



การพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
5 ขั้น ร่วมกับความรู้อื่นในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี

วิทยานิพนธ์

ของ

อนุชิต ศรีสุนาครีว

เสนอต่อมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตร
ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์

พฤษภาคม 2566

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

การพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
5 ขั้น ร่วมกับความรู้อื่นในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี

วิทยานิพนธ์

ของ

อนุชิต ศรีสุนาครวั

เสนอต่อมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตร
ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์

พฤษภาคม 2566

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

DEVELOPMENT OF SCIENTIFIC LITERACY OF MATHAYOMSUKSA 3
STUDENTS ON THE TOPIC OF DAILY MATERIALS IN EVERYDAY LIFE
USING INQUIRY MODEL (5E) COMBINED WITH TPACK

BY
ANUCHIT SRISUNAKRUA

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

May 2023

All Rights Reserved by Sakon Nakhon Rajabhat University




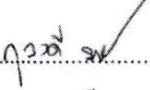
ใบรับรองวิทยานิพนธ์
มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์

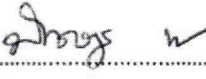
ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์ การพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี

ชื่อผู้ทำวิทยานิพนธ์ อนุชิต ศรีสุนาคร้ว

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


 ประธานกรรมการสอบ กรรมการสอบและ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิทักษ์ วงษ์ชาลี) (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรุณรัตน์ คำแหงพล) ประธานที่ปรึกษา
วิทยานิพนธ์

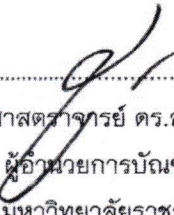
 กรรมการสอบ กรรมการสอบและ
(ดร.กุลวดี สุวรรณไตรย์) แต่งตั้งเพิ่มเติม (รองศาสตราจารย์อนันต์ ปานศุภวัชร) กรรมการที่ปรึกษา
วิทยานิพนธ์

 กรรมการสอบ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิเชษฐ เทeparung) ผู้ทรงคุณวุฒิ

คณะกรรมการบริหารหลักสูตรรับรองแล้ว

บัณฑิตวิทยาลัยรับรองแล้ว


.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรุณรัตน์ คำแหงพล)
ประธานหลักสูตร
มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร


.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุศักดิ์ แสนทวีสุข)
ผู้อำนวยการบัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

เมื่อวันที่ 31 เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2566
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

ประกาศคุณูปการ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ดี ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลือ เป็นอย่างดีจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรุณรัตน์ คำแห่งพล ประธานกรรมการที่ปรึกษา วิทยานิพนธ์ และรองศาสตราจารย์อนันต์ ปานศุภวัชร กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาแนะนำ เสนอแนะ และตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่ตลอดมา ตั้งแต่เริ่มต้นจนสำเร็จเรียบร้อย ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง และขอกราบ ขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านที่ให้การช่วยเหลือในการทำวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างดี

ขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธราเทพ เตมีรักษ์ อาจารย์ประจำสาขาวิชา การศึกษาปฐมวัย คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ดร.กฤตภาส วงศ์มา อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร นางวัชรียา พรหมพันธ์ ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยี โรงเรียนธาดานารายณ์วิทยา ที่กรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบและแก้ไข เครื่องมือต่าง ๆ ในการวิจัยครั้งนี้ ตลอดจนจนให้คำแนะนำ ข้อคิดที่เป็นประโยชน์ต่อผู้วิจัย และการวิจัย

ขอขอบคุณ นางสาวสุภาพร จันทร์โลมา ผู้อำนวยการโรงเรียนมารีย์พิทักษ์ สว่างแดนดิน ที่อนุญาตให้ใช้นักเรียนเป็นกลุ่มตัวอย่างในการหาคุณภาพเครื่องมือตลอดจน ทดลองเก็บข้อมูลเพื่อใช้ในการวิจัย และขอขอบคุณนักเรียนและผู้ปกครองของนักเรียนทุกคน ที่ มีส่วนร่วมในการวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างดี

และที่สำคัญที่สุด ขอขอบพระคุณบิดา มารดา และสมาชิกในครอบครัวทุกคน ที่ให้การสนับสนุนและช่วยเหลือในด้านต่าง ๆ คอยดูแลและให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยตลอดมา

คุณค่าและประโยชน์จากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบแต่บิดา มารดาของ ผู้วิจัย และบูรพาจารย์ทุกท่าน ที่ได้อบรมสั่งสอนจนผู้วิจัยสามารถดำรงตนและบรรลุผล สำเร็จในปัจจุบัน

อนุชิต ศรีสุนาครวั

ชื่อเรื่อง	การพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี
ผู้วิจัย	อนุชิต ศรีสุนาครวั
กรรมการที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรุณรัตน์ คำแห่งพล รองศาสตราจารย์อนันต์ ปานศุภวัชร
ปริญญา	ค.ม. (การสอนวิทยาศาสตร์)
สถาบัน	มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
ปีที่พิมพ์	2566

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อ 1) สร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 2) เปรียบเทียบความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน 3) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน และ 4) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 22 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่มโดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี 2) แบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และ 4) แบบสอบถามความพึงพอใจ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สถิติทดสอบค่าที่แบบกลุ่มที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน

ผลการวิจัยพบว่า

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน ของนักเรียนชั้น

มัธยมศึกษาปีที่ 3 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 76.50/76.59 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 75/75 ที่กำหนดไว้

2. ความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน มีค่าเฉลี่ยอยู่ระดับมาก ($\bar{X} = 4.28$)

คำสำคัญ: ความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ การจัดการเรียนรู้ แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี

TITLE	Development of Scientific Literacy of Mathayomsuksa 3 Students on the Topic of Daily Materials in Everyday Life Using Inquiry Model (5E) Combined with TPACK
AUTHOR	Anuchit Srisunakrua
ADVISORS	Asst. Prof. Dr.Arunrat Khamhaengpol Assoc. Prof.Anun Pansuppawat
DEGREE	M.Ed. (Science Teaching)
INSTITUTION	Sakon Nakhon Rajabhat University
YEAR	2023

ABSTRACT

The purposes of this research were to 1) create lesson plans based on inquiry model (5E) combined with TPACK for Mathayomsuksa 3 on the topic of daily materials in everyday life to meet the efficiency criteria of 75/75, 2) compare scientific literacy before and after the intervention, 3) compare the learning achievement before and after intervention, and 4) investigate the student satisfaction toward the lesson plans based on inquiry model (5E) combined with TPACK. The sample consisted of 22 Mathayomsuksa 3 students, obtained from cluster random sampling using the classroom as a random unit. The research tools were 1) lesson plans based on inquiry model (5E) combined with TPACK, 2) a science literacy test, 3) a learning achievement test, and 4) a satisfaction questionnaire. Statistics for data analysis were percentage, mean, standard deviation, and t-test for Dependent Samples.

The findings were as follows.

1. The efficiency of the lesson plans based on inquiry model (5E) combined with TPACK on the topic of daily materials in everyday life for Mathayomsuksa 3 students was 76.50/76.59, which met the defined criteria of 75/75.

2. The science literacy of Mathayomsuksa 3 students after the intervention was higher than that of before at the .01 level of significance.

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

4. The satisfaction of Mathayomsuksa 3 students toward the inquiry model (5E) combined with TPACK learning management on the topic of daily materials in everyday life was at the high level ($\bar{X} = 4.28$).

Keywords: Scientific Literacy, Learning Management, Inquiry Model (5E), TPACK

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ	1
ภูมิหลัง	1
คำถามของการวิจัย	5
ความมุ่งหมายของการวิจัย	5
สมมติฐานของการวิจัย	6
ความสำคัญของการวิจัย	7
ขอบเขตของการวิจัย	7
กรอบแนวคิดของการวิจัย	9
นิยามศัพท์เฉพาะ	10
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	15
หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560)	17
วิสัยทัศน์	17
หลักการ	17
จุดมุ่งหมาย	18
สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน	18
คุณลักษณะอันพึงประสงค์	19
ความสำคัญของวิทยาศาสตร์	20
เป้าหมายการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.....	20
สาระและมาตรฐานการเรียนรู้.....	21
คุณภาพผู้เรียน	23
ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน.....	25
การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น.....	26

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น.....	26
ความเป็นมา แนวคิด และทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	28
ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น.....	28
ประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น.....	32
ความรู้ในเนื้อหาพจนานุกรมและเทคโนโลยี (TPACK)	34
ความหมายของ TPACK.....	34
แนวคิด ที่มา และองค์ประกอบของ TPACK.....	35
การวัดและประเมินผล TPACK.....	41
การเปรียบเทียบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น กับการ จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น ร่วมกับ TPACK	42
โปรแกรมประเมินสมรรถนะนักเรียนมาตรฐานสากล (Programme for International Student Assessment หรือ PISA.....	43
ความหมายของ PISA.....	43
ที่มาและความสำคัญของ PISA.....	44
สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ตามแนวทางการประเมินของ PISA.....	46
ความสามารถทางวิทยาศาสตร์ตามแนวทางของ PISA.....	47
การจัดการเรียนการสอนที่เน้นสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์.....	51
ความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์.....	54
ความหมายของความฉลาดรู้.....	54
ความหมายของความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์.....	54
กรอบการประเมินความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์.....	55
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	65
ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	65
ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	66

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	67
ลักษณะของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ดี.....	69
การวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	70
ประสิทธิภาพของเครื่องมือวิจัย.....	71
ความหมายของประสิทธิภาพของเครื่องมือวิจัย.....	71
การหาประสิทธิภาพของเครื่องมือวิจัย.....	72
ความพึงพอใจ.....	73
ความหมายของความพึงพอใจ.....	73
ความสำคัญของความพึงพอใจ.....	74
การสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจ.....	74
การแปลความหมายคะแนนและการกำหนดระดับความพึงพอใจ.....	75
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	76
งานวิจัยในประเทศ.....	76
งานวิจัยต่างประเทศ.....	78
3 วิธีดำเนินการวิจัย	83
ประชากร และกลุ่มตัวอย่าง.....	83
แบบแผนการวิจัย.....	84
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	84
การสร้างและหาคูณภาพเครื่องมือ.....	85
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	98
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	99
สถิติที่ใช้ในการวิจัย.....	100

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	105
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	105
ลำดับชั้นในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	106
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	107
5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	129
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	129
สมมติฐานของการวิจัย.....	130
ประชากร และกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย.....	130
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	131
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	131
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	132
สรุปผลการวิจัย.....	134
อภิปรายผลการวิจัย.....	135
ข้อเสนอแนะ.....	140
บรรณานุกรม.....	141
ภาคผนวก	157
ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือการวิจัย หนังสือเชิญ ผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือการวิจัย หนังสือรับรอง จริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ หนังสือขอความอนุเคราะห์ ทดลองใช้เครื่องมือการวิจัย หนังสือขอความอนุเคราะห์ เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อวิจัย.....	159

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
ภาคผนวก ข ผลการประเมินและวิเคราะห์เครื่องมือวิจัย.....	169
ภาคผนวก ค ผลการประเมินและวิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือที่ใช้ใน การวิจัย.....	189
ภาคผนวก ง ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น ร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและ เทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง วัสดุใน ชีวิตประจำวัน.....	203
ภาคผนวก จ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	317
ประวัติย่อของผู้วิจัย.....	373

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้แกนกลาง ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.....	25
2 ความรู้ 7 ประเภทในกรอบความคิด ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอน และเทคโนโลยี.....	40
3 ตารางการเปรียบเทียบระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น และการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น ร่วมกับ ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี.....	42
4 ความสามารถทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน 7 ระดับ.....	48
5 การเปรียบเทียบการประเมินผลแบบเดิมและการประเมิน ความรู้จริง.....	57
6 แบบแผนของการวิจัยแบบกลุ่มเดียววัดผลก่อนและหลังการทดลอง (One Group Pre-Test and Post-Test Design).....	84
7 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของมาตรฐาน ว 2.1 ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ สมรรถนะ PISA ความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ กิจกรรมการเรียนรู้ ภาระงาน/ชิ้นงาน และการวัดผลประเมินผล ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	86
8 เวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้.....	90
9 ผลการหาค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) ของแผนการจัดการเรียนรู้ แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น ร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอน และเทคโนโลยี เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3...	108
10 ตาราง 10 การวิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) ของการ จัดการเรียนรู้โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น ร่วมกับ TPACK ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.....	109

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
11 ผลการวิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้ (E ₁ /E ₂) โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวันของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.....	110
12 ผลการเปรียบเทียบความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่เกิดจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน	111
13 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี.....	113
14 ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน.....	115
15 ผลการประเมินความสอดคล้องของแผนการเรียนรู้กับจุดประสงค์ของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยีชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน.....	171
16 ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องของคุณภาพแผนจัดการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยีชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน.....	174
17 ผลการวิเคราะห์ดัชนีความสอดคล้องเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3..	179
18 ผลการวิเคราะห์ดัชนีความสอดคล้องเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.....	181

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
19 ผลการวิเคราะห์ระดับค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 40 ข้อ.....	182
20 วิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 15 ข้อ.....	184
21 วิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้นิพนธ์เนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน จำนวน 20 ข้อ.....	185
22 ผลการวิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพของแผนการเรียนรู้กับจุดประสงค์ของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้นิพนธ์เนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยีชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน.....	191
23 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนแบบทดสอบวัดการผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.....	193
24 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สมรรถนะ A: การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์.....	194
25 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สมรรถนะ B: การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์.....	195

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
26 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ทาง วิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สมรรถนะ C: การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิง วิทยาศาสตร์.....	196
27 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าคะแนนแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ทาง วิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนกับระดับมาตรฐานวัดความฉลาดรู้ 7 ระดับ ของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.....	197
28 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ทาง วิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.....	198
29 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อการ จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้ในเนื้อหา พจนานุกรมและเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง วัสดุใน ชีวิตประจำวัน.....	199

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	9
2 องค์ประกอบ TPACK.....	39
3 ความสัมพันธ์ระหว่างคำถามกับความสามารถของผู้เรียนบนมาตรฐานวัด เดียวกัน.....	47
4 กรอบการประเมินความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์.....	56
5 กรอบแนวคิดเกี่ยวกับสมรรถนะ.....	62
6 กราฟแสดงการเปรียบเทียบความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน หลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.....	112
7 กราฟแสดงการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียน หลังเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.....	114
8 ใบกิจกรรม A1 นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายที่ สมเหตุสมผล.....	118
9 ใบกิจกรรม A2 ระบุ ใช้ และสร้างแบบจำลองและตัวแทนเชิงอธิบาย.....	119
10 ใบกิจกรรม A3 พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้ความ เป็นเหตุเป็นผล.....	119
11 ใบกิจกรรม A1, A2, และ A4 เสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการอธิบาย.....	120
12 ใบกิจกรรม A5 อธิบายถึงศักยภาพของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่นำไปใช้ เพื่อสังคม.....	120
13 ใบกิจกรรม B1 ระบุประเด็นปัญหาที่ต้องการสำรวจตรวจสอบจาก การศึกษาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้, ใบกิจกรรม B2 แยกแยะได้ว่า ประเด็นคำถามหรือปัญหาใดสามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทาง วิทยาศาสตร์, ใบกิจกรรม B3 เสนอวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทาง วิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้.....	121

บัญชีภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ	หน้า
14 ใบกิจกรรม B4 ประเมินวิธีการสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้.....	122
15 ใบกิจกรรม B5 บรรยายและประเมินวิธีการต่าง ๆ ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการยืนยันความน่าเชื่อถือของข้อมูลและความเป็นกลางและการสรุปอ้างอิงจากคำอธิบาย.....	122
16 ใบกิจกรรม C1 แปลงข้อมูลที่น่าเสนอในรูปแบบหนึ่งไปสู่รูปแบบอื่น.....	123
17 ใบกิจกรรม C2 วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์และลงข้อสรุป.....	123
18 ใบกิจกรรม C3 ระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยาน และเหตุผลในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์.....	124
19 ใบกิจกรรม C4 แยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ กับที่มาจากการพิจารณาจากสิ่งอื่น.....	124
20 ใบกิจกรรม C5 ประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และประจักษ์พยานจากแหล่งที่มาที่หลากหลาย (เช่น หนังสือพิมพ์ อินเทอร์เน็ต และวารสาร)....	125
21 การทำแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียน.....	125
22 การจัดการเรียนการสอน “ครูนำเข้าสู่บทเรียน”.....	126
23 แบ่งกลุ่มทำกิจกรรมการหาข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์.....	126
24 การจัดการเรียนรู้ด้วย TPACK ในการสืบค้นข้อมูล.....	127
25 นักเรียนทำใบงานตามแผนจัดการเรียนรู้.....	127
26 นักเรียนทำแบบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์หลังเรียน.....	128

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

ปัจจุบันโลกมีการเปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็วในทุกมิติ และเป็นไปในทิศทางที่หลายคนอาจคาดไม่ถึง ซึ่งเกิดจากหลายเหตุผล โดยเฉพาะความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นส่งผลกระทบต่อวิถีชีวิต เศรษฐกิจ สังคม การเมือง และวัฒนธรรม รวมถึงส่งผลกระทบต่อการจัดการศึกษา ผู้เรียนสามารถเข้าถึงเนื้อหาและข้อมูลได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว การเรียนรู้เนื้อหาจากครูจึงมีความจำเป็นน้อยลง แต่สิ่งที่ผู้เรียนต้องการมากขึ้นคือการพัฒนา “ทักษะกระบวนการ” ที่จำเป็นต้องนำความรู้ที่มีไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์แก่ชีวิตของตนเองได้ (สำนักมาตรฐานการศึกษาและพัฒนาการเรียนรู้, 2562, หน้า 1) ดังนั้น นำมาสู่การปรับปรุงหลักสูตรแกนกลาง พุทธศักราช 2551 โดยได้ปรับปรุงมาตรฐานและตัวชี้วัดของรายวิชา คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และภูมิศาสตร์ ในกลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม เมื่อปีพุทธศักราช 2560 เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ที่เป็นสากล เทียบเท่านานาชาติ ปรับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดให้มีความชัดเจน ลดความซ้ำซ้อน สอดคล้อง และเชื่อมโยงกันภายในกลุ่มสาระการเรียนรู้ และระหว่างกลุ่มสาระการเรียนรู้ ตลอดจนเชื่อมโยงองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีเข้าด้วยกัน โดยเน้นให้ผู้เรียนเกิดการคิดวิเคราะห์ คิดแก้ปัญหา และมีทักษะในศตวรรษที่ 21 (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2560, หน้า 2)

ประเทศไทยกำลังก้าวเข้าสู่ยุค Thailand 4.0 ซึ่งขับเคลื่อนประเทศด้วยเทคโนโลยี ความคิดสร้างสรรค์ และนวัตกรรมไปสู่ความ “มั่นคง มั่งคั่ง และยั่งยืน” โดยการศึกษาของประเทศไทยจะต้องเร่งให้มีการส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมเป็นของตนเอง การศึกษาจึงต้องเร่งดำเนินการปฏิรูปการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนอย่างเป็นรูปธรรม เพื่อส่งเสริมทักษะของผู้เรียนแห่งอนาคตเพราะเป็นทักษะที่จำเป็นสำหรับการรับมือต่อการ

เปลี่ยนแปลงของโลกและสังคมในอนาคต (พาสนา จุฬารัตน์, 2561, หน้า 2363) ผลสะท้อนที่เห็นได้ชัดว่าผลการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทยมีแนวโน้มต่ำลง คือ ผลการประเมินสมรรถนะจากโครงการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ (Programme for International Student Assessment: PISA) ของประเทศไทย ซึ่งดำเนินการประเมินอย่างต่อเนื่องทุก 3 ปี ในกลุ่มนักเรียนอายุ 15 ปี ซึ่งสากลถือว่าเป็นวัยจบการศึกษาภาคบังคับ การประเมินของ PISA ไม่เน้นการประเมินความรู้ตามหลักสูตรในโรงเรียน แต่เน้นการประเมินความสามารถของนักเรียนในการใช้ความรู้และทักษะเพื่อแก้ปัญหาในชีวิตจริง หรือที่เรียกว่า “ความฉลาดรู้” (Literacy) ในสามด้าน ได้แก่ ความฉลาดรู้ด้านการอ่าน (Reading Literacy) ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ (Mathematical Literacy) และความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) ซึ่งความฉลาดรู้ทั้งสามด้านนี้ ถือว่าเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการเรียนรู้ตลอดชีวิต แนวโน้มจากการประเมิน PISA ปี 2000 จนถึง PISA ปี 2015 พบว่า ผลการประเมินด้านวิทยาศาสตร์ การอ่าน และคณิตศาสตร์ สามด้าน มีแนวโน้มลดลง ผลการทดสอบความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ มีคะแนนเฉลี่ยขององค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา (Organisation for Economic Co-operation and Development: OECD) PISA ปี 2015 มีคะแนนมาตรฐานเท่ากับ 493 คะแนน โดยคะแนนเฉลี่ยวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทย มีคะแนนเท่ากับ 421 คะแนน ซึ่งอยู่ในลำดับที่ 51-57 ของประเทศที่เข้ารับการประเมิน ซึ่งต่ำกว่าค่าเฉลี่ย OECD คะแนนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทยโดยรวมมีแนวโน้มลดลงจาก PISA ปี 2012 ถึง 2015 อย่างมีนัยสำคัญ และลดลงจนเท่ากับการประเมินรอบ PISA ปี 2006 (ศูนย์ดำเนินงาน PISA แห่งชาติ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2559, หน้า 1) PISA ปี 2018 เป็นการประเมินการอ่านเนื้อหาสาระที่มาจากทั้งแหล่งข้อมูลเดียว และหลายแหล่งข้อมูล อีกทั้งสื่อที่นักเรียนได้อ่านเป็นการสะท้อนของการอ่านที่เปลี่ยนจากแบบเดิมที่ปรับไปตามสถานการณ์หรือเหตุการณ์สำคัญของโลกปัจจุบันและส่วนใหญ่อยู่ในรูปแบบของดิจิทัล และสอดคล้องกับการใช้ชีวิตประจำวันของผู้คนทั่วไป ดังนั้น ระบบการศึกษาไทยจึงควรส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล เข้าไปในการเรียนการสอน เพื่อสร้างความคุ้นชิน ทั้งยกระดับความสามารถทางวิทยาศาสตร์ ศูนย์ดำเนินงาน PISA แห่งชาติ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2564, หน้า 170)

ผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินี้พื้นฐานวัดความรู้ระดับชาติหรือ การสอบ (Ordinary National Educational Test: O-NET) ของโรงเรียนมารีย์พิทักษ์ สว่างแดนดิน จังหวัดสกลนคร ในปีการศึกษา 2563 พบว่าผลการสอบ O-NET ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ มีค่าเฉลี่ย ร้อยละ 29.06 ค่าเฉลี่ยของประเทศ 29.89 และในภาพรวมการทดสอบ O-NET ของรายวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ทั้งประเทศที่มีค่าเฉลี่ยน้อยกว่า ทั้งนี้รายงานผลการทดสอบ พบว่าเนื้อหาที่มีคะแนนต่ำที่สุดคือสาระวิทยาศาสตร์กายภาพ ค่าเฉลี่ยของโรงเรียนอยู่ที่ ร้อยละ 24.29 ค่าเฉลี่ยระดับประเทศร้อยละ 28.19 ซึ่งไม่สอดคล้องกับนโยบายในการ พัฒนาคอนแอสต์ศตวรรษที่ 21 ซึ่งเป็นยุคแห่งการพัฒนาต่อยอดคิดค้นผลิตภัณฑ์ เพื่ออำนวยความสะดวกในการพัฒนาคุณภาพการจัดการเรียนรู้อัน ซึ่งการศึกษา ของไทยโดยทั่วไปมีการจัดการเรียนการสอนแบบ Passive Learning ซึ่งเป็นวิธีการจัดการ เรียนรู้ที่ผู้เรียนได้รับข้อมูลจากผู้สอนเท่านั้น ดังนั้น จึงมีนักการศึกษาพยายามให้โรงเรียน จัดการเรียนการสอนแบบ Active Learning ที่เป็นกระบวนการเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียน มีส่วนร่วมและมีปฏิสัมพันธ์กับกิจกรรม การเรียนรู้ผ่านการปฏิบัติที่หลากหลายรูปแบบ เช่น การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ การระดมสมอง การแลกเปลี่ยนความคิดเห็น และการ ทำกรณีศึกษา เป็นต้น เพื่อเป็นการพัฒนาคอนแอสต์ศตวรรษที่ 21 และเพื่อพัฒนาการเรียนรู้อ ให้สอดคล้องกับการประเมินสมรรถนะ PISA ความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้ที่มีความ เข้าใจในความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี เป็นผู้ที่มีความสามารถ สืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สามารถประยุกต์ใช้ความรู้และกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวันได้ สามารถคิดและตัดสินใจด้วยหลักการและเหตุผล มีความเข้าใจในความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์กับเทคโนโลยี สังคม สิ่งแวดล้อมและ ความเป็นมนุษย์ เป็นผู้มีจิตวิทยาศาสตร์ ค่านิยม และจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2563, หน้า 1) และการพัฒนา ความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์จะต้องเริ่มต้นจากการกระตุ้นความสนใจให้กับผู้เรียนและให้ ผู้เรียนได้ระดมความคิดหาแนวทางในการแก้ปัญหาจากหลายวิธีและสามารถเลือกวิธีที่ เหมาะสมได้ โดยครูผู้สอนต้องจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับผลการพัฒนา สมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ที่เพิ่มสูงขึ้นตามวงจร โดยสมรรถนะที่มีการพัฒนามากที่สุด คือ การแปลความหมายข้อมูล (กุลธิดา ชนาภิมุข สุรีย์พร สว่างเมฆ และปราณี นางงาม, 2563, หน้า 62) และการพัฒนาให้นักเรียนเกิดความสามารถ ในการสร้างคำอธิบายเชิง

วิทยาศาสตร์ได้ต้องอาศัยการฝึกและพัฒนาในแง่ของการหาเหตุผลได้ตอบในประเด็นต่าง ๆ โดยการให้นักเรียนฝึกเขียนอนุทินบันทึกการเรียนรู้ และวิเคราะห์ข้อมูลแบบอุปนัย ฝึกทักษะการอภิปรายและสะท้อนผลการเรียนรู้ สามารถปรับปรุงรายงาน กระตุ้นให้นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์ วิเคราะห์ ตรวจสอบรายงานของเพื่อนและแนวทางที่เกิดขึ้นระหว่างการทำกิจกรรม (ณัฐวรรณ ศิริธร, เอกภูมิ จันทราชันตี, 2562, หน้า 130-141)

ในการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นวิธีการจัดการเรียนการสอนที่ฝึกให้นักเรียนรู้จักเสาะหาความรู้หรือการค้นคว้าโดยใช้กระบวนการทางความคิดหาเหตุผล เพื่อให้พบความรู้ นั้น หรือแนวทางแก้ปัญหาที่ถูกต้องด้วยตนเอง โดยผู้สอนตั้งคำถามกระตุ้นให้นักเรียนใช้ความคิดหาวิธีการแก้ปัญหาได้เอง และสามารถนำการแก้ปัญหามาใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้ มีความมุ่งหมายเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนทำการค้นคว้าความรู้ด้วยตนเอง ฝึกให้นักเรียนคิดอย่างมีเหตุผล และฝึกให้นักเรียนใช้ความคิดหาวิธีการแก้ปัญหาได้เอง โดยครูมีบทบาทเป็นผู้นำแนวทาง คอยช่วยเหลือนักเรียน และสร้างสถานการณ์เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ (สมบัติ การจนารักพงศ์, 2549, หน้า 5)

การจัดการเรียนรู้แบบ Technological Pedagogical Content Knowledge หรือ TPACK MODEL เป็นการเรียนการสอนแบบสมัยใหม่ที่มีความจำเป็นสำหรับครูผู้สอนในศตวรรษที่ 21 ซึ่งมีองค์ประกอบหลัก อยู่ 3 ส่วนประกอบด้วย 1) ความรู้ความสามารถด้านเทคโนโลยีของครูผู้สอน ได้แก่ ซอฟต์แวร์ และฮาร์ดแวร์ต่าง ๆ ตลอดจนอุปกรณ์เสริมที่ใช้ร่วมกับเทคโนโลยีในการจัดการเรียนการสอน 2) ความรู้ด้านวิธีการสอน หมายถึง ความรู้ความสามารถของผู้สอนที่นำมาประยุกต์ใช้เพื่อเป็นแนวทางการเรียนการสอนให้กับผู้เรียน หรือที่เกี่ยวกับวิธีการถ่ายทอดความรู้ไปสู่ผู้เรียน 3) ความรู้ด้านเนื้อหา หมายถึง สาระ ข้อมูล แนวคิด หลักการที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาวิชาการในหลักสูตรที่ต้องการที่จะถ่ายทอดไปยังผู้เรียน (ณัฐกานต์ เทพบำรุง และจรินทร์ อุ่มไกร, 2559, หน้า 30-31)

จากเหตุผลและความสำคัญดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ โดยใช้กรอบแนวทางการประเมินผู้เรียนตามสมรรถนะของ PISA บูรณาการกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้นี้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน เป็นการส่งเสริมให้เกิดความฉลาดรู้ และเจตคติที่ดีต่อรายวิชาวิทยาศาสตร์ เป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนเพื่อรองรับหลักสูตรฐานสมรรถนะที่จะเกิดขึ้นใน

อนาคต ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีสมรรถนะตามมาตรฐานสากล เพื่อเป็นการเตรียมผู้เรียนสู่ศตวรรษที่ 21 ต่อไป

คำถามของการวิจัย

การพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี ผู้วิจัยได้กำหนดคำถามของการวิจัยไว้ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 หรือไม่
2. ความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนหรือไม่
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนหรือไม่
4. ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี อยู่ในระดับใด

ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดความมุ่งหมายของการวิจัยไว้ ดังนี้

1. สร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75

2. เปรียบเทียบความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้อื่นในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี
3. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้อื่นในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี
4. ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้อื่นในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี

สมมติฐานของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งสมมติฐานของการวิจัยไว้ ดังนี้

1. แผนจัดการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้อื่นในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75
2. ความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้อื่นในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยีหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้อื่นในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยีหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
4. ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้อื่นในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยีอยู่ในระดับมาก

ความสำคัญของการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดความสำคัญของการวิจัยไว้ ดังนี้

1. ได้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยีชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน สำหรับใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้สูงขึ้นอย่างมีประสิทธิภาพ
2. เป็นแนวทางสำหรับครูวิทยาศาสตร์ บุคลากรทางการศึกษาที่เกี่ยวข้อง และผู้ที่สนใจในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี ได้นำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอน และการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนต่อไป

ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตของการวิจัยไว้ ดังนี้

1. ขอบเขตด้านเนื้อหา

1.1 เนื้อหาที่นำมาใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นเนื้อหาที่สอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 เป็นเนื้อหาเรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน ซึ่งประกอบด้วยเนื้อหา ดังนี้

1. พอลิเมอร์ จำนวน 4 ชั่วโมง
2. เซรามิก จำนวน 2 ชั่วโมง
3. วัสดุผสม จำนวน 2 ชั่วโมง
4. ผลกระทบ จำนวน 3 ชั่วโมง

2. ประชากร และกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

2.1 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนมารีย์พิทักษ์สว่างแดนดิน จังหวัดสกลนคร สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน กระทรวงศึกษาธิการ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 3 ห้องเรียน ประกอบด้วย ม.3/1 ม.3/2 ม.3/3 รวมจำนวนนักเรียน 95 คน

2.2 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนมารีย์พิทักษ์สว่างแดนดิน จังหวัดสกลนคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 1 ห้องเรียน คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/3 จำนวนนักเรียน 22 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่ม

3. ตัวแปรที่ศึกษา

3.1 ตัวแปรอิสระ คือ แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี

3.2 ตัวแปรตาม

3.2.1 ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้

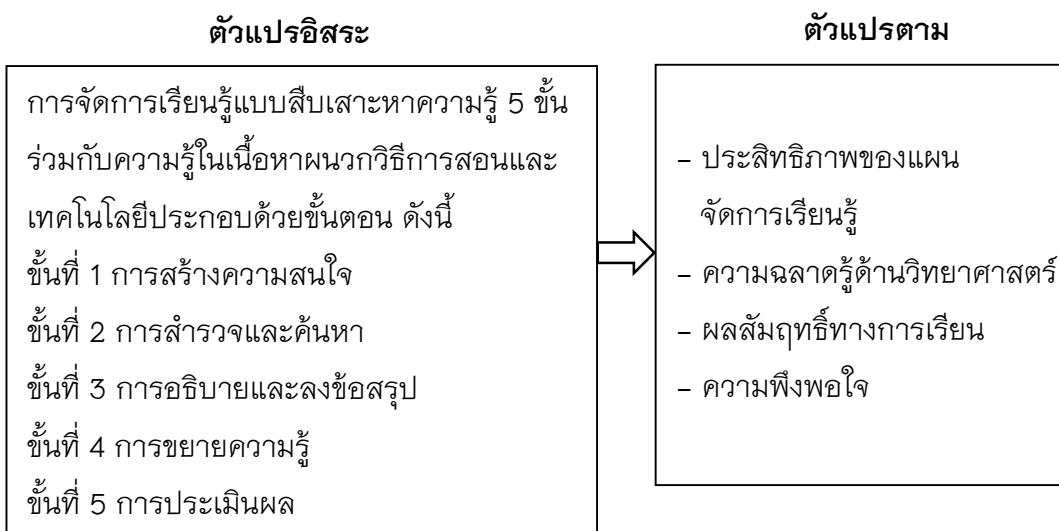
3.2.2 ความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์

3.2.4 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.2.5 ความพึงพอใจ

กรอบแนวคิดของการวิจัย

ในการวิจัยเกี่ยวกับความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน ผู้วิจัยจึงสรุปเป็นกรอบแนวคิดของการวิจัย ดังภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

นิตยสารศัพท์เฉพาะ

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้นิตยสารศัพท์เฉพาะไว้ ดังนี้

1. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยครูมีหน้ากระตุ่น และให้คำแนะนำให้ผู้เรียนสืบค้นข้อมูล ปฏิบัติกิจกรรม และสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ในงานวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย 5 ขั้น

1.1 ขั้นสร้างความสนใจ เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนโดยครูจะกระตุ่นให้นักเรียนได้เกิดสงสัย หรือสร้างความสนใจให้กับนักเรียน หรืออาจมาจากการนำเสนออภิปรายหน้าชั้นเรียนในเรื่องที่น่าสนใจอาจเป็นเหตุการณ์ปัจจุบันที่เกิดขึ้นอยู่ในเวลานั้น หรือเป็นเรื่องราวที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมของนักเรียนที่เพิ่งเรียนรู้มาแล้ว

1.2 ขั้นสำรวจและค้นหา เมื่อนักเรียนเกิดความเข้าใจในประเด็นคำถามที่นักเรียนมีข้อสงสัย ก็จะเข้าสู่การวางแผนกำหนดหรือกำหนดแนวทางสำหรับการตรวจสอบการตั้งสมมติฐานที่เป็นไปได้ และลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลสารสนเทศหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ โดยวิธีการตรวจสอบอาจทำได้หลายวิธี เช่น ทำการทดลอง ทำกิจกรรมภาคสนาม

1.3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป เมื่อนักเรียนมีการค้นหาข้อมูลได้อย่างเพียงพอแล้ว จากนั้นจะนำเอาข้อมูลสารสนเทศที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปข้อมูล และนำเสนอผลที่ได้ ในรูปแบบการนำเสนอต่าง ๆ เช่น การอภิปรายหน้าชั้นเรียน การสร้างไดอะแกรม การสร้าง Mind Map แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ สร้างตาราง ตลอดจนการวาดภาพ ฯลฯ

1.4 ขั้นขยายความรู้ เป็นการนำความรู้ที่ได้หรือสร้างขึ้นมาเชื่อมโยงกับความรู้ที่มีอยู่เดิมหรือความรู้ที่ได้ค้นคว้าศึกษาเพิ่มเติม หรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์ ถ้าใช้อธิบายเรื่องต่าง ๆ ได้ละเอียดก็แสดงว่า ข้อจำกัดน้อย ซึ่งจะช่วยให้อธิบายเชื่อมโยงกับเรื่องต่าง ๆ และทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น

1.5 ขั้นการประเมิน เป็นการประเมินการเรียนรู้ความเข้าใจในเนื้อหาความรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ จากขั้นนี้จะนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้กับเหตุการณ์ หรืออธิบาย ข้อโต้แย้งและจำกัดซึ่งก่อให้เกิดคำถามหรือประเด็นปัญหาที่จะต้องสำรวจตรวจสอบต่อไป ทำให้เกิดเป็นกระบวนการที่เกิดต่อเนื่องไปเรื่อย ๆ จึงเรียกว่า Inquiry Cycle กระบวนการสืบเสาะหาความรู้จึงช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ทั้ง

เนื้อหา หลักการ ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ตลอดจนการลงมือปฏิบัติ เพื่อให้ได้ความรู้พื้นฐานในการเรียนต่อไป

2. Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) คือ ความรู้ความสามารถ ทักษะการใช้เทคโนโลยีมาใช้ในการเรียนการสอน ซึ่งประกอบไปด้วยองค์ประกอบสำคัญที่สัมพันธ์กันคือ เนื้อหา (Content: CK), วิธีสอน (Pedagogy: PK) และเทคโนโลยี (Technology: TK) ที่สามารถทำให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะที่จำเป็น

3. ประสิทธิภาพของเครื่องมือวิจัย หมายถึง คุณภาพ หรือความสามารถในการทำงานของเครื่องมือ ให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ E_1/E_2 ที่กำหนดไว้โดยที่ (E_1) คือ ผลเฉลี่ยของคะแนนใบกิจกรรมของผู้เรียนทั้งหมด และ (E_2) คือ ผลเฉลี่ยของคะแนนทำแบบทดสอบหลังเรียนของผู้เรียนเมื่อเรียนครบหน่วยทั้งหมด

4. ความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ หมายถึง การใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เพื่อตั้งคำถาม แสวงหาความรู้ใหม่ เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ สามารถสรุปผลตามหลักฐาน การวิเคราะห์ การให้เหตุผล และการสื่อสาร ดีความ ประเมินอย่างมีประสิทธิภาพ เกี่ยวกับประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ มีความสามารถในการสืบเสาะหาความรู้ และตระหนักถึงผลกระทบทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ส่งผลต่อเครื่องมือเครื่องใช้ ภูมิปัญญา วัฒนธรรมและสิ่งแวดล้อม โดยการใช้แบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ ชนิดข้อสอบแบบอัตนัย จำนวน 15 ข้อ 30 คะแนน

5. สมรรถนะ หมายถึง ความสามารถในการคิดและหาข้อมูล ระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK ซึ่งใช้เป็นเกณฑ์ในการประเมินความฉลาดรู้ของนักเรียน มี 3 สมรรถนะ ดังนี้

5.1 สมรรถนะที่ 1 การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (A)

5.1.1 นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล (A1)

5.1.2 ระบุใช้ และสร้างแบบจำลองและการนำเสนอข้อมูลเพื่อใช้ในการอธิบาย (A2)

5.1.3 เสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการอธิบาย (A3)

5.1.4 พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์และให้เหตุผลที่สมเหตุสมผล (A4)

5.1.5 อธิบายถึงศักยภาพของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้เพื่อสังคม (A5)

5.2 สมรรถนะที่ 2 การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (B)

5.2.1 ระบุปัญหาที่ต้องการสำรวจตรวจสอบจากการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้ (B1)

5.2.2 แยกแยะได้ว่าประเด็นปัญหาหรือคำถามใดสามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (B2)

5.2.3 เสนอวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้ (B3)

5.2.4 ประเมินวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้ (B4)

5.2.5 บรรยายและประเมินวิธีการต่าง ๆ ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการยืนยันถึงความน่าเชื่อถือของข้อมูล และความเป็นกลางและการสรุปอ้างอิงจากคำอธิบาย (B5)

5.3 สมรรถนะที่ 3 การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ (C)

5.3.1 แปลงข้อมูลที่น่าเสนอในรูปแบบหนึ่งไปสู่รูปแบบอื่น (C1)

5.3.2 วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์และลงข้อสรุป (C2)

5.3.3 ระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยาน และเหตุผลในเรื่องที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ (C3)

5.3.4 แยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ กับที่มาจากการศึกษาจากสิ่งอื่น (C4)

5.3.5 ประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และประจักษ์พยานจากแหล่งที่มาที่หลากหลาย (เช่น หนังสือพิมพ์ อินเทอร์เน็ต และวารสาร) (C5)

7. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นความสามารถของนักเรียนในด้านต่าง ๆ ซึ่งเกิดจากนักเรียนได้รับประสบการณ์จากการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี โดยแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบปรนัย 4 ตัวเลือก มีจำนวน 30 ข้อ 30 คะแนน

8. ความพึงพอใจ หมายถึง ภาวะของอารมณ์ ความรู้สึกร่วม ของบุคคลที่มีต่อการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี ซึ่งเป็นแบบสอบถามความพึงพอใจที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ของลิเคิร์ต (Likert' Rating Scale) จำนวน 20 ข้อ สอบถามความพึงพอใจครอบคลุม 4 ด้าน ได้แก่ ด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้ ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านสื่อการเรียนรู้ และด้านการวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัย เรื่อง การพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยีครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องโดยแบ่งตามลำดับหัวข้อ ดังต่อไปนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560)
 - 1.1 วิสัยทัศน์ หลักการ จุดมุ่งหมาย สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของผู้เรียน
 - 1.2 ความสำคัญของวิทยาศาสตร์
 - 1.3 เป้าหมายการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 - 1.4 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้
 - 1.5 คุณภาพผู้เรียน
 - 1.6 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
2. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น
 - 2.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น
 - 2.2 ความเป็นมา แนวคิด และทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง
 - 2.3 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น
 - 2.4 ประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น
3. ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี (TPACK)
 - 3.1 ความหมายของ TPACK
 - 3.2 แนวคิด ที่มา และองค์ประกอบของ TPACK
 - 3.3 การวัดและประเมินผล TPACK

4. การเปรียบเทียบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น
กับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น ร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการ
สอนและเทคโนโลยี

5. โปรแกรมประเมินสมรรถนะนักเรียนมาตรฐานสากล (Programme for
International Student Assessment หรือ PISA)

5.1 ความหมายของ PISA

5.2 ที่มาและความสำคัญของ PISA

5.3 สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ตามแนวทางการประเมินของ PISA

5.4 ความสามารถทางวิทยาศาสตร์ตามแนวทางของ PISA

5.5 การจัดการเรียนการสอนที่เน้นสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

6. ความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์

6.1 ความหมายของความฉลาดรู้

6.2 ความหมายของความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์

6.3 การประเมินความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์

7. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

7.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

7.2 ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

7.3 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

7.4 ลักษณะของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ดี

7.5 การวัด และประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

8. ประสิทธิภาพของเครื่องมือวิจัย

8.1 ความหมายของประสิทธิภาพของเครื่องมือวิจัย

8.2 การหาประสิทธิภาพของเครื่องมือวิจัย

9. ความพึงพอใจ

9.1 ความหมายของความพึงพอใจ

9.2 การสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจ

9.3 การแปลความหมายคะแนนและการกำหนดระดับความพึงพอใจ

10. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

10.1 งานวิจัยในประเทศ

10.2 งานวิจัยต่างประเทศ

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560)

กระทรวงศึกษาธิการ (2560, หน้า 1-68) กล่าวถึงหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ไว้ ดังนี้

1. วิสัยทัศน์ หลักการ จุดมุ่งหมาย สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของผู้เรียน

วิสัยทัศน์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนทุกคน ซึ่งเป็นกำลังของชาติให้เป็นมนุษย์ที่มีความสมดุลทั้งด้านร่างกาย ความรู้ คุณธรรม มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและเป็นพลเมืองโลก ยึดมั่นในการปกครองตามระบอบ ประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุขมีความรู้และทักษะพื้นฐาน รวมทั้ง เจตคติที่จำเป็นต่อการศึกษาต่อการประกอบอาชีพ และการศึกษาตลอดชีวิต โดยมุ่งเน้น ผู้เรียนเป็นสำคัญบนพื้นฐานความเชื่อว่าทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้เต็มตาม ศักยภาพ

หลักการ

- หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มีหลักการที่สำคัญ ดังนี้
1. เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อความเป็นเอกภาพของชาติ มีจุดมุ่งหมายและมาตรฐานการเรียนรู้ เป็นเป้าหมายสำหรับพัฒนาเด็กและเยาวชนให้มีความรู้ ทักษะ เจตคติ และคุณธรรมบนพื้นฐานของความเป็นไทยควบคู่กับความเป็นสากล
 2. เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อปวงชน ที่ประชาชนทุกคนมีโอกาส ได้รับการศึกษาอย่างเสมอภาคและมีคุณภาพ
 3. เป็นหลักสูตรการศึกษาที่สนองการกระจายอำนาจ ให้สังคมมีส่วนร่วมในการจัดการศึกษาให้สอดคล้องกับสภาพและความต้องการของท้องถิ่น
 4. เป็นหลักสูตรการศึกษาที่มีโครงสร้างยืดหยุ่นทั้งด้านสาระ การเรียนรู้ เวลาและการจัดการเรียนรู้
 5. เป็นหลักสูตรการศึกษาที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

6. เป็นหลักสูตรการศึกษาสำหรับการศึกษาในระบบ นอกระบบ และตามอัธยาศัยครอบคลุมทุกกลุ่มเป้าหมาย สามารถเทียบโอนผลการเรียนรู้ และประสบการณ์

จุดมุ่งหมาย

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้เป็นคนดี มีปัญญา มีความสุขมีศักยภาพในการศึกษาต่อ และประกอบอาชีพ จึงกำหนดเป็นจุดมุ่งหมาย เพื่อให้เกิดกับผู้เรียนเมื่อจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน ดังนี้

1. มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์ เห็นคุณค่าของตนเองมีวินัยและปฏิบัติตนตามหลักธรรมของพระพุทธศาสนา หรือศาสนาที่ตนนับถือ ยึดหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง
2. มีความรู้อันเป็นสากลและความสามารถในการสื่อสาร การคิด การแก้ปัญหาการใช้เทคโนโลยี และมีทักษะชีวิต
3. มีสุขภาพกายและสุขภาพจิตที่ดี มีสุขนิสัย และรักการออกกำลังกาย
4. มีความรักชาติ มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและพลโลก ยึดมั่นในวิถีชีวิตและการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข
5. มีจิตสำนึกในการอนุรักษ์วัฒนธรรมและภูมิปัญญาไทย การอนุรักษ์และพัฒนาสิ่งแวดล้อม มีจิตสาธารณะที่มุ่งทำประโยชน์และสร้างสิ่งที่ดีงามในสังคม และอยู่ร่วมกันในสังคมอย่างมีความสุข

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพตามมาตรฐานการเรียนรู้ ซึ่งการพัฒนาผู้เรียนให้บรรลุมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนดนั้น จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะสำคัญ 5 ประการ ดังนี้

1. ความสามารถในการสื่อสาร เป็นความสามารถในการรับและส่งสารมีวัฒนธรรมในการใช้ภาษาถ่ายทอดความคิดความรู้ความเข้าใจ ความรู้สึก และทักษะของตนเองเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสาร และประสบการณ์อันจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาตนเองและสังคม รวมทั้งการเจรจาต่อรองเพื่อขจัดและลดปัญหาความขัดแย้งต่าง ๆ การเลือกรับหรือไม่รับข้อมูลข่าวสารด้วยหลักเหตุผล และความถูกต้อง ตลอดจนการเลือกใช้วิธีการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่มีต่อตนเองและสังคม

2. ความสามารถในการคิด เป็นความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้หรือสารสนเทศเพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเองและสังคมได้อย่างเหมาะสม

3. ความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ ที่เผชิญได้อย่างถูกต้องเหมาะสมบนพื้นฐานของหลักเหตุผล คุณธรรมและข้อมูลสารสนเทศ เข้าใจความสัมพันธ์และการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ต่าง ๆ ในสังคมแสวงหาความรู้ ประยุกต์ความรู้มาใช้ในการป้องกันและแก้ไขปัญหาและมีการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อตนเอง สังคมและสิ่งแวดล้อม

4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต เป็นความสามารถในการนำกระบวนการต่าง ๆ ไปใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวัน การเรียนรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง การทำงานและการอยู่ร่วมกันในสังคมด้วยการสร้างเสริมความสัมพันธ์อันดีระหว่างบุคคล การจัดการปัญหาและความขัดแย้งต่าง ๆ อย่างเหมาะสมการปรับตัวให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงของสังคมและสภาพแวดล้อมและการรู้จักหลีกเลี่ยงพฤติกรรมไม่พึงประสงค์ที่ส่งผลกระทบต่อตนเองและผู้อื่น

5. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี เป็นความสามารถในการเลือกและใช้เทคโนโลยีด้านต่าง ๆ และมีทักษะกระบวนการทางเทคโนโลยี เพื่อการพัฒนาตนเองและสังคม ในด้านการเรียนรู้การสื่อสาร การทำงาน การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ถูกต้องเหมาะสมและมีคุณธรรม

คุณลักษณะอันพึงประสงค์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ เพื่อให้สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมได้อย่างมีความสุข ในฐานะเป็นพลเมืองไทยและพลเมืองโลก ดังนี้

1. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์
2. ซื่อสัตย์สุจริต
3. มีวินัย
4. อยู่อย่างพอเพียง
5. มุ่งมั่นในการทำงาน

6. รักความเป็นไทย
7. มีจิตสาธารณะ
8. ใฝ่เรียนรู้

2. ความสำคัญของวิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์มีความสำคัญอย่างยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เนื่องจากวิทยาศาสตร์เป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับทุกคนเพราะในชีวิตประจำวัน ก็มีสิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ๆ มากมาย ไม่ว่าจะอยู่ที่บ้านหรือที่ทำงาน สิ่งเหล่านี้ล้วนเกิดจากความคิดสร้างสรรค์นวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ทั้งสิ้น และปัจจุบันมนุษย์เรามีการพัฒนาการคิดที่สูงมาก เช่น ความคิดสร้างสรรค์ คิดเหตุเหตุผล คิดวิเคราะห์และวิจารณ์ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ ใช้ความรู้และทักษะเพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางาน ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ รวมทั้งสามารถค้นหาข้อมูลหรือสารสนเทศ ประเมินสารสนเทศ ประยุกต์ใช้ทักษะการคิดเชิงคำนวณและความรู้ด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์ สื่อดิจิทัล เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตจริงอย่างสร้างสรรค์ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประสิทธิภาพที่ตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ ดังนั้น ทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ และมีคุณธรรม

3. เป้าหมายการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้และแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย เหมาะสมกับระดับชั้น โดยกำหนดสาระสำคัญ 4 สาระ ดังนี้

วิทยาศาสตร์ชีวภาพ หมายถึง เรียนรู้เกี่ยวกับ ชีวิตในสิ่งแวดล้อม องค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต การดำรงชีวิตของมนุษย์และสัตว์ การดำรงชีวิตของพืช พันธุกรรม ความหลากหลายทางชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต

วิทยาศาสตร์กายภาพ หมายถึง เรียนรู้เกี่ยวกับ ธรรมชาติของสาร การเปลี่ยนแปลงของสาร การเคลื่อนที่พลังงานและคลื่น วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ

เรียนรู้เกี่ยวกับ องค์ประกอบของเอกภพ ปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ เทคโนโลยีอวกาศ ระบบโลก การเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยา กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ และผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

เทคโนโลยีประกอบด้วย

การออกแบบและเทคโนโลยี คือ เรียนรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

วิทยาการคำนวณ คือ เรียนรู้เกี่ยวกับการคิดเชิงคำนวณ การคิดวิเคราะห์ แก้ปัญหาเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ประยุกต์ใช้ความรู้ด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4. สารและมาตรฐานการเรียนรู้

หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานแกนกลาง พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) ได้ปรับสาระในรายวิชาวิทยาศาสตร์ใหม่เป็น 4 สาระ ดังนี้

สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจความหลากหลายของระบบนิเวศ ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งไม่มีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตและความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ การถ่ายทอดพลังงาน การเปลี่ยนแปลงแทนที่ในระบบนิเวศ ความหมายของประชากร ปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม แนวทางในการอนุรักษ์

มาตรฐาน ว 1.2 ทรัพยากรธรรมชาติและและการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์เข้าใจสมบัติของสิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสัตว์และมนุษย์ที่ทำงานสัมพันธ์กัน ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของอวัยวะต่าง ๆ ของพืชที่ทำงานสัมพันธ์กัน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 1.3 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมสารพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคหลัก และธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุ ลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลง และการถ่ายโอนพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจองค์ประกอบ ลักษณะ กระบวนการเกิด และวิวัฒนาการของเอกภพ กาแล็กซี ดาวฤกษ์ และระบบสุริยะ รวมทั้งปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะที่ส่งผลต่อสิ่งมีชีวิตและการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลก และบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศและภูมิอากาศโลก รวมทั้งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 4 เทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิตสังคม และสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจและใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนรู้ การทำงานและการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทัน และมีจริยธรรม

5. คุณภาพผู้เรียน

ผู้เรียนจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

เข้าใจลักษณะและองค์ประกอบที่สำคัญของเซลล์สิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของการทำงานของระบบต่าง ๆ ในร่างกายมนุษย์ การดำรงชีวิตของพืช การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงของยีนหรือโครโมโซม และตัวอย่างโรคที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม ประโยชน์และผลกระทบของสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม ความหลากหลายทางชีวภาพ ปฏิสัมพันธ์ขององค์ประกอบของระบบนิเวศ และการถ่ายทอดพลังงานในสิ่งมีชีวิต

เข้าใจองค์ประกอบและสมบัติของธาตุ สารละลาย สารบริสุทธิ์ สารผสม หลักการแยกสารการเปลี่ยนแปลงของสารในรูปแบบของการเปลี่ยนสถานะ การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมีและสมบัติทางกายภาพและการใช้ประโยชน์ของวัสดุประเภทพอลิเมอร์ เซรามิก และวัสดุผสม

เข้าใจการเคลื่อนที่ แรงแล้พ์และผลของแรงแล้พ์กระทำต่อวัตถุ โมเมนต์ของแรง แรงที่ปรากฏในชีวิตประจำวัน สนามของแรง ความสัมพันธ์ของงาน พลังงานจลน์ พลังงานศักย์โน้มถ่วง กฎการอนุรักษ์พลังงานการถ่ายโอนพลังงาน สมดุลความร้อน ความสัมพันธ์ของปริมาณทางไฟฟ้า การต่อวงจรไฟฟ้าในบ้าน พลังงานไฟฟ้า และหลักการเบื้องต้นของวงจรอิเล็กทรอนิกส์

เข้าใจสมบัติของคลื่น และลักษณะของคลื่นแบบต่าง ๆ แสงการสะท้อน การหักเหของแสงและทัศนอุปกรณ์

เข้าใจการโคจรของดาวเคราะห์รอบดวงอาทิตย์ การเกิดฤดู การเคลื่อนที่ปรากฏของดวงอาทิตย์การเกิดข้างขึ้นข้างแรม การขึ้นและตกของดวงจันทร์ การเกิดน้ำขึ้นน้ำลง ประโยชน์ของเทคโนโลยีอวกาศและความก้าวหน้าของโครงการสำรวจอวกาศ

เข้าใจลักษณะของชั้นบรรยากาศ องค์ประกอบและปัจจัยที่มีต่อลมฟ้าอากาศ การเกิดและผลกระทบของพายุฟ้าคะนอง พายุหมุนเขตร้อน การพยากรณ์อากาศ สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกกระบวนการเกิดเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์และการใช้ประโยชน์ พลังงานทดแทนและการใช้ประโยชน์ ลักษณะโครงสร้างภายในโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยาบนผิวโลก ลักษณะชั้นหน้าตัดดิน กระบวนการเกิดดิน แหล่งน้ำผิวดิน แหล่งน้ำใต้ดิน กระบวนการเกิดและผลกระทบของภัยธรรมชาติและธรณีพิบัติภัย

เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยี ได้แก่ ระบบทางเทคโนโลยี การเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีความสัมพันธ์ระหว่างเทคโนโลยีกับศาสตร์อื่น โดยเฉพาะวิทยาศาสตร์ หรือคณิตศาสตร์ วิเคราะห์ เปรียบเทียบและตัดสินใจเพื่อเลือกใช้เทคโนโลยี โดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม ประยุกต์ใช้ความรู้ทักษะ และทรัพยากรเพื่อออกแบบและสร้างผลงานสำหรับการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันหรือ การประกอบอาชีพโดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม รวมทั้งเลือกใช้วัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือได้อย่างถูกต้อง เหมาะสมปลอดภัย รวมทั้งคำนึงถึงทรัพย์สินทางปัญญา

นำข้อมูลปฐมภูมิเข้าสู่ระบบคอมพิวเตอร์ วิเคราะห์ ประเมิน นำเสนอ ข้อมูลและสารสนเทศได้ตามวัตถุประสงค์ ใช้ทักษะการคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบ ในชีวิตจริง และเขียนโปรแกรมอย่างง่ายเพื่อช่วยในการแก้ปัญหา ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ และการสื่อสารอย่างรู้เท่าทันและรับผิดชอบต่อสังคม

ตั้งคำถามหรือกำหนดปัญหาที่เชื่อมโยงกับพยานหลักฐานหรือ หลักการทางวิทยาศาสตร์ ที่มีการกำหนดและควบคุมตัวแปร คิดคาดคะเนคำตอบหลาย แนวทาง สร้างสมมติฐานที่สามารถนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ ออกแบบและลงมือสำรวจตรวจสอบโดยใช้วัสดุและเครื่องมือที่เหมาะสม เลือกใช้เครื่องมือและเทคโนโลยี สารสนเทศที่เหมาะสมในการเก็บรวบรวมข้อมูล ทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพที่ได้ผล เทียบตรงและปลอดภัย

วิเคราะห์และประเมินความสอดคล้องของข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ ตรวจสอบจากพยานหลักฐานโดยใช้ความรู้และหลักการทางวิทยาศาสตร์ในการแปล ความหมายและลงข้อสรุปและสื่อสารความคิด ความรู้จากผลการสำรวจตรวจสอบ หลากหลายรูปแบบ หรือใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจได้อย่างเหมาะสม

แสดงถึงความสนใจ มุ่งมั่น รับผิดชอบ รอบคอบ และซื่อสัตย์ ในสิ่งที่จะเรียนรู้ มีความคิดสร้างสรรค์เกี่ยวกับเรื่องที่จะศึกษาตามความสนใจของตนเอง โดยใช้เครื่องมือและวิธีการที่ให้ได้ผลถูกต้อง เชื่อถือได้ศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมจากแหล่ง ความรู้ต่าง ๆ แสดงความคิดเห็นของตนเอง รับฟังความคิดเห็นผู้อื่น และยอมรับการ เปลี่ยนแปลงความรู้ที่ค้นพบเมื่อมีข้อมูลและประจักษ์พยานใหม่เพิ่มขึ้นหรือแย้งจากเดิม ตระหนักในคุณค่าของความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ใช้ในชีวิตประจำวัน ใช้ความรู้ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการดำรงชีวิต และการประกอบอาชีพ แสดงความชื่นชม ยกย่องและเคารพสิทธิในผลงานของผู้คิดค้น เข้าใจผลกระทบทั้ง

ด้านบวกและด้านลบของการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์ต่อสิ่งแวดล้อมและต่อบริบทอื่น ๆ และศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงการหรือสร้างชิ้นงานตามความสนใจ แสดงถึงความซาบซึ้งห่วงใย มีพฤติกรรมเกี่ยวกับการดูแลรักษาความสมดุลของระบบนิเวศและความหลากหลายทางชีวภาพ

6. ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน

สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคหลัก และธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 แสดงดัง ตาราง 1

ตาราง 1 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม.3	<p>1. ระบุสมบัติทางกายภาพและการใช้ประโยชน์วัสดุประเภทพอลิเมอร์ เซรามิก และวัสดุผสม โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ และสารสนเทศ</p> <p>2. ตระหนักถึงคุณค่าของการใช้วัสดุประเภท พอลิเมอร์ เซรามิก และวัสดุผสม โดยเสนอแนะแนวทางการใช้วัสดุอย่างประหยัดและคุ้มค่า</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● พอลิเมอร์ เซรามิก และวัสดุผสม เป็นวัสดุที่ใช้มากในชีวิตประจำวัน ● พอลิเมอร์เป็นสารประกอบโมเลกุลใหญ่ที่เกิดจากโมเลกุลจำนวนมากรวมตัวกันทางเคมี เช่น พลาสติก ยาง เส้นใย ซึ่งเป็นพอลิเมอร์ที่มีสมบัติแตกต่างกัน โดยพลาสติกเป็นพอลิเมอร์ที่ขึ้นรูปเป็นรูปทรงต่าง ๆ ได้ ยางยืดหยุ่นได้ ส่วนเส้นใยเป็นพอลิเมอร์ที่สามารถดึงเป็นเส้นยาวได้ พอลิเมอร์จึงใช้ประโยชน์ได้แตกต่างกัน ● เซรามิกเป็นวัสดุที่ผลิตจากดิน หิน ทราย และแร่ธาตุต่าง ๆ จากธรรมชาติ และส่วนมากจะผ่านการเผาที่อุณหภูมิสูง เพื่อให้ได้เนื้อสารที่แข็งแรง เซรามิกสามารถทำเป็นรูปทรงต่าง ๆ ได้

ตาราง 1 (ต่อ)

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
		<p>สมบัติทั่วไปของเซรามิกจะแข็ง ทนต่อการสึกกร่อน และเปราะ สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ เช่น ภาชนะที่เป็นเครื่องปั้นดินเผา ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์</p> <ul style="list-style-type: none"> วัสดุผสมเป็นวัสดุที่เกิดจากวัสดุตั้งแต่ 2 ประเภท ที่มีสมบัติแตกต่างกัน เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ได้มากขึ้น เช่น เสื่อกันฝนบางชนิดเป็นวัสดุผสมระหว่างผ้ากับยาง คอนกรีตเสริมเหล็กเป็นวัสดุผสมระหว่างคอนกรีตกับเหล็ก วัสดุบางชนิดสลายตัวยาก เช่น พลาสติก การใช้วัสดุอย่างฟุ่มเฟือยและไม่ระมัดระวังอาจก่อปัญหาต่อสิ่งแวดล้อม

ที่มา : (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ, 2560)

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น

1. ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น

นักวิชาการศึกษาใช้คำเรียกวิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ในคำที่แตกต่างกันไป ซึ่งมีผู้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ดังนี้

ภพ เลหาไพบูลย์ (2542, หน้า 123) ได้กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง การสอนที่เน้นกระบวนการแสวงหาความรู้ ที่จะช่วยให้ผู้เรียนหรือนักเรียน ได้ค้นพบความจริงต่าง ๆ ด้วยตนเอง และได้มีประสบการณ์ตรงในการเรียนรู้ เนื้อหาแต่ละวิชา การเรียนวิทยาศาสตร์จึงจำเป็นต้องมีการเตรียมสภาพแวดล้อมในการเรียนรู้ พร้อมทั้งศึกษาโครงสร้างของกระบวนการสอน การจัดลำดับเนื้อหาโดยครูทำหน้าที่คล้ายผู้ช่วยที่คอยส่งเสริมให้ผู้เรียนทำหน้าที่วางแผนการเรียน ผู้เรียนต้องมีความกระตือรือร้น และเป็นผู้เริ่มต้นในการจัดการเรียนการสอนด้วยตนเอง ที่จะศึกษาหาความรู้

โดยวิธีการเช่นเดียวกับการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ และเปลี่ยนแนวความคิดจากการเป็นผู้รับความรู้มาเป็นผู้แสวงหาความรู้ และการใช้ความรู้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546, หน้า 34) ได้กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง กระบวนการเรียนรู้ที่บูรณาการระหว่างการใช้กระบวนการทางความคิดและทักษะต่าง ๆ เพื่อเสาะแสวงหาความรู้ แก้ไขปัญหาและคำตอบ ทำให้เกิดความเข้าใจในเนื้อหา และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ใน ชีวิตได้

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2547, หน้า 136) ได้กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง กระบวนการที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการเรียนรู้และการแก้ปัญหา ด้วยวิธีการฝึกให้ผู้เรียนรู้จักค้นคว้าหาความรู้ โดยที่ผู้สอนมีหน้าที่ ตั้งคำถามเพื่อให้ผู้เรียนเกิดความสนใจที่จะค้นหาเหตุผล จนค้นพบความรู้ด้วยตนเอง

อัปดุลเลาะ อุมาร์ (2560, หน้า 12) ได้กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง วิธีการจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนค้นพบความรู้ด้วยตนเอง โดยครูต้องเตรียมสภาพแวดล้อมในการเรียนรู้ และทำหน้าที่เป็นผู้ช่วยคอยอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ให้กับนักเรียน

สุวรรณโณ ยอดเทพ (2562, หน้า 27) ได้กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E หมายถึง รูปแบบของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ใช้รูปแบบของกระบวนการเรียนรู้ที่นักวิทยาศาสตร์ได้ศึกษาคิดค้นขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนสามารถใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องอาศัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในการค้นพบความรู้หรือประสบการณ์ การเรียนรู้อย่างมีความหมายด้วยตนเอง ผู้สอนจะเป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองภายใต้สภาพแวดล้อมที่เหมาะสม

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนเป็นผู้ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองหรือสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผู้สอนเป็นผู้อำนวยความสะดวก เพื่อให้ผู้เรียนบรรลุเป้าหมายของการเรียนรู้ในเนื้อหาของแต่ละวิชา วิธีสืบเสาะหาความรู้จะเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญของการเรียน นอกจากนั้นการสืบเสาะหาความรู้ ยังเกี่ยวข้องกับกระบวนการเรียนรู้ที่หลากหลาย คือ การถามคำถาม ออกแบบ

การสำรวจข้อมูล การสำรวจข้อมูล การวิเคราะห์ การสรุปผล การคิดค้นประดิษฐ์
การแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและสื่อสารคำอธิบายด้วย

2. ความเป็นมา แนวคิด และทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น เป็นวิธีในการจัดการเรียนการสอนที่มีความ
เป็นมา และแนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง (ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2551, หน้า 3) สรุปได้ ดังนี้

รูปแบบการเรียนการสอน 5E เป็นการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนสร้าง
ความรู้ด้วยตนเองมีพื้นฐานมาจากทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivism) โดยมีรากฐาน
สำคัญมาจากทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ (Piaget's Theory of Cognitive
Development) ซึ่งอธิบายว่า พัฒนาการทางเชาว์ปัญญาของบุคคลมีการปรับตัวทาง
กระบวนการดูดซึม (Assimilation) และกระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา
(Accommodation) พัฒนาการเกิดขึ้นเมื่อบุคคลรับและซึมซับข้อมูลหรือประสบการณ์
เข้าไปสัมพันธ์กับความรู้หรือโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่เดิมหากไม่สามารถสัมพันธ์กันได้
จะเกิดภาวะไม่สมดุลขึ้น (Disequilibrium) บุคคลจะพยายามปรับสภาพให้อยู่ในสภาวะ
สมดุล (Equilibrium) โดยใช้กระบวนการปรับพื้นฐานทางปัญญา เพียเจต์เชื่อว่า คนทุกคน
จะมีพัฒนาเชาว์ปัญญาเป็นลำดับขั้นจากการมีปฏิสัมพันธ์และประสบการณ์กับสิ่งแวดล้อม
ตามธรรมชาติ และประสบการณ์ที่เกี่ยวกับการคิดเชิงตรรกะ และคณิตศาสตร์รวมทั้งการ
ถ่ายทอดความรู้ทางสังคม วุฒิภาวะและกระบวนการพัฒนาความสมดุลของบุคคลนั้น

3. ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2547, หน้า 136) ได้กล่าวว่า กระบวนการ
สืบเสาะหาความรู้ประกอบด้วยขั้นตอนที่สำคัญ ดังนี้

1. การสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือ
เรื่องที่สนใจ ซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากเรื่องที่สงสัย และความสนใจของตัวผู้เรียนเอง หรือเกิด
จากการอภิปรายภายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นใน
ช่วงเวลานั้น หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนมา เป็นตัวกระตุ้นให้ผู้เรียน
สร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่จะศึกษาในกรณีที่ยังไม่มีประเด็นที่น่าสนใจ ผู้สอนอาจให้
ศึกษาจากสื่อต่าง ๆ หรือเป็นผู้กระตุ้นด้วยการเสนอประเด็นขึ้นมาก่อน แต่ไม่ควรบังคับให้
ผู้เรียนยอมรับประเด็นที่ผู้สอนกำลังสนใจเป็นเรื่องที่จะใช้ศึกษา เมื่อมีคำถามที่น่าสนใจ
และผู้เรียนส่วนใหญ่ยอมรับให้เป็นประเด็นที่ต้องการศึกษา จึงร่วมกันกำหนดขอบเขต

และแจกแจงรายละเอียดของเรื่องที่ศึกษาให้มีความชัดเจนยิ่งขึ้น อาจารย์รวมทั้งการรวบรวม ความรู้ประสบการณ์เดิมหรือความรู้ จากแหล่งต่าง ๆ ที่จะช่วยให้นำไปสู่ความเข้าใจ เรื่อง เนื้อหา หรือประเด็นที่จะศึกษามากขึ้น และมีแนวทางในการตรวจสอบอย่างหลากหลาย

2. การสำรวจและค้นหา (Exploration) เมื่อทำความเข้าใจในประเด็นหรือ คำถามที่สนใจศึกษาอย่างถ่องแท้ มีการวางแผนกำหนดแนวทางในการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อรวบรวมข้อมูล หรือ ปรากฏการณ์ต่าง ๆ วิธีการตรวจสอบ ทำได้หลายวิธี เช่น ทำการทดลอง ทำกิจกรรม ภาควิชา การใช้อินเทอร์เน็ตเพื่อช่วยในการสร้างสถานการณ์จำลอง การศึกษาหาข้อมูล จากเอกสารอ้างอิง หรือแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาของข้อมูลอย่างเพียงพอที่ จะนำไปใช้ในขั้นต่อไป

3. การอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เมื่อได้ข้อมูลอย่างเพียงพอ ต่อการสำรวจตรวจสอบ แล้วจึงนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์แปลผล สรุปผล และนำเสนอผล ที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น สรุปอภิปราย สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ หรือวาดรูปสร้าง ตาราง ฯลฯ การค้นพบในขั้นนี้เป็นไปได้หลายทาง เช่น สนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้ ได้แย้ง กับสมมติฐานที่ตั้งไว้ หรือไม่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่กำหนดไว้แต่ผลที่ได้จะอยู่ในรูปแบบใด ก็ยังสามารถสร้างความรู้และช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้

4. การขยายความรู้ (Elaboration) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไป เชื่อมโยงกับความรู้เดิม หรือแนวคิดที่ได้ ค้นคว้าเพิ่มเติมหรือนำแบบจำลอง และข้อสรุปที่ ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ ถ้าใช้อธิบายเรื่องต่าง ๆ ได้มากแสดงว่า ข้อจำกัดน้อย ซึ่งจะช่วยเชื่อมโยงกับเรื่องต่าง ๆ ทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น

5. การประเมินผล (Evaluation) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการ ต่าง ๆ ว่าผู้เรียนมีความรู้อะไรบ้างอย่างไร มากน้อยเพียงใด จากนั้นจึงนำความรู้ไป ประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ การนำความรู้และแบบจำลอง ไปใช้อธิบายหรือประยุกต์ใช้กับ เหตุการณ์หรือเรื่องอื่น ๆ จะนำไปสู่ข้อโต้แย้งหรือข้อจำกัด ซึ่งจะก่อให้เกิดประเด็นหรือ คำถาม รวมทั้งปัญหาที่ต้องการสำรวจตรวจสอบต่อไป ทำให้เกิดกระบวนการที่ต่อเนื่อง กันไปเรื่อย ๆ จึงเรียกว่า Inquiry Cycle กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ จึงช่วยให้ผู้เรียนเกิด การเรียนรู้ทั้งเนื้อหา หลักการ พร้อมทั้งทฤษฎีตลอดจนการลงมือปฏิบัติจริง เพื่อให้ได้ ความรู้ซึ่งจะเป็นพื้นฐานในการเรียนรู้ต่อไป

อัปดุลเลาะ อุมาร์ (2560, หน้า 12-13) ได้แบ่งขั้นตอนในการจัดการเรียน การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ ดังนี้

1. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียนและการตั้งสมมติฐาน (Orientation and Hypothesis) ปัญหาคือสิ่งที่ต้องศึกษาเพื่อให้ได้คำตอบ เป็นหน้าที่ของผู้สอนที่ต้อง จัดสถานการณ์ กิจกรรม หรือเงื่อนไขที่ทำให้เกิดปัญหาข้อข้องใจ (Conceptual Conflicts) ขึ้นในตัวผู้เรียนซึ่งเป็นขั้นที่ทำให้ผู้เรียน สืบเสาะต่อไปว่าอะไรคือปัญหา หรือปัญหานั้น จะอธิบายว่าอย่างไร ในขั้นนี้ต้องให้ผู้เรียนคิดพิจารณา หรือใช้ทักษะการสังเกตพิจารณา สภาพของปัญหา เพื่อให้ผู้เรียนรู้จักการตั้งสมมติฐานเพื่อคาดคะเน คำตอบของปัญหา ในเบื้องต้น
2. ขั้นสำรวจค้นคว้าหรือขั้นปฏิบัติการ (Exploration) เป็นขั้นที่นักเรียน จะต้อง ค้นหาค้นหาเหตุผลหาข้อมูล เพื่อตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ ซึ่งนักเรียนจะต้องใช้วิธีการ หลายวิธีรวมทั้งการสอบถามจากผู้สอนด้วย ครูต้องไม่ตอบปัญหาหรือบรรยายให้ฟัง หากจำเป็นต้องตอบปัญหาโดยไม่มีทางเลือกให้ใช้วิธีรู้คำถามเพื่อให้นักเรียนได้ข้อคิดของ ตนให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้
3. ขั้นอภิปรายและสรุปผล (Discussion and Conclusion) เมื่อรวบรวม ข้อมูล จากการสำรวจค้นคว้าหรือปฏิบัติการแล้ว ผู้สอนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนอภิปรายถึงผล ที่ได้เพื่อโยงไปสู่ สมมติฐานที่ตั้งไว้ว่าเป็นความจริงมากน้อยเพียงใด หากสมมติฐานนั้นเป็น ความจริงให้สรุปเป็นหลักการต่อไป
4. ขั้นการนำไปใช้ (Application) เมื่อสรุปเป็นมโนคติหรือหลักการต่าง ๆ แล้วผู้สอนจะต้องกระตุ้นให้ผู้เรียนได้คิดว่าสิ่งที่สืบเสาะได้นั้นจะนำไปใช้ได้อย่างไรหรือ นำไปผสมผสานกับ ความรู้อื่น ๆ ที่ได้เรียนมาแล้วให้เป็นโครงสร้างของความรู้ใหม่ได้ อย่างไร

กุลธิดา จุ่มอังวะ (2562, หน้า 33-35) กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบ สืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ประกอบด้วยขั้นตอนที่สำคัญ ดังนี้

1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่อง ที่สนใจ ซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัย หรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวนักเรียนเอง หรือเกิดจากการอภิปรายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นอยู่ ในช่วงเวลานั้น หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนรู้มาแล้วเป็นตัวกระตุ้น ให้นักเรียนสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่จะศึกษาในกรณีที่ยังไม่มีประเด็นที่น่าสนใจ

ครูอาจให้ศึกษาจากสื่อต่าง ๆ หรือเป็นผู้กระตุ้น ด้วยการเสนอประเด็นขึ้นมาก่อน แต่ไม่ควรบังคับให้นักเรียนยอมรับประเด็น หรือคำถามที่ครูกำลังสนใจเป็นเรื่องที่จะใช้ศึกษาเมื่อมีคำถามที่น่าสนใจ และนักเรียนส่วนใหญ่ยอมรับให้เป็นประเด็น ที่ต้องการศึกษา จึงร่วมกันกำหนดขอบเขต และแจกแจงรายละเอียดของเรื่องที่จะศึกษาให้มีความชัดเจน อาจรวมทั้งการรวบรวมความรู้ประสบการณ์เดิม หรือความรู้จากแหล่งต่าง ๆ ที่จะช่วยให้นำไปสู่ความเข้าใจเรื่อง หรือประเด็นที่จะศึกษามากขึ้น และมีแนวทางที่ใช้ในการสำรวจ ตรวจสอบอย่างหลากหลาย

2. **ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)** เมื่อทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจจะศึกษาอย่างถ่องแท้แล้ว ต่อมามีการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจ ตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อสนเทศ หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ วิธีการตรวจสอบอาจทำได้หลายวิธี เช่น ทำการทดลอง ทำกิจกรรมภาคสนาม การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยสร้างสถานการณ์จำลอง (Simulation) การศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงหรือจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป

3. **ขั้นอธิบาย และลงข้อสรุป (Explanation)** เมื่อได้ข้อมูลอย่างเพียงพอจากการสำรวจตรวจสอบแล้ว จึงนำข้อมูล ข้อสนเทศที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผลสรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น บรรยายสรุป สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ หรือวาดรูป สร้างตาราง ฯลฯ การค้นพบในขั้นนี้อาจเป็นไปได้หลายทาง เช่น สนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้ได้แย้งกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ หรือไม่เกี่ยวข้องกัประเด็นที่ได้กำหนดไว้ แต่ผลที่ได้จะอยู่ในรูปใดก็สามารถสร้างความรู้ และช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้

4. **ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)** เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำแบบจำลอง หรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์ หรือเหตุการณ์อื่น ถ้าใช้อธิบายเรื่องต่าง ๆ ได้มาก็แสดงว่าข้อจำกัดน้อย ซึ่งก็จะช่วยให้เชื่อมโยงกับเรื่องต่าง ๆ และทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น

5. **ขั้นประเมิน (Evaluation)** เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไรและมากน้อยเพียงใด จากขั้นนี้จะนำไปสู่การนำความรู้ ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ การนำความรู้หรือแบบจำลองไปใช้อธิบาย หรือประยุกต์ใช้กับเหตุการณ์ หรือเรื่องอื่น ๆ จะนำไปสู่ข้อโต้แย้งหรือข้อจำกัดซึ่งก่อให้เกิดเป็นประเด็น หรือปัญหาที่จะต้องสำรวจตรวจสอบต่อไป ทำให้เกิดเป็นกระบวนการที่

ต่อเนื่องกันไปเรื่อย ๆ จึงเรียกว่า Inquiry Cycle กระบวนการสืบเสาะหาความรู้จึงช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ทั้งเนื้อหาหลัก และหลักการทฤษฎี ตลอดจนการลงมือปฏิบัติเพื่อให้ได้ความรู้ซึ่งจะเป็นพื้นฐานในการเรียนรู้ต่อไป การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น จัดเป็นวงจรได้สืบเนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเมื่อสิ้นสุดการประเมินแล้ว ครู และนักเรียนสามารถเข้าสู่วงจรการสืบเสาะหาความรู้ใหม่ได้

สุวรรณโณ ยอดเทพ (2562, หน้า 32) กล่าวไว้ว่า กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ มีลักษณะเด่น คือ เป็นวิธีสอนที่ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองโดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทำให้ผู้เรียนพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้สูงขึ้นและเกิดเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย ขั้นตอนที่สำคัญสามารถสรุปได้ ดังนี้

1. ขั้นสร้างความสนใจหรือขั้นนำเข้าสู่บทเรียน เป็นการสร้างสถานการณ์ให้นักเรียน มุ่งความสนใจหรือเป็นการเชื่อมโยงความรู้เดิมกับเรื่องที่สนใจ
2. ขั้นสำรวจและค้นหา เป็นขั้นตอนที่นักเรียนวางแผนกำหนดแนวทางและตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้และปฏิบัติกิจกรรมเก็บรวบรวมข้อมูล ค้นคว้าหรือทดลองตามแผนที่วางไว้ เพื่อหาคำตอบ
3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป เป็นขั้นตอนที่นักเรียนเลือกสรรข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผลหรือหาความสัมพันธ์เพื่อให้เกิดความรู้ใหม่
4. ขั้นขยายความรู้ เป็นขั้นตอนที่ครูช่วยกระตุ้นให้นักเรียนได้ปรับขยายความรู้จาก สิ่งที่ได้ค้นพบมาแล้ว โดยให้นักเรียนเรียนรู้จากสถานการณ์ใหม่
5. ขั้นประเมิน เป็นขั้นตอนสุดท้ายจากการเรียนรู้ โดยครูเปิดโอกาสให้นักเรียนตรวจสอบแนวคิดหลักที่ตนเองได้เรียนรู้มาแล้ว ครูประเมินการเรียนรู้ของนักเรียน ด้วยกระบวนการต่าง ๆ

4. ประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นวิธีสอนที่เหมาะสมกับวิชาวิทยาศาสตร์โดยที่ครูเป็นผู้เตรียมสภาพแวดล้อม จัดลำดับเนื้อหา แนะนำ หรือช่วยให้นักเรียนประเมินความก้าวหน้าของตนเอง ส่วนนักเรียนเป็นผู้เรียนภายใต้เงื่อนไขของครู นักเรียนมีอิสระในการดำเนินการทำกิจกรรมและการทดลองอย่างเต็มที่ โดยสรุปข้อดีของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ ดังนี้

อัปดุลเลาะ อุมาร์ (2560, หน้า 25) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ ดังนี้

1. ผู้เรียนได้ประสบการณ์ตรงจากการเรียนรู้ มีโอกาสได้ศึกษา สำรวจ ค้นหา รวบรวมข้อมูล บันทึก ทดสอบความคิด ทดลองปฏิบัติด้วยตนเอง และสร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง
2. ผู้เรียนสามารถทำงานร่วมกันกับผู้อื่น รู้จักอภิปรายแสดงความคิดเห็นระหว่างกัน รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นอย่างมีเหตุผล
3. ผู้เรียนรู้จักคิดแก้ปัญหา คิดตัดสินใจ คิดอย่างมีวิจารณญาณ สร้างสรรค์ความรู้และทักษะ
4. ผู้เรียนรู้จักประเมินการทำงานด้วยตนเอง และนำผลการประเมินไปปรับปรุงและพัฒนาให้ดีขึ้น

กุลธิดา จุ่มอังกะ (2562, หน้า 38–39) ให้ข้อสรุปถึงประโยชน์ของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ดังนี้

1. นักเรียนมีโอกาสได้พัฒนาความคิดอย่างเต็มที่ ได้ศึกษาด้วยตนเอง จึงมีความอยากรู้อยู่ตลอดเวลา
2. นักเรียนมีโอกาสได้ฝึกความคิด และฝึกการกระทำ ทำให้ได้เรียนรู้วิธีจัดระบบความคิด และวิธีสืบเสาะแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ทำให้ความรู้คงทน เชื่อมโยงการเรียนรู้ได้ กล่าวคือทำให้สามารถจดจำได้นาน และนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ได้
3. นักเรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนการสอน
4. นักเรียนเรียนรู้มีทัศนคติและหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้เร็วขึ้น
5. นักเรียนจะเป็นผู้มีเจตคติที่ดีต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

สุวรรณฉิม ยอดเทพ (2562, หน้า 34) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ ดังนี้

1. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ จะก่อให้เกิดการเรียนรู้มากกว่าการสอนโดยที่ครูเป็นผู้บอกให้ทั้งหมด หรือมากกว่าที่นักเรียนเรียนรู้จากตำราอย่างเดียว ผู้ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้จะมีอิสระในการดูดซึม (Assimilation) ประสบการณ์ต่าง ๆ เอาไว้ นักเรียนมีอิสระที่จะติดตามค้นคว้าหาความรู้และทำความเข้าใจได้ตามต้องการ ตามความอยากรู้อยากเห็นอันเหมาะสมกับระดับความรู้พื้นฐาน

2. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการก่อให้เกิดแรงจูงใจในการค้นหาความรู้ได้เป็นอย่างดี เพราะนักเรียนจะรู้สึกสนุกสนาน สามารถร่วมกิจกรรมได้อย่างอิสระ ซึ่งกิจกรรมเหล่านั้นช่วยให้มีการพัฒนาการด้านความคิด มีความรู้มากขึ้นและมีพัฒนาการในด้านการสร้างความคิดรวบยอดอีกด้วย

3. ความคิดรวบยอดที่นักเรียนได้จากการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ น่าจะมีความหมายและคุณค่าสำหรับนักเรียนมากกว่าความคิดรวบยอดที่มีคนอื่นมาบอกให้จำเพราะนักเรียนจะเป็นผู้ค้นพบความคิดรวบยอดต่าง ๆ ด้วยตนเองจากข้อมูล และเชื่อว่าความคิดรวบยอดที่เกิดขึ้นโดยใช้วิธีการนี้จะฝังแน่น และเป็นประโยชน์กับนักเรียนได้นาน

ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี (TPACK)

1. ความหมายของ TPACK

TPACK เป็นเทคนิคการนำความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี ภาษาอังกฤษใช้คำว่า Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) คือ การนำความรู้ทางด้านเทคโนโลยีและความสามารถในการบูรณาการเทคโนโลยีเข้าไปกับความรู้ด้านการสอนของครู โดยมีนักการศึกษาให้ความหมายไว้ ดังนี้

จุฬารัตน์ ธรรมประทีป (2559, หน้า 1) ได้กล่าวว่า ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี (Technological Pedagogical Content Knowledge: TPACK or TPCK) หมายถึง การนำความรู้ทางด้านเทคโนโลยีและความสามารถในการบูรณาการเทคโนโลยีเข้าไปกับความรู้ด้านการสอนให้มีประสิทธิภาพโดยครูต้องมีความรู้ความสามารถทางด้านเทคโนโลยี เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้เป็นที่ตามเป้าหมาย

อนุสร หงษ์ขุนทด (2559, หน้า 1) ได้กล่าวว่า ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี หมายถึง การนำความรู้ด้านเทคโนโลยี (Technological Knowledge) หรือ TK มาใช้ประกอบการเรียนการสอน ถ่ายทอดความรู้ไปสู่ผู้เรียน รวมไปถึง กลยุทธ์ หรือ กระบวนการ การปฏิบัติ หรือวิธีการสอนทั้งในและนอกชั้นเรียน (Pedagogical Knowledge) หรือ PK ในเนื้อหา สาระ ข้อมูล แนวคิด (Content Knowledge) หรือ CK

McGrath, Karabas & Willis (2011, pp. 1–23) ได้กล่าวว่า TPACK เป็นมิติการสอนแนวใหม่ที่บูรณาการเข้ากับทางเทคโนโลยี มีอยู่ 3 องค์ประกอบ คือ การสอนเนื้อหาที่ใช้สอน และเทคโนโลยี และจะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจในเนื้อหาตลอดช่วงระหว่าง

เนื้อหาในการเรียนกับครูผู้สอนและลดช่องว่างระหว่างผู้เรียนกับครูผู้สอน ซึ่งเทคนิควิธีการสอนแบบ TPACK จะช่วยให้ผู้เรียนมีการเรียนรู้ที่มีความสะดวกมากยิ่งขึ้น

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า TPACK หมายถึง การนำความรู้ทางด้านเทคโนโลยีและความสามารถในการบูรณาการเทคโนโลยีเข้ากับความรู้อันการสอนของครู ดังนั้น ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพนอกจากครูวิทยาศาสตร์ต้องมีความรู้ในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องแล้วครูวิทยาศาสตร์ต้องสามารถนำความรู้ความสามารถทางด้านเทคโนโลยี มาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้เป็นไปตามเป้าหมายของหลักสูตรวิทยาศาสตร์ได้

2. แนวคิด ที่มา และองค์ประกอบของ TPACK

นักวิชาการหลายท่านได้เสนอองค์ประกอบจากกรอบแนวคิดของความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยีไว้ ดังนี้

Charles (2011, p. 1954) ได้กล่าวว่า แนวคิดของความรู้เกี่ยวกับเนื้อหาการสอนทางเทคโนโลยี (TPACK) ได้เกิดขึ้นในช่วงทศวรรษที่ผ่านมา โดยเริ่มจากแนวคิดของเพียร์สัน เป็นผู้การเริ่มต้นของแนวคิด คำว่า TPACK เริ่มได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายในปี 2549 หลังจากผลงานของ Mishra และ Koehler ร่างแบบจำลองและอธิบายโครงสร้างส่วนกลางแต่ละส่วน TPACK ถูกเรียกว่า “TPCK” ในวรรณกรรมจนถึงปี 2008 เมื่อบางคนในวงการวิจัยเสนอให้ใช้คำที่พูดง่ายกว่า TPACK จึงถูกสร้างขึ้นจากแนวคิดของ Shulman เกี่ยวกับความรู้เนื้อหาการสอนโดยการบูรณาการอย่างชัดเจน ส่วนประกอบขององค์ความรู้ทางเทคโนโลยีมาในรูปแบบ กรอบงาน TPACK มักแสดงโดยใช้แผนภาพเวนน์ด้วยวงกลมสามวงที่ซ้อนทับกัน แต่ละวงแสดงถึงรูปแบบความรู้ของครูที่แตกต่างกัน กรอบงานประกอบด้วยสามคอร์หมวดหมุดด้านความรู้การสอน ความรู้เนื้อหา และความรู้ทางเทคโนโลยี

นันทวัน พัวพันธ์ (2562, หน้า 35) ได้อธิบายแนวคิด และที่มาของ TPACK ไว้ว่า TPACK มีพื้นฐานมาจากความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนหรือซึ่งเป็นกรอบแนวคิดเชิงทฤษฎีเกี่ยวกับความรู้ด้านเนื้อหาผนวกกับวิธีการสอน ที่ให้ความสำคัญกับการบูรณาการความรู้ของครูในด้านเนื้อหาที่สอน และวิธีการสอน โดยมีจุดเน้นที่สำคัญ คือครูผู้สอนสามารถถ่ายทอดความรู้ในเนื้อหาวิชา ที่ตนเองสอนได้โดยมีวิธีที่ทำให้การจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพ ส่งผลให้ผู้เรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเองและเชื่อมโยงองค์ความรู้เดิมสู่องค์ความรู้ใหม่ได้ การศึกษาเรื่องความรู้ด้านเนื้อหาผนวกวิธีสอนนั้น

