



การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 2 หน่วย การแยกสาร จัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา

วิทยานิพนธ์

ของ

ชัยวัฒน์ ดงภูยาว

เสนอต่อมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตร

ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์

พฤษภาคม พ.ศ. 2567

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 2 หน่วย การแยกสาร จัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา

วิทยานิพนธ์

ของ

ชัยวัฒน์ ดงภูยาว

เสนอต่อมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตร
ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์

พฤษภาคม พ.ศ. 2567

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

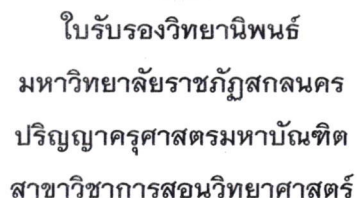
DEVELOPMENT OF CREATIVE THINKING AND LEARNING ACHIEVEMENT
OF MATHAYOMSUKSA 2 STUDENTS ON SEPARATION SUBSTANCES
UNIT USING CANVA COMBINED WITH STEM EDUCATION

BY
CHAIWAT DONGPOOYAO

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

May 2024

All Rights Reserved by Sakon Nakhon Rajabhat University



คณะกรรมาการสอบวิทยานิพนธ์

..... กรรมการสอบ กรรมการสอบและ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรุณรัตน์ คำแห่งพล) แต่งตั้งเพิ่มเติม (ดร.กุลวดี สุวรรณไตรย์) กรรมการที่ปรึกษา
วิทยาลัยพนธ์

คณะกรรมการบริหารหลักสูตรรับรองแล้ว

บัณฑิตวิทยาลัยรับรองแล้ว

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

เมื่อวันที่ 20 เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2567
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

ประกาศคุณูปการ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลืออย่างยิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ถาดทอง ปานศุภวัชร ประธานกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ดร.กุลวดี สุวรรณไตรย์ กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำแนะนำตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่ตลอดมา ตั้งแต่เริ่มต้นจนวิทยานิพนธ์สำเร็จเรียบร้อย ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วุฒิชัย รสชาติ อาจารย์ประจำสาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ครูรัชณี วรรณสิริ และครูธนากร อุทัยดา ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนธาตุนารายณ์วิทยา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสกลนคร ที่กรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบและแก้ไขเครื่องมือต่าง ๆ ตลอดจนให้คำแนะนำและข้อคิดที่เป็นประโยชน์ต่อผู้วิจัย

ขอขอบคุณนายธนปกรณ์ อวนบ้อง ผู้อำนวยการโรงเรียนธาตุนารายณ์วิทยา คณะครู นักเรียนโรงเรียนธาตุนารายณ์วิทยา ที่ได้ให้ความร่วมมือและความสะดวกในการทดลองใช้เครื่องมือ และเก็บข้อมูลเพื่อการวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ นักศึกษาสาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ รุ่น 7 คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ที่ให้กำลังใจด้วยดีตลอดมา และขอขอบคุณครอบครัวที่ให้การสนับสนุน ช่วยเหลือ และเป็นกำลังใจในการวิจัยครั้งนี้

คุณค่าและประโยชน์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ที่มีต่อการพัฒนาคุณภาพการศึกษา ผู้วิจัยขอโน้มรำลึกถึงพระคุณบิดา มารดา บุรพคณาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่านที่อบรมสั่งสอน ช่วยเหลือและเป็นกำลังใจให้ผู้วิจัยมีความเพียรพยายามในการจัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จด้วยดี

ชัยวัฒน์ ดงภูยาว

ชื่อเรื่อง	การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หน่วย การแยกสาร จัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา
ผู้วิจัย	ชัยวัฒน์ ดงภูยาว
กรรมการที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ถาดทอง ปานศุภวัชร ดร.กุลวดี สุวรรณไตรย์
ปริญญา	ค.ม. การสอนวิทยาศาสตร์
สถาบัน	มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
ปีที่พิมพ์	2567

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อ 1) สร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา หน่วย การแยกสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 2) ศึกษาและเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียน 3) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียน และ 4) ศึกษาสมรรถนะและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของนักเรียน หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/2 โรงเรียนธาตุนารายณ์วิทยา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา มัธยมศึกษาสกลนคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 40 คน ได้มาโดยการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา 2) แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และ 4) แบบสอบถามสมรรถนะและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของนักเรียน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติทดสอบค่าทีแบบไม่เป็นอิสระต่อกัน

ผลการวิจัยพบว่า

1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา หน่วย การแยกสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.44/81.19 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้

2. ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หน่วย

การแยกสาร จัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา มีคะแนนก่อนเรียน เท่ากับ 66.53 และคะแนนหลังเรียน เท่ากับ 80.63 เมื่อเปรียบเทียบคะแนนความคิดสร้างสรรค์ เฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ สามารถนำความรู้ ที่ได้จากการเรียนไปต่อยอดความคิดในการออกแบบ และการสร้างสรรค์ชิ้นงานใหม่ ๆ

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หน่วย

การแยกสาร จัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา มีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน เท่ากับ 16.58 และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน เท่ากับ 24.93 เมื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ย หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. สมรรถนะและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของนักเรียน หลังการจัดการ เรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{x} = 2.59$)

คำสำคัญ: Canva สะเต็มศึกษา ความคิดสร้างสรรค์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

TITLE	Development of Creative Thinking and Learning Achievement of Mathayomsuksa 2 Students on Separation Substances Unit Using Canva combined with STEM Education
AUTHOR	Chaiwat Dongpooyao
ADVISOR	Asst. Prof. Dr. Thardthong Pansuppawat Dr. Kulwadee Suwannatrai
DEGREE	M.Ed. (Science Teaching)
INSTITUTION	Sakon Nakhon Rajabhat University
YEAR	2024

ABSTRACT

This research aimed to 1) construct lesson plans using Canva combined with STEM education on separation of substances unit for Mathayomsuksa 2 students to meet the criteria efficiency of 80/80, 2) study and compare students' creativity before and after the intervention, 3) compare students' learning achievement before and after the intervention, and 4) examine students' competency and desirable characteristics after the intervention. The sample, obtained through cluster random sampling, consisted of 40 students from Mathayomsuksa 2/2 at Thatnaraiwittaya School under the Secondary Educational Service Area Office Sakon Nakhon, during the second semester of the academic year 2023. The research instruments included: 1) lesson plans of Canva combined with STEM education, 2) a creativity test, 3) a learning achievement test, and 4) a questionnaire for students' competency and desirable characteristics. Statistic tools for data analysis were percentage, mean, standard deviation, and t-test for Dependent Samples.

The research findings revealed that:

1. The lesson plans using Canva combined with STEM education on separation of substances unit for Mathayomsuksa 2 students reached the efficiency of 81.44/81.16, exceeding the set criteria of 80/80.

2. The creativity of Mathayomsuksa 2 students on separation of substances unit had pretest and posttest scores of 66.53 and 80.63. By comparison, the students' creativity after intervention was statistically higher than that of before at the .01 significance level. This result indicated that the constructed learning management could foster the students' creativity, and the students could be able to further the knowledge in design and creating novel products.

3. The learning achievement of Mathayomsuksa 2 students on separation of substances unit using Canva combined with STEM education demonstrated pretest and posttest scores of 16.58 and 24.93. The comparison revealed that the posttest mean score was statistically higher than that of the pretest at the .01 significance level.

4. The students' competency and desirable characteristics after the intervention using Canva combined with STEM education was at a high level ($\bar{X} = 2.59$).

Keywords: Canva, STEM Education, Creative Thinking, Learning Achievement

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง.....	1
คำถามของการวิจัย.....	4
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	5
สมมติฐานของการวิจัย.....	5
ความสำคัญของการวิจัย.....	6
ขอบเขตของการวิจัย.....	6
กรอบแนวคิดของการวิจัย.....	8
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	9
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	15
หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.....	17
วิสัยทัศน์.....	17
หลักการของหลักสูตร.....	17
จุดมุ่งหมายของหลักสูตร.....	18
สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน.....	18
คุณลักษณะอันพึงประสงค์.....	19
การจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับ ปรับปรุง พ.ศ. 2560) ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น.....	20
ความสำคัญของวิทยาศาสตร์.....	20
เป้าหมายของวิทยาศาสตร์.....	21
สาระสำคัญของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์.....	22
สาระและมาตรฐานการเรียนรู้.....	23
คุณภาพผู้เรียน.....	24

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์	
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2	26
คำอธิบายรายวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2	32
การจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา.....	34
ความหมายของการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา.....	34
แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษา.....	36
ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา.....	38
การวัดและประเมินผลสะเต็มศึกษา.....	40
Canva.....	44
ความหมาย Canva.....	44
วิธีการใช้งาน Canva.....	45
เปรียบเทียบขั้นตอนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษากับการจัดการ	
เรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา.....	49
ความคิดสร้างสรรค์.....	51
ความหมายของความคิดสร้างสรรค์.....	51
ทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์.....	52
องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์.....	53
วิธีการสอนให้เกิดการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์.....	55
วิธีการวัดความคิดสร้างสรรค์.....	58
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	59
ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	59
ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	60
ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	61
ลักษณะของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ดี.....	62
หลักในการเลือกใช้ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์.....	64

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
ประสิทธิภาพของเครื่องมือ.....	64
ความหมายของประสิทธิภาพของเครื่องมือวิจัย.....	65
การหาประสิทธิภาพของเครื่องมือวิจัย.....	66
วิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพเครื่องมือวิจัย.....	67
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	67
งานวิจัยในประเทศ.....	67
งานวิจัยต่างประเทศ.....	69
3 วิธีการดำเนินการวิจัย.....	71
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	71
แบบแผนการวิจัย.....	72
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	72
การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ.....	73
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	92
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	93
สถิติที่ใช้ในการวิจัย.....	94
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	99
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	99
ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล.....	100
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	100
5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	121
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	121
สมมติฐานของการวิจัย.....	122

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
ประชากร และกลุ่มตัวอย่าง.....	122
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	123
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	124
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	125
สรุปผลการวิจัย.....	126
อภิปรายผลการวิจัย.....	127
ข้อเสนอแนะ.....	132
บรรณานุกรม.....	135
ภาคผนวก.....	145
ภาคผนวก ก รายนามผู้เชี่ยวชาญและหนังสือขอความอนุเคราะห์.....	147
ภาคผนวก ข ผลการประเมินและวิเคราะห์เครื่องมือวิจัย.....	155
ภาคผนวก ค ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	173
ภาคผนวก ง ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับ สะเต็มศึกษา.....	207
ภาคผนวก จ เครื่องมือวิจัย.....	297
ประวัติย่อของผู้วิจัย.....	323

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย.....	7
2 ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์ สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ มาตรฐาน ว 2.1.....	27
3 ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์ สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ มาตรฐาน ว 2.3.....	29
4 ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์ สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ มาตรฐาน ว 2.3.....	30
5 หน่วยการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2.....	33
6 เปรียบเทียบขั้นตอนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษากับการจัดการ เรียนรู้ โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา.....	49
7 แบบแผนของการวิจัยแบบกลุ่มเดียว วัดผลก่อนและหลังการทดลอง....	72
8 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ จุดประสงค์ การเรียนรู้ ความคิดสร้างสรรค์ สมรรถนะและคุณลักษณะอันพึง ประสงค์ วิจัยสอน/กิจกรรมการสอน ภาระงาน/ชิ้นงาน และเครื่องมือ วัดประเมินผล.....	75
9 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างแผนการจัดการเรียนรู้กับความคิด สร้างสรรค์.....	81
10 วิเคราะห์โครงสร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์.....	85
11 เกณฑ์การให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์.....	86
12 เกณฑ์การพิจารณาระดับความคิดสร้างสรรค์.....	87
13 วิเคราะห์โครงสร้าง ความสัมพันธ์ระหว่างตัวชี้วัดกับพฤติกรรมด้าน พุทธิพิสัยในแต่ละด้านของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หน่วย การแยกสาร.....	89

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
14 ผลการวิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) ของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา หน่วย การแยกสาร ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.....	101
15 ผลการวิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) ของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา หน่วย การแยกสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2	102
16 ผลการวิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้ (E_1/E_2) ของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา หน่วย การแยกสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2	103
17 ผลการเปรียบเทียบองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หน่วย การแยกสาร ก่อนเรียนและหลังเรียน จัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา.....	104
18 ผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ ก่อนเรียนและหลังเรียนของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เกิดจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา หน่วย การแยกสาร.....	105
19 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 2 หน่วย การแยกสาร ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการจัดการ เรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา.....	106
20 สมรรถนะและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 2 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา หน่วย การแยกสาร.....	107
21 ตัวอย่างผลงานการออกแบบและชิ้นงานจากการทำกิจกรรมการ จัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา หน่วย การแยกสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.....	118

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
22 ผลการประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับ สะเต็มศึกษา หน่วย การแยกสาร ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2	157
23 ผลการประเมินความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้กับตัวชี้วัด เรื่อง การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หน่วย การแยกสาร จัดการเรียนรู้ โดยใช้ Canva ร่วมกับ สะเต็มศึกษา.....	161
24 ผลการวิเคราะห์ดัชนีความสอดคล้องเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัด ความคิดสร้างสรรค์ จัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับ สะเต็มศึกษา	162
25 ผลการวิเคราะห์ดัชนีความสอดคล้องเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดผล สัมฤทธิ์ทางการเรียน จัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับ สะเต็มศึกษา.....	163
26 ผลการประเมินความสอดคล้องของแบบสอบถามสมรรถนะและคุณลักษณะ อันพึงประสงค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีการจัดการ เรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา.....	165
27 ผลการวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ ที่ได้จากการทดลองใช้ (Try Out) เพื่อหาคุณภาพของเครื่องมือ.....	169
28 ผลการวิเคราะห์ระดับค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และ ค่าความเชื่อมั่น ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	171
29 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา หน่วย การแยกสาร ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.....	175
30 ผลการวิเคราะห์คะแนนองค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน ก่อนเรียน.....	178

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
31 ผลการวิเคราะห์คะแนนองค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน หลังเรียน.....	180
32 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียน.....	182
33 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของ นักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน.....	184
34 ผลการวิเคราะห์คะแนนสมรรถนะและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ที่มีต่อ การจัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา หน่วย การแยกสาร แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง การระเหยแห้ง.....	186
35 ผลการวิเคราะห์คะแนนสมรรถนะและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ที่มีต่อ การจัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา หน่วย การแยกสาร แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การตกผลึก.....	190
36 ผลการวิเคราะห์คะแนนสมรรถนะและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ที่มีต่อ การจัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา หน่วย การแยกสาร แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การกลั่นอย่างง่าย.....	194
37 ผลการวิเคราะห์คะแนนสมรรถนะและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ที่มีต่อ การจัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา หน่วย การแยกสาร แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง การโครมาโทกราฟีแบบกระดาษ.....	198

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง

หน้า

38	ผลการวิเคราะห์คะแนนสมรรถนะและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ที่มีต่อ การจัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา หน่วย การแยกสาร แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง การสกัดด้วยตัวทำละลาย.....	202
----	---	-----

มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	8
2 ค้นหาชื่อ Canva.....	45
3 ขั้นตอนสมัครสมาชิกเข้าใช้งาน Canva.....	46
4 การเริ่มต้นใช้งาน Canva.....	47
5 ขั้นตอนการเลือกประเภทของงานออกแบบที่ต้องการ.....	47
6 ขั้นตอนการสร้างงาน.....	48
7 บรรยายภาพการทำกิจกรรมฝึกความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง การระเหยแห้ง.....	115
8 บรรยายภาพการทำกิจกรรมฝึกความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง การตกผลึก.....	115
9 บรรยายภาพการทำกิจกรรมฝึกความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง การกลั่นอย่างง่าย.....	116
10 บรรยายภาพการทำกิจกรรมฝึกความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง การโครมาโทกราฟีแบบกระดาษ.....	117
11 บรรยายภาพการทำกิจกรรมฝึกความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง การสกัดด้วยตัวทำละลาย.....	117

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

สังคมโลกในปัจจุบันและอนาคต วิทยาศาสตร์มีความสำคัญอย่างยิ่ง เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคน ทั้งในการดำรงชีวิตประจำวันและการงานอาชีพต่าง ๆ ตลอดจนอุปกรณ์เครื่องใช้ เทคโนโลยีสารสนเทศ เครื่องมือ และผลผลิตต่าง ๆ ที่มนุษย์ได้ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิต และการทำงานเหล่านี้ล้วนเป็นผลของความรู้ วิทยาศาสตร์ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์ นวัตกรรมหรือเทคโนโลยีใหม่ ๆ และศาสตร์อื่น ๆ ทั้งสิ้น การศึกษาวิทยาศาสตร์นั้นสามารถช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาความคิด และทักษะชีวิต มีความคิดเป็นเหตุเป็นผล กระบวนการคิดวิเคราะห์วิจารณ์ คิดสังเคราะห์ และคิดสร้างสรรค์ มีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ มีทักษะสำคัญในการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลาย และมีประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมแห่งโลกสมัยใหม่ ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ ดังนั้นทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้มีความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติ และเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผลสร้างสรรค์ และมีคุณธรรม (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, หน้า 1)

ดังนั้นการจัดการเรียนรู้จึงมีความจำเป็นที่จะต้องพัฒนา เพื่อให้สอดคล้องกับยุคสมัยทันต่อการเปลี่ยนแปลงโดยครูผู้สอนควรจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนได้มีการเรียนรู้ที่ยืดหยุ่นสร้างสรรค์ ทำทหายและใช้ปัญหาเป็นฐานในการเรียนรู้ การจัดการเรียนการสอนทุกระดับชั้นต้องเน้นให้ผู้เรียนเกิดทักษะในศตวรรษที่ 21 ซึ่งเป็นทักษะที่จำเป็นในการดำรงชีวิต และการพัฒนานวัตกรรมเพื่อสร้างอาชีพให้แก่เยาวชน นอกจากนั้นยังเป็นการเตรียมความพร้อมด้านกำลังคนให้มีคุณภาพในการเข้าสู่ระบบเศรษฐกิจ ทักษะที่จำเป็นต่อการเรียนรู้ในศตวรรษ ที่ 21 คือ 3R7C โดย 3R ประกอบด้วยความสามารถอ่านออก เขียนได้ และมีทักษะในการคำนวณ ส่วน 7C ประกอบด้วยการมีทักษะการคิดวิเคราะห์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ สามารถคิดแก้ปัญหาได้ การคิดอย่างสร้างสรรค์ คิดเชิงนวัตกรรม ความเข้าใจในความแตกต่างของวัฒนธรรม และกระบวนการคิดข้ามวัฒนธรรม

ความร่วมมือ การทำงานเป็นทีม ภาวะความเป็นผู้นำ มีทักษะในการสื่อสารการรู้เท่าทันสื่อ และรู้เท่าทันเทคโนโลยี มีทักษะอาชีพ รวมถึงความเมตตากรุณา มีคุณธรรม และความมีระเบียบวินัย ซึ่งการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 จะเป็นการกำหนดแนวทางในการจัดการเรียนรู้ โดยเน้นที่องค์ความรู้ ทักษะ ความเชี่ยวชาญและสมรรถนะที่เกิดขึ้นกับตัวผู้เรียน (วิจารณ์ พานิช, 2555, หน้า 18-21)

ความคิดสร้างสรรค์ เป็นความสามารถทางสมองที่คิดได้อย่างซับซ้อน กว้างไกล หลายทิศทาง หรือเรียกว่าคิดนอกกรอบ ซึ่งประกอบด้วยความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดลออ (พรสวรรค์ วงศ์ตาธรรม, 2558, หน้า 114) อีกทั้งความคิดสร้างสรรค์ เป็นคุณลักษณะที่สำคัญของจุดเริ่มต้นในการ คิดค้นนวัตกรรมต่าง ๆ และยังเป็นหัวใจสำคัญในการสร้างนวัตกรรม สิ่งประดิษฐ์ และ พัฒนาประเทศปัจจุบัน (กมล โพธิเย็น, 2562, หน้า 10) ดังนั้นการพัฒนาความคิด สร้างสรรค์มีความจำเป็นสำหรับผู้เรียนทุกคนทุกระดับชั้นเพราะความคิดสร้างสรรค์ จะช่วยให้มองเห็นโอกาสที่จะนำไปสู่การค้นพบสิ่งใหม่ การประดิษฐ์คิดค้น และก่อให้เกิด นวัตกรรมใหม่ที่ไม่หยุดยั้ง การมีความคิดสร้างสรรค์จะทำให้ผู้เรียนแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่เข้ามาได้อย่างรวดเร็วในปัจจุบันทุกอาชีพต้องการคนที่มีความคิดสร้างสรรค์ เพราะโลก ของการแข่งขันทำให้ต้องมีการพัฒนาสิ่งต่าง ๆ อย่างไม่หยุดนิ่ง ทุกหน่วยงานต้องพัฒนา ตนเองเพื่อปรับปรุงผลงานหรือผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ให้ดีขึ้นกว่าเดิมอยู่เสมอเพื่อพร้อมก้าว เข้าสู่อนาคต (เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์, 2556, หน้า 30-40)

สภาพปัญหาของระบบการศึกษาในปัจจุบัน การจัดการเรียนการสอนที่เน้น แบบบรรยาย และท่องจำของสังคมไทยส่งผลให้ผู้เรียนไม่ได้ฝึกฝนการใช้ทักษะในการ ค้นคว้าศึกษาหาข้อมูล การเรียนรู้ด้วยตนเอง ตลอดจนขาดการแสดงออกทางความคิด ความสามารถในการคิดเชิงสร้างสรรค์ จนเป็นเหตุให้ผู้เรียนนิยมการเลียนแบบ และ คล้อยตามความคิดเห็นของผู้อื่น (ชาญณรงค์ พรุ่งโรจน์, 2546, หน้า 7) ซึ่งสอดคล้อง กับผลการประเมินสมรรถนะนักเรียนมาตรฐานสากล (Programme for International Student Assessment หรือ PISA) ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้ร่วมมือกับองค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา (Organisation for Economic Co-operation and Development) หรือ OECD เพื่อประเมินคุณภาพระบบ การศึกษาของประเทศสมาชิกและประเทศร่วมโครงการ PISA โดยประเมินความรู้และ ทักษะของนักเรียนที่มีช่วงอายุ 15 ปี ในด้านการรู้เรื่องการอ่าน การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ และการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ การรู้เรื่องทั้ง 3 ด้านนี้ เป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้ตลอด

ชีวิต และเป็นสิ่งที่ทุกคนจำเป็นจะต้องมีเพื่อการพัฒนา และการแข่งขันทางเศรษฐกิจของ ประเทศ จากผลการประเมิน PISA 2018 ในรอบที่ผ่านมา พบว่า นักเรียนไทยมีคะแนนต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของประเทศสมาชิก OECD ในด้านการอ่าน คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ (ศูนย์ดำเนินงาน PISA แห่งชาติ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2564, หน้า 1) โดยผลการทดสอบ PISA สะท้อนถึงผลการจัดการเรียนรู้ในรายวิชา วิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ในภาพรวมของทั้งประเทศไทยว่าควรส่งเสริมและพัฒนา นักเรียนให้มีความสามารถ ในวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ เนื่องจากทั้ง 2 วิชา มีความสำคัญในการดำรงชีวิต ส่งผลต่อทักษะการคิด การสร้างสรรค์ (สุนทร ภูรีปริชาเลิศ, ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์ และจุฬารัตน์ ธรรมประทีป, 2563, หน้า 87) หลักสูตรกลุ่มสาระการ เรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนชาตุนารายณ์วิทยาได้จัดทำหลักสูตรสถานศึกษาโดยอิงตาม หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 มีการจัดการเรียนการสอน ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 พบว่า หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 การแยกสาร มีเนื้อหาค่อนข้างซับซ้อน และเข้าใจยาก จาก การสะท้อนผลการสอนของครูผู้สอน ในบางกิจกรรมของการทดลอง นักเรียนไม่สามารถ จินตนาการหรือนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ (เอกพร ธรรมยศ, อรุณรัตน์ คำแหงพล และถาดทอง ปานศุภวัชร, 2565, หน้า 144) นักเรียนจำเป็นต้องมีความรู้ เกี่ยวกับสมบัติของสาร หลักการในการแยกสาร วัสดุ และอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่จะใช้ในการ แยกสาร และมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อจะทำการทดลองแยกสาร ซึ่ง ความรู้ที่นี้เป็นพื้นฐาน ของวิทยาศาสตร์ที่มีความสำคัญและมีคุณค่าต่อการดำรงชีวิตของ มนุษย์ และเป็นการเตรียมความพร้อมของนักเรียน จึงจำเป็นที่จะต้องดำเนินการจัดการ เรียนการสอนเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้มีความรู้ เกิดความสามารถในการคิด นำไปสู่การมี ความคิดสร้างสรรค์และเป็นการกำลังสำคัญ ในการพัฒนาประเทศ (ธีรพงษ์ เทศชวน, และจิตตริ พละกุล, 2564, หน้า 98)

ปัจจุบัน Canva เป็นเครื่องมือที่นิยมนำมาใช้ในการสร้างสื่อการเรียนรู้ เนื่องจากเป็นแพลตฟอร์มที่เหมาะสมสำหรับการออกแบบกราฟิก สื่อสิ่งพิมพ์ สื่อมัลติมีเดีย หรืองานต่าง ๆ ได้อย่างง่าย มีขั้นตอนการทำงานไม่ซับซ้อน การจัดการเรียนรู้โดยใช้ โปรแกรม Canva เป็นวิธีการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ มีการสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง และเป็นสื่อการเรียนการสอนที่มีการออกแบบที่น่าสนใจ มีเนื้อหาที่เข้าใจง่ายสามารถ เรียนรู้ได้ตลอดเวลา มีสีสัน ภาพนิ่ง เสียง ขนาดตัวอักษร ที่เหมาะสมต่อการเรียนรู้ทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียน เพราะสื่อการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม Canva

เป็นสื่อที่ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ (เรื่องศักดิ์ ศรีรักษา, นิตยารัตน์ คงนาลีก
เศณวี ฤกษ์มงคล และอนวัธน์ จันทละ, 2565, หน้า 56-57)

การจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา เป็นการบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา ระหว่าง
4 วิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ วิชาเทคโนโลยี วิชาวิศวกรรมศาสตร์ และวิชาคณิตศาสตร์
โดยนำจุดเด่นของธรรมชาติ และตลอดจนวิธีการสอนของแต่ละสาขาวิชามาผสมผสานกัน
เพื่อให้ผู้เรียนนำความรู้ทุกแขนงมาใช้ในการแก้ปัญหา การค้นคว้าและพัฒนาสิ่งต่าง ๆ ใน
สถานการณ์โลกปัจจุบัน ซึ่งเป็นวิธีการสอนที่ทำให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาในด้านต่าง ๆ และ
มีความสอดคล้องกับการพัฒนาคนให้มีคุณภาพในศตวรรษที่ 21 ผู้เรียนมีความเข้าใจใน
เนื้อหาวิชา และได้พัฒนาทักษะในการคิด การคิดวิเคราะห์ การคิดสร้างสรรค์ (พรทิพย์
ศิริภทรชัย, 2556, หน้า 50) ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบ
เชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษาสามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ในด้านความคิด
ยืดหยุ่น และด้านความคิดริเริ่ม (สุกัญญา เชื้อหลูปโพธิ์, ธิติยา บงกชเพชร และชมพูนุช
วรางคณากุล, 2560, หน้า 119)

จากเหตุผลและความสำคัญดังที่กล่าว ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาการพัฒนา
ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หน่วย การแยกสาร จัดการเรียนรู้
โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียน
 อีกทั้งยังสามารถช่วยทำให้ผู้เรียนได้พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ และผลสัมฤทธิ์ทางการ
เรียนวิทยาศาสตร์ให้สูงขึ้น

คำถามของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดคำถามของการวิจัยไว้ ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา
หน่วย การแยกสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80
หรือไม่
2. ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หน่วย การแยกสาร
จัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน หรือไม่
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
หน่วย การแยกสาร จัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา หลังเรียนสูงกว่า
ก่อนเรียน หรือไม่

4. สมรรถนะและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา หน่วย การแยกสาร อยู่ในระดับใด

ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดความมุ่งหมายของการวิจัยไว้ ดังนี้

1. สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา หน่วย การแยกสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80
2. ศึกษาและเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หน่วย การแยกสาร ก่อนเรียนและหลังเรียน จัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา
3. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หน่วย การแยกสาร ก่อนเรียนและหลังเรียน จัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา
4. ศึกษาสมรรถนะและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา

สมมติฐานของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งสมมติฐานของการวิจัยไว้ ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา หน่วย การแยกสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80
2. ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หน่วย การแยกสาร จัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หน่วย การแยกสาร จัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
4. สมรรถนะและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา เรื่อง การแยกสาร อยู่ในระดับมาก

ความสำคัญของการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ก่อให้เกิดประโยชน์ในด้านต่าง ๆ ดังนี้

1. ครูผู้สอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ สามารถนำแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา หน่วย การแยกสาร ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ไปใช้เพื่อให้นักเรียนได้พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ และพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้สูงขึ้นอย่างมีประสิทธิภาพ
2. เป็นแนวทางสำหรับครู บุคลากรทางการศึกษา ตลอดจนผู้ที่มีความสนใจ เกี่ยวกับการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หน่วย การแยกสาร จัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา เพื่อนำความรู้ที่ได้จากการวิจัยในครั้งนี้ไปใช้ประโยชน์และปรับประยุกต์ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในวิชาอื่น ๆ ต่อไปได้

ขอบเขตของการวิจัย

1. ขอบเขตด้านเนื้อหา

เนื้อหาในการวิจัยในครั้งนี้ คือ เนื้อหากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ หน่วย การแยกสาร ซึ่งสามารถแบ่งเนื้อหาออกเป็นตอน แสดงรายละเอียด ดังตาราง 1

ตาราง 1 เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาสาระหน่วยการเรียนรู้ที่ 6 การแยกสาร	เวลา (ชั่วโมง)
1. การระเหยแห้ง	3
2. การตกผลึก	3
3. การกลั่นอย่างง่าย	3
4. โครมาโทกราฟีแบบกระดาษ	3
5. การสกัดด้วยตัวทำละลาย	3
รวม	15

2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

2.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนธาดุนารายณ์วิทยา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสกลนคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 15 ห้องเรียน นักเรียนทั้งหมด 559 คน

2.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/2 โรงเรียนธาดุนารายณ์วิทยา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสกลนคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 จำนวน ห้องเรียน 1 ห้อง นักเรียนทั้งหมด 40 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่ม

3. ตัวแปรที่ศึกษา

3.1 ตัวแปรอิสระ การจัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา

3.2 ตัวแปรตาม

3.2.1 ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา

3.2.2 ความคิดสร้างสรรค์

3.2.3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

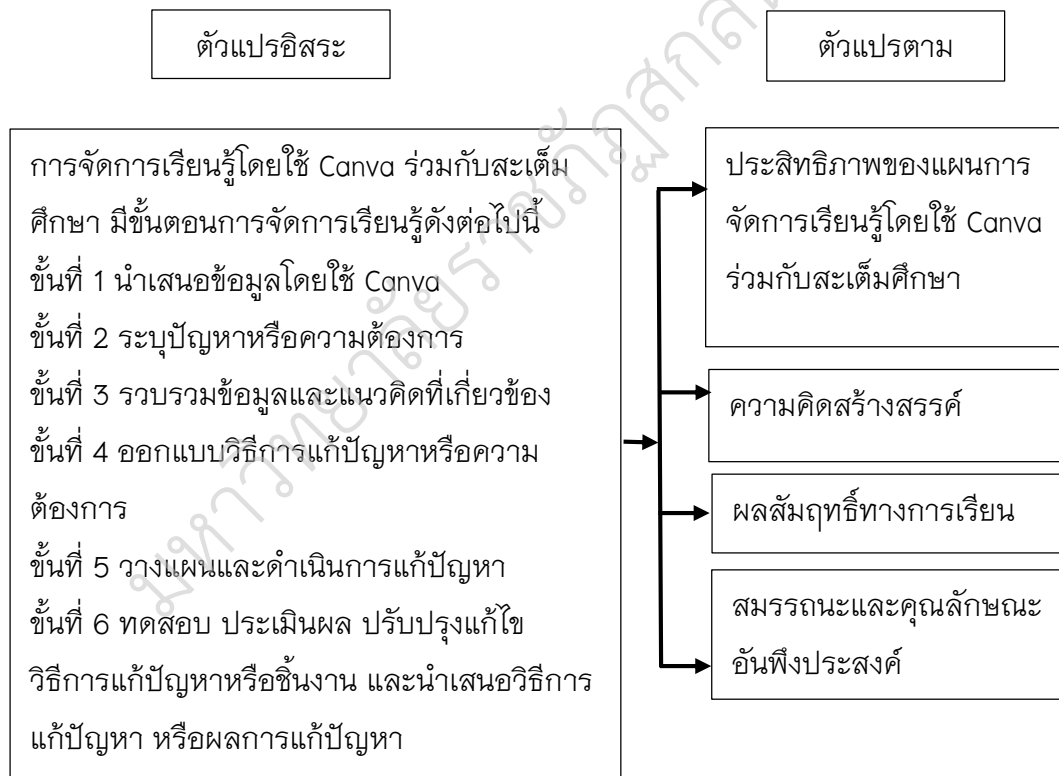
3.2.4 สมรรถนะและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

4. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยจะดำเนินการทดลองสอนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 ใช้เวลาในการทดลองสอน จำนวน 15 ชั่วโมง เวลาในการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน 2 ชั่วโมง รวมทั้งสิ้น 17 ชั่วโมง โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดการเรียนการสอนด้วยตนเอง

กรอบแนวคิดของการวิจัย

ในการวิจัยการพัฒนาคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หน่วย การแยกสาร การจัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับ สะเต็มศึกษา ผู้วิจัยได้กำหนดกรอบแนวคิดในการวิจัย ดังภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

นิยามศัพท์เฉพาะ

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดนิยามศัพท์เฉพาะไว้ ดังนี้

1. สะเต็มศึกษา (STEM Education) หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยการใช้ปัญหาที่พบเจอในปัจจุบันหรือปัญหาที่นักเรียนสนใจเป็นตัวกระตุ้น ซึ่งผู้เรียน ต้องคิดหาทางแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นโดยบูรณาการทั้งด้านความรู้วิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ซึ่งนักเรียนจะต้องมีกระบวนการคิดอย่างเป็นระบบ หรือ คิดเป็นขั้นตอน คิดวิเคราะห์ และชี้ปัญหา ออกแบบและหาแนวทางแก้ไขได้อย่าง สร้างสรรค์ ดำเนินการประยุกต์ หรือแก้ไขปัญหาลงมือสำเร็จลุล่วงได้ สามารถพัฒนาและ ควบคุมระบบต่าง ๆ อย่างเหมาะสมประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา (Problem Identification) นักเรียนตระหนักถึงปัญหา ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน โดยมองเห็นปัญหา ซึ่งจำเป็นที่จะต้องหาวิธีแก้ปัญหาหรือ สร้างนวัตกรรมเพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search) นักเรียนทำความเข้าใจปัญหาและสามารถระบุปัญหาย่อยได้ มีการรวบรวมข้อมูล และค้นหาแนวคิดหรือความรู้ที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการ แก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design) หลังจากเลือก แนวคิดที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา นักเรียนนำความรู้ที่รวบรวมมาประยุกต์เพื่อออกแบบ วิธีการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development) เป็นการพัฒนาด้านแบบของสิ่งที่ได้ออกแบบไว้ โดยกำหนดขั้นตอนในการทำงานร่วมกัน กำหนดเป้าหมาย และระยะเวลาในการดำเนินการแต่ละขั้นให้ชัดเจน ตลอดจนปฏิบัติการ แก้ปัญหา

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือ ชิ้นงาน (Testing, Evaluation and Design Improvement) เป็นขั้นตอนในการทดสอบและ ประเมินการใช้งานต้นแบบเพื่อใช้แก้ปัญหา การทดสอบและประเมินผลสามารถเกิดขึ้นได้ หลายครั้งในกระบวนการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา หรือผลการแก้ปัญหา (Presentation) เป็นการปรับปรุงทดสอบและประเมินวิธีการแก้ปัญหามีประสิทธิภาพตามที่ต้องการ การปรับปรุง

2. Canva หมายถึง โปรแกรมออกแบบสำเร็จรูปที่อยู่ในรูปแบบของเว็บไซต์ออนไลน์หรือดาวน์โหลดมาใช้งานบนโทรศัพท์มือถือได้ สามารถสร้างสื่อหรือออกแบบงานนำเสนอข้อมูลได้หลากหลายรูปแบบ โดย Canva มีขนาดมาตรฐานให้เลือกหรือผู้ใช้งานสามารถกำหนดขนาดเองได้ Canva เหมาะสำหรับการผลิตสื่อทุกรายวิชา ทั้งในรูปแบบใบงาน กิจกรรม แผนการเรียน งานนำเสนอ โปสเตอร์ รายงาน และอื่น ๆ ที่พร้อมให้ปรับแต่งได้อย่างอิสระ โดยผู้วิจัยเลือกใช้ Canva เพื่อเข้าไปเสริมในขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนของแผนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา

3. การจัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา เป็นการจัดการเรียนรู้ซึ่งบูรณาการวิธีการสอนสะเต็มศึกษาร่วมกับการใช้ Canva เพื่อเป็นการสื่อสารให้ผู้เรียนได้รับความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาได้ง่าย และมีความชัดเจนยิ่งขึ้น โดยมีทั้งหมด 6 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 นำเสนอข้อมูลโดยใช้ Canva

ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยนำเสนอข้อมูลเกี่ยวกับเนื้อหาที่เรียนโดยใช้ Canva

ขั้นที่ 2 ระบุปัญหา

นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันระบุปัญหาที่พบเจอในชีวิตประจำวันกับสถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่เรียน และช่วยกันวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาที่ระบุและสรุปกรอบปัญหา

ขั้นที่ 3 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง

ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องโดยครอบคลุมปัญหาที่ต้องการหาทางในการแก้ไข และวิธีการแก้ไขปัญหาลงแล้วช่วยกันอภิปราย โดยครูชี้ให้นักเรียนทราบว่าวิธีการที่เลือกต้องเหมาะสมและสามารถแก้ปัญหได้

ขั้นที่ 4 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา

นักเรียนแต่ละกลุ่มออกแบบชิ้นงานโดยให้นักเรียนทำการร่างภาพที่แสดงส่วนประกอบในการสร้างชิ้นงาน หรือออกแบบการทดลอง

ขั้นที่ 5 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา

นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันกำหนดขั้นตอนการสร้างชิ้นงานหรือวางแผนการทดลอง และลงมือปฏิบัติ

ขั้นที่ 6 ทดสอบ ประเมินผล ปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน และนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา หรือผลการแก้ปัญหา

นักเรียนทดสอบชิ้นงานที่สร้างขึ้นว่าสามารถแก้ไขปัญหาได้หรือไม่ โดยบันทึกผลการทดสอบ และปรับปรุงแก้ไขชิ้นงานให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น พร้อมนำเสนอผลการทำกิจกรรม และอภิปรายเพื่อสรุปความรู้ที่ได้จากการสร้างชิ้นงาน

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

ความคิดคล่องแคล่ว หมายถึง ความสามารถในการคิดค้นหาคำตอบ และเขียนคำตอบได้จำนวนมาก มีความคล่องตัวในการคิดหาคำตอบ และเขียนคำตอบได้อย่างรวดเร็วในเวลาที่กำหนด

ความคิดยืดหยุ่น หมายถึง ความสามารถในการคิดค้นหาคำตอบและเขียนคำตอบได้หลากหลายประเภท และหลากหลายแง่มุม

ความคิดริเริ่ม หมายถึง ความสามารถคิดแปลกใหม่ แตกต่างจากความคิดธรรมดาหรือความคิดง่าย ๆ ความคิดริเริ่มอาจจะเกิดจากการนำเอาความรู้เดิมมาคิดดัดแปลงและประยุกต์ใช้ซึ่งนำไปสู่การออกแบบและสร้างสรรค์สิ่งใหม่ ๆ

ความคิดละเอียดลออ หมายถึง ความสามารถในการคิดในรายละเอียดต่าง ๆ ในสิ่งที่คนอื่นมองไม่เห็น สามารถอธิบายรายละเอียดหรือเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ ทำให้ผลงานสมบูรณ์ขึ้นเป็นรูปธรรมและนำไปใช้ประโยชน์ได้

การวัดและประเมินความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง การพิจารณาคะแนนที่ได้จากการตอบคำถาม แนวการออกแบบการแก้ปัญหาในแต่ละกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา โดยใช้เกณฑ์ประเมินที่ผู้วิจัยกำหนดขึ้นเพื่อประเมิน ความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนในแต่ละกิจกรรม รวมทั้งแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อใช้วัดความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนทั้งก่อนและหลังเรียน ตามแนวการสร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ของทอแรนซ์ เป็นแบบอัตนัย มีทั้งหมด 6 กิจกรรม ได้แก่

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

5. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คะแนนที่ได้จากการวัดความรู้ความสามารถในการเรียนรู้ของผู้เรียนแต่ละคน โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น หน่วย การแยกสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เป็นข้อสอบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ใช้ในการทดสอบก่อนเรียนและทดสอบหลังเรียน ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบให้สอดคล้องกับพฤติกรรมการเรียนรู้ในด้านพุทธิพิสัย (Cognitive Domain) ของ Bloom มีรายละเอียด ดังนี้

- 1) ความรู้ ความจำ (Knowledge) ความสามารถในการจดจำสิ่งที่ได้เรียนมาแล้วอาจเป็นข้อมูลง่าย ๆ จนถึงทฤษฎี
- 2) ความเข้าใจ (Comprehension) ความเข้าใจในสิ่งที่ได้เรียนรู้ ความสามารถในการจับใจความ การแปลความหมาย การสรุป หรือขยายความ
- 3) การนำไปใช้ (Application) ความสามารถในการนำสิ่งที่ได้เรียนรู้แล้วมาใช้ในการแก้ปัญหา หรือในสถานการณ์ใหม่
- 4) การวิเคราะห์ (Analysis) การจำแนกองค์ประกอบย่อยของสิ่งต่าง ๆ การจัดประเภทหรือแบ่งแยกสิ่งต่าง ๆ โดยบอกความสัมพันธ์ได้
- 5) การประเมินค่า (Evaluation) ความสามารถในการตัดสินคุณค่าหรือความเหมาะสมของสิ่งนั้น ๆ โดยใช้เกณฑ์ที่เหมาะสม
- 6) การสร้างสรรค์ (Create) การคิดสิ่งที่แปลกใหม่ขึ้นมาเป็นความคิดที่มีความแตกต่างจากเดิมและไม่ซ้ำกับความคิดของคนอื่น ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้

6. ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ หมายถึง คุณภาพด้านกระบวนการและผลลัพธ์ของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา เรื่อง การแยกสาร ที่ทำให้ผู้เรียนสามารถทำคะแนนได้ตามเกณฑ์ประสิทธิภาพ 80/80 โดยคิดจากคะแนน 2 ส่วน ดังนี้

เกณฑ์ 80 ตัวแรก หมายถึง จำนวนร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียน กลุ่มตัวอย่างทั้งกลุ่ม ที่ได้จากการทำใบกิจกรรม ชิ้นงาน และแบบทดสอบหลังเรียน ประจำแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา เรื่อง การแยกสาร ทั้ง 5 แผนการจัดการเรียนรู้

เกณฑ์ 80 ตัวหลัง หมายถึง จำนวนร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้งกลุ่ม ที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การแยกสาร หลังการจัดการเรียนรู้ครบทุกแผนการจัดการเรียนรู้

7. สมรรถนะและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน หมายถึง คุณสมบัติเป้าหมายที่หลักสูตรคาดหวังจากการพัฒนาผู้เรียนตามมาตรฐานการเรียนรู้ ได้แก่

1. ความสามารถในการสื่อสาร

ความสามารถในการรับและส่งสาร โดยใช้ภาษาในการถ่ายทอดความคิด ความรู้ ความเข้าใจ ความรู้สึก และมีทัศนคติเป็นของตนเอง รวมทั้งมีการเจรจาต่อรอง เพื่อขจัดและลดปัญหาของความขัดแย้งต่าง ๆ

2. ความสามารถในการคิด

ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดเป็นระบบเพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้

3. ความสามารถในการแก้ปัญหา

ความสามารถในการแก้ปัญหา ที่เผชิญได้อย่างถูกต้องให้เหมาะสม บนพื้นฐานของหลักเหตุผล มีคุณธรรมและข้อมูลสารสนเทศเข้าใจความสัมพันธ์และการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ต่าง ๆ สามารถประยุกต์ความรู้มาใช้ในการป้องกันและแก้ไขปัญหา

4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต

ความสามารถในการนำกระบวนการต่าง ๆ ไปใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวัน มีการเรียนรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้ได้อย่างต่อเนื่อง การทำงานและการอยู่ร่วมกันในสังคม การจัดการปัญหาและความขัดแย้งต่าง ๆ อย่างเหมาะสม

5. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

ความสามารถในการเลือกและใช้เทคโนโลยีในด้านต่าง ๆ และมีทักษะกระบวนการทางเทคโนโลยีเพื่อใช้ในการพัฒนาตนเองและสังคมในด้านการเรียนรู้ การสื่อสาร และการทำงาน

คุณลักษณะอันพึงประสงค์ หมายถึง การประพฤติปฏิบัติของบุคคลให้เป็นผู้ที่มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยม มีจิตสำนึกที่ต้งามในการดำเนินชีวิต และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข ซึ่งเป็นคุณสมบัติที่หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานคาดหวังจากการพัฒนาผู้เรียน มี 8 ประการ ได้แก่

1. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์ หมายถึง คุณลักษณะที่แสดงออกถึงการเป็นพลเมืองดีของชาติ ดำรงไว้ซึ่งความเป็นชาติไทย ศรัทธา ยึดมั่นในศาสนา และเคารพเทิดทูนสถาบันพระมหากษัตริย์

2. ซื่อสัตย์สุจริต หมายถึง คุณลักษณะที่แสดงออกถึงการยึดมั่นในความถูกต้องในการประพฤติ ให้ตรงตามความเป็นจริงต่อตนเองและผู้อื่นทั้งทางกาย วาจา ใจ

3. มีวินัย หมายถึง คุณลักษณะที่แสดงออกถึงการยึดมั่นในข้อตกลง กฎเกณฑ์ และกฎระเบียบข้อบังคับของครอบครัว โรงเรียน และสังคม

4. ใฝ่เรียนรู้ หมายถึง คุณลักษณะที่แสดงออกถึงความตั้งใจ ที่เพียรพยายามในการเรียน มีการแสวงหาความรู้จากแหล่งเรียนรู้ทั้งภายในและภายนอก โรงเรียน

5. อยู่อย่างพอเพียง หมายถึง คุณลักษณะที่แสดงออกถึงการดำเนินชีวิตได้อย่างพอประมาณ มีเหตุผลรอบคอบ มีคุณธรรม มีภูมิคุ้มกันในตัวที่ดี และปรับตัว เพื่ออยู่ในสังคมได้อย่างมีความสุข

6. มุ่งมั่นในการทำงาน หมายถึง คุณลักษณะที่แสดงออกถึงความตั้งใจและรับผิดชอบในการทำหน้าที่การงานด้วยความเพียรพยายาม อดทน เพื่อให้งาน สำเร็จตามเป้าหมาย

7. รักความเป็นไทย หมายถึง คุณลักษณะที่แสดงออกถึงความภาคภูมิใจ เห็นคุณค่ามีการร่วมอนุรักษ์สืบทอดภูมิปัญญาไทย ขนบธรรมเนียมประเพณี ศิลปะและวัฒนธรรมไทย ใช้ภาษาไทยในการสื่อสารได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

8. มีจิตสาธารณะ หมายถึง คุณลักษณะที่แสดงออกถึงการมีส่วนร่วม มีจิตอาสาในกิจกรรมที่ก่อให้เกิดประโยชน์แก่ผู้อื่น ชุมชน และสังคม ด้วยความเต็มใจ มีความกระตือรือร้น โดยไม่หวังผลตอบแทน

แบบสอบถามสมรรถนะและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ หมายถึง การวัดพฤติกรรมการปฏิบัติหรือคุณลักษณะของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ ซึ่งผู้วิจัย ได้กำหนดประเด็นในการประเมินไว้ 13 ด้าน ได้แก่ ความสามารถในการสื่อสาร ความสามารถในการคิด ความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์ ซื่อสัตย์สุจริต มีวินัย ใฝ่เรียนรู้ อยู่อย่างพอเพียง มุ่งมั่นในการทำงาน รักความเป็นไทย มีจิตสาธารณะ วัดโดยใช้ แบบสอบถามสมรรถนะ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์แบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 3 ระดับ ได้แก่ มาก ปานกลาง และน้อย

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หน่วย การแยกสาร จัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

1.1 วิสัยทัศน์

1.2 หลักการของหลักสูตร

1.3 จุดมุ่งหมายของหลักสูตร

1.4 สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

1.5 คุณลักษณะอันพึงประสงค์

2. การจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน

พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

2.1 ความสำคัญของวิทยาศาสตร์

2.2 เป้าหมายของวิทยาศาสตร์

2.3 สาระสำคัญของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

2.4 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

2.5 คุณภาพผู้เรียน

2.6 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

2.7 คำอธิบายรายวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

3. การจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา

3.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา

3.2 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษา

3.3 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา

3.4 การวัดและประเมินผลสะสมเต็มศึกษา

4. Canva

4.1 ความหมาย Canva

4.2 วิธีการใช้งาน Canva

5. เปรียบเทียบขั้นตอนการจัดการเรียนรู้สะสมเต็มศึกษากับการจัดการเรียนรู้

โดยใช้ Canva ร่วมกับสะสมเต็มศึกษา

6. ความคิดสร้างสรรค์

6.1 ความหมายของความคิดสร้างสรรค์

6.2 ทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์

6.3 องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์

6.4 วิธีการสอนให้เกิดการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์

6.5 วิธีการวัดความคิดสร้างสรรค์

7. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

7.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

7.2 ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

7.3 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

7.4 ลักษณะของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ดี

7.5 หลักในการเลือกใช้ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์

8. ประสิทธิภาพของเครื่องมือ

8.1 ความหมายของประสิทธิภาพของเครื่องมือวิจัย

8.2 การหาประสิทธิภาพของเครื่องมือวิจัย

8.3 วิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพเครื่องมือวิจัย

9. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

9.1 งานวิจัยในประเทศ

9.2 งานวิจัยต่างประเทศ

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ตามที่
กระทรวงศึกษาธิการได้ประกาศใช้หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน
พุทธศักราช 2551 (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, หน้า 2-7)

1. วิสัยทัศน์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนทุกคน ซึ่งเป็น
กำลังของชาติให้เป็นมนุษย์ที่มีความสมดุลทั้งด้านร่างกาย ความรู้ คุณธรรม มีจิตสำนึก
ในความเป็นพลเมืองไทยและเป็นพลเมืองโลก ยึดมั่นในการปกครองตามระบอบ
ประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข มีความรู้และทักษะพื้นฐาน รวมทั้ง
เจตคติที่จำเป็น ต่อการศึกษาต่อ การประกอบอาชีพ และการศึกษาตลอดชีวิต โดยมุ่งเน้น
ผู้เรียนเป็นสำคัญ บนพื้นฐานความเชื่อว่าทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้เต็ม
ตามศักยภาพ

2. หลักการของหลักสูตร

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มีหลักการที่สำคัญ ดังนี้

1. เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อความเป็นเอกภาพของชาติ มี
จุดมุ่งหมาย และมาตรฐานการเรียนรู้เป็นเป้าหมายสำหรับพัฒนาเด็กและเยาวชนให้มี
ความรู้ ทักษะ เจตคติ และคุณธรรมบนพื้นฐานของความเป็นไทยควบคู่กับความเป็นสากล
2. เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อปวงชน ที่ประชาชนทุกคนมีโอกาส
ได้รับการศึกษาอย่างเสมอภาคและมีคุณภาพ
3. เป็นหลักสูตรการศึกษาที่สนองการกระจายอำนาจ ให้สังคมมี
ส่วนร่วม ในการจัดการศึกษาให้สอดคล้องกับสภาพและความต้องการของท้องถิ่น
4. เป็นหลักสูตรการศึกษาที่มีโครงสร้างยืดหยุ่นทั้งด้านสาระการ
เรียนรู้ เวลาและการจัดการเรียนรู้
5. เป็นหลักสูตรการศึกษาที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ
6. เป็นหลักสูตรการศึกษาสำหรับการศึกษาในระบบ นอกกระบบ
และตามอัธยาศัย ครอบคลุมทุกกลุ่มเป้าหมาย สามารถเทียบโอนผลการเรียนรู้
และประสบการณ์

3. จุดมุ่งหมายของหลักสูตร

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้เป็นคนดี มีปัญญา มีความสุข มีศักยภาพในการศึกษาต่อ และประกอบอาชีพ จึงกำหนดเป็น จุดมุ่งหมาย เพื่อให้เกิดกับผู้เรียน เมื่อจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน ดังนี้

1. มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์ เห็นคุณค่าของตนเอง มีวินัยและปฏิบัติตามหลักธรรมของพระพุทธศาสนา หรือศาสนาที่ตนนับถือ ยึดหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง
2. มีความรู้ ความสามารถในการสื่อสาร การคิด การแก้ปัญหา การใช้เทคโนโลยี และมีทักษะชีวิต
3. มีสุขภาพกายและสุขภาพจิตที่ดี มีสุขนิสัย และรักการออกกำลังกาย
4. มีความรักชาติ มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและพลเมืองโลก ยึดมั่นในวิถีชีวิตและการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข
5. มีจิตสำนึกในการอนุรักษ์วัฒนธรรมและภูมิปัญญาไทย การอนุรักษ์และพัฒนาสิ่งแวดล้อม มีจิตสำนึกในคุณค่าของทุนทางปัญญาที่ดำรงอยู่ในสังคมและอยู่ร่วมกันในสังคมอย่างมีความสุข

4. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพตามมาตรฐานการเรียนรู้ ซึ่งการพัฒนาผู้เรียนให้บรรลุมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนดนั้น จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะสำคัญ 5 ประการ ดังนี้

1. ความสามารถในการสื่อสาร เป็นความสามารถในการรับและส่งสาร มีวัฒนธรรมในการใช้ภาษาถ่ายทอดความคิด ความรู้ความเข้าใจ ความรู้สึก และทัศนะ ของตนเองเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสาร และประสบการณ์อันจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาตนเองและสังคม รวมทั้งการเจรจาต่อรองเพื่อขจัดและลดปัญหาความขัดแย้งต่าง ๆ การเลือกรับหรือไม่รับข้อมูลข่าวสารด้วยหลักเหตุผล และความถูกต้อง ตลอดจนการเลือกใช้วิธีการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่มีต่อตนเองและสังคม
2. ความสามารถในการคิด เป็นความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดเป็นระบบเพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้หรือสารสนเทศเพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเองและสังคมได้อย่างเหมาะสม

3. ความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการแก้ปัญหา และอุปสรรคต่าง ๆ ที่เผชิญได้อย่างถูกต้องเหมาะสมบนพื้นฐานของหลักเหตุผล คุณธรรม และข้อมูลสารสนเทศ เข้าใจความสัมพันธ์และการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ต่าง ๆ ในสังคมแสวงหาความรู้ ประยุกต์ความรู้มาใช้ในการป้องกันและแก้ไขปัญหาและมีการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อตนเอง สังคมและสิ่งแวดล้อม

4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต เป็นความสามารถในการนำ กระบวนการต่าง ๆ ไปใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวันการเรียนรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้ อย่างต่อเนื่อง การทำงาน และการอยู่ร่วมกันในสังคมด้วยการสร้างเสริมความสัมพันธ์ อันดี ระหว่างบุคคล การจัดการปัญหาและความขัดแย้งต่าง ๆ อย่างเหมาะสมการปรับตัว ให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงของสังคมและสภาพแวดล้อมและการรู้จักหลีกเลี่ยงพฤติกรรม ไม่พึงประสงค์ ที่ส่งผลกระทบต่อตนเองและผู้อื่น

5. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี เป็นความสามารถในการเลือก และใช้เทคโนโลยีด้านต่าง ๆ และมีทักษะกระบวนการทางเทคโนโลยี เพื่อการพัฒนาตนเอง และสังคม ในด้านการเรียนรู้การสื่อสาร การทำงาน การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ถูกต้องเหมาะสมและมีคุณธรรม

5. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณลักษณะ อันพึงประสงค์ เพื่อให้สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมได้อย่างมีความสุข ในฐานะเป็น พลเมืองไทยและพลเมืองโลก ดังนี้

1. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์ คือ คุณลักษณะที่แสดงออกถึงการเป็น พลเมืองดีของชาติ อารงไว้ซึ่งความเป็นชาติไทย ศรัทธา ยึดมั่นในศาสนา และเคารพ เทิดทูนสถาบันพระมหากษัตริย์

2. ซื่อสัตย์สุจริต คือ คุณลักษณะที่แสดงออกถึงการยึดมั่นในความ ถูกต้อง ประพฤติตรงตามความเป็นจริงต่อตนเองและผู้อื่น ทั้งทางกาย วาจา ใจ

3. มีวินัย คือ คุณลักษณะที่แสดงออกถึงการยึดมั่นในข้อตกลง กฎเกณฑ์ และระเบียบ ข้อบังคับของครอบครัว โรงเรียน และสังคม

4. ใฝ่เรียนรู้ คือ คุณลักษณะที่แสดงออกถึงความตั้งใจ เพียรพยายามใน การเรียน แสวงหาความรู้จากแหล่งเรียนรู้ทั้งภายในและภายนอกโรงเรียน

5. อยู่อย่างพอเพียง คือ คุณลักษณะที่แสดงออกถึงการดำเนินชีวิตอย่าง พอประมาณ มีเหตุผลรอบคอบ มีคุณธรรม มีภูมิคุ้มกันในตัวที่ดี และปรับตัวเพื่ออยู่ใน สังคมได้อย่างมีความสุข

6. มุ่งมั่นในการทำงาน คือ คุณลักษณะที่แสดงออกถึงความตั้งใจและรับผิดชอบในการทำหน้าที่การงานด้วยความเพียรพยายาม อุตุน เพื่อให้งานสำเร็จตามเป้าหมาย

7. รักความเป็นไทย คือ คุณลักษณะที่แสดงออกถึงความภาคภูมิใจ เห็นคุณค่า ร่วมอนุรักษ์สืบทอดภูมิปัญญาไทย ขนบธรรมเนียมประเพณี ศิลปะและวัฒนธรรม ใช้ภาษาไทยในการสื่อสารได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

8. มีจิตสาธารณะชาติ คือ คุณลักษณะที่แสดงออกถึงการมีส่วนร่วมในกิจกรรมหรือสถานการณ์ที่ก่อให้เกิดประโยชน์แก่ผู้อื่น ชุมชน และสังคม ด้วยความเต็มใจ กระตือรือร้น โดยไม่หวังผลตอบแทน

การจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

จากการศึกษาในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) มีรายละเอียดดังต่อไปนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, หน้า 1–9)

1. ความสำคัญของวิทยาศาสตร์

ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้กำหนดสาระการเรียนรู้ออกเป็น 4 สาระ ได้แก่ สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ และสาระที่ 4 เทคโนโลยี มีสาระเพิ่มเติม 4 สาระ ได้แก่ สาระชีววิทยา สาระเคมี สาระฟิสิกส์ และสาระโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ ซึ่งองค์ประกอบของหลักสูตรทั้งในด้านของเนื้อหา การจัดการเรียนการสอน และการวัดและประเมินผลการเรียนรู้นั้น มีความสำคัญอย่างยิ่งในการวางรากฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของผู้เรียนในแต่ละระดับชั้นให้มีความต่อเนื่อง เชื่อมโยงกัน ตั้งแต่ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 จนถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สำหรับกลุ่มสาระ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้กำหนดตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางที่ผู้เรียนจำเป็นต้อง เรียนเป็นพื้นฐานเพื่อให้สามารถนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตหรือศึกษาต่อในวิชาชีพ ที่ต้องใช้วิทยาศาสตร์ได้ โดยจัดเรียงลำดับความยากง่ายของเนื้อหาแต่ละสาระในแต่ละ

ระดับชั้นให้มีการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการเรียนรู้ และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาความคิดทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิจัย มีทักษะที่สำคัญทั้งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และทักษะในศตวรรษที่ 21 ในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สามารถแก้ปัญหา อย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลหลากหลายและประจักษ์พยานที่ตรวจสอบ ได้สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ตระหนักถึงความสำคัญ ของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่มุ่งหวังให้เกิดผลสัมฤทธิ์ต่อผู้เรียนมากที่สุด จึงได้ จัดทำตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับ ปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ขึ้นเพื่อให้สถานศึกษา ครูผู้สอน ตลอดจนหน่วยงานต่าง ๆ ได้ใช้เป็นแนวทางในการพัฒนา หนังสือเรียน คู่มือครู สื่อประกอบการเรียนการสอน ตลอดจนการวัดและประเมินผล โดยตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ที่จัดทำขึ้นนี้ได้ปรับปรุงเพื่อให้มีความสอดคล้องและเชื่อมโยงกันภายในสาระการเรียนรู้ เดียวกันและระหว่างสาระการเรียนรู้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตลอดจน การเชื่อมโยงเนื้อหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์กับคณิตศาสตร์ด้วย นอกจากนี้ยังได้ปรับปรุง เพื่อให้เกิดความทันสมัยต่อการเปลี่ยนแปลงและความเจริญก้าวหน้าของวิทยาการต่าง ๆ และทัดเทียมกับนานาชาติ

2. เป้าหมายของวิทยาศาสตร์

ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ค้นพบความรู้ด้วย ตนเองมากที่สุด เพื่อให้ได้ทั้งกระบวนการและความรู้ จากวิธีการสังเกต การสำรวจ ตรวจสอบ การทดลอง แล้วนำผลที่ได้มาจัดระบบเป็นหลักการ แนวคิด และองค์ความรู้ การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงมีเป้าหมายที่สำคัญ ดังนี้

1. เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎี และกฎที่เป็นพื้นฐานในวิชา วิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เข้าใจขอบเขตของธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์และ ข้อจำกัดในการศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางเทคโนโลยี
4. เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์ และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน

5. เพื่อนำความรู้ ความเข้าใจ ในวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต

6. เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหา และการจัดการทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ

7. เพื่อให้เป็นผู้ที่มีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

3. สาระสำคัญของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการมีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้และแก้ปัญหาที่หลากหลายให้ผู้เรียน มีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย เหมาะสมกับระดับชั้น โดยกำหนดสาระสำคัญ

1. วิทยาศาสตร์ชีวภาพ เรียนรู้เกี่ยวกับ ชีวิตในสิ่งแวดล้อม องค์ประกอบ ของสิ่งมีชีวิต การดำรงชีวิตของมนุษย์และสัตว์ การดำรงชีวิตของพืช พันธุกรรม ความหลากหลายทางชีวภาพ และวิวัฒนาการ

