	p	r	ข้อที่	p	r
1*	0.60	0.80	15*	0.45	0.70	29*	0.50	0.60
2*	0.75	0.30	16*	0.7	0.40	30	0.30	0.00
3	0.85	0.30	17*	0.6	0.60	31	0.30	-0.20
4	0.45	-0.10	18	0.6	0.40	32*	0.25	0.30
5	0.65	0.30	19	0.35	0.10	33	0.15	-0.30
6*	0.80	0.40	20*	0.45	0.30	34	0.65	0.10
7	0.55	-0.10	21*	0.55	0.50	35*	0.65	0.30
8*	0.70	0.60	22	0.30	-0.40	36*	0.55	0.50
9*	0.30	0.40	23	0.30	0.20	37	0.30	0.20
10	0.05	-0.10	24*	0.55	0.50	38	0.20	-0.20
11*	0.55	0.30	25*	0.55	0.90	39*	0.50	0.40
12	0.25	-0.30	26	0.10	-0.20	40*	0.45	0.30
13	0.35	0.30	27*	0.35	0.30			
14	0.35	-0.30	28	0.45	0.10			

* ข้อที่คัดเลือก

จากตารางที่ 20 ข้อสอบที่สามารถคัดเลือกได้ตามเกณฑ์มีทั้งหมด 25 ข้อ ซึ่งผู้วิจัยคัดเลือกแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 20 ข้อ ที่มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.25 – 0.80 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.30 – 0.90 ได้แก่ ข้อที่ 1, 2, 6, 8, 9, 11, 15, 16, 17, 20, 21, 24, 25, 27, 29, 32, 35, 36, 39 และ 40 ที่ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อนำมาใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

ตารางที่ 21 แสดงค่า p และ q ที่ใช้ในการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ข้อที่	p	q	pq
1	0.60	0.4	0.24
2	0.75	0.25	0.19
3	0.80	0.20	0.20
4	0.70	0.30	0.21
5	0.30	0.70	0.21
6	0.55	0.45	0.25
7	0.45	0.55	0.25
8	0.70	0.30	0.21
9	0.60	0.40	0.24
10	0.45	0.55	0.25
11	0.55	0.45	0.25
12	0.55	0.45	0.25
13	0.55	0.45	0.25
14	0.35	0.65	0.23
15	0.50	0.50	0.25
16	0.25	0.75	0.19
17	0.65	0.35	0.23
18	0.55	0.45	0.25
19	0.45	0.55	0.25
20	0.45	0.65	0.25

$\sum pq = 4.65$

ตารางที่ 22 แสดงค่าที่ใช้ในการหาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

นักเรียนคนที่	X	X^2
1	17	289
2	16	256
3	16	256
4	16	256
5	15	225
6	16	256
7	15	225
8	16	256
9	14	196
10	14	196
11	9	81
12	8	64
13	6	36
14	7	49
15	6	36
16	6	36
17	5	25
18	4	16
19	5	25
20	5	25
	$\sum X = 216$	$\sum X^2 = 2,804$

ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหน่วยการเรียนรู้ที่ 3 สมบัติทางกายภาพของวัสดุและสถานะของสสาร สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้สูตรของคูเดอร์ – ริชาร์ดสัน (Kuder Richardson)

$$\begin{aligned}
 s_t^2 &= \frac{n \sum X^2 - (\sum X)^2}{n(n-1)} \\
 &= \frac{20(2,804) - (216)^2}{20(20-1)} \\
 &= \frac{56,080 - 46,656}{380} \\
 &= \frac{9,424}{380} \\
 &= 24.8
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 KR_{20} &= \frac{k}{k-1} \left[1 - \frac{\sum_{i=1}^1 p_i q_i}{s_t^2} \right] \\
 &= \frac{20}{20-1} \left[1 - \frac{4.65}{24.8} \right] \\
 &= \frac{20}{20-1} [1 - 0.19] \\
 &= 1.05 [0.81] \\
 &= 0.85
 \end{aligned}$$

สรุป ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหน่วยการเรียนรู้ที่ 3 สมบัติทางกายภาพของวัสดุและสถานะของสสาร สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีค่าเท่ากับ 0.85

ตารางที่ 23 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างกิจกรรมกับระดับของนักเรียนของแบบวัดความคิดสร้างสรรค์

กิจกรรมที่	ผู้เชี่ยวชาญคนที่					$\sum R$	IOC
	1	2	3	4	5		
1. การวาดภาพ	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
2. การต่อเติมภาพให้สมบูรณ์	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
3. การต่อเติมภาพจากวงกลม	+1	+1	+1	+1	+1	5	1

จากตารางที่ 23 ผลการตรวจสอบความสอดคล้องของแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน พบว่า แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ มีความสอดคล้องกับระดับของนักเรียนทั้งหมด

ตารางที่ 24 แสดงค่าที่ใช้ในการหาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบวัดความคิดสร้างสรรค์

ข้อ คนที่	กิจกรรมที่ 1		กิจกรรมที่ 2			กิจกรรมที่ 3			X	X ²
	ความคิดริเริ่ม	ความคิดต้องแล้ว	ความคิดริเริ่ม	ความคิดต้องแล้ว	ความคิดยืดหยุ่น	ความคิดริเริ่ม	ความคิดต้องแล้ว	ความคิดยืดหยุ่น		
1	4	1	40	10	5	96	24	6	186	34,596
2	4	1	40	10	4	84	21	5	169	28,561
3	3	1	39	10	4	76	19	4	156	24,336
4	3	1	19	5	2	48	12	2	92	8,464
5	0	0	18	5	1	52	13	2	91	8,281
6	4	1	30	8	3	62	16	3	127	16,129
7	3	1	38	10	3	70	18	3	146	21,316

ตารางที่ 24 (ต่อ)

ข้อ คนที่	กิจกรรมที่ 1		กิจกรรมที่ 2			กิจกรรมที่ 3			X	X ²
	ความคิดริเริ่ม	ความคิดต้องแล้ว	ความคิดริเริ่ม	ความคิดต้องแล้ว	ความคิดยืดหยุ่น	ความคิดริเริ่ม	ความคิดต้องแล้ว	ความคิดยืดหยุ่น		
8	3	1	40	10	4	96	24	5	183	33,489
9	2	1	40	10	4	72	18	4	151	22,801
10	2	1	12	3	1	44	11	2	76	5,776
11	2	1	28	7	2	64	16	4	124	15,376
12	2	1	32	8	2	72	18	4	139	19,321
13	4	1	16	4	1	48	12	2	88	7,744
14	3	1	40	10	3	72	18	4	151	22,801
15	3	1	16	4	1	52	13	3	93	8,649
16	4	1	24	6	2	56	14	3	110	12,100
17	4	1	20	5	2	48	12	3	95	9,025
18	3	1	12	3	1	44	11	2	77	5,929
19	3	1	40	10	3	64	16	4	141	19,881
20	0	0	8	2	1	40	10	2	63	3,969
$\sum X_i$	56	18	552	140	49	1260	316	67	2,458	328,544
$\sum X_i^2$	184	18	17,798	1,142	151	84,680	5,326	251		
S_i^2	1.43	0.10	134.88	8.53	1.63	278.95	17.54	1.40		

ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์
แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient)

$$s_i^2 = \frac{n \sum X^2 - (\sum X)^2}{n(n-1)}$$

$$= \frac{20(328,544) - (2,458)^2}{20(20-1)}$$

$$= 1392.411$$

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left[1 - \frac{\sum_{i=1}^{20} s_i^2}{s_i^2} \right]$$

$$= \frac{20}{20-1} \left[1 - \frac{444.4474}{1392.411} \right]$$

$$= 0.71$$

สรุป ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4
มีค่าเท่ากับ 0.71

ตารางที่ 25 ค่าความเชื่อมั่นของเกณฑ์การให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์ของผู้ตรวจให้คะแนน
จำนวน 3 คน

แบบวัด	ผู้ตรวจให้คะแนน	ค่าความเชื่อมั่นของเกณฑ์การให้คะแนน
แบบวัด	ระหว่างผู้วิจัยกับครูคนที่ 1	0.78
ความคิด	ระหว่างผู้วิจัยกับครูคนที่ 2	0.79
สร้างสรรค์	ระหว่างครูคนที่ 1 กับครูคนที่ 2	0.72

ตารางที่ 26 คะแนนความคิดสร้างสรรค์ในด้านความคิดริเริ่ม ความคิดคล่องแคล่ว และความคิด

คนที่	กิจกรรมที่ 1 การวาดภาพ					
	ความคิดริเริ่ม		ความคิดคล่องแคล่ว		รวม	
	pretest	posttest	pretest	posttest	pretest	posttest
1	2	4	1	1	3	5
2	3	4	1	1	4	5
3	2	4	1	1	3	5
4	4	4	1	1	5	5
5	3	4	1	1	4	5
6	2	3	1	1	3	4
7	4	3	1	1	5	4
8	2	4	1	1	3	5
9	4	3	1	1	5	4
10	4	2	1	1	5	3
11	2	2	1	1	3	3
12	4	3	1	1	5	4
13	3	4	1	1	4	5
14	4	2	1	1	5	3
15	3	4	1	1	4	5
16	4	3	1	1	5	4
17	2	3	1	1	3	4
18	2	4	1	1	3	5
19	2	3	1	1	3	4
20	2	3	1	1	3	4

ตารางที่ 26 (ต่อ)

กิจกรรมที่ 2 การต่อเติมภาพให้สมบูรณ์								
คนที่	ความคิดริเริ่ม		ความคิด คล่องแคล่ว		ความคิดยืดหยุ่น		รวม	
	pretest	posttest	pretest	posttest	pretest	posttest	pretest	posttest
1	22	29	10	10	4	6	36	45
2	24	28	10	10	3	5	37	43
3	22	30	9	10	3	4	34	44
4	16	25	10	10	4	5	30	40
5	17	24	8	9	2	4	27	37
6	25	26	9	10	3	5	37	41
7	17	26	8	10	3	5	28	41
8	14	26	8	10	3	5	25	41
9	20	25	9	10	3	5	32	40
10	12	24	8	10	2	4	22	38
11	17	23	9	10	4	6	30	39
12	16	23	8	10	3	4	27	37
13	15	23	8	10	3	5	26	38
14	21	22	9	10	3	3	33	35
15	16	22	8	10	2	3	26	35
16	14	20	8	10	3	4	25	34
17	17	23	9	10	3	5	29	38
18	21	20	9	10	3	5	33	35
19	15	21	8	10	3	5	26	36
20	21	19	9	10	4	5	34	34

ตารางที่ 26 (ต่อ)

กิจกรรมที่ 3 การต่อเติมภาพจากวงกลม								
คนที่	ความคิดริเริ่ม		ความคิด คล่องแคล่ว		ความคิดยืดหยุ่น		รวม	
	pretest	posttest	pretest	posttest	pretest	posttest	pretest	posttest
1	49	54	20	20	7	10	76	84
2	41	51	20	20	8	10	69	81
3	42	45	20	20	7	9	69	74
4	42	49	19	20	7	10	68	79
5	37	51	17	19	6	8	60	78
6	33	48	16	20	6	7	55	75
7	39	56	17	19	5	8	61	83
8	42	48	19	20	6	8	67	76
9	33	48	18	20	7	9	58	77
10	25	47	16	19	5	8	46	74
11	29	52	18	19	5	8	52	79
12	28	41	17	19	6	9	51	69
13	32	49	16	20	6	8	54	77
14	39	45	19	20	4	7	62	72
15	34	45	16	20	6	9	56	74
16	29	50	15	20	5	7	49	77
17	36	42	18	19	4	8	58	69
18	34	52	17	19	6	9	57	80
19	23	49	16	19	5	9	44	77
20	31	44	17	20	6	10	54	74

ตารางที่ 27 แสดงผลคะแนนรวมความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

ก่อนและหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม

คนที่	ความคิดสร้างสรรค์		ผลต่าง (D)	ผลต่างกำลังสอง (D ²)
	ก่อนเรียน	หลังเรียน		
1	115	134	19	361
2	110	129	19	361
3	106	123	17	289
4	103	124	21	441
5	91	120	29	841
6	95	120	25	625
7	94	128	34	1,156
8	95	122	27	729
9	95	121	26	676
10	73	115	42	1,764
11	95	121	26	676
12	83	110	27	729
13	84	120	36	1,296
14	100	110	10	100
15	86	114	28	784
16	79	115	36	1,296
17	90	111	21	441
18	93	120	27	729
19	73	117	44	1,936
20	91	112	21	441
ค่าเฉลี่ย	92.55	119.30		

ตารางที่ 28 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถามกับขอบข่ายที่ต้องการวัดของแบบวัด
เจตคติต่อกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม

ข้อคำถาม ที่	ผู้เชี่ยวชาญคนที่					$\sum R$	IOC
	1	2	3	4	5		
1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
4	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
5	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
6	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
7	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
8	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
9	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
10	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
11	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
12	+1	+1	+1	+1	+1	5	1

จากตารางที่ 28 ผลการตรวจสอบความสอดคล้องของแบบวัดเจตคติ โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน พบว่า แบบวัดเจตคติ มีความสอดคล้องกับข้อบ่งชี้ที่ต้องการวัดของแบบวัดเจตคติ ต่อกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มทั้งหมด

ตารางที่ 29 ค่าอำนาจจำแนกรายข้อของแบบวัดเจตคติต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

คำถามข้อที่	ค่าอำนาจจำแนก	ผลการพิจารณา
1	0.83	ใช้ได้
2	0.44	ใช้ได้
3	0.64	ใช้ได้
4	0.73	ใช้ได้
5	0.62	ใช้ได้
6	0.74	ใช้ได้
7	0.55	ใช้ได้
8	0.83	ใช้ได้
9	0.79	ใช้ได้
10	0.45	ใช้ได้
11	0.61	ใช้ได้
12	0.62	ใช้ได้

ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบวัดเจตคติ โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach' s Alpha Coefficient) มีค่าเท่ากับ 0.91

ผลการคำนวณหาค่า โดยใช้โปรแกรม SPSS for Windows

ตารางที่ 30 แสดงการคำนวณหาค่า one sample t-test ในการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม
กับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้โปรแกรม SPSS for Windows

One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
score	20	17.1500	1.46089	0.32667

One-Sample Test

	Test Value = 14					
	t	df	Sig.	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
score	9.643	19	.000	3.15000	2.4663	3.8337

ตารางที่ 31 แสดงการคำนวณหาค่า paired t-test ในการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของ

นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม โดยใช้โปรแกรม SPSS for Windows

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	Pretest	92.5500	20	11.11412	2.48519
	posttest	119.3000	20	6.49777	1.45295

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	pretest & posttest	20	0.652	.002

Paired Samples Test

	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
Pair 1 pretest - posttest	-26.75	8.46	1.8916	-30.71	-22.79	-14.14	19	.000

ตารางที่ 32 แสดงการคำนวณหาค่า paired t-test ในการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทั้ง 3 ด้าน
ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม
โดยใช้โปรแกรม SPSS for Windows

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	orepre	56.40	20	8.426	1.884
	orepost	75.55	20	5.717	1.278
Pair 2	flupre	27.25	20	2.124	.475
	flupost	30.55	20	.605	.135
Pair 3	flepre	8.90	20	1.294	.289
	flepost	13.20	20	1.473	.329

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	orepre & orepost	20	.595	.006
Pair 2	flupre & flupost	20	.338	.145
Pair 3	flepre & flepost	20	.785	.000

Paired Samples Test

		Paired Differences				t	df	Sig. (2-tailed)	
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower				Upper
Pair 1	Orepre - orepost	-19.15	6.81	1.52	-22.34	-15.964	-12.58	19	.00
Pair 2	flupre & flupost	-3.30	2.00	0.45	-4.237	-2.36	-7.37	19	.00
Pair 3	flepre & flepost	-4.30	0.92	0.21	-4.732	-3.87	-20.83	19	.00

ตารางที่ 33 แสดงการคำนวณหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ในการศึกษาเจตคติต่อการ
จัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้
โปรแกรม SPSS for Windows

Statistics

	a1	a2	a3	a4	a5	a6	a7	a8	a9	a10	a11	a12	sum
N Valid	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Missing	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Mean	4.55	4.50	4.50	4.60	4.75	4.55	5.00	4.60	4.60	4.60	4.25	4.15	4.55
Std. Deviation	.510	.607	.607	.754	.550	.826	.000	.503	.503	.681	.851	.745	0.60

ภาคผนวก ค

เครื่องมือที่ใช้เพื่อการวิจัย

- แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม
- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 สมบัติทางกายภาพของวัสดุ และสถานะของสาร
- แบบวัดความคิดสร้างสรรค์
- แบบวัดเจตคติต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม

แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 สมบัติทางกายภาพและสถานะของสสาร

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

แผนที่ 1 เรื่อง ความแข็งและสภาพยืดหยุ่นของวัสดุ

เวลา 2 ชั่วโมง

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ผู้สอน นางสาวมัทยา บัวผัน

มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

ว 2.1 ป.4/1 เปรียบเทียบสมบัติทางกายภาพด้านความแข็ง สภาพยืดหยุ่น การนำความร้อน และการนำไฟฟ้าของวัสดุโดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์จากการทดลองและระบุนำสมบัติเรื่องความแข็ง สภาพยืดหยุ่น การนำความร้อน และการนำไฟฟ้าของวัสดุไปใช้ในชีวิตประจำวันผ่านกระบวนการออกแบบชิ้นงาน

ว 2.1 ป.4/2 แลกเปลี่ยนความคิดกับผู้อื่นโดยการอภิปรายเกี่ยวกับสมบัติทางกายภาพของวัสดุอย่างมีเหตุผลจากการทดลอง

มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัดที่บูรณาการ

เทคโนโลยี

ว 4.2 ป.4/3 ใช้อินเทอร์เน็ตค้นหาความรู้ และประเมินความน่าเชื่อถือของข้อมูล

ว 4.2 ป.4/4 รวบรวม ประเมิน นำเสนอข้อมูลและสารสนเทศ โดยใช้ซอฟต์แวร์ที่หลากหลาย เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน

วิศวกรรมเชื่อมโยงกับกลุ่มสาระงานอาชีพและเทคโนโลยี

ง 1.1 ป.4/1 อธิบายวิธีเหตุผลในการทำงานให้บรรลุเป้าหมาย

ศิลปะและการเชื่อมโยงกับภาษาไทย และภาษาต่างประเทศ (ศิลปภาษา)

ศ 1.1 ป.4/3 จำแนกทัศนธาตุของสิ่งต่าง ๆ ในธรรมชาติสิ่งแวดล้อม และงานทัศนศิลป์ โดยเน้นเรื่อง เส้น สี รูปร่าง รูปทรง พื้นผิว และพื้นที่ว่าง

ศ 1.1 ป.4/5 มีทักษะพื้นฐานในการใช้วัสดุ อุปกรณ์สร้างสรรค์งานวาดภาพระบายสี

ท 3.1 ป.4/1, 2 พุฒสรุปความ แสดงความรู้ ความคิดเห็น และความรู้สึกเกี่ยวกับเรื่องที่ฟังและดู

ต 1.1 ป.4/2 อ่านออกเสียงคำ สะกดคำ อ่านกลุ่มคำ ประโยค ข้อความง่าย ๆ และบทพูด เข้าใจหว่าถูกต้องตามหลักการอ่าน

คณิตศาสตร์

ค 2.1 ป.4/2 วัดและสร้างมุมโดยใช้โพรแทรกเตอร์

จุดประสงค์การเรียนรู้

นักเรียนสามารถ

1. ด้านความรู้ (K)

- 1.1 อธิบายและเปรียบเทียบสมบัติทางกายภาพด้านความแข็งของวัสดุได้
- 1.2 อธิบายและเปรียบเทียบสมบัติทางกายภาพด้านสภาพยืดหยุ่นของวัสดุได้
- 1.3 ระบุการนำสมบัติทางกายภาพด้านความแข็งและสภาพยืดหยุ่นของวัสดุไปใช้ประโยชน์ได้

ประโยชน์ได้

2. ด้านทักษะกระบวนการ (P)

- 2.1 ทักษะการคิด (ความคิดสร้างสรรค์)

3. ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)

- 3.1 ตั้งใจเรียน มีความเพียรพยายาม และเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ต่าง ๆ
- 3.2 มีความตั้งใจและรับผิดชอบในการปฏิบัติหน้าที่

สาระสำคัญ

วัสดุแต่ละชนิดมีสมบัติทางกายภาพแตกต่างกัน วัสดุที่มีความแข็งจะทนต่อแรงขูดขีดได้ดี และวัสดุที่มีสภาพยืดหยุ่นจะเปลี่ยนแปลงรูปร่างเมื่อมีแรงมากระทำและกลับสภาพเดิมได้เมื่อหยุดแรงกระทำ

สาระการเรียนรู้ที่บูรณาการ

สมบัติทางกายภาพด้านความแข็งและสภาพยืดหยุ่น (S) การใช้อินเทอร์เน็ตในการสืบค้นรวบรวมข้อมูลของการนำสมบัติทางกายภาพด้านความแข็งและสภาพยืดหยุ่นของวัสดุ ไปใช้ประโยชน์ (T) ขั้นตอนในการทดลองความแข็งและสภาพยืดหยุ่นของวัสดุ (E) การจำแนกทัศนธาตุของสิ่งต่าง ๆ โดยเน้นเรื่อง เส้น สี รูปร่าง รูปทรง และพื้นที่ว่าง การวาดภาพประกอบ การดูหรือฟังนิทานจาก VDO การพูดพูดสรุปความ การแสดงความคิดเห็น ความรู้สึกเกี่ยวกับเรื่องที่ฟังและดู และการอ่านออกเสียงคำ สะกดคำเป็นภาษาอังกฤษ (A) การวัดและบอกความยาวของวัสดุ และการวัดขนาดของมุม โดยใช้โพรแทรกเตอร์ในช่วงการทำทดลอง (M)

การบูรณาการเทคนิควิธีการสอน

แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องความแข็งและสภาพยืดหยุ่นนี้ใช้รูปแบบการเรียนการสอนกระบวนการสืบสอบและแสวงหาความรู้เป็นกลุ่ม และใช้เทคนิคการสอนต่าง ๆ เพิ่มเติม

เพื่อให้นักเรียนสนใจ เช่น การดูนิทานจากวีดีโอ การซักถามประกอบเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นตลอดเวลา

กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. ครูนำบัตรคำภาษาอังกฤษและภาษาไทยติดไว้ที่กระดาน ให้นักเรียนจับคู่คำ สะกด คำศัพท์ และอ่านออกเสียงคำในภาษาอังกฤษ พร้อมทั้งบอกความหมาย โดยครูช่วยอ่านออกเสียง

Hardness	ความแข็ง
Elasticity	สภาพยืดหยุ่น

2. ครูให้นักเรียนบอกถึงวัสดุใดบ้างที่มีความแข็งและมีสภาพยืดหยุ่น

ขั้นสอน

ขั้นที่ 1 ให้นักเรียนเผชิญปัญหาที่ชวนงุนงงสงสัย

3. ครูแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มละ 4 – 5 คน ให้แต่ละกลุ่มตั้งชื่อกลุ่ม แต่งตั้งสมาชิกในกลุ่มตามหน้าที่ที่กำหนด คือ หัวหน้า รองหัวหน้า ฝ่ายอุปกรณ์ เลขาคณะ และผู้ช่วยเลขาคณะ