มีนักการศึกษาท่านอื่น ๆ ได้ปรับและขยายแนวคิดความรู้ด้านเนื้อหาผนวกวิธีสอนเกี่ยวกับองค์ประกอบของความรู้เนื้อหาผนวกวิธีการสอนนี้เพื่อให้เหมาะสมต่อการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ และได้นิยามว่าความรู้ด้านเนื้อหาผนวกวิธีสอน ควรประกอบด้วย 5 ด้าน ได้แก่ ความรู้เกี่ยวกับเป้าหมายของการสอนวิทยาศาสตร์ ความรู้เกี่ยวกับหลักสูตร ความรู้เกี่ยวกับผู้เรียน และการเรียนรู้ของผู้เรียน ความรู้เกี่ยวกับวิธีการสอนและความรู้เกี่ยวกับการวัดและประเมินการเรียนรู้ของผู้เรียน การมีทักษะความรู้ด้าน ICT เพียงอย่างเดียวไม่เพียงพอที่จะทำให้ครูสามารถใช้งานเทคโนโลยีได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้น การเพิ่มเทคโนโลยีเข้าสู่ชั้นเรียนได้นำไปสู่การปรับปรุงการเรียนรู้ของผู้เรียนให้ดีขึ้น ปัจจุบันนี้มีการยอมรับอย่างกว้างขวางว่าครูต้องเรียนรู้ทักษะด้านเทคโนโลยีภายในบริบทของเนื้อหาที่ตนเองสอนและผนวกกับวิธีการจัดการเรียนรู้ การบูรณาการที่มีประสิทธิภาพของเทคโนโลยีขึ้นอยู่กับความเข้าใจและการใช้ประโยชน์จากการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างเทคโนโลยีเนื้อหาและวิธีการสอน ดังนั้น ที่มาของ TPACK ได้สร้างขึ้นตามแนวคิดของ Shulman อย่างไรก็ตามการพัฒนาเทคโนโลยีอย่างรวดเร็วนี้ ทำให้เทคโนโลยีเป็นเครื่องมือที่มีอิทธิพล ในการเรียนการสอนในขณะนี้ ด้วยเหตุนี้การกล่าวถึงความรู้ด้านเทคโนโลยีจึงมีความจำเป็นในการเพิ่มศักยภาพของครูต่อไป การให้ความรู้แก่ครูเพื่อการบูรณาการเทคโนโลยีที่มีประสิทธิภาพ โดยที่ครูจะต้องทำความเข้าใจเกี่ยวกับความรู้ด้านเนื้อหา วิธีการสอน และความรู้ด้านเทคโนโลยี ที่ปฏิสัมพันธ์กันเพื่อประสิทธิผลของการสอนในรายวิชาโดยใช้เทคโนโลยีเป็นสิ่งสนับสนุน

ยาเซอร์ หะสาเมาะ (2562, หน้า 44-47) ได้อธิบาย แนวคิดและที่มาของความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี ไว้ว่า TPACK เป็นแนวคิดที่กำหนดความรู้ต่าง ๆ ที่ครูจำเป็นต้องสอนเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพด้วยการนำเทคโนโลยีมาใช้ในการจัดการเรียนการสอน TPACK เป็นแนวคิดที่ขยายมาจากแนวคิดของ Shulman ที่เสนอเกี่ยวกับความรู้เนื้อหา และความรู้เกี่ยวกับกระบวนการเรียนการสอน ว่าการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพนั้นจำเป็นต้องใช้ความรู้เกี่ยวกับกระบวนการสอน ที่เฉพาะเจาะจง และเนื้อหา โดยเป็นการผสมผสานทั้งเนื้อหา และกระบวนการที่นำไปสู่ความเข้าใจในวิธีการ ประเด็นและปัญหาอย่างเป็นระบบ แล้วนำมาประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนที่หลากหลาย เพื่อพัฒนาความสามารถและความสนใจของผู้เรียน

Mishra & Koehler (2006, pp. 1017–1054) เสนอกรอบ TPACK ภายหลังเปลี่ยนชื่อเป็น TPACK เพื่อสื่อสารเกี่ยวกับสิ่งที่ครูจำเป็นต้องรู้ เพื่อรวมเทคโนโลยีเข้าด้วยกันกับการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ องค์ประกอบของความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอน และเทคโนโลยีเบื้องต้น ประกอบด้วย 3 ลักษณะ ได้แก่

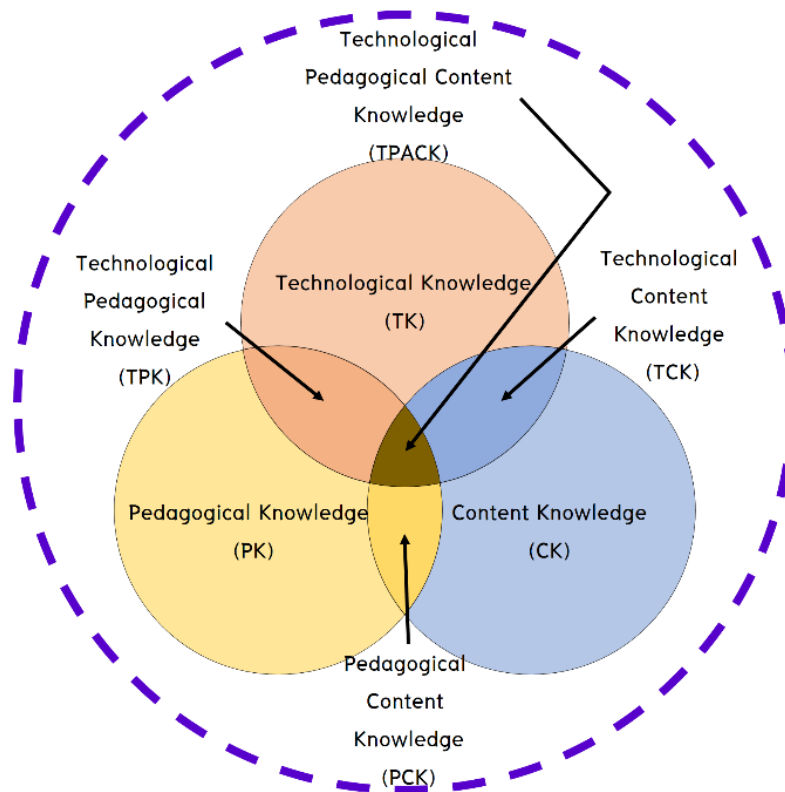
1. ความรู้ด้านเนื้อหาผนวกวิธีการสอน (Pedagogical Content Knowledge: PCK) ความรู้ในส่วนนี้ให้ความสำคัญกับความสัมพันธ์ของความรู้ในรายวิชาของครู และวิธีการสอน ซึ่ง PCK คือ ประเภทของความรู้ที่จำเพาะ และเป็นองค์ความรู้ที่นอกเหนือจากความรู้ด้านเนื้อหา องค์ความรู้นี้ คือ การบูรณาการมิติของความรู้ด้านต่าง ๆ เพื่อเพิ่มศักยภาพของการสอนในเนื้อหานั้น โดยมุ่งเน้นถึงความรู้ที่เอื้อให้ครูสามารถเข้าใจถึงแนวคิดเดิมที่ผู้เรียนมีมาก่อนเกี่ยวกับเนื้อหานั้น และความยากในการเรียนรู้โดยองค์ประกอบของความรู้เนื้อหาผนวกวิธีการสอน แต่ละมิติของความรู้มีความสอดคล้อง และเอื้ออำนวยต่อกัน ในการจัดการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนนั้น ครูต้องมีความรู้ แต่ละด้านที่เหมาะสมด้านวิธีการสอนวิธีการวัด และประเมินการเรียนรู้ ที่เหมาะสมต่อการถ่ายทอด เนื้อหาความรู้ นั้นไปสู่ตัวผู้เรียนโดยคำนึงถึงความแตกต่างของตัวผู้เรียนเข้าใจถึงวิธีการเรียนรู้ของผู้เรียน บูรณาการความรู้แต่ละด้านได้อย่างมีประสิทธิภาพ ส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียนเมื่อครูเข้าใจถึงแนวคิดเดิมที่ผู้เรียน มีและความยากในการเรียนรู้ที่ผู้เรียนประสบปัญหาหยาบ ส่งเสริมให้ครูเข้าใจถึงรูปแบบที่เหมาะสม ในการจัดการเรียนการสอนในด้านวิธีการสอน สื่อ และกิจกรรม รวมทั้ง วิธีการวัด และประเมินการเรียนรู้ของผู้เรียนนั้นแสดงว่าครูมีความสามารถในการปรับใช้ความรู้ด้านเนื้อหาผนวกวิธีการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. ความรู้ด้านเนื้อหาผนวกเทคโนโลยี (Technological Content Knowledge: TCK) ความรู้ในส่วนนี้เป็นความรู้เกี่ยวกับวิธีการหรือลักษณะความสัมพันธ์ของความรู้เรื่องเทคโนโลยีและความรู้เรื่องเนื้อหาที่มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน ครูต้องรู้วิธีการหรือลักษณะที่เนื้อหาสาระสามารถถูกเปลี่ยนแปลงจากการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี ตัวอย่างเช่น Stellarium เป็นซอฟต์แวร์ที่ใช้เป็นท้องฟ้าจำลองสำหรับ คอมพิวเตอร์ สามารถแสดงท้องฟ้าเหมือนจริงแบบ 3 มิติ ใกล้เคียงกับที่เห็นด้วยตาเปล่าหรือกล้องโทรทรรศน์ เว็บไซต์ PhET เป็นเว็บไซต์ที่จัดทำโปรแกรมจำลองการเรียนการสอนเป็นสถานการณ์จำลอง บนคอมพิวเตอร์ที่สร้างขึ้นมา สามารถช่วยเหลือให้ผู้เรียนสามารถสร้างการเชื่อมต่อระหว่างความเข้าใจในแนวคิดวิทยาศาสตร์ และปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นใน

ชีวิตจริง ซึ่งจะส่งผลให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจอย่างมีความหมาย และมีความตระหนักรู้ในปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นบนโลก

3. ความรู้ด้านวิธีสอนผนวกเทคโนโลยี (Technological Pedagogical Knowledge: TPK) ความรู้ในส่วนนี้เป็นความรู้เกี่ยวกับความสามารถของเทคโนโลยีที่หลากหลายในขณะที่ถูก นำไปใช้ในการจัดเตรียมการเรียนการสอน รวมถึงรู้ว่าการสอนอาจจะเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร จากการใช้เทคโนโลยีชนิดนั้น รวมถึงความเข้าใจเกี่ยวกับขอบเขตของอุปกรณ์ที่มีไว้สำหรับภาระงานบางอย่าง ความสามารถในการเลือกอุปกรณ์บนพื้นฐานของความเหมาะสมกับกิจกรรม และความรู้เรื่องการสอน และความสามารถในการประยุกต์ใช้อุปกรณ์ให้เหมาะสมกับวิธีสอน รวมถึงความรู้เรื่องการมีส่วนร่วมในชั้นเรียนและการวัดประเมินผล ความรู้ในเรื่องความคิดในการใช้เทคโนโลยีเป็นพื้นฐานโดยทั่วไป เช่น การสนทนาอภิปรายโต้ตอบผ่านระบบอินเทอร์เน็ต การใช้ Kahoot, Quizizz และ Poll Everywhere ในชั้นนำเข้าสู่บทเรียนเพื่อกระตุ้น และเร้าความสนใจ

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า TPACK หมายถึง การบูรณาการเทคโนโลยีรวมความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบของความรู้ทั้งสามส่วน ได้แก่ ความรู้ด้านเทคโนโลยี (Technological Knowledge) หรือ TK วิธีการสอนทั้งในและนอกชั้นเรียน (Pedagogical Knowledge) หรือ PK ความรู้ด้านเนื้อหา (Content Knowledge) หรือ CK มาบูรณาการในวิชาที่สอนด้วยการใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมในรูปแบบที่แตกต่างกันตามความชำนาญได้อย่างมีประสิทธิภาพนั้นจำเป็นต้องไวต่อการรับรู้ความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบความรู้ทั้ง 3 เรื่อง แสดงดังภาพประกอบ 2



ภาพประกอบ 2 องค์ประกอบ TPACK

ที่มา : Mishra & Koehler (2006)

TPACK ประกอบด้วย 7 ชนิดของความรู้ ดังรายละเอียดในตาราง 2 ซึ่งประเภทความรู้เหล่านี้ ได้แก่ ความรู้ด้านเนื้อหา ความรู้ด้านวิธีสอน ความรู้ด้านเทคโนโลยี ความรู้ด้านเนื้อหาผนวกวิธีสอน ความรู้ด้านเนื้อหาผนวกเทคโนโลยี ความรู้ด้านวิธีสอนผนวกเทคโนโลยี และความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี

ตาราง 2 ความรู้ 7 ประเภทในกรอบความคิด ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี

ประเภทของความรู้	คำอธิบาย
ความรู้ด้านเนื้อหา (Content Knowledge: CK)	ความรู้เกี่ยวกับเนื้อหาวิชาเฉพาะที่จะสอนรวมถึงความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริง แนวคิด หลักการ กฎ ทฤษฎี ภายในรายวิชานั้น ๆ
ความรู้ด้านวิธีสอน (Pedagogical Knowledge: PK)	ความรู้เกี่ยวกับกระบวนการและแนวปฏิบัติในการสอน รวมทั้งการจัดการชั้นเรียน การพัฒนาแผนการสอน การประเมินผลผู้เรียนและ พัฒนาการการเรียนรู้ของผู้เรียน
ความรู้ด้านเทคโนโลยี (Technological Knowledge: TK)	ความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีต่าง ๆ ตั้งแต่เทคโนโลยีที่ไม่ซับซ้อน ไปจนถึงเทคโนโลยีดิจิทัล เช่น อินเทอร์เน็ต แอปพลิเคชัน วิดีโอ กระดานไวท์บอร์ดแบบโต้ตอบ และโปรแกรมซอฟต์แวร์ต่าง ๆ
ความรู้ด้านเนื้อหาผนวกวิธีสอน Pedagogical (Content Knowledge: PCK)	ความรู้เกี่ยวกับแนวทางการสอนที่เหมาะสมกับเนื้อหาวิชาเฉพาะและความสามารถในการจัดวิธีสอนให้เหมาะสมกับเนื้อหาและเกิดความเข้าใจได้ง่ายขึ้น
ความรู้ด้านเนื้อหาผนวกเทคโนโลยี (Technological Content Knowledge: TCK)	ความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีชนิดใดชนิดหนึ่งที่เหมาะกับเนื้อหาเฉพาะนั้น ๆ ตลอดจนวิธีการที่เทคโนโลยีมีอิทธิพล และการเปลี่ยนแปลงต่อลักษณะของเนื้อหาให้เข้าใจง่ายขึ้น
ความรู้ด้านวิธีการสอน ผนวกเทคโนโลยี (Technological Pedagogical Knowledge: TPK)	ความรู้เกี่ยวกับเครื่องมือทางเทคโนโลยีสำหรับงานในชั้นเรียนเฉพาะ เช่น การใช้เทคโนโลยีในการตรวจสอบ การเข้าชั้นเรียน การตัดเกรด การวิเคราะห์ข้อมูล การใช้แอปพลิเคชัน หรือเกมในการดึงดูดความสนใจของผู้เรียน เช่นเดียวกับ วิธีการเครื่องมือทางเทคโนโลยีที่ไปเปลี่ยนแปลงลักษณะของการเรียนการสอน

ตาราง 2 (ต่อ)

ประเภทของความรู้	คำอธิบาย
ความรู้ด้านเนื้อหาผนวก วิธีการสอน Technological Pedagogical Content Knowledge: TPACK)	ความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยี การสอนและเนื้อหาในด้านต่าง ๆ และเทคโนโลยี ในการบูรณาการเทคโนโลยีที่หลากหลายเข้าสู่วิธีการจัดการเรียนรู้สำหรับเนื้อหาที่สอน

ที่มา : Mishra & Koehler (2006, pp. 1017-1054)

สรุปจากกรอบแนวคิดดังกล่าวของความรู้เนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี ประกอบไปด้วยความรู้ตั้งแต่ 5 ถึง 8 องค์ประกอบ แต่อย่างไรก็ตาม กรอบความรู้ TPACK 7 องค์ประกอบ ได้รับการนำไปประยุกต์ใช้อย่างแพร่หลายเป็นอย่างมาก ทั้งนี้ ครูผู้สอนจะต้องมีความเข้าใจ ที่ลึกซึ้งเกี่ยวกับแต่ละองค์ประกอบของ TPACK เป็นสิ่งสำคัญที่สุด คือ การบูรณาการเทคโนโลยี กับวิธีการสอนและเนื้อหาของแต่ละบุคคล มากกว่าที่จะรู้เพียงความหมายของแต่ละองค์ประกอบ

3. การวัดและประเมินผล TPACK

เครื่องมือที่นำมาใช้ในการวัดและประเมินผลความเข้าใจเกี่ยวกับความรู้เนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี มีหลายชนิด กิตติพันธ์ อุดมเศรษฐ์ (2558, หน้า 68-69) สามารถจำแนกเป็นเครื่องมือต่าง ๆ ที่พบได้ในงานวิจัย เกี่ยวกับความรู้เนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยีได้ 5 ประเภท ดังนี้

3.1 รายงานการประเมินตนเอง (Self-Report) ส่วนใหญ่เป็นการขอให้ผู้เข้าร่วมให้คะแนนหรือลำดับของการใช้เทคโนโลยีในการสอน เช่น การสำรวจความรู้เกี่ยวกับวิชาที่สอนและเทคโนโลยีของครู โดยมีรายการให้ครูประเมินตนเองแบ่งเป็นระดับในการวัดความรู้ TPACK ตามองค์ประกอบ 7 ส่วน

3.2 แบบสอบถามปลายเปิด (Open-Ended Questionnaire) เป็นแบบสอบถามที่ให้ ผู้เข้าร่วมเขียนเกี่ยวกับประสบการณ์ในภาพรวม ในรายวิชาที่จัดการเรียนการสอนที่ใช้เทคโนโลยี เช่น อะไรที่คิดว่าเป็นจุดแข็ง และจุดอ่อนที่สำคัญของการบูรณาการเครื่องมือ ICT ในการจัดการเรียนรู้

การเปรียบเทียบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น กับการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น ร่วมกับ TPACK

ผู้วิจัยได้ทำการเปรียบเทียบระหว่าง การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น และการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น ร่วมกับ TPACK ดังตาราง 3 ดังนี้

ตาราง 3 ตารางการเปรียบเทียบระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น และการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น ร่วมกับ TPACK

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น (สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ, 2545, หน้า 136)	ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น ร่วมกับ TPACK
1. ขั้นสร้างความสนใจ ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียนด้วยเหตุการณ์ที่น่าสนใจ เพื่อเป็นการสร้างแรงจูงใจแก่นักเรียน	1. ขั้นสร้างความสนใจ ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียนด้วยเหตุการณ์ที่น่าสนใจ เพื่อเป็นการสร้างแรงจูงใจแก่นักเรียน
2. ขั้นสำรวจและค้นหา นักเรียน ร่วมกันสำรวจปัญหา รวบรวมข้อมูล วางแผน และลงมือปฏิบัติ	2. ขั้นสำรวจและค้นหา ร่วมกับ TPACK นักเรียน ร่วมกันสำรวจปัญหา รวบรวมข้อมูล วางแผน ลงมือปฏิบัติ โดยการใช้เทคโนโลยี ในการเรียน ใช้แอปพลิเคชันที่ครูกำหนดให้ สืบค้น ศึกษาข้อมูล เพื่อให้ได้คำตอบ
3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป นักเรียนนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอด้วยกราฟ ตาราง ที่เหมาะสม	3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป นักเรียนนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอด้วยกราฟ ตาราง ที่เหมาะสม
4. ขั้นขยายความรู้ นักเรียนนำข้อสรุปที่ได้ไปอธิบายเหตุการณ์ต่าง ๆ โดยนำความรู้ที่สร้างขึ้นใหม่ไปเชื่อมโยงกับประสบการณ์เดิม	4. ขั้นขยายความรู้ นักเรียนนำข้อสรุปที่ได้ไปอธิบายเหตุการณ์ต่าง ๆ โดยนำความรู้ที่สร้างขึ้นใหม่ไปเชื่อมโยงกับประสบการณ์เดิม

ตาราง 3 (ต่อ)

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ, 2545, หน้า 136)	ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK
5. ชั้นประเมินผล ครูประเมินนักเรียนว่านักเรียนมีความรู้จะโรมากชิ้นบ้าง มากน้อยเพียงใด นักเรียนประเมินตนเองนำความรู้ไปประยุกต์ใช้กับสถานการณ์จริงในชีวิตประจำวัน และอื่น ๆ	5. ชั้นประเมินผล ครูประเมินนักเรียนว่านักเรียนมีความรู้จะโรมากชิ้นบ้าง มากน้อยเพียงใด นักเรียนประเมินตนเองนำความรู้ไปประยุกต์ใช้กับสถานการณ์จริงในชีวิตประจำวัน และอื่น ๆ

โปรแกรมประเมินสมรรถนะนักเรียนมาตรฐานสากล (Programme for International Student Assessment หรือ PISA)

1. ความหมายของ PISA

Organisation for Economic Co-operation and Development – OECD (2018, p. 1) ได้กล่าวว่า PISA หมายถึง โครงการของ OECD สำหรับการประเมินนักศึกษาต่างชาติ PISA วัดความสามารถของเด็กอายุ 15 ปี ในการใช้ความรู้และทักษะในการอ่าน คณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์เพื่อรับมือกับความท้าทายในชีวิตจริง

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2558, หน้า 2) ได้กล่าวว่า PISA หรือ Programme for International Student Assessment หมายถึง โครงการประเมินกับนักเรียนที่มีอายุอยู่ในช่วง 15 ปี การประเมินดังกล่าวตั้งอยู่บนหลักการพื้นฐานที่ว่า คุณภาพของการศึกษาเป็นตัวชี้วัดศักยภาพของการพัฒนาทางเศรษฐกิจ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2564, หน้า 1) ได้กล่าวว่า PISA หมายถึง โปรแกรมประเมินสมรรถนะผู้เรียนมาตรฐานสากล ภาษาอังกฤษใช้คำว่า Programme for International Student Assessment โดยเขียนย่อว่า PISA

สรุปได้ว่า PISA หมายถึง โครงการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ (Programme for International Student Assessment หรือ PISA) ริเริ่มโดยองค์การ

เพื่อความร่วมมือและพัฒนาทางเศรษฐกิจ (Organisation for Economic Co-operation and Development หรือ OECD) โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อประเมินคุณภาพของระบบการศึกษาของประเทศต่าง ๆ โดยประเมินความสามารถพื้นฐานที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตในโลกที่มีการเปลี่ยนแปลงเน้นการประเมินความสามารถของนักเรียนเกี่ยวกับการใช้ความรู้และทักษะในชีวิตจริงมากกว่าการเรียนรู้ตามหลักสูตรในโรงเรียน

2. ที่มาและความสำคัญของการประเมิน PISA

โครงการประเมินผลผู้เรียนร่วมกับนานาชาติ แนวคิดนี้ได้ริเริ่มโดยองค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา (Organisation for Economic Co-operation and Development หรือ OECD) มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินคุณภาพของระบบการศึกษาของประเทศต่าง ๆ ในการเตรียมความพร้อมให้ผู้เรียนมีศักยภาพและความสามารถพื้นฐานที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตในยุคโลกาภิวัตน์ โดยการประเมินของ PISA จะเน้นประเมินสมรรถนะของผู้เรียนเกี่ยวกับการใช้ความรู้และทักษะในชีวิตจริงมากกว่าการเรียนรู้ตามหลักสูตรในโรงเรียน ในปลายทศวรรษที่ 1990 ประเทศสมาชิกของ OECD มีความคิดที่จะหาวิธีประเมินว่า เด็กอายุ 15 ปีทั่วโลก มีความพร้อมที่จะอยู่ร่วมในสังคมเพียงใด เหตุที่ PISA เลือกเด็กอายุ 15 ปี แทนที่จะเป็นเด็กอายุ 12 หรือ 17 เพราะเป็นอายุที่เด็กกำลังจะจบการศึกษาภาคบังคับ ผู้เชี่ยวชาญด้านการศึกษาทั่วโลก ช่วยกันสร้างวิธีทดสอบที่ใช้เวลา 2 ชั่วโมง ซึ่งมุ่งเน้นการวัดผลใน 3 วิชาหลัก ได้แก่ ภาษา คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ ประเทศสมาชิกตัดสินใจที่จะจัดการทดสอบนี้ ทุก 3 ปี และมีการปรับเปลี่ยนจุดมุ่งเน้นในการทดสอบใน 3 ด้าน (คู่มือ PISA สพฐ., 2562, หน้า 1) ได้แก่

2.1 ความฉลาดรู้ด้านการอ่าน (Reading Literacy) คือ ความสามารถที่จะทำความเข้าใจกับสิ่งที่ได้อ่าน สามารถนำไปใช้ ประเมิน สะท้อนออกมาเป็นความคิดเห็นของตนเอง และมีความรักและผูกพันกับการอ่าน เพื่อให้บรรลุเป้าหมาย พัฒนาความรู้และศักยภาพ และการมีส่วนร่วมในสังคม

2.2 ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ (Mathematical Literacy) คือ ความสามารถของแต่ละบุคคลในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และสามารถแปลงปัญหาใช้คณิตศาสตร์ และตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาในบริบทของโลกชีวิตจริง รวมถึงการใช้แนวคิด กระบวนการข้อเท็จจริง และเครื่องมือทางคณิตศาสตร์ เพื่อบรรยาย อธิบาย และคาดการณ์ปรากฏการณ์ต่าง ๆ

2.3 ความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) คือ

ความสามารถในการเชื่อมโยงสิ่งต่าง ๆ เข้ากับประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ และแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีวิจารณญาณโดยบุคคลที่ได้ชื่อว่ามี ความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ คือ ผู้ที่สามารถสื่อสารหรือโต้แย้งในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่าง เป็นเหตุเป็นผล ซึ่งบุคคลนั้นจำเป็นต้องมีความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ ข้อสอบของ PISA มีความน่าสนใจและท้าทาย โดยมีหลากหลายสถานการณ์ในชีวิตจริงให้ ผู้เรียนอ่าน แต่ละสถานการณ์อาจมีหลายคำถามและหลากหลายรูปแบบในการตอบคำถาม เช่น เลือกตอบ เขียนตอบสั้น ๆ และเขียนอธิบายในการประเมินที่ผ่านมา ผู้เรียนจะทำข้อสอบในเล่มแบบทดสอบ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2564, หน้า 4)

ประเทศไทยเข้าร่วม PISA ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2543 (PISA 2000) และดำเนินการต่อเนื่องประเมินต่อเนื่องทุกสามปี จนถึงปัจจุบัน ประเทศไทยไม่ใช่สมาชิก OECD แต่สมัครเข้าร่วม PISA ในฐานะประเทศร่วม (Partner Countries) เพื่อต้องการตรวจสอบคุณภาพของระบบการศึกษา และสมรรถนะของผู้เรียนวัยจบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาเกี่ยวกับความรู้และทักษะที่จำเป็นสำหรับอนาคต โดยใช้มาตรฐานของประเทศที่พัฒนาแล้วเป็นเกณฑ์ชี้วัด โดยกระทรวงศึกษาธิการ ได้ให้สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) เป็นผู้ดำเนินโปรแกรมประเมินสมรรถนะผู้เรียนมาตรฐานสากล หรือ PISA ในประเทศไทย โดยประสานความร่วมมือกับหน่วยงานภายนอกทั้งในและต่างประเทศเพื่อให้การดำเนินงานเป็นไปอย่างเต็มประสิทธิภาพและบรรลุเป้าหมาย สำหรับการดำเนินงานภายในประเทศ สสวท. ได้แต่งตั้งคณะกรรมการระดับชาติ ซึ่งประกอบไปด้วยผู้แทนจากสำนักงานปลัดกระทรวงศึกษาธิการ สำนักงานเลขาธิการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชนสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา สำนักงานการศึกษา กรุงเทพมหานคร และสำนักประสานและพัฒนากิจการการศึกษาท้องถิ่น กรมการปกครองส่วนท้องถิ่น กระทรวงมหาดไทย โดยมีบทบาทหน้าที่ในการให้คำปรึกษา ข้อเสนอแนะ และติดต่อประสานงานกับโรงเรียนกลุ่มตัวอย่าง (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2564, หน้า 13)

3. สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ตามแนวทางการประเมิน PISA ได้แก่

3 สมรรถนะหลัก 15 สมรรถนะย่อย ดังนี้

สมรรถนะที่ 1 การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (Explain Phenomena Scientifically) (A)

1. นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล (A1)
2. ระบุใช้ และสร้างแบบจำลองและการนำเสนอข้อมูลเพื่อใช้ในการอธิบาย (A2)
3. เสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการอธิบาย (A3)
4. พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์และให้เหตุผลที่สมเหตุสมผล (A4)
5. อธิบายถึงศักยภาพของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้เพื่อสังคม (A5)

สมรรถนะที่ 2 การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Evaluate and Design Scientific Enquiry) (B)

1. ระบุปัญหาที่ต้องการสำรวจตรวจสอบจากการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้ (B1)
2. แยกแยะได้ว่าประเด็นปัญหาหรือคำถามใดสามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (B2)
3. เสนอวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้ (B3)
4. ประเมินวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้ (B4)
5. บรรยายและประเมินวิธีการต่าง ๆ ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการยืนยันถึงความน่าเชื่อถือของข้อมูล และความเป็นกลางและการสรุปอ้างอิงจากคำอธิบาย (B5)

สมรรถนะที่ 3 การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ (Interpret Data and Evidence Scientifically) (C)

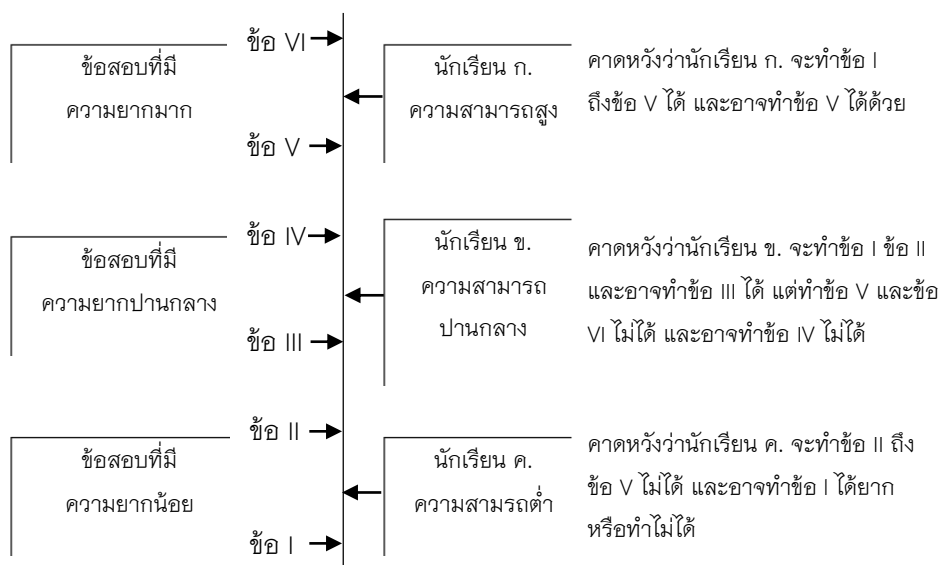
1. แปลงข้อมูลที่น่าเสนอในรูปแบบหนึ่งไปสู่รูปแบบอื่น (C1)
2. วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์และลงข้อสรุป (C2)
3. ระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยาน และเหตุผลในเรื่องที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ (C3)

4. แยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ กับที่มาจากการศึกษาจากสิ่งอื่น (C4)

5. ประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และประจักษ์พยานจากแหล่งที่มาที่หลากหลาย (C5)

4. ความสามารถทางวิทยาศาสตร์ตามแนวทางของ PISA

การประเมินความสามารถของผู้เรียนขึ้นอยู่กับประเภทของงานที่คาดหวังให้ผู้เรียนทำให้เสร็จสมบูรณ์ ซึ่งหมายความว่า ผู้เรียนที่ระดับความสามารถหนึ่งน่าจะ สามารถทำข้อสอบที่มีความยากอยู่ในระดับเดียวกันหรือระดับที่ต่ำกว่าได้ ในทางกลับกัน ผู้เรียนก็ไม่น่าจะทำข้อสอบข้อที่มีความยากเกินกว่าระดับความสามารถของตัวเองได้ โดยมีการให้คะแนนแบบลำดับขั้น โดยการเพิ่มระดับความยากและความซับซ้อนของ ข้อสอบตามระดับความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ที่สูงขึ้น ซึ่งมีรายละเอียดดังภาพประกอบ 3 (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2564, หน้า 32)



ภาพประกอบ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างคำถามกับความสามารถของผู้เรียน
บนมาตรฐานวัดเดียวกัน

ที่มา : ศูนย์ดำเนินการ PISA แห่งชาติ (2564, หน้า 32)

จากภาพประกอบมาตรฐานวัดระดับความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ โดยมีการจัดระดับตามความยากง่ายของข้อสอบซึ่งหากผู้เรียนที่มีความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้น้อย จะไม่สามารถทำข้อสอบที่มีระดับที่สูงได้ ส่วนผู้เรียนที่มีความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้สูงจะสามารถทำข้อสอบได้ในทุกระดับ โดยหนึ่งในการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการการเรียนรู้วิทยาศาสตร์กับบริบทให้เกิดการพัฒนาความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ผ่านการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นด้วยกระบวนการทางสังคม (กุลธิดา ชนาภิมุข, 2561, หน้า 36–38) จากความสัมพันธ์ระหว่างคำถามกับความสามารถของผู้เรียนสามารถแบ่งระดับการประเมินความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์เป็น 7 ระดับ ดังตาราง 4

ตาราง 4 ความสามารถทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน 7 ระดับ

ระดับ	ความสามารถทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน
6	<p>ที่ระดับ 6 นักเรียนสามารถทำภาระงานวิทยาศาสตร์ที่ยาก ๆ ได้สำเร็จ สมบูรณ์เกือบทุกข้อสามารถดึงเอาความสัมพันธ์ระหว่างความรู้กรอบแนวคิดทางวิทยาศาสตร์กายภาพ ชีวภาพ และโลกและอวกาศ มาสัมพันธ์กันได้ สามารถใช้ความรู้ด้านเนื้อหา ด้านกระบวนการ และความรู้เกี่ยวกับการได้มาของความรู้ในการให้คำอธิบายทางทฤษฎีหรือคาดคะเนปรากฏการณ์ เหตุการณ์หรือกระบวนการที่ไม่คุ้นเคย หรือทำนายผลของเหตุการณ์ ในการตีความ แปลความข้อมูลและประจักษ์พยาน ก็สามารถแยกแยะสาระที่สอดคล้องและไม่สอดคล้องกับข้อมูลออกจากกันได้และสามารถดึงเอาความรู้ภายนอกเข้ามาใช้กับเรื่องที่เรียนรู้ได้ สามารถบอกความแตกต่างของข้อโต้แย้งได้ว่าข้อโต้แย้งใดมีพื้นฐานบนประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ กับข้อโต้แย้งใดเป็นความคิดเห็นหรือข้อพิจารณาของผู้อื่น</p> <p>นักเรียนที่ระดับ 6 สามารถประเมินความเหมาะสมของการออกแบบเพื่อการทดลอง การสำรวจตรวจสอบ การเก็บข้อมูลภาคสนาม หรือการจำลองสถานการณ์ที่ซับซ้อนได้ และสามารถให้เหตุผลที่เหมาะสมเพื่อประกอบการตัดสินใจได้</p>

ตาราง 4 (ต่อ)

ระดับ	ความสามารถทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน
5	<p>ที่ระดับ 5 นักเรียนสามารถใช้กรอบความคิดทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นนามธรรมเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ กระบวนการ หรือเหตุการณ์ที่ไม่คุ้นเคยและมีความซับซ้อนมากขึ้นได้ สามารถใช้กระบวนการความรู้เกี่ยวกับการได้มาของความรู้ที่มีความซับซ้อนในการประเมินการออกแบบสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สามารถให้เหตุผลที่เลือกวิธีการทดลองวิธีใดวิธีหนึ่งและสามารถใช้ความรู้ตามทฤษฎีมาตีความหรือทำนายผลได้ นักเรียนที่ระดับ 5 สามารถประเมินวิธีการสำรวจตรวจสอบของปัญหาที่กำหนดให้ในเชิงวิทยาศาสตร์และระบุข้อจำกัดในการแปลความข้อมูล รวมถึงแหล่งที่มาและผลกระทบจากความไม่แน่นอนของข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ได้</p>
4	<p>ที่ระดับ 4 นักเรียนสามารถใช้ความรู้ด้านเนื้อหาที่ซับซ้อนและเป็นนามธรรมมากขึ้น ซึ่งอาจเป็นความรู้ที่มีให้หรือเป็นความรู้ที่จดจำมาเอง เพื่อนำมาใช้สร้างคำอธิบายในเหตุการณ์หรือกระบวนการที่ซับซ้อนมากขึ้นและไม่คุ้นเคยมาก่อน สามารถทำการทดลองเก็บข้อมูลที่มีตัวแปรอิสระมากกว่าสองตัวแปรขึ้นไปในบริบทที่มีข้อจำกัด โดยสามารถอธิบายเหตุผลในการออกแบบการทดลองโดยใช้ความรู้ด้านกระบวนการและความรู้เกี่ยวกับการได้มาของความรู้ นักเรียนที่ระดับ 4 สามารถแปลความหมายข้อมูลที่ได้มาจากข้อมูลที่มีความซับซ้อนปานกลาง หรือบริบทที่ไม่คุ้นเคย และสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลและที่ขยายออกไกลกว่าที่ได้จากข้อมูลเฉพาะหน้าและสามารถให้เหตุผลสำหรับการเลือกของตนเองได้</p>
3	<p>ที่ระดับ 3 นักเรียนสามารถใช้ความรู้ด้านเนื้อหาที่มีความซับซ้อนปานกลางเพื่อระบุออกประเด็นหรือสร้างคำอธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์ที่ รู้จักคุ้นเคย ถ้าเป็นสถานการณ์ที่ไม่คุ้นเคย นักเรียนสามารถสร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผลโดยอาศัยตัวชี้นำหรือตัวสนับสนุนที่เหมาะสม สามารถใช้ความรู้เกี่ยวกับการได้มาของความรู้หรือความรู้ด้านกระบวนการในการหาความรู้เพื่อดำเนินการทดลองอย่างง่ายในบริบทที่มีข้อจำกัด นักเรียนที่ระดับ 3 สามารถแยกแยะอย่างชัดเจนได้ว่าประเด็นใดเป็นวิทยาศาสตร์ อธิบายได้ มีประจักษ์พยาน ตรวจสอบได้ตามกระบวนการวิทยาศาสตร์ และประเด็นใดไม่เป็นวิทยาศาสตร์ และสามารถระบุประจักษ์พยานเพื่อสนับสนุนคำกล่าวอ้างทางวิทยาศาสตร์</p>

ตาราง 4 (ต่อ)

ระดับ	ความสามารถทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน
2	<p>ที่ระดับ 2 นักเรียนสามารถดึงเอาความรู้ด้านเนื้อหาจากชีวิตประจำวันและความรู้ด้านกระบวนการเบื้องต้นมาใช้เพื่อบอกถึงคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ตีความข้อมูล และตั้งปัญหาของเรื่องเพื่อออกแบบการทดลองอย่างง่าย</p> <p>นักเรียนสามารถใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ทั่วไปที่พบได้ในชีวิตประจำวันเพื่อบอกข้อสรุปจากข้อมูลชุดที่ไม่ซับซ้อนมาก นักเรียนที่ระดับ 2 สามารถแสดงว่ามีความรู้เกี่ยวกับการได้มาของความรู้หรือวิหาคความรู้ เพื่อระบุปัญหาที่สามารถตรวจสอบได้โดยวิธีทางวิทยาศาสตร์</p>
1a	<p>ที่ระดับ 1a นักเรียนสามารถใช้ความรู้ด้านเนื้อหาและกระบวนการเบื้องต้นในชีวิตประจำวันเพื่อรับรู้หรือระบุคำอธิบายของปรากฏการณ์วิทยาศาสตร์อย่างง่ายที่ต้องการการคิดไม่มากสามารถทำการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์อย่างเป็นแบบแผนที่มีตัวแปรไม่เกินสองตัวแปรได้เมื่อมีตัวช่วยหรือการให้ความช่วยเหลือ สามารถระบุความสัมพันธ์หรือบอกถึงสาเหตุแบบง่ายได้และแปลความข้อมูลที่เป็นภาพหรือกราฟที่ต้องใช้การคิดเพียงเล็กน้อย</p> <p>นักเรียนที่ระดับ 1a สามารถเลือกคำอธิบายที่ดีที่สุดจากข้อมูลที่กำหนดมาให้ในบริบทที่คุ้นเคยหรือเกี่ยวข้องตรง ๆ กับชีวิตส่วนตัว ท้องถิ่น หรือโลก</p>
1b	<p>ที่ระดับ 1b นักเรียนสามารถใช้ความรู้วิทยาศาสตร์เบื้องต้นในชีวิตประจำวันเพื่อนึกถึงปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ในบางแง่มุมที่คุ้นเคยหรือง่าย ๆ</p> <p>สามารถบอกแบบรูปอย่างง่ายในชุดข้อมูล จำคำศัพท์หรือคำทางวิทยาศาสตร์ได้ สามารถทำการทดลองตามวิธีการที่บอกไว้ชัดเจนได้</p>

ที่มา : ศูนย์ดำเนินงาน PISA แห่งชาติ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2564, หน้า 125-126)

วิธีการรายงานผลของ PISA ความหมายของคะแนน PISA สรุปขั้นตอนในการพัฒนาข้อสอบและกระบวนการกำหนดมาตรฐานวัดเพื่อประกันว่าคะแนนของ PISA สามารถเปรียบเทียบกันได้ระหว่างประเทศและระหว่างการประเมิน PISA ในรอบที่ผ่านมา โดยขั้นตอนในการพัฒนาข้อสอบที่อธิบายในส่วนนี้จะเป็นการพัฒนาข้อสอบบนคอมพิวเตอร์เท่านั้น ซึ่งเป็นข้อสอบที่ประเทศ/เขตเศรษฐกิจส่วนใหญ่ใช้ในการประเมิน (70 จาก 79 ประเทศ/เขตเศรษฐกิจ)

5. การจัดการเรียนการสอนที่เน้นสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2563, หน้า 7-12) ได้ให้แนวทางในการจัดการเรียนรู้เน้นสมรรถนะ 6 แนวทาง ดังนี้

แนวทางที่ 1 ใช้งานเดิม เสริมสมรรถนะ เป็นการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับสมรรถนะที่สอดคล้องกับบทเรียน โดยระบุเป็นวัตถุประสงค์การเรียนรู้ กิจกรรมเสริมลงไปในการจัดการเรียนรู้ ไม่ได้เปลี่ยนแปลงแผนการสอนเดิมเพื่อให้ผู้เรียนได้พัฒนาสมรรถนะให้เข้มข้น และเกิดสมรรถนะที่ต้องการไปพร้อมกับการเรียนเนื้อหา และทักษะตามปกติ มีขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. เลือกและระบุสมรรถนะที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้
2. คัดกิจกรรมที่เสริมสร้างสมรรถนะ บูรณาการในกิจกรรมเดิม
3. ปรับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ให้ครอบคลุมสมรรถนะ
4. ระบุวิธีวัดและประเมินสมรรถนะเพิ่มเติม

แนวทางที่ 2 ใช้งานเดิม ต่อเติมสมรรถนะพัฒนาการจัดการเรียนรู้เดิมของครูผู้สอนที่มากขึ้นจากงานเดิม ออกแบบงานหรือสถานการณ์ถึงขั้นการฝึกฝน การนำความรู้ ทักษะ และเจตคติไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ที่หลากหลาย เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีสมรรถนะในเรื่องที่เรียนรู้นั้นมากยิ่งขึ้น มีขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. วิเคราะห์กิจกรรมการเรียนการสอนเดิม ว่าผู้เรียนสามารถนำความรู้ ทักษะและเจตคติไปใช้ประโยชน์ได้อย่างไร
2. เลือกสถานการณ์ที่คิดว่าผู้เรียนจะได้ฝึกและออกแบบกิจกรรมให้ผู้เรียนได้ฝึกใช้ความรู้ ทักษะ และเจตคติในสถานการณ์นั้น ๆ
3. ปรับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ให้ครอบคลุมสมรรถนะระบุวิธีวัดและประเมินสมรรถนะเพิ่มเติม

แนวทางที่ 3 ใช้รูปแบบการเรียนรู้สู่การพัฒนาสมรรถนะเป็นการจัดการเรียนรู้ที่มีการนำรูปแบบการเรียนรู้ต่าง ๆ มาวิเคราะห์เชื่อมโยงกับสมรรถนะที่สอดคล้องกันและเพิ่มเติมกิจกรรมที่สามารถช่วยพัฒนาสมรรถนะนั้นให้เพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน อันจะส่งผลให้การเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนรู้ที่ใช้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นด้วย

ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. เลือกรูปแบบการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์
2. ศึกษา รูปแบบการเรียนรู้ที่เลือกไว้ให้เข้าใจทั้งหลักการ วิธีการ จุดอ่อนและจุดแข็ง
3. พิจารณากระบวนการกิจกรรมตามรูปแบบการเรียนรู้ที่กำหนด และเลือกสมรรถนะที่สามารถมาบูรณาการร่วมได้
4. ปรับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ให้ครอบคลุมสมรรถนะ
5. เพิ่มเติมวิธีการวัดและประเมินสมรรถนะที่บูรณาการ

แนวทางที่ 4 สมรรถนะเป็นฐาน ผสานตัวชี้วัดเป็นการจัดการเรียนรู้โดยนำสมรรถนะที่ต้องการพัฒนาเป็นตัวตั้งและนำตัวชี้วัดที่สอดคล้องกันมาออกแบบการสอนร่วมกันเพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ทั้งเนื้อหาสาระและทักษะตามที่ตัวชี้วัดกำหนดไปพร้อม ๆ กันกับการพัฒนาสมรรถนะหลักที่ต้องการ ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. กำหนดสมรรถนะที่ต้องการพัฒนาผู้เรียน
2. พิจารณาเนื้อหา สาระการเรียนรู้ตามหลักสูตรและตัวชี้วัดที่สอดคล้องกับสมรรถนะที่เลือก
3. ออกแบบแผนการจัดการเรียนการสอนที่เสริมสร้างสมรรถนะให้ผู้เรียน และเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้
4. กำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้และกิจกรรมให้ครอบคลุมสมรรถนะโดยเน้นการสอนเชิงรุก
5. วางแผนการประเมินผลโดยเน้นสภาพจริง และตอบรับวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ตั้งแต่ต้น

แนวทางที่ 5 บูรณาการผสานหลายสมรรถนะเป็นการจัดการเรียนรู้โดยนำสมรรถนะหลักหลายสมรรถนะเป็นตัวตั้งและวิเคราะห์ตัวชี้วัดเกี่ยวข้อง แล้วออกแบบการสอนที่มีลักษณะเป็นหน่วยบูรณาการช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ได้อย่างเป็นองค์รวมโดยเห็นความสัมพันธ์ระหว่างวิชา/กลุ่มสาระการเรียนรู้ต่าง ๆ

ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. ทบทวนสมรรถนะหลัก พิจารณาเนื้อหาสาระการเรียนรู้ตามหลักสูตรในแต่ละวิชา/กลุ่มสาระ และตัวชี้วัดที่อยู่ในหลักสูตร
2. กำหนดหัวข้อเรื่องจากปัญหา แนวคิด หรือเนื้อหาสาระสำคัญในหลักสูตรที่ต้องการให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ และได้มีประสบการณ์ตรง
3. วิเคราะห์ว่า หัวข้อ/หัวเรื่องนั้นเกี่ยวข้องกับเนื้อหาสาระในกลุ่มสาระใดมากที่สุดและกำหนดขอบเขตเนื้อหาสาระทักษะ เจตคติ วัตถุประสงค์การเรียนรู้ในแต่ละกลุ่มสาระที่สัมพันธ์กับหัวข้อ/หัวเรื่องที่เลือกมาสอน
4. ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้โดยนำสมรรถนะมาเชื่อมโยงกับกิจกรรมที่ให้นักเรียนทำเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์
5. นำข้อมูล ข้อสังเกตจากการสอนมาประเมินปรับแผนการสอน หรือการพัฒนาสมรรถนะให้ได้มากขึ้น

แนวทางที่ 6 สมรรถนะชีวิตในกิจวัตรประจำวันเป็นการสอดแทรกสมรรถนะที่ส่งเสริมในการทำกิจวัตรประจำวันต่าง ๆ ของผู้เรียนให้มีประสิทธิภาพและคุณภาพมากขึ้น เป็นการใช้กิจกรรมในชีวิตประจำวันที่ทำอยู่แล้วใช้เป็นสถานการณ์ในการฝึกฝนสมรรถนะจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะที่ต้องการอย่างเป็นธรรมชาติและยังช่วยปลูกฝังให้สมรรถนะมีความมั่นคงถาวรจากการปฏิบัติเป็นประจำด้วย มีขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. สสำรวจกิจกรรมในชีวิตนักเรียน และจัดทำรายละเอียดของกิจกรรมที่ทำในกิจวัตรต่าง ๆ และออกแบบการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมปกติ
2. ทบทวนกิจวัตรประจำวันของนักเรียนและวิเคราะห์ความสอดคล้องกับเนื้อหาสาระ ความรู้ ทักษะที่กำหนดเป็นตัวชี้วัดของกลุ่มสาระต่าง ๆ
3. กำหนดแนวทางการปลูกฝังสมรรถนะที่สอดคล้องกับกิจวัตรประจำวัน โดยสร้างความเชื่อมโยง กับเนื้อหาการเรียนรู้ที่สัมพันธ์กัน มีความน่าสนใจ และเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน
4. กำหนดแนวทางการปลูกฝังสมรรถนะ คิดคำถามให้สอดคล้องกับแนวคิด เนื้อหา และตั้งคำถามที่โต้แย้งได้เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกคิด
5. จัดทำเกณฑ์ระดับคุณภาพเพื่อใช้ในการประเมินสมรรถนะในชีวิตประจำวันของผู้เรียน

6. สอน ประเมินผลซ่อมเสริมสมรรถนะผู้เรียนปรับแผนระหว่าง

สอนและหลังสอน

ความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์

1. ความหมายของความฉลาดรู้

คำว่า “Literacy” ในภาษาไทยใช้คำว่า “ความฉลาดรู้” หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการอ่าน การเขียน การคิดคำนวณ ตลอดจนสามารถนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน และบริบทอื่น ๆ เพื่อตอบสนองความต้องการของบุคคล ชุมชน และสังคม (UNESCO, 2005, p. 4)

พระบรมราชาโชวาท พระบาทสมเด็จพระปรมินทรมหาภูมิพลอดุลยเดช (2524) อ้างใน ราชบัณฑิตยสภา (2562, หน้า 29) ได้กล่าวว่า ความฉลาดรู้ หมายถึง รู้แล้วสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้จริง

สง่า วงศ์ไชย (2563, หน้า 1) ได้กล่าวว่า ความฉลาดรู้ หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการอ่าน การเขียน การคิดคำนวณ ตลอดจนสามารถนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน และบริบทอื่น ๆ เพื่อตอบสนองความต้องการของบุคคล ชุมชน และสังคม

สรุปได้ว่า ความฉลาดรู้ หมายถึง ความสามารถในการเรียนรู้ แก้ปัญหา ตลอดจนสามารถนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน และบริบทอื่น ๆ เพื่อตอบสนองความต้องการของบุคคล ชุมชน และสังคม

2. ความหมายของความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์

ความหมายของความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ มีหน่วยงานที่ดำเนินการเกี่ยวกับสมรรถนะ PISA ได้กล่าวว่าของความฉลาดรู้ไว้ ดังนี้

OECD (2009, หน้า 14) ได้กล่าวว่า ความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของแต่ละบุคคล และการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพื่อระบุดำถาม เพื่อต้องการความรู้ใหม่ เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ และเพื่อสรุปผลตามหลักฐานเกี่ยวกับประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ความเข้าใจลักษณะคุณสมบัติของวิทยาศาสตร์ที่เป็นรูปแบบความรู้ของมนุษย์และการสืบเสาะ ตระหนักว่าวิธีการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีส่งผลต่อเครื่องมือเครื่องใช้ ภูมิปัญญา วัฒนธรรม

และสิ่งแวดลอม และความตั้งใจที่จะเข้าร่วมในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และใช้ความคิดทางวิทยาศาสตร์ในฐานะที่เป็นการสะท้อนของพลเมือง

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2564, หน้า 2) ได้กล่าวว่า ความฉลาดรู้ หมายถึง สมรรถนะของนักเรียนในการนำความรู้และทักษะในวิชาหลักที่ได้เรียนไปใช้ในชีวิตจริง ซึ่งมีสมรรถนะในการวิเคราะห์ การให้เหตุผล และการสื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพ โดยสามารถระบุสาระหลัก ดีความ ประเมิน นอกจากนี้ยังมีสมรรถนะการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า ความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพื่อตั้งคำถาม แสวงหาความรู้ใหม่ เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ สามารถสรุปผลตามหลักฐาน การวิเคราะห์ การให้เหตุผล การสื่อสาร ดีความ และประเมินอย่างมีประสิทธิภาพ เกี่ยวกับประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ มีความสามารถในการสืบเสาะหาความรู้และตระหนักถึงผลกระทบทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีส่งผลต่อเครื่องมือเครื่องใช้ ภูมิปัญญา วัฒนธรรมและสิ่งแวดลอม

3. กรอบการประเมินความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์

โครงสร้างการประเมินความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์มีองค์ประกอบ 3 อย่าง ดังนี้

บริบท หมายถึง การรู้ถึงสถานการณ์ต่าง ๆ ตั้งแต่ระดับชีวิตของตนเอง ระดับบุคคล ระดับชาติตลอดจนระดับโลก ไม่ว่าจะเป็นอดีตจนถึงปัจจุบัน ซึ่งจำเป็นต้องมีความเข้าใจเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

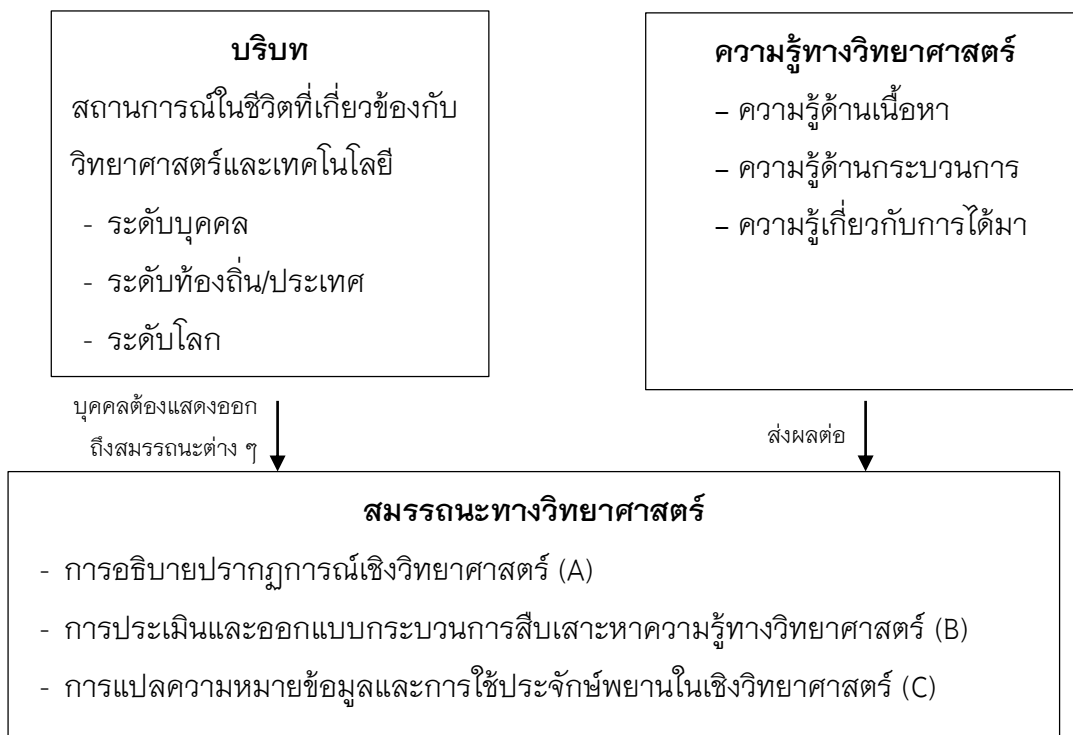
ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความเข้าใจในข้อเท็จจริง ทฤษฎี สำคัญ หลักการ และแนวคิด ที่ทำให้เกิดความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย ความรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของโลกและสิ่งประดิษฐ์ทางเทคโนโลยี ความรู้เกี่ยวกับวิธีการในการสร้างแนวคิดต่าง ๆ และความเข้าใจในเหตุผลพื้นฐานของกระบวนการสร้างความรู้

สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ โดย PISA ประเมินความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ซึ่งให้ความสำคัญเป็นพิเศษกับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ และนียมการประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (A) หมายถึง
มีความสามารถในการรับรู้ เสนอและประเมินคำอธิบายที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ทาง
ธรรมชาติและเทคโนโลยี

การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทาง
วิทยาศาสตร์ (B) หมายถึง การมีความสามารถในการอธิบายและประเมินคุณค่าของการ
สำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ และนำเสนอแนวทางในการตอบคำถามอย่างเป็น
วิทยาศาสตร์

การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิง
วิทยาศาสตร์ (C) หมายถึง การมีความสามารถในการวิเคราะห์และประเมินข้อมูล
คำกล่าวอ้าง และข้อโต้แย้งในหลากหลายรูปแบบ และลงข้อสรุปทางวิทยาศาสตร์ได้อย่าง
เหมาะสม (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2563, หน้า 3)
องค์ประกอบทั้งหมดความสัมพันธ์แสดงดัง ภาพประกอบ 4



ภาพประกอบ 4 กรอบการประเมินความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์
ที่มา : PISA THAILAND, (2563)

แนวทางการประเมินผู้เรียนตามสมรรถนะ เป็นการประเมินความรู้อย่างแท้จริง โดยมีการตั้งเป้าหมายว่าต้องการให้ผู้เรียนมีลักษณะอย่างไรและทำอะไรได้ ซึ่งรวมถึงด้าน ความรู้และทักษะ ดังนั้น การประเมินความรู้อย่างแท้จริงจะสะท้อนความสามารถและศักยภาพของ ผู้เรียน (สุนีย์ คล้ายนิล, ปชาญ เซศศรี และอัมพลิกา ประโมจน์ย์, 2550, หน้า 19) ซึ่งสามารถแสดงให้เห็นข้อแตกต่างดัง ตาราง 5

ตาราง 5 การเปรียบเทียบการประเมินผลแบบเดิมและการประเมินความรู้อย่างแท้จริง

การประเมินผลแบบดั้งเดิม	การประเมินความรู้อย่างแท้จริง
มีการหาคำตอบหรือเลือกคำตอบที่ มีไว้ให้	ปฏิบัติภาระงาน (ให้ผู้เรียนแสดงให้เห็นว่ามีความ เข้าใจโดยแสดงการตอบปัญหาที่ซับซ้อนกว่าการ เลือกคำตอบหรือเขียนตอบ)
สร้างสถานการณ์/สมมติขึ้น	สถานการณ์เกิดได้ในชีวิตจริง (ให้ผู้เรียนแสดงว่า สามารถทำอะไรได้ในสถานการณ์ลอกเลียนแบบ ชีวิตจริง)
นึกถึงหรือเรียกคืนความรู้	สร้าง / ใช้ความรู้ (ผู้เรียนเป็นผู้สร้างคำอธิบาย หาวิธีการแก้ปัญหาทำโครงการ หรือทำแฟ้ม สะสมงานที่แสดงถึงการรู้ในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง อย่างแท้จริง หรือนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาได้จริง)
ผู้สอนกำหนดคำตอบไว้ล่วงหน้า	ครูหรือผู้เรียนสร้างคำตอบ (คะแนนขึ้นกับ คำตอบ คำตอบที่ต่างกันอาจได้คะแนน เหมือนกัน ทั้งนี้ขึ้นกับเหตุผลที่ผู้เรียนใช้ซึ่งอาจ ต่างกัน แต่สมเหตุสมผลเหมือนกัน)
เป็นประจักษ์พยานทางอ้อม (เมื่อรู้ ว่าผู้เรียนประสบความสำเร็จจาก ความรู้และทักษะในเนื้อหาวิชา)	เป็นประจักษ์พยานตรง (รู้ได้โดยตรงว่าผู้เรียนใช้ ความรู้ สร้างคำอธิบายแก้ปัญหา ฯลฯ ได้หรือไม่ เปรียบเสมือนครูเห็นจริง ๆ ว่าผู้เรียนเล่นฟุตบอล ได้ถึงมาตรฐาน ที่จะแข่งขันได้หรือไม่)

การประเมินผลรวบยอดจะมุ่งวัดสมรรถนะที่เป็นองค์รวมของความรู้ ทักษะ เจตคติ และคุณลักษณะต่าง ๆ ซึ่งจะไม่เน้นการสอบแบบตัวชี้วัด โดยการประเมินจะเน้นวัดจากการปฏิบัติ พฤติกรรมที่แสดงออกในความสามารถการใช้ความรู้ ทักษะ เจตคติ และคุณลักษณะต่าง ๆ ตามเกณฑ์การปฏิบัติที่กำหนด ซึ่งเป็นการวัดอิงเกณฑ์ มิใช่อิงกลุ่ม และมีหลักฐานการปฏิบัติที่ตรวจสอบได้ ใช้การประเมินตามสภาพจริง จากสิ่งที่ผู้เรียนได้ปฏิบัติจริง และความก้าวหน้าในการปฏิบัติงาน ในการรายงานผลจะใช้การให้ข้อมูล พัฒนาการและความสามารถของผู้เรียนตามลำดับขั้นที่ผู้เรียนทำได้ตามเกณฑ์ที่กำหนด (สำนักมาตรฐานการศึกษาและพัฒนาการเรียนรู้, 2563, หน้า 28)

หลักสูตรวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมุ่งหวังให้ผู้เรียนมีความรู้พื้นฐาน ข้อเท็จจริง กฎหรือทฤษฎี มากกว่าการสอนให้เกิดกระบวนการคิดต่อยอดในแง่มุมต่าง ๆ การจะพัฒนาและยกระดับ เจตคติที่ดีในทางวิทยาศาสตร์วิทยาศาสตร์ผู้สอนจะต้องอาศัยกลยุทธ์วิธีสอนของครู เช่น การอธิบายที่กระชับชัด การเน้นความคิดให้ผู้เรียน การสะท้อนความคิดว่าวิทยาศาสตร์สามารถประยุกต์ไปสู่อะไรได้บ้าง ตลอดจนจนออกแบบการสอนที่เหมาะสมกับผู้เรียนหรือชั้นเรียน

ทั้งนี้ PISA ได้ดำเนินการนอกเหนือจากการประเมินผลการทดสอบของผู้เรียน ทั้งวิเคราะห์ความเชื่อมโยงของข้อมูลกับผลการประเมินทำให้สามารถเป็นแนวทางในการจัดทำแนวทางในการจัดการเรียนการสอนเพื่อยกระดับคุณภาพการเรียนรู้ในระบบโรงเรียน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560, หน้า 1)

ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ มีแนวทางการจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีสมรรถนะ ดังนี้

การจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ต้องเริ่มจากการระบุนิวข้อเรื่องวิทยาศาสตร์ให้มีความน่าสนใจ และบูรณาการเข้ากับการสอน และควรสร้างเรื่องให้ครอบคลุมเนื้อหาในตามที่หลักสูตรกำหนด และจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ให้มีความน่าสนใจและรู้สึกสนุกเมื่อได้เรียน ซึ่งเป้าหมายในการเลือกหัวข้อเรื่องวิทยาศาสตร์ที่น่าสนใจนี้ หมายถึง การให้ผู้เรียนมีความสนใจวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน โดยบริบทหรือสถานการณ์ที่มักนำมาใช้จะต้องสอดคล้องหรือเข้ากับบริบทของผู้เรียนตามแต่ละสถานที่ เช่น เรื่องที่เกิดกับตัวเอง เพื่อน ครอบครัว หรือประเด็นที่ส่งผลกระทบต่อสังคม วัฒนธรรม สุขภาพ หรือชีวิตมนุษย์ประเด็นทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นข่าวในสื่อ

หรือมีผลกระทบสืบเนื่องถึงสังคมโลกหรือต่อโลกอนาคต (สถาบันส่งเสริมการสอน
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2563, หน้า 1)

การเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ต้องก้าวข้ามสาระวิชาไปสู่การเรียนรู้ทักษะ
แห่งศตวรรษที่ 21 ผลการพัฒนาขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อ
ส่งเสริมทักษะการคิด ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์นำเสนอขั้นตอนและ
สาระสำคัญแต่ละชั้น ดังนี้

1. **ขั้นสร้างความสนใจ** เป็นขั้นตอนที่ครูนำเข้าสู่บทเรียนหรือเนื้อหา
โดยครูจะใช้คลิปวิดีโอ หรือการสร้าง ความสนใจโดยให้นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็น
จากข้อคำถามก่อนเข้าสู่บทเรียน ผ่านเว็บไซต์ต่าง ๆ เช่น padlet

2. **ขั้นสำรวจและค้นหา** การสำรวจและค้นหา เมื่อเกิดความเข้าใจใน
ประเด็นหรือคำถามที่สนใจจะศึกษาอย่างแล้ว ก็มีการวางแผนกำหนดแนวทางสำหรับการ
ตรวจสอบตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล
ข้อสนเทศ หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ วิธีการตรวจสอบอาจทำได้หลายวิธี เช่น ทำการ
ทดลอง ทำกิจกรรมภาคสนาม โดยบูรณาการร่วมกับ TPACK ซึ่งมีการใช้คอมพิวเตอร์ และ
อุปกรณ์เครื่องมือสื่อสาร (TK) ช่วยในการสืบค้นข้อมูล โดยสอนให้นักเรียนใช้อินเทอร์เน็ต
ในการสืบค้นข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือ เพื่อช่วยในการวิเคราะห์สถานการณ์ต่าง ๆ
(PK) และสามารถนำข้อมูลที่ได้อธิบายพัฒนาการเรียนรู้ได้

3. **ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป** เมื่อได้ข้อมูลอย่างเพียงพอจากการ
สำรวจตรวจสอบแล้ว จึงนำข้อมูลข้อสนเทศที่ได้วิเคราะห์ แปลผล อธิบายปรากฏการณ์ใน
เชิงวิทยาศาสตร์สมเหตุสมผล บรรยาย ประเมินวิธีการ และองค์ความรู้ต่าง ๆ ที่ใช้ในการ
ยืนยันถึงความน่าเชื่อถือของข้อมูล และความเป็นกลางและการสรุปอ้างอิงจากคำอธิบาย
สรุปผลและนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ

4. **ขั้นขยายความรู้** เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้
เดิมหรือความคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติมหรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบาย
สถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ ถ้าใช้อธิบายเรื่องต่าง ๆ ได้มากก็แสดงว่าข้อจำกัดน้อย
ซึ่งจะช่วยให้เชื่อมโยงกับเรื่องต่าง ๆ และทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น สามารถที่จะการ
แปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ไปสู่รูปแบบต่าง ๆ ให้
เข้าใจในเนื้อหาอย่างยิ่งขึ้น

5. ขั้นตอนการประเมิน เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด จากขั้นนี้จะนำไปสู่การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ มีการประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และประจักษ์พยานจากแหล่งที่มาที่หลากหลาย และการนำความรู้หรือแบบจำลองไปใช้อธิบายถึงศักยภาพของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้เพื่อสังคม (กุลธิดา ทับทิมศรี, เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร, คองรัฐ นวลแปง, 2562, หน้า 154)

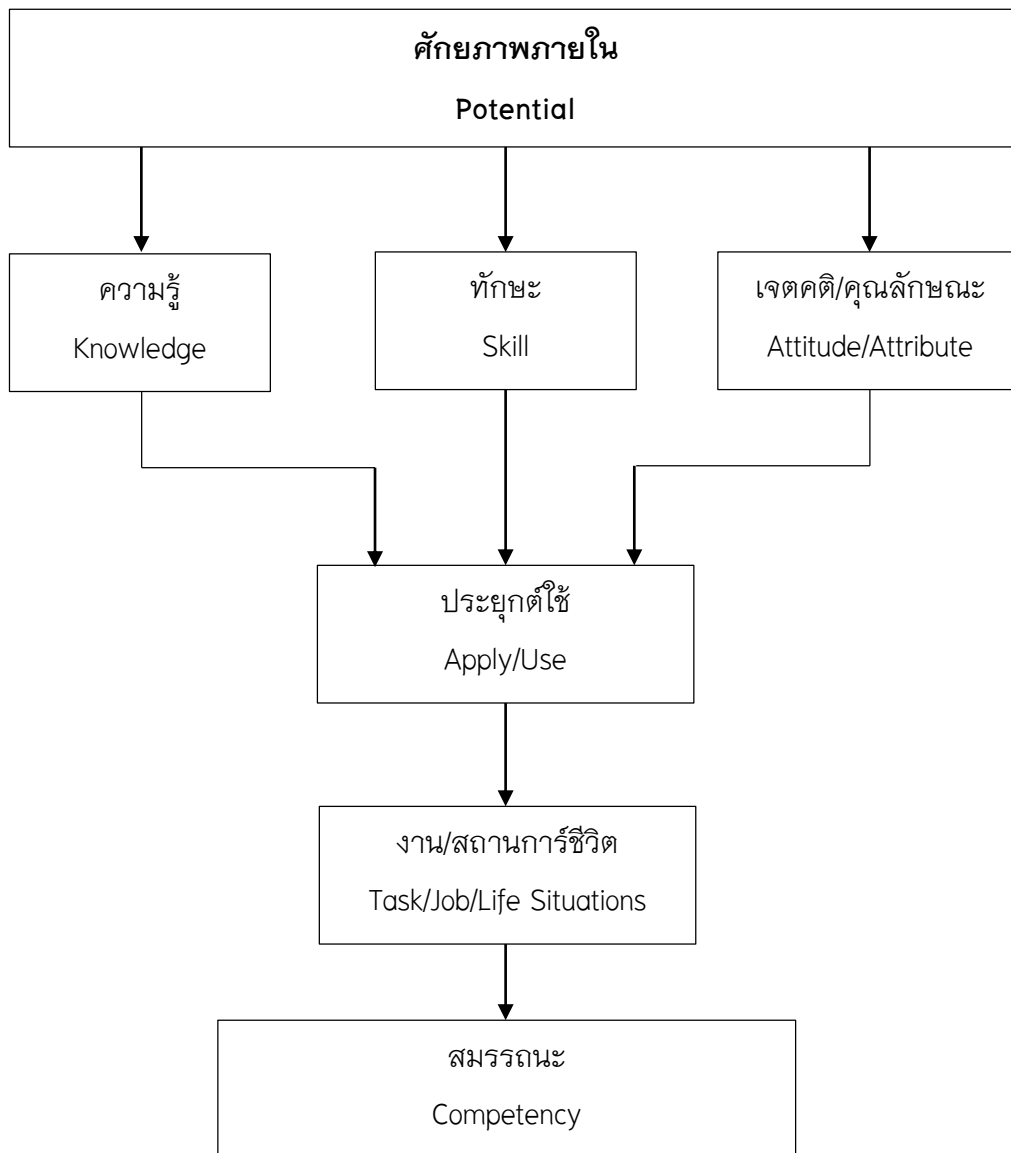
ทั้งนี้ ยังมีผู้วิจัยในด้านการรู้วิทยาศาสตร์ ได้ให้ข้อมูลในงานวิจัยว่าการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่มุ่งให้ผู้เรียนสามารถวิพากษ์วิจารณ์สถานการณ์หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ เชิงวิทยาศาสตร์ได้ ควรส่งเสริมผู้เรียนใน 5 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ 2) ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ 3) ด้านการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ 4) ด้านการวิพากษ์วิจารณ์ทางสังคม และ 5) ด้านการตระหนักถึงความสำคัญและผลกระทบทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีต่อตนเองและสังคม ซึ่งการพัฒนาการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มักจะมุ่งเน้นให้ผู้เรียนแสดงความคิดเห็นหรือโต้แย้งในเนื้อหาที่สอดคล้องกัน และเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน โดยการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้การสนทนานั้น จะต้องคำนึงถึงความรู้ทางด้านทักษะและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน เพื่อให้การจัดการเรียนรู้เป็นไปอย่างต่อเนื่องในขั้นตอนของรูปแบบการเรียนรู้และเป็นไปตามเวลาที่กำหนด (ชวนพิศ คณะพัฒนา, ชีรพงษ์ แสงประดิษฐ์, มนัส บุญประกอบ และประสงค์ เมธิพิณิตกุล, 2559, หน้า 67-80)

ในการพัฒนาการใช้เหตุผลของผู้เรียน ได้มีผู้ศึกษาวิจัยไว้เป็นแนวทางในเรื่องจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยรูปแบบการสืบสอบแบบแนะแนวทาง โดยมีรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นตอนกำหนดสถานการณ์หรือปัญหา 2) ขั้นตอนสำรวจและเก็บรวบรวมข้อมูล 3) ขั้นตอนตั้งสมมติฐาน 4) ลงมือปฏิบัติ 5) ขั้นวิเคราะห์ข้อมูล 6) ขั้นตอนสร้างข้อสรุปและชั้นขยายความรู้ ในแต่ละขั้นตอนครูผู้สอนควรให้ความสำคัญและใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเข้าใจและรับรู้ปัญหา รวบรวมหลักฐานคาดการณ์สิ่งที่เกิดขึ้น จนนำไปสู่การลงข้อสรุป โดยใช้หลักฐานหรือข้อมูลที่มีความสมเหตุสมผล (ณัฐภาพร พิษณุภูลิทธิ และเอี่ยมพร ทลินเจริญ, 2563, หน้า 101)

คำว่า สมรรถนะ (Competency) ซึ่งหมายถึง สิ่งที่มีอยู่ในตัวบุคคลซึ่งถือเป็นตัวกำหนดพฤติกรรมของบุคคลเพื่อให้บรรลุถึงความต้องการของงานภายใต้ปัจจัยสภาพแวดล้อมของการเรียนรู้ และทำให้บุคคลมุ่งมั่นสู่ผลลัพธ์ที่ต้องการ มีองค์ประกอบ ดังนี้

1. ความรู้ (Knowledge) หมายถึง ขอบเขตของข้อมูลหรือเนื้อหา เฉพาะด้านที่บุคคลใดบุคคลหนึ่งครอบครองอยู่
2. ทักษะ (Skill) หมายถึง ความสามารถในการปฏิบัติงานทั้งที่เกี่ยวข้องกับด้านกายภาพ การใช้ความคิด และจิตใจของบุคคลในระดับที่สามารถคิด วิเคราะห์ ใช้ความรู้กำหนดเหตุผลหรือการวางแผนในการจัดการ และในขณะเดียวกันก็ตระหนักถึงความซับซ้อนของข้อมูลได้
3. เจตคติ/คุณลักษณะ (Attitude/Attribute) หมายถึง บุคคลที่มีลักษณะหรือบุคลิกภาพที่แสดงว่ามีวิธีการคิด ทำที่ หรือพฤติกรรมที่แสดงต่อเนื้อหาวิชา และกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ หรืออื่น ๆ ซึ่งจำเป็นต้องใช้ความรู้หรือหลักการทางวิทยาศาสตร์มาประกอบการพิจารณา การที่ปัจจุบันความรู้ทางวิทยาศาสตร์เจริญก้าวหน้า และเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม และมีการ ค้นพบความรู้ใหม่ ๆ อีกมากมาย
4. ประยุกต์ใช้ (Apply/Use) หมายถึง การสืบเสาะความรู้เพิ่มเติม โดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงทฤษฎีกับการประยุกต์ใช้งานให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้
5. งาน/สถานการณ์ชีวิต (Task/Job/Life Situations) หมายถึง เหตุการณ์ หรือ สถานการณ์ต่าง ๆ ที่ต้องเผชิญ ซึ่งสามารถแก้ไขปัญหานั้นด้วยความรู้ หลักการและเหตุผลที่เหมาะสมได้

องค์ประกอบทั้งหมดมีความสัมพันธ์กัน กล่าวคือ ในการดำเนินชีวิต คนเราต้องเผชิญสถานการณ์ที่หลากหลายในชีวิตจริงที่ เราจึงต้องมีและใช้สมรรถนะเพื่อตอบสนองและแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้อย่างสมเหตุสมผล ซึ่งการตอบสนองจะทำได้ดีเพียงใด นั้นขึ้นอยู่กับความรู้และเจตคติต่าง ๆ ที่แต่ละคนมีอยู่ โดยความสัมพันธ์แสดง ดังภาพประกอบ 5



ภาพประกอบ 5 กรอบแนวคิดเกี่ยวกับสมรรถนะ
 ที่มา : สำนักธรรมศาสตร์และการเมือง
 ราชบัณฑิตยสภา (2562, หน้า 23)

จากภาพประกอบ 5 สรุปได้ว่า สมรรถนะเป็นความสามารถของบุคคลในการใช้ความรู้ ทักษะ เจตคติ และคุณลักษณะที่ตนมีอยู่ในการทำงาน หรือการแก้ปัญหาต่าง ๆ จนประสบความสำเร็จในระดับใดระดับหนึ่ง สมรรถนะ แสดงออกทางพฤติกรรม การปฏิบัติที่สามารถวัดและประเมินผลได้ สมรรถนะจึงเป็นผลรวมของความรู้ ทักษะ เจตคติ คุณลักษณะ และความสามารถอื่น ๆ ที่ช่วยให้บุคคล หรือกลุ่มบุคคลประสบความสำเร็จในการทำงาน

วิธีการพัฒนาและเลือกข้อสอบ หมายถึง ขั้นตอนแรกในการกำหนดการรายงานมาตรฐานวัดใน PISA เริ่มจากการพัฒนากรอบการประเมินของแต่ละด้าน ซึ่งกรอบการประเมินนี้จะเป็นการนิยามความหมายของความสามารถในแต่ละด้าน โดยมีการกำหนดขอบเขตและองค์ประกอบของแต่ละด้านให้สอดคล้องกับมิติต่าง ๆ เช่น ทักษะทางสติปัญญาที่ช่วยในการส่งเสริมขีดความสามารถ ลักษณะของสถานการณ์ที่ทำให้ความสามารถนั้นปรากฏออกมา และมีการระบุปัจจัยที่พบในการศึกษาที่ผ่านมาเพื่อเชื่อมโยงกับความสามารถในด้านนั้น ๆ

นอกจากนี้ กรอบการประเมินยังบอกถึงประเภทของข้อสอบ (ภาระงานหรือปัญหา) ที่สามารถใช้ภายใต้ ข้อจำกัดในการออกแบบของ PISA (เช่น ความยาวของการประเมิน ประชากรกลุ่มเป้าหมาย) เพื่อวัดว่าในแต่ละด้านนั้น ผู้เรียนสามารถทำอะไรได้ในแต่ละระดับความสามารถที่ต่างกัน

การประเมินของสมรรถนะ PISA ในแต่ละด้าน ถูกพัฒนาโดยผู้เชี่ยวชาญจากนานาชาติสำหรับแต่ละวิชาและได้ทำการตกลงร่วมกันโดยประเทศที่เข้าร่วมการประเมิน สำหรับเนื้อหาการประเมินความฉลาดรู้ด้านการอ่าน คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ มีการปรับปรุงเนื้อหาทุกสามปี ทั้งนี้ คณะผู้เชี่ยวชาญที่พัฒนากรอบการประเมินจะทำหน้าที่พิจารณาทบทวนเครื่องมือที่ใช้ในการประเมิน โดยข้อสอบที่ใช้ในการประเมินจะเป็นทั้งแบบอิเล็กทรอนิกส์และแบบกระดาษ เพื่อยืนยันว่าข้อสอบเหล่านี้ตรงตามความต้องการและลักษณะเฉพาะของกรอบการประเมิน ประเทศที่เข้าร่วมต้องตรวจสอบและพิจารณาร่างข้อสอบทุกฉบับ เพื่อยืนยันว่า เนื้อหา ความรู้ที่ใช้ และบริบทในข้อสอบนั้นเหมาะสมสำหรับการนำมาสอบกับผู้เรียนอายุ 15 ปี

สิ่งสำคัญในการพัฒนาข้อสอบตามแนวทางสมรรถนะของ PISA คือ ข้อสอบทุกข้อที่ใช้ในการประเมิน จะต้องมีความเท่าเทียมกัน โดยต้องเหมาะกับบริบทของทุกวัฒนธรรมที่มีความแตกต่างกัน และสอดคล้องกับบริบทของหลักสูตรและการจัดการเรียน

การสอบที่แตกต่างกัน PISA จึงให้ผู้เชี่ยวชาญจากทุกประเทศที่เข้าร่วมการประเมินช่วยพิจารณาให้ข้อคิดเห็นและประเมินให้คะแนนว่า ข้อสอบฉบับร่างข้อใดที่เหมาะสมสำหรับการสอบในระดับนานาชาติมากที่สุด และได้แนะนำคะแนนและข้อคิดเห็นที่ได้จากการพิจารณาดังกล่าวมาใช้ในการเลือกข้อสอบสำหรับการสอบของ PISA เมื่อข้อสอบผ่านการพิจารณาตรวจสอบเชิงคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญระดับประเทศและระดับนานาชาติแล้ว ข้อสอบเหล่านี้จะถูกนำมาแปล โดยการแปลนั้นจะต้องได้รับการตรวจสอบอย่างถี่ถ้วนโดยองค์กรที่ปรึกษาของ PISA หลังจากนั้น ข้อสอบเหล่านี้จะถูกนำไปทดลองใช้กับผู้เรียนกลุ่มตัวอย่างที่มีอายุ 15 ปี ในทุกประเทศเข้าร่วมการประเมิน ทั้งนี้ เพื่อให้แน่ใจว่าเครื่องมือที่ใช้ในการประเมิน PISA เป็นไปตามมาตรฐานเชิงปริมาณ (Quantitative Standard) ที่เข้มงวดของเทคนิคการควบคุมคุณภาพและสามารถเปรียบเทียบกันได้ระดับนานาชาติ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การทดลองใช้เครื่องมือจะเป็นการตรวจสอบคุณภาพเพื่อหาความเท่าเทียมในเชิงจิตมิติ (Psychometric Equivalence) ของข้อสอบและการสอบระหว่างประเทศ ซึ่งการตรวจสอบนี้จะต้องทำก่อนที่จะสร้างมาตรวัดของผลการประเมินในรอบวิจัยหลัก

วิธีการออกแบบข้อสอบฉบับอิเล็กทรอนิกส์ หมายถึง เนื่องจากผู้เรียนทุกคนต้องทำข้อสอบสองหรือสามด้านให้เสร็จภายในเวลาสองชั่วโมง เพื่อประกันว่าการประเมิน PISA สามารถครอบคลุมเนื้อหาสาระได้อย่างกว้างขวาง แต่ด้วยความเข้าใจดีว่าผู้เรียนแต่ละคนจะสามารถทำข้อสอบได้ในจำนวนที่จำกัดเท่านั้น ข้อสอบทั้งหมดจึงถูกจัดเป็นข้อสอบอิเล็กทรอนิกส์ฉบับต่าง ๆ โดยข้อสอบอิเล็กทรอนิกส์แต่ละฉบับจะมีข้อสอบที่ซ้ำกันด้วย ดังนั้น ผู้เรียนแต่ละคนจะได้ทำข้อสอบบางส่วนจากข้อสอบที่มีทั้งหมด ข้อสอบทุกฉบับกำหนดให้ใช้เวลาในการทำสองชั่วโมง โดยในข้อสอบทุกฉบับจะมีข้อสอบการอ่านที่ต้องใช้เวลาในการทำหนึ่งชั่วโมงซึ่งอาจจะอยู่ในชั่วโมงแรกหรือชั่วโมงที่สองของการทำแบบทดสอบก็ได้ส่วนเวลาอีกหนึ่งชั่วโมงใช้สำหรับทำข้อสอบหนึ่งหรือสองด้านที่กำหนดให้ โดยการสุ่ม ทั้งนี้ ข้อสอบการอ่านจะเป็นการสอบแบบปรับเหมาะ นั่นคือ การเรียงลำดับภายในชุดข้อสอบการอ่านจะถูกกำหนดทั้งจากการสุ่มให้ทำและจากผลของการทำข้อสอบของผู้เรียนในข้อก่อนหน้า ส่วนข้อสอบด้านอื่น ๆ จะถูกกำหนดให้ผู้เรียนทำโดยการสุ่มเพียงครั้งเดียวจากชุดข้อสอบที่จัดไว้ล่วงหน้า ดังนั้น ข้อสอบแต่ละข้อจะผ่านการตอบจากผู้เรียนด้วยความน่าจะเป็นที่เท่ากัน ในช่วงต่าง ๆ ของการสอบ

การกำหนดระดับความสามารถสำหรับการรายงานและการตีความคะแนน PISA จะรายงานผลการประเมินเป็นคะแนนเฉลี่ยรูปของระดับความสามารถบนมาตรวัดเดียวกัน PISA 2018 ได้กำหนดช่วงความยากของภาระงานด้านการอ่านแบ่งออกเป็น 8 ระดับ ซึ่งภาระงานที่ง่ายที่สุดในการประเมินตรงกับระดับ 1c โดยระดับ 1b, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เป็นระดับที่เพิ่มขึ้นสอดคล้องกับความยากที่เพิ่มขึ้นตามลำดับ

สำหรับในแต่ละระดับความสามารถจะมีการระบุคำอธิบายเพื่อกำหนดความรู้และทักษะที่จำเป็นในการทำภาระงานนั้น ๆ ให้สำเร็จ โดยผู้ที่มีความสามารถในระดับ 1c มีแนวโน้มที่จะทำภาระงานในระดับ 1c ได้สำเร็จแต่ไม่สามารถทำภาระงานที่สูงกว่าระดับ 1c ได้ สำหรับที่ระดับ 6 ประกอบด้วย ภาระงานที่ทำทนายสูงมากในด้านของทักษะที่จำเป็นต้องนำมาปฏิบัติงานให้สำเร็จ ผู้เรียนที่ทำคะแนนในช่วงความยากนี้มีแนวโน้มที่จะสามารถปฏิบัติภาระงานที่กำหนดไว้ในระดับความยากนี้และภาระงานในระดับต่ำลงมาทุกระดับได้ด้วยระดับความสามารถในแต่ละระดับจะสอดคล้องกับช่วงคะแนนประมาณ 80 คะแนน ดังนั้น ความแตกต่างของคะแนน 80 คะแนน สามารถตีความได้ว่าเป็นความแตกต่างของความรู้และทักษะที่ อธิบายไว้ระหว่างระดับความสามารถที่ติดกัน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1. ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นผลที่เกิดจากการจัดการศึกษา ครูและนักการศึกษาหลาย ๆ ท่าน จึงได้ให้ความสำคัญกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เนื่องจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสามารถบอกถึงคุณภาพการศึกษา ซึ่งนักการศึกษาหลายท่าน ได้กล่าวว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ ดังนี้

สุทธิพงษ์ มากุล (2551, หน้า 5) ได้กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถ ทักษะ และความรู้ที่เกิดขึ้นภายหลังจากบุคคลได้รับประสบการณ์ทั้งที่ครูกำหนดให้ และจากการเรียนรู้ด้วยตนเอง ในกระบวนการเรียนการสอน ซึ่งอาจเป็นผลมาจาก ความสามารถทางร่างกายและสมองเฉพาะตัวของแต่ละบุคคล

สมฤดี พิพิชกุล (2559, หน้า 27) ได้กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คุณลักษณะความรู้ความสามารถของบุคคลอันเป็นผลมาจากการเรียนการสอน และเป็นผลให้บุคคลเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในด้านต่าง ๆ ของสมรรถภาพทาง

สมองในการจัดการเรียนมีการกำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้เพื่อให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง

ชนิด ทาระเนตร์ (2560, หน้า 27) ได้กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ทำให้ผู้วิจัยได้แนวคิดที่ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหมายถึงผลของความสำเร็จของผู้เรียนในด้านความรู้ทักษะและกระบวนการทางด้านความคิดซึ่งทำให้ผู้เรียนมีประสิทธิภาพจากการเรียนรู้หรือการหาความรู้ด้วยตนเองซึ่งสามารถวัดได้ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

จากการศึกษาที่กล่าวมาสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ ความสามารถและทักษะที่ได้รับจากการเรียนรู้ด้วยตนเองหรือการเรียนรู้ในชั้นเรียนในรายวิชาต่าง ๆ โดยอาศัยความสามารถเฉพาะบุคคล ซึ่งสามารถวัดเป็นคะแนนที่ได้จากการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2. ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

สมนึก กัททิยธนี (2546, หน้า 45) ได้แบ่งประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Achievement Test) ตามหน้าที่หรือการนำไปใช้วัดเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. แบบทดสอบที่ครูสร้าง (Teacher-Made Test) หมายถึง ข้อสอบหรือปัญหาหรือโจทย์คำถามต่าง ๆ ที่ครูสร้างขึ้นเพื่อวัดผลขณะที่มีการเรียนการสอนและสามารถพลิกแพลงให้เหมาะสมกับสภาพการณ์ต่าง ๆ

2. แบบทดสอบมาตรฐาน (Standardize Test) เป็นแบบทดสอบที่มีการวิวัฒนาการมาจากแบบทดสอบที่ครูสร้าง ซึ่งได้ผ่านการทดลองใช้ตรวจสอบวิจัยปรับปรุงคุณภาพให้ดีขึ้น จนมีความเป็นมาตรฐานทั้งในด้านเวลาที่ใช้การดำเนินการสอนการให้คะแนนและการแปลความแบบทดสอบทั้งสอบฉบับนี้แบ่งตามลักษณะข้อสอบได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

2.1 แบบอัตนัย (Subjective Test หรือ Essay Test) เป็นแบบทดสอบที่กำหนดปัญหาหรือคำถามให้และให้ผู้ตอบแสวงหาความรู้ความเข้าใจและความคิดตามที่โจทย์กำหนดภายในระยะเวลาที่กำหนดการใช้ภาษาในการเขียนตอบขึ้นอยู่กับตัวผู้สอบแบบทดสอบนี้สามารถวัดได้หลาย ๆ ด้านในแต่ละข้อเช่นความสามารถในการใช้ภาษา