2. วิทยาศาสตร์กายภาพ เรียนรู้เกี่ยวกับ ธรรมชาติของสาร การเปลี่ยนแปลงของสาร การเคลื่อนที่ พลังงานของสิ่งมีชีวิต

3. วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ เรียนรู้เกี่ยวกับองค์ประกอบของ เอกภพ ปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ เทคโนโลยีอวกาศ ระบบโลก การเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยา กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ และผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม และคลื่น

4. เทคโนโลยี

4.1 การออกแบบและเทคโนโลยี เรียนรู้เกี่ยวกับ เทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้าน วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสม โดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

4.2 วิทยาการคำนวณ เรียนรู้เกี่ยวกับการคิดเชิงคำนวณ การคิดวิเคราะห์ แก้ปัญหาเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ประยุกต์ใช้ความรู้ด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์ และเทคโนโลยีสารสนเทศ และการสื่อสารในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4. สารและมาตรฐานการเรียนรู้

สาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้กำหนดสาระการเรียนรู้ออกเป็น 4 สาร ดังนี้

สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจความหลากหลายของระบบนิเวศ ความสัมพันธ์ ระหว่างสิ่งไม่มีชีวิตกับสิ่งมีชีวิต และความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ การถ่ายทอดพลังงาน การเปลี่ยนแปลงแทนที่ในระบบนิเวศ ความหมายของประชากร ปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม แนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจสมบัติของสิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบ ต่าง ๆ ของสัตว์และมนุษย์ที่ทำงานสัมพันธ์กัน ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของอวัยวะต่าง ๆ ของพืชที่ทำงานสัมพันธ์กัน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 1.3 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม สารพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิตความหลากหลายทางชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคหลักและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุ ลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

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

สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์ โลก และอวกาศ

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

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลกและบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศและภูมิอากาศโลก รวมทั้งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 4 เทคโนโลยี

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

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจและใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนรู้การทำงานและการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทัน และมีจริยธรรม

5. คุณภาพผู้เรียน

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

1. เข้าใจลักษณะและองค์ประกอบที่สำคัญของเซลล์สิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ ของการทำงานของระบบต่าง ๆ ในร่างกายมนุษย์การดำรงชีวิตของพืช การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงของยีนหรือโครโมโซม และตัวอย่างโรคที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม ประโยชน์และผลกระทบของสิ่งมีชีวิต ดัดแปลงพันธุกรรมความหลากหลายทางชีวภาพ ปฏิสัมพันธ์ขององค์ประกอบของระบบนิเวศและ การถ่ายทอดพลังงานในสิ่งมีชีวิต

2. เข้าใจองค์ประกอบและสมบัติของธาตุ สารละลาย สารบริสุทธิ์ สารผสม หลักการแยกสาร การเปลี่ยนแปลงของสารในรูปแบบของการเปลี่ยนสถานะการณเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี และสมบัติทางกายภาพ และการใช้ประโยชน์ของวัสดุประเภทพอลิเมอร์ เซรามิกและวัสดุผสม

3. เข้าใจการเคลื่อนที่ แรงลัพธ์และผลของแรงลัพธ์กระทำต่อวัตถุ โมเมนต์ของแรง แรงที่ปรากฏในชีวิตประจำวัน สนามของแรง ความสัมพันธ์ของงาน พลังงานจลน์ พลังงานศักย์โน้มถ่วง กฎการอนุรักษ์พลังงาน การถ่ายโอนพลังงาน สมดุล ความร้อน ความสัมพันธ์ของปริมาณทางไฟฟ้า การต่อวงจรไฟฟ้าในบ้าน พลังงานไฟฟ้า และหลักการเบื้องต้นของวงจรอิเล็กทรอนิกส์

4. เข้าใจสมบัติของคลื่น และลักษณะของคลื่นแบบต่าง ๆ แสงการสะท้อน การหักเหของแสงและทัศนอุปกรณ์

5. เข้าใจการโคจรของดาวเคราะห์รอบดวงอาทิตย์ การเกิดฤดู การเคลื่อนที่ ปรากฏของดวงอาทิตย์ การเกิดข้างขึ้นข้างแรม การขึ้นและตกของดวงจันทร์ การเกิดน้ำขึ้นน้ำลง ประโยชน์ของเทคโนโลยีอวกาศ และความก้าวหน้าของโครงการสำรวจอวกาศ

6. เข้าใจลักษณะของชั้นบรรยากาศ องค์ประกอบและปัจจัยที่มีผลต่อ ลมฟ้า อากาศ การเกิดและผลกระทบของพายุฟ้าคะนอง พายุหมุนเขตร้อน การพยากรณ์ อากาศ สถานการณ์ การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก กระบวนการเกิดเชื้อเพลิง ซากดึกดำบรรพ์และการใช้ประโยชน์ พลังงานทดแทนและการใช้ประโยชน์ ลักษณะ โครงสร้างภายในโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยานานผิวโลก ลักษณะ ชั้นหน้าตัดดิน กระบวนการเกิดดิน แหล่งน้ำผิวดิน แหล่งน้ำใต้ดิน กระบวนการเกิด และผลกระทบของภัยธรรมชาติ และธรณีพิบัติภัย

7. เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยี ได้แก่ ระบบทางเทคโนโลยี การเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี ความสัมพันธ์ระหว่างเทคโนโลยีกับศาสตร์อื่น โดยเฉพาะ วิทยาศาสตร์ หรือ คณิตศาสตร์ วิเคราะห์ เปรียบเทียบ และตัดสินใจเพื่อเลือกใช้ เทคโนโลยี โดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม ประยุกต์ใช้ความรู้ ทักษะ และทรัพยากรเพื่อออกแบบและสร้างผลงานสำหรับการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน หรือการประกอบอาชีพ โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม รวมทั้งเลือกใช้วัสดุ อุปกรณ์และเครื่องมือได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม ปลอดภัย รวมทั้งคำนึงถึงทรัพย์สินทางปัญญา

8. นำข้อมูลปฐมภูมิเข้าสู่ระบบคอมพิวเตอร์ วิเคราะห์ ประเมิน นำเสนอข้อมูลและสารสนเทศได้ตามวัตถุประสงค์ ใช้ทักษะการคิดเชิงคำนวณในการ แก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริง และเขียนโปรแกรมอย่างง่ายเพื่อช่วยในการแก้ปัญหา ใช้เทคโนโลยี สารสนเทศและการสื่อสารอย่างรู้เท่าทันและรับผิดชอบต่อสังคม

9. ตั้งคำถามหรือกำหนดปัญหาที่เชื่อมโยงกับพยานหลักฐาน หรือหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่มีการกำหนดและควบคุมตัวแปร คิดคาดคะเนคำตอบ หลายแนวทาง สร้างสมมติฐาน ที่สามารถนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ ออกแบบ และลงมือสำรวจตรวจสอบโดยใช้วัสดุและเครื่องมือที่เหมาะสม เลือกใช้เครื่องมือและเทคโนโลยีสารสนเทศที่เหมาะสมในการเก็บรวบรวมข้อมูล ทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ ที่ได้ผลเที่ยงตรงและปลอดภัย

10. วิเคราะห์และประเมินความสอดคล้องของข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบจากพยานหลักฐาน โดยใช้ความรู้และหลักการทางวิทยาศาสตร์ในการ แปลความหมายและลงข้อสรุป และสื่อสารความคิด ความรู้ จากผลการสำรวจตรวจสอบ หลากหลายรูปแบบ หรือใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจได้อย่างเหมาะสม

11. แสดงถึงความสนใจ มุ่งมั่น รับผิดชอบ รอบคอบ และซื่อสัตย์ใน สิ่งที่จะเรียนรู้ มีความคิดสร้างสรรค์เกี่ยวกับเรื่องที่จะศึกษาตามความสนใจของตนเอง โดยใช้เครื่องมือและวิธีการที่ให้ได้ผลถูกต้อง เชื่อถือได้ ศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมจากแหล่ง ความรู้ต่าง ๆ แสดงความคิดเห็นของตนเอง รับฟังความคิดเห็นผู้อื่น และยอมรับการ เปลี่ยนแปลงความรู้ที่ค้นพบเมื่อมีข้อมูลและประจักษ์พยานใหม่เพิ่มขึ้นหรือได้แย้งจากเดิม

12. ตระหนักในคุณค่าของความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ใช้ ในชีวิตประจำวัน ใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการ ดำรงชีวิตและการประกอบอาชีพ แสดงความชื่นชม ยกย่อง และเคารพสิทธิในผลงาน ของผู้คิดค้นเข้าใจผลกระทบทั้งด้านบวกและด้านลบของการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์ต่อ สิ่งแวดล้อมและต่อบริบทอื่น ๆ และศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงการหรือสร้างชิ้นงาน ตามความสนใจ

13. แสดงถึงความซาบซึ้ง ห่วงใย มีพฤติกรรมเกี่ยวกับการดูแลรักษา ความสมดุลของระบบนิเวศ และความหลากหลายทางชีวภาพ

6. ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับชั้น

มัธยมศึกษาปีที่ 2

รายวิชาวิทยาศาสตร์ของระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สอดคล้องกับสาระ ที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) รายวิชาวิทยาศาสตร์ของระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ซึ่งสอดคล้องกับตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้ สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ สาระที่ 3

วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ดังนี้

สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคหลักและธรรมชาติ ของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, หน้า 45–49) รายละเอียดดังตาราง 2

ตาราง 2 ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์ สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์
กายภาพ มาตรฐาน ว 2.1

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้
ม.2	1. อธิบายการแยกสารผสม โดยการระเหยแห้ง การตกผลึก การกลั่นอย่างง่าย โครมาโทกราฟีแบบกระดาษ การสกัดด้วยตัวทำละลายโดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์	• การแยกสารผสม การระเหยแห้ง การตกผลึก การกลั่นอย่างง่าย โครมาโทกราฟีแบบกระดาษ การสกัดด้วยตัวทำละลายโดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์
	2. แยกสารโดยการระเหยแห้ง การตกผลึก การกลั่นอย่างง่าย โครมาโทกราฟีแบบกระดาษ การสกัดด้วยตัวทำละลาย	• การระเหยแห้ง การตกผลึก การกลั่นอย่างง่าย โครมาโทกราฟีแบบกระดาษ การสกัดด้วยตัวทำละลาย
	3. นำวิธีการแยกสารไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันโดยบูรณาการวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์เทคโนโลยี และวิศวกรรมศาสตร์	• การแยกสารไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน
	4. ออกแบบการทดลองและทดลองในการอธิบายผลของชนิดตัวละลายชนิดตัวทำละลาย อุณหภูมิที่มีต่อสภาพละลายได้ของสาร รวมทั้ง อธิบายผลของความดันที่มีต่อสภาพละลายได้ของสาร โดยใช้สารสนเทศ	• ชนิดตัวละลาย ชนิดตัวทำละลาย อุณหภูมิที่มีต่อสภาพละลายได้ของสาร ผลของความดันที่มีต่อสภาพละลายได้ของสาร

ตาราง 2 (ต่อ)

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้
ม.2	5. ระบุปริมาณตัวละลายในสารละลายในหน่วยความเข้มข้นเป็นร้อยละ ปริมาตรต่อปริมาตรมวลต่อมวล และมวลต่อปริมาตร	• ปริมาณตัวละลายในสารละลาย หน่วยความเข้มข้นร้อยละ ปริมาตรต่อปริมาตรมวลต่อมวล และมวลต่อปริมาตร
	6. ตระหนักถึงความสำคัญของการนำความรู้เรื่อง ความเข้มข้นของสารไปใช้ โดยยกตัวอย่างการใช้สารละลายในชีวิตประจำวันอย่างถูกต้องและปลอดภัย	• การนำความรู้เรื่องความเข้มข้นของสาร การใช้สารละลายในชีวิตประจำวัน

มาตรฐาน ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลง และการถ่ายโอนพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่าง สสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้ง นำความรู้ไปใช้ประโยชน์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, หน้า 70-71) รายละเอียด ดังตาราง 3

ตาราง 3 ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์ สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์
กายภาพมาตรฐาน ว 2.3

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้
ม.2	1. วิเคราะห์สถานการณ์และคำนวณเกี่ยวกับงานและกำลังที่เกิดจากแรงที่กระทำต่อวัตถุ โดยใช้สมการ $W = Fs$ และ $P = \frac{W}{t}$ จากข้อมูลที่รวบรวมได้	คำนวณงานและกำลังที่เกิดจากแรงที่กระทำต่อวัตถุ
	2. วิเคราะห์หลักการทำงานของเครื่องกลอย่างง่าย จากข้อมูลที่รวบรวมได้	หลักการทำงานของเครื่องกลอย่างง่าย
	3. ตระหนักถึงประโยชน์ของความรู้ของเครื่องกลอย่างง่าย โดยบอกประโยชน์และการประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน	- ความรู้เครื่องกลอย่างง่าย - ประโยชน์และการประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน
	4. ออกแบบและทดลองด้วยวิธีที่เหมาะสมในการอธิบายปัจจัยที่มีผลต่อพลังงานจลน์ และพลังงานศักย์โน้มถ่วง	ปัจจัยที่มีผลต่อพลังงานจลน์ และพลังงานศักย์โน้มถ่วง
	5. แปลความหมายข้อมูลและอธิบายการเปลี่ยนพลังงานระหว่างพลังงานศักย์โน้มถ่วงและพลังงานจลน์ของวัตถุ โดยพลังงานกลของวัตถุมีค่าคงตัวจากข้อมูลที่รวบรวมได้	การเปลี่ยนพลังงานศักย์โน้มถ่วงและพลังงานจลน์ของวัตถุโดยพลังงานกลของวัตถุมีค่าคงตัว
	6. วิเคราะห์สถานการณ์และอธิบายการเปลี่ยนและการถ่ายโอนพลังงาน โดยใช้กฎการอนุรักษ์พลังงาน	การเปลี่ยนและการถ่ายโอนพลังงาน โดยใช้กฎการอนุรักษ์พลังงาน

สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลกและบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศและภูมิอากาศโลก รวมทั้งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, หน้า 95-99) รายละเอียดดังตาราง 4

ตาราง 4 ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์ สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ มาตรฐาน ว 3.2

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้
ม.2	1. เปรียบเทียบกระบวนการเกิดสมบัติและการใช้ประโยชน์ รวมทั้งอธิบายผลกระทบจากการใช้เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์จากข้อมูลที่รวบรวมได้	• การเกิดสมบัติ การใช้ประโยชน์ ผลกระทบจากการใช้เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์
	2. แสดงความตระหนักถึงผลจากการใช้เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์โดยนำเสนอแนวทางการใช้เชื้อเพลิง ซากดึกดำบรรพ์	• การใช้เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์
	3. เปรียบเทียบข้อดีและข้อจำกัดของพลังงานทดแทนแต่ละประเภทจากการรวบรวมข้อมูลและนำเสนอ แนวทางการใช้พลังงานทดแทนที่เหมาะสมในท้องถิ่น	• ข้อดี ข้อจำกัดของพลังงานทดแทนแต่ละประเภท นำเสนอแนวทางการใช้พลังงานทดแทนที่เหมาะสม
	4. สร้างแบบจำลองที่อธิบายโครงสร้างภายในโลกตามองค์ประกอบทางเคมีจากข้อมูลที่รวบรวมได้	• โครงสร้างภายในโลกตามองค์ประกอบทางเคมี

ตาราง 4 (ต่อ)

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้
ม.2	5. อธิบายกระบวนการผุพังอยู่กับที่ การกร่อนและการสะสมตัวของตะกอน จากแบบจำลอง รวมทั้งยกตัวอย่างผลของกระบวนการ ดังกล่าวที่ทำให้ผิวโลกเกิดการเปลี่ยนแปลง	กระบวนการผุพังอยู่กับที่ การกร่อน การสะสมตัวของตะกอน
	6. อธิบายลักษณะของชั้นหน้าตัดดิน และกระบวนการเกิดดิน จากแบบจำลอง รวมทั้งระบุปัจจัยที่ทำให้ดิน มีลักษณะและสมบัติแตกต่างกัน	ลักษณะของชั้นหน้าตัดดิน กระบวนการเกิดดิน ปัจจัยที่ทำให้ดิน มีลักษณะและสมบัติแตกต่างกัน
	7. ตรวจวัดสมบัติบางประการของดิน โดยใช้เครื่องมือที่เหมาะสมและนำเสนอแนวทางการใช้ประโยชน์ดินจากข้อมูลสมบัติของดิน	วัดสมบัติของดินโดยใช้เครื่องมือที่เหมาะสม การใช้ประโยชน์ดิน
	8. อธิบายปัจจัยและกระบวนการเกิดแหล่งน้ำผิวดิน และแหล่งน้ำใต้ดิน จากแบบจำลอง	กระบวนการเกิดแหล่งน้ำผิวดิน และแหล่งน้ำใต้ดิน
	9. สร้างแบบจำลองที่อธิบายการใช้ น้ำ และนำเสนอแนวทางการใช้น้ำ อย่างยั่งยืนในท้องถิ่นของตนเอง	การใช้น้ำและนำเสนอแนวทางการ ใช้น้ำ อย่างยั่งยืน
	10. สร้างแบบจำลองที่อธิบาย กระบวนการเกิดและผลกระทบของน้ำท่วม การกัดเซาะชายฝั่งดินถล่ม หลุมยุบ แผ่นดินทรุด	ผลกระทบของน้ำท่วม การกัดเซาะชายฝั่งดินถล่ม หลุมยุบ แผ่นดินทรุด

7. คำอธิบายรายวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

คำอธิบายรายวิชา

รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ปีการศึกษา 2566

รหัสวิชา ว22102

เวลา 120 ชั่วโมง/ปี

ศึกษาวิธีการแยกสารผสม ได้แก่ การระเหยแห้ง การตกผลึก การกลั่น อย่างง่าย โครมาโทกราฟีแบบกระดาษ การสกัดด้วยตัวทำละลาย การสกัดโดยการกลั่น ด้วยไอน้ำ นำวิธีการแยกสารไปใช้ในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตประจำวัน ชนิดตัวละลาย ชนิดตัวทำละลาย อุณหภูมิที่มีต่อสภาพละลายได้ของสาร ผลของความดันที่มีต่อสภาพละลายได้ของสาร ปริมาณตัวละลายในสารละลาย หน่วยความเข้มข้นร้อยละ ปริมาตรต่อปริมาตรมวลต่อมวล และมวลต่อปริมาตร การนำความรู้เรื่องความเข้มข้นของสาร การใช้สารละลายในชีวิตประจำวัน คำนวณงานและกำลังที่เกิดจากแรงที่กระทำต่อวัตถุ หลักการทำงานของเครื่องกลอย่างง่าย ความรู้เครื่องกลอย่างง่าย ประโยชน์และการประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน ปัจจัยที่มีผลต่อพลังงานจลน์ และพลังงานศักย์โน้มถ่วง การเปลี่ยนพลังงาน ศักย์โน้มถ่วงและพลังงานจลน์ของวัตถุโดยพลังงานกลของวัตถุมีค่าคงตัว การเปลี่ยนและการถ่ายโอนพลังงาน โดยใช้กฎการอนุรักษ์พลังงาน การเกิดสมบัติการใช้ประโยชน์ ผลกระทบจากการใช้เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ การใช้เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ ข้อดี ข้อจำกัดของพลังงานทดแทนแต่ละประเภท นำเสนอแนวทางการใช้พลังงานทดแทนที่เหมาะสม โครงสร้างภายในโลกตามองค์ประกอบทางเคมี กระบวนการพุพุ่งอยู่กับที่ การกร่อน การสะสมตัวของตะกอน ลักษณะของชั้นหน้าตัดดิน กระบวนการเกิดดิน ปัจจัยที่ทำให้ดินมีลักษณะและสมบัติแตกต่างกัน วัฏสมบัติของดินโดยใช้เครื่องมือที่เหมาะสม การใช้ประโยชน์ดิน กระบวนการเกิดแหล่งน้ำผิวดินและแหล่งน้ำใต้ดิน การใช้น้ำ และนำเสนอแนวทางการใช้น้ำอย่างยั่งยืน ผลกระทบของน้ำท่วม การกัดเซาะชายฝั่งดินถล่ม หลุมยุบ แผ่นดินทรุด

โดยอาศัยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ การสืบค้นข้อมูลโดยมี การสังเกต การวิเคราะห์ การทดลอง การอภิปราย การอธิบายและสรุป เพื่อให้เกิดความรู้ ความคิด ความเข้าใจ มีความสามารถในการตัดสินใจ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ ในชีวิตประจำวัน มีจิตวิทยาศาสตร์มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยม

จากคำอธิบายรายวิชา สามารถกำหนดหน่วยการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์
ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ซึ่งสอดคล้องกับมาตรฐานรายวิชาวิทยาศาสตร์
ของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)
ดังตาราง 5

ตาราง 5 หน่วยการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2

หน่วย ที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)	คะแนน
1	งานและพลังงาน งาน กำลัง และเครื่องกลอย่างง่าย เรื่องที่ 1 งานและกำลัง เรื่องที่ 2 เครื่องกลอย่างง่าย พลังงานกลและกฎการอนุรักษ์พลังงาน เรื่องที่ 1 พลังงานศักย์โน้มถ่วงและพลังงานจลน์ เรื่องที่ 2 กฎการอนุรักษ์พลังงาน	15	25
2	การแยกสาร การแยกสารและการนำไปใช้ เรื่องที่ 1 วิธีการแยกสาร เรื่องที่ 2 การนำความรู้เรื่องการแยกสารไปใช้ ประโยชน์	15	25
3	โลกและการเปลี่ยนแปลง โครงสร้างภายในโลกและการเปลี่ยนแปลง เรื่องที่ 1 โครงสร้างภายในโลก เรื่องที่ 2 กระบวนการเปลี่ยนแปลงทาง ธรณีวิทยา บนผิวโลก ดินและน้ำ เรื่องที่ 1 ดิน ชั้นดินและชั้นหน้าตัดดิน เรื่องที่ 2 แหล่งน้ำผิวดินและแหล่งน้ำใต้ดิน	23	35

ตาราง 5 (ต่อ)

หน่วย ที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)	คะแนน
	ภัยธรรมชาติบนผิวโลก เรื่องที่ 1 ภัยธรรมชาติจากน้ำท่วม แผ่นดินถล่ม และการกัดเซาะชายฝั่ง เรื่องที่ 2 ภัยธรรมชาติจากหลุมยุบ และแผ่นดิน ทรุด		
4	ทรัพยากรพลังงาน แหล่งพลังงาน เรื่องที่ 1 เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ เรื่องที่ 2 พลังงานทดแทน	7	15
	รวมทั้งสิ้น	60	100

หมายเหตุ ผู้วิจัยได้ศึกษาและเลือกหน่วยการเรียนรู้ที่ 2 หน่วย การแยกสาร มาทำการวิจัยในครั้งนี้

การจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา

1. ความหมายของการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา

มนตรี จุฬาววัฒนทล (2556, หน้า 16) ได้กล่าวว่า สะเต็มศึกษา (STEM Education) หมายถึง แนวทางใหม่ในการจัดการศึกษารายวิชาวิทยาศาสตร์ที่เน้น การบูรณาการ การเรียนวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี โดยเริ่มตั้งแต่ การศึกษาขั้นพื้นฐานจนถึงอุดมศึกษา อาชีวศึกษาและการศึกษาตลอดชีวิตเพื่อให้คนไทยมี ความรู้และทักษะสำหรับการสร้างสรรค์สิ่งใหม่ สามารถประกอบวิชาชีพทางวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีตลอดจนมีคุณภาพชีวิตที่ดี

พรทิพย์ ศิริภัทรราชย์ (2556, หน้า 50) ได้กล่าวว่า “สะเต็มศึกษา” STEM Education หมายถึง การสอบบแบบบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา (Interdisciplinary Integation) ระหว่างศาสตร์สาขาต่าง ๆ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science: S) เทคโนโลยี (Technology: T) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering: E) และคณิตศาสตร์ (Mathematics: M)

โดยจุดเด่นของธรรมชาติตลอดจนวิธีสอนของแต่ละสาขาวิชามาสมผผสานกันอย่างลงตัว เพื่อให้ผู้เรียนนำความรู้ทุกแขนงมาใช้ในการแก้ปัญหา การค้นคว้าและการพัฒนาสิ่งต่าง ๆ ในสถานการณ์โลกปัจจุบัน ซึ่งอาศัยการจัดการเรียนรู้ที่ครูผู้สอนหลายสาขาร่วมมือกัน เพราะในการทำงานจริงหรือในชีวิตประจำวันนั้นต้องใช้ความรู้หลายด้านในการทำงาน ทั้งสิ้นไม่ได้แยกใช้ความรู้เป็นส่วน ๆ นอกจากนี้สะเต็มศึกษายังเป็นการส่งเสริมการพัฒนาทักษะสำคัญในโลกโลกาภิวัตน์หรือการมีทักษะที่จำเป็นสำหรับศตวรรษที่ 21

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557, หน้า 4)

ได้กล่าวว่า สะเต็มศึกษา หมายถึง แนวทางการจัดการศึกษาที่บูรณาการในทั้ง 4 สหวิทยาการ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ โดยเน้นการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง รวมทั้งพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ ๆ ที่เป็นประโยชน์ในการดำรงชีวิตและการทำงาน

สุพรรณิ ชาญประเสริฐ (2557, หน้า 4) ได้กล่าวว่า สะเต็ม หมายถึง แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมและ ขณะเดียวกันต้องมีการบูรณาการพฤติกรรมที่ต้องการหรือคาดหวังให้เกิดขึ้นกับการเรียนรู้ เนื้อหาด้วยพฤติกรรมเหล่านี้รวมถึงการกระตุ้นให้เกิดความสนใจในการสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบการคิดอย่างมีเหตุผลในเชิงตรรกะ รวมถึงทักษะของการเรียนรู้ในการทำงาน

นัสรินทร์ ปือชา (2558, หน้า 10) ได้กล่าวว่า สะเต็มศึกษา หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่มีการบูรณาการศาสตร์เนื้อหาความรู้วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และ คณิตศาสตร์โดยผ่านกระบวนการทางวิศวกรรมศาสตร์ โดยเน้นผู้เรียนนำความรู้ใน ภาควิชาภูมิมาใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริงที่เกิดขึ้น ส่งผลให้ผู้เรียนเห็นความสำคัญของ ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี อันเป็นสิ่งสำคัญที่เป็นความรู้และทักษะพื้นฐาน ในการดำรงชีวิตเพื่อการประกอบอาชีพและพัฒนาประเทศในอนาคต

สิรินภา กิจเกื้อกูล (2558, หน้า 201) ได้กล่าวว่า สะเต็มศึกษา หมายถึง การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการกลุ่มสาระวิชาวิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) ที่เน้นการ ส่งเสริมให้ผู้เรียนทุกคนสามารถสร้างสรรค์ชิ้นงาน และมีทักษะในการออกแบบและคิดค้น หาวิธีการแก้ปัญหาได้ตามสภาพจริงตามหลักการออกแบบเชิงวิศวกรรม

วศิณีส อิศรเสนา ณ อยุธยา (2559, หน้า 13) ได้กล่าวว่า สะเต็มศึกษา หมายถึง การจัดการเรียนการสอนที่เชื่อมโยงความรู้และบูรณาการความรู้จากศาสตร์

ทั้ง 4 คือ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ เพื่อพัฒนามนุษย์ให้มีทักษะในศตวรรษที่ 21 ด้วยพื้นฐานความรู้ จากการบูรณาการความรู้กับวิชาอื่น ๆ ในการแก้ปัญหาโดยใช้ความคิดสร้างสรรค์

กมลฉัตร กล่อมอิม (2559, หน้า 334–336) ได้กล่าวว่า สะเต็มศึกษา หมายถึง แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ที่มุ่งให้ผู้เรียนนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง ผ่านประสบการณ์การนำความรู้มาออกแบบวิธีการหรือกระบวนการ โดยจะพัฒนา กระบวนการหรือผลผลิตใหม่ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต และการประกอบอาชีพ ซึ่งช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะและสมรรถนะที่สอดคล้องกับความต้องการที่เปลี่ยนแปลงไปตามสังคมปัจจุบัน และความก้าวหน้าในศตวรรษที่ 21

จากความหมายข้างต้นที่กล่าวมาสามารถสรุปได้ว่า สะเต็มศึกษา (STEM Education) หมายถึง กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่มีการบูรณาการศาสตร์เนื้อหาความรู้ของวิชาต่าง ๆ แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ โดยใช้ กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมเข้ามาผสมผสานเข้าไว้ด้วยกัน ทำให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้มาบูรณาการเพื่อออกแบบ กำหนดขั้นตอนการปฏิบัติ ตลอดจนจนปฏิบัติการใช้ในการแก้ปัญหาและพัฒนาสิ่งต่าง ๆ ซึ่งผู้เรียนจะสามารถสร้างสรรค์ผลงานใหม่ ๆ ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 ในการดำรงชีวิตเพื่อการประกอบอาชีพ และพัฒนาประเทศในอนาคต

2. แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษา

กัญจนา ศิลปภักย์ (2560, อ้างถึงใน National Academy of Science, 2014, unpagged) อธิบายองค์ประกอบของแนวคิดสะเต็มศึกษามีรายละเอียด ดังนี้

1. วิทยาศาสตร์ (Science) หมายถึง การเรียนรู้ธรรมชาติรอบตัวบนพื้นฐานความเป็นจริง วิทยาศาสตร์เป็นทั้งความรู้และกระบวนการ เพื่อสร้างองค์ความรู้ใหม่
2. เทคโนโลยี (Technology) หมายถึง กระบวนการความรู้ที่นำไปสู่เทคโนโลยีที่ทันสมัยเพื่อตอบสนองความต้องการของมนุษย์
3. วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) หมายถึง ความรู้เกี่ยวกับการออกแบบและสร้างสรรค์ด้วยการผลิตของมนุษย์ รวมถึงกระบวนการแก้ปัญหาภายใต้เงื่อนไขและข้อจำกัดในสถานการณ์ต่าง ๆ

4. คณิตศาสตร์ (Mathematics) หมายถึง การศึกษารูปแบบและความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ ตัวเลข และพื้นที่ คณิตศาสตร์ถือเป็นพื้นฐานที่นำมาใช้ในวิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ และเทคโนโลยี

ทฤษฎีที่สนับสนุนแนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา คือ ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist) เป็นทฤษฎีที่ให้ความสำคัญกับตัวผู้เรียน เชื่อว่าผู้เรียนสามารถสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง จากการมีปฏิสัมพันธ์กับบุคคลอื่นและสิ่งแวดล้อม อย่างกระตือรือร้นกรอบแนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist) ประกอบด้วย 1) นักเรียนเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตนเอง และนักเรียนแต่ละคนสามารถสร้างความรู้ด้วยวิธีการที่แตกต่างกัน รวมทั้งอาจแตกต่างกับแนวทางของผู้สอน 2) ประสบการณ์เดิม ของนักเรียนเป็นพื้นฐานที่สำคัญของการสร้างความรู้ใหม่และนักเรียนแต่ละคน มีความรู้และประสบการณ์เดิมที่แตกต่างกัน 3) การมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม การมีประสบการณ์ตรงและการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกัน ของผู้เรียนมีส่วนช่วยในการสร้างความรู้ใหม่ 4) ครูมีบทบาทในการจัดบริบทการเรียนรู้ตั้งคำถามที่ท้าทายความสามารถ กระตุ้นสนับสนุนให้นักเรียนเกิดการสร้างความรู้ และให้ความช่วยเหลือ นักเรียนในทุก ๆ ด้าน (กมลฉัตร กล่อมอ๋ม, ชัยวัฒน์ นามนาค วาริรัตน์ แก้วอุไร และวิเชียร ชำรงโสทธิสกุล, 2557, หน้า 132)

ทฤษฎีการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคชันนิสซึม (Constructionism) เป็นการเรียนรู้ที่เกิดจากการสร้างพลังความรู้ในตนเองและด้วยตนเองของผู้เรียน หากผู้เรียนมีโอกาสได้สร้างความคิดและนำความคิดตนเองไป สร้างสรรค์ชิ้นงานโดยอาศัยสื่อและเทคโนโลยีที่เหมาะสมจะทำให้เห็นความคิดนั้นเป็นรูปธรรมที่ชัดเจนมากขึ้น (ทวีป แซ่ฉิน, 2556, หน้า 11)

สรุปได้ว่า แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษา คือ ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ซึ่งเน้นให้ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตนเอง สามารถนำประสบการณ์เดิมของนักเรียนมาเป็นพื้นฐานสำคัญในการสร้างความรู้ใหม่ ทำให้มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น โดยครูมีบทบาทในการจัดการเรียนรู้ เป็นการกระตุ้นสนับสนุนให้นักเรียนเกิดการสร้างความรู้ และทฤษฎีคอนสตรัคชันนิสซึม เน้นการเรียนรู้ที่ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยการนำความคิดของตนเองไปสร้างสรรค์เป็นชิ้นงานผ่านการใช้สื่อและเทคโนโลยีที่เหมาะสม ทำให้ความคิดนั้นเป็นรูปธรรมและชัดเจนมากขึ้น

3. ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา

พลศักดิ์ แสงพรหมศรี (2558, หน้า 75–76) ได้นำเสนอขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษา ดังนี้

1. การระบุปัญหาหรือสถานการณ์ เพื่อให้ผู้เรียนวิเคราะห์ถึงประเด็นปัญหาหรือความต้องการ รวมทั้งเงื่อนไขต่าง ๆ จากข้อมูล หรือสถานการณ์ที่กำหนดให้
2. การเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง เป็นขั้นที่ผู้เรียนต้องรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ ที่จำเป็นสำหรับการแก้ไขปัญหา หรือสถานการณ์ตามเงื่อนไขที่กำหนด โดยวิเคราะห์ว่าจะใช้ความรู้ในเรื่องใดบ้างในการแก้ไขปัญหาและต้องสรุปองค์ความรู้นั่นเอง รวมทั้งต้องทำการทดลองเพื่อประกอบการตัดสินใจเลือกสารเคมีและอุปกรณ์ (ซึ่งพบเห็นได้ในชีวิตประจำวันของผู้เรียน) ที่จะใช้ในการแก้ปัญหา พร้อมบอกเหตุผลประกอบด้วย ตัวของผู้เรียนเองทั้งหมด
3. การออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการแก้ปัญหา ผู้เรียนช่วยกันระดมความคิด วางแผนวาดรูป และแสดงชิ้นงานที่ออกแบบไว้ ซึ่งการที่ผู้เรียนสามารถวาดรูปออกแบบชิ้นงานออกมาได้จะแสดงถึงได้ผ่านกระบวนการคิดเป็นลำดับขั้นมาก่อนแล้วเพื่อนำไปสู่การสร้างชิ้นงานและปฏิบัติจริง
4. การทดลอง ขั้นนี้ผู้เรียนต้องทำการทดลองตามที่นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันออกแบบไว้และนักเรียนจะต้องบันทึกข้อมูลทุกอย่างที่ได้เพื่อนำไปพิจารณาผลการทดลองต่อไป
5. การประเมินและปรับปรุงแก้ไข ผู้เรียนจะได้ประเมินผลการทดลองที่ได้ของแต่ละกลุ่ม พร้อมทั้งบอกปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการทำทดลองและบอกวิธีในการปรับปรุงแก้ไขหากยังไม่สามารถแก้ปัญหาตามเงื่อนไข หรืออาจแก้ปัญหาได้ตามเงื่อนไขและยังต้องการปรับปรุงให้ดีขึ้นพร้อมทั้งอธิบายเหตุผลประกอบด้วย

ศูนย์สะเต็มศึกษาแห่งชาติ (2561, หน้า 16–19 อ้างถึงใน National Research Council, 2012, unpaged) ได้กล่าวว่า ลักษณะที่ชัดเจนข้อหนึ่ง ของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา คือ การผนวกกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเข้ากับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี กล่าวคือ ในขณะที่ผู้เรียนทำกิจกรรมเพื่อพัฒนาความรู้ ความเข้าใจ และฝึกทักษะด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ผู้เรียนต้องมีโอกาสนำความรู้มาออกแบบวิธีการหรือกระบวนการเพื่อแก้ปัญหา เพื่อให้ได้เทคโนโลยีที่เป็นผลผลิต จากกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ซึ่งกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมประกอบด้วย องค์ประกอบ 6 ขั้นตอน ได้แก่

1. ระบุปัญหา (Problem Identification) ขั้นตอนนี้เริ่มต้น จากการที่ผู้แก้ปัญหาตระหนักถึงสิ่งที่เป็นปัญหาในชีวิตประจำวันและจำเป็นต้องหาวิธีการหรือสร้างสิ่งประดิษฐ์ (Innovation) เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริงบางครั้งคำถามหรือปัญหาที่เราจะบออาจประกอบด้วยปัญหาย่อย ในขั้นตอนของการระบุปัญหาผู้แก้ปัญหามustพิจารณาปัญหาหรือกิจกรรมย่อยที่ต้องเกิดขึ้น เพื่อประกอบเป็นวิธีการในการแก้ปัญหาให้ใหญ่ด้วย

2. รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search) หลังจากผู้แก้ปัญหาคำถามเข้าใจปัญหาและสามารถระบุปัญหาย่อย ขั้นตอนต่อไปคือการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาดังกล่าว ในการค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้องผู้แก้ปัญหามustมีการดำเนินการ ดังนี้

2.1 การรวบรวมข้อมูล คือ การสืบค้นว่าเคยมีใครหาวิธีแก้ปัญหาดังกล่าวนี้แล้วหรือไม่ และหากมีเขาแก้ปัญหายังไร และมีข้อเสนอแนะใดบ้าง

2.2 การค้นหาแนวคิด คือการค้นหาแนวคิดหรือความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ หรือเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง และสามารถประยุกต์ในการแก้ปัญหาได้ ในขั้นตอนนี้ผู้แก้ปัญหามustพิจารณาแนวคิดหรือความรู้ทั้งหมดที่สามารถใช้แก้ปัญหาโดยจับบันทึกแนวคิดไว้เป็นทางเลือก และหลังจากการรวบรวมแนวคิดเหล่านั้นแล้วจึงประเมินแนวคิดเหล่านั้น โดยพิจารณาถึงความเป็นไปได้ ความคุ้มค่า ข้อดี และจุดอ่อนและความเหมาะสมกับเงื่อนไขและขอบเขตของปัญหา แล้วจึงเลือกแนวคิดหรือวิธีการที่เหมาะสมที่สุด

3. ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design) หลังจากเลือกแนวคิดที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาแล้วขั้นตอนต่อไป คือ การนำความรู้ที่ได้รวบรวมมาประยุกต์เพื่อออกแบบวิธีการ กำหนดองค์ประกอบของวิธีการหรือ ผลผลิต ทั้งนี้ ผู้แก้ปัญหามustอ้างอิงถึงความรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่รวบรวมได้ ประเมิน ตัดสินใจเลือก และใช้ความรู้ที่ได้มาในการสร้างภาพร่าง หรือกำหนดเค้าโครงของวิธีการแก้ปัญหา

4. วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development) หลังจากที่ได้ออกแบบวิธีการและกำหนดเค้าโครงของวิธีการแก้ปัญหาแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการพัฒนาต้นแบบ (Prototype) ของสิ่งที่ได้ออกแบบไว้ในขั้นตอนนี้ผู้แก้ปัญหามustกำหนดขั้นตอนย่อยในการทำงานรวมทั้งกำหนดเป้าหมาย และระยะเวลาในการดำเนินการแต่ละขั้นตอนย่อยให้ชัดเจน

5. ทดสอบ ประเมิน ผลและปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือ ชี้นำงาน (Testing, Evaluation and Design Improvement) เป็นขั้นตอนทดสอบและประเมินการใช้งานต้นแบบเพื่อแก้ไขปัญหา ผลที่ได้จากการทดสอบและประเมินอาจถูกนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาผลลัพธ์ให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหามากขึ้น การทดสอบและประเมินผลสามารถเกิดขึ้นได้หลายครั้งในกระบวนการแก้ปัญหา

6. นำเสนอวิธีการแก้ปัญหาผลการแก้ปัญหาหรือชี้นำงาน (Presentation) หลังจากการพัฒนา ปรับปรุงทดสอบและประเมินวิธีการแก้ปัญหาหรือผลลัพธ์จนมีประสิทธิภาพตามที่ต้องการแล้วผู้แก้ปัญหาต้องนำเสนอผลลัพธ์ต่อสาธารณชน โดยต้องออกแบบวิธีการนำเสนอข้อมูลที่เข้าใจง่ายและน่าสนใจ

อับดุลยามี นะยีซาเดร์, ณัฐวิทย์ พจนตันติ ณรงค์ศักดิ์ รอบคอบ และ แวฤติ แวทองรักษ์ (2562, หน้า 174) ได้กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวทาง สะเต็มศึกษา คือ แนวทางการจัดการศึกษาที่ให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และสามารถ บูรณาการความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม และ คณิตศาสตร์ โดยเน้นให้ผู้เรียนนำความรู้ในภาคทฤษฎี มาใช้ในการเชื่อมโยงและแก้ปัญหา ในชีวิตจริงที่เกิดขึ้น รวมทั้งการพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ ส่งผลให้ผู้เรียนเห็น ความสำคัญของความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี อันเป็นสิ่งสำคัญที่เป็นความรู้และ ทักษะพื้นฐานในการดำรงชีวิตเพื่อการประกอบอาชีพและพัฒนาประเทศในอนาคต

สรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษามุ่งเน้นการจัดการเรียนการสอนโดยการบูรณาการความรู้ 4 ด้าน ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ โดยเน้นการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง และสอดคล้องกับแนวทาง การพัฒนาคนให้มีคุณภาพในศตวรรษที่ 21

4. การวัดและประเมินผลสะเต็มศึกษา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557, หน้า 17-20) ได้เสนอแนวทางการวัดผลและประเมินผลตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยเน้นการวัดและ ประเมินผลในสภาพจริง และระหว่างที่ผู้เรียนแสดงออกขณะทำกิจกรรมเพื่อการเรียนรู้ ซึ่งสามารถสะท้อนถึงความรู้ ความคิด เจตคติทางวิทยาศาสตร์และความสามารถที่แท้จริง ของผู้เรียน นอกจากนี้ข้อมูลที่ได้จากการวัดผลและประเมินผลยังเป็นประโยชน์ต่อตัว ผู้เรียนและตัวผู้สอน ที่จะได้รับทราบพัฒนาการความก้าวหน้าในการเรียนรู้ และความสำเร็จ ของผู้เรียนว่าอยู่ในระดับใด มีจุดเด่นใดที่ควรส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาเต็มศักยภาพ และมีจุดใดที่ควรจะได้รับการแก้ไข รวมทั้งผู้สอนจะได้ข้อมูลที่เป็นแนวทางในการจัด

กิจกรรมการเรียนรู้ และปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น รวมทั้งยังเป็นประโยชน์ต่อผู้เกี่ยวข้อง เช่น ผู้ปกครองสามารถใช้ข้อมูลจากการวัดและประเมินผล เพื่อส่งเสริมและพัฒนาผู้เรียนให้เต็มตามศักยภาพตามความถนัดและความสนใจของแต่ละบุคคล ซึ่งมีแนวทางการวัดและประเมินผล ดังนี้

1. การประเมินจากสภาพจริง

การประเมินจากสภาพจริง (Authentic Assessment) คือ การประเมินความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียนจากการแสดงออก การกระทำหรือผลงานเพื่อสร้างความรู้ด้วยตนเอง ในขณะที่ผู้เรียนแสดงออกในการปฏิบัติกิจกรรมหรือ สร้างชิ้นงาน ซึ่งสามารถสะท้อนให้เห็นถึงกระบวนการคิดระดับสูง กระบวนการทำงาน และความสามารถในการแก้ปัญหาหรือการแสวงหาความรู้ การประเมินจากสภาพจริงจะมีประสิทธิภาพก็ต่อเมื่อมีการประเมินหลาย ๆ ด้าน โดยใช้วิธีประเมินหลากหลายวิธีในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง และต้องประเมินอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ได้ข้อมูลที่มากพอที่จะสะท้อนถึงการพัฒนาและความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียนได้

1.1 ลักษณะสำคัญของการประเมินจากสภาพจริง

- 1) การประเมินต้องผสมผสานไปกับการเรียนการสอนและต้องประเมินอย่างต่อเนื่อง โดยใช้วิธีประเมินหลาย ๆ วิธีที่ครอบคลุมพฤติกรรมหลาย ๆ ด้านในสถานการณ์ที่แตกต่างกัน
- 2) สามารถประเมินกระบวนการคิดที่ซับซ้อน ความสามารถในการปฏิบัติงาน ศักยภาพของผู้เรียนในแง่ของผู้ผลิต และกระบวนการที่ได้ผลผลิตมากกว่าที่จะประเมินว่าผู้เรียนสามารถจดจำความรู้อะไรได้บ้าง
- 3) เป็นการประเมินที่มุ่งเน้นศักยภาพโดยรวมของผู้เรียนทั้งด้านความรู้พื้นฐานความคิดระดับสูง ความสามารถในการแก้ปัญหา การสื่อสาร เจตคติ ลักษณะนิสัยทักษะในด้านต่าง ๆ และความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น
- 4) เป็นการประเมินที่ให้ความสำคัญต่อพัฒนาการของผู้เรียน ข้อมูลที่ได้จากการประเมินหลาย ๆ ด้าน และหลากหลายวิธีสามารถนำมาใช้ในการวินิจฉัยจุดเด่นของผู้เรียนที่ควรจะให้ส่งเสริม และวินิจฉัยจุดด้อยที่จะต้องให้ความช่วยเหลือหรือแก้ไข เพื่อให้ผู้เรียนได้พัฒนาเต็มตามศักยภาพ ตามความสนใจ และความสามารถของแต่ละบุคคล
- 5) ข้อมูลที่ได้จากการประเมินจะสะท้อนให้เห็นถึงกระบวนการเรียนการสอน และการวางแผนการสอนของผู้สอนว่าเป็นไปตามจุดมุ่งหมายของการเรียน

การสอนหรือไม่ ผู้สอนสามารถนำข้อมูลจากการประเมินมาปรับกระบวนการนำเสนอเนื้อหา กิจกรรมและตัวแปรอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องให้เหมาะสมในการเรียนการสอนต่อไป

6) เป็นการประเมินที่ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักตัวเอง เชื่อมั่นในตนเองและสามารถพัฒนาตนเองได้

7) เป็นการประเมินที่ทำให้การเรียนการสอนมีความหมายและเพิ่มความเชื่อมั่นได้ว่าผู้เรียนสามารถถ่ายโอนการเรียนรู้ไปสู่การดำรงชีวิตในสังคมได้

1.2 วิธีการและแหล่งข้อมูลที่ใช้

เพื่อให้การวัดและประเมินผลได้สะท้อนความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียน ผลการประเมินอาจจะได้มาจากแหล่งข้อมูล และวิธีการต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

- 1) สังเกตการแสดงออกเป็นรายบุคคลหรือรายกลุ่ม
- 2) ชิ้นงาน ผลงาน รายงาน
- 3) การสัมภาษณ์
- 4) บันทึกของผู้เรียน
- 5) การประชุมปรึกษาหารือร่วมกันระหว่างผู้เรียนและครู
- 6) การวัดและประเมินผลภาคปฏิบัติ
- 7) การวัดและประเมินผลด้านความสามารถ
- 8) การวัดและประเมินผลการเรียนรู้โดยใช้แฟ้มผลงาน
- 9) การทดสอบ

2. การวัดและการประเมินผลด้านความสามารถ

2.1 ความสามารถของผู้เรียนประเมินได้จากการแสดงออกโดยตรงจากการทำงานต่าง ๆ จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ซึ่งเป็นของจริงหรือใกล้เคียงกับสภาพจริงและเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แก้ปัญหาจากสถานการณ์จริง หรือปฏิบัติงานได้จริงโดยประเมินจากกระบวนการทำงาน กระบวนการคิด โดยเฉพาะความคิดขั้นสูงและผลงานที่ได้

2.2 การประเมินผลด้านความสามารถ ประเมินได้ทั้งการแสดงออก กระบวนการทำงานและผลผลิตของงานจะให้ความสำคัญต่อกระบวนการทำงาน กระบวนการคิด คุณภาพของงานมากกว่าผลสำเร็จของงาน

2.3 ลักษณะสำคัญของการประเมินความสามารถ คือ กำหนดวัตถุประสงค์ของงาน วิธีการทำงาน ผลสำเร็จของงาน มีคำสั่งควบคุมสถานการณ์ในการปฏิบัติงาน และมีเกณฑ์การให้คะแนนที่ชัดเจน การประเมินความสามารถที่แสดงออกของผู้เรียนทำได้หลายแนวทางต่าง ๆ กัน ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม สถานการณ์ และความสนใจของผู้เรียนดังตัวอย่างต่อไปนี้

1) การมอบหมายงาน งานที่มอบให้ก็ต้องมีความหมาย มีความสำคัญ มีความสัมพันธ์กับหลักสูตร เนื้อหาวิชา และชีวิตจริงของผู้เรียน ผู้เรียนต้องใช้ความรู้หลายด้านในการปฏิบัติงานที่สามารถสะท้อนให้เห็นถึงกระบวนการทำงานและการใช้ความคิดอย่างลึกซึ้ง

2) การกำหนดชิ้นงานหรืออุปกรณ์หรือ สิ่งประดิษฐ์ให้ผู้เรียน วิเคราะห์องค์ประกอบและกระบวนการทำงาน และเสนอแนวทางเพื่อพัฒนาให้มีประสิทธิภาพดีขึ้น การมอบหมายชิ้นงานให้ผู้เรียน ควรจะประชุมปรึกษาหารือและทำความเข้าใจ ตกลงร่วมกันระหว่างผู้สอนและผู้เรียนในการวางแผนการปฏิบัติงาน เพื่อสะดวกในการ ดำเนินกิจกรรมของผู้เรียน และการติดตามความก้าวหน้าของผู้สอน

3) การกำหนดตัวอย่างงานให้และให้ผู้เรียนศึกษางานแล้วปฏิบัติตามขั้นตอน ให้เหมือนหรือดีกว่า เช่น การทำสไลด์ถาวรศึกษาเนื้อเยื่อพืช การทำ Herbarium การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ เป็นต้น

4) การสร้างสถานการณ์จำลองที่สัมพันธ์กับชีวิตจริงของผู้เรียน เมื่อกำหนดสถานการณ์แล้วให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติ แก้ปัญหาหรือใช้ความคิดระดับสูงในการแก้ปัญหา

5) การทดสอบโดยใช้แบบทดสอบข้อเขียน การประเมินตามสภาพจริงจะลดความสำคัญของการทดสอบเนื่องจากจะมีการใช้แบบทดสอบลดลง แต่อย่างไรก็ตามข้อสอบข้อเขียนก็ยังคงมีความจำเป็น เนื่องจากใช้วัดความสามารถทางด้าน ความรู้ความเข้าใจในหลักการต่าง ๆ ได้ ดังนั้นในกระบวนการประเมินจึงยังคงใช้แบบทดสอบข้อเขียนร่วมด้วยโดยจะลดบทบาทของแบบทดสอบที่วัดพฤติกรรม ด้านความรู้ความจำแต่จะมุ่งเน้นประเมินด้านความเข้าใจ การนำไปใช้ และทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการคิดระดับสูง แบบทดสอบในลักษณะนี้ จะต้องสร้างสถานการณ์ให้ผู้เรียนตอบ และสถานการณ์ที่นำมาใช้ควรสัมพันธ์กับชีวิตจริงของผู้เรียน

สรุปได้ว่า การวัดและประเมินผลตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ครูผู้สอน สามารถวัดและประเมินได้หลายด้าน ทั้งด้านความรู้ ด้านทักษะกระบวนการและด้าน คุณลักษณะ และการนำไปใช้ คือ ความสามารถในการนำความรู้ หลักการ หรือทฤษฎี ไปใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ในรูปแบบการประเมินยังคงสามารถใช้แบบทดสอบข้อเขียนได้

Canva

1. ความหมาย Canva

ความหมายของคำว่า Canva ได้มีผู้ให้คำนิยามความหมายไว้ ดังนี้

สถาบันพัฒนาการศึกษานอกระบบและการศึกษาตามอัธยาศัย

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (2564, หน้า 12) ได้กล่าวว่า Canva หมายถึง แอปพลิเคชันสำหรับสร้างสื่อการนำเสนอหลากหลายรูปแบบ เช่น Presentation, Poster Card, Resume, Certificate, Infographic ซึ่ง Canva มีขนาดมาตรฐานให้เลือกหรือผู้ใช้สามารถกำหนดขนาดเองได้ Canva ใช้งานง่าย สวยงามสามารถแบ่งปันให้แก่ผู้อื่นได้ ยังมีเทมเพลตสำเร็จรูปให้ได้เลือกในงานออกแบบมากมายสามารถใช้ได้บนเว็บออนไลน์ บนคอมพิวเตอร์ หรือบนแอปพลิเคชัน บนสมาร์ตโฟน แท็บเล็ตโดยผู้ต้องการใช้โปรแกรม Canva จะต้องสมัครลงทะเบียนเป็นสมาชิกเพื่อใช้งานก่อน

คณะศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยวงษ์ชวลิตกุล (2564, หน้า 40) ได้กล่าวว่า Canva หมายถึง แพลตฟอร์มสำหรับสร้างสื่อการนำเสนอหลากหลายรูปแบบ เช่น Presentation Clip VDO Poster Card Resume Certificate Infographic เป็นต้น ซึ่ง Canva นั้นจะมีขนาดมาตรฐานให้เลือกหรือผู้ใช้สามารถกำหนดขนาดเองได้ Canva ใช้งานง่าย สวยงาม สามารถแบ่งปันให้แก่ผู้อื่นได้

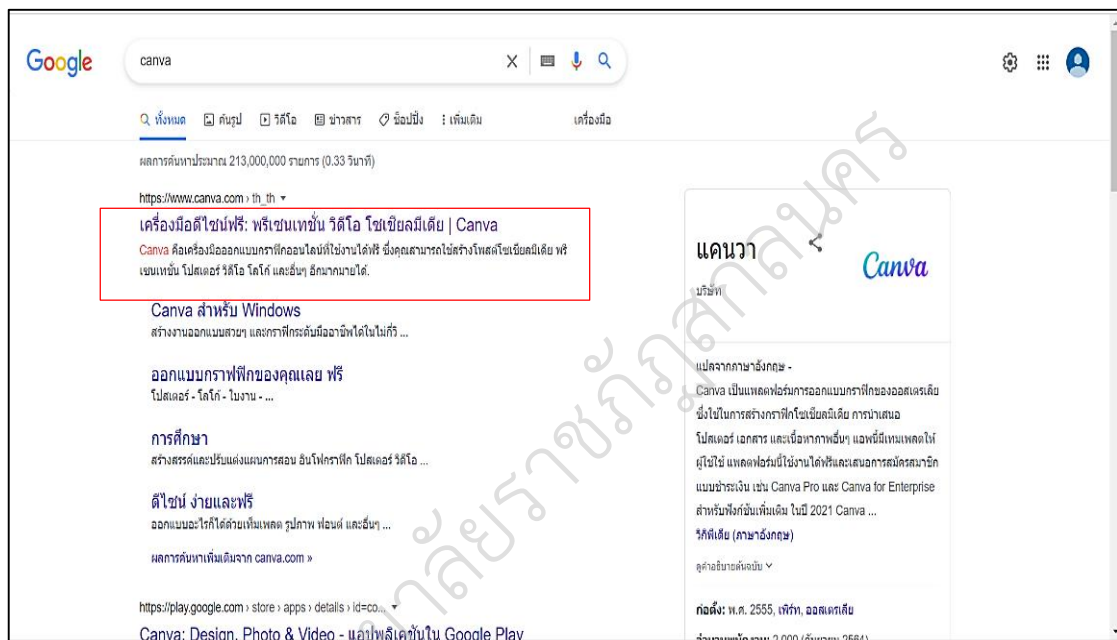
ศุภลักษณ์ จุฑะเรือ (2565, หน้า 6) ได้กล่าวว่า Canva หมายถึง แพลตฟอร์มที่ใช้สำหรับสร้างงานกราฟฟิคออนไลน์ ซึ่งปัจจุบันที่ได้รับความนิยมมากขึ้นเนื่องจาก Canva มีเครื่องมือจำนวนมาก ทำงานออกแบบได้หลายประเภทโดยที่ผู้ใช้อาจจะไม่จำเป็นต้องมีความรู้หรือทักษะการออกแบบมากนัก เพราะมี Template สำเร็จรูปให้เลือกใช้มากมายโดยแยกออกเป็นหมวดหมู่ ตามสิ่งที่ต้องการออกแบบ เช่น Template ที่เกี่ยวกับสื่อโฆษณาใน Social Media ออกแบบงานสิ่งพิมพ์ Poster Card ออกแบบ Infographic งานออกแบบในหมวดวิดีโอ โฆษณานบน YouTube, Presentations ในด้านการศึกษาที่สามารถนำ Canva มาทำงานเช่น การทำ Presentations ประกอบการสอน การทำวิดีโอบันทึกการสอน และการทำใบงานเพื่อมอบหมายงานแบบออนไลน์ก็ได้ด้วยสามารถใช้ Canva ฟรี ผ่านเว็บไซต์ www.canva.com หรือติดตั้ง Application บน Smart Phone ก็ได้ซึ่งรองรับทั้งระบบปฏิบัติการ Android และ iOS

สรุป Canva หมายถึง โปรแกรมออกแบบสำเร็จรูปที่อยู่ในรูปแบบของเว็บไซต์ออนไลน์หรือดาวน์โหลดมาใช้นบนโทรศัพท์มือถือได้เหมาะสำหรับสร้างสื่อ

การนำเสนอมีหลากหลายรูปแบบโดยสามารถกำหนดขนาดเองได้ ใช้งานง่าย สวยงาม
เหมาะ ในด้านการศึกษา สามารถนำ Canva มาทำงานเช่น การทำ Presentations ประกอบ
การสอน การทำวิดีโอบันทึกการสอน และการทำใบงาน

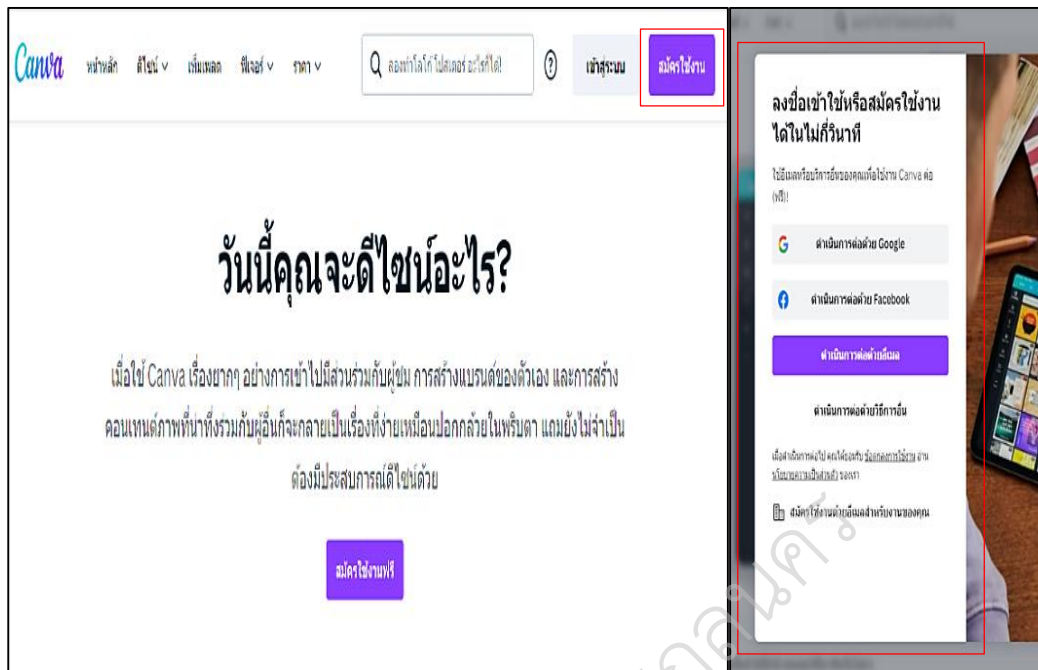
2. วิธีการใช้งาน Canva

1. เริ่มการใช้งานขั้นแรกโดยให้เข้าไปที่ Google และค้นหาชื่อแอปพลิเคชัน
Canva หรือไปที่ URL <https://www.canva.com> (เวอร์ชัน ภาษาไทย) ดังภาพประกอบ 2



ภาพประกอบ 2 ค้นหาชื่อ Canva

2. โปรแกรม Canva ใช้งานได้ฟรี ไม่ได้มีค่าใช้จ่ายแต่อย่างใด เวลาเริ่มใช้
ครั้งแรกจะเหมือน social media อื่น ๆ อย่าง เฟสบุ๊ก ก็คือเราจะต้องสมัครสมาชิกก่อน วิธี
สมัครก็ทำได้หลากหลาย ไม่ว่าจะสมัครด้วย Email, Gmail หรือ Facebook ก็ได้ ในส่วนตรง
นี้โดยสมัครให้เสร็จเรียบร้อยก่อน เสร็จแล้วก็ให้กดลงชื่อเข้าใช้ได้เลย ดังภาพประกอบ 3

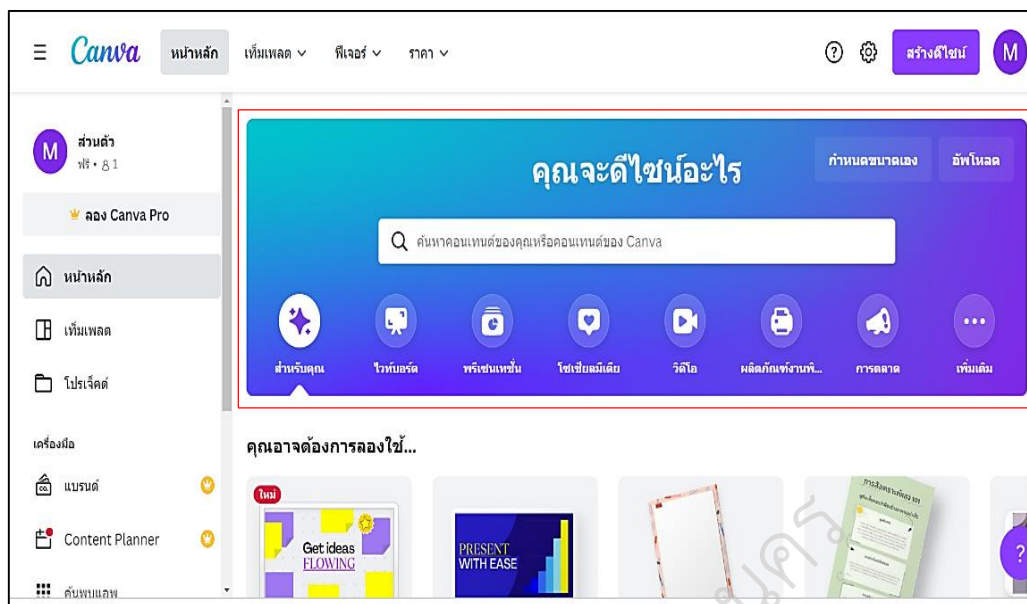


ภาพประกอบ 3 ขั้นตอนสมัครสมาชิกเข้าใช้งาน Canva

3. เมื่อ Login เข้ามาเรียบร้อยแล้ว จะเห็นว่า มีแถบเมนูที่เป็นประเภทการออกแบบให้เลือกมากมาย แอปพลิเคชัน Canva จะมีเทมเพลตสำเร็จรูปที่เหมาะสมกับแพลตฟอร์มและการออกแบบต่าง ๆ เตรียมไว้ให้เลือกนำไปใช้งานออกแบบต่อได้อย่างสะดวกสบาย สามารถสร้างงานออกแบบประเภทต่าง ๆ ได้โดยใช้เทมเพลตเหล่านี้