4. นักเรียนดู VDO เป็นนิทานในยูทูปเรื่องลูกหมู 3 ตัว (ที่มาของ VDO:

<https://www.youtube.com/watch?v=xZyUVm1wT14>) เมื่อดูจบแล้วให้นักเรียนพูดสรุปความ แสดงความรู้ และความรู้สึกเกี่ยวกับเรื่องที่ดู โดยครูตั้งคำถามดังนี้

- จากนิทานเรื่องลูกหมู 3 ตัว ลูกหมูทั้ง 3 ตัวสร้างบ้านด้วยวัสดุใดบ้าง (ไม้ ฟาง และอิฐ)
- บ้านของลูกหมูตัวใดแข็งแรงที่สุด และทำมาจากวัสดุอะไร (ตัวที่ 3 ทำจากอิฐ)
- นิทานเรื่องนี้สอนอะไรแก่นักเรียนบ้าง (นักเรียนตอบตามความเข้าใจ เช่น ความอดทน)
- จากนิทานนักเรียนทราบหรือไม่ว่าลูกหมูแต่ละตัวมีขั้นตอนในการสร้างบ้านอย่างไร

บ้าง (จากขั้นตอนในการสร้างบ้านของลูกหมูที่นักเรียนร่วมกันอธิบายอย่างเป็นขั้นตอน แบบนี้เรียกว่า วิธีการทำงานอย่างเป็นขั้นตอนตามกระบวนการทำงาน ซึ่งสามารถถ่ายทอดได้โดยการบอกเล่า วาดภาพ หรือข้อความ)

5. ครูนำก้อนหิน ดินน้ำมัน และฟองน้ำ มาให้นักเรียนดู และสังเกต ครูให้นักเรียนจำแนกทัศนธาตุของวัสดุเหล่านี้ และวัสดุรอบตัว โดยเน้นเรื่อง เส้น สี รูปร่าง รูปทรง เป็นต้น โดยครูให้คำแนะนำ และอธิบายเกี่ยวกับการจำแนกทัศนธาตุ

ขั้นที่ 2 ให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นต่อปัญหา

6. ครูตรวจสอบความรู้เกี่ยวกับความแข็งและสภาพยืดหยุ่นของวัสดุ โดยใช้คำถามดังนี้

- ก้อนหิน ดินน้ำมัน และฟองน้ำมีสมบัติที่แตกต่างกันอย่างไร

- นักเรียนคิดว่าก้อนหิน ดินน้ำมัน ฟองน้ำอะไรแข็งกว่ากัน และคิดว่าวัสดุ 3 อย่างนี้วัสดุชนิดใดมีสภาพยืดหยุ่นมากกว่ากัน

- นักเรียนแต่ละกลุ่มทดลองบีบและคลายฟองน้ำกับดินน้ำมันพร้อม ๆ กัน ให้นักเรียนสังเกตและบอกความแตกต่างของวัสดุทั้งสอง จากนั้นครูอธิบายว่าเหตุที่ฟองน้ำเมื่อบีบแล้วยุบตัวไปตามแรงบีบ เมื่อปล่อยออกแล้วฟองน้ำกลับสภาพเป็นเหมือนเดิม เป็นเพราะฟองน้ำมีสมบัติที่เรียกว่า สภาพยืดหยุ่น ส่วนดินน้ำมันไม่สามารถกลับสู่สภาพเดิมได้

- นักเรียนคิดว่าความแข็งคืออะไร และสภาพยืดหยุ่นคืออะไร แล้วเราจะทดสอบได้อย่างไร (นักเรียนตอบตามความเข้าใจ)

ขั้นที่ 3 และ 4 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวางแผนในการแสวงหาความรู้และดำเนินการแสวงหาความรู้

7. ครูเปิดสไลด์ใน Power point เรื่องความแข็งและสภาพยืดหยุ่น ให้นักเรียนดูขั้นตอนการทดสอบความแข็งของวัสดุที่ยังสลับกันอยู่ นักเรียนทุกคนร่วมกันคิดวางแผนและสรุปขั้นตอนการทดสอบความแข็งของวัสดุร่วมกัน พร้อมลงมือปฏิบัติ โดยผู้ทำหน้าที่ฝ่ายอุปกรณ์ออกไปรับวัสดุอุปกรณ์ชุดที่ 1 ได้แก่ แผ่นไม้ พลาสติก ตะปู กระจก อลูมิเนียม กระเบื้องดินเผา และก้อนหิน พร้อมใบงานที่ 1 ความแข็งของวัสดุแต่ละชนิดเป็นอย่างไร และครูเป็นผู้ให้ความช่วยเหลือให้คำแนะนำระหว่างทำกิจกรรม

8. ครูเตรียมวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบสภาพยืดหยุ่น นักเรียนฝ่ายอุปกรณ์ของแต่ละกลุ่มมารับ ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสังเกต และตรวจสอบว่ามีวัสดุและอุปกรณ์ครบหรือไม่

- วัสดุอุปกรณ์ที่นักเรียนจะได้รับ ได้แก่

วัสดุอุปกรณ์ชุดที่ 2 ได้แก่ 1) กาน ไม้ 2) เส้นเอ็น ไนลอนและเส้นเอ็นยืดที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากันอย่างละ 1 เส้น 4) ถ้วยทรายน้ำหนักเท่ากัน 4 ถ้วย 3) ไม้โพรแทรกเตอร์

4) คลิปหนีบกระดาษ 2 อัน 5) ถ้วยพลาสติกมีหูหิ้ว 2 ใบ 6) นาฬิกาใช้จับเวลา

วัสดุอุปกรณ์ชุดที่ 3 ได้แก่ 1) ลูกโป่ง 2) ผ้า 3) ตะปู 4) กระดาษ 5) ยางรัดของ 6) ฟองน้ำ 7) ดินน้ำมัน

9. ครูถามนักเรียนว่าจากอุปกรณ์ที่นักเรียนได้รับจะใช้ทดสอบสภาพยืดหยุ่นอย่างไร นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็น

10. ครูเปิดสไลด์ใน Power point เรื่องความแข็งและสภาพยืดหยุ่น ให้นักเรียนดูขั้นตอนการทดสอบสภาพยืดหยุ่นของวัสดุที่ยังสลักกันอยู่ นักเรียนทุกคนร่วมกันคิดวางแผนและสรุปขั้นตอนการทดสอบสภาพยืดหยุ่นของวัสดุร่วมกัน จากนั้นลงมือปฏิบัติตามขั้นตอนพร้อมบันทึกผลลงในใบงานที่ 2 สภาพยืดหยุ่นของวัสดุแต่ละชนิดเป็นอย่างไร

(ในขณะที่ทำการทดสอบครูอธิบายการใช้ไม้โปรแทรกเตอร์ และให้ความรู้เรื่องการวัดและสร้างมุมด้วยไม้โปรแทรกเตอร์)

11. นักเรียนทดสอบสภาพยืดหยุ่นของวัสดุอุปกรณ์ชุดที่ 3 ตามคำสั่งในใบงานที่ 2 สภาพยืดหยุ่นของวัสดุแต่ละชนิดเป็นอย่างไร

12. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสืบค้นข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต จากคอมพิวเตอร์ที่ครูเตรียมไว้ให้ ว่าสมบัติทางกายภาพความแข็ง และด้านสภาพยืดหยุ่นของวัสดุแต่ละชนิดนำไปใช้ประโยชน์อะไรได้บ้าง อย่างไร พร้อมบันทึกผลในใบงานที่ 1 ความแข็งของวัสดุแต่ละชนิดเป็นอย่างไร และใบงานที่ 2 สภาพยืดหยุ่นของวัสดุแต่ละชนิดเป็นอย่างไร ในส่วนการสืบค้น

ขั้นสรุป

ขั้นที่ 5 ให้นักเรียนวิเคราะห์ สรุปผล นำเสนอและอภิปรายผล

12. นักเรียนออกมานำเสนอข้อมูลจากการวิเคราะห์การทดสอบความแข็งและสภาพยืดหยุ่นของวัสดุ

13. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปความรู้เรื่องความแข็งและสภาพยืดหยุ่นของวัสดุ และครูให้ความรู้เพิ่มเติมว่ายังมีวัสดุอื่นที่แข็งกว่าวัสดุที่นักเรียนทำการทดสอบคือ เพชร เป็นวัสดุที่มีความแข็งมากที่สุด

สื่อและอุปกรณ์การเรียนรู้

1. วิดีโอเรื่องลูกหมู 3 ตัว
2. Power point เรื่องความแข็งและสภาพยืดหยุ่น
3. วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ ได้แก่

3.1 ก้อนหิน	3.2 ดินน้ำมัน	3.3 ฟองน้ำ	3.4 แผ่นไม้
3.5 พลาสติก	3.6 ตะปู	3.7 กระจก	3.8 อลูมิเนียม
3.9 กระเบื้องดินเผา	3.10 เส้นเอ็นในลอน	3.11 คานไม้	3.12 เส้นเอ็นยึด
3.13 ถุงทราย	3.14 ไม้โปรแทรกเตอร์	3.15 ผ้า	3.16 กระดาษ

- 3.17 ลูกโป่ง 3.18 นาฬิกาใช้จับเวลา 3.19 ฟองน้ำ 3.20 ยางรัดของ
 3.21 ดินน้ำมัน 3.22 คลิปหนีบกระดาษ 3.23 ถุงพลาสติกมีหูหิ้ว
4. ใบงานที่ 1 ความแข็งของวัสดุแต่ละชนิดเป็นอย่างไร
 5. ใบงานที่ 2 สภาพยืดหยุ่นของวัสดุแต่ละชนิดเป็นอย่างไร
 6. คอมพิวเตอร์ที่เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต
 7. บัตรคำ

การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือวัดผล	เกณฑ์
1. ด้านความรู้ (K)			
1.1 อธิบายและเปรียบเทียบสมบัติทางกายภาพด้านความแข็งของวัสดุได้	- ประเมินจากใบงานที่ 1	- ใบงานที่ 1	- สามารถตอบคำถามได้ถูกต้องร้อยละ 70
1.2 อธิบายและเปรียบเทียบสมบัติทางกายภาพด้านสภาพยืดหยุ่นของวัสดุได้	- ประเมินจากใบงานที่ 2	- ใบงานที่ 2	- สามารถตอบคำถามได้ถูกต้องร้อยละ 70
1.3 ระบุการนำสมบัติทางกายภาพด้านความแข็งและสภาพยืดหยุ่นของวัสดุไปใช้ประโยชน์ได้	- ประเมินจากใบงานที่ 1, 2 ในส่วนที่ให้สืบค้นข้อมูล	- ใบงานที่ 1, 2	- สามารถตอบคำถามได้ถูกต้องร้อยละ 70
2. ด้านทักษะกระบวนการ (P)			
2.1 ทักษะการคิด (ความคิดสร้างสรรค์)	- ประเมินจากการวาดภาพระบายสีในใบงาน	- แบบประเมินการเสริมสร้างทักษะการคิดสร้างสรรค์	- ได้ระดับคะแนนการคิดสร้างสรรค์ไม่ต่ำกว่าร้อยละ

การวัดและประเมินผล (ต่อ)

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือวัดผล	เกณฑ์
3. ด้านคุณลักษณะอันพึง			
ประสงค์ (A)	สังเกตพฤติกรรม	แบบสังเกต	ผ่านเกณฑ์ร้อยละ
3.1 ตั้งใจเรียน มีความเพียรพยายาม และเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ต่าง ๆ	ตามคุณลักษณะอันพึงประสงค์	พฤติกรรมตามคุณลักษณะอันพึงประสงค์	50
3.2 มีความตั้งใจและรับผิดชอบในการปฏิบัติหน้าที่			

บันทึกหลังการสอน

ผลการเรียนรู้

.....

.....

ปัญหา/อุปสรรค

.....

.....

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

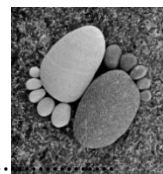
(.....)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.



ใบงานที่ 1 ความแข็งของวัสดุแต่ละชนิดเป็นอย่างไร

จุดประสงค์ของการทดสอบความแข็งของวัสดุ



สมมติฐานของการทดสอบ

บันทึกการทำกิจกรรม

ให้นักเรียนบอกลักษณะของวัสดุแต่ละชนิด พร้อมวาดภาพระบายสีของวัสดุชนิดนั้น

ชื่อและภาพวัสดุ	ลักษณะของวัสดุ
ชื่อวัสดุ ไม้	
ชื่อวัสดุ พลาสติก	
ชื่อวัสดุ ตะปู	
ชื่อวัสดุ กระดาษ	

ชื่อและภาพวัสดุ	ลักษณะของวัสดุ
ชื่อวัสดุ อลูมิเนียม	
ชื่อวัสดุ กระเบื้องดินเผา	
ชื่อวัสดุ ก้อนหิน	

ตารางบันทึกผลการทดสอบความแข็งของวัสดุ

ผลการขูดขีดวัสดุแต่ละชนิด (✓ หมายถึง เกิดรอย ✕ หมายถึง ไม่เกิดรอย)

วัสดุที่ถูกขีด วัสดุที่ใช้ขูดขีด	วัสดุที่ถูกขีด						
	ไม้	พลาสติก	ตะปู	กระจก	อลูมิเนียม	กระเบื้อง ดินเผา	ก้อน หิน
ไม้							
พลาสติก							
ตะปู							
กระจก							
อลูมิเนียม							
กระเบื้องดินเผา							
ก้อนหิน							

สรุปผลการทดสอบ

.....

.....

.....

.....



ฉันรู้อะไรหลังการทดสอบ

1. ความแข็งของวัสดุคืออะไร

.....

.....

2. นักเรียนรู้อย่างไรว่าชนิดใดมีความแข็งมากกว่ากัน

.....

.....

3. จงเรียงลำดับความแข็งของวัสดุจากการทดสอบ จากมากไปหาน้อย

.....

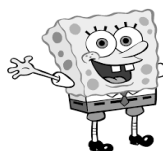
.....

4. ให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต ว่าสมบัติทางกายภาพด้านความแข็งของวัสดุแต่ละชนิดนำไปใช้ประโยชน์อะไรบ้าง อย่างไร

.....

.....

.....



ใบงานที่ 2 สภาพยืดหยุ่นของวัสดุแต่ละชนิดเป็นอย่างไร



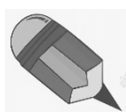
จุดประสงค์ของการทดสอบสภาพยืดหยุ่นของวัสดุ

สมมติฐานการทดสอบมีสภาพยืดหยุ่นมากกว่า.....

ตารางบันทึกการทดสอบสภาพยืดหยุ่นของเส้นเอ็นไคนลอนและเส้นเอ็นยัด (วัสดุอุปกรณ์ชุดที่ 2)

ตารางความยาวของเส้นเอ็นไคนลอนและเส้นเอ็นยัดเมื่อออกแรงกระทำด้วยถ่วงทราย

จำนวนถ่วง ทราย (ถ)	ความยาวของเส้นเอ็นไคนลอน (cm)			ความยาวของเส้นเอ็นยัด (cm)		
	ก่อนแขวน	ขณะแขวน	หลังแขวน	ก่อนแขวน	ขณะแขวน	หลังแขวน



ผลการทดสอบ

1. เมื่อจบการทดสอบผลเป็นไปตามสมมติฐานหรือไม่ เพราะเหตุใด

.....

.....

2. จำนวนของถ่วงทรายมีความสัมพันธ์กับแรงกระทำที่มีต่อเส้นเอ็นไคนลอนและเส้นเอ็นยัดอย่างไร

.....

.....

3. รู้ได้อย่างไรว่าเส้นเอ็นไคนลอนกับเส้นเอ็นยัด เส้นเอ็นชนิดใดมีสภาพยืดหยุ่นมากกว่ากัน

.....

.....

บันทึกการทดสอบสภาพยืดหยุ่นของวัสดุชนิดอื่น ๆ (วัสดุอุปกรณ์ชุดที่ 3)

ให้นักเรียนทดสอบวัสดุที่กำหนดให้ว่ามีความยืดหยุ่นหรือไม่ โดยใช้วิธีการดึงแล้วปล่อย และบันทึกผลโดยใช้เครื่องหมาย ✓ ลงในตาราง พร้อมวาดภาพระบายสีของวัสดุชนิดนั้น

วัสดุ	ผลที่เกิดจากการทดลองภายหลังการออกแรงดึงของวัสดุ			
	เกิดการเปลี่ยนแปลง	ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง	ภายหลังการเปลี่ยนแปลง	
			กลับสู่สภาพเดิมได้	กลับสู่สภาพเดิมไม่ได้
1. ลูกโป่ง				
2. ผ้า				
3. ตะปู				
4. กระดาษ				
5. ยางรัดของ				
6. ฟองน้ำ				
7. ดินน้ำมัน				

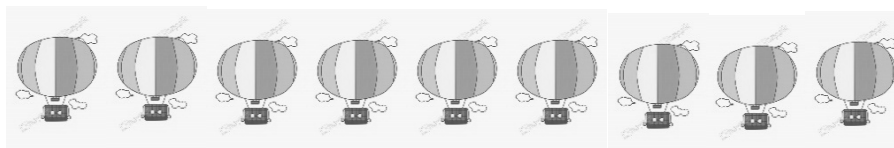
ผลการทดสอบ

1. เมื่อออกแรงดึงวัสดุใดบ้างที่เกิดการเปลี่ยนแปลง และวัสดุใดบ้างที่ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง

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

2. หลังจากออกแรงดึงวัสดุใดบ้างที่สามารถกลับคืนสู่สภาพเดิมได้ และวัสดุใดบ้างที่ไม่สามารถกลับคืนสู่สภาพเดิมได้

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



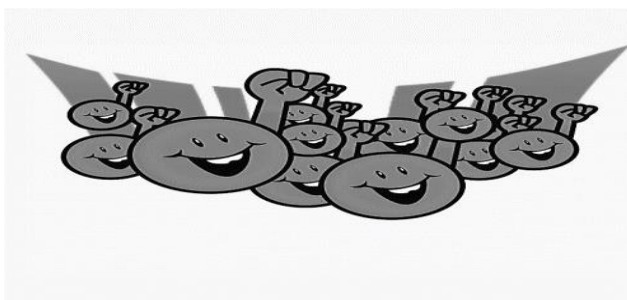
ฉันรู้อะไรหลังการทดสอบ

1. สภาพยืดหยุ่นของวัสดุคืออะไร.....

.....
.....

2. ให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต ว่าสมบัติทางกายภาพด้านสภาพยืดหยุ่นของวัสดุแต่ละชนิดนำไปใช้ประโยชน์อะไรได้บ้าง อย่างไร

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



แนวเฉลยใบงานที่ 1 ความแข็งของวัสดุแต่ละชนิดเป็นอย่างไร

จุดประสงค์ของการทดสอบความแข็งของวัสดุ

.....ทดลอง อธิบายและเปรียบเทียบความแข็งของวัสดุชนิดต่าง ๆ

สมมติฐานของการทดสอบ

..ขึ้นอยู่กับ การเลือกของนักเรียน เช่น กระจก มีความแข็งมากกว่า วัสดุชนิดอื่นในการทดสอบ.....

บันทึกการทำกิจกรรม

ให้นักเรียนบอกลักษณะของวัสดุแต่ละชนิด พร้อมวาดภาพระบายสีของวัสดุชนิดนั้น

ชื่อและภาพวัสดุ	ลักษณะของวัสดุ
ขึ้นอยู่กับ การวาดของนักเรียน ชื่อวัสดุ ไม้	ตัวอย่างคำตอบ เช่น เป็นแผ่น สีน้ำตาล
ขึ้นอยู่กับ การวาดของนักเรียน ชื่อวัสดุ พลาสติก	ตัวอย่างคำตอบ เช่น เป็นแผ่น สีไม่มีสี หรืออาจมีสีอื่น ๆ ตามที่สังเกตได้ เช่น สีขาวขุ่น หรือสีขาวใส
ขึ้นอยู่กับ การวาดของนักเรียน ชื่อวัสดุ ตะปู	ตัวอย่างคำตอบ เช่น เป็นแท่งกลมยาว มีปลายแหลม สีเงิน
ขึ้นอยู่กับ การวาดของนักเรียน ชื่อวัสดุ กระจก	ตัวอย่างคำตอบ เช่น เป็นแผ่น มี 2 ด้าน ด้านหนึ่งมีความใส ไม่มีสี อีกด้านเป็นสีเทา

ชื่อและภาพวัสดุ	ลักษณะของวัสดุ
<p>ขึ้นอยู่กับการวาดของนักเรียน</p> <p>ชื่อวัสดุ อลูมิเนียม</p>	ตัวอย่างคำตอบ เช่น เป็นแผ่นยาว สีเงิน สีเทา
<p>ขึ้นอยู่กับการวาดของนักเรียน</p> <p>ชื่อวัสดุ กระเบื้องดินเผา</p>	ตัวอย่างคำตอบ เช่น เป็นแผ่น สีน้ำตาล หรือสีส้ม หรือสีส้มอิฐ
<p>ขึ้นอยู่กับการวาดของนักเรียน</p> <p>ชื่อวัสดุ ก้อนหิน</p>	ตัวอย่างคำตอบ เช่น เป็นก้อน อาจมีทั้งกลมและแบน สีน้ำตาลเข้ม หรือสีเทาเข้ม หรือสีขาว

ตารางบันทึกผลการทดสอบความแข็งของวัสดุ

ผลการขูดขีดวัสดุแต่ละชนิด (✓ หมายถึง เกิดรอย ✕ หมายถึง ไม่เกิดรอย)

วัสดุที่ถูกขีด วัสดุที่ใช้ขูดขีด	วัสดุที่ถูกรีด						
	ไม้	พลาสติก	ตะปู	กระจก	อลูมิเนียม	กระเบื้อง ดินเผา	ก้อน หิน
ไม้	-						
พลาสติก		-					
ตะปู	คำตอบขึ้นอยู่กับผลการทดลองของนักเรียน						
กระจก				-			
อลูมิเนียม					-		
กระเบื้องดินเผา						-	
ก้อนหิน							-

สรุปผลการทดสอบ

.....ขึ้นอยู่กับผลการทดสอบของนักเรียน แนวคำตอบอาจจะเป็น เมื่อนำกระจกไปขีดขีดกับไม้ทำให้ไม้เกิดรอย กระจกขีดขีดกับพลาสติกทำให้พลาสติกเกิดรอย นำไม้ไปขีดขีดกับก้อนหินแต่ก้อนหินไม่เกิดรอย เป็นต้น.....

ฉันรู้อะไรหลังการทดสอบ

1. ความแข็งของวัสดุคืออะไร.....ความแข็งของวัสดุ คือ ความทนทานต่อการขีดขีด หรือความทนทานต่อการเกิดรอย เมื่อมีแรงมากระทำ.....
2. นักเรียนรู้อย่างไรว่าชนิดใดมีความแข็งมากกว่ากัน
...วัสดุที่แข็งมากกว่าเมื่อนำไปขีดขีดกับวัสดุที่แข็งน้อยกว่า จะทำให้วัสดุที่แข็งน้อยกว่าเกิดรอย...
3. จงเรียงลำดับความแข็งของวัสดุจากการทดสอบ จากมากไปหาน้อย
กระจก ตะปู อลูมิเนียม ก้อนหิน พลาสติก ไม้ กระจกเบื้องดินเผา คำตอบอาจไม่เป็นไปตามลำดับนี้
ให้ยึดคำตอบตามผลการทดลองของนักเรียน
4. ให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต ว่าสมบัติทางกายภาพด้านความแข็งของวัสดุแต่ละชนิดนำไปใช้ประโยชน์อะไรบ้าง อย่างไร
.....คำตอบขึ้นอยู่กับ การสืบค้นของนักเรียน เช่น การแกะสลัก ไม้ไม่ต้องใช้มีดแกะสลักซึ่งทำจากโลหะที่แข็งกว่าไม้ เหล็กมีความแข็งใช้ทำวัสดุก่อสร้าง ใช้ทำเครื่องมือช่าง และการตัดกระจก ต้องใช้มีดตัดกระจกที่ใบมีดทำจากเพชรซึ่งมีความแข็งมากกว่ากระจก เป็นต้น.....