2.2 แบบปรนัย (Objective Test) หมายถึง แบบทดสอบที่มีคำตอบไว้ให้แล้วผู้สอบต้องตัดสินใจเลือกข้อที่ต้องการหรือพิจารณาข้อความที่ให้ว่าถูกหรือผิด ได้แก่

แบบถูกผิดแบบเติมคำหรือตอบสั้น ๆ และแบบเลือกตอบแบบทดสอบทั้งสองแบบดังกล่าวต่างก็มีข้อเด่นและข้อด้อยแตกต่างกันและไม่มีกฎตายตัวว่าต้องใช้ประเภทใดแต่ควรคำนึงถึงจุดประสงค์และสภาพการณ์ของการใช้ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้แบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ

บุญชม ศรีสะอาด (2545, หน้า 53) ได้แบ่งประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์เป็น 2 ประเภท คือ

1. แบบทดสอบแบบอิงเกณฑ์ (Criterion Referenced Test) หมายถึงแบบทดสอบที่สร้างขึ้นตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม มีคะแนนจุดจัดหรือคะแนนเกณฑ์สำหรับใช้ตัดสินว่าผู้สอบมีความรู้ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้หรือไม่ การวัดตรงตามจุดประสงค์เป็นหัวใจสำคัญของข้อสอบในแบบทดสอบประเภทนี้

2. แบบทดสอบแบบอิงกลุ่ม (Norm Referenced Test) หมายถึงแบบทดสอบที่มุ่งสร้างเพื่อวัดให้ครอบคลุมหลักสูตร จึงสร้างตามตารางวิเคราะห์หลักสูตรความสามารถในการจำแนกผู้สอบตามความเก่งอ่อนได้ดี เป็นหัวใจสำคัญของข้อสอบในแบบทดสอบประเภทนี้ การรายงานผลการสอบอาศัยคะแนนมาตรฐาน ซึ่งเป็นคะแนนที่สามารถให้ความหมายแสดงถึงสถานภาพความสามารถของบุคคลนั้น เมื่อเปรียบเทียบกับบุคคลอื่น ๆ ที่ใช้เป็นกลุ่มเปรียบเทียบ

3. ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามแนวคิดของบลูม แบ่งออกเป็นพฤติกรรมการเรียนรู้ ด้านพุทธิพิสัย (Cognitive Domain) เป็นพฤติกรรมที่วัดความสามารถทางสมองในการคิดหรือการใช้สติปัญญา ระดับความรู้ความสามารถตามแนวคิดของบลูมมี 6 ระดับ ดังนี้

3.1 ความจำ หมายถึง เป็นระดับพื้นฐานของการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการนำเอาหรือดึงเอาความรู้ การสืบค้น การเตือนความจำ ได้จากความจำระยะยาวของคนออกมาเพื่อกำหนดการเรียนรู้ ให้พัฒนาต่อไปในระดับที่สูงขึ้น ที่ได้จากความรู้เดิมของคน

3.2 ความเข้าใจ หมายถึง ระดับถัดมาเป็นกระบวนการสร้างความรู้อย่างมีความหมาย จากสื่อ จากการอธิบาย การพูด การเขียน การแยกแยะ การเปรียบเทียบ การจัดหมวดหมู่ หรือการอธิบาย ที่จะนำไปสู่ความเข้าใจในสิ่งที่กำลังเรียนรู้

3.3 การนำไปใช้ หมายถึง กระบวนการในขั้นต่อมา เป็นการนำความรู้ความเข้าใจไปประยุกต์ใช้ หรือนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ ด้วยกระบวนการหรือวิธีการดำเนินการอย่างเป็นขั้นเป็นตอน

3.4 การวิเคราะห์ หมายถึง เป็นความสามารถในการแยกแยะเรื่องราวหรือเหตุการณ์ หรือพิจารณาว่าสิ่งนั้นประกอบด้วยส่วนย่อย ๆ อะไรบ้าง ส่วนย่อยใดสำคัญที่สุดส่วนย่อยคู่ใดมีความสัมพันธ์กันมากที่สุด และส่วนย่อยเหล่านี้รวมกัน หรือทำงานได้เพราะใช้หลักการใด พฤติกรรมการวิเคราะห์แบ่งออกเป็น 3 ลักษณะ คือ

3.4.1 การวิเคราะห์ความสำคัญ เป็นความสามารถในการพิจารณาแยกแยะเรื่องราว เหตุการณ์ออกเป็นส่วนย่อย ๆ และสามารถบอกส่วนประกอบที่สำคัญได้

3.4.2 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ เป็นความสามารถในการพิจารณาแยกแยะเรื่องราว เหตุการณ์ต่าง ๆ เพื่อหาความเกี่ยวข้องหรือความสัมพันธ์ในลักษณะที่ว่าสัมพันธ์กันอย่างไร ข้อสอบประเภทนี้จะรวมถึงข้อสอบอุปมาอุปไมยด้วย

3.4.3 การวิเคราะห์หลักการ เป็นความสามารถในการจำแนกแยกแยะเรื่องราวหรือเหตุการณ์ออกเป็นส่วนย่อย ๆ โดยพิจารณาว่าส่วนย่อยเหล่านั้นทำงานหรือคงสภาพเช่นนั้นได้เพราะอาศัยหลักการใด ข้อสอบการวิเคราะห์หลักการ มักถามถึงหลักการที่ยึดถือเทคนิคระเบียบวิธี หรือโครงสร้าง

3.5 การประเมินผล หมายถึง ตัดสิน เลือกลง การตรวจสอบ สิ่งที่ได้จากการเรียน สู้บริบทของตนเอง ที่สามารถวัดได้ และตัดสินได้ว่าอะไรถูกหรือผิดบนเงื่อนไขและมาตรฐานที่สามารถตรวจสอบได้ บนพื้นฐานของเหตุผลและเกณฑ์ที่แน่ชัด

3.6 การสร้างสรรค์ หมายถึง ในระดับสูงสุดของการเรียนรู้ เพื่อให้ได้องค์ประกอบของสิ่งที่เรียนรู้ร่วมกัน ด้วยการสังเคราะห์ เพื่อเชื่อมโยง ให้รูปแบบใหม่ของสิ่งที่เรียนรู้หรือโครงสร้างของความรู้ที่ผ่านการวางแผนและการสร้างหรือการผลิตอย่างเหมาะสม

3.7 การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชา วิทยาศาสตร์ ตามแนวข้อสอบในโครงการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ (PISA)

ยุพา สำเลิศรัมย์, กมลทิพย์ ศรีหาเศษ (2560, หน้า 21-34) ได้ศึกษาการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ตามแนวข้อสอบในโครงการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ (PISA) โดยการเขียนนำเสนอเหตุการณ์ปรากฏการณ์ หรือการจัดประสบการณ์ที่สอดคล้องกับเนื้อหาสาระของบทเรียนตามสาระ

และมาตรฐานการเรียนรู้ของหลักสูตร รวมทั้งมีความเชื่อมโยงกับความเป็นจริงของชีวิต และสังคม

4. ลักษณะของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดี

แบบทดสอบที่ดีมีคุณภาพย่อมทำให้ผลการวัดที่ได้มีความถูกต้อง แต่ถ้าแบบทดสอบมีคุณภาพไม่ดีย่อมทำให้ผลการวัดมีความผิดพลาด ดังนั้นในการวัดผล การศึกษาคุณภาพของเครื่องมือ ย่อมเป็นสิ่งที่ต้องให้ความสนใจเป็นพิเศษ ลักษณะของ เครื่องมือวัดผลที่ดีมีหลายประการ แบบทดสอบที่ใช้เกณฑ์การแบ่งตามลักษณะการตอบ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้ (ผดุงชัย ภูพัฒน์, 2551, หน้า 3)

4.1 แบบทดสอบแบบอัตนัยหรือแบบความเรียง (Subjective or Essay Type) แบบทดสอบแบบอัตนัยหรือแบบความเรียง มีลักษณะเด่นที่ให้อิสระแก่ผู้สอบ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

4.1.1 แบบจำกัดคำตอบ (Restricted Response Question) เป็นแบบ คำถามที่จำกัดให้ ตอบในเนื้อหาปกติจะจำกัดให้แคบและสั้นลงด้วยการกำหนดขอบเขต และประเด็นคำตอบ

4.1.2 แบบไม่จำกัดคำตอบ (Extended Response Question) เป็นแบบทดสอบที่ผู้ตอบมี สิทธิในการตอบอย่างเสรี

4.2 แบบทดสอบแบบปรนัย (Objective Type) แบบทดสอบแบบปรนัย แบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ

4.2.1 แบบถูกผิด (True-False) คำถามชนิดนี้ถามถึงความจริง หลักการ กฎต่าง ๆ และ การตีความ เช่น ให้เขียนเครื่องหมายลงในหน้าข้อที่ท่านเห็นว่า ถูกหรือผิด เป็นต้น

4.2.2 แบบจับคู่ (Matching) ลักษณะของข้อสอบจะมี 2 คอลัมน์ คอลัมน์หนึ่งจะเป็นชุดของคำถาม อีกคอลัมน์หนึ่งจะเป็นชุดของคำตอบ ซึ่งผู้ตอบจะเลือก คำตอบที่ถูกต้องเพื่อให้อสอดคล้องกับคำถาม 3) แบบเลือกตอบ (Multiple-Choice) ข้อสอบ แบบนี้แต่ละข้อ (Item) จะประกอบด้วยสองส่วน ส่วนแรกของโจทย์ (Stem) อีกส่วนหนึ่งเป็นตัวเลือก (Alternative)

4.2.3 ตัวเลือกถึง 5 ตัวเลือก ซึ่งมีทั้งตัวเลือกที่เป็นคำตอบที่ถูกต้องและ ตัวเลือกที่เป็นคำตอบที่ผิดเรียกว่าตัวลวง แบบทดสอบแบบนี้จะวัดความสามารถของสมอง ได้ตั้งแต่ขั้นต่ำถึงขั้นสูง ๆ โดยคำตอบในตัวเลือกนั้นจะมีข้อยกอยู่เพียงข้อเดียวส่วนข้ออื่น ๆ เป็นตัวลวง (Distracters)

5. การวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนส่วนหนึ่งวัดได้โดยการใช้แบบทดสอบ ซึ่งเรียกว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

Bloom (1976, p. 45) ได้กล่าวว่า สิ่งใดก็ตามที่มีปริมาณอยู่จริงนั้น สามารถวัดได้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก็อยู่ภายใต้กรอบแนวคิดดังกล่าว ซึ่งการวัดจะเป็นประโยชน์ที่ทำให้ทราบถึงระดับความรู้ ทักษะ และเจตคติของนักเรียน ระดับความรู้ความสามารถตามแนวคิดของ Bloom มี 6 ระดับ ดังนี้

1. ระดับความรู้ความจำ (Remembering) ใช้เครื่องมือเทคโนโลยี เช่น document, presentation, Microsoft word ในการช่วยบันทึกและจดจำสิ่งต่าง ๆ
2. ระดับความเข้าใจ (Understanding) ใช้ เครื่องมือค้นหาบนเว็บหรือการสร้าง Blog การเลือก Subscribe บน YouTube เพื่อรับข้อมูลพัฒนาความเข้าใจให้ลึกซึ้งขึ้น หรือสรุปความเพื่อเขียนลงทวิตเตอร์
3. ระดับการประยุกต์ใช้ (Applying) ใช้แอปพลิเคชันหรือโปรแกรมที่ช่วยในการตกแต่ง ปรับแต่ง ตัดต่อเนื้อเรื่องผลงาน เช่น Adobe illustrator เป็นต้น
4. ระดับการวิเคราะห์ (Analyzing) ใช้โปรแกรม Microsoft Excel Google Doc หรือ Spreadsheet ในการเก็บและวิเคราะห์ข้อมูลและรายงานออกมาเป็นกราฟ รูปภาพ เป็นต้น
5. ระดับการประเมินผล (Evaluating) การควบคุมข้อมูลบนเว็บบอร์ด การใช้ Google Doc, discussion board, chat room ในการกลั่นกรองข้อมูลและตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล
6. ระดับการสร้างสรรค์ (Creating) การสร้างหรือประดิษฐ์เครื่องมือ/โปรแกรมใหม่ๆ ที่ช่วยในการเรียนรู้ เช่น การพัฒนาโปรแกรม แอปพลิเคชัน เว็บไซต์ เกม เป็นต้น

ประสิทธิภาพของเครื่องมือวิจัย

1. ความหมายของประสิทธิภาพของเครื่องมือวิจัย

ความหมายของคำว่า ประสิทธิภาพ (Efficiency) ได้มีผู้ให้คำนิยาม ความหมายไว้หลากหลาย ดังนี้

อนุสตรา เฉลิมศรี (2555, หน้า 14) ได้กล่าวว่า การหาประสิทธิภาพ หมายถึง การหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมเป็นกระบวนการตรวจสอบ และพิจารณา คุณค่าของสื่ออย่างมีระบบ ทำให้ทราบว่าสื่อนั้นมีคุณภาพ และช่วยให้การเรียนการสอน บรรลุตามวัตถุประสงค์ของชุดการเรียนนั้นมากน้อยเพียงใด ทั้งนี้เพื่อนำข้อมูลที่ได้มา ปรับปรุง และพัฒนาให้มีประสิทธิภาพต่อไป

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2556, หน้า 7) ได้กล่าวว่า ประสิทธิภาพ (Efficiency) หมายถึง สภาวะหรือคุณภาพของสมรรถนะในการดำเนินงาน เพื่อให้งานเกิดความสำเร็จ บรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้ โดยใช้เวลา ความพยายามและค่าใช้จ่ายคุ่มค่าที่ต่ำสุดตามจุดมุ่งหมาย ที่กำหนดไว้เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ โดยกำหนดเป็นอัตราส่วนหรือร้อยละจากการศึกษา ความหมายข้างต้นประสิทธิภาพ หมายถึง ความสามารถในการดำเนินงานด้านต่าง ๆ ให้สำเร็จลุล่วงตามจุดมุ่งหมายที่วางไว้ โดยใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ให้เกิดประโยชน์มากที่สุด การหาประสิทธิภาพของเครื่องมือวิจัย หมายถึง คุณภาพของสื่อที่สร้างขึ้น เพื่อเอื้ออำนวย เกื้อหนุนให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์ถูกต้องถึงระดับเกณฑ์ที่คาดหวัง

กิตติศักดิ์ เทียนทองศิริ (2559, หน้า 27) ได้กล่าวว่า การทดสอบ ประสิทธิภาพ หมายถึง การทดสอบประสิทธิภาพของชุดกิจกรรม และการตั้งเกณฑ์ ประสิทธิภาพของชุดการสอนผู้วิจัยใช้การหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรม โดยการ ประเมินผลคือ พฤติกรรมต่อเนื่อง (กระบวนการ หรือ E_1) และพฤติกรรมสุดท้าย (ผลลัพธ์ หรือ E_2) และดำเนินการทดสอบประสิทธิภาพแบบ 1:1 (แบบเดี่ยว) แบบ 1:10 (แบบกลุ่ม) และแบบ 1:100 (ภาคสนาม) คือ ทดลองกับนักเรียน 30 คน โดยตั้งเกณฑ์ประสิทธิภาพไว้ ที่เกณฑ์ 85/85

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า ประสิทธิภาพของเครื่องมือวิจัย หมายถึง เครื่องมือสื่อการสอนและชุดกิจกรรมที่สร้างขึ้นนั้นเพื่อช่วยให้การเรียนการสอนบรรลุตาม วัตถุประสงค์ซึ่งถ้าเครื่องมือประสิทธิภาพสูงประสิทธิผลของนักศึกษาก็จะดีตามไปด้วย

2. การหาประสิทธิภาพของเครื่องมือวิจัย

เผชิญ กิจระการ (2544, หน้า 30-36) วิธีการนี้จะนำสื่อไปทดลองใช้กับกลุ่มนักเรียนเป้าหมายการหาประสิทธิภาพของสื่อ ประสิทธิภาพที่วัดส่วนใหญ่จะพิจารณาจากเปอร์เซ็นต์การทำแบบฝึกหัด หรือกระบวนการเรียนระหว่างเรียน หรือแบบทดสอบย่อย โดยแสดงค่าเป็นตัวเลข 2 ตัว เช่น $E_1/E_2 = 75/75$ เป็นต้น

2.1 เกณฑ์ 75/75 ในความหมายที่ 1 ตัวเลข 75 ตัวแรก (E_1) คือ นักเรียนทั้งหมดทำแบบฝึกหัดหรือแบบทดสอบย่อยได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 75 ถือเป็นประสิทธิภาพของกระบวนการ ส่วนตัวเลข 75 ตัวหลัง (E_2) คือ นักเรียนทั้งหมดที่ทำแบบทดสอบหลังเรียนได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 75 ถือว่าเป็นประสิทธิภาพของผลลัพธ์

2.2 เกณฑ์ 75/75 ในความหมายที่ 2 ตัวเลข 75 ตัวแรก (E_1) คือ นักเรียนร้อยละ 75 ทำแบบทดสอบหลังเรียนได้คะแนนร้อยละ 75 ทุกคน ส่วนตัวเลข 75 ตัวหลัง (E_2) คือ นักเรียนทั้งหมดที่ทำแบบทดสอบหลังเรียนครั้งนั้นได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 75

2.3 เกณฑ์ 75/75 ในความหมายที่ 3 ตัวเลข 75 ตัวแรก (E_1) คือ จำนวนนักเรียนทั้งหมดทำแบบทดสอบหลังเรียนได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 75 ส่วนตัวเลข 75 ตัวหลัง (E_2) คือ คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 75 ที่นักเรียนทำเพิ่มขึ้นจากแบบทดสอบหลังเรียนโดยเทียบกับคะแนนที่ทำได้ก่อนการเรียน

2.4 เกณฑ์ 75/75 ในความหมายที่ 4 ตัวเลข 75 ตัวแรก (E_1) คือ นักเรียนทั้งหมดทำแบบทดสอบหลังเรียนได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 75 ส่วนตัวเลข 75 ตัวหลัง (E_2) คือ นักเรียนทั้งหมดทำแบบทดสอบหลังเรียนแต่ละข้อถูกมีจำนวนร้อยละ 75 (ถ้านักเรียนทำข้อสอบข้อใดถูกมีจำนวนไม่ถึงร้อยละ 75 แสดงว่าสื่อไม่มีประสิทธิภาพและชี้ให้เห็นว่าจุดประสงค์ที่ตรงกับข้อนั้นมีข้อบกพร่อง)

การวิจัยในครั้งนี้ได้ตั้งเกณฑ์ประสิทธิภาพของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ไว้ 75/75 โดยใช้ตามความหมายในลักษณะที่ 1 คือ ตัวเลข 75 ตัวแรก (E_1) คือ ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการทดสอบย่อยระหว่างเรียน ส่วน 75 ตัวหลัง (E_2) คือ ร้อยละของคะแนนที่เฉลี่ยได้ จากการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน (Post-Test) ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างทุกคน

ความพึงพอใจต่อกิจกรรมการเรียนรู้

1. ความหมายของความพึงพอใจ

พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน (2542, หน้า 775–793) ได้กล่าวว่า ความพึงพอใจ (Satisfaction) หมายถึง คำว่า “พึงพอใจ” คือ พอใจ ชอบใจ เหมาะ และให้ความหมายของคำว่า “พึงพอใจ” ว่า หมายถึง รัก ชอบใจ

สมิต ลัชฌุกร (2543, หน้า 24) ได้กล่าวว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ภาวะความรู้สึก ที่มีผลต่อสิ่งที่ได้รับ

ปรียา โคตรสาลี (2562, หน้า 12) ได้กล่าวว่า ความพึงพอใจ (Satisfaction) หมายถึง ความรู้สึกที่ดีหรือความชอบความ เต็มใจของนักเรียน โดยประเมินแบบมาตรา ส่วนประมาณค่า (Rating Scale) โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนน 5 ระดับ ได้แก่ ดีเยี่ยม ดีมาก ดี พอใช้ และปรับปรุง ซึ่งผู้วิจัยได้กำหนดประเด็นในการประเมินไว้ 5 ด้าน ได้แก่ ด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้ ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านสื่ออุปกรณ์การเรียนรู้ ด้านการวัดผลและประเมินผล และด้านประโยชน์ที่ได้รับ

พัฒนา พรหมณี, ยุพิน พิทยาวัฒนชัย และจีระศักดิ์ ทัพพา (2563, หน้า 59) ได้กล่าวว่า ความพึงพอใจ (Satisfaction) หมายถึง ภาวะของอารมณ์ ความรู้สึกร่วมของบุคคลที่มีต่อการเรียนรู้และประสบการณ์ที่เกิดจากแรงจูงใจอันเป็นพลังที่เกิดขึ้นภายในของแต่ละบุคคล อันเป็นความสัมพันธ์ระหว่างเป้าหมายที่คาดหวังและความต้องการในด้านจิตใจ นำไปสู่การค้นหาสิ่งที่ต้องการ มาตอบสนอง เมื่อได้รับการตอบสนอง ความต้องการแล้วจะเกิดความรู้สึกมีความสุข กระตือรือร้น มุ่งมั่นเกิดขวัญกำลังใจ ก่อให้เกิดประสิทธิภาพและประสิทธิผลของการกระทำกิจกรรมที่นำไปสู่เป้าหมายนั้น สำเร็จตามที่กำหนดไว้ อีกนัยหนึ่งของความพึงพอใจ เป็นความรู้สึกในเชิงการประเมินค่าอันเป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการเรียนรู้ที่สัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ของการเรียน ประสบการณ์ของแต่ละบุคคล

จากที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า ความพึงพอใจ หมายถึง สิ่งที่เกิดจากแรงจูงใจซึ่งเป็นพฤติกรรมภายในที่ผลักดันให้เกิดความรู้สึกชอบ ไม่ชอบ เห็นด้วย ไม่เห็นด้วย ยินดีไม่ยินดี เมื่อได้รับการตอบสนองความต้องการและความคาดหวัง ที่เกิดจากการประมาณค่า อันเป็นการเรียนรู้ประสบการณ์จากการกระทำกิจกรรมเพื่อให้เกิดการตอบสนองความต้องการตามเป้าหมายของแต่ละบุคคล

2. ความสำคัญของความพึงพอใจ

ความพึงพอใจมีความสำคัญต่อการดำเนินการกิจกรรมหรือการปฏิบัติงานต่าง ๆ ดังนี้

2.1 ช่วยเสริมสร้างคุณภาพชีวิต ในการปฏิบัติงานหรือทำกิจกรรมต่าง ๆ หากมีความพึงพอใจ จะส่งผลต่อความตั้งใจในการปฏิบัติงานหรือทำกิจกรรมส่งผลให้เกิดผลงานที่ดี นำมาซึ่งผลตอบแทนที่สูงขึ้น มีการดำรงชีวิตและคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น

2.2 เกิดความรู้สึกกระตือรือร้น มีความเชื่อมั่นและความมุ่งมั่นในการทำงาน ความพึงพอใจทำให้เกิดความสุขจากการปฏิบัติงาน ต้องการให้งานมีประสิทธิภาพและเกิดประโยชน์สูงสุดช่วยให้ประสบความสำเร็จในการปฏิบัติงาน

2.3 เป็นสิ่งกำหนดลักษณะการดำเนินงานหรือการปฏิบัติงานที่ดี มีคุณภาพตอบสนองต่อความต้องการและความคาดหวังของผู้รับบริการที่เหมาะสมเกิดความประทับใจ

2.4 ช่วยพัฒนาคุณภาพของงาน หากมีความพึงพอใจจะเกิดความเต็มใจทุ่มเท สร้างสรรค์และส่งเสริมมาตรฐานของงานที่สูงขึ้นสรุปได้ว่า ความพึงพอใจมีความสำคัญต่อบุคคล ต่องานและหน่วยงาน ทำให้เป็นสุขเกิดแรงจูงใจและกำลังใจที่ดี มีความเชื่อมั่นในการปฏิบัติงาน ผู้ปฏิบัติงานได้แสดงศักยภาพของตนเองอย่างเต็มที่ เกิดความสำเร็จอย่างมีประสิทธิภาพ เกิดความร่วมมือร่วมใจในการปฏิบัติงาน ทำให้ระบบงานดำเนินไปด้วย ความราบรื่นเรียบร้อย และหน่วยงานมีบรรยากาศ และภาพลักษณ์ที่ดี อีกทั้งช่วยให้เกิดความรักความสามัคคี มีพลังผลักดันให้หน่วยงานเจริญก้าวหน้า ที่สำคัญที่สุด ผู้รับบริการเกิดความพึงพอใจในระดับสูงสุด

3. การสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจ

แบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับแบบสอบถามความพึงพอใจให้ความสำคัญต่อข้อความคำถามที่ต้องมีความครอบคลุมในช่วงของความพึงพอใจทั้งหมด แต่ละข้อความจะระบุความพึงพอใจที่มีอยู่ วิธีการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจ (มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช, 2556, หน้า 10-12) มีดังนี้

3.1 กำหนดเป้าหมายของความพึงพอใจว่าคืออะไร มีโครงสร้างลักษณะใด ซึ่งควรกำหนดเป้าหมายให้ชัดเจนเป็นเรื่อง ๆ ลงไปว่าจะประเมินความพึงพอใจด้านใดบ้าง จากนั้นให้ความหมายของความพึงพอใจว่าหมายถึงอะไรบ้าง ต่อไปจึงกำหนดโครงสร้างของความพึงพอใจว่าประกอบด้วยด้านใดบ้าง แต่ละด้านจะประกอบด้วยตัวแปรอะไรบ้าง ซึ่งอาจกำหนดประเด็นกว้าง ๆ เป็นข้อ ๆ

3.2 รวบรวมข้อคำถามเกี่ยวกับความพึงพอใจที่มีต่อเป้าหมาย หลีกเลียงข้อความกำกวม ไม่น้อยกว่า 20 ข้อ โดยกำหนดข้อคำถาม จากโครงสร้างความพึงพอใจที่ได้กำหนดไว้แล้วแบ่งเป็นด้าน ๆ แล้วสร้างและรวบรวมข้อคำถามแต่ละด้านตามประเด็นที่กำหนดไว้

3.3 นำข้อคำถามที่สร้างแล้วไปทดลองใช้เพื่อตรวจสอบความชัดเจนของข้อคำถามว่า ตรงตามโครงสร้างของการประเมินความพึงพอใจตามที่ได้กำหนดไว้แล้วในแต่ละด้าน และในแต่ละประเด็นย่อยหรือไม่ หากมีความคลุมเครือหรือไม่ชัดเจนจะได้แก้ไขก่อนสร้างเป็นแบบสอบถาม จากนั้นทดลองใช้กับผู้ตอบแบบสอบถาม จำนวน 10 เท่าของจำนวนข้อในพื้นที่ที่คล้ายคลึงกัน หรือใกล้เคียงกับพื้นที่ในการเก็บข้อมูลจริง กำหนดน้ำหนักในการตอบแต่ละตัวเลือก โดยกำหนดน้ำหนักคะแนนเป็น 5, 4, 3, 2 และ 1

4. การแปลความหมายคะแนนและการกำหนดระดับความพึงพอใจ

การกำหนดระดับของความพึงพอใจด้วยแบบสอบถาม มีวัตถุประสงค์เพื่อแบ่งระดับความพึงพอใจของกลุ่มเป้าหมายหรือกลุ่มตัวอย่างซึ่งมีเกณฑ์ในการกำหนดน้ำหนักคะแนนความพึงพอใจ ดังนี้

พึงพอใจมากที่สุด	กำหนดให้ 5 คะแนน
พึงพอใจมาก	กำหนดให้ 4 คะแนน
พึงพอใจปานกลาง	กำหนดให้ 3 คะแนน
พึงพอใจน้อย	กำหนดให้ 2 คะแนน
พึงพอใจน้อยที่สุด	กำหนดให้ 1 คะแนน

เกณฑ์ในการแปลความหมายค่าน้ำหนักคะแนนเฉลี่ยโดยรวมของความพึงพอใจมี ดังนี้

ค่าเฉลี่ย การแปลความหมาย

4.51–5.00 หมายถึง พึงพอใจมากที่สุด

3.51–4.50 หมายถึง พึงพอใจมาก

2.51–3.50 หมายถึง พึงพอใจปานกลาง

1.51–2.50 หมายถึง พึงพอใจน้อย

1.00–1.50 หมายถึง พึงพอใจน้อยที่สุด

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยในประเทศ

ชยพัทธ์ ศรีกรรต และคณะ (2559, หน้า 171–180) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ชั้น (5E) ร่วมกับเทคนิคแผนผังความคิด พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา และการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ชั้น (5E) ร่วมกับเทคนิคแผนผังความคิด หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จรรยารักษ์ กุลพวง, นพมณี เชื้อวัชรินทร์ และเชษฐ ศิริสวัสดิ์ (2559, หน้า 265) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ชั้น ร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้แบบเชิงรุก พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ชั้น ร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้แบบเชิงรุกหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ระดับมากอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ซารีนาน อุดมา (2559, หน้า 70–82) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับปัจจัยที่สัมพันธ์กับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ตามแนว PISA พฤติกรรมการสอนของครู พบว่า ประสิทธิภาพการสอนของครูที่ผ่านการอบรมตามแนว PISA ความรู้พื้นฐานเดิมของนักเรียน ประสิทธิภาพการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ มีความสัมพันธ์ทางบวกกับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ตามแนว PISA ของนักเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และพบว่า ประสิทธิภาพการสอนของครูที่ผ่านการอบรมตามแนว PISA พฤติกรรมการสอนของครู ความรู้พื้นฐานเดิมของนักเรียน และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ สามารถร่วมกันพยากรณ์สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ตามแนว PISA ของนักเรียนได้อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01

จุฬารัตน์ ธรรมประทีป (2559, หน้า 1) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยีในการสอนวิทยาศาสตร์ (Technological Pedagogical Content Knowledge: TPACK or TPCK) พบว่าการนำความรู้ทางด้านเทคโนโลยีและความสามารถในการบูรณาการเทคโนโลยีเข้ากับความรู้อาจารย์ด้านการสอน

ในเนื้อหาวิชาเฉพาะในปฏิบัติการสอนของครู ดังนั้น ในการจัดการเรียนการสอน วิทยาศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพนอกจากครูวิทยาศาสตร์ต้องมีความรู้ในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ ที่ถูกต้องแล้วครูวิทยาศาสตร์ต้องสามารถนำความรู้ความสามารถทางด้านเทคโนโลยี ศาสตร์การสอน และแนวคิด ทางวิทยาศาสตร์มาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอน วิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้เป็นไปตามเป้าหมายของหลักสูตรวิทยาศาสตร์ บทความ นี้จะอธิบายกรอบแนวคิดของความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี รูปแบบของ การพัฒนา TPACK ในการสอนวิทยาศาสตร์ พร้อมทั้งยกตัวอย่างและวิเคราะห์กิจกรรม การสอนวิทยาศาสตร์ที่มีการบูรณาการเทคโนโลยีในประเด็นของการถ่ายทอดความรู้ใน เนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยีของครูในการออกแบบกิจกรรมการสอนวิทยาศาสตร์

จันทมณี สระทองหน และจรินทร์ อุ่มไกร (2561, หน้า 24) ได้ทำการวิจัย เกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนในศตวรรษที่ 21 แบบ TPACK MODEL โดยการใช้การ สอนแบบเสมือนจริง ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่า บทเรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้สื่อเสริมการเรียนรู้แบบเสมือนจริงที่พัฒนาขึ้น ร่วมกับการ จัดการเรียนรู้แบบ TPACK MODEL ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียน ด้วยบทเรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้สื่อเสริมการเรียนรู้ โลกเสมือนผสมโลกจริง สูงกว่าก่อน เรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนแบบการแสดงผลภาพเสมือนจริง โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด

ลือชา ลดาชาติ และลฎาภา ลดาชาติ (2562, หน้า 1) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการ เรียนการสอนที่เน้นสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ พบว่ากิจกรรมการเรียนรู้ต้องเน้น สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นองค์ประกอบของการรู้วิทยาศาสตร์ตามนิยามของ กรอบการประเมินผล ควรเน้นการพัฒนาการรู้และสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ อาทิ การออกแบบการศึกษาด้วยปากเปล่า การวิเคราะห์ฐานข้อมูล การสร้างคำอธิบายจาก หลักฐาน การประเมินหลักฐาน การทดลองเสมือนด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ และ การลงมือปฏิบัติการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์

สุพรรณิการ์ ชนะนิล, ศิริพร ศรีจันทร์ และปฐมพงศ์ ชนะนิล (2563, หน้า 29) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการศึกษาการบูรณาการด้านความรู้ในเนื้อหาผนวกการสอนใน การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวข้อสอบ PISA ด้านการรู้เรื่องคณิตศาสตร์กับ หลักสูตรแกนกลางสำหรับครูในศตวรรษที่ 21 ผ่านชุมชนแห่งการเรียนรู้เชิงวิชาชีพ พบว่า การบูรณาการด้านความรู้ในเนื้อหาผนวกการสอนในการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตาม

แนวข้อสอบ PISA ด้านการรู้เรื่องคณิตศาสตร์กับหลักสูตรแกนกลางสำหรับครูในศตวรรษที่ 21 ผ่านชุมชนแห่งการเรียนรู้เชิงวิชาชีพ พบว่าความรู้ในเนื้อหาผนวกการสอนในการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวข้อสอบ PISA ด้านการรู้เรื่องคณิตศาสตร์กับหลักสูตรแกนกลาง โดยใช้การวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) ระยะเวลาที่ทำการวิจัย คือ ปีการศึกษา 2562 พบว่า ครูและนักศึกษาครุมีความรู้ความเข้าใจด้านการบูรณาการด้านความรู้ในเนื้อหาผนวกการสอนในการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวข้อสอบ PISA ด้านการรู้เรื่องคณิตศาสตร์กับหลักสูตรแกนกลาง คิดเป็นร้อยละ 71.58 ผลการศึกษาความคิดเห็นในการบูรณาการด้านความรู้ในเนื้อหาผนวกการสอนในการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวข้อสอบ PISA ด้านการรู้เรื่องคณิตศาสตร์กับหลักสูตรแกนกลาง พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามเห็นด้วยในระดับมาก คิดเป็นค่าเฉลี่ย 3.99 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานคือ 0.79 เมื่อพิจารณาเป็นรายประเด็น พบว่า ครูคณิตศาสตร์เห็นด้วยในด้านหลักสูตรมากที่สุด รองลงมา คือ ผู้สอน และด้านกิจกรรมการเรียนรู้ตามลำดับ

ภัทรมนัส ศรีตระกูล (2563, หน้า 213–227) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับปัจจัยเชิงสาเหตุที่ส่งผลต่อโครงการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ (PISA) ของประเทศไทยมีผู้วิจัยได้ทำการวิจัยเพื่อการปรับปรุงคุณภาพ พบว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อผลการประเมินโครงการ PISA ของประเทศไทย ประกอบด้วย 1) ทศนคติ แรงจูงใจและวิธีการเรียนของนักเรียน 2) ฐานะทางเศรษฐกิจและสังคมของผู้ปกครอง 3) การรับนักเรียนเข้าเรียนและการแบ่งกลุ่มนักเรียนในการเรียน 4) อำนาจอิสระในการบริหารโรงเรียน 5) ปัญหาครูและวิธีการพัฒนาครู 6) การบริหารทรัพยากรการเรียน 7) บรรยากาศและพฤติกรรมทางการเรียน 8) ระบบการประกันคุณภาพภายในของโรงเรียน 9) นโยบายการศึกษาและการบูรณาการระหว่างหน่วยงานในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา จากปัจจัยดังกล่าวนำไปกำหนดกลยุทธ์แนวทางการพัฒนาคุณภาพการศึกษาของประเทศไทย ประกอบไปด้วย 1) กลยุทธ์การพัฒนาผู้เรียน 2) กลยุทธ์การบริหารและ 3) กลยุทธ์การพัฒนาครูและบุคลากรทางการศึกษา

2. งานวิจัยต่างประเทศ

Lena Ballone & Emilio (2004, pp. 49–58) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการสอนแบบ 5E Instructional Mode พบว่า สามารถกระตุ้นให้ผู้เรียนเข้าใจถึงหลักสำคัญของหลักสูตรวิทยาศาสตร์ การใช้แนวทางวงจรการเรียนรู้ในห้องเรียนช่วยอำนวยความสะดวกในการฝึกการสืบค้น เนื่องจากเป็นการพัฒนาวิจัยการการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนได้

เป็นอย่างดี มุ่งเน้นไปที่หลักการคอนสตรัคติวิสต์และเน้นการอธิบายและการสืบเสาะ
ปรากฏการณ์ต่าง ๆ การใช้หลักฐานเพื่อลงข้อสรุปของความรู้ และการออกแบบการ
ทดลอง แม้ว่าจะมีวงจรการเรียนรู้หลากหลายรูปแบบ แต่รูปแบบการสอนตามหลัก 5E
Instructional Mode ก็เป็นรูปแบบการสอนหนึ่งที่มีความสำคัญและส่งผลให้ผู้เรียนเกิดผล
สัมฤทธิ์ที่สูงขึ้น

McGrath, Karabas & Willis (2011, pp. 1–23) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับ TPACK
เป็นการพัฒนาที่ค่อนข้างใหม่ แต่ก็มีนัยสำคัญอยู่แล้วอิทธิพลที่มีต่อการจัดการเรียนรู้
เพื่อออกแบบ พัฒนา และส่งเสริมให้การศึกษาที่มีคุณภาพที่ดีขึ้น ที่มีอยู่เกือบทั้งหมด
สิ่งพิมพ์เกี่ยวกับการใช้ TPACK รายงานผลในเชิงบวกและโดยธรรมชาติตรรกะของโมเดลนั้น
ยากที่จะผิดพลาดเพราะเน้นถึงความสำคัญของเนื้อหาความรู้ด้านการสอนและเทคโนโลยี
และปฏิสัมพันธ์ระหว่างแกนหลักเหล่านั้นขอบเขตความรู้ในความพยายามใด ๆ ของครูใน
การปรับปรุงการสอนและการเรียนรู้ที่รวมถึงการใช้เทคโนโลยี

Sothayapetch, Lavonen, & Juuti (2013, pp. 78–97) ได้กล่าวว่าหลักสูตร
คือ แผนแม่บทที่ใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนเรียนการสอน ซึ่งได้เปรียบเทียบ
หลักสูตรวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษาของฟินแลนด์และไทยกับจากการประเมิน PISA
2006 Scientific Literacy Framework การเปรียบเทียบหลักสูตรดำเนินการตามขั้นตอนการ
วิเคราะห์เนื้อหาในกรณี 4 ประเภทหลักที่นำมาใช้โดยมีแนวทางจากกรอบ
PISA 1) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (ความรู้เนื้อหา) 2) ความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์
3) ความสามารถและ 4) บริบท จากการวิเคราะห์พบว่าหลักสูตรของประเทศไทยมีความ
คล้ายคลึงกับกรอบ PISA มากกว่าหลักสูตรภาษาฟินแลนด์ หลักสูตรไทยเน้นกระบวนการ
ทางวิทยาศาสตร์และหลักสูตรภาษาฟินแลนด์ที่แนวคิดและบริบทที่แนวคิดเหล่านี้มา
บรรจบกัน มากกว่ากระบวนการ

Kontkaen (2018, pp. 5–6) ได้กล่าวว่า องค์ความรู้ด้านเทคโนโลยี การสอน
(TPACK) เป็นเทคนิคการสอนที่สอดคล้องกับสถานการณ์รอบตัวและสภาพแวดล้อมของ
สังคมโลกที่เปลี่ยนไป การใช้ ICT ในการสอนจึงจำเป็นเพื่อการพัฒนาความสามารถและ
ความรู้เกี่ยวกับการบูรณาการเพื่อค้นหาทักษะและความพร้อมที่คาดหวัง การเชื่อมโยง
เทคโนโลยีการสอน โดยเฉพาะเนื้อหา ในการพัฒนา TPACK ยังแสดงให้เห็นความพร้อมใน
การใช้ ICT ในการศึกษา และแนวคิดบางอย่างที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ทักษะ
ประสบการณ์การเรียนรู้ของนักเรียน และแบบจำลอง ICT ที่มีเหตุผลในการสอนใช้เป็น

เครื่องมือสำคัญ เพื่อช่วยให้ครูเตรียมการสอนมีความเชี่ยวชาญในการเชื่อมต่อเทคโนโลยีเข้ากับเนื้อหาเพื่อเป็นพื้นฐานในการพัฒนาวิชาชีพให้ มีความพร้อมมากขึ้น

Cansiz (2019, pp. 217–236) ได้กล่าวว่าการประเมินหลักสูตรวิทยาศาสตร์ของตุรกีด้วยกรอบความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของ PISA พบว่าในกลุ่มประเทศที่มีความรู้ทางวิทยาศาสตร์แต่ประชากรไม่ค่อยเน้นการประกอบอาชีพด้านวิทยาศาสตร์ ผลการประเมิน PISA ปี 2015 บ่งชี้ว่าเยาวชนภายในประเทศมีความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ค่อนข้างต่ำ ซึ่งประเทศตุรกีอยู่ในอันดับที่ 34 ในบรรดา 35 ประเทศในกลุ่ม OECD โดยพิจารณาจากคะแนนความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ ผลลัพธ์ที่ค่อนข้างไม่ประสบความสำเร็จของตุรกีจากการสอบระดับนานาชาติ เช่น PISA ทำให้ต้องตั้งคำถามเกี่ยวกับองค์ประกอบต่าง ๆ ของการศึกษาศาสตร์ หนึ่งในองค์ประกอบเหล่านี้คือหลักสูตรวิทยาศาสตร์อย่างแน่นอน เมื่อตระหนักถึงสิ่งนี้ จึงตรวจสอบหลักสูตรวิทยาศาสตร์ของตุรกีระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษาสำหรับความสมดุลของการรู้วิทยาศาสตร์ตามกรอบการรู้หนังสือวิทยาศาสตร์ของ PISA 2015 กรอบนี้กำหนดความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 4 ด้าน ได้แก่ บริบท ความรู้ ความสามารถ และทัศนคติ ผลการวิจัยพบว่าหลักสูตรวิทยาศาสตร์ของตุรกีไม่ได้สะท้อนมิติของการรู้วิทยาศาสตร์อย่างเพียงพอและถูกครอบงำด้วยความรู้บริสุทธิ์ในเนื้อหาของวิทยาศาสตร์ ผู้พัฒนาหลักสูตรควรพิจารณาสองประเด็นนี้ในการปรับปรุงหลักสูตรในอนาคตเพื่อเพิ่มความสำเร็จของเราในการสอบระดับนานาชาติ เช่น PISA และเพื่อช่วยเพิ่มนักเรียนที่มีความรู้ทางวิทยาศาสตร์

You, Park & Delgado (2021, pp. 406–437) ได้กล่าวว่าการศึกษาลักษณะของโรงเรียนในสหรัฐอเมริกาที่เกี่ยวข้องกับการวัดความรู้ทางวิทยาศาสตร์สองแบบ ได้แก่ ความรู้เนื้อหาและความรู้ "ขั้นตอนและญาณวิทยา" โดยใช้ข้อมูลโครงการประเมินนักศึกษาต่างชาติ PISA ปี 2015 เนื่องจากผลลัพธ์ซ่อนอยู่ในนักเรียน และนักเรียนภายในโรงเรียน จึงใช้วิธีการสร้างแบบจำลอง 3 ระดับ แบบหลายตัวแปร พบว่ามีความแปรปรวนประมาณ 21% ในด้านประสิทธิภาพทางวิทยาศาสตร์อยู่ระหว่างโรงเรียน ซึ่งบ่งชี้ว่าลักษณะของโรงเรียนมีความสำคัญ ในการส่งเสริมให้นักเรียนมีความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยเผยให้เห็นความสัมพันธ์ที่มีนัยสำคัญและเป็นบวกอย่างชัดเจนของตัวแปรระดับนักเรียนกับเกรด ในการวัดความรู้ทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 2 แบบ หลังจากควบคุมปัจจัยของโรงเรียนแล้ว ความแตกต่างทางเพศอย่างมีนัยสำคัญจะเห็นได้ในความรู้ด้านเนื้อหาทาง

วิทยาศาสตร์สำหรับเพศชาย และสภาพและบริบทของโรงเรียนยังมีส่วนส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการรู้วิทยาศาสตร์ด้วย

Valls, Pique & Ruiz Martin (2021, pp. 1441–1458) ได้กล่าวว่า การจัดการเรียนการสอนแบบ 5E ได้ออกแบบมาเพื่อประเมินการเรียนรู้ของนักเรียนซึ่งจากการวิจัยพบว่า การเรียนรู้แนวความคิดของนักเรียนที่เกิดจากการเรียนรู้ตามแบบ 5E Model ซึ่งผลปรากฏว่าการจัดการเรียนการสอนแบบ 5E สามารถพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนได้ตามเป้าหมายที่กำหนด ซึ่งการจัดการเรียนการสอนแบบนี้ถือว่าการจัดการเรียนการสอนแบบเชิงรุกและมีผลในเชิงบวกต่อการเรียนรู้ตามแนวความคิดของนักเรียน

Eurasian, Phys & Chem (2012, หน้า 97–127) ได้กล่าวว่า วัตถุประสงค์ของการศึกษานี้คือเพื่อศึกษาประสิทธิผลของสื่อการสอนที่พัฒนาแล้วโดยใช้เทคนิคการสอนแบบ 5E ซึ่งเสริมด้วยวิธีการสอนและเทคนิคต่าง ๆ สำหรับการเรียนรู้ของนักเรียนพบว่าช่วยให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ไขปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จากการวิจัยที่กล่าวมาข้างต้น จะเห็นได้ว่า สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ตามแนว PISA จะเกิดขึ้นกับผู้เรียนได้ต้องอาศัยการลงมือปฏิบัติซึ่งหมายความว่า ครูผู้สอนต้องมีความชำนาญในระดับหนึ่ง และต้องเน้นให้ผู้เรียนปฏิบัติเพื่อเกิดการพัฒนารู้อและสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ อาทิ การจัดการเรียนรู้ที่ใช้ผลลัพธ์การเรียนรู้ เป็นเป้าหมายคือ มุ่งเน้นผลที่จะเกิดกับผู้เรียนซึ่งก็คือ ความสามารถของผู้เรียนในการประยุกต์ใช้ความรู้ ทักษะ เจตคติ และคุณลักษณะต่าง ๆ อย่างเป็น ให้หลอมรวมเป็นองค์ประกอบเดียวกันในการปฏิบัติงาน การแก้ปัญหา และการใช้ชีวิต เป็นการเรียนการสอนที่เชื่อมโยงเข้ากับชีวิตจริง และเรียนรู้เพื่อให้สามารถใช้งานได้จริงในสถานการณ์ต่าง ๆ ในชีวิตจริง เป็นการเรียนเพื่อใช้ประโยชน์จากองค์ความรู้ ไม่ใช่การเรียนเพื่อรู้ ครูผู้สอนต้องสร้าง เจตคติ ทักษะ แรงจูงใจและวิธีการเรียนของผู้เรียนให้เป็นไปในทางบวก “เน้นการปฏิบัติ” โดยมีชุดของเนื้อหาความรู้ ทักษะ เจตคติ และคุณลักษณะที่จำเป็นต่อการนำไปสู่สมรรถนะที่ต้องการ ในระดับที่ผู้เรียนสามารถปฏิบัติงานได้จริง เป็นการเรียนการสอนที่มีการบูรณาการความรู้ในศาสตร์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติงานใด งานหนึ่ง เพื่อนำไปใช้จนเกิดความสำเร็จ

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัย เรื่อง การพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้อื่นในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัย ดังต่อไปนี้

1. ประชากร และกลุ่มตัวอย่าง
2. แบบแผนการวิจัย
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การสร้าง และหาคุณภาพเครื่องมือ
5. การเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การวิเคราะห์ข้อมูล
7. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

ประชากร และกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนมารีย์พิทักษ์สว่างแดนดิน จังหวัดสกลนคร สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน กระทรวงศึกษาธิการ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 3 ห้องเรียน ประกอบด้วย ม.3/1 ม.3/2 ม.3/3 รวมจำนวนนักเรียน 95 คน

2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนมารีย์พิทักษ์สว่างแดนดิน จังหวัดสกลนคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 1 ห้องเรียน คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวนนักเรียน 22 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่ม

แบบแผนการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ใช้แบบแผนการวิจัยแบบกลุ่มเดียว วัดผลก่อน และหลังการทดลอง (One Group Pre-Test and Post-Test Design) ซึ่งมีแบบแผนการวิจัย ดังตาราง 6

ตาราง 6 แบบแผนของการวิจัยแบบกลุ่มเดียววัดผลก่อนและหลังการทดลอง

(One Group Pre-Test and Post-Test Design)

กลุ่ม	การทดสอบก่อนการทดลอง	ตัวแปรทดลอง	การทดสอบหลังการทดลอง
กลุ่มการทดลอง	T ₁	X	T ₂

T₁ แทน การทดสอบก่อนการทดลอง (Pre-Test)

X แทน การจัดการกระทำ (Treatment) การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK

T₂ แทน การทดสอบหลังการทดลอง (Post-Test)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ประกอบด้วยเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน จำนวน 4 แผน 11 ชั่วโมง

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

2.1 แบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 แบบทดสอบเป็นแบบอัตนัย ซึ่งประกอบด้วยโจทย์สถานการณ์ปัญหาที่สอดคล้องกับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 15 ข้อ

2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 แบบทดสอบเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ จำนวน 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

2.3 แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบ สืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยีโดยใช้ แบบสอบถามเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ตามมาตราวัดแบบลิเคิร์ต (Likert) โดยวัดความพึงพอใจ 4 ด้าน ดังนี้ ด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้ ด้านการจัดกิจกรรม การเรียนรู้ ด้านสื่ออุปกรณ์การเรียนรู้ ด้านการวัด และประเมินผล

การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1.1 การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน โดยการ จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและ เทคโนโลยี โดยมีขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

1.1.1 ศึกษาสภาพปัญหาในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ของโรงเรียน

1.1.2 ศึกษาแนวคิดทฤษฎี เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้เพื่อการพัฒนา ความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ตามแนวทาง PISA

1.1.3 วิเคราะห์ผลการเรียนรู้และเนื้อหา เพื่อกำหนดจุดประสงค์ การเรียนรู้ ปรากฏดังตาราง 8

1.1.4 เขียนแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน โดยการ จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและ เทคโนโลยี ประกอบด้วย มาตรฐานและตัวชี้วัดและจุดประสงค์การเรียนรู้ สาระสำคัญ/ สาระการเรียนรู้ กระบวนการจัดการเรียน 5 ขั้น ขั้นร่วมกับ TPACK การวัดและประเมินผล การเรียนรู้ สื่อ/แหล่งการเรียนรู้ บันทึกหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้/ปัญหาและอุปสรรค และแนวทางแก้ไขแสดงดังตาราง 7

ตาราง 7 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของมาตรฐาน ว 2.1 ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้จุดประสงค์การเรียนรู้ สมรรถนะ PISA ความฉลาดรู้

ด้านวิทยาศาสตร์ กิจกรรมการเรียนรู้ ภาระงาน/ชิ้นงาน และการวัดผลประเมินผลชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติ ของสสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักและธรรมชาติ ของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	สมรรถนะ PISA	ความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์	กิจกรรมการเรียนรู้	ภาระงาน/ชิ้นงาน	การวัดผลประเมินผล
ม.3/1 ระบุสมบัติทางกายภาพและการใช้ประโยชน์วัสดุประเภท พอลิเมอร์ เซรามิก และวัสดุผสม โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ และสารสนเทศ	- สมบัติพอลิเมอร์ เซรามิก และวัสดุผสม เป็นวัสดุที่ใช้มากในชีวิตประจำวัน	1. อธิบายสมบัติของวัสดุประเภท พอลิเมอร์ เซรามิก และวัสดุผสม ได้	สมรรถนะหลัก การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (A) สมรรถนะย่อย A1: นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล A2: ระบุใช้ และสร้างแบบจำลองและการนำเสนอข้อมูลเพื่อใช้ในการอธิบาย	นักเรียนสามารถใช้ความรู้แก้ปัญหาได้อย่างสมเหตุสมผล และมีความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้	การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK	- ใบกิจกรรม	1. แบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ 2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 3. แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ 4. แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน

ตาราง 7 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	สมรรถนะ PISA	ความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์	กิจกรรมการเรียนรู้	ภาระงาน/ชิ้นงาน	การวัดผลประเมินผล
ม.3/1 ระบุสมบัติทางกายภาพและการใช้ประโยชน์วัสดุประเภท พอลิเมอร์ เซรามิก และวัสดุผสม โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ และสารสนเทศ	- สมบัติพอลิเมอร์ เซรามิก และวัสดุผสม เป็นวัสดุที่ใช้มากในชีวิตประจำวัน	2. เลือกใช้ประโยชน์วัสดุ เซรามิก และวัสดุผสม ได้อย่างเหมาะสม 3. ตระหนักถึงคุณค่าของการใช้วัสดุ	A5: อธิบายถึงศักยภาพของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้เพื่อสังคมสมรรถนะหลัก การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิง (C) สมรรถนะย่อย C1: แปลงข้อมูลที่นำเสนอในรูปแบบหนึ่งไปสู่รูปแบบอื่น C2: วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูล	นักเรียนสามารถวิพากษ์ข้อมูล วิพากษ์วิธีการสืบค้นข้อมูล และวิพากษ์การนำเสนอข้อมูลได้	การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK	- ใบกิจกรรม - Flowchart นำเสนองานหน้าชั้นเรียน	1. แบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ 2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 3. แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ 4. แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน

ตาราง 7 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	สมรรถนะ PISA	ความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์	กิจกรรมการเรียนรู้	ภาระงานชิ้นงาน	การวัดผลประเมินผล
ม.3/2 ตระหนักถึงคุณค่าของการใช้วัสดุประเภทพอลิเมอร์ เซรามิก และวัสดุผสม โดยเสนอแนะ แนวทางการใช้วัสดุอย่างประหยัดและคุ้มค่า	- คุณค่าของการใช้วัสดุประเภทพอลิเมอร์ เซรามิก และวัสดุผสม	1. นักเรียนตระหนักถึงคุณค่าของการใช้วัสดุประเภทพอลิเมอร์ เซรามิก และวัสดุผสม 2. นักเรียนรู้แนวทางการใช้วัสดุอย่างประหยัดและคุ้มค่า	ทางวิทยาศาสตร์และลงข้อสรุป C5: ประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และประจักษ์พยานจากแหล่งที่มาที่หลากหลาย สมรรถนะหลัก การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (B) สมรรถนะย่อย B1: ระบุปัญหาที่ต้องการสำรวจตรวจสอบจากการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้	1. การตรวจสอบการสืบค้นข้อมูล 2. การตรวจสอบการออกแบบการทดลอง 3. การตรวจสอบการสร้างแบบจำลอง	การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK	- ใบกิจกรรม - แบบบันทึกผล การทดลอง - นำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียน	1. แบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ 2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 3. แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ 4. แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน

ตาราง 7 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	สมรรถนะ PISA	ความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์	กิจกรรมการเรียนรู้	ภาระงาน/ชิ้นงาน	การวัดผลประเมินผล
			<p>B2: แยกแยะได้ว่าประเด็นปัญหาหรือคำถามใดสามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์</p> <p>B3: เสนอวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้</p> <p>B4: ประเมินวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้</p> <p>B5: บรรยายและประเมินวิธีการต่าง ๆ ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการยืนยันถึงความน่าเชื่อถือของข้อมูล และความเป็นกลาง และการสรุปอ้างอิงจากคำอธิบาย</p>				

ตาราง 8 เวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่	เรื่อง	เวลา (ชั่วโมง)
	ทดสอบก่อนเรียน	1
1	พอลิเมอร์	4
2	เซรามิก	2
3	วัสดุผสม	2
4	ผลกระทบ	3
	ทดสอบหลังเรียน	1
รวม		13

ในแต่ละแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ประกอบด้วยมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ ความรู้ กระบวนการ ความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ คุณลักษณะอันพึงประสงค์ กระบวนการจัดการเรียนรู้ สื่อ อุปกรณ์ และแหล่งเรียนรู้ ชิ้นงาน/ภาระงาน การวัดและการประเมินผล และเครื่องมือที่ใช้ในการประเมิน

1.1.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อพิจารณาตรวจสอบความถูกต้อง ความเที่ยงตรงด้านเนื้อหา ภาษา และรูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่ถือว่าสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี หรือไม่เพียงใด จากนั้นนำมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

1.1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน เป็นผู้เชี่ยวชาญ ด้านวิทยาศาสตร์ ด้านการจัดการเรียนการสอน และการวัดผลประเมินผล เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง เที่ยงตรง เหมาะสม และความสอดคล้อง กับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ (Index of Item-Objective Congruence: IOC) เนื้อหา กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สื่อ และแหล่งเรียนรู้ การวัดและประเมินผล เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและให้ข้อเสนอแนะ ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญ 3 คน (ภาคผนวก ก) ดังนี้

ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 1 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธราเทพ เตมีรักษ์ อาจารย์
ประจำสาขาวิชาการศึกษาศาสตร์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 2 ดร.กฤตภาส วงศ์มา อาจารย์ประจำสาขาวิชา
วิทยาศาสตร์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 3 นางวัชรียา พรหมพันธ์ ครูชำนาญการพิเศษ
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนธาตุนารายณ์วิทยา

โดยให้ผู้เชี่ยวชาญลงความเห็นและให้คะแนน ดังนี้ (พิศิษฐ ตัณฑวนิช
และพนา จินดาศรี, 2561, หน้า 3-12)

ให้คะแนนเป็น +1 เมื่อเห็นว่าแผนการจัดการเรียนรู้เหมาะสม
สอดคล้องกับวัตถุประสงค์

ให้คะแนนเป็น 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าแผนการจัดการเรียนรู้เหมาะสม
สอดคล้องกับวัตถุประสงค์

ให้คะแนนเป็น -1 เมื่อแน่ใจว่าแผนการจัดการเรียนรู้ไม่เหมาะสม
สอดคล้องกับวัตถุประสงค์

นำผลคะแนนมาหาค่าดัชนีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์
การเรียนรู้ โดยค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC ตั้งแต่ 0.50-1.00 ขึ้นไป ถือว่ามีความ
สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ จากการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องของ
แผนการจัดการเรียนรู้โดยผู้เชี่ยวชาญ ได้ผลเฉลี่ย เท่ากับ 1.00 (ภาคผนวก ข)

1.1.7 ปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ
ให้มีความชัดเจนถูกต้องตามหลักการ เหตุผล รูปแบบการตั้งคำถาม และเวลาที่กำหนดให้
นักเรียนทำกิจกรรมในแต่ละชั่วโมง

1.1.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่แก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญแล้ว
มาเสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมอีกครั้ง

1.1.9 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านผู้เชี่ยวชาญประเมิน และปรับปรุง
แก้ไขแล้วไปทดลองใช้ (Try Out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2565
โรงเรียนมารีย์พิทักษ์สว่างแดนดิน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างเพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของ
เนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ จากนั้นทำการปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการ
เรียนรู้ให้สมบูรณ์

1.1.10 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วจัดทำเป็นฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปทดลองสอนกับกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนมารีย์พิทักษ์สว่างแดนดิน ปีการศึกษา 2565 ภาคเรียนที่ 2 จำนวน 22 คน

1.2 แบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์

แบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์มีจุดประสงค์เพื่อใช้วัดสมรรถนะที่แสดงให้เห็นถึงการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยลักษณะข้อสอบจะประกอบด้วยบริบทหรือสถานการณ์ในชีวิตจริงที่สามารถแสดงสมรรถนะทั้งสามได้ ได้แก่ การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีขั้นตอนการสร้างและตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ ดังนี้

1.2.1 ศึกษาตำรา เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความหมายของการรู้วิทยาศาสตร์เพื่อกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการและพฤติกรรมบ่งชี้ โดยอาศัยกรอบการประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ของ PISA 2015 (OECD, 2016b)

1.2.2 ศึกษาตำรา เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวทางในการวัดและประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ และศึกษาวิธีการสร้างการประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับลักษณะของการตั้งข้อคำถามและเกณฑ์การให้คะแนน

1.2.3 สร้างแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน ที่มีลักษณะเป็นข้อสอบตามกรอบของ PISA ซึ่งมีการใช้บริบทที่เป็นสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน โดยมีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

1.2.3.1 กำหนดจุดมุ่งหมายของการวัดสมรรถนะทั้ง 2 ด้านของความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นร่วมกับ TPACK เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ให้สอดคล้องกับตามกรอบประเมินของ PISA

1.2.3.2 กำหนดกรอบจุดประสงค์ของการวัดสมรรถนะทั้ง 3 สมรรถนะให้สอดคล้องกับมาตรฐาน/ตัวชี้วัด เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน

1.2.4 วิเคราะห์การออกข้อสอบ และสร้างผังข้อสอบ โดยกำหนดเค้าโครงของแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ สาระการรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนมารีย์พิทักษ์สว่างแดนดิน จังหวัดสกลนคร ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) ในระดับชั้น

มัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน เพื่อนำมาสร้างแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ตามกรอบการประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ของ PISA

1.2.5 นำแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นเสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อปรับปรุงแก้ไข แล้วนำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 3 คน ซึ่งเป็นชุดเดิม วิเคราะห์ข้อมูลความสอดคล้องในด้านความสัมพันธ์ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับเนื้อหาความเหมาะสมของตัวเลือก และภาษาที่ใช้ โดยใช้แบบตรวจสอบคุณภาพของผู้เชี่ยวชาญ การหาค่าดัชนีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ ของแบบทดสอบแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน

ให้คะแนนเป็น +1 เมื่อเห็นว่าแบบทดสอบเหมาะสมสอดคล้องกับวัตถุประสงค์

ให้คะแนนเป็น 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าแบบทดสอบเหมาะสมสอดคล้องกับวัตถุประสงค์

ให้คะแนนเป็น -1 เมื่อแน่ใจว่าแบบทดสอบเหมาะสมสอดคล้องกับวัตถุประสงค์

1.2.6 นำแบบทดสอบที่แก้ไขปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญเรียบร้อยแล้ว เสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์อีกครั้ง

1.2.7 นำผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบแต่ละข้อมาวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ แล้วพิจารณาคัดเลือกคะแนนความสอดคล้อง ตั้งแต่ 0.50–1.00 พบว่า ค่าดัชนีสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ จากการวิเคราะห์โดยผู้เชี่ยวชาญ ได้ผลเฉลี่ยเท่ากับ 1.00 (ภาคผนวก ข)

1.2.8 นำแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนมารีย์พิทักษ์สว่างแดนดิน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์

1.2.9 นำผลการทดสอบของนักเรียนมาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ค่าตั้งแต่ 0.70 ขึ้นไป โดยคัดเลือกแบบทดสอบ 15 ข้อ มาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นพบว่ามีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.86 (ภาคผนวก ข)

1.2.10 จัดพิมพ์แบบทดสอบฉบับสมบูรณ์ จำนวน 15 ข้อนำไปใช้
ในการศึกษาวิจัยกับกลุ่มตัวอย่าง

1.2.11 ให้คะแนนและการเทียบค่าคะแนนมีการกำหนดไว้ ดังนี้

1.2.11.1 ข้อสอบแบบเลือกตอบ

2 คะแนน หมายถึง ตอบคำถามได้ถูกต้องทุกข้อ

0 คะแนน หมายถึง ตอบคำถามไม่ถูกต้อง

1.2.11.2 ข้อสอบแบบเลือกตอบเชิงซ้อน (แบบเลือกตอบใช่หรือไม่ใช่
และแบบเลือกคำตอบมากกว่า 1 คำตอบ)

2 คะแนน หมายถึง ตอบคำถามได้ถูกต้องทุกข้อ

0 คะแนน หมายถึง ตอบคำถามผิดหนึ่งข้อ

1.2.11.3 ข้อสอบแบบเขียนตอบอิสระ

2 คะแนน หมายถึง เขียนตอบคำถามได้ถูกต้องครบถ้วน

1 คะแนน หมายถึง เขียนตอบคำถามได้ถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วน

0 คะแนน หมายถึง เขียนตอบคำถามไม่ถูกต้อง

จากนั้นนำคะแนนมาวิเคราะห์โดยใช้สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย
จากนั้นนำคะแนนมาเทียบระดับเกณฑ์มาตรฐานวัดความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของ PISA
ซึ่งคะแนนในการกำหนดสัดส่วนของคะแนนที่เท่ากันของแต่ละระดับความรู้ด้าน
วิทยาศาสตร์ โดยกำหนดร้อยละคะแนนต่ำสุดของแต่ละระดับของแต่ละสมรรถนะ
ไว้ดังต่อไปนี้

สมรรถนะที่	ค่าคะแนนเฉลี่ยต่ำสุดของแต่ละระดับ
ระดับ 1b	มีร้อยละของคะแนนต่ำสุดร้อยละ 12.5
ระดับ 1a	มีร้อยละของคะแนนต่ำสุดร้อยละ 25
ระดับ 2	มีร้อยละของคะแนนต่ำสุดร้อยละ 37.5
ระดับ 3	มีร้อยละของคะแนนต่ำสุดร้อยละ 50
ระดับ 4	มีร้อยละของคะแนนต่ำสุดร้อยละ 62.5
ระดับ 5	มีร้อยละของคะแนนต่ำสุดร้อยละ 75
ระดับ 6	มีร้อยละของคะแนนต่ำสุดร้อยละ 87.5

เปรียบเทียบการพัฒนาในระดับความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ (1b-ระดับ 6) ทั้งก่อนเรียนและหลังเรียนของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สรุปผลการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ (กุลธิดา ชนาภิมุข, 2561, หน้า 98)

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การสร้างและหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน มีขั้นตอน ดังนี้

2.1 ศึกษาวิธีสร้างแบบทดสอบ คู่มือการวัด และประเมินผลวิทยาศาสตร์ ศึกษาข้อข่าย เนื้อหา วิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด และเนื้อหา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน

2.2 กำหนดสัดส่วนเนื้อหา และสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบปรนัยเลือกตอบ 4 เลือก ให้มีเนื้อหาครอบคลุมจุดมุ่งหมาย จำนวน 40 ข้อ

2.3 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สร้างขึ้นเสนอต่อ คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อปรับปรุงแก้ไข แล้วนำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 3 คน ซึ่งเป็นชุดเดิม วิเคราะห์ข้อมูลความสอดคล้องในด้านความสัมพันธ์ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับเนื้อหาความเหมาะสมของตัวเลือก และภาษาที่ใช้ โดยใช้แบบตรวจสอบคุณภาพของผู้เชี่ยวชาญ การหาค่าดัชนีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้ ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน

ให้คะแนนเป็น +1 เมื่อเห็นว่าแบบทดสอบเหมาะสมสอดคล้องกับ วัตถุประสงค์

ให้คะแนนเป็น 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าแบบทดสอบเหมาะสมสอดคล้อง กับวัตถุประสงค์

ให้คะแนนเป็น -1 เมื่อแน่ใจว่าแบบทดสอบเหมาะสมสอดคล้องกับ วัตถุประสงค์

2.4 นำแบบทดสอบที่แก้ไขปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ เรียบร้อยแล้ว เสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์อีกครั้ง

2.5 นำผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบแต่ละข้อมาวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ แล้วพิจารณาตัดเลือกคะแนนความสอดคล้อง ตั้งแต่ 0.50–1.00 พบว่า ค่าดัชนีสอดคล้องระหว่างข้อสอบแต่ละข้อมาวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ จากการวิเคราะห์โดยผู้เชี่ยวชาญ ได้ผลเฉลี่ยเท่ากับ 1.00 (ภาคผนวก ข)

2.6 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนมารีย์พิทักษ์สว่างแดนดิน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.7 นำผลการทดสอบของนักเรียนมาวิเคราะห์หาค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ตัดเลือกข้อสอบที่มีค่า p ตั้งแต่ 0.20–0.80 และมีค่า r ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป โดยคัดเลือกแบบทดสอบ 30 ข้อ ไปวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น ของแบบทดสอบ โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์-ริชชาร์ดสัน พบว่ามีค่าความยากรายข้อ (p) อยู่ระหว่าง 0.38–0.78 และค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (r) อยู่ระหว่าง 0.22–0.56 มีค่าความเชื่อมั่นที่ 0.95

2.8 จัดพิมพ์แบบทดสอบฉบับสมบูรณ์ จำนวน 30 ข้อนำไปใช้ในการศึกษาวิจัยกับกลุ่มตัวอย่าง

3. แบบสอบถามความพึงพอใจ

3.1 ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการสร้างแบบประเมินความพึงพอใจ และสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจแบบมาตราส่วนประมาณค่า ตามแบบของลิเคิร์ท เป็น 5 ระดับ ดังนี้

ระดับ 5 หมายถึง พึงพอใจมากที่สุด

ระดับ 4 หมายถึง พึงพอใจมาก

ระดับ 3 หมายถึง พึงพอใจปานกลาง

ระดับ 2 หมายถึง พึงพอใจน้อย

ระดับ 1 หมายถึง พึงพอใจน้อยที่สุด

โดยผู้วิจัยกำหนดไว้ 4 ด้าน คือ ด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้ ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านสื่ออุปกรณ์การเรียนรู้ และด้านการวัดผลและประเมินผล ตรวจสอบคุณภาพของแบบประเมินความพึงพอใจเพื่อพิจารณาความเหมาะสม ความชัดเจนของภาษา และความสอดคล้องระหว่างข้อความกับเนื้อหา

- 3.2 นำแบบสอบถามความพึงพอใจที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เสนอต่อ คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข
- 3.3 นำแบบสอบถามความพึงพอใจที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่อ ผู้เชี่ยวชาญ ชุดเดิม จำนวน 3 คน เพื่อประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา วิเคราะห์ความสอดคล้องในด้านความสัมพันธ์ ความเหมาะสมของตัวเลือก และภาษาที่ใช้
- 3.4 นำผลการตรวจสอบของผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์ความสอดคล้อง โดยค่าดัชนีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์
- ให้คะแนนเป็น +1 เมื่อเห็นว่าแบบสอบถามความพึงพอใจเหมาะสม สอดคล้องกับวัตถุประสงค์
- ให้คะแนนเป็น 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าแบบสอบถามความพึงพอใจเหมาะสม กับสอดคล้องกับวัตถุประสงค์
- ให้คะแนนเป็น -1 เมื่อแน่ใจว่าแบบสอบถามความพึงพอใจไม่เหมาะสม สอดคล้องกับวัตถุประสงค์
- 3.5 คัดเลือกข้อคำถามที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ตั้งแต่ 0.50–1.00 จากพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ ทั้ง 3 คน
- 3.6 วิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์คัดเลือกข้อที่มีค่า 0.50–1.00 จำนวน 20 ข้อ ซึ่งมีความสอดคล้องระหว่างแบบสอบถามกับจุดประสงค์ จากการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบสอบถามความพึงพอใจโดยผู้เชี่ยวชาญ ได้ผลเฉลี่ยเท่ากับ 1.00 (ภาคผนวก ข)
- 3.7 นำแบบสอบถามความพึงพอใจที่วิเคราะห์หาคุณภาพแล้วจัดพิมพ์เพื่อนำไปเก็บข้อมูลกับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนมารีย์พิทักษ์สว่างแดนดิน อำเภอสว่างแดนดิน จังหวัดสกลนคร จำนวน 22 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง แล้วนำมา วิเคราะห์คุณภาพ หาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ โดยใช้วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient) ของ Cronbach โดยค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นที่ได้ต้องมากกว่า 0.70 ขึ้นไป จึงสามารถนำมาใช้ได้ พบว่า ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 1.07 (ภาคผนวก ข)
- 3.8 นำแบบสอบถามความพึงพอใจที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว เสนอต่อประธาน กรรมการและกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบความถูกต้อง
- 3.9 จัดพิมพ์แบบสอบถามความพึงพอใจฉบับสมบูรณ์ จำนวน 20 ข้อ เพื่อนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการเก็บข้อมูลในงานวิจัย

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง โดยทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/3 ที่กำลังศึกษาในปีการศึกษา 2565 ภาคเรียนที่ 2 โรงเรียนมารีย์พิทักษ์สว่างแดนดิน จำนวนนักเรียน 22 คน ได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

- 1.1 ยื่นขอจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ต่อสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร เลขที่ 022/2566
- 1.2 จัดทำหนังสือขอความอนุเคราะห์ในการเก็บข้อมูลจากมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ไปยังโรงเรียนมารีย์พิทักษ์สว่างแดนดิน จังหวัดสกลนคร เป็นโรงเรียนกลุ่มตัวอย่าง ประสานงานกับผู้บริหารโรงเรียน เพื่อกำหนด วัน เวลา ในการทดลอง
- 1.3 ครูชี้แจงอธิบายวิธีการเรียนโดยแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน ให้นักเรียนเข้าใจ
- 1.4 ทดสอบก่อนเรียน (Pre-Test) โดยใช้แบบทดสอบวัดความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ จำนวน 15 ข้อ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 30 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นก่อนที่จะดำเนินการสอน
- 1.5 ดำเนินการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน
- 1.6 เมื่อสิ้นสุดการสอนครบทุกแผนแล้ว จึงทำการสอบหลังเรียน (Post-Test) โดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ฉบับเดียวกันกับการวัดผลก่อนเรียน
- 1.7 เมื่อสิ้นสุดการสอนครบทุกแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน
- 1.8 ผู้วิจัยนำผลคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูล สรุปผล และอภิปรายผลต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. วิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของคะแนนระหว่างเรียน แบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น ร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน
2. วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น ร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน โดยหาประสิทธิภาพของกระบวนการ E₁ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ E₂ ตามเกณฑ์ 75/75 ที่ตั้งไว้
3. การวิเคราะห์เปรียบเทียบความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ ด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น ร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน ระหว่างคะแนนก่อนเรียน และหลังเรียน โดยใช้สถิติทดสอบค่าที่แบบกลุ่มที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test for Dependent Sample)
4. การวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น ร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน ระหว่างคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้สถิติทดสอบค่าที่แบบกลุ่มที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test for Dependent Sample)
5. การวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น ร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน แบบสอบถามชนิดแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ

สถิติที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้มีสถิติที่ใช้ในการวิจัย ดังนี้

1. **สถิติพื้นฐาน** ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (สุทิน ชนะบุญ, 2550)

1.1 ค่าร้อยละ (Percentage) หาได้จากการเทียบความถี่หรือจำนวนที่ต้องการกับความถี่หรือจำนวนทั้งหมดที่เทียบเป็น 100 ดังนี้

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

เมื่อ P แทน ร้อยละ

F แทน ความถี่ที่ต้องการแปลงให้เป็นร้อยละ

N แทน จำนวนความถี่ทั้งหมด

1.2 ค่าเฉลี่ย (Arithmetic Mean) หรือตัวกลางเลขคณิตหรือคะแนนเฉลี่ย จากสูตร

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

เมื่อ \bar{X} แทน ค่าเฉลี่ย

$\sum x$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

1.3 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation: S.D.)

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

เมื่อ S.D. แทน ค่าเฉลี่ย

$\sum x$ แทน ผลรวมทั้งหมดของคะแนน

$\sum x^2$ แทน ผลรวมของคะแนนยกกำลังสอง

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

2. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์หาคุณภาพของเครื่องมือ

2.1 การหาค่าดัชนีความเที่ยงตรง (Validity) ด้านความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้สูตร (ประสพชัย พสุนนท์, 2558, หน้า 375-396)

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์

$\sum R$ แทน ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

n แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.2 การหาค่าความยาก (Difficulty) โดยใช้สูตร (ถิระเดช พิมพ์ทองงาม, 2552, หน้า 93)

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

เมื่อ p แทน ค่าความยากของคำถามแต่ละข้อ

R แทน จำนวนผู้ตอบถูกในแต่ละข้อ

N แทน จำนวนผู้เข้าสอบทั้งหมด

2.3 หาค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้สูตร

$$r = \frac{R_U - R_L}{N}$$

เมื่อ r แทน ค่าอำนาจจำแนกรายข้อของแบบทดสอบ

R_U แทน จำนวนคนในกลุ่มสูงที่ตอบถูก

R_L แทน จำนวนคนในกลุ่มต่ำที่ตอบถูก

N แทน คนในกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำ

2.4 การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้าน
วิทยาศาสตร์ โดยคำนวณจากสูตร KR-20 (บุญชม ศรีสะอาด, 2553, หน้า 89) ดังนี้

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1} \left(1 - \frac{\sum pq}{s^2} \right)$$

- เมื่อ r_{tt} แทน ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
 S^2 แทน ความแปรปรวนของแบบทดสอบ
 P แทน สัดส่วนของนักเรียนที่ทำถูก
 q แทน สัดส่วนของนักเรียนที่ทำผิด
 n แทน จำนวนข้อสอบ

2.5 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์
และแบบสอบถามความพึงพอใจโดยใช้วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค
(ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน, 2560, หน้า 59-74)

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

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

3. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

ทดสอบสมมติฐานข้อที่ 1 หาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้
แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK โดยใช้สูตรในการคำนวณ E_1/E_2 ดังนี้

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

- เมื่อ E_1 แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการ
 $\sum x$ แทน ผลรวมของคะแนนจากแบบทดสอบระหว่าง
 ของนักเรียนทุกคน

N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

A แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบระหว่างเรียน

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

เมื่อ E_2 แทน ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

$\sum Y$ แทน ผลรวมของคะแนนจากแบบทดสอบหลังเรียน
ของนักเรียนทุกคน

N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

B แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบระหว่างเรียน

ทดสอบสมมติฐานข้อที่ 2 และ 3 ในการเปรียบเทียบแบบทดสอบวัด
ความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ และแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนเรียน
และหลังเรียน โดยใช้สถิติทดสอบค่าทีแบบกลุ่มที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test for Dependent
Sample) ดังนี้

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

เมื่อ t แทน ค่าสถิติที่จะใช้เปรียบเทียบกับค่าวิกฤติ
เพื่อทราบความมีนัยสำคัญ

D แทน ค่าผลต่างระหว่างคู่คะแนน

n แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่างหรือจำนวนคู่คะแนน

ทดสอบสมมติฐานข้อที่ 4 โดยหาค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของ
ประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบ
สืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี ของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน ของกลุ่มเป้าหมายครบทุกหน่วย
แล้วนำค่าคะแนนเฉลี่ยมาเทียบกับเกณฑ์ 5 ระดับ ดังนี้

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

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัย เรื่อง การพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี ครั้งนี้ ผู้วิจัยขอเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล
2. ลำดับชั้นในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

เพื่อให้การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลมีความชัดเจนและเกิดความเข้าใจตรงกันในการแปลความหมาย ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

- | | | |
|------------|-----|---|
| N | แทน | จำนวนนักเรียน |
| \bar{X} | แทน | ค่าเฉลี่ยของคะแนน |
| P | แทน | ร้อยละ (Percentage) |
| S.D. | แทน | ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) |
| D | แทน | ผลต่างระหว่างคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน |
| $\sum D$ | แทน | ผลรวมของผลต่างของคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน |
| $\sum D^2$ | แทน | ผลรวมของผลต่างของคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนยกกำลังสอง |
| E_1 | แทน | ประสิทธิภาพกระบวนการของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง |

วัสดุในชีวิตประจำวัน หมายถึง จำนวนร้อยละคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้งกลุ่มที่ได้จากการทำใบกิจกรรมแบบฝึกทักษะ และแบบทดสอบหลังเรียนประจำแผนการเรียนรู้ ทั้ง 4 แผน

- E_2 แทน ประสิทธิภาพผลลัพธ์ หมายถึง ร้อยละเฉลี่ยของคะแนนนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ได้จากการทำแบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ชนิด 4 ตัวเลือก) เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน หลังการทดลองเสร็จจึ้นลง
- t แทน สถิติที่ใช้ในการเปรียบเทียบค่าวิกฤตจากการแจกแจงแบบ t เพื่อทราบความมีนัยสำคัญ (t-distribution)
- df แทน ระดับของความเป็นอิสระ (Degree of freedom)
- ** แทน ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ลำดับขั้นในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

ตอนที่ 1 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

1. วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน โดยหาประสิทธิภาพของกระบวนการ E_1 ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ E_2 ตามเกณฑ์ 75/75 ที่ตั้งไว้
2. การวิเคราะห์เปรียบเทียบความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ ด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน ระหว่างคะแนนก่อนเรียน และหลังเรียน โดยใช้การทดสอบค่าที่แบบกลุ่มที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test for Dependent Sample)
3. การวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและ

เทคโนโลยีของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 3 เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน ระหว่างคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้การทดสอบ ค่าที่แบบกลุ่มที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test for Dependent Sample)

4. การวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน แบบสอบถามชนิดแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ

ตอนที่ 2 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

1. สังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน จากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน

2. การสัมภาษณ์ และซักถามนักเรียนในระหว่างเรียน และหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี

3. ตรวจสอบผลงาน ชิ้นงาน ที่ได้รับมอบหมายโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยขอเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับต่อไปนี้

ตอนที่ 1 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

1. วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน โดยหาประสิทธิภาพของกระบวนการ E_1 ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ E_2 ตามเกณฑ์ 75/75 ที่ตั้งไว้

ผลการหาประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน โดยการใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยได้พัฒนากับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 22 คน โดยการหาค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) ซึ่งหาได้จากค่า

ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ได้จากการทำกิจกรรมการจัดการเรียนการสอนและทำแบบทดสอบหลังเรียนประจำแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 4 แผน ปรากฏผลดังตาราง 9 และตาราง 10

ตาราง 9 ผลการหาค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) ของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

แผนจัดการเรียนรู้	คะแนนเต็ม	N	\bar{X}	S.D.	ร้อยละ
1. พอลิเมอร์	50	22	39.05	4.56	78.09
2. เซรามิก	50	22	38.27	5.20	76.55
3. วัสดุผสม	50	22	37.05	5.96	74.09
4. ผลกระทบ	50	22	38.64	5.71	77.27
เฉลี่ย					76.50

จากตาราง 9 ผลการหาค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) ของแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า คะแนนเฉลี่ยที่ได้ จากการทำกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียน ได้แก่ ใบบงาน ใบกิจกรรม และแบบทดสอบหลังเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 4 แผน มีค่าคะแนนรวมโดยเฉลี่ยเท่ากับ 153.01 คะแนน จากคะแนนเต็ม 200 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 76.50 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 5.35

การหาค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) โดยหาได้จากค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังการทดลองเสร็จสิ้น ดังตาราง 10

ตาราง 10 การวิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) ของการจัดการเรียนรู้ โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

แบบทดสอบ	คะแนนเต็ม	N	\bar{X}	S.D	ร้อยละ
แบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์	30	22	20.36	3.43	67.86
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	30	22	25.59	3.65	85.30
เฉลี่ย					76.59

จากตาราง 10 ผลการวิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) ของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังการทดสอบเสร็จสิ้นลง มีค่าคะแนนรวม โดยเฉลี่ยเท่ากับ 45.95 คะแนน จากคะแนนเต็ม 60 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 76.59 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.54 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

จากผลการวิเคราะห์ของทั้งสองตารางข้างต้น จะได้ผลการวิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพ (E_1/E_2) ของการจัดการเรียนรู้ โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ดังตาราง 11

ตาราง 11 ผลการวิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้ (E_1/E_2) โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

กระบวนการ/ผลลัพธ์	คะแนนเต็ม	N	\bar{X}	S.D	ร้อยละ
ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1)	200	22	153.00	20.37	76.50
ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2)	60	22	45.95	6.11	76.59

ประสิทธิภาพ $E_1/E_2 = 76.50/76.59$

จากตาราง 11 ผลการวิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้ โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน ตามเกณฑ์ 75/75 พบว่า ประสิทธิภาพของกระบวนการ(E_1) คิดเป็นร้อยละ 76.50 และประสิทธิภาพผลลัพธ์ (E_2) คิดเป็นร้อยละ 76.59 ดังนั้น การจัดการเรียนรู้ โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น มีประสิทธิภาพ 76.50/76.59 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 75/75 ที่กำหนดไว้

2. การวิเคราะห์เปรียบเทียบความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ ด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน ระหว่างคะแนนก่อนเรียน และหลังเรียน โดยใช้การทดสอบค่าที (t-test for Dependent Sample) ผลการเปรียบเทียบความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนที่เกิดจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน ผลการวิเคราะห์ แสดงดังตาราง 12

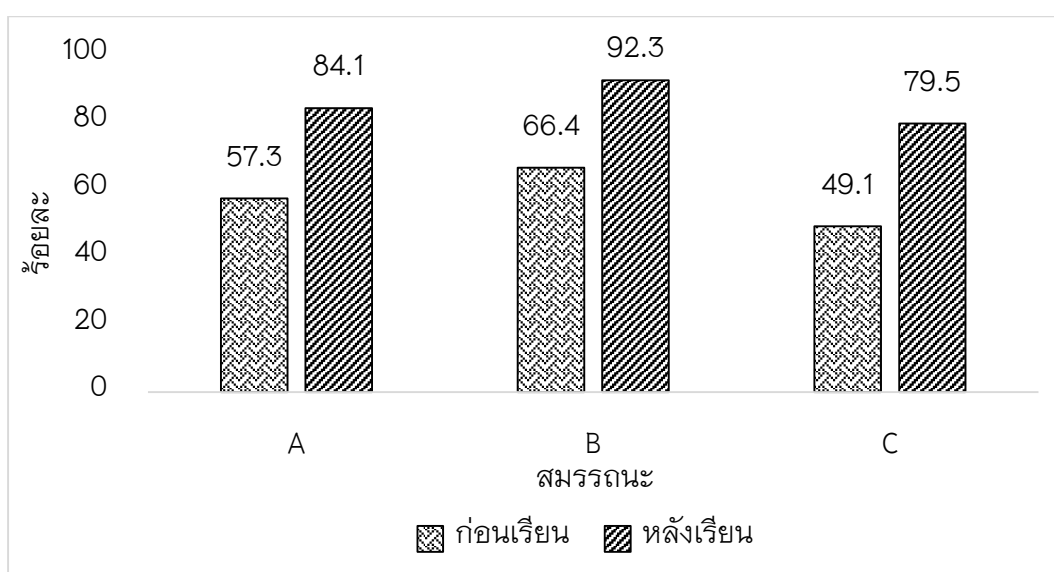
ตาราง 12 ผลการเปรียบเทียบความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียน
 ของนักเรียนที่เกิดจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น
 ร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน
 ชีวิตประจำวัน

สมรรถนะ	คะแนนเต็ม	N	ก่อนเรียน			ระดับ	หลังเรียน			ระดับ	t
			\bar{X}	S.D.	ร้อยละ		\bar{X}	S.D.	ร้อยละ		
การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (A)	10	22	5.73	1.28	57.30	3	8.41	1.26	84.10	5	11.58**
การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (B)	10	22	6.64	1.73	66.40	4	9.23	1.07	92.30	6	8.50**
การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ (C)	10	22	4.91	0.97	49.10	2	7.95	1.56	79.50	5	10.77**
รวม	30	22	17.27	3.45	57.58	3	25.59	3.65	85.30	5	16.27**

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($t_{.01; df = 21} = 2.51$)

จากตาราง 12 ผลการเปรียบเทียบความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนที่เกิดจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน พบว่ามีคะแนนเฉลี่ยความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน เท่ากับ 17.27/25.59 คะแนน จะเห็นว่าคะแนน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน โดยมีค่าเฉลี่ยก่อนเรียนหลังเรียน เท่ากับ 57.58/85.30 เมื่อนำค่าเฉลี่ยแต่ละด้านมาเทียบกับมาตรฐานวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ 7 ระดับ ในตาราง 4 เรียงลำดับมากไปหาน้อย ได้แก่ B เท่ากับร้อยละ 92.30 ระดับ 6, A เท่ากับร้อยละ 84.10 ระดับ 5, C เท่ากับร้อยละ 79.50 ระดับ 5 และมีระดับความฉลาดรู้ในภาพรวม เท่ากับร้อยละ 85.30 ระดับ 5 เมื่อเปรียบเทียบร้อยละผลรวมความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์หลังเรียน มาลบ ก่อนเรียนแต่ละสมรรถนะ โดยเรียงลำดับจากมากไปหาน้อย ได้ค่าเท่ากับ C: 79.50-49.10 เท่ากับ 30.40, A: 84.10-57.30 เท่ากับ 26.80 และ B: 92.30-66.40 เท่ากับ 25.90 จะเห็นว่าผลการเรียนในสมรรถนะ C จะมีช่วงคะแนนที่ห่างที่สุดแสดงว่านักเรียนมีพัฒนาการในสมรรถนะนี้มากกว่าทุกสมรรถนะ

ผลการวิเคราะห์ค่า t ปรากฏว่า ค่า t จากการคำนวณในภาพรวมมีค่าเท่ากับ 16.27 เมื่อพิจารณาค่า t จากตารางค่าวิกฤต (df เท่ากับ 21) มีค่า t เท่ากับ 2.51 แสดงว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน มีคะแนนการทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ดังกราฟ แสดงการเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ก่อนเรียน หลังเรียน จากการใช้แบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ในภาพประกอบ 6



ภาพประกอบ 6 กราฟแสดงการเปรียบเทียบความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียน หลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

จากภาพประกอบ 6 เปรียบเทียบความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน หลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวนนักเรียน 22 คน โดยแบ่งออกเป็น 3 สมรรถนะ ได้แก่ การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (A) มีค่าร้อยละก่อนเรียนที่ 57.3 และมีค่าร้อยละหลังเรียนที่ 84.1 การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (B) มีค่าร้อยละก่อนเรียนที่ 66.4 และมีค่าร้อยละหลังเรียนที่ 92.3 และการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ (C) มีค่าร้อยละก่อนเรียนที่ 49.1 และมีค่าร้อยละหลังเรียนที่ 79.5 โดยภาพรวมจะเห็นว่าความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนในทุกสมรรถนะ

3. การวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน ระหว่างคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้การทดสอบค่าที่แบบกลุ่มที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test for Dependent Sample)

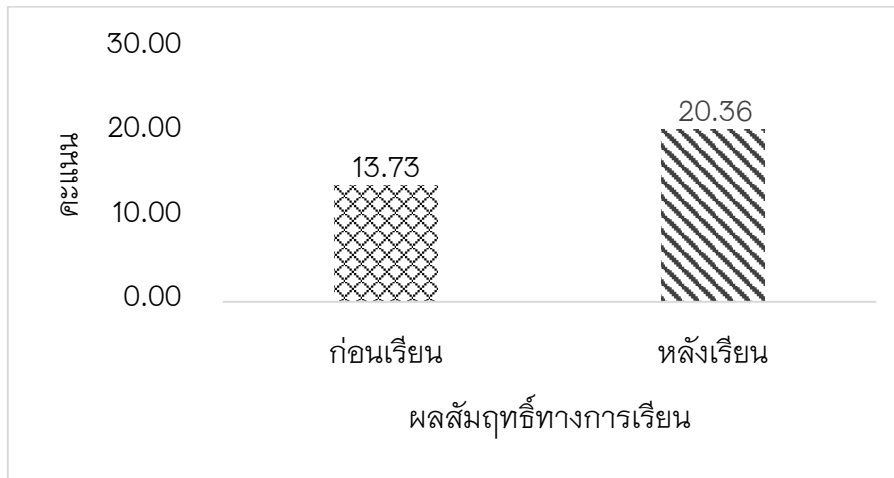
ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนที่เกิดจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน โดยใช้สถิติทดสอบค่าที่แบบกลุ่มที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน ผลการวิเคราะห์แสดงดังตาราง 13

ตาราง 13 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	คะแนนเต็ม	N	\bar{X}	S.D	t
ก่อนเรียน	30	22	13.73	2.57	9.30**
หลังเรียน	30	22	20.36	3.43	

**มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (t .01; df = 21) = 2.51

จากตาราง 13 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า นักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 13.73 คะแนน และ 20.36 คะแนน ตามลำดับ จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน ผลการวิเคราะห์ค่า t ปรากฏว่า ค่า t จากการคำนวณมีค่าเท่ากับ 9.30 เมื่อพิจารณาค่า t จากตารางค่าวิกฤต (df เท่ากับ 21) มีค่า t เท่ากับ 2.51 แสดงว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี เรื่องวัสดุในชีวิตประจำวัน มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ดังแสดงในภาพประกอบ 7



ภาพประกอบ 7 กราฟแสดงการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียน หลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

จากภาพประกอบ 7 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียน หลังเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวนนักเรียน 22 คน มีคะแนนเต็มที 30 คะแนน ผลปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 13.73 คะแนน และหลังเรียน มีคะแนนเฉลี่ย 20.36 คะแนน จะเห็นว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน หลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียน

4. การวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบ สืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน แบบสอบถามชนิดแบบ มาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ

ผลของความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อการ จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและ เทคโนโลยี เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน โดยหาค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ผลการวิเคราะห์แสดงดังตาราง 14

ตาราง 14 ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น
ร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี เรื่อง วัสดุใน
ชีวิตประจำวัน

รายการประเมิน	\bar{X}	S.D.	ระดับความ พึงพอใจ
ด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้			
1. เนื้อหาที่ใช้สอดคล้องกับตัวชีวิตและจุดประสงค์	4.36	0.49	มาก
2. เนื้อหาที่มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	4.32	0.72	มาก
3. เนื้อหาเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน	4.14	0.64	มาก
4. เนื้อหาที่มีความเหมาะสมกับเวลาเรียน	4.00	0.76	มาก
เฉลี่ย	4.20	0.68	มาก
ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้			
5. มีความสอดคล้องกับเนื้อหา	4.18	0.80	มาก
6. มีความน่าสนใจ สนุก กระตุ้นการเรียนรู้	4.45	0.74	มาก
7. เน้นให้นักเรียนมีส่วนร่วม ได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง	4.32	0.65	มาก
8. ส่งเสริมการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	4.32	0.72	มาก
9. ใช้เทคโนโลยีหรือนวัตกรรมในการจัดการเรียนรู้ อย่างเหมาะสม	4.50	0.60	มาก
เฉลี่ย	4.39	0.70	มาก
ด้านสื่ออุปกรณ์			
10. สื่อการสอนมีความสอดคล้องกับเนื้อหา	4.36	0.79	มาก
11. สื่อส่งเสริมกระตุ้นความสนใจ	4.14	0.71	มาก
12. สื่อและอุปกรณ์เหมาะสมในการนำไปใช้	4.18	0.80	มาก
13. ความเหมาะสมของสื่ออุปกรณ์กับเนื้อหาและ กิจกรรม	4.09	0.81	มาก
14. ความพร้อมของ สื่อ อุปกรณ์ และเครื่องมือสำหรับ ค้นคว้าอย่างเหมาะสม และเพียงพอ	4.23	0.61	มาก
เฉลี่ย	4.13	0.69	มาก

ตาราง 14 (ต่อ)

รายการประเมิน	\bar{X}	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
ด้านการวัดและประเมินผล			
15. การวัดประเมินผลสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ครอบคลุมทุกด้าน	4.00	0.53	มาก
16. มีการวัดและประเมินผลที่สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	4.23	0.69	มาก
17. เปิดเผยคะแนนที่ได้จากการวัดผล	4.36	0.66	มาก
18. การวัดและประเมินผล มีความชัดเจนและยุติธรรม	4.50	0.74	มาก
19. ให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อนำไปสู่การพัฒนาตนเอง	4.36	0.66	มาก
20. มีความสอดคล้องกับแนวทางการประเมินตามสมรรถนะ PISA	4.50	0.60	มาก
เฉลี่ย	4.39	0.67	มาก
เฉลี่ยรวม	4.28	0.68	มาก

จากตาราง 14 พบว่า ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน มีค่าเฉลี่ยรวมในแต่ละด้านโดยเรียงตามลำดับจากมากไปน้อย ดังนี้ 1) ด้านการจัดการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.39 2) ด้านการวัดและประเมินผล มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.39 3) ด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.20 4) ด้านสื่ออุปกรณ์การเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.13 จากข้อมูลข้างต้นจึงสรุปได้ว่า ผลการประเมินความพึงพอใจของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน มีค่าเฉลี่ยรวมทุกด้าน เท่ากับ 4.28 อยู่ในระดับมาก เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

ตอนที่ 2 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

1. สังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน จากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลจากการสังเกตพฤติกรรมการทำงานของนักเรียน ชักถาม และสัมภาษณ์ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน มีรายละเอียด ดังนี้

การจัดการเรียนรู้โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 จากการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ ตรวจจับผลงาน และชิ้นงาน พบว่า นักเรียนขาดองค์ความรู้ในการนำความรู้ด้านวิชาการออกมาประยุกต์ใช้ในการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ได้ดีเท่าที่ควรแต่หลังจากนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้แผนที่ 1 พบว่านักเรียนเริ่มมีการนำความรู้มาใช้ให้สอดคล้องกับบริบทในสังคมมากยิ่งขึ้น สามารถนำองค์ความรู้ต่าง ๆ ในด้านวิทยาศาสตร์มาแก้ไขสถานการณ์ปัญหาได้ดีขึ้น สังเกตได้จากมีการโต้ตอบกับครูผู้สอนในสถานการณ์ปัญหาต่าง ๆ ได้ มากขึ้นโดยมีความพยายามในการหาคำตอบจากการใช้เทคโนโลยี เช่น เว็บไซต์ต่าง ๆ บนอินเทอร์เน็ต และแอปพลิเคชันต่าง ๆ ที่ช่วยในการสร้างองค์ความรู้ให้กับผู้เรียน และหลังจากที่นักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้ครบทั้ง 4 แผน พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนและความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียน สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

2. การสัมภาษณ์ และชักถามนักเรียนในระหว่างเรียน และหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวันที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นว่ามีเนื้อหาสาระในแต่ละเรื่องที่มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับจุดประสงค์พบว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี ส่งผลให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเนื้อหาได้ง่าย และยังเป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ ดังคำตอบจากการสัมภาษณ์นักเรียน ดังนี้

“ชอบการเรียนรู้แบบนี้มากครับ เพราะเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เปิดกว้างให้กับผู้เรียน สามารถสืบเสาะหาความรู้ได้ด้วยตัวเอง”

“ชอบการเรียนรู้โดยใช้เทคโนโลยีเข้ามามีส่วนร่วมมากค่ะ เนื่องจากเป็นการเปิดกว้างให้ผู้เรียนได้ใช้เทคโนโลยีใกล้ตัวมาใช้ให้เกิดประโยชน์และสามารถจำลองภาพเหตุการณ์ต่าง ๆ เช่น การย่อยสลายของพลาสติกได้ค่ะ”

“เป็นการเรียนรู้ที่น่าตื่นเต้นและมีความน่าสนใจมากครับ เพราะช่วยให้ผู้เรียนได้สืบค้นข้อมูลและสร้างองค์ความรู้ที่ถูกต้องได้ด้วยตัวเอง”

“เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ใช้ความรู้ความสามารถของตัวเองได้เต็มศักยภาพมาก ๆ ครับ”

3. ตรวจสอบงาน ชิ้นงาน ที่ได้รับมอบหมายโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี ดังนี้
สมรรถนะ A: การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์

ใบงานที่ 1.2 เรื่อง คุณสมบัติของพอลิเมอร์
ชื่อ..... เลขที่.....
คำชี้แจง: ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

สมรรถนะ A: นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล

พอลิเมอร์	ชนิด
 ผักคะน้า	ประเภท <input type="checkbox"/> ธรรมชาติ <input checked="" type="checkbox"/> สังเคราะห์ โครงสร้าง: ... คุณสมบัติ: ...
 ท่อพลาสติก	ประเภท <input type="checkbox"/> ธรรมชาติ <input checked="" type="checkbox"/> สังเคราะห์ โครงสร้าง: ... คุณสมบัติ: ...
 ถุงมือพลาสติก	ประเภท <input checked="" type="checkbox"/> ธรรมชาติ <input type="checkbox"/> สังเคราะห์ โครงสร้าง: ... คุณสมบัติ: ...
 แก้วพลาสติก	ประเภท <input type="checkbox"/> ธรรมชาติ <input checked="" type="checkbox"/> สังเคราะห์ โครงสร้าง: ... คุณสมบัติ: ...
 ผ้า	ประเภท <input checked="" type="checkbox"/> ธรรมชาติ <input type="checkbox"/> สังเคราะห์ โครงสร้าง: ... คุณสมบัติ: ...

แผนจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง พอลิเมอร์ 5

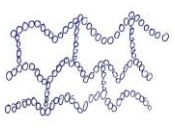
ภาพประกอบ 8 ใบกิจกรรม A1 นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล

ใบงานที่ 1.5 เรื่อง การจับโครงข่ายของโพลิเมอร์

ชื่อ อ.ศ. ปุณณิณี ชั้น ม.3/4 เลขที่ 4

คำชี้แจง: ให้นักเรียนจับโครงข่ายของโพลิเมอร์ของพลาสติกชนิดต่างๆตามแบบโครงข่ายที่ได้
สอดคล้องกับข้อความที่ได้ให้ดูก่อน หรืออธิบายรายการนำไปใช้ประโยชน์

สมรรถนะ A2: ระบุ โย และสร้างตัวแบบ และนำเสนอข้อมูลเพื่อใช้ในการอธิบาย



ชื่อโครงข่าย พอลิเอทิลีน

คำชี้แจง: พอลิเอทิลีน พอลิโพรพิลีน พอลิไวนิลคลอไรด์ พอลิเอทิลีน เทเรฟทาเลต พอลิเอทิลีน เทเรฟทาเลต พอลิเอทิลีน เทเรฟทาเลต

การจับโครงข่าย: พอลิเอทิลีน พอลิโพรพิลีน พอลิไวนิลคลอไรด์ พอลิเอทิลีน เทเรฟทาเลต

ชื่อโครงข่าย: พอลิเอทิลีน พอลิโพรพิลีน พอลิไวนิลคลอไรด์ พอลิเอทิลีน เทเรฟทาเลต


ภาพประกอบ 9 ใบกิจกรรม A2 ระบุ โย และสร้างแบบจำลองและตัวแทนเชิงอธิบาย

ใบงานที่ 1.5 เรื่อง ของในแหล่งชุมชน

ชื่อ เสกสรรค์ ปุโศก ฝั่ง ชั้น ม.3/5 เลขที่ 9

คำชี้แจง: ให้นักเรียนสังเกตภาพต่อไปนี้ แล้วอธิบายแนวโน้ของปัญหาที่อาจเกิดขึ้น

สมรรถนะ A3: พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้ความเป็นเหตุเป็นผล



ที่มา: <https://news.gimyoung.com/article/11630>

ข้อคิด: ในชุมชน ในชุมชน เกิดปัญหา ที่ดิน ไร้ที่ปลูก ต้นไม้ตาย โดยที่ชุมชน
สาเหตุ โดยในชุมชน ปัญหาขยะมูลฝอย ที่เกิดตามมา ผลกระทบของชุมชนคือในชุมชน
ถ้าไม่ถูก ๕. ผล ที่สังคมทุกฝ่ายสามารถช่วยกันแก้ไขปัญหานี้ได้ ดังนั้น ทางสังคม
จะลดปัญหาขยะมูลฝอยได้หรือไม่ ก็ขึ้นอยู่กับว่า หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง จะช่วยกัน
แก้ไข

ภาพประกอบ 10 ใบกิจกรรม A3 พยากรณ์การเปลี่ยนแปลง ในเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้ความเป็นเหตุเป็นผล

ใบงานที่ 1.1
การตรวจสอบสมบัติทางกายภาพประการของพอลิเมอร์

สมรรถนะ A1: นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล
A2: ระบุ ได้ และสร้างตัวแบบ และนำเสนอข้อมูลที่ใช้ในการอธิบาย
A4: เสนอสมมติฐานที่ใช้ในการอธิบาย

ชื่อ-นามสกุล..... ชั้น..... เลขที่.....

จุดประสงค์
เพื่อตรวจสอบสมบัติทางกายภาพของพอลิเมอร์

ระบุปัญหา
พอลิเมอร์สังเคราะห์กับ พอลิเมอร์ที่สังเคราะห์ขึ้นในธรรมชาติ

สมมติฐาน
พอลิเมอร์สังเคราะห์กับ พอลิเมอร์ที่สังเคราะห์ขึ้นในธรรมชาติ มีสมบัติทางกายภาพที่แตกต่างกัน

อุปกรณ์

- พอลิเมอร์ ได้แก่ ถุงใส่อาหารพลาสติก ขวดน้ำชนิดใส ขวดน้ำชนิดขุ่น ขาวชนิดขุ่น
- น้ำ
- ดิกายอร์ ขนาด 100 ml
- กรรไกร มีด
- ตะปู

วิธีการทดลอง

- ตัดพอลิเมอร์ชนิดใสให้เป็นขนาด 10 x 10 ซม.
- ทดสอบความแข็งโดยการกดหรือบีบ
- ทดสอบความยืดหยุ่นโดยการดึง ผิด หรือพับ
- ทดสอบการซึมผ่านโดยโรยอะลูมิเนียมผง
- ทดสอบความหนาแน่น

5.1 ใต้น้ำ 20 ลูกบาศก์เซนติเมตร ในดิกายอร์
 5.2 ใต้น้ำพอลิเมอร์แต่ละชนิดลงในน้ำ สังเกตการจมหรือลอยของพอลิเมอร์

แผนจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง พอลิเมอร์

บันทึกผลการทดลอง

พอลิเมอร์	การเป่าลม	การดึงยืด	การจุ่ม	การทดสอบ
ถุงใส่อาหารชนิดใส	ไม่เป่าลม	ได้	ไม่จุ่ม	จม
ขวดน้ำชนิดขุ่น	ไม่เป่าลม	ไม่ ได้	ไม่จุ่ม	จม
ขวดน้ำชนิดใส	ไม่เป่าลม	ไม่ ได้	ไม่จุ่ม	จม
ขวดชนิดใส	ไม่เป่าลม	ได้	ไม่จุ่ม	จม
ขวดชนิดขุ่น	ไม่เป่าลม	ไม่ ได้	ไม่จุ่ม	จม

สรุปประมวลผลการทดลอง
จากการทดลองจะเห็นว่า พอลิเมอร์ทั้ง 5 ชนิดที่นำมาทดลองมีสมบัติแตกต่างกันในด้านต่าง ๆ เช่น การเป่าลม การดึงยืด การจุ่ม การทดสอบการจม การทดสอบการซึมผ่าน เป็นต้น การสังเกตว่าพอลิเมอร์ชนิดใดมีสมบัติอย่างไรโดยการนำพอลิเมอร์ไปจุ่มลงในน้ำจะเห็นได้ว่า พอลิเมอร์ที่ใสจะจมลงในน้ำ ส่วนพอลิเมอร์ที่ขุ่นจะลอยในน้ำ ส่วนพอลิเมอร์ที่ใสจะจมลงในน้ำ ส่วนพอลิเมอร์ที่ขุ่นจะลอยในน้ำ พอลิเมอร์ที่ใสจะจมลงในน้ำ ส่วนพอลิเมอร์ที่ขุ่นจะลอยในน้ำ พอลิเมอร์ที่ใสจะจมลงในน้ำ ส่วนพอลิเมอร์ที่ขุ่นจะลอยในน้ำ

คำอธิบายเกี่ยวกับกรรม

- พอลิเมอร์แต่ละชนิดมีสมบัติแตกต่างกันคือไม่ ยาวกว่า พอลิเมอร์ที่ใสจะจมลงในน้ำ ส่วนพอลิเมอร์ที่ขุ่นจะลอยในน้ำ โดยพอลิเมอร์ที่ใสจะจมลงในน้ำ ส่วนพอลิเมอร์ที่ขุ่นจะลอยในน้ำ พอลิเมอร์ที่ใสจะจมลงในน้ำ ส่วนพอลิเมอร์ที่ขุ่นจะลอยในน้ำ
- พอลิเมอร์ที่ใสจะจมลงในน้ำ ส่วนพอลิเมอร์ที่ขุ่นจะลอยในน้ำ โดยพอลิเมอร์ที่ใสจะจมลงในน้ำ ส่วนพอลิเมอร์ที่ขุ่นจะลอยในน้ำ พอลิเมอร์ที่ใสจะจมลงในน้ำ ส่วนพอลิเมอร์ที่ขุ่นจะลอยในน้ำ

แผนจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง พอลิเมอร์

ภาพประกอบ 11 ใบกิจกรรม A1, A2, และ A4 เสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการอธิบาย

ใบงานที่ 1.4 เรื่อง ประโยชน์ของพอลิเมอร์ในชีวิตประจำวัน

ชื่อ..... ชั้น..... เลขที่.....

คำชี้แจง: ให้นักเรียนยกตัวอย่างคำตอบเป็น

สมรรถนะ A5: อธิบายถึงศักยภาพของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้เพื่อสังคม

- เพราะเหตุใดถึงของทำ กระเป๋าทำรองเท้า และสายพวงกุญแจมาจากพลาสติก
 - พลาสติกแข็งแรง ทนทาน ไม่แตกหักง่าย
- นักเรียนเคยสังเกตบ้างไหมในการเลือกซื้อถุงพลาสติกหรือถุงอื่น ๆ
 - พลาสติกที่แข็งแรง ทนทาน ไม่แตกหักง่าย
- การเลือกซื้อถุงที่นำมาใช้บรรจุของที่มีน้ำหนักมาก ๆ ควรเลือกซื้อถุงพลาสติกที่แข็งแรง ทนทาน ไม่แตกหักง่าย
- การนำพลาสติกมาทำของใช้ในชีวิตประจำวันจะได้อะไรบ้าง
 - พลาสติกที่แข็งแรง ทนทาน ไม่แตกหักง่าย
- พลาสติกที่ใช้ทำกล่องโฟมอาหาร และสายยึดรถจักรยานยนต์มีผลดีอย่างไรกับพอลิเมอร์ชนิดใด

พอลิเมอร์	ลักษณะทางกายภาพ	สภาพการใช้งาน	การใช้งานจริง
A	โปร่งใส เปราะ	แข็งแรงมาก ทนทาน	ใช้ทำบรรจุภัณฑ์
B	ยืดหยุ่น เหนียว	ทนทาน ทนแรงกด	ใช้ทำสายรัด
C	ยืดหยุ่น เหนียว	ดีต่อสุขภาพ ไม่แตกหักง่าย	ใช้ทำสายรัด
D	สีเข้ม แข็ง	ทนทาน ทนแรงกด	ใช้ทำสายรัด


A, C B, C C, D A, B

ภาพประกอบ 12 ใบกิจกรรม A5 อธิบายถึงศักยภาพของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่นำไปใช้เพื่อสังคม

สมรรถนะ B: การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหา
ความรู้ ทางวิทยาศาสตร์

ใบงานที่ 4.2 เรื่อง ผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม
 ชั้น วิชา วิทยาศาสตร์ ปีที่ 15 เลขที่ 15
 คำสั่งจะ: ให้เขียนอ่านบทรวมต่อไปนี้ แล้วตอบคำถาม
 สมรรถนะ B1: ระบุปัญหาที่ต้องการตรวจสอบจากบทเรียนทางวิทยาศาสตร์
 B2: แยกแยะได้ว่าประเด็นปัญหาหรือคำถามใดสามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทาง
 วิทยาศาสตร์
 B3: เสนอวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้

พลาสติกเป็นวัสดุสังเคราะห์ที่นิยมอย่างมากในชีวิตประจำวันของมนุษย์ พลาสติกมี
 คุณสมบัติในราคาถูก น้ำหนักเบา แข็งแรง ทนทาน ทำได้หลายสีหลายแบบที่นิยมและนิยมน
 การใช้งานในหลายๆอย่างคือเรื่อง เช่น ถุงพลาสติก บรรจุภัณฑ์อาหาร ฟิล์มพลาสติก เพอร์มิดีเยอร์ ซึ่งเม
 พลาสติกมีความแข็งแรงและมีราคาถูกกว่าวัสดุอื่น ๆ แต่สารประกอบในพลาสติกบางชนิดก็ก่อให้เกิด
 อันตรายต่อสุขภาพได้ นอกจากนี้ในการบวนการผลิตพลาสติกจะมีการใช้สารเคมีบางชนิดลงไป
 เช่น สารเติมแต่งพลาสติก สารคงสภาพพลาสติก สารยับยั้งปฏิกิริยา และสารอื่น ๆ
 ดังนั้น การทำความสะอาดและควรทำให้ได้เกี่ยวกับการใช้งานพลาสติก อาจทำให้สารเคมี
 จากผลิตภัณฑ์พลาสติกถูกชะล้าง เป็นอันตรายและเครื่องใช้ใด ๆ อาจต้องถูกล้างโดยควร
 ต้องล้างก่อนใช้ทุกครั้ง นอกจากนี้ปริมาณการใช้พลาสติกที่มากเกินไปก็ก่อให้เกิดขยะที่เพิ่มประ
 ในการจัดการและกำจัดขยะ โดยเฉพาะพลาสติกบางชนิดที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้
 อาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อระบบนิเวศในที่สุด แม้การใช้พลาสติกจะมีประโยชน์หลาย ๆ ด้าน
 แต่โทษและผลเสียจากการใช้พลาสติกก็อยู่ตามเช่นกัน การใช้งานพลาสติกควรพิจารณาถึงความจำเป็น
 ความปลอดภัยต่อสุขภาพโดยพิจารณาจากแหล่งที่มา การใช้งานพลาสติกควรหลีกเลี่ยงพลาสติกที่
 สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้หรือพลาสติกที่สามารถย่อยสลายได้เพื่อลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

อ่านข้อมูลเพิ่มเติม

 scan me

สมรรถนะ B1: ระบุปัญหาที่ต้องการตรวจสอบจากบทเรียนทางวิทยาศาสตร์
 คำถามที่ 1 จากข้อความข้างต้น ให้เขียนแผนผังหรือแผนผัง (✓) หน้าที่เป็นปัญหาของสารที่
 พลาสติกสังเคราะห์บางชนิด
 X 1. รังสีคอสมิกและรังสีแกมมาเพิ่มปริมาณของพลาสติกจากอวกาศ ✓
 ✓ 2. มีการสะสมสารพิษในระบบนิเวศซึ่งมีอันตรายต่อสุขภาพและสัตว์ ✓
 ✓ 3. พลาสติกบางชนิดก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพได้ X
 ✓ 4. พลาสติกเป็นวัสดุที่ย่อยสลายง่าย X

สมรรถนะ B2: แยกแยะได้ว่าประเด็นปัญหาหรือคำถามใดสามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทาง
 วิทยาศาสตร์
 คำถามที่ 2 จากสถานการณ์ข้างต้น คำถามเหล่านี้สามารถตรวจสอบโดยการใช้ทางวิทยาศาสตร์ได้
 หรือไม่ ให้ทำเครื่องหมาย O ลงคำว่า "ได้" หรือ "ไม่ได้"

คำถาม	ตอบโดยวิธีทาง วิทยาศาสตร์ได้หรือไม่
สารเติมแต่งพลาสติกส่งผลกระทบต่อสุขภาพของผู้นับถือ หรือไม่	ได้ / ไม่ได้ ✓
พลาสติกที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ อาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อ ระบบนิเวศในระยะเวลา	ได้ / ไม่ได้ ✓
สารเคมีจากผลิตภัณฑ์พลาสติกถูกชะล้าง เป็นอันตรายและ เครื่องใช้ที่รีไซเคิล	ได้ / ไม่ได้ ✓
ร่างกายของมนุษย์เพิ่มปริมาณของพลาสติกที่รวมอยู่ในเซลล์ของ พลาสติก	ได้ / ไม่ได้ ✓

สมรรถนะ B3: เสนอวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้
 คำถามที่ 3 จากสถานการณ์ข้างต้น ถ้าหากให้นักเรียนจัดทำโครงงานวิทยาศาสตร์ นักเรียนจะมีการ
 ออกแบบโครงการอย่างไร เพื่อลดปัญหาขยะพลาสติก

1.1 ชื่อโครงงาน ลดพลาสติก ชักชวนโลก ✓

1.2 สมมติฐาน ถ้าเราลดการใช้พลาสติกได้ เราก็จะไม่ใช้
พลาสติกอีกต่อไป ซึ่งจะช่วยลดปริมาณขยะพลาสติกและลดมลพิษ ✓

1.3 นักเขียนวิธีการลดปัญหาขยะพลาสติกโดยเลือกใช้จากพลาสติกที่ทำ
ใช้ซ้ำได้ ใช้ซ้ำได้อีก 9 ครั้ง และใช้ซ้ำได้ 1 ครั้ง ใช้ซ้ำได้
ใช้ซ้ำได้ 1 ครั้ง พลาสติก 9 ครั้ง และใช้ซ้ำได้ 1 ครั้ง ใช้ซ้ำได้ 1 ครั้ง
ใช้ซ้ำได้ 1 ครั้ง พลาสติก 9 ครั้ง และใช้ซ้ำได้ 1 ครั้ง ใช้ซ้ำได้ 1 ครั้ง ✓

ภาพประกอบ 13 ใบกิจกรรม B1 ระบุประเด็นปัญหาที่ต้องการสำรวจตรวจสอบ
 จากการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้, ใบกิจกรรม B2
 แยกแยะได้ว่าประเด็นคำถามหรือปัญหาใดสามารถตรวจสอบได้
 ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์, ใบกิจกรรม B3 เสนอวิธีสำรวจ
 ตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้

ใบงานที่ 3.2
เรื่อง การเสริมเหล็กคานและเสาเข็มในงาน

ชื่อ อ.บุญ อึ้งนันทกุล ผู้จัดทำชื่อ ชั้น ๕ เลขที่ 5

คำชี้แจง: จงเรียงข้อความในช่องว่างให้ถูกต้อง

สมรรถนะ B4: ประเมินวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้

คอนกรีตและเหล็กเสริมเป็นวัสดุที่แข็งแรงที่สุดในยุคนี้ ในขณะที่ความสามารถในการรับแรงดึงน้อยมาก เมื่อเทียบกับเหล็ก ดังนั้น วิศวกรจึงนิยมออกแบบโครงสร้าง โดยใช้คอนกรีตรับเฉพาะแรงอัดเป็นหลัก และเสริมเหล็กเพื่อต้านทานแรงดึงร่วมกับคอนกรีต ซึ่งสามารถป้องกันการโค้งตัวแตกกรร และเสียหายของคานได้ ก็ต้องวางตำแหน่งเหล็กเสริมคานตามแรงดึงที่คานล่างของคานส่วนระนาบที่คานยื่นหรือคานของคาน คอนกรีตสามารถรับแรงอัดได้ดี จึงเสริมเหล็กคานบนของคานซึ่งรับแรงดึง เนื่องจากคอนกรีตสามารถรับแรงอัดมากกว่าความสามารถของคอนกรีต วิศวกรจะเสริมเหล็กคานตามแรงดึงที่คานบนของคาน

ไม่เสริมเหล็ก



เสริมเหล็กคานบนและคานบนเสริม



ที่มา: <https://www.onesothome.com/th/knowledge/steel-for-beam>

จากข้อมูลข้างต้น เพราะเหตุใดการเสริมเหล็กจึงช่วยเพิ่มความสามารถในการโค้งตัวแตกกรร จากโครงสร้างคอนกรีตได้ ให้มีปริมาณค่าหรือหาวงกลม หน้าข้อที่เลือก

1. เนื่องจากเหล็กมีความแข็งแรงเหนือ
2. เหล็กมีค่าคงประสิทธิ์การยืดและหดตัวใกล้เคียงกับคอนกรีต
3. ในกากรองรับการรับเหล็กเพื่อเป็นวัสดุเสริมแรง
4. เพราะเหล็กมีความเหนียวและหดยวตัวได้เท่ากับคอนกรีต

ภาพประกอบ 14 ใบกิจกรรม B4 ประเมินวิธีการสำรวจตรวจสอบ
ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้

ใบงานที่ 3.3
เรื่อง คอนกรีตเสริมเหล็ก

ชื่อ อ.บุญ อึ้งนันทกุล ผู้จัดทำชื่อ ชั้น ๕ เลขที่ 5

คำชี้แจง: โปรดเรียงข้อความต่อไปนี้ที่กำหนดแล้ว แล้วให้ยกเหตุผลทางวิทยาศาสตร์
สมรรถนะ B5: บรรยายและประเมินวิธีการต่าง ๆ ที่มีวิทยาศาสตร์ใช้ในการสืบค้นความน่าเชื่อถือของข้อมูลและความเห็นต่างและการสรุปอ้างอิงจากคำอธิบาย

คอนกรีตเสริมเหล็ก มีคุณสมบัติทางกายภาพ 3 อย่าง ที่ทำให้คอนกรีตเสริมเหล็ก เป็นที่นิยม ดังนี้

1. ค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวของคอนกรีตและเหล็ก มีค่าใกล้เคียงกันมาก ซึ่งเมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนแปลง ทำให้คอนกรีตและเหล็กขยายตัวหรือหดตัวได้พร้อมกัน
2. เมื่อคอนกรีตเกิดการแตกร้าว คอนกรีตจะรับแรงดึงเสริมได้แทน ซึ่งทำให้เกิดการกระจายแรงภายในระหว่างคอนกรีต และเหล็กเสริม ซึ่งเหล็กจะยอมมีถูกดึงจนนำมาใช้ในโครงสร้างหลัก เนื่องจากสัมประสิทธิ์แรงยึดเหนี่ยวระหว่างคอนกรีต และเหล็กเสริมมีค่ามาก เมื่อเทียบกับเหล็กกลม
3. ค่าพิสัย (dur) ของสารเคมีที่เกิดจากพริชทรีแอมโมเนียมดี เมื่อคอนกรีตเสร็จแล้ว จะมีความเค็มของน้ำเกลือเป็นค่าต่าง ๆ ไปป้องกันไม่ให้เหล็กเป็นรูปลอกหรือสนิม หรือเป็นสนิม เพราะเหตุใดการก่อตัวต่าง ๆ จึงต้องมีการเสริมเหล็กและก่อนการก่อสร้างวิศวกรจะต้องตอบคอนกรีตด้วยวิธีการใด

จงยกคำอธิบายเหตุผลที่เชื่อมโยงข้อที่ 1 ถึงข้อที่ 2 และข้อที่ 2 ถึงข้อที่ 3 ให้ชัดเจน และยกตัวอย่างการสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับวัสดุที่ยกมา
เช่น คมของเหล็ก, สัมประสิทธิ์การยึดเหนี่ยวระหว่างคอนกรีตกับเหล็กเสริม, ค่าสัมประสิทธิ์การยึดเหนี่ยวระหว่างคอนกรีตกับเหล็กเสริม, ค่าพิสัย (dur) ของสารเคมีที่เกิดจากพริชทรีแอมโมเนียมดี, ค่าพิสัย (dur) ของสารเคมีที่เกิดจากพริชทรีแอมโมเนียมดี, ค่าพิสัย (dur) ของสารเคมีที่เกิดจากพริชทรีแอมโมเนียมดี, ค่าพิสัย (dur) ของสารเคมีที่เกิดจากพริชทรีแอมโมเนียมดี

ภาพประกอบ 15 ใบกิจกรรม B5 บรรยายและประเมินวิธีการต่าง ๆ
ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการยืนยันความน่าเชื่อถือของข้อมูล
และความเป็นกลางและการสรุปอ้างอิงจากคำอธิบาย

สมรรถนะ C: การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานใน
เชิงวิทยาศาสตร์

ใบงานที่ 2.1 เชื้อ เซรามิก

ชื่อ... วันที่... ชั้น... เลขที่...

คำชี้แจง: ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

สมรรถนะ C: แปลข้อมูลที่น่าสนใจในรูปแบบหนึ่งไปสู่อีกรูปแบบหนึ่ง

การศึกษาการแตกหักเกิดสืบสำหรับสารประกอบเชิงประกอบเซรามิก มีจุดประสงค์คือ ศึกษาผลของการแตกหักของเนื้อวัสดุสำหรับสารประกอบเชิงประกอบเซรามิก โดยการเสริมคุณสมบัติ โพลีเมอร์ และศึกษาสมบัติทางกลศาสตร์ วัสดุศาสตร์ของผลึกด้วยการผสมผสานของ ฐาน ปริมาณ ความยาว เส้น 2 เส้น 25 จุดต่อจุดยาว 25 จุดต่อจุด 25 และ เส้นความหนา 25 และใช้ข้อต่อข้อต่อ เป็นเส้น 2 เส้น 8 เส้นต่อจำนวนรวมและเส้น กระจาย 25 10 15 และ 20 โดยน้ำหนัก รวม 8 จุด ซึ่งรูปนี้ทดสอบโดยวิธีบีบอัดในแนว พยายาม 180 องศาของเส้นต่อเส้น ในแนวระนาบการแตกและของเส้นต่อเส้นด้วยวิธี บีบอัดและทดสอบสมบัติทางกลศาสตร์ การทดสอบพบว่าเนื้อวัสดุที่เสริมด้วยโพลีเมอร์ มีค่าความแข็งแรง 20.00 การทดสอบว่าเนื้อวัสดุที่เสริมด้วยโพลีเมอร์ 3.98 ความแข็งแรง 1,164.04 กิโลกรัม ต่อตารางเซนติเมตร ความหนาแน่น 2.88 กรัมต่อซ.ม. น้ำหนักที่หายไป 25.56 และเมื่อเปรียบเทียบกับเนื้อวัสดุที่ฐานเซรามิกที่เสริมด้วยโพลีเมอร์ 7.47 เมื่อเปรียบเทียบกับ ความถี่ที่แตกหัก และวิธีวัดการแตกหักที่เสริมด้วยโพลีเมอร์ใช้เนื้อวัสดุสำหรับการ ประสิทธิภาพเชิงประกอบเซรามิก

1. ให้นักเรียนนำข้อมูลของส่วนหนึ่งในเนื้อหาเปรียบเทียบให้เห็นความแตกต่างและ อธิบายว่าทำไมจึงเห็นเช่นนั้นได้

แผนผังการเปรียบเทียบ 2 เชื้อ เซรามิก

ภาพประกอบ 16 ใบกิจกรรม C1 แปลงข้อมูลที่น่าสนใจในรูปแบบหนึ่งไปสู่อีกรูปแบบหนึ่ง

ใบงานที่ 2.2 เชื้อ สมบัติเชิงกลของเซรามิกวิศวกรรม

ชื่อ... วันที่... ชั้น... เลขที่...

คำชี้แจง: ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

สมรรถนะ C2 วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์และข้อสรุป

สมบัติเชิงกลของเซรามิกวิศวกรรม

วัสดุ	ขนาด ความหนา (mm)	Compressive Strength (MPa)		Tensile Strength (MPa)		Flexural Strength (MPa)		Fracture Strength (MPa)	
		MPa	ksi	MPa	ksi	MPa	ksi	MPa	ksi
Al ₂ O ₃ (99.9%)	3.85	2381	375	207	30	345	50	4	3.63
SiC (99.999%)	3.19	3450	500	-	-	690	100	6.6	5.89
SiC (99.999%)	2.6	170	152	-	-	255	37	3.6	3.27
SiC (99.999%)	3.1	3880	560	170	25	550	80	4	3.63
ZrO ₂ (99.999%)	5.5	1880	270	-	-	690	100	8+	7.26+

ที่มา: ศูนย์สารสนเทศยานยนต์ สถาบันมาตรฐาน (2553)

คำถาม: จากข้อมูลตารางข้างต้น ให้นักเรียนวิเคราะห์ว่าวัสดุใดที่มีความแข็งแรงเชิงแรงดึงมากที่สุด และวัสดุใดที่มีความแข็งแรงเชิงแรงดึงต่ำที่สุด

Si (Silicon) 110 MPa หรือ Al₂O₃ (99.9%) 207 MPa, ความแข็งแรงดึงสูงสุดคือวัสดุที่มีค่าแรงดึงสูงสุดคือ SiC (99.999%)

แผนผังการเปรียบเทียบ 2 เชื้อ เซรามิก

ภาพประกอบ 17 ใบกิจกรรม C2 วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์และลงข้อสรุป



ภาพประกอบ 20 ใบกิจกรรม C5 ประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และประจักษ์พยาน จากแหล่งที่มาที่หลากหลาย (เช่น หนังสือพิมพ์ อินเทอร์เน็ต และวารสาร)



ภาพประกอบ 21 การทำแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียน



ภาพประกอบ 22 การจัดการเรียนการสอน “ครูนำเข้าสู่บทเรียน”



ภาพประกอบ 23 แบ่งกลุ่มทำกิจกรรมการหาข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์



ภาพประกอบ 24 การจัดการเรียนรู้ด้วยความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอน และเทคโนโลยีในการสืบค้นข้อมูล



ภาพประกอบ 25 นักเรียนทำใบงานตามแผนจัดการเรียนรู้



ภาพประกอบ 26 นักเรียนทำแบบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ หลังเรียน

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี สรุปผลตามลำดับ ดังนี้

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

ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดความมุ่งหมายของการวิจัย ดังนี้

1. สร้างแผนจัดการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75
2. เปรียบเทียบความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี

1.3 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้อื่นในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี

1.4 ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้อื่นในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี

สมมติฐานของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งสมมติฐานของการวิจัยไว้ ดังนี้

1. แผนจัดการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้อื่นในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75

2. ความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้อื่นในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้อื่นในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

4. ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้อื่นในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี อยู่ในระดับมาก

ประชากร และกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนมารีย์พิทักษ์สว่างแดนดิน จังหวัดสกลนคร สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน กระทรวงศึกษาธิการ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 3 ห้องเรียน ประกอบด้วย ม.3/1 ม.3/2 ม.3/3 รวมจำนวนนักเรียน 95 คน

2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนมารีย์พิทักษ์สว่างแดนดิน จังหวัดสกลนคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 1 ห้องเรียน คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/3 จำนวนนักเรียน 22 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่ม

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้ในเนื้อหา
ผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง วัสดุใน
ชีวิตประจำวัน จำนวน 4 แผน 11 ชั่วโมง

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

2.1 แบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 3 แบบทดสอบเป็นแบบอัตนัย ซึ่งประกอบด้วยโจทย์สถานการณ์ปัญหา
ที่สอดคล้องกับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 15 ข้อ

2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 แบบทดสอบเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ
จำนวน 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

2.3 แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบ
สืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี โดยใช้
แบบสอบถามเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ตามมาตราวัดแบบลิเคิร์ต
(Likert) โดยวัดความพึงพอใจ 4 ด้าน ดังนี้ ด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้ ด้านการจัดกิจกรรม
การเรียนรู้ ด้านสื่ออุปกรณ์การเรียนรู้ ด้านการวัด และประเมินผล ตอนที่ 1 สถานภาพของ
ผู้ตอบแบบสอบถาม มีลักษณะเป็นแบบตรวจสอบรายการ (Check List)

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง โดยทดลองกับ
กลุ่มตัวอย่าง คือนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/3 ที่กำลังศึกษาในการศึกษา 2565
ภาคเรียนที่ 2 โรงเรียนมารีย์พิทักษ์สว่างแดนดิน จำนวน 22 คน ได้ดำเนินการตามขั้นตอน
ดังต่อไปนี้

1. ยื่นขอจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ต่อสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัย
ราชภัฏสกลนคร เลขที่ 022/2566

2. จัดทำหนังสือขอความอนุเคราะห์ในการเก็บข้อมูลจากมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ไปยังโรงเรียนมารีย์พิทักษ์สว่างแดนดิน จังหวัดสกลนคร เป็นโรงเรียนกลุ่มตัวอย่าง ประสานงานกับผู้บริหารโรงเรียน เพื่อกำหนด วัน เวลา ในการทดลอง
3. ครูชี้แจงอธิบายวิธีการเรียนโดยแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน ให้นักเรียนเข้าใจ
4. ทดสอบก่อนเรียน (Pre-Test) โดยใช้แบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ จำนวน 15 ข้อ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 30 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นก่อนที่จะดำเนินการสอน
5. ดำเนินการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน
6. เมื่อสิ้นสุดการสอนครบทุกแผนแล้ว จึงทำการสอบหลังเรียน (Post-Test) โดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ฉบับเดียวกันกับการวัดผลก่อนเรียน
7. เมื่อสิ้นสุดการสอนครบทุกแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน
8. ผู้วิจัยนำผลคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูล สรุปผล และอภิปรายผลต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์หาคุณภาพของเครื่องมือ
 - 1.1 วิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของคะแนนระหว่างเรียน แบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน

1.2 วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน โดยหาประสิทธิภาพของกระบวนการ E_1 ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ E_2 ตามเกณฑ์ 75/75 ที่ตั้งไว้

1.3 การวิเคราะห์เปรียบเทียบความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ ด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน ระหว่างคะแนนก่อนเรียน และหลังเรียน

1.4 การวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน ระหว่างคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้การทดสอบค่าทีแบบกลุ่มที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test for Dependent Samples) และวิเคราะห์หาค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (r) ของข้อสอบและวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน

1.5 การวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน แบบสอบถามชนิดแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ และวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของ โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (Cronbach's alpha coefficient)

2. วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทดสอบสมมติฐาน

2.1 วิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน เพื่อทดสอบสมมติฐานข้อที่ 2 โดยหาค่าประสิทธิภาพ E_1/E_2

2.2 วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เพื่อทดสอบสมมติฐานข้อที่ 3 โดยใช้สถิติ

ในการทดสอบค่าทีแบบกลุ่มที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test for Dependent Samples) และวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (Cronbach's alpha coefficient)

2.3 วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เพื่อทดสอบ

สมมติฐานข้อที่ 4 โดยใช้สถิติในการทดสอบค่าค่าทีแบบไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test for Dependent Samples)

2.4 วิเคราะห์ความพึงพอใจ ของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน เพื่อทดสอบสมมติฐานข้อที่ 5 โดยหาค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และเทียบเกณฑ์ความพึงพอใจ โดยยึดเกณฑ์ตามแบบของลิเคิร์ท เป็น 5 ระดับ

สรุปผลการวิจัย

จากผลการวิจัยสามารถสรุปผลการวิจัยได้ ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 76.50/76.59 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 75/75 ที่กำหนดไว้

2. ความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. ความพึงพอใจของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบ สืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น ร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.28 อยู่ระดับมาก

อภิปรายผลการวิจัย

ในการวิจัย เรื่อง การพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น ร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี ผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยขอเสนอการอภิปรายผลในประเด็นสำคัญ ดังนี้

1. ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น ร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยีเรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 76.50/76.59 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 75/75 ตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เพราะ แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น ร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีกระบวนการตรวจสอบจากที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญ เป็นไปขั้นตอนอย่าง มีระบบ ซึ่งยึดเนื้อหา ตัวชี้วัดตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) โดยศึกษา วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ สาระสำคัญ ของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยมีการศึกษาควบคู่ไปพร้อมกับหลักการ แนวคิด ทฤษฎี เอกสารงานวิจัยที่ เกี่ยวข้อง และสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ตามรูปแบบการประเมิน PISA จากสถาบัน ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ซึ่งเป็นหน่วยงานหลักในการส่งเสริม โครงการประเมินสมรรถนะนักเรียนมาตรฐานสากล (Programme for International Student Assessment หรือ PISA) เพื่อเป็นแนวทางการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบ สืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น ร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยีกำหนด จุดประสงค์การเรียนรู้ วิเคราะห์ตัวชี้วัดการเรียนรู้ และสมรรถนะตามแนว PISA ที่เรียกว่า “Literacy” ซึ่งในที่นี้จะใช้คำว่า “ความฉลาดรู้” ทักษะกระบวนการ วิธีการสอนกิจกรรม การสอน ตามแนวคิด TPACK Model ภาระงานชิ้นงาน และเครื่องมือวัดประเมินผล จากนั้น ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น ร่วมกับความรู้

ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นการผสมผสานเทคนิคการจัดการเรียนการสอนเน้นนักเรียนเป็นสำคัญและการได้ลงมือปฏิบัติจริง ซึ่งสอดคล้อง

กับ ปวีณวัสสา บำรุงอุดมรัชต์ และอัมพร วัจนะ (2564, หน้า 260-274) ได้กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับบทเรียนออนไลน์ นักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสอดคล้องกับ ญัฐกานต์ เทพบำรุง และ จรินทร์ ชุ่มไกร (2559, หน้า 29-35) ได้กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบ TPACK MODEL ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ พบว่า ประสิทธิภาพของการพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบ TPACK MODEL มีค่าเท่ากับ 87.67/82.43 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. ผลการเปรียบเทียบความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนที่เกิดจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น ร่วมกับความรู้อื่นในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน พบว่ามีคะแนนความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน เท่ากับ 17.27/25.59 คะแนน จะเห็นว่าคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน โดยมีค่าเฉลี่ยร้อยละก่อนเรียนหลังเรียนเท่ากับ 57.58/85.30 เมื่อนำค่าเฉลี่ยร้อยละแต่ละด้านมาเทียบกับมาตรฐานวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ 7 ระดับ ในตาราง 4 เรียงลำดับมากไปหาน้อย ได้แก่ B เท่ากับร้อยละ 92.30 ระดับ 6, A เท่ากับร้อยละ 84.10 ระดับ 5, C เท่ากับร้อยละ 79.50 ระดับ 5 และมีระดับความฉลาดรู้ในภาพรวม เท่ากับร้อยละ 85.30 ระดับ 5 เมื่อเปรียบเทียบร้อยละผลรวมความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์หลังเรียนมาลบก่อนเรียน แต่จะสมรรถนะ โดยเรียงลำดับจากมากไปหาน้อย ได้ค่าเท่ากับ C: 79.50-49.10 เท่ากับ 30.40, A: 84.10-57.30 เท่ากับ 26.80 และ B: 92.30-66.40 เท่ากับ 25.90 จะเห็นว่าผลการเรียนในสมรรถนะ C จะมีช่วงคะแนนที่ห่างที่สุดแสดงว่านักเรียนมีพัฒนาการในสมรรถนะนี้มากกว่าทุกสมรรถนะ ซึ่งสามารถอธิบายได้ดังนี้

สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ (C) นักเรียนได้ขึ้นการค้นคว้าข้อมูลในชั้น 2 การสำรวจและค้นหา และชั้น 3 อธิบายลงข้อสรุป ในกระบวนการจัดการเรียนรู้ 5 ชั้น โดยชั้นนี้จะส่งเสริมให้นักเรียนได้สืบค้นโดยครูผู้สอนมีการบูรณาการร่วมกับการใช้เทคโนโลยีสื่อมัลติมีเดียในการสืบเสาะหาคำตอบจาก

สถานการณ์ที่ครูได้กำหนด นักเรียนได้มีการระดมความคิดแลกเปลี่ยนข้อคิดเห็นต่าง ๆ เข้าไปในตัวโปรแกรมได้ ทั้งยังสามารถสร้างแบบจำลองต่าง ๆ ผ่านเครื่องมือสำเร็จรูปในโปรแกรม ทำให้นักเรียนมีพัฒนาการในด้านการแปลความหมายข้อมูลเชิงวิทยาศาสตร์ ออกมาในรูปแบบต่าง ๆ เช่น กราฟ ตาราง ภาพจำลองแบบกราฟฟิก นักเรียนสามารถวิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นมาและลงข้อสรุปได้ จึงทำให้นักเรียนมีพัฒนาการความฉลาดรู้ด้านการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์สูงขึ้นกว่าด้านอื่น ๆ เมื่อเทียบกับมาตรฐานวัดความฉลาดรู้ 7 ระดับ ในตาราง 4 พบว่า ความฉลาดรู้หลังเรียนในด้านนี้ของนักเรียนสูงกว่าก่อนเรียนที่ระดับ 5 (ปรากฏในตาราง 12)

สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (A) นักเรียนเกิดการพัฒนาสมรรถนะนี้ผ่านการสืบค้นข้อมูลในชั้น 2 การสำรวจค้นหา และชั้น 4 ขยายความรู้ ซึ่งในชั้นนี้ นักเรียนได้สืบค้นข้อมูลจากเว็บไซต์ต่าง ๆ ในอินเทอร์เน็ตโดยมีครูคอยแนะนำการสืบค้นในแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือและนำความรู้ที่ได้จากการสืบค้นมาร่วมกันวิเคราะห์ สังเคราะห์ และวิจารณ์ตามหลักการทางวิทยาศาสตร์เพื่ออธิบายข้อคำถามหรือปัญหาต่าง ๆ ตามที่ครูผู้สอนได้กำหนดและสามารถบูรณาการความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างสมเหตุสมผลผ่านการดูตัวอย่างจาก Youtube นักเรียนได้นำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือความคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติมหรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ ทั้งนี้ นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิด ก่อนบันทึกใบกิจกรรมมีโอกาสในการแสดงข้อมูล จากการสืบเสาะหาความรู้ของตนเองในการอธิบายข้อมูลที่ได้สืบค้นมา

สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (B) นักเรียนจะได้ร่วมกันระบุประเด็นปัญหาและอภิปรายสถานการณ์ที่กำหนดให้ อีกทั้งนักเรียนจะต้องร่วมกันระดมความคิดเพื่อร่วมกันอภิปรายเพื่อประเมินวิธีการของกลุ่มอื่นๆ ดังภาพที่ 2 นักเรียนจะถูกพัฒนาจากการจัดการเรียนรู้ 2 ชั้น ได้แก่ ชั้นการสำรวจและค้นหา และชั้นการอธิบายลงข้อสรุป ซึ่งนักเรียนจะได้ร่วมกันวิเคราะห์ปัญหาที่จะตรวจสอบด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้ครูผู้สอนได้เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้เทคโนโลยี เช่น การสืบค้นผ่านอินเทอร์เน็ตผ่านเว็บไซต์ต่างๆ ออกแบบการทดลองเพื่อให้นักเรียนได้สืบค้นข้อมูลได้อย่างเต็มที่พร้อมทั้งคอยแนะนำและอธิบายในส่วนที่นักเรียนไม่เข้าใจส่งผลให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในสถานการณ์ต่าง ๆ และรู้วิธีการ

ประยุกต์ใช้ความรู้เพื่อออกแบบการแก้ไขปัญหาตามสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ดีขึ้น สอดคล้องกับ พิมพ์ลอย ตามตระกูล และชิตติยา บงกชเพชร (2565, หน้า 291-305) ได้กล่าวว่า การพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด - เบส ด้วยการจัดการเรียนรู้ แบบใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคโนโลยี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 22 คน ระดับความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์หลังเรียนอยู่ที่ระดับ 2 สูงกว่าก่อนเรียนที่ระดับ 1b และสอดคล้องกับ สุริยวดี นิกรักษ์, อัญชลี สิริกุลขจร และสิรินภา กิจเกื้อกุล (2559, หน้า 1322) ได้กล่าวว่า การพัฒนาการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม (STSE) เรื่อง สารประกอบไฮโดรคาร์บอน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักเรียนแสดงออกถึงการพัฒนาการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ทุกสมรรถนะ ได้แก่ สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ และ สมรรถนะการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ โดยสมรรถนะการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ มีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นสูงที่สุด และการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ มีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นน้อยที่สุด

3. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่องวัสดุในชีวิตประจำวัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน มีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 13.73 และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน เท่ากับ 20.36 แสดงว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เนื่องจากการจัดการเรียนการสอนได้คำนึงถึงความสนุกสนานและนักเรียนมีอิสระ มีความสุขในการเรียน โดยสร้างบรรยากาศให้มีพลังบวก โดยเริ่มจากครูผู้สอนมีความเป็นกันเอง มีความสัมพันธ์ที่เป็นมิตรกับนักเรียน แต่งการสุภาพ มีวาทศิลป์เชิงอารมณ์ขัน จากนั้นสร้างแรงจูงใจให้นักเรียน มีความกระตือรือร้น ในการอยากเรียนรู้ สอดคล้องกับ วรรณภา บำรุงพันธ์ และยุพิน ยืนยง (2564, หน้า 189) ได้กล่าวว่า การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E หลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผลการวิเคราะห์ความคิดเห็นของนักเรียน โดยเรียงลำดับค่าเฉลี่ยจากมากไปหาน้อย ดังนี้ ลำดับที่ 1 ด้านการจัดการเรียนรู้ ลำดับที่ 2 ด้านบรรยากาศในการเรียนรู้ และลำดับที่ 3 ด้านประโยชน์ที่

ได้รับ ตามลำดับ สอดคล้องกับธัญพร สันวิลาศ, ปริญญา ทองสอน และสมศิริ สิงห์ลพ (2563, หน้า 14) ได้กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นจากการใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ หลังเรียนมีเจตคติที่สูงขึ้นในระดับมาก และการจัดการบรรยากาศชั้นเรียนยังมีความสอดคล้องกับ พิมพาพัญ ทองกิ่ง (2563, หน้า 50) ได้กล่าวว่า บทบาทครูในการจัดการบรรยากาศชั้นเรียนเชิงบวกที่มุ่งให้นักเรียนได้เกิดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 อย่างมีประสิทธิภาพนั้น “ครู” ต้องปรับบทบาทมาเป็น “โค้ช” สร้างแรงจูงใจและผู้อำนวยการความสะดวกในการเรียนรู้ และส่งเสริมแรงเชิงบวกในทางจิตวิทยา เช่น บรรยากาศการจัดการเรียนการสอนที่อบอุ่น มีบรรยากาศที่เป็นนักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับ (2563, หน้า 57) ได้กล่าวว่า แนวทางการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนครูจะต้องมีความเป็นกัลยาณมิตร ปรับทำที่ในการเรียนการสอน ลิลลา อุดุลยศาสตร์ (2561, หน้า 115) ได้กล่าวว่า การบูรณาการเทคโนโลยีกับวิธีสอนและเนื้อหาที่สอน (TPACK) พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ดังจึงชี้ให้เห็นว่าการบูรณาการเทคโนโลยีในการจัดการเรียนการสอนส่งผลให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ

4. ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น ร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน พบว่า ความพึงพอใจของนักเรียนในภาพรวมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.28 อยู่ในระดับมาก เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ โดยแบ่งเป็นด้านทั้งหมด 4 ด้านดังนี้ 1) ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.39 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น ร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ ครูจัดบรรยากาศในห้องเรียนอยู่ในรูปเชิงบวก นักเรียนเกิดความรู้สึกรื่นเริง ตื่นเต้น ทำทนายอยากรู้ชวนคิด ให้นักเรียนมีอิสระในการเรียนรู้การทำงานร่วมกัน ช่วยกันแก้ปัญหาด้วยกัน

2) ด้านการวัดและประเมินผล มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.39 ครูได้เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ศึกษาและทำความเข้าใจในเกณฑ์การประเมิน ตามแนวทางของ PISA เพื่อให้นักเรียนเข้าใจและตอบได้ตรงตามประเด็นสมรรถนะมากยิ่งขึ้น และครูได้ชี้แนะรูปแบบการประเมินของนักเรียนและเปิดโอกาสให้กับผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการเสนอรูปแบบการประเมิน

3) ด้านเนื้อหาสาระ มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.20 เนื่องจากเนื้อหาเรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวันเป็น

เนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์กายภาพ และเป็นเนื้อหาที่บูรณาการเข้ากับสถานการณ์สังคม สิ่งแวดล้อม ทำให้นักเรียนต้องศึกษาเพิ่มเติมจากแหล่งข้อมูลหลายแหล่งมาประกอบกัน เพื่อให้สอดคล้องกับการประเมินตามรูปแบบของ PISA เนื้อหาจึงมีความยากขึ้น

4) ด้านสื่ออุปกรณ์การเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.13 สาเหตุที่มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด เนื่องจากการทำแบบทดสอบ ใบบาง ใบกิจกรรมต่าง ๆ นักเรียนยังคงต้องทำใบกระดาษ เช่น ข้อสอบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เนื่องจากนักเรียนจำเป็นต้องเขียนเพื่ออธิบายหรือตอบคำถาม แต่ยังมีค่าเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์พึงพอใจมาก จันทมณี สระทองหน และ จรินทร์ อุ้มไกร (2560, หน้า 42) ได้กล่าวว่า การจัดการเรียนการสอนในศตวรรษที่ 21 แบบ TPACK MODEL นักเรียนมีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด เช่นเดียวกับ วิไลลักษณ์ แซ่โล้ว, พิษญาภา ยวงสร้อย และภาสกร เรืองรอง (2565, หน้า 102) ได้กล่าวว่าการพัฒนาการเรียนการสอนออนไลน์โดยรูปแบบ TPACK นักเรียนมีความคิดเห็นต่อการจัดการเรียนการสอนว่ามีความเหมาะสมอยู่ในระดับที่มากที่สุด

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะจากผลการวิจัย

ผู้สอนควรสร้างสถานการณ์ตามกรอบบริบทของ PISA โดยยึดเนื้อหาตามตัวชี้วัดชั้นปี และบูรณาการกับการใช้เทคโนโลยีในการสร้างแบบจำลองต่าง ๆ เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาตามสถานการณ์ที่กำหนดได้มากขึ้น รวมถึงกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากค้นหาคำตอบมากยิ่งขึ้น

2. ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยในครั้งต่อไป

ควรมีการศึกษาการพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยีกับนักเรียนในระดับชั้นอื่น ๆ หรือใช้กับกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม ที่มีความเหมือนกันเพื่อเปรียบเทียบความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- _____. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- _____. (2562). *ศธ.360 องศา*. เข้าถึงได้จาก <https://moe360.blog/2020/01/02/นโยบายและจุดเน้น-ศธ/เรียกใช้เมื่อ> จากนโยบายกระทรวง. 11 กรกฎาคม 2564.
- กิตติคุณ แสงนิล และประสพชัย พสุนนท์. (2561). ความน่าเชื่อถือ ความถูกต้อง ความแม่นยำ และความเที่ยงตรง ความสอดคล้องในวิธีการและความคลาดเคลื่อนจากการวัด ของการวิจัยทางด้านสรีรวิทยาการออกกำลังกาย. *วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยศิลปกร*, 5(6), 1-19.
- กิตติพันธ์ อุดมเศรษฐ์. (2558). *การพัฒนารูปแบบการออกแบบการเรียนการสอนแบบการเรียนรู้กลับด้านตามกรอบแนวคิดที่ แพคและทฤษฎีขยายความคิดสำหรับครูมัธยมศึกษา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน*. วิทยานิพนธ์ ค.ศ. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- กิตติศักดิ์ เทียนทองศิริ, (2559). *การพัฒนาชุดการสอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง สารและสมบัติของสารสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6*. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา*, 27(3), 111-212.
- กุลธิดา จุ่มอังกะ. (2562). *การเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่องชีวิตกับสิ่งแวดล้อม และทรัพยากรธรรมชาติ โดยใช้การจัดการเรียนรู้ ตามหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง และการจัดการเรียนรู้แบบปกติ*. วิทยานิพนธ์ ค.ม. สกลนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.
- กุลธิดา ชนาภิมุข สุรีย์พร สว่างเมฆ และปราณี นางงาม. (2561). *การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม เพื่อพัฒนาการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง การเจริญเติบโตของพืชดอก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.

- กุลธิดา ชนาภิมุข สุริย์พร สว่างเมฆ และปราณี นางงาม. (2563). การพัฒนาการรู้
วิทยาศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี สังคม
และสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การเจริญเติบโตของพืช.
วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร, 21(1), 62–73.
- กุลธิดา ทับทิมศรี, เวชฤทธิ์ อังชนะภัทรขจร, คงรัฐ นवलแปง. (2562). ผลการจัดการ
เรียนรู้โดยใช้รูปแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับเทคนิค เค ดับเบิลยู
แอล (K-W-D-L) ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการ
เรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. *วารสารวิชาการและวิจัย
สังคมศึกษา*, 14(3), 149–162.
- จรรยาภรณ์ กุลพวง, นพมณี เชื้อวัชรินทร์ และเชษฐ ศิริสวัสดิ์. (2559). การศึกษา
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาและเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้
รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น ร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้แบบเชิงรุก สำหรับ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร*,
18(3), 265–275.
- จันทมณี สระทองหน และจรินทร์ อุ่มไกร. (2561). การจัดการเรียนการสอนในศตวรรษ
ที่ 21 แบบ TPACK MODEL โดยการใช้การสอนแบบเสมือนจริง ในรายวิชา
วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กรณีศึกษาโรงเรียน
อนุบาลกำแพงแสน. *วารสารวิชาการการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ
คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม*, 3(2), 42–47.
- จุฬารัตน์ ธรรมประทีป. (2559). การพัฒนาความรู้ในเนื้อหาพจนานุกรมและ
เทคโนโลยีในการสอนวิทยาศาสตร์. *วารสารวิจัยและพัฒนาหลักสูตร*, 6(2).
1–13.
- ชฎาลักษณ์ จิตรราช, ปริณ ทนชัยบุตร. (2563). การพัฒนาความสามารถในการ
แก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็ม
ศึกษาแบบ 6E Learning ร่วมกับการใช้สื่อสังคมออนไลน์ ในรายวิชาชีววิทยา
ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4. การประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับ
บัณฑิตศึกษาแห่งชาติ ครั้งที่ 21. ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

- ชนิด ทาระเนตร์. (2560). *การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เรื่องความน่าจะเป็น โดยการจัดการเรียนการสอนเน้นกระบวนการกลุ่ม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสา จังหวัดน่าน. วิทยานิพนธ์ วทป. ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.*
- ชนินันท์ พุกษ์ประมุข. (2557). กระประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์. *สุทธิปริทัศน์, 28(96), 356-360.*
- ชยพัทธ์ ศรีกรวด, เชษฐ ศิริสวัสดิ์, กิตติมา พันธุ์พุกษา, ทนงศักดิ์ ประสบกิตติคุณ. (2559). ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิคแผนผังความคิด วิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบประสาท และอวัยวะรับความรู้สึก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์, 18(2), 171-180.*
- ชวนพิศ คณะพัฒน์, อีรพงษ์ แสงประดิษฐ์, มนัส บุญประกอบ และประสงค์ เมธิพิณิตกุล. (2559). ผลการใช้รูปแบบการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดการใช้ปัญหำนำทางและการวิพากษ์วิจารณ์ ทางสังคมและแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น. *วารสารวิชาการเครือข่ายบัณฑิตศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏภาคเหนือ, 6(11), 67-80.*
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2556). การทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอน. *วารสารศิลปการศึกษาศาสตร์วิจัย, 15(1), 7-20.*
- ชาติรี เกิดธรรม. (2542). *การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง. กรุงเทพฯ: คอมแพคท์พริ้นท์.*
- ซาริณา อุศมา. (2559). ปัจจัยที่สัมพันธ์กับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ตามแนว PISA ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จังหวัดสงขลา. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ, 16(1), 70-82.*
- ณัฐภาพร พิชญภูษิติ และเอี่ยมพร ทลินเจริญ. (2563). การวิจัยเชิงปฏิบัติการเพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบสอบแบบแนะแนวทาง เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. *วารสารวิชาการและวิจัยสังคมศาสตร์, 15(2), 101-116.*

- ณัฐกานต์ เทพบำรุง และจรินทร์ อุ่มไกร. (2559). การจัดการเรียนรู้แบบ TPACK MODEL ด้วยเทคนิคความเป็นจริงเสริมสามมิติในรายวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กรณีศึกษาโรงเรียนบ้านตรอกสะเดา. *วารสารโครงการนิตยสารคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ*, 2(1), 30–31.
- ณัฐวรรณ ศิริธร, เอกภูมิ จันทร์ขันธ์. (2562). การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่. *วารสารมหาวิทยาลัยศิลปากร*, 39(1), 130–141.
- ถิรเดช พิมพ์ทองงาม. (2552). สถิติพรรณนาสำหรับการวิจัย. ใน *สถิติเพื่องานวิจัย*, สถิติเพื่องานวิจัย (หน้า 93). ลพบุรี: ศูนย์ตำราและเอกสารวิชาการ มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี.
- ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน. (2560). การพัฒนาระบบคลินิกวิจัย คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. *วารสารวิชาการและวิจัยสังคมศาสตร์*, 13(38), 59–74.
- ทิพวรรณ เมืองฟิล. (2562). การศึกษาทักษะการแก้ปัญหาตามแนวสะเต็มศึกษา เรื่อง งานและพลังงาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ ค.ม. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ทිරัศม์ พิพัฒน์เพ็ญ และคณะ. (2557). การประเมินประสิทธิภาพและประสิทธิผลการปฏิบัติราชการของเทศบาลสงขลา. สงขลา: มหาวิทยาลัยหาดใหญ่.
- ธนวรรณ ศรีวิบูลย์รัตน์. (2561). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดแก้ปัญหา เรื่อง งานและพลังงาน รายวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ ค.ม. พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- ธนันต์ นุ่มแสง และธนิดา ตันตระกูลโรจน์. (2561). การทดสอบความเที่ยงตรงและความเชื่อมั่นของแบบประเมินกลยุทธ์ในการรับมือกับความเครียดแบบสั้น ฉบับภาษาไทย. *วารสารสมาคมจิตแพทย์แห่งประเทศไทย*, 63(2), 189–198.
- ธัญพร สันวิลาศ, ปริญญา ทองสอน และสมศิริ สิงห์ลพ. (2563). ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยการพัฒนา กระบวนการสำรวจค้นหาใน กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 7E. *e-Journal of Education Studies, Burapha University*, 2(4), 14–27.

- นันทวัน พัวพันธ์. (2562). การพัฒนารายวิชาการสอนแนวใหม่ที่ส่งเสริมความรู้เนื้อหา
 ผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยีของนักศึกษาครุศึกษาศาสตร์ : การวิจัยปฏิบัติการ
 เชิงวิพากษ์แบบมีส่วนร่วม. วิทยานิพนธ์ กศ.ด. พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2545). การวิจัยเบื้องต้น. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- _____. (2553). การวิจัยเบื้องต้น. (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- บุษกร เขียวจินดาگانต์. (2561). เทคนิคการวิจัยเชิงคุณภาพแบบกรณีศึกษา. *วารสาร
 ศิลปศาสตร์ปริทัศน์*, 13(25), 103–117.
- ประสพชัย พลสุนนท์. (2558). ความเที่ยงตรงของแบบสอบถามสำหรับงานวิจัยทาง
 สังคมศาสตร์. *วารสารสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ*, 18, 375–396.
- ปรีญา โคตรสาลี. (2562). การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา
 ปีที่ 6 เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา
 ร่วมกับผังกราฟิก. วิทยานิพนธ์ ค.ม. สกลนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.
- ปวีณวิศสา บำรุงอุดมรัตน์ และอัมพร วัจนะ. (2564). การศึกษาผลการจัดการเรียนรู้
 แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับบทเรียนออนไลน์โดยใช้ Google Sites เรื่อง
 สมดุลเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. *วารสารวิชาการและวิจัย
 มหาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ*, 11(1), 260–274.
- ผดุงชัย ภูพัฒน์. (2551). การพัฒนาเครื่องวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน. กรุงเทพฯ:
 สถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้าคุณทหารลาดกระบัง.
- พัฒนา พรหมณี, ยุพิน พิทยาวัฒน์ชัย และจิระศักดิ์ ทัพพา. (2563). แนวคิดเกี่ยวกับ
 ความพึงพอใจและการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจในงาน. *วารสาร
 วิชาการสมาคมสถาบันอุดมศึกษาเอกชนแห่งประเทศไทย*, 26(1), 59–66.
- พาสนา จุลรัตน์. (2561). การจัดการเรียนรู้สำหรับผู้เรียนในยุค Thailand 4.0. *Veridian
 E-journal, Silpakorn University*, 11(2), 2363–2380.
- พิมพ์ลอย ตามตระกูล และธิดิยา บงกชเพชร. (2565). การพัฒนาความฉลาดรู้ด้าน
 วิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด - เบส ด้วยการจัดการเรียนรู้ แบบใช้บริบทเป็นฐาน
 ร่วมกับการใช้เทคโนโลยี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. *วารสาร
 มนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครพนม*, 12(1), 291–305.

- พิมพ์ภาพ ท่องกิ่ง. (2563). บทบาทครูกับการจัดบรรยากาศชั้นเรียนเชิงบวกในศตวรรษที่ 21. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่*, 4(1), 50-59.
- พิศิษฐ์ ตันทวนิช และพนา จินดาศรี. (2561). ความหมายของค่า IOC ที่แท้จริง. *คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม*, 24(2), 3-12.
- เพชฌัญญู กิจระการ. (2544). การหาค่าดัชนีประสิทธิผล. *วารสารการวัดผลการศึกษามหาวิทยาลัยมหาสารคาม*, 2(8), 30-36.
- ไพบูรณ์ ทุมโยมา. (2561). การเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ ของพืชดอก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการ จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น กับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์. วิทยานิพนธ์ ค.ม. สกลนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.
- ภาพ เลหาไพบูลย์. (2542). *แนวการสอนวิทยาศาสตร์*. (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- ภัทรมนัส ศรีตระกูล. (2563). ปัจจัยเชิงสาเหตุที่ส่งผลต่อโครงการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ (PISA) ของประเทศไทย. *วารสารการศึกษาและการพัฒนาสังคม*, 15(2), 213-227.
- ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. (2551). *เอกสารประกอบการอบรมครูฟิสิกส์ โครงการความร่วมมือพัฒนาครูและบุคลากรทางการศึกษา*. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช. (2556). *การพัฒนาเครื่องมือวัดด้านเจตพิสัยและทักษะพิสัย*. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช.
- ยาเชอร์ ทะสาเมาะ. (2562). ผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ที่มีผลต่อการพัฒนามโนคติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือดของคน สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ วท.ม. สงขลา: มหาวิทยาลัยทักษิณ.
- ยุพา สำเลิศรัมย์ และกมลทิพย์ ศรีหาเศษ. (2561). การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามแนวข้อสอบในโครงการประเมินผล นักเรียนร่วมกับนานาชาติ (PISA). *วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์*, 19(2), 21-34.

- เยาวพา ลีธรรม. (2562). การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง หิน และการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับผังกราฟิก. วิทยานิพนธ์ ค.ม. สกจนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.
- ราชบัณฑิตยสถาน. (2542). พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน. ใน พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน (หน้า 775–793). กรุงเทพฯ: นานมีบุ๊คส์พับลิเคชัน.
- ลีลลา อุดลยศาสตร์. (2561). ผลของการพัฒนาความรู้ในการบูรณาการเทคโนโลยีกับวิธีสอนและเนื้อหาที่สอน (TPACK) ของนักศึกษาครุสาขาวิชาคณิตศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน. *วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา*, 13(1), 115–128.
- ลิขิต ชุม ปังสุต. (2565). แนวทางการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่มีผลการเรียนต่ำ. *วารสารสมาคมพัฒนาวิชาชีพการบริหารการศึกษาแห่งประเทศไทย*, 4(3), 57–73.
- ลือชา ลดาชาติ และลฎาภา ลดาชาติ. (2562). การเรียนการสอนที่เน้นสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น*, 42(4), 1–19.
- วนิดา วาดีเจริญ, รั้งสรรค์ เลิศในสัตย์ และสมบัติ ชีขันธ์ทรัพย์. (2560). *ระเบียบวิธีวิจัยจากแนวคิด ทฤษฎีสู่ภาคปฏิบัติ*. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- วรรณภา บำรุงพันธ์ และยุพิน ยืนยง. (2564). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิด วิเคราะห์โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E ร่วมกับ เทคนิคแผนผังมโนทัศน์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. *วารสารมนุษยสังคมปริทัศน์ (มสป.)*, 23(2), 186–207.
- วิไลลักษณ์ แซ่โล้ว, พิชญภา ยวงสร้อย และภาสกร เรืองรอง. (2565). การพัฒนาการเรียนการสอนออนไลน์โดยรูปแบบ TPACK เพื่อส่งเสริมการทำงานเป็นทีมสำหรับนิสิตปริญญาตรี. *วารสารศึกษาศาสตร์ มสธ*, 15(2), 102.
- ศรายุทธ ดวงจันทร์. (2561). *ผลการใช้แนวสะเต็มศึกษาในวิชาฟิสิกส์ที่มีต่อความสามารถในการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย*. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศูนย์ PISA สพฐ. (2562). *ศูนย์ PISA สพฐ. เข้าถึงได้จาก* <https://www.pisacenterobec.org/about-me/>. 26 กรกฎาคม 2564.

- ศูนย์ดำเนินงาน PISA แห่งชาติ สสวท. (2559). *PISA Thailand*. เข้าถึงได้จาก <https://pisathailand.ipst.ac.th/pisa2015summaryreport/>. 26 กรกฎาคม 2564.
- _____. (2564). *ผลการประเมิน PISA 2018 การอ่าน คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สง่า วงศ์ไชย. (2563). กลยุทธ์การจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้การอ่าน. *วารสารบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร*, 17(79), 1-10.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2563). *PISA Thailand*. เข้าถึงได้จาก <https://pisathailand.ipst.ac.th/about-pisa/scientific-literacy/>. 11 กรกฎาคม 2564.
- _____. (2546). *การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่ม วิทยาศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน*. กรุงเทพฯ: องค์การค้ำของคุรุสภา.
- _____. (2556). *คู่มือการใช้หลักสูตรวิทยาศาสตร์ฉบับอนาคต ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. กรุงเทพฯ: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- _____. (2564). *PISA THAILAND*. เข้าถึงได้จาก <https://pisathailand.ipst.ac.th/about-pisa/>. 11 กรกฎาคม 2564
- _____. (2560). *ผลการประเมิน PISA 2015 บอกอะไรถึงระดับนโยบาย*. เข้าถึงได้จาก PISA Thailand: <https://pisathailand.ipst.ac.th/issue-2017-14/>. 11 กรกฎาคม 2564.
- _____. (2563). *ความฉลาดด้านทางวิทยาศาสตร์*. เข้าถึงได้จาก <https://pisathailand.ipst.ac.th/about-pisa/scientific-literacy>. 28 กรกฎาคม 2564.
- _____. (2564). *เกี่ยวกับ PISA*. เข้าถึงได้จาก <https://pisathailand.ipst.ac.th/about-pisa/>. 26 กรกฎาคม 2564.
- _____. (2558). *การจัดกระบวนการเรียนรู้แบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น*. เข้าถึงได้จาก <http://biology.ipst.ac.th/?p=688>. 27 พฤษภาคม 2564.
- _____. (2564). *PISA 2018 ประเมินอะไร*. ในศูนย์ดำเนินงาน PISA แห่งชาติ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, *ผลการประเมิน PISA 2018 การอ่าน คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2564). *ผลการประเมิน PISA 2018 การอ่าน คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.).
- _____. (2563). *Teacher Professional Development*. เข้าถึงได้จาก <https://learn.teacherpd.ipst.ac.th/courses/course-v1:IPST+PD002+2020-2/about> 27. กรกฎาคม 2564.
- สมนึก ภัททิยธนี. (2546). *การวัดผลการศึกษา*. (พิมพ์ครั้งที่ 4). กภาพสินธุ์: ประสานการพิมพ์.
- สมบัติ การจนารักพงศ์. (2549). *เทคนิคการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E ที่เน้นพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูง: กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์*. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์ธารอักษร .
- สมฤดี พิพิชกุล. (2559). *การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เศรษฐกิจพอเพียงกับการพัฒนาเศรษฐกิจของไทยระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้แผนจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับสื่อประสม*. วิทยานิพนธ์ ค.ม. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- สมิต สัชฌุกร. (2543). *การต้อนรับและการบริการที่เป็นเลิศ*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์สายธาร.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และสารานุกรมศาสตร์ในกลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- สำนักงานบริหารงานการมัธยมศึกษาตอนปลาย (สพฐ.) กระทรวงศึกษาธิการ. (2558). *แนวทางการจัดทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ที่เน้นสมรรถนะทางวิชาชีพ*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2563). *การจัดการเรียนรู้สมรรถนะเชิงรุก*. กรุงเทพฯ: บริษัท 21 เซ็นจูรี จำกัด.
- สำนักธรรมศาสตร์และการเมือง ราชบัณฑิตยสภา. (2562). *ทำไมจึงต้องสร้างความฉลาดรู้ : ศึกษาจากปรากฏการณ์และทำนายอนาคต*. กรุงเทพฯ: สำนักธรรมศาสตร์และการเมือง ราชบัณฑิตยสภา.

- สำนักมาตรฐานการศึกษาและพัฒนาการเรียนรู้. (2562). *แนวทางการพัฒนาสมรรถนะผู้เรียนระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน*. กรุงเทพฯ: กลุ่มมาตรฐานการศึกษา สำนักมาตรฐานการศึกษาและพัฒนาการเรียนรู้ สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา.
- _____. (2563). *การจัดการเรียนรู้ฐานสมรรถนะเชิงรุก*. นนทบุรี: 21 เซ็นจูรี.
- สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2558). *การรู้เรื่อง PISA*. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน.
- สุทธิดา เชื้อมกลาง, นาดยา ปิรันธานนท์ และศิริรัตน์ ศรีสอาด. (2563). การพัฒนารูปแบบการบริหารจัดการ STEM Education ที่เหมาะสมสำหรับประเทศไทย. *วารสารวิจัย มช. สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ (ฉบับบัณฑิตศึกษา)*, 8(1), 1-12.
- สุทธิพงษ์ มากุล. (2551). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเรื่อง คณิตศาสตร์*. สารนิพนธ์. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สุทิน ชนะบุญ. (2550). *สถิติและการวิเคราะห์ข้อมูลในงานวิจัยด้านสุขภาพเบื้องต้น*. ขอนแก่น: สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดขอนแก่น.
- สุทินนท์ บุญพัฒนาภรณ์. (2560). จากผลการประเมิน PISA สู่บทบาทผู้เกี่ยวข้องในการจัดการเรียนรู้. *วารสารวิจัยและพัฒนาหลักสูตร*, 7(1), 16-29.
- สุนีย์ คล้ายนิล, ปชาญ เซศิริ และอัมพิกา ประโมจรรย์. (2550). *การวัดผลประเมินผลเพื่อคุณภาพการเรียนรู้และตัวอย่างข้อสอบจากโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ (PISA)*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.).
- สุพรรณิการ์ ชนะนิล, ศิริพร ศรีจันทะ และปฐมพงศ์ ชนะนิล. (2563). การศึกษาการบูรณาการด้านความรู้ในเนื้อหาพจนานุกรมการสอนในการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวข้อสอบ PISA ด้านการรู้เรื่องคณิตศาสตร์กับหลักสูตรแกนกลางสำหรับครูในศตวรรษที่ 21 ผ่านชุมชนแห่งการเรียนรู้เชิงวิชาชีพ. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา*, 31(1), 29-44.
- สุเมธ เนาว์รุ่งโรจน์. (2560). ความพึงพอใจในการจัดการเรียนการสอนรายวิชาวิทยาศาสตร์ 2 โดยใช้การสอนแบบ 4 MAT ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนห้วยยอด จังหวัดตรัง. *วารสารอิเล็กทรอนิกส์การเรียนรู้ทางไกลเชิงนวัตกรรม*, 7(1), 139-144.

- สุริยาวดี นิกรักษ์, อัญชลี สิริกุลขจร และสิรินภา กิจเกื้อกุล. (2559). การพัฒนาการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม (STSE) เรื่องสารประกอบไฮโดรคาร์บอน. *Veridian E-Journal, Silpakorn University*, 9(2), 1322-1333.
- สุวรรณโณ ยอดเทพ. (2562). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยการสอนแบบการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5 Es. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. สงขลา: มหาวิทยาลัยหาดใหญ่.
- สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ. (2547). *กลยุทธ์การสอนคิดวิเคราะห์*. (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.
- _____. (2545). *19 วิธีจัดการเรียนรู้ : เพื่อพัฒนาความรู้และทักษะ*. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.
- หน่วยวิจัยธรรมการวิจัยในมนุษย์. (2564). *คู่มือการขอรับการพิจารณารายวิชาการวิจัยในมนุษย์*. เข้าถึงได้จาก <https://ec.snru.ac.th/>. 22 พฤศจิกายน 2564.
- อนุสร หงษ์ขุนทด. (2559). *แนวคิดในการจัดการเรียนการสอน TPACK Model ตอนที่ 5 แนวทางการจัดการเรียนการสอนแบบ STEM ตามแนวคิด TPACK Model*. เข้าถึงได้จาก <http://pitcforteach.blogspot.com/2016/06/tpack-model-5.html>. 28 พฤษภาคม 2564.
- อนุสรา เฉลิมศรี. (2555). *การพัฒนาชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการภายในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม)*. รายงานวิจัย. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- อับดุลเลาะ อุมาร์. (2560). *ผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) เรื่อง สมดุลเคมี ที่มีต่อแบบจำลองทางความคิด ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความพึงพอใจของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเดชะปัตตานยานุกูล จังหวัดปัตตานี*. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. ปัตตานี: มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- อานนท์ มีซอง ศิริรัตน์ ศรีสะอาด และนาตยา ปิลันธนานนท์. (2565). TPACK ในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์: TPACK ในเคมี. *วารสารครุศาสตร์ปริทรรศน์*, 9(1), 141-153.

- อารยา องค์เอี่ยม และพงศ์ธารา วิจิตเวชไพศาล. (2561). การตรวจสอบคุณภาพ เครื่องมือวิจัย. *วิสัยทัศน์สาร*, 44(1), 36–42.
- อิสระ ทับสีสด. (2561). การพัฒนาขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์. *วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์*, 13(1), 9–27.
- เอี่ยมพร หลินเจริญ. (2555). เทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ. *วารสารการวัดผล การศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม*, 17(1), 17–29.
- Cansiz, N. & Cansiz, M. (2019). Evaluating Turkish Science Curriculum with PISA Scientific Literacy Framework. *Turkish Journal of Education*, 8(3), 217–236.
- Charles, C.R. (2011). Theoretical considerations for understanding Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK). *Elsevier*, 57(3), 1953–1960
- Eurasian J. Phys. & Chem. Educ. (2012). Effect of Different Teaching Methods and Techniques Embedded in the 5E Instructional Model on Students' Learning about Buoyancy Force. *EJPCE – Eurasian Journal of Physics and Chemistry Education*, 4(2), 97–127.
- Lena Ballone D.& Emilio D. (2004). The 5E Instructional Model: A Learning Cycle Approach for Inquiry–Based Science Teaching. *Science Time Education*, 3(2), 49–58.
- McGrath, J., Karabas, G., & Willis. J. (2011). From TPACK Concept to TPACK Practice: An Analysis of the Suitability and Usefulness of the Concept as a Guide in the Real World of Teacher Development. *International Journal of Technology in Teaching and Learning*, 7(1), 1–23.
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological Pedagogical Content Knowledge : A Framework for Teacher Knowledge. *Teacher College Record*, 108(6), 1017–1054.
- Organisation for Economic Co–operation and Development – OECD. (2018). *OECD*. Retrieved from <https://www.oecd.org/pisa/>. November 9th, 2022.
- Organisation for Economic Cooperation and Development. (2009). Definitions of the domains. *PISA 2009 Assessing Framework: Key Competencies in reading mathematical and science.*, 14.