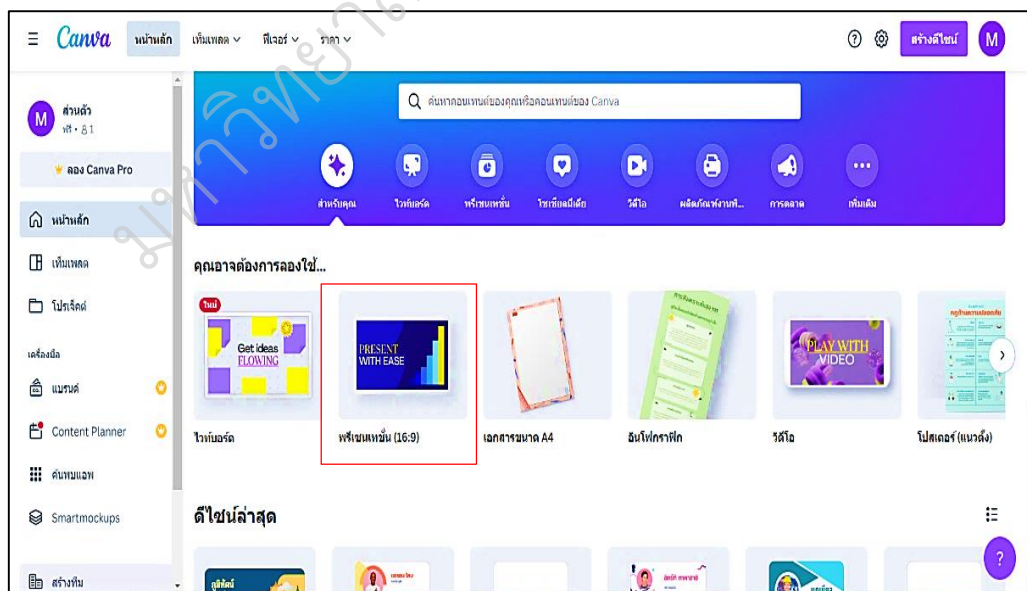
ตามตัวอย่างด้านล่าง แอปพลิเคชันจะแสดงเทมเพลตสำเร็จรูปที่ออกแบบมาอย่างสวยงามให้เลือกเอาไปใช้กับช่องทางออนไลน์ได้เลย ไม่ว่าจะเป็น ภาพหน้าปก เฟสบุ๊ก โดย Canva ได้จัดเตรียมเทมเพลตในขนาดที่พอดีกับแต่ละช่องทางออนไลน์ไว้ให้หมดปัญหาเรื่องภาพขนาดไม่พอดีกับกรอบไม่ต้องกังวลว่าภาพที่เตรียมไว้จะใหญ่เกินไปหรือเล็กเกินไป หรือภาพจะโดนตัดหรือเปล่า เพราะ Canva จัดมาให้เรียบร้อยแล้ว

ดังภาพประกอบ 4



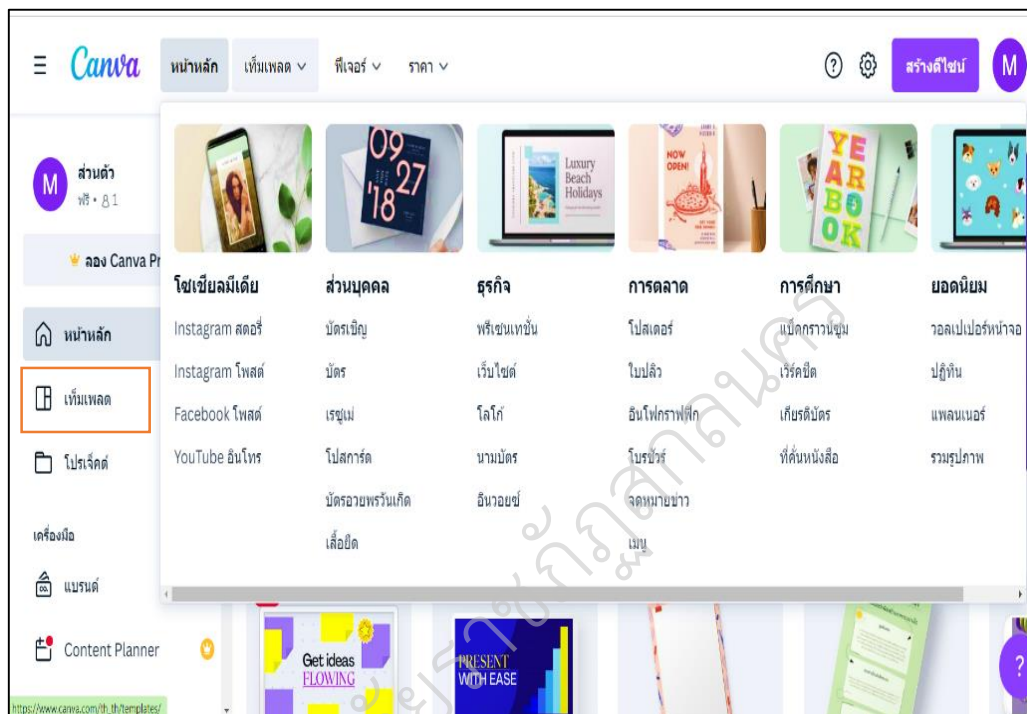
ภาพประกอบ 4 การเริ่มต้นใช้งาน Canva

4. เลือกประเภทของงานออกแบบที่ต้องการเรียบร้อยแล้ว สามารถเริ่มต้น
การใช้งานได้เลย โดยใช้เทมเพลตที่ Canva มีให้ก่อน แล้วกดเลือกที่ ฟรีเซ่นเทชั่น
ระบบจะแสดงชิ้นงานที่เป็นหน้าว่างเปล่าให้ ดังภาพประกอบ 5



ภาพประกอบ 5 ขั้นตอนการเลือกประเภทของงานออกแบบที่ต้องการ

ให้สังเกตที่ด้านบน ตรงคำว่า “แม่แบบ” โปรแกรมจะปรากฏรูปแบบสำเร็จรูปที่ออกแบบมาให้แล้วสวยงามจำนวนมาก และนี่คือข้อดีของ โปรแกรมแต่งรูป Canva ดังภาพประกอบ 6



ภาพประกอบ 6 ขั้นตอนการสร้างงาน

สำหรับคนที่ออกแบบไม่เป็น ไม่มีความรู้ด้านการออกแบบกราฟิกเลย หรือคนที่พอทำได้แต่ไม่เก่ง การจัดวาง Layout ต่าง ๆ ใส่องค์ประกอบภาพอื่น ๆ ให้สวยงามมืออาชีพ ดูเป็นแบรนด์สินค้าที่น่าเชื่อถือ น่าซื้อใช้ อาจจะเป็นเรื่องที่ยากเกินไป ดังนั้น Canva จึงให้กราฟฟิคดีไซน์เนอร์มืออาชีพที่เก่ง ๆ มาออกแบบเตรียมไว้ให้ สามารถเลือกหยิบมาใช้โดยเปลี่ยนแค่ภาพเป็นรูปสินค้าของแบรนด์เรา เปลี่ยนข้อความตัวอักษร เปลี่ยนสีที่ใช้ตามใจของเราได้เลย ใช้งานและสะดวกสบายมาก ๆ

เปรียบเทียบขั้นตอนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษากับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา เป็นการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการวิธีการสอนโดยใช้ Canva เพื่อเป็นการสื่อสารให้ผู้เรียนได้รับความรู้ความเข้าใจได้ง่าย มีความชัดเจนยิ่งขึ้น และพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนให้สูงขึ้น ดังตาราง 6

ตาราง 6 เปรียบเทียบขั้นตอนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษากับการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา

การจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา	การจัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา
ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา นักเรียนตระหนักถึงปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน โดยมองเห็นปัญหาซึ่งจำเป็นที่จะต้องหาวิธีแก้ปัญหาหรือสร้างนวัตกรรมเพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว	ขั้นที่ 1 นำเสนอข้อมูลโดยใช้ Canva ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยนำเสนอข้อมูลเกี่ยวกับเนื้อหาที่เรียนโดยใช้ Canva
ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา นักเรียนทำความเข้าใจปัญหาและสามารถระบุปัญหาย่อยได้ มีการรวบรวมข้อมูล และค้นหาแนวคิดหรือความรู้ที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหา	ขั้นที่ 2 ระบุปัญหา นักเรียนระบุปัญหาที่พบเจอในชีวิตประจำวันกับสถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่เรียน ซึ่งจำเป็นที่จะต้องหาวิธีแก้ปัญหาหรือสร้างนวัตกรรมเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว
ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา หลังจากเลือกแนวคิดที่เหมาะสมในการแก้ปัญหานักเรียนนำความรู้ที่รวบรวมมาประยุกต์เพื่อออกแบบวิธีการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์	ขั้นที่ 3 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา นักเรียนทำความเข้าใจเกี่ยวกับปัญหาที่เกิดขึ้นจากเนื้อหาที่เรียนและสามารถระบุปัญหาย่อยได้ มีการรวบรวมข้อมูล และค้นหาแนวคิดหรือความรู้ที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหา

ตาราง 6 (ต่อ)

การจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา	การจัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา
ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา เป็นการพัฒนาต้นแบบของสิ่งที่ได้ออกแบบไว้ โดยกำหนดขั้นตอนในการทำงานร่วมกัน กำหนดเป้าหมาย และระยะเวลาในการ ดำเนินการแต่ละขั้นให้ชัดเจน	ขั้นที่ 4 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา หลังจากเลือกแนวคิดที่เหมาะสมในการ แก้ปัญหา นักเรียนนำความรู้ที่รวบรวม จากเนื้อหาที่เรียนมาประยุกต์ใช้ เพื่อออกแบบวิธีการแก้ปัญหาย่าง สร้างสรรค์
ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุง แก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน เป็นขั้นตอน ทดสอบและประเมินการใช้งานต้นแบบ เพื่อแก้ปัญหา การทดสอบและประเมินผล สามารถเกิดขึ้นได้หลายครั้งในกระบวนการ แก้ปัญหา	ขั้นที่ 5 วางแผนและดำเนินการ แก้ปัญหา กำหนดขั้นตอนการสร้าง ชิ้นงานหรือวางแผนการทดลอง และลงมือปฏิบัติ
ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา หรือผลการ แก้ปัญหา เป็นการปรับปรุงทดสอบและ ประเมินวิธีการแก้ปัญหามีประสิทธิภาพ ตามที่ต้องการการปรับปรุง	ขั้นที่ 6 ทดสอบ ประเมินผล ปรับปรุง แก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน และ นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา หรือผลการ แก้ปัญหา เป็นขั้นตอนทดสอบและ ประเมินการใช้งานต้นแบบเพื่อ แก้ปัญหา การทดสอบและประเมินผล สามารถเกิดขึ้นได้หลายครั้งใน กระบวนการแก้ปัญหการปรับปรุง ทดสอบและประเมินวิธีการแก้ปัญหา จนมีประสิทธิภาพตามที่ต้องการการ ปรับปรุง

ความคิดสร้างสรรค์

1. ความหมายของความคิดสร้างสรรค์

นักจิตวิทยาและนักการศึกษาได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ไว้ดังนี้

สุวิทย์ มูลคำ (2550, หน้า 9) ได้กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง กระบวนการทางปัญญา ที่สามารถขยายขอบเขตความคิดที่มีอยู่เดิมสู่ความคิดที่แปลกใหม่ แตกต่างไปจากความคิดเดิมและเป็นความคิดที่ใช้ประโยชน์ได้อย่างเหมาะสม

วีระ สดสังข์ (2550, หน้า 49) ได้กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง ความคิดและจินตนาการที่ค้นพบสิ่งใหม่ทั้งที่เป็นความคิด ทฤษฎี ปรัชญา หลักการอันเป็นนวัตกรรมที่นำไปสู่การผลิตหรือสร้างสิ่งใหม่ ๆ ออกมา และก่อให้เกิดประโยชน์ต่อมนุษย์ ทั้งในระดับจุลภาคและมหัพภาค

ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์ (2558, หน้า 95) ได้กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการคิดที่มีองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องหลายด้าน คือ การคิดคล่อง การคิดยืดหยุ่น คิดหลายแง่มุม คิดละเอียดลออ และการคิดเหมาะสม ผลผลิตจากการคิดสร้างสรรค์นี้จึงเป็นสิ่งที่ให้ประโยชน์สำหรับบุคคลหรือส่วนรวม

ประจักษ์ ปฏิทัศน์ (2559, หน้า 85) ได้กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ ในทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง กระบวนการคิดเพื่อแก้ปัญหาโดยอาศัยหลักการของ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Science Methods) ที่ตั้งอยู่บนพื้นฐานของข้อมูลเชิงประจักษ์

นวลจิตต์ เขาวีรติพงศ์ (2559, หน้า 6) ให้ความหมายของ ความคิดสร้างสรรค์ ไว้ว่าเป็นความคิดเชิงบวกที่มีความเกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา การคิดหลายแง่มุม คิดนอกกรอบอย่างที่ไม่เคยคิดมาก่อน โดยมีการเชื่อมโยงความคิดหรือความสัมพันธ์ระหว่างความคิดตั้งแต่สองสิ่งเข้าด้วยกัน เพื่อนำไปใช้แก้ปัญหาหรือสร้างสิ่งใหม่ที่อาจเป็นสิ่งประดิษฐ์ ทฤษฎี หลักการ อันเป็นสิ่งที่มีความค่านำไปใช้ประโยชน์ได้

ปรียา สมพีช (2560, หน้า 214) ได้กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง ความคิดที่เป็นกระบวนการในการคิดสิ่งแปลกใหม่ เป็นแนวทางที่จะนำไปสู่การแก้ไขปัญหา และการสร้างสรรค์สิ่งต่าง ๆ อันเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาบุคคลและประเทศชาติเป็นแนวทางของการคิด หรือการกระทำบางอย่างที่เป็นลักษณะเริ่มแรก สำหรับคนอื่นและเน้นสิ่งที่มีคุณค่าสำหรับคนที่คิดหรือคนอื่น ๆ ซึ่งก็มีหนทางใหม่ ๆ ในการแก้ไขปัญหาหรือการสร้างผลผลิตใหม่ ดังนั้น ความคิดสร้างสรรค์จึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง และเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นจากความคิดริเริ่มอันเป็นประโยชน์ต่อสังคมต่อไป

ปรียา โคตรสาลี (2562, หน้า 55) ได้กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง การคิดสร้างสิ่งใหม่ที่มีลักษณะใหม่ แตกต่างไปจากเดิมและเป็นความคิดต้นแบบ ที่ใช้การได้จริง ได้ผลดีกว่าของเดิมและมีความสมเหตุสมผลที่คนทั่วไปยอมรับ หรือ สามารถใช้แก้ปัญหาต่าง ๆ ได้

สรุปความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง กระบวนการคิดสร้างสรรค์สิ่งแปลกใหม่ ขึ้นมาเป็นความคิดที่มีความแตกต่างจากเดิม ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาหรือ พัฒนาสิ่งต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม

2. ทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์

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

1. ทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์เชิงจิตวิเคราะห์ นักจิตวิทยาจิตวิเคราะห์ หลายคน เช่น Freud และ Kris ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับการเกิดของความคิดสร้างสรรค์ว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นผลมาจากความขัดแย้งภายในจิตใต้สำนึกระหว่างแรงขับทางเพศ (Libido) กับความรู้สึกผิดชอบทางสังคม (Social Conscience) ส่วน Kubie และ Rugg ซึ่งเป็นนักจิตวิทยาวิเคราะห์แนวใหม่กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์นั้นเกิดขึ้นระหว่าง การรับรู้สติกับจิตใต้สำนึกซึ่งอยู่ในขอบเขตของจิตส่วนที่เรียกว่า จิตก่อนสำนึก

2. ทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์เชิงพฤติกรรมนิยม นักจิตวิทยาในกลุ่มนี้มี แนวความคิดเกี่ยวกับเรื่องความคิดสร้างสรรค์ว่า เป็นพฤติกรรมที่เกิดจากการเรียนรู้ โดยเน้นที่ความสำคัญของการเสริมแรงการตอบสนองที่ถูกต้องกับสิ่งเร้าเฉพาะหรือ สถานการณ์ นอกจากนี้ยังได้เน้นความสัมพันธ์ทางปัญญา คือ การโยงความสัมพันธ์จาก สิ่งเร้าหนึ่งไปยังสิ่งต่าง ๆ ทำให้เกิดความคิดใหม่ ๆ หรือสิ่งใหม่เกิดขึ้น

3. ทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์เชิงมนุษยชน นักจิตวิทยาในกลุ่มนี้มี แนวคิดว่าความคิดสร้างสรรค์เป็นสิ่งที่มนุษย์มีติดตัวมาแต่กำเนิด ผู้ที่สามารถนำความคิด สร้างสรรค์ออกมาใช้ได้ คือ ผู้ที่มีสัจจะการแห่งตน คือ รู้จักตนเอง พอใจตนเอง และ ใช้ตนเองเต็มตามศักยภาพของตน มนุษย์สามารถแสดงความคิดสร้างสรรค์ของตนออกมา ได้อย่างเต็มที่นั้นขึ้นอยู่กับ การสร้างสภาวะหรือบรรยากาศที่เอื้ออำนวย ได้กล่าวถึง บรรยากาศที่สำคัญในการสร้างสรรค์ว่าประกอบด้วย ความปลอดภัยในเชิงจิตวิทยา ความมั่นคงของจิตใจ ความปรารถนาที่จะเล่นกับความคิด และเปิดกว้างที่จะรับ ประสบการณ์ใหม่

4. ทฤษฎี AUTA ทฤษฎีสุดท้ายนี้เป็นรูปแบบของการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ให้เกิดขึ้นในตัวบุคคล โดยมีแนวคิดที่ว่าความคิดสร้างสรรค์นั้นมีอยู่ในมนุษย์ทุกคน และสามารถพัฒนาให้สูงขึ้นได้ การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ตามรูปแบบ AUTA ประกอบด้วย

4.1 การตระหนัก (Awareness) คือ ตระหนักถึงความสำคัญของความคิดสร้างสรรค์ที่มีต่อตนเอง สังคม ทั้งในปัจจุบันและอนาคต และตระหนักถึงความคิดสร้างสรรค์ที่มีอยู่ในตนเองด้วย

4.2 ความเข้าใจ (Understanding) คือ มีความรู้ความเข้าใจอย่างลึกซึ้งในเรื่องราวต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์

4.3 เทคนิควิธี (Techniques) คือ การรู้เทคนิควิธีในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ทั้งที่เป็นเทคนิคส่วนบุคคลและเทคนิคที่เป็นมาตรฐาน

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

องค์ประกอบทั้ง 4 นี้จะผลักดันให้บุคคลสามารถค้นศักยภาพเชิงสร้างสรรค์ของตนเองออกมาใช้ได้ ซึ่งจากทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์จะเห็นได้ว่าความคิดสร้างสรรค์เป็นทักษะที่มีอยู่ในบุคคลทุกคน และสามารถที่จะพัฒนาให้สูงขึ้นได้โดยอาศัยการเรียนรู้และการจัดบรรยากาศที่เอื้ออำนวย

3. องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์

นวลจิตต์ เขาวีรติพงศ์ (2559, หน้า 8-12) ได้กล่าวว่า องค์ประกอบที่สำคัญของความคิดสร้างสรรค์สรุปได้ ดังนี้

1. ความคิดคล่องแคล่ว หมายถึง ความสามารถในการคิดให้ได้ปริมาณคำตอบ/ความคิดที่ไปซ้ำกันเรื่องเดียวกัน แบ่งออกเป็น

1.1 ความคิดคล่องแคล่วทางด้านถ้อยคำ เป็นความสามารถในการใช้ถ้อยคำได้อย่างคล่องแคล่ว

1.2 ความคิดคล่องแคล่วทางการโยงสัมพันธ์ เป็นความสามารถที่จะคิดหาถ้อยคำที่เหมือนกันหรือเป็นพวกเดียวกันให้ได้มากที่สุดภายในเวลาที่กำหนด

1.3 ความคิดคล่องแคล่วทางการแสดงออก เป็นความสามารถในการใช้สีหรือประโยค โดยสามารถนำคำมาเรียงกันอย่างรวดเร็ว เพื่อให้ได้ประโยคที่ต้องการเร็วที่สุด

1.4 ความคิดคล่องแคล่วในการคิดสิ่งที่ต้องการให้ได้มากที่สุดภายในเวลาที่กำหนด

2. ความคิดยืดหยุ่น หมายถึง ประเภทหรือแบบของความคิด แบ่งเป็น 2 แบบ

2.1 ความคิดยืดหยุ่นที่เกิดขึ้นทันที เป็นความสามารถที่จะพยายามคิดให้ได้หลายประเภทอย่างอิสระ

2.2 ความคิดยืดหยุ่นทางการดัดแปลง เป็นวิธีคิดที่มีประโยชน์ในการแก้ปัญหา คนที่มีความคิดยืดหยุ่นจะคิดได้ไม่ซ้ำคำตอบ ซึ่งเป็นตัวเสริมให้ความคิดคล่องแคล่วแตกต่างออกไป นับเป็นพื้นฐานที่นำไปสู่ความคิดสร้างสรรค์หลายหมวดหมู่หลายประเภท เป็นแนวทางให้บุคคลสามารถหาทางเลือกได้หลายทาง

3. ความคิดริเริ่ม หมายถึงความคิดแปลกใหม่ที่แตกต่างไปจากความคิดธรรมดาหรือแตกต่างไปจากคนอื่น เป็นความคิดที่มีประโยชน์ต่อตนเองและสังคม ความคิดริเริ่ม เป็นลักษณะความคิดที่เกิดขึ้นเป็นครั้งแรกที่มีความแปลกจากความคิดเดิมและอาจไม่มีใครนึกถึงมาก่อน คนที่จะคิดริเริ่มได้ต้องมีลักษณะกล้าคิด กล้าลงและจำเป็นต้องมีจินตนาการด้วย

4. ความคิดละเอียดลออ หมายถึง ความคิดเกี่ยวกับรายละเอียดที่ใช้ในการตกแต่ง หรือแสดงรายละเอียดของสิ่งที่จำเป็นต้องมีในผลงาน เพื่อให้ความคิดริเริ่มสมบูรณ์ยิ่งขึ้น เพื่อให้ได้ความคิดสร้างสรรค์ที่ไม่เพียงแต่ประกอบด้วยสิ่งแปลกใหม่เท่านั้น แต่ต้องมีความสำเร็จอย่างสร้างสรรค์อยู่ด้วย ความสามารถบอกให้รายละเอียดของสิ่งที่คิดได้จะให้สิ่งที่คิดสร้างสรรค์ มานั่นทำได้สำเร็จและเป็นความจริง

สุวิทย์ มูลคำ (2550, หน้า 19-20) ได้กล่าวว่า องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ จากโครงสร้างทางสติปัญญาของกิลฟอร์ด (Guilford) ประกอบด้วย

1. ความคิดคล่องแคล่ว (Fluency) หมายถึง ความสามารถในการคิดตอบสนอง ต่อสิ่งเร้าให้ได้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้ หรือความสามารถในการคิดหาคำตอบที่เด่นชัดและตรงประเด็นมากที่สุด ซึ่งจะนับปริมาณความคิดที่ไม่ซ้ำกัน คือ มองในแง่ผลงาน

2. ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) หมายถึง ความสามารถในการปรับสภาพของความคิดในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ เน้นในเรื่องของปริมาณที่เป็นประเภทใหญ่ ๆ ของความคิดแบบคล่องแคล่ว เป็นตัวเสริมและเพิ่มคุณภาพของความคิดคล่องแคล่วให้มากขึ้นด้วยการจัดเป็นหมวดหมู่และมีหลักเกณฑ์ยิ่งขึ้น

3. ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง ความสามารถคิดแปลกใหม่ แตกต่างจากความคิดธรรมดาหรือความคิดง่าย ๆ ความคิดริเริ่มอาจจะเกิดจากการนำเอาความรู้เดิมมาคิดดัดแปลงและประยุกต์ให้เกิดเป็นสิ่งใหม่เกิดขึ้น

4. ความคิดละเอียดลออ (Elaboration) หมายถึง ความสามารถในการมองเห็นรายละเอียดในสิ่งที่คนอื่นมองไม่เห็น และยังรวมถึงการเชื่อมโยงสัมพันธ์สิ่งต่าง ๆ อย่างมีความหมาย

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

1. ความคิดคล่อง (Fluency) เป็นความสามารถในการคิดหาคำตอบที่หลากหลายคำตอบ เพื่อตอบสนองต่อคำถามปลายเปิดและคำถามอื่น ๆ ไม่ว่าจะเป็นความคิดทางภาษาหรือท่าทาง

2. ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาได้หลากหลาย คิดหลายแง่มุม และสามารถผสมผสานความรู้และประสบการณ์ให้เกิดประโยชน์ได้หลายด้าน

3. ความคิดริเริ่ม (Originality) คือ ความคิดที่แปลกใหม่ แตกต่างไปจากความคิดเดิมเป็นความคิดที่แตกต่างจากบุคคลอื่น หรือเป็นการรวมกันของความคิดที่ไม่มีความสัมพันธ์กันมาก่อนทั้งในด้านความคิดหรือการกระทำ

สรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง กระบวนการคิดที่เกิดจากองค์ประกอบที่สำคัญคือ ความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดลออ ส่งผลให้สามารถคิดและสร้างสรรค์ผลงานใหม่ ๆ ได้

4. วิธีการสอนให้เกิดการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์

วันเพ็ญ จันทร์เจริญ (2544, หน้า 160–163) ได้กล่าวว่า วิธีการการสอนเพื่อให้เกิดการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ว่า ครูเป็นผู้มีบทบาทอย่างยิ่งในการส่งเสริมและพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน ครูไม่อาจจะสอนให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ขึ้นมาได้ทันทีในทำยบทเรียน หรือในเวลาอันสั้น แต่ครูสามารถกระตุ้น ส่งเสริม และพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ได้ ซึ่งมีวิธีการ ดังนี้

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

1.1 ด้านกายภาพ แบ่งได้ 3 ประการ ดังนี้

1.1.1 การจัดพื้นที่ ครูควรจัดพื้นที่ให้สะดวกต่อการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนทั้งเป็นกลุ่มใหญ่ กลุ่มย่อย เป็นคู่ และเป็นรายบุคคล ทั้งนี้ อาจใช้การเลื่อนโต๊ะ เก้าอี้ ฉากกั้น หรือหากเลื่อนไม่ได้ก็ให้นักเรียนเรียนรู้ที่จะสร้างบริเวณทำงานของตนตามที่ครูกำหนดให้

1.1.2 การจัดเก็บสิ่งของในห้องเรียน ควรมีที่เก็บวัสดุอุปกรณ์ส่วนตัวของนักเรียน ซึ่งอาจเป็นชั้น ตู้ กล่อง ชอง ฯลฯ เพื่อฝึกความมีระเบียบวินัยควบคู่กับความคิดสร้างสรรค์

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

1.2 ด้านสติปัญญาครูควรจัดกิจกรรมที่ทำทลายสติปัญญาและความคิดของนักเรียน กิจกรรมควรมีความหลากหลาย ต้องใช้ความพยายามบ้างจึงจะประสบความสำเร็จ และควรเริ่มจากง่ายไปหายาก

1.3 ด้านอารมณ์ แบ่งได้ 3 ประการ คือ

1.3.1 ความรู้สึกปลอดภัย คือการสนับสนุนให้นักเรียนแสดงออกซึ่งความคิดสร้างสรรค์ตามระดับความสามารถของตนเองอย่างมั่นใจและอบอุ่นใจ โดยครูจะไม่นำไปเปรียบเทียบกับผู้อื่นหรือวิพากษ์วิจารณ์

1.3.2 ความพร้อม หมายถึง การนำผลงานของนักเรียนมาจัดแสดงต่อเมื่อนักเรียนผู้เป็นเจ้าของผลงานมีความพร้อมหรือมีความยินยอม เนื่องจากการนำผลงานออกแสดงนั้นจะต้องเสี่ยงกับการถูกประเมินและถูกวิพากษ์วิจารณ์

1.3.3 การให้ข้อมูลย้อนกลับ หมายถึง การที่ครูชื่นชมผลงานหรือการแสดงออกของนักเรียน จะต้องกระทำอย่างสมเหตุสมผล จริงใจ นุ่มนวลและให้ข้อมูลที่ เป็นประโยชน์เกี่ยวกับผลงาน เพื่อเด็กจะได้นำไปประเมินตนเอง

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

- 2.1 ใช้ประโยชน์อย่างอื่นได้หรือไม่
- 2.2 ปรับใช้กับอย่างอื่นได้หรือไม่
- 2.3 เปลี่ยนแปลงให้เป็นอย่างอื่นได้หรือไม่
- 2.4 เพิ่มอย่างอื่นเข้ามาได้หรือไม่
- 2.5 ลดลักษณะบางอย่างลงได้หรือไม่
- 2.6 นำอย่างอื่นมาแทนได้หรือไม่
- 2.7 จัดเรียงใหม่ได้หรือไม่
- 2.8 เปลี่ยนให้อยู่ในลักษณะที่กลับกันได้หรือไม่
- 2.9 รวมเข้ากับสิ่งอื่นได้หรือไม่

3. ข้อเสนอแนะในการสอน มีดังนี้

- 3.1 ใช้วิธีสอนหลาย ๆ วิธีผสมผสานกันตามความเหมาะสม
- 3.2 ใช้วิธีการกลุ่มสัมพันธ์ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้แสดงออก

อารี พันธุ์ณี (2537, หน้า 115-118) อ้างถึงใน วจี ปัญญาใส (2556, หน้า 36)

ได้กล่าวว่า วิธีการสอนให้เกิดการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ จะต้องสอนอย่างต่อเนื่อง โดยผ่านกิจกรรมต่าง ๆ อย่างหลากหลาย ดังนี้

1. สอนให้เกิดจินตนาการ โดยมุ่งส่งเสริมให้เด็กคิดแปลกใหม่ และคิดในสิ่งที่ยังไม่เกิดขึ้น หรือดูเหมือนว่าจะไม่มีทางเป็นไปได้หรือเป็นไปได้ยาก
2. สอนให้เด็กเรียนรู้การสร้างสรรคโดยการกระทำ โดยเน้นการลงมือปฏิบัติจริง คิดจริง ทำจริง และเกิดผลจากการปฏิบัติจริง
3. สอนให้เด็กเรียนรู้วิธีการระดมพลังสมอง ซึ่งถือว่าเป็นการส่งเสริมให้มีความคิดหลายทิศทางคิดได้มากในเวลาจำกัด ซึ่งหลักเกณฑ์ในการระดมความคิดก็คือ
 - 3.1 การประวิงการตัดสินใจ โดยไม่มีการวิพากษ์วิจารณ์ หรือตัดสินความคิดต่อคนอื่น
 - 3.2 การให้อิสระทางความคิด โดยยอมรับความคิดซึ่งกันและกัน ให้โอกาสในการคิดแปลกใหม่
 - 3.3 การส่งเสริมปริมาณความคิด

3.4 การระดมความคิดและปรุงแต่งความคิด ซึ่งจะเป็นการนำเอาความคิดทั้งหมดมาประมวลเข้าด้วยกันและตัดสินใจร่วมกันในการให้คุณค่าความคิดเหล่านั้น

5. วิธีการวัดความคิดสร้างสรรค์

อาร์ พันธ์มณี (2557, หน้า 229–240) ได้กล่าวว่า การวัดความคิดสร้างสรรค์โดยใช้แบบทดสอบ หมายถึง การให้เด็กทำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์มาตรฐาน ซึ่งเป็นผลมาจากการวิจัยเกี่ยวกับธรรมชาติของความคิดสร้างสรรค์ มีทั้งใช้ภาษาและใช้ภาพเป็นสื่อ เพื่อวัดให้เด็กแสดงออกเชิงสร้างสรรค์ ซึ่งแบบทดสอบที่นิยมใช้ ได้แก่ แบบทดสอบของกิลฟอร์ด และแบบทดสอบของทอร์เรนซ์

Torrance, 1965 อ้างถึงใน (ปริยา โคตรสาลี, 2562, หน้า 63–65) ได้กล่าวว่า กรอบของความคิดสร้างสรรค์ไว้ 4 ด้าน ดังนี้

1. ด้านความคล่องในการคิด หมายถึง จำนวนความคิดที่ตอบปัญหาผู้ที่สามารถคิดหาแนวทางแก้ไขปัญหาหรือหาคำตอบได้มาก แสดงว่ามีความคิดคล่อง ในการคิดสูง ฉะนั้นคะแนนความคล่องในการคิดจึงขึ้นอยู่กับจำนวนของผู้ตอบ

2. ด้านจำนวนทิศทางการคิด หมายถึง จำนวนของกลุ่มหรือประเภทของสิ่งที่คิด ผู้ที่สามารถคิดได้หลายทางแสดงว่าสามารถค้นหาแนวทางแก้ไขปัญหา หรือหาคำตอบได้หลายแง่หลายมุม

3. ด้านความคิดริเริ่ม หมายถึง ความคิดที่แปลกใหม่ไม่ซ้ำกับคนส่วนใหญ่

4. ด้านความคิดละเอียดลออ หมายถึง ความสามารถที่จะให้รายละเอียดเพิ่มเติมจากแนวคิดแรก ซึ่งคะแนนนี้จะให้เฉพาะข้อสอบฉบับรูปภาพ บางกิจกรรมเท่านั้น

การวัดความคิดสร้างสรรค์ โดยใช้แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ของ ทอร์เรนซ์ (Torrance Test of Creative Thinking) แบ่งเป็น 3 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์โดยอาศัยภาษาเป็นสื่อ (Thinking Creative with Word) มี 7 กิจกรรม คือ

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

กิจกรรมทั้ง 7 กิจกรรมนี้ จะให้คะแนนความคิดคล่อง ความคิด
ยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม

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

1. การสร้างรูปภาพ (Picture Construction)
2. การต่อเติมรูปภาพ (Picture Completion)
3. เส้น (Lines)

กิจกรรมในส่วนที่ 2 นี้ให้วัดในด้านความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น
ความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดประณีต

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

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1. ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ศิริพร สอาดล้วน (2551, หน้า 28) ได้กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
หมายถึง เป็นผลรวมของมวลประสบการณ์ที่ได้รับจากการเรียนรู้ ในด้านของทักษะความรู้
และความสามารถ ซึ่งผลการเรียนรู้นั้นสามารถแสดงออกมาได้และสามารถที่จะวัดได้

สุพัตรา เกษมเรืองกิจ (2551, หน้า 32) ได้กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
หมายถึง ความรู้ความเข้าใจความสามารถในการแก้ปัญหาและทักษะทางวิชาการรวมทั้ง
สมรรถภาพทางสมองด้านต่าง ๆ ที่ได้จากการอบรมสั่งสอน และวัดได้โดยอาศัยเครื่องมือ
และวิธีการที่หลากหลาย

ปราณี กุลมิน (2560, หน้า 82) ได้กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
หมายถึง คุณลักษณะหรือความสามารถทางสมองของบุคคลที่พัฒนาดีขึ้น ทั้งทางด้าน
ความรู้ ความจำ ทักษะ ความรู้สึก และค่านิยม ซึ่งได้จากการเรียนรู้ประสบการณ์และ
สิ่งต่าง ๆ

กนกภรณ์ เทลินทโชติ (2560, หน้า 18-19) ได้กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการ
เรียน หมายถึง ผลจากความสามารถและพฤติกรรมเฉพาะบุคคลที่ได้มาจากการวัด
ผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนที่เกิดขึ้นในกระบวนการจัดการเรียนการสอน สำหรับตัวชี้วัด

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้มาจากการสังเกตหรือคะแนนที่มีความซับซ้อนและใช้ระยะเวลามากในการศึกษาครั้งนี้กำหนดให้ตัวชี้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือ “คะแนนเฉลี่ย (GPA)”

ชนิดา ทาระเนตร์ (2560, หน้า 27) ได้กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลของความสำเร็จของผู้เรียนในด้านความรู้ ด้านทักษะ และกระบวนการทางด้านความคิดซึ่งทำให้ผู้เรียนมีประสิทธิภาพจากการเรียนรู้หรือการหาความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งสามารถวัดได้ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

สรุป ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลการเรียนรู้ของนักเรียนในด้านความรู้ ด้านทักษะ และกระบวนการทางด้านความคิด ที่สามารถวัดได้ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้โดยอาศัยเครื่องมือ และวิธีการที่หลากหลาย

2. ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ใช้อยู่ในปัจจุบันมีหลายแบบแตกต่างกันไป จะใช้รูปแบบใดก็ควรพิจารณาถึงจุดประสงค์ในการวัดเป็นสำคัญ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำแนกได้ 2 ประเภท ดังนี้ (สุทธิวรรณ พิรศักดิ์โสภณ, 2561, หน้า 2)

1. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่ครูสร้างขึ้นเอง
2. แบบทดสอบมาตรฐาน

ในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ครูสร้างขึ้นเองเพื่อใช้วัดความรู้ความสามารถของนักเรียน จำแนกออกได้ ดังนี้

1. ชนิดที่ผู้สอบเป็นผู้ให้คำตอบ ได้แก่

- 1.1 แบบทดสอบแบบอัตนัย หรือความเรียง (Subjective Test or Essay Test) จำแนกออกเป็น

- 1.1.1 แบบจำกัดคำตอบ (Restricted-Response Type)

- 1.1.2 แบบไม่จำกัดคำตอบ (Unrestricted-Response Type)

- 1.2 แบบทดสอบแบบเติมคำหรือตอบสั้น (Completion or Short-Answer Test)

2. แบบทดสอบชนิดที่ให้ผู้สอบเลือกคำตอบ ได้แก่

- 2.1 แบบทดสอบแบบถูกผิด (True-False Test)

- 2.2 แบบทดสอบแบบจับคู่ (Matching Test)

- 2.3 แบบทดสอบแบบเลือกตอบ (Multiple Choice Test)

3. ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบทดสอบเป็นเครื่องมือ วัดผลชนิดหนึ่ง ที่มีความสำคัญอันจะทำให้ครูได้ทราบถึงพฤติกรรมการเรียนของผู้เรียน และทราบถึงประสิทธิภาพในการจัดการเรียนการสอน การสร้างแบบทดสอบที่ดีมีคุณภาพจึงไม่ใช่ของง่ายนักสำหรับครูผู้ออกข้อสอบ ดังนั้นจึงควรมีขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบ ดังนี้ (สุทธิวรรณ ฬิรคักติโสภณ, 2561, หน้า 2-3)

1. กำหนดจุดมุ่งหมายของการสอบให้แน่ชัดว่าจะสอบเพื่ออะไรสอบกับใคร ในระดับชั้นใด
2. กำหนดลักษณะของสิ่งที่จะวัด ในการสร้างเครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผู้วัดต้องรู้ว่าสิ่งที่ต้องการจะวัดนั้นคืออะไร เช่น ต้องการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วัดจะต้องรู้ว่าในสาระของกลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์นี้มีจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนอย่างไร ประกอบด้วยเนื้อหาใดบ้างต้องการให้ผู้เรียนบรรลุพฤติกรรมใดบ้าง พฤติกรรมเหล่านั้นเป็นอย่างไร ต้องกำหนดให้ชัดเจน ซึ่งอาจศึกษาค้นคว้าจากเอกสาร ตำรา และทฤษฎีต่าง ๆ ได้ในขั้นตอนนั้นเราอาจพิจารณาจากตารางวิเคราะห์หลักสูตรที่ได้ทำไว้แล้ว
3. กำหนดชนิดของเครื่องมือที่ใช้ในการวัด นั้นพิจารณาจากคุณลักษณะของสิ่งที่เราจะวัดว่าคืออะไร ซึ่งดูได้จากตารางวิเคราะห์หลักสูตร และต้องดูด้วยว่าวัดพฤติกรรมใด จะวัดกับใคร ที่ไหน เมื่อไร อย่างไรด้วย เพราะเครื่องมือ ที่ใช้วัดมีหลายชนิด แต่ละชนิดก็เหมาะกับคุณลักษณะที่จะวัดต่างกัน ดังนั้นผู้สร้างต้องรู้ลักษณะของเครื่องมือแต่ละชนิดด้วย
4. เขียนข้อสอบ เมื่อกำหนดได้แล้วถึงชนิดของเครื่องมือที่ใช้วัดผลสัมฤทธิ์ ก็เริ่มลงมือเขียนข้อสอบ โดยเขียนให้สอดคล้องกับคุณลักษณะหรือพฤติกรรมที่ต้องการจะวัดและให้ถูกต้องตามหลักวิชาของการเขียนข้อสอบแต่ละชนิดด้วย
5. ให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาตรวจสอบแก้ไขเมื่อเขียนข้อสอบเสร็จแล้ว ควรให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ ซึ่งผู้เชี่ยวชาญควรประกอบด้วยบุคคล 2 ฝ่าย คือผู้เชี่ยวชาญ ในเนื้อหาสาระวิชา และผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ทางด้านวัดผลเป็นผู้พิจารณา คำถามและคำตอบว่าถูกต้องตามหลักวิชาหรือไม่ ข้อสอบวัดได้ตรงตามจุดประสงค์หรือไม่ อีกทั้งภาษาที่ใช้ในการเขียนข้อสอบถูกต้องตามหลักวิชาหรือไม่
6. การทดลองใช้ข้อสอบหลังจากที่ให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาตรวจสอบแก้ไขแล้ว นำแบบทดสอบไปทดลองใช้แล้วนำผลจากการทดลองมาวิเคราะห์เพื่อหา

คุณภาพ และพัฒนาแบบทดสอบต่อไป ในการทดลองใช้อาจต้องทำหลาย ๆ ครั้งจนสามารถพัฒนาแบบทดสอบได้มีคุณภาพเป็นที่พอใจจึงนำไปใช้จริงในการสอบต่อไป

7. สร้างเกณฑ์ในการแปลความหมายคะแนน เพื่อต้องการบอกให้ทราบว่า ถ้าบุคคลใดสอบได้คะแนนเท่าไร เขาจะเป็นผู้ที่มีความสามารถหรือมีลักษณะพฤติกรรมอย่างไร

8. การเขียนรายงานและคู่มือการใช้ จะทำให้ผู้นำไปใช้ได้รู้ถึงขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบนั้น และรายละเอียดเกี่ยวกับการดำเนินการสอบว่าจะปฏิบัติอย่างไร คะแนนที่แต่ละคนสอบได้จะแปลความหมายอย่างไร ซึ่งจะเป็นข้อมูลให้ผู้เลือกใช้แบบทดสอบได้เหมาะสมกับจุดมุ่งหมายในการสอบด้วย

4. ลักษณะของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ดี

ชวาล แพรัตกุล (2552, หน้า 123-136) ได้กล่าวว่า คุณลักษณะของแบบทดสอบที่ดีไว้ ดังนี้

1. ต้องเที่ยงตรง (Validity) หมายถึง คุณสมบัติที่ทำให้ผู้ใช้บรรลุถึงวัตถุประสงค์แบบทดสอบที่มีความเที่ยงตรงสูง คือ แบบทดสอบที่สามารถทำหน้าที่วัดสิ่งที่เราจะวัดได้อย่างถูกต้องเหมาะสมตามความมุ่งหมาย
2. ต้องยุติธรรม (Fair) คือ โจทย์คำถามทั้งหลายไม่มีช่องทางแนะให้เด็กเดาคำตอบได้ ไม่เปิดโอกาสให้เด็กเกียจคร้านที่จะดูตำราแต่ตอบได้ดี
3. ต้องถามลึก (Searching) วัดความลึกซึ้งของวิทยาการตามแนวตั้งมากกว่าการวัดตามแนวกว้างว่ารู้มากน้อยเพียงใด
4. ต้องยั่วเย้าเป็นเยี่ยงอย่าง (Exemplary) คำถามมีลักษณะท้าทายชักชวนให้คิด เด็กสอบแล้วมีความอยากรู้มากน้อยเพียงใด
5. ต้องจำเพาะเจาะจง (Definite) เด็กอ่านคำถามแล้วต้องเข้าใจแจ่มชัดว่าครูถามถึงอะไรหรือให้คิดอะไรไม่ถามคลุมเครือ
6. ต้องเป็นปรนัย (Objectivity) หมายถึง คุณสมบัติ 3 ประการ คือ
 - 6.1 แจ่มชัดในความหมายของคำตอบ
 - 6.2 แจ่มชัดในวิธีตรวจหรือมาตรฐานการให้คะแนน
 - 6.3 แจ่มชัดในการแปลความหมายของข้อความ
7. ต้องมีประสิทธิภาพ (Efficiency) สามารถให้คะแนนที่เที่ยงตรงและเชื่อถือได้มากที่สุดภายในเวลา แรงงาน และเงินน้อยที่สุดด้วย
8. ต้องยากพอเหมาะ (Difficulty)

9. ต้องมีอำนาจจำแนก (Discrimination) สามารถแยกเด็กออกเป็นประเภทได้ทุกระดับ ตั้งแต่อ่อนสุดถึงแก่สุด

10. ต้องเชื่อมั่นได้ (Reliability) ข้อสอบนั้นสามารถให้คะแนนได้คงที่แน่นอนไม่แปรผัน

สุทธิวรรณ พิศัยโสณ (2561, หน้า 1) ได้กล่าวว่า แบบทดสอบที่ดีมีคุณภาพย่อมทำให้ผลการวัดที่ได้มีความถูกต้อง แต่ถ้าแบบทดสอบมีคุณภาพไม่ดีย่อมทำให้ผลการวัดมีความผิดพลาด ดังนั้นในการวัดผลการศึกษาคุณภาพของเครื่องมือ ย่อมเป็นสิ่งที่ต้องให้ความสนใจเป็นพิเศษ ลักษณะของเครื่องมือวัดผลที่ดีมีหลายประการ ดังนี้

1. ความเที่ยงตรง (Validity) หมายถึง การวัดในสิ่งที่ต้องการจะวัดได้อย่างถูกต้อง

2. ความเชื่อมั่น (Reliability) หมายถึง การวัดที่ให้ผลแน่นอน สม่ำเสมอ คงเส้นคงวา (Consistency) เป็นที่มั่นใจหรือ เชื่อถือในผลที่วัดได้จริง ถึงแม้จะมีการวัดซ้ำอีกผลที่ได้ก็ย่อมแน่นอนไม่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม

3. ความเป็นปรนัย (Objectivity) หมายถึง ความแจ่มชัดของคำถามที่ทำให้ผู้ตอบเข้าใจความหมายได้ถูกต้องตรงกัน ข้อคำถามที่มีความเป็นปรนัยต้องมีคุณสมบัติ 3 ประการ คือ

3.1 ข้อคำถามมีความชัดเจนว่าต้องการถามอะไร

3.2 การตรวจให้คะแนนได้ตรงกันไม่ว่าจะให้ใครตรวจก็ตาม

3.3 คะแนนที่ได้สามารถแปลความหมายได้ตรงกัน

4. อำนาจจำแนก (Discrimination) เป็นความสามารถในการแยกหรือจำแนกบุคคลที่มีคุณลักษณะหรือความสามารถแตกต่างกันออกจากกันได้

5. ความยากพอเหมาะ (Difficulty) เป็นคุณลักษณะของข้อสอบที่ไม่ยากเกินไปหรือง่ายเกินไป

6. วัดอย่างลึกซึ้ง (Searching) หมายความว่า ลักษณะของคำถามวัดได้ครอบคลุมพฤติกรรมที่ต้องการวัด และไม่เป็นคำถามที่วัดแต่เพียงความรู้ความจำอย่างเดียว

7. ยุติธรรม (Fair) เป็นลักษณะของคำถามที่ไม่ถาม เพื่อเปิดโอกาสให้คนกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งหรือ บุคคลใดบุคคลหนึ่งได้เปรียบในการตอบมากกว่าคนในกลุ่มหนึ่งหรือบุคคลหนึ่ง

8. มีความจำเพาะเจาะจง (Definite) ไม่ถามหลายแง่หลายมุมในข้อเดียวกัน และควรถามคำถามเดียวในแต่ละข้อ

5. หลักในการเลือกใช้ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์

Gronlund (1993, pp. 36–37) อ้างถึงใน สุกกิจ โสทัต (2558, หน้า 55) ได้กล่าวว่า หลักการเลือกใช้ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ได้ ดังนี้

1. ควรเลือกชนิดของข้อสอบให้ตรงกับลักษณะของพฤติกรรมหรือผลการเรียนรู้ที่ต้องการจะวัดให้มากที่สุด
2. เขียนข้อสอบที่จะวัดผลการปฏิบัติให้สอดคล้องกับพฤติกรรมหรือผลการเรียนรู้การปฏิบัติ
3. เขียนข้อสอบแต่ละข้อให้ชัดเจน เฉพาะเจาะจงให้มากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้
4. เขียนข้อสอบเพื่อให้วัดพฤติกรรมหรือผลการเรียนรู้ได้โดยไม่ต้องอาศัยเครื่องมือ อุปกรณ์อย่างอื่นช่วย เช่น เขียนข้อสอบโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่วัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาโดยไม่ต้องอาศัยอุปกรณ์ช่วย
5. พยายามป้องกันสิ่งต่าง ๆ ที่ไม่เกี่ยวข้องกับข้อสอบ แต่จะมีผลต่อคำตอบของผู้สอบ เช่น แบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ที่ใช้ภาษาซับซ้อนที่ต้องตีความและยากเกินวัยของผู้สอบ
6. หลีกเลี่ยงคำ ข้อความ หรือร่องรอยต่าง ๆ ที่แนะคำตอบถูก
7. เขียนข้อสอบที่มีความยากง่ายพอเหมาะกับระดับพฤติกรรมหรือการเรียนรู้ที่จะวัดวัยของผู้เรียน และการนำผลการทดลองไปใช้
8. เขียนข้อสอบไว้ล่วงหน้าเพื่อจะได้มีเวลาในการทบทวน ตรวจสอบ และปรับปรุงแก้ไขให้ข้อสอบมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น
9. ควรเขียนข้อสอบไว้ล่วงหน้าเพื่อจะได้มีเวลาในการทบทวน ตรวจสอบ และปรับปรุงแก้ไขให้ข้อสอบมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น
10. ควรเขียนข้อสอบให้มีจำนวนข้อเกินกว่าที่จะต้องการใช้จริง เพราะอาจจะตัดข้อสอบบางข้อที่ไม่เหมาะสมออกในภายหลัง

ประสิทธิภาพของเครื่องมือ

1. ความหมายของประสิทธิภาพของเครื่องมือวิจัย

ฉลองชัย สุรวัฒนบุรณ์ (2546, หน้า 213) ได้กล่าวว่า เครื่องมือ หมายถึง การประเมินผลสื่อการสอนว่าเป็นสิ่งจำเป็นอย่างไรเพื่อเป็นหลักประกัน ว่าสื่อการสอนนี้มี

ประสิทธิผลในการเรียนการสอน โดยจะต้องมีเกณฑ์ประสิทธิภาพของสื่อ ซึ่งได้จากการประเมินผลพฤติกรรมต่อเนื่อง เป็นกระบวนการกับพฤติกรรมขั้นตอนสุดท้าย ซึ่งเป็นผลลัพธ์โดยกำหนดค่าประสิทธิภาพของสื่อเป็น E_1/E_2 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าจะต้องกำหนดเป็นร้อยละของผลเฉลี่ยของคะแนนการทำงาน หรือการประกอบกิจกรรมของผู้เรียนทั้งหมด (E_1) ต่อร้อยละของผลการสอนหลังเรียนของผู้เรียนทั้งหมด (E_2)

กมลพรรณ พยับ (2557, หน้า 6) ได้กล่าวว่า ประสิทธิภาพ (Efficiency) หมายถึง การใช้ทรัพยากรในการดำเนินการใด ๆ ก็ตาม โดยมีสิ่งที่มุ่งหวังความสำเร็จ และผลสำเร็จนั้นได้มาจากการใช้ทรัพยากรน้อยที่สุด และดำเนินการเป็นไปอย่างประหยัดไม่ว่าจะเป็นระยะเวลาในการทำงาน การไหลของกระบวนการทำงาน ทรัพยากร แรงงาน รวมทั้งสิ่งต่าง ๆ ที่ต้องใช้ในการดำเนินการให้เป็นผลสำเร็จและถูกต้อง

อนุพร ทิพย์สิงห์ (2559, หน้า 74) ได้กล่าวว่า ประสิทธิภาพ หมายถึง ความสามารถในการดำเนินงานด้านต่าง ๆ ให้สำเร็จลุล่วงตามจุดหมายที่วางไว้โดยใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ให้เกิดประโยชน์มากที่สุด

สรูป ประสิทธิภาพ หมายถึง ความสามารถในการดำเนินงานด้านต่าง ๆ ให้สำเร็จลุล่วงตามความมุ่งหวังที่คาดหวัง โดยการใช้อย่างมีประสิทธิภาพที่เหมาะสมและเกิดประโยชน์มากที่สุด การหาประสิทธิภาพของเครื่องมือวิจัย หมายถึง คุณภาพของสื่อการสอนที่สร้างขึ้น เพื่อเอื้ออำนวยในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพการเรียนรู้ตามจุดประสงค์ที่ตั้งไว้

2. การหาประสิทธิภาพของเครื่องมือวิจัย

เผชิญ กิจระการ (2544, หน้า 49-50) ได้กล่าวว่า วิธีการนี้จะนำไปทดลองใช้กับกลุ่มนักเรียนเป้าหมายการหาประสิทธิภาพของสื่อ ประสิทธิภาพที่วัดส่วนใหญ่จะพิจารณาจากเปอร์เซ็นต์การทำแบบฝึกหัด หรือกระบวนการเรียนระหว่างเรียน หรือแบบทดสอบย่อยโดยแสดงค่าเป็นตัวเลข 2 ตัว เช่น $E_1/E_2 = 80/80$ เป็นต้น

1. เกณฑ์ 80/80 ในความหมายที่ 1 ตัวเลข 80 ตัวแรก (E_1) คือ นักเรียนทั้งหมดทำแบบฝึกหัดหรือแบบทดสอบย่อยได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 ถือเป็นประสิทธิภาพของกระบวนการ ส่วนตัวเลข 80 ตัวหลัง (E_2) คือ นักเรียนทั้งหมดที่ทำแบบทดสอบหลังเรียนได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 ถือว่าเป็นประสิทธิภาพของผลลัพธ์

2. เกณฑ์ 80/80 ในความหมายที่ 2 ตัวเลข 80 ตัวแรก (E_1) คือ นักเรียนร้อยละ 80 ทำแบบทดสอบหลังเรียนได้คะแนนร้อยละ 80 ทุกคน ส่วนตัวเลข 80 ตัวหลัง (E_2) คือ นักเรียนทั้งหมดที่ทำแบบทดสอบหลังเรียนครั้งนั้นได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80

3. เกณฑ์ 80/80 ในความหมายที่ 3 ตัวเลข 80 ตัวแรก (E_1) คือ จำนวนนักเรียนทั้งหมดทำแบบทดสอบหลังเรียนได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 ส่วนตัวเลข 80 ตัวหลัง (E_2) คือ คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 ที่นักเรียนทำเพิ่มขึ้นจากแบบทดสอบหลังเรียนโดยเทียบกับคะแนนที่ได้ก่อนการเรียน

4. เกณฑ์ 80/80 ในความหมายที่ 4 ตัวเลข 80 ตัวแรก (E_1) คือ นักเรียนทั้งหมดทำแบบทดสอบหลังเรียนได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 ส่วนตัวเลข 80 ตัวหลัง (E_2) คือ นักเรียนทั้งหมดทำแบบทดสอบหลังเรียนแต่ละข้อถูกมีจำนวนร้อยละ 80 (ถ้านักเรียนทำข้อสอบข้อใดถูกมีจำนวนไม่ถึงร้อยละ 80 แสดงว่าสื่อไม่มีประสิทธิภาพและชี้ให้เห็นว่าจุดประสงค์ที่ตรงกับข้อนั้นมีข้อบกพร่อง)

3. วิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพเครื่องมือวิจัย

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2556, หน้า 10-11) ได้กล่าวว่า วิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพ ซึ่งจะกระทำได้ 2 วิธี คือ โดยใช้สูตรและโดยการคำนวณธรรมดา

1. โดยใช้สูตร ต่อไปนี้

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

เมื่อ E_1 คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการ

$\sum X$ คือ คะแนนรวมของแบบฝึกปฏิบัติกิจกรรมหรืองานที่ทำระหว่างเรียนทั้งที่เป็นกิจกรรมในห้องเรียน นอกห้องเรียน หรือออนไลน์

A คือ คะแนนเต็มของแบบฝึกปฏิบัติ ทุกชั้นรวมกัน

N คือ จำนวนผู้เรียน

$$\text{สูตรที่ 2 } E_2 = \frac{\frac{\sum y}{N}}{B}$$

เมื่อ E_2 คือ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

$\sum y$ คือ คะแนนรวมของผลลัพธ์ของการประเมินหลังเรียน

B คือ คะแนนเต็มของการประเมินสุดท้ายของแต่ละหน่วยประกอบด้วยผลการสอบหลังเรียนและคะแนนจากการประเมินงานสุดท้าย

N คือ จำนวนผู้เรียน

การคำนวณหาประสิทธิภาพโดยใช้สูตรดังกล่าวข้างต้น กระทำได้โดยการนำคะแนนรวมแบบฝึกปฏิบัติ หรือผลงานในขณะที่ประกอบกิจกรรมกลุ่ม/เดี่ยว และคะแนนสอบหลังเรียน มาเข้าตารางแล้วจึงคำนวณหาค่า E_1/E_2

2. โดยใช้วิธีการคำนวณโดยไม่ใช้สูตร

หากจำสูตรไม่ได้หรือไม่อยากใช้สูตรผู้ผลิตสื่อหรือชุดการสอนก็สามารถใช้วิธีการคำนวณธรรมดาหาค่า E_1 และ E_2 ได้ ด้วยวิธีการคำนวณธรรมดา

สำหรับค่า E_1 คือ ค่าประสิทธิภาพของงานและแบบฝึกปฏิบัติ กระทำได้โดยการนำคะแนนงานทุกชิ้นของนักเรียนในแต่ละกิจกรรม แต่ละคนมารวมกัน แล้วหาค่าเฉลี่ยและเทียบส่วนโดยเป็นร้อยละ

สำหรับค่า E_2 คือ ประสิทธิภาพผลลัพธ์ของการประเมินหลังเรียนของแต่ละสื่อหรือชุดการสอน กระทำได้โดยการเอาคะแนนจากการสอบหลังเรียนและคะแนนจากงานสุดท้ายของนักเรียนทั้งหมดรวมกันหาค่าเฉลี่ยแล้วเทียบส่วนร้อยละ เพื่อหาค่าร้อยละ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยในประเทศ

อับดุลยามี นะยีซาเดร์, ณัฐวิทย์ พจนตันติ ณรงค์ศักดิ์ รอบคอบ และแววฤดี แวทองรักษ์ (2562, หน้า 170–180) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทาง สะเต็มศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .01

ณัฐชา พัฒนา, นวลจิตต์ เซาว์กิตติพงศ์ และทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์ (2562, หน้า 118–132) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยปรากฏว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษาและนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติไม่แตกต่างกัน 2) ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษาสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้

แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 3) ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อมรรัตน์ จำปาวัตตะ, ถาดทอง ปานศุภวัชร และนิติธาร ชูทรัพย์ (2562, หน้า 59-70) ได้ศึกษาการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง วัสดุและวัตถุ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 78.70/78.46 มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ 75/75 2) ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง วัสดุและวัตถุ โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง วัสดุและวัตถุ โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 4) ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง วัสดุและวัตถุมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด

รพีพล อินสุพรรณ และประสาธน์ เนื่องเฉลิม (2563, หน้า 162-170) ได้ศึกษาการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา ฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยปรากฏ ดังนี้ 1) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนมีคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 70 จำนวน 7 คน วงจรปฏิบัติการที่ 2 การจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ที่ได้พัฒนาปรับปรุงแก้ไขจากวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนมีคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 13 คน 2) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ในวงจรปฏิบัติการ ที่ 1 นักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 5 คน วงจรปฏิบัติการที่ 2 การจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ที่ได้พัฒนาปรับปรุงแก้ไขจากวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 9 คน

สิริยาพร พลเล็ก, อรุณรัตน์ คำแหงพล และกุลวดี สุวรรณไตรย์ (2564, หน้า129-130) ได้ศึกษาการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง เคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ผลการวิจัยพบว่า 1) การจัดการเรียนรู้โดยใช้แผน การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง เรื่อง เคมี

ที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิตมีประสิทธิภาพเท่ากับ 82.86/80.46 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 75/75 ที่กำหนดไว้ 2) ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนสูงกว่า ก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($t = 40.50$) 3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .01 ($t = 33.90$) และ 4) ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อการ จัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงมีความพึงพอใจ เฉลี่ย 4.70 ซึ่งอยู่ในระดับมากที่สุด

2. งานวิจัยต่างประเทศ

Tseng, Chang, Lou, & Chen (2013, pp. 87–102) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับ เจตคติต่อการบูรณาการวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีวิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ (STEM) ในการเรียนรู้แบบโครงการ ผลการศึกษา พบว่ากลุ่มตัวอย่างที่ได้รับ การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยโครงการเป็นฐาน มีเจตคติต่อวิศวกรรมศาสตร์ เปลี่ยนไปอย่างมีนัยสำคัญ จากการสัมภาษณ์ เกือบทั้งหมดแสดงให้เห็นถึงความสำคัญ ของ STEM คือ ความรู้ทักษะและประสบการณ์ทางด้าน STEM จะเป็นประโยชน์ ในการประกอบอาชีพในอนาคตสามารถนำมาใช้เพื่อแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นจริงได้สามารถ สร้างโลกที่มีสิ่งอำนวยความสะดวกเพิ่มมากขึ้น สามารถแสดงให้เห็นถึงความหมาย ของการเรียนรู้และอยากที่จะเรียนรู้เพิ่มขึ้น และส่งผลต่อเจตคติในการประกอบอาชีพ ที่เกี่ยวข้องกับ STEM ในภาคหน้าเพิ่มขึ้นด้วย

Hiong & Osman (2015, pp. 137–147) ได้ศึกษาการสอนแบบบูรณาการ วิชาชีววิทยาเข้ากับเทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ หรือ BTEM เพื่อพัฒนาทักษะ การเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 พบว่า นักเรียนสามารถทำความเข้าใจเกี่ยวกับวิชาชีววิทยา นักเรียนสามารถแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจริง ซึ่งนักเรียนต้องมีการค้นหาแนวทางในการสร้าง สิ่งประดิษฐ์ โดยการออกแบบเชิง วิศวกรรมจะช่วยให้ นักเรียนสามารถแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น การใช้เทคโนโลยีจะช่วยให้ นักเรียนได้ข้อมูลตามที่ต้องการและคณิตศาสตร์ใช้ในการคำนวณ และการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาได้