แนวเฉลยใบงานที่ 2 สภาพยืดหยุ่นของวัสดุแต่ละชนิดเป็นอย่างไร

จุดประสงค์ของการทดสอบสภาพยืดหยุ่นของวัสดุ

.....ทดลอง อธิบายและเปรียบเทียบสภาพยืดหยุ่นของวัสดุ.....

สมมติฐานการทดสอบ

.....เส้นเอ็น.....มีสภาพยืดหยุ่นมากกว่า.....เส้นเอ็นยึด.....(ขึ้นอยู่กับทางเลือกของนักเรียน)

ตารางบันทึกการทดสอบสภาพยืดหยุ่นของเส้นเอ็นในลอนและเส้นเอ็นยึด (วัสดุอุปกรณ์ชุดที่ 2)

ตารางความยาวของเส้นเอ็นในลอนและเส้นเอ็นยึดเมื่อออกแรงกระทำด้วยถ่วงทราย

จำนวนถ่วง	ความยาวของเส้นเอ็นในลอน (cm)			ความยาวของเส้นเอ็นยึด (cm)		
	ก่อนแขวน	ขณะแขวน	หลังแขวน	ก่อนแขวน	ขณะแขวน	หลังแขวน
1 ถ่วง						
2 ถ่วง	คำตอบขึ้นอยู่กับผลการทดสอบของนักเรียน					
3 ถ่วง						
4 ถ่วง						
5 ถ่วง						

ผลการทดสอบ

- เมื่อจบการทดสอบผลเป็นไปตามสมมติฐานหรือไม่ เพราะเหตุใด.....คำตอบขึ้นอยู่กับผลการทดสอบของนักเรียน ซึ่งคำตอบอาจเป็นไปได้ทั้ง เป็นไปตามสมมติฐาน และไม่เป็นไปตามสมมติฐาน.....
- จำนวนของถ่วงทรายมีความสัมพันธ์กับแรงกระทำที่มีต่อเส้นเอ็นในลอนและเส้นเอ็นยึดอย่างไร
....จำนวนถ่วงทรายมากขึ้น แรงกระทำกับเส้นเอ็นในลอนและเส้นเอ็นยึดก็จะมากขึ้น.....
- รู้ได้อย่างไรว่าเส้นเอ็นในลอนกับเส้นเอ็นยึด เส้นเอ็นชนิดใดมีสภาพยืดหยุ่นมากกว่ากัน
.....เส้นเอ็นในลอนมีสภาพยืดหยุ่นมากกว่า สังกัดจากแรงกระทำที่ทำให้เส้นเอ็นในลอนยึดแล้ว กลับสู่สภาพเดิมมีปริมาณมากกว่า แรงกระทำที่ทำให้เส้นเอ็นยึดยึดแล้วกลับสู่สภาพเดิม.....

บันทึกการทดสอบสภาพยืดหยุ่นของวัสดุชนิดอื่น ๆ (วัสดุอุปกรณ์ชุดที่ 3)

ให้นักเรียนทดสอบวัสดุที่กำหนดให้ว่ามีความยืดหยุ่นหรือไม่ โดยใช้วิธีการดึงแล้วปล่อย และบันทึกผลโดยใช้เครื่องหมาย ✓ ลงในตาราง พร้อมวาดภาพระบายสีของวัสดุชนิดนั้น

วัสดุ	ผลที่เกิดจากการทดลองภายหลังการออกแรงดึงของวัสดุ			
	เกิดการเปลี่ยนแปลง	ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง	ภายหลังการเปลี่ยนแปลง	
			กลับสู่สภาพเดิมได้	กลับสู่สภาพเดิมไม่ได้
1. ลูกโป่ง				
2. ผ้า	คำตอบขึ้นอยู่กับผลการทดสอบของนักเรียน			
3. ตะปู				
4. กระดาษ				
5. ยางรัดของ				
6. ฟองน้ำ				
7. ดินน้ำมัน				

ผลการทดสอบ

1. เมื่อออกแรงดึงวัสดุใดบ้างที่เกิดการเปลี่ยนแปลง และวัสดุใดบ้างที่ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง
.....คำตอบขึ้นอยู่กับผลการทดสอบ เช่น เมื่อออกแรงดึง ลูกโป่ง ผ้า กระดาษ ยางรัดของ ฟองน้ำ
ดินน้ำมัน แล้วเกิดการเปลี่ยนแปลง และตะปูไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง.....
2. หลังจากออกแรงดึงวัสดุใดบ้างที่สามารถกลับคืนสู่สภาพเดิมได้ และวัสดุใดบ้างที่ไม่สามารถ
กลับคืนสู่สภาพเดิมได้คำตอบขึ้นอยู่กับผลการทดสอบ เช่น ลูกโป่ง ยางรัดของ ฟองน้ำ สามารถ
กลับสู่สภาพเดิมได้ ผ้า กระดาษ ดินน้ำมัน ไม่สามารถกลับสู่สภาพเดิมได้ ส่วนตะปู ไม่เกิดการ
เปลี่ยนแปลง.....

ฉันรู้อะไรหลังการทดสอบ

1. สภาพยืดหยุ่นของวัสดุคืออะไร....สภาพยืดหยุ่น คือ วัสดุเปลี่ยนแปลงรูปร่างเมื่อได้รับแรงกระทำ
และกลับคืนสู่รูปร่างเดิมเมื่อหยุดแรงกระทำ.....
2. ให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต ว่าสมบัติทางกายภาพด้านสภาพยืดหยุ่นของวัสดุ
แต่ละชนิดนำไปใช้ประโยชน์อะไรได้บ้าง อย่างไร
.....คำตอบขึ้นอยู่กับผลการสืบค้นของนักเรียน เช่น...นำมารัดสิ่งของ ทำขอบกางเกง นำมาทอ
เป็นชุดว่ายน้ำ นำไปทำล้อรถ เป็นต้น

คำชี้แจง ให้ใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องรายการประเมิน

ชื่อกลุ่ม	รายการประเมิน				
	เขียนจุดประสงค์ การทดสอบ ได้เหมาะสม	เขียน สมมติฐาน การทดลอง ได้เหมาะสม	เขียนผลการ ทดลองได้ เหมาะสม	เขียนผลการ สรุปการ ทดลองได้ เหมาะสม	เขียนคำถาม ท้ายการ ทดลองได้ เหมาะสม
1.					
2.					
3.					
4.					
5.					

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นางสาวมัชชา บัวผัน)

เกณฑ์การประเมินใบงาน		
เกณฑ์การผ่านร้อยละ 70		
ปฏิบัติครบทุกข้อ	หมายถึง	ผ่าน
ปฏิบัติ 3 – 4 ข้อ	หมายถึง	พอใช้
ปฏิบัติ 0 – 2 ข้อ	หมายถึง	ไม่ผ่าน ควรปรับปรุง

แบบประเมินการเสริมสร้างทักษะการคิดสร้างสรรค์

ชื่อกลุ่ม..... ชั้น.....

ระดับคะแนน	ลักษณะของงาน
3	- วาดรูปและระบายสีของวัสดุที่กำหนดครบทุกชิ้น - ใช้ทัศนธาตุประกอบรูปภาพ เช่น เส้น สี รูปร่าง และรูปทรง ได้เป็นอย่างดี - รูปภาพมีความสวยงาม เรียบร้อย
2	- วาดรูปของวัสดุที่กำหนดครบทุกชิ้น แต่ระบายสีไม่ครบ หรือไม่ระบายสี - ใช้ทัศนธาตุประกอบรูปภาพ เช่น เส้น สี รูปร่าง และรูปทรง ได้อย่างเหมาะสม - รูปภาพมีความสวยงาม มีรอยแก้ไขบางส่วน
1	- วาดรูปและระบายสีของวัสดุที่กำหนดไม่ครบทุกชิ้น - ใช้ทัศนธาตุประกอบรูปภาพ เช่น เส้น สี รูปร่าง และรูปทรง ได้ไม่เหมาะสม - รูปภาพดูไม่เหมือนรูปภาพ มีรอยแก้ไขมากจนดูสับสน

** แบบประเมินการเสริมสร้างทักษะการคิดสร้างสรรค์นี้ใช้เป็นแนวทางในการวัด เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกฝน พัฒนาตนเองด้วยศิลปะ เป็นการส่งเสริมให้เกิดความคิดสร้างสรรค์

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นางสาวมัทยา บัวผัน)

เกณฑ์แบบประเมินการเสริมสร้างทักษะการคิดสร้างสรรค์

เกณฑ์การผ่านร้อยละ 50

- ได้คะแนน 3 หมายถึงดี
ได้คะแนน 2 หมายถึงพอใช้
ได้คะแนน 1 หมายถึงต้องปรับปรุง

แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 สมบัติทางกายภาพและสถานะของสาร

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

แผนที่ 2 เรื่อง การนำความร้อนและการนำไฟฟ้าของวัสดุ
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

เวลา 2 ชั่วโมง
ผู้สอน นางสาวมัทยา บัวผัน

มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

ว 2.1 ป.4/1 เปรียบเทียบสมบัติทางกายภาพด้านความแข็ง สภาพยืดหยุ่น การนำความร้อน และการนำไฟฟ้าของวัสดุโดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์จากการทดลองและระบุนำสมบัติเรื่องความแข็ง สภาพยืดหยุ่น การนำความร้อน และการนำไฟฟ้าของวัสดุไปใช้ในชีวิตประจำวันผ่านกระบวนการออกแบบชิ้นงาน

ว 2.1 ป.4/2 แลกเปลี่ยนความคิดกับผู้อื่นโดยการอภิปรายเกี่ยวกับสมบัติทางกายภาพของวัสดุอย่างมีเหตุผลจากการทดลอง

มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัดที่บูรณาการ

เทคโนโลยี

ว 4.2 ป.4/3 ใช้อินเทอร์เน็ตค้นหาความรู้ และประเมินความน่าเชื่อถือของข้อมูล

ว 4.2 ป.4/4 รวบรวม ประเมิน นำเสนอข้อมูลและสารสนเทศ โดยใช้ซอฟต์แวร์ที่หลากหลาย เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน

วิศวกรรมเชื่อมโยงกับกลุ่มสาระงานอาชีพและเทคโนโลยี

ง 1.1 ป.4/1 อธิบายวิธีเหตุผลในการทำงานให้บรรลุเป้าหมาย

ศิลปะและการเชื่อมโยงกับภาษาต่างประเทศ (ศิลปภาษา)

ศ 1.1 ป.4/3 จำแนกทัศนธาตุของสิ่งต่าง ๆ ในธรรมชาติสิ่งแวดล้อม และงานทัศนศิลป์ โดยเน้นเรื่อง เส้น สี รูปร่าง รูปทรง พื้นผิว และพื้นที่ว่าง

ต 1.1 ป.4/2 อ่านออกเสียงคำ สะกดคำ อ่านกลุ่มคำ ประโยค ข้อความง่าย ๆ และบทพูด เข้าใจห้วงถูกต้องตามหลักการอ่าน

คณิตศาสตร์

ค 2.1 ป.4/1 แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับเวลา

จุดประสงค์การเรียนรู้

นักเรียนสามารถ

1. ด้านความรู้ (K)

1.1 อธิบายและเปรียบเทียบสมบัติทางกายภาพด้านการนำความร้อนของวัสดุได้

- 1.2 อธิบายและเปรียบเทียบสมบัติทางกายภาพด้านการนำไฟฟ้าของวัสดุได้
- 1.3 ระบุการนำสมบัติทางกายภาพด้านการนำความร้อนและการนำไฟฟ้าของวัสดุไปใช้ประโยชน์ได้
2. ด้านทักษะกระบวนการ (P)
 - 2.1 ทักษะการคิด (ความคิดสร้างสรรค์)
3. ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)
 - 3.1 ตั้งใจเรียน มีความเพียรพยายาม และเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ต่าง ๆ
 - 3.2 มีความตั้งใจและรับผิดชอบในการปฏิบัติหน้าที่

สาระสำคัญ

วัสดุแต่ละชนิดมีสมบัติทางกายภาพแตกต่างกัน วัสดุที่นำความร้อนจะร้อนได้เร็วเมื่อได้รับความร้อน และวัสดุที่นำไฟฟ้าได้จะให้กระแสไฟฟ้าผ่านได้

สาระการเรียนรู้บูรณาการ

สมบัติทางกายภาพด้านการนำความร้อนและการนำไฟฟ้าของวัสดุ (S) การใช้อินเทอร์เน็ตในการสืบค้น รวบรวมข้อมูลของการนำสมบัติทางกายภาพด้านการนำความร้อนและการนำไฟฟ้าของวัสดุไปใช้ประโยชน์ (T) วิธีการขั้นตอนในการทดลองการนำความร้อนและการนำไฟฟ้าของวัสดุ (E) การจำแนกทัศนธาตุของสิ่งต่าง ๆ โดยเน้นเรื่อง เส้น สี รูปร่าง รูปทรง และพื้นที่ว่าง การวาดภาพระบายสี และการอ่านออกเสียงคำ การสะกดคำเป็นภาษาอังกฤษ (A) การบอกระยะเวลาเป็นวินาที นาที ชั่วโมง (M)

การบูรณาการเทคนิควิธีการสอน

แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องการนำความร้อนและการนำไฟฟ้าของวัสดุนี้เป็นการจัดการเรียนการสอนโดยเน้นกระบวนการกลุ่ม และใช้รูปแบบวิธีการสอนโดยใช้การทดลอง และกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ตามแนวคิดของทอรัแรนซ์

กิจกรรมการเรียนรู้

ชั้นนำเข้าสู่บทเรียน

- ครูนำบัตรคำภาษาอังกฤษและภาษาไทยคิดไว้ที่กระดาน ให้นักเรียนจับคู่คำ สะกด คำศัพท์ และอ่านออกเสียงคำในภาษาอังกฤษ พร้อมทั้งบอกความหมาย โดยครูช่วยอ่านออกเสียง

Heat conductivity

การนำความร้อน

Electrical conductivity

ตัวนำไฟฟ้า

ขั้นสอน

การเรียนรู้เรื่องการนำความร้อนครูสอนโดยนำขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ตามแนวคิดของทอร์เรนซ์มาใช้ในการจัดกิจกรรม ดังนี้

ขั้นการรู้สึกถึงสภาพที่เป็นปัญหา

- ครูนำนักเรียนไปที่ลานกิจกรรมพื้นปูนขณะที่มีแดด ครูให้นักเรียนจำแนกทัศนธาตุของวัสดุรอบตัว โดยเน้นเรื่อง เส้น สี รูปร่าง รูปทรง เป็นต้น

- ครูให้นักเรียนถอดรองเท้า และถามนักเรียน “นักเรียนรู้สึกอย่างไรเมื่อเท้าสัมผัสพื้นปูนที่ตากแดดจัด”

- จากนั้นให้นักเรียนสวมรองเท้าแล้วถามอีกว่า “เมื่อใส่รองเท้าแล้วนักเรียนรู้สึกอย่างไร” (นักเรียนตอบตามความรู้สึก)

ขั้นการหาข้อมูลเพื่อทำปัญหาให้กระจ่าง

- นักเรียนหาข้อมูลเพื่อทำปัญหาให้กระจ่างโดยการตั้งคำถาม เช่น “จากการสัมผัสพื้นปูนแล้วรู้สึกร้อนเท้าว่าทำไมถึงเป็นเช่นนั้น” (ครูอธิบายว่าการที่รู้สึกร้อนเท้าเกิดจากการถ่ายโอนความร้อน “ภาษาอังกฤษเรียกว่า Heat transfer” จากพื้นปูนมาสู่เท้า เป็นการนำความร้อน) และนักเรียนถามต่ออีกว่า “เมื่อใส่รองเท้าแล้วเหยียบบนพื้นปูนที่เดิมแล้วไม่รู้สึกร้อนเท้าว่าทำไมถึงเป็นเช่นนั้น” (ครูอธิบายว่าที่ไม่รู้สึกร้อนเท้าเพราะรองเท้าเป็นตัวฉนวนความร้อน)

- นักเรียนเกิดความสงสัยจากที่ครูอธิบายแล้วเกิดคำถาม ดังนี้

“การนำความร้อนคืออะไร” “การถ่ายโอนความร้อนคืออะไร”

“ฉนวนความร้อนคืออะไร” ครูแจกใบความรู้ที่ 1 การนำความร้อน ให้นักเรียนอ่านทำความเข้าใจ

ขั้นการรู้ปัญหา

- จากการอ่านใบความรู้นักเรียนแต่ละกลุ่มพูดคุยกันถึงเรื่องการนำความร้อนของวัสดุ และเกิดความสงสัยว่านอกจากพื้นปูนที่สามารถนำความร้อนแล้ว ยังมีวัสดุชนิดอื่นที่สามารถนำความร้อนได้อีกหรือไม่ โดยมีครูเป็นผู้คอยชี้แจงความสงสัย

ขั้นการสืบหาแนวคิดในการแก้ปัญหา

- นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสืบค้นเกี่ยวกับวิธีการทดลอง เรื่องการนำความร้อนของชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 และพิจารณาการหาวิธีแก้ปัญหาโดยใช้ประสบการณ์จากการสืบค้นสมบัติด้านการนำความร้อนของวัสดุ

ขั้นการค้นพบวิธีแก้ปัญหา

- จากการสืบค้นนักเรียนแต่ละกลุ่มเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมกับสภาพปัญหามากที่สุด โดยใช้วิธีการทดลองว่าวัสดุใดบ้างที่มีสมบัติด้านการนำความร้อน โดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม ออกแบบวิธีการทดลองแบบใหม่ ๆ อย่างง่ายในรูปแบบของนักเรียนแต่ละกลุ่มเอง ซึ่งอาจเหมือนกันหรือต่างกันได้

ขั้นการยอมรับวิธีการแก้ปัญหา

- นักเรียนแต่ละกลุ่มนำวิธีการแก้ปัญหาที่ร่วมกันตัดสินใจมาลงมือปฏิบัติอย่างเป็นขั้นตอนในการแก้ปัญหา เพื่อพิสูจน์ว่าวิธีการแก้ปัญหาที่เลือกสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาได้จริง และบันทึกสิ่งที่ได้เรียนรู้ลงในใบงานที่ 3 การนำความร้อนของวัสดุแต่ละชนิด โดยครูทำหน้าที่เป็นผู้อำนวยความสะดวกเตรียมวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ทำการทดลอง และให้คำแนะนำ

(ก่อนทำการทดลองครูจะอธิบายการบอกระยะเวลาเป็นวินาที นาที ชั่วโมงให้นักเรียน เข้าใจ และสามารถบอกระยะเวลาในขณะที่ทดลองการนำความร้อนของวัสดุได้)

อุปกรณ์ที่ใช้ (ซึ่งแต่ละกลุ่มอาจเลือกใช้แตกต่างกัน ไม่จำเป็นต้องใช้ทั้งหมด) ได้แก่

1) เชือก 2) กาดม้มน้ำร้อน 3) ภาชนะใส่น้ำร้อน 4) เต้าไฟฟ้า 5) หม้อ 6) เทียนหรือดินน้ำมัน 7) ทราช 8) ไม้จืดไฟ

วัสดุที่ใช้ทดลอง ได้แก่ 1) ไม้ 2) แท่งแก้ว 3) ตะปู (เหล็ก) 4) ทองแดง 5) อะลูมิเนียม

เมื่อนักเรียนทำการทดลองการนำความร้อนของวัสดุเรียบร้อยแล้วลำดับถัดไปจะเป็นการเรียนรู้เรื่องการนำไฟฟ้าของวัสดุ

การเรียนรู้เรื่องการนำความร้อนขั้นครูสอนโดยวิธีสอนโดยใช้การทดลอง ดังนี้

ผู้สอน/นักเรียนกำหนดปัญหาและสมมติฐานในการทดลอง

- ครูนำวัสดุที่นักเรียนใช้ทดลองในเรื่องการนำความร้อนมาให้ให้นักเรียนร่วมกันทายว่า วัสดุเหล่านี้จะนำไฟฟ้าได้หรือไม่ และเราจะรู้ได้อย่างไร

- ครูนำอุปกรณ์ชุดวงจรไฟฟ้าประกอบด้วย 1) สวิตซ์ไฟฟ้า 2) ขั้ว 2 ก้อน

3) หลอดไฟ 2-5 w. พร้อมเต้าเสียบ 4) สายไฟชนิดปากก๊ีบ วัสดุที่ทดลองตอนการนำความร้อน และวัสดุอื่น ๆ เพิ่มเติม เช่น ไม้คินสอ 2B ไม้คินสอ HB เป็นต้น มาให้นักเรียนสังเกตและถามนักเรียนว่าจากอุปกรณ์เราจะทดสอบการนำไฟฟ้าของวัสดุแต่ละชนิดได้อย่างไร

(นักเรียนตอบตามความคิดของตัวเอง)

ผู้สอนให้ความรู้ที่จำเป็นต่อการทดลอง ให้ขั้นตอน และรายละเอียดในการทดลองแก่นักเรียน

- ครูให้ความรู้และขั้นตอนในการต่อชุดวงจรไฟฟ้ากับนักเรียน
- ครูแจกใบความรู้ที่ 2 การนำไฟฟ้า พร้อมเตือนนักเรียนว่าห้ามนำไปทำที่บ้านเพราะจะเกิดอันตรายได้

นักเรียนลงมือทดลองและบันทึกข้อมูลการทดลอง

- ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มลงมือปฏิบัติการทำการทดลอง และบันทึกผลการทดลองในใบงานที่ 4 การนำไฟฟ้าของวัสดุแต่ละชนิด

นักเรียนวิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง

- นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวิเคราะห์และสรุปผลการทดลองการนำไฟฟ้าของวัสดุลงในใบงานที่ 4 การนำไฟฟ้าของวัสดุแต่ละชนิด

3. ขั้นสรุป

- นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมาอธิบายถึงวิธีการที่ใช้ทำการทดลองและผลการทดลอง
- ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายว่าผลการทดลองของแต่ละกลุ่มเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร
- ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปความรู้เรื่องการนำความร้อนและการนำไฟฟ้าของวัสดุ และการนำสมบัติทางกายภาพด้านการนำความร้อนและการนำไฟฟ้าของวัสดุไปใช้ประโยชน์

สื่อและอุปกรณ์การเรียนรู้

- | | | | |
|---------------------------|-------------------------------------|-------------------|------------|
| 1. วัสดุและอุปกรณ์ ได้แก่ | 1.1 นาฬิกาแบบมีเข็ม | 1.2 กาคัมน์้ำร้อน | 1.3 ทราย |
| 1.4 สวิตซ์ไฟฟ้า 2 ขั้ว | 1.5 ภาชนะใส่น้ำร้อน | 1.6 ไม้ขีดไฟ | 1.7 ไม้ |
| 1.8 เทียนหรือดินน้ำมัน | 1.9 ไม้คินสอ 2B | 1.10 แท่งแก้ว | 1.11 ตะปู |
| 1.12 แท่งทองแดง | 1.13 เต้าไฟฟ้า | 1.14 อะลูมิเนียม | 1.15 เชือก |
| 1.16 สายไฟชนิดปากก๊ีบ | 1.17 ถ่าน 2 ก้อน | 1.18 กุ้งพลาสติก | 1.19 หม้อ |
| 1.20 ไม้คินสอ HB | 1.21 หลอดไฟ 2 - 5 w. พร้อมเต้าเสียบ | | |
2. ใบงานที่ 3 การนำความร้อนของวัสดุแต่ละชนิด

3. ใบงานที่ 4 การนำไฟฟ้าของวัสดุแต่ละชนิด
 4. ใบความรู้ที่ 1 การนำความร้อน 5. ใบความรู้ที่ 2 การนำไฟฟ้า
 6. คอมพิวเตอร์ที่เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต 7. บัตรคำ

การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือวัดผล	เกณฑ์
<p>1. ด้านความรู้ (K)</p> <p>1.1 อธิบายและเปรียบเทียบสมบัติทางกายภาพด้านการนำความร้อนของวัสดุได้</p> <p>1.2 อธิบายและเปรียบเทียบสมบัติทางกายภาพด้านการนำไฟฟ้าของวัสดุได้</p> <p>1.3 ระบุการนำสมบัติทางกายภาพด้านการนำความร้อนและการนำไฟฟ้าไปใช้ประโยชน์ได้</p>	<p>- ประเมินจากใบงานที่ 3</p> <p>- ประเมินจากใบงานที่ 4</p> <p>- ประเมินจากใบงานที่ 3, 4 ในส่วนที่ให้สืบค้นข้อมูล</p>	<p>- ใบงานที่ 3</p> <p>- ใบงานที่ 4</p> <p>- ใบงานที่ 3, 4</p>	<p>- สามารถตอบคำถามได้ถูกต้องร้อยละ 70</p> <p>- สามารถตอบคำถามได้ถูกต้องร้อยละ 70</p> <p>- สามารถตอบคำถามได้ถูกต้องร้อยละ 70</p>
<p>2. ด้านทักษะกระบวนการ (P)</p> <p>2.1 ทักษะการคิด (ความคิดสร้างสรรค์)</p>	ประเมินจากการวาดภาพระบายสีในใบงาน	แบบประเมินการเสริมสร้างทักษะการคิดสร้างสรรค์	ได้ระดับคะแนนการคิดสร้างสรรค์ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 50
<p>3. ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)</p> <p>3.1 ตั้งใจเรียน มีความเพียรพยายาม และเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ต่าง ๆ</p> <p>3.2 มีความตั้งใจและรับผิดชอบในการปฏิบัติหน้าที่</p>	สังเกตพฤติกรรมตามคุณลักษณะอันพึงประสงค์	แบบสังเกตพฤติกรรมตามคุณลักษณะอันพึงประสงค์	ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 50

บันทึกหลังการสอน

ผลการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

ปัญหา/อุปสรรค

.....

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(.....)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.

ใบความรู้ที่ 1 การนำความร้อนของวัสดุ

การถ่ายโอนความร้อน คือ จะถ่ายโอนความร้อนจากบริเวณที่มีอุณหภูมิสูงไปยังบริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า การถ่ายโอนความร้อนมี 3 ลักษณะ คือ

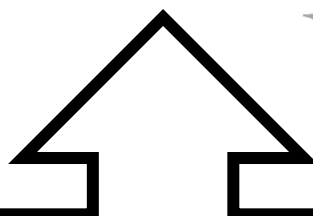
การนำความร้อน การพาความร้อน และการแผ่รังสีความร้อน



การนำความร้อน คือ การถ่ายโอนความร้อนจากวัสดุที่มีอุณหภูมิสูงกว่าไปยังวัสดุที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า

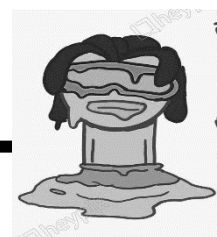
การพาความร้อน คือ การถ่ายโอนความร้อนผ่านตัวกลางที่เป็นของเหลวหรือแก๊ส โดยที่ของเหลวหรือแก๊สส่วนที่ได้รับความร้อนจะเคลื่อนที่พาความร้อนไปด้วย

การแผ่รังสีความร้อน คือ การถ่ายโอนความร้อนในรูปคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า โดยไม่ต้องอาศัยตัวกลาง



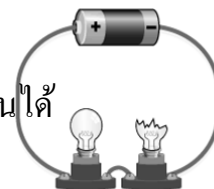
ความร้อนถ่ายโอนจากวัสดุที่มีอุณหภูมิสูงกว่าไปยังวัสดุที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า
ความร้อนถ่ายโอนผ่านวัสดุต่าง ๆ ได้ไม่เท่ากัน วัสดุที่มีความร้อนถ่ายโอนผ่าน
ได้ดี เรียกว่า **ตัวนำความร้อน** วัสดุที่ความร้อนถ่ายโอนผ่านได้ไม่ดี เรียกว่า

ฉนวนความร้อน



ใบความรู้ที่ 2 การนำไฟฟ้าของวัสดุ

การนำไฟฟ้าของวัสดุ คือ วัสดุที่นำไฟฟ้าได้ จะให้กระแสไฟฟ้าผ่านได้



ตัวนำไฟฟ้า คือ วัสดุที่กระแสไฟฟ้าผ่านได้ อาจเป็นของแข็งหรือของเหลวตัวนำไฟฟ้าที่เป็นของแข็ง เช่น ลวดโลหะหรือไส้หลอดไฟฟ้านั้น มีอิเล็กตรอนเคลื่อนที่อย่างไม่มีการเบียด เมื่อนำหลอดไปต่อเข้ากับแหล่งกำเนิดไฟฟ้า เช่น แบตเตอรี่ อิเล็กตรอนอิสระเหล่านี้ได้รับพลังงานไฟฟ้า ทำให้เคลื่อนที่อย่างมีทิศทางและถ่ายโอนพลังงานไฟฟ้าต่อเนื่องกันไปทำให้เกิดกระแสไฟฟ้า กระแสไฟฟ้าวัดเป็นแอมแปร์

ฉนวนไฟฟ้า คือ วัสดุที่มีกระแสไฟฟ้าผ่านได้ไม่ดี หรือผ่านไม่ได้ เช่น แก้ว พลาสติก ไม้ ไหม ยาง ผ้าแพร ผม



ใบงานที่ 3 การนำความร้อนของวัสดุแต่ละชนิด



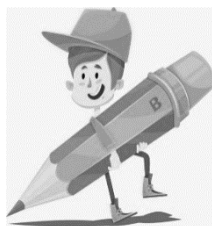
จุดประสงค์ของการทดลองการนำความร้อนของวัสดุ

สมมติฐานของการทดลอง

ขั้นตอนการทดลองที่แต่ละกลุ่มสรุปร่วมกันจากประสบการณ์การสืบค้น

ให้นักเรียนบอกขั้นตอนในการทดลองเป็นข้อ ๆ พร้อมวาดภาพประกอบแบบคร่าว ๆ

- ขั้นตอน 1.
2.
3.
4.
5.



ผลการทดลอง

ให้นักเรียนบันทึกผลการทดลองในตารางบันทึกผล โดยใช้เครื่องหมายต่อไปนี้

✓ แทนนำความร้อน

✗ แทนไม่นำความร้อน

วัสดุ	นำความร้อน	ไม่นำความร้อน
1. ไม้		
2. แท่งแก้ว		
3. ตะปู		
4. อะลูมิเนียม		
5. แท่งทองแดง		

สรุปผลการทดลอง

ผลการทดลองเป็นไปตามสมมติฐานหรือไม่



.....

.....

วัสดุใดบ้างที่นำความร้อน

.....

.....

วัสดุใดบ้างที่ไม่นำความร้อน

.....

.....

วัสดุแต่ละชนิดนำความร้อนแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

ฉันรู้อะไรหลังการทดลอง

การนำความร้อนคืออะไร

จุดประสงค์ของการทดสอบการนำไฟฟ้าของวัสดุ

สมมติฐานของการทดสอบ

คำชี้แจง นักเรียนปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนต่อไปนี้

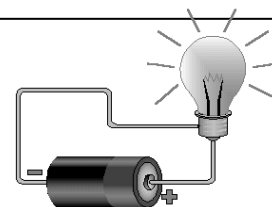
วิธีการทดลองการนำไฟฟ้าของวัสดุ

1. ตรวจสอบการทำงานของวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย โดยต่อถ่านไฟฉาย หลอดไฟฟ้า และสายไฟฟ้าเข้าด้วยกัน จากนั้นสังเกตหลอดไฟสว่างหรือไม่สว่าง
2. นำวัสดุแต่ละชนิดต่อแทรกในวงจรไฟฟ้า สังเกตหลอดไฟสว่างหรือไม่สว่าง
3. บันทึกผลการทดลอง

ตารางบันทึกผลการทดลองการนำไฟฟ้าของวัสดุแต่ละชนิด

✓ แทนนำสว่าง

✗ แทนไม่สว่าง



วัสดุ	การสังเกตที่หลอดไฟ	
	สว่าง	ไม่สว่าง
1. ไม้		
2. แท่งแก้ว		
3. ตะปู		
4. อะลูมิเนียม		
5. แท่งทองแดง		
6. ไม้ดินสอด 2B		
7. ไม้ดินสอด HB		

สรุปผลจากการทดลอง

ผลการทดลองเป็นไปตามสมมติฐานหรือไม่

.....

.....

วัสดุใดในตารางเป็นตัวนำไฟฟ้า รู้ได้อย่างไร

.....

.....

.....

.....

วัสดุใดในตารางเป็นฉนวนไฟฟ้า รู้ได้อย่างไร

.....

.....

ฉันรู้อะไรหลังการทดลอง

การนำไฟฟ้าของวัสดุคืออะไร

.....

.....

.....

ฉนวนไฟฟ้าคืออะไร

.....

.....

.....

ให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต ว่าสมบัติทางกายภาพด้านการนำไฟฟ้าของวัสดุแต่ละชนิดนำไปใช้ประโยชน์อะไรได้บ้าง อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แนวเฉลยใบงานที่ 3 การนำความร้อนของวัสดุแต่ละชนิด

จุดประสงค์ของการทดลองการนำความร้อนของวัสดุ

...ทดลอง อธิบาย และเปรียบเทียบการนำความร้อนของวัสดุแต่ละชนิด.....

สมมติฐานของการทดลอง

...คำตอบขึ้นอยู่กับนักเรียน เช่น วัสดุแต่ละชนิดนำความร้อนได้แตกต่างกัน.....

ขั้นตอนการทดลองที่แต่ละกลุ่มสรุปร่วมกันจากประสบการณ์การสืบค้น

ให้นักเรียนบอกขั้นตอนในการทดลองเป็นข้อ ๆ พร้อมวาดภาพประกอบแบบคร่าว ๆ

- ขั้นตอน 1.
2.
3. คำตอบขึ้นอยู่กับความคิดของนักเรียนแต่ละกลุ่ม
4.
5.

คำตอบขึ้นอยู่กับความคิดของนักเรียนแต่ละกลุ่ม

ผลการทดลอง

ให้นักเรียนบันทึกผลการทดลองในตารางบันทึกผล โดยใช้เครื่องหมายต่อไปนี้

✓ แทนนำความร้อน

✗ แทนไม่นำความร้อน

วัสดุ	นำความร้อน	ไม่นำความร้อน
1. ไม้		
2. แท่งแก้ว		
3. ตะปู	คำตอบขึ้นอยู่กับผลการทดลองของนักเรียน	
4. อะลูมิเนียม		
5. แท่งทองแดง		

สรุปผลการทดลอง

ผลการทดลองเป็นไปตามสมมติฐานหรือไม่

.....คำตอบขึ้นอยู่กับผลการทดลองของนักเรียน เช่น เป็นไปตามสมมติฐาน วัสดุแต่ละชนิดนำความร้อนได้แตกต่างกัน.....

วัสดุใดบ้างที่นำความร้อน เพราะเหตุใด

....ทองแดง เหล็ก และอะลูมิเนียม เพราะ เมื่อวัสดุได้รับความร้อน หยดเทียนหรือติดก้อนดินน้ำมันขนาดเล็กที่ปลายวัสดุ แล้ววัสดุมีการเปลี่ยนแปลงคือ เทียนหรือก้อนดินน้ำมันเกิดการละลาย (ทั้งนี้คำตอบขึ้นอยู่กับ การสังเกตการทดลองของนักเรียน).....

วัสดุใดบ้างที่ไม่นำความร้อน เพราะเหตุใด

....พลาสติก ไม้ เพราะ เมื่อวัสดุได้รับความร้อน หยดเทียนหรือติดก้อนดินน้ำมันขนาดเล็กที่ปลายวัสดุ แล้ววัสดุไม่มีการเปลี่ยนแปลง (ทั้งนี้คำตอบขึ้นอยู่กับ การสังเกตการทดลองของนักเรียน).....

วัสดุแต่ละชนิดนำความร้อนแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

.....วัสดุแต่ละชนิดนำความร้อนได้ดีมากถึงน้อยแตกต่างกัน ตามลำดับ ดังนี้ ทองแดง อะลูมิเนียม และเหล็ก ส่วนแก้วและไม้เป็นวัสดุที่ไม่นำความร้อน.....

ฉันรู้อะไรหลังการทดลอง

การนำความร้อนคืออะไร

.....การนำความร้อน คือ การถ่ายโอนความร้อนผ่านอนุภาคของวัสดุจากบริเวณที่มีอุณหภูมิสูงกว่าไปยังบริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า หรือวัสดุที่ความร้อนถ่ายโอนผ่านได้ดี.....

ฉนวนความร้อนคืออะไร

.....วัสดุที่ความร้อนถ่ายโอนผ่านได้ไม่ดี.....

ให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต ว่าสมบัติทางกายภาพด้านการนำความร้อนของวัสดุแต่ละชนิดนำไปใช้ประโยชน์อะไรบ้าง อย่างไร

.....ขึ้นอยู่กับการสืบค้นข้อมูลของนักเรียน เช่น การเลือกวัสดุเพื่อทำภาชนะหุงต้มควรเป็นวัสดุที่นำความร้อนได้ดี เช่น วัสดุกลุ่มโลหะ การเลือกวัสดุเพื่อใช้เป็นฉนวนความร้อน ควรเลือกวัสดุที่นำความร้อนไม่ดี เช่น พลาสติก ไม้ เป็นต้น.....

จุดประสงค์ของการทดสอบการนำไฟฟ้าของวัสดุ

....ทดลอง อธิบายและเปรียบเทียบการนำไฟฟ้าของวัสดุแต่ละชนิด.....

สมมติฐานของการทดสอบ

....คำตอบขึ้นอยู่กับนักเรียน เช่น วัสดุแต่ละชนิดนำไฟฟ้าได้แตกต่างกัน.....

<p>คำชี้แจง นักเรียนปฏิบัติตามวิธีการทดลองตามขั้นตอนต่อไปนี้</p> <p>วิธีการทดลองการนำไฟฟ้าของวัสดุ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ตรวจสอบการทำงานของวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย โดยต่อถ่านไฟฉาย หลอดไฟฟ้า และสายไฟฟ้าเข้าด้วยกัน จากนั้นสังเกตหลอดไฟสว่างหรือไม่สว่าง 2. นำวัสดุแต่ละชนิดต่อแทรกในวงจรไฟฟ้า สังเกตหลอดไฟสว่างหรือไม่สว่าง

ตารางบันทึกผลการทดลองการนำไฟฟ้าของวัสดุแต่ละชนิด

วัสดุ	วัสดุ	การสังเกตที่หลอดไฟ	
		สว่าง	ไม่สว่าง
แท่งไม้	ไม้		
แท่งแก้ว	แก้ว		
แท่งเหล็ก	ตะปู (เหล็ก)	คำตอบขึ้นอยู่กับผลการทดลองของนักเรียน	
แท่งอะลูมิเนียม	อะลูมิเนียม		
แท่งทองแดง	ทองแดง		
ไส้ดินสอด 2B	แกรไฟต์ + ดินขาว		
ไส้ดินสอด HB	แกรไฟต์ + ดินขาว		
ถุงพลาสติก	พลาสติก		
สิ่งของอื่น เช่น ประเป๋า	ผ้า หรือ หนัง		

สรุปผลจากการทดลอง

ผลการทดลองเป็นไปตามสมมติฐานหรือไม่

.....คำตอบขึ้นอยู่กับผลการทดลองของนักเรียน เช่น เป็นไปตามสมมติฐาน วัสดุแต่ละชนิดนำไฟฟ้าได้แตกต่างกัน.....

วัสดุใดในตารางเป็นตัวนำไฟฟ้า รู้ได้อย่างไร

.....เหล็ก ทองแดง อะลูมิเนียม ไม้คินสอ 2B นำไฟฟ้า สังเกตจากเมื่อต่อวัสดุแทรกเข้ากับวงจรไฟฟ้าแล้วทำให้หลอดไฟสว่าง (ทั้งนี้คำตอบขึ้นอยู่กับผลการทดลอง ให้นักเรียนตอบตามความเป็นจริง).....

วัสดุใดในตารางไม่นำไฟฟ้า รู้ได้อย่างไร

.....ไม้ แก้ว พลาสติก ผ้าหรือหนัง ไม้คินสอ HB ไม่นำไฟฟ้า สังเกตจาก เมื่อต่อวัสดุแทรกเข้ากับวงจรไฟฟ้า หลอดไฟไม่สว่าง

ฉันรู้อะไรหลังการทดลอง

การนำไฟฟ้าของวัสดุคืออะไร

.....วัสดุที่นำไฟฟ้าได้จะให้กระแสไฟฟ้าผ่านได้ดี.....

ฉนวนไฟฟ้าคืออะไร

.....วัสดุที่ไม่ยอมให้กระแสไฟฟ้าผ่านได้ หรือผ่านได้ไม่ดี.....

ให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต ว่าสมบัติทางกายภาพด้านการนำไฟฟ้าของวัสดุแต่ละชนิดนำไปใช้ประโยชน์อะไรได้บ้าง อย่างไร

.....คำตอบขึ้นอยู่กับ การสืบค้นของนักเรียน เช่น วัสดุที่นำไฟฟ้านำมาทำสายไฟฟ้า ส่วนวัสดุที่ไม่นำไฟฟ้านำมาทำฉนวนหุ้มสายไฟฟ้า.....

คำชี้แจง ให้ใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องรายการประเมิน

ชื่อกลุ่ม	รายการประเมิน				
	เขียนจุดประสงค์ การทดสอบ ได้เหมาะสม	เขียน สมมติฐาน การทดลอง ได้เหมาะสม	เขียนผลการ ทดลองได้ เหมาะสม	เขียนผลการ สรุปการ ทดลองได้ เหมาะสม	เขียนคำถาม ท้ายการ ทดลองได้ เหมาะสม
1.					
2.					
3.					
4.					
5.					

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นางสาวมัทยา บัวพันธ์)

เกณฑ์การประเมินใบงาน

เกณฑ์การผ่านร้อยละ 70

ปฏิบัติครบทุกข้อ	หมายถึง	ผ่าน
ปฏิบัติ 3 – 4 ข้อ	หมายถึง	พอใช้
ปฏิบัติ 0 – 2 ข้อ	หมายถึง	ไม่ผ่าน ควรปรับปรุง

แบบประเมินการเสริมสร้างทักษะการคิดสร้างสรรค์

ชื่อกลุ่ม..... ชั้น.....

ระดับคะแนน	ลักษณะของงาน
3	<ul style="list-style-type: none"> - ออกแบบการทดลองการนำความร้อนที่ไม่เหมือนกับกลุ่มอื่น - วาดรูปและระบายสีในการออกแบบการทดลองให้เข้าใจง่าย มีความชัดเจนเหมาะสม - ใช้ทัศนธาตุประกอบรูปภาพ เช่น เส้น สี รูปร่าง และรูปทรง ได้เป็นอย่างดี - รูปภาพมีความสวยงาม เรียบร้อย
2	<ul style="list-style-type: none"> - ออกแบบการทดลองการนำความร้อนคล้ายกับกลุ่มอื่น - วาดรูปและระบายสีในการออกแบบการทดลองให้เข้าใจได้เหมาะสม - ใช้ทัศนธาตุประกอบรูปภาพ เช่น เส้น สี รูปร่าง และรูปทรง ได้อย่างเหมาะสม - รูปภาพมีความสวยงาม มีรอยแก้ไขบางส่วน
1	<ul style="list-style-type: none"> - ออกแบบการทดลองการนำความร้อนเหมือนกับที่สืบค้นไม่มีความแปลกใหม่ - วาดรูปและระบายสีในการออกแบบการทดลองไม่ชัดเจน ดูเข้าใจยาก - ใช้ทัศนธาตุประกอบรูปภาพ เช่น เส้น สี รูปร่าง และรูปทรง ได้ไม่เหมาะสม - รูปภาพดูไม่เหมือนรูปภาพ มีรอยแก้ไขมากจนดูสับสน

** แบบประเมินการเสริมสร้างทักษะการคิดสร้างสรรค์นี้ใช้เป็นแนวทางในการวัด เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกฝน พัฒนาดตนเองด้วยศิลปะ เป็นการส่งเสริมให้เกิดความคิดสร้างสรรค์

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นางสาวมัศยา บัวผัน)

เกณฑ์แบบประเมินการเสริมสร้างทักษะการคิดสร้างสรรค์	
เกณฑ์การผ่านร้อยละ 50	
ได้คะแนน 3	หมายถึงดี
ได้คะแนน 2	หมายถึงพอใช้
ได้คะแนน 1	หมายถึงต้องปรับปรุง

แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 สมบัติทางกายภาพและสถานะของสสาร

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

แผนที่ 3 เรื่อง สิ่งประดิษฐ์จากวัสดุเหลือใช้
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

เวลา 2 ชั่วโมง
ผู้สอน นางสาวมัทยา บัวผัน

มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

ว 2.1 ป.4/1 เปรียบเทียบสมบัติทางกายภาพด้านความแข็ง สภาพยืดหยุ่น การนำความร้อน และการนำไฟฟ้าของวัสดุโดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์จากการทดลองและระบุการนำสมบัติเรื่องความแข็ง สภาพยืดหยุ่น การนำความร้อน และการนำไฟฟ้าของวัสดุไปใช้ใน ชีวิตประจำวันผ่านกระบวนการออกแบบชิ้นงาน

มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัดที่บูรณาการ

เทคโนโลยี

ว 4.2 ป.4/3 ใช้อินเทอร์เน็ตค้นหาความรู้ และประเมินความน่าเชื่อถือของข้อมูล

ว 4.2 ป.4/4 รวบรวม ประเมิน นำเสนอข้อมูลและสารสนเทศ โดยใช้ซอฟต์แวร์ที่หลากหลาย เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน

วิศวกรรมเชื่อมโยงกับกลุ่มสาระงานอาชีพและเทคโนโลยี

ง 1.1 ป.4/1 อธิบายวิธีเหตุผลในการทำงานให้บรรลุเป้าหมาย

ศิลปะและการเชื่อมโยงกับภาษาไทย

ศ 1.1 ป.4/5 มีทักษะพื้นฐานในการใช้วัสดุ อุปกรณ์สร้างสรรค์งานวาดภาพระบายสี

ท 3.1 ป.4/1, 2 พุฒสรุปความ แสดงความรู้ ความคิดเห็น และความรู้สึกร่วมเกี่ยวกับเรื่องที่ฟัง