- SINI KONTKANEN. (2018). *Dissertations in Education, Humanities, and Theology*. Joensuu: University of eastern finland.
- Sothayapetch, P., Lavonen, J. & Juuti, K. (2013). A Comparative Analysis of PISA Scientific Literacy Framework in Finnish and Thai Science Curricula. *Science Education International*, 24(1), 78–97.
- UNESCO. (2005). *Education for all for life*. France: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.
- Valls C., Pique N. & Ruiz Martin H. (2021). The long-term effects of introducing the 5E model of instruction on students' conceptual learning. *International Journal of Science Education*, 43(9), 1441–1458.
- You, H.; Park, S. & Delgado, C. (2021). A Closer Look at US Schools: What Characteristics are Associated with Scientific Literacy? A Multivariate Multilevel Analysis Using PISA 2015. *Science Education*, 406–437. Retrieved from DOI: 10.1002/sce.21609.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

1. รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือการวิจัย
2. หนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือการวิจัย
3. หนังสือรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์
4. หนังสือขอความอนุเคราะห์ทดลองใช้เครื่องมือการวิจัย
5. หนังสือขอความอนุเคราะห์เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อวิจัย

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

1. ผศ.ดร.ธราเทพ เตมีรักษ์ อาจารย์ประจำสาขาวิชาการศึกษาศาสตร์
คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
2. ดร.กฤตภาส วงศ์มา อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิทยาศาสตร์
คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
3. นางวัชรียา พรหมพันธ์ ครูชำนาญการพิเศษ
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
โรงเรียนโรงเรียนธาตุนารายณ์วิทยา



ที่ อว ๐๖๒๑.๑๒/ว ๑๑๖๒

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

๙ ธันวาคม ๒๕๖๕

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธราเทพ เตมีรักษ์

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. กรอบแนวคิดการวิจัย และนิยามศัพท์เฉพาะ

๒. เครื่องมือการวิจัย

๓. แบบประเมินเครื่องมือการวิจัย

ด้วย นายอนุชิต ศรีสุนาครวั รหัสนประจำตัวนักศึกษา ๖๓๔๒๑๒๓๘๑๓ ซึ่งเป็นนักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ๕ ขั้น ร่วมกับ TPACK” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรศาสตรมหาบัณฑิต (ค.ม.) โดยมี ดร.อรุณรัตน์ คำแห่งพล เป็นประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และรองศาสตราจารย์อนันต์ ปานศุภวัชร เป็นกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถ และเชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการพิจารณาตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย เพื่อใช้ประกอบการทำวิทยานิพนธ์ที่นักศึกษาได้จัดทำขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ดร.ทรัพย์หิรัญ จันทริกษ์)

รองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการและวิจัย รักษาราชการแทน

ผู้อำนวยการบัณฑิตวิทยาลัย ปฏิบัติราชการแทน

อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

บัณฑิตวิทยาลัย

โทร. ๐ ๔๒๙๗ ๐๒๒๙

โทรสาร ๐ ๔๒๙๗ ๐๐๓๒

ผู้ประสานงาน นายอนุชิต ศรีสุนาครวั โทรศัพท์เคลื่อนที่ ๐๘ ๘๓๐๗ ๒๘๔๑



ที่ อว ๐๖๒๑.๑๒/ว ๑๑๖๒

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

๙ ธันวาคม ๒๕๖๕

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

เรียน ดร.กฤตภาส วงศ์มา

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

ด้วย นายอนุชิต ศรีสุนาคร้ว รหัสประจำตัวนักศึกษา ๖๓๔๒๑๒๓๘๒๑๓ ซึ่งเป็นนักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ๕ ขั้น ร่วมกับ TPACK” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต (ค.ม.) โดยมี ดร.อรุณรัตน์ คำแหงพล เป็นประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และรองศาสตราจารย์อนันต์ ปานศุภวัชร เป็นกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถ และเชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการพิจารณาตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย เพื่อใช้ประกอบการทำวิทยานิพนธ์ที่นักศึกษาได้จัดทำขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ดร.ทรัพย์หิรัญ จันทักษ์)

รองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการและวิจัย รักษาราชการแทน

ผู้อำนวยการบัณฑิตวิทยาลัย ปฏิบัติราชการแทน

อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

บัณฑิตวิทยาลัย

โทร. ๐ ๔๒๙๗ ๐๒๒๙

โทรสาร ๐ ๔๒๙๗ ๐๐๓๒

ผู้ประสานงาน นายอนุชิต ศรีสุนาคร้ว โทรศัพท์เคลื่อนที่ ๐๘ ๘๓๐๗ ๒๘๔๑



ที่ อว ๐๖๒๑.๑๒/ว ๑๑๖๒

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

๙ ธันวาคม ๒๕๖๕

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

เรียน นางวัชรียา พรหมพันธ์

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

ด้วย นายอนุชิต ศรีสุนาคร้ว รหัสประจำตัวนักศึกษา ๖๓๔๒๑๒๓๘๒๑๓ ซึ่งเป็นนักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ๕ ขั้น ร่วมกับ TPACK” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรศาสตรมหาบัณฑิต (ค.ม.) โดยมี ดร.อรุณรัตน์ คำแห่งพล เป็นประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และรองศาสตราจารย์อนันต์ ปานศุภวัชร เป็นกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถและเชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการพิจารณาตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย เพื่อใช้ประกอบการทำวิทยานิพนธ์ที่นักศึกษาได้จัดทำขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ดร.ทรัพย์ศิริณ จันทรวงษ์)

รองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการและวิจัย รักษาการแทน
ผู้อำนวยการบัณฑิตวิทยาลัย ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

บัณฑิตวิทยาลัย

โทร. ๐ ๔๒๙๗ ๐๒๒๙

โทรสาร ๐ ๔๒๙๗ ๐๐๓๒

ผู้ประสานงาน นายอนุชิต ศรีสุนาคร้ว โทรศัพท์เคลื่อนที่ ๐๘ ๘๓๐๗ ๒๘๔๑



COA NO. ๐๒๒/๒๕๖๖

IEC NO. HE ๖๖-๐๐๔

คณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

ขอรับรองว่าโครงการวิจัยเรื่อง : การพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ๕ ขั้น ร่วมกับ TPACK (Development of Scientific Literacy of Mathayomsuksa ๓ Students on the Topic of Daily Materials by Using Inquiry Model (๕E) with TPACK)

หัวหน้าโครงการวิจัย : นายอนุชิต ศรีสุนาครีว

ผู้ร่วมโครงการวิจัย : ๑. นางสาวอรุณรัตน์ คำแหงพล
๒. รองศาสตราจารย์อนันต์ ปานศุภวัชร

หน่วยงานต้นสังกัด : สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์

เอกสารที่รับรอง

๑. แบบขอรับการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์
๒. แบบฟอร์มโครงการวิจัย
๓. ประวัติผู้วิจัย/ผู้ร่วมวิจัย
๔. เอกสารชี้แจงอาสาสมัครที่เข้าร่วมโครงการวิจัย (สำหรับตอบแบบสอบถาม)
๕. เอกสารชี้แจงผู้ปกครองอาสาสมัครที่เข้าร่วมโครงการวิจัย (ตอบแบบสอบถาม เด็กอายุ ๑๓-๑๗ ปี)
๖. แบบแสดงความยินยอมให้ทำการวิจัยจากอาสาสมัคร (สำหรับเด็กอายุ ๑๓-๑๗ ปี)
๗. แบบแสดงความยินยอมให้ทำการวิจัยจากอาสาสมัคร (สำหรับผู้ปกครองเด็กอายุ ๑๓-๑๗ ปี)
๘. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่
 - ๘.๑ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ ๑ เรื่อง พอลิเมอร์
 - ๘.๒ แบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์
 - ๘.๓ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - ๘.๔ แบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ๕ ขั้น ร่วมกับ TPACK

เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน

ได้ผ่านการรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์แบบยกเว้น (Exemption Review) จากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร โดยยึดหลักพื้นฐานของหลักจริยธรรมการวิจัยสากล

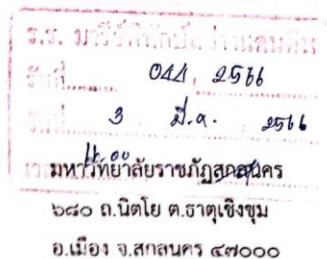
รับรอง ณ ๒๓ กุมภาพันธ์ ๒๕๖๖
วันหมดอายุ ๒๓ กุมภาพันธ์ ๒๕๖๗
รายงานความก้าวหน้า -

สุนันท์ คุปตะบุตร
(นางสาวสุนันท์ คุปตะบุตร)
ประธานกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์
มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

ทั้งนี้ การรับรองนี้มีเงื่อนไขดังที่ระบุไว้ด้านหลังทุกข้อ

สำนักงานคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ชั้น ๒ อาคารปฏิบัติการตรวจวิเคราะห์วิจัย เทคโนโลยี และนวัตกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร เลขที่ ๖๘๐ ถ.นิติโย ต.ธาตุเชิงชุม อ.เมืองสกลนคร จ.สกลนคร รหัสไปรษณีย์ ๔๗๐๐๐
โทรศัพท์ ๐๔๒-๙๗๐-๑๕๔

ที่ อว ๐๖๒๑.๑๒/๓๕๑



๒ มีนาคม ๒๕๖๖

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ทดลองใช้เครื่องมือการวิจัย
เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนมารีย์พิทักษ์สว่างแดนดิน
สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือการวิจัย

ด้วย นายอนุชิต ศรีสุนาครีว รหัสประจำตัวนักศึกษา ๖๓๕๒๑๒๓๘๒๑๓ ซึ่งเป็นนักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ๕ ขั้น ร่วมกับ TPACK” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต (ค.ม.) โดยมี ดร.อรุณรัตน์ คำแหงพล เป็นประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และรองศาสตราจารย์อนันต์ ปานศุภวัชร เป็นกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ทั้งนี้ นักศึกษามีความประสงค์ขอตกลงใช้เครื่องมือการวิจัย เพื่อหาความเชื่อมั่นในการศึกษาวิจัยประกอบการทำวิทยานิพนธ์ ดังนั้น บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร จึงขอความอนุเคราะห์ท่านอนุญาตให้นักศึกษาทำการทดลองใช้เครื่องมือวิจัยดังกล่าวด้วย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

เรียน ผู้อำนวยการ
ม.ราชภัฏสกลนคร ขอความอนุเคราะห์ให้นักศึกษา ป.โท
คือ นายอนุชิต ศรีสุนาครีว ทดลองใช้เครื่องมือการวิจัย
รายละเอียดดังแนบ
เพื่อทราบและพิจารณา
นางนงคัลักษณ์ เสือสา
๓ มี.ค. ๖๖

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรศักดิ์ แสนทวีสุข)
ผู้อำนวยการบัณฑิตวิทยาลัย ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

บัณฑิตวิทยาลัย

โทร. ๐ ๔๒๔๗ ๐๒๒๔

โทรสาร ๐ ๔๒๔๗ ๐๐๓๒

ผู้ประสานงาน นายอนุชิต ศรีสุนาครีว โทรศัพท์เคลื่อนที่ ๐๘ ๘๓๐๗ ๒๘๔๑

กท ม

๐๓ ก ด

3 มี.ค. 66

ที่ อว ๐๖๒๑.๑๒/๓๘๔



๐๔๕ ๒๕๖๖
 10 มี.ค. ๒๕๖๖
 16.๐๐
 มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
 ๖๘๐ ถนนตโย ต.ธาตุเชิงชุม
 อ.เมือง จ.สกลนคร ๔๗๐๐๐

๘ มีนาคม ๒๕๖๖

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนมารีย์พิทักษ์สว่างแดนดิน

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือการวิจัย

ด้วย นายอนุชิต ศรีสุนาครีว รหัสประจำตัวนักศึกษา ๖๓๔๒๑๒๓๘๒๑๓ ซึ่งเป็นนักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ๕ ขั้น ร่วมกับ TPACK” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต (ค.ม.) โดยมี ดร.อรุณรัตน์ คำแห่งพล เป็นประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และรองศาสตราจารย์ อนันต์ ปานศุภวัชร เป็นกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

เพื่อให้การศึกษารั้่งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร จึงขอความอนุเคราะห์จากท่าน ให้นักศึกษารายดังกล่าวได้เก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย เพื่อนำข้อมูลที่ได้ประกอบการศึกษาวิทยานิพนธ์ และขอขอบคุณในความอนุเคราะห์มา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

เรียน ผู้อำนวยการ
 ม.ราชภัฏสกลนคร ขอความอนุเคราะห์ให้ นักศึกษา ป.โท
 คือ นายอนุชิต ศรีสุนาครีว เก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย
 เพื่อนำข้อมูลที่ได้ประกอบการศึกษาวิทยานิพนธ์
 เพื่อทราบและพิจารณา
 นางนงคัลักษณ์ เสือสา
 ๓๐ มี.ค. ๖๖

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรศักดิ์ แสนทวีสุข)
 ผู้อำนวยการบัณฑิตวิทยาลัย ปฏิบัติราชการแทน
 อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

บัณฑิตวิทยาลัย

โทร. ๐ ๔๒๙๗ ๐๒๒๙

โทรสาร ๐ ๔๒๙๗ ๐๐๓๒

ผู้ประสานงาน นายอนุชิต ศรีสุนาครีว โทรศัพท์เคลื่อนที่ ๐๘ ๘๓๐๗ ๒๘๔๑

กนก
 ๐๙๓๑
 10 มี.ค. ๖๖

รายชื่อนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/3
โรงเรียนมารีย์พิทักษ์สว่างแดนดิน

1. นางสาวศุภาพิชญ์ หรินตะคุ
2. นางสาวณัฐชัญญา กลิ่นแก้วนพเก้า
3. นายจิตติพัฒน์ พรพุดิบุญญา
4. นางสาวปลายฟ้า วินทะไชย
5. นางสาวพิมพ์ชนก ทิพพิชัย
6. นางสาวตะวันวาด ศรีภิลลา
7. นายภควัต พงศ์ปิยาทร
8. นางสาวปานเนตรชนก ลั่นวงศ์
9. นายเสฏฐวุฒิ ปะโกทะสังข์
10. นายภูผา คลังมารินทร์
11. นางสาวจิรัชญา นรินทร์
12. นางสาวสุพิชชา นาโพธิ์ตอง
13. นายภานุพงษ์ ทองพอก
14. นายเมธาวิน ชัยโลกาพิทักษ์
15. นางสาวนคนันท์นี บัวเปรม
16. นายพีรพล ขาวหนู
17. นายกตัญญู สระกุล
18. นางสาวกัญจนพร งาทิพย์
19. นางสาวสิริวิภา พระราช
20. นายนราวิชญ์ ผลจันทร์
21. นางสาวกฤติยากร แสนโคตร
22. นางสาวภัทรกร สุมาลัย

ภาคผนวก ข

ผลการประเมินและวิเคราะห์เครื่องมือวิจัย

1. ผลการประเมินความสอดคล้องของแผนการเรียนรู้กับจุดประสงค์ของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน โดยผู้เชี่ยวชาญ 3 คน
2. ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องของคุณภาพแผนการจัดการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน โดยผู้เชี่ยวชาญ 3 คน
3. ผลการวิเคราะห์ดัชนีความสอดคล้องเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยผู้เชี่ยวชาญ 3 คน
4. ผลการวิเคราะห์ดัชนีความสอดคล้องเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยผู้เชี่ยวชาญ 3 คน
5. ผลการวิเคราะห์ระดับค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
6. วิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
7. วิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน

ตาราง 15 ผลการประเมินความสอดคล้องของแผนการเรียนรู้กับจุดประสงค์ของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน

จุดประสงค์การเรียนรู้	แผนการจัดการเรียนที่	ผู้เชี่ยวชาญคนที่			ผลคะแนนรวม	ค่า IOC	แปลผล
		1	2	3			
1. ระบุสมบัติทางกายภาพบางประการของพอลิเมอร์ประเภทพลาสติก ยาง และเส้นใยได้	แผนที่ 1 พอลิเมอร์	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
2. ทดลองเพื่อตรวจสอบสมบัติบางประการของพอลิเมอร์แต่ละประเภทได้		0	1	1	2	0.67	ใช้ได้
3. เลือกใช้พอลิเมอร์ประเภทพลาสติก ยาง และเส้นใยในชีวิตประจำวันได้อย่างเหมาะสม		1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
4. สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนตามแนวทางการประเมิน PISA (การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์)		1	1	1	3	1.00	ใช้ได้

ตาราง 15 (ต่อ)

จุดประสงค์การเรียนรู้	แผนการจัดการเรียน ที่	ผู้เชี่ยวชาญคนที่			ผล คะแนน รวม	ค่า IOC	แปล ผล
		1	2	3			
5. ระบุสมบัติทาง กายภาพของเซรามิกได้	แผนที่ 2 เซรามิก	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
6. เลือกใช้เซรามิกใน ชีวิตประจำวันได้อย่าง เหมาะสม		+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
7. สมรรถนะทาง วิทยาศาสตร์ของผู้เรียน ตามแนวทางการประเมิน PISA (การแปล ความหมายข้อมูลและการ ใช้ประจักษ์พยานในเชิง)		+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
8. ระบุสมบัติทาง กายภาพของวัสดุผสมได้	แผนที่ 3 วัสดุผสม	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
9. เลือกใช้วัสดุใน ชีวิตประจำวันได้อย่าง เหมาะสม		+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
10. สมรรถนะทาง วิทยาศาสตร์ของผู้เรียน ตามแนวทางการประเมิน PISA (การประเมินและ ออกแบบกระบวนการสืบ เสาะหาความรู้ทาง วิทยาศาสตร์)		0	+1	+1	2	0.67	ใช้ได้

ตาราง 15 (ต่อ)

จุดประสงค์การเรียนรู้	แผนการจัดการเรียน ที่	ผู้เชี่ยวชาญคนที่			ผล คะแนน รวม	ค่า IOC	แปล ผล
		1	2	3			
11. อธิบายแนวทางในการใช้วัสดุประเภทพอลิเมอร์ เซรามิก และวัสดุผสม อย่างประหยัดและคุ้มค่าได้	แผนที่ 4 ผลกระทบ	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
12. เสนอแนะแนวทางในการใช้วัสดุประเภทพอลิเมอร์ เซรามิก และวัสดุผสมอย่างประหยัดและคุ้มค่าได้		+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
13. ตระหนักถึงคุณค่าของการใช้วัสดุประเภทพอลิเมอร์ เซรามิก และวัสดุผสม		+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
เฉลี่ยรวม						1	ใช้ได้

ตาราง 16 ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องของคุณภาพแผนจัดการจัดการเรียนรู้
แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและ
เทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน

จุดประสงค์การเรียนรู้	รายการประเมิน	ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			คะแนนรวม	ค่า IOC	แปลผล
		1	2	3			
1. ระบุสมบัติทางกายภาพบางประการของพอลิเมอร์ประเภทพลาสติก ยาง และเส้นใยได้	ด้านองค์ประกอบของแผน						
2. ทดลองเพื่อตรวจสอบสมบัติบางประการของพอลิเมอร์แต่ละประเภทได้	1. กำหนดองค์ประกอบของแผนการ จัดการเรียนรู้ถูกต้อง ครบถ้วน	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
3. เลือกใช้พอลิเมอร์ประเภทพลาสติก ยาง และเส้นใยในชีวิตประจำวันได้อย่างเหมาะสม	2. เขียนสาระสำคัญสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ และบ่งบอกถึงสิ่งสำคัญของเรื่องที่จะสอนได้ชัดเจน	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
4. สมรรถนะ PISA (การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์)	3. จุดประสงค์การเรียนรู้ในแต่ละแผนสอดคล้องกับตัวชี้วัดของหลักสูตร	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	4. มีการกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ได้ครบ ทั้งด้านความรู้ ด้านทักษะ กระบวนการ และด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้

ตาราง 16 (ต่อ)

จุดประสงค์การเรียนรู้	รายการประเมิน	ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			คะแนนรวม	ค่า IOC	แปลผล
		1	2	3			
ด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้							
	5. เนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ และผลการเรียนรู้ของหลักสูตร	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	6. เนื้อหา มีความน่าสนใจ เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	7. เนื้อหาสาระในแต่ละเรื่องทำให้นักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจ เกิดการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และนำความรู้ไปใช้ได้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	8. เนื้อหาสาระในแต่ละเรื่องมีความเหมาะสมกับเวลาที่ใช้ในการศึกษา	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้

ตาราง 16 (ต่อ)

จุดประสงค์การเรียนรู้	รายการประเมิน	ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			คะแนนรวม	ค่า IOC	แปลผล
		1	2	3			
5. ระบุสมบัติทางกายภาพของเซรามิกได้	ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้						
6. เลือกใช้เซรามิกในชีวิตประจำวันได้อย่างเหมาะสม	9. กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้อง เหมาะสมกับจุดประสงค์การเรียนรู้	0	+1	+1	2	0.67	ใช้ได้
7. สมรรถนะ PISA (การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิง)	10. กิจกรรมการเรียนรู้สามารถพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	11. กิจกรรมเป็นไปตามขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	12. กิจกรรมการเรียนรู้ทำให้นักเรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	13. มีสื่อประกอบที่หลากหลาย น่าสนใจ ทันสมัย และเตรียมได้ง่าย	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	14. สื่อและอุปกรณ์เหมาะสมกับการจัดกิจกรรม	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้

ตาราง 16 (ต่อ)

จุดประสงค์การ เรียนรู้	รายการประเมิน	ความเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ			คะแนน รวม	ค่า IOC	แปล ผล
		1	2	3			
	15. สื่อและอุปกรณ์ ช่วยให้นักเรียนสร้าง ความรู้ ความเข้าใจ และช่วยพัฒนา ความสามารถในการ แก้ปัญหาได้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	16. สื่อและอุปกรณ์ การจัดการเรียนรู้ทำ ให้นักเรียนสามารถนำ วิธีการเรียนรู้ไปใช้ใน ชีวิตประจำวันได้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
8. ระบุสมบัติทาง กายภาพของวัสดุ ผสมได้	ด้านการวัดผลและประเมินผล						
9. เลือกใช้วัสดุใน ชีวิตประจำวันได้ อย่างเหมาะสม	17. วิธีการวัดผล ประเมินผลสอดคล้อง กับจุดประสงค์การ เรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
10. สมรรถนะ PISA (การประเมิน และออกแบบ กระบวนการสืบ เสาะหาความรู้ทาง วิทยาศาสตร์)	18. วัดและประเมินผล ได้ครอบคลุม พฤติกรรมด้านพุทธิ พิสัย ทักษะพิสัย และ จิตพิสัย	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้

ตาราง 16 (ต่อ)

จุดประสงค์การเรียนรู้	รายการประเมิน	ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			คะแนนรวม	ค่า IOC	แปลผล
		1	2	3			
11. อธิบายแนวทางในการใช้วัสดุประเภทพอลิเมอร์ เซรามิก และวัสดุผสมอย่างประหยัดและคุ้มค่าได้	19. มีการวัดและการประเมินผลด้วยรูปแบบที่หลากหลาย ได้แก่ การประเมินด้านความรู้ ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
12. เสนอแนะแนวทางในการใช้วัสดุประเภทพอลิเมอร์ เซรามิก และวัสดุผสมอย่างประหยัดและคุ้มค่าได้	20. เครื่องมือที่ใช้ในการวัดผล ประเมินผล มีความเหมาะสม สามารถนำไปใช้ได้ตรงตามวัตถุประสงค์	0	+1	+1	2	0.67	ใช้ได้
13. ตระหนักถึงคุณค่าของการใช้วัสดุประเภทพอลิเมอร์ เซรามิก และวัสดุผสม							
เฉลี่ยรวม						1	ใช้ได้

ตาราง 17 ผลการวิเคราะห์ดัชนีความสอดคล้องเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียน เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ข้อ	คะแนนความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			รวม	ค่า IOC	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
2	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
3	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
4	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
5	-1	+1	+1	1	0.33	ปรับปรุง
6	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
7	-1	+1	+1	1	0.33	ปรับปรุง
8	0	+1	+1	2	0.67	ใช้ได้
9	0	+1	+1	2	0.67	ใช้ได้
10	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
11	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
12	-1	+1	0	0	0.00	ปรับปรุง
13	-1	+1	1	1	0.33	ปรับปรุง
14	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
15	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
16	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
17	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
18	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
19	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้
20	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้

ตาราง 17 (ต่อ)

ข้อ	คะแนนความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			รวม	ค่า IOC	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
21	0	0	+1	1	0.33	ปรับปรุง
22	0	+1	+1	2	0.67	ใช้ได้
23	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
24	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
25	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
26	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
27	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
28	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
29	0	+1	+1	2	0.67	ใช้ได้
30	0	+1	0	1	0.33	ปรับปรุง
31	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
32	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
33	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
34	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
35	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
36	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
37	+1	+1	+1	2	0.67	ใช้ได้
38	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
39	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
40	-1	+1	0	0	0.00	ปรับปรุง
เฉลี่ยรวม					1	ใช้ได้

ตาราง 18 ผลการวิเคราะห์ดัชนีความสอดคล้องเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบความฉลาดรู้
ด้านวิทยาศาสตร์ เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ข้อ	คะแนนความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			รวม	ค่า IOC	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
2	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
3	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
4	0	0	+1	1	0.33	ปรับปรุง
5	0	0	+1	1	0.33	ปรับปรุง
6	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
7	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
8	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
9	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
10	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
11	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
12	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
13	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
14	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
15	0	0	+1	1	0.33	ปรับปรุง
เฉลี่ยรวม					1	ใช้ได้

ตาราง 19 ผลการวิเคราะห์ระดับค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 40 ข้อ

ข้อที่	ค่าความยาก (p)	แปลผล (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	แปลผล (r)
1	0.69	ใช้ได้	0.56	จำแนกได้
2	0.59	ใช้ได้	0.39	จำแนกได้
3	0.81	ใช้ไม่ได้	0.33	จำแนกได้
4	0.66	ใช้ได้	0.28	จำแนกได้
5	0.44	ใช้ได้	0.33	จำแนกได้
6	0.75	ใช้ได้	0.33	จำแนกได้
7	0.66	ใช้ได้	0.39	จำแนกได้
8	0.50	ใช้ได้	0.44	จำแนกได้
9	0.63	ใช้ได้	0.44	จำแนกได้
10	0.81	ใช้ไม่ได้	0.33	จำแนกได้
11	0.72	ใช้ได้	0.39	จำแนกได้
12	0.53	ใช้ได้	0.28	จำแนกได้
13	0.63	ใช้ได้	0.33	จำแนกได้
14	0.66	ใช้ได้	0.28	จำแนกได้
15	0.38	ใช้ได้	0.33	จำแนกได้
16	0.47	ใช้ได้	0.17	จำแนกไม่ได้
17	0.69	ใช้ได้	0.33	จำแนกได้
18	0.72	ใช้ได้	0.17	จำแนกไม่ได้
19	0.59	ใช้ได้	0.39	จำแนกได้
20	0.59	ใช้ได้	0.39	จำแนกได้
21	0.78	ใช้ได้	0.50	จำแนกได้
22	0.72	ใช้ได้	0.39	จำแนกได้
23	0.56	ใช้ได้	0.22	จำแนกได้
24	0.84	ใช้ไม่ได้	0.50	จำแนกได้

ตาราง 19 (ต่อ)

ข้อที่	ค่าความยาก (p)	แปลผล (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	แปลผล (r)
25	0.66	ใช้ได้	0.17	จำแนกไม่ได้
26	0.47	ใช้ได้	0.50	จำแนกได้
27	0.66	ใช้ได้	0.28	จำแนกได้
28	0.75	ใช้ได้	0.44	จำแนกได้
29	0.59	ใช้ได้	0.39	จำแนกได้
30	0.66	ใช้ได้	0.39	จำแนกได้
31	0.81	ใช้ไม่ได้	0.44	จำแนกได้
32	0.81	ใช้ไม่ได้	0.44	จำแนกได้
33	0.75	ใช้ได้	0.44	จำแนกได้
34	0.59	ใช้ได้	0.50	จำแนกได้
35	0.44	ใช้ได้	0.44	จำแนกได้
36	0.81	ใช้ไม่ได้	0.44	จำแนกได้
37	0.81	ใช้ไม่ได้	0.33	จำแนกได้
38	0.63	ใช้ได้	0.22	จำแนกได้
39	0.56	ใช้ได้	0.44	จำแนกได้
40	0.59	ใช้ได้	0.50	จำแนกได้

จากตาราง 19 พบว่าผลการวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้สูตร
KR-20 เท่ากับ 0.95

ตาราง 20 วิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์
เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 15 ข้อ

ข้อที่	คะแนนรวม	\bar{X}	S.D.	ร้อยละ	S_1^2	$\sum S_1^2$	S_t^2
1	68	1.89	0.32	94.44	0.10	0.11	5.08
2	68	1.89	0.32	94.44	0.10		
3	66	1.83	0.38	91.67	0.14		
4	64	1.78	0.42	88.89	0.17		
5	70	1.94	0.23	97.22	0.05		
6	67	1.86	0.35	93.06	0.12		
7	71	1.97	0.17	98.61	0.03		
8	70	1.94	0.23	97.22	0.05		
9	70	1.94	0.23	97.22	0.05		
10	64	1.78	0.42	88.89	0.17		
11	68	1.89	0.32	94.44	0.10		
12	68	1.89	0.32	94.44	0.10		
13	62	1.72	0.45	86.11	0.20		
14	66	1.83	0.38	91.67	0.14		
15	65	1.81	0.40	90.28	0.16		
รวม	1007.00	27.97	4.94	1398.61	1.68	$\alpha = 0.86$	
เฉลี่ย	67.13	1.86	0.33	93.24	0.11		

จากตาราง 20 พบว่า ผลการวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัด
ความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน โดยใช้สูตร สัมประสิทธิ์แอลฟา
(Cronbach's alpha coefficient) เท่ากับ 0.86

ตาราง 21 ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องของแบบสอบถามความพึงพอใจกับตัวชี้วัดโดย
การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวก
วิธีการสอนและเทคโนโลยี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง วัสดุใน
ชีวิตประจำวัน

ตัวชี้วัด	รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	ค่า IOC	สรุปผล
		คนที่					
		1	2	3			
1. ระบุ	ด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้						
สมบัติทาง กายภาพ และการใช้	1. เนื้อหาที่ใช้สอดคล้อง กับตัวชี้วัดและ จุดประสงค์	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
ประโยชน์ วัสดุประเภท	2. เนื้อหาที่มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
พอลิเมอร์ เซรามิกและ	3. เนื้อหาเกี่ยวข้องกับ ชีวิตประจำวัน	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
วัสดุผสม โดยใช้	4. เนื้อหาที่มีความ เหมาะสมกับเวลาเรียน	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
หลักฐานเชิง	ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้						
ประจักษ์ และ	5. มีความสอดคล้องกับ เนื้อหา	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
สารสนเทศ	6. มีความน่าสนใจ สนุก กระตุ้นการเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	7. เน้นนักเรียนมีส่วน ร่วม ได้ลงมือปฏิบัติ ด้วยตนเอง	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	8. ส่งเสริมการฝึก ทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้

ตาราง 21 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	ค่า IOC	สรุปผล
		คนที่					
		1	2	3			
2. ตระหนักถึงคุณค่าของการใช้วัสดุประเภทพอลิเมอร์เซรามิกและวัสดุผสม โดยเสนอแนะแนวทางการใช้วัสดุอย่างประหยัดและคุ้มค่า	9. ใช้เทคโนโลยีหรือนวัตกรรมในการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสม	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	ด้านสื่ออุปกรณ์						
	10. สื่อสอดคล้องกับเนื้อหา	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	11. สื่อส่งเสริมกระตุ้นความสนใจ	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	12. สื่อและอุปกรณ์เหมาะสมในการนำไปใช้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	13. ความเหมาะสมของสื่ออุปกรณ์กับเนื้อหาและกิจกรรม	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	ด้านการวัดและประเมินผล						
	15. การวัดประเมินผลสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ครอบคลุมทุกด้าน	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	16. มีการวัดและประเมินผลที่สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	17. เปิดเผยคะแนนที่ได้จากการวัดผล	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้

ตาราง 21 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	ค่า IOC	สรุปผล
		คนที่					
		1	2	3			
	18. การวัดและประเมินผล มีความชัดเจนและยุติธรรม	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	19. ให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อนำไปสู่การพัฒนาตนเอง	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	20. มีความสอดคล้องกับแนวทางการประเมินตามสมรรถนะ PISA	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
เฉลี่ยรวม						1	ใช้ได้

จากตาราง 21 พบว่า ผลการประเมินความสอดคล้องของแบบสอบถามความพึงพอใจกับตัวชี้วัด การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวันมีค่าความสอดคล้อง เท่ากับ 1.00

ภาคผนวก ค

ผลการประเมินและวิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. ผลการวิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพของแผนการเรียนรู้กับจุดประสงค์ของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน
2. ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนแบบทดสอบวัดการผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
3. ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
4. ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่องวัสดุในชีวิตประจำวัน
5. ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าคะแนนแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนกับระดับมาตรฐานวัดความฉลาดรู้ 7 ระดับ

ตาราง 22 ผลการวิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพของแผนการเรียนรู้กับจุดประสงค์ของ
 แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้ในเนื้อหา
 ผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง วัสดุใน
 ชีวิตประจำวัน

เลขที่	คะแนนระหว่างเรียน (E ₁)					คะแนนหลังเรียน (60) E ₂
	แผนที่ 1 (50)	แผนที่ 2 (50)	แผนที่ 3 (50)	แผนที่ 4 (50)	รวม (200)	
1	44	43	43	45	175	51
2	44	46	46	47	183	50
3	35	33	32	36	136	42
4	44	45	43	45	177	56
5	45	41	44	46	176	54
6	31	31	29	30	121	41
7	39	37	34	40	150	48
8	36	40	37	38	151	46
9	46	44	45	44	179	56
10	39	33	38	38	148	47
11	37	40	40	39	156	46
12	35	36	30	32	133	42
13	42	46	45	47	180	52
14	38	39	38	41	156	48
15	38	42	37	37	154	46
16	37	42	33	35	147	44
17	32	30	28	30	120	31
18	46	40	44	43	173	45
19	32	30	29	28	119	38
20	40	37	35	38	150	38
21	38	32	31	34	135	42
22	41	35	34	37	147	48

ตาราง 22 (ต่อ)

เลขที่	คะแนนระหว่างเรียน (E ₁)					คะแนนหลังเรียน (60) E ₂
	แผนกที่ 1 (50)	แผนกที่ 2 (50)	แผนกที่ 3 (50)	แผนกที่ 4 (50)	รวม (200)	
เฉลี่ย	39.05	38.27	37.05	38.64	153.00	45.95
S.D.	4.56	5.20	5.96	5.71	20.37	6.11
ร้อยละ	78.09	76.55	74.09	77.27	76.50	76.59
$E_1/E_2 = 76.50/76.59$						

ตาราง 23 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนแบบทดสอบวัดการผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

เลขที่	ก่อนเรียน (30 คะแนน)	หลังเรียน (30 คะแนน)	D	D ²
1	13	23	10	100
2	15	20	5	25
3	11	15	4	16
4	15	26	11	121
5	13	24	11	121
6	16	21	5	25
7	13	19	6	36
8	19	21	2	4
9	15	26	11	121
10	15	20	5	25
11	17	21	4	16
12	13	15	2	4
13	13	24	11	121
14	14	21	7	49
15	17	21	4	16
16	10	18	8	64
17	9	12	3	9
18	13	22	9	81
19	12	19	7	49
20	17	18	1	1
21	10	20	10	100
22	12	22	10	100
รวม	302.0	448.0	t-test = 9.30	
เฉลี่ย	13.73	20.36		
S.D.	2.57	3.43		
ร้อยละ	45.76	67.88		

ตาราง 24 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ทาง
วิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สมรรถนะ
A: การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์

เลขที่	ก่อนเรียน (30 คะแนน)	หลังเรียน (30 คะแนน)	D	D ²
1	6	9	3	9
2	9	10	1	1
3	5	9	4	16
4	6	10	4	16
5	8	10	2	4
6	4	6	2	4
7	6	10	4	16
8	6	8	2	4
9	6	10	4	16
10	6	9	3	9
11	6	8	2	4
12	5	9	4	16
13	7	9	2	4
14	5	8	3	9
15	6	8	2	4
16	6	9	3	9
17	3	7	4	16
18	6	7	1	1
19	5	6	1	1
20	5	7	2	4
21	4	8	4	16
22	6	8	2	4
รวม	126.0	185.0	t-test = 11.58	
เฉลี่ย	5.73	8.41		
S.D.	1.28	1.26		
ร้อยละ	57.30	84.10		

ตาราง 25 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ทาง

วิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สมรรถนะ

B: การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ทางวิทยาศาสตร์

เลขที่	ก่อนเรียน (30 คะแนน)	หลังเรียน (30 คะแนน)	D	D ²
1	9	10	1	1
2	9	10	1	1
3	5	10	5	25
4	9	10	1	1
5	9	10	1	1
6	5	8	3	9
7	7	10	3	9
8	7	9	2	4
9	9	10	1	1
10	5	10	5	25
11	6	9	3	9
12	5	10	5	25
13	9	10	1	1
14	7	10	3	9
15	5	9	4	16
16	5	9	4	16
17	5	7	2	4
18	8	9	1	1
19	5	7	2	4
20	5	7	2	4
21	5	9	4	16
22	7	10	3	9
รวม	146.0	203.0		
เฉลี่ย	6.64	9.23		
S.D.	1.73	1.07		
ร้อยละ	66.40	92.30		
			t-test = 8.50	

ตาราง 26 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ทาง
วิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สมรรถนะ
C: การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์

เลขที่	ก่อนเรียน (30 คะแนน)	หลังเรียน (30 คะแนน)	D	D ²
1	5	9	4	16
2	6	10	4	16
3	5	8	3	9
4	5	10	5	25
5	5	10	5	25
6	4	6	2	4
7	5	9	4	16
8	5	8	3	9
9	7	10	3	9
10	5	8	3	9
11	5	8	3	9
12	5	8	3	9
13	7	9	2	4
14	5	9	4	16
15	4	8	4	16
16	3	8	5	25
17	4	5	1	1
18	5	7	2	4
19	3	6	3	9
20	5	6	1	1
21	5	5	0	0
22	5	8	3	9
รวม	108.0	175.0	t-test = 10.77	
เฉลี่ย	4.91	7.95		
S.D.	0.97	1.56		
ร้อยละ	49.10	79.50		

ตาราง 27 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าคะแนนแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ทาง
วิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนกับระดับมาตรฐานวัดความฉลาดรู้ 7 ระดับ
ของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

เลขที่	ก่อนเรียน			หลังเรียน		
	คะแนน (30)	ร้อยละ	แปลผล	คะแนน (30)	ร้อยละ	แปลผล
1	20	66.67	ระดับ 4	28	93.33	ระดับ 6
2	24	80.00	ระดับ 5	30	100.00	ระดับ 6
3	15	50.00	ระดับ 3	27	90.00	ระดับ 6
4	20	66.67	ระดับ 4	30	100.00	ระดับ 6
5	22	73.33	ระดับ 4	30	100.00	ระดับ 6
6	13	43.33	ระดับ 2	20	66.67	ระดับ 4
7	18	60.00	ระดับ 3	29	96.67	ระดับ 6
8	18	60.00	ระดับ 3	25	83.33	ระดับ 5
9	22	73.33	ระดับ 4	30	100.00	ระดับ 6
10	16	53.33	ระดับ 3	27	90.00	ระดับ 6
11	17	56.67	ระดับ 3	25	83.33	ระดับ 5
12	15	50.00	ระดับ 3	27	90.00	ระดับ 6
13	23	76.67	ระดับ 5	28	93.33	ระดับ 6
14	17	56.67	ระดับ 3	27	90.00	ระดับ 6
15	15	50.00	ระดับ 3	25	83.33	ระดับ 5
16	14	46.67	ระดับ 2	26	86.67	ระดับ 5
17	12	40.00	ระดับ 2	19	63.33	ระดับ 4
18	19	63.33	ระดับ 4	23	76.67	ระดับ 5
19	13	43.33	ระดับ 2	19	63.33	ระดับ 4
20	15	50.00	ระดับ 3	20	66.67	ระดับ 4
21	14	46.67	ระดับ 2	22	73.33	ระดับ 4
22	18	60.00	ระดับ 3	26	86.67	ระดับ 5
เฉลี่ย	17.27	57.58		25.59	85.30	
S.D.	3.45	57.57		3.65	12.16	
ร้อยละ	57.57	57.58		85.30	85.30	

ตาราง 28 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ทาง
วิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

เลขที่	ก่อนเรียน (30 คะแนน)	หลังเรียน (30 คะแนน)	D	D ²
1	20	28	8	64
2	24	30	6	36
3	15	27	12	144
4	20	30	10	100
5	22	30	8	64
6	13	20	7	49
7	18	29	11	121
8	18	25	7	49
9	22	30	8	64
10	16	27	11	121
11	17	25	8	64
12	15	27	12	144
13	23	28	5	25
14	17	27	10	100
15	15	25	10	100
16	14	26	12	144
17	12	19	7	49
18	19	23	4	16
19	13	19	6	36
20	15	20	5	25
21	14	22	8	64
22	18	26	8	64
รวม	380.0	563.0	t-test = 16.27	
เฉลี่ย	17.27	25.59		
S.D.	3.45	3.65		
ร้อยละ	57.58	85.30		

ตาราง 29 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้นิ
 เนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน

เลขที่	ด้านเนื้อหาสาระ การเรียนรู้					ด้านการจัดกิจกรรม การเรียนรู้					ด้านสื่ออุปกรณ์การเรียนรู้					ด้านการวัดและประเมินผล					รวม	เฉลี่ย	ระดับ คุณภาพ
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20			
1	4	4	4	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5	5	5	5	4	4	89	4.47	มาก
2	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	92	4.63	มากที่สุด
3	5	5	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	97	4.84	มากที่สุด
4	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	99	4.95	มากที่สุด
5	4	4	3	3	3	5	3	3	4	5	4	3	4	4	4	3	3	5	5	4	76	3.79	มาก
6	4	4	3	4	3	3	4	3	4	3	4	3	4	3	4	4	4	4	4	4	73	3.63	มาก
7	4	3	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	79	3.95	มาก
8	5	5	4	4	5	5	4	5	5	5	4	5	5	4	4	4	4	5	5	5	92	4.58	มากที่สุด
9	4	4	4	3	3	3	4	4	4	4	4	3	3	4	3	3	4	3	3	4	71	3.53	มาก
10	4	5	4	5	4	4	4	5	5	4	4	5	5	4	4	5	4	4	4	5	88	4.42	มาก
11	4	5	4	5	4	4	5	4	4	4	3	3	4	4	4	4	4	5	5	5	84	4.21	มาก
12	5	4	4	3	4	5	4	5	5	5	3	4	4	4	3	4	4	5	5	5	85	4.21	มาก
13	4	5	4	5	5	5	4	5	5	3	3	5	5	5	4	5	5	4	4	5	90	4.53	มากที่สุด
14	4	5	5	4	4	4	4	5	5	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4	4	89	4.47	มาก
15	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	61	3.00	ปานกลาง

ตาราง 29 (ต่อ)

เลขที่	ด้านเนื้อหาสาระ การเรียนรู้					ด้านการจัดกิจกรรม การเรียนรู้					ด้านสื่ออุปกรณ์การเรียนรู้					ด้านการวัดและประเมินผล					รวม	เฉลี่ย	ระดับ คุณภาพ
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20			
16	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	3	4	4	4	4	3	4	4	77	3.84	มาก
17	4	3	4	3	5	5	4	5	4	5	5	4	5	4	4	4	4	5	5	5	87	4.37	มาก
18	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	3	5	4	5	5	5	4	4	94	4.68	มากที่สุด
19	4	4	5	4	4	5	5	4	4	5	4	5	5	5	4	4	5	5	5	5	91	4.58	มากที่สุด
20	5	5	4	4	4	5	4	4	4	4	5	4	4	4	4	5	5	4	4	4	86	4.26	มาก
21	5	4	4	4	3	5	5	5	5	5	4	4	3	4	4	4	5	5	5	5	88	4.37	มาก
22	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	3	5	4	5	5	5	4	4	94	4.68	มากที่สุด
รวม	96	95	91	88	92	98	95	95	99	96	91	92	90	93	88	93	96	99	96	99	1882	94	
เฉลี่ย	4.36	4.32	4.14	4.00	4.18	4.45	4.32	4.32	4.50	4.36	4.14	4.18	4.09	4.23	4.00	4.23	4.36	4.50	4.36	4.50	85.55	4.27	
S.D.	0.49	0.72	0.64	0.76	0.80	0.74	0.65	0.72	0.60	0.79	0.71	0.80	0.81	0.61	0.53	0.69	0.66	0.74	0.66	0.60	9.28	0.48	
เฉลี่ย	$\bar{X} = 4.20$					$\bar{X} = 4.39$					$\bar{X} = 4.13$					$\bar{X} = 4.39$							มาก
ราย ด้าน	S.D. = 0.68					S.D. = 0.70					S.D. = 0.69					S.D. = 0.67							
เฉลี่ย รวม	$\bar{X} = 4.28$																						
	S.D. = 0.68																						

เกณฑ์และการแปลความหมาย แบ่งเป็น 5 ระดับ ดังนี้

ค่าเฉลี่ย	ระดับคุณภาพ
ค่าเฉลี่ย 4.51-5.00	หมายถึง นักเรียนมีความพึงพอใจมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย 3.51-4.50	หมายถึง นักเรียนมีความพึงพอใจมาก
ค่าเฉลี่ย 2.51-3.50	หมายถึง นักเรียนมีความพึงพอใจปานกลาง
ค่าเฉลี่ย 1.51-2.50	หมายถึง นักเรียนมีความพึงพอใจน้อย
ค่าเฉลี่ย 1.00-1.50	หมายถึง นักเรียนมีความพึงพอใจน้อยที่สุด

ภาคผนวก ง

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น
ร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 วัสดุในชีวิตประจำวัน	เวลา 11 ชั่วโมง
เรื่อง พอลิเมอร์	เวลา 4 ชั่วโมง
วันที่.....	ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565
ผู้สอน นายอนุชิต ศรีสุนาครวั	

1. มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

มาตรฐานการเรียนรู้

ว 2.1 เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสารกับโครงสร้าง และแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ตัวชี้วัด

ม.3/1 ระบุสมบัติทางกายภาพและการใช้ประโยชน์วัสดุประเภทพอลิเมอร์ เซรามิก และวัสดุผสม โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์และสารสนเทศ

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

2.1 ความรู้ (K)

- สามารถระบุสมบัติทางกายภาพ และอธิบายการใช้ประโยชน์ของพอลิเมอร์ได้อย่างสมเหตุสมผล

2.2 ทักษะ/กระบวนการ/กระบวนการคิด (P)

- ทดสอบสมบัติทางกายภาพของพอลิเมอร์แต่ละประเภทได้
- สามารถสร้างและระบุองค์ประกอบของแบบจำลองพอลิเมอร์ได้
- เลือกใช้พอลิเมอร์ประเภทพลาสติก ยาง และเส้นใยในชีวิตประจำวันได้อย่าง

เหมาะสม

2.3 คุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)

- ใฝ่เรียนรู้
- มุ่งมั่นในการทำงาน
- มีจิตสาธารณะ

2.4 สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนตามแนวทางการประเมิน PISA

2.4.1 การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (A)

- A1 นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล
- A2 ระบุ ใช้ และสร้างแบบจำลองและตัวแทนเชิงอธิบาย
- A3 พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้ความเป็นเหตุเป็นผล
- A4 เสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการอธิบาย
- A5 อธิบายถึงศักยภาพของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่นำไปใช้เพื่อสังคม

3. สารการเรียนรู้

พอลิเมอร์

4. สารสำคัญ

พอลิเมอร์เป็นสารประกอบโมเลกุลใหญ่ที่เกิดจากโมเลกุลจำนวนมากมารวมตัวกันทางเคมี เช่น พลาสติก ยาง เส้นใย เป็นต้น ซึ่งพอลิเมอร์แต่ละชนิดมีสมบัติแตกต่างกัน โดยพลาสติกเป็นพอลิเมอร์ที่ขึ้นรูปเป็นทรงต่าง ๆ ได้ ยางมีคุณสมบัติยืดหยุ่นได้ ส่วนเส้นใยสามารถดึงเป็นเส้นยาวได้พอลิเมอร์จึงถูกนำมาใช้ประโยชน์ได้แตกต่างกัน

5. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK มี 5 ขั้นตอน ดังนี้

5.1 การสร้างความสนใจ (30 นาที)

5.1.1 นักเรียนทำแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พอลิเมอร์ ก่อนเรียน

5.1.2 ครูเตรียมสร้อยที่ร้อยด้วยลูกปัดจำนวน 2 เส้น โดยเส้นแรกร้อยด้วยลูกปัดที่มีสีเดียวกันทั้งเส้น อีกหนึ่งเส้นร้อยด้วยลูกปัด 2 สี สลับกันไปเรื่อย ๆ แล้วให้นักเรียนพิจารณา

5.1.3 นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับสร้อยลูกปัดทั้ง 2 เส้น โดยครูอาจใช้คำถามนำสู่การอภิปราย เช่น

- สร้อยทั้งลูกปัดทั้ง 2 เส้น นักเรียนคิดว่ามีความเกี่ยวข้องกับเนื้อหาพอลิเมอร์อย่างไร

(แนวคำตอบ สร้อยลูกปัดเปรียบได้กับสารพอลิเมอร์)

- นักเรียนคิดว่าลูกปัดแต่ละเม็ดมีความสัมพันธ์กับพอลิเมอร์อย่างไร

(แนวคำตอบ ลูกปัดแต่ละเม็ดเปรียบได้กับมอนอเมอร์)

- นักเรียนคิดว่าสร้อยที่ร้อยด้วยลูกปัดทั้ง 2 เส้น เหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร

(แนวคำตอบ แตกต่างกัน โดยสร้อยที่ร้อยด้วยลูกปัดสีเดียวกันเปรียบได้กับพอลิเมอร์ที่ประกอบด้วยมอนอเมอร์เพียงชนิดเดียว ส่วนสร้อยที่ร้อยด้วยลูกปัด 2 สี สลับกันไปเรื่อย ๆ เปรียบได้กับพอลิเมอร์ที่ประกอบด้วยมอนอเมอร์ 2 ชนิด)

5.1.4 ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายสรุปว่าสร้อยลูกปัดมีความสัมพันธ์กับเนื้อหาพอลิเมอร์อย่างไร

(แนวคำตอบ เปรียบเสมือนพอลิเมอร์ซึ่งเป็นสารประกอบที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่ ประกอบด้วยมอนอเมอร์ซึ่งเป็นโมเลกุลเดี่ยว (ลูกปัด) จำนวนมากมายติดเหนี่ยวกัน โดยมอนอเมอร์ที่มาต่อกันอาจเป็นชนิดเดียวกัน (ลูกปัดสีเดียวกัน) หรือต่างชนิดกัน (ลูกปัดต่างสีกัน) ก็ได้

5.2 การสำรวจและค้นหา (2 ชั่วโมง)

5.2.1 นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 3 คน ร่วมกันค้นคว้า เรื่อง ประเภทของพอลิเมอร์ และสมบัติทางกายภาพของพอลิเมอร์ จากหนังสือเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หรือ อินเทอร์เน็ต โดยแสกนได้จากคิวอาร์โค้ดด้านล่างนี้



5.2.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันปฏิบัติกิจกรรม เรื่อง การตรวจสอบสมบัติทางกายภาพบางประการของพอลิเมอร์ จากใบงานที่ครูกำหนดให้ (ใบงานที่ 1.1 การตรวจสอบสมบัติทางกายภาพบางประการของพอลิเมอร์)

5.2.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลจากการทำกิจกรรม เรื่อง การตรวจสอบสมบัติทางกายภาพบางประการของพอลิเมอร์

5.2.4 นักเรียนร่วมกันสรุปและอภิปรายผลจากการทำกิจกรรม ซึ่งควรสรุปได้โดยมีแนวคำตอบ ดังนี้

“พอลิเมอร์แต่ละชนิดจะมีสมบัติทางกายภาพ เช่น ความแข็ง ความยืดหยุ่น ความหนาแน่น แตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับโครงสร้างของพอลิเมอร์ชนิดนั้น ๆ และจากสมบัติที่แตกต่างกัน พอลิเมอร์แต่ละชนิดจึงนำไปใช้ประโยชน์ได้แตกต่างกัน”

5.2.5 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษา เรื่อง การใช้ประโยชน์ของวัสดุประเภทพอลิเมอร์ โดยศึกษาข้อมูลจากหนังสือเรียน ใบความรู้ที่ครูกำหนด หรือจากอินเทอร์เน็ต โดยแสกนได้จากคิวอาร์โค้ดด้านล่างนี้



5.2.6 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสรุปความรู้ เรื่อง ประเภทของพอลิเมอร์ สมบัติทางกายภาพของพอลิเมอร์ และการใช้ประโยชน์วัสดุประเภทพอลิเมอร์ (ใบงานที่ 1.2 เรื่อง คุณสมบัติของพอลิเมอร์)

5.3 การอธิบายและลงข้อสรุป (30 นาที)

5.3.1 นักเรียนระดมความคิดตั้งคำถามและร่วมกันอภิปราย ถึงประโยชน์ของพอลิเมอร์ โดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ที่อาจเกิดขึ้นกับสังคม เช่น ประเภทของพอลิเมอร์ สมบัติทางกายภาพของพอลิเมอร์ การใช้ประโยชน์วัสดุประเภทพอลิเมอร์ เช่น

- ยกตัวอย่างพอลิเมอร์ธรรมชาติและพอลิเมอร์สังเคราะห์มาอย่างละ 3 ชนิด

(แนวคำตอบ พอลิเมอร์ธรรมชาติ เช่น ฝ้าย แป้ง โปรตีน เซลลูโลส พอลิเมอร์สังเคราะห์ เช่น พลาสติก ยางสังเคราะห์ โฟม)



ภาพประกอบ 1 ฝ้าย (พอลิเมอร์ธรรมชาติ)

ที่มา: <https://medthai.com/ฝ้าย/>



ภาพประกอบ 2 กล่องโฟม (พอลิเมอร์สังเคราะห์)

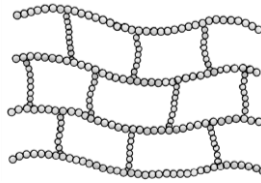
ที่มา: <https://www.weisonthai.com/priceboxfom.php>

- แป้งและโปรตีนจัดเป็นพอลิเมอร์ธรรมชาติทั้งคู่ แล้วพอลิเมอร์ทั้งสองมีความแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

(แนวคำตอบ แป้งจัดเป็นสโตนพอลิเมอร์ เนื่องจากประกอบด้วย มอนอเมอร์เพียงชนิดเดียว คือ กลูโคส ส่วนโปรตีนจัดเป็นพอลิเมอร์รวม เนื่องจากประกอบด้วย มอนอเมอร์ที่เป็นกรดอะมิโนหลายชนิด)

- พอลิเมอร์ที่มีโครงสร้างแบบใดมีความแข็งแรงทนทาน แต่เปราะแตกหักง่าย ไม่ยืดหยุ่น และทนความร้อนได้ดี

(แนวคำตอบ พอลิเมอร์แบบร่างแห)



ภาพประกอบ 3 โครงสร้างของพอลิเมอร์แบบร่างแห

- เปรียบเทียบความหนาแน่นและจุดหลอมเหลวของพอลิเมอร์แบบเส้นและพอลิเมอร์แบบกึ่ง

(**แนวคำตอบ** พอลิเมอร์แบบเส้นมีความหนาแน่นและจุดหลอมเหลวสูง ส่วนพอลิเมอร์แบบกึ่งมีความหนาแน่นและจุดหลอมเหลวต่ำ)

- พลาสติกประเภทใดสามารถนำมาหลอมเหลวแล้วขึ้นรูปกลับมาใช้ใหม่ได้

(**แนวคำตอบ** เทอร์โมพลาสติก)

- เมลามีน ซิลิโคน และเบกาไลต์ จัดเป็นพลาสติกประเภทใด

(**แนวคำตอบ** พลาสติกเทอร์โมเซต)

- เทฟลอนเป็นพอลิเมอร์ประเภทใด นำมาใช้ประโยชน์อย่างไร

(**แนวคำตอบ** เป็นพอลิเมอร์สังเคราะห์ ซึ่งเป็นฮอโมพอลิเมอร์ นำมาใช้เคลือบด้านในภาชนะ เพื่อป้องกันอาหารติดภาชนะ)

- ยางนิยมนำมาใช้ประโยชน์อย่างไร

(**แนวคำตอบ** รองเท้ายาง ถุงมือยาง ยางรัดของ ยางรถยนต์)

- เส้นใยนิยมนำมาใช้ประโยชน์อย่างไร

(**แนวคำตอบ** เครื่องแต่งกาย เสื้อ กางเกง ถุงเท้า)

5.4 การขยายความรู้ (20 นาที)

5.4.1 นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 3 คน จากนั้นให้แต่ละกลุ่มส่งตัวแทนจับฉลากคำใบ้เกี่ยวกับสมบัติของพอลิเมอร์แล้ววาดภาพออกแบบโครงสร้างให้สอดคล้องกับข้อความที่ได้ให้ถูกต้อง พร้อมอภิปรายการนำไปใช้ประโยชน์ (ใบงานที่ 1.3 เรื่อง การใช้ประโยชน์จากพอลิเมอร์) จากนั้นร่วมกันอภิปรายหน้าชั้นเรียน

5.4.2 หลังจากการอภิปรายหน้าชั้นเรียนครบทุกกลุ่ม นักเรียนทุกคนทำใบงานที่ 1.4 เรื่อง ประโยชน์พอลิเมอร์ในชีวิตประจำวัน และ ใบงานที่ 1.5 เรื่อง ชยะในแหล่งชุมชน

5.5 การประเมินผล (30 นาที)

5.5.1 หลังจากการอภิปรายหน้าชั้นเรียนครบทุกกลุ่ม นักเรียนทุกคนทำแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พอลิเมอร์ (หลังเรียน)

6. สื่อและแหล่งเรียนรู้

6.1 ใบความรู้ที่ 1 เรื่อง พอลิเมอร์และการใช้ประโยชน์

6.2 ใบงานที่ 1.1-1.4

6.3 สร้อยลูกปัด

6.4 แหล่งเรียนรู้

6.4.1 ห้องเรียน

6.4.2 ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

6.4.3 อินเทอร์เน็ต และเว็บไซต์ในการสืบค้นข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

7. การวัดและประเมินผล

7.1 วิธีการวัดและประเมินผล

รายการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
1. ด้านความรู้ (K)	- ตรวจสอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ก่อนเรียน-หลังเรียน)	- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ก่อนเรียน-หลังเรียน)	- ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์ - ผ่านเกณฑ์อยู่ในระดับ 2 ขึ้นไป
2. ทักษะ/ กระบวนการ/ กระบวนการคิด (P)	- ตรวจสอบใบงานที่ 1.1 - ตรวจสอบใบงานที่ 1.2 - ตรวจสอบใบงานที่ 1.3	- ใบงานที่ 1.1 - ใบงานที่ 1.2 - ใบงานที่ 1.3	- ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
3. คุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)	- สังเกตพฤติกรรม ดังนี้ - ใฝ่เรียนรู้ - มุ่งมั่นในการทำงาน - มีจิตสาธารณะ	- แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ และสมรรถนะสำคัญ ของผู้เรียน	- ผ่านเกณฑ์อยู่ในระดับคุณภาพ 2 ขึ้นไป

รายการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
4. สมรรถนะย่อยของผู้เรียน			
A1 : นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล	<ul style="list-style-type: none"> - ตรวจสอบแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ - ตรวจสอบงานที่ 1.1 - ตรวจสอบงานที่ 1.2 	<ul style="list-style-type: none"> - แบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ - ใบงานที่ 1.1 - ใบงานที่ 1.2 	ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
A2 : ระบุ ใช้ และสร้างตัวแบบ และนำเสนอข้อมูลเพื่อใช้ในการอธิบาย	<ul style="list-style-type: none"> - ตรวจสอบแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ - ตรวจสอบงานที่ 1.3 	<ul style="list-style-type: none"> - แบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ - ใบงานที่ 1.3 	ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
A3 : พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้ความเป็นเหตุเป็นผล	<ul style="list-style-type: none"> - ตรวจสอบแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ - ตรวจสอบงานที่ 1.5 	<ul style="list-style-type: none"> - แบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ - ใบงานที่ 1.5 	ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
A4 : เสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการอธิบาย	<ul style="list-style-type: none"> - ตรวจสอบแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ - ตรวจสอบงานที่ 1.1 	<ul style="list-style-type: none"> - แบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ - ใบงานที่ 1.1 	ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
A5 : อธิบายถึงศักยภาพของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้เพื่อสังคม	<ul style="list-style-type: none"> - ตรวจสอบแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ - ตรวจสอบงานที่ 1.4 	<ul style="list-style-type: none"> - แบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ - ใบงานที่ 1.4 	ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์

8. กิจกรรมเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

สรุปผลการจัดการเรียนรู้

1. นักเรียนจำนวน.....คน

ผ่านจุดประสงค์การเรียนรู้.....คน คิดเป็นร้อยละ.....

ไม่ผ่านจุดประสงค์.....คน คิดเป็นร้อยละ.....

ได้แก่

1.

2.

ปัญหา/อุปสรรค/แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นายอนุชิต ศรีสุนาคร้ว)

ความเห็นของหัวหน้าสถานศึกษา/ผู้ที่ได้รับมอบหมาย

ได้ทำการตรวจแผนการจัดการเรียนรู้ของ.....แล้ว
มีความคิดเห็นดังนี้

1. เป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่

ดีมาก

ดี

พอใช้

ควรปรับปรุง

2. การจัดกิจกรรมได้นำเอากระบวนการเรียนรู้

เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญมาใช้ในการสอนได้อย่างเหมาะสม

ยังไม่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ควรปรับปรุงพัฒนาต่อไป

3. เป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่

นำไปใช้ได้จริง

ควรปรับปรุงก่อนนำไปใช้

4. ข้อเสนอแนะ

.....
.....

ลงชื่อ.....ครูพี่เลี้ยง

(นางสาวลภาชวิญ เพ็งเวสุน)

ตำแหน่ง ครูผู้สอน

5. ข้อเสนอแนะ

.....
.....

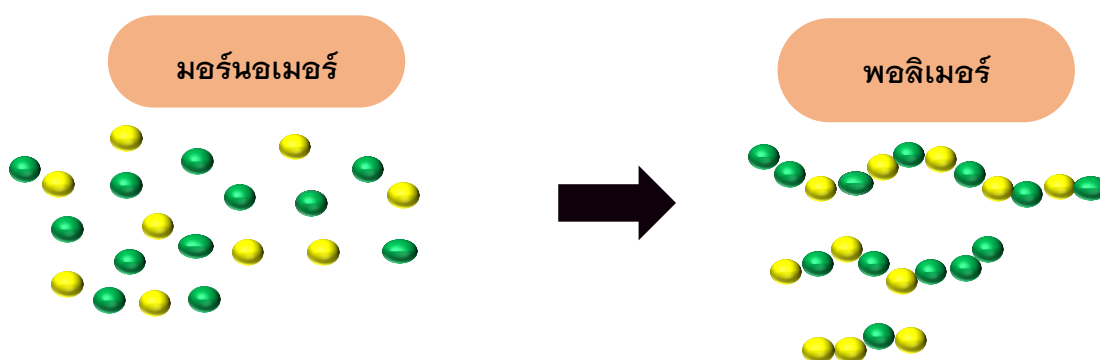
ลงชื่อ.....ผู้บริหารสถานศึกษา

(นางสาวสุภาพร จันทร์โลมา)

ตำแหน่ง ผู้อำนวยการโรงเรียนเรียนนารีวิทยพัทลุงสว่างแดนดิน

ใบความรู้ที่ 1 เรื่อง พอลิเมอร์

พอลิเมอร์ (Polymer) คือ สารประกอบที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่เกิดจากมอนอเมอร์ (Monomer) ซึ่งเป็นโมเลกุลเดี่ยวจำนวนมากพันหลายพันโมเลกุลมายึดต่อกันด้วยพันธะโคเวเลนต์ โดยมอนอเมอร์ที่มาต่อกันอาจเป็นชนิดเดียวกันหรือต่างชนิดกันก็ได้



ภาพประกอบ 1 พอลิเมอร์เกิดจากมอนอเมอร์จำนวนมาก

1. ประเภทของพอลิเมอร์

ในชีวิตประจำวันของมนุษย์จะพบพอลิเมอร์มากมายหลายชนิด โดยแต่ละชนิดจะมีสมบัติและการเกิดที่แตกต่างกันออกไป ซึ่งสามารถจำแนกประเภทของพอลิเมอร์ได้โดยอาศัยเกณฑ์ต่าง ๆ ดังนี้

1.1 พิจารณาตามลักษณะการเกิด สามารถจำแนกพอลิเมอร์ออกได้เป็น 2 ประเภท ดังนี้

1) พอลิเมอร์ธรรมชาติ (Natural Polymer) เป็นพอลิเมอร์ที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติโดยสิ่งมีชีวิตผลิตขึ้นโดยอาศัยกระบวนการทางเคมีต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นภายในเซลล์ และสะสมไว้ใช้ประโยชน์ตามส่วนต่าง ๆ ตัวอย่างพอลิเมอร์ธรรมชาติ เช่น แป้ง เส้นใยพืช โกลโคเจน เซลลูโลส



ภาพประกอบ 2 ฝ้าย

ที่มา: www.puechkaset.com/ฝ้าย/

2) พอลิเมอร์สังเคราะห์ (Synthetic Polymer) เป็นพอลิเมอร์ที่เกิดขึ้นจากการสังเคราะห์โดยมนุษย์ การสังเคราะห์พอลิเมอร์เกิดจากการนำสารมอนอเมอร์จำนวนมากมาทำปฏิกิริยาเคมีภายใต้สภาวะที่เหมาะสม ทำให้มอนอเมอร์เหล่านั้นเกิดพันธะเคมีต่อกันกลายเป็น พอลิเมอร์มอนอเมอร์ที่นิยมนำมาสังเคราะห์เป็นพอลิเมอร์ คือ สารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่เป็นผลพลอยได้จากการกลั่นน้ำมันดิบและการแยกแก๊สธรรมชาติ เช่น เอทิลีน สไตรีน โพรพิลีน ไวนิลคลอไรด์ เป็นต้น พอลิเมอร์สังเคราะห์ที่พบเห็นในชีวิตประจำวัน เช่น พลาสติก ยางสังเคราะห์ เส้นใยสังเคราะห์ เป็นต้น

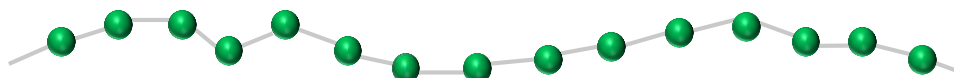
เกร็ดความรู้

การใช้พลาสติกที่มีสีต่าง ๆ ผู้ใช้อาจได้รับอันตรายจากเม็ดสีที่เติมเข้าไป ซึ่งเป็นส่วนผสมของตะกั่วและแคดเมียม โดยตะกั่วจะไปทำลายระบบประสาทและระบบทางเดินหายใจ ส่วนแคดเมียมจะไปทำลายเซลล์และเนื้อเยื่อของไตทำให้เกิดภาวะไตอักเสบรุนแรง



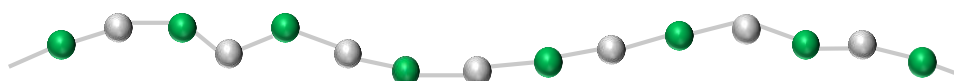
1.2 พิจารณาตามชนิดของมอนอเมอร์ที่เป็นองค์ประกอบในโมเลกุล สามารถจำแนกพอลิเมอร์ออกได้เป็น 2 ประเภท ดังนี้

1) ฮอโมพอลิเมอร์หรือพอลิเมอร์เอกพันธุ์ (HomoPolymer) เป็นพอลิเมอร์ที่ประกอบด้วยมอนอเมอร์ชนิดเดียวกันทั้งหมด เช่น พอลิเอทิลีนเป็นพอลิเมอร์ที่มีมอนอเมอร์เป็นเอทิลีนทั้งหมด แบ่งเป็นพอลิเมอร์ที่ประกอบด้วยมอนอเมอร์ที่เป็นกลูโคสทั้งหมด



ภาพประกอบ 3 ลักษณะของฮอโมพอลิเมอร์

2) พอลิเมอร์ร่วม (CoPolymer) เป็นพอลิเมอร์ที่ประกอบด้วยหน่วยเล็ก ๆ ของมอนอเมอร์ต่างชนิดกัน เช่น โพรตีนประกอบด้วยมอนอเมอร์ที่เป็นกรดอะมิโนต่างชนิดกัน



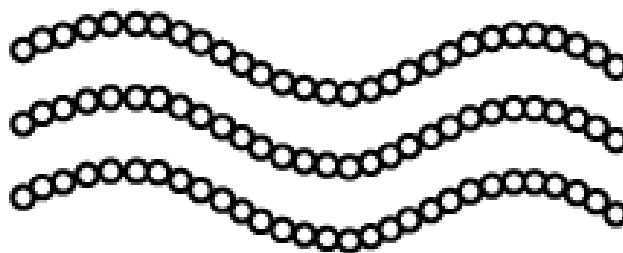
ภาพประกอบ 4 ลักษณะของพอลิเมอร์ร่วม

2. สมบัติทางกายภาพของพอลิเมอร์

สมบัติทางกายภาพของพอลิเมอร์จะมีความสัมพันธ์กับโครงสร้างของพอลิเมอร์ ซึ่งสามารถจำแนกโครงสร้างของพอลิเมอร์ได้ 3 แบบ ดังนี้

2.1 พอลิเมอร์แบบเส้น (Linear Polymer)

เกิดจากมอนอเมอร์สร้างพันธะโคเวเลนต์ต่อกันเป็นสายยาว สายโซ่พอลิเมอร์จะเรียงชิดติดกัน มีสมบัติเหนียว แข็งแรง สามารถยืดตัวและโค้งงอได้ มีความหนาแน่นและจุดหลอมเหลวสูง เมื่อได้รับความร้อนจะอ่อนตัวและจะแข็งตัวเมื่ออุณหภูมิลดลง ตัวอย่างเช่น พอลิไวนิลคลอไรด์ พอลิโพรพิลีน พอลิเอทิลีนความหนาแน่นสูง (HDPE)

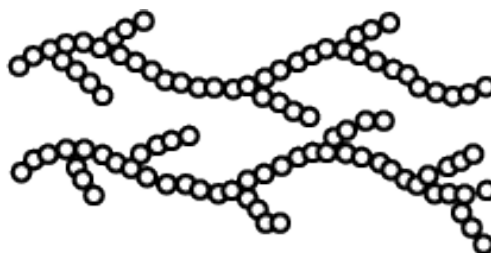


ภาพประกอบ 5 โครงสร้างพอลิเมอร์แบบเส้น

ที่มา: www.e-learning.triamudom.ac.th/courses/59/unit03/02.html

2.2 พอลิเมอร์แบบกิ่ง (Branched Polymer)

เกิดจากมอนอเมอร์แตกกิ่งก้านสาขาออกจากสายโซ่พอลิเมอร์หลัก ทำให้สายพอลิเมอร์เรียงตัวห่างกันมีความหนาแน่นและจุดหลอมเหลวต่ำยืดหยุ่นได้ ตัวอย่างเช่น พอลิเอทิลีนความหนาแน่นต่ำ (LDPE)



ภาพประกอบ 6 โครงสร้างพอลิเมอร์แบบกิ่ง

ที่มา: www.e-learning.triamudom.ac.th/courses/59/unit03/02.html

2.3 พอลิเมอร์แบบร่างแห (Network Polymer)

เกิดจากมอนอเมอร์ที่มาเชื่อมต่อกันเป็นร่างแห ภายในโมเลกุลมีกิ่งก้านสาขาเชื่อมโยงกัน มีสมบัติแข็งแรงทนทาน แต่เปราะ แตกหักง่าย คงรูปร่างไม่ยืดหยุ่น และทนความร้อนได้ดี ตัวอย่างเช่น เมลามีน เบกาไลต์



ภาพประกอบ 7 โครงสร้างพอลิเมอร์แบบร่างแห

ที่มา: www.e-learning.triamudom.ac.th/courses/59/unit03/02.html

3. การใช้ประโยชน์ของวัสดุประเภทพอลิเมอร์

ในชีวิตประจำวัน มนุษย์มีการนำพอลิเมอร์มาทำเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อใช้งานในรูปแบบต่าง ๆ เช่น ถ้วย จาน ชาม ขวดน้ำ กระจ่าง รองเท้า เสื้อผ้า ยางรถยนต์ ซึ่งพอลิเมอร์ที่นำมาใช้ประโยชน์นั้น แบ่งออกเป็น 3 ประเภทหลัก ๆ ดังนี้

3.1 พลาสติก (Plastic) เป็นพอลิเมอร์สังเคราะห์ที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่ มีสมบัติหลัก ๆ คือ น้ำหนักเบา เหนียว แข็งแรง ไม่ทำปฏิกิริยากับอากาศและกรด-เบส สามารถกั้นน้ำได้ เป็นฉนวนความร้อนและฉนวนไฟฟ้าที่ดี ส่วนมากมักอ่อนตัวและหลอมเหลวเมื่อได้รับความร้อน จึงนำไปขึ้นเป็นรูปทรงต่าง ๆ ได้ง่าย พลาสติก จึงนำมาใช้ทำผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ได้หลายรูปแบบ แต่พลาสติกแต่ละชนิดอาจมีสมบัติบางประการที่แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบและโครงสร้างของพลาสติกถ้าพิจารณาถึงการเปลี่ยนแปลงเมื่อได้รับความร้อนของพลาสติก จะสามารถจำแนกพลาสติกได้เป็น 2 ประเภท ดังนี้

1) เทอร์มอพลาสติก (Thermoplastic) พลาสติกประเภทนี้มีโครงสร้างเป็นแบบเส้นและแบบกิ่ง อ่อนตัวเมื่อได้รับความร้อน จึงสามารถเปลี่ยนรูปร่างได้ และเมื่อเย็นลงจะแข็งตัว ตัวอย่างของเทอร์มอพลาสติก เช่น พอลิโพรพิลีน พอลิเอทิลีน พอลิไวนิลคลอไรด์



ภาพประกอบ 8 ขวดน้ำ (พอลิเอทิลีนเทเรฟทาเลต) จัดเป็นเทอร์มอพลาสติก

ที่มา: www.ppt.co.th/round-bottle.html

2) พลาสติกเทอร์มอเซต (Thermoset Plastic) พลาสติกประเภทนี้มีโครงสร้างเป็นแบบร่างแห ทนต่อความร้อนและแรงดันได้ดี เมื่อขึ้นรูปด้วย ความร้อนหรือแรงดันแล้ว จะไม่สามารถนำกลับมาขึ้นรูปใหม่ได้อีก เมื่อได้รับความร้อนสูง พลาสติกจะแตก และไหม้เป็นถ่าน ตัวอย่าง พลาสติกเทอร์มอเซต เช่น เมลามีน ซิลิโคน เบกาไลต์



ภาพประกอบ 9 เมลามีน จัดเป็นพลาสติกเทอร์มอเซต

ที่มา: www.tpia.org/index.php/2017-09-17-13-16-13/30-general-knowledge

นอกจากนี้ ยังมีพลาสติกอีกชนิดหนึ่งซึ่งเป็นที่ได้ทั้งเทอร์มอพลาสติกและพลาสติกเทอร์มอเซต ได้แก่ โฟม (Foam) ซึ่งเป็นพลาสติกที่นำมาใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวาง มีลักษณะเป็นรูพรุนเหมือนฟองน้ำ เนื่องจากผ่านกระบวนการเติมแก๊สให้เกิดฟองจำนวนมากแทรกอยู่ระหว่างเนื้อพลาสติก ทำให้โฟมมีน้ำหนักเบา และมีความยืดหยุ่น พลาสติกที่นิยมนำมาใช้กันมาก คือ พอลิยูรีเทน พอลิเอทิลีน และพอลิสไตรีน โฟมพอลิ-ยูรีเทน เป็นพลาสติกเทอร์มอเซต นำมาใช้ทำฉนวนในรถยนต์ ใช้พันเคลือบหลังคาบ้าน เนื่องจากทนต่อการขีดข่วน ทนต่อสารเคมีและสภาพอากาศ โฟมพอลิสไตรีนเป็นเทอร์มอ-พลาสติก ใช้ผลิตกล่องใส่น้ำแข็ง ใช้ทำวัสดุกันกระแทก ใช้บุในหมวกนิรภัย ทำภาชนะบรรจุอาหาร



โฟมบรรจุอาหาร ผลิตจากพอลิสไตรีน
จัดเป็นเทอร์มอพลาสติก



โฟมสเปรย์อุดรูรั่ว ผลิตจากพอลิยูรีเทน
จัดเป็นพลาสติกเทอร์มอเซต

ภาพประกอบ 10 โฟม

ที่มา: www.trueplookpanya.com/blog/content/73884/-blog-blo- และ www.shopee.co.th/สเปรย์โฟม-PRO-PU-FOAM

พอลิไวนิลคลอไรด์ (Polyvinyl Chloride)

- มอนอเมอร์ คือ ไวนิลคลอไรด์
- มีเนื้อแข็ง คงรูป ทนต่อความชื้นทนต่อสารเคมี
นำไปใช้ทำท่อพีวีซี กระเบื้องปูพื้นฉนวนหุ้มสายไฟ
- ภาชนะบรรจุสารเคมี



ที่มา: <https://sompitsteel.yellowpages.co.th/en/catalog/item/ท่อ-PVC-พืษณูโลก-qb0W8D9>

พอลิเตตระฟลูออโรเอทิลีน (Polytetrafluoroethylene)

หรือเทฟลอน

- มอนอเมอร์ คือ เตตระฟลูออโรเอทิลีน
- มีลักษณะเหนียว ทนต่อสารเคมี ทนความร้อน ผิวลื่น
ทนต่อแรงกระแทก
- นำไปใช้เคลือบภาชนะด้านในไม่ให้อาหารติดภาชนะ
- ทำฉนวนไฟฟ้า



ที่มา: <https://www.lazada.co.th/products/anko-24-i967712583.html>

3.2 ยาง (Rubber) เป็นพอลิเมอร์ที่มีคุณสมบัติพิเศษ คือ มีความยืดหยุ่น สามารถยืดออกหรือเปลี่ยนขนาดได้เมื่อถูกดึงและกลับคืนสู่สภาพเดิมได้เมื่อปล่อยยาง จึงถูกนำมาใช้ทำผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เช่น รองเท้ายาง ของเล่นเด็ก ถุงมือยาง ยางรัดของ ยางรถยนต์ โดยยางแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด คือ ยางธรรมชาติและยางสังเคราะห์

1) ยางธรรมชาติ (Natural Rubber) เกิดจากมอนอเมอร์ที่เรียกว่าไอโซพรีน (Isoprene) รวมตัวกันเป็นพอลิไอโซพรีน (Polyisoprene) ยางธรรมชาติได้จากพืช เช่น ต้นยางพารา ต้นยางกัตตา มีสมบัติต้านทานต่อแรงดึงสูง ยืดหยุ่นได้ดี ไม่ละลายน้ำ แต่ยางธรรมชาติยังมีสมบัติบางประการที่เป็นข้อจำกัดในการนำไปใช้ประโยชน์ เช่น แข็ง แต่เปราะที่อุณหภูมิต่ำ เหนียว แต่อ่อนตัวเมื่อได้รับความร้อน ไม่ทนต่อน้ำมันเบนซินและตัวทำละลายอินทรีย์ จึงต้องมีการปรับปรุงคุณภาพของยางธรรมชาติ ด้วยกระบวนการวัลคาไนเซชัน (Vulcanization Process) ทำได้โดยการเติมกำมะถันลงไปทำปฏิกิริยากับยาง โดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาและตัวกระตุ้นที่เหมาะสมแล้วนำไปเผาที่อุณหภูมิสูงประมาณ 140 องศาเซลเซียส ทำให้ พอลิเมอร์ของสายยางเชื่อมต่อกันด้วยโมเลกุลของกำมะถัน ยางที่ได้จะเรียกว่า ยางวัลคาไนซ์ ซึ่งจะยืดหยุ่นได้ดี มีความคงตัวสูงและไม่ละลายในตัวทำละลายอินทรีย์ เหมาะกับการนำไปทำผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เช่น ยางรัดของ สายยาง ที่นอนยาง ถุงมือยาง



เกร็ดความรู้

น้ำยางพารา เป็นน้ำยางที่ได้

จากต้นยางพารามีลักษณะเป็นของเหลว สีขาวขุ่นคล้ายนํ้านม ส่วนประกอบในน้ำยางพาราประกอบด้วยเนื้อยางน้ำ และส่วนที่หือเป็นโปรตีนไขมัน และอื่น ๆ ในการนำไปใช้ประโยชน์จะแยกเฉพาะส่วนที่เป็นเนื้อยางมาใช้ ยางพารามีสมบัติต้านทานต่อแรงดึงสูง ทนต่อการขีดถู ยึดหยุ่นได้ดีไม่ละลายน้ำ เมื่อนำไปทำถนนทำให้ถนนทนทานต่อแรงกดอัดทนทานต่อแรงดึง และป้องกันการซึมผ่านของน้ำได้

ที่มา: <https://www.arda.or.th/kasetinfo/south/para/used/01-02.php>

2) ยางสังเคราะห์หรือยางเทียม (Synthetic Rubber) เป็นยางที่สังเคราะห์ขึ้นจากมอนอเมอร์ที่ได้จากการกลั่นปิโตรเลียม ยางสังเคราะห์จะมีสมบัติทนทานต่อน้ำมัน และตัวทำละลายอินทรีย์ มีความทนทานต่อการขีดถู มีความยืดหยุ่นแม้อุณหภูมิต่ำ แต่ยางสังเคราะห์ก็ต้องผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพโดยการเผาที่กำมะถันเช่นเดียวกับยางธรรมชาติก่อนที่จะนำไปใช้งาน ยางสังเคราะห์มีอยู่หลายชนิด เช่น

- พอลิบิวทาไดอีน (Polybutadiene) มีมอนอเมอร์ คือ บิวทาไดอีน (Butadiene) มีความยืดหยุ่นกว่ายางธรรมชาติ นำไปใช้ทำยางรถยนต์



ภาพประกอบ 11 พอลิบิวทาไดอิน นำมาใช้ทำยางรถยนต์

ที่มา: www.car.kapook.com/view88484.html

- ยางเอสบีอาร์ (SBR หรือ Styrene Butadiene Rubber)

ประกอบด้วยมอนอเมอร์ 2 ชนิด คือ สไตรีน (Styrene) และบิวทาไดอิน (Butadiene) มีสมบัติทนต่อการขีดถูสูงมาก แต่ทนต่อแรงดึงต่ำ จึงนิยมนำไปใช้ในทำยางรถยนต์ พื้นรองเท้า และสายพาน



ภาพประกอบ 12 พอลิสไตรีนบิวทาไดอิน หรือยางเอสบีอาร์ นำมาใช้ทำสายพาน

ที่มา: www.haitechno.net/vip/page-detail.php?id=271&uid=39426

- ยางเอบีเอส (ABS หรือ Acrylonitrile Butadiene Styrene)

ประกอบด้วยมอนอเมอร์ 3 ชนิด คือ บิวทาไดอิน อะคริไลโนไตรล์ แลสไตรีน มีสมบัติคล้ายพลาสติก คือ ไม่ยืดหยุ่นและสามารถนำมาทำเป็นรูปร่างต่าง ๆ ได้ตามแม่แบบ

3.3 เส้นใย (Fibre) ประกอบด้วยมอนอเมอร์จำนวนมากเชื่อมต่อกันด้วยพันธะเคมีเป็นเส้นยาวมีโครงสร้างที่เหมาะสมต่อการนำไปรีดและปั่นเป็นเส้นด้าย ผลิตภัณฑ์ที่ทำมาจากเส้นใยมีมากมายหลายชนิด เช่น เครื่องแต่งกาย เสื้อผ้า รองเท้า ถุงเท้า ขนแปรงต่าง ๆ บางชนิดใช้เส้นใยจากธรรมชาติ บางชนิดใช้เส้นใยที่สังเคราะห์ขึ้น ซึ่งเส้นใยแบ่งออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1) เส้นใยธรรมชาติ แบ่งออกเป็น 2 ชนิด ดังนี้

□ เส้นใยจากพืช คือ เส้นใยที่ประกอบด้วยเซลลูโลส ซึ่งได้จากส่วนต่าง ๆ ของพืช เช่น เส้นใยจากเปลือกไม้ เช่น ป่าน ปอ ลินิน เส้นใยที่หุ้มเมล็ด เช่น ฝ้าย หนุ่น เส้นใยจากใบไม้ เช่น ใยสับปะรด ใยมะพร้าว



ฝ้าย



หนุ่น



มะพร้าว

ภาพประกอบ 13 ตัวอย่างเส้นใยจากธรรมชาติ

ที่มา: www.nammorndesign.com/?page_id=54, www.คลังสมุนไพร.com/16964208/

สมุนไพรหนุ่นและ www.f indglocal.com

□ เส้นใยจากสัตว์ คือ เส้นใยโปรตีนที่ได้จากขนสัตว์ เช่น ขนแกะ ขนแพะ ซึ่งเป็นโปรตีนเช่นเดียวกับโปรตีนในเส้นผม เส้นใยไหมซึ่งเป็นเส้นใยที่ห่อหุ้มรังของตัวอ่อน



ไหม

ขนสัตว์

ภาพประกอบที่ 14 ตัวอย่างเส้นใยจากขนสัตว์

ที่มา: www.t-haiphamai.blogspot.com/2013/04/blog-post_3003.html และ

www.craftnroll.net/craft-101/textile-101-material/

ข้อดีของเส้นใยจากพืช คือ สามารถดูดซับน้ำได้ดี ระบายอากาศได้ดี ส่วนข้อจำกัด คือ เมื่อถูกความร้อนจะขึ้นราได้ง่าย เมื่อได้รับความร้อนจะหดตัว

2) เส้นใยกึ่งสังเคราะห์ เป็นเส้นใยที่ได้จากการนำสารจากธรรมชาติมาปรับปรุงโครงสร้างให้เหมาะกับการใช้งาน เช่น การนำเซลลูโลสจากพืชมาทำปฏิกิริยากับกรดแอซิดิกโดยมีกรดซัลฟิวริกเข้มข้นเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ได้เป็นเส้นใยเซลลูโลสแอซิดेट มีสมบัติคล้ายเซลลูโลส ใช้ในการผลิตแผ่นพลาสติก ทำแผงสวิทช์และหุ้มสายไฟฟ้า เส้นใยเรยอน หรือไหมเทียม ซึ่งมีสมบัติคล้ายขนสัตว์ ไหม ลินิน หรือฝ้าย ข้อดีของเส้นใยกึ่งสังเคราะห์ คือ น้ำหนักเบา ไม่ดูดซับความร้อน ดูดซับเหงื่อได้ดี

3) เส้นใยสังเคราะห์ เป็นเส้นใยที่สังเคราะห์ขึ้นจากกระบวนการทางเคมี เช่น พอลิเอไมด์หรือไนลอน ใช้ในการทำเสื้อผ้า ถุงเท้า ถุงน่อง ขนของแปรงต่าง ๆ สายกีตาร์ สายเอ็น พอลิเอสเตอร์หรือดาคرون ใช้ในการทำเชือก ด้าย แห อวน เส้นใยสังเคราะห์มีข้อดี คือ ทนต่อจุลินทรีย์เชื้อรา และแบคทีเรีย ทนต่อสารเคมี ไม่ยับง่าย ไม่ดูดซับน้ำ ซักง่าย แห้งเร็ว



ภาพประกอบ 15 ไหมพรม

ที่มา: www.baanmork.com

เกร็ดความรู้ กระบวนการผลิตเม็ดพลาสติก

กระบวนการผลิตเม็ดพลาสติกเริ่มจากการนำสารประกอบไฮโดรคาร์บอน (สารประกอบที่มีคาร์บอนและไฮโดรเจนเป็นองค์ประกอบหลัก) ที่มีขนาดเล็ก มาทำปฏิกิริยากันจนได้เป็นสายโซ่ยาว เรียกว่า พอลิเมอร์ โดยพอลิเมอร์ที่สังเคราะห์ได้จะถูกนำไปขึ้นรูปเป็นเม็ดพลาสติก และผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ต่อไป เช่น การผลิตเม็ดพลาสติกพอลิเอทิลีน เริ่มต้นจากการนำแก๊สเอทิลีนมาเติมตัวเร่งปฏิกิริยาที่เหมาะสม โมเลกุลขนาดเล็ก ๆ ของแก๊สเอทิลีนจำนวนมากจะเข้ามาต่อกันเป็นโมเลกุลยาวได้เป็นพอลิเอทิลีนที่มีสมบัติเหมาะสมสำหรับนำไปขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เช่น ขวด ถุงพลาสติก ของเล่นเด็ก

ใบงานที่ 1.1

การตรวจสอบสมบัติทางกายภาพบางประการของพอลิเมอร์

คำชี้แจง : ให้นักเรียนทำปฏิบัติการตรวจสอบสมบัติทางกายภาพบางประการของพอลิเมอร์ โดยให้ดำเนินการตามหัวข้อที่กำหนดให้แล้วอภิปรายผล

สมรรถนะ A1: นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล

A2: ระบุ ใช้ และสร้างตัวแบบ และนำเสนอข้อมูลเพื่อใช้ในการอธิบาย

A4: เสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการอธิบาย

ชื่อ-นามสกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

จุดประสงค์

.....

ระบุปัญหา

.....

สมมติฐาน

.....

อุปกรณ์

1. พอลิเมอร์ ได้แก่ ถุงใส่อาหารชนิดใส ขวดน้ำชนิดใส ขวดน้ำชนิดขุ่น
จานชนิดบาง ขวดนมเปรี้ยว

2. น้ำ

3. บีกเกอร์ ขนาด 100 ml

4. กรรไกร มีด

5. ตะปู

วิธีการทดลอง

1. ตัดพอลิเมอร์แต่ละชนิดให้มีขนาด 10 x 10 ซม.
2. ทดสอบความแข็งโดยการกดหรือบีบ
3. ทดสอบความยืดหยุ่นโดยการดึง บิด หรือพับ
4. ทดสอบการขีดข่วนโดยใช้ตะปูขีด
5. ทดสอบความหนาแน่น
 - 5.1 ใส่ในน้ำ 20 ลูกบาศก์เซนติเมตร ในปิ๊กเกอร์
 - 5.2 ใส่ชิ้นพอลิเมอร์แต่ละชนิดลงในน้ำ สังเกตการจมหรือลอยของพอลิเมอร์

บันทึกผลการทดลอง

พอลิเมอร์	การบีบ/กด	การดึง/บิด/ พับ	การขีด	การลอยตัว
ถุงใส่อาหารชนิดใส				
ขวดน้ำชนิดขุ่น				
ขวดน้ำชนิดใส				
ขวดนมเปรี้ยว				
จานชนิดบาง				

อภิปรายผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายกิจกรรม

1. พอลิเมอร์แต่ละชนิดมีสมบัติแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

.....
.....

2. พอลิเมอร์ใดมีความหนาแน่นมากที่สุด เพราะเหตุใด

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

ใบงานที่ 1.2 เรื่อง คุณสมบัติของพอลิเมอร์

ชื่อ-นามสกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

คำชี้แจง: ให้นักเรียนบอกประเภทพอลิเมอร์ต่อไปนี้

สมรรถนะ A1: นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล

พอลิเมอร์	ข้อมูล
 เชือกไนลอน	ประเภท <input type="checkbox"/> ธรรมชาติ <input type="checkbox"/> สังเคราะห์ โครงสร้าง..... คุณสมบัติ.....
 ท่อน้ำประปา	ประเภท <input type="checkbox"/> ธรรมชาติ <input type="checkbox"/> สังเคราะห์ โครงสร้าง..... คุณสมบัติ.....
 ถุงมือแพทย์	ประเภท <input type="checkbox"/> ธรรมชาติ <input type="checkbox"/> สังเคราะห์ โครงสร้าง..... คุณสมบัติ.....
 แก้วเมลามีน	ประเภท <input type="checkbox"/> ธรรมชาติ <input type="checkbox"/> สังเคราะห์ โครงสร้าง..... คุณสมบัติ.....
 ฝ้าย	ประเภท <input type="checkbox"/> ธรรมชาติ <input type="checkbox"/> สังเคราะห์ โครงสร้าง..... คุณสมบัติ.....

พอลิเมอร์	ข้อมูล
 <p>ยางรถยนต์</p>	<p>ประเภท <input type="checkbox"/> ธรรมชาติ <input type="checkbox"/> สังเคราะห์</p> <p>โครงสร้าง.....</p> <p>คุณสมบัติ.....</p>
 <p>แป้ง</p>	<p>ประเภท <input type="checkbox"/> ธรรมชาติ <input type="checkbox"/> สังเคราะห์</p> <p>โครงสร้าง.....</p> <p>คุณสมบัติ.....</p>

จากข้อมูลข้างต้น โครงสร้างของพอลิเมอร์แต่ละชนิด ส่งผลต่อสมบัติของพอลิเมอร์อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ใบงานที่ 1.3 เรื่อง การใช้ประโยชน์จากพอลิเมอร์

ชื่อ-นามสกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

คำชี้แจง: ให้นักเรียนจับฉลากคำใบ้เกี่ยวกับสมบัติของพอลิเมอร์แล้ววาดภาพออกแบบ
โครงสร้างให้สอดคล้องกับข้อความที่ได้ให้ถูกต้อง พร้อมอธิบายการนำไปใช้ประโยชน์
สมรรถนะ A2: ระบุ ใช้ และสร้างตัวแบบ และนำเสนอข้อมูลเพื่อใช้ในการอธิบาย

คำใบ้ที่ได้.....

.....

การนำไปใช้ประโยชน์.....

.....

.....

.....

บัตรคำใบ้

พอลิยูรีเทน แข็งแรงมาก ยืดหยุ่น ได้งอได้น้อย
เมื่อได้รับความร้อนสูงจะแตกหักและเป็นเถ้า

พอลิโพรพิลีน มีความหนาแน่นค่อนข้างต่ำ
มีความแข็งและเหนียว ยืดหยุ่นได้ เมื่อได้รับความ
ร้อนจะหลอมเหลว เมื่อเย็นลงจะแข็งตัวและ
นำไปขึ้นรูปใหม่

พอลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นสูง มีความ
หนาแน่นและจุดหลอมเหลวสูงกว่าพอลิโพรพิลีน
เมื่อได้รับความร้อนจะอ่อนตัว และสามารถ
เปลี่ยนรูปร่างกลับไปกลับมา

ใบงานที่ 1.4 เรื่อง ประโยชน์พอลิเมอร์ในชีวิตประจำวัน

ชื่อ-นามสกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

คำชี้แจง: ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

สมรรถนะ A5: อธิบายถึงศักยภาพของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้เพื่อสังคม

1. เพราะเหตุใดพื้นรองเท้า กระเป๋าน้ำร้อน ถู่มือ และสายพานจึงทำมาจากยาง

.....

2. นักเรียนมีหลักเกณฑ์อย่างไรในการเลือกผ้าเพื่อใช้ทำเครื่องนุ่งห่ม

.....

3. การเลือกเส้นใยเพื่อนำมาใช้ประโยชน์ต่อไปนี้ ชุดกีฬา ชุดดับเพลิง และชุดกันหนาวควรคำนึงถึงอะไร

.....

4. การนำเส้นใยธรรมชาติมาทอร่วมกับเส้นใยสังเคราะห์จะได้ผ้าที่มีคุณภาพดีกว่าทอจากเส้นใยชนิดใดชนิดหนึ่งเพียงชนิดเดียว อย่างไร

.....