Ceylan & Ozdilek (2015, pp. 223–228) ได้ศึกษาการพัฒนาตัวอย่างแผน การจัดการสอนวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส ในระดับชั้นมัธยมศึกษา ด้วยรูปแบบ สะเต็มศึกษา สำหรับระบบการศึกษาวิทยาศาสตร์ของประเทศตุรกี ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนที่ระดับนัยสำคัญ .05 ดังนั้นแผนการสอนด้วยบทเรียนตัวอย่างนี้มีผลอย่างมากต่อระดับผลการเรียนของนักเรียน

Barak (2018, pp. 121–144) ได้ศึกษารูปแบบของการออกแบบการแก้ปัญหาของนักเรียนในหลักสูตรหุ่นยนต์ วิชาสะเต็มศึกษา (STEM) และศึกษาการส่งเสริมแรงจูงใจในการเรียนรู้ของนักเรียน ผลจากการศึกษาปรากฏว่า ในการทดสอบความรู้เกี่ยวกับรูปแบบของการออกแบบการแก้ปัญหา มีเพียงบางส่วนเท่านั้นที่มีรูปแบบการคิดที่ซับซ้อนจากการสังเกต การสัมภาษณ์ และในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่นักเรียนทุกคนมีแรงจูงใจสูงในการทำกิจกรรม อย่างไรก็ตามในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้หลักสูตรนี้ควรตระหนักถึงศักยภาพของนักเรียนในการออกแบบอย่างรอบคอบ และควรตระหนักถึงนักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนรู้ต่างกัน นักเรียนเหล่านี้ยังต้องได้รับความรู้เพิ่มเติมและทักษะก่อนที่จะทำกิจกรรมที่ซับซ้อนขึ้น

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังกล่าว สรุปได้ว่า การจัดกระบวนการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ส่งผลให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ของปัญหาจากการได้ลงมือปฏิบัติจริงทำให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ซึ่งมีความคล่องแคล่วในการใช้ทักษะการคิด โดยมีความยืดหยุ่นในการคิด เกิดความคิดริเริ่ม และมีความคิดละเอียดลออ สามารถใช้ในการบูรณาการองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี การออกแบบเชิงวิศวกรรม และความรู้ทางด้านคณิตศาสตร์เพื่อช่วยในการแก้ไขปัญหาได้ ช่วยในการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน อย่างไรก็ตามการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาจะต้องจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ท้าทายเหมาะสมกับวัยและคำนึงถึงความพร้อมของนักเรียนทำให้นักเรียนได้เรียนรู้อย่างเต็มศักยภาพ และยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ให้สูงขึ้น และมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยเรื่อง การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หน่วย การแยกสาร จัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา ผู้วิจัยได้กำหนดวิธีการดำเนินการตามขั้นตอน ดังต่อไปนี้

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

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนธาดุนารายณ์วิทยา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสกลนคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 15 ห้องเรียน รวมจำนวนนักเรียนทั้งหมด 559 คน

2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/2 โรงเรียนธาดุนารายณ์วิทยา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสกลนคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 1 ห้องเรียน นักเรียนทั้งหมด 40 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่ม

แบบแผนการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ใช้แบบแผนการวิจัยแบบกลุ่มเดียว วัดผลก่อนและหลังการทดลอง (One Group Pre-test and Post-test Design) (วาโร เพ็งสวัสดิ์, 2551, หน้า 133) ซึ่งมีแบบแผนการวิจัย ดังตาราง 7

ตาราง 7 แบบแผนของการวิจัยแบบกลุ่มเดียว วัดผลก่อนและหลังการทดลอง
(One Group Pre-test and Post-test Design)

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

T₁ แทน การทดสอบก่อนการทดลอง (Pre-test)

X แทน การจัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา (Treatment)

T₂ แทน การทดสอบหลังการทดลอง (Post-test)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ประกอบด้วยเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา

หน่วย การแยกสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 5 แผน แผนละ 3 ชั่วโมง รวมทั้งหมด 15 ชั่วโมง (ไม่รวมการทดสอบของแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบสอบถามสมรรถนะและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้)

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

2.1 แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อใช้วัด

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

ส่วนที่ 1 แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์โดยอาศัยภาษาเป็นสื่อ (Think Creativity with Word) โดยให้คะแนนความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น

ส่วนที่ 2 แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์โดยอาศัยรูปภาพเป็นสื่อ (Think Creativity with Pictures) โดยให้คะแนนความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดลออ

2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หน่วย การแยกสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

2.3 แบบสอบถามสมรรถนะและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา หน่วย การแยกสารของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้แบบสอบถามเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) โดยวัดการปฏิบัติตนด้านสมรรถนะและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ 13 ด้าน ดังนี้

- 1) ความสามารถในการสื่อสาร 2) ความสามารถในการคิด 3) ความสามารถในการแก้ปัญหา 4) ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต และ 5) ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี
- 6) รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์ 7) ซื่อสัตย์สุจริต 8) มีวินัย 9) ใฝ่เรียนรู้ 10) อยู่อย่างพอเพียง
- 11) มุ่งมั่นในการทำงาน 12) รักความเป็นไทย และ 13) มีจิตสาธารณะ

การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ

ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พร้อมทั้งดำเนินการสร้างเครื่องมือและหาคุณภาพของเครื่องมือตามขั้นตอน ดังนี้

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1.1 การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา

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

1.1.2 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี หลักการ เอกสารการสอน งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา

1.1.3 ศึกษา วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ ความคิดสร้างสรรค์ สมรรถนะและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ วิธีสอน/กิจกรรมการสอน ภาระชิ้นงาน และเครื่องมือวัดประเมินผล ของเนื้อหา วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ ดังตาราง 8

มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์

ตาราง 8 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัวชี้วัด สารการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ ความคิดสร้างสรรค์ สมรรถนะและคุณลักษณะอันพึงประสงค์
วิธีสอน/กิจกรรม ภาระงาน/ชิ้นงาน และเครื่องมือวัดประเมินผล

ตัวชี้วัด	สารการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	ความคิดสร้างสรรค์	สมรรถนะและคุณลักษณะอันพึงประสงค์	วิธีสอน/กิจกรรม	ภาระงาน/ชิ้นงาน	เครื่องมือ/การวัดผล
ว 2.1 ม.2/1 อธิบายการแยกสารผสมโดยระเหยแห้งการตกผลึก การกลั่นอย่างง่าย ไครมาโทกราฟีแบบกระดาษ การสกัดด้วย ตัวทำละลายโดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์	การแยกสาร ผสมโดย - การระเหยแห้ง - การตกผลึก - การกลั่น อย่างง่าย - ไครมาโทกราฟีแบบกระดาษ - การสกัดด้วย ตัวทำละลาย	อธิบาย การแยกสารโดยการระเหยแห้ง การตกผลึก การกลั่นอย่างง่าย ไครมาโทกราฟีแบบกระดาษการสกัดด้วย ตัวทำละลาย	1. ความคิดคล่องแคล่ว 2. ความคิดยืดหยุ่น 3. ความคิดริเริ่ม 4. ความคิดละเอียดลออ	สมรรถนะสำคัญ 1. ความสามารถในการสื่อสาร 2. ความสามารถในการคิด 3. ความสามารถในการแก้ปัญหา 4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต	จัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา	1. ใบงาน / ใบกิจกรรม 2. ชิ้นงาน	1. แบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 2. แบบทดสอบ วัดความคิดสร้างสรรค์ 3. แบบสอบถามสมรรถนะและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

ตาราง 8 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์ การเรียนรู้	ความคิด สร้างสรรค์	สมรรถนะและ คุณลักษณะ อันพึงประสงค์	วิธีสอน/ กิจกรรม	ภาระงาน/ ชิ้นงาน	เครื่องมือ/ การวัดผล
				คุณลักษณะ อันพึงประสงค์ 1. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์ 2. มีวินัย 3. ใฝ่เรียนรู้ 4. มุ่งมั่นในการ ทำงาน 5. มีจิตสาธารณะ			

ตาราง 8 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	ความคิดสร้างสรรค์	สมรรถนะและคุณลักษณะอันพึงประสงค์	วิธีสอน/กิจกรรม	ภาระงาน/ชิ้นงาน	เครื่องมือ/การวัดผล
ว 2.1 ม.2/2 แยกสารโดย การระเหยแห้ง การตกผลึก การกลั่นอย่าง ง่าย โครมา โทกราฟี แบบกระดาษ การสกัดด้วย ตัวทำละลาย	การแยกสารผสมโดย - การระเหยแห้ง - การตกผลึก - การกลั่น อย่างง่าย - โครมาโทกราฟี แบบกระดาษ - การสกัดด้วย ตัวทำละลาย	แยกสารโดย การระเหย แห้ง การตกผลึก การกลั่นอย่างง่าย โครมาโทกราฟี แบบกระดาษ การสกัดด้วย ตัวทำละลาย	1. ความคิด คล่องแคล่ว 2. ความคิด ยืดหยุ่น 3. ความคิด ริเริ่ม 4. ความคิด ละเอียดลออ	สมรรถนะสำคัญ 1. ความสามารถ ในการสื่อสาร 2. ความสามารถ ในการคิด 3. ความสามารถ ในการแก้ปัญหา 4. ความสามารถ ในการใช้ทักษะ ชีวิต	จัดการเรียนรู้ โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็ม ศึกษา	1. ใบงาน / ใบกิจกรรม 2. ชิ้นงาน	1. แบบทดสอบ วัด ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 2. แบบทดสอบ วัด ความคิดสร้างสรรค์ 3. แบบสอบถาม สมรรถนะและ คุณลักษณะ อันพึงประสงค์

ตาราง 8 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์ การเรียนรู้	ความคิด สร้างสรรค์	สมรรถนะและ คุณลักษณะ อันพึงประสงค์	วิธีสอน/ กิจกรรม	ภาระงาน/ ชิ้นงาน	เครื่องมือ/ การวัดผล
				คุณลักษณะ อันพึงประสงค์ 1. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์ 2. มีวินัย 3. ใฝ่เรียนรู้ 4. มุ่งมั่นในการ ทำงาน 5. มีจิตสาธารณะ			

ตาราง 8 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	ความคิดสร้างสรรค์	สมรรถนะและคุณลักษณะอันพึงประสงค์	วิธีสอน/กิจกรรม	ภาระงาน/ชิ้นงาน	เครื่องมือ/การวัดผล
ว 2.1 ม.2/3 นำวิธีการแยกสารไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันโดยบูรณาการวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีวิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์	วิธีการแยกสารใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน	บอกวิธีการแยกสารไปใช้แก้ปัญหา ในชีวิตประจำวันโดยบูรณาการวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีวิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์	1. ความคิด คล่องแคล่ว 2. ความคิด ยืดหยุ่น 3. ความคิด ริเริ่ม 4. ความคิด ละเอียดลออ	สมรรถนะสำคัญ 1. ความสามารถในการสื่อสาร 2. ความสามารถในการคิด 3. ความสามารถในการแก้ปัญหา 4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต	จัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา	1. ใบงาน / ใบกิจกรรม 2. ชิ้นงาน	1. แบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 2. แบบทดสอบ วัดความคิดสร้างสรรค์ 3. แบบสอบถามสมรรถนะและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

ตาราง 8 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์ การเรียนรู้	ความคิด สร้างสรรค์	สมรรถนะและ คุณลักษณะ อันพึงประสงค์	วิธีสอน/ กิจกรรม	ภาระงาน/ ชิ้นงาน	เครื่องมือ/ การวัดผล
				คุณลักษณะ อันพึงประสงค์ 1. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์ 2. มีวินัย 3. ใฝ่เรียนรู้ 4. มุ่งมั่นในการ ทำงาน 5. มีจิตสาธารณะ			

1.1.4 ศึกษาวิเคราะห์รายละเอียด และจุดประสงค์การเรียนรู้ ของ เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ หน่วย การแยกสาร จากหนังสือวิทยาศาสตร์ระดับ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สามารถกำหนดหัวข้อได้ ดังนี้

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

1.1.5 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 5 แผน จำนวน 15 ชั่วโมง และทำการทดสอบ ก่อนเรียนและหลังเรียน 2 ชั่วโมง ซึ่งผู้วิจัยได้วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างแผนการ จัดการเรียนรู้กับความคิดสร้างสรรค์ด้านความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดลออ มีรายละเอียด แสดงในตาราง 9

ตาราง 9 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างแผนการจัดการเรียนรู้กับความคิดสร้างสรรค์

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

ในแต่ละแผนการจัดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ประกอบด้วยมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ ด้านความรู้ ด้านทักษะกระบวนการ ด้านสมรรถนะและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ กระบวนการจัดการเรียนรู้ สื่ออุปกรณ์ และแหล่งเรียนรู้ ชิ้นงาน/ภาระงาน การวัดและการประเมินผล และเครื่องมือที่ใช้ในการประเมิน

1.1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนำเสนอต่อ

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อพิจารณาตรวจสอบความถูกต้อง ความเที่ยงตรง ด้านเนื้อหา ภาษา และรูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช่ว่าสอดคล้องกับจัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา หรือไม่ เพียงใด จากนั้นนำมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

1.1.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้ หน่วย การแยกสาร ที่ปรับปรุงแก้ไข

แล้วนำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง เที่ยงตรง เหมาะสม และสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา กระบวนการจัดการเรียนรู้ สื่อและแหล่งเรียนรู้ การวัดและประเมินผล โดยมีผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน (ภาคผนวก ก) ดังนี้

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วุฒิชัย รสชาติ อาจารย์ประจำ

สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

2. นางรัชณี วรรณสิริ ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนธาตุนารายณ์วิทยา

3. นายธนกร อุทัยดา ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระ

การเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนธาตุนารายณ์วิทยา

โดยให้ผู้เชี่ยวชาญลงความเห็นและให้คะแนน ดังนี้ (บุญชม

ศรีสะอาด, 2545, หน้า 64-69)

ให้คะแนนเป็น +1 เมื่อเห็นว่าแผนการจัดการเรียนรู้เหมาะสม สอดคล้องกับจุดประสงค์

ให้คะแนนเป็น 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าแผนการจัดการเรียนรู้ เหมาะสมสอดคล้องกับจุดประสงค์

ให้คะแนนเป็น -1 เมื่อแน่ใจว่าแผนการจัดการเรียนรู้ไม่ เหมาะสมสอดคล้องกับจุดประสงค์

นำผลคะแนนจากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้กับจุดประสงค์ (Index of Item-Objective

Congruence: IOC) โดยค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไปถือว่ามีความสอดคล้องระหว่างแผนการจัดการเรียนรู้กับจุดประสงค์ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง เท่ากับ 1.00 ทุกแผน

(ภาคผนวก ข)

1.1.8 ปรับแผนการจัดการเรียนรู้ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญในด้านความชัดเจนของข้อความถาม และเวลาที่กำหนดให้นักเรียนทำกิจกรรมในแต่ละชั่วโมง

1.1.9 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ เสนอต่อกomiteeกรรมการที่ปรึกษา เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมอีกครั้ง แล้วนำไปหาค่าเฉลี่ยของคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้ของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 คน โดยใช้แบบประเมินที่มีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ตามวิธีของ ลิเคิร์ท (บุญชุม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 69-71) ซึ่งมีคุณภาพเป็น 5 ระดับ ดังนี้

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

เกณฑ์และการแปลความหมาย

ค่าเฉลี่ย 4.51-5.00 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.51-4.50 หมายถึง เหมาะสมมาก

ค่าเฉลี่ย 2.51-3.50 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.51-2.50 หมายถึง เหมาะสมน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00-1.50 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

โดยคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 5 แผน มีค่าเฉลี่ย 5.00

มีความเหมาะสมมากที่สุด (ภาคผนวก ข)

1.1.10 นำแผนการจัดการเรียนรู้ หน่วย การแยกสาร ที่ผ่านผู้เชี่ยวชาญ ประเมินและปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปทดลองใช้ (Try Out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนธาตุนารายณ์วิทยา ปีการศึกษา 2566 ที่ไม่ใช้กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 39 คน เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของเนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ แล้วทำการปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ให้สมบูรณ์

1.1.11 จัดทำเป็นฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปทดลองสอนกับกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนธาตุนารายณ์วิทยา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 40 คน

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

2.1 สร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์

ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ขึ้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีขั้นตอน ดังนี้

2.1.1 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี หลักการ เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ในเนื้อหาที่เกี่ยวข้อง เพื่อใช้เป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบ วัดความคิดสร้างสรรค์

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

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

- 1) เขียนสาเหตุที่เป็นไปได้ถึงเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น
- 2) เขียนผลที่เป็นไปได้ของเหตุการณ์
- 3) เขียนประโยชน์พิเศษของสิ่งของที่กำหนดให้กิจกรรมทั้ง 3

กิจกรรมนี้ ให้คะแนนความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น

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

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

กิจกรรมทั้ง 3 กิจกรรมนี้ เป็นแบบทดสอบโดยการให้คะแนนความคิดริเริ่ม ความคิดละเอียดลออ นำไปใช้ในการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

ดังตาราง 10

ตาราง 10 วิเคราะห์โครงสร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์

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

หมายเหตุ เครื่องหมาย ✓ แสดงถึงองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ที่มีอยู่ในแบบทดสอบ

2.1.3 ผู้วิจัยได้สร้างเกณฑ์ในการตรวจให้คะแนนแบบทดสอบ

วัดความคิดสร้างสรรค์ โดยเน้นความสามารถในการคิดหา

คำตอบในปริมาณที่มาก ความสามารถในการแก้ปัญหาได้หลากหลาย ความสามารถ
ทางการคิดแปลกใหม่ ไม่ซ้ำใคร และมีความละเอียดลออในผลงาน ชิ้นงาน ซึ่งแนวการ
ตรวจให้คะแนนของผู้วิจัย มีดังนี้

เกณฑ์การให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์

การให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์จะพิจารณาจากเกณฑ์การให้คะแนนที่กำหนด โดยทอแรนซ์ ซึ่งแต่ละรายการจะได้รับคะแนนสูงสุด 4 คะแนน ดังตาราง 11 และเกณฑ์การพิจารณาระดับความคิดสร้างสรรค์ ดังตาราง 12

ตาราง 11 เกณฑ์การให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์

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

ตาราง 12 เกณฑ์การพิจารณาระดับความคิดสร้างสรรค์

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

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

2.1.4 ตรวจสอบความถูกต้องของแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ และเกณฑ์ในการตรวจให้คะแนนแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ ด้านความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดลออ

2.1.5 นำแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เสนอคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อพิจารณาตรวจสอบความถูกต้อง ของขั้นตอนและ กิจกรรมต่าง ๆ ให้คำแนะนำเพื่อการแก้ไขปรับปรุงให้แบบทดสอบ วัดความคิดสร้างสรรค์ มีความถูกต้องสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

2.1.6 นำแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ที่ประเมินแล้ว พร้อม แบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม จำนวน 3 คน เพื่อทำการประเมิน แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ โดยให้ผู้เชี่ยวชาญลงความเห็นและใช้คะแนน ดังนี้ ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา วิเคราะห์ความสอดคล้องในด้านความสัมพันธ์ ความเหมาะสม ของเกณฑ์การให้คะแนน และภาษาที่ใช้

ให้คะแนนเป็น +1 เมื่อเห็นว่าแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ เหมาะสมสอดคล้องกับจุดประสงค์

ให้คะแนนเป็น 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าแบบทดสอบวัดความคิด สร้างสรรค์เหมาะสมกับสอดคล้องกับจุดประสงค์

ให้คะแนนเป็น -1 เมื่อแน่ใจว่าแบบทดสอบวัดความคิด สร้างสรรค์ไม่เหมาะสมสอดคล้องกับจุดประสงค์

นำคะแนนมาหาค่า IOC โดยค่า IOC ตั้งแต่ 0.5–1.00 ถือว่ามี ความสอดคล้อง

2.1.7 นำแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง การแยกสาร ได้รับการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญแล้ว มาปรับปรุงแก้ไขให้มีความถูกต้องสมบูรณ์ จากนั้น

นำไปทดลองสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนธาดุนารายณ์วิทยา
ปีการศึกษา 2566 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 39 คน เพื่อวิเคราะห์คุณภาพของ
แบบทดสอบ

2.1.8 นำผลการทดสอบของนักเรียนมาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น
ของแบบทดสอบ โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient) ตามวิธีของครอนบาค
ได้ค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.80 (ภาคผนวก ข)

2.1.9 นำแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ที่ได้ไปจัดพิมพ์ เป็น
แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ที่สมบูรณ์ เพื่อนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/2 โรงเรียนธาดุนารายณ์วิทยา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566
จำนวน 40 คน

2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จัดการเรียนรู้โดยใช้
Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา หน่วย การแยกสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เป็น
แบบอิงเกณฑ์ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

2.2.1 ศึกษาสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และตัวชี้วัดของระดับ
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนธาดุนารายณ์วิทยา อำเภอเมือง
จังหวัดสกลนคร และหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับ
ปรับปรุง พ.ศ. 2560) ขั้นตอนและวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
จากหนังสือเทคนิคการเขียนข้อสอบของ สมนึก ภัททิยธนี (2544, หน้า 11-20)

2.2.2 วิเคราะห์หลักสูตรกำหนดสาระการเรียนรู้ ตัวชี้วัด กลุ่มสาระ
การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และจำนวนแบบทดสอบ หน่วย การแยกสาร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
จากนั้นสร้างแบบทดสอบให้ครอบคลุมเนื้อหาสาระการเรียนรู้ที่วัดพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย
ทั้ง 6 ด้าน เป็นแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ เพื่อคัดเลือกได้
ใช้จริง 30 ข้อ ดังตาราง 13

ตาราง 13 วิเคราะห์โครงสร้าง ความสัมพันธ์ระหว่างตัวชี้วัดกับพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย
ในแต่ละด้านของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หน่วย การแยกสาร

ตัวชี้วัด	พฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย ที่ต้องการวัด 6 ด้าน						รวม
	ด้านความจำ	ด้านความเข้าใจ	ด้านการประยุกต์ใช้	ด้านการวิเคราะห์	ด้านการประเมินค่า	ด้านการคิดสร้างสรรค์	
1) อธิบายการแยกสารผสมโดยการระเหยแห้ง การตกผลึก การกลั่นอย่างง่าย โครมาโทกราฟีแบบกระดาษ การสกัดด้วยตัวทำละลายโดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์	6	4	2	0	3	0	15
2) แยกสารผสมโดยการระเหยแห้ง การตกผลึก การกลั่นอย่างง่าย โครมาโทกราฟีแบบกระดาษ การสกัดด้วยตัวทำละลาย	4	1	3	4	1	0	13
3) บอกวิธีการแยกสารไปใช้แก้ปัญหา ในชีวิตประจำวันโดยบูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์	0	0	5	1	1	5	12
รวมจำนวนข้อ	10	5	10	5	5	5	40

2.2.3 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สร้างขึ้นเสนอคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบและเสนอแนะปรับปรุงแบบทดสอบให้เหมาะสม

2.2.4 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ประเมินแล้ว พร้อมแบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม 3 คน เพื่อทำการประเมินแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยให้ผู้เชี่ยวชาญลงความคิดเห็นและให้คะแนนดังนี้

ให้คะแนนเป็น +1 เมื่อเห็นว่าแบบทดสอบเหมาะสมสอดคล้องกับจุดประสงค์

ให้คะแนนเป็น 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าแบบทดสอบเหมาะสมสอดคล้องกับจุดประสงค์

ให้คะแนนเป็น -1 เมื่อแน่ใจว่าแบบทดสอบเหมาะสมสอดคล้องกับจุดประสงค์

2.2.5 นำคะแนนมาหาค่า IOC โดยค่า IOC ตั้งแต่ 0.5–1.00 ถือว่ามีความสอดคล้อง

2.2.6 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนธาดุนารายณ์วิทยา ปีการศึกษา 2566 ที่ไม่ใช้กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 39 คน เพื่อวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบ

2.2.7 นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) โดยคัดเลือกข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ ค่าความยากอยู่ในช่วง 0.20–0.80 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป ผู้วิจัยได้คัดเลือกข้อสอบที่เข้าเกณฑ์ไว้ทั้งหมดจำนวน 30 ข้อ นำข้อสอบที่คัดเลือก 30 ข้อ ไปวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน ได้ค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.86 ซึ่งผลการวิเคราะห์ระดับค่าความยาก (p) อยู่ในช่วง 0.32–0.73 และค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ในช่วง 0.36–0.55 (ภาคผนวก ข)

2.2.8 จัดพิมพ์แบบทดสอบฉบับสมบูรณ์ จำนวน 30 ข้อ นำไปใช้ในการศึกษาวิจัยกับกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/2 โรงเรียนธาดุนารายณ์วิทยา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 40 คน

2.3 การสร้างแบบสอบถามสมรรถนะและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

การสร้างแบบสอบถามสมรรถนะและคุณลักษณะอันพึงประสงค์
ของนักเรียน มีขั้นตอน ดังนี้

2.3.1 ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการสร้างแบบสอบถามสมรรถนะและ
คุณลักษณะอันพึงประสงค์ โดยสร้างแบบสอบถามสมรรถนะและคุณลักษณะอันพึงประสงค์
แบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) เป็น 3 ระดับ ดังนี้

ปฏิบัติได้มาก ได้ 3 คะแนน

ปฏิบัติได้ปานกลาง ได้ 2 คะแนน

ปฏิบัติได้น้อย ได้ 1 คะแนน

โดยผู้วิจัยกำหนดไว้ 13 ด้าน คือ 1) ความสามารถในการสื่อสาร
2) ความสามารถในการคิด 3) ความสามารถในการแก้ปัญหา 4) ความสามารถในการใช้
ทักษะชีวิต และ 5) ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี 6) รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์ 7) ซื่อสัตย์
สุจริต 8) มีวินัย 9) ใฝ่เรียนรู้ 10) อยู่อย่างพอเพียง 11) มุ่งมั่นในการทำงาน 12) รักความ
เป็นไทย และ 13) มีจิตสาธารณะ ตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบถามสมรรถนะและ
คุณลักษณะอันพึงประสงค์เพื่อพิจารณาความเหมาะสม ความชัดเจนของการปฏิบัติตน
และความสอดคล้องระหว่างข้อความกับเนื้อหา

2.3.2 นำแบบสอบถามสมรรถนะและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ที่
ผู้วิจัยสร้างขึ้น เสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

2.3.3 นำแบบสอบถามสมรรถนะและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ที่
ผู้วิจัยสร้างขึ้น เสนอต่อ ผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม จำนวน 3 คน เพื่อประเมินความเที่ยงตรง
เชิงเนื้อหา วิเคราะห์ความสอดคล้องในด้านความสัมพันธ์ ความเหมาะสมของข้อความถาม
และภาษาที่ใช้

ให้คะแนนเป็น +1 เมื่อเห็นว่าแบบสอบถามเหมาะสม
สอดคล้องกับจุดประสงค์

ให้คะแนนเป็น 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าแบบสอบถามเหมาะสม
สอดคล้องกับจุดประสงค์

ให้คะแนนเป็น -1 เมื่อแน่ใจว่าแบบสอบถามไม่เหมาะสม
สอดคล้องกับจุดประสงค์

2.3.4 นำคะแนนมาหาค่า IOC โดยค่า IOC ตั้งแต่ 0.5–1.00 ถือว่า
มีความสอดคล้อง

2.3.5 นำแบบสอบถามสมรรถนะและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ที่วิเคราะห์หาคุณภาพแล้วจัดพิมพ์เพื่อนำไปเก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง โดยทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/2 ที่กำลังศึกษาในปีการศึกษา 2566 ภาคเรียนที่ 2 โรงเรียนธาดุนารายณ์วิทยา จำนวน 40 คน ได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1.1 ดำเนินการขอจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ต่อคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร หมายเลขสำคัญโครงการ คือ HE 66-104

1.2 จัดทำหนังสือขอความอนุเคราะห์ในการเก็บข้อมูลจากมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ไปยังโรงเรียนธาดุนารายณ์วิทยา ซึ่งเป็นโรงเรียนกลุ่มตัวอย่าง ประสานงานกับผู้บริหารโรงเรียน เพื่อกำหนด วัน เวลา ในการทดลอง

1.3 ครูชี้แจงอธิบายวิธีการเรียนโดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา หน่วย การแยกสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ให้นักเรียนเข้าใจ

1.4 ทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) โดยใช้แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์จำนวน 6 ข้อ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 30 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นก่อนที่จะดำเนินการสอน

1.5 ดำเนินการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา หน่วย การแยกสาร ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยผู้วิจัยจัดการเรียนการสอนด้วยตนเอง

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

1.7 เมื่อสิ้นสุดการสอนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้แล้ว จึงทำการประเมินสมรรถนะและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ เป็นการวัดพฤติกรรมการปฏิบัติของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา

1.8 ผู้วิจัยนำผลคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูล สรุปผล และอภิปรายผลต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. วิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนระหว่างเรียน แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบสอบถามสมรรถนะและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา หน่วย การแยกสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
2. วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา หน่วย การแยกสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยหาประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) ตามเกณฑ์ 80/80 ที่ตั้งไว้
3. การวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา หน่วย การแยกสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ระหว่างคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้สถิติทดสอบค่าที่แบบไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test for Dependent Sample)
4. การวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา หน่วย การแยกสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ระหว่างคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้สถิติทดสอบค่าที่แบบไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test for Dependent Sample)
5. การวิเคราะห์แบบสอบถามสมรรถนะและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา หน่วย การแยกสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 แบบสอบถามชนิดแบบมาตราส่วนประมาณค่า 3 ระดับ

สถิติที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้มีสถิติที่ใช้ในการวิจัย ดังนี้

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

1.1 ค่าร้อยละ (Percentage) หาได้จากการเทียบความถี่หรือจำนวนที่ต้องการกับความถี่หรือจำนวนทั้งหมดที่เทียบเป็น 100 ดังนี้

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

เมื่อ P แทน ร้อยละ

f แทน ความถี่ที่ต้องการแปลงให้เป็นร้อยละ

N แทน จำนวนความถี่ทั้งหมด

1.2 ค่าเฉลี่ย (Arithmetic Mean) หรือตัวกลางเลขคณิตหรือคะแนนเฉลี่ย
จากสูตร

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

เมื่อ $\bar{x}$ แทน ค่าเฉลี่ย

$\sum x$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

1.3 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation: S.D.)

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

เมื่อ S.D. แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\sum x$ แทน ผลรวมทั้งหมดของคะแนน

$\sum x^2$ แทน ผลรวมของคะแนนยกกำลังสอง

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

2. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์หาคุณภาพของเครื่องมือ

2.1 หาค่าดัชนีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ระหว่างแผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบสอบถามสมรรถนะและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของนักเรียนกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและเนื้อหา (IOC) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2540, หน้า 183-185) ดังนี้

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับ
วัตถุประสงค์กับเนื้อหาหรือระหว่างข้อสอบ
กับวัตถุประสงค์

$\sum R$ แทน ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด
N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

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

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

เมื่อ p แทน ระดับความยาก

R แทน จำนวนผู้ตอบถูกทั้งหมด

N แทน จำนวนคนในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ

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

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

เมื่อ r แทน ค่าอำนาจจำแนกรายข้อของแบบทดสอบ

n_1 แทน จำนวนคนรอบรู้หรือสอบผ่านเกณฑ์

n_2 แทน จำนวนคนไม่รอบรู้หรือสอบไม่ผ่านเกณฑ์

U แทน จำนวนคนรอบรู้หรือสอบผ่านเกณฑ์ที่ตอบถูก

L แทน จำนวนคนไม่รอบรู้หรือสอบไม่ผ่านเกณฑ์ที่ตอบถูก

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

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

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

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

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

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

3. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

ทดสอบสมมติฐานข้อที่ 1 หาประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา โดยใช้สูตรในการคำนวณ E_1/E_2 (เพชญา กิจระการ, 2544, หน้า 49-51) ดังนี้

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

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

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

เมื่อ E_2 แทน ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

ΣY แทน ผลรวมของคะแนนจากแบบทดสอบหลังเรียน
ของนักเรียนทุกคน

N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

B แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบระหว่างเรียน

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

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

เมื่อ t แทน ค่าสถิติที่จะใช้เปรียบเทียบกับค่าวิกฤติ
เพื่อทราบความมีนัยสำคัญ

D แทน ค่าผลต่างระหว่างคู่คะแนน

n แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่างหรือจำนวนคู่คะแนน

ทดสอบสมมติฐานข้อที่ 4 โดยหาค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ของแบบสอบถามสมรรถนะและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของนักเรียนที่มีต่อการเรียน
โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสะสมเต็มศึกษา หน่วย การแยกสาร
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของกลุ่มเป้าหมายครบทุกหน่วย แล้วนำค่าคะแนนเฉลี่ย
มาเทียบกับเกณฑ์ 3 ระดับ ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 2.51–3.00 หมายถึง เหมาะสมมาก

ค่าเฉลี่ย 2.01–2.50 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.00–2.00 หมายถึง เหมาะสมน้อย

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการวิจัย เรื่อง การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หน่วย การแยกสาร จัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา ซึ่งผู้วิจัยขอนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

2. ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล

3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 1 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

ตอนที่ 2 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

สัญลักษณ์ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการทดลอง และการแปลความหมายของการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกัน ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลดังต่อไปนี้

N แทน จำนวนนักเรียน

$\bar{X}$ แทน คะแนนเฉลี่ย

S.D. แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

E_1 แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา

E_2 แทน ประสิทธิภาพผลลัพธ์ที่เกิดจากแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา

D แทน ผลต่างระหว่างคู่คะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน

ΣD^2 แทน ผลรวมของผลต่างของคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน
ยกกำลังสอง

t แทน ค่าสถิติที่จะใช้เปรียบเทียบกับค่าวิกฤติ

** แทน ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ขั้นตอนในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัย เรื่อง การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หน่วย การแยกสาร จัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับ
สะเต็มศึกษา ผู้วิจัยขอนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

1. ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้
Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา หน่วย การแยกสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80
2. ผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
หน่วย การแยกสาร ก่อนเรียนและหลังเรียน จัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา
3. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 2 หน่วย การแยกสาร ก่อนเรียนและหลังเรียน จัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับ
สะเต็มศึกษา
4. ผลการศึกษาสมรรถนะและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีการจัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการการวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งผู้วิจัยได้นำเสนอ
ผลการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 2 ตอน ตามความมุ่งหมายของการวิจัย ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

1. ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้
Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา หน่วย การแยกสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

จากการจัดการเรียนรู้โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับ
 สะเต็มศึกษา หน่วย การแยกสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/2 โรงเรียนธาตุ
 นารายณ์วิทยา ผู้วิจัยได้พัฒนากับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างจำนวน 40 คน หาประสิทธิภาพ
 ของกระบวนการ (E_1) โดยหาค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ได้จาก
 การทำใบกิจกรรม ชิ้นงาน และแบบทดสอบหลังเรียนประจำแผนการจัดการเรียนรู้
 ทั้ง 5 แผน และหาค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) โดยหาค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของ
 นักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ และแบบทดสอบ
 วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ปรากฏผลดังตาราง 14-19

ตาราง 14 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) ของการจัดการเรียนรู้
 โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา หน่วย การแยกสาร ของนักเรียน
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

แผนการจัดการเรียนรู้	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S.D.	ร้อยละ
แผนที่ 1. การระเหยแห้ง	20	16.40	0.98	82.00
แผนที่ 2. การตกผลึก	20	16.20	1.20	81.00
แผนที่ 3. การกลั่นอย่างง่าย	20	16.13	0.85	80.63
แผนที่ 4. โครมาโทกราฟีแบบ กระดาษ	20	14.90	1.01	74.50
แผนที่ 5. การสกัดด้วยตัวทำละลาย	20	17.35	0.77	86.75
แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน หลังเรียนประจำ แผนการจัดการเรียนรู้	100	81.90	3.51	81.90
รวม	200	162.88	4.26	81.44

จากตาราง 14 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) ของการ
 จัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา หน่วย การแยกสาร ของนักเรียน
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยหาค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ได้จาก

การทำใบกิจกรรม ชิ้นงานและแบบทดสอบหลังเรียนประจำแผนการจัดการเรียนรู้
ทั้ง 5 แผน คะแนนเต็ม 200 คะแนน พบว่า คะแนนเฉลี่ยรวม เท่ากับ 162.88
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.26 คิดเป็นร้อยละ 81.44 ดังนั้น ประสิทธิภาพ
ของกระบวนการ (E_1) ของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเท่ากับ 81.44

ตาราง 15 ผลการวิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) ของการจัดการเรียนรู้
โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา หน่วย การแยกสาร ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

แบบทดสอบ	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S.D.	ร้อยละ
แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์	100	80.63	9.29	80.63
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	30	24.93	1.05	83.08
รวม	130	105.55	9.49	81.19

จากตาราง 15 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_1) ของการ
จัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา หน่วย การแยกสาร ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยหาค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ได้จาก
การทำแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
หลังการทดลองเสร็จสิ้นลง พบว่า คะแนนเฉลี่ยรวม เท่ากับ 105.55 ส่วนเบี่ยงเบน
มาตรฐานเท่ากับ 9.49 คิดเป็นร้อยละ 81.19 ดังนั้น ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) ของการ
จัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา เท่ากับ 81.19

ตาราง 16 ผลการวิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้ (E_1/E_2) ของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา หน่วย การแยกสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

กระบวนการ/ผลลัพธ์	N	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S.D.	ร้อยละ
ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1)	40	200	162.88	4.26	81.44
ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2)	40	130	105.55	9.49	81.19
E_1/E_2 เท่ากับ 81.44/81.19					

จากตาราง 16 ผลการวิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา หน่วย การแยกสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามเกณฑ์ 80/80 พบว่า ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) คิดเป็นร้อยละ 81.44 และ ประสิทธิภาพผลลัพธ์ (E_2) คิดเป็นร้อยละ 81.19 ดังนั้น การจัดการเรียนรู้ โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น มีประสิทธิภาพ 81.44/81.19 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้

2. ผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หน่วย การแยกสาร ก่อนเรียนและหลังเรียน จัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา ผลการวิเคราะห์ดังตาราง 17

ตาราง 17 ผลการเปรียบเทียบองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 2 หน่วย การแยกสาร ก่อนเรียนและหลังเรียน จัดการเรียนรู้
โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา

การ ทดสอบ	N	คะแนนเต็ม	องค์ประกอบความคิด สร้างสรรค์	$\bar{X}$	S.D.	คะแนนรวม
ก่อนเรียน	40	100	ความคิดคล่องแคล่ว	13.20	2.78	66.53
			ความคิดยืดหยุ่น	19.23	3.49	
			ความคิดริเริ่ม	17.45	4.05	
			ความคิดละเอียดลออ	16.68	3.66	
หลังเรียน	40	100	ความคิดคล่องแคล่ว	17.55	2.97	80.63
			ความคิดยืดหยุ่น	21.68	2.57	
			ความคิดริเริ่ม	20.83	3.53	
			ความคิดละเอียดลออ	20.58	3.34	

จากตาราง 17 ผลการเปรียบเทียบองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หน่วย การแยกสาร ก่อนเรียนและหลังเรียน ที่จัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีคะแนนความคิดสร้างสรรค์ ก่อนเรียน ทั้ง 4 องค์ประกอบ โดยเรียงจากค่าเฉลี่ยสูงไปหาต่ำ ดังนี้

- 1) ความคิดยืดหยุ่น มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 19.23 คะแนน
- 2) ความคิดริเริ่ม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 17.45 คะแนน
- 3) ความคิดละเอียดลออ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 16.68 คะแนน และ
- 4) ความคิดคล่องแคล่ว มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 13.20 คะแนน รวมคะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ ทั้ง 4 องค์ประกอบก่อนเรียน เท่ากับ 66.53 คะแนน และหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับ สะเต็มศึกษา นักเรียนมีคะแนนความคิดสร้างสรรค์หลังเรียน ทั้ง 4 องค์ประกอบ โดยเรียงจากค่าเฉลี่ยสูงไปหาต่ำ ดังนี้

- 1) ความคิดยืดหยุ่น มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 21.68 คะแนน
- 2) ความคิดริเริ่ม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 20.83 คะแนน
- 3) ความคิดละเอียดลออมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 20.58 คะแนน และ
- 4) ความคิดคล่องแคล่ว มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 17.55 คะแนน รวมคะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ ทั้ง 4 องค์ประกอบหลังเรียน เท่ากับ 80.63 คะแนน แสดงว่า ความคิดสร้างสรรค์ ก่อนเรียนและหลังเรียน ที่จัดการเรียนรู้ โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา หน่วย การแยกสาร พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีคะแนนความคิดสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

ผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่เกิดจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา หน่วย การแยกสาร พบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้สถิติทดสอบค่าทีแบบไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test for Dependent Sample) ผลการวิเคราะห์แสดงดังตาราง 18

ตาราง 18 ผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เกิดจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา หน่วย การแยกสาร

ความคิดสร้างสรรค์	N	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S.D.	t
ก่อนเรียน	40	100	66.53	8.56	32.73**
หลังเรียน	40	100	80.63	9.63	

**มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (ค่าวิกฤตของ t ที่ระดับ .01; df = 39

$t_{39} = 2.42$)

จากตาราง 18 ผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ ก่อนเรียนและหลังเรียนพบว่า นักเรียนมีคะแนนความคิดสร้างสรรค์ ก่อนเรียนและหลังเรียน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 66.53 คะแนน และ 80.63 คะแนน ตามลำดับ จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน ผลการวิเคราะห์ค่า t ปรากฏว่า ค่า t จากการคำนวณมีค่าเท่ากับ 32.73 เมื่อพิจารณา ค่า t จากตารางค่าวิกฤต (df เท่ากับ 39) มีค่า t เท่ากับ 2.42 แสดงว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา หน่วย การแยกสาร มีคะแนนความคิดสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียนที่เกิดจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา หน่วย การแยกสาร โดยใช้สถิติทดสอบค่าทีแบบไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test for Dependent Sample) ผลการวิเคราะห์แสดงดังตาราง 19

ตาราง 19 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
หน่วย การแยกสาร ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้
Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	N	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S.D.	t
ก่อนเรียน	40	30	16.58	1.58	33.47**
หลังเรียน	40	30	24.93	1.05	

**มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (ค่าวิกฤตของ t ที่ระดับ .01; df = 39

$t_{39} = 2.42$)

จากตาราง 19 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนที่เกิดจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา หน่วย การแยกสารของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า นักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 16.58 คะแนน และ 24.93 คะแนน ตามลำดับ จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน ผลการวิเคราะห์ค่า t ปรากฏว่า ค่า t จากการคำนวณมีค่าเท่ากับ 33.47 เมื่อพิจารณาค่า t จากตารางค่าวิกฤต (df เท่ากับ 39) มีค่า t เท่ากับ 2.42 แสดงว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา หน่วย การแยกสารมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. ผลของสมรรถนะและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา หน่วย การแยกสาร โดยหาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ผลการวิเคราะห์แสดงดังตาราง 20

ตาราง 20 สมรรถนะและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา
หน่วย การแยกสาร

ข้อการประเมิน	รายการประเมิน	แผนที่ 1		แผนที่ 2		แผนที่ 3		แผนที่ 4		แผนที่ 5		รวม		ระดับ การ ปฏิบัติ
		$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	
1. ความสามารถในการสื่อสาร	มีความสามารถในการนำเสนอผลงานใช้วิธีการสื่อสารที่เหมาะสม	2.55	0.68	2.63	0.70	2.55	0.68	2.50	0.64	2.58	2.65	2.58	0.66	มาก
2. ความสามารถในการคิด	มีทักษะในการคิดนอกกรอบอย่างสร้างสรรค์ มีความสามารถในการคิดอย่างมีระบบ ตัดสินใจแก้ปัญหาเกี่ยวกับตนเองได้	2.73	0.60	2.75	0.63	2.80	0.52	2.85	0.43	2.70	0.56	2.77	0.55	มาก

ตาราง 20 (ต่อ)

ข้อการประเมิน	รายการประเมิน	แผนที่ 1		แผนที่ 2		แผนที่ 3		แผนที่ 4		แผนที่ 5		รวม		ระดับการปฏิบัติ
		$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	
3. ความสามารถในการแก้ปัญหา	ระบุปัญหาที่เกิดขึ้นกับตนเองอย่างชัดเจน มีการวางแผนการแก้ปัญหา ปฏิบัติตามแผนการแก้ปัญหา ตรวจสอบ ทบทวนแผนการแก้ปัญหา สรุปผลการแก้ปัญหาอย่างครบถ้วน สมเหตุสมผล และใช้ประสบการณ์เพื่อป้องกัน	2.70	2.61	2.73	0.64	2.73	0.55	2.78	0.58	2.68	0.57	2.72	0.59	มาก
4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต	สามารถทำงานกลุ่มร่วมกัน ผู้อื่นได้นำความรู้ที่ได้ไปใช้ ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน	2.50	0.68	2.60	0.74	2.48	0.78	2.43	0.68	2.63	0.70	2.53	0.72	มาก

ตาราง 20 (ต่อ)

ข้อการประเมิน	รายการประเมิน	แผนที่ 1		แผนที่ 2		แผนที่ 3		แผนที่ 4		แผนที่ 5		รวม		ระดับ การปฏิบัติ
		$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	
5. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี	เลือกและใช้เทคโนโลยีได้เหมาะสมตามวัย ใช้เทคโนโลยีในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์	2.60	0.67	2.70	0.56	2.70	0.56	2.58	0.59	2.73	0.60	2.66	0.60	มาก
6. รักษาดี ศาสน์ กษัตริย์	ปฏิบัติตนตามสิทธิและหน้าที่พลเมืองดีของชาติ สนับสนุนกิจกรรมที่สร้างความสามัคคี ประองดอง ปฏิบัติตนตามหลักของศาสนาพุทธ เคารพเทิดทูนสถาบันพระมหากษัตริย์	2.58	0.64	2.63	0.67	2.58	0.68	2.80	0.52	2.85	0.43	2.69	0.58	มาก

ตาราง 20 (ต่อ)

ข้อการประเมิน	รายการประเมิน	แผนที่ 1		แผนที่ 2		แผนที่ 3		แผนที่ 4		แผนที่ 5		รวม		ระดับ การ ปฏิบัติ
		$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	
7. ชื่อสัตย์สุจริต	ยึดมั่นในความถูกต้อง ประพฤติ ตรงตามความ เป็นจริงต่อตนเองและ ผู้อื่นทั้งทางกาย วาจา ใจ	2.53	0.75	2.45	0.50	2.78	0.58	2.73	0.55	2.58	0.71	2.61	0.62	มาก
8. มีวินัย	ปฏิบัติตามตาม ข้อตกลง กฎเกณฑ์ ระเบียบ ข้อบังคับของโรงเรียนและ สังคม ไม่ละเมิดสิทธิของ ผู้อื่นมีความตรงต่อเวลา ในการปฏิบัติกิจกรรม ต่าง ๆ	2.33	0.83	2.23	0.86	2.68	0.66	2.35	0.83	2.48	0.68	2.41	0.77	ปาน กลาง

ตาราง 20 (ต่อ)

ข้อการประเมิน	รายการประเมิน	แผนที่ 1		แผนที่ 2		แผนที่ 3		แผนที่ 4		แผนที่ 5		รวม		ระดับ การ ปฏิบัติ
		$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	
9. ใฝ่เรียนรู้	ตั้งใจเรียน เอาใจใส่และมีความเพียรพยายามในการเรียนรู้ แลกเปลี่ยนเรียนรู้ด้วยวิธีการต่าง ๆ และนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน	2.63	0.63	2.68	0.69	2.60	0.50	2.83	0.45	2.75	0.54	2.70	0.56	มาก
10. อยู่อย่างพอเพียง	ดำเนินชีวิตอย่างพอประมาณ มีเหตุผล รอบคอบ มีคุณธรรม มีภูมิคุ้มกันในตัวที่ดี และปรับตัวเพื่ออยู่ในสังคมได้อย่างมีความสุข	2.40	0.78	2.65	0.62	2.38	0.77	2.53	0.72	2.40	0.74	2.47	0.73	ปานกลาง

ตาราง 20 (ต่อ)

ข้อการประเมิน	รายการประเมิน	แผนที่ 1		แผนที่ 2		แผนที่ 3		แผนที่ 4		แผนที่ 5		รวม		ระดับ การปฏิบัติ
		$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	
11. มุ่งมั่นในการทำงาน	เอาใจใส่ต่อการ ปฏิบัติหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายปรับปรุงและพัฒนาการทำงานด้วยตนเอง	2.35	0.80	2.48	0.78	2.45	0.71	2.38	0.77	2.55	0.64	2.44	0.74	ปานกลาง
12. รักความเป็นไทย	ความภาคภูมิใจ เห็นคุณค่าร่วมอนุรักษ์สืบทอดภูมิปัญญาไทยขนบธรรมเนียมประเพณี ศิลปะและวัฒนธรรมไทยใช้ภาษาไทยในการสื่อสารได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม	2.68	0.62	2.58	0.75	2.53	0.75	2.55	0.71	2.78	0.53	2.62	0.67	มาก

ตาราง 20 (ต่อ)

ข้อการประเมิน	รายการประเมิน	แผนที่ 1		แผนที่ 2		แผนที่ 3		แผนที่ 4		แผนที่ 5		รวม		ระดับ การ ปฏิบัติ
		$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	
13. มีจิต สาธารณะ	รู้จักทำงานช่วยเหลือผู้อื่น ด้วยกำลังกาย กำลังใจ และกำลังสติปัญญาด้วย ความสมัครใจโดยไม่หวัง ผลตอบแทน	2.45	0.78	2.53	0.78	2.64	0.64	2.70	0.56	2.43	0.75	2.52	0.70	มาก
เฉลี่ยรวม		2.54	0.70	2.58	0.69	2.59	0.64	2.61	0.62	2.63	0.62	2.59	0.65	มาก

จากตาราง 20 พบว่า สมรรถนะและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา หน่วย การแยกสาร มีค่าเฉลี่ยรวม เท่ากับ 2.59 อยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณารายด้าน มีค่าเฉลี่ยจากสูงไปหาลด ดังนี้ ความสามารถในการคิด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.77 ความสามารถในการแก้ปัญหา 2.72 ใฝ่เรียนรู้ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.70 รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.69 ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.66 รักความเป็นไทย มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.62 ซื่อสัตย์สุจริต มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.61 ความสามารถในการสื่อสาร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.58 ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.53 มีจิตสาธารณะ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.52 และด้านที่มีค่าน้อย ได้แก่ อยู่อย่างพอเพียง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.47 มุ่งมั่นในการทำงาน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.44 และ มีวินัย มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.41 ตามลำดับ

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลจากการสังเกต พฤติกรรมการเรียนรู้ การซักถาม การสัมภาษณ์ การตรวจผลงานและการนำเสนอผลงาน ของนักเรียนทั้งในระหว่างและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับ สะเต็มศึกษา หน่วย การแยกสาร นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

1. ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา หน่วย การแยกสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สามารถสื่อสารให้ผู้เรียนได้รับความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนได้ง่าย และมีความชัดเจนยิ่งขึ้น รวมทั้งเป็นกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ และได้ลงมือปฏิบัติจริง อีกทั้ง Canva ยังช่วยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งมีการใช้รูปแบบในการนำเสนอข้อมูลผ่านภาพและสื่ออื่น ๆ เช่น วิดีโอ เสียง หรือแผนภาพ ทำให้เนื้อหาในการเรียนเข้าใจง่าย และเป็นตัวอย่างให้นักเรียน ซึ่งสามารถนำความรู้ที่ได้จากการเรียนไปต่อยอดความคิดในการออกแบบการนำเสนองานและการสร้างสรรค์ผลงาน หรือชิ้นงานใหม่ ๆ ไปต่อยอดความคิดในการออกแบบในการนำเสนองานและการสร้างสรรค์ผลงานหรือชิ้นงานใหม่ ๆ ให้มีความน่าสนใจ จากการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ ของนักเรียน พบว่า นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนมากยิ่งขึ้น ทำให้มีอิสระในการแสดงความคิดเห็น สามารถออกแบบผลงานได้อย่างสร้างสรรค์ เกิดความภาคภูมิใจในผลงานของตนเอง ดังภาพประกอบ 7-8 และตัวอย่างคำตอบการให้คำสัมภาษณ์ของนักเรียน ดังนี้

ขอบมากครับ เป็นกิจกรรมการเรียนรู้การสอนที่ท้าทายความคิด มีการออกแบบผลงาน วางแผนการทำงาน มีความกล้าที่จะเรียนรู้ กล้าคิด กล้าตัดสินใจ และลงมือทำสิ่งใหม่ ๆ ได้อย่างเป็นระบบ

ขอบมากค่ะ ได้ฝึกการทำงานเป็นกลุ่ม ได้แลกเปลี่ยนความคิดกับเพื่อน ๆ และได้สร้างสรรค์ชิ้นงานเป็นของตัวเอง

สนุกมากเลยครับ ไม่น่าเบื่อเพราะได้ทำการทดลอง สร้างความตื่นเต้นเป็นอย่างมากทำให้ผมเกิดความเข้าใจเนื้อหาที่เรียน ทำให้สนุกกับการเรียนมากขึ้นครับ



ภาพประกอบ 7 บรรยายภาพการทำกิจกรรมฝึกความคิดสร้างสรรค์
เรื่อง การระเหยแห้ง



ภาพประกอบ 8 บรรยายภาพการทำกิจกรรมฝึกความคิดสร้างสรรค์
เรื่อง การตกผลึก

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา หน่วย การแยกสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นทักษะการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน ซึ่งเป็นการนำประสบการณ์หรือความรู้เดิมมาประยุกต์ใช้กับความรู้ใหม่เพื่อใช้ในการปรับปรุงหรือสร้างชิ้นงาน ส่งผลให้นักเรียนเกิดความคิดรวบยอด และเข้าใจเนื้อหาได้อย่างรวดเร็ว จากการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน พบว่า นักเรียนได้ทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ทำให้เกิดความรู้ความเข้าใจ และความสามัคคีในการทำงานกลุ่มร่วมกัน ส่งผลให้นักเรียนมีความสุขไปกับการเรียน และเห็นคุณค่าของการเรียนเพิ่มมากขึ้น นำไปสู่การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคิดสร้างสรรค์ให้สูงขึ้น ดังภาพประกอบ 9-10 และตัวอย่างคำตอบการให้คำสัมภาษณ์ของนักเรียน ดังนี้

ชอบทำงานเป็นกลุ่มมากเลยครับ เพราะทำให้งานเสร็จเร็ว บางอย่างที่เราไม่เข้าใจหรือทำไม่เป็น ก็สามารถถามหรือปรึกษาเพื่อน เพื่อช่วยกันแก้ไขปัญหา

ชอบมากเลยคะ มีความภาคภูมิใจในชิ้นงานที่ตัวเองสร้างขึ้น เพราะได้ใช้ความคิดสร้างสรรค์อย่างมีอิสระในการออกแบบชิ้นงาน



ภาพประกอบ 9 บรรยายการทำกิจกรรมฝึกความคิดสร้างสรรค์
เรื่อง การกลั่นอย่างง่าย



ภาพประกอบ 10 บรรยายภาคการทำกิจกรรมฝึกความคิดสร้างสรรค์
เรื่อง การโครมาโทกราฟีแบบกระดาษ

3. สมรรถนะและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 2 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา หน่วย การแยกสาร
จากการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน พบว่า นักเรียนมีความตั้งใจทำงาน
มีความสุข มีความสนใจ กระตือรือร้นในการทำกิจกรรมต่าง ๆ และมีระเบียบวินัย
มีความรับผิดชอบต่อนหน้าที่ของตนเอง ดังภาพประกอบ 11 และตัวอย่างการให้คำสัมภาษณ์
ของนักเรียน ดังนี้

ชอบค่ะ เพราะทำให้หนูรู้สึกว่า การเรียนวิทยาศาสตร์เป็นเรื่องที่สนุก
ได้ใช้ความสามารถในการคิดและใช้เทคโนโลยีในการสืบค้นข้อมูลต่าง ๆ ได้อย่างเต็มที่ค่ะ

ชอบครับ เป็นกิจกรรมที่ช่วยกระตุ้นให้เกิดการใฝ่เรียนรู้อยู่ตลอดเวลา
ทำให้ค้นพบสิ่งใหม่ ๆ และเข้าใจสิ่งที่มีอยู่ได้ดียิ่งขึ้นครับ

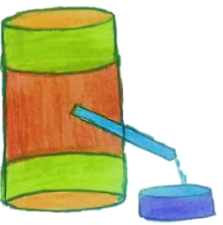
ชอบครับ เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้มีความซื่อสัตย์สุจริต
เช่น ไม่คัดลอกผลการทดลองของคนอื่น และบันทึกผลการทดลองตามความเป็นจริงครับ



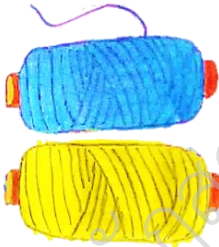
ภาพประกอบ 11 บรรยายภาคการทำกิจกรรมฝึกความคิดสร้างสรรค์
เรื่อง การสกัดด้วยตัวทำละลาย

จากการทำกิจกรรมแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับ
 สะเต็มศึกษา หน่วย การแยกสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 5 แผน
 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันทำกิจกรรม ซึ่งเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ที่สามารถสื่อสาร
 ให้ผู้เรียนได้รับความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนได้ง่าย และมีความชัดเจนยิ่งขึ้น รวมทั้ง
 เป็นกิจกรรมการเรียนรู้การสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญและได้ลงมือปฏิบัติจริง นักเรียน
 สามารถนำความรู้ที่ได้จากการเรียน ไปต่อยอดความคิดในการออกแบบการนำเสนองาน
 และการสร้างสรรค์ผลงานหรือชิ้นงานใหม่ ๆ ให้มีความน่าสนใจ แสดงดัง ตาราง 21

ตาราง 21 ตัวอย่างผลงานการออกแบบและชิ้นงานจากการทำกิจกรรมการจัดการเรียนรู้
 โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา หน่วย การแยกสาร ของนักเรียน
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

แผนการจัดการเรียนรู้	ตัวอย่างการออกแบบชิ้นงาน	ตัวอย่างชิ้นงาน
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 การระเหยแห้ง (กิจกรรมเกลือสมุทร)		
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 การตกผลึก (กิจกรรมน้ำตาลวิบวัน)		
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 การกลั่นอย่างง่าย (กิจกรรมเครื่องกลั่น มหัศจรรย์)		

ตาราง 21 (ต่อ)

แผนการจัดการเรียนรู้	ตัวอย่างการออกแบบชิ้นงาน	ตัวอย่างชิ้นงาน
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 การโครมาโทกราฟีแบบ กระดาษ (กิจกรรมดอกไม้หลากสี)		
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 การสกัดด้วยตัวทำละลาย (กิจกรรมเส้นด้ายสี ธรรมชาติ)		

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการวิจัย เรื่อง การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หน่วย การแยกสาร จัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา โดยผู้วิจัยได้สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะตามหัวข้อ ดังนี้

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

ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดความมุ่งหมายของการวิจัยไว้ ดังนี้

1. สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา หน่วยการแยกสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80
2. ศึกษาและเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หน่วย การแยกสาร ก่อนเรียนและหลังเรียน จัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา
3. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หน่วย การแยกสาร ก่อนเรียนและหลังเรียน จัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา

4. ศึกษาสมรรถนะและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา

สมมติฐานของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งสมมติฐานของการวิจัยไว้ ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา หน่วย
การแยกสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80
2. ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หน่วย การแยกสาร
จัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หน่วย
การแยกสาร จัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
4. สมรรถนะและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 2 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา หน่วย การแยกสาร
อยู่ในระดับมาก

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัย
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนธาดุนารายณ์วิทยา สำนักงานเขต
พื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสกลนคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 15 ห้องเรียน
รวมจำนวนนักเรียนทั้งหมด 559 คน
2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/2 โรงเรียนธาดุนารายณ์วิทยา สำนักงานเขต
พื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสกลนคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 1 ห้องเรียน
นักเรียนทั้งหมด 40 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling)
โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่ม

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ประกอบด้วยเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา หน่วย การแยกสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 5 แผน แผนละ 3 ชั่วโมง รวมทั้งหมด 15 ชั่วโมง (ไม่รวมการทดสอบของแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบสอบถามสมรรถนะและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้)

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

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

ส่วนที่ 1 แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์โดยอาศัยภาษาเป็นสื่อ (Think Creativity with Word) โดยให้คะแนนความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น

ส่วนที่ 2 แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์โดยอาศัยรูปภาพเป็นสื่อ (Think Creativity with Pictures) โดยให้คะแนนความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดลออ

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

2.3 แบบสอบถามสมรรถนะและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา หน่วย การแยกสารของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้แบบสอบถามเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ตามมาตราวัดแบบลิเคิร์ต (Likert) โดยวัดการปฏิบัติตนด้านสมรรถนะและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ 13 ด้าน

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง โดยทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/2 ที่กำลังศึกษาในปีการศึกษา 2566 ภาคเรียนที่ 2 โรงเรียนธาดุนารายณ์วิทยา จำนวน 40 คน ได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1.1 ดำเนินการขอจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ต่อคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร หมายเลขสำคัญโครงการ คือ HE 66-104

1.2 จัดทำหนังสือขอความอนุเคราะห์ในการเก็บข้อมูลจากมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ไปยังโรงเรียนธาดุนารายณ์วิทยา ซึ่งเป็นโรงเรียนกลุ่มตัวอย่าง ประสานงานกับผู้บริหารโรงเรียน เพื่อกำหนด วัน เวลา ในการทดลอง

1.3 ครูชี้แจงอธิบายวิธีการเรียนโดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา หน่วย การแยกสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ให้นักเรียนเข้าใจ

1.4 ทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) โดยใช้แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์จำนวน 6 ข้อ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 30 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นก่อนที่จะดำเนินการสอน

1.5 ดำเนินการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา หน่วย การแยกสาร ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยผู้วิจัยจัดการเรียนการสอนด้วยตนเอง

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

1.7 เมื่อสิ้นสุดการสอนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้แล้ว จึงทำการประเมินสมรรถนะและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ เป็นการวัดพฤติกรรมกาปฏิบัติของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา

1.8 ผู้วิจัยนำผลคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูล สรุปผล และอภิปรายผลต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. วิเคราะห์หาคุณภาพของเครื่องมือ

1.1 วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา หน่วย การแยกสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยหาค่าประสิทธิภาพ E_1/E_2 เปรียบเทียบเกณฑ์ 80/80 ที่ตั้งไว้

1.2 แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ การจัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา หน่วย การแยกสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยวิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) และวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient) ตามวิธีของครอนบาค