และดู

คณิตศาสตร์

ค 2.1 ป.4/2 วัดและสร้างมุมโดยใช้โพรแทรกเตอร์

จุดประสงค์การเรียนรู้

นักเรียนสามารถ

1. ด้านความรู้ (K)

1.1 ระบุการนำสมบัติทางกายภาพของวัสดุไปใช้ประโยชน์ผ่านกระบวนการออกแบบชิ้นงานได้

2. ด้านทักษะกระบวนการ (P)

2.1 สร้างสิ่งประดิษฐ์จากวัสดุเหลือใช้

2.1 ทักษะการคิด (ความคิดสร้างสรรค์ 3 ด้าน ได้แก่ ความคิดริเริ่ม ความคิด
คล่องแคล่ว และความคิดยืดหยุ่น)

3. ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)

3.1 มีความตั้งใจและพยายามในการทำงานที่ได้รับมอบหมาย

3.2 มีความอดทนและไม่ท้อแท้ต่ออุปสรรคเพื่อให้งานสำเร็จ

สาระสำคัญ

วัสดุแต่ละชนิดมีสมบัติทางกายภาพแตกต่างกัน ดังนั้นจึงนำสมบัติต่าง ๆ มาพิจารณา
สำหรับใช้ในกระบวนการออกแบบชิ้นงานเพื่อใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน

สาระการเรียนรู้บูรณาการ

การนำสมบัติด้านความแข็ง สภาพยืดหยุ่น การนำความร้อน และการนำไฟฟ้าของวัสดุ
ไปใช้ในชีวิตประจำวันผ่านกระบวนการออกแบบชิ้นงาน (S) การใช้อินเทอร์เน็ตในการสืบค้นและ
รวบรวมข้อมูลการสร้างสิ่งประดิษฐ์จากวัสดุเหลือใช้ (T) วิธีการสร้างสรรค์ชิ้นงานอย่างเป็น
ขั้นตอนตามกระบวนการทำงาน (E) การมีทักษะพื้นฐานในการเลือกใช้อุปกรณ์ในการวาดภาพ
ระบายสี วาดภาพระบายสีชิ้นงานก่อนลงมือปฏิบัติ รวมทั้งตกแต่งชิ้นงานให้สวยงาม (A) การวัด
และบอกความยาวของวัสดุ และการสร้างมุมเมื่อกำหนดขนาดของมุมโดยใช้โปรแทรกเตอร์ในการ
สร้างสิ่งประดิษฐ์ (M)

การบูรณาการเทคนิควิธีการสอน

แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องสิ่งประดิษฐ์จากวัสดุเหลือใช้เป็นการจัดการเรียน
การสอนโดยเน้นกระบวนการกลุ่ม และใช้วิธีการสอนในการสร้างสรรค์ชิ้นงานตามขั้นตอนของ
กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

กิจกรรมการเรียนรู้

ชั้นนำเข้าสู่บทเรียน

- ครูให้นักเรียนเข้ากลุ่มเดิม ดู VDO เรื่อง หนูเบน ตอน 9 “แยกขยะ” แล้วพูดสรุปความ แสดงความคิดเห็น ความรู้สึกเกี่ยวกับเรื่องที่ฟังและดู

(ที่มาของวิดีโอ : <https://www.youtube.com/watch?v=gUFL7fxU82s>)

ขั้นสอน

ในขั้นสอนครูใช้วิธีการสอนในการสร้างสรรค์ชิ้นงานตามขั้นตอนของกระบวนการ ออกแบบเชิงวิศวกรรม ดังนี้

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา

- จากที่นักเรียนดู VDO เรื่องการแยกขยะแล้ว ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงปัญหา ว่ามีขยะมากมาย ซึ่งขยะเหล่านั้นก็คือวัสดุต่าง ๆ ที่เหลือจากการใช้งานแล้วทั้งนั้น

- ครูถามนักเรียนว่านอกจากเราจะแยกขยะแล้ว มีวิธีการไหนบ้างที่สามารถลดจำนวน ขยะลงได้บ้าง (นักเรียนตอบตามความคิดของนักเรียน)

- จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันสรุปกรอบของปัญหา โดยเขียนเป็นข้อความเกี่ยวกับ ปัญหาโดยนักเรียนอาจกำหนดปัญหาในสถานการณ์ได้ดังนี้

“มีวัสดุเหลือใช้ที่กลายเป็นขยะมากมาย ซึ่งทำให้พื้นที่ต่าง ๆ เกิดความสกปรกและอาจ ก่อให้เกิดแหล่งที่อยู่อาศัยของสัตว์ต่าง ๆ จึงต้องการวิธีการที่ทำให้วัสดุเหลือใช้ไม่กลายเป็นขยะ มากมาย โดยการสร้างสิ่งประดิษฐ์จากวัสดุเหลือใช้”

โดยครูให้ข้อจำกัดว่าวัสดุที่นักเรียนเลือกใช้นั้นควรเลือกจากสมบัติทางกายภาพด้าน ใดบ้างเพราะเหตุใด และยังกำหนดอีกว่าในสิ่งประดิษฐ์ที่นักเรียนจะสร้าง ต้องมีส่วนใดส่วนหนึ่ง ของส่วนประกอบมีมุม 90 องศา (หรือมุมฉาก) และมุม 60 องศา

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

- นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันคิดภายในกลุ่มว่าจะสร้างหรือประดิษฐ์อะไรจากวัสดุเหลือ ใช้ และการนำสมบัติทางกายภาพของวัสดุในด้านต่าง ๆ มาร่วมในการตัดสินใจ ซึ่งอาจศึกษา แนวคิดเพิ่มเติมจากการค้นคว้าทางอินเทอร์เน็ต รวบรวมข้อมูล จดบันทึก และระดมสมองจนได้ ข้อสรุป

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา

- นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายภายในกลุ่มกับสิ่งที่ได้สืบค้นมาและคัดเลือกวัสดุ อุปกรณ์ที่จะนำมาสร้างสิ่งประดิษฐ์ พร้อมทั้งออกแบบลักษณะของสิ่งประดิษฐ์ที่จะสร้างลงใน กระดาษวาดรูป 100 ปอนด์ ที่ครูเตรียมไว้ โดยให้นักเรียนทำการร่างภาพ 2 มิติ หรือ 3 มิติ ที่แสดง ส่วนประกอบของสิ่งประดิษฐ์ เช่น วัสดุ สมบัติของวัสดุ และขนาดของวัสดุที่จะนำมาใช้เป็น ส่วนประกอบของสิ่งประดิษฐ์

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา

- นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันกำหนดลำดับขั้นตอนในการสร้างสิ่งประดิษฐ์และลงมือประดิษฐ์ชิ้นงาน

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมิน และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

- นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการทดสอบสิ่งประดิษฐ์ที่สร้างขึ้น และประเมินการใช้งานของสิ่งประดิษฐ์ จากนั้นบันทึกการทดสอบจากการทดสอบหากพบข้อบกพร่อง ให้นักเรียนปรับปรุงแก้ไขให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

- นักเรียนแต่ละกลุ่มนำผลงานออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียน

ขั้นสรุป

- นักเรียนและครูร่วมกันสรุปประเด็นความรู้เกี่ยวกับการเลือกใช้วัสดุที่มีสมบัติทางกายภาพในด้านต่าง ๆ มาประดิษฐ์ชิ้นงาน

สื่อและอุปกรณ์การเรียนรู้

1. วิดีโอเรื่องการแยกขยะ
2. วัสดุเหลือใช้และอุปกรณ์ในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ ได้แก่

2.1 ขวดน้ำ	2.2 กระดาษต่าง ๆ	2.3 แกนกระดาษทิชชู
2.4 ผ้า	2.5 ไม้ไอติม	2.6 ไม้แขวนเสื้อที่ไม่ใช้
2.7 ไม้บรรทัด	2.8 ไม้โปรแทรกเตอร์	2.9 กรรไกร
2.10 คัตเตอร์	2.11 ขวดนม	2.12 กาว เป็นต้น
4. คอมพิวเตอร์ที่เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต

การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือวัดผล	เกณฑ์
1. ด้านความรู้ (K) 1.1 ระบุการนำสมบัติทางกายภาพของวัสดุไปใช้ประโยชน์ในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ได้	- วัดจากสิ่งประดิษฐ์	- แบบประเมินสิ่งประดิษฐ์	- ผ่านเกณฑ์การประเมินร้อยละ 75
2. ด้านทักษะกระบวนการ (P) 2.1 สร้างสิ่งประดิษฐ์จากวัสดุเหลือใช้ 2.2 ทักษะการคิด (ความคิดสร้างสรรค์)	- วัดจากสิ่งประดิษฐ์ - ประเมินจากการสร้างสิ่งประดิษฐ์	- แบบประเมินสิ่งประดิษฐ์ - แบบสังเกตความคิดสร้างสรรค์	- ผ่านเกณฑ์การประเมินร้อยละ 75 - ผ่านเกณฑ์การประเมินร้อยละ 70
3. ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A) 3.1 มีความตั้งใจและพยายามในการทำงานที่ได้รับมอบหมาย 3.2 มีความอดทนและไม่ท้อแท้ต่ออุปสรรคเพื่อให้งานสำเร็จ	สังเกตพฤติกรรมตามคุณลักษณะอันพึงประสงค์	แบบสังเกตพฤติกรรมตามคุณลักษณะอันพึงประสงค์	ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 50

บันทึกหลังการสอน

ผลการเรียนรู้

.....

.....

ปัญหา/อุปสรรค

.....

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

.....

ลงชื่อ.....

(.....)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.

แบบประเมินสิ่งประดิษฐ์

กลุ่มที่	สร้างสรรค์ จากสิ่งเร้าที่	มีความ แปลกใหม่	เสร็จตาม เวลาที่	แก้ปัญหาได้	มี รายละเอียด	รวม
----------	------------------------------	--------------------	---------------------	-------------	------------------	-----

	กำหนดได้			(ความคิดสร้างสรรค์)			กำหนด			นำเสนอใจ			
	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	
1													
2													
3													
4													

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
(นางสาวมัชชา บัวผัน)

เกณฑ์การให้คะแนน

ทำได้ดี ให้ 3 คะแนน

ผ่าน ให้ 2 คะแนน

ต้องปรับปรุง ให้ 1 คะแนน

เกณฑ์การประเมินสิ่งประดิษฐ์

เกณฑ์การผ่านร้อยละ 75

12 – 15	คะแนน	หมายถึง	ดี
9 – 12	คะแนน	หมายถึง	พอใช้
5 – 8	คะแนน	หมายถึง	ต้องปรับปรุง

เกณฑ์การประเมินสิ่งประดิษฐ์

รายการประเมิน	3	2	1
สร้างสรรค์จากสิ่งเร้าที่	สามารถสร้างสรรค์	สามารถสร้างสรรค์	สามารถสร้างสรรค์

กำหนดได้	ผลงานตามที่กำหนด และเป็นไปตามเงื่อนไขครบถ้วน	ผลงานตามที่กำหนด และเป็นไปตามเงื่อนไขบางส่วน	ผลงานตามที่กำหนด แต่ไม่เป็นไปตามเงื่อนไข
มีความแปลกใหม่ (ความคิดสร้างสรรค์)	ผลงานโดดเด่น และมีเอกลักษณ์ที่ไม่ซ้ำกับผู้อื่น	ผลงานโดดเด่น แต่ซ้ำกับผู้อื่น	ผลงานไม่มีความโดดเด่น และซ้ำกับผู้อื่น
เสร็จตามเวลาที่กำหนด	สามารถทำได้สำเร็จ เป็นไปตามเงื่อนไขครบถ้วนภายในเวลาที่กำหนด	สามารถทำได้สำเร็จ แต่ไม่เป็นไปตามเงื่อนไขทั้งหมด และใช้เวลาที่กำหนด	สามารถทำได้สำเร็จ แต่ไม่เป็นไปตามเงื่อนไขทั้งหมด และใช้เวลาเกินกว่าที่กำหนด
แก้ปัญหาได้	ผลงานสามารถแก้ไขปัญหาได้อย่างดี	ผลงานสามารถแก้ไขปัญหาได้บางส่วน	ผลงานไม่สามารถแก้ไขปัญหาได้
มีรายละเอียดที่น่าสนใจ	ผลงานมีสีสันสวยงาม เรียบร้อย ตกแต่งผลงานได้อย่างน่าสนใจ	ผลงานมีสีสันสวยงาม เรียบร้อย แต่ยังขาดความน่าสนใจ	ผลงานไม่ค่อยมีสีสัน ไม่เรียบร้อย และยังขาดความน่าสนใจ

แบบสังเกตความคิดสร้างสรรค์

ชื่อกลุ่ม	ความคิดริเริ่ม	ความคิดคล่องแคล่ว	ความคิดยืดหยุ่น
-----------	----------------	-------------------	-----------------

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

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นางสาวมัศยา บัวผัน)

เกณฑ์การให้คะแนน

ดีมาก ให้ 4 คะแนน

ดี ให้ 3 คะแนน

พอใช้ ให้ 2 คะแนน

ปรับปรุง ให้ 1 คะแนน

เกณฑ์การประเมินความคิดสร้างสรรค์

เกณฑ์การผ่านร้อยละ 70

10 – 12 คะแนน หมายถึง ดีมาก

7 – 9 คะแนน หมายถึง ผ่าน

4 – 6 คะแนน หมายถึง ต้องปรับปรุง

เกณฑ์การประเมินความคิดสร้างสรรค์

ประเด็นการ	ระดับคุณภาพ
------------	-------------

ประเมิน	4 (ดีมาก)	3 (ดี)	2 (พอใช้)	1 (ปรับปรุง)
ความคิดริเริ่ม	พัฒนาชิ้นงานหรือวิธีการเพื่อแก้ปัญหาด้วยความคิดที่แปลกใหม่เหมาะสมต่อการใช้งานจริง	พัฒนาชิ้นงานหรือวิธีการเพื่อแก้ปัญหาด้วยความคิดที่แปลกใหม่	พัฒนาชิ้นงานหรือวิธีการเพื่อแก้ปัญหาด้วยการผสมผสานและดัดแปลงจากความคิดเดิม	พัฒนาชิ้นงานหรือวิธีการเพื่อแก้ปัญหาโดยไม่มีความคิดแปลกใหม่
ความคิดคล่องแคล่ว	มีการคิดหาวิธีการแก้ปัญหาได้มากกว่า 2 วิธีในเวลาที่กำหนด	มีการคิดหาวิธีการแก้ปัญหาได้ 2 วิธี ในเวลาที่กำหนด	มีการคิดหาวิธีการแก้ปัญหาได้เพียง 1 วิธี ในเวลาที่กำหนด	ไม่สามารถคิดหาวิธีการแก้ปัญหาได้ในเวลาที่กำหนด
ความคิดยืดหยุ่น	มีการคิดหาวิธีการแก้ปัญหาโดยดัดแปลงสิ่งที่มีอยู่ หรือนำสิ่งอื่นมาทดแทนสิ่งที่ขาดได้อย่างหลากหลาย	มีการคิดหาวิธีการแก้ปัญหาโดยดัดแปลงสิ่งที่มีอยู่ หรือนำสิ่งอื่นมาทดแทนสิ่งที่ขาดได้	มีการคิดหาวิธีการแก้ปัญหาโดยดัดแปลงสิ่งที่มีอยู่ หรือนำสิ่งอื่นมาทดแทนสิ่งที่ขาดได้แต่ยังไม่เหมาะสมกับงาน	ไม่สามารถคิดหาวิธีการแก้ปัญหาโดยดัดแปลงสิ่งที่มีอยู่ หรือนำสิ่งอื่นมาทดแทนสิ่งที่ขาดได้

แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 สมบัติทางกายภาพและสถานะของสาร

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

แผนที่ 4 เรื่อง สถานะของแข็ง

เวลา 2 ชั่วโมง

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ผู้สอน นางสาวมัทยา บัวผัน

มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

ว 2.1 ป.4/3 เปรียบเทียบสมบัติของสสารทั้ง 3 สถานะ จากข้อมูลที่ได้จากการสังเกตมวล การต้องการที่อยู่ รูปร่าง และปริมาตรของสสาร

ป.4/4 ใช้เครื่องมือเพื่อวัดมวล และปริมาตรของสสารทั้ง 3 สถานะ

มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัดที่บูรณาการ

เทคโนโลยี

ว 4.2 ป.4/3 ใช้อินเทอร์เน็ตค้นหาความรู้ และประเมินความน่าเชื่อถือของข้อมูล

ว 4.2 ป.4/4 รวบรวม ประเมิน นำเสนอข้อมูลและสารสนเทศ โดยใช้ซอฟต์แวร์ที่

หลากหลาย เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน

วิศวกรรมเชื่อมโยงกับกลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาและเทคโนโลยี

ง 1.1 ป.4/1 อธิบายวิธีเหตุผลในการทำงานให้บรรลุเป้าหมาย

ศิลปะและการเชื่อมโยงกับภาษาต่างประเทศ (ศิลปภาษา)

ต 1.1 ป.4/2 อ่านออกเสียงคำ สะกดคำ อ่านกลุ่มคำ ประโยค ข้อความง่าย ๆ และบทพูด

เข้าจังหวะถูกต้องตามหลักการอ่าน

คณิตศาสตร์

ค 1.1 ป.4/5 อ่านและเขียนทศนิยมไม่เกิน 3 ตำแหน่ง แสดงปริมาณของสิ่งของต่าง ๆ

และแสดงสิ่งต่าง ๆ ตามทศนิยม

จุดประสงค์การเรียนรู้

นักเรียนสามารถ

1. ด้านความรู้ (K)

1.1 อธิบายสมบัติของสถานะของแข็ง จากการสังเกตมวล การต้องการที่อยู่ รูปร่าง และปริมาตรได้

2. ด้านทักษะกระบวนการ (P)

2.1 ทักษะการคิด (ความคิดสร้างสรรค์ 3 ด้าน ได้แก่ ความคิดริเริ่ม ความคิดคล่องแคล่ว และความคิดยืดหยุ่น)

3. ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)

3.1 ตั้งใจเรียน มีความเพียรพยายาม และเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ต่าง ๆ

3.2 มีความตั้งใจและรับผิดชอบในการปฏิบัติหน้าที่

สาระสำคัญ

วัสดุเป็นสสารเพราะมีมวลและต้องการที่อยู่ สสารมีสถานะของแข็ง ของเหลว และแก๊ส สถานะของแข็ง มีมวล ต้องการที่อยู่ มีปริมาตรและรูปร่างคงที่

สาระการเรียนรู้บูรณาการ

สถานะของแข็ง มีมวล ต้องการที่อยู่ มีปริมาตร รูปร่างคงที่ และการใช้เครื่องมือเพื่อวัดมวลและปริมาตร (S) การใช้อินเทอร์เน็ต การสืบค้นและรวบรวมข้อมูลการสร้างด้วยยูเรก้าแบบง่าย (T) วิธีการทำการทดลองสถานะของแข็งอย่างเป็นขั้นตอนตามกระบวนการทำงาน (E) การวาดภาพระบายสี การอ่านออกเสียง การสะกดคำสำคัญเป็นภาษาอังกฤษ (A) การอ่านและเขียนทศนิยมไม่เกิน 3 ตำแหน่ง (M)

การบูรณาการเทคนิควิธีการสอน

แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องสถานะของแข็งนี้เป็นการจัดการเรียนการสอนโดยเน้นกระบวนการกลุ่ม และใช้รูปแบบวิธีการสอนโดยใช้การทดลองไปประยุกต์ใช้กับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีสอน KWL (Know - Want - Learned)

กิจกรรมการเรียนรู้

ชั้นนำเข้าสู่บทเรียน

- นักเรียนนั่งตามกลุ่มเดิมที่จัดไว้ และดูรูปที่ติดไว้บนกระดาน มีรูปน้ำแข็ง น้ำ และน้ำกำลังเดือด จากนั้นครูถามคำถามดังนี้

“นักเรียนเห็นอะไรบ้างในรูป และสสารในรูปมีสถานะอะไรบ้าง”

- ครูนำบัตรคำภาษาอังกฤษและภาษาไทยเป็นคำสำคัญของการเรียนวันนี้ติดไว้ที่กระดาน นักเรียนสะกดคำศัพท์ และอ่านออกเสียงคำในภาษาอังกฤษ พร้อมทั้งบอกความหมาย โดยครูช่วยอ่านออกเสียง

Solid

ของแข็ง

ขั้นสอน

- ครูนำกระดาษปรูฟ (Proof) ติดบนกระดาน 3 แผ่น แทนตารางคำถามดังรูป

ฉันรู้อะไร (What I Know)	ฉันต้องการรู้อะไร (What I Want to know)	ฉันเรียนรู้อะไร (What I Learn)

ขั้น 1 What I Know (K)

- จากตารางคำถามแรก ฉันรู้อะไร ครูถามว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้างเกี่ยวกับสถานะของแข็ง นักเรียนทุกคนร่วมกันตอบคำถาม โดยครูจะจดสิ่งที่นักเรียนรู้อยู่ลงในกระดาษปรูฟ ในช่วงแรก

ขั้น 2 What I Want to Know (W)

ผู้สอน/นักเรียนกำหนดปัญหาและสมมติฐานในการทดลอง

- จากตารางคำถามช่องที่ 2 ฉันต้องการรู้อะไร เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ถามว่าตนเองต้องการรู้อะไรอีกบ้างเกี่ยวกับเรื่องสถานะของแข็ง นักเรียนสามารถถามได้ทุกคำถาม (โดยครูคอยเขียนคำถามของนักเรียนลงในกระดาษปรูฟช่องที่ 2 หากนักเรียนยังถามไม่ตรงกับสิ่งที่ต้องเรียนรู้ครูจะคอยชี้แนะแนวคำถามจากจุดประสงค์การเรียนรู้ให้กับนักเรียนเพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบดังนี้

1. สถานะของแข็งมีรูปร่างเป็นอย่างไร (สมมติฐานข้อ 1)
2. สถานะของแข็งมีมวลหรือไม่ (สมมติฐานข้อ 2)
3. สถานะของแข็งต้องการที่อยู่หรือไม่ (สมมติฐานข้อ 3)
4. สถานะของแข็งมีปริมาตรเป็นอย่างไร (สมมติฐานข้อ 4)

ขั้น 3 What I Learn (L)

- ผู้สอนให้ความรู้ที่จำเป็นต่อการทดลอง ให้ข้อมูล รายละเอียดในการทดลองแก่นักเรียน จากนั้นนักเรียนลงมือทดลอง และนักเรียนวิเคราะห์ แล้วสรุปผลการทดลอง

- จากสมมติฐานข้อ 1 ที่ต้องการรู้ว่าของแข็งมีรูปร่างเป็นอย่างไร ครูนำก้อนหิน (แทนของแข็ง) วางไว้บนโต๊ะให้นักเรียนสังเกตรูปร่างของก้อนหิน วาดรูปร่างที่สังเกตได้ จากนั้นย้ายก้อนหินไปวางไว้บนฝ่ามือให้นักเรียนสังเกตลักษณะและรูปร่างของก้อนหิน วาดรูปร่างที่สังเกตได้ แล้วถามนักเรียนว่าลักษณะและรูปร่างของก้อนหินเป็นอย่างไรเมื่อเปลี่ยนที่อยู่ รูปร่างของก้อนหินเปลี่ยนไปหรือไม่ (คำตอบที่ควรได้คือ ก้อนหินเป็นก้อน หยิบจับได้ รูปร่างไม่เปลี่ยน ก้อนหินมีรูปร่างคงที่ แสดงว่าของแข็งมีรูปร่างคงที่)

- จากสมมติฐานข้อ 2 สิ่งที่ต้องการรู้ว่าของแข็งมีมวลหรือไม่ ครูนำก้อนหินและดินน้ำมันมาให้นักเรียนแต่ละกลุ่มดู พร้อมแจกใบความรู้ที่ 3 มวลและน้ำหนัก และให้นักเรียนอาสาสมัครในแต่ละกลุ่มยกก้อนหินด้วยมือข้างหนึ่ง อีกข้างหนึ่งยกดินน้ำมัน แล้วเปรียบเทียบว่าสิ่งใดหนักกว่ากัน ครูอธิบายว่าการที่วัตถุมีน้ำหนักมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับมวลของวัตถุ วัตถุที่มีมวลมากจะมีน้ำหนักมาก

- ครูถามนักเรียนแต่ละกลุ่มว่าจะมีวิธีหามวลของก้อนหินและดินน้ำมันได้อย่างไร นักเรียนร่วมกันคิดจากนั้นชั่ง ก้อนหินและดินน้ำมัน โดยใช้เครื่องชั่งแบบคาน 3 แขน แล้วบันทึกผลการชั่งมวลลงบนกระดาษปฐพีในช่องฉันทันเรียนรู้อะไร (ครูอธิบายวิธีการใช้เครื่องชั่งแบบคาน 3 แขน และในการชั่งมวล ผลที่ได้จะมีเลขที่มีจุดทศนิยม ดังนั้นครูจะอธิบายเรื่องการอ่านและเขียนทศนิยมไม่เกิน 3 ตำแหน่งให้กับนักเรียนไปพร้อม ๆ กัน)

- จากสมมติฐานข้อ 3 สิ่งที่ต้องการรู้ว่าของแข็งต้องการที่อยู่หรือไม่ ครูเตรียมวัสดุอุปกรณ์ไว้ให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม โดยฝ้ายอุปกรณ์จะมารับและตรวจสอบว่าได้ครบหรือไม่ วัสดุอุปกรณ์ที่ได้รับคือ แก้วพลาสติกใสขนาดเท่ากัน 2 ใบ น้ำเปล่า ก้อนหิน 1 ก้อน

- ครูสาธิตและอธิบายการทดลองการต้องการที่อยู่ของของแข็งโดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มปฏิบัติไปพร้อม ๆ กัน และบันทึกผลการทดลองลงในช่องฉันทันเรียนรู้อะไรในกระดาษปฐพี (ผลการทดลองที่ได้คือ ของแข็งต้องการที่อยู่) (วิธีการทดลองคือ ใส่น้ำลงในแก้วปริมาณเท่ากัน หย่อนก้อนหินลงไปใ้ในแก้ว 1 ใบ สังเกตระดับน้ำในแก้ว)

- จากสมมติฐานข้อ 4 ที่ต้องการรู้ว่าของแข็งมีปริมาตรเป็นอย่างไร ครูอธิบายการหาปริมาตรของก้อนหินว่าต้องนำน้ำในถ้วยเรก้าให้เต็ม นำก้อนหินผูกเชือกฟางหย่อนลงไปใ้ในถ้วยเรก้า น้ำที่ล้นออกมาจะมีปริมาตรเท่ากับก้อนหินที่ใส่ลงไป แล้วนำน้ำที่ล้นออกมาไปใส่ในกระบอกตวงอ่านปริมาตร จากนั้นทำซ้ำอีก 2 ครั้งโดยใช้ก้อนหินก้อนเดิม

- ครูเตรียมวัสดุให้นักเรียนแต่ละชุดอุปกรณ์สำคัญไป 1 อย่างคือ ถ้วยเรก้า ครูจึงให้นักเรียนสร้างถ้วยเรก้าอย่างง่ายใช้เอง

- นักเรียนแต่ละกลุ่มสืบค้นข้อมูลโดยใช้อินเทอร์เน็ตว่าถ้วยยูเรก้ามีลักษณะเป็นอย่างไร การใช้งานเป็นอย่างไร จากนั้นแต่ละกลุ่มระดมสมองร่วมกันคิดวิธีสร้างถ้วยยูเรก้าอย่างง่าย โดยใช้วัสดุอุปกรณ์ที่มีอย่างคุ้มค่า โดยทำการวาดภาพถ้วยยูเรก้าเป็นภาพ 2 มิติ เขียนขั้นตอนการสร้างและลงมือปฏิบัติจนสำเร็จ

- เมื่อได้ถ้วยยูเรก้าแล้วนักเรียนแต่ละกลุ่มทำการทดลองว่าปริมาตรของของแข็งเป็นอย่างไร โดยครูคอยช่วยชี้แนะระหว่างทำการทดลองพร้อมบันทึกผลการทดลองลงในช่องนักเรียนรู้อะไรในกระดาษปรูฟ (ผลการทดลองที่ได้คือ ของแข็งมีปริมาตรคงที่)

ขั้นสรุป

ผู้สอนและนักเรียนอภิปรายผลการทดลอง และสรุปการเรียนรู้

- ครูและนักเรียนอภิปรายผลการทดลองร่วมกัน และสรุปความรู้เรื่อง สมบัติสถานะของแข็ง ว่าของแข็งมีมวล ต้องการที่อยู่ รูปร่างและปริมาตรคงที่

สื่อและอุปกรณ์การเรียนรู้

- | | | |
|--------------------------------------|-----------------|-----------------------|
| 1. วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ทดลอง ได้แก่ | 1.1 ก้อนหิน | 1.2 ดินน้ำมัน |
| 1.3 เครื่องชั่งแบบคาน 3 แขน | 1.4 แก้วพลาสติก | 1.5 เชือกหรือเส้นด้าย |
| 1.6 กระจกตวง | 1.7 ถ้วยยูเรก้า | |
2. กระดาษปรูฟ
 3. ใบความรู้ที่ 3 มวลและน้ำหนัก
 4. คอมพิวเตอร์ที่เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต
 5. รูปภาพ และบัตรคำ

การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือวัดผล	เกณฑ์
-----------------------	------------	-----------------	-------

<p>1. ด้านความรู้ (K)</p> <p>1.1 อธิบายสมบัติของสถานะของแข็ง จากการสังเกตมวล การต้องการที่อยู่ รูปร่าง และปริมาตรได้</p>	<p>- ตรวจคำตอบในกิจกรรม</p>	<p>- กระดาษปรูฟ (ในส่วนนั้นเรียนรู้อะไร)</p>	<p>- ตอบคำถามได้ ถูกต้องตรงประเด็น ครบองค์ประกอบทั้งหมด</p>
<p>2. ด้านทักษะกระบวนการ (P)</p> <p>2.1 ทักษะการคิด (ความคิดสร้างสรรค์)</p>	<p>ประเมินจากการสร้างด้วยยูเรก้า</p>	<p>แบบสังเกตความคิดสร้างสรรค์</p>	<p>ผ่านเกณฑ์การประเมินร้อยละ 70</p>
<p>3. ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)</p> <p>3.1 ตั้งใจเรียน มีความเพียรพยายาม และเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ต่าง ๆ</p> <p>3.2 มีความตั้งใจและรับผิดชอบในการปฏิบัติหน้าที่</p>	<p>สังเกตพฤติกรรมตามคุณลักษณะอันพึงประสงค์</p>	<p>แบบสังเกตพฤติกรรมตามคุณลักษณะอันพึงประสงค์</p>	<p>ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 50</p>

บันทึกหลังการสอน

ผลการเรียนรู้

.....

.....

.....
.....

ปัญหา/อุปสรรค

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

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

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

ลงชื่อ.....
(.....)
วันที่.....เดือน.....พ.ศ.

ใบความรู้ที่ 3 มวลและน้ำหนัก



1.												
2.												
3.												
4.												
5.												

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
(นางสาวมัทยา บัวพันธ์)

เกณฑ์การให้คะแนน

ดีมาก	ให้ 4 คะแนน
ดี	ให้ 3 คะแนน
พอใช้	ให้ 2 คะแนน
ปรับปรุง	ให้ 1 คะแนน

เกณฑ์การประเมินความคิดสร้างสรรค์

เกณฑ์การผ่านร้อยละ 70

10 – 12	คะแนน หมายถึง	ดีมาก
7 – 9	คะแนน หมายถึง	ผ่าน
4 – 6	คะแนน หมายถึง	ต้องปรับปรุง

เกณฑ์การประเมินความคิดสร้างสรรค์

ประเด็นการประเมิน	ระดับคุณภาพ			
	4 (ดีมาก)	3 (ดี)	2 (พอใช้)	1 (ปรับปรุง)

ความคิดริเริ่ม	พัฒนาชิ้นงานหรือวิธีการเพื่อแก้ปัญหาด้วยความคิดที่แปลกใหม่ เหมาะสมต่อการใช้งานจริง	พัฒนาชิ้นงานหรือวิธีการเพื่อแก้ปัญหาด้วยความคิดที่แปลกใหม่	พัฒนาชิ้นงานหรือวิธีการเพื่อแก้ปัญหาด้วยการผสมผสานและดัดแปลงจากความคิดเดิม	พัฒนาชิ้นงานหรือวิธีการเพื่อแก้ปัญหาโดยไม่มีความคิดแปลกใหม่
ความคิดคล่องแคล่ว	มีการคิดหาวิธีการแก้ปัญหาได้มากกว่า 2 วิธี ในเวลาที่กำหนด	มีการคิดหาวิธีการแก้ปัญหาได้ 2 วิธี ในเวลาที่กำหนด	มีการคิดหาวิธีการแก้ปัญหาได้เพียง 1 วิธี ในเวลาที่กำหนด	ไม่สามารถคิดหาวิธีการแก้ปัญหาได้ในเวลาที่กำหนด
ความคิดยืดหยุ่น	มีการคิดหาวิธีการแก้ปัญหาโดยดัดแปลงสิ่งที่มีอยู่ หรือนำสิ่งอื่นมาทดแทนสิ่งที่ขาดได้อย่างหลากหลาย	มีการคิดหาวิธีการแก้ปัญหาโดยดัดแปลงสิ่งที่มีอยู่ หรือนำสิ่งอื่นมาทดแทนสิ่งที่ขาดได้	มีการคิดหาวิธีการแก้ปัญหาโดยดัดแปลงสิ่งที่มีอยู่ หรือนำสิ่งอื่นมาทดแทนสิ่งที่ขาดได้แต่ยังไม่เหมาะสมกับงาน	ไม่สามารถคิดหาวิธีการแก้ปัญหาโดยดัดแปลงสิ่งที่มีอยู่ หรือนำสิ่งอื่นมาทดแทนสิ่งที่ขาดได้

แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 สมบัติทางกายภาพและสถานะของสสาร

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

แผนที่ 5 เรื่อง สถานะของเหลว

เวลา 2 ชั่วโมง

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ผู้สอน นางสาวมัทยา บัวผัน

มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

ว 2.1 ป.4/3 เปรียบเทียบสมบัติของสสารทั้ง 3 สถานะ จากข้อมูลที่ได้จากการสังเกตมวล การต้องการที่อยู่ รูปร่าง และปริมาตรของสสาร

ป.4/4 ใช้เครื่องมือเพื่อวัดมวล และปริมาตรของสสารทั้ง 3 สถานะ

มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัดที่บูรณาการ

เทคโนโลยี

ว 4.2 ป.4/3 ใช้อินเทอร์เน็ตค้นหาความรู้ และประเมินความน่าเชื่อถือของข้อมูล

ว 4.2 ป.4/4 รวบรวม ประเมิน นำเสนอข้อมูลและสารสนเทศ โดยใช้ซอฟต์แวร์ที่หลากหลาย เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน

วิศวกรรมเชื่อมโยงกับกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ง 1.1 ป.4/1 อธิบายวิธีเหตุผลในการทำงานให้บรรลุเป้าหมาย

ศิลปะเชื่อมโยงกับภาษาต่างประเทศ (ศิลปภาษา)

ต 1.1 ป.4/2 อ่านออกเสียงคำ สะกดคำ อ่านกลุ่มคำ ประโยค ข้อความง่าย ๆ และบทพูด เข้าใจหว่าถูกต้องตามหลักการอ่าน

คณิตศาสตร์

ค 1.1 ป.4/15 หาผลบวก ผลลบของทศนิยมไม่เกิน 3 ตำแหน่ง

จุดประสงค์การเรียนรู้

นักเรียนสามารถ

1. ด้านความรู้ (K)

1.1 อธิบายสมบัติของสถานะเหลวจากการสังเกตมวล การต้องการที่อยู่ รูปร่าง และปริมาตรได้

2. ด้านทักษะกระบวนการ (P)

2.3 ทักษะการคิด (ความคิดสร้างสรรค์ 3 ด้าน ได้แก่ ความคิดริเริ่ม ความคิดคล่องแคล่ว และความคิดยืดหยุ่น)

3. ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)

3.1 ตั้งใจเรียน มีความเพียรพยายาม และเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ต่าง ๆ

3.2 มีความตั้งใจและรับผิดชอบในการปฏิบัติหน้าที่

สาระสำคัญ

วัสดุเป็นสสารเพราะมีมวลและต้องการที่อยู่ สสารมีสถานะของแข็ง ของเหลว หรือแก๊ส สถานะของเหลว มีปริมาตร แต่รูปร่างเปลี่ยนไปตามภาชนะที่บรรจุ

สาระการเรียนรู้บูรณาการ

สถานะของเหลว มีมวล ต้องการที่อยู่ มีปริมาตรคงที่ แต่รูปร่างเปลี่ยนไปตามภาชนะที่บรรจุ และการใช้เครื่องมือเพื่อวัดมวลและปริมาตร (S) วิธีการทำการทำหุ่นแฟนซีอย่างเป็นขั้นตอน ตามกระบวนการทำงาน (E) การวาดภาพพระบายสี ในการออกแบบบรรจุภัณฑ์สำหรับใส่ไวน์ และการอ่านออกเสียง สะกดคำสำคัญเป็นภาษาอังกฤษ (A) การบวกและลบทศนิยมของมวลจากการทดลอง (M)

การบูรณาการเทคนิควิธีการสอน

แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องสถานะของเหลวนี้เป็นการจัดการเรียนการสอนโดยเน้นกระบวนการกลุ่ม และใช้วิธีการสอน โดยการบรรยาย และวิธีสอน โดยใช้การทดลอง

กิจกรรมการเรียนรู้

ชั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. ครูเตรียมของเหลว (น้ำเปล่า น้ำสี น้ำยาล้างจาน) ใส่ภาชนะใสเหมือนกัน ปริมาณเท่ากันวางไว้บนโต๊ะของนักเรียนแต่ละกลุ่ม ให้นักเรียนสังเกตแล้วถามนักเรียนว่าสสารที่อยู่ตรงหน้านั้นมีสถานะอะไร
2. ครูถามนักเรียนว่าใครรู้บ้างว่าของเหลวในภาษาอังกฤษนั้นคือคำว่าอะไร จากนั้นครูนำบัตรคำภาษาอังกฤษและภาษาไทยเป็นคำสำคัญของการเรียนวันนี้ติดไว้ที่กระดาน นักเรียนสะกดคำศัพท์ และอ่านออกเสียงคำในภาษาอังกฤษ พร้อมทั้งบอกความหมาย โดยครูช่วยอ่านออกเสียง

Liquid

ของเหลว

ครูสอนบรรยาย (พูด บอก เล่า อธิบาย) เนื้อหาสาระที่ต้องการให้นักเรียนได้รู้

3. ครูทบทวนความรู้พื้นฐานจากกิจกรรมที่ผ่านมาเกี่ยวกับสมบัติของแข็ง โดยการถามตอบว่าสมบัติของแข็งมีอะไรบ้าง (นักเรียนควรตอบได้ว่าของแข็งมีมวล ต้องการที่อยู่ รูปร่างและ

ปริมาตรคงที่) และสมบัติของเหลวเหมือนหรือแตกต่างจากของแข็งอย่างไร (นักเรียนตอบตามความเข้าใจของตนเอง)

ขั้นสอน

ผู้สอน/นักเรียนกำหนดปัญหาและสมมติฐานในการทดลอง

4. ครูอธิบายว่าเราจะเรียนรู้เกี่ยวกับสมบัติของเหลว จากการสังเกตมวล การต้องการที่อยู่ รูปร่างและปริมาตรเช่นเดียวกับสมบัติของแข็ง ซึ่งเราจะเรียนรู้จากการทำวุ้นแฟนซี โดยครูและนักเรียนร่วมกันกำหนดสมมติฐานในการทดลอง ดังนี้

- สถานะของเหลวมีรูปร่างเป็นอย่างไร (สมมติฐานข้อ 1)
- สถานะของเหลวมีมวลหรือไม่ (สมมติฐานข้อ 2)
- สถานะของเหลวต้องการที่อยู่หรือไม่ (สมมติฐานข้อ 3)
- สถานะของเหลวมีปริมาตรเป็นอย่างไร (สมมติฐานข้อ 4)

5. ครูสอนวิธีการสืบค้นจากยูทูป โดยกำหนดคำค้นที่ตรงประเด็น คือ วุ้นแฟนซี

6. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสืบค้นการทำวุ้นแฟนซีจากยูทูป ดูขั้นตอนการทำ อุปกรณ์ที่ใช้ ส่วนผสมต่าง ๆ พร้อมจดบันทึก

7. นักเรียนฝ่ายอุปกรณ์ไปรับส่วนผสม อุปกรณ์ที่ใช้จากครู และลงมือทำวุ้นแฟนซีตามที่ได้สืบค้นมา

ส่วนผสมหลักคือ 1) น้ำเปล่า 2) น้ำตาลทราย 3) เกลือ 4) ผงวุ้น 5) สีผสมอาหาร

6) กะทิ

อุปกรณ์ (บางอย่างแต่ละกลุ่มอาจใช้ร่วมกัน) คือ 1) เตาไฟฟ้า 2) หม้อต้ม 3) ภาชนะใส่วุ้นเมื่อต้มเสร็จ 4) พิมพ์ต่าง ๆ (นักเรียนเลือกใช้กลุ่มละแบบเท่านั้น) 5) เครื่องชั่ง และที่ตวงส่วนผสม

8. นักเรียนสังเกตส่วนผสมที่ได้รับแล้วบอกได้หรือไม่ว่ามีสถานะใดบ้าง แล้วอะไรบ้างที่เป็นของแข็ง อะไรบ้างที่เป็นของเหลว

ผู้สอนให้ความรู้ที่จำเป็นต่อการทดลอง ให้ขั้นตอน และรายละเอียดในการทดลองแก่นักเรียน จากนั้นนักเรียนลงมือทดลอง บันทึกการทดลอง แล้วนักเรียนวิเคราะห์ และสรุปผลการทดลอง

9. ครูถามอีกว่าของเหลวมีมวลหรือไม่ (นักเรียนตอบตามความเข้าใจ)

- จากสมมติฐานข้อที่ 1 ของเหลวมีมวลหรือไม่ ครูอธิบายวิธีการทดลองโดยการชั่งมวลของของเหลว คือ น้ำเปล่า และ กะทิ

- นักเรียนแต่ละกลุ่มลงมือชั่ง น้ำเปล่า กะทิ และดวงส่วนผสมอื่น ๆ ตามปริมาณจากสูตร ที่ดูมา เช่น ชั่งมวลของภาชนะก่อนใส่น้ำ และกะทิ อ่านค่ามวลแล้วจดบันทึก จากนั้นเติมน้ำลงใน ภาชนะแล้วชั่งมวลทั้งหมด อ่านค่ามวลแล้วจดบันทึก จากนั้นทำการหาค่ามวลของน้ำ และกะทิ โดยการนำมวลภาชนะที่มีน้ำลบกับมวลของภาชนะเปล่า จะได้มวลของน้ำ เช่น

$$\text{มวลภาชนะที่มีน้ำ} = 102.5 \text{ กรัม}$$

$$\text{มวลภาชนะเปล่า} = 42.7 \text{ กรัม}$$

$$\text{มวลน้ำคือ } 102.5 - 42.7 = 59.8 \text{ กรัม}$$

นักเรียนสรุปได้ว่า น้ำมีมวล ดังนั้นของเหลวมีมวล

10. นักเรียนนำน้ำเปล่าที่ชั่งแล้วใส่หม้อ ตามด้วยผงวุ้นที่ตวงแล้ว จากนั้นคนให้ผงวุ้น ละลายและพักไว้ 5 นาที เพื่อให้ผงวุ้นอิมตัว

- ระหว่างที่รอครูถามนักเรียนว่าของเหลวต้องการที่อยู่หรือไม่ (สมมติฐานข้อที่ 2)
นักเรียนตอบตามความเข้าใจ)

- นักเรียนทดลองว่าของเหลวต้องการที่อยู่หรือไม่ โดยใช้ของเหลวในต้นชั่วโมง คือ น้ำเปล่า น้ำสี และน้ำยาล้างจาน วิธีการคือ นำน้ำยาล้างจานเทลงในน้ำเปล่า สังเกตระดับน้ำของ น้ำเปล่าและน้ำสี จะพบว่าแก้วที่มีน้ำยาล้างจานมีระดับของเหลวสูงขึ้น

นักเรียนสรุปได้ว่า ของเหลวต้องการที่อยู่

11. นักเรียนนำหม้อไปตั้งไฟปานกลาง ใส่น้ำตาล เกลือ คนให้น้ำตาลละลาย และน้ำวุ้นเริ่มใส ใส่กะทิ คนต่อไปจนได้ที่ (ตามสูตรที่นักเรียนดูมา) จากนั้นนำวุ้นที่ต้มสุกแล้วเท ใส่ภาชนะที่เตรียมไว้ ตั้งทิ้งไว้ให้พอเริ่มอุ่น

- ระหว่างที่รอครูถามนักเรียนว่าของเหลวมีปริมาตรเป็นอย่างไร (สมมติฐานข้อที่ 3)
(นักเรียนตอบตามความเข้าใจ)

- นักเรียนทดลองว่าของเหลวมีปริมาตรเป็นอย่างไร (ครูเตรียมน้ำสี และบีกเกอร์ให้แต่ละกลุ่ม) โดยเริ่มจากเทน้ำสีลงในบีกเกอร์อ่านปริมาตรน้ำสีครั้งที่ 1 บันทึกผล นำน้ำสีจากบีกเกอร์ ใบที่ 1 เทลงในบีกเกอร์ใบที่ 2 อ่านปริมาตรน้ำสีครั้งที่ 2 บันทึกผล นำน้ำสีจากบีกเกอร์ใบที่ 2 เทลง ในบีกเกอร์ใบที่ 3 อ่านปริมาตรน้ำสีครั้งที่ 3 เปรียบเทียบปริมาตรน้ำสีทั้ง 3 ครั้ง

นักเรียนสรุปได้ว่าของเหลวมีปริมาตรคงที่

12. นักเรียนนำวุ้นที่เริ่มอุ่นใส่พิมพ์ที่แต่ละกลุ่มเลือกไว้ เพื่อให้เป็นวุ้นแฟนซี นักเรียนจะ ใส่อัตถ์ผสมอาหาร อาจจะใส่ชั้นละสีหรือมีหลายสีในชั้นเดียว หรือทำหลาย ๆ ชั้น ชั้นละสีก็ได้ตามใจชอบ

- นักเรียนสังเกตวุ้นที่อยู่ในพิมพ์ของแต่ละกลุ่ม ครูถามนักเรียนว่าเมื่อนำวุ้นแฟนซีใส่ พิมพ์แล้ว รูปร่างของเหลวเป็นอย่างไร (สมมติฐานข้อที่ 4) (นักเรียนตอบตามความเข้าใจ)

และคำตอบที่ควรจะได้คือ ของเหลวมีรูปร่างไม่คงที่ เปลี่ยนแปลงไปตามภาชนะที่บรรจุ)

13. นักเรียนนำวุ้น ไปพักไว้ในกระตักน้ำแข็ง เพื่อให้วุ้นเซตตัว

- ระหว่างรอวุ้นเซตตัว ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกแบบภาชนะ (บรรจุภัณฑ์) สำหรับใส่วุ้นไว้รับประทาน จากวัสดุที่ครูเตรียมไว้ ทำโดยให้วาดภาพร่างเป็นภาพ 2 มิติ พร้อมทั้งระบายสี จากนั้นลงมือทำตามที่ร่างไว้

ขั้นสรุป

ผู้สอนและนักเรียนอภิปรายผลการทดลอง และสรุปการเรียนรู้

14. นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอวุ้นแฟนซีพร้อมกับภาชนะที่ทำขึ้นเอง

15. นักเรียนและครูอภิปรายผลการทดลองร่วมกัน และสรุปความรู้เรื่องสมบัติของเหลวว่าของเหลวมีมวล ต้องการที่อยู่ ปริมาตรคงที่ และรูปร่างเปลี่ยนแปลงไปตามภาชนะที่บรรจุ

สื่อและอุปกรณ์การเรียนรู้

1. วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ทำวุ้นแฟนซี ได้แก่ 1.1 น้ำเปล่า 1.2 น้ำตาลทราย 1.3 เกลือ 1.4 ภาชนะใส่วุ้น 1.5 สีผสมอาหาร 1.6 กะทิ 1.7 น้ำแข็ง 1.8 พิมวุ้นต่าง ๆ 1.9 เต้าไฟฟ้า 1.10 หม้อต้ม 1.11 เครื่องชั่ง 1.12 ที่ตวงส่วนผสม 1.13 กระตักน้ำแข็ง 1.14 ผงวุ้น
2. วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ทดลอง ได้แก่ 2.1 น้ำเปล่า 2.2 น้ำสี 2.3 น้ำยาล้างจาน 2.4 เครื่องชั่ง 2.5 บีกเกอร์ 2.6 แก้วพลาสติกใส
3. วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ออกแบบและสร้างบรรจุภัณฑ์ ได้แก่ 3.1 ดินสอ 3.2 ขวดพลาสติก 3.3 ยางลบ 3.4 กระดาษสีแบบต่าง ๆ 3.5 สีไม้ 3.6 จานกระดาษ 3.7 ไม้ไอติม 3.8 กระดาษ 100 ปอนด์ 3.9 ถูพลาสติก
4. คอมพิวเตอร์ที่เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต
5. บัตรคำ

การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือวัดผล	เกณฑ์
1. ด้านความรู้ (K) 1.1 อธิบายสมบัติของสถานะของเหลวจากการสังเกตมวล การต้องการที่อยู่	- ตรวจคำตอบในกิจกรรม	- การสังเกตการตอบคำถาม	- ตอบคำถามได้ถูกต้องตรงประเด็นครบองค์ประกอบ

รูปร่าง และปริมาตรได้			ทั้งหมด
2. ด้านทักษะกระบวนการ (P) 2.1 ทักษะการคิด (ความคิดสร้างสรรค์)	ประเมินจากสร้าง บรรจุภัณฑ์ (ภาชนะใส่สุนัฟเนส)	แบบสังเกต ความคิดสร้างสรรค์	ผ่านเกณฑ์การ ประเมินร้อยละ 70
3. ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A) 3.1 ตั้งใจเรียน มีความเพียรพยายาม และเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ต่าง ๆ 3.2 มีความตั้งใจและรับผิดชอบในการปฏิบัติหน้าที่	สังเกตพฤติกรรมตามคุณลักษณะอันพึงประสงค์	แบบสังเกต พฤติกรรมตามคุณลักษณะอันพึงประสงค์	ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 50

บันทึกหลังการสอน

ผลการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

ปัญหา/อุปสรรค

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นางสาวมัทยา บัวพันธ์)

เกณฑ์การให้คะแนน

ดีมาก	ให้ 4 คะแนน
ดี	ให้ 3 คะแนน
พอใช้	ให้ 2 คะแนน
ปรับปรุง	ให้ 1 คะแนน

เกณฑ์การประเมินความคิดสร้างสรรค์

เกณฑ์การผ่านร้อยละ 70

10 – 12	คะแนน หมายถึง	ดีมาก
7 – 9	คะแนน หมายถึง	ผ่าน
4 – 6	คะแนน หมายถึง	ต้องปรับปรุง

เกณฑ์การประเมินความคิดสร้างสรรค์

ประเด็นการประเมิน	ระดับคุณภาพ			
	4 (ดีมาก)	3 (ดี)	2 (พอใช้)	1 (ปรับปรุง)
ความคิดริเริ่ม	พัฒนาชิ้นงานหรือวิธีการเพื่อแก้ปัญหาด้วยความคิดที่แปลกใหม่ เหมาะสม	พัฒนาชิ้นงานหรือวิธีการเพื่อแก้ปัญหาด้วยความคิดที่แปลกใหม่	พัฒนาชิ้นงานหรือวิธีการเพื่อแก้ปัญหาด้วยการผสมผสานและดัดแปลงจาก	พัฒนาชิ้นงานหรือวิธีการเพื่อแก้ปัญหาโดยไม่มีความคิดแปลกใหม่

	ต่อการใช้งานจริง		ความคิดเดิม	
ความคิด คล่องแคล่ว	มีการคิดหา วิธีการแก้ปัญหา ได้มากกว่า 2 วิธี ในเวลาที่กำหนด	มีการคิดหา วิธีการแก้ปัญหา ได้ 2 วิธี ในเวลา ที่กำหนด	มีการคิดหา วิธีการแก้ปัญหา ได้เพียง 1 วิธี ใน เวลาที่กำหนด	ไม่สามารถคิดหา วิธีการแก้ปัญหา ได้ในเวลาที่ กำหนด
ความคิดยืดหยุ่น	มีการคิดหา วิธีการแก้ปัญหา โดยดัดแปลงสิ่งที่ มีอยู่ หรือนำสิ่ง อื่นมาทดแทนสิ่ง ที่ขาดได้อย่าง หลากหลาย	มีการคิดหา วิธีการแก้ปัญหา โดยดัดแปลงสิ่งที่ มีอยู่ หรือนำสิ่ง อื่นมาทดแทนสิ่ง ที่ขาดได้	มีการคิดหา วิธีการแก้ปัญหา โดยดัดแปลงสิ่งที่ มีอยู่ หรือนำสิ่ง อื่นมาทดแทนสิ่ง ที่ขาดได้แต่ยังไม่ เหมาะสมกับงาน	ไม่สามารถคิดหา วิธีการแก้ปัญหา โดยดัดแปลงสิ่งที่ มีอยู่ หรือนำสิ่ง อื่นมาทดแทนสิ่ง ที่ขาดได้

แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 สมบัติทางกายภาพและสถานะของสสาร

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

แผนที่ 6 เรื่อง สถานะแก๊ส

เวลา 2 ชั่วโมง

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ผู้สอน นางสาวมัทยา บัวผัน

มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

ว.2.1 ป.4/3 เปรียบเทียบสมบัติของสสารทั้ง 3 สถานะ จากข้อมูลที่ได้จากการสังเกตมวล
การต้องการที่อยู่ รูปร่าง และปริมาตรของสสาร

ป.4/4 ใช้เครื่องมือเพื่อวัดมวล และปริมาตรของสสารทั้ง 3 สถานะ

มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัดที่บูรณาการ

เทคโนโลยี

ว 4.2 ป.4/3 ใช้อินเทอร์เน็ตค้นหาความรู้ และประเมินความน่าเชื่อถือของข้อมูล

ว 4.2 ป.4/4 รวบรวม ประเมิน นำเสนอข้อมูลและสารสนเทศ โดยใช้ซอฟต์แวร์ที่หลากหลาย เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน

วิศวกรรมเชื่อมโยงกับกลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาต่างประเทศและเทคโนโลยี

ง 1.1 ป.4/1 อธิบายวิธีเหตุผลในการทำงานให้บรรลุเป้าหมาย

ศิลปะเชื่อมโยงกับภาษาต่างประเทศ (ศิลปภาษา)

ต 1.1 ป.4/2 อ่านออกเสียงคำ สะกดคำ อ่านกลุ่มคำ ประโยค ข้อความง่าย ๆ และบทพูด เข้าใจหว่านต้องตามหลักการอ่าน

คณิตศาสตร์

ค 1.1 ป.4/15 หาผลบวก ผลลบของทศนิยมไม่เกิน 3 ตำแหน่ง

จุดประสงค์การเรียนรู้

นักเรียนสามารถ

1. ด้านความรู้ (K)

1.1 อธิบายสมบัติของสถานะแก๊ส จากการสังเกตมวล การต้องการที่อยู่ รูปร่าง และปริมาตรได้

1.2 เปรียบเทียบสมบัติของสสารทั้ง 3 สถานะ จากการสังเกตมวล การต้องการที่อยู่ รูปร่าง และปริมาตรได้

2. ด้านทักษะกระบวนการ (P)

2.3 ทักษะการคิด (ความคิดสร้างสรรค์ 3 ด้าน ได้แก่ ความคิดริเริ่ม ความคิดคล่องแคล่ว และความคิดยืดหยุ่น)

3. ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)

3.1 ตั้งใจเรียน มีความเพียรพยายาม และเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ต่าง ๆ

3.2 มีความตั้งใจและรับผิดชอบในการปฏิบัติหน้าที่

สาระสำคัญ

วัสดุเป็นสสารเพราะมีมวลและต้องการที่อยู่ สสารมีสถานะของแข็ง ของเหลว หรือแก๊ส สถานะแก๊ส มีปริมาตรและรูปร่างเปลี่ยนไปตามภาชนะที่บรรจุ

สาระการเรียนรู้บูรณาการ

สถานะแก๊ส มีมวล ต้องการที่อยู่ มีปริมาตรคงและรูปร่างเปลี่ยนแปลงไปตามภาชนะที่บรรจุ และการใช้เครื่องมือเพื่อวัดมวลและปริมาตร (S) วิธีการทำการทำโค้นัทนมสดอย่างเป็นขั้นตอน ตามกระบวนการทำงาน (E) การวาดภาพระบายสีในการออกแบบบรรจุภัณฑ์สำหรับใส่โค้นัทนมสด และการอ่านออกเสียง สะกดคำสำคัญเป็นภาษาอังกฤษ (A) การบวกและลบทศนิยมของมวล จากการทดลอง (M)

การบูรณาการเทคนิควิธีการสอน

แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องสถานะแก๊สนี้เป็นการจัดการเรียนการสอนโดยเน้นกระบวนการกลุ่ม และใช้วิธีการสอน โดยการบรรยาย และวิธีสอนโดยใช้การทดลอง

กิจกรรมการเรียนรู้

ชั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. ครูนำบัตรคำภาษาอังกฤษและภาษาไทยเป็นคำสำคัญของการเรียนวันนี้คิดไว้ที่กระดาน นักเรียนสะกดคำศัพท์ และอ่านออกเสียงคำในภาษาอังกฤษ พร้อมทั้งบอกความหมาย โดยครูช่วยอ่านออกเสียง

Gas

แก๊ส

2. ครูให้นักเรียนบอก นักเรียนบอกรวมว่ามีอะไรบ้างที่นักเรียนรู้จักที่มีสถานะแก๊ส นักเรียนคิดว่าแก๊สมีสมบัติอะไรบ้าง (นักเรียนอาจเปรียบเทียบกับสมบัติของแข็งและของเหลว) โดยครูแจกกระดาษโพสต์อิทให้นักเรียนทุกคนเขียนคำตอบและเขียนชื่อเล่นนำมาติดไว้บนกระดาน (ครูจับเวลา 3 นาที)

3. ครูสุ่มกระดาษโพสต์อิทของนักเรียน จับได้ไปไหนให้นักเรียนออกมาอ่านคำตอบของตัวเอง (ครูยังไม่เฉลยคำตอบ)

ขั้นสอน

ผู้สอนบรรยาย (พูด บอก เล่า อธิบาย) เนื้อหาสาระที่ต้องการให้นักเรียนได้เรียนรู้

4. ครูอธิบายว่าเราจะเรียนรู้เกี่ยวกับสมบัติแก๊ส จากการสังเกตมวล การต้องการที่อยู่ รูปร่างและปริมาตรเช่นเดียวกับสมบัติของแข็งและสมบัติของเหลว ซึ่งเราจะเรียนรู้ไปพร้อม ๆ กับ ทำโหนดนมสด

ครูและนักเรียนร่วมกันกำหนดปัญหาและสมมติฐานในการทดลอง

5. ครูและนักเรียนร่วมกันกำหนดสมมติฐานในการทดลอง ดังนี้

- สถานะของแก๊สมีรูปร่างเป็นอย่างไร (สมมติฐานข้อ 1)
- สถานะของแก๊สมีมวลหรือไม่ (สมมติฐานข้อ 2)
- สถานะของแก๊สต้องการที่อยู่หรือไม่ (สมมติฐานข้อ 3)
- สถานะของแก๊สมีปริมาตรเป็นอย่างไร (สมมติฐานข้อ 4)

6. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสืบค้นการทำโหนดนมสดจากยูทูป โดยครูกำหนดคำค้นให้ คือ โหนดนมสด นักเรียนดูขั้นตอนการทำ ส่วนผสมต่าง ๆ พร้อมจดบันทึก

7. นักเรียนฝ่ายอุปกรณ์ไปรับส่วนผสม อุปกรณ์ที่ใช้จากครู และลงมือทำโหนดนมสด ตามที่ได้สืบค้นมา

ส่วนผสมหลักคือ 1) แป้งอเนกประสงค์ 500 g. 2) น้ำตาลทราย 120 g. 3) ยีสต์แห้ง 15 g. 4) น้ำ 100 ml. 5) นมสด 140 ml. 6) เกลือ 5 g. 7) ไข่ไก่ 2 ฟอง และ 8) เนยจืด 30 g.

8. นักเรียนสังเกตส่วนผสมที่ได้รับแล้วบอกได้หรือไม่ว่าการทำโหนดนั้นเกี่ยวข้องกับแก๊ส มีส่วนผสมตัวไหนที่นักเรียนสงสัยหรือไม่รู้จักบ้าง จากนั้นครูแจกใบความรู้ที่ 4 แก๊ส

9. นักเรียนเริ่มทำโหนด ขั้นแรกนำน้ำ 100 ml. ใส่ในแก้วน้ำทรงกระบอก แล้วใส่น้ำตาลทราย 120 g. ยีสต์แห้ง 15 g. ผสมให้เข้ากันจากนั้นพักทิ้งไว้ 10 นาที

ผู้สอนให้ความรู้ที่จำเป็นต่อการทดลอง ให้ขั้นตอน รายละเอียดในการทดลองแก่นักเรียน จากนั้นนักเรียนลงมือทดลอง บันทึกข้อมูลการทดลอง วิเคราะห์ และสรุปผลการทดลอง

10. ระหว่างที่พักส่วนผสมในข้อ 9 ครูถามนักเรียนคิดว่าแก๊สมีมวลหรือไม่ (นักเรียนตอบตามความเข้าใจ)

- จากสมมติฐานข้อที่ 1 แก๊สมีมวลหรือไม่ ครูอธิบายขั้นตอนในการทำการทดลองโดย เริ่มจากชั่งมวลของลูกโป่ง ยางรัดของ และเทปใส อ่านค่ามวลแล้วจดบันทึก จากนั้นนำลูกโป่งไป ครอบแก้วทรงกระบอกที่มีส่วนผสมของน้ำ ยีสต์แห้ง น้ำตาล ที่นักเรียนทำพักไว้ จากนั้นสังเกต ลูกโป่งจะพองโต จากนั้นมัดปากลูกโป่งด้วยยางรัดของ นำลูกโป่งที่ได้ติดเทปใสแล้วนำไปติดที่ งานเครื่องชั่ง แล้วชั่งมวลทั้งหมด อ่านค่ามวลแล้วจดบันทึก จากนั้นทำการหาค่ามวลของแก๊ส โดยการนำมวลของอากาศภายในลูกโป่ง ลูกโป่ง ยางรัดของ และเทปใส รวมกัน ลบกับมวลลูกโป่ง ยางรัดของ และเทปใสรวมกัน จะได้มวลของแก๊ส เช่น

มวลของอากาศภายในลูกโป่ง ลูกโป่ง ยางรัดของ และเทปใส = 3.6 กรัม

มวลลูกโป่ง ยางรัดของ และเทปใส = 3.4 กรัม

มวลอากาศภายในลูกโป่ง (แก๊ส) คือ $3.6 - 3.4 = 0.2$ กรัม

นักเรียนแต่ละกลุ่มลงมือทดลอง บันทึกผลการทดลอง และสรุปผลการทดลอง ซึ่งผลการทดลองที่ได้คือ แก๊สมีมวล

11. นักเรียนทำการร่อนแป้ง จากนั้นตอกไข่ลงในนมสดตีให้เข้ากัน แล้วนำลงไปในส่วนผสมของแป้ง ใส่ยีสต์ที่หมักไว้ เนยจืด เกลือ แล้วนำส่วนผสมทั้งหมดให้เข้ากัน แล้วพักแป้งทิ้งไว้ในอุณหภูมิห้อง ให้ยีสต์เจริญเติบโต จะทำให้ได้แป้งที่นุ่มและฟู ในระหว่างที่รอ

- ครูถามนักเรียนว่าแก๊สต้องการที่อยู่หรือไม่ (สมมติฐานข้อที่ 2) (นักเรียนตอบตามความเข้าใจ)

- ครูอธิบายขั้นตอนในการทำการทดลองโดยเตรียมน้ำใส่ในน้ำสีจนเต็ม เอียงแก้วลงในน้ำสี ให้น้ำสีเข้าไปจนเต็มแก้วโดยไม่มีฟองอากาศ จากนั้นคว่ำแก้วโดยปากแก้วอยู่ใต้ระดับน้ำสี นำถุงพลาสติกใสที่เก็บอากาศจากแป้งโคนัทที่พักไว้ใส่หลอดดูดแบบงอได้ในถุงพลาสติกรัดปากถุงให้แน่น เสียบปลายหลอดเข้าไปในแก้วที่ปิดไว้ แล้วบีบอากาศในถุงพลาสติกเข้าไปในแก้ว นักเรียนสังเกตว่าจะมีฟองอากาศจากถุงพลาสติกผุดเข้าไปในแก้ว และระดับน้ำในแก้วลดลง เนื่องจากอากาศในถุงเข้าไปอยู่ในแก้ว

นักเรียนแต่ละกลุ่มลงมือทดลองว่าแก๊สต้องการที่อยู่หรือไม่ตามขั้นตอนที่ครูอธิบาย บันทึกผลการทดลอง และสรุปผลการทดลอง ซึ่งผลการทดลองที่ได้คือ แก๊สต้องการที่อยู่

- ครูถามนักเรียนว่าแก๊สมีปริมาตรเป็นอย่างไร (สมมติฐานข้อที่ 3) (นักเรียนตอบตามความเข้าใจ)

- ครูอธิบายขั้นตอนในการทำการทดลองโดยเตรียมหลอดชนิดยาวแล้วดึงก้านหลอดชนิดยาวเพื่อดูอากาศเข้ามาประมาณกึ่งกลางหลอด และใช้นิ้วชี้อุดที่ปลายหลอด อ่านและบันทึกปริมาตรของอากาศ จากนั้นกดก้านหลอดชนิดยาวลงไปในน้ำจนกดต่อไปไม่ได้ อ่านค่าและบันทึกปริมาตรของอากาศ จากนั้นปล่อยก้านหลอดชนิดยาว อ่านค่าและบันทึกปริมาตรของอากาศ นักเรียนสังเกตและจะเห็นว่าปริมาตรของอากาศเปลี่ยนแปลงได้

นักเรียนแต่ละกลุ่มลงมือทดลองว่าแก๊สมีปริมาตรเป็นอย่างไร ตามขั้นตอนที่ครูอธิบาย บันทึกผลการทดลอง และสรุปผลการทดลอง ซึ่งผลการทดลองที่ได้คือ แก๊สมีปริมาตรคงไม่เปลี่ยนแปลงไปตามภาชนะที่บรรจุ

- ครูถามนักเรียนอีกว่ารูปร่างของแก๊สเป็นอย่างไร (สมมติฐานข้อที่ 4) (นักเรียนตอบตามความเข้าใจ)

- ครูอธิบายขั้นตอนในการทำการทดลองโดยนำปลายหลอดแข็งข้างหนึ่งเสียบเข้าที่ถุงมือยางและใช้ยางรัดของรัดให้แน่น นำปลายหลอดที่รัดกับถุงมือยางอีกข้างเสียบเข้าไปในลูกโป่งที่เป่าพองใช้ยางรัดของรัดให้แน่นโดยยังคงบีบปากลูกโป่งไว้ จากนั้นปล่อยมือที่บีบปากลูกโป่ง

บันทึกรูปร่างของอากาศในลูกโป่งและในถุงมือยาง (นักเรียนวาดภาพที่สังเกตเห็น) นักเรียนสังเกตและอธิบายว่าเมื่ออากาศอยู่ในลูกโป่งก็จะมีรูปร่างเหมือนลูกโป่ง และเมื่ออากาศเข้าไปอยู่ในถุงมือยาง รูปร่างก็จะเปลี่ยนรูปร่างเหมือนถุงมือยาง แสดงว่าอากาศเปลี่ยนรูปร่างตามภาชนะที่บรรจุ

นักเรียนแต่ละกลุ่มลงมือทดลองว่าแก๊สมีรูปร่างเป็นอย่างไร ตามขั้นตอนที่ครูอธิบาย บันทึกผลการทดลอง และสรุปผลการทดลอง ซึ่งผลการทดลองที่ได้คือ นักเรียนสรุปได้ว่าแก๊สมีรูปร่างคงไม่ที่ เปลี่ยนแปลงไปตามภาชนะที่บรรจุ

12. นักเรียนนำเบ๊งที่ขึ้นฟูแล้วมานวดอีกครั้งให้เบ๊งมีเนื้อเนียนและเหนียว จากนั้นแบ่งเบ๊งเป็นก้อน ๆ เท่า ๆ กัน แล้วทำให้เบ๊งมีรูตรงกลางและพักไว้เตรียมนำลงทอด

13. ในการทอดครูจะเป็นคนทอดให้นักเรียนเพื่อความปลอดภัยของนักเรียน

- ในระหว่างที่พักเบ๊งไว้เตรียมทอด ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกแบบภาชนะสำหรับใส่โดนัทไว้รับประทาน จากวัสดุที่ครูเตรียมไว้ ทำโดยให้วาดภาพร่างเป็นภาพ 2 มิติ พร้อมทั้งระบายสี จากนั้นลงมือทำตามที่ร่างไว้

ขั้นสรุป

ผู้สอนและนักเรียนอภิปรายผลการทดลอง และสรุปการเรียนรู้

15. นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอโดนัทพร้อมกับภาชนะที่ทำขึ้นเอง

16. ครูและนักเรียนตรวจสอบคำตอบของสมบัติของแก๊สกับกระดาษโพสตัดที่เขียนไว้ต้นชั่วโมง และสรุปความรู้เรื่องสมบัติแก๊ส ว่าแก๊สมีมวล ต้องการที่อยู่ มีปริมาตรและรูปร่างไม่คงที่ เปลี่ยนไปตามภาชนะที่บรรจุ

17. นักเรียนร่วมกันเปรียบเทียบสมบัติของสารทั้ง 3 สถานะ ว่าแตกต่าง หรือเหมือนกันหรือไม่ อย่างไร โดยมีครูคอยจดคำตอบลงบนกระดาน และคอยชี้แนะคำตอบ

สื่อและอุปกรณ์การเรียนรู้

- | | | |
|--|-----------------------|------------------|
| 1. วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ทำโดนัท ได้แก่ | 1.1 เบ๊งอเนกประสงค์ | 1.2 น้ำตาลทราย |
| 1.3 ยีสต์แห้ง | 1.4 น้ำเปล่า | 1.5 นมสด |
| 1.6 เกลือ | 1.7 ไข่ไก่ 2 ฟอง | |
| 1.8 เนยจืด | 1.9 น้ำมัน | 1.10 เตาไฟฟ้า |
| 1.11 กระทะ | 1.12 เครื่องชั่ง | |
| 1.13 ที่ตวงส่วนผสม | 1.14 แก้วน้ำทรงกระบอก | 1.15 ที่ร่อนเบ๊ง |
| 1.16 ภาชนะใส่ส่วนผสมของโดนัท | | |

2. วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ทดลองสมบัติของแก๊ส ได้แก่ 2.1 เครื่องชั่ง 2.2 ลูกโป่ง
 2.3 ขางรัดของ 2.4 เทปใส 2.5 อ่างน้ำ 2.6 น้ำสี 2.7 แก้ว
 2.8 ถุงพลาสติก 2.9 หลอดดูดแบบงอได้ 2.10 หลอดชนิดยา
 2.11 ถุงมือยาง
3. วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ออกแบบและสร้างบรรจุภัณฑ์ ได้แก่ 3.1 ดินสอ 3.2 ขางลบ
 3.3 ขวดพลาสติก 3.4 กระดาษสีแบบต่าง ๆ 3.5 กระดาษ 100 ปอนด์
 3.6 จานกระดาษ 3.7 ไม้ไอติม 3.8 สีไม้ 3.9 ถุงพลาสติก
4. คอมพิวเตอร์ที่เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต
5. ใบความรู้ที่ 4 แก๊ส
6. บัตรคำ และกระดาษโพสต์อิท

การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือวัดผล	เกณฑ์
1. ด้านความรู้ (K) 1.1 อธิบายสมบัติของสถานะแก๊สจากการสังเกตมวล การต้องการที่อยู่ รูปร่าง และปริมาตรได้	- ตรวจสอบคำตอบในกิจกรรม	- การสังเกตการตอบคำถาม	- ตอบคำถามได้ถูกต้องตรงประเด็นครบองค์ประกอบทั้งหมด
1.2 เปรียบเทียบสมบัติของ	- ตรวจสอบคำตอบใน	- การสังเกตการ	- ตอบคำถามได้

สสารทั้ง 3 สถานะ จากการสังเกตมวล การต้องการที่อยู่ รูปร่าง และปริมาตรได้	กิจกรรม	ตอบคำถาม	ถูกต้องตรงประเด็น ครบองค์ประกอบ ทั้งหมด
2. ด้านทักษะกระบวนการ (P) 2.1 ทักษะการคิด (ความคิดสร้างสรรค์)	ประเมินจากสร้าง บรรจุภัณฑ์ (ภาษา ใส่โดนัทนมสด)	แบบสังเกต ความคิด สร้างสรรค์	ได้คะแนนการคิด สร้างสรรค์ระดับ ผ่านขึ้นไป
3. ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A) 3.1 ตั้งใจเรียน มีความเพียรพยายาม และเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ต่าง ๆ 3.2 มีความตั้งใจและรับผิดชอบในการปฏิบัติหน้าที่	สังเกตพฤติกรรมตามคุณลักษณะอันพึงประสงค์	แบบสังเกต พฤติกรรมตามคุณลักษณะอันพึงประสงค์	ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 50

บันทึกหลังการสอน

ผลการเรียนรู้

.....

.....

.....

ปัญหา/อุปสรรค

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

.....

.....

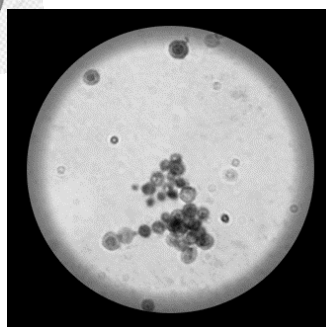
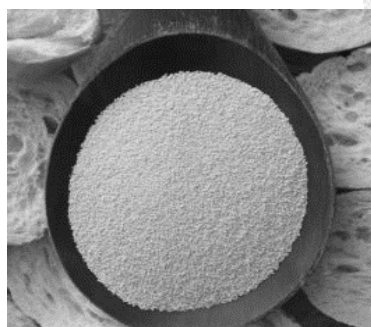
.....

ลงชื่อ.....

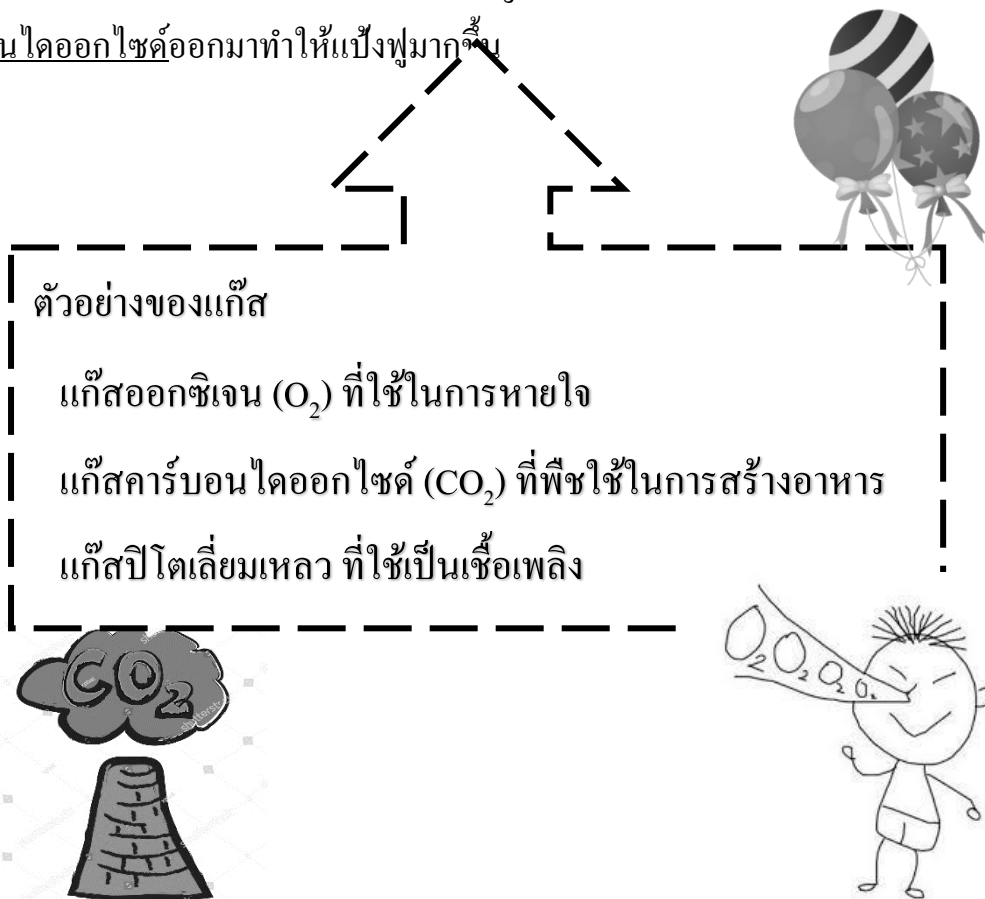
(.....)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.

ใบความรู้ที่ 4 แก๊ส



ยีสต์ เป็นกลุ่มราชนิดหนึ่งที่มีขนาดเล็ก ซึ่งราก็เป็นสิ่งมีชีวิตที่ต้องการอาหาร น้ำ และอากาศในการดำรงชีวิต เมื่อนำยีสต์ใส่ลงไป ในแป้งของโดนัท ที่มีทั้งแป้ง น้ำ นม น้ำตาลที่เป็นอาหารของยีสต์ ยีสต์ก็จะมีการเจริญเติบโต ทำให้สร้างแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ออกมาทำให้แป้งฟูมากขึ้น



แบบสังเกตความคิดสร้างสรรค์

ชื่อกลุ่ม	ความคิดริเริ่ม				ความคิดคล่องแคล่ว				ความคิดยืดหยุ่น			
	4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1
1.												
2.												
3.												
4.												
5.												



ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นางสาวมัทยา บัวผัน)

เกณฑ์การให้คะแนน

ดีมาก	ให้ 4 คะแนน
ดี	ให้ 3 คะแนน
พอใช้	ให้ 2 คะแนน
ปรับปรุง	ให้ 1 คะแนน

เกณฑ์การประเมินความคิดสร้างสรรค์

เกณฑ์การผ่านร้อยละ 70

10 – 12	คะแนน หมายถึง	ดีมาก
7 – 9	คะแนน หมายถึง	ผ่าน
4 – 6	คะแนน หมายถึง	ต้องปรับปรุง

เกณฑ์การประเมินความคิดสร้างสรรค์

ประเด็นการประเมิน	ระดับคุณภาพ			
	4 (ดีมาก)	3 (ดี)	2 (พอใช้)	1 (ปรับปรุง)
ความคิดริเริ่ม	พัฒนาชิ้นงานหรือวิธีการเพื่อแก้ปัญหาด้วยความคิดที่แปลกใหม่ เหมาะสม	พัฒนาชิ้นงานหรือวิธีการเพื่อแก้ปัญหาด้วยความคิดที่แปลกใหม่	พัฒนาชิ้นงานหรือวิธีการเพื่อแก้ปัญหาด้วยการผสมผสานและดัดแปลงจาก	พัฒนาชิ้นงานหรือวิธีการเพื่อแก้ปัญหาโดยไม่มีความคิดแปลกใหม่

	ต่อการใช้งานจริง		ความคิดเดิม	
ความคิด คล่องแคล่ว	มีการคิดหา วิธีการแก้ปัญหา ได้มากกว่า 2 วิธี ในเวลาที่กำหนด	มีการคิดหา วิธีการแก้ปัญหา ได้ 2 วิธี ในเวลา ที่กำหนด	มีการคิดหา วิธีการแก้ปัญหา ได้เพียง 1 วิธี ใน เวลาที่กำหนด	ไม่สามารถคิดหา วิธีการแก้ปัญหา ได้ในเวลาที่ กำหนด
ความคิดยืดหยุ่น	มีการคิดหา วิธีการแก้ปัญหา โดยดัดแปลงสิ่งที่ มีอยู่ หรือนำสิ่ง อื่นมาทดแทนสิ่ง ที่ขาดได้อย่าง หลากหลาย	มีการคิดหา วิธีการแก้ปัญหา โดยดัดแปลงสิ่งที่ มีอยู่ หรือนำสิ่ง อื่นมาทดแทนสิ่ง ที่ขาดได้	มีการคิดหา วิธีการแก้ปัญหา โดยดัดแปลงสิ่งที่ มีอยู่ หรือนำสิ่ง อื่นมาทดแทนสิ่ง ที่ขาดได้แต่ยังไม่ เหมาะสมกับงาน	ไม่สามารถคิดหา วิธีการแก้ปัญหา โดยดัดแปลงสิ่งที่ มีอยู่ หรือนำสิ่ง อื่นมาทดแทนสิ่ง ที่ขาดได้

แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 สมบัติทางกายภาพและสถานะของสาร

คำชี้แจง ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

- การนำเพชรมาตัดกระจก เกี่ยวข้องกับสมบัติของวัสดุข้อใด
 - ความแข็ง
 - การนำความร้อน
 - สภาพยืดหยุ่น
 - การนำไฟฟ้า
- ข้อใดเป็นการทดสอบความแข็งของวัสดุถูกต้องที่สุด
 - นำวัสดุไปตี
 - นำวัสดุไปขูดขีดกัน

- ค. นำวัสดุไปลงไฟ ง. นำวัสดุไปตรวจการแผ่รังสี
3. วัสดุในข้อใดมีความยืดหยุ่นมากที่สุด
- ก. แผ่นยาง ข. แผ่นเหล็ก
- ค. แผ่นไม้ ง. แผ่นโลหะ
4. วัสดุใดเมื่อถูกแรงกระทำรูปร่างจะเปลี่ยนไป แต่เมื่อหยุดออกแรงกระทำจะกลับคืนสู่สภาพเดิม
- ก. ผ้า ข. เชือกฟาง
- ค. อลูมิเนียม ง. ฟองน้ำ
5. ฉนวนความร้อนหมายถึงข้อใด
- ก. วัตถุที่นำความร้อนได้ดี ข. วัตถุที่นำความร้อนได้ปานกลาง
- ค. วัตถุที่นำความร้อนได้น้อยมาก ง. วัตถุที่ยอมให้ความร้อนไหลผ่านได้
6. ถ้าเราใช้ทัพพีที่ทำจากโลหะคนแกงที่กำลังเดือด จะรู้สึกร้อนมือเพราะเหตุใด
- ก. มืออยู่ใกล้เตาไฟเกินไป ข. ทัพพีนำความร้อนมาสู่มือ
- ค. น้ำแกงที่กำลังเดือดกระเด็นสู่มือ ง. ไอร้อนจากแกงลอยขึ้นมาสู่มือ
7. วัตถุในข้อใดมีสมบัติการนำไฟฟ้า
- ก. หนังสือ ข. ลูกบอล
- ค. ตะปู ง. ยาง
8. การต่อวงจรไฟฟ้า ถ้าต้องการให้หลอดไฟสว่าง ควรใช้วัสดุใดเชื่อมในวงจร
- ก. ขางลบ ข. แท่งแก้ว
- ค. แผ่นกระดาษ ง. เหล็ก
9. สิ่งของในข้อใดใช้ประโยชน์จากสมบัติการนำความร้อนของวัสดุ
- ก. ภาชนะหุงต้ม ข. ของเล่นเด็ก
- ค. เครื่องนอน ง. ของตกแต่งบ้าน
10. ใครสามารถนำสมบัติทางกายภาพของวัสดุไปใช้ประโยชน์ได้เหมาะสมที่สุด
- ก. มานีนำไม้ไปทำด้ามจับของทัพพี ข. นาคีนนำโลหะไปทำของเล่นเด็ก
- ค. นาทินำยางไปทำภาชนะหุงต้ม ง. มานีนำแก้วไปทำค้อน
11. ข้อความใดไม่ใช่สมบัติของแข็ง
- ก. ปริมาตรคงที่ ข. ต้องการที่อยู่
- ค. มีมวล ง. มีรูปร่างเปลี่ยนไปตามภาชนะที่บรรจุ
12. ตาราง สมบัติบางประการของสารชนิดต่าง ๆ

เฉลยแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4
หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 สมบัติทางกายภาพและสถานะของสสาร

เฉลย

- | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1. ก | 2. ข | 3. ก | 4. ง | 5. ค |
| 6. ข | 7. ค | 8. ง | 9. ก | 10. ก |
| 11. ง | 12. ก | 13. ค | 14. ง | 15. ง |
| 16. ค | 17. ก | 18. ข | 19. ข | 20. ค |

แบบวัดความคิดสร้างสรรค์

คำชี้แจง

- แบบวัดความคิดสร้างสรรค์นี้จะวัดระดับความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน ให้ครอบคลุมความสามารถทางความคิดทั้ง 3 ด้าน คือ ด้านความคิดริเริ่ม ความคิดคล่องแคล่ว และความคิดยืดหยุ่น
- แบบวัดความคิดสร้างสรรค์นี้ ประกอบด้วยกิจกรรม 3 กิจกรรม ใช้เวลาทั้งหมด 30 นาที ดังนี้
 - กิจกรรมที่ 1 การวาดภาพ (10 นาที)

ชื่อผู้ทดสอบ.....ชั้น.....

กิจกรรมที่ 1 การวาดภาพ (เวลา 10 นาที)

คำชี้แจง กิจกรรมที่ 1 กิจกรรมการวาดภาพ โดยนำสติ๊กเกอร์รูปคล้ายถ้วยที่แจกให้ 1 แผ่น ตัดลงบนกระดาษแผ่นนี้ในลักษณะใดก็ได้ เมื่อตัดเสร็จเรียบร้อยแล้วให้วาดภาพต่อเติม พร้อมตกแต่งเพิ่มรายละเอียด เพื่อให้เป็นภาพที่น่าสนใจที่สุด น่าตื่นเต้น แปลกใหม่ และแตกต่างจากคนอื่นให้มากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ แล้วให้ตั้งชื่อภาพให้เป็นชื่อที่แปลกที่สุดแล้วเขียนไว้ใต้ภาพดังกล่าว

ชื่อภาพ.....

กิจกรรมที่ 2 การต่อเติมภาพให้สมบูรณ์ (เวลา 10 นาที)

คำชี้แจง กิจกรรมที่ 2 การต่อเติมภาพจากเส้นที่กำหนดให้สมบูรณ์ จำนวน 10 ภาพ โดยให้เส้นที่กำหนดเป็นส่วนหนึ่งของภาพ ให้ต่อเติมเส้นเป็นรูปอะไรก็ได้ให้สมบูรณ์ เป็นภาพที่แปลกและแตกต่างจากคนอื่น เพื่อให้ภาพน่าสนใจ น่าคิดค้น และสมบูรณ์มากที่สุด แล้วตั้งชื่อภาพให้เป็นชื่อที่แปลก ๆ เขียนไว้ใต้ภาพด้วย





ชื่อภาพ..... ชื่อภาพ..... ชื่อภาพ.....

--	--	--

ชื่อภาพ..... ชื่อภาพ..... ชื่อภาพ.....

--	--	--

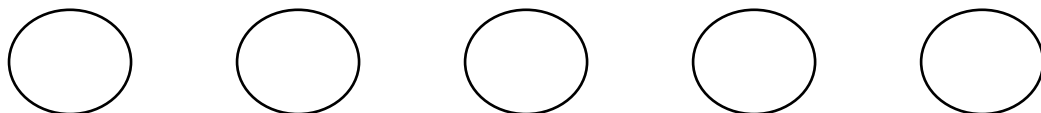
ชื่อภาพ..... ชื่อภาพ..... ชื่อภาพ.....

--

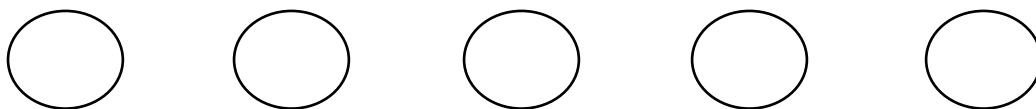
ชื่อภาพ.....

กิจกรรมที่ 3 การต่อเติมภาพจากวงกลม (เวลา 10 นาที)

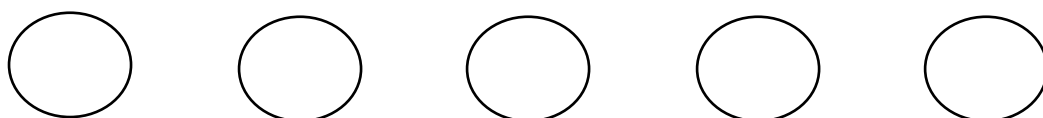
คำชี้แจง กิจกรรมที่ 3 การต่อเติมภาพจากวงกลม จำนวน 20 รูป ให้นักเรียนวาดภาพอะไรก็ได้ โดยใช้วงกลมเป็นส่วนประกอบสำคัญของภาพ แต่ละภาพที่วาดนั้นจะต่อเติมวงกลมให้เป็นภาพแต่ละภาพ หรือจะต่อเติมวงกลมหลาย ๆ ภาพเข้าด้วยกันก็ได้ ให้เป็นภาพที่มีความแปลกและแตกต่างไม่ซ้ำกัน มีความน่าสนใจ และไม่เหมือนกับคนอื่น ๆ พร้อมทั้งชื่อภาพแต่ละภาพไว้ได้ภาพ



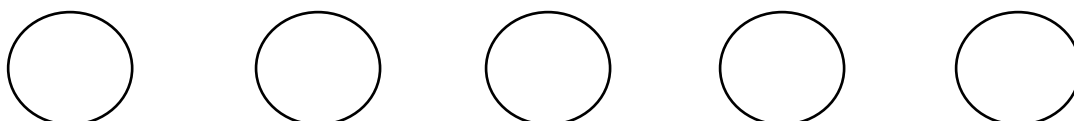
1..... 2..... 3..... 4..... 5.....



6..... 7..... 8..... 9..... 10.....



11..... 12..... 13..... 14..... 15.....



16..... 17..... 18..... 19..... 20.....



ขอบคุณที่ให้ความร่วมมือ

แบบวัดเจตคติต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม

คำชี้แจง

1. แบบวัดฉบับนี้สร้างขึ้นเพื่อสอบถามเจตคติของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม

2. ข้อมูลที่ได้จากนักเรียนจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการวิจัย เพื่อนำไปพัฒนาคุณภาพการจัดการเรียนการสอนต่อไป คำตอบของนักเรียนจะถือเป็นความลับ และจะไม่ส่งผลกระทบต่อคะแนนประการใด ขอให้นักเรียนตอบคำถามทุกข้อ และให้ตรงกับความเป็นจริงมากที่สุด

3. ให้นักเรียนอ่านข้อความแล้วทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับความคิดเห็นของแต่ละข้อความ เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (rating scale) 5 ระดับ คือ 5 4 3 2 1 ตามลำดับ

โดยมีความหมายของเจตคติต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม หมายถึง ความรู้สึกและการแสดงออกของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม หลังได้รับประสบการณ์จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม แล้วทำให้เกิดความรู้สึก หรือเกิดการแสดงพฤติกรรมตอบสนองต่อกิจกรรม

และระดับเจตคติ มีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

5 หมายถึง	ระดับมากที่สุด
4 หมายถึง	ระดับมาก
3 หมายถึง	ระดับปานกลาง
2 หมายถึง	ระดับน้อย
1 หมายถึง	ระดับน้อยที่สุด

แบบวัดเจตคติต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม

ข้อความ	ระดับเจตคติ				
	5	4	3	2	1
1. ข้าพเจ้ารู้สึกสนุกและตื่นเต้นทุกครั้งที่ได้ร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ STEAM					
2. ข้าพเจ้าชอบเรียนในกิจกรรมการเรียนรู้ STEAM เพราะมีความ น่าสนใจและเข้าใจง่าย					
3. กิจกรรมการเรียนรู้ STEAM ส่งเสริมให้ข้าพเจ้าได้พัฒนาทักษะ ความคิดสร้างสรรค์					