5. พลาสติกที่ใช้ทำกล่องโฟมใส่อาหาร และยางยืดรัดของจะมีสมบัติคล้ายกับพอลิเมอร์ชนิดใด

พอลิเมอร์	ลักษณะทางกายภาพ	สภาพการไหม้ไฟ	การนำมารีไซเคิล
A	โปร่งใส เปราะ	เขม่ามาก ค่อนข้างไหม้	ได้
B	ยืดหยุ่น เหนียว	คล้ายแก๊สจุดตะเกียง	ได้
C	ยืดหยุ่น เหนียว	ควันขาว กลิ่นกรด	ไม่ได้
D	ทึบแสง แข็ง	ติดไฟยาก ไม่หลอมเหลว แต่ไหม้เป็นถ่านทั้งหมด	ไม่ได้

ก. A, C ข. B, C ค. C, D ง. D, B

ใบงานที่ 1.5 เรื่อง ขยะในแหล่งชุมชน

ชื่อ-นามสกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

คำชี้แจง: ให้นักเรียนสังเกตภาพต่อไปนี้ แล้วอธิบายแนวโน้มของปัญหาที่อาจเกิดขึ้น

สมรรถนะ A3: พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้ความเป็นเหตุเป็นผล



ที่มา: <https://news.gimyong.com/article/11630>

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แนวคำตอบ ใบบางที่ 1.1

การตรวจสอบสมบัติทางกายภาพบางประการของพอลิเมอร์

ชื่อ-นามสกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

จุดประสงค์

เพื่อตรวจสอบสมบัติทางกายภาพของพอลิเมอร์

ระบุปัญหา

พอลิเมอร์ต่างชนิดกัน จะมีสมบัติที่แตกต่างกันหรือไม่

สมมติฐาน

พอลิเมอร์ที่มีเนื้อแข็งจะมีความแข็งแรงและมีความหนาแน่นมากกว่าพอลิเมอร์ที่มีเนื้ออ่อน

อุปกรณ์

1. พอลิเมอร์ ได้แก่ กล้วยใส่อาหารชนิดใส ขวดน้ำชนิดใส ขวดน้ำชนิดขุ่น
จานชนิดบาง ขวดนมเปรี้ยว
2. น้ำ
3. ปีกเกอร์ ขนาด 100ml
4. กรรไกร, มีด
5. ตะปู

วิธีการทดลอง

1. ตัดพอลิเมอร์แต่ละชนิดให้มีขนาด 10 x 10 ซม.
2. ทดสอบความแข็งโดยการกดหรือบีบ
3. ทดสอบความยืดหยุ่นโดยการดึง บิด หรือพับ
4. ทดสอบการขีดข่วนโดยใช้ตะปูขีด

5. ทดสอบความหนาแน่น

5.1 ใส่ น้ำ 20 ลูกบาศก์เซนติเมตร ในปิเกตอร์

5.2 ใส่ชิ้นพอลิเมอร์แต่ละชนิดลงในน้ำ สังเกตการจมหรือลอยของพอลิเมอร์

บันทึกผลการทดลอง

พอลิเมอร์	การบีบ/กด	การตั้ง/ปิด/ พับ	การชูด	การลอยตัว
ถุงใส่อาหาร ชนิดใส	ไม่เกิดรอย	เกิดรอย	เกิดรอย	ลอยน้ำ
ขวดน้ำชนิดขุ่น	ไม่เกิดรอย	ไม่เกิดรอย	ไม่เกิดรอย	ลอยน้ำ
ขวดน้ำชนิดใส	ไม่เกิดรอย	ไม่เกิดรอย	ไม่เกิดรอย	ลอยน้ำ
ขวดนมเปรี้ยว	ไม่เกิดรอย	ไม่เกิดรอย	ไม่เกิดรอย	ลอยน้ำ
จานชนิดบาง	ไม่เกิดรอย	ไม่เกิดรอย	ไม่เกิดรอย	ลอยน้ำ

อภิปรายผลการทดลอง

จากการทดลอง พบว่า พอลิเมอร์แต่ละชนิดจะมีความแข็งและความยืดหยุ่นแตกต่างกัน พอลิเมอร์ที่มีเนื้ออ่อนเมื่อขีดด้วยตะปูดูจะเป็นรอยง่ายกว่าพอลิเมอร์ที่มีเนื้อแข็ง พอลิเมอร์ที่มีความหนาแน่นมากจะทนต่อการขีดข่วนและมีความแข็งแรงมากกว่าพอลิเมอร์ที่มีความหนาแน่นน้อย และการจมหรือลอยน้ำของพอลิเมอร์จะขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของพอลิเมอร์เมื่อเทียบกับความหนาแน่นของน้ำ (น้ำมีความหนาแน่น 1.00 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร) โดยพอลิเมอร์ที่มีความหนาแน่นน้อยกว่าน้ำจะลอยน้ำส่วนพอลิเมอร์ที่มีความหนาแน่นมากกว่าน้ำจะจมน้ำ

คำถามท้ายกิจกรรม

1. พอลิเมอร์แต่ละชนิดมีสมบัติแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

พอลิเมอร์แต่ละชนิดมีสมบัติที่ต่างกัน เนื่องจากมีความแข็ง ความยืดหยุ่น และความหนาแน่นแตกต่างกัน แสดงว่า ตัวอย่างพลาสติกที่นำมาทดลองเกิดจากพอลิเมอร์ต่างชนิดกัน

2. พอลิเมอร์ใดมีความหนาแน่นมากที่สุด เพราะเหตุใด

พอลิเมอร์ที่นำมาทำงานชนิดบางจะมีความหนาแน่นมากที่สุด เนื่องจากเมื่อนำมาทดสอบการจมหรือลอยน้ำ ปรากฏว่า พอลิเมอร์ชนิดนี้จมน้ำ ส่วนพอลิเมอร์ชนิดอื่นลอยน้ำ พอลิเมอร์ชนิดนี้จึงมีความหนาแน่นมากที่สุด

แนวคำตอบ ใบงานที่ 1.2 เรื่อง คุณสมบัติของพอลิเมอร์

คำชี้แจง: ให้นักเรียนบอกประเภท โครงสร้าง และคุณสมบัติของพอลิเมอร์ต่อไปนี้

สมรรถนะ A1: นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล

พอลิเมอร์	ข้อมูล
 <p>เชือกไนล่อน</p>	ประเภท <input type="checkbox"/> ธรรมชาติ <input checked="" type="checkbox"/> สังเคราะห์ โครงสร้าง พอลิเมอร์แบบเส้น คุณสมบัติ น้ำหนักเบา ทนต่อจุลินทรีย์ ทนต่อ เชื้อรา แบคทีเรีย ไม่ยับง่าย ไม่ดูดซับน้ำ ทน ต่อสารเคมี ซักง่าย และแห้งเร็ว
 <p>ท่อน้ำประปา</p>	ประเภท <input type="checkbox"/> ธรรมชาติ <input checked="" type="checkbox"/> สังเคราะห์ โครงสร้าง พอลิเมอร์แบบร่างแห คุณสมบัติ มีเนื้อแข็ง คงรูป ทนต่อความชื้น และสารเคมี
 <p>ถุงมือแพทย์</p>	ประเภท <input checked="" type="checkbox"/> ธรรมชาติ <input type="checkbox"/> สังเคราะห์ โครงสร้าง พอลิเมอร์แบบเส้น คุณสมบัติ ด้านทานต่อแรงดึงดูดสูง ทนแต่ ยึดหยุ่นได้ดี ไม่ละลายน้ำ
 <p>แก้วเมลามีน</p>	ประเภท <input type="checkbox"/> ธรรมชาติ <input checked="" type="checkbox"/> สังเคราะห์ โครงสร้าง พอลิเมอร์แบบร่างแห คุณสมบัติ มีเนื้อแข็ง คงรูป ทนต่อความชื้น และสารเคมี
 <p>ฝ้าย</p>	ประเภท <input checked="" type="checkbox"/> ธรรมชาติ <input type="checkbox"/> สังเคราะห์ โครงสร้าง พอลิเมอร์แบบเส้น คุณสมบัติ ดูดซับน้ำได้ดี ระบายอากาศได้ดี

พอลิเมอร์	ข้อมูล
 <p>ยางรถยนต์</p>	ประเภท <input type="checkbox"/> ธรรมชาติ <input checked="" type="checkbox"/> สังเคราะห์ โครงสร้าง พอลิเมอร์แบบร่างแห คุณสมบัติ มีความยืดหยุ่นแม้มีอุณหภูมิต่ำ ทนต่อน้ำมันและตัวทำละลายอินทรีย์
 <p>แป้ง</p>	ประเภท <input type="checkbox"/> ธรรมชาติ <input checked="" type="checkbox"/> สังเคราะห์ โครงสร้าง พอลิเมอร์แบบเส้น คุณสมบัติ เป็นพอลิเมอร์เอกพันธ์

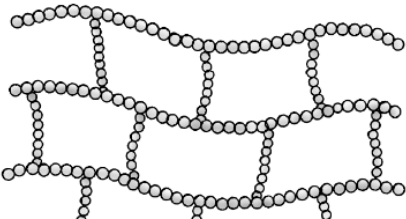

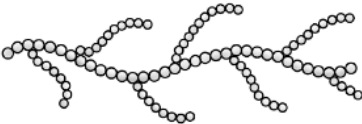
จากข้อมูลข้างต้น โครงสร้างของพอลิเมอร์แต่ละชนิด ส่งผลต่อพอลิเมอร์อย่างไร

1. โครงสร้างแบบเส้น เป็นโครงสร้างที่มอนอเมอร์จะสร้างพันธะเรียงต่อกันเป็นเส้นตรง มีสมบัติเหนียว แข็งแรง สามารถยืดตัวและโค้งงอได้ เมื่อได้รับความร้อนจะอ่อนตัวและจะแข็งตัวเมื่ออุณหภูมิลดลง สามารถเปลี่ยนกลับไปกลับมาได้โดยที่สมบัติของพอลิเมอร์ไม่เปลี่ยนแปลง
2. โครงสร้างแบบกิ่ง เป็นโครงสร้างที่มีมอนอเมอร์มายึดกันและแตกกิ่งก้านสาขาออกจากเส้นพอลิเมอร์หลัก ซึ่งโครงสร้างแบบนี้จะมีลักษณะคล้ายโครงสร้างแบบยาว แต่จะมีความหนาแน่นน้อยและโค้งงอได้ดีกว่า เนื่องจากมีกิ่งก้านสาขาขวางกั้นอยู่ระหว่างโมเลกุลของสายพอลิเมอร์นั่นเอง
3. โครงสร้างแบบร่างแหหรือแบบตาข่าย เป็นโครงสร้างที่มอนอเมอร์นั้นเชื่อมต่อกันเป็นร่างแห ภายในโมเลกุลมีกิ่งก้านสาขาเชื่อมโยงกัน มีสมบัติแข็งแรง ทนทาน โค้งงอได้น้อย คงรูปร่างไม่ยืดหยุ่น และทนความร้อนได้ดี เนื่องจากโมเลกุลยึดกันแน่นในทุก ๆ ทิศทาง

แนวคำตอบ ใบงานที่ 1.3 เรื่อง การใช้ประโยชน์จากพอลิเมอร์

คำชี้แจง: ให้นักเรียนเติมคำต่อไปนี้

สมรรถนะ A2: ระบุ ใช้ และสร้างตัวแบบ และนำเสนอข้อมูลเพื่อใช้ในการอธิบาย

สมบัติ	โครงสร้าง
1. พอลิยูรีเทน แข็งแรงมาก ยืดหยุ่น โค้งงอได้น้อยเมื่อได้รับความร้อนสูงจะแตกหักและเป็นเถ้า	 <p>โครงสร้างแบบร่างแห</p>
2. พอลิโพรพิลีน มีความหนาแน่นค่อนข้างต่ำ มีความแข็งและเหนียว ยืดหยุ่นได้ เมื่อได้รับความร้อนจะหลอมเหลว เมื่อเย็นลงจะแข็งตัวและนำไปขึ้นรูปใหม่	 <p>โครงสร้างแบบเส้นตรง</p>
3. พอลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นสูง มีความหนาแน่นและจุดหลอมเหลวสูงกว่าพอลิโพรพิลีน เมื่อได้รับความร้อนจะอ่อนตัว และสามารถเปลี่ยนรูปร่างกลับไปกลับมา	 <p>โครงสร้างแบบกิ่ง</p>

แนวคำตอบ

ใบงานที่ 1.4 เรื่อง ประโยชน์พอลิเมอร์ในชีวิตประจำวัน

คำชี้แจง: ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

สมรรถนะ A5: อธิบายถึงศักยภาพของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้เพื่อสังคม

1. เพราะเหตุใดพื้นรองเท้า กระเป๋าน้ำร้อน ถุงมือ และสายพานจึงทำมาจากยาง

มีความยืดหยุ่นสูง ทนต่อการเสียดสีสูงทั้งที่อุณหภูมิต่ำและอุณหภูมิสูงและการสึกหรอ ปรับปรุงสมบัติได้ตามที่ต้องการ ทนทานต่อการใช้งานและเสื่อมสภาพช้า

2. นักเรียนมีหลักเกณฑ์อย่างไรในการเลือกผ้าเพื่อใช้ทำเครื่องนุ่งห่ม

1. เส้นใยจากธรรมชาติ มีคุณสมบัติดูดซับน้ำและความชื้นได้ดี ซักได้ง่าย ใส่สบาย มีเส้นใยที่ได้จากแร่ใยหิน มีคุณสมบัติ คือ ไม่ติดไฟ จึงนิยมนำมาทำผ้าทนไฟ เช่น

ชุดดับเพลิง ถุงมือกันความร้อน

2. เส้นใยสังเคราะห์ ใช้ทดแทนเส้นใยจากธรรมชาติ ปัจจุบันนิยมนำมาทำเป็นเสื้อผ้าและเครื่องแต่งกาย มีคุณสมบัติทนยับได้ดี มีความเหนียว ดูแลรักษาง่าย ไม่ทนต่อความร้อน ดูดซับความชื้นได้น้อย

3. การเลือกเส้นใยเพื่อนำมาใช้ประโยชน์ต่อไปนี้ ชุดกีฬา ชุดดับเพลิง และชุดกันหนาวควรคำนึงถึงอะไร

คุณสมบัติของเส้นใย การใช้งาน รวมถึงการเก็บรักษา

4. การนำเส้นใยธรรมชาติมาทอร่วมกับเส้นใยสังเคราะห์จะได้ผ้าที่มีคุณภาพดีกว่าทอจากเส้นใยชนิดใดชนิดหนึ่งเพียงชนิดเดียว อย่างไร

ทำให้ผ้ามีความคงทนมากยิ่งขึ้น เนื่องจากคุณสมบัติของเส้นใยแต่ละชนิดมีความแตกต่างกัน

5. พลาสติกที่ใช้ทำกล่องโฟมใส่อาหาร และยางยืดรัดของจะมีสมบัติคล้ายกับพอลิเมอร์ชนิดใด

พอลิเมอร์	ลักษณะทางกายภาพ	สภาพการไหม้ไฟ	การนำมารีไซเคิล
A	โปร่งใส เปราะ	เขม่ามาก ค่อนข้างลื่นคล้ายแก้วจุดตะเกียง	ได้
B	ยืดหยุ่น เหนียว	ควันขาว กลิ่นกรด	ได้
C	ยืดหยุ่น เหนียว	ติดไฟยาก ไม่หลอมเหลว	ไม่ได้
D	ทึบแสง แข็ง	แต่ไหม้เป็นเถ้าทั้งหมด	ไม่ได้

ก. A, C ข. B, C ค. C, D ง. D, B

แนวคำตอบ ใบงานที่ 1.5 เรื่อง ขยะริมคลอง

ชื่อ-นามสกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

คำชี้แจง: ให้นักเรียนสังเกตภาพต่อไปนี้ แล้วอธิบายแนวโน้มของปัญหาที่อาจเกิดขึ้น

สมรรถนะ A3: พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้ความเป็นเหตุเป็นผล



ที่มา: <https://news.gimyong.com/article/11630>

- กระทบต่อวงจรชีวิตของสัตว์น้ำ เช่น น้ำเสียที่เกิดจากสารพิษอาจทำให้ปลาและสิ่งมีชีวิตตายทันที ส่วนน้ำเสียที่เกิดจากออกซิเจนในน้ำลดต่ำลง อาจทำลายพืชและสัตว์น้ำเล็ก ๆ ที่เป็นอาหารของปลา ทำให้ความอุดมสมบูรณ์หรือแหล่งอาหารของสัตว์น้ำลดลง
- เป็นแหล่งแพร่ระบาดของเชื้อโรค เช่น อหิวาตกโรค บิด และท้องเสีย
- มีผลกระทบต่อความปลอดภัย เพราะน้ำเสียที่มีความเป็นกรดและต่างไม่เหมาะสมสำหรับการเกษตร
- มีผลต่อกระทบต่อทัศนียภาพ เพราะความสวยงามของแหล่งน้ำสามารถใช้เป็นสถานที่พักผ่อนหย่อนใจ หรือจัดกิจกรรมทางน้ำเพื่อความบันเทิงได้
- ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของระบบนิเวศ เช่น มีกลิ่นเหม็นจากน้ำเน่าเสีย

แบบทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน
รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง พอลิเมอร์
ข้อสอบจำนวน 10 ข้อ 10 คะแนน เวลาทำข้อสอบ 10 นาที

ชื่อ-นามสกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

คำชี้แจง : ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

1. ข้อใดหมายถึงพอลิเมอร์ (ความจำ)
 - ก. เป็นสารที่มีโมเลกุลขนาดเล็ก
 - ข. เป็นสารที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่
 - ค. เป็นสารที่สร้างจากพันธะไอออนิก
 - ง. เป็นสารที่สร้างจากพันธะไฮโดรเจน
2. พอลิเมอร์ชนิดใดมีความยืดหยุ่นสูง (ความจำ)
 - ก. ยาง
 - ข. โฟม
 - ค. กระดาษ
 - ง. พลาสติก
3. ข้อใดเป็นพอลิเมอร์ธรรมชาติ (ความจำ)
 - ก. พลาสติก
 - ข. ไนลอน
 - ค. ซิลิโคน
 - ง. ยาง
4. ท่อประปาทำมาจากพลาสติกประเภทใด (ความเข้าใจ)
 - ก. พลาสติกธรรมชาติ
 - ข. เทอร์มอพลาสติก
 - ค. พลาสติกเทอร์มอเซต
 - ง. ไม่มีข้อใดถูก
5. โฟมทำมาจากพอลิเมอร์ประเภทใด (ความจำ)
 - ก. พอลิไธรีน
 - ข. พอลิเอทิลีน
 - ค. พอลิไวนิลคลอไรด์
 - ง. พอลิเตตระฟลูออโรเอทิลีน
6. โหมเป็นวัสดุที่มาจากข้อใด (ความจำ)
 - ก. พืช
 - ข. สัตว์
 - ค. แร่ธาตุ
 - ง. พลาสติก

7. วัสดุใดเหมาะสำหรับการทำเป็นเสื้อกันฝน (นำไปใช้)
ก. ผ้า ข. ยาง ค. กระดาษ ง. พลาสติก
8. สารในข้อใดเป็นพอลิเมอร์ร่วม (วิเคราะห์)
ก. แป้ง ข. โปรตีน ค. เซลลูโลส ง. ไกลโคเจน
9. โครงสร้างของพอลิเมอร์แบบใด เมื่อได้รับความร้อนแล้วจะไม่สามารถหลอมเหลวหรือเปลี่ยนแปลงรูปร่างได้ (การวิเคราะห์)
ก. โครงสร้างแบบกิ่ง
ข. โครงสร้างแบบเส้น
ค. โครงสร้างแบบร่างแห
ง. โครงสร้างแบบกิ่งและแบบร่างแห
10. ข้อใดคือพอลิเมอร์ที่นำมาใช้ทำถุงขยะ ภาชนะ ดอกไม้พลาสติก (ความคิดสร้างสรรค์)
ก. พอลิสไตรีน
ข. พอลิเอทิลีน
ค. พอลิไวนิลคลอไรด์
ง. พอลิเอทิลีนเทเรฟทาเลต

เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน
รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง พอลิเมอร์

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

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
10	ดีมาก
8-9	ดี
6-7	พอใช้
ต่ำกว่า 6	ปรับปรุง

แบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์

การประเมินสมรรถนะ A: การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์

- A1 นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล (2 ข้อ)
 A2 ระบุ ใช้ และสร้างแบบจำลองและตัวแทนเชิงอธิบาย (2 ข้อ)
 A5 อธิบายถึงศักยภาพของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่นำไปใช้เพื่อสังคม (1 ข้อ)



สถานการณ์ที่ 1 เรื่องเสื้อผ้า

นักวิทยาศาสตร์ชาวอังกฤษ ได้พัฒนาผ้า “ฉลาด” เพื่อที่จะช่วยให้เด็กพิการสามารถสื่อสารด้วย “คำพูด” ได้ เด็กที่ใส่เสื้อกั๊กที่ทำด้วยเส้นใยพิเศษที่นำไฟฟ้าได้ซึ่งเชื่อมต่อไปยังเครื่องสังเคราะห์เสียง จะสามารถทำให้ผู้อื่นเข้าใจสิ่งที่เขาต้องการสื่อสาร โดยการแตะลงบนผ้าที่มีความไวต่อการสัมผัสเท่านั้น

วัสดุนี้ทำด้วยผ้าธรรมดาและเคลือบรูปพูนด้วยเส้นใยที่มีคาร์บอนสอดไส้อยู่ จึงสามารถนำไฟฟ้าได้ เมื่อมีแรงกดลงบนผ้า สัญญาณแบบต่าง ๆ จะถูกส่งไปตามเส้นใยและไปแปลงสัญญาณ ซิปคอมพิวเตอร์จะอ่านได้ว่าส่วนใดของผ้าถูกแตะแล้วก็จะไปทำให้เครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์ที่ติดตั้งอยู่ทำงาน เครื่องมือดังกล่าวมีขนาดไม่เกินกว่ากล่องไม้ขีด 2 กล่องเท่านั้น

“ส่วนที่ฉลาด ก็คือ วิธีการทอและการส่งสัญญาณผ่านทางเส้นใย เราสามารถทอเส้นใยนี้ให้กลมกลืนเข้าไปในลายผ้าซึ่งทำให้เราไม่สามารถมองเห็นมัน”

นักวิทยาศาสตร์ท่านหนึ่งกล่าว

ผ้านี้สามารถซัก บิด หรือห่มห่อสิ่งต่าง ๆ โดยไม่เกิดความเสียหายและนักวิทยาศาสตร์ยังกล่าวด้วยว่า ผ้านี้สามารถผลิตเป็นจำนวนมากได้ในราคาถูก

คำถามที่ 1 เลื้อผ้า

คำกล่าวอ้างใด สามารถทดสอบในห้องปฏิบัติการได้ จงเขียนวงกลม ล้อมรอบ คำว่า “ได้” หรือ “ไม่ได้” ในแต่ละข้อ

ผ้าสามารถ	สามารถทดสอบได้ใน ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
ซักได้โดยไม่เกิดความเสียหาย	ได้ / ไม่ได้
ห่อหุ้มสิ่งต่าง ๆ ได้โดยไม่เกิดความเสียหาย	ได้ / ไม่ได้
บิดได้โดยไม่เกิดความเสียหาย	ได้ / ไม่ได้
ผลิตเป็นจำนวนมากได้ในราคาถูก	ได้ / ไม่ได้

ลักษณะเฉพาะของข้อสอบ

สมรรถนะ A1: นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล

ความรู้: บอกความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน
การใช้ความรู้: ขอบเขตของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สถานการณ์: สังคม

ลักษณะของข้อสอบ: เลือกตอบ

คำถามที่ 2 เลือกผ้าให้นักเรียนทำเครื่องหมายวงกลม ข้อที่ถูกต้องที่สุด
 เครื่องมือชนิดใดในห้องปฏิบัติการ ที่ใช้ตรวจสอบว่า ผ้าที่ทอนำไฟฟ้าได้

- ก. โวลต์มิเตอร์ (Voltmeter)
- ข. กล่องแสง (Light Box)
- ค. ไมโครมิเตอร์ (Micrometer)
- ง. เครื่องวัดเสียง (Sound Meter)

ลักษณะเฉพาะของข้อสอบ

สมรรถนะ A1: นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล

ความรู้: ระบบทางเทคโนโลยี (ความรู้วิทยาศาสตร์)

การใช้ความรู้: ขอบเขตของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สถานการณ์: ส่วนตัว

ลักษณะของข้อสอบ: เลือกตอบ

แนวทางคำตอบแบบวัดความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์

คำถามที่ 1 เสื้อผ้า

คำกล่าวอ้างว่าดังต่อไปนี้ สามารถทดสอบในห้องปฏิบัติการได้หรือไม่ จงเขียนวงกลมล้อมรอบคำว่า “ได้” หรือ “ไม่ได้” ในแต่ละข้อ

ผ้าสามารถ	สามารถทดสอบได้ใน ห้องปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์
ซักได้โดยไม่เกิดความเสียหาย	<input checked="" type="radio"/> ได้ / <input type="radio"/> ไม่ได้
ห่อหุ้มสิ่งต่าง ๆ ได้โดยไม่เกิดความเสียหาย	<input checked="" type="radio"/> ได้ / <input type="radio"/> ไม่ได้
ปิดได้โดยไม่เกิดความเสียหาย	<input checked="" type="radio"/> ได้ / <input type="radio"/> ไม่ได้
ผลิตเป็นจำนวนมากได้ในราคาถูก	ได้ / <input checked="" type="radio"/> ไม่ได้

คำถามที่ 2 เสื้อผ้า ให้นักเรียนทำเครื่องหมายวงกลม ข้อที่ถูกต้องที่สุด

เครื่องมือชนิดใดในห้องปฏิบัติการ ที่ใช้ตรวจตอบว่า ผ้าที่ทอผ้าไฟฟ้าได้

- ก. โวลต์มิเตอร์ (Voltmeter)
- ข. กล่องแสง (Light Box)
- ค. ไมโครมิเตอร์ (Micrometer)
- ง. เครื่องวัดเสียง (Sound Meter)

สถานการณ์ที่ 2 ภัยร้ายในกล่องอาหาร

โฟมและพลาสติก 2 มัจจุราชสุดอันตรายต่อสุขภาพ เพราะในโฟมมีสารสไตรีนมอนอเมอร์ ส่วนในพลาสติกขุ่นมีสารไดออกซิน และในพลาสติกใสมีสารไวนิล คลอไรด์มอนอเมอร์ ซึ่งทั้งหมดล้วนเป็นสารพิษที่ก่อให้เกิดมะเร็ง ส่งผลกระทบต่อระบบประสาทสมอง และร่างกาย ดังนั้นเพื่อสุขภาพที่ดี โปรดหลีกเลี่ยงภาชนะโฟมและพลาสติก ไม่นำมาใส่อาหารรับประทาน นอกจากเป็นประโยชน์ต่อสุขภาพ ยังช่วยลดปัญหาขยะและสิ่งแวดล้อมด้วย

อันตราย! ใส่โฟม รองด้วยพลาสติก

พลาสติกที่รองอาหารในกล่องโฟมนั้น นอกจากจะไม่ช่วยแล้ว ยังมีโทษมากกว่าที่คิด

สารในโฟม

สไตรีน มอนอเมอร์

ก่อนเริ่มหลายชนิด

ในหญิงตั้งครรภ์ ทำให้เกิดความผิดปกติของโครโมโซมในการตั้งครรภ์

ออร์โมนผิดปกติ

โรคทางระบบประสาท เช่น อ่อนเพลีย หงุดหงิด นอนหลับยาก

เกิดความผิดปกติของต่อมไทรอยด์และเกล็ดเลือดต่ำ

โฟม-พลาสติก
สองคู่หู
สุดอันตราย!



สารในพลาสติกขุ่น

ไดออกซิน

ก่อนเริ่มหลายชนิด

มีผลต่อระบบสืบพันธุ์ ทำให้อสุจิลดลง มดลูกและรังไข่ผิดปกติ

สารในพลาสติกใส

ไวนิล คลอไรด์ มอนอเมอร์

ก่อนเริ่มหลายชนิด

มีโอกาสเกิดการอักเสบทางสมอง และตับ

?

เพราะเหตุใด
สารพิษถึง
ปนเปื้อน



โฟมและพลาสติก เป็นภาชนะที่ผลิตมาจากปิโตรเลียม



หากสัมผัสอาหาร จะทำให้สารอันตรายละลายออกมาปนเปื้อนได้

ปริมาณสารอันตรายที่ออกมาขึ้นกับปัจจัยดังนี้



ความร้อนและความชื้นของอาหาร



ระยะเวลาที่ภาชนะสัมผัสกับอาหาร



ปริมาณไขมันในอาหาร



การนำอาหารเข้าไมโครเวฟ

เลี่ยงใช้ภาชนะโฟมกับพลาสติก ไทโรโรกัย ไร้สารพิษ

Source: ศูนย์ข้อมูลด้านสุขภาพนานาชาติ (www.thaismsinfo.com)
สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา (www.ocpb.go.th)
ตลาดสีเขียว (www.thaigreenmarket.com)
สาร-สอริ่ง ศูนย์วิจัยสุขภาพ (www.suphan.dust.ac.th)

 Infographic Move
  Infographic Move



ที่มา: healthymediahub.com/media/detail/อันตรายใส่โฟมรองด้วยพลาสติก

ในส่วนของบริษัทจากโพน ที่เราใส่อาหารนั้น ก็จะเป็นประเภท PSP อย่างที่เราทราบกันว่า โพนนั้น ใช้เวลาในการย่อยสลายที่นาน และถึงแม้จะสามารถนำมารีไซเคิลใหม่ได้ แต่ในการรีไซเคิล หรือการผลิตนั้นต้องมีการใช้สารเคมีเป็นสารตั้งต้น ซึ่งเป็นอันตรายต่อร่างกาย และธรรมชาติ ปัจจุบัน

ผู้คนที่หันมาสนใจ บริษัททางด้านเลือก อื่น ๆ ไม่ว่าจะเป็นจากกระดาษ ผลผลิตทางการเกษตร หรือจะเป็นพลาสติก แต่เป็นพลาสติกที่มีระยะเวลาในการย่อยสลายที่น้อยลง หรือผลิตจากวัสดุธรรมชาติมาผสม

วัสดุแรกที่คนหันมาใช้กันเยอะ คือกระดาษ เพราะสามารถหาได้ง่าย และราคาไม่แพง และขั้นตอนในการผลิตกระดาษ ก็มีสารเคมีเป็นส่วนผสมที่น้อยกว่า โพน และสามารถย่อยสลายได้รวดเร็วกว่า คนจึงหันมาใช้กระดาษทำเป็นบรรจุภัณฑ์แทน หรือถ้าต้องการจากธรรมชาติ ที่เป็นผลผลิตที่เหลือจากการเกษตร ก็จะมีที่เราเห็นกันบ่อย ๆ ก็คือ จาน ชาม หรือกล่องจากชานอ้อย ซึ่งเป็นสิ่งที่เหลือจากการผลิตน้ำตาล ซึ่งกล่องชานอ้อยนั้นจะใช้ระยะเวลาในการย่อยสลายน้อยมาก คือประมาณ 45 วัน



คำถามที่ 1 เพราะเหตุใดกล่องโพนที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย เสมือนว่าเป็นวัสดุไม่เป็นอันตราย ปลอดภัย จึงนำมาเป็นบรรจุภัณฑ์ใส่อาหารเพื่อการบริโภค

.....

ลักษณะเฉพาะของข้อสอบ

สมรรถนะ A2: ระบุ ใช้ และสร้างตัวแบบและนำเสนอข้อมูลเพื่อใช้ในการอธิบาย

ความรู้: ความรู้ทางวิทยาศาสตร์

การใช้ความรู้: ขอบเขตของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สถานการณ์: สังคม

ลักษณะของข้อสอบ: การตอบอย่างอิสระ

คำถามที่ 2 นักเรียนคิดว่า กล้องโฟมที่ใช้ในการบรรจุอาหารในปัจจุบันมีอันตราย
อย่างไรบ้าง จงอธิบาย เพราะเหตุใดร้านอาหารทั่วไปจึงยังนิยมใช้กันอย่าง
แพร่หลาย

.....
.....

ลักษณะเฉพาะของข้อสอบ

สมรรถนะ A2: ระบุ ใช้ และสร้างตัวแบบและนำเสนอข้อมูลเพื่อใช้ในการอธิบาย

ความรู้: ความรู้ทางวิทยาศาสตร์

การใช้ความรู้: ขอบเขตของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สถานการณ์: สังคม

ลักษณะของข้อสอบ: การตอบอย่างอิสระ

คำถามที่ 3 หากการใช้โฟมเป็นอันตรายต่อสุขภาพ นักเรียนคิดว่าจะต้องใช้วัสดุ
ทดแทนใด ที่จะใช้แก้ปัญหานี้ได้ โดยเป็นวัสดุที่หาง่ายและใช้ต้นทุนต่ำ จงอธิบาย
พร้อมให้เหตุผลประกอบ

.....
.....

ลักษณะเฉพาะของข้อสอบ

สมรรถนะ A5: อธิบายถึงศักยภาพของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้
เพื่อสังคม

ความรู้: ความรู้ทางวิทยาศาสตร์

การใช้ความรู้: ขอบเขตของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สถานการณ์: สังคม

ลักษณะของข้อสอบ: การตอบอย่างอิสระ

แนวทางคำตอบแบบวัดความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์

คำถามที่ 1 เพราะเหตุใดกล่องโฟมที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย เสมือนว่าเป็นวัสดุไม่เป็นอันตราย ปลอดภัย จึงนำมาเป็นบรรจุภัณฑ์ใส่อาหารเพื่อการบริโภค

ในยุคสมัยที่คนเราเร่งรีบ รักความสะดวกสบาย หลายคนคงเคยชินกับการรับประทานอาหารกล่อง อาหารสำเร็จรูป เพราะสะดวก รวดเร็ว ประหยัด หาซื้อได้ง่าย

คำถามที่ 2 นักเรียนคิดว่า กล่องโฟมที่ใช้ในการบรรจุอาหารในปัจจุบันมีอันตรายอย่างไรบ้าง จงอธิบาย เพราะเหตุใดร้านอาหารทั่วไปจึงยังนิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย

ประเด็นที่ 1 ภาชนะบรรจุอาหารที่ทำจากโฟมนั้นมีอันตราย เพราะมีสารก่อมะเร็งอย่างสไตรีน ซึ่งสามารถปนเปื้อนกับอาหารที่บรรจุในกล่องโฟมได้ สไตรีนหากสะสมอยู่ในร่างกายเป็นเวลานานอาจก่อให้เกิดมะเร็ง สไตรีนมีลักษณะคล้ายกับฮอร์โมนเอสโตรเจน ซึ่งเป็นฮอร์โมนที่อยู่ในเพศหญิง เมื่อร่างกายได้รับสไตรีนเข้าไปแล้ว จะส่งผลทำให้ฮอร์โมนในร่างกายทำงานผิดปกติ เป็นสาเหตุของโรคมะเร็ง โดยเฉพาะมะเร็งเต้านม ส่วนผู้ชายก็ส่งผลต่อการเป็นมะเร็งต่อมลูกหมาก หญิงมีครรภ์ที่รับประทานอาหารบรรจุในกล่องโฟมมีโอกาสทำให้ลูกสมองเสื่อม กลายเป็นเอ๋อ อวัยวะบางส่วนพิการ และการรับประทานอาหารจากกล่องโฟมอย่างน้อยวันละ 1 มื้อ ติดต่อกันเป็นเวลานาน 10 ปี จะทำให้มีความเสี่ยงโรคมะเร็งสูงกว่าคนปกติถึง 6 เท่า **ประเด็นที่ 2** เพราะ เป็นการลดต้นทุนในการทำธุรกิจและสามารถหาง่าย มีความสะดวกและรวดเร็วในการใช้งาน

คำถามที่ 3 หากการใช้โฟมเป็นอันตรายต่อสุขภาพ นักเรียนคิดว่าจะต้องใช้วัสดุทดแทนใด ที่จะใช้แก้ปัญหานี้ได้ โดยเป็นวัสดุที่หาง่ายและใช้ต้นทุนต่ำ จงอธิบายพร้อมให้เหตุผลประกอบ

กระดาษ เพราะสามารถหาได้ง่าย และราคาไม่แพง และขั้นตอนในการผลิตกระดาษ ก็มีสารเคมีเป็นส่วนผสมที่น้อยกว่า โฟม และสามารถย่อยสลายได้รวดเร็วกว่า

กล่องจากชานอ้อย เป็นผลผลิตที่เหลือจากการเกษตร ที่เราเห็นกันบ่อย ๆ ก็คือจาม ชาม ซึ่งเป็นสิ่งที่เหลือจากการผลิตน้ำตาล ซึ่งกล่องชานอ้อย นั้นจะใช้ระยะเวลาในการย่อยสลายน้อยมาก คือประมาณ 45 วัน ถ้าเป็นบรรจุภัณฑ์ที่จำเป็นต้องกันชื้นของน้ำ นั้นอาจจะไม่สามารถใช้กระดาษ หรือชานอ้อยได้ 100% ก็ต้องมีการใช้พลาสติกเข้ามาผสม แต่ปัจจุบันก็มีพลาสติกหลากหลายแบบ ทั้ง Biodegradable หรือพลาสติกที่ทำจากสาหร่ายมันสำปะหลัง เพื่อให้อายุในการย่อยสลายลดลง และเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม มากขึ้น

เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์
สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์

สมรรถนะความฉลาดรู้ วิทยาศาสตร์	ระดับคะแนน	อธิบาย
A 1 นำความรู้ทาง วิทยาศาสตร์มาใช้สร้าง คำอธิบายที่สมเหตุสมผล	ควรปรับปรุง (1)	สามารถใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ที่ซับซ้อนหรือเป็นนามธรรมในการ สร้างคำอธิบายเหตุการณ์ที่ไม่ คุ้นเคย
	ระดับปานกลาง (2)	สามารถใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ที่ซับซ้อนในการสร้างคำอธิบายเพื่อ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่ เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์นั้นได้ อย่างสมเหตุสมผล
	ระดับดี (3)	สามารถบอกความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับ สถานการณ์ในชีวิตประจำวัน
	ระดับดีมาก (4)	สามารถบอกข้อเท็จจริงที่ได้จาก การสังเกตสถานการณ์ใน ชีวิตประจำวัน โดยใช้คำศัพท์ทาง วิทยาศาสตร์

เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์
สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์

สมรรถนะความฉลาดรู้ วิทยาศาสตร์	ระดับคะแนน	อธิบาย
A 2 การระบุ ใช้ และสร้าง รูปแบบหรือ และนำเสนอ ข้อมูลเพื่อใช้ในการอธิบาย	ควรปรับปรุง (1)	สามารถสร้างแบบจำลองของ เรื่องราวที่ได้จากการสังเกต สถานการณ์ในชีวิตประจำวัน โดย ใช้คำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์
	ระดับปานกลาง (2)	สามารถสร้างและระบุองค์ประกอบ ของแบบจำลองของเรื่องราวที่ได้ จากการสังเกตสถานการณ์ใน ชีวิตประจำวันโดยใช้ความรู้ทาง วิทยาศาสตร์
	ระดับดี (3)	สามารถสร้างแบบจำลองเชิง อธิบายที่ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ที่ซับซ้อนเพื่อนำเสนอความสัมพันธ์ ระหว่างองค์ประกอบของ แบบจำลองที่เกี่ยวข้องกับ ปรากฏการณ์นั้นได้อย่าง สมเหตุสมผล
	ระดับดีมาก (4)	สามารถสร้างแบบจำลองเชิง อธิบายที่ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ที่ซับซ้อนหรือเป็นนามธรรมเพื่อ อธิบายเหตุการณ์ที่ไม่คุ้นเคยได้ อย่างสมเหตุสมผล

เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์
สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์

สมรรถนะความฉลาดรู้ วิทยาศาสตร์	ระดับคะแนน	อธิบาย
A 3 พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้ความเป็นเหตุเป็นผล	<p style="text-align: center;">ควรปรับปรุง (1)</p>	<p>สามารถคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงของสถานการณ์ในชีวิตประจำวันที่สังเกตได้ โดยใช้ประสบการณ์เดิม</p>
	<p style="text-align: center;">ระดับปานกลาง (2)</p>	<p>สามารถคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงของสถานการณ์ในชีวิตประจำวันที่สังเกตได้โดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์</p>
	<p style="text-align: center;">ระดับดี (3)</p>	<p>สามารถพยากรณ์และอธิบายความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ โดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างสมเหตุสมผล</p>
	<p style="text-align: center;">ระดับดีมาก (4)</p>	<p>สามารถพยากรณ์และอธิบายความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ที่ไม่คุ้นเคยโดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ซับซ้อนหรือเป็นนามธรรม</p>

**เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดความรู้ด้านวิทยาศาสตร์
สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์**

สมรรถนะความรู้ วิทยาศาสตร์	ระดับคะแนน	อธิบาย
A 4 เสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการอธิบาย	ควรปรับปรุง (1)	สามารถเสนอสมมติฐานจากการสังเกตสถานการณ์ในชีวิตประจำวันที่ไม่จำเป็นต้องนำไปสู่การออกแบบการตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ได้
	ระดับปานกลาง (2)	สามารถเสนอสมมติฐานจากการสังเกตสถานการณ์ในชีวิตประจำวันที่สามารถนำไปสู่การออกแบบการตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ได้
	ระดับดี (3)	สามารถเสนอสมมติฐานเพื่ออธิบายปรากฏการณ์โดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ซับซ้อนอย่างสมเหตุสมผล
	ระดับดีมาก (4)	สามารถเสนอสมมติฐานเพื่ออธิบายและลงข้อสรุปเหตุการณ์ที่ไม่คุ้นเคยโดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ซับซ้อนหรือเป็นนามธรรมและใช้หลักฐานเชิงประจักษ์เพื่อสนับสนุนการอธิบาย

เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์
สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์

สมรรถนะความฉลาดรู้ วิทยาศาสตร์	ระดับคะแนน	อธิบาย
A 5 อธิบายถึงศักยภาพ ของความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ที่สามารถ นำไปใช้เพื่อสังคม	ควรปรับปรุง (1)	สามารถบอกประโยชน์จากการใช้ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ที่อาจ เกิดขึ้นในระดับบุคคลและสังคม
	ระดับปานกลาง (2)	สามารถบอกประโยชน์จากการใช้ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ที่อาจ เกิดขึ้นในระดับสังคมที่กว้างขึ้น
	ระดับดี (3)	สามารถบอกประโยชน์จากการใช้ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ที่อาจ เกิดขึ้นในระดับบุคคลและสังคมโดย มีเหตุผลสนับสนุน
	ระดับดีมาก (4)	สามารถบอกประโยชน์จากการใช้ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ซับซ้อน หรือเป็นนามธรรม ที่อาจเกิดขึ้นใน ระดับสังคมที่กว้างขึ้นโดยใช้ หลักฐานเชิงประจักษ์สนับสนุน

แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์

คำชี้แจง : ให้ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียน และนอกเวลาเรียนแล้ว
ทำเครื่องหมายถูก (✓) ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ข้อการประเมิน	รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
		3	2	1
1. ใฝ่เรียนรู้	1.1 ตั้งใจเรียน เอาใจใส่ และมีความเพียรพยายาม ในการเรียนรู้			
	1.2 แลกเปลี่ยนเรียนรู้ด้วยวิธีการต่าง ๆ และนำไปใช้ใน ชีวิตประจำวัน			
2. มุ่งมั่นในการทำงาน	2.1 เอาใจใส่ต่อการปฏิบัติหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย			
	2.2 ปรับปรุง และพัฒนาการทำงานด้วยตนเอง			
3. มีจิตสาธารณะ	3.1 เข้าร่วมกิจกรรมที่เป็นประโยชน์ต่อโรงเรียน ชุมชน และสังคม			
รวม				
ระดับคุณภาพ				

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นายอนุชิต ศรีสุนาคร้ว)

เกณฑ์การให้คะแนน

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

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
14-15	ดีมาก
10-13	ดี
5-9	พอใช้
ต่ำกว่า 5	ปรับปรุง

เกณฑ์การให้คะแนนแบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. ใฝ่เรียนรู้

ตัวชี้วัดที่ 1.1 ตั้งใจเรียน เอาใจใส่ และมีความเพียรพยายาม ในการเรียนรู้

พฤติกรรมบ่งชี้	ดีเยี่ยม (3)	ดี (2)	ผ่าน (1)
1.1.1 ตั้งใจเรียน เอาใจใส่ และมีความเพียรพยายามในการเรียนรู้	เข้าเรียนตรงเวลา ตั้งใจเรียน เอาใจใส่ และมีความเพียร พยายามในการเรียนรู้ มี ส่วนร่วมในการเรียนรู้ และเข้าร่วมกิจกรรมการ เรียนรู้ต่าง ๆ ทั้งภายใน และภายนอกโรงเรียน เป็นประจำ	เข้าเรียนตรงเวลา ตั้งใจเรียน เอาใจใส่ และมีความเพียร พยายามในการ เรียนรู้ มีส่วนร่วมใน การเรียนรู้และเข้า ร่วมกิจกรรมการ เรียนรู้ต่าง ๆ บ่อยครั้ง	เข้าเรียนตรงเวลา ตั้งใจเรียน เอาใจใส่ ในการเรียน มีส่วน ร่วม ในการเรียนรู้ และเข้าร่วม กิจกรรมการเรียนรู้ ต่าง ๆ เป็นบางครั้ง

ตัวชี้วัดที่ 1.2 แลกเปลี่ยนเรียนรู้ด้วยวิธีการต่าง ๆ และนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

พฤติกรรมบ่งชี้	ดีเยี่ยม (3)	ดี (2)	ผ่าน (1)
1.2.1 แลกเปลี่ยนเรียนรู้ด้วยวิธีการต่าง ๆ และนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน	ศึกษาค้นคว้า หาความรู้จากหนังสือ เอกสาร สิ่งพิมพ์ สื่อเทคโนโลยี และ สารสนเทศ แหล่ง เรียนรู้ทั้งภายในและ ภายนอกโรงเรียน เลือกใช้สื่อได้อย่าง เหมาะสม มีการบันทึก ความรู้ วิเคราะห์ข้อมูล สรุปเป็นองค์ความรู้ แลกเปลี่ยนเรียนรู้ด้วย วิธีการที่หลากหลาย และนำไปใช้ ในชีวิตประจำวันได้	ศึกษาค้นคว้าหา ความรู้จากหนังสือ เอกสาร สิ่งพิมพ์ สื่อ เทคโนโลยี และ สารสนเทศ แหล่ง เรียนรู้ทั้งภายในและ ภายนอกโรงเรียน และเลือกใช้สื่อได้ อย่างเหมาะสม มีการ บันทึกความรู้ วิเคราะห์ข้อมูล สรุป เป็นองค์ความรู้ แลกเปลี่ยนเรียนรู้ กับผู้อื่นได้	ศึกษาค้นคว้า หาความรู้จาก หนังสือ เอกสาร สิ่งพิมพ์ สื่อเทคโนโลยี แหล่งเรียนรู้ ทั้งภายในและ ภายนอก โรงเรียน เลือกใช้ สื่อ ได้อย่าง เหมาะสม มีการบันทึก ความรู้

2. มุ่งมั่นในการทำงาน

ตัวชี้วัดที่ 2.1 เอาใจใส่ต่อการปฏิบัติหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย

พฤติกรรมบ่งชี้	ดีเยี่ยม (3)	ดี (2)	ผ่าน (1)
2.1.1 เอาใจใส่ต่อการปฏิบัติหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย	ตั้งใจและรับผิดชอบในการปฏิบัติหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย ให้สำเร็จ มีการปรับปรุงและพัฒนาการทำงาน ให้ดีขึ้นด้วยตนเอง	ตั้งใจและรับผิดชอบในการปฏิบัติหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย ให้สำเร็จ มีการปรับปรุงและพัฒนาการทำงาน ให้ดีขึ้น	ตั้งใจและรับผิดชอบในการปฏิบัติหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย ให้สำเร็จ

ตัวชี้วัดที่ 2.2 ปรับปรุง และพัฒนาการทำงานด้วยตนเอง

พฤติกรรมบ่งชี้	ดีเยี่ยม (3)	ดี (2)	ผ่าน (1)
2.2.1 ปรับปรุง และพัฒนาการทำงานด้วยตนเอง	ทำงานด้วยความขยันอดทน ไม่ย่อท้อ ต่อปัญหา พยายามแก้ปัญหาอุปสรรคในการทำงาน ให้งานสำเร็จ ตามเป้าหมาย ภายในเวลาที่กำหนด ชื่นชมผลงาน ด้วยความภาคภูมิใจ	ทำงานด้วยความขยันอดทน ไม่ย่อท้อ ต่อปัญหาในการทำงาน พยายามให้งานสำเร็จ ตามเป้าหมาย ชื่นชมผลงาน ด้วยความภาคภูมิใจ	ทำงานด้วยความขยันอดทน พยายามให้งานสำเร็จ ตามเป้าหมาย

3. มีจิตสาธารณะ

ตัวชี้วัดที่ 3.1 เข้าร่วมกิจกรรมที่เป็นประโยชน์ต่อโรงเรียน ชุมชน และสังคม

พฤติกรรมบ่งชี้	ดีเยี่ยม (3)	ดี (2)	ผ่าน (1)
3.1.1 เข้าร่วมกิจกรรมที่เป็นประโยชน์ต่อโรงเรียน ชุมชน และสังคม	เข้าร่วมกิจกรรมเพื่อสังคมและสาธารณประโยชน์ของโรงเรียนและชุมชน ด้วยความเต็มใจ	เข้าร่วมกิจกรรมเพื่อสังคมและสาธารณประโยชน์ของโรงเรียน ด้วยความเต็มใจ	เข้าร่วมกิจกรรมเพื่อสังคมและสาธารณประโยชน์ของโรงเรียน ด้วยความเต็มใจ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 วัสดุในชีวิตประจำวัน	เวลา 11 ชั่วโมง
เรื่อง เซรามิก	เวลา 2 ชั่วโมง
วันที่.....	ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565
ผู้สอน นายอนุชิต ศรีสุนาครวั	

1. มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

มาตรฐานการเรียนรู้

ว 2.1 เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสารกับโครงสร้าง และแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ตัวชี้วัด

ม.3/1 ระบุสมบัติทางกายภาพและการใช้ประโยชน์วัสดุประเภทพอลิเมอร์ เซรามิก และวัสดุผสม โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์และสารสนเทศ

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

2.1 ความรู้ (K)

- สามารถระบุสมบัติทางกายภาพและสามารถใช้ประโยชน์วัสดุประเภทเซรามิกได้

2.2 ทักษะ/กระบวนการ/กระบวนการคิด (P)

- เลือกใช้เซรามิกในชีวิตประจำวันได้อย่างเหมาะสม

2.3 คุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)

- ใฝ่เรียนรู้
- มุ่งมั่นในการทำงาน
- มีจิตสาธารณะ

2.4 สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนตามแนวทางการประเมิน PISA

2.4.1 การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ (C)

- C1 แปลงข้อมูลที่น่าเสนอในรูปแบบหนึ่งไปสู่รูปแบบอื่น
- C2 วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์และลงข้อสรุป
- C3 ระบุข้อสันนิษฐานฐาน ประจักษ์พยาน และเหตุผลในเรื่องที่เกี่ยวกับ

วิทยาศาสตร์

- C4 แยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานและทฤษฎีทาง

วิทยาศาสตร์ กับที่มาจากการพิจารณาจากสิ่งอื่น

- C5 ประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และประจักษ์พยานจากแหล่งที่มา

ที่หลากหลาย (เช่น หนังสือพิมพ์ อินเทอร์เน็ต และวารสาร)

3. สารการเรียนรู้

เซรามิก

4. สารสำคัญ

เซรามิกเป็นวัสดุที่ผลิตจากดิน หิน ทราย และแร่ธาตุต่าง ๆ จากธรรมชาติ และส่วนมากจะผ่านการเผาที่อุณหภูมิสูงเพื่อให้ได้เนื้อสารที่แข็งแรง เซรามิกสามารถทำเป็นรูปทรงต่าง ๆ ได้ สมบัติทั่วไปของเซรามิกจะแข็ง แต่เปราะ ทนต่อการสึกกร่อน สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ เช่น เครื่องปั้นดินเผา ทำภาชนะบรรจุอาหาร กระถางต้นไม้ กระเบื้องมุงหลังคา ถ้วยชาม สุขภัณฑ์ กระจก แก้วน้ำ

5. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK มี 5 ขั้นตอน ดังนี้

5.1 การสร้างความสนใจ (10 นาที)

นักเรียนทำแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เซรามิก ก่อนเรียน

5.1.1 นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 5-6 คน เพื่อพิจารณาภาพผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ที่ครูได้เตรียมไว้ ดังนี้



ภาพประกอบ 1 กระจกดินเผา

ที่มา: www.thaiwatsadu.com/th/product/กระจกดินเผาทรงแคคตัส-TUSSAWAN-ขนาด-12-นิ้ว-สีอิฐ-60326148



ภาพประกอบ 2 แจกันดินเผา

ที่มา: www.th.aliexpress.com/item/32939555682.html



ภาพประกอบ 3 กระจกแต่งหน้าแบบตั้งโต๊ะ

ที่มา: www.eggybeautystore.com/product/ราคา-กระจกแต่งหน้าแบบตั้ง/



ภาพประกอบ 4 อ่างล้างหน้าแขวนผนัง

ที่มา: www.buildingmaterial.co.th/product/p55000–อ่างล้างหน้าแขวนผนัง/

5.1.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ที่ได้พิจารณา โดยครูอาจใช้คำถามนำสู่การอภิปราย เช่น

- จากภาพ นักเรียนคิดว่าผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ผลิตจากวัตถุดิบประเภทใด
(แนวคำตอบ ขึ้นอยู่กับดุลยพินิจของครูผู้สอน โดยมีแนวคำตอบ เช่น กระจกต้นไม้อผลิตจากดินเหนียว แจกันดอกไม้ผลิตจากดินเหนียว)

- จากภาพ นักเรียนคิดว่าผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ผลิตจากวัตถุดิบประเภทเดียวกันหรือไม่ อย่างไร

(แนวคำตอบ ขึ้นอยู่กับดุลยพินิจของครูผู้สอน โดยมีแนวคำตอบ คือ ผลิตจากวัตถุดิบประเภทเดียวกันเพราะผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ที่ครูเตรียมมา มีความแข็งแรง ทนทาน และคงรูปอยู่ได้เหมือนกัน)

5.1.3 ครูนำอภิปรายเพื่อให้นักเรียนเข้าใจว่า ผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ที่ยกตัวอย่างมานั้นผลิตจากวัตถุดิบประเภทเดียวกัน คือ หิน ดิน ทราย และแร่ธาตุต่าง ๆ ที่นำมาผสมกัน แล้วนำมาขึ้นรูปให้แข็งแรง ทนทาน ซึ่งเรียกว่า ผลิตภัณฑ์เซรามิก

5.2 การสำรวจและค้นหา (20 นาที)

5.2.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษา เรื่อง ประเภทของเซรามิก สมบัติทางกายภาพของเซรามิก และการใช้ประโยชน์ของวัสดุประเภทเซรามิก จากหนังสือเรียน รายวิชาพื้นฐาน วิทยาศาสตร์ ม.3 และรับชมคลิปวิดีโอ

คลิปที่ 1 ขั้นตอนการผลิตเซรามิก



คลิปที่ 2 อุตสาหกรรมเซรามิก



5.2.2 นักเรียนร่วมกันแปลงข้อมูลการทำเซรามิกโดยอาศัยความรู้จากการชมคลิปและเนื้อหาที่ครูกำหนด (ใบงานที่ 2.1 เรื่องเซรามิก)

5.3 การอธิบายและลงข้อสรุป (20 นาที)

5.3.1 นักเรียนนำความรู้ที่ได้จากการศึกษาเกี่ยวกับประเภทของเซรามิก สมบัติทางกายภาพของเซรามิก และการใช้ประโยชน์ของวัสดุประเภทเซรามิก มาอภิปรายร่วมกันและหาข้อสรุป โดยใช้ประเด็นคำถามต่อไปนี้ เช่น

- เซรามิกแบ่งออกเป็นกี่ประเภท อะไรบ้าง

(แนวคำตอบ 2 ประเภท คือ 1. เซรามิกดั้งเดิม เป็นเซรามิกที่

ประกอบด้วยดิน ซิลิกา และเฟลด์สปาร์ เช่น เครื่องปั้นดินเผา เครื่องแก้ว ปูนซีเมนต์ และ 2. เซรามิกสมัยใหม่ เป็นผลิตภัณฑ์เซรามิกที่ผ่านกระบวนการที่ทำให้มีความบริสุทธิ์สูงและมีการควบคุมองค์ประกอบทางเคมี เช่น ผลิตภัณฑ์ทางการแพทย์ ผลิตภัณฑ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์)

- วัตถุประสงค์ที่ใช้ในอุตสาหกรรมเซรามิกมีกี่ประเภท อะไรบ้าง

(แนวคำตอบ 2 ประเภท คือ 1. วัตถุประสงค์หลัก คือ วัตถุประสงค์ที่เป็นส่วนผสมหลักในการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ ได้แก่ ดินเหนียว ดินขาว เฟลด์สปาร์ และควอตซ์ และ 2. วัตถุประสงค์เสริม คือ วัตถุประสงค์ที่ช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพสูงขึ้น ได้แก่ แร่ดิกโคด์ แร่โดโลไมต์ และสารประกอบออกไซด์บางชนิด)

- ผลิตภัณฑ์แก้วมีสมบัติอย่างไร

(แนวคำตอบ มีความแข็งแรง โปร่งใส ทนต่อการกระแทกและเบส ใส่น้ำและแก๊สซึมผ่านได้ยาก ทนต่อแรงดัน)

- ปูนซีเมนต์นำมาใช้ประโยชน์อย่างไร

(แนวคำตอบ ใช้เป็นวัสดุช่วยยึดส่วนผสมต่าง ๆ ที่ใช้ในการก่อสร้าง)

5.4 การขยายความรู้ (1 ชั่วโมง)

นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 3 คน จากนั้นให้แต่ละกลุ่มวิเคราะห์สมบัติเชิงกลของเซรามิก วิศวะกรรม (ใบงานที่ 2.2 เรื่องสมบัติเชิงกลของเซรามิกวิศวะกรรม) และการนำไปใช้ประโยชน์ของผลิตภัณฑ์เซรามิกนั้น ๆ จากนั้นให้แต่ละกลุ่มสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับคุณสมบัติของเซรามิกนำมาอภิปรายได้ว่าที่ เซรามิกของกลุ่มใดสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้มากที่สุด (ใบงานที่ 2.5 เรื่องผังความคิดได้ว่าที่)

5.5 การประเมินผล (10 นาที)

5.5.1 นักเรียนร่วมกันสรุปความรู้เกี่ยวกับเซรามิก โดยมีแนวการสรุป ดังนี้

“เซรามิกเป็นวัสดุที่ผลิตจากดิน หิน หินทราย และแร่ธาตุต่าง ๆ จากธรรมชาติ ส่วนมากจะผ่านการเผาที่อุณหภูมิสูงเพื่อให้ได้เนื้อสารที่แข็งแรง เซรามิกสามารถทำเป็นรูปทรงต่าง ๆ ได้ สมบัติทั่วไปของเซรามิกจะแข็ง แต่เปราะ ทนต่อการสึกกร่อน สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ เช่น เครื่องปั้นดินเผา เครื่องแก้ว ปูนซีเมนต์” ทำ ใบงานที่ 2.3 เรื่อง เครื่องปั้นดินเผา และ ใบงานที่ 2.4 เรื่อง ปูนซีเมนต์

5.5.2 นักเรียนทำแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เซรามิก หลังเรียน

6. สื่อและแหล่งเรียนรู้

6.1 ใบความรู้ เรื่อง เซรามิก

6.2 ใบงานที่ 2.1 – 2.3

6.3 แหล่งเรียนรู้

6.3.1 ห้องสมุด

6.3.2 ห้องเรียน

6.3.3 ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

6.3.4 อินเทอร์เน็ต และเว็บไซต์ในการสืบค้นข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

7. การวัดและประเมินผล

7.1 วิธีการวัดและประเมินผล

รายการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
1. ด้านความรู้ (K)	- ตรวจ แบบทดสอบวัดผล สัมฤทธิ์ทาง การเรียน (ก่อนเรียน-หลัง เรียน)	- แบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทาง การเรียน (ก่อนเรียน-หลัง เรียน)	- ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์ - ผ่านเกณฑ์อยู่ ในระดับ 2 ขึ้นไป
2. ทักษะ/ กระบวนการ/ กระบวนการคิด (P)	- ตรวจใบงานที่ 2.1 - ตรวจใบงานที่ 2.2 - ตรวจใบงานที่ 2.3	- ใบงานที่ 2.1 - ใบงานที่ 2.2 - ใบงานที่ 2.3	- ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
3. คุณลักษณะอันพึง ประสงค์ (A)	- สังเกตพฤติกรรม ดังนี้ - ใฝ่เรียนรู้ - มุ่งมั่นในการ ทำงาน - มีจิตสาธารณะ	- แบบประเมิน คุณลักษณะ อันพึงประสงค์และ สมรรถนะสำคัญ ของผู้เรียน	- ผ่านเกณฑ์อยู่ ในระดับคุณภาพ 2 ขึ้นไป
4. สมรรถนะย่อยของผู้เรียน			
C1 : แปลงข้อมูลที่ นำเสนอในรูปแบบ หนึ่งไปสู่รูปแบบอื่น	- ตรวจแบบทดสอบ วัดความฉลาดรู้ทาง วิทยาศาสตร์ - ตรวจใบงานที่ 2.1	- แบบทดสอบวัด ความฉลาดรู้ทาง วิทยาศาสตร์ - ใบงานที่ 2.1	ร้อยละ 60 ผ่าน เกณฑ์
C2 : วิเคราะห์และ แปลความหมาย ข้อมูลทาง	- ตรวจแบบทดสอบ วัดความฉลาดรู้ทาง วิทยาศาสตร์	- แบบทดสอบวัด ความฉลาดรู้ทาง วิทยาศาสตร์	ร้อยละ 60 ผ่าน เกณฑ์

รายการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
วิทยาศาสตร์และลงข้อสรุป	- ตรวจใบงานที่ 2.2	- ใบงานที่ 2.2	
C3 : ระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยาน และเหตุผลในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์	- ตรวจแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ - ตรวจใบงานที่ 2.3	- แบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ - ใบงานที่ 2.3	ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
C4 : แยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ กับที่มาจาก การพิจารณาจากสิ่งอื่น	- ตรวจแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ - ตรวจใบงานที่ 2.4	- แบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ - ใบงานที่ 2.4	ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
C5 : ประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และประจักษ์พยานจากแหล่งที่มาที่หลากหลาย	- ตรวจแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ - ตรวจใบงานที่ 2.3	- แบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ - ใบงานที่ 2.3	ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์

8. กิจกรรมเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

สรุปผลการจัดการเรียนรู้

1. นักเรียนจำนวน.....คน

ผ่านจุดประสงค์การเรียนรู้.....คน คิดเป็นร้อยละ.....

ไม่ผ่านจุดประสงค์.....คน คิดเป็นร้อยละ.....

ได้แก่

1.

2.

ปัญหา/อุปสรรค/แนวทางแก้ไข

.....

ข้อเสนอแนะ

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นายอนุชิต ศรีสุนาครีว)

ความเห็นของหัวหน้าสถานศึกษา/ผู้ที่ได้รับมอบหมาย

ได้ทำการตรวจแผนการจัดการเรียนรู้ของ.....แล้ว

มีความคิดเห็นดังนี้

1. เป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่

ดีมาก

ดี

พอใช้

ควรปรับปรุง

2. การจัดกิจกรรมได้นำเอากระบวนการเรียนรู้
- เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญมาใช้ในการสอนได้อย่างเหมาะสม
 - ยังไม่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ควรปรับปรุงพัฒนาต่อไป
3. เป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่
- นำไปใช้ได้จริง
 - ควรปรับปรุงก่อนนำไปใช้
4. ข้อเสนอแนะ

.....

.....

ลงชื่อ.....ครูพี่เลี้ยง

(นางสาวลภาชวิญ เพ็งเวฬุน)

ตำแหน่ง ครูผู้สอน

5. ข้อเสนอแนะ

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้บริหารสถานศึกษา

(นางสาวสุภาพร จันทรโสมมา)

ตำแหน่ง ผู้อำนวยการโรงเรียนเรียนนารีวิทยพิทักษ์สว่างแดนดิน

ใบความรู้ที่ 2

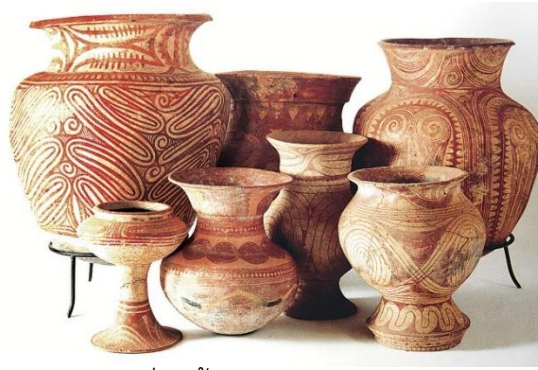
เรื่อง เซรามิก

เซรามิก (Ceramic) มีรากศัพท์มาจากภาษากรีกว่า เครามอส (Keramos) มีความหมายว่า ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากดินโดยผ่านกระบวนการเผาด้วยความร้อน ดังนั้น ผลิตภัณฑ์เซรามิกจึงครอบคลุมถึงผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ที่ใช้ความร้อนในกระบวนการผลิต ดังนั้น เซรามิก หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากวัตถุดิบในธรรมชาติ เช่น ดิน หิน ทราย แร่ธาตุต่าง ๆ นำมาผสมกัน แล้วนำไปเผาเพื่อเปลี่ยนเนื้อวัตถุให้แข็งแรง สามารถคงรูปอยู่ได้ วัสดุส่วนใหญ่ที่นำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตเซรามิกมีอยู่ 2 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ วัตถุดิบหลัก เช่น ดิน แร่เฟลด์สปาร์หรือแร่ฟันม้า แร่ควอตซ์หรือแร่เขี้ยวหนุมานและ วัตถุดิบเสริม ซึ่งเป็นวัตถุดิบที่ช่วยให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีคุณภาพสูงยิ่งขึ้น ได้แก่ แร่ดิกโคไซด์ แร่โคโลไมต์ และสารประกอบออกไซด์บางชนิด เซรามิกถูกนำไปใช้ในการผลิตเครื่องใช้ต่าง ๆ เช่น ผลิตภัณฑ์บนโต๊ะอาหาร ถ้วยกาแฟ จาน ชาม เหยือก สุขภัณฑ์ในห้องน้ำ อ่างล้างหน้า แก้วน้ำ กระเบื้องปูพื้นและบุผนัง โถง กระจก

นอกจากนั้น เซรามิกยังถูกนำไปใช้ในอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อผลิตอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ในโทรทัศน์ โทรศัพท์มือถือ วิทยุ และใช้ผลิตอุปกรณ์ด้านการแพทย์ เช่น กระดูกเทียม ฟันปลอม โดยเซรามิกสามารถจำแนกออกได้เป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. เซรามิกดั้งเดิม (Traditional Ceramics) เป็นเซรามิกที่ประกอบด้วยดิน ซิลิกา และเฟลด์สปาร์ ผลิตภัณฑ์ที่เป็นเซรามิกดั้งเดิม ตัวอย่างเช่น

1) ผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา แบ่งตามลักษณะเนื้อของดินได้ 2 ชนิด คือ ชนิดที่ไม่เผาเคลือบ ได้แก่ ผลิตจากดินเผาทั่วไป เช่น กระจก หม้อดิน และชนิดเผาเคลือบ เช่น ถ้วยชาม ถ้วยกาแฟ จาน แจกัน อ่างล้างหน้า



ภาพประกอบ 1 เครื่องปั้นดินเผา (หม้อลายเขียนสีบ้านเชียง)

ที่มา: kingdonss.blogspot.com/2012/09/blog-post.html

2) ผลิตภัณฑ์เครื่องแก้ว ทำมาจากทราย โดยนำมาหลอมเหลว แล้วนำไปขึ้นรูปด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น กระจก ขวด โคมไฟ หลอดไฟ อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์



ภาพประกอบ 2 บีกเกอร์

ที่มา: www.der-hedinger.de/becherglas-250-ml-hohe-form-1823

3) ผลิตภัณฑ์ปูนซีเมนต์ นำมาใช้งานก่อสร้างประเภทต่าง ๆ มากมาย ปูนซีเมนต์มีหลายชนิด เช่น ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ปูนซีเมนต์ชนิดทนไฟ



ภาพประกอบ 3 กระจกปูนซีเมนต์

ที่มา: www.atlaspots.com/?post_type=product&p=3228

4) ผลิตภัณฑ์โลหะเคลือบ ใช้ทำภาชนะ เครื่องใช้ เครื่องประดับ เช่น ช้อน ปิ่นโตกะละมัง ถาด

2. เซรามิกสมัยใหม่ (Advanced Ceramics) เป็นเซรามิกที่ผ่านกระบวนการที่ทำให้มีความบริสุทธิ์สูงและมีการควบคุมองค์ประกอบทางเคมี ตัวอย่างของผลิตภัณฑ์เซรามิกสมัยใหม่ เช่น

- 1) ผลิตภัณฑ์ทางการแพทย์ เช่น ข้อต่อกระดูกเทียม ฟันปลอม
- 2) ผลิตภัณฑ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ เช่น สะพานไฟ ปลั๊ก ขั้ว และสวิตช์
- 3) ผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับงานเทคนิคขั้นสูง ผลิตภัณฑ์เซรามิกชนิดนี้ ต้องอาศัยกรรมวิธีการผลิตที่ซับซ้อนมากและใช้งานขั้นสูง เช่น เตาปฏิกรณ์ปรมาณู แผ่นกันความร้อนของยานอวกาศ

สมบัติทางกายภาพของเซรามิก

สมบัติทางกายภาพของเซรามิก จะขึ้นอยู่กับวัตถุดิบที่นำมาใช้ในการผลิต รวมทั้งกระบวนการขึ้นรูป และการเผาและเคลือบผลิตภัณฑ์

1. วัตถุดิบที่ใช้ในอุตสาหกรรมเซรามิก

1) **วัตถุดิบหลัก** เป็นวัตถุดิบที่เป็นส่วนผสมหลักในการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ จึงต้องใช้ในปริมาณที่มาก วัตถุดิบหลักที่นำมาใช้ ได้แก่ ดินเหนียว ดินขาว เฟลด์สปาร์ และควอตซ์

แร่เฟลด์สปาร์หรือแร่ฟันม้า เป็นสารประกอบในกลุ่มซิลิเกต (Al_3O_5Si) ใช้ผสมกับดินทำหน้าที่ช่วยให้เกิดการหลอมเหลวที่อุณหภูมิต่ำ ส่งเสริมให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเป็นเนื้อแก้ว ทำให้เกิดความโปร่งใส



ภาพประกอบ 4 แร่เฟลด์สปาร์

ที่มา: www.digitalschool.club/digitalschool/science1_2_2/science14/page2_5.php

ดินเหนียว มีองค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญ คือ สารประกอบออกไซด์ของซิลิคอนและอะลูมิเนียม คล้ายกับที่พบในดินขาว แต่ดินเหนียวมีสิ่งอื่นเจือปนในปริมาณมากกว่า



ภาพประกอบ 5 ดินเหนียว

ที่มา: www.th.aliexpress.com/item/4000773316024.html

แร่ควอตซ์หรือแร่เขี้ยวหนุมาน มีออกไซด์ของซิลิคอนไดออกไซด์ (SiO_2) หรือที่เรียกว่า ซิลิกา เป็นองค์ประกอบ ส่วนมากจะใสไม่มีสี ถ้ามีสิ่งเจือปนจะให้สีต่าง ๆ ช่วยให้เซรามิกเกิดความแข็งแรง ไม่โค้งงอ



ภาพประกอบ 6 ควอตซ์

ที่มา: www.digitalschool.club/digitalschool/science1_2_2/science14/page1_4.php

ดินขาว มีแร่เคโอลินไนต์เป็นองค์ประกอบ เป็นแร่ที่มีรูปร่างผลึกที่แน่นอนมีสูตรเคมีเป็น $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ในประเทศไทยพบดินขาวในลักษณะที่เป็นสีขาวหรือสีอ่อน



ภาพประกอบ 7 ดินขาว

ที่มา: www.thai.alibaba.com/product-detail/white-calcined-kaolin-flint-clay-clinker-for-clay-bricks-60671685388.html

2) **วัตถุดิบเสริม** เป็นวัตถุดิบที่ช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพสูงขึ้น ได้แก่ แร่ดิกโคไตต์ แร่โดโลไมต์ และสารประกอบออกไซด์บางชนิด

แร่ดิกโคไตต์ มีองค์ประกอบเหมือนดิน แต่มีโครงสร้างผลึกต่างกัน การแบ่งคุณภาพแร่ดิกโคไตต์วัดจากปริมาณของอะลูมินา คือ เกรด A มีอะลูมินาในช่วงร้อยละ 28-32 ส่วนมากใช้ทำเครื่องประดับหรืองานแกะสลัก เกรด B มีอะลูมินาร้อยละ 11-28 ใช้ในอุตสาหกรรมเซรามิก และเกรด C ใช้ผสมทำปูนซีเมนต์ขาว



ภาพประกอบ 8 ดิกโคไตต์

ที่มา: www.mindat.org/photo-912737.html

แร่โดโลไมต์ มีองค์ประกอบหลัก คือ แคลเซียมแมกนีเซียมคาร์บอเนต มีลักษณะคล้ายหินปูน ใช้ผสมกับเนื้อดินเพื่อลดจุดหลอมเหลวของวัตถุดิบ และใช้ผสมในน้ำยาเคลือบ



ภาพประกอบ 9 โดโลไมต์

ที่มา: th.wikipedia.org/wiki/โดโลไมต์#/media/ไฟล์:Dolomite-Magnésite-Navarre.jpg

สารประกอบออกไซด์ แมกนีเซียมออกไซด์ (MgO) เบริลเลียมออกไซด์ (BeO) อะลูมิเนียมออกไซด์หรืออะลูมินา (Al₂O₃) ใช้ผสมทำผลิตภัณฑ์ที่ทนไฟ ซิลิคอนไดออกไซด์ (SiO₂) และโบรอนไตรออกไซด์ (B₂O₃) ใช้ผสมทำผลิตภัณฑ์ที่เป็นเนื้อแก้ว สแตนนิกออกไซด์ (SnO₂) และสังกะสีออกไซด์ (ZnO) ใช้เคลือบเพื่อทำให้ผลิตภัณฑ์ที่บดแสง



ภาพประกอบ 10 แคลสซิเทอไรต์

ที่มา: icstoneshop.com/product/4628/แร่ดีบุก-ชนิดแคลสซิเทอไรต์-จาก-new-mexico-4-

2. การขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ การขึ้นรูปผลิตภัณฑ์เซรามิกมีอยู่หลายวิธี ซึ่งแต่ละวิธีมีข้อแตกต่างกันทั้งในการเตรียมเนื้อดินปั้นและอุปกรณ์เครื่องมือเครื่องใช้ รวมถึงลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่สามารถขึ้นรูปได้ โดยทั่วไปนิยมขึ้นรูปผลิตภัณฑ์โดยใช้วิธีการเทแบบและการใช้แป้นหมุน

1) **การเทแบบ** วิธีนี้จะเตรียมเนื้อดินปั้นให้อยู่ในรูปของน้ำดินชั้น ๆ ที่ไหลตัวได้ดี จากนั้นจึงเทลงในแบบที่มีรูปร่างต่าง ๆ ได้เป็นผลิตภัณฑ์ตามต้องการ วิธีนี้สามารถขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ได้ หลากหลายรูปทรง แต่ต้องใช้น้ำในการขึ้นรูปมาก ทำให้ผลิตภัณฑ์หลังการอบแห้งมีการหดตัวสูงซึ่งอาจเกิดการแตกหรือบิดเบี้ยวได้ง่าย ตัวอย่างของผลิตภัณฑ์ที่ขึ้นรูปด้วยวิธีนี้ เช่น แจกัน ขวดเครื่องสุขภัณฑ์

ชมคลิปการผลิตเซรามิก



2) **การใช้แป้นหมุน** เป็นวิธีการขึ้นรูปที่สำคัญและมีมาตั้งแต่โบราณจนถึงปัจจุบัน โดยอาศัยหลักการนำแรงที่ได้จากแรงเหวี่ยงจากศูนย์กลางของแป้นหมุน

มาช่วยในการดึงดินหรือรีดดินให้ขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์ตามรูปแบบที่ต้องการ ซึ่งความเร็วของแป้นหมุนเป็นสิ่งสำคัญ เพราะสามารถกำหนดรูปแบบและขนาดของผลิตภัณฑ์ได้ โดยปกติแล้วการใช้แป้นหมุนจะปั่นได้เฉพาะภาชนะที่มีลักษณะเป็นทรงกลมหรือทรงกระบอก เช่น ไห โอง อ่าง กระจ่าง แจกัน การขึ้นรูปด้วยวิธีนี้ต้องอาศัยความชำนาญจึงจะได้เป็นรูปทรงที่สวยงาม

3. การเผาและเคลือบผลิตภัณฑ์ มี 2 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การเผาดิบ เป็นกระบวนการเปลี่ยนสภาพวัตถุดิบไปเป็นเนื้อผลิตภัณฑ์ที่แข็ง และไม่สามารถเปลี่ยนกลับคืนสู่สภาพเดิมได้ ซึ่งหากเกิดความผิดพลาดในการเผา อาจทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้แตกหักเสียหายหรือมีคุณภาพไม่ได้ตามที่ต้องการ สามารถทำการเผาได้โดยเพิ่มอุณหภูมิของเตาเผาให้สูงขึ้นอย่างช้า ๆ และสม่ำเสมอ เพื่อให้ผลิตภัณฑ์คงรูปไม่แตกชำรุด อุณหภูมิที่ใช้ในการเผาดิบโดยทั่วไปประมาณ 750–850 องศาเซลเซียส ใช้เวลาในการเผา 8–10 ชั่วโมง ผลิตภัณฑ์เซรามิกที่ผ่านการเผาดิบแล้วบางชนิดนำไปใช้ได้โดยไม่ต้องผ่านการเผาเคลือบ เช่น กระจ่างต้นไม้ อิฐ แต่ผลิตภัณฑ์ส่วนใหญ่จะต้องเคลือบผิวเพื่อให้เกิดความสวยงาม มีความคงทนและป้องกันการเกิดรอยขีดข่วนบนผิว

ขั้นตอนที่ 2 การเผาเคลือบ การเผาเคลือบ คือ กระบวนการปกปิดหรือปกคลุมเนื้อผลิตภัณฑ์ไว้ด้วยชั้นของแก้วบาง ๆ ซึ่งจะหลอมละลายติดอยู่กับผิวดิน ซึ่งขึ้นรูปเป็นภาชนะทรงต่าง ๆ โดยใช้สารเคลือบผลิตภัณฑ์เซรามิก เรียกว่า น้ำเคลือบ ซึ่งเป็นสารผสมระหว่างซิลิกาเกิดกับสารช่วยหลอมเหลวและสารเพิ่มคุณภาพอื่น ๆ แล้วให้ความร้อนโดยการเผาเคลือบเพื่อให้ น้ำเคลือบที่ชุบบนผลิตภัณฑ์หลอมละลาย รวมตัวเป็นเนื้อเดียวกันกับเนื้อดินเทคนิคและวิธีการเคลือบขึ้นอยู่กับลักษณะและขนาดของผลิตภัณฑ์ เช่น การเคลือบด้วยวิธีการชุบหรือจุ่มจะใช้กับผลิตภัณฑ์ที่มีขนาดเล็กและมีน้ำหนักเบาส่วนการเทราดหรือพ่นจะใช้กับผลิตภัณฑ์ที่มีขนาดใหญ่ ภายหลังจากการเคลือบและตกแต่งผลิตภัณฑ์เรียบร้อยแล้ว จึงนำไปเผาเคลือบในเตาเผาการเผาเคลือบควรเพิ่มอุณหภูมิช้า ๆ จนถึงจุดหลอมเหลวของสารในน้ำเคลือบ เมื่อการเผาเคลือบเสร็จควรปล่อยให้ผลิตภัณฑ์เย็นลงอย่างช้า ๆ ภายใต้อุณหภูมิในเตาเผา จนผลิตภัณฑ์เย็นจึงนำออกจากเตาเผา

การใช้ประโยชน์ของวัสดุประเภทเซรามิก

ผลิตภัณฑ์เซรามิกที่พบในชีวิตประจำวันมีหลายชนิด เช่น ถ้วย ชาม แจกัน แก้ว เครื่องปั้นดินเผา นอกจากนี้ ยังมีการใช้ประโยชน์จากเซรามิกในอุตสาหกรรมต่าง ๆ เช่น

นำไปผลิตเป็นชิ้นส่วนของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ วัสดุที่ใช้สำหรับขัดเจียร ฉนวนไฟฟ้า กระตุกเทียม ฟันปลอม ชิ้นส่วนของกระสวยอวกาศ โดยผลิตภัณฑ์เซรามิกจำแนกออกได้ เป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. ผลิตภัณฑ์แก้ว แก้วถูกนำมาใช้ประโยชน์หลายอย่าง เช่น นำมาผลิตเป็น ภาชนะ เครื่องใช้และเครื่องประดับ รวมทั้งเป็นส่วนประกอบของอาคารหรือสิ่งก่อสร้าง เนื่องจากแก้วมีสมบัติที่ดีหลายประการ ทั้งมีความโปร่งใส ทนต่อกรด-เบส ไอน้ำและแก๊ส ซึมผ่านได้ยาก แข็งแรง และทนต่อแรงดัน แก้วทำจากทรายแก้วหรือซิลิกาเป็น องค์ประกอบหลัก และมีการเติมโซดาแอช หินปูนโดโลไมต์ และเศษแก้วลงไป ซึ่งจะช่วยลดจุดหลอมเหลวของซิลิกาและเพิ่มความแกร่งของเนื้อแก้วซึ่งการผลิตแก้วมีขั้นตอนที่ สำคัญ ดังนี้

1. ผสมซิลิกา หินปูน โซดาแอช โดโลไมต์ และเศษแก้ว เข้าด้วยกัน แล้วให้ความร้อน
 2. หินปูน โซดาแอช และโดโลไมต์ จะเปลี่ยนเป็น สารประกอบออกไซด์ ทำให้ซิลิกามีจุดหลอมเหลวลดลง
 3. ส่วนผสมทุกอย่าง หลอมละลายเป็น เนื้อเดียวกัน เรียกว่า น้ำแก้ว
 4. ลดอุณหภูมิ เพื่อให้น้ำแก้วมีความหนืด แล้วนำไปขึ้นรูป เป็นผลิตภัณฑ์
- เกณฑ์ในการแบ่งประเภทของแก้ว มีอยู่ด้วยกันหลายเกณฑ์ เช่น แบ่งตาม วิธีการผลิตแบ่งตามองค์ประกอบทางเคมี แบ่งตามการใช้งาน โดยส่วนใหญ่มักจะแบ่ง ประเภทของแก้วตามองค์ประกอบทางเคมีของแก้ว ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็น 4 ประเภท ดังนี้



ภาพประกอบ 11 แก้ว

ที่มา: www.central.co.th

แก้วโชดาไลน์

องค์ประกอบหลัก

มีซิลิการ้อยละ 71-75 โดยมวล โซเดียมออกไซด์ร้อยละ 12-16 โดยมวล และ แคลเซียมออกไซด์ร้อยละ 10-15 โดยมวล



ภาพประกอบ 12 แก้วโชดาไลน์

www.glassblowing1.blogspot.com/2015/12/blog-post_31.htm

สมบัติ

ไม่ทนต่อสภาพความเป็นกรด-เบส แตกง่ายเมื่อได้รับความร้อน นำไปใช้ทำแก้วน้ำ กระจก ถ้าหากต้องการให้แก้วมีสีต่าง ๆ ทำได้โดยการเติมออกไซด์ที่มีสีลงไป เช่น แก้วสีชาหรือสีน้ำตาลเกิดจากการเติมออกไซด์ของแมงกานีสลงไป

แก้วโบโรซิลิเกต

องค์ประกอบหลัก

มีซิลิกาปริมาณค่อนข้างสูง และมีโซเดียมออกไซด์และแคลเซียมออกไซด์ ปริมาณเล็กน้อย เมื่อเทียบกับแก้วโชดาไลน์



ภาพประกอบ 13 แก้วโบโรซิลิเกต

ที่มา: www.myskinrecipes.com

สมบัติ

มีการเติมออกไซด์ของโบรอนลงไปเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์แก้วที่ทนต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ ใช้ทำภาชนะสำหรับไมโครเวฟและเครื่องแก้วในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์

แก้วโอบอ

องค์ประกอบหลัก

มีการเติมสารบางชนิด เช่น โซเดียมฟลูออไรด์หรือแคลเซียมฟลูออไรด์ลงไป

สมบัติ

การเติมโซเดียมฟลูออไรด์หรือแคลเซียมฟลูออไรด์ ทำให้เกิดการตกผลึก หรือแยกชั้นในเนื้อแก้ว ส่งผลให้แก้วมีความขุ่น โปร่งแสง และหลอมขึ้นรูปได้ง่าย จึงมีต้นทุนการผลิตต่ำ และสามารถทำให้มีความแข็งแรงทนทานมากขึ้น เมื่อนำไปผ่านกระบวนการอบหรือการเคลือบ แก้วโอบอ นำไปทำเป็นกระจกเงา กระจกสะท้อนแสง และกระจกนิรภัย



ภาพประกอบ 14 แก้วโอบอ

ที่มา: www.jd.co.th/product/kassa-home-nh4ct-17114-4_4708678.html

2. ปูนซีเมนต์ เป็นวัสดุที่ช่วยยึดส่วนผสมต่าง ๆ ที่ใช้ในการก่อสร้าง ปูนซีเมนต์เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการบดเม็ดปูน เกิดจากการเผาส่วนผสมต่าง ๆ ได้แก่ แคลเซียมคาร์บอเนต (CaCO_3) ซิลิกา (SiO_2) อะลูมินา (Al_2O_3) และออกไซด์ของเหล็ก เช่น Fe_2O_3 ในสัดส่วนที่เหมาะสม

วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตปูนซีเมนต์ แบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม

วัตถุดิบเนื้อปูน

เป็นส่วนประกอบหลักในการผลิต ได้แก่ หินปูน ดินสอพอง หินอ่อน และหินชอล์ก วัตถุดิบในกลุ่มนี้จะเป็นสารเคมีกลุ่มแคลเซียมคาร์บอเนต (CaCO_3) ซึ่งใช้กันอย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมเซรามิกเมื่อได้รับความร้อนแคลเซียมคาร์บอเนต จะเปลี่ยนแปลงเป็นแคลเซียมออกไซด์ (CaO)

วัตถุดิบปรับคุณภาพ

ใช้เมื่อส่วนผสมของวัตถุดิบเนื้อปูนและวัตถุดิบเนื้อดินมีองค์ประกอบไม่เป็นไปตามข้อกำหนด เช่น เมื่อวัตถุดิบมีองค์ประกอบของอะลูมิเนียมออกไซด์น้อย ก็จะได้เพิ่มแร่บ็อกไซต์ ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) หรือในกรณีที่องค์ประกอบของเฟอร์ริกออกไซด์น้อย ก็จะได้เพิ่มแร่เหล็กหรือเศษเหล็กลงไป เพื่อให้ส่วนผสมมีองค์ประกอบเป็นไปตามเกณฑ์

วัตถุดิบเนื้อดิน

มีองค์ประกอบหลักเป็นซิลิกา เช่น ซิลิคอนไดออกไซด์ (SiO_2) อะลูมิเนียมไดออกไซด์ (Al_2O_3) และเฟอร์ริกออกไซด์ (Fe_2O_3) วัตถุดิบเนื้อดินส่วนใหญ่ที่นำมาใช้ คือ หินดินดาน

สารเติมแต่ง

เป็นสารที่เติมลงไปเพื่อปรับปรุงคุณภาพหลังจากเผาเพื่อปรับสมบัติบางประการ สารเติมแต่งที่ใช้ในปูน เช่น แร่ยิปซัม เติมน้ำเพื่อทำให้เนื้อปูนแห้งช้า หินปูนบดที่เติมลงไปเพื่อช่วยลดการหดตัว ซึ่งจะช่วยลดการแตกร้าว

ปูนซีเมนต์สามารถแบ่งประเภทตามการใช้งานได้ ดังนี้

1. ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ เป็นปูนซีเมนต์ที่ได้จากการบดปูนเม็ดกับยิปซัมตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกำหนดประเภทของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ไว้ 5 ประเภท ดังนี้

ประเภทที่ 1 ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ธรรมดา เหมาะสำหรับงานก่อสร้างทั่วไป เช่น ฝักรถยนต์ สะพาน ท่อระบายน้ำ

ประเภทที่ 2 ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์เสริม เป็นปูนซีเมนต์ที่มีความทนทาน ชัลเฟตได้ปานกลาง เหมาะสำหรับใช้ในงานโครงสร้างขนาดใหญ่ เช่น ตอม่อขนาดใหญ่ สะพานเทียบเรือ

ประเภทที่ 3 ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทเกิดแรงเร็วสูง เป็นปูนซีเมนต์ซึ่งมีความละเอียดมาก เป็นผลทำให้แข็งตัวและรับแรงบีบน้ำหนักได้เร็ว นิยมใช้ในงานคอนกรีตที่ต้องการถอดแบบได้เร็วหรืองานเร่งด่วน เช่น ทำเสาเข็ม พื้นสำเร็จรูป

ประเภทที่ 4 ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทเกิดความร้อนต่ำ เหมาะกับงานที่ต้องการควบคุมทั้งปริมาณและอัตราความร้อนที่เกิดขึ้นให้น้อยที่สุด นิยมใช้ในงานคอนกรีตที่มีเนื้อหนา เช่น เขื่อนกั้นน้ำ

ประเภทที่ 5 ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภททนซัลเฟตได้สูง เหมาะสำหรับใช้ในงานก่อสร้างในบริเวณที่ต้องสัมผัสกับเบส เช่น บริเวณที่มีดินเค็มปนอยู่ บริเวณทะเลหรือตามชายฝั่ง

2. ปูนซีเมนต์ผสม เป็นปูนซีเมนต์ที่มีแรงอัดต่ำกว่าปูนซีเมนต์ธรรมดาเล็กน้อย เนื่องจากการเติมทรายหรือหินปูนละเอียดประมาณร้อยละ 25 ลงไปดพร้อมกับปูนเม็ด เหมาะสำหรับใช้ในงานก่อสร้างที่ไม่ต้องรับน้ำหนักมาก หรืองานคอนกรีตที่ไม่ต้องมีการยึดหดมากเช่น งานก่อ งานฉาบ เทพื้น ปูนซีเมนต์ผสมเหมาะสำหรับนำมาใช้ในงานก่ออิฐ ทุกระเบียงมุงหลังคา หล่อท่อ

3. ปูนซีเมนต์ขาว มีวัตถุประสงค์หลัก คือ ปูนขาว ลักษณะของปูนซีเมนต์ที่ได้จะมีสีขาว นิยมใช้ในงานตกแต่งอาคาร ห้องน้ำสระว่ายนํ้า เพื่อให้เกิดความสวยงาม นอกจากนี้ ยังนำมาใช้ผลิตหินขัดและใช้ในงานฉาบ หรือนำไปผสมกับเม็ดสีเพื่อใช้ผลิตเป็นปูนซีเมนต์สี

ใบงานที่ 2.1 เรื่อง เซรามิก

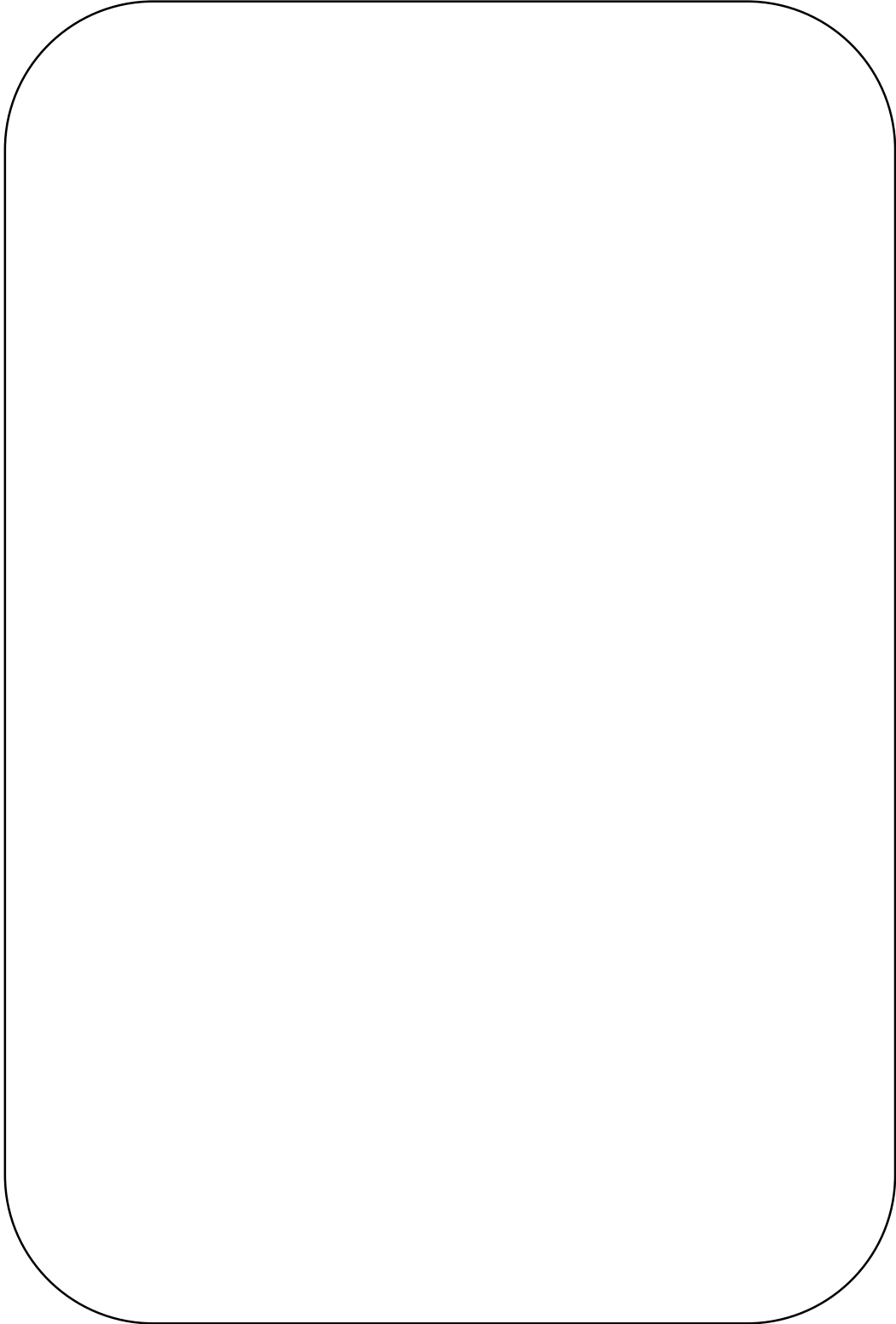
ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

คำชี้แจง: ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ต่อไปนี้

สมรรถนะ C1: แปลงข้อมูลที่น่าเสนอในรูปแบบหนึ่งไปสู่รูปแบบอื่น

การศึกษาการลดน้ำหนักเนื้อดินสำหรับการประดิษฐ์เครื่องประดับเซรามิก มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการลดน้ำหนักของเนื้อดินสำหรับประดิษฐ์เครื่องประดับเซรามิก โดยการเติมวัสดุชนิดเผาใหม่ได้ และเพื่อศึกษาสมบัติทางกายภาพหลังเผา วิธีดำเนินการทดลองเริ่มด้วยการผสมเนื้อดินสูตรพื้นฐาน ประกอบด้วย ดินขาวลำปาง ร้อยละ 25 โซดาเฟลด์สปาร์ ร้อยละ 25 ควอตซ์ ร้อยละ 25 และดินดำแม่ทาน ร้อยละ 25 และใช้ซิงค์ออกไซด์ เป็นสารเติม ร้อยละ 8 เติมผงถ่านไม้รวมและเยื่อกระดาษ ร้อยละ 5 10 15 และ 20 โดยน้ำหนัก รวม 8 สูตร ขึ้นรูปแท่งทดสอบโดยวิธีรีดเป็นแท่งทรงกระบอกด้วยเครื่องรีดดิน เเผาแท่งทดสอบที่อุณหภูมิสูงสุด 1,250 องศาเซลเซียส อัตราการเพิ่มอุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียสต่อชั่วโมง ในบรรยากาศการเผาแบบออกซิเดชันด้วยเตาไฟฟ้า และทดสอบสมบัติทางกายภาพหลังเผา ผลการทดลองพบว่าเนื้อดินซึ่งเติมผงถ่านไม้รวม ร้อยละ 10 มีอัตราการหดตัว ร้อยละ 20.00 การดูดซึมน้ำร้อยละ 3 98 ความแข็งแรง 1,164.64 กิโลกรัม ต่อตารางเซนติเมตร ความหนาแน่น 2.86 กรัม/ลบ.ซม. น้ำหนักที่หายไป ร้อยละ 14.56และเมื่อเปรียบเทียบกับเนื้อดินสูตรพื้นฐานสามารถลดน้ำหนักลงได้ ร้อยละ 7.47 เนื้อดินมีความเหนียวสามารถขึ้นรูปได้ และผิวหลังการเผามีความเรียบมัน เหมาะสมสำหรับการใช้เป็นเนื้อดินสำหรับการประดิษฐ์เครื่องประดับเซรามิก

1. ให้นักเรียนนำข้อมูลของส่วนผสมในเนื้อหามาเปรียบเทียบให้เห็นความแตกต่างและอัตราส่วนที่ชัดเจนเข้าใจง่ายเมื่อคนทั่วไปได้อ่าน



ใบงานที่ 2.2 เรื่อง สมบัติเชิงกลของเซรามิกวิศวกรรม

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

คำชี้แจง: ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ต่อไปนี้

สมรรถนะ C2: วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์และลงข้อสรุป

สมบัติเชิงกลของเซรามิกวิศวกรรม

วัสดุ	ความหนาแน่น g/cm ³	Compressive Strength (แรงอัด)		Tentile Strength (ความแข็งแรง ของวัสดุ)		Flexural Strength (การโค้งงอ)		Fracture Strangth (รอยร้าว)	
		MPa	kai	MPa	kai	MPa	kai	MPa	kai
Al ₂ O ₃ (99%)	3.85	2585	375	207	30	345	50	4	3.63
Si ₃ N ₄ (hot-pressed)	3.19	3450	500	-	-	690	100	6.6	5.99
Si ₃ N ₄ (reaction-bonded)	2.8	770	112	-	-	255	37	3.6	3.27
SiC (sintered)	3.1	3860	560	170	25	550	80	4	3.63
ZrO ₂ , 9% MgO (partially stabilized)	5.5	1860	270	-	-	690	100	8+	7.26+

ที่มา: ศูนย์สารสนเทศยานยนต์ สถาบันยานยนต์ (2553)

คำถาม: จากข้อมูลในตารางข้างต้น ให้นักเรียนเรียงลำดับวัสดุที่มีความแข็งแรงน้อยที่สุดไปหาวัสดุที่มีความแข็งแรงมากที่สุด พร้อมให้เหตุผลประกอบ

.....