1.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การจัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา หน่วย การแยกสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ระหว่างคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน โดยวิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) วิเคราะห์หาค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (r) ของข้อสอบและวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน

1.4 แบบสอบถามสมรรถนะและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา หน่วย การแยกสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เป็นการตรวจสอบคุณภาพมาตราส่วนประมาณค่า 3 ระดับ ตามแบบของลิเคิร์ท

2. วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทดสอบสมมติฐาน

2.1 วิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา หน่วย การแยกสาร ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เพื่อทดสอบสมมติฐานข้อที่ 1 โดยหาค่าประสิทธิภาพ E_1/E_2

2.2 วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนความคิดสร้างสรรค์ ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา หน่วย การแยกสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เพื่อทดสอบสมมติฐานข้อที่ 2 โดยใช้สถิติในการทดสอบค่าทีแบบไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test for Dependent Sample)

2.3 วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา หน่วย การแยกสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เพื่อทดสอบสมมติฐานข้อที่ 3 โดยใช้สถิติในการทดสอบ ค่าค่าที่แบบไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test for Dependent Sample)

2.4 วิเคราะห์สมรรถนะและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ที่มีต่อการ จัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับ สะเต็มศึกษา หน่วย การแยกสาร ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 2 เพื่อทดสอบสมมติฐานข้อที่ 4 โดยหาค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน (S.D.) และเทียบเกณฑ์สมรรถนะและคุณลักษณะ อันพึงประสงค์ โดยยึดเกณฑ์ ตามแบบของลิเคิร์ท เป็น 3 ระดับ

สรุปผลการวิจัย

จากผลการวิจัยสามารถสรุปผลการวิจัยได้ ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา หน่วย การแยกสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.44/81.19 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้
2. ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หน่วย การแยกสาร จัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา มีคะแนนก่อนเรียน เท่ากับ 66.53 และ คะแนนหลังเรียน เท่ากับ 80.63 แสดงให้เห็นว่า เป็นการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความคิด สร้างสรรค์ สามารถนำความรู้ที่ได้จากการเรียนไปต่อยอดความคิดในการออกแบบ และ การสร้างสรรค์ชิ้นงานใหม่ ๆ เมื่อเปรียบเทียบคะแนนความคิดสร้างสรรค์เฉลี่ยหลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หน่วย การแยกสาร จัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา มีคะแนนเฉลี่ย ก่อนเรียน เท่ากับ 16.58 และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน เท่ากับ 24.93 เมื่อเปรียบเทียบ คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
4. สมรรถนะและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{x} = 2.59$)

อภิปรายผลการวิจัย

จากการวิจัย เรื่อง การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หน่วย การแยกสาร จัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับ สะเต็มศึกษา สามารถนำผลมาอภิปรายผลตามสมมติฐานของการวิจัย ดังนี้

1. ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับ สะเต็มศึกษา หน่วย การแยกสาร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีประสิทธิภาพ เท่ากับ 81.44/81.19 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้ ทั้งนี้เพราะ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา หน่วย การแยกสาร ที่ผู้วิจัยได้จัดทำขึ้นมีกระบวนการพัฒนาตาม ขั้นตอนอย่างเป็นระบบ และมีวิธีการที่เหมาะสม ผู้วิจัยได้ศึกษาและวิเคราะห์หลักสูตร แกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) กลุ่มสาระการ เรียนรู้วิทยาศาสตร์ ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยลงมือพัฒนา แผนการจัดการเรียนรู้ตามที่ศึกษา จากนั้นนำแผนการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นเสนอต่อ คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อขอคำแนะนำในการแก้ไขส่วนที่ยังไม่สมบูรณ์ และเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ พิจารณาความเหมาะสมและประเมินคุณภาพซึ่งผลการประเมิน แผนการจัดการเรียนรู้ ทั้ง 5 แผน ได้ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 5.00 จากนั้นนำแผนการสอนไป ทดลองใช้เพื่อหาคุณภาพ ก่อนที่จะนำไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง โดยแผนการจัดการ เรียนรู้ มีความสอดคล้องกับตัวชี้วัดและจุดประสงค์การเรียนรู้ ซึ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ได้ลงมือปฏิบัติจริง มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน ทำให้ผู้เรียนได้รับความรู้เพิ่ม มากขึ้น โดยมีการเชื่อมโยงความรู้ใหม่เข้ากับความรู้เดิม ส่งผลให้สามารถเชื่อมโยงกับ เรื่องต่าง ๆ ทำให้เกิดองค์ความรู้ที่กว้างขวางขึ้น และสามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้สูงขึ้น จึงมีผลให้การจัดการเรียนรู้ มีประสิทธิภาพสูงกว่า เกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ 80/80 เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ซึ่งสอดคล้องกับ พุทธิตา ภูจอมนิล, วิศรุต พยุงเกียรติคุณ และทิพย์อุบล ทิพลีศ (2566, หน้า 29) ได้ศึกษาการพัฒนา กิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้สะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการ คิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า ประสิทธิภาพ เท่ากับ 80.50/84.17 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 80/80 อีกทั้งสอดคล้องกับ สิริยาพร พลเล็ก, อรุณรัตน์ คำแหงพล และกุลวดี สุวรรณไตรย์ (2564, หน้า 219) ได้ศึกษาการพัฒนา ความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง เคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด สะเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง พบว่า ประสิทธิภาพเท่ากับ 82.86/80.46 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 75/75 ที่กำหนดไว้

จากการศึกษา แสดงให้เห็นว่า แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ส่งผลให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง เข้าใจเนื้อหาได้อย่างรวดเร็ว และมีความคิดรวบยอด สามารถนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้

2. ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หน่วย

การแยกสาร จัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา พบว่า มีคะแนนความคิดสร้างสรรค์เฉลี่ยก่อนเรียน เท่ากับ 66.53 และคะแนนความคิดสร้างสรรค์เฉลี่ยหลังเรียน เท่ากับ 80.63 แสดงว่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เกิดจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา เป็นการเรียนรู้ที่ช่วยกระตุ้นให้นักเรียนได้รับความรู้ที่ชัดเจน มีการใช้รูปแบบในการนำเสนอข้อมูลผ่านภาพและสื่ออื่น ๆ เช่น วิดีโอ เสียง หรือแผนภาพ ทำให้อธิบายที่เรียนเข้าใจง่าย นำไปสู่การเกิดความคิดสร้างสรรค์ สามารถนำความรู้จากการได้เรียนไปต่อยอดความคิดในการออกแบบ การนำเสนองาน และนำไปใช้ในการสร้างสรรค์ผลงานหรือชิ้นงานใหม่ ๆ ให้มีความน่าสนใจ ซึ่งรูปแบบของกิจกรรมเป็นรูปแบบที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมต่าง ๆ อย่างอิสระ นักเรียนได้มีโอกาสเรียนรู้ด้วยความคิดริเริ่มของตนเอง ซึ่งเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนอยากเป็นผู้ค้นพบโดยการได้ลงมือปฏิบัติจริงด้วยตนเอง สามารถระบุปัญหาที่พบเจอในชีวิตประจำวันกับสถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่เรียน มีการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องครอบคลุมปัญหาที่ต้องการแก้ไข โดยออกแบบชิ้นงานทำการร่างภาพส่วนประกอบในการสร้างชิ้นงาน มีการกำหนดขั้นตอนการสร้างชิ้นงานหรือวางแผนการทดลอง ลงมือปฏิบัติ จากนั้นทำการทดสอบชิ้นงานที่สร้างขึ้นว่าสามารถแก้ไขปัญหาได้หรือไม่ โดยบันทึกผลการทดสอบ และปรับปรุงแก้ไขชิ้นงานให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น พร้อมนำเสนอผลการทำกิจกรรมและแก้ไขปัญหาทุกกิจกรรมด้วยตนเอง พร้อมทั้งสามารถนำข้อค้นพบที่ได้นั้นไปใช้หรือบูรณาการกับชีวิตประจำวันได้ นำไปสู่การสร้างสรรค์สิ่งประดิษฐ์และนวัตกรรมให้เกิดขึ้นโดยไม่ซ้ำแบบใคร และเป็นความคิดที่ใช้ประโยชน์ได้อย่างเหมาะสม และส่งเสริมให้นักเรียนได้คิดหาวิธีการหาคำตอบ หรือการแก้ปัญหาหลาย ๆ วิธี โดยการใช้คำถามให้นักเรียนคิดหาความสัมพันธ์ระหว่างความรู้เดิมให้เกิดเป็นความรู้ในรูปแบบที่แปลกใหม่ น่าสนใจ สามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ให้สูงขึ้นได้ สอดคล้องกับงานวิจัย น้ำฝน คุณเจริญไพศาล, อภัสรา ราศรีฤกษ์ และสาธิตา เสมากุล (2565, หน้า 209) ได้ศึกษาการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM EDUCATION) เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์

ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 พบว่า นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์หลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 อีกทั้งยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ พิทยาภรณ์ ปัญญาหอม, ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์ และชำนาญ เชาวกีรติพงศ์ (2563, หน้า 100) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ไฟฟ้าสำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่า นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์หลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากการศึกษา แสดงให้เห็นว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา มีความคิดสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน เนื่องจากเป็นการเรียนรู้ที่ช่วยกระตุ้นให้นักเรียนได้รับความรู้ที่ชัดเจน มีการใช้รูปแบบในการนำเสนอข้อมูลผ่านภาพและสื่ออื่น ๆ เช่น วิดีโอ เสียง หรือแผนภาพ ทำให้เนื้อหาที่เรียนเข้าใจง่าย นำไปสู่การเกิดความคิดสร้างสรรค์ และเป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมต่าง ๆ อย่างอิสระ นักเรียนได้มีโอกาสเรียนรู้ด้วยความคิดริเริ่มของตนเอง ซึ่งเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนอยากเป็นผู้ค้นพบ และอยากทดลองลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

หน่วย การแยกสาร จัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีคะแนนเฉลี่ย ก่อนเรียน เท่ากับ 16.58 และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน เท่ากับ 24.93 แสดงว่าคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เพราะเกิดจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา เป็นการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการวิธีการสอน สะเต็มศึกษาร่วมกับการใช้ Canva เพื่อเป็นการสื่อสารให้ผู้เรียนได้รับความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนได้ง่าย และมีความชัดเจนยิ่งขึ้น อีกทั้งในขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษาในขั้นที่ 1 นำเสนอข้อมูลโดยใช้ Canva ซึ่งผู้สอนจะนำเสนอข้อมูลเกี่ยวกับเนื้อหาที่เรียนโดยใช้ Canva จะช่วยให้ผู้สอนถ่ายทอดความรู้เนื้อหาที่สลับซับซ้อนให้เข้าใจเนื้อหาที่เรียนได้ง่ายรวดเร็วขึ้น โดยการใช้รูปภาพ และสื่อวิดีโอต่าง ๆ ทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์มากยิ่งขึ้น มีความสามารถในการคิดเชื่อมโยงสิ่งต่าง ๆ เข้าด้วยกัน ซึ่งช่วยสร้างความสนใจ กระตุ้นให้นักเรียนมีการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง โดยการนำองค์ความรู้ที่ได้มาประยุกต์ใช้ในการออกแบบและแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม พัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากการได้ลงมือปฏิบัติการ

ทดลองด้วยตนเอง รู้จักการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนมีความรู้ในเนื้อหาจากการเรียนได้ดีขึ้น การจัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษาจึงช่วยให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ ณัฐพงษ์ ธนวรรณพงศ์, ภัทรกร ชัยประเสริฐ สมศิริ สิงห์ภพ และคงศักดิ์ วัฒนะโชติ (2566, หน้า 64) ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์เชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 อีกทั้งยังสอดคล้องกับ ฟรียา ยูโซ๊ะ, ฮามี๊ะะ มุสอ, สะหรี เมธาธนธกุล และ อติศร ศิริ (2566, หน้า 78) ได้ศึกษาการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ในรายวิชาเคมีโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับแนวคิดสะเต็มศึกษาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 พบว่า ผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากการศึกษา แสดงให้เห็นว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน เนื่องจากกิจกรรมการเรียนการสอนในแต่ละขั้นช่วยกระตุ้นให้นักเรียนมีการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง โดยการนำองค์ความรู้ที่ได้มาประยุกต์ใช้ในการออกแบบ และแก้ปัญหาในการทำกิจกรรมต่าง ๆ

4. สมรรถนะและคุณลักษณะอันพึงประสงค์เป็นการปฏิบัติหรือคุณลักษณะของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา หน่วย การแยกสาร พบว่า สมรรถนะและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของนักเรียนมีค่าเฉลี่ยโดยภาพรวม เท่ากับ 2.59 อยู่ในระดับมาก เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านโดยเรียงค่าเฉลี่ยจากมากไปหาน้อย พบว่า ด้านที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุดได้แก่ ความสามารถในการคิด ความสามารถในการแก้ปัญหา ใฝ่เรียนรู้ รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์ ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี รักความเป็นไทย ซื่อสัตย์สุจริต ความสามารถในการสื่อสาร ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต และมีจิตสาธารณะ ตามลำดับ ทั้งนี้เพราะ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมสมรรถนะและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ซึ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ มุ่งพัฒนาผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติตน ก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครูได้อธิบายความหมายของสมรรถนะและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ให้นักเรียนทราบถึงความสำคัญ และความเข้าใจถึงการปฏิบัติตน โดยมีการยกตัวอย่างที่เป็นรูปธรรม เพื่อให้นักเรียนเห็นภาพที่ชัดเจนมากยิ่งขึ้น และสามารถนำไปปฏิบัติได้จริง อีกทั้งยังส่งเสริมให้มีการทำงานร่วมกันเป็นทีม มีปฏิสัมพันธ์กันภายในกลุ่ม ทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาได้ง่ายขึ้น สามารถนำ

ประเด็นเนื้อหาที่ได้ทำความเข้าใจในขั้นตอนการเรียนรู้ มาขยายความรู้ที่มีอยู่ให้มีความละเอียดมากยิ่งขึ้น ทำให้สามารถใช้ทักษะในด้านการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดสร้างสรรค์ และการคิดอย่างเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้ และนำกระบวนการต่าง ๆ ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ ส่วนด้านที่มีค่าน้อยได้แก่ออยู่อย่างพอเพียง มุ่งมั่นในการทำงาน และมีวินัย ทั้งนี้อาจเป็นเพราะ นักเรียนขาดความสนใจ ไม่เห็นคุณค่าและความสำคัญในการปฏิบัติตน ขาดความเข้าใจในการนำหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงไปใช้หรือปฏิบัติในชีวิตประจำวัน ไม่เอาใส่ใจงานที่ได้รับมอบหมาย และไม่รักษาวินัยในตนเอง อาจมีสาเหตุเนื่องมาจาก ขาดกำลังใจและการสนับสนุนจากครอบครัว ทำให้มีพฤติกรรมเบี่ยงเบนไปในทางที่ไม่ถูกต้อง ดังนั้น การที่จะพัฒนาคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ด้านอยู่อย่างพอเพียง มุ่งมั่นในการทำงาน และมีวินัยของนักเรียนให้มีประสิทธิภาพนั้น ต้องอาศัยความร่วมมือจากบุคคลหลายฝ่ายไม่ว่าจะเป็นครอบครัว ครู โรงเรียน ชุมชน และสังคม ที่คอยให้คำแนะนำชี้แจงถึงการประพฤติปฏิบัติตนที่ถูกต้อง โดยฝึกนักเรียนให้รู้จักการบังคับตนเองอย่างมีเหตุผล โดยกล่าวชมเชยหรือให้กำลังใจเมื่อมีการปฏิบัติตนที่ถูกต้อง และใช้วิธีการชักจูงให้มีส่วนร่วมในการปฏิบัติเพื่อส่งเสริมให้นักเรียน เป็นมนุษย์ที่มีความพร้อม ทั้งร่างกาย จิตใจ สติปัญญา ความรู้ มีคุณธรรม จริยธรรม วัฒนธรรมในการดำรงชีวิต และมีคุณลักษณะที่พึงประสงค์ทั้งด้านจิตใจและพฤติกรรมที่แสดงออกเป็นประชาธิปไตย เคารพความคิดเห็นและสิทธิผู้อื่น สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ เณลิมขวัญ ถือความสัตย์ (2566, หน้า 531) ได้ศึกษาการพัฒนาคุณภาพผู้เรียนด้วยระบบดูแลช่วยเหลือนักเรียนของโรงเรียนวัดกุยบุรี ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ 8 ประการและมีทักษะชีวิตตามสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน 5 สมรรถนะโดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด และสอดคล้องกับ อลงกต ยะไทย์, ณัฐวัฒน์ วงษ์สวัสดิกุล และอัจฉราพร โชติพิทักษ์ (2561, หน้า 29) ได้ศึกษาการสร้างระบบการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการการเรียนกับการทำงาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัย พบว่า ผลการประเมินสมรรถนะและคุณลักษณะที่เกิดขึ้นกับผู้เรียนก่อนการจัดกิจกรรม ระหว่างการจัดกิจกรรม และหลังการจัดกิจกรรม มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นอย่างชัดเจนจากระดับมากเป็นมากที่สุด

จากการศึกษา แสดงให้เห็นว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา มีสมรรถนะและคุณลักษณะอันพึงประสงค์โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เพราะ เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริม

นักเรียนได้ฝึกปฏิบัติตนให้ถูกต้องตามกฎระเบียบ รู้หน้าที่ มีความรับผิดชอบ เป็นคนดี คนเก่ง และมีคุณธรรมจริยธรรม

ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หน่วย การแยกสาร จัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับ สะเต็มศึกษามีข้อเสนอแนะ ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะการวิจัย

1.1 ก่อนจัดกิจกรรมจัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษาควรศึกษารูปแบบขั้นตอนของการทำกิจกรรมให้เข้าใจ จัดเตรียมสื่อและอุปกรณ์ในการทำกิจกรรมให้เพียงพอต่อจำนวนนักเรียน โดยคำนึงถึงความสะดวกคล่องและเหมาะสมด้านบริบทและสภาพแวดล้อม สื่อ และอุปกรณ์ เพื่อให้การดำเนินกิจกรรมเป็นไปอย่างราบรื่นและมีประสิทธิภาพ

1.2 ครูผู้สอนจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องชี้แจงรายละเอียด ขั้นตอนในการทำกิจกรรมรวมถึงการแบ่งหน้าที่ในการทำงานร่วมกัน รู้จักบทบาทหน้าที่ของตนเอง มีอิสระในด้านการคิดภายใต้ขอบข่ายเนื้อหา เพื่อให้การจัดการเรียนรู้เป็นไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.3 กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษาเป็นการจัดกิจกรรมที่ให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง โดยบางกิจกรรมมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องใช้เวลามาก ครูผู้สอนควรดำเนินกิจกรรมด้วยความยืดหยุ่นตามความเหมาะสม เพื่อให้การจัดกิจกรรมสอดคล้องกับระยะเวลาที่กำหนด

1.4 ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ควรมีการออกข้อสอบที่หลากหลายรูปแบบ นอกจากข้อสอบแบบอัตนัยและข้อสอบแบบปรนัยด้วย เช่น ข้อสอบแบบเติมคำ ข้อสอบแบบจับคู่ หรือการเขียนแผนผังมโนทัศน์ เพื่อให้ให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น สามารถให้เหตุผลสรุปความคิดรวบยอดเป็นของตนเองและไม่ซ้ำกับของคนอื่น

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการศึกษาการพัฒนาจัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษากับนักเรียนในระดับชั้นอื่น ๆ หรือหน่วยการเรียนรู้อื่น ๆ เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียน

2.2 ควรมีการศึกษาและวิจัยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับ
สะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาทักษะอื่น ๆ เช่น ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และ
ความสามารถในการคิดขั้นสูง เป็นต้น

2.3 ควรมีการศึกษาวิจัยการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีอื่น ๆ ที่ส่งเสริม
สมรรถนะและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของผู้เรียน ให้มีการประพฤติปฏิบัติตนที่ดีงาม
มีคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และมีจิตสำนึกในการดำเนินชีวิตได้อย่างเหมาะสม
อยู่ร่วมกับสังคมได้อย่างมีความสุข

มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กนกกรณ์ เทสินทโชติ. (2560). ปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในโรงเรียนขนาดเล็ก สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสระแก้ว เขต 1. วิทยานิพนธ์ รป.ม. ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.
- กมล โพธิเย็น. (2562). ความคิดสร้างสรรค์: พรสวรรค์ที่ครูควรสรรค์สร้างให้ผู้เรียน. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร, 17(1), 9-27.
- กมลฉัตร กล่อมอิม, ชัยวัฒน์ นามนาค, วาริรัตน์ แก้วอุไร และวิเชียร อารงโสติสกุล. (2557). การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ด้วยการช่วยเสริมศักยภาพ เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยนเรศวร, 16(2), 129-139.
- กมลฉัตร กล่อมอิม. (2559). การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา สำหรับนักศึกษา วิชาชีวเคมี. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร, 18(4), 334-348.
- กมลพรรณ พยับ. (2557). การเพิ่มประสิทธิภาพในการจัด Layout กรณีศึกษา บริษัทพลาสติก AAA อนาคตสตรี จำกัด. การศึกษาอิสระ บธ.ม. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย.
- กรมวิชาการ. (2554). *ความคิดสร้างสรรค์*. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการ.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- _____. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551)*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- กัญญา ศิลปกิจยาน. (2560). การพัฒนากระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษาและการสอนภาษาเพื่อการสื่อสารเพื่อส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารของเด็กอนุบาล. วิทยานิพนธ์ ค.ด. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- บุญศรี คำชาย. (2540). *จิตวิทยาการเรียนการสอน*. กรุงเทพฯ: 9119 เทคนิคพรินติ้ง.

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. (2556). *การคิดเชิงสร้างสรรค์*. (พิมพ์ครั้งที่ 10). กรุงเทพฯ: ชัคเชสมิเดีย.

คณะศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยวงษ์ชวลิตกุล. (2564). *สอน online อย่างไรให้พิชิตใจผู้เรียน*. เข้าถึงได้จาก <https://edu.vu.ac.th/edu2016/images/doc/KM2022.pdf> 26 พฤศจิกายน 2565.

ฉลองชัย สุรวัฒนบุรณ. (2546). *เทคโนโลยีเทคนิคศึกษา*. กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยิ พระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

เฉลิมขวัญ ถือความลัตย์. (2566). รายงานการพัฒนาคูณภาพผู้เรียนด้วยระบบดูแล ช่วยเหลือนักเรียนของโรงเรียนวัดกุยบุรี. *วารสารสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม*, 10(3), 529–548

ชนิดา ทาระเนตร์. (2560). *การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เรื่องความ น่าจะเป็นโดยการจัดการเรียนการสอนเน้นกระบวนการกลุ่ม สำหรับนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสา จังหวัดน่าน*. วิทยานิพนธ์ วท.ม. ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.

ชวาล แพร่ตกุล. (2552). *เทคนิคการวัดผล*. กรุงเทพฯ: วัฒนาพานิช.

ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2556). การทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอน. *วารสาร ศิลปการศึกษาศาสตร์วิจัย*, 5(1), 1–20.

ชาญณรงค์ พรุ่งโรจน์. (2546). *ความคิดสร้างสรรค์*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย.

ณัฐชา พัฒนา, นวลจิตต์ ชาวศิริพิงค์ และทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์. (2562). ผลการจัดการ เรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง เคมี อินทรีย์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 6 โรงเรียนปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช*. 12(2), 118–132.

ณัฐพงษ์ ธนวรรณพงศ์, ภัทรกร ชัยประเสริฐ, สมศิริ สิงห์ภพ และคงศักดิ์ วัฒนะโชติ. (2566). การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคิดสร้างสรรค์เชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. *วารสารพัฒนาเทคนิคศึกษา*, 35(126), 61–68.

ทวีป แซ่ฉิน. (2556). *การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎี Constructionism เพื่อ พัฒนาทักษะการเขียนโปรแกรมด้วยโปรแกรม App Inventor สำหรับนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาตอนปลาย*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.

- ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์. (2558). การคิดสร้างสรรค์. ใน ไพฑูรย์ สินลารัตน์ (บก.). *ศาสตร์การคิด*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต.
- ธีรพงษ์ เทศชวน และจิตตรี พละกุล. (2564). การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้แบบ 5 ขั้น เรื่อง การแยกสาร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. *วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ*, 15(2), 95–108.
- นวลจิตต์ เขาวีรติพงศ์. (2559). ความหมายและขอบข่ายของการคิดสร้างสรรค์. ใน ไพฑูรย์ สินลารัตน์ (บก.). *คิดสร้างสรรค์: สอนและสร้างได้อย่างไร*. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นัสนรินทร์ ปือชา. (2558). ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ความสามารถในการแก้ปัญหาและความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. สงขลา: มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- น้ำฝน คุณเจริญไพศาล, อภัสรา ราชศรีเกษม และสาธิตา เสมากุล. (2565). การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM EDUCATION) เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร*, 20(2), 196–213.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2545). *การวิจัยเบื้องต้น*. (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ: สุริยาสาส์น.
- _____. (2546). *การพัฒนาหลักสูตรและการวิจัยเกี่ยวกับหลักสูตร*. กรุงเทพฯ: สุริยาสาส์น.
- ประจักษ์ ปฏิทัศน์. (2559). *การคิดเชิงระบบและความคิดสร้างสรรค์*. กรุงเทพฯ: โอ เอส พริ้นติ้ง เฮ้าส์.
- ปราณี กุลมิน. (2560). การพัฒนาชุดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ร่วมกับการสอนแบบไตรสิกขาเพื่อส่งผลต่อการคิดวิเคราะห์ ความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ ค.ม. สกลนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.
- ปรียา โคตรสาลี. (2562). การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังกราฟิก. วิทยานิพนธ์ ค.ม. สกลนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.
- ปรียา สมพิช. (2560). ผลการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยใช้เทคนิคซินเนคติกส์. *วารสารวิจัยราชภัฏพระนคร*, 12(1), 213–222.

- เพชฌัญญู กิจระการ (2544). การวิเคราะห์ประสิทธิภาพสื่อและเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา (E_1/E_2). วารสารการวัดผลการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 7, 44-52.
- พรทิพย์ ศิริภัทราชัย. (2556). STEM Education กับการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21. วารสารนักบริหาร, 33(2), 49-56.
- พรสวรรค์ วงศ์ตาธรรม. (2558). การคิดแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทักษะการคิดในศตวรรษที่ 21. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 38(2), 111-121.
- พลศักดิ์ แสงพรมศรี. (2558). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และเจตคติต่อการเรียนวิชาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษากับแบบปกติ. วิทยานิพนธ์ วท.ม. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- พิทยาภรณ์ ปัญญาหอม, ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์ และชำนาญ เชาวศิริพิงศ์. (2563). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่องไฟฟ้าสำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วารสารบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์, 14(2), 93-104.
- พุดิตา ภูจอมนิล, วิศรุต พยุงเกียรติคุณ และทิพย์อุบล ทิพเลิศ. (2566). การพัฒนากิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้สะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม, 22(3), 28-38.
- พัทธยา ยูไธยะ, ฮามี๊ะ มุสอ, สะหรี เมธาธนธกุล และอดิสร ศิริ. (2566). การพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ในรายวิชาเคมีโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับแนวคิดสะเต็มศึกษาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. วารสารพุทธจิตวิทยา, 8(1), 67-81.
- มนตรี จุฬาวัดมนทล. (2556). สะเต็มศึกษาประเทศไทยและทูตสะเต็ม (STEM Education Thailand and STEM Ambassadors). สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.), 42(185), 14-18.
- รพีพล อินสุพรรณ และประสาธ เมืองเฉลิม. (2563). การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา. วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา, 13(2), 162-170.

เรื่องศักดิ์ ศรีรักษา, นิตยารัตน์ คงนาลีก เคนวี ฤกษ์มงคล และอนุวัฒน์ จันทะ. (2565).

การพัฒนาสื่อการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม Canva เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้เรื่อง พลเมืองดิจิทัล รายวิชา วิทยาการคำนวณ. *วารสารครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช*. 1(1), 51-58.

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2540). *สถิติวิทยาทางการวิจัย*. กรุงเทพฯ: สุวีริยา.

วชิ ปัญญาใส. (2556). เทคนิคและวิธีการส่งเสริมให้เกิดความคิดสร้างสรรค์. *วารสารครุศาสตร์*, 11(1), 31-48.

วชิณีส อิศรเสนา ณ อยุธยา. (2559). *เรื่องน่ารู้เกี่ยวกับ STEM (สะเต็มศึกษา)*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วันเพ็ญ จันทร์เจริญ. (2544). *ทักษะและเทคนิคการสอน*. สกลนคร: สถาบันราชภัฏสกลนคร.

วาโร เพ็งสวัสดิ์. (2551). *วิธีวิทยาการวิจัย*. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

วิจารณ์ พานิช. (2555). *วิธีสร้างการเรียนรู้เพื่อศิษย์ ในศตวรรษที่ 21*. กรุงเทพฯ: มูลนิธิสดศรี-สฤษดิ์วงศ์.

วีระ สดสังข์. (2550). *การคิดวิเคราะห์ คิดอย่างมีวิจารณญาณ และคิดสร้างสรรค์*. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

ศิริณี กลางประพันธ์. (2560). *การพัฒนาคู่มือการสอนทักษะปฏิบัติของเดวิส ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือตามหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง เพื่อเสริมสร้างวินัยในตนเองความคิดสร้างสรรค์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาการโปรแกรมเบื้องต้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนหนองสูงสามัคคีวิทยา*. วิทยานิพนธ์ ค.ม. สกลนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.

ศิริพร สอาดล้วน. (2551). *ความสัมพันธ์ระหว่างความมีวินัยในตนเองกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยเชียงใหม่*. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ศุภลักษณ์ จูเครือ. (2565). *เอกสารประกอบการอบรมหลักสูตรการออกแบบกราฟิกออนไลน์ด้วยโปรแกรม Canva*. เข้าถึงได้จาก https://muit.mahidol.ac.th/muit_training/canva/canva-manual-MUIT.pdf 10 สิงหาคม 2565.

ศูนย์ดำเนินงาน PISA แห่งชาติ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2564). *ผลการประเมิน PISA 2018 การอ่าน คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.).

ศูนย์สะเต็มศึกษาแห่งชาติ. (2561). *คู่มือหลักสูตรรอบบรมครูสะเต็มศึกษา*. เข้าถึงได้จาก

<http://sk.nfe.go.th/msk/UserFiles/File/stem.pdf>. 27 มิถุนายน 2565.

สถาบันพัฒนาการศึกษานอกระบบและการศึกษาตามอัธยาศัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ.

(2564). *การพัฒนาสื่อส่งเสริมการเรียนรู้ด้วย INFOGRAPHIC*. เข้าถึงได้จาก

<https://bit.ly/3EOLnHp>. 13 สิงหาคม 2565.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2557). *สะเต็มศึกษา*. กรุงเทพฯ:

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

สมนึก ภัททิยธนี. (2544). *การวัดผลการศึกษา*. กภาพลินธุ์: โรงพิมพ์ประสานการพิมพ์สาส์น.

สิรินภา กิจเกื้อกูล. (2558). *สะเต็มศึกษา*. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร*,

17(2), 201-207.

สิริยาพร พลเล็ก, อรุณรัตน์ คำแหงพล และกุลวดี สุวรรณไตรย์. (2564). การพัฒนา

ความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง เคมีที่เป็นพื้นฐานของ

สิ่งมีชีวิต โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจ

พอเพียง. *วารสารพัฒนาการเรียนการสอน มหาวิทยาลัยรังสิต*, 15(1), 210-224

สุกัญญา เชื้อหลูปโพธิ์, ธิติยา บงกชเพชร และชมพูนุช วรางคณากุล. (2560) การจัดการ

เรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อ

พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบหมุนของนักเรียนชั้น

มัธยมศึกษาปีที่ 4. *วารสารวิชาการและวิจัยสังคมศาสตร์*, 13(37), 119-132

สุทธิวรรณ พิศักดิโสภณ. (2561). *การสร้างเครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน*. เข้าถึง

ได้จาก <http://www.mathayom9.go.th/nitad/analyze/achiev-1.pdf>. 25 มิถุนายน

2565.

สุนทร ภูรีปริชาเลิศ, ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์ และจุฬารัตน์ ธรรมประทีป. (2563). การพัฒนา

รูปแบบการเรียนการสอนบูรณาการตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความ

เข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และ

ความสามารถด้านผลิตภาพสำหรับนักเรียนระดับ ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นโรงเรียน

สาธิตสังกัดมหาวิทยาลัยของรัฐ. *วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และ*

สิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้, 11(1), 83-114.

สุพรรณิ ชาญประเสริฐ. (2557). *สะเต็มศึกษากับการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21*.

นิตยสาร สสวท, 42(186), 3-5.

- สุพัตรา เกษมเรืองกิจ. (2551). *ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องนพบุรีศรีนครพิงค์*. การค้นคว้าแบบอิสระ ศษ.ม เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- สุภกิจ โสทัต. (2558). *การวัดและประเมินผลการศึกษา*. นนทบุรี: บริษัท ปัญญ์ ปัญญ์ พรินติ้งกรุ๊ป จำกัด.
- สุวิทย์ มูลคำ. (2550). *กลยุทธ์...การสอนคิดสร้างสรรค์*. (พิมพ์ครั้งที่ 4). ภาพพิมพ์.
- อนุพร ทิพย์สิงห์. (2559). *การพัฒนาการคิดวิเคราะห์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เรื่องร่างกายของเรา โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับเทคนิคหมวกหกใบของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6*. วิทยานิพนธ์ ค.ม. สกลนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.
- อมรรัตน์ จำปาวัตตะ, ถาดทอง ปานศุภวัชร และนิติธาร ชูทรัพย์. (2562). *การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง วัสดุและวัตถุโดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา*. *วารสารวิชาการหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร*, 11(31), 59-70.
- อลงกต ยะไวทย์, ณัฐวัฒน์ วงษ์สวัสดิกุล และอัจฉราพร โชติพิทยกุล. (2561). *การสร้างระบบการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการการเรียนรู้กับการทำงาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6*. *ศึกษาวารสารศึกษาศาสตร์*, 5(1), 16-33.
- อับดุลยามีน หะยีชาเดร์, ณัฐวิทย์ พจนตันติ, ณรงค์ศักดิ์ รอบคอบ และแววฤดี แวทองรักษ์. (2562). *ผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5*. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี*, 10(1), 170-180.
- อารี พันธุ์มณี. (2537). *คิดอย่างสร้างสรรค์*. (พิมพ์ครั้งที่ 6). กรุงเทพฯ: บริษัทต้นอ้อ 1999 จำกัด.
- _____. (2557). *ฝึกให้คิดเป็น คิดให้สร้างสรรค์*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เอกพร ธรรมยศ, อรุณรัตน์ คำแหงพล และถาดทอง ปานศุภวัชร. (2565). *การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การแยกสาร โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง*. *วารสารสันติศึกษาปริทรรศน์ มจร*, 10(1), 142-159.

- Barak, M. (2018). Robotics and STEM learning: students' achievements in assignments according to the P3 Task Taxonomy practice, problem solving, and projects. *International Journal of Technology and Design Education*, 28(1), 121–144.
- Ceylan, S., & Ozdilek, Z. (2015). Improving a Sample Lesson Plan for Secondary Science Courses within the STEM Education. *Procedia–Social and Behavioral Sciences*, (177), 223–228.
- Davis, G. A. (1983). *Creativity is forever*. Dubuque, IA: Kendall/Hunt Publishing.
- Gronlund, N. E. (1993). *How to Make Achievement Test and Assessment*. Boston: Allyn and Bacon.
- Hiong, L. C., & Osman, K. (2015). An Interdisciplinary Approach for Biology, Technology, Engineering and Mathematics (BTEM) to Enhance 21st Century Skills in Malaysia. *K–12 STEM Education*, 1(3), 137–147.
- Jamal, S. N., Ibrahim, N. H., Halim, N. D. A., & Ikram, M. (2020). A preliminary study on the level of creativity study on the level of creativity among chemistry students in district of melaka tengah. *Journal of Critical Reviews*, 7(16), 752–761.
- Kuder, F. (1991). Comments concerning the appropriate use of formulas for estimating the internal-consistency reliability of tests. *Educational and psychological measurement*, 51(4), 873–874.
- Osbron, A. F. (1963). *Creative Imagination*. New York: Charles Scribner Sons.
- Torrance, E. P. (1965). *Rewarding creative behavior: Experiments in classroom creativity*. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice–Hall Inc.
- _____. (1973). *Encouraging Creative in the Classroom*. Iowa: Wm C. Brown Wallach.
- Tseng, K., Chang, C., Lou, S., & Chen, W. (2013). Attitudes toward Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) in a Project–Based Learning (PBL) Environment. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 23(1), 87–102.

ภาคผนวก

มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี

ภาคผนวก ก

1. รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือการวิจัย
2. หนังสือขอความอนุเคราะห์ผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือการวิจัย
3. หนังสือรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์
4. หนังสือขอความอนุเคราะห์ทดลองเครื่องมือการวิจัย
5. หนังสือขอความอนุเคราะห์เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย

ที่ อว ๐๖๒๑.๑๒/ว ๑๑๑๘



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

๔ ตุลาคม ๒๕๖๖

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วุฒิชัย รสชาติ

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. กรอบแนวคิดการวิจัย และนิยามศัพท์เฉพาะ

๒. เครื่องมือการวิจัย

๓. แบบประเมินเครื่องมือการวิจัย

ด้วย นายชัยวัฒน์ คงภูยาว รหัสประจำตัวนักศึกษา ๖๔๔๒๑๒๘๑๑๓ ซึ่งเป็นนักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒ เรื่อง การแยกสาร จัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสื่อบันทึกเสียง” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต (ค.ม.) โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ถาดทอง ปานศุภวัชร เป็นประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ดร.กุลวดี สุวรรณไตรย์ เป็นกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถ และเชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการพิจารณาตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย เพื่อใช้ประกอบการทำวิทยานิพนธ์ที่นักศึกษาได้จัดทำขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรศักดิ์ แสนทวีสุข)

ผู้อำนวยการบัณฑิตวิทยาลัย ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

บัณฑิตวิทยาลัย

โทร. ๐ ๔๒๔๗ ๐๒๒๔

โทรสาร ๐ ๔๒๔๗ ๐๐๓๒

ผู้ประสานงาน นายชัยวัฒน์ คงภูยาว โทรศัพท์เคลื่อนที่ ๐๖ ๒๒๕๓ ๗๓๖๑

ที่ อว ๐๖๒๑.๑๒/ว ๑๑๑๘



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

๔ ตุลาคม ๒๕๖๖

เรื่อง ขออนุญาตเป็นผู้ใช้ช่วยตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

เรียน นางรัชณี วรรณศิริ

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. กรอบแนวคิดการวิจัย และนิยามศัพท์เฉพาะ

๒. เครื่องมือการวิจัย

๓. แบบประเมินเครื่องมือการวิจัย

ด้วย นายชัยวัฒน์ ดงภูยาว รหัสประจำตัวนักศึกษา ๖๔๔๒๑๒๓๘๑๑๓ ซึ่งเป็นนักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒ เรื่อง การแยกสาร จัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาดำเนินการตามหลักสูตรศาสตรมหาบัณฑิต (ค.ม.) โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ถาดทอง ปานศุภวัชร เป็นประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ดร.กุลวดี สุวรรณไตรย์ เป็นกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถ และเชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขออนุญาตให้ท่านเป็นผู้ช่วยในการพิจารณาตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย เพื่อใช้ประกอบการทำวิทยานิพนธ์ที่นักศึกษาได้จัดทำขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรศักดิ์ แสนทวีสุข)

ผู้อำนวยการบัณฑิตวิทยาลัย ปฏิบัติราชการแทน

อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

บัณฑิตวิทยาลัย

โทร. ๐ ๔๒๔๗ ๐๒๒๔

โทรสาร ๐ ๔๒๔๗ ๐๐๓๒

ผู้ประสานงาน นายชัยวัฒน์ ดงภูยาว โทรศัพท์เคลื่อนที่ ๐๖ ๒๒๕๓ ๗๓๖๑

ที่ อว ๐๖๒๑.๑๒/ว ๑๑๑๘



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

๔ ตุลาคม ๒๕๖๖

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

เรียน นายธนกร อุทัยดา

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. กรอบแนวคิดการวิจัย และนิยามศัพท์เฉพาะ

๒. เครื่องมือการวิจัย

๓. แบบประเมินเครื่องมือการวิจัย

ด้วย นายชัยวัฒน์ ดงภูยาว รหัสประจำตัวนักศึกษา ๖๔๔๒๑๒๘๑๑๓ ซึ่งเป็นนักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒ เรื่อง การแยกสาร จัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต (ค.ม.) โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ถาดทอง ปานศุภวัชร เป็นประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ดร.กุลวดี สุวรรณไธระ เป็นกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถ และเชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการพิจารณาตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย เพื่อใช้ประกอบการทำวิทยานิพนธ์ที่นักศึกษาได้จัดทำขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรศักดิ์ แสนทวีสุข)

ผู้อำนวยการบัณฑิตวิทยาลัย ปฏิบัติราชการแทน

อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

บัณฑิตวิทยาลัย

โทร. ๐ ๔๒๔๗ ๐๒๒๔

โทรสาร ๐ ๔๒๔๗ ๐๐๓๒

ผู้ประสานงาน นายชัยวัฒน์ ดงภูยาว โทรศัพท์เคลื่อนที่ ๐๖ ๒๒๕๓ ๗๓๖๑



COA NO. ๐๐๓/๒๕๖๗

IEC NO. HE ๖๖-๑๐๔

คณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

ขอรับรองว่าโครงการวิจัยเรื่อง : การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒ เรื่อง การแยกสาร จัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา (Development of Creative Thinking and Learning Achievement of MathayomSuksa ๒ Students on the Topic of Separation of Substances Using Learning Management Based on Canva combined with STEM Education)

หัวหน้าโครงการวิจัย : นายชัยวัฒน์ ดงภูยาว

ผู้ร่วมโครงการวิจัย : ๑. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ถาดทอง ปานคุกวัชร
๒. ดร.กุลวดี สุวรรณไตรย์

หน่วยงานต้นสังกัด : สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์

เอกสารที่รับรอง

๑. แบบขอรับการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์
๒. แบบฟอร์มโครงการวิจัย
๓. ประวัติผู้วิจัย/ผู้ร่วมวิจัย
๔. เอกสารชี้แจงอาสาสมัครที่เข้าร่วมโครงการวิจัย (สำหรับตอบแบบสอบถาม)
๕. เอกสารชี้แจงผู้ปกครองอาสาสมัครที่เข้าร่วมโครงการวิจัย (ตอบแบบสอบถาม-เด็กอายุ ๗-๑๗ ปี)
๖. แบบแสดงความยินยอมให้ทำการวิจัยจากอาสาสมัคร (สำหรับเด็กอายุ ๗-๑๗ ปี)
๗. แบบแสดงความยินยอมให้ทำการวิจัยจากอาสาสมัคร (สำหรับผู้ปกครองเด็กอายุ ๗-๑๗ ปี)
๘. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่
 - ๘.๑ แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การระเหยแห้ง
 - ๘.๒ แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์
 - ๘.๓ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - ๘.๔ แบบประเมินสมรรถนะและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของนักเรียน

ได้ผ่านการรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์แบบยกเว้น (Exemption Review) จากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร โดยยึดหลักพื้นฐานของหลักจริยธรรมการวิจัยสากล

รับรอง ณ ๕ มกราคม ๒๕๖๗
วันหมดอายุ ๕ มกราคม ๒๕๖๘
รายงานความก้าวหน้า -

สุธาสินี คุปตะบุต
(นางสาวสุธาสินี คุปตะบุต)
ประธานกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์
มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

ทั้งนี้ การรับรองนี้มีเงื่อนไขดังที่ระบุไว้ด้านหลังทุกข้อ

สำนักงานคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ชั้น ๒ อาคารปฏิบัติการตรวจวิเคราะห์วิจัย เทคโนโลยีและนวัตกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร เลขที่ ๖๔๐ ถ.นิตโย ต.ธาตุเชิงชุม อ.เมืองสกลนคร จ.สกลนคร รหัสไปรษณีย์ ๔๗๐๐๐
โทรศัพท์ ๐๔๒-๕๗๓-๑๕๕

ที่ อว ๐๖๒๑.๑๒/๑๐๕



มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

๖๘๐ ถนนโยธา ต.ธาตุเชิงชุม

อ.เมือง จ.สกลนคร ๔๗๐๐๐

๒๒ มกราคม ๒๕๖๗

เรื่อง ขออนุญาตยืมเครื่องมือนักเรียน

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนธาตุนารายณ์วิทยา

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือนักเรียน

ด้วย นายชัยวัฒน์ ดงภูยาว รหัสประจำตัวนักศึกษา ๖๔๔๒๑๒๓๔๑๑๓ ซึ่งเป็นนักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒ เรื่อง การแยกสารจัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาด้านหลักสูตรศาสตรมหาบัณฑิต (ค.ม.) โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ถาดทอง ปานสุภาวชิร เป็นประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ดร.กุลวดี สุวรรณไธระ เป็นกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ทั้งนี้ นักศึกษามีความประสงค์ขอยืมเครื่องมือนักเรียน เพื่อหาความเชื่อมั่นในการศึกษาวิจัยประกอบการทำวิทยานิพนธ์ ดังนั้น บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร จึงขออนุญาตยืมเครื่องมือนักเรียนให้นักศึกษาทำการทดลองใช้เครื่องมือวิจัยดังกล่าวด้วย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรศักดิ์ แสนทวีสุข)
ผู้อำนวยการบัณฑิตวิทยาลัย ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

บัณฑิตวิทยาลัย

โทร. ๐ ๔๒๔๗ ๐๒๒๔

โทรสาร ๐ ๔๒๔๗ ๐๐๓๒

ผู้ประสานงาน นายชัยวัฒน์ ดงภูยาว โทรศัพท์เคลื่อนที่ ๐๖ ๐๒๕๓ ๗๓๖๑

ที่ อว ๐๖๒๑.๑๒/๑๔๕



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

๒๙ มกราคม ๒๕๖๗

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนธาตุนารายณ์วิทยา

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือการวิจัย

ด้วย นายชัยวัฒน์ ดงภูยาว รหัสประจำตัวนักศึกษา ๖๔๔๒๑๒๓๘๑๑๓ ซึ่งเป็นนักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒ เรื่อง การแยกสารจัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต (ค.ม.) โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ถาดทอง ปานคุกวร เป็นประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ดร.กุลวดี สุวรรณไธระ เป็นกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

เพื่อให้การศึกษาค้นคว้าสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร จึงขอความอนุเคราะห์จากท่าน ให้นักศึกษารายดังกล่าวได้เก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย เพื่อนำข้อมูลที่ได้ประกอบการศึกษาวิทยานิพนธ์ และขอขอบคุณในความอนุเคราะห์มา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรศักดิ์ แสนทวีสุข)
ผู้อำนวยการบัณฑิตวิทยาลัย ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

บัณฑิตวิทยาลัย

โทร. ๐ ๔๒๔๗ ๐๒๒๔

โทรสาร ๐ ๔๒๔๗ ๐๐๓๒

ผู้ประสานงาน นายชัยวัฒน์ ดงภูยาว โทรศัพท์เคลื่อนที่ ๐๖ ๐๒๕๓ ๗๓๖๑

ภาคผนวก ข

ผลการประเมินและวิเคราะห์เครื่องมือวิจัย

1. การประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับ
สะเต็มศึกษา หน่วย การแยกสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยผู้เชี่ยวชาญ 3 คน
2. ผลการประเมินความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้กับตัวชี้วัด
เรื่อง การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หน่วย การแยกสาร จัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา
โดยผู้เชี่ยวชาญ 3 คน
3. ผลการวิเคราะห์ดัชนีความสอดคล้องเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัด
ความคิดสร้างสรรค์ จัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา โดยผู้เชี่ยวชาญ
3 คน
4. ผลการวิเคราะห์ดัชนีความสอดคล้องเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดผล
สัมฤทธิ์ทางการเรียน จัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา โดยผู้เชี่ยวชาญ
3 คน
5. ผลการประเมินความสอดคล้องของแบบสอบถามสมรรถนะและคุณลักษณะ
อันพึงประสงค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva
ร่วมกับสะเต็มศึกษา โดยผู้เชี่ยวชาญ 3 คน
6. ผลการวิเคราะห์คะแนนความคิดสร้างสรรค์ของแบบทดสอบวัดความคิด
สร้างสรรค์ที่ได้จากการทดลองใช้ (Try Out) เพื่อหาคุณภาพของเครื่องมือ
7. ผลการวิเคราะห์ระดับค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่า
ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ตาราง 22 ผลการประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับ
 สะเต็มศึกษา หน่วย การแยกสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			ค่าเฉลี่ย	สรุปผล
	1	2	3		
ด้านองค์ประกอบของแผน					
1. กำหนดองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ถูกต้องครบถ้วน	5	5	5	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
2. เขียนสาระสำคัญสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ และบ่งบอกถึงสิ่งสำคัญของเรื่องที่จะสอนได้ชัดเจน	5	5	5	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
3. จุดประสงค์การเรียนรู้ในแต่ละแผนสอดคล้องกับตัวชี้วัดของหลักสูตร	5	5	5	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
4. มีการกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ได้ครบ ทั้งความรู้ด้านพุทธิพิสัย ด้านทักษะกระบวนการ และด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์	5	5	5	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
เฉลี่ย				5.00	เหมาะสมมากที่สุด
ด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้					
5. เนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ และผลการเรียนรู้ของหลักสูตร	5	5	5	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
6. เนื้อหามีความน่าสนใจ เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	5	5	5	5.00	เหมาะสมมากที่สุด

ตาราง 22 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			ค่าเฉลี่ย	สรุปผล
	1	2	3		
7. เนื้อหาสาระในแต่ละเรื่องทำให้นักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจ เกิดการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและนำความรู้ไปใช้ได้	5	5	5	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
8. เนื้อหาสาระในแต่ละเรื่องมีความเหมาะสมกับเวลาที่ใช้ในการศึกษา	5	5	5	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
เฉลี่ย				5.00	เหมาะสมมากที่สุด
ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้					
9. กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องเหมาะสมกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
10. กิจกรรมการเรียนรู้สามารถพัฒนาทักษะการเรียนรู้และความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	5	5	5	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
11. กิจกรรมเป็นไปตามขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับ สะเต็มศึกษา	5	5	5	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
12. กิจกรรมการเรียนรู้ทำให้นักเรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง	5	5	5	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
เฉลี่ย				5.00	เหมาะสมมากที่สุด

ตาราง 22 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			ค่าเฉลี่ย	สรุปผล
	1	2	3		
ด้านสื่อและอุปกรณ์การเรียนรู้					
13. มีสื่อประกอบที่หลากหลาย น่าสนใจทันสมัย และเตรียมได้ง่าย	5	5	5	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
14. สื่อและอุปกรณ์เหมาะสมกับการ จัดกิจกรรม	5	5	5	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
15. สื่อและอุปกรณ์ช่วยให้นักเรียน สร้างความรู้ ความเข้าใจ และช่วย พัฒนาความคิดสร้างสรรค์และ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้	5	5	5	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
16. สื่อและอุปกรณ์การจัดการเรียนรู้ ทำให้นักเรียนสามารถนำวิธีการเรียนรู้ ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้	5	5	5	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
เฉลี่ย				5.00	เหมาะสมมากที่สุด
ด้านการวัดผลและประเมินผล					
17. วิธีการวัดผล ประเมินผลสอดคล้อง กับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
18. วัดและประเมินผลได้ครอบคลุม พฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย ทักษะพิสัย และจิตพิสัย	5	5	5	5.00	เหมาะสมมากที่สุด

ตาราง 22 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			ค่าเฉลี่ย	สรุปผล
	1	2	3		
19. มีการวัดและการประเมินผลด้วยรูปแบบที่หลากหลาย ได้แก่ การประเมินด้านความรู้ ด้านความคิดสร้างสรรค์ ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์	5	5	5	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
20. เครื่องมือที่ใช้ในการวัดผลประเมินผลมีความเหมาะสม สามารถนำไปใช้ได้ตรงตามวัตถุประสงค์	5	5	5	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
เฉลี่ย				5.00	เหมาะสมมากที่สุด
เฉลี่ยรวม				5.00	เหมาะสมมากที่สุด

ตาราง 23 ผลการประเมินความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้กับตัวชี้วัด เรื่อง
การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หน่วย การแยกสาร จัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับ
สะเต็มศึกษา

ตัวชี้วัด	แผนการจัดการ เรียนรู้ที่	ระดับความ คิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	สรุปผล
		1	2	3			
1. อธิบาย การแยกสาร โดยการระเหยแห้ง การตกผลึก การกลั่นอย่าง ง่าย โคโรมาโทกราฟีแบบ กระดาษการสกัดด้วย ตัวทำละลาย 2. แยกสารโดย การระเหยแห้ง การตกผลึก การกลั่นอย่างง่าย โครมาโทกราฟี แบบกระดาษ การสกัดด้วย ตัวทำละลาย 3. บอกวิธีการแยกสารไป ใช้แก้ปัญหา ใน ชีวิตประจำวัน โดยบูรณาการ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์	แผนที่ 1 เรื่อง การระเหยแห้ง	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	แผนที่ 2 เรื่อง การตกผลึก	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	แผนที่ 3 เรื่อง การกลั่น อย่างง่าย	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	แผนที่ 4 เรื่อง โครมาโทกราฟี แบบกระดาษ	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	แผนที่ 5 เรื่อง การสกัดด้วย ตัวทำละลาย	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้

ตาราง 24 ผลการวิเคราะห์ดัชนีความสอดคล้องเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดความคิด
สร้างสรรค์ จัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา

แบบทดสอบวัดความคิด สร้างสรรค์	ข้อที่	ระดับความ คิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	สรุปผล
		1	2	3			
1. เขียนสาเหตุที่เป็นไปได้ถึง เหตุการณ์ที่เกิดขึ้น	1	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
2. เขียนผลที่เป็นไปได้ของ เหตุการณ์	2	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
3. เขียนประโยชน์พิเศษของ สิ่งของที่กำหนดให้	3	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
4. การสร้างรูปภาพ	4	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
5. การต่อเติมรูปภาพ	5	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
6. เส้น	6	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้

ตาราง 25 ผลการวิเคราะห์ดัชนีความสอดคล้องเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียน จัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา

ข้อที่	ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	สรุปผล
	1	2	3			
1	0	+1	+1	2	0.67	ใช้ได้
2	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
3	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
1	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
5	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
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	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
10	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
11	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
12	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
13	0	+1	+1	2	0.67	ใช้ได้
14	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
15	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
16	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
17	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
18	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
19	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
20	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
21	0	+1	+1	2	0.67	ใช้ได้
22	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
23	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้

ตาราง 25 (ต่อ)

ข้อที่	ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	สรุปผล
	1	2	3			
24	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
25	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
26	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
27	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
28	0	+1	+1	2	0.67	ใช้ได้
29	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
30	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
31	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
32	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
33	+1	0	+1	2	0.67	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	3	1.00	ใช้ได้
38	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
39	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
40	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้

ตาราง 26 ผลการประเมินความสอดคล้องของแบบสอบถามสมรรถนะและคุณลักษณะ

อันพึงประสงค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้
Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	สรุปผล
	1	2	3			
ความสามารถในการสื่อสาร						
1. มีความสามารถในการนำเสนอ ผลงานใช้วิธีการสื่อสารที่เหมาะสม	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
ความสามารถในการคิด						
2. มีทักษะในการคิดนอกกรอบอย่าง สร้างสรรค์ มีความสามารถในการคิด อย่างมีระบบ ตัดสินใจแก้ปัญหา เกี่ยวกับตนเองได้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
ความสามารถในการแก้ปัญหา						
3. ระบุปัญหาที่เกิดขึ้นกับตนเอง อย่างชัดเจน มีการวางแผนการ แก้ปัญหา ปฏิบัติตามแผนการ แก้ปัญหา ตรวจสอบ ทบทวน แผนการแก้ปัญหา สรุปผลการ แก้ปัญหาอย่างครบถ้วน สมเหตุสมผล และใช้ประสบการณ์ เพื่อป้องกันและแก้ปัญหาที่อาจจะ เกิดขึ้นในสถานการณ์ต่าง ๆ	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต						
4. สามารถทำงานกลุ่มร่วมกันผู้อื่นได้ นำความรู้ที่ได้ไปใช้ประโยชน์ใน ชีวิตประจำวัน	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้

ตาราง 26 (ต่อ)

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	สรุปผล
	1	2	3			
ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี						
5. เลือกและใช้เทคโนโลยีได้เหมาะสมตามวัย ใช้เทคโนโลยีในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์						
6. ปฏิบัติตนตามสิทธิและหน้าที่พลเมืองดีของชาติ สนับสนุนกิจกรรมที่สร้างความสามัคคีปรองดอง ปฏิบัติตนตามหลักของศาสนาพุทธ เคารพเทิดทูนสถาบันพระมหากษัตริย์	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
ซื่อสัตย์สุจริต						
7. ยึดมั่นในความถูกต้องประพฤติตรงตามความเป็นจริงต่อตนเองและผู้อื่นทั้งทางกาย วาจา ใจ	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
มีวินัย						
8. ปฏิบัติตนตาม ข้อตกลง กฎเกณฑ์ระเบียบข้อบังคับของโรงเรียนและสังคม ไม่ละเมิดสิทธิของผู้อื่นมีความตรงต่อเวลาในการปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้

ตาราง 26 (ต่อ)

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	สรุปผล
	1	2	3			
ใฝ่เรียนรู้						
9. ตั้งใจเรียน เอาใจใส่และมีความ เพียรพยายามในการเรียนรู้ แลกเปลี่ยนเรียนนรู้ด้วยวิธีการต่าง ๆ และนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
อยู่อย่างพอเพียง						
10. ดำเนินชีวิตอย่างพอประมาณ มี เหตุผลรอบคอบ มีคุณธรรม มี ภูมิคุ้มกันในตัวที่ดี และปรับตัวเพื่อ อยู่ในสังคมได้อย่างมีความสุข	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
มุ่งมั่นในการทำงาน						
11. เอาใจใส่ต่อการ ปฏิบัติหน้าที่ที่ ได้รับมอบหมายปรับปรุงและ พัฒนาการทำงานด้วยตนเอง	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
รักความเป็นไทย						
12. ความภาคภูมิใจ เห็นคุณค่าร่วม อนุรักษ์สืบทอดภูมิปัญญาไทย ขนบธรรมเนียมประเพณี ศิลปะและ วัฒนธรรมไทย ใช้ภาษาไทยในการ สื่อสารได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้

ตาราง 26 (ต่อ)

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	สรุปผล
	1	2	3			
มีจิตสาธารณะ						
13. รู้จักทำงานช่วยเหลือผู้อื่นด้วย กำลังกาย กำลังใจและ กำลังสติปัญญาด้วยความสมัครใจ โดยไม่หวังผลตอบแทน	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
เฉลี่ยรวม					1	ใช้ได้

ตาราง 27 ผลการวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์
ที่ได้จากการทดลองใช้ (Try Out) เพื่อหาคุณภาพของเครื่องมือ

นักเรียน คนที่	คะแนนความคิดสร้างสรรค์				คะแนนรวม (100คะแนน) X	X ²
	ความคิด คล่องแคล่ว 25 คะแนน	ความคิด ยืดหยุ่น 25 คะแนน	ความคิด ริเริ่ม 25 คะแนน	ความคิด ละเอียดลออ 25 คะแนน		
1	17	22	20	21	80	6400
2	19	21	19	22	81	6561
3	18	23	17	18	76	5776
4	20	19	18	15	72	5184
5	14	20	21	18	73	5329
6	16	21	18	17	72	5184
7	18	22	20	21	81	6561
8	13	19	18	16	66	4356
9	19	21	19	17	76	5776
10	15	17	17	19	68	4624
11	18	24	19	23	84	7056
12	14	16	16	15	61	3721
13	20	21	20	19	80	6400
14	17	18	17	16	68	4624
15	19	20	21	18	78	6084
16	21	22	20	23	86	7396
17	15	19	16	18	68	4624
18	17	22	21	20	80	6400
19	16	21	22	23	82	6724
20	17	23	19	19	78	6084
21	15	21	24	21	81	6561
22	18	24	17	19	78	6084

ตาราง 27 (ต่อ)

นักเรียน คนที่	คะแนนความคิดสร้างสรรค์				คะแนนรวม (100คะแนน) X	X ²
	ความคิด คล่องแคล่ว 25 คะแนน	ความคิด ยืดหยุ่น 25 คะแนน	ความคิด ริเริ่ม 25 คะแนน	ความคิด ละเอียดลออ 25 คะแนน		
23	14	20	21	19	74	5476
24	17	24	21	18	80	6400
25	14	16	15	14	59	3481
26	16	21	19	16	72	5184
27	18	21	18	19	76	5776
28	19	23	24	20	86	7396
29	17	19	17	19	72	5184
30	19	23	22	19	83	6889
31	16	17	18	18	69	4761
32	21	22	21	20	84	7056
33	17	20	22	18	77	5929
34	17	19	18	19	73	5329
35	15	19	18	15	67	4489
36	18	21	19	16	74	5476
37	14	16	17	14	61	3721
38	20	22	20	22	84	7056
39	19	21	18	18	76	5776
ค่าเฉลี่ย	17.10	20.51	19.15	18.51	2936	222888
S.D.	2.11	2.20	2.12	2.42		
S ²	4.3	4.7	4.4	5.7		

จากตาราง 27 วิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความคิด
สร้างสรรค์ในการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา ตามวิธีของครอนบาค (Cronbach) มีค่าความ
เชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์เท่ากับ 0.80

ตาราง 28 ผลการวิเคราะห์ระดับค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่น ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ข้อที่	การวิเคราะห์			
	ค่าความยาก (p)	แปลผล (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	แปลผล (r)
1	0.68	ค่อนข้างง่าย	0.45	ดี
2	0.50	ปานกลาง	0.45	ดี
3	0.64	ค่อนข้างง่าย	0.55	ดี
4	0.50	ปานกลาง	0.45	ดี
5	0.64	ค่อนข้างง่าย	0.36	พอใช้
6	0.59	ปานกลาง	0.45	ดี
7	0.73	ค่อนข้างง่าย	0.36	พอใช้
8	0.68	ค่อนข้างง่าย	0.45	ดี
9	0.73	ค่อนข้างง่าย	0.55	ดี
10	0.32	ค่อนข้างยาก	0.45	ดี
11	0.50	ปานกลาง	0.45	ดี
12	0.68	ค่อนข้างง่าย	0.45	ดี
13	0.59	ปานกลาง	0.45	ดี
14	0.36	ค่อนข้างยาก	0.55	ดี
15	0.73	ค่อนข้างง่าย	0.55	ดี
16	0.36	ค่อนข้างยาก	0.55	ดี
17	0.68	ค่อนข้างง่าย	0.45	ดี
18	0.73	ค่อนข้างง่าย	0.36	พอใช้
19	0.68	ค่อนข้างง่าย	0.45	ดี
20	0.73	ค่อนข้างง่าย	0.36	พอใช้
21	0.64	ค่อนข้างง่าย	0.55	ดี
22	0.45	ปานกลาง	0.55	ดี
23	0.64	ค่อนข้างง่าย	0.36	พอใช้

ตาราง 28 (ต่อ)

ข้อที่	การวิเคราะห์			
	ค่าความยาก (p)	แปลผล (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	แปลผล (r)
24	0.64	ค่อนข้างง่าย	0.55	ดี
25	0.68	ค่อนข้างง่าย	0.45	ดี
26	0.64	ค่อนข้างง่าย	0.36	พอใช้
27	0.50	ปานกลาง	0.45	ดี
28	0.59	ปานกลาง	0.45	ดี
29	0.45	ปานกลาง	0.55	ดี
30	0.64	ค่อนข้างง่าย	0.55	ดี

จากตาราง 28 วิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้สูตร KR-20 มีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเท่ากับ 0.86

ภาคผนวก ค

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา หน่วย การแยกสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
2. ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนองค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนก่อนเรียน
3. ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนองค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนหลังเรียน
4. ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน
5. ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน
6. ผลการวิเคราะห์คะแนนสมรรถนะและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา หน่วย การแยกสาร

ตาราง 29 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้
โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา หน่วย การแยกสาร ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

เลขที่	คะแนนระหว่างเรียน (แผนการจัดการเรียนรู้ที่/คะแนน)					คะแนน รวมของ แผน	แบบ ทดสอบ ท้ายแผน	รวม คะแนน ระหว่าง เรียน	คะแนน หลังเรียน
	1	2	3	4	5				
	20	20	20	20	20				
1	18	15	17	16	18	84	82	166	105
2	16	15	15	14	17	77	87	164	108
3	16	17	16	15	18	82	84	166	103
4	16	18	15	16	17	82	78	160	112
5	17	17	16	14	17	81	86	167	106
6	17	15	17	13	18	80	82	162	109
7	16	17	15	16	17	81	81	162	114
8	16	15	17	14	18	80	81	161	111
9	16	15	16	15	17	79	85	164	107
10	18	17	15	15	18	83	84	167	112
11	16	15	17	16	17	81	82	163	91
12	15	17	15	15	18	80	77	157	90
13	16	15	16	13	17	77	84	161	114
14	15	17	17	14	18	81	81	162	101
15	16	17	17	15	16	81	82	163	95
16	17	15	16	16	17	81	83	164	80
17	18	15	17	14	18	82	87	169	118
18	16	17	15	16	15	79	80	159	112
19	18	18	16	15	18	85	83	168	115
20	16	15	17	15	17	80	74	154	94

ตาราง 29 (ต่อ)

เลขที่	คะแนนระหว่างเรียน (แผนการจัดการเรียนรู้ที่/คะแนน)					คะแนน รวมของ แผน	แบบ ทดสอบ ท้ายแผน	รวม คะแนน ระหว่าง เรียน	คะแนน หลังเรียน
	1	2	3	4	5				
	20	20	20	20	20				
21	16	17	17	14	18	82	84	166	110
22	18	15	16	13	17	79	82	161	111
23	16	17	15	16	17	81	81	162	107
24	16	18	15	16	18	83	84	167	116
25	15	15	17	13	17	77	76	153	99
26	18	15	16	16	18	83	83	166	92
27	16	15	17	16	15	79	78	157	100
28	18	18	16	16	17	85	86	171	119
29	16	15	17	14	18	80	87	167	99
30	16	17	15	14	17	79	85	164	111
31	15	15	17	16	18	81	80	161	103
32	16	17	15	15	18	81	83	164	104
33	15	18	17	15	17	82	81	163	116
34	16	15	17	16	18	82	76	158	113
35	16	17	15	15	17	80	82	162	106
36	16	17	17	14	18	82	78	160	91
37	16	15	17	16	17	81	86	167	86
38	16	15	16	15	18	80	74	154	114
39	18	18	15	15	17	83	80	163	116
40	18	17	16	14	18	83	87	170	112

ตาราง 30 ผลการวิเคราะห์คะแนนองค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนก่อนเรียน

เลขที่	องค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์				คะแนนรวม (100คะแนน)
	ความคิด คล่องแคล่ว 25 คะแนน	ความคิด ยืดหยุ่น 25 คะแนน	ความคิด ริเริ่ม 25 คะแนน	ความคิด ละเอียดลออ 25 คะแนน	
1	13	20	14	16	63
2	16	19	16	14	65
3	14	22	13	15	64
4	16	24	17	16	73
5	11	23	18	17	69
6	15	21	17	14	67
7	12	23	23	16	74
8	10	23	21	17	71
9	17	18	19	14	68
10	8	23	21	19	71
11	11	18	14	12	55
12	9	17	15	11	52
13	16	22	23	16	77
14	12	18	19	15	64
15	15	17	13	14	59
16	10	12	10	9	41
17	16	23	20	21	80
18	17	16	18	22	73
19	14	23	20	19	76
20	11	19	15	14	59
21	13	21	14	23	71
22	16	23	14	20	73
23	17	22	20	21	80

ตาราง 30 (ต่อ)

เลขที่	องค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์				คะแนนรวม (100คะแนน)
	ความคิด คล่องแคล่ว 25 คะแนน	ความคิด ยืดหยุ่น 25 คะแนน	ความคิด ริเริ่ม 25 คะแนน	ความคิด ละเอียดลออ 25 คะแนน	
24	12	19	23	16	70
25	19	22	13	18	72
26	10	17	15	17	59
27	14	9	13	21	57
28	11	16	19	16	62
29	13	23	22	22	80
30	13	18	12	20	63
31	17	21	19	17	74
32	14	17	8	20	59
33	18	14	23	14	69
34	12	23	16	22	73
35	15	21	23	18	76
36	10	20	20	12	62
37	10	14	22	9	55
16	8	16	13	15	52
38	13	17	19	20	69
39	14	16	21	23	74
40	13	21	23	13	70
รวม	528	769	698	667	2661
เฉลี่ย	13.20	19.23	17.45	16.68	66.53
S.D.	2.78	3.49	4.05	3.66	8.56
ร้อยละ	66.53				

ตาราง 31 ผลการวิเคราะห์คะแนนองค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนหลังเรียน

เลขที่	องค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์				คะแนนรวม (100คะแนน)
	ความคิด คล่องแคล่ว 25 คะแนน	ความคิด ยืดหยุ่น 25 คะแนน	ความคิด ริเริ่ม 25 คะแนน	ความคิด ละเอียดลออ 25 คะแนน	
1	18	23	21	19	81
2	22	24	17	20	83
3	19	23	18	18	78
4	23	24	21	20	88
5	16	24	20	21	81
6	17	22	19	25	83
7	20	23	24	22	89
8	15	24	25	23	87
9	21	20	23	17	81
10	16	24	25	21	86
11	14	19	18	14	65
12	15	18	17	17	67
13	19	23	25	22	89
14	16	21	19	19	75
15	17	19	15	18	69
16	15	14	12	14	55
17	23	24	23	23	93
18	20	21	20	25	86
19	18	24	25	24	91
20	14	22	18	16	70
21	16	24	18	25	83
22	20	24	25	18	87
23	14	20	25	23	82

ตาราง 31 (ต่อ)

เลขที่	องค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์				คะแนนรวม (100คะแนน)
	ความคิด คล่องแคล่ว 25 คะแนน	ความคิด ยืดหยุ่น 25 คะแนน	ความคิด ริเริ่ม 25 คะแนน	ความคิด ละเอียดลออ 25 คะแนน	
24	15	21	20	18	74
25	15	16	14	22	67
26	17	23	19	17	76
27	21	24	25	25	95
28	14	21	18	23	76
29	19	23	21	23	86
30	16	22	18	21	77
31	20	19	23	19	81
32	20	24	23	25	92
33	17	23	24	25	89
34	14	22	23	20	79
35	12	16	23	14	65
36	13	18	15	16	62
37	19	23	24	22	88
16	23	23	22	24	92
38	18	23	25	21	87
39	15	21	20	18	74
40	15	16	14	22	67
รวม	702	867	833	823	3225
เฉลี่ย	17.55	21.68	20.83	20.58	80.63
S.D.	2.97	2.57	3.53	3.34	9.63
ร้อยละ	80.63				

ตาราง 32 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน
ก่อนเรียนและหลังเรียน

เลขที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	D	D ²	t-test
	100 คะแนน	100 คะแนน			
1	63	81	18	324	t=32.73
2	65	83	18	324	
3	64	78	14	196	
4	73	88	15	225	
5	69	81	12	144	
6	67	83	16	256	
7	74	89	15	225	
8	71	87	16	256	
9	68	81	13	169	
10	71	86	15	225	
11	55	65	10	100	
12	52	67	15	225	
13	77	89	12	144	
14	64	75	11	121	
15	59	69	10	100	
16	41	55	14	196	
17	80	93	13	169	
18	73	86	13	169	
19	76	91	15	225	
20	59	70	11	121	
21	71	83	12	144	
22	73	87	14	196	
23	70	82	12	144	
24	72	90	18	324	

ตาราง 32 (ต่อ)

เลขที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	D	D ²	t-test
	100 คะแนน	100 คะแนน			
25	59	74	15	225	t=32.73
26	57	67	10	100	
27	62	76	14	196	
28	80	95	15	225	
29	63	76	13	169	
30	74	86	12	144	
31	59	77	18	324	
32	69	81	12	144	
33	73	92	19	361	
34	76	89	13	169	
35	62	79	17	289	
36	55	65	10	100	
37	52	62	10	100	
38	69	88	19	361	
39	74	92	18	324	
40	70	87	17	289	
รวม	2661	3225	564	8242	
เฉลี่ย	66.53	80.63			
S.D.	8.56	9.63			
ร้อยละ	66.53	80.63			

ตาราง 33 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน
ก่อนเรียนและหลังเรียน

เลขที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	D	D ²	t-test
	30 คะแนน	30 คะแนน			
1	18	24	6	36	t=33.47
2	19	25	6	36	
3	18	25	7	49	
4	15	24	9	81	
5	15	25	10	100	
6	18	26	8	64	
7	16	25	9	81	
8	17	24	7	49	
9	19	26	7	49	
10	14	26	12	144	
11	17	26	9	81	
12	16	23	7	49	
13	14	25	11	121	
14	17	26	9	81	
15	18	26	8	64	
16	19	25	6	36	
17	18	25	7	49	
18	16	26	10	100	
19	17	24	7	49	
20	18	24	6	36	
21	18	27	9	81	
22	17	24	7	49	
23	15	25	10	100	
24	19	26	7	49	

ตาราง 33 (ต่อ)

เลขที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	D	D ²	t-test
	30 คะแนน	30 คะแนน			
25	17	25	8	64	t=33.47
26	16	25	9	81	
27	15	24	9	81	
28	15	24	9	81	
29	14	23	9	81	
30	16	25	9	81	
31	16	26	10	100	
32	16	23	7	49	
33	15	24	9	81	
34	15	24	9	81	
35	18	27	9	81	
36	18	26	8	64	
37	19	24	5	25	
38	16	26	10	100	
39	15	24	9	81	
40	14	25	11	121	
รวม	663	997	334	2886	
เฉลี่ย	16.58	24.93			
S.D.	1.58	1.05			
ร้อยละ	55.25	83.08			

ตาราง 34 ผลการวิเคราะห์คะแนนสมรรถนะและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา
หน่วย การแยกสาร แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง การระเหยแห้ง

เลขที่	1. ความ สามารถ ในการ สื่อสาร	2. ความ สามารถ ในการคิด	3. ความ สามารถ ในการ แก้ปัญหา	4. ความ สามารถใน การใช้ ทักษะชีวิต	5. ความ สามารถใน การใช้ เทคโนโลยี	6. รัก ชาติ ศาสน์ กษัตริย์	7. ซื่อ สัตย์ สุจริต	8. มี วินัย	9. ใฝ่ เรียนรู้	10. อยู่ อย่าง พอเพียง	11. มุ่งมั่น ในการ ทำงาน	12. รัก ความเป็น ไทย	13. มีจิต สาธารณะ
1	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3
2	1	3	3	3	3	3	1	3	2	3	2	3	3
3	2	3	3	2	3	3	3	2	3	2	3	3	2
4	3	3	2	1	2	2	2	1	3	2	3	3	3
5	3	2	3	3	3	3	1	2	3	2	3	3	1
6	2	3	3	2	2	3	3	2	2	1	2	1	1
7	3	3	2	3	3	2	3	3	3	3	1	3	3
8	2	3	3	2	3	1	2	3	2	3	1	3	2
9	3	3	2	3	3	3	3	1	3	3	3	2	3
10	2	3	1	3	3	3	3	2	3	3	2	1	3
11	3	2	3	2	1	2	1	1	3	1	3	2	3

ตาราง 34 (ต่อ)

เลขที่	1. ความ สามารถ ในการ สื่อสาร	2. ความ สามารถ ในการคิด	3. ความ สามารถ ในการ แก้ปัญหา	4. ความ สามารถใน การใช้ ทักษะชีวิต	5. ความ สามารถใน การใช้ เทคโนโลยี	6. รัก ชาติ ศาสน์ กษัตริย์	7. ซื่อ สัตย์ สุจริต	8. มี วินัย	9. ใฝ่ เรียนรู้	10. อยู่ อย่าง พอเพียง	11. มุ่งมั่น ในการ ทำงาน	12. รัก ความเป็น ไทย	13. มีจิต สาธารณะ
12	3	3	3	3	3	3	2	3	2	3	1	3	3
13	3	3	3	3	2	2	3	1	3	1	3	3	3
14	3	2	3	2	3	3	3	3	1	3	2	3	3
15	3	3	3	3	2	2	3	1	2	3	3	3	3
16	3	3	3	3	2	3	3	1	3	2	1	3	3
17	3	1	1	2	3	1	2	3	1	1	3	3	3
18	3	3	2	3	1	2	3	3	2	2	2	3	1
19	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3
20	2	3	2	2	2	3	1	3	2	3	2	2	2
21	3	3	3	3	3	3	3	1	3	2	3	3	1
22	3	3	3	3	3	2	3	2	3	3	1	2	3
23	1	1	3	3	3	3	3	3	2	1	2	3	3

ตาราง 34 (ต่อ)

เลขที่	1. ความ สามารถ ในการ สื่อสาร	2. ความ สามารถ ในการคิด	3. ความ สามารถ ในการ แก้ปัญหา	4. ความ สามารถใน การใช้ ทักษะชีวิต	5. ความ สามารถใน การใช้ เทคโนโลยี	6. รัก ชาติ ศาสน์ กษัตริย์	7. ซื่อ สัตย์ สุจริต	8. มี วินัย	9. ใฝ่ เรียนรู้	10. อยู่ อย่าง พอเพียง	11. มุ่งมั่น ในการ ทำงาน	12. รัก ความเป็น ไทย	13. มีจิต สาธารณะ
24	2	3	3	2	3	3	3	2	3	3	3	3	3
25	2	3	3	1	2	2	3	3	3	3	3	3	3
26	3	3	1	3	3	3	3	3	3	3	3	1	1
27	2	3	2	3	1	2	1	2	3	1	2	3	1
28	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3
29	3	3	3	3	3	2	3	1	3	3	1	3	3
30	1	3	3	3	3	3	3	3	1	2	3	3	1
31	3	3	3	1	3	1	3	3	3	3	2	3	3
32	1	3	3	3	1	3	3	3	2	3	3	3	2
33	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	2	3	3
34	3	3	3	1	2	3	3	3	3	3	3	2	2
35	2	3	3	3	3	3	3	1	3	1	1	3	2

ตาราง 34 (ต่อ)

เลขที่	1. ความ สามารถ ในการ สื่อสาร	2. ความ สามารถ ในการคิด	3. ความ สามารถ ในการ แก้ปัญหา	4. ความ สามารถใน การใช้ ทักษะชีวิต	5. ความ สามารถใน การใช้ เทคโนโลยี	6. รัก ชาติ ศาสน์ กษัตริย์	7. ซื่อ สัตย์ สุจริต	8. มี วินัย	9. ใฝ่ เรียนรู้	10. อยู่ อย่าง พอเพียง	11. มุ่งมั่น ในการ ทำงาน	12. รัก ความ เป็นไทย	13. มีจิต สาธารณะ
36	3	2	3	2	3	3	1	3	3	2	3	3	3
37	3	3	3	3	3	3	2	3	3	2	3	3	2
38	3	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
39	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2
40	3	3	3	2	3	3	3	2	3	3	1	2	3
รวม	102	109	108	100	104	103	101	93	105	96	94	107	98
เฉลี่ย	2.55	2.73	2.70	2.50	2.60	2.58	2.53	2.33	2.63	2.40	2.35	2.68	2.45
S.D.	0.68	0.60	0.61	0.68	0.67	0.64	0.75	0.83	0.63	0.78	0.80	0.62	0.78

ตาราง 35 ผลการวิเคราะห์คะแนนสมรรถนะและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา
หน่วย การแยกสาร แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การตกผลึก

เลขที่	1. ความ สามารถ ในการ สื่อสาร	2. ความ สามารถ ในการคิด	3. ความ สามารถ ในการ แก้ปัญหา	4. ความ สามารถใน การใช้ ทักษะชีวิต	5. ความ สามารถใน การใช้ เทคโนโลยี	6. รัก ชาติ ศาสน์ กษัตริย์	7. ซื่อ สัตย์ สุจริต	8. มี วินัย	9. ใฝ่ เรียนรู้	10. อยู่ อย่าง พอเพียง	11. มุ่งมั่น ในการ ทำงาน	12. รัก ความเป็น ไทย	13. มีจิต สาธารณะ
1	1	3	3	3	2	3	2	3	3	3	2	3	3
2	3	3	3	3	2	3	2	2	1	2	1	3	3
3	3	2	3	1	2	3	2	2	2	3	2	3	3
4	2	1	2	3	1	3	2	2	3	3	3	3	1
5	3	3	3	2	3	3	3	2	3	1	3	3	2
6	3	3	3	3	3	2	2	1	3	3	1	3	3
7	3	1	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3
8	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
9	3	2	3	3	3	2	2	1	3	3	2	3	1
10	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
11	3	3	3	3	3	1	3	3	3	3	2	3	1

ตาราง 35 (ต่อ)

เลขที่	1. ความสามารถในการสื่อสาร	2. ความสามารถในการคิด	3. ความสามารถในการแก้ปัญหา	4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต	5. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี	6. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์	7. ซื่อสัตย์สุจริต	8. มีวินัย	9. ใฝ่เรียนรู้	10. อยู่อย่างพอเพียง	11. มุ่งมั่นในการทำงาน	12. รักความเป็นไทย	13. มีจิตสาธารณะ
12	3	3	3	3	3	3	2	3	3	2	3	2	2
13	3	3	1	3	3	3	2	3	1	3	1	3	3
14	3	1	3	2	3	3	3	2	3	2	3	3	3
15	3	3	3	3	2	1	3	3	3	3	2	3	3
16	3	3	2	1	2	2	3	1	3	3	3	3	3
17	2	3	3	3	3	3	2	3	3	3	1	1	1
18	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3
19	2	3	3	3	3	1	3	2	3	2	3	1	3
20	3	3	3	1	3	3	2	3	3	3	3	3	3
21	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3
22	3	3	3	2	2	3	2	1	3	3	1	1	3
23	2	3	3	2	3	1	2	3	3	1	3	3	2

ตาราง 35 (ต่อ)

เลขที่	1. ความ สามารถ ในการ สื่อสาร	2. ความ สามารถ ในการคิด	3. ความ สามารถ ในการ แก้ปัญหา	4. ความ สามารถใน การใช้ ทักษะชีวิต	5. ความ สามารถใน การใช้ เทคโนโลยี	6. รัก ชาติ ศาสน์ กษัตริย์	7. ซื่อ สัตย์ สุจริต	8. มี วินัย	9. ใฝ่ เรียนรู้	10. อยู่ อย่าง พอเพียง	11. มุ่งมั่น ในการ ทำงาน	12. รัก ความเป็น ไทย	13. มีจิต สาธารณะ
24	3	3	3	3	3	3	2	3	1	3	3	3	3
25	3	3	3	3	3	2	3	1	3	3	1	2	1
26	1	3	3	3	2	3	2	3	2	3	3	3	3
27	3	3	3	3	3	3	3	2	1	2	3	1	3
28	3	3	3	1	3	3	2	2	2	3	3	3	3
29	2	1	2	3	1	3	3	1	3	3	3	1	3
30	3	3	3	1	3	3	3	2	3	1	1	3	2
31	1	3	1	3	3	2	2	1	3	3	2	2	3
32	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
33	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	1
34	1	3	1	3	3	2	2	1	3	3	3	3	3
35	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	1	3

ตาราง 35 (ต่อ)

เลขที่	1. ความ สามารถ ในการ สื่อสาร	2. ความ สามารถ ในการคิด	3. ความ สามารถ ในการ แก้ปัญหา	4. ความ สามารถใน การใช้ ทักษะชีวิต	5. ความ สามารถใน การใช้ เทคโนโลยี	6. รัก ชาติ ศาสน กษัตริย์	7. ซื่อ สัตย์ สุจริต	8. มี วินัย	9. ใฝ่ เรียนรู้	10. อยู่ อย่าง พอเพียง	11. มุ่งมั่น ในการ ทำงาน	12. รัก ความ เป็นไทย	13. มีจิต สาธารณะ
36	3	3	3	3	3	2	2	1	1	3	3	2	1
37	1	3	1	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3
38	3	3	3	1	3	3	3	1	3	3	3	3	3
39	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	2	3	2
40	3	3	3	3	3	3	2	1	3	3	3	2	3
รวม	105	110	109	104	108	105	98	89	107	106	99	103	101
เฉลี่ย	2.63	2.75	2.73	2.60	2.70	2.63	2.45	2.23	2.68	2.65	2.48	2.58	2.53
S.D.	0.70	0.63	0.64	0.74	0.56	0.67	0.50	0.86	0.69	0.62	0.78	0.75	0.78

ตาราง 36 ผลการวิเคราะห์คะแนนสมรรถนะและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา
หน่วย การแยกสาร แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การกลั่นอย่างง่าย

เลขที่	1. ความ สามารถ ในการ สื่อสาร	2. ความ สามารถ ในการคิด	3. ความ สามารถ ในการ แก้ปัญหา	4. ความ สามารถใน การใช้ ทักษะชีวิต	5. ความ สามารถใน การใช้ เทคโนโลยี	6. รัก ชาติ ศาสน์ กษัตริย์	7. ซื่อ สัตย์ สุจริต	8. มี วินัย	9. ใฝ่ เรียนรู้	10. อยู่ อย่าง พอเพียง	11. มุ่งมั่น ในการ ทำงาน	12. รัก ความเป็น ไทย	13. มีจิต สาธารณะ
1	2	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3
2	2	3	2	2	1	2	3	3	3	1	3	2	2
3	2	3	3	3	2	3	3	3	2	3	3	2	3
4	3	3	3	3	3	3	1	3	2	3	2	2	3
5	3	3	2	3	3	2	3	2	3	3	3	2	3
6	1	3	3	2	3	3	3	3	3	1	2	3	2
7	3	3	3	3	3	1	2	3	3	2	2	1	3
8	3	3	3	1	3	3	3	3	2	3	3	3	1
9	3	3	3	3	3	2	3	3	2	3	2	3	3
10	2	3	2	1	1	3	3	3	3	1	3	2	2
11	1	1	3	2	3	2	3	1	2	3	3	3	3

ตาราง 36 (ต่อ)

เลขที่	1. ความ สามารถ ในการ สื่อสาร	2. ความ สามารถ ในการคิด	3. ความ สามารถ ในการ แก้ปัญหา	4. ความ สามารถใน การใช้ ทักษะชีวิต	5. ความ สามารถใน การใช้ เทคโนโลยี	6. รัก ชาติ ศาสน์ กษัตริย์	7. ซื่อ สัตย์ สุจริต	8. มี วินัย	9. ใฝ่ เรียนรู้	10. อยู่ อย่าง พอเพียง	11. มุ่งมั่น ในการ ทำงาน	12. รัก ความเป็น ไทย	13. มีจิต สาธารณะ
12	3	3	3	3	2	2	3	3	3	2	3	3	3
13	3	3	3	3	3	1	3	3	2	3	3	1	1
14	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	1	3	3
15	3	3	2	3	3	2	3	1	3	1	3	3	2
16	2	3	3	2	3	2	3	2	2	3	3	3	2
17	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3
18	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	3	2	2
19	3	3	3	1	2	3	3	2	3	3	2	3	3
20	3	2	3	3	3	2	2	3	2	2	3	2	3
21	3	3	2	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3
22	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	1	3	3
23	2	3	1	3	3	3	3	3	2	3	3	1	3

ตาราง 36 (ต่อ)

เลขที่	1. ความสามารถในการสื่อสาร	2. ความสามารถในการคิด	3. ความสามารถในการแก้ปัญหา	4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต	5. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี	6. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์	7. ซื่อสัตย์สุจริต	8. มีวินัย	9. ใฝ่เรียนรู้	10. อยู่อย่างพอเพียง	11. มุ่งมั่นในการทำงาน	12. รักความเป็นไทย	13. มีจิตสาธารณะ
24	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3
25	2	3	3	3	2	3	3	3	3	2	3	3	2
26	2	3	3	1	2	3	3	3	3	1	3	3	2
27	3	3	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
28	2	3	3	3	3	3	1	1	2	3	1	3	3
29	3	2	3	2	3	3	3	2	3	1	3	1	2
30	3	3	2	3	3	3	3	3	2	3	2	3	3
31	1	3	3	3	3	3	3	3	3	2	1	3	1
32	3	3	3	3	3	1	3	3	2	3	3	3	2
33	3	2	2	1	2	3	3	3	2	3	2	3	2
34	3	3	3	3	3	3	3	1	3	2	2	3	2
35	3	2	3	3	3	3	2	3	3	2	1	3	3

ตาราง 36 (ต่อ)

เลขที่	1. ความ สามารถ ในการ สื่อสาร	2. ความ สามารถ ในการคิด	3. ความ สามารถ ในการ แก้ปัญหา	4. ความ สามารถใน การใช้ ทักษะชีวิต	5. ความ สามารถใน การใช้ เทคโนโลยี	6. รัก ชาติ ศาสน กษัตริย์	7. ซื่อ สัตย์ สุจริต	8. มี วินัย	9. ใฝ่ เรียนรู้	10. อยู่ อย่าง พอเพียง	11. มุ่งมั่น ในการ ทำงาน	12. รัก ความ เป็นไทย	13. มีจิต สาธารณะ
36	3	1	3	3	2	3	3	2	3	3	3	3	3
37	3	3	3	1	3	3	3	3	2	2	2	1	2
38	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	2	3	3
39	3	3	3	1	2	1	3	3	3	3	3	3	3
40	2	3	3	3	3	3	1	3	3	2	3	1	2
รวม	102	112	109	99	108	103	111	107	104	95	98	101	100
เฉลี่ย	2.55	2.80	2.73	2.48	2.70	2.58	2.78	2.68	2.60	2.38	2.45	2.53	2.50
S.D.	0.68	0.52	0.55	0.78	0.56	0.68	0.58	0.66	0.50	0.77	0.71	0.75	0.64

ตาราง 37 ผลการวิเคราะห์คะแนนสมรรถนะและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา
หน่วย การแยกสาร แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง การโครมาโทกราฟีแบบกระดาษ

เลขที่	1. ความ สามารถ ในการ สื่อสาร	2. ความ สามารถ ในการคิด	3. ความ สามารถ ในการ แก้ปัญหา	4. ความ สามารถใน การใช้ ทักษะชีวิต	5. ความ สามารถใน การใช้ เทคโนโลยี	6. รัก ชาติ ศาสน์ กษัตริย์	7. ซื่อ สัตย์ สุจริต	8. มี วินัย	9. ใฝ่ เรียนรู้	10. อยู่ อย่าง พอเพียง	11. มุ่งมั่น ในการ ทำงาน	12. รัก ความเป็น ไทย	13. มีจิต สาธารณะ
1	2	3	3	2	3	3	2	3	3	3	3	2	3
2	2	3	3	3	2	3	3	2	2	3	3	2	1
3	3	3	3	3	1	3	3	3	3	3	3	3	2
4	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3
5	2	3	3	2	3	3	3	1	2	3	2	3	3
6	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3
7	2	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3
8	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	1	3
9	2	3	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3
10	2	3	3	2	3	3	3	3	2	3	3	1	1
11	1	3	3	2	2	3	3	3	3	1	2	2	3

ตาราง 37 (ต่อ)

เลขที่	1. ความ สามารถ ในการ สื่อสาร	2. ความ สามารถ ในการคิด	3. ความ สามารถ ในการ แก้ปัญหา	4. ความ สามารถใน การใช้ ทักษะชีวิต	5. ความ สามารถใน การใช้ เทคโนโลยี	6. รัก ชาติ ศาสน์ กษัตริย์	7. ซื่อ สัตย์ สุจริต	8. มี วินัย	9. ใฝ่ เรียนรู้	10. อยู่ อย่าง พอเพียง	11. มุ่งมั่น ในการ ทำงาน	12. รัก ความเป็น ไทย	13. มีจิต สาธารณะ
12	2	2	2	1	2	3	3	1	3	3	2	3	2
13	2	3	1	2	3	2	3	1	3	2	3	3	3
14	3	3	3	2	3	3	3	2	3	3	3	3	3
15	3	3	3	1	2	3	3	3	2	2	3	3	3
16	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	2	3
17	3	2	3	3	2	3	3	2	3	3	2	3	3
18	3	3	3	3	3	3	2	3	3	2	1	3	3
19	2	3	3	3	2	3	3	1	3	3	3	1	2
20	3	3	2	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3
21	3	3	3	1	3	3	3	3	3	1	3	3	3
22	2	3	3	2	1	1	3	3	3	3	1	3	3
23	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3

ตาราง 37 (ต่อ)

เลขที่	1. ความ สามารถ ในการ สื่อสาร	2. ความ สามารถ ในการคิด	3. ความ สามารถ ในการ แก้ปัญหา	4. ความ สามารถใน การใช้ ทักษะชีวิต	5. ความ สามารถใน การใช้ เทคโนโลยี	6. รัก ชาติ ศาสน์ กษัตริย์	7. ซื่อ สัตย์ สุจริต	8. มี วินัย	9. ใฝ่ เรียนรู้	10. อยู่ อย่าง พอเพียง	11. มุ่งมั่น ในการ ทำงาน	12. รัก ความเป็น ไทย	13. มีจิต สาธารณะ
24	2	1	1	2	3	3	3	1	3	1	3	3	3
25	3	3	3	3	2	2	2	3	3	3	3	3	2
26	3	3	3	1	2	3	3	3	3	2	3	1	2
27	2	3	1	3	2	3	3	1	3	3	2	3	3
28	3	2	3	2	3	2	1	3	3	1	1	3	3
29	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	2	3
30	3	3	3	3	2	3	1	3	1	3	2	3	3
31	3	3	3	3	3	3	2	2	3	3	2	3	3
32	3	3	2	3	2	3	3	3	3	2	1	3	3
33	3	3	3	2	3	3	3	1	3	1	1	3	3
34	3	3	3	3	3	1	3	2	3	3	2	3	3
35	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	1	3	2

ตาราง 37 (ต่อ)

เลขที่	1. ความ สามารถ ในการ สื่อสาร	2. ความ สามารถ ในการคิด	3. ความ สามารถ ในการ แก้ปัญหา	4. ความ สามารถใน การใช้ ทักษะชีวิต	5. ความ สามารถใน การใช้ เทคโนโลยี	6. รัก ชาติ ศาสน์ กษัตริย์	7. ซื่อ สัตย์ สุจริต	8. มี วินัย	9. ใฝ่ เรียนรู้	10. อยู่ อย่าง พอเพียง	11. มุ่งมั่น ในการ ทำงาน	12. รัก ความ เป็นไทย	13. มีจิต สาธารณะ
36	3	3	3	3	3	3	3	1	3	2	2	3	2
37	1	3	3	3	3	3	3	2	3	3	2	2	3
38	3	3	3	3	3	3	3	1	3	2	1	3	3
39	2	2	3	3	2	2	2	2	2	3	2	1	2
40	1	3	3	3	3	3	2	3	3	2	3	2	3
รวม	100	114	111	97	103	112	109	94	113	101	95	102	108
เฉลี่ย	2.50	2.85	2.78	2.43	2.58	2.80	2.73	2.35	2.83	2.53	2.38	2.55	2.70
S.D.	0.64	0.43	0.58	0.68	0.59	0.52	0.55	0.83	0.45	0.72	0.77	0.71	0.56

ตาราง 38 ผลการวิเคราะห์คะแนนสมรรถนะและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา
หน่วย การแยกสาร แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง การสกัดด้วยตัวทำละลาย

เลขที่	1. ความสามารถในการสื่อสาร	2. ความสามารถในการคิด	3. ความสามารถในการแก้ปัญหา	4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต	5. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี	6. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์	7. ซื่อสัตย์สุจริต	8. มีวินัย	9. ใฝ่เรียนรู้	10. อยู่อย่างพอเพียง	11. มุ่งมั่นในการทำงาน	12. รักความเป็นไทย	13. มีจิตสาธารณะ
1	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2
2	2	2	3	2	3	3	2	2	3	2	2	1	3
3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	2	3
4	2	3	3	1	3	3	2	3	3	1	3	3	2
5	2	3	2	3	3	3	2	3	3	3	2	3	3
6	3	2	3	1	3	3	3	2	3	1	3	3	2
7	1	3	3	3	3	3	1	3	3	2	3	3	3
8	3	1	3	1	3	2	3	1	3	1	3	3	3
9	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3
10	2	3	2	2	3	2	3	2	3	1	2	3	3
11	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	2	1

ตาราง 38 (ต่อ)

เลขที่	1. ความ สามารถ ในการ สื่อสาร	2. ความ สามารถ ในการคิด	3. ความ สามารถ ในการ แก้ปัญหา	4. ความ สามารถใน การใช้ ทักษะชีวิต	5. ความ สามารถใน การใช้ เทคโนโลยี	6. รัก ชาติ ศาสน์ กษัตริย์	7. ซื่อ สัตย์ สุจริต	8. มี วินัย	9. ใฝ่ เรียนรู้	10. อยู่ อย่าง พอเพียง	11. มุ่งมั่น ในการ ทำงาน	12. รัก ความเป็น ไทย	13. มีจิต สาธารณะ
12	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3
13	3	1	3	3	3	3	1	1	3	3	3	3	3
14	3	3	2	1	3	3	3	3	1	3	2	1	2
15	3	3	2	3	3	2	3	2	3	1	2	3	3
16	3	3	1	3	3	3	3	2	3	3	1	2	2
17	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
18	3	3	3	3	3	2	3	2	3	3	2	3	3
19	2	3	2	2	3	3	3	3	2	2	3	3	2
20	3	3	3	3	1	1	3	3	3	3	3	3	1
21	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3
22	3	3	3	3	3	3	1	3	2	3	3	3	3
23	3	3	3	3	2	3	3	3	2	2	3	3	1

ตาราง 38 (ต่อ)

เลขที่	1. ความ สามารถ ในการ สื่อสาร	2. ความ สามารถ ในการคิด	3. ความ สามารถ ในการ แก้ปัญหา	4. ความ สามารถใน การใช้ ทักษะชีวิต	5. ความ สามารถใน การใช้ เทคโนโลยี	6. รัก ชาติ ศาสน์ กษัตริย์	7. ซื่อ สัตย์ สุจริต	8. มี วินัย	9. ใฝ่ เรียนรู้	10. อยู่ อย่าง พอเพียง	11. มุ่งมั่น ในการ ทำงาน	12. รัก ความเป็น ไทย	13. มีจิต สาธารณะ
24	2	3	3	2	3	3	3	3	3	3	2	3	3
25	3	2	3	3	3	3	3	2	3	2	3	3	3
26	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3
27	3	3	3	3	2	3	1	2	2	2	3	3	1
28	3	3	3	3	1	3	2	3	1	3	3	3	2
29	1	2	1	3	3	3	1	3	3	3	1	3	3
30	3	3	3	1	3	3	3	3	3	2	3	3	1
31	2	3	3	3	3	3	2	1	2	3	2	3	2
32	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
33	2	3	3	3	2	3	3	3	3	3	2	3	2
34	3	2	3	3	3	3	3	1	3	2	3	3	3
35	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	2

ตาราง 38 (ต่อ)

เลขที่	1. ความ สามารถ ในการ สื่อสาร	2. ความ สามารถ ในการคิด	3. ความ สามารถ ในการ แก้ปัญหา	4. ความ สามารถใน การใช้ ทักษะชีวิต	5. ความ สามารถใน การใช้ เทคโนโลยี	6. รัก ชาติ ศาสน์ กษัตริย์	7. ซื่อ สัตย์ สุจริต	8. มี วินัย	9. ใฝ่ เรียนรู้	10. อยู่ อย่าง พอเพียง	11. มุ่งมั่น ในการ ทำงาน	12. รัก ความ เป็นไทย	13. มีจิต สาธารณะ
36	2	3	2	3	1	3	3	2	3	2	1	3	3
37	3	2	3	2	2	3	3	2	3	3	3	3	2
38	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1
39	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
40	3	2	3	3	3	3	2	2	3	1	3	2	3
รวม	106	108	107	105	109	114	103	99	110	96	102	111	97
เฉลี่ย	2.65	2.70	2.68	2.63	2.73	2.85	2.58	2.48	2.75	2.40	2.55	2.78	2.43
S.D.	0.58	0.56	0.57	0.70	0.60	0.43	0.71	0.68	0.54	0.74	0.64	0.53	0.75

ภาคผนวก ง

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้
โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา
หน่วย การแยกสาร

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 การแยกสาร

เวลา 15 ชั่วโมง

เรื่อง การระเหยแห้ง

เวลา 3 ชั่วโมง

ผู้สอน นายชัยวัฒน์ ดงภูยาว

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

1. มาตรฐานการเรียนรู้ / ตัวชี้วัด

สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสมบัติของสาร องค์ประกอบของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคหลัก และธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี

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

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

ตัวชี้วัด ว 2.1 ม.2/3 นำวิธีการแยกสารไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันโดยบูรณาการวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรมศาสตร์

สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

สาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค 3.2 เข้าใจหลักการนับเบื้องต้น ความน่าจะเป็น และนำไปใช้

ตัวชี้วัด ค 3.2 ม. 2/1 เข้าใจและใช้ความรู้ทางสถิติในการนำเสนอ และวิเคราะห์ข้อมูลจากแผนภาพ และแปลความหมายผลลัพธ์รวมทั้งนำสถิติไปใช้ในชีวิตจริง โดยใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม

สาระเทคโนโลยี

สาระที่ 4 เทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์

และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วย กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

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

ตัวชี้วัด ว 4.1 ม.2/3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา โดยวิเคราะห์เปรียบเทียบ และตัดสินใจเลือกข้อมูลที่เป็น ภายใต้งบประมาณและทรัพยากรที่มีอยู่ นำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาให้ผู้อื่นเข้าใจ วางแผน ขั้นตอนการทำงานและดำเนินการแก้ปัญหาอย่างเป็น ขั้นตอน

ตัวชี้วัด ว 4.1 ม.2/4 ทดสอบ ประเมินผล และอธิบายปัญหาหรือ ข้อบกพร่องที่เกิดขึ้น ภายใต้งบประมาณ พร้อมทั้งหาแนวทางการปรับปรุงแก้ไข และ นำเสนอผลการแก้ปัญหา

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

2. สารการเรียนรู้

– การระเหยแห้ง

3. สารสำคัญ

การระเหยแห้ง เป็นวิธีการแยกสารผสมที่ประกอบด้วยตัวละลายที่เป็นของแข็ง ละลายอยู่ในตัวทำละลายที่เป็นของเหลว โดยการให้ความร้อนเพื่อให้ตัวทำละลาย ระเหยออกไปหมด จะเหลือเพียงตัวละลายที่เป็นของแข็ง

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

ผู้เรียนมีความสามารถดังต่อไปนี้

4.1 ด้านความรู้

1. อธิบายการแยกสารผสมโดยการระเหยแห้ง โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์
2. นำวิธีการแยกสารไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน โดยใช้การบูรณาการ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์

4.2 ด้านทักษะกระบวนการ

4.2.1 ความคิดสร้างสรรค์

1. ความคิดคล่องแคล่ว
2. ความคิดยืดหยุ่น
3. ความคิดริเริ่ม
4. ความคิดละเอียดลออ

4.3 สมรรถนะและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. ความสามารถในการสื่อสาร
2. ความสามารถในการคิด
3. ความสามารถในการแก้ปัญหา
4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต
5. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี
6. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์
7. ซื่อสัตย์สุจริต
8. มีวินัย
9. ใฝ่เรียนรู้
10. มุ่งมั่นในการทำงาน

5. กรอบแนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

Science (S)	Technology (T)	Engineering (E)	Mathematics (M)
-การระเหยแห้ง - ทักษะ กระบวนการ ทาง วิทยาศาสตร์	- การใช้เทคโนโลยี ในการสืบค้นข้อมูล และการใช้ความรู้ ทักษะเกี่ยวกับวัสดุ อุปกรณ์ เพื่อ แก้ปัญหา หรือ พัฒนางานได้อย่าง ถูกต้อง เหมาะสม และปลอดภัย	- กระบวนการ ออกแบบเชิง วิศวกรรมและ การสร้างสรรค์ ชิ้นงาน	- เข้าใจและใช้ความรู้ ทางสถิติในการ นำเสนอ และวิเคราะห์ ข้อมูล แปล ความหมายจาก ผลลัพธ์ รวมทั้งนำสถิติ ไปใช้ในชีวิตจริงโดยใช้ เทคโนโลยีที่เหมาะสม

6. การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

- ครูอธิบายเกี่ยวกับสมรรถนะ ว่าเป็นคุณสมบัติเป้าหมาย ที่หลักสูตรคาดหวังจากการพัฒนาผู้เรียนตามมาตรฐานการเรียนรู้ ได้แก่ ความสามารถในการสื่อสาร ความสามารถในการคิด ความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

- ครูอธิบายเกี่ยวกับคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ว่าเป็นคุณสมบัติที่หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานคาดหวังจากการพัฒนาผู้เรียน มี 8 ประการ ได้แก่ รักชาติ ศาสน์กษัตริย์ ซื่อสัตย์สุจริต มีวินัย ใฝ่เรียนรู้ อยู่อย่างพอเพียง มุ่งมั่นในการทำงาน รักความเป็นไทย มีจิตสาธารณะ

- ครูเกริ่นนำเกี่ยวกับความรักชาติและการมีระเบียบวินัยโดยครูถามคำถามนักเรียนว่า เราจะแสดงออกถึงความรักชาติศาสน์กษัตริย์ได้อย่างไร และฝึกความมีระเบียบวินัยอะไรบ้างในแต่ละวัน เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีความรักชาติศาสน์กษัตริย์ และทำความดี มีระเบียบวินัยต่อตนเองและผู้อื่น หลังจากนั้นครูให้นักเรียนบันทึกความดีลงในสมุดบันทึกความดีที่ครูแจกให้

ขั้นที่ 1 นำเสนอข้อมูลโดยใช้ Canva (ชั่วโมงที่ 1)

1. นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน เรื่อง การระเหยแห้ง

2. ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยนำเสนอข้อมูลเกี่ยวกับเนื้อหาที่เรียน เรื่อง การระเหยแห้งโดยใช้ Canva อธิบายการระเหยแห้ง เป็นวิธีการที่ใช้ในการแยกสารละลายที่ประกอบด้วย ตัวละลายที่เป็นของแข็งละลายอยู่ในตัวทำละลายที่เป็นของเหลว โดยการให้ความร้อนเพื่อให้ตัวทำละลายที่มีจุดเดือดต่ำกว่าระเหยเป็นไอแยกออกไป จนหมด และเหลือเพียงตัวละลาย

3. ครูใช้คำถามกระตุ้นความคิดนักเรียน ดังนี้

- การระเหยแห้ง เป็นการแยกสารที่มีลักษณะอย่างไร
(แนวคำตอบ เป็นการแยกสารผสมที่ประกอบด้วยของแข็งซึ่งละลายอยู่ในของเหลวครับ/ค่ะ)
- นักเรียนยกตัวอย่างสารผสม ที่เหมาะสมในการแยกด้วยวิธีการระเหยแห้ง
(แนวคำตอบ น้ำเกลือ น้ำเชื่อม น้ำอัดลม ครับ/ค่ะ)
- การระเหยแห้งสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้อย่างไรบ้าง
(แนวคำตอบ ทำนาเกลือ ทำน้ำตาลมะพร้าว ครับ/ค่ะ)
- นักเรียนคิดว่าการระเหยแห้งสามารถทำได้อย่างไร

(แนวคำตอบ การให้ความร้อนเพื่อแยกตัวละลายที่มีสถานะเป็นของแข็ง
ออกจากสารละลายที่มีสถานะเป็นของเหลว)

– นักเรียนคิดว่ามีปัจจัยใดบ้างที่มีผลต่อการระเหยแห้ง

(แนวคำตอบ อุณหภูมิ ความร้อน ความชื้น ครีบ/ค้ะ)

ขั้นที่ 2 ระบุปัญหา

1. ครูแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 5-6 คน เพื่อช่วยกันระบุปัญหาที่พบ
เจอในชีวิตประจำวันหรือเรื่องที่สนใจเกี่ยวกับการระเหยแห้ง

2. นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาหรือเรื่องที่สนใจ 1 เรื่อง ลงในใบ
กิจกรรมฝึกความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง “การระเหยแห้ง” ตอนที่ 1 สงสัยใคร่ควรรู้

ขั้นที่ 3 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง

1. นักเรียนร่วมกันศึกษาข้อมูลจากประเด็นปัญหา พร้อมทั้งศึกษาหาความรู้
เพิ่มเติมจากหนังสือเรียน และอินเทอร์เน็ต เพื่อนำไปใช้ในการออกแบบวิธีการ

2. นักเรียนรวบรวมข้อมูลเขียนข้อสังเกตหรือเรื่องที่สนใจ ที่ได้จากการบวนการ
ระเหยแห้ง ลงในใบกิจกรรมฝึกความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง “การระเหยแห้ง” ตอนที่ 2
เร่งสืบหา

ขั้นที่ 4 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (ชั่วโมงที่ 2)

1. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันระดมความคิดเพื่อออกแบบวิธีการสร้างชิ้นงาน
หรือผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการบวนการระเหยแห้ง 1 เรื่อง ให้มีคุณภาพ และมีความแปลกใหม่
โดยเขียนร่างแบบภาพแนวคิดที่จะใช้แก้ปัญหา ลงในใบกิจกรรมฝึกความคิดสร้างสรรค์
เรื่อง “การระเหยแห้ง” ตอนที่ 3 ออกแบบอย่างวิศกร โดยใช้ดินสอร่างแบบภาพ
พร้อมทั้งระบายสีให้สวยงาม ซึ่งเน้นความคิดสร้างสรรค์ ได้แก่ ความคิดคล่องแคล่ว
ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดลออ

ขั้นที่ 5 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา

1. นักเรียนร่วมกันวางแผนการแก้ปัญหาจากแบบร่างแนวคิดที่ได้ร่างไว้ โดยมี
การระบุขั้นตอนของการดำเนินการแก้ปัญหาที่ละเอียดตามลำดับ ลงในใบกิจกรรมฝึก
ความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง “การระเหยแห้ง” ตอนที่ 4 ศึกษาค้นคว้าหาข้อมูล

2. นักเรียนแต่ละกลุ่มดำเนินการทำกิจกรรมการทดลอง เรื่องการระเหยแห้ง
พร้อมบันทึกผลการทดลอง และลงมือสร้างชิ้นงาน ตามที่ได้ออกแบบไว้โดยแก้ปัญหาอย่าง
สร้างสรรค์ มีความคิดละเอียดลออในการแก้ปัญหา ตามแผนที่วางไว้

ขั้นที่ 6 ทดสอบ ประเมินผล ปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน และนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา หรือผลการแก้ปัญหา(ชั่วโมงที่ 3)

1. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มบันทึกรายละเอียดลักษณะของชิ้นงานที่ได้จากขั้นตอนการระเหยแห้ง ได้แก่ ความสะอาดของชิ้นงาน ลักษณะชิ้นงาน และสีที่ได้ลงในใบกิจกรรมฝึกความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง “การระเหยแห้ง” ตอนที่ 5 ทดสอบความมหัศจรรย์ของการระเหยแห้ง จากนั้นบันทึกรายละเอียดของการพัฒนารูปแบบชิ้นงานที่ได้ให้มีความแปลกใหม่ และมีความน่าสนใจ

2. นักเรียนแต่ละกลุ่มวางแผนร่วมกันเพื่อปรับปรุงวิธีการ ขั้นตอนของการแก้ปัญหาให้ดียิ่งขึ้น โดยแต่ละกลุ่มแสดงผลงาน คือ ชิ้นงานที่ได้จากการแก้ปัญหา พร้อมทั้งนำเสนอผลงาน โดยนำเสนอตั้งแต่ขั้นการระบุปัญหา ผลของการรวบรวมข้อมูล การออกแบบแก้ปัญหา วิธีการแก้ปัญหา อุปสรรค แนวทางในการแก้ไขปรับปรุง ผลลัพธ์ คือ ได้ชิ้นงานที่มีความแปลกใหม่ น่าสนใจ

3. นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อสรุปความรู้ที่ได้รับจากการแก้ปัญหา ลงในใบกิจกรรมฝึกความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง “การระเหยแห้ง” ตอนที่ 6 ความรู้ที่ได้รับ

4. นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียน เรื่อง การระเหยแห้ง

7. สื่อและแหล่งเรียนรู้

1. หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เล่ม 2 ม.2
2. วิดีทัศน์เกี่ยวกับการระเหยแห้ง
3. ใบความรู้ที่ 1 เรื่อง การระเหยแห้ง
4. ใบความรู้ที่ 2 เรื่อง ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการระเหยแห้ง
5. อินเทอร์เน็ต

8. ภาระงานและชิ้นงาน

8.1 ภาระงาน

กิจกรรมฝึกความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง การระเหยแห้ง

8.2 ชิ้นงาน

ชิ้นงานที่มีความแปลกใหม่ น่าสนใจ

9. การวัดและประเมินผล

9.1 ด้านความรู้

วัตถุประสงค์	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
1. อธิบายการ แยกสาร โดย การระเหยแห้ง โดยใช้ หลักฐานเชิงประจักษ์ 2. นำวิธีการ แยกสารไปใช้ แก้ปัญหา ในชีวิตประจำวัน โดยการบูรณาการ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และ คณิตศาสตร์	ตรวจแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียน-หลังเรียน เรื่อง การระเหยแห้ง	- แบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียน-หลังเรียน เรื่อง การระเหยแห้ง	- ร้อยละ 60 ผ่าน เกณฑ์

9.2 ด้านทักษะกระบวนการ

วัตถุประสงค์	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
ความคิดสร้างสรรค์ ได้แก่ 1. ความคิดริเริ่ม 2. ความคิดคล่องแคล่ว 3. ความคิดยืดหยุ่น 4. ความคิดละเอียดลออ	- ตรวจใบกิจกรรม ฝึกความคิด สร้างสรรค์ เรื่อง การระเหยแห้ง - ตรวจแบบวัด ความคิดสร้างสรรค์ - ตรวจแบบประเมิน ชิ้นงาน	- ใบกิจกรรมฝึก ความคิด สร้างสรรค์ เรื่อง การระเหยแห้ง	- ร้อยละ 60 ผ่าน เกณฑ์

9.3 ด้านสมรรถนะสำคัญของผู้เรียนและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

วัตถุประสงค์	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
สมรรถนะและ คุณลักษณะ อันพึงประสงค์ 1. ความสามารถในการสื่อสาร 2. ความสามารถในการคิด 3. ความสามารถในการแก้ปัญหา 4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต 5. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี 6. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์ 7. ซื่อสัตย์สุจริต 8. มีวินัย 9. ใฝ่เรียนรู้ 10. มุ่งมั่นในการทำงาน	- สังเกต พฤติกรรม	- แบบประเมิน สมรรถนะและ คุณลักษณะ อันพึงประสงค์ ของผู้เรียน	- อยู่ในระดับ ปานกลาง ขึ้นไป

บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

.....

แนวทางการปรับปรุง / แก้ไข

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นายชัยวัฒน์ ดงภูยาว)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

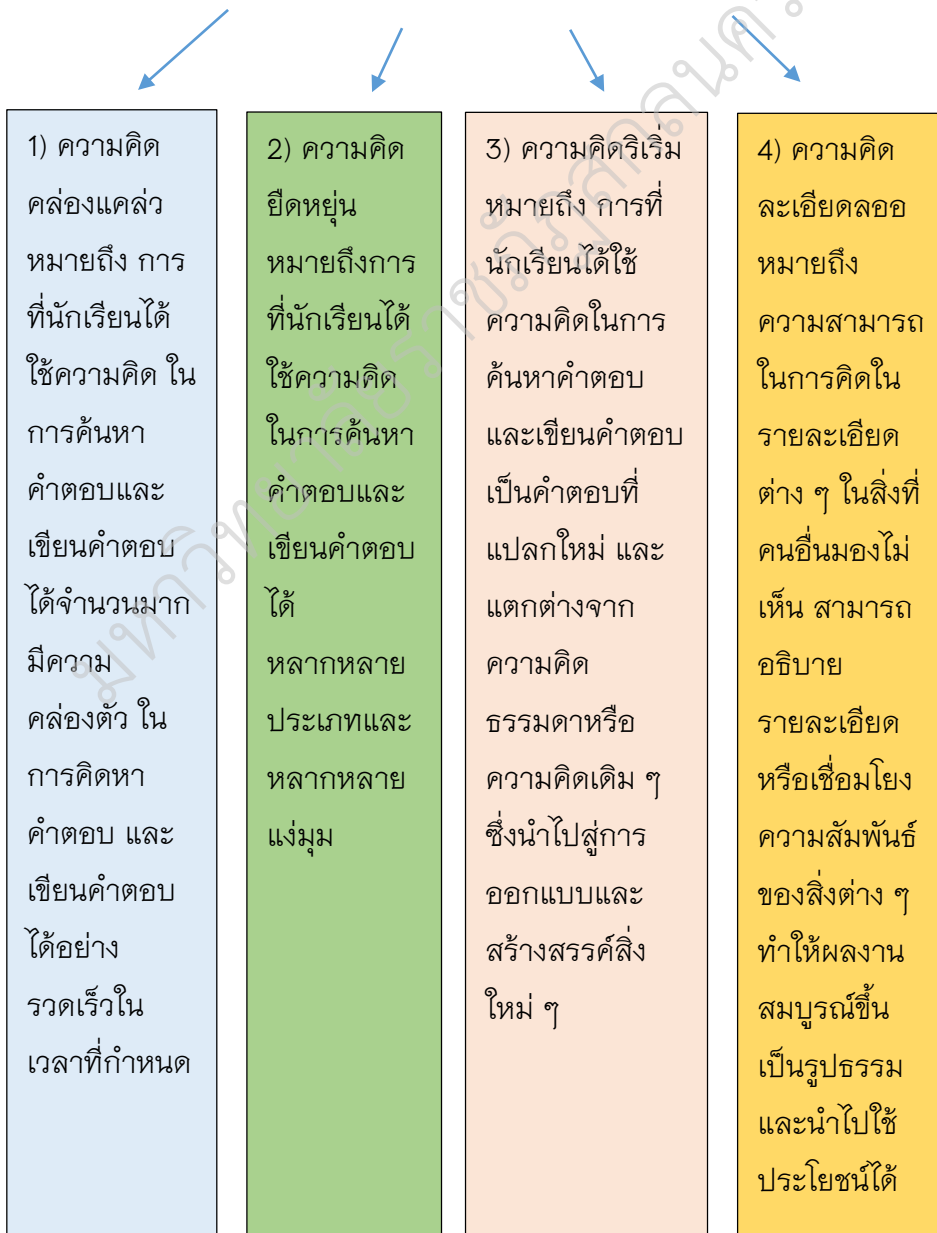
(.....)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ใบความรู้พื้นฐาน เรื่อง ความคิดสร้างสรรค์

ความคิดสร้างสรรค์ (Creative Thinking) หมายถึง ความสามารถในการคิดของนักเรียน โดยคิดได้แปลกใหม่ กว้างไกล หลายแง่มุม หลายทิศทาง มีการดัดแปลง ผสมผสาน ความคิดผ่านประสบการณ์ มีวิธีคิดที่หลากหลาย เพื่อให้เกิดความแปลกใหม่หรือ ค้นพบสิ่งใหม่ รวมถึงการแก้ไขปัญหานำไปสู่การคิดประดิษฐ์ชิ้นงาน

ความคิดสร้างสรรค์ แบ่งเป็น 4 ลักษณะ



ใบความรู้ที่ 1 เรื่อง การระเหยแห้ง

การระเหยแห้ง (Evaporation)

การระเหยแห้ง (Evaporation) เป็นวิธีการที่ใช้ในการแยกสารละลาย ที่ประกอบด้วย ตัวละลายที่เป็นของแข็งละลายอยู่ในตัวทำละลายที่เป็นของเหลว โดยการให้ความร้อนเพื่อ ทำให้ตัวทำละลายที่มีจุดเดือดต่ำกว่าระเหยเป็นไอแยกออกไป จนหมด และเหลือเพียง ตัวละลาย



ภาพประกอบ 2 แบบจำลองการระเหยแห้ง

ที่มา : <https://quizizz.com/admin/quiz/609a50b42d1e95001cd5200c/p6->

การระเหยแห้งสามารถทำได้ทั้งการให้ความร้อนแก่สารละลายโดยตรงเพื่อช่วย ในการระเหยตัวทำละลาย หรือปล่อยให้ตัวทำละลายระเหยเองก็ได้ ขึ้นอยู่กับว่าตัวทำ ละลายระเหยได้มากหรือน้อยเพียงใดตัวอย่างการระเหยที่พบในชีวิตประจำวัน เช่น การทำ นาเกลือ ซึ่งจะมีขั้นตอนการระเหยน้ำออกจากน้ำทะเลด้วยแสงอาทิตย์เพื่อผลิตเป็นเกลือ สมุทรสำหรับนำไปจำหน่ายเพื่อการบริโภค



ภาพประกอบ 3 เกลือที่ตกผลึกจากการทำนาเกลือจะถูกโกยมารวมไว้เป็นกอง ๆ เพื่อให้เกลือแห้งน้ำมากขึ้น ก่อนนำไปเก็บและ

ที่มา : https://kajarp.wordpress.com/2012/04/29/petchburi/dsc_5469/

ใบความรู้ที่ 2 ตัวอย่าง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการระเหยแห้ง



ภาพประกอบ 4 การทำน้ำตาลมะพร้าว

ที่มา : <https://www.thaipbs.or.th/news/content/292361>

การผลิตน้ำตาลมะพร้าว

น้ำตาลมะพร้าวเป็นน้ำตาลที่ได้จากน้ำตาลสดที่รองมาจากวงมะพร้าว หรือ ช่อดอกของต้นมะพร้าว แล้วนำมาเคี่ยวจนเดือด ลักษณะของน้ำตาลมะพร้าวจะเป็นก้อน แข็งสีน้ำตาลนวล มีความหอมมันที่เป็นเอกลักษณ์เฉพาะตัวอยู่ น้ำตาลมะพร้าวจึงนับว่าเป็นน้ำตาลพื้นบ้านที่อยู่คู่ครัวไทยมานาน นิยมนำมาใช้ในการปรุงอาหารและทำขนมไทยมีการนำมาใช้กันมากขึ้น สำหรับตาลมะพร้าวนั้นถือได้ว่าเป็นน้ำตาลที่อยู่คู่กับคนไทยมาอย่างยาวนานเลยทีเดียว เพราะว่าการผลิตนั้นส่วนใหญ่แล้วจะทำกันในพื้นที่ ถือว่าเป็นภูมิปัญญาชาวบ้านเลยก็ว่าได้โดยปกติแล้วจะพบการทำหรือการผลิตน้ำตาลมะพร้าวเป็นจำนวนมากในหลายจังหวัด ไม่ว่าจะเป็นจังหวัดสมุทรสงคราม จังหวัดราชบุรี จังหวัดเพชรบุรี และจังหวัดสุราษฎร์ธานี เป็นต้น ถือได้ว่าน้ำตาลมะพร้าวนั้นในปัจจุบันเริ่มเป็นที่รู้จักกันในวงกว้างมากขึ้น มีการนำมาใช้ในการประกอบอาหาร และเบเกอรี่ หรือขนมไทยบางชนิดกันมากขึ้น ด้วยรสชาติที่ไม่หวานมากจนเกินไป จึงทำให้น้ำตาลมะพร้าวนั้นมักจะนำมาใช้ในการชูเรื่องของความหวานน่าในหลายๆ เมนูเลยทีเดียว

ขั้นตอนการทำน้ำตาลมะพร้าว

1. โน้มจั่น (จั่น หรือ ช่อดอกมะพร้าวที่ยังไม่บาน) เมื่อเลือกช่อดอกมะพร้าวที่ยังไม่บานเหมาะกับการทำตาลแล้ว ต้องเริ่มจากการโน้มช่อดอกมะพร้าวให้มีความโค้งงอมากพอ โดยการโน้มอย่างช้า ๆ ไม่ให้หัก และเอาเชือกผูกรั้งไว้ไม่ให้ดีดกลับที่เดิมเพื่อให้สะดวกในการใช้มีดปาดและน้ำตาลไหลหยดลงกระบอกลงได้ ใช้เวลาประมาณ 5-7 วัน



ภาพประกอบ 5 การโน้มจั่น

ที่มา : <https://readthecloud.co/local-4/>

2. ปาดจั่น (ช่อดอกมะพร้าว) การปาดจั่นในครั้งแรก จะตัดวัดระยะจากปลายช่อดอกเข้าไปพอประมาณ มากหรือน้อยขึ้นอยู่กับขนาดของจั่น หลังจากนั้นจะต้องมีการปาดทุก 7-8 ชั่วโมงเปิดทางไหลของน้ำตาลใส



ภาพประกอบ 6 การปาดช่อดอกมะพร้าว

ที่มา : <https://shorturl.asia/5UCfv>

3. ร่อนน้ำตาลใส เมื่อปาดช่อดอกมะพร้าวแล้วส่วนใหญ่จะใช้กระบอกลไม้ไผ่ในการร่อนรับ และจะเก็บน้ำตาลใสวันละ 2 รอบ รอบแรกเก็บในตอนเช้าประมาณตีห้า เรียกว่า ตาลเช้า และรอบสองประมาณสี่โมงเย็น เรียกว่า ตาลเที่ยง หลังจากการเก็บกระบอกร่อนน้ำตาลใสแต่ละครั้งจะต้องปาดตาลเสมอเพื่อให้น้ำตาลใสหยดตลอด และทำการเปลี่ยนกระบอกลใหม่ที่ก้นของกระบอกลตาลเราก็ต้องใส่เศษไม้พะยอม หรือ เปลือกไม้เคี่ยม เพื่อเป็นสารกันบูดธรรมชาติ



ภาพประกอบ 7 การใช้กระบอกล้อมไฟในการร่อนน้ำตาล

ที่มา : <https://today.line.me/th/v2/article/yMr1oE?imageSlideIndex=9>

4. กรองน้ำตาลใส น้ำตาลใสที่เก็บได้ในกระบอกล้อมไฟจะมีทั้งเศษไม้พะยอม, มด, ผึ้ง หรือแมลงต่าง ๆ ปนอยู่ในกระบอกล้อม ดังนั้นก่อนนำลงกระทะเคี่ยวตาลเราจึงต้องทำการกรองผ่านผ้าขาวบางเสียก่อน



ภาพประกอบ 8 การกรองน้ำตาลใส

ที่มา : http://nypsj7yhg6ew4rl7w6tn54.blogspot.com/2014/01/blog-post_5251.html

5. เคี่ยวน้ำตาล นำน้ำตาลใสที่ผ่านการกรองแล้วมาเคี่ยวในกระทะ เมื่อเคี่ยวไปเรื่อย ๆ น้ำตาลใสก็จะเปลี่ยนสถานะไปเป็น น้ำตาลสด น้ำตาลไซรัป (หรือน้ำหวานดอกมะพร้าว) และน้ำตาลมะพร้าวตามลำดับ ในระหว่างการเคี่ยวฟองน้ำตาลอาจจะล้นออกนอกกระทะได้ ดังนั้นจึงต้องนำ "ลอม" ไม้ไผ่ที่สานเป็นวง มาครอบกระทะไว้เพื่อป้องกันน้ำตาลล้น แต่หากน้ำตาลมีปริมาณมากจนจะล้นออกจากลอม ก็จะใช้ทางมะพร้าวจุ่มลงไปในกระทะ น้ำมันในทางมะพร้าวจะไหลออกมาและทำให้ฟองน้ำตาลยุบตัวลงได้อย่างรวดเร็ว



ภาพประกอบ 9 การเคี่ยวน้ำตาล

ที่มา : <https://taza088.wordpress.com/118-2/>

6. กระทั่งน้ำตาล น้ำตาลที่ยกลงมาจากเตาจะยังไม่เป็นลักษณะเนื้อน้ำตาลจนกว่าจะนำมา
กระทุ้งเพื่อเป็นการเติมอากาศและลดอุณหภูมิในตัว การกระทุ้งทำให้เนื้อน้ำตาลขึ้นฟู
และสีอ่อนลง



ภาพประกอบ 10 การกระทุ้งน้ำตาล

ที่มา : <https://shorturl.asia/7el3s>

7. ตักน้ำตาลใส่ภาชนะ ต้องทำก่อนที่น้ำตาลจะเซตและแข็งตัว ภาชนะที่ต่างกันนี้เองจึงเป็น
ที่มาของชื่อเรียกต่าง ๆ เดิมที่เราใส่หม้อดินก็เรียกน้ำตาลหม้อ ภายหลังเทใส่ปื๊บเราจึงเรียก
น้ำตาลปื๊บ หยอดใส่ถ้วยตะไลเป็นก้อน ๆ เราจึงเรียกน้ำตาลปึกและน้ำตาลถ้วย



ภาพประกอบ 11 การตักน้ำตาลใส่ภาชนะ

ที่มา : <https://shorturl.asia/8a0AV>

มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี

กิจกรรมฝึกความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง การระเหยแห้ง

วันที่...../...../.....