.....

.....

.....

.....

ใบงานที่ 2.3 เรื่อง เครื่องปั้นดินเผา

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

คำชี้แจง: ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ต่อไปนี้

สมรรถนะ C3: ระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยาน และเหตุผลในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับ
วิทยาศาสตร์

การปั้นหม้อบ้านเชียง

เด็กชายอภิรักษ์ที่ได้ศึกษาขั้นตอนการปั้นหม้อเริ่มจากการเตรียมดิน ซึ่งดินที่ใช้มี 2 ลักษณะ คือ ดินเหนียวละเอียด และดินเชือก ดินเหนียวละเอียด คือดินเหนียวที่ชาวบ้านได้มาจากแหล่งดิน ใกล้หมู่บ้าน เมื่อขุดมาได้แล้ว จะนำมาผึ่งแดดให้แห้ง แล้วทุบให้ละเอียด แยกสิ่งเจือปนจำพวกเศษหินเศษไม้ ออก จากนั้นก็พรมน้ำ ให้ชื้นคลุมด้วยผ้าพลาสติกทิ้งไว้ 2 คืน ก็นำมาใช้ได้ ส่วนดินเชือก ซึ่งชาวบ้านถือว่าเป็นส่วนประกอบสำคัญ

ขั้นตอนการปั้นและการทำดินเชือก เริ่มจากเอาดินเหนียวผสมกลมในอัตราส่วนหนึ่งต่อหนึ่ง เทน้ำลงไปแล้วย่ำให้เข้ากันสนิทจนดินขึ้น ปั้นเป็นก้อนกลม ๆ ขนาดผลส้มโอ นำไปผึ่งแดดให้แห้งแล้วนำไปเผาจนสุก จากนั้นก็นำมาตำในครกไม้ให้ละเอียดเอาผงดินไปร่อนในตะแกรง ก็จะได้ดินเชือกเนื้อละเอียดขนาดเท่าเม็ดสาคูพร้อมที่จะนำไปใช้ปั้น

เด็กชายอภิรักษ์ที่ได้ทำการทดลองปั้นหม้อ 2 สูตร คือ

1. ปั้นด้วยดินเหนียวโดยไม่ผสมหัวเชือก เมื่อนำไปเผาด้วยฟางข้าวและไม้ฟืนหรือที่เรียกว่า “เตากลางแจ้ง” พบว่าหม้อใบนี้มีรอยร้าวและมีความเปราะ

2. ปั้นด้วยดินเหนียวผสมดินเชือก ในอัตราส่วน 1 ต่อ 1 นวดให้เข้ากันแล้วขึ้นรูปแล้วนำไปเผาด้วยวิธีเดียวกันกับข้อที่ 1 พบว่าหม้อที่ได้มีความแข็งแรงและไม่ร้าว

คำถาม: จากข้อความข้างต้น นักเรียนคิดว่า “ดินเชือก” มีคุณสมบัติใดที่ช่วยให้โครงสร้างของเครื่องปั้นดินเผามีความแข็งแรง

.....

.....

.....

.....

ใบงานที่ 2.5 เรื่อง ผังความคิดได้วาที

กลุ่มที่

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

คำชี้แจง: ให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับคุณสมบัติของเซรามิก ประโยชน์ของเซรามิก จัดทำเป็นผังความคิด และใช้ประกอบในการได้วาที ประเด็น *เซรามิกที่ดีต้องทนทานมาก* ประโยชน์

สมรรถนะ C5: ประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และประจักษ์พยานจากแหล่งข้อมูลที่มาที่หลากหลาย

แนวคำตอบ ใบงานที่ 2.1 เรื่อง เซรามิก

คำชี้แจง: ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ต่อไปนี้

สมรรถนะ C1: แปลงข้อมูลที่น่าเสนอในรูปแบบหนึ่งไปสู่รูปแบบอื่น

การศึกษาการลดน้ำหนักเนื้อดินสำหรับการประดิษฐ์เครื่องประดับเซรามิก มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการลดน้ำหนักของเนื้อดินสำหรับประดิษฐ์เครื่องประดับเซรามิกโดยการเติมวัสดุชนิดเผาไหม้ได้ และเพื่อศึกษาสมบัติทางกายภาพหลังเผา วิธีดำเนินการทดลองเริ่มด้วยการผสมเนื้อดินสูตรพื้นฐาน ประกอบด้วย ดินขาวลำปาง ร้อยละ 25 โซดาเฟลด์สปาร์ ร้อยละ 25 ควอตซ์ ร้อยละ 25 และดินดำแม่ทาน ร้อยละ 25 และใช้ซิงค์ออกไซด์ เป็นสารเติม ร้อยละ 8 เติมผงถ่านไม้รวมและเยื่อกระดาษ ร้อยละ 5 10 15 และ 20 โดยน้ำหนัก รวม 8 สูตร ขึ้นรูปแท่งทดสอบโดยวิธีรีดเป็นแท่งทรงกระบอก ด้วยเครื่องรีดดิน เผาแท่งทดสอบที่อุณหภูมิสูงสุด 1,250 องศาเซลเซียส อัตราการเพิ่มอุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียสต่อชั่วโมง ในบรรยากาศการเผาแบบออกซิเดชันด้วยเตาไฟฟ้า และทดสอบสมบัติทางกายภาพหลังเผา ผลการทดลอง พบว่าเนื้อดินซึ่งเติมผงถ่านไม้รวม ร้อยละ 10 มีอัตราการหดตัว ร้อยละ 20.00 การดูดซึมน้ำ ร้อยละ 3.98 ความแข็งแรง 1,164.64 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ความหนาแน่น 2.86 กรัม/ลบ.ซม. น้ำหนักที่หายไป ร้อยละ 14.56 และเมื่อเปรียบเทียบกับเนื้อดินสูตรพื้นฐานสามารถลดน้ำหนักลงได้ ร้อยละ 7.47 เนื้อดินมีความเหนียวสามารถขึ้นรูปได้ และผิวหลังการเผามีความเรียบมัน เหมาะสมสำหรับการใช้เป็นเนื้อดินสำหรับการประดิษฐ์เครื่องประดับเซรามิก

ให้นักเรียนนำข้อมูลของส่วนผสมในเนื้อหามาเปรียบเทียบให้เห็นความแตกต่างและอัตราส่วนที่ชัดเจนเข้าใจง่ายเมื่อคนทั่วไปได้อ่าน

ส่วนผสม	อัตราส่วน (ร้อยละ)
ดินขาวลำปาง	25
โซดาเฟลด์สปาร์	25
ควอตซ์	25
ดินดำแม่ทาน	25

แนวคำตอบ ใ้งานที่ 2.2 เรื่อง สมบัติเชิงกลของเซรามิกวิศวกรรม

คำชี้แจง: ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ต่อไปนี้

สมรรถนะ C2: วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์และลงข้อสรุป

สมบัติเชิงกลของเซรามิกวิศวกรรม

วัสดุ	ความหนาแน่น g/cm ³	Compressive Strength (แรงอัด)		Tentile Strength (ความแข็งแรงของวัสดุ)		Flexural Strength (การโค้งงอ)		Fracture Strangth (รอยร้าว)	
		MPa	kai	MPa	kai	MPa	kai	MPa	kai
Al ₂ O ₃ (99%)	3.85	2585	375	207	30	345	50	4	3.63
Si ₃ N ₄ (hot-pressed)	3.19	3450	500	-	-	690	100	6.6	5.99
Si ₃ N ₄ (reaction-bonded)	2.8	770	112	-	-	255	37	3.6	3.27
SiC (sintered)	3.1	3860	560	170	25	550	80	4	3.63
ZrO ₂ , 9% MgO (partially stabilized)	5.5	1860	270	-	-	690	100	8+	7.26+

ที่มา: ศูนย์สารสนเทศยานยนต์ สถาบันยานยนต์ (2553)

คำถาม: จากข้อมูลในตารางข้างต้น ให้นักเรียนเรียงลำดับวัสดุที่มีความแข็งแรงน้อยที่สุดไปหาวัสดุที่มีความแข็งแรงมากที่สุด พร้อมให้เหตุผลประกอบ

.....จากโจทย์ให้เรียงลำดับความแข็งแรง จากตาราง Tentile Strength (ความแข็งแรงของวัสดุ) SiC (sintered) 170 MPa และ Al₂O₃ (99%) มีค่า 207 MPa

แนวคำตอบ ใบงานที่ 2.3 เรื่อง เครื่องปั้นดินเผา

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

คำชี้แจง: ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ต่อไปนี้

สมรรถนะ C3: ระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยาน และเหตุผลในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

การปั้นหม้อบ้านเชียง

เด็กชายอภิรักษ์ที่ได้ศึกษาขั้นตอนการปั้นหม้อเริ่มจากการเตรียมดิน ซึ่งดินที่ใช้มี 2 ลักษณะ คือ ดินเหนียวละเอียด และดินเหนียวหยาบ ดินเหนียวละเอียด คือดินเหนียวที่ชาวบ้านได้มาจากแหล่งดินใกล้หมู่บ้าน เมื่อขุดมาได้แล้ว จะนำมาผึ่งแดดให้แห้งแล้วทุบให้ละเอียด แยกสิ่งเจือปนจำพวกเศษหินเศษไม้ ออก จากนั้นก็พรมน้ำ ให้ชื้นคลุมด้วยผ้าพลาสติกทิ้งไว้ 2 คืน ก็นำมาใช้ได้ ส่วนดินเหนียวหยาบ ซึ่งชาวบ้านถือว่าเป็นส่วนประกอบสำคัญ

ขั้นตอนการปั้นและการทำดินเหนียว เริ่มจากเอาดินเหนียวผสมแกลบในอัตราส่วนหนึ่งต่อหนึ่ง เทน้ำลงไปแล้วยำให้เข้ากันสนิทจนดินชื้น ปั้นเป็นก้อนกลม ๆ ขนาดผลส้มโอ นำไปผึ่งแดดให้แห้ง แล้วนำไปเผาจนสุก จากนั้นก็นำมาตำในครกไม้ให้ละเอียดเอาผงดินไปร่อนในตะแกรง ก็จะได้ดินเหนียวละเอียดขนาดเท่าเม็ดสาคูพร้อมที่จะนำไปใช้ปั้น

เด็กชายอภิรักษ์ที่ได้ทำการทดลองปั้นหม้อ 2 สูตร คือ

1. ปั้นด้วยดินเหนียวโดยไม่ผสมหัวเชื้อ เมื่อนำไปเผาด้วยฟางข้าวและไม้ฟืนหรือที่เรียกว่า “เตากลางแจ้ง” พบว่าหม้อใบนี้มีรอยร้าวและมีความเปราะ

2. ปั้นด้วยดินเหนียวผสมดินเหนียว ในอัตราส่วน 1 ต่อ 1 นวดให้เข้ากันแล้วขึ้นรูป แล้วนำไปเผาด้วยวิธีเดียวกันกับข้อที่ 1 พบว่าหม้อที่ได้มีความแข็งแรงและไม่มีการร้าว

คำถาม: จากข้อความข้างต้น นักเรียนคิดว่า “ดินเหนียว” มีคุณสมบัติใดที่ช่วยให้โครงสร้างของเครื่องปั้นดินเผามีความแข็งแรง

ดินเหนียวมีคุณสมบัติเป็น คอมโพสิต (Composite) คือวัสดุที่มีองค์ประกอบทางเคมีหรือโครงสร้างแตกต่างกันตั้งแต่สองชนิดขึ้นไปมาผสมกัน ซึ่งวัสดุที่ได้จะมีสมบัติของวัสดุเริ่มต้นรวมกัน โดยทั่วไปแล้วคอมโพสิตจะประกอบด้วยวัสดุตัวหนึ่งทำหน้าที่เป็นเนื้อหลักหรือเมทริกซ์ (Matrix) และวัสดุที่ทำหน้าที่เป็นเฟสที่กระจาย ในเมทริกซ์นั้นหรืออาจเรียกว่าเป็นเฟสเสริมแรง จึงทำให้ดินเผาที่มี ดินเหนียวผสมอยู่มีความคงทน แข็งแรงมาก

แนวคำตอบ ใบงานที่ 2.4 เรื่อง ปูนซีเมนต์

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

คำชี้แจง: ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ต่อไปนี้

สมรรถนะ C4: แยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ กับที่มาจากการพิจารณาจากสิ่งอื่น

สิ่งหนึ่งที่เปรียบเทียบได้ว่าเป็นอีกหัวใจของงานก่อสร้าง นอกจากเหล็กแล้ว ก็คงจะหนีไม่พ้น ปูนซีเมนต์ อย่างแน่นอน เพราะในทุก ๆ งาน ทุก ๆ บ้านจะต้องใช้คอนกรีตในการก่อสร้างทั้งนั้น หรือแม้แต่วัสดุที่นำมาใช้ในงานก่อสร้างอย่าง เสาค้ำ หรือ งานฐานรากก็จำเป็นต้องใช้ ปูนซีเมนต์ ในงานก่อสร้าง

มีชายคนหนึ่งมีช่างก่อสร้างในพื้นที่ชุมชน มีประสบการณ์การก่อสร้างมาเป็น 10 ปี ได้สร้างโรงเก็บปุ๋ยไว้ที่นาของตัวเอง โดยเขาได้เลือกใช้ปูนซีเมนต์พอร์ตแลนด์ธรรมดา โดยเขามีความเชื่อว่าปูนแบบไหนก็เหมือนกัน หลังจากการก่อสร้างโรงเก็บปุ๋ยเสร็จแล้วใช้งานได้เพียง 3 ปี พื้นและผนังของโรงเก็บปุ๋ยมีอาการลอก และกร่อนออกเป็นแผ่น นักเรียนคิดว่า ชายช่างก่อสร้างคนนี้มีความรู้เรื่องการก่อสร้างเป็นอย่างไร

จากเหตุการณ์จะเห็นได้ว่า ชายคนนี้ไม่มีความรู้ด้านวิศวกร แต่อาศัยความรู้จากประสบการณ์ ซึ่งการสร้างโรงเก็บปุ๋ย ซึ่งปุ๋ยมีความเค็มจะต้องเลือกปูนให้มีความเหมาะสมกับงาน โดยปูนนั้นถูกแบ่งออกเป็นประเภท ได้ 5 ประเภท ดังนี้

ประเภทที่ 1 ปูนซีเมนต์พอร์ตแลนด์ธรรมดา เหมาะสำหรับงานก่อสร้างทั่วไป

ประเภทที่ 2 ปูนซีเมนต์พอร์ตแลนด์เสริม เหมาะสำหรับใช้ในงานโครงสร้างขนาดใหญ่ เช่น ตอม่อขนาดใหญ่ สะพานเทียบเรือ

ประเภทที่ 3 ปูนซีเมนต์พอร์ตแลนด์ประเภทเกิดแรงเร็วสูง เป็นปูนซีเมนต์ นิยมใช้ในงานคอนกรีตที่ต้องการถอดแบบได้เร็วหรืองานเร่งด่วน เช่น ทำเสาค้ำ พื้นสำเร็จรูป

ประเภทที่ 4 ปูนซีเมนต์พอร์ตแลนด์ประเภทเกิดความร้อนต่ำ นิยมใช้ในงานคอนกรีตที่มีเนื้อหนา เช่น เขื่อนกั้นน้ำ

ประเภทที่ 5 ปูนซีเมนต์พอร์ตแลนด์ประเภททนซัลเฟตได้สูง เหมาะสำหรับใช้ในงานก่อสร้างในบริเวณที่ต้องสัมผัสกับเบส เช่น บริเวณที่มีดินเค็มปนอยู่ บริเวณทะเลหรือตามชายฝั่ง

จากข้อมูลข้างต้น ชายคนนี้ควรเลือกปูนประเภทที่ 5 ที่มีคุณสมบัติทนต่อความเค็ม

แนวคำตอบ ใบงานที่ 2.5 เรื่อง ผังความคิดได้วาที

คำชี้แจง: ให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับคุณสมบัติของเซรามิก ประโยชน์ของเซรามิก จัดทำเป็นผังความคิด และใช้ประกอบในการได้วาที ประเด็น *เซรามิกที่ดีต้องทนทานมาก ประโยชน์*

สมรรถนะ C5: ประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และประจักษ์พยานจากแหล่งข้อมูลที่มาที่หลากหลาย

เซรามิกสามารถนำมาประยุกต์ เพื่อผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ประเภทต่าง ๆ ได้มากมาย อาทิ หม้อหุงข้าว ถ้วยชาม เครื่องเคลือบดินเผา อิฐ กระเบื้องเคลือบ วัสดุประเภทซีเมนต์ แก้ว และวัสดุทนไฟ เป็นต้น ตั้งแต่ปี 1950 เป็นต้นมาได้มีความเจริญก้าวหน้าในกระบวนการผลิต ตลอดจนมีความเข้าใจในลักษณะพื้นฐาน และกลไกที่ควบคุมคุณสมบัติของเซรามิก ทำให้มีการพัฒนาเซรามิกประเภทใหม่ๆ มากมาย คำว่าเซรามิกจึงมีความหมายที่กว้างขึ้น รวมถึงเซรามิกที่มีคุณสมบัติพิเศษเหล่านี้ด้วย โดยวัสดุเหล่านี้ได้ถูกนำไปใช้ในงานต่าง ๆ เช่น

- ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์
- ฉนวนไฟฟ้า
- วัสดุขัดเจียร
- ชิ้นส่วนยานอวกาศ
- ภาชนะ และเครื่องครัว (Table ware)
- เครื่องประดับตกแต่ง (Decoration & Garden ware)
- เครื่องสุขภัณฑ์
- ชิ้นส่วนในร่างกายมนุษย์

แบบทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน
 รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง เซรามิก
 ข้อสอบจำนวน 10 ข้อ 10 คะแนน เวลาทำข้อสอบ 10 นาที

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

คำชี้แจง: ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

1. ข้อใดกล่าวถึงวัสดุเซรามิกได้**ถูกต้องที่สุด** (วิเคราะห์)
 - ก. ผลิตภัณฑ์ที่ทำด้วยดินที่ผ่านการเผาแล้ว
 - ข. ผลิตภัณฑ์ที่ทำด้วยหินที่ผ่านการเคลือบแล้ว
 - ค. ผลิตภัณฑ์ที่ทำด้วยดินที่ผ่านการทำลายแล้ว
 - ง. ผลิตภัณฑ์ที่ทำด้วยดินผ่านการล้างน้ำสะอาด
2. ข้อใด**ไม่ใช่**อุตสาหกรรมเซรามิก (ความจำ)
 - ก. อุตสาหกรรมแก้ว
 - ข. อุตสาหกรรมซีเมนต์
 - ค. อุตสาหกรรมกล่องโฟม
 - ง. อุตสาหกรรมเครื่องสุขภัณฑ์
3. วัตถุดิบใดที่ใช้ในการผลิตเซรามิก แล้วทำให้ส่วนผสมเกิดการหลอมเหลวที่อุณหภูมิต่ำ เกิดการเปลี่ยนแปลงเป็นเนื้อแก้วในผลิตภัณฑ์ และทำให้เกิดความโปร่งใสที่สุด (ประเมินค่า)

ก. ดินขาว ข. แร่ควอตซ์ ค. แร่โดโลไมต์ ง. แร่เฟลด์สปาร์
4. วัตถุดิบใดที่ใช้ในการผลิตเซรามิก ทำให้โครงสร้างของผลิตภัณฑ์เกิดความแข็งแรงไม่โค้งงอ (วิเคราะห์)

ก. ดินขาว ข. แร่ควอตซ์ ค. แร่โดโลไมต์ ง. แร่เฟลด์สปาร์
5. น้ำยาเคลือบเซรามิกเป็นสารประกอบของสารชนิดใด (ความจำ)

ก. ซิลิเกต ข. ซิลิคอน ค. กำมะถัน ง. แมงกานีส

6. วัสดุชนิดหนึ่งผลิตจากดิน หิน ทรายและแร่ธาตุต่าง ๆ จากธรรมชาติ นำมาผ่านกระบวนการขึ้นรูป แล้วทำให้แข็งโดยการผ่านความร้อนที่อุณหภูมิสูง มีความแข็งมาก แต่หากกระแทกแรง ๆ จะเปราะ แตกหักง่าย สมบัติดังกล่าวเป็นสมบัติของวัสดุข้อใด (วิเคราะห์)

ก. พอลิเมอร์ ข. ยาง ค. วัสดุผสม ง. เซรามิก

7. ข้อใดไม่ใช่วัตถุดิบหลักที่ใช้ในการผลิตเซรามิก (ความจำ)

ก. หินปูน ข. ดินขาว ค. ควอร์ตซ์ ง. ดินเหนียว

8. ข้อใดเป็นวัตถุดิบเสริมที่ช่วยให้ผลิตภัณฑ์เซรามิกมีสมบัติ ทึบแสงและทนไฟได้ (ประยุกต์ใช้)

ก. สแตนนิกออกไซด์
ข. ซิลิคอนไดออกไซด์
ค. อะลูมิเนียมออกไซด์
ง. ถูกทั้งข้อ ก. และ ค.

9. แก้วประเภทใดที่นำมาทำเป็นภาชนะสำหรับไมโครเวฟ (ความจำ)

ก. แก้วโอปอล ข. แก้วควอร์ตซ์ ค. แก้วโซดาไลม์ ง. แก้วโบโรซิลิเกต

10. ข้อใดเป็นเซรามิกที่ต้องผ่านกระบวนการเผาดิบและเผาเคลือบก่อนนำมาใช้งาน (ประยุกต์ใช้)

ก. อิฐ ข. ไม้ทรงน้ำ ค. แจกันเซรามิก ง. กระจกตันไม้

เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน
รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง เซรามิก

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

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
9-10	ดีมาก
7-8	ดี
5-6	พอใช้
ต่ำกว่า 5	ปรับปรุง

แบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์

การประเมินสมรรถนะ C: การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์

- C1 แปลงข้อมูลที่นำเสนอในรูปแบบหนึ่งไปสู่รูปแบบอื่น (3 ข้อ)
 C2 วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์และลงข้อสรุป (2 ข้อ)
 C3 ระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยาน และเหตุผลในเรื่องที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ (2 ข้อ)

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

คำชี้แจง: ให้นักเรียนอ่านข้อความต่อไปนี้ แล้วตอบคำถาม

สถานการณ์ที่ 1 ประเภทของเครื่องปั้นดินเผา

1. ผลิตภัณฑ์เอิร์ทเทินแวร์ (Earthen Ware) ผลิตภัณฑ์เอิร์ทเทินแวร์โดยรวม (1,050–1,100 องศาเซลเซียส) มีความพรุนตัวสามารถดูดซึมน้ำสูง มีทั้งชนิดเคลือบและไม่เคลือบ บางชนิดเผาจน เนื้อดินแกร่งไม่มีการดูดซึมน้ำ ผลิตภัณฑ์ที่ได้มักก่อนข้างหนา มีความพรุนตัวก่อนข้างสูง ส่วนใหญ่เป็นผลิตภัณฑ์จำพวก กระถาง หม้อดินเผา อิฐที่ใช้ในงานก่อสร้าง กระเบื้องผนังหลังคา เป็นต้น ทำจากดินขาวอย่างเดี่ยวหรือผสมดินหรือหินอย่างอื่นก็ได้

2. ผลิตภัณฑ์สโตนแวร์ (Stone Ware) เนื้อดินสโตนแวร์โดยทั่วไป หมายถึง เนื้อแข็งแกร่งเคลือบที่บแสง หรือไม่เคลือบก็ได้ ในเนื้อดินปั้นมีหินผสมอยู่มาก เผาที่อุณหภูมิ 1,200–1,300 องศาเซลเซียส นิยมผลิตเป็นของใช้บนโต๊ะอาหาร และเครื่องประดับบ้าน

3. ผลิตภัณฑ์พอร์ซเลน (Porcelain) เป็นเครื่องปั้นดินเผาชั้นดี เนื้อละเอียด บางแข็งแกร่ง เคลือบเป็นมันโปร่งแสง ใช้วัตถุดิบคุณภาพดี เพื่อให้ได้เนื้อปั้นสีขาว เผาที่อุณหภูมิ 1,250–1,400 องศาเซลเซียสเนื้อดินพอร์ซเลนจะมีความแกร่งมากกว่าเนื้อดินเอิร์ทเทินแวร์และเนื้อดินสโตนแวร์

คำถามที่ 1 จากรูปแบบของข้อมูลข้างต้น หากนักเรียนเป็นนักวิทยาศาสตร์ นักเรียน
จะมีวิธีการนำเสนอข้อมูลอย่างไร เพื่อให้คนทั่วไปที่ไม่ชอบอ่านหนังสือ เข้าใจ
คุณสมบัติของเซรามิกแต่ละประเภท

.....
.....

คำถามที่ 2 รูปแบบการนำเสนอข้อมูลใด เหมาะสมกับเนื้อหาที่มีความชัดเจนที่สุด
เข้าใจง่าย

1. กราฟ (Graph)
2. เปรียบเทียบสิ่งที่ต่างกัน หรือ เปรียบเทียบอุปมาอุปมัย (Comparison and Contrast)
3. การวิเคราะห์หาเหตุผลหรือผั่งก้างปลา (Cause and Effect)
4. แผนที่ความคิด (Mind Mapping)

คำถามที่ 3 นักเรียนคิดว่ารูปแบบการนำเสนอที่นักเรียนเลือกใน คำถามที่ 2 มีความ
เหมาะสมกับข้อมูลอย่างไร จงอธิบาย

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

ลักษณะเฉพาะของข้อสอบ

สมรรถนะ C1: แปลงข้อมูลที่นำเสนอในรูปแบบหนึ่งไปสู่รูปแบบอื่น

ความรู้: การสืบสวนเชิงวิทยาศาสตร์ (ความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์)

การใช้ความรู้: ของเขตของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สถานการณ์: สังคม

ลักษณะของข้อสอบ: การตอบอิสระ^{1,3}, เลือกตอบ²

สถานการณ์ที่ 2 วัสดุบุรณะฟันเซรามิก

วัสดุบุรณะฟันหลายชนิดที่นิยมแพร่หลายในปัจจุบันรวมถึงวัสดุบุรณะฟันเซรามิกชนิดเฟลสปาติก (Feldspathic Porcelain) ถูกนำมายึดติดกับเคลือบฟันหรือเนื้อฟันด้วยสารยึดติดชนิดเมตาคริลเลต เรซินและคอมโพสิต วัสดุบุรณะฟันเหล่านี้ได้รับแรงบดเคี้ยวซึ่งเป็นแรงกระทำซ้ำ ๆ และอาจมีค่าสูงถึง 800 นิวตัน ก่อให้เกิดความล้าในตัววัสดุบุรณะและส่งผลต่อการยึดติดระหว่างวัสดุบุรณะและเคลือบฟันหรือเนื้อฟัน วัตถุประสงค์หลักของงานวิจัยนี้คือศึกษาอิทธิพลของความล้าต่อการยึดติดระหว่างเซรามิกชนิดเฟลสปาติกและผิวเคลือบฟันธรรมชาติของมนุษย์ โดยทำการทดสอบความต้านทานต่อความล้า (Fatigue Resistance) ของชั้นทดสอบ และทำการศึกษาวิเคราะห์การแตกหักและความเสียหายที่เกิดขึ้นกับชั้นทดสอบโดยใช้ กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด (Scanning Electron Microscope) และกล้องจุลทรรศน์ชนิด Incident Light Microscope ในชั้นทดสอบที่ผ่านการย้อมสีด้วยซิลเวอร์ไนเตรท (AgNO_3)

คำถามที่ 1 เพราะเหตุใด เฟลสปาติก (Feldspathic Porcelain) จึงเป็นเซรามิกที่ถูกเลือกเป็นวัสดุใช้บุรณะฟัน

คำถามที่ 2 หากไม่ใช้ เฟลสปาติก (Feldspathic Porcelain) นักเรียนคิดว่าจะมีเซรามิกชนิดใดใช้แทนกันได้บ้าง

ลักษณะเฉพาะของข้อสอบ

สมรรถนะ C2: วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ และลงข้อสรุป

ความรู้: วิทยาศาสตร์การแพทย์

การใช้ความรู้: ของเขตของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สถานการณ์: สังคม

ลักษณะของข้อสอบ: การตอบอิสระ

สถานการณ์ที่ 3 อันตรายจากภาชนะเซรามิก

นพ.มรกต กรเกษม รัฐมนตรีช่วยว่าการกระทรวงสาธารณสุข ให้สัมภาษณ์ว่า ขณะนี้คนไทยเสี่ยงภัยจากสารอันตรายที่ปนเปื้อนมากับอาหารบริโภคมากขึ้นโดยรู้เท่าไม่ถึงการณ์ โดยเฉพาะภาชนะใส่อาหาร ซึ่งเป็นภัยที่อยู่ใกล้ตัวและต้องใช้ในชีวิตประจำวัน ที่ต้องระวังก็คือ สีที่ใช้เคลือบลวดลายในถ้วย ชาม กระเบื้องเคลือบดินเผา หรือที่เรียกว่าเซรามิก

ซึ่งมีวางขายทั่ว ๆ ไปตามตลาดสด ตลาดนัด ชาวบ้านมักนิยมเลือกส่วนที่มีลวดลายสวยงาม แต่ไม่รู้ถึงอันตรายที่แอบแฝงอยู่ในสีที่ใช้เคลือบลวดลาย ซึ่งมีสารตะกั่วเป็นส่วนผสม เมื่อถูกความร้อนจะสลายตัวออกมาปนเปื้อนกับอาหาร โดยเฉพาะอาหารที่มีสภาพเป็นกรด การปนเปื้อนสารตะกั่วไม่สามารถมองเห็นได้ เมื่อเข้าสู่ร่างกายจะเกิดการสะสมในร่างกายโดยไม่รู้ตัว

นพ.มรกต กล่าวต่อว่า เมื่อสารตะกั่วเข้าสู่ร่างกาย ซึ่งกว่าร้อยละ 95 มักปนเปื้อนมากับอาหาร จะมีฤทธิ์ทำลายระบบประสาทและสมอง ทำให้ความจำเสื่อม ตัวลั่น ทำลายไต ทำลายเม็ดเลือดแดง หากเป็นในเด็กเล็ก แม้ได้รับเพียงปริมาณน้อย ก็จะมีผลให้เติบโตช้า โฉมคิ้วดำ เพราะสมองถูกตะกั่วทำลาย ประสิทธิภาพการเรียนรู้จะลดลง พิษเหล่านี้จะค่อย ๆ สะสมในร่างกายมากขึ้นเรื่อย ๆ

“ได้มอบหมายให้กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ พัฒนาชุดตรวจง่าย ๆ เพื่อหาสารตะกั่วที่ปนเปื้อนอยู่ในสีที่เคลือบลวดลายภาชนะเหล่านี้ อย่างน้อยเพื่อให้ อสม. หรือเจ้าหน้าที่ขององค์การบริหารส่วนท้องถิ่น หรือจังหวัด สามารถใช้ตรวจได้ เพื่อเฝ้าระวังความปลอดภัย เตือนภัยอันตรายแก่ประชาชนได้อย่างทันท่วงที จะทำให้ประชาชนได้รับการคุ้มครองความปลอดภัยทางสุขภาพได้ดียิ่งขึ้น” นพ.มรกต กล่าว

ทางด้าน นพ.มานิต ธีระตันติกานนท์ อธิบดีกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กล่าวว่า ขณะนี้กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ได้พัฒนาชุดตรวจหาการปนเปื้อนในอาหารทั้งหมด 22 ชนิด ซึ่งรวมทั้งชุดทดสอบสารตะกั่วในถ้วย ชาม จาน ที่เป็นกระเบื้องเคลือบดินเผาด้วย วิธีการตรวจง่าย โดยใช้กระดาษทรายชุดบริเวณลวดลาย เพื่อขูดน้ำยาเคลือบออก จากนั้นใช้ไม้พันสำลีสุ่มน้ำยาที่มีสีเหลือง ถูวนไปวนมาบนสีที่เคลือบนานประมาณ 1 นาที หากสำลีเปลี่ยนสีเป็นสีชมพู แสดงว่ามีสารตะกั่ว ไม่ปลอดภัยที่จะใช้ใส่อาหารบริโภค ผลตรวจจะมีความแม่นยำ ตรงกับการตรวจในห้องปฏิบัติการปกติ

นพ.มานิต กล่าวต่อไปว่า จากการตรวจสอบด้วย จาน ชาม เซรามิกที่วางขายในท้องตลาดทั่วไป โดยเฉพาะตามตลาดนัด หรือวางแบกะดิน ในแถบจังหวัดนนทบุรี ซึ่งมีราคาถูกประมาณชิ้นละ 10-15 บาท พบว่าภาชนะเซรามิกประเภทจานแบนที่เคยลอบลวดลายสีภายใน ตรวจทั้งหมด 14 ตัวอย่าง พบสารตะกั่วทุกตัวอย่าง ส่วนจานแบนที่เป็นสีขาว ไม่มีลวดลายด้านใน ตรวจ 8 ตัวอย่าง ไม่พบสารตะกั่วทุกตัวอย่าง และจานเซรามิกที่มีสี แต่ไม่มีลวดลายด้านใน ตรวจ 7 ตัวอย่าง ไม่พบสารตะกั่วเช่นกัน ดังนั้น จึงแนะนำให้ประชาชนโดยเฉพาะแม่บ้านในการเลือกจานชามเซรามิก อย่าเห็นแก่ราคาถูก หรือลวดลายสวยงาม ด้วยชามที่ปลอดภัยที่สุด ควรเป็นชนิดที่ไม่มีลวดลายด้านใน หากเป็นถ้วยชามที่มีลวดลายด้านใน ลักษณะรอยลวดลายจะต้องเรียบเป็นเนื้อเดียวกันกับกระเบื้องวิธีทดสอบง่าย ๆ เมื่อใช้มือเปล่าลูบที่ลายแล้ว จะต้องไม่สะดุดรอยนูน หากลูบแล้วสะดุดมีโอกาสเสี่ยงต่อการละลายของสารตะกั่วออกมา ถ้าสีที่ใช้ไม่ได้มาตรฐาน

คำถามที่ 1 จากบทความข้างต้น สารที่ก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพ มากจากสาเหตุใด

.....

.....

.....

คำถามที่ 2 เมื่อสารตะกั่วเข้าสู่ร่างกาย ร้อยละ 95 ร่างกายจะตอบสนองด้วยสภาวะใด และนักเรียนจะมีวิธีเลือกใช้ผลิตภัณฑ์เซรามิกอย่างไรให้ปลอดภัย

.....

.....

.....

ลักษณะเฉพาะของข้อสอบ

สมรรถนะ C3: ระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยาน และเหตุผลในเรื่องที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์

ความรู้: วิทยาศาสตร์การแพทย์

การใช้ความรู้: ของเขตของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สถานการณ์: สังคม

ลักษณะของข้อสอบ: การตอบอิสระ

แนวทางคำตอบแบบวัดความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์

สถานการณ์ที่ 1 ประเภทของเครื่องปั้นดินเผา

คำถามที่ 1 จากรูปแบบของข้อมูลข้างต้น หากนักเรียนเป็นนักวิทยาศาสตร์ นักเรียนจะมีวิธีการนำเสนอข้อมูลอย่างไร เพื่อให้คนทั่วไปที่ไม่ชอบอ่านหนังสือ เข้าใจ

คุณสมบัติของเซรามิกแต่ละประเภท

จัดทำป้ายภาพและสัญลักษณ์ที่สะดุดตา เพราะจะทำให้มีความน่าสนใจและใช้ภาพเป็นสื่อแทนตัวหนังสือ

คำถามที่ 2 รูปแบบการนำเสนอข้อมูลใด เหมาะสมกับเนื้อหาที่มีความชัดเจนที่สุด เข้าใจง่าย

1. กราฟ (Graph)
2. เปรียบเทียบสิ่งที่ต่างกัน หรือ เปรียบเทียบอุปมาอุปมัย (Comparison and Contrast)
3. การวิเคราะห์หาเหตุผลหรือฟังก์ชันปลา (Cause and Effect)
4. แผนผังความคิด (Mind Mapping)

คำถามที่ 3 นักเรียนคิดว่ารูปแบบการนำเสนอที่นักเรียนเลือกใน คำถามที่ 2 มีความเหมาะสมกับข้อมูลอย่างไร จงอธิบาย

การสื่อสารภาพโดยการทำในลักษณะ Mind Mapping จะทำให้คนส่วนมากเข้าใจได้มากกว่าการสื่อสารแบบอื่น ที่จำเป็นต้องมีตัวอักษรประกอบมากกว่า แต่การทำ Mind Mapping สามารถใช้ภาพเชื่อมโยงลำดับได้

สถานการณ์ที่ 2 วัสดุบูรณะฟันเซรามิก

คำถามที่ 1 เพราะเหตุใด เฟลสปาทิก (Feldspathic Porcelain) จึงเป็นเซรามิกที่ ถูกเลือกเป็นวัสดุใช้บูรณะฟัน

เนื่องจากมีสีและคุณสมบัติเหมือนฟันธรรมชาติ มีความเข้ากันได้ดีทางชีวภาพ ทนทานต่อการกัดกร่อนและเป็นฉนวน ปัจจุบันมีการใช้วัสดุบูรณะเซรามิกซึ่งเป็นวัสดุที่มีสีเหมือนฟันธรรมชาติเป็นวัสดุบูรณะฟันกันมากขึ้น เนื่องจากมีการพัฒนาทางด้านการผลิต

ร่วมกับการพัฒนาวัสดุระบบยึดติด ทำให้การบูรณะด้วยเซรามิกมีความแข็งแรงและมีคุณสมบัติดียิ่งขึ้น

คำถามที่ 2 หากไม่ใช้ เฟลสปาทิก (Feldspathic Porcelain) นักเรียนคิดว่าจะมี เซรามิกชนิดใดใช้แทนกันได้บ้าง

เซอร์โคเนีย (Zirconia crown)

สถานการณ์ที่ 3 อันตรายจากภาชนะเซรามิก

คำถามที่ 1 จากบทความข้างต้น สารที่ก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพ มากจากสาเหตุใด

สารตะกั่ว ปนเปื้อนอยู่ในสีที่เคลือบลวดลายภาชนะ

คำถามที่ 2 เมื่อสารตะกั่วเข้าสู่ร่างกาย ร้อยละ 95 ร่างกายจะตอบสนองด้วยสภาวะใด และนักเรียนจะมีวิธีเลือกใช้ผลิตภัณฑ์เซรามิกอย่างไรให้ปลอดภัย

มีฤทธิ์ทำลายระบบประสาทและสมอง ทำให้ความจำเสื่อม ตัวสั่น ทำลายไต ทำลายเม็ดเลือดแดง หากเป็นในเด็กเล็ก แม้ได้รับเพียงปริมาณน้อย ก็จะมีผลให้เติบโตช้า ไอคิวต่ำ เพราะสมองถูกตะกั่วทำลาย ประสิทธิภาพการเรียนรู้จะลดลง

เลือกเซรามิกที่ไม่มีลวดลาย หรือหลีกเลี่ยงการใช้ภาชนะที่ทำด้วยเซรามิก

เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์
สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์

สมรรถนะความฉลาดรู้ วิทยาศาสตร์	ระดับคะแนน	อธิบาย
C1: แปลงข้อมูลที่น่าเสนอ ในรูปแบบหนึ่งไปสู่ รูปแบบอื่น	<p style="text-align: center;">ควรปรับปรุง (1)</p>	<p>สามารถแปลงข้อมูลเชิงปริมาณ หรือเชิงคุณภาพที่กำหนดให้แล้ว นำเสนอในรูปแบบอื่นอย่างง่าย</p>
	<p style="text-align: center;">ระดับปานกลาง (2)</p>	<p>สามารถแปลงข้อมูลเชิงปริมาณ และเชิงคุณภาพที่มาจากสถานการณ์ ในชีวิตประจำวันที่กำหนดให้แล้ว นำเสนอในรูปแบบอื่น</p>
	<p style="text-align: center;">ระดับดี (3)</p>	<p>สามารถแปลงข้อมูลเชิงปริมาณ และเชิงคุณภาพที่มาจากสถานการณ์ ภายใต้เงื่อนไขจำกัด แล้วนำเสนอใน รูปแบบที่เข้าใจได้ง่าย</p>
	<p style="text-align: center;">ระดับดีมาก (4)</p>	<p>สามารถแปลงข้อมูลเชิงปริมาณ และเชิงคุณภาพที่ซับซ้อนและมีที่มา จากเหตุการณ์ที่ไม่คุ้นเคยแล้ว นำเสนอในรูปแบบที่เข้าใจได้ง่ายเพื่อ สร้างทางเลือกในการตัดสินใจ</p>

เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์
สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์

สมรรถนะความฉลาดรู้ วิทยาศาสตร์	ระดับคะแนน	อธิบาย
C2: วิเคราะห์และแปล ความหมายข้อมูลทาง วิทยาศาสตร์และลง ข้อสรุป	ควรปรับปรุง (1)	สามารถเปรียบเทียบจำแนก แยกแยะ และแปลความหมายข้อมูลที่ กำหนดให้
	ระดับปานกลาง (2)	สามารถเปรียบเทียบจำแนก แยกแยะ แปลความหมาย และลงข้อสรุปข้อมูล จากสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน ที่กำหนดให้ โดยใช้ความรู้ทาง วิทยาศาสตร์
	ระดับดี (3)	สามารถวิเคราะห์และแปล ความหมายข้อมูลเพื่อแสดงรูปแบบ ของข้อมูลที่มาจากสถานการณ์ภายใต้ เงื่อนไขจำกัด และลงข้อสรุป โดยใช้ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ซับซ้อน
	ระดับดีมาก (4)	สามารถวิเคราะห์และแปล ความหมายข้อมูลเพื่อแสดงรูปแบบ ของข้อมูลที่มาจากเหตุการณ์ที่ไม่ คุ้นเคยขึ้นโดยใช้ความรู้ทางและลง ข้อสรุปที่กว้างวิทยาศาสตร์ที่ซับซ้อน เพื่อสร้างทางเลือกในการตัดสินใจ

เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์
สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์

สมรรถนะความฉลาดรู้ วิทยาศาสตร์	ระดับคะแนน	อธิบาย
C3: ระบุงบข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยาน และ เหตุผลในเรื่องที่เกี่ยวกับ วิทยาศาสตร์	ควรปรับปรุง (1)	สามารถระบุงบข้อสันนิษฐานและบอก ประจักษ์พยานสนับสนุนจากข้อมูลที่ กำหนดให้
	ระดับปานกลาง (2)	สามารถระบุงบข้อสันนิษฐานเพื่ออธิบาย สถานการณ์ในชีวิตประจำวันเกี่ยวกับ วิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้โดยใช้ ประจักษ์พยานและเหตุผลสนับสนุน
	ระดับดี (3)	สามารถสร้างข้อสันนิษฐานเพื่อ อธิบายเหตุการณ์เกี่ยวกับ วิทยาศาสตร์ โดยใช้ประจักษ์พยาน และเหตุผลสนับสนุน
	ระดับดีมาก (4)	สามารถสร้างข้อสันนิษฐานเพื่อ อธิบายเหตุการณ์เกี่ยวกับ วิทยาศาสตร์ที่ซับซ้อนมากขึ้นหรือไม่ คุ้นเคยมาก่อนโดยเลือกใช้ประจักษ์ พยานและเหตุผลสนับสนุนที่เหมาะสม

เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์
สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์

สมรรถนะความฉลาดรู้ วิทยาศาสตร์	ระดับคะแนน	อธิบาย
C4: แยกแยะระหว่างข้อ โต้แย้งที่มาจากประจักษ์ พยานและทฤษฎีทาง วิทยาศาสตร์ กับที่มาจาก การพิจารณาจากสิ่งอื่น	ควรปรับปรุง (1)	สามารถแยกแยะข้อโต้แย้งที่มาจาก ประจักษ์พยานและทฤษฎีทาง วิทยาศาสตร์ กับที่มาจาก การพิจารณาสิ่งอื่นจากข้อมูลที่กำหนดให้
	ระดับปานกลาง (2)	สามารถแยกแยะข้อโต้แย้งที่มาจาก ประจักษ์พยานและทฤษฎีทาง วิทยาศาสตร์ กับที่มาจาก การพิจารณาสิ่งอื่นในสถานการณ์ใน ชีวิตประจำวัน
	ระดับดี (3)	สามารถแยกแยะข้อโต้แย้งที่มาจาก ประจักษ์พยานและทฤษฎีทาง วิทยาศาสตร์ กับที่มาจาก การพิจารณาสิ่งอื่นโดยระบุเหตุผล สนับสนุนการแยกแยะจากข้อมูลใน เหตุการณ์ภายใต้เงื่อนไขจำกัด
	ระดับดีมาก (4)	สามารถแยกแยะข้อโต้แย้งที่มาจาก ประจักษ์พยานและทฤษฎีทาง วิทยาศาสตร์ กับที่มาจาก การพิจารณาสิ่งอื่นโดยระบุเหตุผล สนับสนุนการแยกแยะเพื่อตัดสินใจ เลือกประจักษ์พยานที่เหมาะสมจาก ข้อมูลในเหตุการณ์ที่ไม่คุ้นเคย

แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์

คำชี้แจง: ให้ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียน และนอกเวลาเรียนแล้ว

ทำเครื่องหมายถูก (✓) ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ข้อการประเมิน	รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
		3	2	1
1. ใฝ่เรียนรู้	1.1 ตั้งใจเรียน เอาใจใส่ และมีความเพียรพยายามในการเรียนรู้			
	1.2 แลกเปลี่ยนเรียนรู้ด้วยวิธีการต่าง ๆ และนำไปใช้ในชีวิตรประจำวัน			
2. มุ่งมั่นในการทำงาน	2.1 เอาใจใส่ต่อการปฏิบัติหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย			
	2.2 ปรับปรุง และพัฒนาการทำงานด้วยตนเอง			
3. มีจิตสาธารณะ	3.1 เข้าร่วมกิจกรรมที่เป็นประโยชน์ต่อโรงเรียน ชุมชน และสังคม			
รวม				
ระดับคุณภาพ				

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นายอนันต์ ศรีสุนาครวั)

เกณฑ์การให้คะแนน

พฤติกรรมที่ปฏิบัติชัดเจนและสม่ำเสมอ ให้ 3 คะแนน

พฤติกรรมที่ปฏิบัติชัดเจนและบ่อยครั้ง ให้ 2 คะแนน

พฤติกรรมที่ปฏิบัติบางครั้ง ให้ 1 คะแนน

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
14-15	ดีมาก
10-13	ดี
5-9	พอใช้
ต่ำกว่า 5	ปรับปรุง

เกณฑ์การให้คะแนนแบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. ใฝ่เรียนรู้

ตัวชี้วัดที่ 1.1 ตั้งใจเรียน เอาใจใส่ และมีความเพียรพยายาม ในการเรียนรู้

พฤติกรรมบ่งชี้	ดีเยี่ยม (3)	ดี (2)	ผ่าน (1)
1.1.1 ตั้งใจเรียน เอาใจใส่ และมีความเพียรพยายาม ในการเรียนรู้	เข้าเรียนตรงเวลา ตั้งใจเรียน เอาใจใส่ และมีความเพียร พยายามในการเรียนรู้ มี ส่วนร่วมในการเรียนรู้ และเข้าร่วมกิจกรรมการ เรียนรู้ต่าง ๆ ทั้งภายใน และภายนอกโรงเรียน เป็นประจำ	เข้าเรียนตรงเวลา ตั้งใจเรียน เอาใจใส่ และมีความเพียร พยายามในการ เรียนรู้ มีส่วนร่วมใน การเรียนรู้และเข้า ร่วมกิจกรรมการ เรียนรู้ต่าง ๆ บ่อยครั้ง	เข้าเรียนตรงเวลา ตั้งใจเรียน เอาใจใส่ ในการเรียน มีส่วน ร่วม ในการเรียนรู้ และเข้าร่วม กิจกรรมการเรียนรู้ ต่าง ๆ เป็นบางครั้ง

ตัวชี้วัดที่ 1.2 แลกเปลี่ยนเรียนรู้ด้วยวิธีการต่าง ๆ และนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

พฤติกรรมบ่งชี้	ดีเยี่ยม (3)	ดี (2)	ผ่าน (1)
1.2.1 แลกเปลี่ยนเรียนรู้ ด้วยวิธีการต่าง ๆ และนำไปใช้ ในชีวิตประจำวัน	ศึกษาค้นคว้า หาความรู้จากหนังสือ เอกสาร สิ่งพิมพ์ สื่อเทคโนโลยี และ สารสนเทศ แหล่ง เรียนรู้ทั้งภายในและ ภายนอกโรงเรียน เลือกใช้สื่อได้อย่าง เหมาะสม มีการบันทึก ความรู้ วิเคราะห์ข้อมูล สรุปเป็นองค์ความรู้ แลกเปลี่ยนเรียนรู้ด้วย วิธีการที่หลากหลาย และนำไปใช้ ในชีวิตประจำวันได้	ศึกษาค้นคว้าหา ความรู้จากหนังสือ เอกสาร สิ่งพิมพ์ สื่อ เทคโนโลยี และ สารสนเทศ แหล่ง เรียนรู้ทั้งภายในและ ภายนอกโรงเรียน และเลือกใช้สื่อได้ อย่างเหมาะสม มีการ บันทึกความรู้ วิเคราะห์ข้อมูล สรุป เป็นองค์ความรู้ แลกเปลี่ยนเรียนรู้ กับผู้อื่นได้	ศึกษาค้นคว้า หาความรู้จาก หนังสือ เอกสาร สิ่งพิมพ์ สื่อเทคโนโลยี แหล่งเรียนรู้ ทั้งภายในและ ภายนอก โรงเรียน เลือกใช้ สื่อ ได้อย่าง เหมาะสม มีการบันทึก ความรู้

2. มุ่งมั่นในการทำงาน

ตัวชี้วัดที่ 2.1 เอาใจใส่ต่อการปฏิบัติหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย

พฤติกรรมบ่งชี้	ดีเยี่ยม (3)	ดี (2)	ผ่าน (1)
2.1.1 เอาใจใส่ต่อการปฏิบัติหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย	ตั้งใจและรับผิดชอบในการปฏิบัติหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย ให้สำเร็จ มีการปรับปรุงและพัฒนาการทำงาน ให้ดีขึ้นด้วยตนเอง	ตั้งใจและรับผิดชอบในการปฏิบัติหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย ให้สำเร็จ มีการปรับปรุงและพัฒนาการทำงาน ให้ดีขึ้น	ตั้งใจและรับผิดชอบในการปฏิบัติหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย ให้สำเร็จ

ตัวชี้วัดที่ 2.2 ปรับปรุง และพัฒนาการทำงานด้วยตนเอง

พฤติกรรมบ่งชี้	ดีเยี่ยม (3)	ดี (2)	ผ่าน (1)
2.2.1 ปรับปรุง และพัฒนาการทำงานด้วยตนเอง	ทำงานด้วยความขยันอดทน ไม่ย่อท้อ ต่อปัญหา พยายามแก้ปัญหาอุปสรรคในการทำงาน ให้งานสำเร็จ ตามเป้าหมาย ภายในเวลาที่กำหนด ชื่นชมผลงาน ด้วยความภาคภูมิใจ	ทำงานด้วยความขยันอดทน ไม่ย่อท้อ ต่อปัญหาในการทำงาน พยายามให้งานสำเร็จ ตามเป้าหมาย ชื่นชมผลงาน ด้วยความภาคภูมิใจ	ทำงานด้วยความขยันอดทน พยายามให้งานสำเร็จ ตามเป้าหมาย

3. มีจิตสาธารณะ

ตัวชี้วัดที่ 3.1 เข้าร่วมกิจกรรมที่เป็นประโยชน์ต่อโรงเรียน ชุมชน และสังคม

พฤติกรรมบ่งชี้	ดีเยี่ยม (3)	ดี (2)	ผ่าน (1)
3.1.1 เข้าร่วมกิจกรรมที่เป็นประโยชน์ต่อโรงเรียน ชุมชน และสังคม	เข้าร่วมกิจกรรมเพื่อสังคมและสาธารณประโยชน์ของโรงเรียนและชุมชน ด้วยความเต็มใจ	เข้าร่วมกิจกรรมเพื่อสังคมและสาธารณประโยชน์ของโรงเรียน ด้วยความเต็มใจ	เข้าร่วมกิจกรรมเพื่อสังคมและสาธารณประโยชน์ของโรงเรียน ด้วยความเต็มใจ

ภาคผนวก จ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
3. แบบสอบถามความพึงพอใจ

แบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน

โดย นายอนุชิต ศรีสุนาคร้ว ตำแหน่ง ครูผู้สอน

ชื่อ-นามสกุล.....เลขที่.....

คำชี้แจง

ในแบบทดสอบชุดนี้ นักเรียนจะพบคำถามเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ให้นักเรียนอ่านคำถามทุกข้ออย่างละเอียดรอบคอบ แล้วตอบคำถามให้ดีที่สุดเท่าที่จะทำได้ บางคำถามจะมีคำตอบให้เลือกสี่คำตอบหรือมากกว่า แต่ละคำตอบจะมีตัวเลขแสดงอยู่ข้างหน้า คำถามประเภทนี้ ให้นักเรียนวงกลมล้อมรอบตัวเลขที่อยู่หน้าคำตอบที่นักเรียนคิดว่าถูกต้อง บางข้อมีคำถามให้นักเรียนตอบหลายคำตอบ โดยให้วงกลมล้อมรอบคำตอบเดียวในแต่ละแถว สำหรับคำถามอื่น ๆ นักเรียนจะต้องเขียนคำตอบสั้น ๆ ในที่ว่างที่เตรียมไว้ในแบบทดสอบของนักเรียน คำถามเหล่านี้นักเรียนอาจต้องเขียนคำตอบเป็นตัวหนังสือ วาดภาพ และ/หรือเขียนตัวเลข บางคำถามต้องการให้นักเรียนอธิบายคำตอบหรือให้เหตุผลประกอบคำตอบของนักเรียน คำถามเหล่านี้มี คำตอบถูกต้องหลายคำตอบ นักเรียนจะได้คะแนนจากวิธีที่นักเรียนแสดงความเข้าใจของนักเรียนที่มีต่อคำถาม และลักษณะการคิดที่นักเรียนแสดงออกมา นักเรียนควรเขียนคำตอบของนักเรียนในเส้นบรรทัดที่กำหนดไว้ให้จำนวนเส้นบรรทัดจะเป็นตัวบอกความยาวอย่างคร่าว ๆ ที่นักเรียนควรเขียนตอบ

ข้อสอบประเมินสมรรถนะที่ 1

A: การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (5 ข้อ/10 คะแนน)

A1 นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล (1 ข้อ)

A2 ระบุ ใช้ และสร้างแบบจำลองและตัวแทนเชิงอธิบาย (1 ข้อ)

A3 พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้ความเป็นเหตุเป็นผล (1 ข้อ)

A4 เสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการอธิบาย (1 ข้อ)

A5 อธิบายถึงศักยภาพของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่นำไปใช้เพื่อสังคม (1 ข้อ)

สถานการณ์/คำถาม		ลักษณะเฉพาะ ของข้อสอบ
A: การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์		
A1	น้ำอัดลมประกอบด้วยน้ำ น้ำตาลหรือสารให้รสหวาน สารแต่งกลิ่นรส และแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ โดยทั่วไปน้ำอัดลมอยู่ในบรรจุภัณฑ์แบบต่าง ๆ เช่น ขวดแก้ว ขวดพลาสติก กระป๋องอะลูมิเนียม น้ำอัดลมที่ผลิตแล้วจะต้องเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องหรือแช่ เย็นให้มีอุณหภูมิต่ำ เพื่อให้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ละลายในน้ำอัดลมได้ดี เนื่องจากการแยกตัวของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ออกจากน้ำอัดลม การเปลี่ยนแปลงของสีและสารแต่งกลิ่นรส มีผลต่อการเสื่อมคุณภาพของน้ำอัดลม บรรจุภัณฑ์จึงมีส่วนสำคัญในการช่วยป้องกันการเสื่อมคุณภาพของผลิตภัณฑ์จากสาเหตุดังกล่าว บรรจุภัณฑ์ที่ดีจะต้องป้องกันไม่ให้เกิดซึมผ่านออกมาได้ทั้งที่บริเวณปากขวดและเนื้อวัสดุที่ใช้ทำบรรจุภัณฑ์ สามารถป้องกันการเกิดปฏิกิริยาเคมีที่มีแสงและออกซิเจนจาก	สมรรถนะ: นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล ความรู้: วัสดุศาสตร์ การใช้ความรู้: การเปลี่ยนแปลงทางเคมี

สถานการณ์/คำถาม	ลักษณะเฉพาะ ของข้อสอบ
<p>ภายนอกมาเกี่ยวข้อง รวมทั้งป้องกันการกัดกร่อนเนื้อวัสดุโดยน้ำอัดลมซึ่งมีสมบัติเป็นกรดด้วย แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำอัดลมสามารถแพร่ผ่านเนื้อบรรจุภัณฑ์พลาสติกมากกว่าแก้ว และโลหะ บรรจุภัณฑ์พลาสติกจึงทำให้เกิดการสูญเสียแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ออกจากน้ำอัดลมได้มากกว่า</p> <p>เนื่องจากการแยกตัวของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ออกจากน้ำอัดลม การเปลี่ยนแปลงของสีและสารแต่งกลิ่นรส มีผลต่อการเสื่อมคุณภาพของน้ำอัดลม ข้อใดคือเหตุผลที่สามารถสนับสนุนการเลือกใช้บรรจุภัณฑ์ได้เหมาะสมที่สุด (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ) (2 คะแนน)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. น้ำอัดลมที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ประเภทพลาสติกมีอายุการเก็บรักษายาวกว่าบรรจุภัณฑ์ชนิดอื่น 2. บรรจุภัณฑ์ที่ทำจากแก้วสามารถป้องกันการกัดกร่อนได้ดี 3. บรรจุภัณฑ์ที่ทำจากแก้วสามารถป้องกันการแพร่ของแก๊สผ่านเนื้อวัสดุได้ดี น้ำอัดลมในขวดแก้วจึงสามารถคงรสชาติเหมือนเดิมมากที่สุดเมื่อเทียบกับน้ำอัดลมในบรรจุภัณฑ์แบบอื่น 4. บรรจุภัณฑ์ที่ทำจากโลหะสามารถป้องกันแสงได้ดีลดการเกิดปฏิกิริยาเคมีที่มีแสงและออกซิเจนจากภายนอกและช่วยลดการกัดกร่อน 	<p>สถานการณ์: ระดับท้องถิ่น/ ประเทศ</p> <p>ลักษณะของข้อสอบ: เลือกตอบ</p>
<p>A2 พอลิเมอร์เป็นสารที่นำมาใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน อาจจะเป็นพอลิเมอร์จากธรรมชาติหรือพอลิเมอร์ที่เกิดจากการสังเคราะห์ การนำพอลิเมอร์มาใช้ประโยชน์จะต้องมีการพัฒนาปรับปรุงโครงสร้างให้เหมาะสม หรือการเลือกใช้พอลิเมอร์ให้</p>	<p>สมรรถนะ: ระบุใช้ และสร้างแบบจำลองและ</p>

<p style="text-align: center;">สถานการณ์/คำถาม</p>		<p style="text-align: center;">ลักษณะเฉพาะ ของข้อสอบ</p>																																																												
	<p>เหมาะสมกับวัสดุชนิดนั้น ๆ ขวดน้ำ พลาสติก ยางรถยนต์ และ เสื้อผ้า ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากสารที่เป็นพอลิเมอร์ อยาก ทราบว่าโครงสร้าง ของตัวอย่างพลาสติกที่กล่าวมาเป็น อย่างไร โดยให้นักเรียนเลือกเพียง 1 ตัวอย่าง พร้อมบอก คุณสมบัติของพอลิเมอร์หรือพลาสติกที่เลือก (2 คะแนน)</p> <div style="border: 2px solid black; border-radius: 15px; height: 150px; width: 100%; margin: 10px 0;"></div> <p>โครงสร้างแบบ.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>	<p>ตัวแทนเชิง อธิบาย ความรู้: พอลิเมอร์ การใช้ความรู้: การใช้ประโยชน์ จากพอลิเมอร์ สถานการณ์: ระดับท้องถิ่น/ ประเทศ ลักษณะของ ข้อสอบ: สร้าง คำตอบอิสระ</p>																																																												
<p>A3</p>	<p>ให้นักเรียนพิจารณารูปแสดงปริมาณขยะมูลฝอย ปี 2551- 2559 แล้วตอบคำถาม</p> <div style="text-align: center;"> <table border="1" style="margin: 10px auto; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>ปี</th> <th>ปริมาณขยะมูลฝอย</th> <th>การนำกลับมาใช้ประโยชน์</th> <th>กำจัดถูกต้อง</th> <th>กำจัดไม่ถูกต้อง</th> <th>อัตราการเกิดขยะ (กก./คน/วัน)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>2551</td><td>23.93</td><td>3.45</td><td>5.69</td><td>14.79</td><td>1.03</td></tr> <tr><td>2552</td><td>24.11</td><td>3.86</td><td>5.97</td><td>14.28</td><td>1.04</td></tr> <tr><td>2553</td><td>24.22</td><td>3.9</td><td>5.77</td><td>14.55</td><td>1.04</td></tr> <tr><td>2554</td><td>25.35</td><td>4.1</td><td>5.64</td><td>15.61</td><td>1.08</td></tr> <tr><td>2555</td><td>24.73</td><td>5.28</td><td>5.83</td><td>13.62</td><td>1.05</td></tr> <tr><td>2556</td><td>26.77</td><td>5.15</td><td>7.27</td><td>14.35</td><td>1.15</td></tr> <tr><td>2557</td><td>26.19</td><td>4.82</td><td>7.88</td><td>13.40</td><td>1.11</td></tr> <tr><td>2558</td><td>26.35</td><td>4.94</td><td>8.34</td><td>13.57</td><td>1.13</td></tr> <tr><td>2559</td><td>27.06</td><td>5.8</td><td>9.57</td><td>11.69</td><td>1.11</td></tr> </tbody> </table> <p>รูปที่ 1 สถานการณ์ขยะมูลฝอย ปี 2551 - 2559</p> </div>	ปี	ปริมาณขยะมูลฝอย	การนำกลับมาใช้ประโยชน์	กำจัดถูกต้อง	กำจัดไม่ถูกต้อง	อัตราการเกิดขยะ (กก./คน/วัน)	2551	23.93	3.45	5.69	14.79	1.03	2552	24.11	3.86	5.97	14.28	1.04	2553	24.22	3.9	5.77	14.55	1.04	2554	25.35	4.1	5.64	15.61	1.08	2555	24.73	5.28	5.83	13.62	1.05	2556	26.77	5.15	7.27	14.35	1.15	2557	26.19	4.82	7.88	13.40	1.11	2558	26.35	4.94	8.34	13.57	1.13	2559	27.06	5.8	9.57	11.69	1.11	<p>สมรรถนะ: พยากรณ์การ เปลี่ยนแปลงใน เชิงวิทยาศาสตร์ โดยใช้ความเป็น เหตุเป็นผล ความรู้: พอลิเมอร์ การใช้ความรู้: ด้านสิ่งแวดล้อม</p>
ปี	ปริมาณขยะมูลฝอย	การนำกลับมาใช้ประโยชน์	กำจัดถูกต้อง	กำจัดไม่ถูกต้อง	อัตราการเกิดขยะ (กก./คน/วัน)																																																									
2551	23.93	3.45	5.69	14.79	1.03																																																									
2552	24.11	3.86	5.97	14.28	1.04																																																									
2553	24.22	3.9	5.77	14.55	1.04																																																									
2554	25.35	4.1	5.64	15.61	1.08																																																									
2555	24.73	5.28	5.83	13.62	1.05																																																									
2556	26.77	5.15	7.27	14.35	1.15																																																									
2557	26.19	4.82	7.88	13.40	1.11																																																									
2558	26.35	4.94	8.34	13.57	1.13																																																									
2559	27.06	5.8	9.57	11.69	1.11																																																									

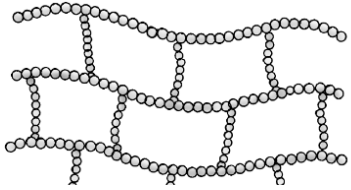

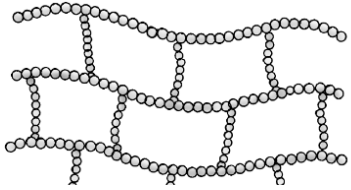

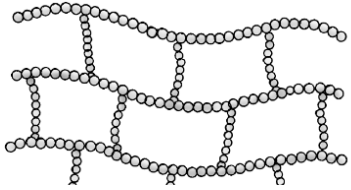

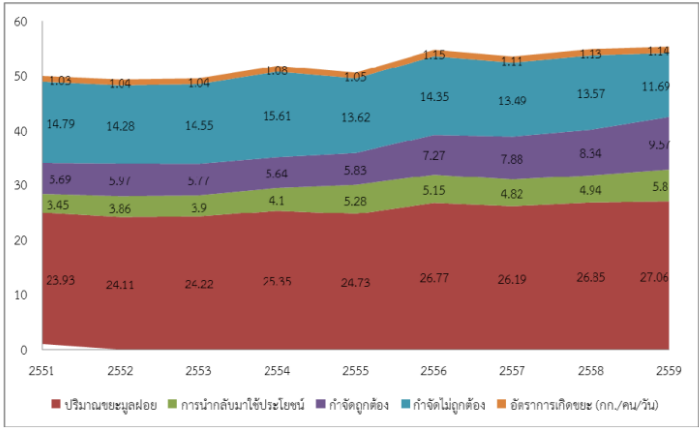
สถานการณ์/คำถาม		ลักษณะเฉพาะ ของข้อสอบ
	<p>จากกราฟ ปริมาณขยะมูลฝอยทั่วประเทศมีแนวโน้มเป็นอย่างไร จงอธิบาย (2 คะแนน)</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>	<p>สถานการณ์: ระดับโลก</p> <p>ลักษณะของข้อสอบ: สร้างคำตอบอิสระ</p>
A4	<p>น้ำยางพารา เป็นน้ำยางที่ได้จากต้นยางพารามีลักษณะเป็นของเหลว สีขาวขุ่นคล้ายน้ำนม ส่วนประกอบในน้ำยางพาราประกอบด้วยเนื้อยางน้ำ และส่วนที่เหลือเป็นโปรตีนไขมัน และอื่น ๆ ในการนำไปใช้ประโยชน์จะแยกเฉพาะส่วนที่เป็นเนื้อยางมาใช้ ยางพารามีสมบัติด้านทนต่อแรงดึงสูงทนต่อการขูดถู ยึดหยุ่นได้ดีไม่ละลายน้ำ เมื่อนำไปทำถนนทำให้ถนนทนทานต่อแรงกดอัดทนทานต่อแรงดึง และป้องกันการซึมผ่านของน้ำได้ (2 คะแนน)</p> <p>จากข้อมูลข้างต้นจงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด</p> <p>สมมติฐานในข้อใดใช้สนับสนุนข้อความข้างต้นได้ถูกต้องที่สุด (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)</p> <p>1. น้ำยางธรรมชาติมาผสมรวมกับสารเคมีทำให้มีลักษณะคล้ายคอนกรีต</p>	<p>สมรรถนะ: เสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการอธิบาย</p> <p>ความรู้: พอลิเมอร์ธรรมชาติ</p> <p>การใช้ความรู้: ด้านวิศวกรรม</p> <p>สถานการณ์: ระดับประเทศ</p> <p>ลักษณะของข้อสอบ: เลือกตอบ</p>

	สถานการณ์/คำถาม	ลักษณะเฉพาะ ของข้อสอบ
	<p>2. สมบัติต้านทานต่อแรงดึงสูงทนต่อการขีดถู ยืดหยุ่นได้ดีไม่ละลายน้ำเป็นคุณสมบัติของพอลิเมอร์ในธรรมชาติ</p> <p>3. โปรตีน ไซมัน เป็นส่วนที่ทำให้โครงสร้างพอลิเมอร์ไม่แข็งแรงจึงต้องนำออกจากน้ำยางฯ</p> <p>4. ยางพาราสามารถนำไปทำถนนและรับน้ำหนักได้ แต่ต้องนำไปผสมกับวัสดุชนิดอื่น ๆ</p>	
A5	<p>ปัจจุบันมีการศึกษาพบว่าวัสดุที่ถูกนำมาใช้ปริมาณมาก คือ พลาสติก เนื่องจากประโยชน์ที่หลากหลายอย่างไรก็ตาม ปัญหาที่เกิดขึ้นในปัจจุบันคือผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และมีอายุการย่อยสลายยาวนาน</p> <p>จากข้อมูลข้างต้น นักเรียนจะนำความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ มาแก้ไขปัญหานี้อย่างไร เพื่อลดขยะพลาสติกที่ย่อยสลายยาก และเป็นทางเลือกในการใช้วัสดุทดแทนพลาสติก</p> <p>(2 คะแนน)</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>	<p>สมรรถนะ:</p> <p>อธิบายถึง</p> <p>ศักยภาพของ</p> <p>ความรู้ทาง</p> <p>วิทยาศาสตร์ที่</p> <p>นำไปใช้เพื่อ</p> <p>สังคม</p> <p>ความรู้:</p> <p>พอลิเมอร์ธรรม</p> <p>ชาติ</p> <p>การใช้ความรู้:</p> <p>ด้านสิ่งแวดล้อม</p> <p>สถานการณ์:</p> <p>ระดับประเทศ</p> <p>ลักษณะของ</p> <p>ข้อสอบ: สร้าง</p> <p>คำตอบอิสระ</p>

แนวคำตอบสมรรถนะที่ 1

สถานการณ์/คำถาม		ลักษณะเฉพาะ ของข้อสอบ
A: การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์		
A1	<p>น้ำอัดลมประกอบด้วยน้ำ น้ำตาลหรือสารให้รสหวาน สารแต่งกลิ่นรส และแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ โดยทั่วไปน้ำอัดลมอยู่ในบรรจุภัณฑ์แบบต่าง ๆ เช่น ขวดแก้ว ขวดพลาสติก กระจบองอะลูมิเนียม น้ำอัดลมที่ผลิตแล้วจะต้องเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องหรือแช่ เย็นให้มีอุณหภูมิต่ำ เพื่อให้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ละลายในน้ำอัดลมได้ดี เนื่องจากการแยกตัวของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ออกจากน้ำอัดลม การเปลี่ยนแปลงของสีและสารแต่งกลิ่นรส มีผลต่อการเสื่อมคุณภาพของน้ำอัดลม บรรจุภัณฑ์จึงมีส่วนสำคัญในการช่วยป้องกันการเสื่อมคุณภาพของผลิตภัณฑ์จากสาเหตุดังกล่าว บรรจุภัณฑ์ที่ดีจะต้องป้องกันไม่ให้เกิดซึมผ่านออกมาได้ทั้งที่บริเวณปากขวดและเนื้อวัสดุที่ใช้ทำบรรจุภัณฑ์ สามารถป้องกันการเกิดปฏิกิริยาเคมีที่มีแสงและออกซิเจนจากภายนอกมาเกี่ยวข้อง รวมทั้งป้องกันการกัดกร่อนเนื้อวัสดุโดยน้ำอัดลมซึ่งมีสมบัติเป็นกรดด้วย แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำอัดลมสามารถแพร่ผ่านเนื้อบรรจุภัณฑ์พลาสติกมากกว่าแก้ว และโลหะ บรรจุภัณฑ์พลาสติกจึงทำให้เกิดการสูญเสียแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ออกจากน้ำอัดลมได้มากกว่า</p> <p>เนื่องจากการแยกตัวของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ออกจากน้ำอัดลม การเปลี่ยนแปลงของสีและสารแต่งกลิ่นรส มีผลต่อการเสื่อมคุณภาพของน้ำอัดลม ข้อใดคือเหตุผลที่สามารถ</p>	<p>สมรรถนะ: นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการสร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล</p> <p>ความรู้: วัสดุศาสตร์</p> <p>การใช้ความรู้: การเปลี่ยนแปลงทางเคมี</p> <p>สถานการณ์: ระดับท้องถิ่น/ประเทศ</p> <p>ลักษณะของข้อสอบ: เลือกตอบ</p>

สถานการณ์/คำถาม	ลักษณะเฉพาะ ของข้อสอบ
<p>สนับสนุนการเลือกใช้บรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมที่สุด (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ) (2 คะแนน)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. น้ำอัดลมที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ประเภทพลาสติกมีอายุการเก็บรักษายาวกว่าบรรจุภัณฑ์ชนิดอื่น 2. บรรจุภัณฑ์ที่ทำจากแก้วสามารถป้องกันการกัดกร่อนได้ดี 3. บรรจุภัณฑ์ที่ทำจากแก้วสามารถป้องกันการแพร่ของแก๊สผ่านเนื้อวัสดุได้ดี น้ำอัดลมในขวดแก้วจึงสามารถคงรสชาติเหมือนเดิมมากที่สุดเมื่อเทียบกับน้ำอัดลมในบรรจุภัณฑ์แบบอื่น 4. บรรจุภัณฑ์ที่ทำจากโลหะสามารถป้องกันแสงได้ดีลดการเกิดปฏิกิริยาเคมีที่มีแสงและออกซิเจนจากภายนอกและช่วยลดการกัดกร่อน 	
<p>A2 พอลิเมอร์เป็นสารที่นำมาใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันมากมาย อาจจะเป็นพอลิเมอร์จากธรรมชาติหรือพอลิเมอร์ที่เกิดจากการสังเคราะห์ การนำพอลิเมอร์มาใช้ประโยชน์จะต้องมีการพัฒนาปรับปรุงโครงสร้างให้เหมาะสม หรือการเลือกใช้พอลิเมอร์ให้เหมาะสมกับวัสดุชนิดนั้น ๆ ขวดน้ำ พลาสติก ยางรถยนต์ และเสื้อผ้า ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากสารที่เป็นพอลิเมอร์ อยากทราบว่าโครงสร้าง ของตัวอย่างพลาสติกที่กล่าวมาเป็นอย่างไร โดยให้นักเรียนเลือกเพียง 1 ตัวอย่าง พร้อมบอกคุณสมบัติของพอลิเมอร์หรือพลาสติกที่เลือก (2 คะแนน)</p>	<p>สมรรถนะ: ระบุ ใช้ และสร้าง แบบจำลองและตัวแทนเชิงอธิบาย</p> <p>ความรู้: พอลิเมอร์</p> <p>การใช้ความรู้: การใช้ประโยชน์จากพอลิเมอร์</p> <p>สถานการณ์: ระดับท้องถิ่น/ประเทศ</p>

สถานการณ์/คำถาม		ลักษณะเฉพาะ ของข้อสอบ						
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>พลาสติก</th> <th>โครงสร้าง</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ยางรถยนต์</td> <td>  <p>โครงสร้างแบบร่างแห</p> </td> </tr> <tr> <td>ขวดน้ำพลาสติก เส้นผ่า</td> <td>  <p>โครงสร้างแบบเส้นตรง</p> </td> </tr> </tbody> </table>	พลาสติก	โครงสร้าง	ยางรถยนต์	 <p>โครงสร้างแบบร่างแห</p>	ขวดน้ำพลาสติก เส้นผ่า	 <p>โครงสร้างแบบเส้นตรง</p>	ลักษณะของข้อสอบ: สร้างคำตอบอิสระ
พลาสติก	โครงสร้าง							
ยางรถยนต์	 <p>โครงสร้างแบบร่างแห</p>							
ขวดน้ำพลาสติก เส้นผ่า	 <p>โครงสร้างแบบเส้นตรง</p>							
A3	<p>ให้นักเรียนพิจารณากราฟแสดงปริมาณขยะมูลฝอย ปี 2551-2559 แล้วตอบคำถาม</p>  <p>รูปที่ 1 สถานการณ์ขยะมูลฝอย ปี 2551 - 2559</p> <p>จากกราฟ ปริมาณขยะมูลฝอยทั่วประเทศมีแนวโน้มเป็นอย่างไร จงอธิบาย (2 คะแนน)</p> <p>สำหรับประเทศไทย ปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นทั่วประเทศมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นทุกปี รวมทั้งปริมาณขยะมูลฝอยที่ถูกนำไปกำจัดอย่างถูกต้องตามหลักวิชาการ และปริมาณขยะมูลฝอยที่ถูกนำกลับมาใช้ประโยชน์ก็มีแนวโน้มที่เพิ่มมากขึ้นเช่นเดียวกัน</p>	สมรรถนะ: พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้ความเป็นเหตุเป็นผล ความรู้: พอลิเมอร์ การใช้ความรู้: ด้านสิ่งแวดล้อม สถานการณ์: ระดับโลก ลักษณะของข้อสอบ: สร้างคำตอบอิสระ						

	สถานการณ์/คำถาม	ลักษณะเฉพาะ ของข้อสอบ
	แต่อย่างไรก็ตามจากกราฟชี้ให้เห็นว่าประเทศไทยจะยังไม่สามารถแก้ปัญหาขยะได้ เนื่องจากปริมาณขยะมูลฝอยมีปริมาณสูงกว่าปริมาณขยะที่ถูกกำจัดและการนำกลับมาใช้ประโยชน์	
A4	<p>น้ำยางพารา เป็นน้ำยางที่ได้จากต้นยางพารามีลักษณะเป็นของเหลว สีขาวขุ่นคล้ายน้ำนม ส่วนประกอบในน้ำยางพาราประกอบด้วยเนื้อยางน้ำ และส่วนที่เหลือเป็นโปรตีนไขมัน และอื่น ๆ ในการนำไปใช้ประโยชน์จะแยกเฉพาะส่วนที่เป็นเนื้อยางมาใช้ ยางพารามีสมบัติต้านทานต่อแรงดึงสูงทนต่อการขูดถู ยึดหยุ่นได้ดีไม่ละลายน้ำ เมื่อนำไปทำถนนทำให้ถนนทนทานต่อแรงกด อัดถนนทนต่อแรงดึง และป้องกันการซึมผ่านของน้ำได้</p> <p>จากข้อมูลข้างต้นจงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด</p> <p>สมมติฐานในข้อใดใช้สนับสนุนข้อความข้างต้นได้ถูกต้องที่สุด (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ) (2 คะแนน)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. น้ำยางธรรมชาติมาผสมรวมกับสารเคมีทำให้มีลักษณะคล้ายคอนกรีต 2. สมบัติต้านทานต่อแรงดึงสูงทนต่อการขูดถู ยึดหยุ่นได้ดีไม่ละลายน้ำเป็นคุณสมบัติของพอลิเมอร์ในธรรมชาติ 3. โปรตีน ไขมัน เป็นส่วนที่ทำให้โครงสร้างพอลิเมอร์ไม่แข็งแรงจึงต้องนำออกจากน้ำยางฯ 4. ยางพาราสามารถนำไปทำถนนและรับน้ำหนักได้ แต่ต้องนำไปผสมกับวัสดุชนิดอื่น ๆ 	<p>สมรรถนะ: เสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการอธิบาย</p> <p>ความรู้: พอลิเมอร์ธรรมชาติ</p> <p>การใช้ความรู้: ด้านวิศวกรรม</p> <p>สถานการณ์: ระดับประเทศ</p> <p>ลักษณะของข้อสอบ: เลือกตอบ</p>
A5	<p>ปัจจุบันมีการศึกษาพบว่าวัสดุที่ถูกนำมาใช้ปริมาณมาก คือ พลาสติก เนื่องจากประโยชน์ที่หลากหลายอย่างไรก็ตามปัญหาที่เกิดขึ้นในปัจจุบันคือผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และมีการย่อยสลายยาวนาน</p>	<p>สมรรถนะ: อธิบายถึงศักยภาพของความรู้ทาง</p>

สถานการณ์/คำถาม	ลักษณะเฉพาะ ของข้อสอบ
<p>จากข้อมูลข้างต้น นักเรียนจะนำความรู้ด้านวิทยาศาสตร์มาแก้ไขปัญหาได้อย่างไร เพื่อลดขยะพลาสติกที่ย่อยสลายยากและเป็นทางเลือกในการใช้วัสดุทดแทนพลาสติก</p> <p>พัฒนาพลาสติกชีวภาพจากธรรมชาติ เพื่อทดแทนหรือวัสดุทางเลือก เนื่องจากสามารถย่อยสลายได้ภายในระยะเวลาสั้น จากการศึกษาพบว่าพลาสติกชีวภาพที่พบมากคือ พอลิแลกติกแอซิด พอลิไฮดรอกซีบิวทิเรต และพอลิไฮดรอกซีอัลคาโนเอท ซึ่งผลิตจากผลผลิตทางการเกษตรหรือของเหลือทิ้งทางการเกษตร เช่น มันสำปะหลัง ข้าวโพด อ้อย ฟางข้าว เป็นต้น</p>	<p>วิทยาศาสตร์ที่นำไปใช้เพื่อสังคม</p> <p>ความรู้: พอลิเมอร์ธรรมชาติ</p> <p>การใช้ความรู้: ด้านสิ่งแวดล้อม</p> <p>สถานการณ์: ระดับประเทศ</p> <p>ลักษณะของข้อสอบ: สร้างคำตอบอิสระ</p>

การวัดและประเมินผลความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์

สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์

สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (ในเอกสารนี้เรียกโดยย่อว่า A) หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการใช้ความรู้ด้านเนื้อหาเพื่อแปลความและให้คำอธิบายกับปรากฏการณ์ทั้งที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน หรืออาจเป็นปรากฏการณ์ในบริบทที่ไม่คุ้นเคยได้อย่างเหมาะสม ทั้งนี้รวมถึงความสามารถในการบรรยายและตีความคาดการณ์หรือพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงที่อาจเกิดขึ้น อีกทั้งยังสามารถประเมินได้ว่า การบรรยายหรือการอธิบายปรากฏการณ์หนึ่ง นั้นสมเหตุสมผลหรือไม่ หรือการคาดการณ์นั้นจะเป็นไปได้หรือไม่ ด้วยเหตุผลอะไร

สมรรถนะ A ประกอบด้วยสมรรถนะย่อย 5 ข้อ ดังนี้

- A1 นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล
- A2 ระบุ ใช้ และสร้างแบบจำลองและตัวแทนเชิงอธิบาย
- A3 พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้ความเป็นเหตุเป็นผลที่เป็นไปได้
- A4 เสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการอธิบาย
- A5 อธิบายถึงศักยภาพของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้เพื่อ

สังคม

เกณฑ์การวัดผล

รายการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน	คะแนน
A1	ไม่สามารถบอกข้อเท็จจริงที่ได้จากสถานการณ์ที่กำหนดได้	0
	สามารถบอกข้อเท็จจริงที่ได้จากสถานการณ์ที่กำหนดได้	1
	สามารถบอก/อธิบายความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ได้	2
A2	ไม่สามารถสร้างแบบจำลองของเรื่องราวที่ได้จากการสังเกตสถานการณ์ที่กำหนดให้	0
	สามารถสร้างแบบจำลองของเรื่องราวที่ได้จากการสังเกตสถานการณ์ที่กำหนดให้	1
	สามารถสร้างและระบุองค์ประกอบของแบบจำลองของเรื่องราวที่ได้จากการสังเกตสถานการณ์ที่กำหนดให้โดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์	2
A3	ไม่สามารถคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงของสถานการณ์ โดยใช้ประสบการณ์เดิม	0
	สามารถคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงของสถานการณ์ โดยใช้ประสบการณ์เดิม	1
	สามารถคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงของสถานการณ์โดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการอธิบาย	2
A4	ไม่สามารถเสนอสมมติฐานจากการสังเกตสถานการณ์ที่ไม่จำเป็นต้องนำไปสู่การออกแบบการตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์	0
	สามารถเสนอสมมติฐานจากการสังเกตสถานการณ์ที่ไม่จำเป็นต้องนำไปสู่การออกแบบการตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์	1
	สามารถเสนอสมมติฐานจากการสังเกตสถานการณ์และสามารถนำไปสู่การออกแบบการตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ได้	2

ตาราง (ต่อ)

รายการ ประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน	คะแนน
A5	ไม่สามารถบอกประโยชน์จากการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ที่อาจเกิดขึ้นในระดับบุคคลและสังคม	0
	สามารถบอกประโยชน์จากการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ที่ อาจเกิดขึ้นในระดับบุคคลและสังคม	1
	สามารถบอกประโยชน์จากการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ที่ อาจเกิดขึ้นในระดับสังคมที่กว้างขึ้น	2

การแปลผล

8-10 หมายถึง ระดับดีมาก

6-7 หมายถึง ระดับดี

4-5 หมายถึง ระดับปานกลาง

2-3 หมายถึง ระดับพอใช้

0-1 หมายถึง ระดับควรปรับปรุง

ข้อสอบประเมินสมรรถนะที่ 2

B: การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ทาง วิทยาศาสตร์ (5 ข้อ/10 คะแนน)

- B1 ระบุประเด็นปัญหาที่ต้องการสำรวจตรวจสอบจากการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้ (1 ข้อ)
- B2 แยกแยะได้ว่าประเด็นคำถามหรือปัญหาใดสามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (1 ข้อ)
- B3 เสนอวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้ (1 ข้อ)
- B4 ประเมินวิธีการสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้ (1 ข้อ)
- B5 บรรยายและประเมินวิธีการต่าง ๆ ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการยืนยันความน่าเชื่อถือของข้อมูลและความเป็นกลางและการสรุปอ้างอิงจากคำอธิบาย (1 ข้อ)

สถานการณ์/คำถาม		ลักษณะเฉพาะ ของข้อสอบ
B: การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ทางวิทยาศาสตร์		
B1	ให้นักเรียนใช้สถานการณ์นี้ตอบคำถาม B1-B5 โครงการเรื่อง ศึกษาประสิทธิภาพของโอเอซิสจากวัสดุเหลือใช้ในธรรมชาติ มีวัตถุประสงค์เพื่อลดปัญหาที่เกิดจากโอเอซิสเนื่องจากโอเอซิสมีราคาที่สูงและเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากโพลีเอทิลีนซึ่งเป็นวัสดุที่ย่อยสลายได้ยากก่อให้เกิดปัญหาต่อสิ่งแวดล้อม โดยโอเอซิสจากโพลีเอทิลีนจะเป็นปัญหาเมื่อใช้แล้วยากต่อการกำจัดคณะผู้จัดทำจึงได้ศึกษาค้นคว้าข้อมูลพบว่า ขี้เลื่อย กาบกล้วย และขุยมะพร้าว เป็นวัสดุเหลือใช้ที่มีตามธรรมชาติมีคุณสมบัติการดูดซับน้ำได้ดี จึงนำวัสดุธรรมชาตินี้	สมรรถนะ: ระบุ ปัญหาที่ต้องการ สำรวจตรวจสอบ จากการศึกษา ทางวิทยาศาสตร์ ที่กำหนดให้ ความรู้: วัสดุ ศาสตร์

สถานการณ์/คำถาม	ลักษณะเฉพาะ ของข้อสอบ
<p>มาทำเป็นโอเอซิส โดยการหาประสิทธิภาพที่ดีที่สุดของโอเอซิส จากวัสดุเหลือใช้ในธรรมชาติ และเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการถนอมดอกไม้ระหว่างโอเอซิสที่มีทั่วไปตามท้องตลาดกับ โอเอซิสจากวัสดุเหลือใช้จากธรรมชาติจากการทดลองครั้งนี้ พบว่าโอเอซิสจากวัสดุเหลือใช้ในธรรมชาติมีประสิทธิภาพในการถนอมดอกไม้ที่แตกต่างกัน โอเอซิสจากขี้เลื่อยมี ประสิทธิภาพมากที่สุดจากโอเอซิสในวัสดุธรรมชาติ แต่ก็ยังมี ประสิทธิภาพในการถนอมดอกไม้้น้อยกว่าโอเอซิสที่หาได้ตาม ท้องตลาด</p> <p>ที่มา: โรงเรียนสระแก้ว สพม.7</p> <p>โครงการนี้มีการดำเนินงานภายใต้ปัญหาในข้อใด (2 คะแนน)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. วัสดุในธรรมชาติบางชนิดมีคุณสมบัติในการอุ้มน้ำคล้ายกันกับ Floral Foam 2. เลื่อย กาบกล้วย และขุยมะพร้าว สามารถอุ้มน้ำ ได้ดีเมื่อมีความแห้ง 3. Floral Foam เป็นพอลิเมอร์สังเคราะห์ ใช้เวลา ย่อยสลายนานมากกว่า 100 ปี และไม่สามารถรีไซเคิลได้ 4. Floral Foam เป็นพอลิเมอร์สังเคราะห์ก่อให้เกิด มลพิษด้านสิ่งแวดล้อม 	<p>การใช้ความรู้: พอลิเมอร์ธรรม ชาติ</p> <p>สถานการณ์: ระดับท้องถิ่น</p> <p>ลักษณะของ ข้อสอบ: เลือกตอบ</p>

สถานการณ์/คำถาม		ลักษณะเฉพาะ ของข้อสอบ										
B2	จงระบุปัญหาที่สนับสนุนและสอดคล้องกับโครงการข้างต้น จงวงกลมข้อที่ “ใช่” หรือ “ไม่ใช่” (2 คะแนน)	สมรรถนะ: แยกแยะได้ว่า ประเด็นคำถาม หรือปัญหาใด สามารถ ตรวจสอบได้ด้วย วิธีการทาง วิทยาศาสตร์ ความรู้: วัสดุ ศาสตร์ การใช้ความรู้: พอลิเมอร์ธรรม ชาติ สถานการณ์: ระดับท้องถิ่น ลักษณะของ ข้อสอบ: เลือกตอบ										
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>ปัญหาในข้อใดสนับสนุนโครงการนี้</th> <th>ใช่ หรือ ไม่ใช่</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Floral Foam เป็นพอลิเมอร์สังเคราะห์ ใช้เวลาย่อยสลายนานมากกว่า 100 ปี และสามารถรีไซเคิลได้</td> <td>ใช่ หรือ ไม่ใช่</td> </tr> <tr> <td>ซีลีออย กาบกล้วย และขุยมะพร้าว มี องค์ประกอบของเซลลูโลส มี คุณสมบัติในการอุ้มน้ำเมื่อแห้ง</td> <td>ใช่ หรือ ไม่ใช่</td> </tr> <tr> <td>ซีลีออย กาบกล้วย และขุยมะพร้าว มี องค์ประกอบของเซลลูโลสเหมือนกัน แต่มีคุณสมบัติในการดูดซับน้ำต่างกัน</td> <td>ใช่ หรือ ไม่ใช่</td> </tr> <tr> <td>เพื่อการเลือกใช้วัสดุทดแทนที่มีความ หลากหลาย</td> <td>ใช่ หรือ ไม่ใช่</td> </tr> </tbody> </table>	ปัญหาในข้อใดสนับสนุนโครงการนี้	ใช่ หรือ ไม่ใช่	Floral Foam เป็นพอลิเมอร์สังเคราะห์ ใช้เวลาย่อยสลายนานมากกว่า 100 ปี และสามารถรีไซเคิลได้	ใช่ หรือ ไม่ใช่	ซีลีออย กาบกล้วย และขุยมะพร้าว มี องค์ประกอบของเซลลูโลส มี คุณสมบัติในการอุ้มน้ำเมื่อแห้ง	ใช่ หรือ ไม่ใช่	ซีลีออย กาบกล้วย และขุยมะพร้าว มี องค์ประกอบของเซลลูโลสเหมือนกัน แต่มีคุณสมบัติในการดูดซับน้ำต่างกัน	ใช่ หรือ ไม่ใช่	เพื่อการเลือกใช้วัสดุทดแทนที่มีความ หลากหลาย	ใช่ หรือ ไม่ใช่	
ปัญหาในข้อใดสนับสนุนโครงการนี้	ใช่ หรือ ไม่ใช่											
Floral Foam เป็นพอลิเมอร์สังเคราะห์ ใช้เวลาย่อยสลายนานมากกว่า 100 ปี และสามารถรีไซเคิลได้	ใช่ หรือ ไม่ใช่											
ซีลีออย กาบกล้วย และขุยมะพร้าว มี องค์ประกอบของเซลลูโลส มี คุณสมบัติในการอุ้มน้ำเมื่อแห้ง	ใช่ หรือ ไม่ใช่											
ซีลีออย กาบกล้วย และขุยมะพร้าว มี องค์ประกอบของเซลลูโลสเหมือนกัน แต่มีคุณสมบัติในการดูดซับน้ำต่างกัน	ใช่ หรือ ไม่ใช่											
เพื่อการเลือกใช้วัสดุทดแทนที่มีความ หลากหลาย	ใช่ หรือ ไม่ใช่											

สถานการณ์/คำถาม		ลักษณะเฉพาะ ของข้อสอบ
B3	<p>นักเรียนตั้งสมมติฐานการทำโครงการนี้ว่าอย่างไร (2 คะแนน)</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>	<p>สมรรถนะ: เสนอ วิธีสำรวจตรวจสอบ ปัญหาทาง วิทยาศาสตร์ที่ กำหนดให้</p> <p>ความรู้: วัสดุ ศาสตร์</p> <p>การใช้ความรู้: พอลิเมอร์ธรรมชาติ</p> <p>สถานการณ์: ระดับท้องถิ่น</p> <p>ลักษณะของ ข้อสอบ: สร้าง คำตอบอิสระ</p>
B4	<p>จากโครงการข้างต้นการทดลองใดเป็นการทดลองที่สนับสนุน การทำโครงการครั้งนี้มากที่สุด (2 คะแนน)</p> <p>1. การทดสอบการอุ้มน้ำของเส้นใยธรรมชาติ เปรียบเทียบกับโอเอซิสด้วยการสังเกตจากการสัมผัส</p> <p>2. การทดสอบการอุ้มน้ำของเส้นใยธรรมชาติ เปรียบเทียบกับโอเอซิสโดยการวัดค่าความชื้นด้วย ไฮโกรมิเตอร์แบบดิจิตอล</p> <p>3. การทดสอบการอุ้มน้ำของเส้นใยธรรมชาติ เปรียบเทียบกับโอเอซิสโดยการปักดอกไม้แล้วสังเกตสิ่งที่ เกิดขึ้น</p> <p>4. การทดสอบการอุ้มน้ำของเส้นใยธรรมชาติแต่ ละชนิดมาเปรียบเทียบกับโอเอซิสโดยการปักดอกไม้แล้ว</p>	<p>สมรรถนะ: ประเมินวิธีการ สำรวจตรวจสอบ ปัญหาทาง วิทยาศาสตร์ที่ กำหนดให้</p> <p>ความรู้: วัสดุ ศาสตร์</p> <p>การใช้ความรู้: กระบวนการทาง วิทยาศาสตร์</p>

แนวคำตอบสมรรถนะที่ 2

สถานการณ์/คำถาม	ลักษณะเฉพาะ ของข้อสอบ
B: การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ทางวิทยาศาสตร์	
<p>B1 ให้นักเรียนใช้สถานการณ์นี้ตอบคำถาม B1-B5</p> <p>โครงการเรื่อง ศึกษาประสิทธิภาพของโอเอซิสจากวัสดุเหลือใช้ในธรรมชาติ มีวัตถุประสงค์เพื่อลดปัญหาที่เกิดจากโอเอซิสเนื่องจากโอเอซิสมีราคาที่ค่อนข้างสูงและเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากโฟมซึ่งเป็นวัสดุที่ย่อยสลายได้ยากก่อให้เกิดปัญหาต่อสิ่งแวดล้อม โดยโอเอซิสจากโฟมจะเป็นปัญหาเมื่อใช้แล้วยากต่อการกำจัดคณะผู้จัดทำจึงได้ศึกษาค้นคว้าข้อมูลพบว่า ขี้เลื่อย กาบกล้วย และขุยมะพร้าว เป็นวัสดุเหลือใช้ที่มีตามธรรมชาติมีคุณสมบัติการดูดซับน้ำได้ดี จึงนำวัสดุธรรมชาตินี้มาทำเป็นโอเอซิส โดยการหาประสิทธิภาพที่ดีที่สุดของโอเอซิสจากวัสดุเหลือใช้ในธรรมชาติ และเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการถนอมดอกไม้ระหว่างโอเอซิสที่มีทั่วไปตามท้องตลาดกับโอเอซิสจากวัสดุเหลือใช้จากธรรมชาติจากการทดลองครั้งนี้พบว่าโอเอซิสจากวัสดุเหลือใช้ในธรรมชาติมีประสิทธิภาพในการถนอมดอกไม้ที่แตกต่างกัน โอเอซิสจากขี้เลื่อยมีประสิทธิภาพมากที่สุดจากโอเอซิสในวัสดุธรรมชาติ แต่ก็ยังมีประสิทธิภาพในการถนอมดอกไม้้น้อยกว่าโอเอซิสที่หาได้ตามท้องตลาด</p> <p>ที่มา: โรงเรียนสระแก้ว สพม.7</p> <p>โครงการนี้มีการดำเนินงานภายใต้ปัญหาในข้อใด (2 คะแนน)</p> <p style="padding-left: 40px;">1. วัสดุในธรรมชาติบางชนิดมีคุณสมบัติในการอุ้มน้ำคล้ายกันกับ Floral Foam</p>	<p>สมรรถนะ: ระบุปัญหาที่ต้องการสำรวจตรวจสอบจากการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้</p> <p>ความรู้: วัสดุศาสตร์</p> <p>การใช้ความรู้: พอลิเมอร์ธรรมชาติ</p> <p>สถานการณ์: ระดับท้องถิ่น</p> <p>ลักษณะของข้อสอบ: เลือกตอบ</p>

สถานการณ์/คำถาม		ลักษณะเฉพาะ ของข้อสอบ										
	<p>2. เลื่อย กาบกล้วย และขุยมะพร้าว สามารถอุ้มน้ำได้ดีเมื่อมีความแห้ง</p> <p>3. Floral Foam เป็นพอลิเมอร์สังเคราะห์ ใช้เวลาย่อยสลายนานมากกว่า 100 ปี และไม่สามารถรีไซเคิลได้</p> <p>4. Floral Foam เป็นพอลิเมอร์สังเคราะห์ก่อให้เกิดมลพิษด้านสิ่งแวดล้อม</p>											
B2	<p>จงระบุปัญหาที่สนับสนุนและสอดคล้องกับโครงการข้างต้น จวงกลมข้อที่ “ใช่” หรือ “ไม่ใช่” (2 คะแนน)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>ปัญหาในข้อใดสนับสนุนโครงการนี้</th> <th>ใช่ หรือ ไม่ใช่</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Floral Foam เป็นพอลิเมอร์สังเคราะห์ ใช้เวลาย่อยสลายนานมากกว่า 100 ปี และสามารถรีไซเคิลได้</td> <td>ใช่ หรือ ไม่ใช่</td> </tr> <tr> <td>ขี้เลื่อย กาบกล้วย และขุยมะพร้าว มีองค์ประกอบของเซลลูโลส มีคุณสมบัติในการอุ้มน้ำเมื่อแห้ง</td> <td>ใช่ หรือ ไม่ใช่</td> </tr> <tr> <td>ขี้เลื่อย กาบกล้วย และขุยมะพร้าว มีองค์ประกอบของเซลลูโลสเหมือนกัน แต่มีคุณสมบัติในการดูดซับน้ำต่างกัน</td> <td>ใช่ หรือ ไม่ใช่</td> </tr> <tr> <td>เพื่อการเลือกใช้วัสดุทดแทนที่มีความหลากหลาย</td> <td>ใช่ หรือ ไม่ใช่</td> </tr> </tbody> </table>	ปัญหาในข้อใดสนับสนุนโครงการนี้	ใช่ หรือ ไม่ใช่	Floral Foam เป็นพอลิเมอร์สังเคราะห์ ใช้เวลาย่อยสลายนานมากกว่า 100 ปี และสามารถรีไซเคิลได้	ใช่ หรือ ไม่ใช่	ขี้เลื่อย กาบกล้วย และขุยมะพร้าว มีองค์ประกอบของเซลลูโลส มีคุณสมบัติในการอุ้มน้ำเมื่อแห้ง	ใช่ หรือ ไม่ใช่	ขี้เลื่อย กาบกล้วย และขุยมะพร้าว มีองค์ประกอบของเซลลูโลสเหมือนกัน แต่มีคุณสมบัติในการดูดซับน้ำต่างกัน	ใช่ หรือ ไม่ใช่	เพื่อการเลือกใช้วัสดุทดแทนที่มีความหลากหลาย	ใช่ หรือ ไม่ใช่	<p>สมรรถนะ: แยกแยะได้ว่าประเด็นคำถามหรือปัญหาใดสามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์</p> <p>ความรู้: วัสดุศาสตร์</p> <p>การใช้ความรู้: พอลิเมอร์ธรรมชาติ</p> <p>สถานการณ์: ระดับท้องถิ่น</p> <p>ลักษณะของข้อสอบ: เลือกตอบ</p>
ปัญหาในข้อใดสนับสนุนโครงการนี้	ใช่ หรือ ไม่ใช่											
Floral Foam เป็นพอลิเมอร์สังเคราะห์ ใช้เวลาย่อยสลายนานมากกว่า 100 ปี และสามารถรีไซเคิลได้	ใช่ หรือ ไม่ใช่											
ขี้เลื่อย กาบกล้วย และขุยมะพร้าว มีองค์ประกอบของเซลลูโลส มีคุณสมบัติในการอุ้มน้ำเมื่อแห้ง	ใช่ หรือ ไม่ใช่											
ขี้เลื่อย กาบกล้วย และขุยมะพร้าว มีองค์ประกอบของเซลลูโลสเหมือนกัน แต่มีคุณสมบัติในการดูดซับน้ำต่างกัน	ใช่ หรือ ไม่ใช่											
เพื่อการเลือกใช้วัสดุทดแทนที่มีความหลากหลาย	ใช่ หรือ ไม่ใช่											

สถานการณ์/คำถาม		ลักษณะเฉพาะ ของข้อสอบ
B3	<p>นักเรียนตั้งสมมติฐานการทำโครงการนี้ว่าอย่างไร (2 คะแนน)</p> <p>แนวคำตอบ จากวัสดุจากธรรมชาติได้แก่ขี้เลื่อย กาบกล้วย และขุยมะพร้าว เมื่อนำมาอัดเป็นโอเอซิสแล้วเปรียบเทียบกับประสิทธิภาพอุ้มน้ำรักษาความชื้นและการถนอมดอกไม้ได้ดีแตกต่างกันตามคุณสมบัติของวัสดุแต่ละชนิด</p>	<p>สมรรถนะ: เสนอวิธีสำรวจ ตรวจสอบปัญหา ทางวิทยาศาสตร์ ที่กำหนดให้</p> <p>ความรู้: วัสดุ ศาสตร์</p> <p>การใช้ความรู้: พอลิเมอร์ธรรม ชาติ</p> <p>สถานการณ์: ระดับท้องถิ่น</p> <p>ลักษณะของ ข้อสอบ: สร้าง คำตอบอิสระ</p>
B4	<p>จากโครงการข้างต้นการทดลองใดเป็นการทดลองที่สนับสนุน การทำโครงการครั้งนี้มากที่สุด (2 คะแนน)</p> <p>แนวคำตอบ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. การทดสอบการอุ้มน้ำของเส้นใยธรรมชาติ เปรียบเทียบกับโอเอซิสด้วยการสังเกตจากการสัมผัส 2. การทดสอบการอุ้มน้ำของเส้นใยธรรมชาติ เปรียบเทียบกับโอเอซิสโดยการวัดค่าความชื้นด้วย ไฮโกรมิเตอร์แบบดิจิตอล 3. การทดสอบการอุ้มน้ำของเส้นใยธรรมชาติ เปรียบเทียบกับโอเอซิสโดยการปักดอกไม้แล้วสังเกตสิ่งที่ เกิดขึ้น 	<p>สมรรถนะ: ประเมินวิธีการ สำรวจตรวจสอบ ปัญหาทาง วิทยาศาสตร์ที่ กำหนดให้</p> <p>ความรู้: วัสดุ ศาสตร์</p> <p>การใช้ความรู้: กระบวนการทาง วิทยาศาสตร์</p>

	สถานการณ์/คำถาม	ลักษณะเฉพาะ ของข้อสอบ
	<p>4. การทดสอบการอุ้มน้ำของเส้นใยธรรมชาติแต่ละชนิดมาเปรียบเทียบกับโอเอซิสโดยการปักดอกไม้แล้วสังเกตสิ่งที่เกิดขึ้นว่าเส้นใยจากธรรมชาติแบบใดมีคุณสมบัติกับโอเอซิสมากที่สุด</p>	<p>สถานการณ์: ระดับท้องถิ่น</p> <p>ลักษณะของข้อสอบ: สร้างคำตอบอิสระ</p>
B5	<p>จากข้อ B4 เพราะเหตุใดนักเรียนจึงเลือกใช้วิธีการตรวจสอบสมมติฐานนั้น จงอธิบาย (2 คะแนน)</p> <p>แนวคำตอบ</p> <p>การทดสอบที่เลือก คือ ข้อ 4 การทดสอบการอุ้มน้ำของเส้นใยธรรมชาติแต่ละชนิดมาเปรียบเทียบกับโอเอซิสโดยการปักดอกไม้แล้วสังเกตสิ่งที่เกิดขึ้นว่าเส้นใยจากธรรมชาติแบบใดมีคุณสมบัติกับโอเอซิสมากที่สุด</p> <p>เนื่องจากจุดประสงค์ของการทำโครงการเป็นการศึกษา เพื่อหาวัสดุเส้นใยจากธรรมชาติมาใช้ทดแทนโอเอซิส ดังนั้นการทดสอบการอุ้มน้ำของเส้นใยธรรมชาติแต่ละชนิดมาเปรียบเทียบกับโอเอซิส โดยการปักดอกไม้แล้วสังเกตสิ่งที่เกิดขึ้นว่าเส้นใยจากธรรมชาติแบบใดมีคุณสมบัติเหมือนกับโอเอซิสมากที่สุด ซึ่งมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์ของการทำโครงการนี้มากที่สุด</p>	<p>สมรรถนะ:</p> <p>บรรยายและประเมินวิธีการต่าง ๆ ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการยืนยันความน่าเชื่อถือของข้อมูลและความเป็นกลางและการสรุปอ้างอิงจากคำอธิบาย</p> <p>ความรู้: วัสดุศาสตร์</p> <p>การใช้ความรู้: พอลิเมอร์ธรรมชาติ</p> <p>สถานการณ์: ระดับท้องถิ่น</p> <p>ลักษณะของข้อสอบ: สร้างคำตอบอิสระ</p>

การวัดและประเมินผลความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์

สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (ในเอกสารนี้เรียกโดยย่อว่า B หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการประเมินข้อค้นพบทางวิทยาศาสตร์อย่างมีวิจารณญาณ สามารถแยกแยะได้ว่าคำถามหรือปัญหาใดสามารถตอบหรือแก้ไขได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ซึ่งต้องใช้ความรู้เกี่ยวกับวิธีการและแนวปฏิบัติที่ดีในการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ เช่น การดำเนินการทดสอบที่เที่ยงตรงสามารถทำได้อย่างไร ต้องเปรียบเทียบข้อมูลที่ได้อะไรบ้าง ตัวแปรใดบ้างที่ต้องควบคุมและตัวแปรใดบ้างที่ต้องทำการเปลี่ยนแปลงเพื่อสำรวจตรวจสอบในสิ่งที่ต้องการรู้หรือจำเป็นจะต้องค้นคว้าข้อมูลอะไรเพิ่มเติมบ้าง หรือมีสิ่งใดบ้างที่ต้องดำเนินการเพื่อเก็บข้อมูลที่ต้องการ และจะต้องดำเนินการอย่างไร นอกจากนี้ ยังรวมถึง การตระหนักถึงความสำคัญและคุณค่าของงานวิจัยที่ส่งผลกระทบต่อการค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ในอนาคต และความสำคัญของการตั้งข้อสงสัยในการรายงานการวิจัยทางวิทยาศาสตร์ว่า อาจมีความคลุมเครือไม่แน่นอน หรือมีความลำเอียงหรือไม่

สมรรถนะ B ประกอบด้วยสมรรถนะย่อย 5 ข้อ ดังนี้

B1 สามารถระบุประเด็นปัญหาที่ต้องการสำรวจตรวจสอบจากการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้

B2 แยกแยะได้ว่าประเด็นปัญหาหรือคำถามใดสามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์

B3 เสนอวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้

B4 ประเมินวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้

B5 บรรยายและประเมินวิธีการต่าง ๆ ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการยืนยันถึงความน่าเชื่อถือของข้อมูลและความเป็นกลางและการสรุปอ้างอิง จากคำอธิบาย

เกณฑ์การวัดผล

รายการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน	คะแนน
B1	ไม่สามารถระบุประเด็นปัญหาจากสถานการณ์อย่างง่ายได้	0
	สามารถระบุประเด็นปัญหาจากสถานการณ์อย่างง่ายได้	1
	สามารถระบุประเด็นปัญหาที่สามารถนำไปสู่การออกแบบการทดลองอย่างง่ายได้โดยระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตามและตัวแปรควบคุมได้	2
B2	ไม่สามารถแยกประเด็นปัญหาอย่างง่ายที่กำหนดให้ได้ว่าประเด็นใดเป็นปัญหาหรือคำถามที่สามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์	0
	สามารถแยกประเด็นปัญหาอย่างง่ายที่กำหนดให้ได้ว่าประเด็นใดเป็นปัญหาหรือคำถามที่สามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์	1
	สามารถแยกประเด็นปัญหาอย่างง่ายที่กำหนดให้ได้ว่าประเด็นใดเป็นปัญหาหรือคำถามที่สามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์(ตัวแปรต้นไม่เกิน 2 ตัวแปร)และพิจารณาจากความสามารถในการวัดปริมาณของตัวแปร	2
B3	ไม่สามารถเสนอวิธีการสำรวจตรวจสอบจากสถานการณ์อย่างง่ายโดยไม่แสดงถึงขั้นตอนการสำรวจตรวจสอบที่ชัดเจน	0
	สามารถเสนอวิธีการสำรวจตรวจสอบจากสถานการณ์อย่างง่ายโดยไม่แสดงถึงขั้นตอนการสำรวจตรวจสอบที่ชัดเจน	1
	สามารถเสนอวิธีการสำรวจตรวจสอบจากสถานการณ์อย่างง่าย (ตัวแปรต้นไม่เกิน 2 ตัวแปร) โดยแสดงถึงขั้นตอนการสำรวจตรวจสอบที่ชัดเจน	2

ตาราง (ต่อ)

รายการ ประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน	คะแนน
B4	ไม่สามารถเลือกวิธีการสำรวจตรวจสอบจากข้อมูลที่กำหนดให้	0
	สามารถเลือกวิธีการสำรวจตรวจสอบจากข้อมูลที่กำหนดให้	1
	สามารถเลือกวิธีการสำรวจตรวจสอบจากข้อมูลที่กำหนดให้ ใน สถานการณ์อย่างง่ายโดยให้เหตุผลด้านความรู้และวิธีการทาง วิทยาศาสตร์มาสนับสนุน	2
B5	ไม่สามารถอธิบายเกณฑ์การตัดสินใจเลือกวิธีการสำรวจ ตรวจสอบในสถานการณ์อย่างง่ายโดยไม่แสดงถึงเหตุผลตาม กระบวนการทางวิทยาศาสตร์	0
	สามารถอธิบายเกณฑ์การตัดสินใจเลือกวิธีการสำรวจ ตรวจสอบในสถานการณ์อย่างง่ายโดยไม่แสดงถึงเหตุผลตาม กระบวนการทางวิทยาศาสตร์	1
	สามารถอธิบายเกณฑ์การตัดสินใจเลือกวิธีการสำรวจ ตรวจสอบในสถานการณ์อย่างง่ายโดยแสดงถึงเหตุผลตาม กระบวนการทางวิทยาศาสตร์	2

การแปลผล

8-10 หมายถึง ระดับดีมาก

6-7 หมายถึง ระดับดี

4-5 หมายถึง ระดับปานกลาง

2-3 หมายถึง ระดับพอใช้

0-1 หมายถึง ระดับควรปรับปรุง

ข้อสอบประเมินสมรรถนะที่ 3**C: การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์****(5 ข้อ/10 คะแนน)**

- C1 แปลงข้อมูลที่น่าเสนอในรูปแบบหนึ่งไปสู่รูปแบบอื่น (1 ข้อ)
- C2 วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์และลงข้อสรุป (1 ข้อ)
- C3 ระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยาน และเหตุผลในเรื่องที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ (1 ข้อ)
- C4 แยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์กับที่มาจากการพิจารณาจากสิ่งอื่น (1 ข้อ)
- C5 ประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และประจักษ์พยานจากแหล่งที่มาที่หลากหลาย (เช่น หนังสือพิมพ์ อินเทอร์เน็ต และวารสาร) (1 ข้อ)

	สถานการณ์/คำถาม	ลักษณะเฉพาะ ของข้อสอบ
C3	<p>คนกรุงเทพฯ ยังไม่สามารถลดปริมาณขยะ ตรวจจับที่ไม่สามารถคัดแยกขยะต้นทางได้ แผนจัดการขยะ 20 ปี กทม.ยังมีปริมาณขยะเพิ่มขึ้นต่อเนื่อง โดยปี 2565 มีปริมาณขยะ 10,706 ตันต่อวัน แม้ กทม.ตั้งเป้าสร้างโรงไฟฟ้าขยะ 4 แห่ง แต่กำจัดได้เพียง 4,000 ตันต่อวัน กรุงเทพฯยังเผชิญขยะล้นเมืองต่อไป</p> <p>มาตุกันว่า แผนการจัดการขยะของกรุงเทพมหานครเป็นไปได้ตามเป้าหมายหรือไม่</p> <p>ปัจจุบัน ปี 2565 กรุงเทพฯ มีปริมาณขยะ 10,706 ตันต่อวัน คนกรุงเทพฯสร้างขยะวันละ 2-3 กิโลกรัมต่อวัน</p> <p>แนวทางจัดการขยะในแผนพัฒนากรุงเทพมหานคร 20 ปี ที่เน้นให้ขยะเหลือน้อยที่สุด ไปกระทั่งเหลือศูนย์เพื่อลดภาระในการกำจัดขยะปลายทาง แต่ดูเหมือนว่าตั้งแต่เริ่มแผนยุทธศาสตร์ 20 ปี ตั้งแต่ปี 2556 เป็นต้นมา กรุงเทพมหานครไม่สามารถคัดแยกขยะให้ได้ตามเป้าหมาย ร้อยละ 80 เพื่อลดการกำจัดขยะที่ปลายทางให้เหลือเพียงร้อยละ 20 แต่ตลอดช่วง 8 ปีที่ผ่านมาพบว่า ปริมาณขยะของกรุงเทพมหานครไม่ได้ลดปริมาณลงตามเป้าหมาย มีเพียงปี 2563-2564 ที่ปริมาณขยะลดลงในช่วงการระบาดของโควิด 19</p> <p>ที่มา: ไทยพับลิก้า</p> <p>จากข้อความข้างต้น เพราะเหตุใด กทม. จึงไม่สามารถกำจัดขยะได้ (2 คะแนน)</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>	<p>สมรรถนะ: ระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยาน และเหตุผลในเรื่องที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์</p> <p>ความรู้: วัสดุศาสตร์</p> <p>การใช้ความรู้: ด้านสิ่งแวดล้อม</p> <p>สถานการณ์: ระดับประเทศ</p> <p>ลักษณะของข้อสอบ: สร้างคำตอบอิสระ</p>

	สถานการณ์/คำถาม	ลักษณะเฉพาะ ของข้อสอบ
C4	<p>พลาสติกเป็นวัสดุที่มีความจำเป็นต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์เป็นอย่างมาก แทบทุกผลิตภัณฑ์มีพลาสติกเป็นส่วนประกอบทั้งนั้น แต่ก็ก่อให้เกิดผลเสียต่อสิ่งแวดล้อมและสิ่งมีชีวิตเช่นเดียวกัน พลาสติกจากปิโตรเลียมใช้เวลายาวนาน 80 – 600 ปี ในการย่อยสลาย ทำให้เกิดปัญหาขยะพลาสติกล้นโลก อีกทั้งยังก่อให้เกิดปัญหาโลกร้อนจากการผลิต การทำลาย และการรีไซเคิล จึงมีการพัฒนาพลาสติกชีวภาพย่อยสลายได้ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมกว่าโดยใช้เวลาเร็วสุดเพียง 6 เดือน ถึง 1 ปี ในการย่อยสลาย จากเพียงการหมัก หรือ การฝังกลบในดิน เนื่องจากพลาสติกชนิดนี้ผลิตขึ้นจากวัสดุธรรมชาติ</p>	<p>สมรรถนะ: แยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์กับที่มาจากการพิจารณาจากสิ่งอื่น</p> <p>ความรู้: วัสดุศาสตร์</p> <p>การใช้ความรู้: ด้านสิ่งแวดล้อม</p> <p>สถานการณ์: ระดับประเทศ</p> <p>ลักษณะของข้อสอบ: เลือกตอบ</p>

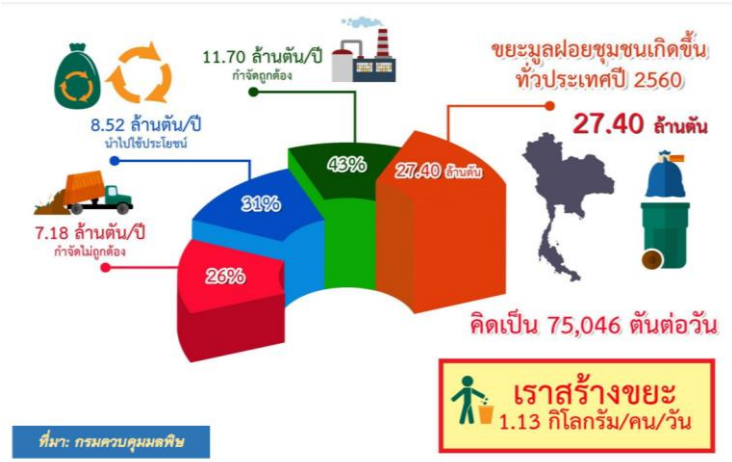
สถานการณ์/คำถาม	ลักษณะเฉพาะ ของข้อสอบ																
<div data-bbox="320 427 1046 577" style="background-color: #00a68a; color: white; padding: 10px; text-align: center;"> <h2 style="margin: 0;">ระยะเวลาการย่อยสลาย ของวัสดุแต่ละประเภท</h2> </div> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center; border-collapse: collapse;"> <tbody> <tr> <td data-bbox="336 595 496 752">  ผ้าฝ้าย 1-5 เดือน </td> <td data-bbox="496 595 671 752">  เศษกระดาษ 2-5 เดือน </td> <td data-bbox="671 595 847 752">  เชือก 3-14 เดือน </td> <td data-bbox="847 595 1023 752">  กระป๋องอลูมิเนียม 80-100 ปี </td> </tr> <tr> <td data-bbox="336 763 496 943">  เปลือกส้ม 6 เดือน </td> <td data-bbox="496 763 671 943">  ผ้าขนสัตว์ 1 ปี </td> <td data-bbox="671 763 847 943">  ถ้วยกระดาษเคลือบ 5 ปี </td> <td data-bbox="847 763 1023 943">  รองเท้าหนัง 25-40 ปี </td> </tr> <tr> <td data-bbox="336 954 496 1133">  ไม้ 13 ปี </td> <td data-bbox="496 954 671 1133">  กันกรอบุหรี่ 15 ปี </td> <td data-bbox="671 954 847 1133">  กระป๋องเหล็ก 100 ปี </td> <td data-bbox="847 954 1023 1133">  ขวดพลาสติก 450 ปี </td> </tr> <tr> <td data-bbox="336 1144 496 1323">  ถุงพลาสติก 450 ปี </td> <td data-bbox="496 1144 671 1323">  โฟม ไม่ย่อยสลาย ควรหลีกเลี่ยง </td> <td data-bbox="671 1144 847 1323">  ขวดแก้ว ชั่วนิรันดร์ </td> <td data-bbox="847 1144 1023 1323">  ถังขยะ info Graphics <small>ที่มา : mrbackpacker</small> </td> </tr> </tbody> </table> <p data-bbox="316 1379 1054 1760">จากข้อความที่ว่า “พลาสติกชีวภาพย่อยสลายได้ ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมกว่าโดยใช้เวลาเร็วสุดเพียง 6 เดือน ถึง 1 ปี ในการย่อยสลาย จากเพียงการหมัก หรือ การฝังกลบในดิน เนื่องจากพลาสติกชนิดนี้ผลิตขึ้นจากวัสดุธรรมชาติ” ให้นักเรียนพิจารณาว่าข้อความในตารางว่าเป็นเหตุผลทางวิทยาศาสตร์หรือไม่ โดยให้วงกลมคำว่า “ใช่” หรือ “ไม่ใช่” (2 คะแนน)</p>	 ผ้าฝ้าย 1-5 เดือน	 เศษกระดาษ 2-5 เดือน	 เชือก 3-14 เดือน	 กระป๋องอลูมิเนียม 80-100 ปี	 เปลือกส้ม 6 เดือน	 ผ้าขนสัตว์ 1 ปี	 ถ้วยกระดาษเคลือบ 5 ปี	 รองเท้าหนัง 25-40 ปี	 ไม้ 13 ปี	 กันกรอบุหรี่ 15 ปี	 กระป๋องเหล็ก 100 ปี	 ขวดพลาสติก 450 ปี	 ถุงพลาสติก 450 ปี	 โฟม ไม่ย่อยสลาย ควรหลีกเลี่ยง	 ขวดแก้ว ชั่วนิรันดร์	 ถังขยะ info Graphics <small>ที่มา : mrbackpacker</small>	
 ผ้าฝ้าย 1-5 เดือน	 เศษกระดาษ 2-5 เดือน	 เชือก 3-14 เดือน	 กระป๋องอลูมิเนียม 80-100 ปี														
 เปลือกส้ม 6 เดือน	 ผ้าขนสัตว์ 1 ปี	 ถ้วยกระดาษเคลือบ 5 ปี	 รองเท้าหนัง 25-40 ปี														
 ไม้ 13 ปี	 กันกรอบุหรี่ 15 ปี	 กระป๋องเหล็ก 100 ปี	 ขวดพลาสติก 450 ปี														
 ถุงพลาสติก 450 ปี	 โฟม ไม่ย่อยสลาย ควรหลีกเลี่ยง	 ขวดแก้ว ชั่วนิรันดร์	 ถังขยะ info Graphics <small>ที่มา : mrbackpacker</small>														

สถานการณ์/คำถาม		ลักษณะเฉพาะ ของข้อสอบ
	<p>ผู้ป่วยเป็นพอลิโอเมอร์ธรรมชาติจึงมีระยะเวลาอยู่ยลายน้อย</p> <p>ไม่เป็นวัสดุธรรมชาติการใช้เวลาอยู่ยลายน้อย</p> <p>สลายเป็นเวลานานทำให้เกิดเป็นมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม</p> <p>ด้วยกระดาษปกติมีการย่อยสลายใช้เวลาไม่เกิน 1 ปี แต่เมื่อเคลือบด้วยไซ จึงทำให้ยืดอายุของถ้วย และมีระยะเวลาอยู่ยลายนานขึ้น</p> <p>โพลีเมอร์เป็นขยะที่เกิดจากการสังเคราะห์ขึ้นด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จึงไม่ความคงทนไม่ย่อยสลาย</p>	<p>ใช่ / ไม่ใช่</p> <p>ใช่ / ไม่ใช่</p> <p>ใช่ / ไม่ใช่</p> <p>ใช่ / ไม่ใช่</p>
C5	<p>ให้นักเรียนอ่านบทความการกำจัดขยะของประเทศต่อไป</p> <p>ประเทศเยอรมนี ได้ชื่อว่าเป็นประเทศแห่งขยะรีไซเคิล ปี ค.ศ. 1996 เคยครองอันดับ 1 ของโลก โดยประเทศเยอรมนีได้ออกกฎหมายควบคุมขยะมูลฝอยกระจายออกไปในทุกภาคส่วนของประเทศ ไม่ว่าจะเป็นขั้นตอนของการผลิต จำหน่าย หรือบริโภค รวมถึงให้คัดแยกขยะก่อนทิ้งทุกครั้ง อีกทั้งยังมีการเก็บภาษีรีไซเคิลจากร้านค้าทุกร้านที่มีถุงพลาสติกแจกลูกค้า และมีระบบมัดจำค่าขวดพลาสติกเพื่อเป็นการกระตุ้นให้ผู้บริโภคส่งคืนขวดเพื่อนำไปรีไซเคิลต่อไป โดยมาตรการดังกล่าวนี้ทำให้บริษัทเครื่องดื่มต่าง ๆ ในประเทศเยอรมนี เลือกว่าจะผลิตขวดพลาสติกที่สามารถใช้ซ้ำได้ออกสู่ตลาด เพราะการผลิตขวดพลาสติกใช้ซ้ำช่วยลดการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ได้จำนวนมากหากเทียบกับการผลิตขวดพลาสติกใหม่ เป็นผลทำให้จำนวนขวดพลาสติกในท้องตลาดของประเทศเยอรมนีเป็น</p>	<p>สมรรถนะ:</p> <p>ประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และปรัชญา</p> <p>พยานจากแหล่งที่มาที่หลากหลาย (เช่น หนังสือพิมพ์ อินเทอร์เน็ต และวารสาร)</p> <p>ความรู้: วัสดุศาสตร์</p> <p>การใช้ความรู้: วิศวกรรมศาสตร์</p>

สถานการณ์/คำถาม	ลักษณะเฉพาะ ของข้อสอบ
<p>ขวดพลาสติกชนิดใช้ซ้ำมากถึง 64% ถือเป็นมาตรการที่ช่วยรักษาสิ่งแวดล้อมในทุก ๆ ภูมิภาคของประเทศเยอรมนีได้เป็นอย่างดี</p> <p>ประเทศสวีเดน เป็นประเทศอันดับที่ 1 จากทุกประเทศทั่วโลกที่มีกระบวนการจัดการขยะ กลายเป็นประเทศหนึ่งเดียวที่ได้เริ่มต้นโครงการคัดแยกขยะ และนำขยะที่คัดแยกแล้วกลับมาใช้เป็นพลังงานใหม่ตั้งแต่เมื่อปี ค.ศ. 1940 ซึ่งในปัจจุบันประเทศสวีเดนสามารถพัฒนาเทคโนโลยีที่นำขยะกลับมาใช้เป็นพลังงานได้โดยแทบไม่ก่อให้เกิดมลพิษใด ๆ และสามารถนำขยะไป Reuse ได้จำนวนมากถึง 96% และยังมีโครงการแปรรูปขยะเป็นพลังงานไฟฟ้าที่สามารถผลิตไฟฟ้าใช้เองภายในประเทศได้มากกว่า 810,000 ครั้วเรือน ขณะเดียวกันสวีเดนมีระบบมัดจำค่าขวดพลาสติกที่เก็บเงินค่าขวดพลาสติกจากผู้บริโภคที่ไม่นำขวดพลาสติกที่ใช้เสร็จแล้วไปคืน ณ จุดรับคืน เป็นต้น และได้ริเริ่มระบบมัดจำถุงพลาสติกโดยมีราคาคิดเป็นเงินบาทไทยจะอยู่ที่ 1.86 บาท ต่อใบ เป็นมาตรการป้องกันการทิ้งถุงพลาสติกไปอย่างเสียเปล่านั่นเอง</p> <p>จากบทความข้างต้น ประเทศใดที่สามารถกำจัดขยะได้คุ้มค่าและมีประสิทธิภาพมากที่สุด (2 คะแนน)</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>	<p>สถานการณ์: ระดับประเทศ</p> <p>ลักษณะของข้อสอบ: สร้างคำตอบอิสระ</p>

แนวคำตอบสมรรถนะที่ 3

สถานการณ์/คำถาม	ลักษณะเฉพาะ ของข้อสอบ																								
C: การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์																									
<p>C1</p> <div style="display: flex; align-items: flex-start;"> <div style="flex: 1;"> <table border="1" style="margin-top: 10px;"> <caption>ข้อมูลจากกราฟวงกลม</caption> <thead> <tr> <th>ประเภทวัสดุ</th> <th>เปอร์เซ็นต์</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ถุงพลาสติก</td> <td>82%</td> </tr> <tr> <td>แก้ว กล่อง ภาตพลาสติก โฟม</td> <td>12%</td> </tr> <tr> <td>ขวดพลาสติก</td> <td>4%</td> </tr> <tr> <td>ช้อน ส้อม มีดพลาสติก</td> <td>1%</td> </tr> <tr> <td>หลอดพลาสติก</td> <td>1%</td> </tr> <tr> <td>จุกฝาพลาสติก</td> <td>0%</td> </tr> </tbody> </table> </div> <div style="flex: 2; padding-left: 10px;"> <p>จากข้อมูล ให้นักเรียน แปลงข้อมูลจากกราฟ วงกลมเป็นกราฟแท่ง เพื่อความง่ายต่อการ อ่านกราฟ โดย เรียงลำดับจากมากไป หาน้อย (2 คะแนน)</p> </div> </div> <p>ที่มา: กองกายภาพสิ่งแวดล้อม, กรมควบคุมมลพิษ</p> <div style="text-align: center; margin-top: 10px;"> <p>แนวคำตอบ</p> <table border="1" style="margin-top: 10px;"> <caption>ข้อมูลจากกราฟแท่ง</caption> <thead> <tr> <th>ประเภทวัสดุ</th> <th>จำนวน</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ถุงพลาสติก</td> <td>82</td> </tr> <tr> <td>แก้ว กล่อง โฟม</td> <td>12</td> </tr> <tr> <td>ขวดพลาสติก</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>ช้อน ส้อม</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table> </div>	ประเภทวัสดุ	เปอร์เซ็นต์	ถุงพลาสติก	82%	แก้ว กล่อง ภาตพลาสติก โฟม	12%	ขวดพลาสติก	4%	ช้อน ส้อม มีดพลาสติก	1%	หลอดพลาสติก	1%	จุกฝาพลาสติก	0%	ประเภทวัสดุ	จำนวน	ถุงพลาสติก	82	แก้ว กล่อง โฟม	12	ขวดพลาสติก	4	ช้อน ส้อม	1	<p>สมรรถนะ: แปลงข้อมูลที่น่า เสนอในรูปแบบหนึ่งไปสู่อ รูปแบบอื่น</p> <p>ความรู้: วัสดุ ศาสตร์</p> <p>การใช้ความรู้: ด้านสิ่งแวดล้อม</p> <p>สถานการณ์: ระดับประเทศ</p> <p>ลักษณะของ ข้อสอบ: สร้าง คำตอบอิสระ</p>
ประเภทวัสดุ	เปอร์เซ็นต์																								
ถุงพลาสติก	82%																								
แก้ว กล่อง ภาตพลาสติก โฟม	12%																								
ขวดพลาสติก	4%																								
ช้อน ส้อม มีดพลาสติก	1%																								
หลอดพลาสติก	1%																								
จุกฝาพลาสติก	0%																								
ประเภทวัสดุ	จำนวน																								
ถุงพลาสติก	82																								
แก้ว กล่อง โฟม	12																								
ขวดพลาสติก	4																								
ช้อน ส้อม	1																								

สถานการณ์/คำถาม	ลักษณะเฉพาะ ของข้อสอบ
<p>C2 ข้อมูลสถานการณ์ขยะในประเทศไทยปี 2560</p>  <p>จากข้อมูลข้างต้น สรุปได้ว่าอย่างไร (2 คะแนน)</p> <p>จากข้อมูลข้างต้นปริมาณขยะในไทยยังคงมีปริมาณมาก ขยะจำนวน 43% ถูกนำไปกำจัดอย่างถูกวิธี และมีบางส่วนที่นำกลับมาใช้ใหม่ ถ้าสังเกตกราฟด้านล่างจะเห็นว่า ยังคงมีขยะ 26% ยังถูกกำจัดไม่ถูกวิธีซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ได้</p>	<p>สมรรถนะ:</p> <p>วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์และลงข้อสรุป</p> <p>ความรู้: วัสดุศาสตร์</p> <p>การใช้ความรู้: ด้านสิ่งแวดล้อม</p> <p>สถานการณ์: ระดับประเทศ</p> <p>ลักษณะของข้อสอบ: สร้างคำตอบอิสระ</p>

	สถานการณ์/คำถาม	ลักษณะเฉพาะ ของข้อสอบ
C3	<p>คนกรุงเทพฯยังไม่สามารถลดปริมาณขยะ ทราบใดที่ไม่สามารถคัดแยกขยะต้นทางได้ แผนจัดการขยะ 20 ปี กทม.ยังมีปริมาณขยะเพิ่มขึ้นต่อเนื่อง โดยปี 2565 มีปริมาณขยะ 10,706 ตันต่อวัน แม้ กทม.ตั้งเป้าสร้างโรงไฟฟ้าขยะ 4 แห่ง แต่กำจัดได้เพียง 4,000 ตันต่อวัน กรุงเทพฯเผชิญขยะล้นเมืองต่อไป</p> <p>มาดูกันว่า แผนการจัดการขยะของกรุงเทพมหานครเป็นไปตามเป้าหมายหรือไม่</p> <p>ปัจจุบัน ปี 2565 กรุงเทพฯ มีปริมาณขยะ 10,706 ตันต่อวัน คนกรุงเทพฯสร้างขยะวันละ 2-3 กิโลกรัมต่อวัน</p> <p>แนวทางจัดการขยะในแผนพัฒนากรุงเทพมหานคร 20 ปี ที่เน้นให้ขยะเหลือน้อยที่สุด ไปกระทั่งเหลือศูนย์เพื่อลดภาระในการกำจัดขยะปลายทาง แต่ดูเหมือนว่าตั้งแต่เริ่มแผนยุทธศาสตร์ 20 ปี ตั้งแต่ปี 2556 เป็นต้นมา กรุงเทพมหานครไม่สามารถคัดแยกขยะให้ได้ตามเป้าหมาย ร้อยละ 80 เพื่อลดการกำจัดขยะที่ปลายทางให้เหลือเพียงร้อยละ 20 แต่ตลอดช่วง 8 ปีที่ผ่านมาพบว่า ปริมาณขยะของกรุงเทพมหานครไม่ได้ลดปริมาณลงตามเป้าหมาย มีเพียงปี 2563-2564 ที่ปริมาณขยะลดลงในช่วงการระบาดของโควิด 19</p> <p>ที่มา: ไทยพับลิก้า</p> <p>จากข้อความข้างต้น เพราะเหตุใด กทม. จึงไม่สามารถกำจัดขยะได้ (2 คะแนน)</p> <p>จากข้อมูลข้างต้นจะเห็นว่า กทม. มีสถานที่กำจัดขยะไม่เพียงพอซึ่ง ขยะมีสูงถึง 10,706 ตันต่อวัน แต่ กทม. สามารถกำจัดได้ 4,000 ตันต่อวัน ซึ่งน้อยกว่าปริมาณขยะที่เกิดขึ้นในแต่ละวัน</p>	<p>สมรรถนะ: ระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยาน และเหตุผลในเรื่องที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์</p> <p>ความรู้: วัสดุศาสตร์</p> <p>การใช้ความรู้: ด้านสิ่งแวดล้อม</p> <p>สถานการณ์: ระดับประเทศ</p> <p>ลักษณะของข้อสอบ: สร้างคำตอบอิสระ</p>

	สถานการณ์/คำถาม	ลักษณะเฉพาะ ของข้อสอบ
C4	<p>พลาสติกเป็นวัสดุที่มีความจำเป็นต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์เป็นอย่างมาก แทบทุกผลิตภัณฑ์มีพลาสติกเป็นส่วนประกอบทั้งนั้น แต่ก็ก่อให้เกิดผลเสียต่อสิ่งแวดล้อมและสิ่งมีชีวิตเช่นเดียวกัน พลาสติกจากปิโตรเลียมใช้เวลายาวนาน 80 – 600 ปี ในการย่อยสลาย ทำให้เกิดปัญหาขยะพลาสติกทั่วโลก อีกทั้งยังก่อให้เกิดปัญหาโลกร้อนจากการผลิต การทำลาย และการรีไซเคิล จึงมีการพัฒนาพลาสติกชีวภาพย่อยสลายได้ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมกว่าโดยใช้เวลาเร็วสุดเพียง 6 เดือนถึง 1 ปี ในการย่อยสลาย จากเพียงการหมัก หรือ การฝังกลบในดิน เนื่องจากพลาสติกชนิดนี้ผลิตขึ้นจากวัสดุธรรมชาติ</p>	<p>สมรรถนะ: แยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์กับที่มาจากทฤษฎีพิจารณาจากสิ่งอื่น</p> <p>ความรู้: วัสดุศาสตร์</p> <p>การใช้ความรู้: ด้านสิ่งแวดล้อม</p> <p>สถานการณ์: ระดับประเทศ</p> <p>ลักษณะของข้อสอบ: สร้างคำตอบอิสระ</p>

สถานการณ์/คำถาม	ลักษณะเฉพาะ ของข้อสอบ																
<div data-bbox="363 421 1098 577" style="background-color: #00a68a; color: white; padding: 10px; text-align: center;"> <h2 style="margin: 0;">ระยะเวลาการย่อยสลาย ของวัสดุแต่ละประเภท</h2> </div> <table border="1" data-bbox="363 577 1098 1366" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tbody> <tr> <td data-bbox="379 600 547 757">  ผ้าฝ้าย 1-5 เดือน </td> <td data-bbox="547 600 722 757">  เศษกระดาษ 2-5 เดือน </td> <td data-bbox="722 600 898 757">  เชือก 3-14 เดือน </td> <td data-bbox="898 600 1082 757">  กระป๋องอลูมิเนียม 80-100 ปี </td> </tr> <tr> <td data-bbox="379 757 547 958">  เปลือกส้ม 6 เดือน </td> <td data-bbox="547 757 722 958">  ผ้าขนสัตว์ 1 ปี </td> <td data-bbox="722 757 898 958">  ถ้วยกระดาษเคลือบ 5 ปี </td> <td data-bbox="898 757 1082 958">  รองเท้าหนัง 25-40 ปี </td> </tr> <tr> <td data-bbox="379 958 547 1126">  ไม้ 13 ปี </td> <td data-bbox="547 958 722 1126">  กันกรอบบุหรี 15 ปี </td> <td data-bbox="722 958 898 1126">  กระป๋องเหล็ก 100 ปี </td> <td data-bbox="898 958 1082 1126">  ขวดพลาสติก 450 ปี </td> </tr> <tr> <td data-bbox="379 1126 547 1328">  ถุงพลาสติก 450 ปี </td> <td data-bbox="547 1126 722 1328">  โฟม ไม่ย่อยสลาย ควรหลีกเลี่ยง </td> <td data-bbox="722 1126 898 1328">  ขวดแก้ว ชั่วนิรันดร์ </td> <td data-bbox="898 1126 1082 1328">  info Graphics <small>ที่มา : mrbackpacker</small> </td> </tr> </tbody> </table> <p data-bbox="363 1377 1098 1765"> จากข้อความที่ว่า “พลาสติกชีวภาพย่อยสลายได้ ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมกว่าโดยใช้เวลาเร็วสุดเพียง 6 เดือน ถึง 1 ปี ในการย่อยสลาย จากเพียงการหมัก หรือ การฝังกลบในดิน เนื่องจากพลาสติกชนิดนี้ผลิตขึ้นจากวัสดุธรรมชาติ” ให้นักเรียนพิจารณาว่าข้อความในตารางว่าเป็นเหตุผลทางวิทยาศาสตร์หรือไม่ โดยให้วงกลมคำว่า “ใช่” หรือ “ไม่ใช่” (2 คะแนน) </p>	 ผ้าฝ้าย 1-5 เดือน	 เศษกระดาษ 2-5 เดือน	 เชือก 3-14 เดือน	 กระป๋องอลูมิเนียม 80-100 ปี	 เปลือกส้ม 6 เดือน	 ผ้าขนสัตว์ 1 ปี	 ถ้วยกระดาษเคลือบ 5 ปี	 รองเท้าหนัง 25-40 ปี	 ไม้ 13 ปี	 กันกรอบบุหรี 15 ปี	 กระป๋องเหล็ก 100 ปี	 ขวดพลาสติก 450 ปี	 ถุงพลาสติก 450 ปี	 โฟม ไม่ย่อยสลาย ควรหลีกเลี่ยง	 ขวดแก้ว ชั่วนิรันดร์	 info Graphics <small>ที่มา : mrbackpacker</small>	
 ผ้าฝ้าย 1-5 เดือน	 เศษกระดาษ 2-5 เดือน	 เชือก 3-14 เดือน	 กระป๋องอลูมิเนียม 80-100 ปี														
 เปลือกส้ม 6 เดือน	 ผ้าขนสัตว์ 1 ปี	 ถ้วยกระดาษเคลือบ 5 ปี	 รองเท้าหนัง 25-40 ปี														
 ไม้ 13 ปี	 กันกรอบบุหรี 15 ปี	 กระป๋องเหล็ก 100 ปี	 ขวดพลาสติก 450 ปี														
 ถุงพลาสติก 450 ปี	 โฟม ไม่ย่อยสลาย ควรหลีกเลี่ยง	 ขวดแก้ว ชั่วนิรันดร์	 info Graphics <small>ที่มา : mrbackpacker</small>														

สถานการณ์/คำถาม		ลักษณะเฉพาะ ของข้อสอบ
	<p>ฝ่ายเป็นพอลิเมอร์ธรรมชาติจึงมีระยะเวลาย่อยสลายน้อย</p> <p>ไม่เป็นวัสดุธรรมชาติการใช้เวลาย่อยสลายเป็นเวลานานทำให้เกิดเป็นมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม</p> <p>ถ้วยกระดาษปกติมีการย่อยสลายใช้เวลาไม่เกิน 1 ปี แต่เมื่อเคลือบด้วยไซ จึงทำให้ยืดอายุของถ้วย และมีระยะเวลาย่อยสลายนานขึ้น</p> <p>โพลีเมอร์เป็นขยะที่เกิดจากการสังเคราะห์ขึ้นด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จึงไม่ความคงทนไม่ย่อยสลาย</p>	<p><input checked="" type="radio"/> ใช่ / <input type="radio"/> ไม่ใช่</p> <p><input type="radio"/> ใช่ / <input checked="" type="radio"/> ไม่ใช่</p> <p><input checked="" type="radio"/> ใช่ / <input type="radio"/> ไม่ใช่</p> <p><input type="radio"/> ใช่ / <input type="radio"/> ไม่ใช่</p>
C5	<p>ให้นักเรียนอ่านบทความการกำจัดขยะของประเทศต่อไปนี้</p> <p>ประเทศเยอรมนี ได้ชื่อว่าเป็นประเทศแห่งขยะรีไซเคิล ปี ค.ศ. 1996 เคยครองอันดับ 1 ของโลก โดยประเทศเยอรมนีได้ออกกฎหมายควบคุมขยะมูลฝอยกระจายออกไปในทุกภาคส่วนของประเทศ ไม่ว่าจะเป็นขั้นตอนของการผลิต จำหน่าย หรือบริโภค รวมถึงให้คัดแยกขยะก่อนทิ้งทุกครั้ง อีกทั้งยังมีการเก็บภาษีรีไซเคิลจากร้านค้าทุกร้านที่มีถุงพลาสติกแจกลูกค้า และมีระบบมัดจำค่าขวดพลาสติกเพื่อเป็นการกระตุ้นให้ผู้บริโภคส่งคืนขวดเพื่อนำไปรีไซเคิลต่อไป โดยมาตรการดังกล่าวนี้ทำให้บริษัทเครื่องดื่มต่าง ๆ ในประเทศเยอรมนี เลือกที่จะผลิตขวดพลาสติกที่สามารถใช้ซ้ำได้ออกสู่ตลาด เพราะการผลิตขวดพลาสติกใช้ซ้ำช่วยลดการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ได้จำนวนมากหากเทียบกับการผลิตขวดพลาสติกใหม่ เป็นผลทำให้จำนวนขวดพลาสติกในท้องตลาดของประเทศเยอรมนีเป็น</p>	<p>สมรรถนะ: ประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และประจักษ์พยานจากแหล่งที่มาที่หลากหลาย (เช่น หนังสือพิมพ์ อินเทอร์เน็ต และวารสาร)</p> <p>ความรู้: วัสดุศาสตร์</p> <p>การใช้ความรู้: วิศวกรรมศาสตร์</p>

สถานการณ์/คำถาม	ลักษณะเฉพาะ ของข้อสอบ
<p>ขวดพลาสติกชนิดใช้ซ้ำมากถึง 64% ถือเป็นมาตรการที่ช่วยรักษาสิ่งแวดล้อมในทุก ๆ ภูมิภาคของประเทศเยอรมนีได้เป็นอย่างดี</p> <p>ประเทศสวีเดน เป็นประเทศอันดับที่ 1 จากทุกประเทศทั่วโลกที่มีกระบวนการจัดการขยะ กลายเป็นประเทศหนึ่งเดียวที่ได้เริ่มต้นโครงการคัดแยกขยะ และนำขยะที่คัดแยกแล้วกลับมาใช้เป็นพลังงานใหม่ตั้งแต่เมื่อปี ค.ศ. 1940 ซึ่งในปัจจุบันประเทศสวีเดนสามารถพัฒนาเทคโนโลยีที่นำขยะกลับมาใช้เป็นพลังงานได้โดยแทบไม่ก่อให้เกิดมลพิษใด ๆ และสามารถนำขยะไป Reuse ได้จำนวนมากถึง 96% และยังมีโครงการแปรรูปขยะเป็นพลังงานไฟฟ้าที่สามารถผลิตไฟฟ้าใช้เองภายในประเทศได้มากกว่า 810,000 ครั้วเรือน ขณะเดียวกันสวีเดนมีระบบมัดจำค่าขวดพลาสติกที่เก็บเงินค่าขวดพลาสติกจากผู้บริโภคที่ไม่นำขวดพลาสติกที่ใช้เสร็จแล้วไปคืน ณ จุดรับคืน เป็นต้น และได้ริเริ่มระบบมัดจำถุงพลาสติกโดยมีราคาคิดเป็นเงินบาทไทยจะอยู่ที่ 1.86 บาท ต่อใบ เป็นมาตรการป้องกันการทิ้งถุงพลาสติกไปอย่างเสียเปล่านั่นเอง</p> <p>จากบทความข้างต้น ประเทศใดที่สามารถกำจัดขยะได้คุ้มค่าและมีประสิทธิภาพมากที่สุด (2 คะแนน)</p> <p>ประเทศเยอรมนี ใช้วิธีการลดขยะ ด้วยแนวคิด 3R เป็นแนวคิดและแนวทางในการปฏิบัติเพื่อการใช้ทรัพยากรที่มีอยู่อย่างคุ้มค่า สามารถช่วยลดปริมาณขยะให้น้อยลง ด้วยการลดการใช้ การนำกลับมาใช้ซ้ำ และการนำขยะกลับมาใช้ใหม่ โดยเริ่มต้นที่การใช้ให้น้อยลง ลดการใช้วัสดุ ผลิตภัณฑ์ที่ก่อให้เกิดขยะเพื่อลดปริมาณขยะที่เกิดขึ้น (Reduce) การนำวัสดุ ผลิตภัณฑ์ที่ยังสามารถใช้งานได้ กลับมาใช้ซ้ำ (Reuse)</p>	<p>สถานการณ์: ระดับประเทศ</p> <p>ลักษณะของข้อสอบ: สร้างคำตอบอิสระ</p>

สถานการณ์/คำถาม	ลักษณะเฉพาะ ของข้อสอบ
<p>และการนำวัสดุ ผลิตภัณฑ์ที่ใช้งานแล้วมาแปรรูป เพื่อนำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ หรือ รีไซเคิล (Recycle)</p> <p>ประเทศสวีเดน มีการใช้หลักการเดียวกับเยอรมนีแต่มีการใช้ประโยชน์จากขยะในด้านพลังงาน โดยจะนำขยะไปเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อนหรือพลังงานไฟฟ้าด้วยการใช้เตาเผา</p> <p>สรุปว่า ประเทศที่สามารถกำจัดขยะได้คุ้มค่าและมีประสิทธิภาพมากที่สุดคือประเทศสวีเดน เพราะมีการ Reuse ขยะ ถึง 96 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเยอรมนี Reuse ขยะ 64 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้ยังมีการแปรรูปขยะให้เป็นพลังงานไฟฟ้าอีกด้วย</p>	

การวัดและประเมินผลความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์

สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์

สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ (ในเอกสารนี้เรียกโดยย่อว่า C หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการตีความข้อมูลและหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการสร้างคำกล่าวอ้างหรือลงข้อสรุป และนำเสนอข้อมูลที่ได้รับมาในรูปแบบอื่น เช่น การใช้คำพูดของตนเองแผนภาพ หรือการแสดงแทนอื่น ๆ ซึ่งจำเป็นจะต้องใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์ในการวิเคราะห์หรือสรุปข้อมูลรวมถึงจะต้องสามารถแปลงข้อมูลนั้นให้อยู่ในรูปของการแสดงแทนรูปแบบอื่น ๆ นอกจากนี้จะต้องสามารถสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลบนพื้นฐานของประจักษ์พยาน ข้อมูลหรือประเมินข้อสรุปของผู้อื่นได้ว่าสอดคล้องกับประจักษ์พยานที่มีหรือไม่ รวมถึงสามารถให้เหตุผลสนับสนุนหรือโต้แย้งข้อสรุปเหล่านั้นได้อย่างสมเหตุสมผล

สมรรถนะ C ประกอบด้วยสมรรถนะย่อย 5 ข้อ ดังนี้

- C1 แปลงข้อมูลที่นำเสนอในรูปแบบหนึ่งไปสู่รูปแบบอื่น
- C2 วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ และลงข้อสรุป
- C3 ระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยาน และเหตุผลในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์
- C4 แยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ กับที่มาจากการพิจารณาจากสิ่งอื่น
- C5 ประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และประจักษ์พยานจากแหล่งที่มาที่หลากหลาย เช่นหนังสือพิมพ์ อินเทอร์เน็ต และวารสาร

เกณฑ์การวัดผล

รายการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน	คะแนน
C1	ไม่สามารถแปลงข้อมูลดิบเชิงปริมาณหรือเชิงคุณภาพที่กำหนดให้แล้วนำเสนอในรูปแบบอื่นอย่างง่าย	0
	สามารถแปลงข้อมูลดิบเชิงปริมาณหรือเชิงคุณภาพที่กำหนดให้แล้วนำเสนอในรูปแบบอื่นอย่างง่าย	1
	สามารถแปลงข้อมูลดิบเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพที่มาจากสถานการณ์ในชีวิตประจำวันที่กำหนดให้แล้วนำเสนอในรูปแบบอื่น	2
C2	ไม่สามารถเปรียบเทียบจำแนก แยกแยะ และแปลความหมายข้อมูลที่กำหนดให้	0
	สามารถเปรียบเทียบจำแนก แยกแยะ และแปลความหมายข้อมูลที่กำหนดให้	1
	สามารถเปรียบเทียบจำแนก แยกแยะ แปลความหมาย และลงข้อสรุปข้อมูลจากสถานการณ์ในชีวิตประจำวันที่กำหนดให้ โดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์	2
C3	ไม่สามารถระบุข้อสันนิษฐานและบอกประจักษ์พยานสนับสนุนจากข้อมูลที่กำหนดให้	0
	สามารถระบุข้อสันนิษฐานและบอกประจักษ์พยานสนับสนุนจากข้อมูลที่กำหนดให้	1
	สามารถระบุข้อสันนิษฐานเพื่ออธิบายสถานการณ์ในชีวิตประจำวันเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้โดยใช้ประจักษ์พยานและเหตุผลสนับสนุน	2

ตาราง (ต่อ)

รายการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน	คะแนน
C4	ไม่สามารถแยกแยะข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ กับที่มาจากการพิจารณาสิ่งอื่นจากข้อมูลที่กำหนดให้	0
	สามารถแยกแยะข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ กับที่มาจากการพิจารณาสิ่งอื่นจากข้อมูลที่กำหนดให้	1
	สามารถแยกแยะข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ กับที่มาจากการพิจารณาสิ่งอื่นในสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน	2
C5	ไม่สามารถประเมินข้อโต้แย้งและประจักษ์พยานโดยใช้ความรู้เดิมอย่างง่ายจากข้อมูลที่กำหนดให้	0
	สามารถประเมินข้อโต้แย้งและประจักษ์พยานโดยใช้ความรู้เดิมอย่างง่ายจากข้อมูลที่กำหนดให้	1
	สามารถประเมินข้อโต้แย้งและประจักษ์พยานโดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน	2

การแปลผล

8-10 หมายถึง ระดับดีมาก

6-7 หมายถึง ระดับดี

4-5 หมายถึง ระดับปานกลาง

2-3 หมายถึง ระดับพอใช้

0-1 หมายถึง ระดับควรปรับปรุง

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
รายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มัธยมศึกษาปีที่ 3
เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน

ข้อสอบประเภทปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ 40 คะแนน เวลาทำข้อสอบ 60 นาที

ชื่อ..... ชั้น..... เลขที่.....

เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว

1. ข้อใดกล่าวถูกต้อง

1. พอลิเมอร์ที่มีโครงสร้างแบบร่างแหมีความหนาแน่นสูง
2. พอลิเมอร์ที่มีโครงสร้างแบบร่างแหจุดหลอมเหลวสูงที่สุด
3. พอลิเมอร์ที่มีโครงสร้างแบบเส้นมีความขุ่นและเหนียวมากที่สุด
4. พอลิเมอร์ที่มีโครงสร้างแบบกิ่งมีความหนาแน่นต่ำกว่าพอลิเมอร์ที่มีโครงสร้างแบบเส้น

- ก. ข้อ 1 และ 4 ข. ข้อ 1 3 และ 4
 ค. ข้อ 2 3 และ 4 ง. ถูกต้องทุกข้อ

2. ข้อใดกล่าวถูกต้อง

1. ซามเมลามีนและเต้าน้ำไฟฟ้าจัดเป็นพลาสติกเทอร์โมเซต
2. ซิลิโคนใช้เป็นตัวประสานรอยต่อของขอบกระเบื้องหรือห้องเรือเพื่อกันน้ำซึม
3. ยางสังเคราะห์มีความแข็งแรงทนทานและยืดหยุ่นดีกว่ายางธรรมชาติ

4. ยางสังเคราะห์ IR มีโครงสร้างใกล้เคียงยางธรรมชาติ

- ก. ข้อ 1 2 และ 3 ข. ข้อ 2 3 และ 4
 ค. ข้อ 1 2 และ 4 ง. ข้อ 1 3 และ 4

3. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับพอลิเมอร์

- ก. เกิดจากมอนอเมอร์ชนิดเดียวกันหรือต่างชนิดกัน
- ข. มีความหนาแน่นสูง
- ค. เกิดจากการสังเคราะห์ขึ้นโดยมนุษย์
- ง. มอนอเมอร์จะรวมตัวกันด้วยพันธะโลหะ

4. พอลิเมอร์ของเทอร์โมพลาสติกมีโครงสร้างแบบใด

- ก. โครงสร้างแบบกิ่ง
- ข. โครงสร้างแบบเส้น
- ค. โครงสร้างแบบร่างแห
- ง. โครงสร้างแบบกิ่งและแบบเส้น

5. ข้อใดเป็นการทดสอบสมบัติทางกายภาพของเส้นใยฝ้ายอย่างง่าย

- ก. การสังเกตด้วยตา ข. การเผา
- ค. การสัมผัสด้วยมือ ง. ใช้กล้องจุลทรรศน์

6. เกณฑ์ในข้อใดใช้ในการแยกประเภทพลาสติกออกเป็นเทอร์มอพลาสติกและพลาสติกเทอร์มอเซต
- ความหนาแน่น
 - ความคงทนต่อการครูด-เบส
 - การละลายในตัวทำละลายอินทรีย์
 - การเปลี่ยนแปลงเมื่อได้รับความร้อน
7. ข้อใดเป็นผลของการทดสอบเส้นไหมอย่างง่ายด้วยวิธีการเผา
- กลิ่นไหม้เหมือนกระดาษ(ถ่าน) เปลวไฟลามเร็ว เกิดขี้เถ้าสีเทา
 - กลิ่นไหม้เหมือนเส้นผมไหม้ไฟ เปลวไฟลามช้า เกิดเถ้าสีดำ
 - กลิ่นเหมือนกระดาษ(ถ่าน) เปลวไฟลามเร็วและมีเขม่าดำเหนียวๆ แข็งๆ
 - กลิ่นเหมือนพลาสติกไหม้ เปลวไฟลามเร็วมีเขม่าไฟหยด (กลิ่นเหมือนเผาพลาสติก)
8. เมื่อได้รับความร้อน สารพอลิเมอร์ในข้อใดจะมีสมบัติแตกต่างไปจากข้ออื่น
- พอลิเอทิลีน
 - เทฟลอน
 - พอลิยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์
 - พอลิสไตรีน
9. ถ้าพิจารณาลักษณะการเกิดพอลิเมอร์ ข้อใดเป็นพอลิเมอร์ชนิดเดียว
- ไหม ไนลอน เซลลูโลส
 - แป้ง โปรตีน ยางพารา
 - เซลลูโลส ไกลโคเจน ซิลิโคน
 - พอลิเอทิลีน พอลิเอสเทอร์ เบเคอไลต์
10. พอลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นต่ำมีโครงสร้างพอลิเมอร์แบบใด
- แบบกิ่ง
 - แบบเส้น
 - แบบร่างแห
 - แบบตาข่าย
11. ข้อใดเลือกใช้วัสดุได้เหมาะสมที่สุด
- แปรรูปเป็นร่องเท้าจากขวดพลาสติก
 - ห่อข้าวหมูทอดด้วยใบตองมัดด้วยเชือกกล้วย
 - ใช้ถ้วยโพลีไธเกนร้อน ๆ
 - นำหลอดมาตัดเป็นท่อนทำเป็นหมอนหลอด
12. ผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ในข้อใดเป็นเทอร์มอพลาสติกทั้งหมด
- ถุงขยะ เส้นใยกันน้ำ แผงวงจรไฟฟ้า
 - กล่องพลาสติกใส ถุงพลาสติก กระบอกฉีดยา
 - เส้นใยทำชุดว่ายน้ำ หูกระทะ น้ำยาเคลือบผิว
 - ชิ้นส่วนของตู้เย็น โฟมที่บุเก้าอี้ กระดุกเทียม
13. ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้อง
- ยางกัตตาเป็นไอโซเมอร์ของยางธรรมชาติ
 - ยางบาลาตามีความยืดหยุ่นน้อยกว่ายางพารา
 - ยางที่ผ่านกระบวนการวัลคาไนเซชัน จะมีความยืดหยุ่นสูงขึ้น
 - ยางสังเคราะห์มีความยืดหยุ่นดีกว่ายางธรรมชาติ แต่ราคาแพงกว่า

14. ข้อใดกล่าวถูกต้อง

1. ซามเมลามีนและเต้าเสียบไฟฟ้า
จัดเป็นพลาสติกเทอร์มอเซต
 2. ซิลิโคนใช้เป็นตัวประสานรอยต่อของ
ขอบกระเบื้องหรือห้องเรือเพื่อกัน
น้ำซึม
 3. ยางสังเคราะห์มีความแข็งแรง
ทนทานและยืดหยุ่นดีกว่ายาง
ธรรมชาติ
 4. ยางสังเคราะห์ IR มีโครงสร้าง
ใกล้เคียงยางธรรมชาติ
- ก. ข้อ 1 2 และ 3 ข. ข้อ 2 3 และ 4
ค. ข้อ 1 2 และ 4 ง. ข้อ 1 3 และ 4

15. จากตารางแสดงชนิดพลาสติกและ
ตัวอย่างผลิตภัณฑ์

ชนิด	ตัวอย่างผลิตภัณฑ์
A	ฟิล์มถ่ายรูป ของเล่นสำหรับเด็ก
B	กระเบื้องยางปูพื้น ฉนวนหุ้ม สายไฟ
C	เต้าเสียบไฟฟ้า ปลั๊กไฟ

A B และ C ควรเป็นพลาสติกชนิดใด
ตามลำดับ

- ก. พอลิไวนิลคลอไรด์ เมลามีน พอลิเอทิลีน
- ข. พอลิสไตรีน พอลิโพรพิลีน พอลิไวนิล
คลอไรด์
- ค. พอลิยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์ พอลิเอทิลีน
พอลิสไตรีน
- ง. พอลิเอทิลีน พอลิไวนิลคลอไรด์ พอลิ
ยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์

16. สมบัติของเซรามิกขึ้นอยู่กับข้อใด

- ก. การเผา ความหนาแน่น ส่วนผสม
- ข. การขึ้นรูป การเผา อายุของวัตถุดิบ
- ค. วัตถุดิบ โครงสร้าง อุณหภูมิในการ
ผลิต
- ง. วัตถุดิบ การขึ้นรูป การเผาและ
เคลือบผลิตภัณฑ์

17. วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตเซรามิกคือข้อใด

- ก. ดินเหนียว ดินขาว แก้ว และ
เฟลด์สปาร์
- ข. ดินเหนียว ดินขาว ควอตซ์ และหิน
ฟันม้า
- ค. ทัลก์ ควอตซ์ โซเดียมซิลิเกตและทราย
- ง. เซอร์โคเนียมออกไซด์ ดินต่าง ๆ
และหินทราย

18. เซรามิกส์ชนิดใดส่วนใหญ่ต้องผ่านทั้ง
กระบวนการการเผาดิบและเผาเคลือบ

- ก. โอ่งน้ำ ข. กระถางต้นไม้
- ค. ไล่เครื่องกรอง ง. ภาชนะใส่อาหาร

19. แก้วชนิดใดที่มีสมบัติทนความร้อน ทน
กรด-เบส และขยายตัวได้น้อย เหมาะสำหรับ
ผลิตอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ มากที่สุด

- ก. แก้วโซดาไลม์ ข. แก้วโบโรซิลิเกต
- ค. แก้วโอบอล ง. แก้วคริสตัล

20. ปูนซีเมนต์ที่ใช้ผสมคอนกรีตหรือปูนที่
ใช้ฉาบผนังทั่วไปเป็นปูนชนิดใด

- ก. ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ธรรมดา
- ข. ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่เกิด
ความร้อนและทนการกัดกร่อนของ
ซัลเฟตปานกลาง

- ค. ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ทนต่อซัลเฟตสูง
- ง. ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทเกิดความร้อนต่ำ
21. ข้อใดเป็นคุณสมบัติทางกายภาพของเซรามิก
- ก. มีจุดหลอมเหลวสูง
- ข. ต้านทานต่อแรงกระแทก
- ค. ไม่เป็นตัวนำความร้อน
- ง. นำไฟฟ้า
22. เพราะเหตุใดเราจึงต้องเสริมเหล็กในงานคอนกรีต
- ก. เพิ่มความยืดหยุ่น
- ข. โลหะและวัสดุเสริมแรง
- ค. เพิ่มประสิทธิภาพการรับน้ำหนัก
- ง. วัสดุเนื้อพื้นและวัสดุเสริมแรง
23. หากต้องการวัสดุที่มีความแข็งแรงและเหนียว ควรใช้วัสดุผสมในข้อใด
- ก. โฟเบอร์กลาสส์
- ข. พอลิเมอร์และเส้นใย
- ค. คอนกรีตเสริมเหล็ก
- ง. เซรามิกและเส้นใย
24. การผลิตเครื่องใช้ในข้อใดต้องพิจารณาจากสมบัติการนำความร้อนของวัสดุ
- ก. เครื่องนอน
- ข. เฟอร์นิเจอร์
- ค. ภาชนะหุงต้ม
- ง. ของตกแต่งบ้าน
25. การเลือกใช้วัสดุให้เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ควรตระหนักถึงข้อใดมากที่สุด
- ก. ความสวยงาม และ ทนสมัย
- ข. สวยงาม และ ความทนทาน
- ค. คุณภาพ และ ความทันสมัย
- ง. คุณภาพ และ ประโยชน์ในการใช้งาน
26. นายวอร์มต้องการทำเก้าอี้จากไม้ โดยให้ชิ้นงานแข็งแรงทนทานและมีสีค่อนข้างแดง ตามธรรมชาติ นายวอร์มควรเลือกไม้ในข้อใด
- ก. ไม้ฉำฉา ข. ไม้ยาง
- ค. ไม้เต็ง ง. ไม้กะบาก
27. ถ้าต้องการพลาสติกที่เมื่อโดนความร้อนจะอ่อนนิ่มจนไหลและเมื่อได้รับความเย็นจะกลับมาคงสภาพเดิม โดยสามารถทำซ้ำได้ ต้องเลือกใช้พลาสติกประเภทใด
- ก. ซิลิโคน ข. พอลิเอทิลีน
- ค. เมลามีน ง. ยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์
28. เส้นใยชนิดใดมีความทนทานต่อเชื้อราแบคทีเรีย สารเคมี ชักง่าย แห้งเร็ว
- ก. ผ้าฝ้าย ข. ไหม
- ค. ลินิน ง. ไนลอน
29. ข้อใดที่ควรผลิตขึ้นจากเทอร์โมพลาสติก
- ก. ท่อน้ำ ปลั๊กไฟ โทรทัศน์
- ข. ถังน้ำ เครื่องเล่นเด็ก ผ้าปูโต๊ะ
- ค. อ่างน้ำ พรหมน้ำมัน กรอบแว่นตา
- ง. ขวดน้ำ ด้ามกระทะ กระเบื้องยาง

30. บุคคลใดเลือกใช้วัสดุได้คุ้มค่าในระยะยาวมากที่สุด

- ก. เอ ใช้ไม้อัดทำฝาบ้าน
- ข. บี ใช้หญ้าคาทำกระท่อมกลางนา
- ค. ซี ทำบ่อเลี้ยงปลาทางนกยูงด้วยพลาสติกดำ
- ง. เอฟ ใช้เหล็กทำโครงสร้างบ้านน็อคดาวน์

31. การกระทำข้อใด ไม่ใช่ การใช้วัสดุอย่างประหยัดและคุ้มค่า

- ก. ผิงหัวถุงผ้าไปซื้อของที่ร้านสะดวกซื้อ
- ข. นำน้ำขวดเก่าไปตากแห้งทำแจกันดอกไม้
- ค. ดับบรรจุอาหารลงในกล่องโฟม เพื่อนำไปรับประทานที่โรงเรียน
- ง. โขกุนำกระดาษที่ใช้แล้วหน้าเดียวมาเย็บเล่มทำเป็นสมุดจดการบ้าน

32. “การเลือกที่จะไม่ใช้แก้วพลาสติก ซ้อนพลาสติก จานกระดาษ และตะเกียบที่ใช้ครั้งเดียวแล้วทิ้ง” การกระทำดังกล่าวเป็นการใช้วัสดุอย่างประหยัดและคุ้มค่าตามแนวทาง “1A3R” ข้อใด

- ก. Avoid – เลี่ยงการใช้
- ข. Reuse – การใช้ซ้ำ
- ค. Reduce – ลดการใช้
- ง. Recycle – นำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่

33. เรียงลำดับมาตรการจัดการขยะพลาสติกที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากน้อยไปมาก

1. การนำพลาสติกกลับมาหลอมใช้ใหม่ (ทำรีไซเคิล)
2. การใช้งานภาชนะหรือวัสดุบรรจุหีบห่อซ้ำแล้วซ้ำอีก
3. การนำพลาสติกไปเผา

ก. 1 < 2 < 3 ข. 1 < 3 < 2

ค. 3 < 2 < 1 ง. 2 < 1 < 3

34. การกระทำในข้อใด ไม่ใช่ การลดปัญหาขยะพอลิเมอร์

- ก. ใช้เสื้อผ้าที่ผลิตจากเส้นใยลินิน
- ข. ใช้พลาสติกที่ย่อยสลายทางชีวภาพ
- ค. ใช้แก้วน้ำส่วนตัวแทนแก้วพลาสติก
- ง. ใช้ภาชนะใส่อาหารที่ทำจากเมลามีน

35. ข้อใด ไม่ใช่ การนำผลิตภัณฑ์จากพอลิเมอร์มาใช้ประโยชน์อย่างถูกต้อง

- ก. พอลิโพรพิลีนใช้ทำกระเบื้องยางและบัตรเครดิต
- ข. พอลิเอทิลีนเทเรพทาเลตใช้ทำเส้นเอ็น แห และอวน
- ค. พอลิสไตรีนใช้ทำกล่องพลาสติกใสและชิ้นส่วนของตู้เย็น
- ง. พอลิไอโซพรีนหรือยางโออาร์ใช้ทำจุก นมยางและอุปกรณ์การแพทย์

36. บุคคลใดปฏิบัติ ไม่เหมาะสม

- ก. ภูมิเลือกซื้ออาหารจากร้านที่ใส่กล่องโฟม แทนถุงพลาสติก
- ข. ปาล์มใช้กระดาษห่อครบทั้ง 2 หน้าก่อนทิ้ง
- ค. เซนแยกขยะก่อนทิ้งตามประเภทของขยะทุกครั้ง
- ง. คิวใช้ถุงผ้าแทนการใช้ถุงพลาสติก

37. การกระทำในข้อใดใช้แนวทางแก้ปัญหา
ขยะพลาสติกโดยการใช้ซ้ำ (Reuse)

- ก. นำยางรถยนต์มาแปรรูปเป็นรองเท้า
- ข. นำขวดโกโก้ที่ใช้หมดแล้วมาใส่น้ำตาล
- ค. กะลามาใส่ไอศกรีมแทนถ้วยพลาสติก
- ง. นำหลอดมาตัดเป็นท่อนทำเป็น

หมอนหลอด

38. พลาสติกในข้อใดนำกลับไปรีไซเคิลไม่ได้

- ก. เมลามีน
- ข. พอลิเอทิลีน
- ค. พอลิโพรพิลีน
- ง. พอลิไวนิลคลอไรด์

39. พอลิยูเรียพอร์มาลดีไฮด์เป็นพลาสติก
เทอร์มอเซตที่เลิกใช้งานแล้วควรดำเนินการ
อย่างไร จึงเหมาะสมที่สุดโดยไม่สร้างมลพิษ
ต่อสิ่งแวดล้อม

- ก. นำไปฝังกลบ
- ข. นำไปใช้ซ้ำ
- ค. นำไปรีไซเคิล
- ง. นำไปเผาไฟ

40. พอลิยูเรียพอร์มาลดีไฮด์เป็นพลาสติก
เทอร์มอเซตที่เลิกใช้งานแล้วควรดำเนินการ
อย่างไรจึงเหมาะสมที่สุดโดยไม่สร้างมลพิษ
ต่อสิ่งแวดล้อม

- ก. นำไปฝังกลบ
- ข. นำไปใช้ซ้ำ
- ค. นำไปรีไซเคิล
- ง. นำไปเผาไฟ

เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
รายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มัธยมศึกษาปีที่ 3
เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน

ข้อ	ก	ข	ค	ง	ข้อ	ก	ข	ค	ง
1					21				
2					22				
3					23				
4					24				
5					25				
6					26				
7					27				
8					28				
9					29				
10					30				
11					31				
12					32				
13					33				
14					34				
15					35				
16					36				
17					37				
18					38				
19					39				
20					40				

ตาราง (ต่อ)

ที่	ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้	ระดับความพึงพอใจ				
		มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
	ด้านสื่ออุปกรณ์					
	10. สื่อสออดมีความสอดคล้องกับเนื้อหา					
	11. สื่อส่งเสริมกระตุ้นความสนใจ					
	12. สื่อและอุปกรณ์เหมาะสมในการนำไปใช้					
	13. ความเหมาะสมของสื่ออุปกรณ์กับเนื้อหาและกิจกรรม					
	14. ความพร้อมของ สื่อ อุปกรณ์ และเครื่องมือสำหรับค้นคว้าอย่างเหมาะสม และเพียงพอ					
	ด้านการวัดและประเมินผล					
	15. การวัดประเมินผลสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ครอบคลุมทุกด้าน					
	16. มีการวัดและประเมินผลที่สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้					
	17. เปิดเผยคะแนนที่ได้จากการวัดผล					
	18. การวัดและประเมินผล มีความชัดเจนและยุติธรรม					
	19. ให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อนำไปสู่การพัฒนาตนเอง					
	20. มีความสอดคล้องกับแนวทางการประเมินตามสมรรถนะ PISA					

ข้อเสนอแนะ (เพิ่มเติม)

.....

.....

ประวัติย่อของผู้วิจัย

ประวัติย่อของผู้วิจัย

ชื่อ - สกุล	นายอนุชิต ศรีสุนาครวั
วัน เดือน ปีเกิด	วันที่ 14 มีนาคม 2536
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	13 หมู่ 11 ตำบลหนองเม็ก อำเภอหนองหาน จังหวัดอุดรธานี
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2554	ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนบ้านเชียงวิทยา อำเภอหนองหาน จังหวัดอุดรธานี
พ.ศ. 2559	ปริญญาตรี วิทยาศาสตร์บัณฑิต (วท.บ.) สาขาวิชาชีววิทยา มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี
พ.ศ. 2566	ปริญญาโท ครุศาสตรมหาบัณฑิต (ค.ม.) สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
ประวัติการทำงาน	
พ.ศ. 2559	นักวิชาการศึกษา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
พ.ศ. 2561	โรงเรียนบ้านบัณฑิตน้อย อำเภอโพธิ์ชัย จังหวัดหนองคาย
พ.ศ. 2563	โรงเรียนมารีย์พิทักษ์สว่างแดนดิน อำเภอสว่างแดนดิน จังหวัดสกลนคร