เวลาที่ใช้ 3 ชั่วโมง

จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อทำกิจกรรมนี้แล้ว นักเรียนมีความสามารถ ดังต่อไปนี้

ด้านความรู้

1. อธิบายการแยกสารผสมโดยระเหยแห้งโดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์
2. นำวิธีการแยกสารไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน โดยบูรณาการ

วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์

ทักษะกระบวนการ

1. ความคิดสร้างสรรค์
 - 1.1 ความคิดคล่องแคล่ว
 - 1.2 ความคิดยืดหยุ่น
 - 1.3 ความคิดริเริ่ม
 - 1.4 ความคิดละเอียดลออ

สมรรถนะและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. ความสามารถในการสื่อสาร
2. ความสามารถในการคิด
3. ความสามารถในการแก้ปัญหา
4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต
5. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี
6. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์
7. ซื่อสัตย์สุจริต
8. มีวินัย
9. ใฝ่เรียนรู้
10. มุ่งมั่นในการทำงาน

วัสดุอุปกรณ์

1. ปีกเกอร์
2. กรวยกรอง
3. ขามกระเบื้อง
4. ชุดตะเกียงแอลกอฮอล์

5. กระดาษกรอง
6. ช้อน
7. ไฟแช็ก
8. เทียน
9. ผ้าขาวบาง
10. น้ำตาลมะพร้าว
11. เกลือ
12. น้ำเชื่อม
13. สารส้ม

ขั้นตอนการดำเนินกิจกรรม

1. ครูแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 5-6 คน เพื่อช่วยกันระบุปัญหาที่พบเจอในชีวิตประจำวันหรือเรื่องที่สนใจเกี่ยวกับการระเหยแห้ง
2. นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาที่ระบุเรื่องที่สนใจ 1 เรื่อง ลงในใบกิจกรรมฝึกความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง “การระเหยแห้ง” ตอนที่ 1 สงสัยใคร่ควรรู้
3. นักเรียนร่วมกันศึกษาข้อมูลจากประเด็นปัญหาหรือเรื่องที่สนใจ พร้อมทั้งศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมจากหนังสือเรียน และอินเทอร์เน็ต เพื่อนำไปใช้ในการออกแบบวิธีการ
4. นักเรียนรวบรวมข้อมูลเขียนข้อสังเกตของเรื่องที่สนใจ ที่ได้จากกระบวนการระเหยแห้ง ลงในใบกิจกรรมฝึกความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง “การระเหยแห้ง” ตอนที่ 2 เร่งสืบหา
5. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันระดมความคิดเพื่อออกแบบวิธีการสร้างชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการระเหยแห้ง 1 เรื่อง ให้มีคุณภาพ และมีความแปลกใหม่ โดยเขียนร่างแบบภาพแนวคิดที่จะใช้แก้ปัญหา ลงในใบกิจกรรมฝึกความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง “การระเหยแห้ง” ตอนที่ 3 ออกแบบอย่างวิศวกร โดยใช้ดินสอร่างแบบภาพ พร้อมทั้งระบายสีให้สวยงาม ซึ่งเน้นความคิดสร้างสรรค์ ได้แก่ ความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดลออ
6. นักเรียนร่วมกันวางแผนการแก้ปัญหาจากแบบร่างแนวคิดที่ได้ร่างไว้ โดยมีการระบุขั้นตอนของการดำเนินการแก้ปัญหาที่ละขั้นตอนตามลำดับ ลงในใบกิจกรรมฝึกความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง “การระเหยแห้ง” ตอนที่ 4 ให้นักเรียนมีอาชีพ

7. นักเรียนแต่ละกลุ่มดำเนินการทำกิจกรรมการทดลอง เรื่องการระเหยแห้งพร้อมบันทึกผลการทดลอง และลงมือสร้างชิ้นงาน ตามที่ได้ออกแบบไว้โดยแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ มีความคิดละเอียดลออในการแก้ปัญหา ตามแผนที่วางไว้

8. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มบันทึกรายละเอียดลักษณะของชิ้นงานที่ได้ จากขั้นตอนการระเหยแห้ง ได้แก่ ความสะอาดของชิ้นงาน ลักษณะชิ้นงาน และสีที่ได้ ลงในใบกิจกรรมฝึกความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง “การระเหยแห้ง” ตอนที่ 5 ทดสอบความหัตถ์จริงของการระเหยแห้ง จากนั้นบันทึกรายละเอียดของการพัฒนารูปแบบชิ้นงาน ที่ได้ให้มีความแปลกใหม่ และมีความน่าสนใจ

9. นักเรียนแต่ละกลุ่มวางแผนร่วมกันเพื่อปรับปรุงวิธีการ ขั้นตอนของการแก้ปัญหาให้ดียิ่งขึ้น โดยแต่ละกลุ่มแสดงผลงาน คือ ชิ้นงานที่ได้จากการแก้ปัญหา พร้อมทั้งนำเสนอผลงาน โดยนำเสนอตั้งแต่ขั้นการระบุปัญหา ผลของการรวบรวมข้อมูล การออกแบบแก้ปัญหา วิธีการแก้ปัญหา อุปสรรค แนวทางในการแก้ไขปรับปรุง ผลลัพธ์ คือ ได้ชิ้นงานที่มีความแปลกใหม่ น่าสนใจ

10. นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อสรุปความรู้ที่ได้รับจากการแก้ปัญหา ลงในใบกิจกรรมฝึกความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง “การระเหยแห้ง” ตอนที่ 6 ความรู้ที่ได้รับ

11. นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียน เรื่องการระเหยแห้ง

กิจกรรมฝึกทักษะความคิดสร้างสรรค์

ขั้นที่ 2 ขั้นระบุปัญหา

ตอนที่ 1 สงสัยใคร่ควรรู้

คำชี้แจง

1. นักเรียนช่วยกันระบุปัญหาหรือเรื่องที่สนใจที่พบในชีวิตประจำวันและวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา

ระบุปัญหาหรือเรื่องที่สนใจเกี่ยวกับการระเหยแห่งที่พบในชีวิตประจำวัน ดังนี้

- 1.....
- 2.....
- 3.....
- 4.....
- 5.....
- 6.....
- 7.....
- 8.....

วิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาหรือเรื่องที่สนใจ 1 เรื่อง

-
-
-
-
-
-
-

ขั้นที่ 3 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง

ตอนที่ 2 แรงสืบทอด

คำชี้แจง

1. นักเรียนรวบรวมข้อมูลเขียนชื่อผลิตภัณฑ์ในเรื่องที่สนใจที่ได้จากกระบวนการ
ระดมความเห็น

ข้อมูลที่รวบรวมได้จากกระบวนการระดมความเห็น

ขั้นที่ 4 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา

ตอนที่ 3 ออกแบบอย่างวิศวกร

คำชี้แจง

1. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันระดมความคิดเพื่อออกแบบวิธีการสร้างชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการระดมคิด 1 เรื่อง ให้มีคุณภาพ และมีความแปลกใหม่ โดยเขียนร่างแบบภาพแนวคิดที่จะใช้แก้ปัญหา พร้อมทั้งตอบคำถามต่อไปนี้

2. ชื่อผลงานที่นักเรียนสร้างขึ้น คือ.....
3. จุดเด่นความคิดสร้างสรรค์คือ.....

4. วัสดุ อุปกรณ์ที่นำมาใช้ในการสร้างผลงานชิ้นนี้ ได้แก่.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5. การนำไปใช้ประโยชน์.....

.....

.....

.....

.....

มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี

ขั้นที่ 5 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา

ตอนที่ 4 นักวางแผนมืออาชีพ

คำชี้แจง

1. ให้นักเรียนวางแผนและเขียนขั้นตอนของการแก้ไขปัญหาเกี่ยวกับการระเหยแห้ง โดยการระบุขั้นตอนของการแก้ปัญหาที่ละขั้นตอนตามลำดับ

ชื่อชิ้นงาน.....

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

2. นักเรียนแต่ละกลุ่มดำเนินการทำกิจกรรมการทดลอง เรื่องการระเหยแห้ง พร้อมบันทึกผลการทดลอง

ตารางบันทึกผลการทดลอง

ลักษณะของสารละลาย.....	ผลการสังเกต
ก่อนให้ความร้อน.....	
หลังให้ความร้อน.....	

ขั้นที่ 6 ทดสอบ ประเมินผล ปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน และนำเสนอ
วิธีการแก้ปัญหา หรือผลการแก้ปัญหา

ตอนที่ 5 ทดสอบความมหัสจรรย์ของการระเหยแห้ง

คำชี้แจง

1. นักเรียนตรวจสอบผลของการแก้ปัญหา โดยการสังเกตลักษณะของชิ้นงานที่ได้
จากการแก้ปัญหา จากนั้นบันทึกรายละเอียดของลักษณะชิ้นงานที่ได้จากการสังเกตรวมทั้ง
ประเมินผล ระบุปัญหา อุปสรรค และแนวทางในการแก้ปัญหา จากการทำกิจกรรม

ชื่อชิ้นงาน.....

ลำดับ	ลักษณะของชิ้นงานที่ ที่ต้องการ	ลักษณะของชิ้นงาน ที่ได้
1	ความสะอาดปราศจากสิ่งแปลกปลอม.....	ความสะอาด
2	กลิ่นหอม.....	กลิ่น
3	สีสวยงาม.....	สี

ประเมินผล

.....
.....

ปัญหา/อุปสรรค

.....
.....

วัสดุ อุปกรณ์ในการแก้ปัญหา

.....
.....

แนวทางการแก้ไข

.....
.....

ตอนที่ 6 ความรู้ที่ได้รับ

คำชี้แจง

1. ให้นักเรียนเขียนสรุปองค์ความรู้ที่ได้รับจากการแก้ปัญหา

วิทยาศาสตร์

.....

.....

.....

.....

.....

เทคโนโลยี

.....

.....

.....

.....

.....

คณิตศาสตร์

.....

.....

.....

.....

.....

วิศวกรรมศาสตร์

.....

.....

.....

.....

.....

ความรู้ที่ได้จากการ
แก้ปัญหา

แบบฝึกทักษะความคิดสร้างสรรค์
เรื่อง การระเหยแห้ง

คำชี้แจง

เวลา 10 นาที

1. นักเรียนเขียนระบุสิ่งหรือเหตุการณ์ ที่นักเรียนพบเจอในชีวิตประจำวัน โดยมีการอาศัยหลักในการระเหยแห้ง มาให้ได้มากที่สุด
2. นักเรียนคิดออกแบบและวาดภาพสิ่งประดิษฐ์โดยนำหลักการของการระเหยแห้ง มาใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันของนักเรียน หรือของสังคมพร้อมระบายสีให้สวยงาม
3. นักเรียนพยายามคิดหาคำตอบที่แปลกใหม่ไม่เหมือนคนอื่น น่าสนใจและแตกต่างกันออกไป
4. แบบทดสอบนี้ให้นักเรียนคิดหาคำตอบอย่างอิสระเต็มที่
5. ให้นักเรียนเขียนคำตอบลงในกระดาษที่แจกให้

กิจกรรมที่ 1 ฝึกความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น

ความคิดคล่องแคล่ว หมายถึง ความสามารถในการคิดค้นหาคำตอบและเขียนคำตอบได้จำนวนมาก มีความคล่องตัวในการคิดหาคำตอบ และเขียนคำตอบได้อย่างรวดเร็วในเวลาที่กำหนด

ความคิดยืดหยุ่น หมายถึง ความสามารถในการคิดค้นหาคำตอบและเขียนคำตอบได้หลากหลายประเภท และหลากหลายแง่มุม

คำชี้แจง: นักเรียนเขียนระบุสิ่งหรือเหตุการณ์ ที่นักเรียนพบเจอในชีวิตประจำวัน โดยมีการอาศัยหลักในการระเหยแห้ง มาให้ได้มากที่สุด

1. ความคิดคล่องแคล่ว

- | | |
|--------|--------|
| 1..... | 5..... |
| 2..... | 6..... |
| 3..... | 7..... |
| 4..... | 8..... |

2. ความคิดยืดหยุ่น

- | | |
|--------|--------|
| 1..... | 5..... |
| 2..... | 6..... |
| 3..... | 7..... |
| 4..... | 8..... |

กิจกรรมที่ 2 ฝึกความคิดริเริ่ม ความคิดละเอียดลออ

ความคิดริเริ่ม หมายถึง ความสามารถในการคิดค้นหาคำตอบและเขียนคำตอบเป็นคำตอบที่แปลกใหม่ และแตกต่างจากความคิดธรรมดาหรือความคิดเดิม ๆ ซึ่งนำไปสู่การออกแบบและสร้างสรรค์สิ่งใหม่ ๆ

ความคิดละเอียดลออ หมายถึง ความสามารถในการคิดในรายละเอียดต่าง ๆ ในสิ่งที่คนอื่นมองไม่เห็น สามารถอธิบายรายละเอียดหรือเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ ทำให้ผลงานสมบูรณ์ขึ้นเป็นรูปธรรมและนำไปใช้ประโยชน์ได้

คำชี้แจง : ให้นักเรียนคิดค้นออกแบบพร้อมวาดภาพผลิตภัณฑ์ ชิ้นงานเกี่ยวกับการระเหยแห้ง เพื่อนำไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน ให้แปลกใหม่ที่สุด พร้อมระบายสีให้สวยงาม โดยให้นักเรียนบอกจุดเด่น และข้อดี ของผลิตภัณฑ์ รวมถึงกำหนดราคาขาย ผลิตภัณฑ์นั้นให้เรียบร้อย โดยเน้นความคิดสร้างสรรค์

ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากวิธีการระเหยแห้งแบบเดิมจากการศึกษาค้นคว้า

ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากวิธีการระเหยแห้งแบบใหม่ที่มีความแตกต่างจากแบบเดิม

ชื่อผลิตภัณฑ์ ชิ้นงาน.....

จุดที่เน้นความคิดสร้างสรรค์ คือ

.....

.....

.....

วัสดุ อุปกรณ์ที่นำมาใช้ในการออกแบบ

.....

.....

.....

จุดเด่นของผลิตภัณฑ์ ชิ้นงาน

.....

.....

.....

ขั้นตอนการทำผลิตภัณฑ์ที่ได้จากวิธีการระเหยแห้ง.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลักษณะความแตกต่างของผลิตภัณฑ์จากการระเหยแห้งที่ทำ.....

.....

.....

.....

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียน – หลังเรียน
เรื่อง การระเหยแห้ง

คำชี้แจง ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว แล้วทำเครื่องหมาย

กากบาท (X) ลงในกระดาษคำตอบ

1. ข้อใดต่อไปนี้เป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อการระเหยแห้ง (ความรู้ ความจำ)
 - ก. อุณหภูมิ
 - ข. ชนิดของของเหลว
 - ค. พื้นที่ผิวของของเหลว
 - ง. ความเป็นกรด-ด่าง ของสาร
2. หลักการของการระเหยแห้งข้อใดกล่าวได้ถูกต้อง (ความรู้ ความจำ)
 - ก. ของแข็งกลายเป็นไอ
 - ข. ของเหลวกลายเป็นไอ
 - ค. ของแข็งเปลี่ยนเป็นของเหลว
 - ง. ของเหลวเปลี่ยนเป็นของแข็ง
3. อากาศเหนือของเหลวมีผลต่อกระบวนการระเหยแห้งอย่างไร (ความเข้าใจ)
 - ก. บริเวณที่มีอากาศถ่ายเทหรือมีลมพัดตลอดเวลา ของเหลวจะสามารถระเหยได้น้อย
 - ข. บริเวณที่ไม่มีอากาศถ่ายเทหรือไม่มีลมพัด ของเหลวจะสามารถระเหยเป็นไอได้ดี
 - ค. บริเวณที่มีอากาศถ่ายเทหรือมีลมพัดตลอดเวลา ของเหลวจะสามารถระเหยเป็นไอได้มาก
 - ง. ถูกทั้ง ข้อ ก. และ ข้อ ข.
4. ถ้านักเรียนต้องการจะใช้ประโยชน์จากน้ำทะเล นักเรียนจะเลือกใช้วิธีใดต่อไปนี้เป็นวิธีที่เหมาะสม (การนำไปใช้)
 - ก. การกรอง
 - ข. การละลาย
 - ค. การตกตะกอน
 - ง. การระเหยแห้ง

5. ข้อใดต่อไปนี้เป็นการใช้หลักการการระเหยแห้งในการแก้ปัญหา (การนำไปใช้)

- ก. เกิดต้องการแยกน้ำออกจากน้ำมัน
- ข. แคะต้องการทำน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้
- ค. นักใช้น้ำประปาของหมู่บ้านมีความขุ่นและมีตะกอน
- ง. มอสนำไปล้างผักสด เพื่อจะถนอมอาหารให้สามารถเก็บไว้กินนาน ๆ ได้

6. เด็กหญิงฟ้ามีข้อสงสัยว่าของเหลวใสไม่มีสีชนิดหนึ่ง เป็นสารชนิดใด จึงทำการทดลองนำสารนั้นมาระเหยแห้ง ปรากฏว่าไม่มีสารใดเหลือที่ก้นภาชนะ นักเรียนคิดว่าของเหลวชนิดนี้น่าจะเป็นสารชนิดใดต่อไป (การวิเคราะห์)

1. สารละลายเอทิลแอลกอฮอล์ 2. น้ำ 3. น้ำอัดลม

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

7. นักเรียนทดลองนำถ้วยที่มีน้ำเกลือบรรจุอยู่ ไปตากแดด เมื่อเวลาผ่านไปสักพักพบว่า น้ำเกลือที่อยู่ในถ้วยเกิดผลึกสีขาว ข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับการทดลองดังกล่าว (การวิเคราะห์)

- ก. เกิดจากการละลาย
- ข. เกิดการระเหยแห้ง
- ค. เกิดการตกตะกอน
- ง. เกิดจากการกรอง

8. สารผสมในข้อใดต่อไป นี้ เหมาะกับการใช้แยกสารด้วยการระเหยแห้งมากที่สุด (การประเมินค่า)

- ก. น้ำเชื่อมกับน้ำ
- ข. ทราวยกับแกลบ
- ค. เกลือปนกับน้ำ
- ง. ผงตะไบเหล็กกับเม็ดโฟม

9. นายเอจะเลือกวิธีการในข้อใดให้เหมาะกับการใช้แยกส่วนประกอบของสารละลายเนื้อเดียวกันมากที่สุด (การประเมินค่า)

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

10. สมชายมีโรงงานผลิตน้ำตาลมะพร้าว มีกระบวนการผลิตโดยใช้วิธีการระเหยแห้งพบว่า ยอดการสั่งซื้อน้ำตาลมะพร้าวลดลง สมชายจะเลือกวิธีการผลิตในข้อใดให้มีความปลอดภัยและเพิ่มยอดขายให้ได้มากกว่าเดิม (ความคิดสร้างสรรค์)

- ก. นำน้ำตาลมะพร้าวไปแจก เพื่อให้คนรู้จักน้ำตาลมะพร้าวของตนมากขึ้น
- ข. นำน้ำตาลมะพร้าวผสมสีสังเคราะห์เพื่อเพิ่มสีสันให้สวยงามน่ารับประทาน
- ค. นำน้ำตาลมะพร้าวผสมสีจากธรรมชาติเพื่อเพิ่มสีสันให้สวยงามน่ารับประทาน
- ง. นำน้ำตาลมะพร้าวผสมวัตถุกันเสีย เพื่อยืดอายุของน้ำตาลมะพร้าวให้เก็บได้นาน

เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียน – หลังเรียน
เรื่อง การระเหยแห้ง

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

มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี

แบบประเมินชิ้นงาน

กิจกรรม.....

ชื่อกลุ่ม.....

วันที่ เดือน..... พ.ศ.

คำชี้แจง ให้ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียน แล้วทำเครื่องหมายถูก

☒ ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
	3	2	1
1. ความคิดสร้างสรรค์ ความแปลกใหม่			
2. การนำไปใช้ประโยชน์			
3. รูปแบบชิ้นงานตรงตามที่ยกแบบไว้			
4. ทำงานเสร็จภายในเวลาที่กำหนด			
5. การเลือกใช้วัสดุ อุปกรณ์ ได้เหมาะสม			
รวมคะแนน			
ระดับคุณภาพ			

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นายชัยวัฒน์ ดงภูยา)

เกณฑ์การให้คะแนน

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

เกณฑ์การวัดและการประเมิน

รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
	3	2	1
1. มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	มีจินตนาการในการคิดหรือแนวคิดที่แปลกใหม่ในการพัฒนาและปรับปรุงชิ้นงานให้ดียิ่งขึ้นจากแนวคิดเดิมหรือแนวคิดต้นแบบพร้อมอ้างอิงเจ้าของแนวคิดต้นแบบอย่างถูกต้อง	มีการพัฒนาและปรับปรุงชิ้นงานให้ดียิ่งขึ้นจากแนวคิดเดิม หรือแนวคิดต้นแบบ พร้อมอ้างอิงเจ้าของแนวคิดต้นแบบอย่างถูกต้อง	ค้นคว้าข้อมูลแนวคิดจากแหล่งต่าง ๆ และมีการอ้างอิงแนวคิดเจ้าของแนวคิดต้นแบบอย่างถูกต้อง แต่ไม่มีการพัฒนาปรับปรุงแนวคิดต้นแบบ
2. การนำไปใช้ประโยชน์	ชิ้นงานที่ทำการผลิตขึ้น สามารถใช้ในชีวิตประจำวันได้จริง	ชิ้นงานที่ทำการผลิตขึ้น สามารถใช้ในชีวิตประจำวันได้เล็กน้อย	ชิ้นงานที่ทำการผลิตขึ้น ไม่สามารถใช้ในชีวิตประจำวันได้
3. รูปแบบชิ้นงานตรงตามที่ออกแบบไว้	รูปแบบมีความชัดเจนและสามารถนำเหตุผลมาสนับสนุนในการออกแบบได้อย่างชัดเจน	รูปแบบมีความชัดเจนแต่ไม่สามารถนำเหตุผลมาสนับสนุนในการออกแบบได้อย่างชัดเจน	รูปแบบไม่มีความชัดเจนและไม่สามารถนำเหตุผลมาสนับสนุนในการออกแบบได้
4. ทำงานเสร็จภายในเวลาที่กำหนด	ทำงานเสร็จตามเวลาที่กำหนด	ทำงานเสร็จช้ากว่าเวลาที่กำหนด 5 นาที	ทำงานเสร็จช้ากว่าเวลาที่กำหนด 10 นาที
5. การเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ ได้เหมาะสม	สามารถเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ ในการสร้างชิ้นงานได้เหมาะสมมาก	สามารถเลือกใช้วัสดุ อุปกรณ์ ในการสร้างชิ้นงานได้เหมาะสม	สามารถเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ ในการสร้างชิ้นงานได้

แบบบันทึกคะแนนความคิดสร้างสรรค์

กิจกรรม.....

ประเมินครั้งที่ วันที่ เดือน พ.ศ.

คำชี้แจง: ให้ครูผู้สอนบันทึกคะแนนความคิดสร้างสรรค์จากการปฏิบัติกิจกรรมในแต่ละ
กิจกรรม

ลำดับ ที่	ชื่อ-สกุล	ความคิดสร้างสรรค์				คะแนน รวม (16)	คิดเป็น ร้อยละ (100)
		ความคิด คล่องแคล่ว (4)	ความคิด ยืดหยุ่น (4)	ความคิด ริเริ่ม (4)	ความคิด ละเอียดลออ (4)		
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
19							
20							

เกณฑ์การให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์

การให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์จะพิจารณาจากเกณฑ์การให้คะแนนที่กำหนดโดยTorrance (2006) ซึ่งแต่ละรายการจะได้รับคะแนนสูงสุด 4 คะแนน ดังนี้

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

แบบประเมินสมรรถนะและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

คำชี้แจง: ให้ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียน และนอกเวลาเรียนแล้ว
ทำเครื่องหมายถูก ☒ ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ข้อการประเมิน	รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
		3	2	1
1. ความสามารถในการสื่อสาร	มีความสามารถในการนำเสนอผลงานใช้วิธีการสื่อสารที่เหมาะสม			
2. ความสามารถในการคิด	มีทักษะในการคิดนอกกรอบอย่างสร้างสรรค์ มีความสามารถในการคิดอย่างมีระบบ ตัดสินใจแก้ปัญหาเกี่ยวกับตนเองได้			
3. ความสามารถในการแก้ปัญหา	ระบุปัญหาที่เกิดขึ้นกับตนเองอย่างชัดเจน มีการวางแผนการแก้ปัญหา ปฏิบัติตามแผนการแก้ปัญหา ตรวจสอบ ทบทวนแผนการแก้ปัญหา สรุปผลการแก้ปัญหาอย่างครบถ้วน สมเหตุสมผล และใช้ประสบการณ์เพื่อป้องกันและแก้ปัญหาที่อาจจะเกิดขึ้นในสถานการณ์ต่าง ๆ			
4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต	สามารถทำงานกลุ่มร่วมกันผู้อื่นได้ นำความรู้ที่ได้ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน			
5. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี	เลือกและใช้เทคโนโลยีได้เหมาะสม ตามวัย ใช้เทคโนโลยีในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์			

ข้อการประเมิน	รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
		3	2	1
6. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์	ปฏิบัติตามลัทธิและหน้าที่พลเมืองดี ของชาติ สนับสนุนกิจกรรมที่สร้างความ สามัคคีปรองดอง ปฏิบัติตามหลัก ของศาสนา เคารพเทิดทูนสถาบัน พระมหากษัตริย์			
7. ซื่อสัตย์สุจริต	ประพฤติตรงตามความเป็นจริงทั้งทาง กาย วาจา ใจ และยึดหลักความจริง ความถูกต้องในการดำเนินชีวิต มีความ ละเอียดและเกรงกลัวต่อการกระทำผิด			
8. มีวินัย	ปฏิบัติตาม ข้อตกลง กฎเกณฑ์ ระเบียบข้อบังคับของโรงเรียนและสังคม ไม่ละเมิดสิทธิของผู้อื่นมีความตรงต่อ เวลาในการปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ			
9. ใฝ่เรียนรู้	ตั้งใจเรียน เอาใจใส่และมีความเพียร พยายามในการเรียนรู้ แลกเปลี่ยน เรียนรู้ด้วยวิธีการต่าง ๆ และนำไปใช้ใน ชีวิตประจำวัน			
10. มุ่งมั่นในการทำงาน	เอาใจใส่ต่อการ ปฏิบัติหน้าที่ที่ได้รับ มอบหมายปรับปรุงและพัฒนาการ ทำงานด้วยตนเอง			

ลงชื่อ ผู้ประเมิน

(นายชัยวัฒน์ ดงภูยาว)

เกณฑ์การให้คะแนน

พฤติกรรมที่ปฏิบัติได้มาก	ให้ 3 คะแนน
พฤติกรรมที่ปฏิบัติได้ปานกลาง	ให้ 2 คะแนน
พฤติกรรมที่ปฏิบัติได้น้อย	ให้ 1 คะแนน

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
25-30	มาก
20-25	ปานกลาง
15-20	น้อย
ต่ำกว่า 15	ปรับปรุง

เกณฑ์การประเมินสมรรถนะและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
	ปฏิบัติได้มาก (3 คะแนน)	ปฏิบัติได้ปานกลาง (2 คะแนน)	ปฏิบัติได้น้อย (1 คะแนน)
1. ความสามารถในการสื่อสาร	แสดงออกถึงความสามารถในการรับและส่งสาร มีวัฒนธรรมในการใช้ภาษาถ่ายทอดความคิด ความรู้ความเข้าใจ ความรู้สึก และทัศนะของตนเอง อันจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาตนเองและสังคมได้ชัดเจนมาก	แสดงออกถึงความสามารถในการรับและส่งสาร มีวัฒนธรรมในการใช้ภาษาถ่ายทอดความคิด ความรู้ความเข้าใจ ความรู้สึก และทัศนะของตนเอง อันจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาตนเองและสังคมได้ชัดเจน	ไม่เคยแสดงออกถึงความสามารถในการรับส่งสาร และวัฒนธรรมในการใช้ภาษาถ่ายทอดความคิด ความรู้ความเข้าใจ ความรู้สึก และทัศนะของตนเอง
2. ความสามารถในการคิด	แสดงออกถึงความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดเป็นระบบเพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้ ได้ชัดเจนมาก	แสดงออกถึงความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดเป็นระบบเพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้ ได้ชัดเจน	ไม่เคยแสดงออกถึงความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดเป็นระบบ

รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
	ปฏิบัติได้มาก (3 คะแนน)	ปฏิบัติได้ปานกลาง (2 คะแนน)	ปฏิบัติได้น้อย (1 คะแนน)
3.ความสามารถ ในการแก้ปัญหา	แสดงออกถึง ความสามารถในการ แก้ปัญหาและอุปสรรค ต่าง ๆ ที่เผชิญได้อย่าง ถูกต้องเหมาะสมบน พื้นฐานของหลัก เหตุผล คุณธรรมและ เข้าใจความสัมพันธ์ และการเปลี่ยนแปลง ของเหตุการณ์ต่าง ๆ ในสังคมได้ชัดเจนมาก	แสดงออกถึง ความสามารถในการ แก้ปัญหาและ อุปสรรคต่าง ๆ ที่ เผชิญได้อย่างถูกต้อง เหมาะสมบนพื้นฐาน ของหลักเหตุผล คุณธรรมและเข้าใจ ความสัมพันธ์และการ เปลี่ยนแปลงของ เหตุการณ์ต่าง ๆ ใน สังคมได้ชัดเจน	ไม่เคยแสดงออก ถึงความสามารถ ในการแก้ปัญหา และอุปสรรค ต่าง ๆ ที่เผชิญได้ อย่างถูกต้อง เหมาะสม
4. ความสามารถ ในการใช้ทักษะ ชีวิต	แสดงออกถึง ความสามารถในการ นำกระบวนการต่าง ๆ ไปใช้ในการดำเนิน ชีวิตประจำวัน การ เรียนรู้ด้วยตนเอง อย่างต่อเนื่อง การ ทำงานและการอยู่ ร่วมกันในสังคม ด้วย การสร้างเสริม ความสัมพันธ์อันดี ระหว่างบุคคลได้ ชัดเจนมาก	แสดงออกถึง ความสามารถในการ นำกระบวนการต่าง ๆ ไปใช้ในการดำเนิน ชีวิตประจำวัน การ เรียนรู้ด้วยตนเอง อย่างต่อเนื่อง การ ทำงานและการอยู่ ร่วมกันในสังคม ด้วย การสร้างเสริม ความสัมพันธ์อันดี ระหว่างบุคคลได้ ชัดเจน	ไม่เคยแสดงออก ถึงความสามารถ ในการนำ กระบวนการ ต่าง ๆ ไปใช้ใน การดำเนิน ชีวิตประจำวัน

รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
	ปฏิบัติได้มาก (3 คะแนน)	ปฏิบัติได้ปานกลาง (2 คะแนน)	ปฏิบัติได้น้อย (1 คะแนน)
5. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี	แสดงออกถึงความสามารถในการเลือกและใช้เทคโนโลยีด้านต่าง ๆ และมีทักษะกระบวนการทางเทคโนโลยีเพื่อการพัฒนาตนเองและสังคมในด้านการเรียนรู้ การสื่อสาร การทำงานได้ชัดเจนมาก	แสดงออกถึงความสามารถในการเลือกและใช้เทคโนโลยีด้านต่าง ๆ และมีทักษะกระบวนการทางเทคโนโลยีเพื่อการพัฒนาตนเองและสังคมในด้านการเรียนรู้ การสื่อสาร การทำงานได้ชัดเจน	ไม่เคยแสดงออกถึงความสามารถในการเลือกและใช้เทคโนโลยีด้านต่าง ๆ
6. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์	แสดงออกถึงการเป็นพลเมืองดีของชาติ มีความสามัคคี ภูมิใจเชิดชูความเป็นชาติไทย ปฏิบัติตนตามหลักศาสนาที่ตนนับถือ และแสดงความจงรักภักดีต่อสถาบันพระมหากษัตริย์ ได้ชัดเจนมาก	แสดงออกถึงการเป็นพลเมืองดีของชาติ มีความสามัคคี ภูมิใจเชิดชูความเป็นชาติไทย ปฏิบัติตนตามหลักศาสนาที่ตนนับถือ และแสดงความจงรักภักดีต่อสถาบันพระมหากษัตริย์ ได้ชัดเจน	ไม่เคยแสดงออกถึงการเป็นพลเมืองดีของชาติ ไม่ปฏิบัติตนตามหลักศาสนาที่ตนนับถือ และแสดงความจงรักภักดีต่อสถาบันพระมหากษัตริย์

รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
	ปฏิบัติได้มาก (3 คะแนน)	ปฏิบัติได้ปานกลาง (2 คะแนน)	ปฏิบัติได้น้อย (1 คะแนน)
7. ซื่อสัตย์สุจริต	ให้ข้อมูลที่ถูกต้องและเป็นจริงไม่นำสิ่งของและผลงานของผู้อื่นมาเป็นของตนเอง ปฏิบัติตนต่อผู้อื่นด้วยความซื่อตรงเป็นแบบอย่างที่ดีด้านความซื่อสัตย์	ให้ข้อมูลที่ถูกต้องและเป็นจริงไม่นำสิ่งของและผลงานของผู้อื่นมาเป็นของตนเอง ปฏิบัติตนต่อผู้อื่นด้วยความซื่อตรง	ไม่ให้ข้อมูลที่ถูกต้องและเป็นจริงมีพฤติกรรมนำสิ่งของและผลงานของผู้อื่นมาเป็นของตนเอง
8. มีวินัย	ปฏิบัติตามข้อตกลง กฎเกณฑ์ ระเบียบ ข้อบังคับของโรงเรียน และสังคมเป็นปกติวิสัย ไม่ละเมิดสิทธิของผู้อื่นได้ชัดเจนมาก	ปฏิบัติตามข้อตกลง กฎเกณฑ์ ระเบียบ ข้อบังคับของโรงเรียน และสังคมเป็นปกติวิสัย ไม่ละเมิดสิทธิของผู้อื่นได้ชัดเจน	ไม่เคยปฏิบัติตามข้อตกลง กฎเกณฑ์ ระเบียบ ข้อบังคับของโรงเรียน และสังคม
9. ใฝ่เรียนรู้	แสดงออกถึงความตั้งใจ เพียรพยายามในการเรียนและเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ แสวงหาความรู้จากแหล่งเรียนรู้อย่างสม่ำเสมอ ด้วยการเลือกใช้สื่ออย่างเหมาะสม และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ชัดเจนมาก	แสดงออกถึงความตั้งใจ เพียรพยายามในการเรียนและเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ แสวงหาความรู้จากแหล่งเรียนรู้อย่างสม่ำเสมอ ด้วยการเลือกใช้สื่ออย่างเหมาะสม และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ชัดเจน	ไม่เคยแสดงออกถึงความตั้งใจ เพียรพยายามในการเรียนเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ และแสวงหาความรู้จากแหล่งเรียนรู้

รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
	ปฏิบัติได้มาก (3 คะแนน)	ปฏิบัติได้ปานกลาง (2 คะแนน)	ปฏิบัติได้น้อย (1 คะแนน)
10. มุ่งมั่นในการทำงาน	แสดงออกถึงความตั้งใจปฏิบัติหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายด้วยความเพียรพยายาม หุ่่มเทกำลังกาย กำลังใจ ในการปฏิบัติกิจกรรม ต่าง ๆ ให้สำเร็จลุล่วงตามเป้าหมายที่กำหนดด้วยความรับผิดชอบ และมีความภาคภูมิใจในผลงานได้ชัดเจนมาก	แสดงออกถึงความตั้งใจปฏิบัติหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายด้วยความเพียรพยายาม หุ่่มเทกำลังกาย กำลังใจ ในการปฏิบัติกิจกรรม ต่าง ๆ ให้สำเร็จลุล่วงตามเป้าหมายที่กำหนดด้วยความรับผิดชอบ และมีความภาคภูมิใจในผลงานได้ชัดเจน	ไม่เคยแสดงออกถึงความตั้งใจปฏิบัติหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายด้วยความเพียรพยายาม หุ่่มเทกำลังกาย กำลังใจ ในการปฏิบัติกิจกรรม ต่าง ๆ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 การแยกสาร

เวลา 15 ชั่วโมง

เรื่อง การสกัดด้วยตัวทำละลาย

เวลา 3 ชั่วโมง

ผู้สอน นายชัยวัฒน์ ดงภูยาว

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

1. มาตรฐานการเรียนรู้ / ตัวชี้วัด

สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสมบัติของสาร องค์ประกอบของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลัก และธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี

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

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

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

สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

สาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค 3.2 เข้าใจหลักการนับเบื้องต้น ความน่าจะเป็น และนำไปใช้ **ตัวชี้วัด ค 3.2 ม. 2/1** เข้าใจและใช้ความรู้ทางสถิติในการนำเสนอ และวิเคราะห์ข้อมูลจากแผนภาพ และแปลความหมายผลลัพธ์รวมทั้งนำสถิติไปใช้ ในชีวิตจริง โดยใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม

สาระเทคโนโลยี

สาระที่ 4 เทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิต ในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วย

กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

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

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

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

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

2. สารการเรียนรู้

- การสกัดด้วยตัวทำละลาย

3. สารสำคัญ

การสกัดด้วยตัวทำละลายเป็นวิธีการแยกสารที่ละลายในตัวทำละลายชนิดต่าง ๆ
ได้ต่างกัน โดยชนิดของตัวทำละลายมีผลต่อชนิดและปริมาณของสารที่สกัดได้

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

ผู้เรียนมีความสามารถดังต่อไปนี้

4.1 ด้านความรู้

1. อธิบายการแยกสารผสมโดยการสกัดด้วยตัวทำละลาย โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์
2. นำวิธีการแยกสารไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน โดยใช้การบูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์

4.2 ด้านทักษะกระบวนการ

4.2.1 ความคิดสร้างสรรค์

1. ความคิดคล่องแคล่ว
2. ความคิดยืดหยุ่น

3. ความคิดริเริ่ม

4. ความคิดละเอียดลออ

4.3 สมรรถนะและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. ความสามารถในการสื่อสาร
2. ความสามารถในการคิด
3. ความสามารถในการแก้ปัญหา
4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต
5. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี
6. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์
7. มีวินัย
8. ใฝ่เรียนรู้
9. มุ่งมั่นในการทำงาน
10. รักความเป็นไทย

5. กรอบแนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

Science (S)	Technology (T)	Engineering (E)	Mathematics (M)
- การสกัดด้วยตัวทำละลาย - ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	- การใช้เทคโนโลยีในการสืบค้นข้อมูลและการใช้ความรู้ทักษะเกี่ยวกับวัสดุอุปกรณ์ เพื่อแก้ปัญหา หรือพัฒนางานได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม และปลอดภัย	- กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมและการสร้างสรรค์ชิ้นงาน	- เข้าใจและใช้ความรู้ทางสถิติในการนำเสนอ และวิเคราะห์ข้อมูล แปลความหมายจากผลลัพธ์ รวมทั้งนำสถิติไปใช้ในชีวิตจริง โดยใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม

6. การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

- ครูอธิบายเกี่ยวกับสมรรถนะ ว่าเป็นคุณสมบัติเป้าหมายที่หลักสูตรคาดหวังจากการพัฒนาผู้เรียนตามมาตรฐานการเรียนรู้ ได้แก่ ความสามารถในการสื่อสาร ความสามารถในการคิด ความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

- ครูอธิบายเกี่ยวกับคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ว่าเป็นคุณสมบัติที่หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานคาดหวังจากการพัฒนาผู้เรียน มี 8 ประการ ได้แก่ รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์ ซื่อสัตย์สุจริต มีวินัย ใฝ่เรียนรู้ อยู่อย่างพอเพียง มุ่งมั่นในการทำงาน รักความเป็นไทย มีจิตสาธารณะ

- ครูเกริ่นนำเกี่ยวกับ รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์ มีวินัย ใฝ่เรียนรู้ มุ่งมั่นในการทำงาน รักความเป็นไทย โดยครูถามคำถามนักเรียนว่า เราจะแสดงออกถึงการปฏิบัติตนอย่างไรบ้างในแต่ละวัน เพื่อส่งเสริมให้นักเรียน รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์ มีวินัย ใฝ่เรียนรู้ มุ่งมั่นในการทำงาน เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกปฏิบัติตนให้มีความรับผิดชอบต่อตนเองและผู้อื่น หลังจากนั้นครูให้นักเรียนบันทึกความดีลงในสมุดบันทึกความดีที่ครูแจกให้

ขั้นที่ 1 นำเสนอข้อมูลโดยใช้ Canva (ชั่วโมงที่ 1)

1. นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนเรื่อง การสกัดด้วยตัวทำละลาย
2. ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยนำเสนอข้อมูลเกี่ยวกับเนื้อหาทั้งหมดเรื่องการสกัดด้วยตัวทำละลายโดยใช้ Canva อธิบายการสกัดด้วยตัวทำละลาย เป็นวิธีการแยกสารออกจากสารผสม ทั้งสารที่เป็นของเหลวปนกับของเหลวหรือของแข็งปนกับของแข็ง โดยอาศัยสมบัติการละลายของสารในตัวทำละลายซึ่งสาร แต่ละชนิดจะสามารถละลายในตัวทำละลายแต่ละชนิดได้แตกต่างกัน และละลายได้ในปริมาณที่ต่างกัน
3. ครูใช้คำถามกระตุ้นความคิดนักเรียน ดังนี้
 - การสกัดด้วยตัวทำละลาย สามารถทำได้อย่างไร
(แนวคำตอบ: เป็นวิธีการแยกสารออกจากสารผสม ทั้งสารที่เป็นของเหลวปนกับของเหลวหรือของแข็งปนกับของแข็ง โดยอาศัยสมบัติการละลายของสารในตัวทำละลายซึ่งสาร แต่ละชนิดจะสามารถละลายในตัวทำละลายแต่ละชนิดได้แตกต่างกัน ครับ/ค่ะ)
 - ตัวทำละลายที่เหมาะสมควรมีลักษณะอย่างไร
(แนวคำตอบ: ละลายสารที่ต้องการสกัดได้ดี ไม่ทำปฏิกิริยากับสารที่ต้องการสกัด ไม่ละลายปนเป็นเนื้อเดียวกับสารที่นำมาสกัด และมีราคาถูก ครับ/ค่ะ)

ขั้นที่ 2 ระบุปัญหา

1. ครูแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 5-6 คน เพื่อช่วยกันระบุปัญหาที่พบเจอในชีวิตประจำวันหรือเรื่องที่สนใจเกี่ยวข้องกับการสกัดด้วยตัวทำละลาย
2. นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาหรือเรื่องที่สนใจ 1 เรื่อง ลงในใบกิจกรรมฝึกความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง “การสกัดด้วยตัวทำละลาย” ตอนที่ 1 สงสัยใคร่ความคิด

ขั้นที่ 3 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง

1. นักเรียนร่วมกันศึกษาข้อมูลจากประเด็นปัญหาหรือเรื่องที่สนใจ พร้อมทั้งศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมจากหนังสือเรียน และอินเทอร์เน็ต เพื่อนำไปใช้ในการออกแบบวิธีการ
2. นักเรียนรวบรวมข้อมูลเขียนชื่อผลิตภัณฑ์เรื่องที่สนใจ ที่ได้จากกระบวนการสกัดด้วยตัวทำละลาย ลงในใบกิจกรรมฝึกความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง “การสกัดด้วยตัวทำละลาย” ตอนที่ 2 สืบค้นหา

ขั้นที่ 4 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (ชั่วโมงที่ 2)

1. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันระดมความคิดเพื่อออกแบบวิธีการสร้างชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับการสกัดด้วยตัวทำละลาย 1 เรื่อง ให้มีคุณภาพ และมีความแปลกใหม่ โดยเขียนร่างแบบภาพแนวคิดที่จะใช้แก้ปัญหา ลงในใบกิจกรรมฝึกความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง “การสกัดด้วยตัวทำละลาย” ตอนที่ 3 นักวิทย์คิดออกแบบ โดยใช้ดินสอร่างแบบภาพ พร้อมทั้งระบายสีให้สวยงาม ซึ่งเน้นความคิดสร้างสรรค์ ได้แก่ ความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดลออ

ขั้นที่ 5 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา

1. นักเรียนร่วมกันวางแผนการแก้ปัญหาจากแบบร่างแนวคิดที่ได้ร่างไว้ โดยมีการระบุขั้นตอนของการดำเนินการแก้ปัญหาที่จะขึ้นตามลำดับ ลงในใบกิจกรรมฝึกความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง “การสกัดด้วยตัวทำละลาย” ตอนที่ 4 นักวางแผนน้อยร้อยความคิด
2. นักเรียนแต่ละกลุ่มดำเนินการทำกิจกรรมการทดลอง เรื่อง การสกัดด้วยตัวทำละลายพร้อมบันทึกผลการทดลอง และลงมือสร้างชิ้นงาน ตามที่ได้ออกแบบไว้โดยแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ มีความคิดละเอียดลออในการแก้ปัญหา ตามแผนที่วางไว้

ขั้นที่ 6 ทดสอบ ประเมินผล ปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน และ นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา หรือผลการแก้ปัญหา (ชั่วโมงที่ 3)

1. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มบันทึกรายละเอียดลักษณะของชิ้นงานที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการกลั่น ได้แก่ คุณภาพของชิ้นงาน การใช้ประโยชน์ของชิ้นงาน และสี/กลิ่น ลงในใบกิจกรรมฝึกความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง “การสกัดด้วยตัวทำละลาย” ตอนที่ 5 การสกัดด้วยตัวทำละลาย จากนั้นบันทึกรายละเอียดของการพัฒนารูปแบบชิ้นงาน ที่ได้ให้มีความแปลกใหม่ และมีความน่าสนใจ

2. นักเรียนแต่ละกลุ่มวางแผนร่วมกันเพื่อปรับปรุงวิธีการ ขั้นตอนของการแก้ปัญหาให้ดียิ่งขึ้น โดยแต่ละกลุ่มแสดงผลงาน คือ ชิ้นงานที่ได้จากการแก้ปัญหา พร้อมทั้งนำเสนอผลงาน โดยนำเสนอตั้งแต่ขั้นการระบุปัญหา ผลของการรวบรวมข้อมูล การออกแบบแก้ปัญหา วิธีการแก้ปัญหา อุปสรรค แนวทางในการแก้ไขปรับปรุง ผลลัพธ์ คือ ได้ชิ้นงานที่มีความแปลกใหม่ น่าสนใจ

3. นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อสรุปความรู้ที่ได้รับจากการแก้ปัญหา ลงในใบกิจกรรมฝึกความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง “การสกัดด้วยตัวทำละลาย” ตอนที่ 6 ความรู้ที่ได้รับ

4. นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียน เรื่อง การสกัดด้วยตัวทำละลาย

7. สื่อและแหล่งเรียนรู้

1. หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เล่ม 2 ม.2
2. วิดีทัศน์เกี่ยวกับการสกัดด้วยตัวทำละลาย
3. ใบความรู้ที่ 1 เรื่อง การสกัดด้วยตัวทำละลาย
4. อินเทอร์เน็ต

8. ภาระงานและชิ้นงาน

8.1 ภาระงาน

กิจกรรมฝึกความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง การสกัดด้วยตัวทำละลาย

8.2 ชิ้นงาน

ชิ้นงานที่มีความแปลกใหม่ น่าสนใจ

9. การวัดและประเมินผล

9.1 ด้านความรู้

วัตถุประสงค์	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
1. อธิบายการ แยกสาร โดย การสกัดด้วยตัวทำละลาย โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ 2. นำวิธีการ แยกสารไปใช้แก้ปัญหา ในชีวิตประจำวัน โดยการบูรณาการ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และ คณิตศาสตร์	- ตรวจแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียน-หลังเรียน เรื่อง การสกัดด้วยตัวทำละลาย	- แบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียน-หลังเรียน เรื่อง การสกัดด้วยตัวทำละลาย	- ร้อยละ 60 ผ่าน เกณฑ์

9.2 ด้านทักษะกระบวนการ

วัตถุประสงค์	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
ความคิดสร้างสรรค์ ได้แก่ 1. ความคิดริเริ่ม 2. ความคิดคล่องแคล่ว 3. ความคิดยืดหยุ่น 4. ความคิดละเอียดลออ	- ตรวจใบกิจกรรม ฝึกความคิด สร้างสรรค์ เรื่อง การสกัดด้วยตัวทำละลาย - ตรวจแบบวัด ความคิดสร้างสรรค์ - ตรวจแบบประเมิน ชิ้นงาน	- ใบกิจกรรมฝึก ความคิด สร้างสรรค์ เรื่อง การสกัดด้วยตัวทำละลาย	- ร้อยละ 60 ผ่าน เกณฑ์

9.3 ด้านสมรรถนะสำคัญของผู้เรียนและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

วัตถุประสงค์	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
สมรรถนะและ คุณลักษณะ อันพึงประสงค์ 1. ความสามารถในการสื่อสาร 2. ความสามารถในการคิด 3. ความสามารถในการแก้ปัญหา 4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต 5. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี 6. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์ 7. มีวินัย 8. ใฝ่เรียนรู้ 9. มุ่งมั่นในการทำงาน 10. รักความเป็นไทย	- สังเกต พฤติกรรม	- แบบประเมิน สมรรถนะและ คุณลักษณะ อันพึงประสงค์ ของผู้เรียน	- อยู่ในระดับ ปานกลาง ขึ้นไป

บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

.....

แนวทางการปรับปรุง / แก้ไข

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นายชัยวัฒน์ ดงภูยาว)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

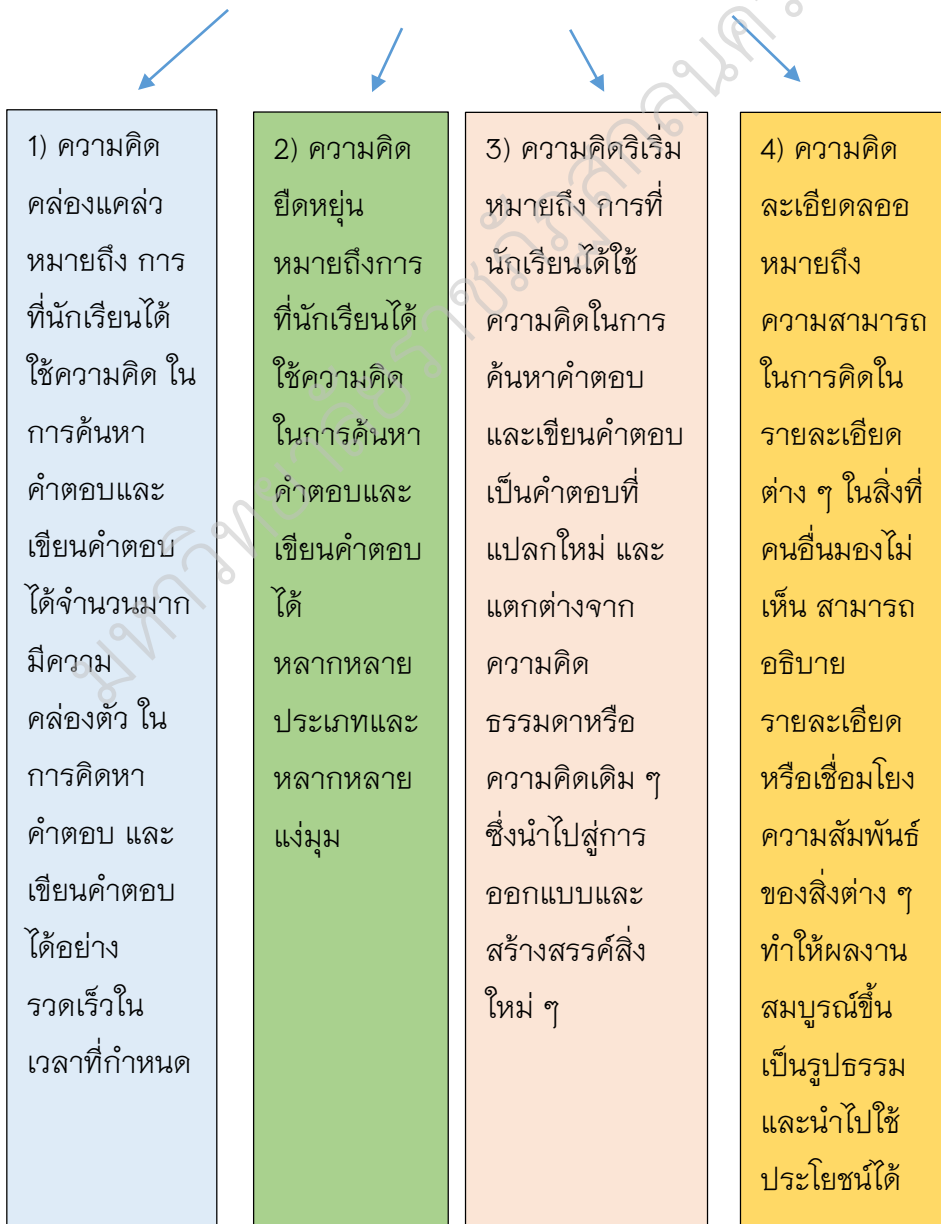
(.....)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ใบความรู้พื้นฐาน เรื่อง ความคิดสร้างสรรค์

ความคิดสร้างสรรค์ (Creative Thinking) หมายถึง ความสามารถในการคิดของนักเรียน โดยคิดได้แปลกใหม่ กว้างไกล หลายแง่มุม หลายทิศทาง มีการดัดแปลง ผสมผสาน ความคิดผ่านประสบการณ์ มีวิธีคิดที่หลากหลาย เพื่อให้เกิดความแปลกใหม่หรือ ค้นพบสิ่งใหม่ รวมถึงการแก้ไขปัญหาไปสู่การคิดประดิษฐ์ชิ้นงาน

ความคิดสร้างสรรค์ แบ่งเป็น 4 ลักษณะ



ใบความรู้ที่ 1 เรื่อง การสกัดด้วยตัวทำละลาย

การสกัดด้วยตัวทำละลาย (solvent extraction)

การสกัดด้วยตัวทำละลาย เป็นวิธีการแยกสารออกจากสารผสม ทั้งสารที่เป็นของเหลวปนกับของเหลวหรือของแข็งปนกับของแข็ง โดยอาศัยสมบัติการละลายของสารในตัวทำละลายซึ่งสาร แต่ละชนิดจะสามารถละลายในตัวทำละลายแต่ละชนิดได้แตกต่างกัน และละลายได้ในปริมาณที่ต่างกัน การสกัดด้วยตัวทำละลายมีหลักการ คือ เลือกตัวทำละลายที่เหมาะสม ในการสกัดสารที่ต้องการแยกออกมาให้ได้ปริมาณมากที่สุด หลักในการเลือกตัวทำละลายที่เหมาะสม มีดังนี้

1. ต้องละลายสารที่ต้องการสกัดได้ดี
2. ไม่ละลายสารอื่น ๆ ที่ไม่ต้องการหรือละลายได้น้อยมาก
3. ไม่ทำปฏิกิริยากับสารที่ต้องการจะแยก
4. ควรแยกออกจากสารละลายได้ง่ายและทำให้บริสุทธิ์ได้ง่ายเพื่อจะได้นำ

กลับมาใช้ใหม่ได้อีก

5. ควรมีราคาถูกและหาได้ง่าย
 6. ไม่มีพิษ มีจุดเดือดต่ำ
- ตัวทำละลายที่นิยมใช้ในการสกัดสารมีหลายชนิด เช่น น้ำ เบนซีน

เอทิลแอลกอฮอล์ อีเทอร์ เฮกเซน เป็นต้น



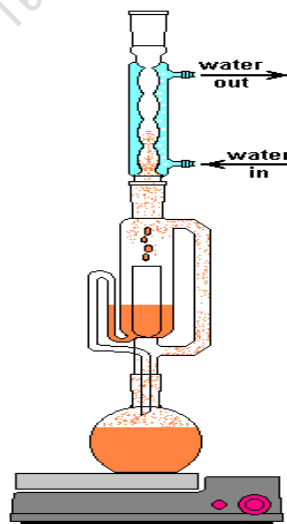
ภาพประกอบ 1 ตัวอย่างการสกัดด้วยตัวทำละลาย

ที่มา : <https://shorturl.asia/ws4hn>

การใช้ประโยชน์จากสารที่สกัดได้ เช่น น้ำมันที่สกัดได้จากแก่นขนุน มาอัดมัลลินเย หรือผ้าฝ้ายให้เป็นลวดลาย ใช้ตกแต่งอุปกรณ์ เครื่องใช้ น้ำมันและกลิ่นหอมที่สกัดได้จาก ใบเตย ดอกมะลิ ดอกอัญชัน ดอกกระเจี๊ยบ ดอกกระดังงา ใช้ผสมทำอาหารคาวหวาน น้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้จาก ชิง ข่า ไพล พริก ใบสะระแหน่ มาทำยาหม่อง ยาต้ม น้ำมันที่สกัดได้จากการรักษาโรคที่สกัดได้จากส่วนต่าง ๆ ของพืช มาทำยาลูกกลอน หรือระเหยแห้งแล้วบรรจุแคปซูลอาจนำความรู้เกี่ยวกับการสกัดสารไปใช้ประโยชน์ เช่น นำสีไปย้อมเส้นใยฝ้าย ผักตบชวา ผสมในแชมพู สบู่อาหาร หรือน้ำมันหอมระเหยไปผสมในยาหม่อง ยาต้ม ลูกอมสมุนไพร เป็นต้น

การสกัดด้วยซอกซ์ฮเลต

การสกัดด้วยตัวทำละลายอาจสกัดด้วยเครื่องมือ ที่เรียกว่า ซอกซ์ฮเลต (Soxhlet) ซึ่งเป็นเครื่องมือสกัดที่ใช้ตัวทำละลายปริมาณน้อย เนื่องจากตัวทำละลายจะหมุนเวียนผ่านสารที่ต้องการสกัดหลาย ๆ ครั้งต่อเนื่องกันจนกระทั่งสกัดสารออกมาได้ในปริมาณที่เพียงพอการสกัดสารด้วยตัวทำละลายโดยใช้ซอกซ์ฮเลตจะใส่ตัวทำละลายไว้ในขวดก้นกลมด้านล่าง และมีการให้ความร้อนกับตัวทำละลาย ซึ่งตัวทำละลายจะแทรกเข้าไปสกัดสารที่ต้องการแยกออกมา และไหลกลับมารวมด้านล่างกับตัวทำละลาย จากนั้นจึงนำสารสกัดไปแยกสารที่ต้องการออกจากตัวทำละลายโดยการกลั่น



ภาพประกอบ 2 แบบจำลองอุปกรณ์ที่ใช้ในกระบวนการสกัดด้วยตัวทำละลาย

ที่มา : https://hmong.in.th/wiki/Soxhlet_extractor

กิจกรรมฝึกความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง การสกัดด้วยตัวทำละลาย

วันที่...../...../.....

เวลาที่ใช้ 3 ชั่วโมง

จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อทำกิจกรรมนี้แล้ว นักเรียนมีความสามารถ ดังต่อไปนี้

ด้านความรู้

1. อธิบายการแยกสารผสมโดยการสกัดด้วยตัวทำละลายโดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์
2. นำวิธีการแยกสารไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน โดยบูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์

ทักษะกระบวนการ

1. ความคิดสร้างสรรค์
 - 1.1 ความคิดคล่องแคล่ว
 - 1.2 ความคิดยืดหยุ่น
 - 1.3 ความคิดริเริ่ม
 - 1.4 ความคิดละเอียดลออ

สมรรถนะและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. ความสามารถในการสื่อสาร
2. ความสามารถในการคิด
3. ความสามารถในการแก้ปัญหา
4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต
5. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี
6. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์
7. มีวินัย
8. ใฝ่เรียนรู้
9. มุ่งมั่นในการทำงาน
10. รักความเป็นไทย

วัสดุอุปกรณ์

1. ปีกเกอร์ 100 cm³
2. หลอดทดลองขนาดใหญ่
3. หลอดทดลองขนาดเล็ก

4. น้ำ
5. กระบอกตวง
6. เทอร์มอมิเตอร์
7. จุกยางเบอร์ 10
8. สารละลายเอทานอล 95%
9. หลอดหยด
10. กรรไกร
11. โกร่งบด

ขั้นตอนการดำเนินงานกิจกรรม

1. ครูแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 5-6 คน เพื่อช่วยกันระบุปัญหาที่พบเจอในชีวิตประจำวันหรือเรื่องที่สนใจเกี่ยวกับการสกัดด้วยตัวทำละลาย
2. นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาเรื่องที่สนใจ 1 เรื่อง ลงในใบกิจกรรมฝึกความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง “การสกัดด้วยตัวทำละลาย” ตอนที่ 1 ส่งสัยให้ครคิด
3. นักเรียนร่วมกันศึกษาข้อมูลจากประเด็นปัญหาหรือเรื่องที่สนใจ พร้อมทั้งศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมจากหนังสือเรียน และอินเทอร์เน็ต เพื่อนำไปใช้ในการออกแบบวิธีการ
4. นักเรียนรวบรวมข้อมูลเขียนข้อสังเกตของเรื่องที่สนใจ ที่ได้จากกระบวนการสกัดด้วยตัวทำละลาย ลงในใบกิจกรรมฝึกความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง “การสกัดด้วยตัวทำละลาย” ตอนที่ 2 สืบค้นหา
5. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันระดมความคิดเพื่อออกแบบวิธีการสร้างชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการกลั่น ให้มีคุณภาพ และมีความแปลกใหม่ โดยเขียนร่างแบบภาพแนวคิดที่จะใช้แก้ปัญหา ลงในใบกิจกรรมฝึกความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง “การสกัดด้วยตัวทำละลาย” ตอนที่ 3 นักวิทย์คิดออกแบบ โดยใช้ดินสอร่างแบบภาพ พร้อมทั้งระบายสีให้สวยงาม ซึ่งเน้นความคิดสร้างสรรค์ ได้แก่ ความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดลออพร้อมทั้งระบายสีให้สวยงาม ซึ่งเน้นความคิดสร้างสรรค์ ได้แก่ ความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดลออ
6. นักเรียนร่วมกันวางแผนการแก้ปัญหาจากแบบร่างแนวคิดที่ได้ร่างไว้ โดยมีการระบุขั้นตอนของการดำเนินการแก้ปัญหาที่ละขั้นตอนตามลำดับ ลงในใบกิจกรรมฝึกความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง “การสกัดด้วยตัวทำละลาย” ตอนที่ 4 นักวางแผนน้อยร้อยความคิด

7. นักเรียนแต่ละกลุ่มดำเนินการทำกิจกรรมการทดลอง เรื่องการสกัดด้วยตัวทำละลาย พร้อมบันทึกผลการทดลอง และลงมือสร้างชิ้นงาน ตามที่ได้ออกแบบไว้โดยแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ มีความคิดละเอียดลออในการแก้ปัญหา ตามแผนที่วางไว้

8. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มบันทึกรายละเอียดลักษณะของชิ้นงานที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสกัดด้วยตัวทำละลาย ได้แก่ คุณภาพของชิ้นงาน การใช้ประโยชน์ของชิ้นงาน และสี/กลิ่น ลงในใบกิจกรรมฝึกความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง “การสกัดด้วยตัวทำละลาย” ตอนที่ 5 การสกัดด้วยตัวทำละลาย จากนั้นบันทึกรายละเอียดของการพัฒนารูปแบบชิ้นงาน ที่ได้ให้มีความแปลกใหม่ และมีความน่าสนใจ

9. นักเรียนแต่ละกลุ่มวางแผนร่วมกันเพื่อปรับปรุงวิธีการ ขั้นตอนของการแก้ปัญหาให้ดียิ่งขึ้น โดยแต่ละกลุ่มแสดงผลงาน คือ ชิ้นงานที่ได้จากการแก้ปัญหา พร้อมทั้งนำเสนอผลงาน โดยนำเสนอตั้งแต่ขั้นการระบุปัญหา ผลของการรวบรวมข้อมูล การออกแบบแก้ปัญหา วิธีการแก้ปัญหา อุปสรรค แนวทางในการแก้ไขปรับปรุง ผลลัพธ์ คือ ได้ชิ้นงานที่มีความแปลกใหม่ น่าสนใจ

10. นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อสรุปความรู้ที่ได้รับจากการแก้ปัญหา ลงในใบกิจกรรมฝึกความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง “การสกัดด้วยตัวทำละลาย” ตอนที่ 6 ความรู้ที่ได้รับ

11. นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียน เรื่อง การสกัดด้วยตัวทำละลาย

กิจกรรมฝึกทักษะความคิดสร้างสรรค์

ขั้นที่ 2 ขั้นระบุปัญหา

ตอนที่ 1 สงสัยให้ใครคิด

คำชี้แจง

1. นักเรียนช่วยกันระบุปัญหาที่พบในชีวิตประจำวันหรือเรื่องที่สนใจ และวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา

ระบุปัญหาหรือเรื่องที่สนใจเกี่ยวกับการสกัดด้วยตัวทำละลายที่พบในชีวิตประจำวัน ดังนี้

- 1.....
- 2.....
- 3.....
- 4.....
- 5.....
- 6.....
- 7.....
- 8.....

วิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาหรือเรื่องที่สนใจ 1 เรื่อง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ขั้นที่ 3 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง

ตอนที่ 2 สืบค้นหา

คำชี้แจง

1. นักเรียนเขียนชื่อผลิตภัณฑ์หรือเรื่องที่น่าสนใจ ที่ได้จากการบวนการสกัดด้วยตัวทำ

ละลาย

ข้อมูลที่รวบรวมได้จากการสกัดด้วยตัวทำละลาย

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

ชื่อผลิตภัณฑ์ที่จะทำ.....

ขั้นที่ 4 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา

ตอนที่ 3 นักวิทย์คิดออกแบบ

คำชี้แจง

1. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันระดมความคิดเพื่อออกแบบวิธีการสร้างชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสกัดด้วยตัวทำละลาย 1 เรื่อง ให้มีคุณภาพ และมีความแปลกใหม่ โดยเขียนร่างแบบภาพแนวคิดที่จะใช้แก้ปัญหา พร้อมทั้งตอบคำถามต่อไปนี้

2. ชื่อผลงานที่นักเรียนสร้างขึ้น คือ.....

3. จุดเด่นความคิดสร้างสรรค์คือ.....

4. วัสดุ อุปกรณ์ที่นำมาใช้ในการสร้างผลงานชิ้นนี้ ได้แก่.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5. การนำไปใช้ประโยชน์.....

.....

.....

.....

.....

มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี

ขั้นที่ 5 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา

ตอนที่ 4 นักวางแผนน้อยร้อยความคิด

คำชี้แจง

1. ให้นักเรียนวางแผนและเขียนขั้นตอนของการแก้ไขปัญหาเกี่ยวกับการสกัดด้วยตัวทำละลาย โดยการระบุขั้นตอนของการแก้ปัญหาที่ละขั้นตอนตามลำดับ

ชื่อชิ้นงาน.....

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

2. นักเรียนแต่ละกลุ่มดำเนินการทำกิจกรรมการทดลอง เรื่อง การสกัดด้วยตัวทำละลายพร้อมบันทึกผลการทดลอง

ตารางบันทึกผลการทดลอง

สิ่งที่นำมาทดลองคือ

ชนิดของตัวทำละลาย	สีของสารละลายก่อนสกัด	สีของสารละลายหลังสกัด
น้ำ		
เอทานอล		

ตอนที่ 6 ความรู้ที่ได้รับ

คำชี้แจง

1. ให้นักเรียนเขียนสรุปองค์ความรู้ที่ได้รับจากการแก้ปัญหา

วิทยาศาสตร์

.....

.....

.....

.....

.....

เทคโนโลยี

.....

.....

.....

.....

.....

คณิตศาสตร์

.....

.....

.....

.....

.....

วิศวกรรมศาสตร์

.....

.....

.....

.....

.....

ความรู้ที่ได้จากการ
แก้ปัญหา

แบบฝึกทักษะความคิดสร้างสรรค์
เรื่อง การสกัดด้วยตัวทำละลาย

คำชี้แจง

เวลา 10 นาที

1. นักเรียนเขียนระบุสิ่งหรือเหตุการณ์ ที่นักเรียนพบเจอในชีวิตประจำวัน โดยมี
การอาศัยหลักในการสกัดด้วยตัวทำละลาย มาให้ได้มากที่สุด
2. นักเรียนคิดออกแบบและวาดภาพสิ่งประดิษฐ์โดยนำหลักการของการสกัดด้วย
ตัวทำละลายมาใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันของนักเรียน หรือของสังคมพร้อมระบายสีให้
สวยงาม
3. นักเรียนพยายามคิดหาคำตอบที่แปลกใหม่ไม่เหมือนคนอื่น น่าสนใจและ
แตกต่างกันออกไป
4. แบบทดสอบนี้ให้นักเรียนคิดหาคำตอบได้อย่างอิสระเต็มที่
5. ให้นักเรียนเขียนคำตอบลงในกระดาษที่แจกให้

กิจกรรมที่ 1 ฝึกความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น

ความคิดคล่องแคล่ว หมายถึง ความสามารถในการคิดค้นหาคำตอบและเขียนคำตอบได้จำนวนมาก มีความคล่องตัวในการคิดหาคำตอบ และเขียนคำตอบได้อย่างรวดเร็วในเวลาที่กำหนด

ความคิดยืดหยุ่น หมายถึง ความสามารถในการคิดค้นหาคำตอบและเขียนคำตอบได้หลากหลายประเภท และหลากหลายแง่มุม

คำชี้แจง: นักเรียนเขียนระบุสิ่งหรือเหตุการณ์ ที่นักเรียนพบเจอในชีวิตประจำวัน โดยมีการอาศัยหลักในการสกัดด้วยตัวทำละลาย มาให้ได้มากที่สุด

1. ความคิดคล่องแคล่ว

- | | |
|--------|--------|
| 1..... | 5..... |
| 2..... | 6..... |
| 3..... | 7..... |
| 4..... | 8..... |

2. ความคิดยืดหยุ่น

- | | |
|--------|--------|
| 1..... | 5..... |
| 2..... | 6..... |
| 3..... | 7..... |
| 4..... | 8..... |

กิจกรรมที่ 2 ฝึกความคิดริเริ่ม ความคิดละเอียดลออ

ความคิดริเริ่ม หมายถึง ความสามารถในการคิดค้นหาคำตอบและเขียนคำตอบเป็นคำตอบที่แปลกใหม่ และแตกต่างจากความคิดธรรมดาหรือความคิดเดิม ๆ ซึ่งนำไปสู่การออกแบบและสร้างสรรค์สิ่งใหม่ ๆ

ความคิดละเอียดลออ หมายถึง ความสามารถในการคิดในรายละเอียดต่าง ๆ ในสิ่งที่คนอื่นมองไม่เห็น สามารถอธิบายรายละเอียดหรือเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ ทำให้ผลงานสมบูรณ์ขึ้นเป็นรูปธรรมและนำไปใช้ประโยชน์ได้

คำชี้แจง : ให้นักเรียนคิดค้นออกแบบพร้อมวาดภาพผลิตภัณฑ์ ชิ้นงานเกี่ยวกับการสกัดด้วยตัวทำละลาย เพื่อนำไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน ให้แปลกใหม่ที่สุด พร้อมระบายสีให้สวยงาม โดยให้นักเรียนบอกจุดเด่น และข้อดี ของผลิตภัณฑ์ รวมถึงขั้นตอนการทำผลิตภัณฑ์นั้นให้เรียบร้อย โดยเน้นความคิดสร้างสรรค์

ชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับการสกัดด้วยตัวทำละลายแบบเดิมจาก
การศึกษาค้นคว้า

ชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับการสกัดด้วยตัวทำละลาย
แบบใหม่ที่มีความแตกต่างจากแบบเดิม

ชื่อผลิตภัณฑ์ ชิ้นงาน.....

จุดที่เน้นความคิดสร้างสรรค์ คือ

.....

.....

.....

วัสดุ อุปกรณ์ที่นำมาใช้ในการออกแบบ

.....

.....

.....

จุดเด่นของผลิตภัณฑ์ ชิ้นงาน

.....

.....

.....

ขั้นตอนการทำผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการสกัดด้วยตัวทำละลาย.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลักษณะความแตกต่างของผลิตภัณฑ์จากการสกัดด้วยตัวทำละลาย.....

.....

.....

.....

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียน – หลังเรียน
เรื่อง การสกัดด้วยตัวทำละลาย

คำชี้แจง ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว แล้วทำเครื่องหมาย

กากบาท (X) ลงในกระดาษคำตอบ

1. การแยกสารโดยการสกัดด้วยตัวทำละลายอาศัยหลักการใดเป็นสำคัญ (ด้านความจำ)
 - ก. ความแตกต่างของจุดเดือด
 - ข. ความสามารถในการดูดซับ
 - ค. ความแตกต่างของจุดหลอมเหลว
 - ง. สารแต่ละชนิดละลายในตัวทำละลายแต่ละชนิดได้ในปริมาณที่ต่างกัน
2. การสกัดด้วยตัวทำละลายควรเลือกชนิดตัวทำละลายที่เหมาะสมในข้อใด (ด้านความจำ)
 - ก. สารที่ระเหยได้ง่าย
 - ข. สารที่ละลายน้ำได้ดี
 - ค. สารที่มีจุดเดือดต่ำกว่าน้ำ
 - ง. ละลายสารที่ต้องการได้มากและละลายสารเจือปนได้น้อย
3. ถ้านักเรียนสกัดพืชชนิดเดียวกัน ซึ่งใช้ตัวทำละลายที่ต่างชนิดกัน นักเรียนจะได้ผลการสกัดที่เหมือนกันหรือแตกต่างกันอย่างไร (ด้านความเข้าใจ)
 - ก. ได้สารสกัดที่เหมือนกัน สีและกลิ่นเท่ากัน
 - ข. ได้สารสกัดที่เหมือนกัน เพราะเป็นพืชชนิดเดียวกัน
 - ค. ได้สารสกัดที่แตกต่างกัน เพราะสารแต่ละชนิดละลายในตัวทำละลายต่างกัน
 - ง. ได้สารสกัดที่แตกต่างกัน เพราะสารแต่ละชนิดละลายได้เท่ากันและมีปริมาตรเท่ากัน
4. ข้อใดต่อไปนี้เป็นนำหลักการของการสกัดด้วยตัวทำละลายไปใช้ได้ถูกต้อง (การนำไปใช้)
 - ก. พิวส์น้ำกระเจี๊ยบไปต้ม
 - ข. แพนด้านำกล้วยไปทอด
 - ค. กุ้งนำน้ำมะนาวไปต้มให้อุ่น
 - ง. กลัวย่นำดอกอัญชันไปตากแดด

5. นักเรียนสามารถนำการสกัดด้วยตัวทำละลายไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันอย่างไร (การนำไปใช้)

- ก. แยกสารที่มีจุดเดือดต่างกัน
- ข. แยกของแข็งออกจากของแข็ง
- ค. แยกของแข็งออกจากของเหลว
- ง. สกัดสีจากใบเตย กลิ่นหอมจากดอกมะลิ และสีจากดอกอัญชัน

6. ถ้าผสมน้ำและเอทานอลเข้าด้วยกัน ผลการสกัดที่ได้จะมีลักษณะใด (ด้านวิเคราะห์)

- ก. สารที่สกัดได้จะมีทั้งสีและกลิ่น
- ข. สารที่สกัดได้จะไม่มีสีและกลิ่น
- ค. สารที่สกัดได้จะไม่มีกลิ่นแต่มีสี
- ง. สารที่สกัดได้จะไม่มีสีแต่มีกลิ่น

7. ส่วนใดของพืชที่นำมาสกัดด้วยวิธีสกัดด้วยตัวทำละลาย (ด้านการวิเคราะห์)

- ก. ดอก ราก ใบ
- ข. ราก ใบ ลำต้น
- ค. ดอก ผล ใบ เมล็ด
- ง. ลำต้น ราก เมล็ด ใบ ผล

8. ข้อใดต่อไปนี้เป็นวิธีการสกัดสารขมื่นชั้น โดยวิธีการแยกสารได้ถูกต้องที่สุด (ด้านการประเมินค่า)

- ก. การกลั่นธรรมดา
- ข. การกลั่นด้วยไอน้ำ
- ค. การกลั่นลำดับส่วน
- ง. การสกัดด้วยตัวทำละลาย

9. ตัวทำละลายใดต่อไปนี้เป็นเหมาะสำหรับแยกสารโดยการสกัดด้วยตัวทำละลายมากที่สุด (ด้านประเมินค่า)

- ก. น้ำมันพืช
- ข. เอทานอล
- ค. น้ำ เฮกเซน เอทิลแอลกอฮอล์
- ง. น้ำเกลือ น้ำมันพืช น้ำเชื่อม แอลกอฮอล์

10. แผนดำเนินการย้อมสีผ้าฝ้ายที่ได้จากธรรมชาติจะเลือกวิธีการสกัดด้วยตัวทำละลายในข้อใด (ความคิดสร้างสรรค์)

- ก. การสกัดสีจากแก่นขนุน มาย้อมเส้นใยผ้าฝ้ายให้เป็นลวดลาย
- ข. การสกัดสีจากดอกมะลิ มาย้อมเส้นใยผ้าฝ้ายให้เป็นลวดลาย
- ค. การสกัดสีจากดอกอัญชัน มาย้อมเส้นใยผ้าฝ้ายให้เป็นลวดลาย
- ง. การสกัดสีจากใบเตย มาย้อมเส้นใยผ้าฝ้ายให้เป็นลวดลายสวยงาม

มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์

เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียน – หลังเรียน
เรื่อง การสกัดด้วยตัวทำละลาย

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

มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี

แบบประเมินชิ้นงาน

กิจกรรม.....

ชื่อกลุ่ม.....

วันที่ เดือน พ.ศ.

คำชี้แจง ให้ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียน แล้วทำเครื่องหมายถูก

☒ ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
	3	2	1
1. ความคิดสร้างสรรค์ ความแปลกใหม่			
2. การนำไปใช้ประโยชน์			
3. รูปแบบชิ้นงานตรงตามทีออกแบบไว้			
4. ทำงานเสร็จภายในเวลาที่กำหนด			
5. การเลือกใช้วัสดุ อุปกรณ์ ได้เหมาะสม			
รวมคะแนน			
ระดับคุณภาพ			

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นายชัยวัฒน์ ดงภูยา)

เกณฑ์การให้คะแนน

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

เกณฑ์การวัดและการประเมิน

รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
	3	2	1
1. มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	มีจินตนาการในการคิด หรือแนวคิดที่แปลกใหม่ในการพัฒนาและปรับปรุงชิ้นงานให้ดียิ่งขึ้นจากแนวคิดเดิมหรือแนวคิดต้นแบบพร้อมอ้างอิงเจ้าของแนวคิดต้นแบบอย่างถูกต้อง	มีการพัฒนาและปรับปรุงชิ้นงานให้ดียิ่งขึ้นจากแนวคิดเดิม หรือแนวคิดต้นแบบ พร้อมอ้างอิงเจ้าของแนวคิดต้นแบบอย่างถูกต้อง	ค้นคว้าข้อมูลแนวคิดจากแหล่งต่าง ๆ และมีการอ้างอิงแนวคิดเจ้าของแนวคิดต้นแบบอย่างถูกต้อง แต่ไม่มีการพัฒนาปรับปรุงแนวคิดต้นแบบ
2. การนำไปใช้ประโยชน์	ชิ้นงานที่ทำการผลิตขึ้น สามารถใช้ในชีวิตประจำวันได้จริง	ชิ้นงานที่ทำการผลิตขึ้น สามารถใช้ในชีวิตประจำวันได้เล็กน้อย	ชิ้นงานที่ทำการผลิตขึ้น ไม่สามารถใช้ในชีวิตประจำวันได้
3. รูปแบบชิ้นงานตรงตามที่ออกแบบไว้	รูปแบบมีความชัดเจนและสามารถนำเหตุผลมาสนับสนุนในการออกแบบได้อย่างชัดเจน	รูปแบบมีความชัดเจนแต่ไม่สามารถนำเหตุผลมาสนับสนุนในการออกแบบได้อย่างชัดเจน	รูปแบบไม่มีความชัดเจนและไม่สามารถนำเหตุผลมาสนับสนุนในการออกแบบได้
4. ทำงานเสร็จภายในเวลาที่กำหนด	ทำงานเสร็จตามเวลาที่กำหนด	ทำงานเสร็จช้ากว่าเวลาที่กำหนด 5 นาที	ทำงานเสร็จช้ากว่าเวลาที่กำหนด 10 นาที
5. การเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ ได้เหมาะสม	สามารถเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ ในการสร้างชิ้นงานได้เหมาะสมมาก	สามารถเลือกใช้วัสดุ อุปกรณ์ ในการสร้างชิ้นงานได้เหมาะสม	สามารถเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ ในการสร้างชิ้นงานได้

แบบบันทึกคะแนนความคิดสร้างสรรค์

กิจกรรม.....

ประเมินครั้งที่ วันที่ เดือน พ.ศ.

คำชี้แจง: ให้ครูผู้สอนบันทึกคะแนนความคิดสร้างสรรค์จากการปฏิบัติกิจกรรมในแต่ละ
กิจกรรม

ลำดับ ที่	ชื่อ-สกุล	ความคิดสร้างสรรค์				คะแนน รวม (16)	คิดเป็น ร้อยละ (100)
		ความคิด คล่องแคล่ว (4)	ความคิด ยืดหยุ่น (4)	ความคิด ริเริ่ม (4)	ความคิด ละเอียดลออ (4)		
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
19							
20							

เกณฑ์การให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์

การให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์จะพิจารณาจากเกณฑ์การให้คะแนนที่กำหนดโดยTorrance (2006) ซึ่งแต่ละรายการจะได้รับคะแนนสูงสุด 4 คะแนน ดังนี้

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

แบบประเมินสมรรถนะและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

คำชี้แจง: ให้ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียน และนอกเวลาเรียนแล้ว

ทำเครื่องหมายถูก ☒ ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ข้อการประเมิน	รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
		3	2	1
1. ความสามารถในการสื่อสาร	มีความสามารถในการนำเสนอผลงานใช้วิธีการสื่อสารที่เหมาะสม			
2. ความสามารถในการคิด	มีทักษะในการคิดนอกกรอบอย่างสร้างสรรค์ มีความสามารถในการคิดอย่างมีระบบ ตัดสินใจแก้ปัญหาเกี่ยวกับตนเองได้			
3. ความสามารถในการแก้ปัญหา	ระบุปัญหาที่เกิดขึ้นกับตนเองอย่างชัดเจน มีการวางแผนการแก้ปัญหา ปฏิบัติตามแผนการแก้ปัญหา ตรวจสอบ ทบทวนแผนการแก้ปัญหา สรุปผลการแก้ปัญหาอย่างครบถ้วน สมเหตุสมผล และใช้ประสบการณ์เพื่อป้องกันและแก้ปัญหาที่อาจจะเกิดขึ้นในสถานการณ์ต่าง ๆ			
4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต	สามารถทำงานกลุ่มร่วมกันผู้อื่นได้ นำความรู้ที่ได้ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน			
5. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี	เลือกและใช้เทคโนโลยีได้เหมาะสมตามวัย ใช้เทคโนโลยีในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์			

ข้อการประเมิน	รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
		3	2	1
6. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์	ปฏิบัติตามตามลัทธิและหน้าที่พลเมืองดีของชาติ สนับสนุนกิจกรรมที่สร้างความสามัคคีปรองดอง ปฏิบัติตนตามหลักของศาสนา เคารพเทิดทูนสถาบันพระมหากษัตริย์			
7. มีวินัย	ปฏิบัติตามตาม ข้อตกลง กฎเกณฑ์ระเบียบข้อบังคับของโรงเรียนและสังคม ไม่ละเมิดสิทธิของผู้อื่นมีความตรงต่อเวลาในการปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ			
8. ใฝ่เรียนรู้	ตั้งใจเรียน เอาใจใส่และมีความเพียรพยายามในการเรียนรู้ แลกเปลี่ยนเรียนรู้ด้วยวิธีการต่าง ๆ และนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน			
9. มุ่งมั่นในการทำงาน	เอาใจใส่ต่อการ ปฏิบัติหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายปรับปรุงและพัฒนาการทำงานด้วยตนเอง			
10. รักความเป็นไทย	มีความภาคภูมิใจ เห็นคุณค่า ชื่นชม มีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ สืบทอดเผยแพร่วัฒนธรรมาไทย ขนบธรรมเนียมประเพณี ศิลปะและวัฒนธรรมไทย มีความกตัญญูกตเวทีย ใช้ภาษาไทยในการสื่อสารอย่างถูกต้องเหมาะสม			

ลงชื่อ ผู้ประเมิน

(นายชัยวัฒน์ ดงภูยาว)

เกณฑ์การให้คะแนน

พฤติกรรมที่ปฏิบัติได้มาก	ให้ 3 คะแนน
พฤติกรรมที่ปฏิบัติได้ปานกลาง	ให้ 2 คะแนน
พฤติกรรมที่ปฏิบัติได้น้อย	ให้ 1 คะแนน

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
25-30	มาก
20-25	ปานกลาง
15-20	น้อย
ต่ำกว่า 15	ปรับปรุง

เกณฑ์การประเมินสมรรถนะและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
	ปฏิบัติได้มาก (3 คะแนน)	ปฏิบัติได้ปานกลาง (2 คะแนน)	ปฏิบัติได้น้อย (1 คะแนน)
1. ความสามารถในการสื่อสาร	แสดงออกถึงความสามารถในการรับและส่งสาร มีวัฒนธรรมในการใช้ภาษาถ่ายทอดความคิด ความรู้ความเข้าใจความรู้สึก และทัศนะของตนเอง อันจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาตนเองและสังคมได้ชัดเจนมาก	แสดงออกถึงความสามารถในการรับและส่งสาร มีวัฒนธรรมในการใช้ภาษาถ่ายทอดความคิด ความรู้ความเข้าใจความรู้สึก และทัศนะของตนเอง อันจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาตนเองและสังคมได้ชัดเจน	ไม่เคยแสดงออกถึงความสามารถในการรับส่งสาร และวัฒนธรรมในการใช้ภาษาถ่ายทอดความคิด ความรู้ความเข้าใจ ความรู้สึก และทัศนะของตนเอง
2. ความสามารถในการคิด	แสดงออกถึงความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดเป็นระบบเพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้ ได้ชัดเจนมาก	แสดงออกถึงความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดเป็นระบบเพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้ ได้ชัดเจน	ไม่เคยแสดงออกถึงความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดเป็นระบบ

รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
	ปฏิบัติได้มาก (3 คะแนน)	ปฏิบัติได้ปานกลาง (2 คะแนน)	ปฏิบัติได้น้อย (1 คะแนน)
3.ความสามารถ ในการแก้ปัญหา	แสดงออกถึง ความสามารถในการ แก้ปัญหาและอุปสรรค ต่าง ๆ ที่เผชิญได้อย่าง ถูกต้องเหมาะสมบน พื้นฐานของหลัก เหตุผล คุณธรรมและ เข้าใจความสัมพันธ์ และการเปลี่ยนแปลง ของเหตุการณ์ต่าง ๆ ในสังคมได้ชัดเจนมาก	แสดงออกถึง ความสามารถในการ แก้ปัญหาและ อุปสรรคต่าง ๆ ที่ เผชิญได้อย่างถูกต้อง เหมาะสมบนพื้นฐาน ของหลักเหตุผล คุณธรรมและเข้าใจ ความสัมพันธ์และการ เปลี่ยนแปลงของ เหตุการณ์ต่าง ๆ ใน สังคมได้ชัดเจน	ไม่เคยแสดงออก ถึงความสามารถ ในการแก้ปัญหา และอุปสรรค ต่าง ๆ ที่เผชิญได้ อย่างถูกต้อง เหมาะสม
4. ความสามารถ ในการใช้ทักษะ ชีวิต	แสดงออกถึง ความสามารถในการ นำกระบวนการต่าง ๆ ไปใช้ในการดำเนิน ชีวิตประจำวัน การเรียนรู้ด้วยตนเอง อย่างต่อเนื่อง การทำงานและการอยู่ ร่วมกันในสังคม ด้วย การสร้างเสริม ความสัมพันธ์อันดี ระหว่างบุคคลได้ ชัดเจนมาก	แสดงออกถึง ความสามารถในการ นำกระบวนการต่าง ๆ ไปใช้ในการดำเนิน ชีวิตประจำวัน การเรียนรู้ด้วยตนเอง อย่างต่อเนื่อง การทำงานและการ อยู่ร่วมกันในสังคม ด้วยการสร้างเสริม ความสัมพันธ์อันดี ระหว่างบุคคลได้ ชัดเจน	ไม่เคยแสดงออก ถึงความสามารถ ในการนำ กระบวนการ ต่าง ๆ ไปใช้ใน การดำเนิน ชีวิตประจำวัน

รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
	ปฏิบัติได้มาก (3 คะแนน)	ปฏิบัติได้ปานกลาง (2 คะแนน)	ปฏิบัติได้น้อย (1 คะแนน)
5. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี	แสดงออกถึงความสามารถในการเลือกและใช้เทคโนโลยีด้านต่าง ๆ และมีทักษะกระบวนการทางเทคโนโลยีเพื่อการพัฒนาตนเองและสังคมในด้านการเรียนรู้ การสื่อสาร การทำงานได้ชัดเจนมาก	แสดงออกถึงความสามารถในการเลือกและใช้เทคโนโลยีด้านต่าง ๆ และมีทักษะกระบวนการทางเทคโนโลยีเพื่อการพัฒนาตนเองและสังคมในด้านการเรียนรู้ การสื่อสาร การทำงานได้ชัดเจน	ไม่เคยแสดงออกถึงความสามารถในการเลือกและใช้เทคโนโลยีด้านต่าง ๆ
6. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์	แสดงออกถึงการเป็นพลเมืองดีของชาติ มีความสามัคคี ภูมิใจเชิดชูความเป็นชาติไทย ปฏิบัติตนตามหลักศาสนาที่ตนนับถือ และแสดงความจงรักภักดีต่อสถาบันพระมหากษัตริย์ ได้ชัดเจนมาก	แสดงออกถึงการเป็นพลเมืองดีของชาติ มีความสามัคคี ภูมิใจเชิดชูความเป็นชาติไทย ปฏิบัติตนตามหลักศาสนาที่ตนนับถือ และแสดงความจงรักภักดีต่อสถาบันพระมหากษัตริย์ ได้ชัดเจน	ไม่เคยแสดงออกถึงการเป็นพลเมืองดีของชาติ ไม่ปฏิบัติตามหลักศาสนาที่ตนนับถือ และแสดงความจงรักภักดีต่อสถาบันพระมหากษัตริย์

รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
	ปฏิบัติได้มาก (3 คะแนน)	ปฏิบัติได้ปานกลาง (2 คะแนน)	ปฏิบัติได้น้อย (1 คะแนน)
7. มีวินัย	ปฏิบัติตามข้อตกลง กฎเกณฑ์ ระเบียบ ข้อบังคับของโรงเรียน และสังคมเป็นปกติ วิสัย ไม่ละเมิดสิทธิของผู้อื่นได้ชัดเจนมาก	ปฏิบัติตามข้อตกลง กฎเกณฑ์ ระเบียบ ข้อบังคับของโรงเรียน และสังคม เป็นปกติวิสัย ไม่ละเมิดสิทธิของผู้อื่นได้ชัดเจน	ไม่เคยปฏิบัติตามข้อตกลง กฎเกณฑ์ ระเบียบ ข้อบังคับของโรงเรียน และสังคม
8. ใฝ่เรียนรู้	แสดงออกถึงความตั้งใจ เพียรพยายามในการเรียนและเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ แสวงหาความรู้จากแหล่งเรียนรู้อย่างสม่ำเสมอ ด้วยการเลือกใช้สื่ออย่างเหมาะสม และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ชัดเจนมาก	แสดงออกถึงความตั้งใจ เพียรพยายามในการเรียนและเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ แสวงหาความรู้จากแหล่งเรียนรู้อย่างสม่ำเสมอ ด้วยการเลือกใช้สื่ออย่างเหมาะสม และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ชัดเจน	ไม่เคยแสดงออกถึงความตั้งใจ เพียรพยายามในการเรียนเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ และแสวงหาความรู้จากแหล่งเรียนรู้
9. มุ่งมั่นในการทำงาน	แสดงออกถึงความตั้งใจปฏิบัติหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายด้วยความเพียรพยายาม พุ้มเทกำลังกาย กำลังใจ ในการปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ให้สำเร็จลุล่วงตาม	แสดงออกถึงความตั้งใจปฏิบัติหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายด้วยความเพียรพยายาม พุ้มเทกำลังกาย กำลังใจ ในการปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ให้สำเร็จลุล่วงตาม	ไม่เคยแสดงออกถึงความตั้งใจ ปฏิบัติหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายด้วยความเพียรพยายาม พุ้มเทกำลังกาย กำลังใจ ในการ

รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
	ปฏิบัติได้มาก (3 คะแนน)	ปฏิบัติได้ปานกลาง (2 คะแนน)	ปฏิบัติได้น้อย (1 คะแนน)
	เป้าหมายที่กำหนดด้วยความรับผิดชอบและมีความภาคภูมิใจในผลงานได้ชัดเจนมาก	เป้าหมายที่กำหนดด้วยความรับผิดชอบและมีความภาคภูมิใจในผลงานได้ชัดเจน	ปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ
10. รักความเป็นไทย	แสดงออกถึงการมีสัมมาคารวะ ต่อครู อาจารย์ปฏิบัติตนเป็นผู้มีมารยาทแบบไทย ใช้ภาษาไทย เลขไทยในการสื่อสารได้ถูกต้อง เข้าร่วมกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับภูมิปัญญาไทยและมีส่วนร่วมในการสืบทอดภูมิปัญญาไทย	แสดงออกถึงการมีสัมมาคารวะต่อครู อาจารย์ ปฏิบัติตนเป็นผู้มีมารยาทแบบไทย ใช้ภาษาไทย เลขไทยในการสื่อสารได้ถูกต้อง เข้าร่วมกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับภูมิปัญญาไทย	ไม่เคยแสดงออกถึงการมีสัมมาคารวะต่อครู อาจารย์ ไม่ปฏิบัติตนให้เป็นผู้มีมารยาทแบบไทยและเกี่ยวข้องกับภูมิปัญญาไทย

ภาคผนวก จ

1. แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
3. แบบสอบถามสมรรถนะและคุณลักษณะอันพึงประสงค์
ของนักเรียน

แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์

โดยพัฒนาแนวการสร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ของทอแรนซ์

(Torrance Test of Creative Thinking)

คำชี้แจง

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

แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์
กิจกรรมที่ 1 การเขียนสาเหตุที่เป็นไปได้ถึงเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น

ทดสอบความคิดสร้างสรรค์: ด้านความคิดคล่องแคล่ว และความคิดยืดหยุ่น

คำชี้แจง ให้นักเรียนระบุสาเหตุที่เป็นไปได้ถึงเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น โดยให้ระบุสาเหตุจากภาพที่กำหนดให้ ระบุสาเหตุให้ได้หลากหลายด้าน และระบุให้ได้จำนวนมากที่สุดภายในเวลา 5 นาที (17 คะแนน)

สถานการณ์ : อันตรายจากสลิคมีเยื่อผ้า



ที่มา : https://www.sentangsedtee.com/today-news/article_11373

สาเหตุจาก การใช้สลิคมีเยื่อผ้ามีการปนเปื้อนของโลหะหนักและมีสารเคมีตกค้าง	
1.....	6.....
2.....	7.....
3.....	8.....
4.....	9.....
5.....	10.....

แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์

กิจกรรมที่ 2 การเขียนผลที่เป็นไปได้ถึงเหตุการณ์

ทดสอบความคิดสร้างสรรค์: ด้านความคิดคล่องแคล่ว และความคิดยืดหยุ่น

คำชี้แจง ให้นักเรียนระบุผลที่เป็นไปได้ถึงเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น โดยบอกผลที่เกิดขึ้นจากภาพที่กำหนดให้ ระบุผลให้ได้หลากหลายด้าน และระบุผลให้ได้จำนวนมากที่สุดภายในเวลา 5 นาที (17 คะแนน)

สถานการณ์ : อันตรายจากสีเคมีย้อมผ้า



ที่มา : https://www.sentangsedtee.com/today-news/article_11373

ผลจาก เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและการดำรงชีวิต	
1.....	6.....
2.....	7.....
3.....	8.....
4.....	9.....
5.....	10.....

แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์

กิจกรรมที่ 3 การเขียนประโยชน์พิเศษจากสิ่งของที่กำหนดให้

ทดสอบความคิดสร้างสรรค์: ด้านความคิดคล่องแคล่ว และความคิดยืดหยุ่น

คำชี้แจง จงพิจารณาเหตุการณ์ต่อไปนี้ แล้วตอบคำถาม

คำสั่ง ให้นักเรียนระบุประโยชน์พิเศษจากสิ่งของที่กำหนดให้ มาให้ได้หลากหลายด้าน และระบุให้ได้จำนวนมากที่สุดภายในเวลา 5 นาที (16 คะแนน)

1. สมุนไพรไทย



ที่มา : <http://kmipc6.blogspot.com/2011/05/blog-post.html>

ประโยชน์ด้าน การใช้อุปโภคบริโภค	
1.....	6.....
.....	
2.....	7.....
.....	
3.....	8.....
.....	
4.....	9.....
.....	
5.....	10.....
.....	

แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์

กิจกรรมที่ 4 การสร้างภาพ

ทดสอบความคิดสร้างสรรค์: ด้านความคิดริเริ่ม

คำชี้แจง ให้นักเรียนสร้างภาพผลไม้ที่เกี่ยวกับการแยกสารที่สามารถนำไปสกัดด้วยตัวทำละลายตามแนวคิดของตนเอง โดยใช้รูปที่กำหนดให้ ให้มีความแปลกใหม่ น่าตื่นเต้น และ น่าสนใจมากที่สุด แล้วตั้งชื่อให้เหมาะสมกับภาพ ภายในเวลา 15 นาที (13 คะแนน)

ชื่อภาพ.....



แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์

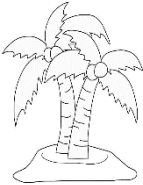
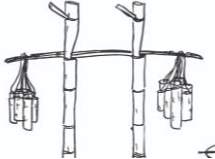
กิจกรรมที่ 5 การต่อเติมรูปภาพ

ทดสอบความคิดสร้างสรรค์: ด้านความคิดละเอียดลออ

คำชี้แจง ให้นักเรียนต่อเติมรูปภาพที่กำหนดให้ โดยการต่อเติมในรายละเอียดต่าง ๆ ของรูปภาพให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ทำให้ภาพมีความแปลกใหม่ และน่าสนใจมากขึ้นแล้วตั้งชื่อให้เหมาะสมกับภาพ ภายในเวลา 15 นาที (13 คะแนน)

 ชื่อภาพ..... ประโยชน์.....	 ชื่อภาพ..... ประโยชน์.....
 ชื่อภาพ..... ประโยชน์.....	 ชื่อภาพ..... ประโยชน์.....

ทดสอบความคิดสร้างสรรค์: ด้านความคิดละเอียดลออ (ต่อ)

 ชื่อภาพ..... ประโยชน์.....	 ชื่อภาพ..... ประโยชน์.....
 ชื่อภาพ..... ประโยชน์.....	 ชื่อภาพ..... ประโยชน์.....
 ชื่อภาพ..... ประโยชน์.....	 ชื่อภาพ..... ประโยชน์.....

แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์

กิจกรรมที่ 6 การใช้เส้น

ทดสอบความคิดสร้างสรรค์: ด้านความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดลออ

คำชี้แจง

1. ให้นักเรียนวาดภาพเกี่ยวกับการแยกสารที่พบในชีวิตประจำวัน เช่น การทำนาเกลือ การกลั่นน้ำทะเล การสกัดสีจากสมุนไพร
2. ตั้งชื่อภาพที่วาดให้แปลกใหม่และน่าสนใจ สื่อความกับภาพที่วาด พร้อมเขียนประโยชน์และเหตุผลในการออกแบบไว้ด้านล่างภาพ ภายในเวลา 15 นาที (24 คะแนน)

ชื่อภาพ..... ประโยชน์..... เหตุผลในการออกแบบ.....	ชื่อภาพ..... ประโยชน์..... เหตุผลในการออกแบบ.....
--	--

ทดสอบความคิดสร้างสรรค์: ด้านความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดลออ (ต่อ)

ชื่อภาพ..... ประโยชน์..... เหตุผลในการออกแบบ.....	ชื่อภาพ..... ประโยชน์..... เหตุผลในการออกแบบ.....
ชื่อภาพ..... ประโยชน์..... เหตุผลในการออกแบบ.....	ชื่อภาพ..... ประโยชน์..... เหตุผลในการออกแบบ.....

เกณฑ์การให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์

การให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์จะพิจารณาจากเกณฑ์การให้คะแนนที่กำหนดโดย Torrance (2006) ซึ่งแต่ละรายการจะได้รับคะแนนสูงสุด 4 คะแนน ดังนี้

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

ระดับความคิดสร้างสรรค์

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

ตารางวิเคราะห์คะแนนองค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิชาวิทยาศาสตร์ หน่วย การแยกสาร

คำชี้แจง

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

กากบาท (X) ลงในกระดาษคำตอบ ดังตัวอย่าง

ข้อที่	ก	ข	ค	ง
1	X			

หากนักเรียนต้องการเปลี่ยนคำตอบในกระดาษคำตอบ ให้ทำเครื่องหมายทับข้อที่ไม่ต้องการ แล้วจึงทำเครื่องหมายกากบาท (X) ลงในช่องที่ต้องการ ดังตัวอย่าง

ข้อที่	ก	ข	ค	ง
1	X			

4. ถ้านักเรียนไม่เลือกคำตอบ หรือเลือกมากกว่า 1 คำตอบ นักเรียนจะไม่ได้คะแนนข้อนั้น
5. ห้ามทำเครื่องหมาย หรือขีดเขียนข้อความใด ๆ ลงในแบบทดสอบฉบับนี้
6. ห้ามลงมือทำข้อสอบ จนกว่าจะได้รับคำสั่งจากครูผู้ควบคุมห้องสอบ
7. ห้ามคัดลอก หรือนำแบบทดสอบฉบับนี้ออกจากห้องเด็ดขาด
8. หากข้อสอบไม่ชัดเจน ข้อสอบไม่ครบ ขาดหายหรือมีปัญหาอื่นใดให้นักเรียนยกมือขึ้นเพื่อขอเปลี่ยนแบบทดสอบชุดใหม่กับครูผู้ควบคุมห้องสอบ

**แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิชาวิทยาศาสตร์ หน่วย การแยกสาร**

คำชี้แจง : ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

1. หลักการของการระเหยแห้งข้อใดกล่าวได้ถูกต้อง (ความรู้ ความจำ)
 - ก. ของแข็งกลายเป็นไอ
 - ข. ของเหลวกลายเป็นไอ
 - ค. ของเหลวเปลี่ยนเป็นของแข็ง
 - ง. ของแข็งเปลี่ยนเป็นของเหลวและเป็นแก๊ส
2. อากาศเหนือของเหลวมีผลต่อกระบวนการระเหยแห้งอย่างไร (ความเข้าใจ)
 - ก. บริเวณที่มีอากาศถ่ายเทหรือมีลมพัดตลอดเวลา ของเหลวจะสามารถระเหยได้น้อย
 - ข. บริเวณที่ไม่มีอากาศถ่ายเทหรือไม่มีลมพัด ของเหลวจะสามารถระเหยเป็นไอได้มาก
 - ค. บริเวณที่มีอากาศถ่ายเทหรือมีลมพัดตลอดเวลา ของเหลวจะสามารถระเหยเป็นไอได้มาก
 - ง. ถูกทั้ง ข้อ ก. และ ข้อ ข.
3. ถ้านักเรียนต้องการจะใช้ประโยชน์จากน้ำทะเล นักเรียนจะเลือกใช้วิธีใดต่อไปนี่ (การนำไปใช้)
 - ก. การระเหยแห้ง
 - ข. การละลายแล้วกรอง
 - ค. การตกตะกอนแล้วกรอง
 - ง. การกรองด้วยกระดาษกรอง

4. เด็กหญิงฟ้ามีข้อสงสัยว่าของเหลวใสไม่มีสีชนิดหนึ่ง เป็นสารชนิดใด จึงทำการทดลองนำสารนั้นมาระเหยแห้ง ปรากฏว่าไม่มีสารใดเหลือที่ก้นภาชนะ นักเรียนคิดว่าของเหลวชนิดนี้น่าจะเป็นสารชนิดใดต่อไปนี้ (การวิเคราะห์)

1. สารละลายเอทิลแอลกอฮอล์ 2. น้ำ 3. น้ำอัดลม

ก. 1 และ 2

ข. 1 และ 3

ค. 2 และ 3

ง. 1, 2 และ 3

5. สารผสมในข้อใดต่อไปนี เหมาะกับการใช้แยกสารด้วยการระเหยแห้งมากที่สุด (การประเมินค่า)

ก. ทราเยกับแกลบ

ข. น้ำเชื่อมกับน้ำ

ค. เกลีสกับน้ำ

ง. ผงตะไบเหล็กกับเม็ดโม่

6. สมชายมีโรงงานผลิตน้ำตาลมะพร้าว มีกระบวนการผลิตโดยใช้วิธีการระเหยแห้ง พบว่ายอดการสั่งซื้อน้ำตาลมะพร้าวลดลง สมชายจะเลือกวิธีการผลิตในข้อใดให้มีความปลอดภัยและเพิ่มยอดขายให้ได้มากกว่าเดิม (ความคิดสร้างสรรค์)

ก. นำน้ำตาลมะพร้าวไปแจก เพื่อให้คนรู้จักน้ำตาลมะพร้าวของตนมากขึ้น

ข. นำน้ำตาลมะพร้าวผสมสีสังเคราะห์เพื่อเพิ่มสีสันให้สวยงามน่ารับประทาน

ค. นำน้ำตาลมะพร้าวผสมสีจากธรรมชาติเพื่อเพิ่มสีสันให้สวยงามน่ารับประทาน

ง. นำน้ำตาลมะพร้าวผสมวัตถุกันเสีย เพื่อยืดอายุของน้ำตาลมะพร้าวให้เก็บได้นาน

7. ผลึกสารที่ได้จากการตกผลึกเกิดจากสารประเภทใด (ความรู้ ความจำ)

ก. คอลลอยด์

ข. สารแขวนลอย

ค. สารละลายอิ่มตัว

ง. สารละลายเข้มข้น

8. การตกผลึกของสารหมายความว่าอย่างไร (ความเข้าใจ)

ก. การแยกตัวละลายออกจากสารละลายอิ่มตัว

ข. การแยกตัวละลายออกจากสารละลายเข้มข้น

ค. การแยกตัวทำละลายออกจากสารละลายเข้มข้น

ง. การแยกตัวทำละลายออกจากสารละลายอิ่มตัว

9. ข้อใดต่อไปนี้อาศัยหลักการของการตกผลึก (การนำไปใช้)

- ก. นกทำเนื้อแห้ง
- ข. แนนทำน้ำใบบัวบก
- ค. แจนทำขนมโรตีสีกรอบเคลือบน้ำตาล
- ง. พิศทำน้ำมันหอมระเหยจากเปลือกส้ม

10. เมื่อนักเรียนทำการทดลองโดยให้ความร้อนแก่สาร A = คอปเปอร์ซัลเฟต B = น้ำเชื่อม C = เอทิลแอลกอฮอล์ D = เฮกเซน แล้วทิ้งไว้ให้เย็นตัวลงอย่างรวดเร็วสารใดต่อไปนี้จะเกิดการตกผลึก (การวิเคราะห์)

- ก. A B
- ข. C D
- ค. A D
- ง. A C

11. นักเรียนจะเลือกวิธีการในข้อใดให้เหมาะกับการใช้แยกส่วนประกอบของสารละลายเนื้อเดียวให้มีความบริสุทธิ์มากที่สุด (การประเมินค่า)

- ก. การกรอง
- ข. การตกผลึก
- ค. การควบแน่น
- ง. การกลั่นลำดับส่วน

12. มานพต้องการสร้างรายได้ให้ตนเองเพื่อช่วยลดภาระค่าใช้จ่ายของครอบครัว มานพจะเลือกวิธีการทำในข้อใด โดยอาศัยหลักการตกผลึก มาใช้ออกแบบสร้างชิ้นงานได้อย่างสร้างสรรค์ (ความคิดสร้างสรรค์)

- ก. ทำน้ำตาลทรายจากอ้อย
- ข. นำน้ำตาลมาทำลูกกวาดหลากสี
- ค. นำเกลือมาทำการตกผลึก โดยออกแบบบรรจุภัณฑ์ให้สวยงามและสามารถเก็บไว้นานได้
- ง. นำน้ำตาลมาทำการตกผลึก และทำเป็นผลึกน้ำตาลให้มีรูปทรงต่าง ๆ และมีสีสันสวยงาม วางขายตามตลาด

13. การแยกสารด้วยวิธีการกลั่นอาศัยหลักการใดเป็นสำคัญ (ความรู้ ความจำ)
- ความแตกต่างของจุดเดือด
 - ความสามารถในการดูดซับ
 - ความสามารถในการละลาย
 - ความแตกต่างของจุดหลอมเหลว
14. ข้อใดเรียงลำดับการเปลี่ยนแปลงของสารละลายเมื่อถูกกลั่นได้ถูกต้อง (ความเข้าใจ)
- การเดือด การระเหย การแข็งตัว
 - การเดือด การควบแน่น การระเหย
 - การเดือด การระเหย การควบแน่น
 - การควบแน่น การเดือด การระเหย
15. ข้อใดต่อไปนี้เป็นอาศัยหลักการของการกลั่น (การนำไปใช้)
- ครีมห่านาเกลือ
 - แอนทำเนื้อแดดเดียว
 - เนยกลั่นน้ำทะเลจากแสงอาทิตย์
 - มะนาวกลั่นน้ำมันดิบจากน้ำทะเล
16. ของเหลว A มีจุดเดือด 90 องศาเซลเซียส ละลายปนอยู่กับของเหลว B มีจุดเดือด 145 องศาเซลเซียส จะใช้วิธีใดแยกสารทั้งสองชนิดออกจากกัน (การวิเคราะห์)
- การกรอง
 - การตกผลึก
 - การกลั่นลำดับส่วน
 - การกลั่นแบบธรรมดา
17. สารผสมใดต่อไปนี้จะเหมาะสำหรับใช้วิธีการแยกสารโดยการกลั่นอย่างง่ายมากที่สุด (การประเมินค่า)
- น้ำมันพืชผสมน้ำ
 - เอทานอลผสมน้ำ
 - พริกปนผสมเกลือ
 - ทรายผสมผงแม่เหล็ก

18. โลตัสไปเที่ยวเกาะกลางทะเลกับเพื่อน ผ่านไปหลายวันน้ำดื่มหมด โลตัสจะมีวิธีการอย่างไรให้ได้น้ำจืดมาดื่ม (ความคิดสร้างสรรค์)

- ก. นำน้ำทะเลไปต้ม
- ข. ประดิษฐ์ถังพักน้ำ
- ค. นำน้ำทะเลไปตากแดด
- ง. ประดิษฐ์อุปกรณ์การกลั่นอย่างง่าย เพื่อกลั่นน้ำทะเล

19. ข้อใดกล่าวถึงวิธีการแยกสารโดยการโครมาโทกราฟีไม่ถูกต้อง (ความรู้ ความจำ)

- ก. ใช้แยกสารที่มีสีเท่านั้น
- ข. ใช้สำหรับแยกสารผสมที่เป็นเนื้อเดียว
- ค. ใช้ได้กับสารที่มีองค์ประกอบ 2 ชนิดขึ้นไป
- ง. สารที่ถูกดูดซับได้น้อยจะมีการเคลื่อนที่ได้เร็ว

20. การโครมาโทกราฟีแบบกระดาษหมายความว่าอย่างไร (ความเข้าใจ)

- ก. การแยกตัวละลายออกจากสารละลายอื่นตัว
- ข. การแยกตัวละลายออกจากสารละลายเข้มข้น
- ค. การแยกตัวทำละลายออกจากสารละลายเข้มข้น
- ง. โครมาโทกราฟีแบบกระดาษใช้แยกสารได้โดยอาศัยความสามารถในการละลายในตัวทำละลายต่างกัน

ในตัวอย่างต่อไปนี้

21. สมพรต้องการแยกองค์ประกอบของสีจากปากกาเมจิก สมพรจะเลือกใช้วิธีใด (การนำไปใช้)

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

22. การแยกสารละลายชนิดหนึ่งโดยวิธีการโครมาโทกราฟีแบบกระดาษพบว่าประกอบด้วยสาร 3 ชนิด ได้แก่ สาร A, B และ C ซึ่งสามารถเคลื่อนที่บนตัวดูดซับได้เป็นระยะทาง 7, 20 และ 12 เซนติเมตรตามลำดับ ข้อความใดกล่าวได้ถูกต้องเกี่ยวกับการทดลองดังกล่าว (การวิเคราะห์)

- ก. สาร B ถูกดูดซับได้ดีที่สุด
- ข. สาร C ละลายได้น้อยที่สุด
- ค. สาร A ละลายได้ดีกว่าสาร B
- ง. สาร C ถูกดูดซับได้มากกว่าสาร B

23. สารในข้อใดต่อไปนี้อยู่เหมาะกับการใช้แยกสารด้วยการโครมาโทกราฟีแบบกระดาษมากที่สุด (การประเมินค่า)

- ก. น้ำเกลือ
- ข. เอทานอล
- ค. น้ำเชื่อมกับน้ำ
- ง. สีของปากกาเมจิก

24. เจนต้องการต้องการทดสอบสี โดยการโครมาโทกราฟีแบบกระดาษ เจนควรเลือกสีที่นำมาทดสอบอย่างไรให้ประหยัดและมีความปลอดภัย (ความคิดสร้างสรรค์)

- ก. สีทาบ้าน
- ข. สีย้อมผ้า
- ค. สีจากพืชชนิดต่าง ๆ
- ง. สีย้อมเคมีสังเคราะห์

25. การสกัดด้วยตัวทำละลายควรเลือกชนิดตัวทำละลายที่เหมาะสมในข้อใด (ความรู้ความจำ)

- ก. สารที่ระเหยได้ง่าย
- ข. สารที่ละลายน้ำได้ดี
- ค. ละลายสารที่ต้องการได้มากและละลายสารเจือปนได้น้อย
- ง. ละลายสารที่ต้องการได้มากและละลายสารเจือปนได้มาก

26. ถ้านักเรียนสกัดพืชชนิดเดียวกัน ซึ่งใช้ตัวทำละลายที่ต่างชนิดกัน นักเรียนจะได้ผลการสกัดที่เหมือนกันหรือแตกต่างกันอย่างไร (ความเข้าใจ)

- ก. ได้สารสกัดที่เหมือนกัน สีและกลิ่นเท่ากัน
- ข. ได้สารสกัดที่เหมือนกัน เพราะเป็นพืชชนิดเดียวกัน
- ค. ได้สารสกัดที่แตกต่างกัน เพราะสารแต่ละชนิดละลายได้เท่ากัน
- ง. ได้สารสกัดที่แตกต่างกัน เพราะสารแต่ละชนิดละลายในตัวทำละลายต่างกัน

27. ข้อใดต่อไปนี้น่าหลักการของการสกัดด้วยตัวทำละลายไปใช้ได้ถูกต้อง (การนำไปใช้)

- ก. พิวส์นำกระเจี๊ยบไปต้ม
- ข. แพนด้านำกล้วยไปทอด
- ค. กุ้งนำน้ำมะนาวไปต้มให้อุ่น
- ง. กลัวย่นำดอกอัญชันไปตากแดด

28. ถ้าผสมน้ำและเอทานอลเข้าด้วยกัน ผลการสกัดที่ได้จะมีลักษณะใด (การวิเคราะห์)

- ก. สารที่สกัดได้จะมีทั้งสีและกลิ่น
- ข. สารที่สกัดได้จะไม่มีสีและกลิ่น
- ค. สารที่สกัดได้จะไม่มีกลิ่นแต่มีสี
- ง. สารที่สกัดได้จะไม่มีสีแต่มีกลิ่น

29. ตัวทำละลายใดต่อไปนี้จะเหมาะสำหรับแยกสารโดยการสกัดด้วยตัวทำละลายมากที่สุด (การประเมินค่า)

- ก. น้ำเกลือ
- ข. น้ำมันพืช
- ค. เอทานอล
- ง. น้ำ เฮกเซน เอทิลแอลกอฮอล์

30. แผนดำเนินการย้อมสีผ้าฝ้ายที่ได้จากธรรมชาติจะเลือกวิธีการสกัดด้วยตัวทำละลายในข้อใด (ความคิดสร้างสรรค์)

- ก. การสกัดสีจากมะลิ มาย้อมเส้นใยผ้าฝ้ายให้เป็นลวดลาย
- ข. การสกัดสีจากใบเตย มาย้อมเส้นใย ผ้าฝ้ายให้เป็นลวดลาย
- ค. การสกัดสีจากแก่นขนุน มาย้อมเส้นใยผ้าฝ้ายให้เป็นลวดลาย
- ง. การสกัดสีจากดอกอัญชัน มาย้อมเส้นใยผ้าฝ้ายให้เป็นลวดลาย

เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิชาวิทยาศาสตร์ หน่วย การแยกสาร

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

**แบบสอบถามสมรรถนะและคุณลักษณะอันพึงประสงค์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้
โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา หน่วย การแยกสาร**

คำชี้แจง

1. แบบสอบถามสมรรถนะและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ หมายถึง การวัดพฤติกรรม การปฏิบัติหรือคุณลักษณะของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา หน่วย การแยกสาร ไม่มีผลต่อคะแนน หรือผลการเรียนของนักเรียนแต่อย่างใด ผลการตอบของนักเรียนจะมีประโยชน์มากต่อการนำมาเป็นข้อมูลในการปรับปรุงการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้ดียิ่งขึ้น ดังนั้นจึงขอความร่วมมือในการตอบแบบสอบถามตามความเป็นจริงให้มากที่สุด

2. ให้นักเรียนอ่านข้อความ แล้วพิจารณาว่ามีการปฏิบัติตนตรงกับคำตอบใด โดยทำเครื่องหมายถูก ☒ ลงในช่องที่ตรงกับระดับในการปฏิบัติตนของนักเรียน

ตัวอย่างการตอบ

ข้อการประเมิน	รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
		3	2	1
1. ความสามารถในการสื่อสาร	มีความสามารถในการนำเสนอผลงานใช้วิธีการสื่อสารที่เหมาะสม	✓		
2. ความสามารถในการคิด	มีทักษะในการคิดนอกกรอบอย่างสร้างสรรค์ มีความสามารถในการคิดอย่างมีระบบ ตัดสินใจแก้ปัญหาเกี่ยวกับตนเองได้		✓	

ข้อการประเมิน	รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
		3	2	1
1. ความสามารถในการสื่อสาร	มีความสามารถในการนำเสนอผลงานใช้วิธีการสื่อสารที่เหมาะสม			
2. ความสามารถในการคิด	มีทักษะในการคิดนอกกรอบอย่างสร้างสรรค์ มีความสามารถในการคิดอย่างมีระบบ ตัดสินใจแก้ปัญหาเกี่ยวกับตนเองได้			
3. ความสามารถในการแก้ปัญหา	ระบุปัญหาที่เกิดขึ้นกับตนเองอย่างชัดเจน มีการวางแผนการแก้ปัญหา ปฏิบัติตามแผนการแก้ปัญหา ตรวจสอบ ทบทวนแผนการแก้ปัญหา สรุปผลการแก้ปัญหาอย่างครบถ้วน สมเหตุสมผล และใช้ประสบการณ์เพื่อป้องกันและแก้ปัญหาที่อาจจะเกิดขึ้นในสถานการณ์ต่าง ๆ			
4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต	สามารถทำงานกลุ่มร่วมกับผู้อื่นได้นำความรู้ที่ได้ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน			
5. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี	เลือกและใช้เทคโนโลยีได้เหมาะสมตามวัย ใช้เทคโนโลยีในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์			
6. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์	ปฏิบัติตนตามสิทธิและหน้าที่พลเมืองดีของชาติ สนับสนุนกิจกรรมที่สร้างความสามัคคีปรองดอง ปฏิบัติตนตามหลักของศาสนาพุทธ เคารพเทิดทูนสถาบันพระมหากษัตริย์			

ข้อการประเมิน	รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
		3	2	1
7. ซื่อสัตย์สุจริต	ยึดมั่นในความถูกต้องประพฤติตรงตามความเป็นจริงต่อตนเองและผู้อื่นทั้งทางกาย วาจา ใจ			
8. มีวินัย	ปฏิบัติตามตาม ข้อตกลง กฎเกณฑ์ระเบียบข้อบังคับของโรงเรียนและสังคม ไม่ละเมิดสิทธิของผู้อื่นมีความตรงต่อเวลาในการปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ			
9. ใฝ่เรียนรู้	ตั้งใจเรียน เอาใจใส่และมีความเพียรพยายามในการเรียนรู้ แลกเปลี่ยนเรียนรู้ด้วยวิธีการต่าง ๆ และนำไปใช้ในชีวิตรประจำวัน			
10. อยู่อย่างพอเพียง	ดำเนินชีวิตอย่างพอประมาณ มีเหตุผลรอบคอบ มีคุณธรรม มีภูมิคุ้มกันในตัวที่ดี และปรับตัวเพื่ออยู่ในสังคมได้อย่างมีความสุข			
11. มุ่งมั่นในการทำงาน	เอาใจใส่ต่อการ ปฏิบัติหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายปรับปรุงและพัฒนาการทำงานด้วยตนเอง			
12. รักความเป็นไทย	ความภาคภูมิใจ เห็นคุณค่าร่วมอนุรักษ์สืบทอดภูมิปัญญาไทยขนบธรรมเนียมประเพณี ศิลปะและวัฒนธรรมไทย ใช้ภาษาไทยในการสื่อสารได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม			

ข้อการประเมิน	รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
		3	2	1
13. มีจิตสาธารณะ	รู้จักทำงานช่วยเหลือผู้อื่นด้วย กำลังกาย กำลังใจและสติปัญญา ด้วยความสมัครใจโดยไม่หวัง ผลตอบแทน			

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์

ประวัติย่อของผู้วิจัย

ประวัติย่อของผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	นายชัยวัฒน์ ดงภูยาว
วัน เดือน ปีเกิด	15 มิถุนายน 2540
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	7 หมู่ 11 ตำบลดงมะไฟ อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร 47000
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2552	ประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านดงมะไฟสามัคคีราษฎร์อุทิศ อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร
พ.ศ. 2555	มัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านดงมะไฟสามัคคีราษฎร์อุทิศ อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร
พ.ศ. 2558	มัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสกลนครพัฒนศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร
พ.ศ. 2563	วิทยาศาสตร์บัณฑิต (วท.บ.) สาขาวิชาชีววิทยา มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
พ.ศ. 2567	ครุศาสตรมหาบัณฑิต ค.ม. สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร