

ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง ของไหล ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม สำหรับนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนพรานกระต่ายพิทยาคม จังหวัดกำแพงเพชร



นายสุรียัน ใจคำต๊ิบ

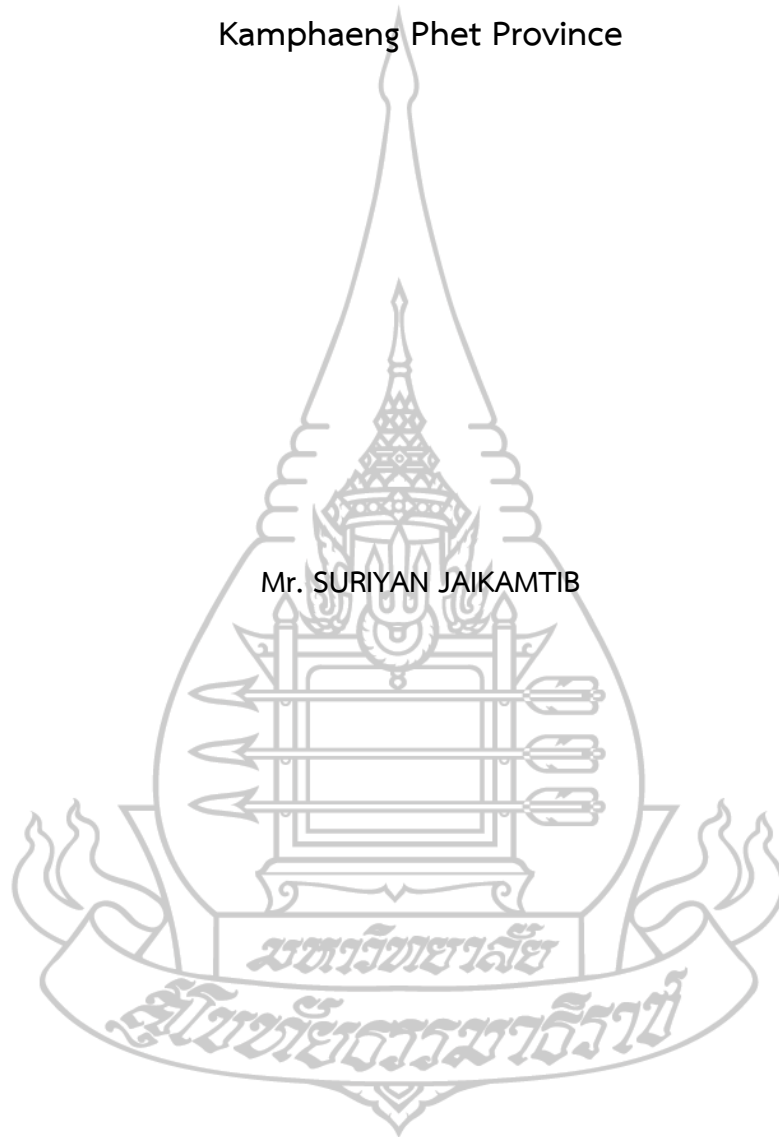
วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต วิชาเอก

วิทยาศาสตร์ศึกษา

สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช

พ.ศ. 2566

The Effects of Using STEM Education Approach in the Topic of Fluid
on Learning Achievement and Creative and Innovative Thinking of
Grade 12 Students at Prankratai Pittayakom School in
Kamphaeng Phet Province



Mr. SURIYAN JAIKAMTIB

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for
the Degree of Master of Education in Science Education
School of Educational Studies
Sukhothai Thammathirat Open University

2023

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง ของไหล ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนพรานกระต่ายพิทยาคม จังหวัดกำแพงเพชร
ชื่อและนามสกุล	นายสุรียัน ใจคำดีบ
แขนงวิชา / วิชาเอก	วิทยาศาสตร์ศึกษา
สาขาวิชา	ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
อาจารย์ที่ปรึกษา	1. รองศาสตราจารย์ ดร.ทวิศักดิ์ จินदानุรักษ์
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	2. รองศาสตราจารย์ชำนาญ เขาวงกิตพิงศ์

วิทยานิพนธ์นี้ได้รับความเห็นชอบให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรระดับปริญญาโท เมื่อวันที่ 28 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2567

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....	ประธานกรรมการ
(อาจารย์ ว่าที่ร้อยตรี ดร.มนัส บุญประกอบ)	
.....	กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ทวิศักดิ์ จินदानุรักษ์)	
.....	กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ชำนาญ เขาวงกิตพิงศ์)	

..... ประธานกรรมการบัณฑิตศึกษา
(รองศาสตราจารย์ ดร.นราธิป ศรีราม)

ชื่อวิทยานิพนธ์ ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง ของไหล ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
โรงเรียนพรานกระต่ายพิทยาคม จังหวัดกำแพงเพชร
ผู้วิจัย นายสุรียัน ใจคำดีบ รหัสนักศึกษา 2612001129
ปริญญา: ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา)
อาจารย์ที่ปรึกษา (1) รองศาสตราจารย์ ดร.ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์ (2) รองศาสตราจารย์ชำนาญ
เชาว์กิริติพงษ์ ปีการศึกษา 2566

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ของไหล ของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา กับจัดการเรียนรู้แบบปกติ และ
(2) เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้
ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา กับจัดการเรียนรู้แบบปกติ

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนพรานกระต่ายพิทยาคม ภาคเรียนที่ 1
ปีการศึกษา 2566 จำนวน 2 ห้องเรียน รวมทั้งสิ้น 86 คน ที่ได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม ให้กลุ่มทดลองใช้การ
จัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา และกลุ่มควบคุมใช้การจัดการเรียนรู้แบบปกติ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
ได้แก่ (1) แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง ของไหล จำนวน 5 แผน รวมเวลา 20 ชั่วโมง
(2) แผนการจัดการเรียนรู้ปกติ เรื่อง ของไหล (3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ของไหล และ
(4) แบบประเมินความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม สถิติที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
และการทดสอบค่าที

ผลการวิจัยพบว่า (1) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา มีผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียน เรื่อง ของไหล สูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ (2) นักเรียนที่ได้รับ
การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา มีความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม สูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมี
นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม มัธยมศึกษา

Thesis title: “The Effects of Using STEM Education Approach in the Topic of Fluid on Learning Achievement and Creative and Innovative Thinking of Grade 12 Students at Prankratai Pittayakom School in Kamphaeng Phet Province”

Researcher: “Mr. SURIYAN JAIKAMTIB”; ID: “2612001129”;

Degree: Master of Education (Science Education);

Thesis advisors: (1) Associate Professor Dr. Tweesak Chindanurak;(2) Associate Professor Chumnan Chaowakeratipong ; Academic year: 2023

Abstract

The purposes of this study were to (1) compare learning achievement on the topic of Fluid of grade 12 students learning through the STEM Education approach and that of students learning through the traditional approach; and 2) compare creative and innovative thinking of grade 12 students learning through the STEM Education approach and that of students learning through the traditional approach.

The research sample consisted of 86 grade 12 students from 2 classrooms of Prankratai Pittayakom school in the first semester of the academic year 2023 obtained by cluster random sampling. The experimental group was assigned to learn through STEM Education learning management, while the control group was assigned to learn through the traditional approach. The employed research instruments were (1) 5 learning management plans for STEM Education on the topic of Fluid for 20 hours; (2) traditional learning management plans on the topic of Fluid; (3) a learning achievement test on the topic of Fluid; and (4) a scale to assess creative and innovative thinking. Statistics employed for data analysis were the mean, standard deviation, and t-test.

The research findings showed that (1) the learning achievement of the students learning through the STEM Education approach was significantly higher than that of the control group at the .05 level of statistical significance; and (2) The creative and innovative thinking of the students learning through the STEM Education approach was significantly higher than that of the control group at the .05 level of statistical significance.

Keywords : STEM Education approach, Learning achievement, Creative and Innovative thinking,
Secondary Education

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดีด้วยความกรุณาอย่างยิ่งจาก รองศาสตราจารย์ ดร. ทวีศักดิ์ จินตานุรักษ์ อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ชำนาญ เขาวงกิตพิงศ์ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม และ อาจารย์ ว่าที่ร้อยตรี ดร.มนัส บุญประกอบ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ให้คำแนะนำและ ข้อคิดเห็นต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่เป็นอย่างยิ่ง จนวิทยานิพนธ์เล่มนี้เสร็จสมบูรณ์ไปด้วยดี ผู้วิจัยขอกราบ ขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณ นางสาวกาญจนา มณีวัลย์ ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนสุโขทัยวิทยาคม นางสาวลำจวน คำบรรลือ ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนพรานกระต่ายพิทยาคม และนายอาทร รอกกลาง ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนพรานกระต่ายพิทยาคม ที่ได้ให้ความช่วยเหลือในการตรวจสอบ และ ให้คำแนะนำ แก่ไขเครื่องมือในการวิจัย จนทำให้วิทยานิพนธ์เล่มนี้สมบูรณ์และมีคุณค่า

คุณค่าและประโยชน์จากวิทยานิพนธ์เล่มนี้ ผู้วิจัยขออุทิศแต่บิดามารดา และผู้มีพระคุณ
ทุกท่าน



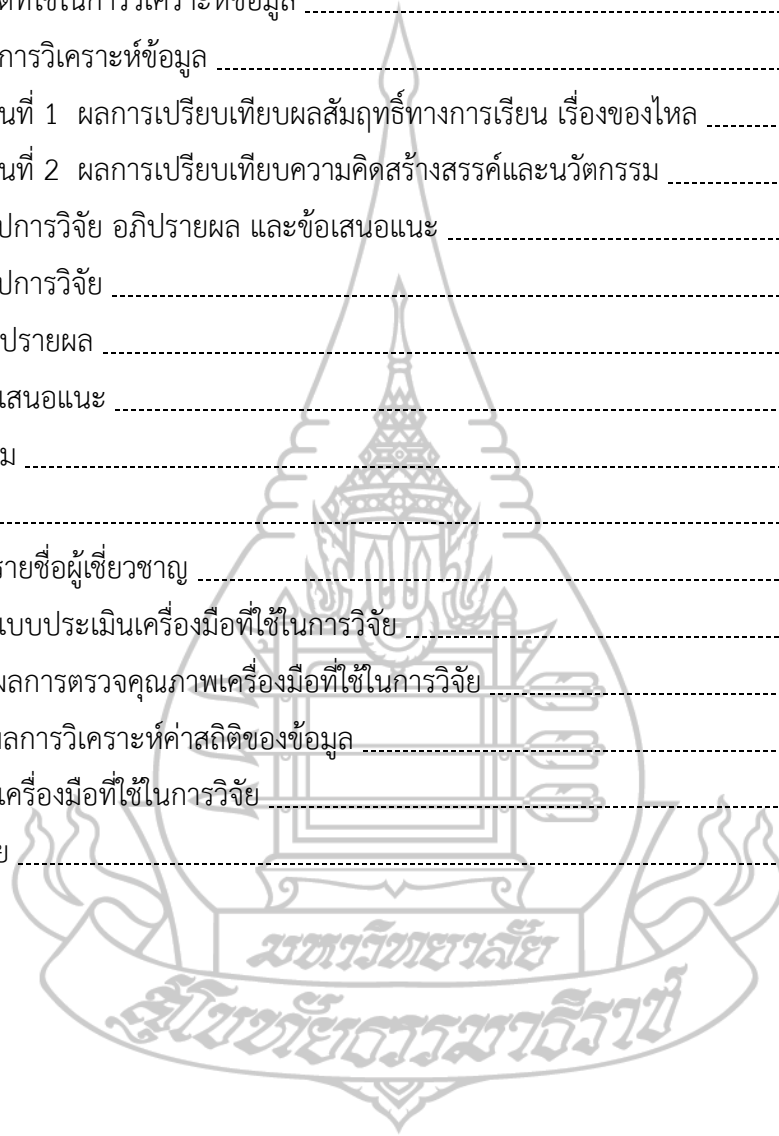
นายสุริยัน ใจคำต๊ะ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญตาราง	ฅ
สารบัญภาพ	ญ
บทที่ 1 บทนำ	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์การวิจัย	3
กรอบแนวคิดการวิจัย	3
สมมติฐานการวิจัย	4
ขอบเขตการวิจัย	4
นิยามศัพท์เฉพาะ	5
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	6
บทที่ 2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	7
หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)	8
การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education)	13
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	19
ความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม (Creativity and Innovation)	21
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	28
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	33
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	33
รูปแบบการวิจัย	33
การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	34
การเก็บรวบรวมข้อมูล	40
การวิเคราะห์ข้อมูล	41

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	41
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	45
ตอนที่ 1 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องของไหล	45
ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม	46
บทที่ 5 สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	47
สรุปการวิจัย	49
อภิปรายผล	49
ข้อเสนอแนะ	51
บรรณานุกรม	53
ภาคผนวก	58
ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ	59
ข แบบประเมินเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	64
ค ผลการตรวจคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	87
ง ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติของข้อมูล	107
จ. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	113
ประวัติผู้วิจัย	182



สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 แสดงผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้เพิ่มเติมตามระดับชั้น	8
ตารางที่ 2.2 แสดงโครงสร้างรายวิชาฟิสิกส์ 5 (ว33205)	12
ตารางที่ 2.3 แสดงการเปรียบเทียบแนวคิดและทักษะด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์	15
ตารางที่ 2.4 ระดับการสร้างความคิด	23
ตารางที่ 2.5 ระดับการออกแบบและการปรับแต่งความคิด	24
ตารางที่ 2.6 ระดับการเปิดใจรับและกล้าที่จะสำรวจ	24
ตารางที่ 2.7 ระดับการทำงานอย่างสร้างสรรค์ร่วมกับผู้อื่น	25
ตารางที่ 2.8 ระดับการสร้างผลงานเชิงสร้างสรรค์และนวัตกรรม	26
ตารางที่ 2.9 ระดับการกำกับตนเองและการให้ผลย้อนกลับ	26
ตารางที่ 3.1 แสดงแบบแผนการวิจัย (แบบเปรียบเทียบกับกลุ่มคงที่).....	33
ตารางที่ 3.2 แสดงผลการเรียนรู้ ขอบข่ายเนื้อหา และการกำหนดสัดส่วนจำนวนข้อสอบ	36
ตารางที่ 4.1 แสดงผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับ การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษากับนักเรียนที่ได้รับ การจัดการเรียนรู้แบบปกติ	45
ตารางที่ 4.2 แสดงผลคะแนนจากแบบประเมินความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษากับ นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ	46

ญ

สารบัญญรูปภาพ

หน้า

ภาพที่ 1.1 กรอบแนวคิดการวิจัย 3



บทที่ 1

บทนำ

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ธรรมชาติที่อยู่รอบตัวเรา ตั้งแต่อากาศ การเกิดพายุ ฝนตก ฟ้าร้อง ฟ้าผ่า ดวงดาวบนฟากฟ้า รวมไปถึงเครื่องอำนวยความสะดวกในอาคารบ้านเรือน เช่น พัดลม ตู้เย็น เต้าไมโครเวฟ เครื่องปรับอากาศ ตลอดจนถึงการสื่อสารและการคมนาคมขนส่ง ตั้งแต่วิทยุ โทรทัศน์ โทรศัพท์ ดาวเทียม รถยนต์ เครื่องบิน จรวดนำวิถี หรือแม้กระทั่งงานทางการแพทย์ การทหาร อุตสาหกรรม วงการบันเทิง และการศึกษา ได้แก่ แสง เสียง สี คอมพิวเตอร์ ล้วนอาศัยความรู้ทางฟิสิกส์ทั้งสิ้น นับตั้งแต่ความรู้พื้นฐานด้านกลศาสตร์ ความร้อน ไฟฟ้า แสง เสียง คลื่น แม่เหล็กไฟฟ้า ตลอดจนถึงความรู้ฟิสิกส์ยุคใหม่ และฟิสิกส์ก้าวหน้า ซึ่งศึกษาลึกลงถึงระดับอนุภาค ในระดับนาโน โดยมีการบูรณาการเข้ากับศาสตร์อื่น ๆ ทำให้เกิดฟิสิกส์สาขาที่หลากหลายขึ้น เป็นแหล่งกำเนิดของเทคโนโลยีใหม่ ๆ ทั้งในปัจจุบันและในอนาคต

ด้วยการเปลี่ยนแปลงทางด้านเทคโนโลยีอย่างไม่หยุดยั้ง ส่งผลให้มีการสร้างนวัตกรรมใหม่ ๆ ขึ้นมาเพื่อช่วยให้มนุษย์มีความเป็นอยู่ที่ดีขึ้น ช่วยส่งเสริมประสิทธิภาพในการทำงานมากยิ่งขึ้น มีเครื่องมือสื่อสารโทรคมนาคมสมัยใหม่ให้ติดต่อกันได้สะดวกมากขึ้น มีระบบคมนาคมขนส่งที่รวดเร็วขึ้น การผลิตในอุตสาหกรรมดีขึ้น ยกกระดับคุณภาพของประเทศให้ก้าวหน้า เกิดเป็นการแข่งขันทางเทคโนโลยีเพื่อสร้างนวัตกรรมระหว่างประเทศ ซึ่งมีผลกระทบต่ออัตราการเติบโตของเศรษฐกิจประเทศนั้น ๆ จากการแข่งขันทางการสร้างนวัตกรรม ส่งผลให้ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ซึ่งเป็นทักษะที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิต มีความสำคัญและมีความจำเป็นต่อการเรียนการสอนในห้องเรียนมากยิ่งขึ้น ครูผู้สอนหรือผู้ใหญ่ต้องพัฒนาและปลูกฝังทักษะการเรียนรู้ทั้ง 3 ทักษะ ได้แก่ ทักษะด้านการเรียนรู้และนวัตกรรม ทักษะด้านสารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยี และทักษะด้านชีวิตและอาชีพ โดยทักษะเหล่านี้การจัดกิจกรรมในกระบวนการเรียนรู้ยึดหลักการเรียนรู้ จากสิ่งใกล้ตัวที่นักเรียนรู้จักและคุ้นเคย เป็นสถานการณ์กระตุ้นให้เกิดคำถาม พร้อมคาดเดาคำตอบ โดยอาศัยกระบวนการวิทยาศาสตร์ เก็บรวบรวมข้อมูล มาอภิปราย นำความรู้สากลมาสนับสนุน คำตอบที่คาดเดาก่อนหน้าว่าถูกต้องเชื่อถือได้ หรือนำไปโต้แย้งคำตอบที่คาดเดาไว้ก่อนหน้า นำไปสู่การตอบคำถามที่ ลึกไปจากเดิม เกิดแรงบันดาลใจคิดค้นหรือพัฒนานวัตกรรม โดยอาศัยหลักการทางวิศวกรรมศาสตร์ นำนวัตกรรมไปเผยแพร่ต่อกลุ่มคนในสังคมเพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิต ทั้งนี้กระบวนการเรียนรู้ทุกขั้นตอนจะมีการประยุกต์นำ เทคโนโลยี สื่อ สารสนเทศมาช่วยการเข้าถึงแหล่งความรู้ได้อย่างรวดเร็วและกว้างขวาง

แต่ในปัจจุบัน การจัดการเรียนการสอนในรายวิชาฟิสิกส์ของประเทศไทยยังไม่ค่อยจะประสบความสำเร็จมากนัก เมื่อวิเคราะห์ผลการทดสอบการเข้าเรียนต่อในมหาวิทยาลัย (TCAS) ปีการศึกษา 2565 ในวิชา PAT3 ความถนัดทางวิศวกรรมศาสตร์ พบว่า มีคะแนนเฉลี่ย 79.673 คะแนน จากคะแนนเต็ม 300 คะแนน ผลการทดสอบวิชาสามัญ ปีการศึกษา 2565 ในวิชาฟิสิกส์ พบว่า มีคะแนนเฉลี่ย 22.89 คะแนน จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน ผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติด้านขั้นพื้นฐาน (O - NET) ปีการศึกษา 2565 พบว่า ในวิชาวิทยาศาสตร์ มีคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศ 28.08 คะแนน จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน ส่วนในปีการศึกษา 2564 ในมาตรฐาน ว4.1 และ ว4.2 ซึ่งเกี่ยวข้องกับวิชาฟิสิกส์โดยตรง พบว่า มีคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศ 36.78 คะแนน และ 29.99 คะแนน จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน และเมื่อพิจารณาผลการเรียนรายวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนโรงเรียนพรานกระต่ายพิทยาคม จังหวัดกำแพงเพชร พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ไม่สูงมากนัก เมื่อวิเคราะห์ถึงสภาพปัญหาผ่านชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพ (PLC) พบว่า การจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียนยังเน้นไปที่การจำทฤษฎี จำสูตร เพื่อนำไปใช้ในการคำนวณ ทำให้นักเรียนขาดความสนใจ หรือถูกบังคับให้เรียน เกิดการเรียนรู้ที่ไม่มีคุณภาพ นักเรียนพยายามจำเนื้อหาเพื่อนำมาใช้ในการสอบ เกิดเป็นความจำระยะสั้น ส่งผลให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการสร้างสรรค์ต่ำลง ซึ่งไม่ตอบสนองต่อการเรียนรู้ในปัจจุบันที่มุ่งให้เรียนรู้เพื่อสร้างสรรค์ สามารถคิดประดิษฐ์สิ่งใหม่ ๆ ได้ด้วยตนเอง หรือสามารถปรับปรุงแก้ไขออกแบบ ตั้งสมมติฐานใหม่ ๆ ได้

ผู้วิจัยจึงได้วิเคราะห์วิธีการแก้ปัญหาและพบว่า การจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา ซึ่งเป็นการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ นักเรียนได้ฝึกแสวงหาความรู้ เชื่อมโยงความรู้ และมุ่งพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตและการประกอบอาชีพ ผู้วิจัยจึงได้เลือกรูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา ที่มุ่งเน้นไปทางกระบวนการทางวิศวกรรมศาสตร์มาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เนื่องจากสะเต็มศึกษา จะช่วยสร้างความสนใจในบทเรียน ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรม เกิดเป็นการเรียนรู้ที่คงทน ดังที่สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้กล่าวไว้ว่า สะเต็มศึกษาจะช่วยสร้างความเข้าใจทฤษฎีหรือภูเขาลำน้ำผ่านการปฏิบัติให้เห็นจริงควบคู่กับการพัฒนาทักษะการคิด ตั้งคำถาม แก้ปัญหา และการหาข้อมูลและวิเคราะห์ข้อค้นพบใหม่ ๆ พร้อมทั้งสามารถนำข้อค้นพบนั้นไปใช้หรือบูรณาการกับชีวิตประจำวันได้ อีกทั้งผู้เรียนยังได้พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ นำองค์ความรู้ไปใช้สร้างนวัตกรรมในการแก้ปัญหาในการดำเนินชีวิตประจำวันหรือการประกอบอาชีพ ซึ่งสอดคล้องกับสุริยา ช้องเสนาะ (2562) ที่กล่าวว่า กิจกรรมสะเต็มศึกษา เป็นกิจกรรมที่บูรณาการด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ เพื่อเชื่อมโยงความรู้สู่การทำงานในชีวิตจริง ผู้เรียนจะเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ด้วยความสนุก พร้อมทั้งตระหนักถึงคุณค่าของการเรียนรู้ ยิ่งไปกว่านั้น นักเรียนต้องมีความรู้ด้านศิลปะ ภาษา สังคมศาสตร์ และอื่น ๆ ร่วมด้วย กระบวนการเรียนรู้ยังกระตุ้นให้เกิดความคิดสร้างสรรค์และการทำงานร่วมกัน เป็นกระบวนการเรียนรู้โดยใช้การวิจัยเป็นฐาน เพื่อแก้ไขปัญหา สร้างองค์ความรู้ และนวัตกรรมใหม่ ๆ

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะมุ่งพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาฟิสิกส์ และความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม เรื่องของไหล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ทางวิชาฟิสิกส์ เนื่องจากผู้วิจัยเห็นว่า การให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะการคิดผ่านการปฏิบัติ จะช่วยทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ในเรื่องของไหลได้อย่างเป็นระบบมากขึ้น ซึ่งการเรียนรู้ดังกล่าว จะช่วยพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมของนักเรียนตามระดับการเรียนรู้ของแต่ละบุคคล

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องของไหล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา กับจัดการเรียนรู้แบบปกติ

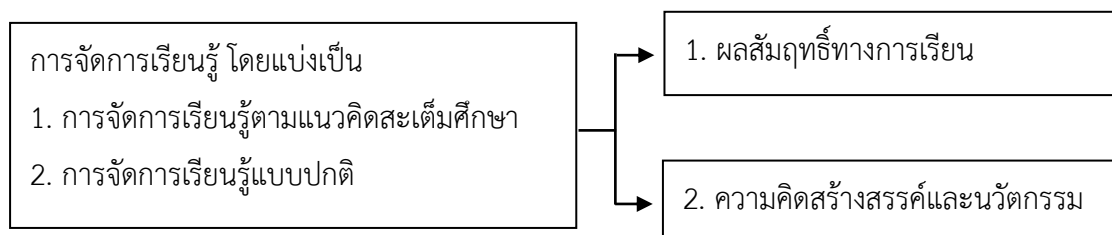
2.2 เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา กับจัดการเรียนรู้แบบปกติ

3. กรอบแนวคิดการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องของไหล และความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา กับจัดการเรียนรู้แบบปกติ โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา จะเน้นกระบวนการเชิงวิศวกรรม ตามแนวคิดของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2564) มีกรอบแนวคิดการวิจัยดังนี้

ตัวแปรต้น

ตัวแปรตาม



ภาพที่ 1.1 กรอบแนวคิดการวิจัย

4. สมมติฐานการวิจัย

4.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องของไหล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่จัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาสูงกว่าการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4.2 ความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่จัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาสูงกว่าการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5. ขอบเขตการวิจัย

5.1 ตัวแปรที่จะศึกษา

5.1.1 **ตัวแปรต้น** คือ การจัดการเรียนรู้ โดยแบ่งเป็นการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา และการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

5.1.2 **ตัวแปรตาม** คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม

5.2 ขอบเขตด้านเนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ อยู่ในสาระฟิสิกส์ มาตรฐานที่ 4 เป็นเนื้อหาของรายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม (ว33205) บทที่ 3 เรื่อง ของไหล ซึ่งประกอบด้วยเนื้อหา ดังนี้

1. ความตึงผิวของของเหลว
2. ความหนืดของของเหลว
3. ความดันของของเหลว
4. แรงพยุงจากของไหล
5. พลศาสตร์ของไหล

5.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

5.3.1 **ประชากร** ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์ (Science Math Program) โรงเรียนพรานกระต่ายพิทยาคม อำเภอพรานกระต่าย จังหวัดกำแพงเพชร จำนวน 4 ห้องเรียน ซึ่งจัดชั้นเรียนแบบละความสามารถ

5.3.2 **กลุ่มตัวอย่าง** ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์ โรงเรียนพรานกระต่ายพิทยาคม อำเภอพรานกระต่าย จังหวัดกำแพงเพชร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 2 ห้องเรียน ที่ได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (cluster random sampling) เป็นกลุ่มทดลอง 1 ห้องเรียน จำนวน 43 คน และกลุ่มควบคุม 1 ห้องเรียน จำนวน 43 คน

5.4 ระยะเวลาในการดำเนินการ

ดำเนินการเก็บข้อมูลจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 โดยผู้วิจัยจัดกิจกรรมการเรียนการสอน 4 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 5 สัปดาห์ รวมทั้งสิ้น 20 ชั่วโมง

6. นิยามศัพท์เฉพาะ

6.1 การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา หมายถึง การจัดการเรียนรู้ในรายวิชาฟิสิกส์ 5 เรื่องของไหล เป็นการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการ 4 สาขา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ เน้นให้ผู้เรียนทำกิจกรรมด้วยตัวเองหรือลงมือปฏิบัติจริง ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้จากการลงมือทำ โดยรูปแบบของกิจกรรมจะมุ่งเน้นไปทางกระบวนการทางวิศวกรรมศาสตร์ ตามแนวคิดของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 5 ขั้นตอน ในการสร้างชิ้นงานหรือนวัตกรรมเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาตามสถานการณ์ที่กำหนด แต่แยกขั้นตอนการวางแผนและพัฒนาออกจากกันเพื่อให้ผู้เรียนได้ออกแบบวิธีการแก้ปัญหาได้ชัดเจนขึ้น จึงแบ่งออกเป็น 6 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา ผู้สอนยกตัวอย่างเหตุการณ์ปัญหา เพื่อให้ผู้เรียนได้วิเคราะห์สภาพปัญหาที่เกิดขึ้น

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ผู้สอนให้ผู้เรียนระบุเป้าหมายของการแก้ปัญหา วิเคราะห์เงื่อนไข บริบท หรือข้อจำกัดของปัญหา และกำหนดแนวคิดในการแก้ปัญหา พร้อมวิเคราะห์ว่า การแก้ปัญหาดังกล่าวจำเป็นต้องมีพื้นฐานความรู้ในเรื่องใดบ้าง

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา ผู้สอนให้ผู้เรียนออกแบบวิธีการแก้ปัญหา พร้อมทั้งเขียนแบบร่างของวิธีการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา ผู้สอนให้ผู้เรียนดำเนินการแก้ปัญหตามแบบร่างที่ผู้เรียนได้ออกแบบไว้

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหา หรือชิ้นงาน ผู้สอนให้ผู้เรียนได้ตรวจสอบว่าวิธีการแก้ปัญหาเป็นไปตามแบบร่างหรือไม่ จากนั้นจึงให้ผู้เรียนทำการทดสอบวิธีการแก้ปัญหา และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาให้ดีขึ้น

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผู้สอนให้ผู้เรียนดำเนินการนำเสนอผลการแก้ปัญหา พร้อมทั้งนำเสนอผลการบูรณาการ 4 สาขา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ว่าเกี่ยวข้องเชื่อมโยงกับวิธีการแก้ปัญหายังไง

6.2 การจัดการเรียนรู้แบบปกติ หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามหลักสูตรสถานศึกษาที่สอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ประกอบด้วยขั้นตอนการสอน 3 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นที่ 1 ชี้นำเข้าสู่บทเรียน ผู้สอนจะเล่าเหตุการณ์ให้ผู้เรียนฟัง ให้ผู้เรียนดูภาพหรือวิดีโอ เพื่อกระตุ้นให้เกิดความสงสัย เพื่อนำไปสู่การลองคาดเดาคำตอบ

ขั้นที่ 2 ชี้นสอน ผู้สอนจะให้ผู้เรียนได้ค้นหาคำตอบด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ด้วยการทำการทดลองเพื่อทดสอบทฤษฎีหรือหลักการ ผู้เรียนจะได้อธิบายผลการศึกษผ่านการนำเสนอ และการตอบคำถาม จากนั้นผู้เรียนและผู้สอนจะร่วมกันอภิปรายเพื่อสรุปองค์ความรู้ และเชื่อมโยงองค์ความรู้เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติต่าง ๆ และประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน หรือคำนวณหาปริมาณต่าง ๆ

ขั้นที่ 3 ชี้นสรุป ผู้เรียนจะร่วมกันอธิบายสิ่งที่ได้เรียนรู้ และซักถามผู้สอนในประเด็นอื่น ๆ ที่สงสัย หรือยังไม่เข้าใจ

6.3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ ความสามารถทางการเรียนของผู้เรียนในรายวิชาฟิสิกส์ เรื่องของไหล สามารถวัดเป็นคะแนนจากการตอบคำถามในแบบทดสอบปรนัยแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ 30 คะแนน

6.4 ความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม หมายถึง ความสามารถในการผสานความรู้จินตนาการ และประสบการณ์ของนักเรียน ในการสร้างชิ้นงานหรือนวัตกรรมเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาตามสถานการณ์ที่กำหนด โดยความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม แบ่งออกเป็น 6 ด้าน ได้แก่ 1) การสร้างความคิด 2) การออกแบบและการปรับแต่งความคิด 3) การเปิดใจรับและกล้าที่จะสำรวจ 4) การทำงานอย่างสร้างสรรค์ร่วมกับผู้อื่น 5) การสร้างผลงานเชิงสร้างสรรค์และนวัตกรรม และ 6) การกำกับตนเองและการให้ผลย้อนกลับ สามารถวัดเป็นคะแนนจากแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม

7. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

7.1 ได้พัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมให้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

7.2 ได้แนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ให้กับนักเรียนอย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ

7.3 ส่งเสริมกิจกรรมการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ที่มุ่งเน้นกระบวนการทางวิศวกรรม เพื่อสร้างนวัตกรรมในการแก้ปัญหา

บทที่ 2

วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)
 - 1.1 ผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
 - 1.2 คำอธิบายรายวิชา
 - 1.3 โครงสร้างรายวิชา
2. การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education)
 - 2.1 ความหมายของแนวคิดสะเต็มศึกษา
 - 2.2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา
 - 2.3 การวัดและประเมินผลการจัดกิจกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 3.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 3.2 การวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
4. ความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม (Creativity and Innovation)
 - 4.1 ความหมายของความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม
 - 4.2 การประเมินความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 5.1 งานวิจัยในประเทศ
 - 5.2 งานวิจัยต่างประเทศ

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

1.1 ผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม

สาระที่ 4 เข้าใจความสัมพันธ์ของความร้อนกับการเปลี่ยนอุณหภูมิและสถานะของสสาร สภาพยืดหยุ่นของวัสดุและมอดูลัสของยัง ความดันในของไหล แรงพยาง และหลักของอาร์คิมิดีส ความตึงผิว และแรงหนืดของของเหลว ของไหลอุดมคติ และสมการแบร์นูลลี กฎของแก๊ส ทฤษฎีจลน์ของแก๊สอุดมคติ และพลังงานในระบบทฤษฎีอะตอมของโบร์ ปฏิกิริยาเคมีไฟฟ้าอิเล็กโทรลิซิส ทวิภาวะของคลื่นและอนุภาค กัมมันตภาพรังสี แรงแวนเดอวาลส์ ปฏิกิริยานิวเคลียร์ พลังงานนิวเคลียร์ฟิสิกส์อนุภาค รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตารางที่ 2.1 แสดงผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้เพิ่มเติมตามระดับชั้น

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
ม.4	-	-
ม.5	-	-
ม.6	3. อธิบาย และคำนวณความดันเกจ ความดันสัมบูรณ์ และความดันบรรยากาศ รวมทั้งอธิบายหลักการทำงานของแมนอมิเตอร์ บารอมิเตอร์ และเครื่องอัดไฮดรอลิก	<ul style="list-style-type: none"> • ภาชนะที่มีของเหลวบรรจุอยู่จะมีแรงเนื่องจากของเหลวกระทำต่อพื้นผิวภาชนะ โดยขนาดของแรงที่ของเหลวกระทำตั้งฉากต่อพื้นที่หนึ่งหน่วยเป็นความดันในของเหลว • ความดันที่เครื่องมือวัดได้ เรียกว่า ความดันเกจ ส่วนผลรวมของความดันบรรยากาศและความดันเกจ เรียกว่าความดันสัมบูรณ์ • ค่าของความดันอ่านได้จากเครื่องวัดความดัน เช่น แมนอมิเตอร์ บารอมิเตอร์ • เมื่อเพิ่มความดัน ณ ตำแหน่งใด ๆ ในของเหลวที่อยู่นิ่งในภาชนะปิด ความดันที่เพิ่มขึ้นจะส่งผ่านไปทุก ๆ จุดในของเหลว นั้น เรียกว่า กฎพาสคัล กฎนี้นำไปใช้อธิบายการทำงานของเครื่องอัดไฮดรอลิก

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
ม.6	4. ทดลอง อธิบาย และคำนวณขนาดแรงพยุ่งจากของไหล	<ul style="list-style-type: none"> • วัตถุที่อยู่ในของไหลทั้งหมดหรือเพียงบางส่วน จะถูกแรงพยุ่งจากของไหลกระทำ โดยขนาดแรงพยุ่งเท่ากับขนาดน้ำหนักของของไหลที่ถูกวัตถุแทนที่ตามหลักของอาร์คิมิดีส ซึ่งใช้อธิบายการลอยการจมของวัตถุต่าง ๆ ในของไหล
	5. ทดลอง อธิบาย และคำนวณความตึงผิวของของเหลว รวมทั้งสังเกตและอธิบายแรงหนืดของของเหลว	<ul style="list-style-type: none"> • ความตึงผิวเป็นสมบัติของของเหลวที่ยึดผิวของเหลวไว้ด้วยแรงตึงผิว ปรากฏการณ์ที่เป็นผลจากความตึงผิว เช่น การเดินบนผิวน้ำของแมลงบางชนิด การซึมตามรูเล็ก หรือ การโค้งของผิวของเหลว • ความหนืดเป็นสมบัติของของไหล วัตถุที่เคลื่อนที่ในของไหลจะมีแรงเนื่องจากความหนืดต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุ เรียกว่าแรงหนืด
	6. อธิบายสมบัติของของไหลอุดมคติ สมการความต่อเนื่อง และสมการแบร์นูลลี รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และนำความรู้เกี่ยวกับสมการความต่อเนื่อง และสมการแบร์นูลลีไปอธิบายหลักการการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ	<ul style="list-style-type: none"> • ของไหลอุดมคติเป็นของไหลที่มีการไหลอย่างสม่ำเสมอ ไม่มีความหนืด บีบอัดไม่ได้ และไหลโดยไม่หมุน มีอัตราการไหลตามสมการความต่อเนื่อง • ตำแหน่งสองตำแหน่งบนสายกระแสเดียวกันของของไหลอุดมคติที่ไหลอย่างสม่ำเสมอ จะมีผลรวมของความดันสัมบูรณ์ พลังงานจลน์ต่อหนึ่งหน่วยปริมาตร และพลังงานศักย์ต่อหนึ่งหน่วยปริมาตร เป็นค่าคงตัวตามสมการแบร์นูลลี

1.2 คำอธิบายรายวิชา

รายวิชาฟิสิกส์ 5 (ว33205) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 เวลา 80 ชั่วโมง จำนวน 2.0 หน่วยกิต

ศึกษาเกี่ยวกับสนามแม่เหล็ก แรงแม่เหล็กที่กระทำต่ออนุภาคที่มีประจุไฟฟ้า แรงแม่เหล็กที่กระทำต่อลวดตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน แรงระหว่างลวดตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้า โมเมนต์ของแรงคู่ควบที่กระทำต่อขดลวด กฎการเหนี่ยวนำของฟาราเดย์ เครื่องกำเนิดไฟฟ้า การประยุกต์หลักการ อีเอ็มเอฟเหนี่ยวนำ ค่ายังผลของไฟฟ้ากระแสสลับ การผลิตและส่งไฟฟ้ากระแสสลับ อุณหภูมิและความร้อน การถ่ายโอนและสมดุลความร้อน แก๊สอุดมคติ ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส พลังงานในระบบและงานของแก๊ส กฎข้อที่ 1 ของอุณหพลศาสตร์และการประยุกต์ใช้ สภาพเย็นหยุ่นของของแข็ง โมดูลัสของยัง การประยุกต์ใช้สภาพยืดหยุ่นในชีวิตประจำวัน ความตึงผิวของของเหลว ความหนืดของของเหลว ความดันในของไหล อุปกรณ์วัดความดัน แรงพุงจากของไหล พลศาสตร์ของของไหล และสมการของแบร์นูลลีและการประยุกต์ใช้

โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสืบค้นข้อมูล การสังเกต วิเคราะห์ เปรียบเทียบ ทดลอง คำนวณ อธิบาย อภิปราย และสรุปผล

เพื่อให้เกิดความรู้ ความเข้าใจ มีความสามารถในการตัดสินใจ มีทักษะการปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ในด้านการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ด้านการคิด และการแก้ปัญหา ด้านการสื่อสาร สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในชีวิตของตนเอง โดยยึดหลักตามปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงเป็นสำคัญ มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม

ผลการเรียนรู้

1. สังเกตและอธิบายเส้นสนามแม่เหล็ก อธิบายและคำนวณฟลักซ์แม่เหล็กในบริเวณที่กำหนด รวมทั้งสังเกตและอธิบายสนามแม่เหล็กที่เกิดจากกระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำ เส้นตรง และขดลวดโซเลนอยด์

2. อธิบายและคำนวณแรงแม่เหล็กที่กระทำต่ออนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่ในสนามแม่เหล็ก แรงแม่เหล็กที่กระทำต่อเส้นลวดที่มีกระแสไฟฟ้าผ่านและวางในสนามแม่เหล็ก รัศมีความโค้งของการเคลื่อนที่เมื่อประจุเคลื่อนที่ตั้งฉากกับสนามแม่เหล็ก รวมทั้งอธิบายแรงระหว่างเส้นลวดตัวนำคู่ขนานที่มีกระแสไฟฟ้าผ่าน

3. อธิบายหลักการทำงานของแกลเวนอมิเตอร์และมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงและคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

4. สังเกตและอธิบายการเกิดอีเอ็มเอฟเหนี่ยวนำ กฎการเหนี่ยวนำของฟาราเดย์ และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งนำความรู้เรื่องอีเอ็มเอฟเหนี่ยวนำไปอธิบายการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้า

5. อธิบายและคำนวณความต่างศักย์อาร์เอ็มเอส และกระแสไฟฟ้าอาร์เอ็มเอส
 6. อธิบายหลักการทํางานและประโยชน์ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส การแปลงอีเอ็มเอฟของหม้อแปลงและคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง
 7. อธิบายและคำนวณความร้อนที่ทำให้สสารเปลี่ยนอุณหภูมิ ความร้อนที่ทำให้สสารเปลี่ยนสถานะ และความร้อนที่เกิดจากการถ่ายโอนตามกฎการอนุรักษ์พลังงาน
 8. อธิบายกฎของแก๊สอุดมคติและคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง
 9. อธิบายแบบจำลองของแก๊สอุดมคติ ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส และอัตราเร็วอาร์เอ็มเอสของโมเลกุลของแก๊ส รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง
 10. อธิบายและคำนวณงานที่ทำโดยแก๊สในภาชนะปิดโดยความดันคงตัว และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความร้อน พลังงานภายในระบบและงาน รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และนำความรู้เรื่องพลังงานภายในระบบไปอธิบายหลักการทํางานของเครื่องใช้ในชีวิตประจำวัน
 11. อธิบายสภาพยืดหยุ่นและลักษณะการยืดและหดตัวของวัสดุที่เป็นแท่งเมื่อถูกกระทำด้วยแรงค่าต่าง ๆ รวมทั้งทดลอง อธิบายและคำนวณความเค้นตามยาว ความเครียดตามยาว และมอดุลัสของยัง และนำความรู้เรื่องสภาพยืดหยุ่นไปใช้ในชีวิตประจำวัน
 12. อธิบายและคำนวณความดันแก๊ส ความดันสัมบูรณ์ และความดันบรรยากาศ รวมทั้งอธิบายหลักการทํางานของแมนอมิเตอร์ บารอมิเตอร์และเครื่องอัดไฮดรอลิก
 13. ทดลอง อธิบายและคำนวณแรงพยุงของของไหล
 14. ทดลอง อธิบายและคำนวณความตึงผิวของของเหลว รวมทั้งสังเกตและอธิบายแรงหนืดของของเหลว
 15. อธิบายสมบัติของของไหลอุดมคติ สมการความต่อเนื่อง และสมการแบร์นูลลี รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และนำความรู้เกี่ยวกับสมการความต่อเนื่องและสมการแบร์นูลลีไปอธิบายหลักการทํางานของอุปกรณ์ต่าง ๆ
- รวมทั้งหมด 15 ผลการเรียนรู้
(ที่มา: หลักสูตรสถานศึกษา โรงเรียนพรานกระต่ายพิทยาคม จังหวัดกำแพงเพชร)

1.3 โครงสร้างรายวิชา

รายวิชาฟิสิกส์ 5 (ว33205) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 เวลา 80 ชั่วโมง จำนวน 2.0 หน่วยกิต

ตารางที่ 2.2 แสดงโครงสร้างรายวิชาฟิสิกส์ 5 (ว33205)

หน่วย ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	ผลการ เรียนรู้	สาระ การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนัก คะแนน
1	แม่เหล็ก และไฟฟ้า	ข้อที่ 1 – 6	1. สนามแม่เหล็ก 2. แรงแม่เหล็กที่กระทำต่อ อนุภาคที่มีประจุไฟฟ้า 3. แรงแม่เหล็กที่กระทำต่อลวด ตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน 4. แรงระหว่างลวดตัวนำที่มี กระแสไฟฟ้า 5. โมเมนต์ของแรงคู่ควบ ที่กระทำต่อขดลวด 6. การเหนี่ยวนำของฟาราเดย์ 7. เครื่องกำเนิดไฟฟ้า 8. การประยุกต์หลักการอีเอ็ม เอฟเหนี่ยวนำ 9. ไฟฟ้ากระแสสลับ 10. การผลิตและส่งไฟฟ้า กระแสสลับ	26	21
2	ความร้อน และแก๊ส	ข้อที่ 7 – 10	1. อุณหภูมิและความร้อน 2. สมดุลความร้อน 3. แก๊สอุดมคติ 4. ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส 5. งานของแก๊สและพลังงาน ในระบบ 6. กฎข้อที่ 1 ของเทอร์โม ไดนามิกส์และการประยุกต์ใช้	18	15

ตารางที่ 2.2 (ต่อ)

หน่วย ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	ผลการ เรียนรู้	สาระ การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนัก คะแนน
3	ของแข็ง และของไหล	ข้อที่ 11 – 15	1. สภาพป็นหยุ่นของของแข็ง 2. มอดูลัสของยัง 3. การประยุกต์ใช้สภาพยืดหยุ่น ในชีวิตประจำวัน 4. ความตึงผิวของของเหลว 5. ความหนืดของของเหลว 6. ความดันในของไหล 7. อุปกรณ์วัดความดัน 8. เครื่องอัดไฮดรอลิก 9. แรงพุ่งจากของไหล 10. พลศาสตร์ของของไหล 11. สมการของแบร์นูลลี	28	24
		สอบกลางภาค		4	20
		สอบปลายภาค		4	20
		รวมทั้งสิ้น		80	100

(ที่มา: หลักสูตรสถานศึกษา โรงเรียนพรานกระต่ายพิทยาคม จังหวัดกำแพงเพชร)

2. การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education)

2.1 ความหมายของแนวคิดสะเต็มศึกษา

นักวิชาการและองค์กรต่าง ๆ ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับความหมายของแนวคิดสะเต็มศึกษาหรือสะเต็มศึกษาไว้อย่างหลากหลาย ทั้งแนวคิดที่คล้ายคลึงกันและแตกต่างกัน ดังนี้

O'Neil, T. L., Yamagata, J. Y. and Togioka, S. (2012, p. 36) กล่าวถึงสะเต็มศึกษาไว้ว่า เป็นการบูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์เข้าด้วยกัน เพื่อให้เห็น

ถึงความสัมพันธ์ของการบูรณาการแต่ละวิชา และนำความรู้จากการบูรณาการไปออกแบบสิ่งประดิษฐ์ เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตจริง

มนตรี จุฬาวัดนทล (2556, น. 3) กล่าวถึงสะเต็มศึกษาไว้ว่า เป็นแนวทางในการจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์ที่เน้นการบูรณาการ วิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ตั้งแต่การศึกษาขั้นพื้นฐานจนถึงอุดมศึกษา และเป็นการศึกษาตลอดชีวิต ฝึกการตั้งคำถาม แก้ปัญหา สร้างสรรค์วิธีแก้ปัญหาใหม่ ๆ สามารถประกอบวิชาชีพทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีคุณภาพชีวิตที่ดีในยุคประชาคมอาเซียน

พรทิพย์ ศิริภัทรชัย (2556, น. 50) กล่าวถึงสะเต็มศึกษาไว้ว่า เป็นการสอนแบบบูรณาการข้ามสาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ โดยนำจุดเด่นของธรรมชาติของวิชา และวิธีการสอนของแต่ละสาขามาผสมผสานกัน เพื่อให้ผู้เรียนนำความรู้มาใช้ในการแก้ปัญหา ค้นคว้า และพัฒนาสิ่งต่าง ๆ โดยที่ผู้สอนหลายสาขาต้องร่วมมือกัน เนื่องจากการทำงานจริงหรือในชีวิตประจำวัน ต้องอาศัยความรู้หลายด้านในการทำงาน ไม่สามารถแยกใช้ความรู้เป็นส่วน ๆ ได้

อภิสิทธิ์ ธงไชย (2556, น. 15) กล่าวถึงสะเต็มศึกษาไว้ว่า เป็นการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ ด้วยการนำวิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) มาบูรณาการเข้าด้วยกัน นำเสนอการบูรณาการผ่านกระบวนการแก้ปัญหาที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริง

ชลธิป สมานิติ (2557, น. 1) กล่าวถึงสะเต็มศึกษาไว้ว่า เป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการกลุ่มสาระและทักษะกระบวนการของ 4 สาระ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ โดยนำธรรมชาติของแต่ละวิชามาผสมผสานกันในลักษณะของการบูรณาการ เพื่อให้เกิดความรู้ที่ตอบสนองต่อการดำรงชีวิต

สถาบันการส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557, น. 4) กล่าวถึงสะเต็มศึกษาไว้ว่า เป็นแนวทางในการจัดการศึกษาที่บูรณาการใน 4 สหวิทยาการ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ โดยเน้นการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง รวมทั้งพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตและการทำงาน

สุพรรณิ ขาญประเสริฐ (2558, น. 3-5) กล่าวถึงสะเต็มศึกษาไว้ว่า เป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ รวมทั้งพฤติกรรมที่ต้องการให้เกิดขึ้นจากเนื้อหาเรื่องนั้น

สิรินภา กิจเกื้อกุล (2558, น. 201) กล่าวถึงสะเต็มศึกษาไว้ว่า เป็นการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้เกิดการบูรณาการในกลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ เพื่อพัฒนาความรู้ ความเข้าใจ และฝึกทักษะด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี นำความรู้ที่บูรณาการมาสร้างผลผลิตจากกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เพื่อแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน

สำนักวิชาการ (2559) กล่าวถึงสะเต็มศึกษาไว้ว่า STEM เป็นคำที่ย่อมาจากศาสตร์ 4 วิชา S มาจาก Science ที่แปลว่าวิทยาศาสตร์ T มาจาก Technology ที่แปลว่าเทคโนโลยี E มาจาก Engineering ที่แปลว่าวิศวกรรมศาสตร์ และ M มาจาก Mathematics ที่แปลว่า คณิตศาสตร์ เมื่อนำมารวมกันเป็น STEM จึงหมายถึง การเชื่อมโยงองค์ความรู้ของศาสตร์ทั้งสี่สาขาวิชา มีต้นกำเนิดแนวคิดมาจากสถาบันวิทยาศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา (NSF)

สุริยา ฮ่องเสนาะ (2562) กล่าวถึงสะเต็มศึกษาไว้ว่า เป็นกิจกรรมที่บูรณาการด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ เพื่อเชื่อมโยงความรู้สู่การทำงานในชีวิตจริง ผู้เรียนจะเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ด้วยความสนุก พร้อมทั้งตระหนักถึงคุณค่าของการเรียนรู้

สรุปความหมายของสะเต็มศึกษาได้ว่า สะเต็มศึกษาเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่บูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์เข้าด้วยกัน มุ่งเน้นให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการเชิงวิศวกรรมศาสตร์ในการสร้างสรรค์วิธีการหรือนวัตกรรมในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน

2.2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

นักวิชาการและองค์กรต่าง ๆ ได้กล่าวถึงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาไว้ดังนี้

Vasquez, J.A., Sneider, C., and Comer, M. (2013) กล่าวถึงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาไว้ว่า ในการจัดการเรียนรู้ต้องเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้บูรณาการความรู้ และทักษะของวิชาที่เกี่ยวข้องในสะเต็มศึกษาในระหว่างการเรียนรู้ มีการท้าทายผู้เรียนให้ได้แก้ปัญหาหรือสถานการณ์ที่ผู้สอนกำหนด มีกิจกรรมกระตุ้นการเรียนรู้แบบแอคทีฟ (active learning) ของผู้เรียน ช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 ผ่านการทำกิจกรรมหรือสถานการณ์ที่ผู้สอนกำหนดให้ และสถานการณ์หรือปัญหาที่ใช้ในกิจกรรมมีความเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันของผู้เรียนหรือการประกอบอาชีพในอนาคต

ตารางที่ 2.3 แสดงการเปรียบเทียบแนวคิดและทักษะด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์

วิทยาศาสตร์	วิศวกรรมศาสตร์	เทคโนโลยี	คณิตศาสตร์
ตั้งคำถามเพื่อเข้าใจ	นิยามปัญหา	บทบาทของเทคโนโลยี	ทำความเข้าใจ
ปัญหา		ต่อสังคม	ปัญหา
ใช้งานและปรับแต่ง	ใช้งานและปรับแต่ง		พยายามแก้ปัญหา
โมเดล	โมเดล		

ตารางที่ 2.3 (ต่อ)

วิทยาศาสตร์	วิศวกรรมศาสตร์	เทคโนโลยี	คณิตศาสตร์
ทำการศึกษาค้นคว้า และออกแบบ	ทำการศึกษาค้นคว้า และออกแบบ	ใช้เทคโนโลยี ในการศึกษาค้นคว้า	ใช้เครื่องมือ ที่เหมาะสม
วิเคราะห์ข้อมูล	วิเคราะห์ข้อมูล		ความแม่นยำในการ แก้ปัญหา
ใช้คณิตศาสตร์ช่วยใน การคำนวณ	ใช้คณิตศาสตร์ช่วยใน การคำนวณ	บทบาทของเทคโนโลยีใน การพัฒนาวิทยาศาสตร์ และวิศวกรรม	การให้ความหมาย ให้เหตุผล
สร้างคำอธิบาย	สร้างคำอธิบาย		พยายามหาวิธีการ แก้ปัญหา
มีหลักฐานสนับสนุน	มีหลักฐานสนับสนุน	การตัดสินใจใช้ เทคโนโลยีโดยคำนึงถึง ผลกระทบ	สร้างข้อโต้แย้ง และวิพากษ์การให้ เหตุผลของผู้อื่น
ประเมินและสื่อสาร แนวคิด	ประเมินและสื่อสาร แนวคิด		นำเสนอวิธีในการให้ เหตุผล

อภิสิทธิ์ รัชไชย (2556, น. 15) กล่าวถึงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาไว้ว่า ขั้นตอนการจัดกิจกรรม ประกอบด้วย

1. ขึ้นกำหนดเนื้อหาการเรียนรู้ โดยครูและนักเรียนวางแผนร่วมกันในการกำหนดเนื้อหา
2. ขึ้นวางแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดย S เกี่ยวข้องกับความเข้าใจในธรรมชาติ

ใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้และกิจกรรมแบบแก้ปัญหา T เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา ปรับปรุง พัฒนา เพื่อสนองความต้องการ โดยผ่านกระบวนการทำงานทางเทคโนโลยี E เกี่ยวข้องกับการคิดสร้างสรรค์พัฒนา นวัตกรรม วางแผนการแก้ปัญหาภายใต้ข้อจำกัดหรือเงื่อนไขที่กำหนด และ M เกี่ยวข้องกับการคิด การคำนวณ การออกแบบ

นงนุช เอกตระกูล (2558) กล่าวถึงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาไว้ว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ต้องอาศัยบริบทของกิจกรรมที่นักเรียนคุ้นเคยเพื่อเชื่อมโยงกับชีวิตจริง โดยใช้คำถามปลายเปิดเพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกการคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหา และการทำงานเป็นทีม การฝึกใช้อุปกรณ์ สื่อ เทคโนโลยีที่พบเห็นในชีวิตจริง เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ รวมถึงฝึกการนำเสนอผลงานที่ได้จัดทำขึ้น ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนตระหนักถึงจุดหมาย เหตุผลและกระบวนการเรียนรู้มากขึ้น

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557, น. 4) กล่าวถึงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาไว้ว่า การจัดการเรียนการสอน แบ่งเป็น 5 ขั้นตอน ได้แก่

1. **ขั้นระบุปัญหา** ผู้สอนแบ่งผู้เรียนเป็นกลุ่มละความสามารถ (เก่ง ปานกลาง อ่อน) จากนั้นผู้สอนต้องสร้างความสนใจเพื่อให้ผู้เรียนตระหนักถึงการแก้ปัญหา เช่น การใช้คลิปข่าวจากสถานการณ์จริง การตั้งคำถาม เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจที่มาของปัญหา และสามารถระบุปัญหาร่วมกันภายในกลุ่มได้

2. **ขั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา** ผู้เรียนต้องรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา ว่ามีใครเคยแก้ปัญหาหรือไม่ อย่างไร และมีข้อเสนอแนะใดบ้าง และผู้เรียนต้องค้นหาแนวคิดหรือความรู้ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา เช่น ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี รวมทั้งผู้เรียนต้องพิจารณาถึงความเป็นไปได้ ความคุ้มค่า ความเหมาะสม ข้อดีและข้อเสียในการแก้ปัญหา ขั้นนี้ผู้สอนจะทำหน้าที่ในการให้คำปรึกษา

3. **ขั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา** ผู้เรียนต้องกำหนดเค้าโครงของวิธีการแก้ปัญหา กำหนดเป้าหมาย ระยะเวลาในการลงมือปฏิบัติและวางแผนการปฏิบัติงานให้ชัดเจน และดำเนินการแก้ปัญหาให้แล้วเสร็จ

4. **ขั้นทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขชิ้นงาน** ผู้เรียนต้องทดสอบและประเมินผลเพื่อพิจารณาประสิทธิภาพของชิ้นงานที่ได้ลงมือปฏิบัติ ถ้าชิ้นงานไม่มีประสิทธิภาพเพียงพอหรือสามารถแก้ปัญหาได้ ผู้เรียนต้องปรับปรุงแก้ไขชิ้นงานให้ดีขึ้น

5. **ขั้นนำเสนอวิธีการและผลการแก้ปัญหา** โดยการนำเสนอสู่สาธารณชน เพื่อให้เห็นถึงวิธีการแก้ปัญหา และการปรับปรุงชิ้นงานของตนเอง ขั้นนี้ผู้สอนต้องทำหน้าที่สรุป อธิบายความรู้เพิ่มเติมหลังจากทุกกลุ่มนำเสนอและแนะนำแนวทางในการประยุกต์ใช้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2564) กล่าวถึงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาไว้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่

1. **การระบุปัญหา (Identify a challenge)** ผู้แก้ปัญหาต้องตระหนักถึงสิ่งที่เป็นปัญหาในชีวิตประจำวัน และต้องสร้างสิ่งประดิษฐ์เพื่อแก้ไขปัญหา โดยปัญหาอาจประกอบด้วยปัญหาย่อย ผู้แก้ปัญหามustพิจารณาปัญหาที่เกิดขึ้น เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาใหญ่ด้วย

2. **การค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง (Explore ideas)** หลังจากทำความเข้าใจปัญหา และสามารถระบุปัญหาย่อยได้แล้ว ผู้แก้ปัญหามustรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา โดยการสืบค้นว่าเคยมีใครแก้ปัญหาดังกล่าวแล้วหรือไม่ เขาแก้ปัญหายังไง และมีข้อเสนอแนะใดบ้าง จากนั้นจึงค้นหาแนวคิดหรือความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ หรือ เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับการ

แก้ปัญหา ซึ่งอาจมีหลาย ๆ แนวคิดเพื่อเก็บไว้เป็นทางเลือก โดยพิจารณาถึงความเป็นไปได้ ความคุ้มค่า ข้อดีและจุดอ่อน และความเหมาะสมกับเงื่อนไขหรือข้อจำกัดของปัญหา

3. การวางแผนและพัฒนา (Plan and develop) หลังจากเลือกแนวคิดที่เหมาะสมที่สุด ผู้แก้ปัญหาต้องกำหนดขั้นตอนย่อยในการทำงาน รวมทั้งกำหนดเป้าหมายและระยะเวลาให้ชัดเจน จากนั้น ผู้แก้ปัญหาต้องสร้างแบบร่างของผลผลิตในการทดสอบแนวคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหา

4. การทดสอบและประเมินผล (Test and evaluate) เป็นการทดสอบผลผลิตที่จะใช้ในการแก้ปัญหาและประเมินการใช้งาน ผลที่ได้จากการทดสอบและประเมินอาจถูกนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาผลผลิตให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ขั้นตอนนี้สามารถเกิดขึ้นได้หลายครั้ง

5. การนำเสนอผลลัพธ์ (Present the solution) หลังจากพัฒนา ปรับปรุง ทดสอบ และประเมินผลผลิตจนมีประสิทธิภาพตามที่ต้องการแล้ว ผู้แก้ปัญหาต้องนำเสนอผลผลิตและประสิทธิภาพต่อสาธารณชน

สรุปการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ผู้เรียนและผู้สอนต้องกำหนดเนื้อหาพร้อมกัน โดยเลือกเนื้อหาที่เชื่อมโยงกับเนื้อหา ของบทเรียน และมุ่งเน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเพื่อออกแบบนวัตกรรมในการแก้ปัญหา ในชีวิตประจำวัน ซึ่งผู้วิจัยกำหนดขั้นตอนเป็น 6 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ระบุปัญหา 2) รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา 3) ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา 4) วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา 5) ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหา หรือชิ้นงาน และ 6) นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา โดยขั้นตอน การออกแบบและวางแผนเป็นขั้นตอนเดียวกัน แต่ผู้วิจัยแยกขั้นตอนนี้ออกจากกันเพื่อให้สอดคล้องกับ กระบวนการทางวิศวกรรมศาสตร์

2.3 การวัดและประเมินผลการจัดกิจกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

นักวิชาการและองค์กรต่าง ๆ ได้กล่าวถึงการวัดและประเมินผลการจัดกิจกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษาไว้ดังนี้

Edward (2013) กล่าวถึงวัดและประเมินผลสะเต็มศึกษาไว้ว่า การวัดและประเมินผลสามารถทำได้ 2 วิธี คือ

1. ในกรณีที่ผู้สอนจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ผู้สอนสามารถประเมินผู้เรียนด้วยการตั้งคำถามในแบบทดสอบ การปฏิบัติการทดลอง การรายงานผลการทดลอง และการศึกษาตัวแปรที่ใช้ในการทดลอง

2. ในกรณีที่ผู้สอนจัดการเรียนรู้โดยกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม (Engineering Design) ผู้สอนสามารถประเมินผู้เรียนจากการระดมความคิด การพัฒนาโมเดลต้นแบบ และการทำงานเป็นทีม

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2559) กล่าวถึงวัดและประเมินผลสะเต็มศึกษาไว้ว่า เน้นการวัดและประเมินผลในสภาพจริงและที่ผู้เรียนแสดงออกขณะทำกิจกรรมเพื่อการ

เรียนรู้ ซึ่งสามารถสะท้อนถึงความรู้ ความคิด เจตคติทางวิทยาศาสตร์และความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียนได้ ข้อมูลที่ได้จากการวัดผลและประเมินผลทำให้ทราบถึงพัฒนาการการเรียนรู้และความสำเร็จของผู้เรียนว่าอยู่ในระดับใด มีจุดเด่นใดที่ควรส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาเต็มศักยภาพ และมีจุดอ่อนใดที่ควรแก้ไข ผู้สอนยังได้แนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น และยังเป็นประโยชน์ต่อผู้เกี่ยวข้อง เช่น ผู้ปกครองที่จะได้ใช้ข้อมูลจากการวัดและประเมินผลส่งเสริมและพัฒนาผู้เรียนให้พัฒนาเต็มตามศักยภาพตามความถนัด และความสนใจ

สรุปการวัดและประเมินผลสะสมเต็มศึกษาได้ว่า การวัดและประเมินผลการจัดกิจกรรมตามแนวคิดสะสมเต็มศึกษา เน้นการประเมินตามสภาพจริง เพื่อสะท้อนสิ่งที่ผู้เรียนได้เรียนรู้ ได้คิด ทักษะและเจตคติที่เกิดขึ้นจากการแก้ปัญหาหรือสร้างนวัตกรรม ผ่านกระบวนการทำงานเป็นทีม ซึ่งผู้วิจัยแบ่งการวัดและประเมินผลเป็น 2 ส่วนคือ ผลสัมฤทธิ์ที่เกิดจากการเรียนรู้ และความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมที่เกิดจากทักษะและเจตคติระหว่างการลงมือสร้างนวัตกรรมเพื่อแก้ปัญหา

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

นักวิชาการได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้อย่างหลากหลาย ทั้งแนวคิดที่คล้ายคลึงกันและแตกต่างกัน ดังนี้

Mehren (1976, p. 73) กล่าวถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่า เป็นความรู้ ทักษะ รวมทั้งความสามารถด้านอื่น ๆ ทางสมองของนักเรียนที่มีต่อการเรียนในแต่ละรายวิชา โดยสามารถวัดได้จากการทำแบบทดสอบ

มณฑารัตน์ ชูพินิจ (2540, น. 12) กล่าวถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่า เป็นความสำเร็จในการเข้าถึงความรู้ เกิดจากทั้งองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับสติปัญญาและองค์ประกอบที่ไม่ใช่สติปัญญา แสดงออกในรูปของคะแนนหรือเกรด สามารถสังเกตได้จากการวัดหรือการทดสอบ

สุตาลักษณ์ เข้มพรมมา (2548, น. 20) กล่าวถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่า เป็นความรู้หรือทักษะอันเกิดจากการเรียนรู้ ซึ่งการแสดงออกถึงความสำเร็จในการเข้าถึงความรู้สามารถวัดได้ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

ปัญญา ชูช่วย (2551, น. 12) กล่าวถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่า เป็นความรู้ ทักษะหรือสมรรถภาพทางสมองของผู้เรียนต่อการเรียนแต่ละวิชา ซึ่งสามารถวัดได้ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ชนิษฐา บุญภักดี (2552) กล่าวถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่า เป็นคุณลักษณะและความสามารถของบุคคลอันเกิดจากการเรียนการสอน อาจได้มาจากกระบวนการที่ไม่ต้องอาศัยการทดสอบ เช่น การสังเกต และจากการใช้แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั่วไป ซึ่งวัดได้ 2 แบบตามจุดมุ่งหมาย และลักษณะวิชาที่สอน คือ การวัดด้านปฏิบัติ และการวัดด้านเนื้อหา การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมักอยู่ในรูปแบบของคะแนนหรือเกรดที่ได้จากโรงเรียน

พัฒนาพงษ์ สีกา (2552) กล่าวถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่า เป็นผลที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมจากการได้รับประสบการณ์การเรียนรู้ทั้งจากตนเอง หรือจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในห้องเรียน ซึ่งสามารถวัดและประเมินผลได้จากการทำแบบทดสอบ หรือใช้แบบการสังเกตพฤติกรรมที่เปลี่ยนแปลงไป

สรุปความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ว่า เป็นความสามารถในการเรียนรู้ หรือความสามารถในการเข้าถึงความรู้ของผู้เรียน ซึ่งสามารถวัดออกมาเป็นตัวเลขด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้

3.2 การวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

นักวิชาการได้กล่าวถึงการวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ดังนี้

Anderson and Krathwohl (2001) กล่าวถึงการวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามทฤษฎีการเรียนรู้ของบลูมไว้ว่า สามารถวัดได้ 3 ด้าน คือ

1. ด้านพุทธิพิสัย มุ่งพัฒนาการเรียนรู้ที่เกี่ยวกับความสามารถทางสติปัญญา โดย Anderson และ Krathwohl ได้นำเสนอระดับความสามารถที่มีการปรับปรุงใหม่ เป็นการจำ การเข้าใจ การประยุกต์ใช้ การวิเคราะห์ การประเมินผล และการสร้างสรรค์
2. ด้านทักษะพิสัย มุ่งพัฒนาความสัมพันธ์ของร่างกายกับสมองที่มีความสามารถในการปฏิบัติจนเกิดเป็นทักษะ
3. ด้านจิตพิสัย มุ่งพัฒนาคุณลักษณะด้านจิตใจ ความสนใจ เจตคติ และการปรับตัว

จากทฤษฎีการเรียนรู้ของบลูม เมื่อเกิดการเรียนรู้อาจก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางด้านสมอง หรือเรียกว่า ความรู้ ความเข้าใจ และความคิด เกิดการเปลี่ยนแปลงทางด้านอารมณ์ ความรู้สึก ทักษะ ค่านิยม หรือเรียกว่าเจตคติ และเกิดการเปลี่ยนแปลงทางด้านความชำนาญ ซึ่งเป็นการใช้สมองในการเรียนรู้ รวมกับการรับรู้ความรู้สึก ทักษะและค่านิยม แล้วนำสิ่งที่ได้มาปฏิบัติจนเกิดความชำนาญ หรือเรียกว่าทักษะ

สุรชัย ขวัญเมือง (2522, น. 232) กล่าวถึงการวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่า เป็นการตรวจสอบว่าผู้เรียนได้บรรลุจุดมุ่งหมายตามที่หลักสูตรกำหนดไว้แล้วเพียงใด ทั้งนี้ ยกเว้นในทางด้านอารมณ์ สังคมและการปรับตัว ซึ่งประเมินผลความสำเร็จต่าง ๆ ด้วยการวัดโดยใช้แบบทดสอบ และแบบที่ไม่ใช่แบบทดสอบ

เสริมศักดิ์ วิศาลาภรณ์ และเอนกกุล กรีแสง (2522, น. 22) กล่าวถึงการวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่า เป็นกระบวนการวัดปริมาณผลจากการศึกษาเล่าเรียน ว่าเกิดขึ้นมากน้อยเพียงใด โดยคำนึงถึงเฉพาะการทดสอบเท่านั้น

ไพศาล หวังพานิช (2526, น. 89) กล่าวถึงการวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่า เป็นการตรวจสอบระดับความสามารถ หรือความสัมฤทธิ์ผลของบุคคลที่เกิดจากการเรียนการสอน การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมและประสบการณ์การเรียนรู้ว่าเรียนแล้วรู้เท่าใด

สมนึก ภัททิยธนี (2549) กล่าวถึงการวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่า เป็นกระบวนการหาปริมาณหรือจำนวนโดยใช้เครื่องมืออย่างใดอย่างหนึ่งมาวัด ผลจากการวัดมักจะออกมาเป็นตัวเลขหรือสัญลักษณ์หรือข้อมูล

ยุทธนา ปัญญาดี (2553, น. 7) กล่าวถึงการวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่า เป็นกระบวนการวัดผลการศึกษาเล่าเรียน ว่าผู้เรียนเกิดการเรียนรู้น้อยเพียงใดหลังจากเรียนในเรื่องนั้น ๆ

สรุปการวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ว่า เป็นการตรวจสอบผู้เรียนว่ามี การเรียนรู้น้อยเพียงใด ด้วยแบบวัดหรือแบบทดสอบ โดยการวิจัยครั้งนี้ได้ออกแบบให้วัดระดับการเรียนรู้ 4 ระดับ คือ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และการวิเคราะห์

4. ความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม (Creativity and Innovation)

4.1 ความหมายของความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม

นักวิชาการและองค์กรต่าง ๆ ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับความหมายของความคิดสร้างสรรค์ และนวัตกรรมไว้อย่างหลากหลาย ทั้งแนวคิดที่คล้ายคลึงกันและแตกต่างกัน ดังนี้

Theodore Levitt (1983, p. 87) กล่าวถึงการคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมไว้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ เป็นการคิดสิ่งใหม่ ๆ ส่วนนวัตกรรมเป็นการทำสิ่งใหม่ ๆ จากการคิดสิ่งใหม่ ๆ

Persis S. Drell (2017) กล่าวถึงการคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมไว้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ และนวัตกรรม เป็นเครื่องมือที่ช่วยให้สามารถแก้ปัญหาที่ยากที่สุดได้ ด้วยการเปลี่ยนวิธีคิดในการแก้ปัญหา สร้างวิธีการแก้ปัญหาแบบใหม่ ๆ

องค์การความร่วมมือทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 (Partnership for 21st Century Skills, 2010) อ้างถึงโดย สุรศักดิ์ มั่งสิงห์ (2558, น. 86) กล่าวถึงการคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมไว้ว่า เป็นการปรับกระบวนการคิด ทักษะคิด และพฤติกรรมให้เหมาะสมกับสภาพปัจจุบันและอนาคต ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ เพื่อสร้างนวัตกรรมและนำนวัตกรรมไปใช้

ซัลซ กลิ่นแก่นจันทร์ (2560, น. 7) กล่าวถึงการคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมไว้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ เป็นทักษะรูปแบบหนึ่งในการเรียนรู้ และนวัตกรรมจะมีพฤติกรรมบ่งชี้ คือ การใช้ความคิดสร้างสรรค์ในการพัฒนาแนวคิดใหม่ ๆ รวมทั้งการเปิดรับมุมมองที่แตกต่าง

สุรกิจ ศรีสรณกุลวงศ์ (2563) กล่าวถึงการคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมไว้ว่า ความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม เป็นทักษะที่จะช่วยสร้างแนวคิดใหม่ ๆ พัฒนารูปแบบวิธีการใหม่ ๆ ที่ช่วยให้การทำงานดีขึ้น สามารถใช้ทักษะทางความคิด เพื่อสร้างทางเลือกใหม่ ๆ ในการแก้ปัญหาเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ดีกว่าเดิม หรือแตกต่างไปจากเดิม

กนกวัลย์ ไกรนุกูล (2565) กล่าวถึงการคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมไว้ว่า การคิดสร้างสรรค์เป็นพื้นฐานสำคัญที่ทำให้นวัตกรรมเกิดขึ้น ความคิดสร้างสรรค์เป็นการคิดแต่ยังเป็นสิ่งที่เป็นนามธรรม ส่วนนวัตกรรมต้องอาศัยกระบวนการสร้างนวัตกรรม ที่จะใช้ความคิดต่าง ๆ ทำให้นวัตกรรมนั้นเป็นรูปธรรม จากทฤษฎีโครงสร้างทางปัญญาของกิลฟอร์ด (1659) ได้แบ่งองค์ประกอบของการคิดสร้างสรรค์ โดยทั่วไปว่ามี 4 องค์ประกอบ คือ

1. การคิดริเริ่ม หมายถึง ลักษณะความคิดแปลกใหม่ แตกต่างจากความคิดธรรมดา หรือความคิดง่าย ๆ ที่เป็นความคิดที่เป็นประโยชน์ต่อตนเองและสังคม
2. การคิดคล่องแคล่ว หมายถึง เป็นความคิดในเรื่องเดียวกันที่ไม่ซ้ำกัน ในองค์ประกอบนี้ความคิดจะโลดแล่นออกมามากมาย
3. การคิดยืดหยุ่น หมายถึง ประเภทหรือแบบของความคิด ที่พยายามคิดได้หลายอย่างต่าง ๆ กันหรือความคิดยืดหยุ่น ด้านการดัดแปลงสิ่งต่าง ๆ มาใช้ให้เกิดประโยชน์
4. การคิดละเอียดละออ เป็นความคิดที่ต้องทำด้วยความระมัดระวัง และมีรายละเอียดที่สามารถทำให้ความคิดสร้างสรรค์นั้นสมบูรณ์ขึ้นได้

แล้วนำความรู้ ประสบการณ์ การคิดขั้นสูงและความคิดสร้างสรรค์ มาสร้างนวัตกรรมใหม่ให้เกิดผลงาน สิ่งประดิษฐ์ ผลิตภัณฑ์ แนวคิด กระบวนการ กลยุทธ์ เทคนิค วิธีการ หรือเพื่อพัฒนาเปลี่ยนแปลง สิ่งที่มีอยู่เดิมให้ดียิ่งขึ้น จนสามารถนำไปใช้ ให้เกิดประโยชน์ในวงกว้างทางเศรษฐกิจ สังคม หรือจิตใจ

สรุปความหมายของความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมได้ว่า การคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม เป็นทักษะการคิดค้นสิ่งใหม่ ๆ แล้วนำผลจากการคิดมาสร้างนวัตกรรมในการแก้ปัญหา ทำให้เกิดแนวคิดใหม่หรือนวัตกรรมใหม่ขึ้นมา

4.2 การประเมินความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม

ในการประเมินความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม ผู้วิจัยได้ศึกษาบทความ “การเรียนการสอนในศตวรรษที่ 21” ที่แนะนำให้แต่ละโรงเรียนมีการประเมินทักษะในศตวรรษที่ 21 ซึ่งโรงเรียนมัธยมในรัฐแอริโซนา สหรัฐอเมริกา (Catalina Foothills School District; CFSD) ได้ทำการสร้าง

แบบประเมิน Envision 21 Deep Learning\CFSD ในหลาย ๆ ทักษะที่เป็นพื้นฐานในการเตรียมผู้เรียนเข้าสู่ศตวรรษที่ 21 ได้แก่ 1) การเป็นพลเมือง 2) การคิดเชิงวิพากษ์และการแก้ปัญหา 3) การคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม 4) การสื่อสาร และ 5) การทำงานร่วมกัน ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาการคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมจากกรอบการประเมินและรูบริค ดังนี้

รูบริค ของ CFSD ที่ใช้ในการประเมินความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม ถูกออกแบบเพื่อสนับสนุนผู้ให้การศึกษา ในการสอนและประเมินผลการปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับความสามารถดังต่อไปนี้

1. การสร้างความคิด

ตารางที่ 2.4 ระดับการสร้างความคิด

ระดับฝึกหัด (1 คะแนน)	<p>คำนิยาม: ระบุปัญหา หรือวิธีการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์</p> <p>แนวคิด: ใช้การระดมความคิดเพื่อสร้างแนวคิดในการแก้ปัญหา</p> <p>การตรวจสอบแนวคิดในการแก้ปัญหา: การอธิบายความคิดของผู้อื่น วิธีการแก้ปัญหา และ/ หรือการค้นพบวิธีการแก้ปัญหา</p>
ระดับพื้นฐาน (2 คะแนน)	<p>คำนิยาม: อธิบายบริบท ลักษณะของปัญหา ระบุข้อมูลที่จำเป็นในการแก้ปัญหา</p> <p>แนวคิด: สร้างแนวคิดที่หลากหลายในการแก้ปัญหา</p> <p>การตรวจสอบแนวคิดในการแก้ปัญหา: การค้นคว้าความคิดของผู้อื่น วิธีการแก้ปัญหา และ/ หรือการค้นพบวิธีการแก้ปัญหา</p>
ระดับเชี่ยวชาญ (3 คะแนน)	<p>คำนิยาม: ระบุขอบเขตของปัญหาและข้อจำกัด กำหนดปัญหาที่ตรวจสอบด้วยวิธีการต่าง ๆ ในหลาย ๆ แง่มุม (เช่น จริยธรรม วัฒนธรรม สังคม การเมือง และเศรษฐกิจ)</p> <p>แนวคิด: สร้างแนวคิดที่เป็นไปได้อย่างหลากหลาย</p> <p>การตรวจสอบแนวคิดในการแก้ปัญหา: ศึกษางานวิจัยเพื่อเป็นแนวคิดในการแก้ปัญหา</p>
ระดับขั้นสูง (4 คะแนน)	<p>คำนิยาม: วางกรอบปัญหา ใช้การเปรียบเทียบวิธีการแก้ปัญหาเพื่อให้ได้แนวคิดในการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้</p> <p>แนวคิด: สร้างแนวคิดที่แปลกใหม่และมีความเป็นไปได้</p> <p>การตรวจสอบแนวคิดในการแก้ปัญหา: ถามคำถามปลายเปิดเกี่ยวกับปัญหาอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดเดิม</p>

2. การออกแบบและการปรับแต่งความคิด

ตารางที่ 2.5 ระดับการออกแบบและการปรับแต่งความคิด

ระดับฝึกหัด (1 คะแนน)	รายละเอียด: เรียบเรียงรายละเอียดของแนวคิด การทบทวนซ้ำ: สร้างตัวแทนความคิด (ร่างหรือวางแผน) เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างผลงานสร้างแนวคิดในการแก้ปัญหาอย่างง่าย และให้ข้อเสนอแนะแนวทางการสร้างผลงาน
ระดับพื้นฐาน (2 คะแนน)	รายละเอียด: เรียบเรียงแนวคิดที่มีความเฉพาะเจาะจง และรายละเอียดที่เกี่ยวข้อง การทบทวนซ้ำ: สร้างรุ่นของตัวแทนความคิด เพื่อทดสอบสมมติฐานสร้างแนวคิดในการแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพ และให้ข้อเสนอแนะในเรื่องเฉพาะ
ระดับเชี่ยวชาญ (3 คะแนน)	รายละเอียด: เรียบเรียงแนวคิดตามระดับความสำคัญเพื่อนำไปแก้ปัญหาได้ การทบทวนซ้ำ: สร้างตัวแทนความคิดหลาย ๆ รุ่น/ผลงานหลาย ๆ ลักษณะสร้างการแก้ปัญหาที่ซับซ้อน ให้ข้อเสนอแนะในภาพรวมกว้าง ๆ (ไม่เสนอแนะวิธีการที่นำไปสู่ผลงานที่ดีที่สุด)
ระดับขั้นสูง (4 คะแนน)	รายละเอียด: เรียบเรียงแนวคิดและระบุอุปสรรคที่จะเกิดขึ้น เพื่อวางแผนหาทางแก้ไข การทบทวนซ้ำ: วิเคราะห์ตัวแปรและรูปแบบของความสำเร็จ ความผิดพลาด และผลที่อาจเกิดขึ้นโดยไม่ได้ตั้งใจ นำหลาย ๆ ข้อเสนอแนะมาทบทวนแนวคิด

3. การเปิดใจรับและกล้าที่จะสำรวจ

ตารางที่ 2.6 ระดับการเปิดใจรับและกล้าที่จะสำรวจ

ระดับฝึกหัด (1 คะแนน)	ความอยากรู้อยากเห็น: ใช้คำถามเกี่ยวกับวิธีการหรือแนวคิด แบบแผนที่ทำทนาย: ใช้กระบวนการในการสร้างผลงาน
ระดับพื้นฐาน (2 คะแนน)	ความอยากรู้อยากเห็น: ขยายความเข้าใจโดยการตั้งคำถาม ลงหาแนวทางใหม่ ๆ หรือพิจารณาแนวคิดใหม่ ๆ แบบแผนที่ทำทนาย: เสนอแนวคิดการแก้ปัญหาที่เสี่ยงหรือเป็นไปได้ เพื่อนำไปสู่ผลงานที่มีประสิทธิภาพ

ตารางที่ 2.6 (ต่อ)

ระดับเชี่ยวชาญ (3 คะแนน)	<p>ความอยากรู้อยากเห็น: พิจารณาความไม่รู้ด้วยการเปิดใจ (ไม่ประเมินแนวคิด จนกว่าการสำรวจจะสำเร็จแล้ว)</p> <p>แบบแผนที่ทำทหาย: ใช้แนวคิดการแก้ปัญหาที่เสี่ยงเพื่อทำทหายการแก้ปัญหา โดยอาศัยขอบเขตหรือข้อจำกัดเดิม</p>
ระดับขั้นสูง (4 คะแนน)	<p>ความอยากรู้อยากเห็น: สำรวจแนวคิดที่ขัดแย้งกัน คำถามที่ยังหาคำตอบไม่ได้ และแนวทางการแก้ปัญหาที่ซับซ้อน</p> <p>แบบแผนที่ทำทหาย: เสนอแนวคิดที่เป็นไปได้ เพื่อทำทหายการแก้ปัญหา โดยอาศัย ขอบเขตหรือข้อจำกัดเดิม</p>

4. การทำงานอย่างสร้างสรรค์ร่วมกับผู้อื่น

ตารางที่ 2.7 ระดับการทำงานอย่างสร้างสรรค์ร่วมกับผู้อื่น

ระดับฝึกหัด (1 คะแนน)	บูรณาการความคิด: สรุปลักษณะของผู้อื่น สื่อแนวคิดของตนให้ผู้อื่นฟัง
ระดับพื้นฐาน (2 คะแนน)	บูรณาการความคิด: รวมความคิดของตนเองกับผู้อื่น
ระดับเชี่ยวชาญ (3 คะแนน)	บูรณาการความคิด: สร้างแนวคิดใหม่ที่ไม่ซ้ำใคร
ระดับขั้นสูง (4 คะแนน)	บูรณาการความคิด: สังเคราะห์แนวคิดและการนำไปใช้ประโยชน์ของสมาชิก ในกลุ่มเพื่อพัฒนาผลงานให้มีประสิทธิภาพ

5. การสร้างผลงานเชิงสร้างสรรค์และนวัตกรรม

ตารางที่ 2.8 ระดับการสร้างผลงานเชิงสร้างสรรค์และนวัตกรรม

ระดับฝึกหัด (1 คะแนน)	การใช้ทรัพยากร: ระบุวัสดุ/ ทรัพยากรที่จำเป็นในการสร้างผลงาน ลักษณะเฉพาะ: อธิบายลักษณะเฉพาะของผลงาน ผลงาน: การผลงานจนเสร็จ
ระดับพื้นฐาน (2 คะแนน)	การใช้ทรัพยากร: เลือกวัสดุ/ ทรัพยากรที่เหมาะสมกับผลงาน ลักษณะเฉพาะ: อธิบายลักษณะเฉพาะตามขั้นตอนของผลงาน ผลงาน: สร้างผลงานสำเร็จตามแผนที่วางไว้
ระดับเชี่ยวชาญ (3 คะแนน)	การใช้ทรัพยากร: เลือกวัสดุ/ ทรัพยากรที่มีคุณภาพในการพัฒนาผลงาน ลักษณะเฉพาะ: วิเคราะห์ส่วนประกอบของผลงานเพื่ออธิบายลักษณะเฉพาะ ผลงาน: สร้างผลงานสำเร็จตามแผนที่วางไว้ และตรงตามความต้องการ
ระดับขั้นสูง (4 คะแนน)	การใช้ทรัพยากร: ปรับวัสดุ/ ทรัพยากรเพื่อพัฒนาผลงาน โดยเป็นวัสดุที่แปลกใหม่ หรือไม่เคยมีใครใช้มาก่อน ลักษณะเฉพาะ: คาดการณ์ปัญหาหรืออุปสรรค วางแผนเพื่อให้สร้างผลงานได้สำเร็จ ผลงาน: ปรับปรุงผลงานนอกเหนือจากแผนที่วางเอาไว้

6. การกำกับตนเองและการให้ผลย้อนกลับ

ตารางที่ 2.9 ระดับการกำกับตนเองและการให้ผลย้อนกลับ

ระดับฝึกหัด (1 คะแนน)	ผลย้อนกลับ: ระบุจุดแข็งจุดอ่อนของผลงานหรือกระบวนการแก้ปัญหา การวางแผน: กำหนดเป้าหมายส่วนบุคคลเพื่อให้ผลงานมีประสิทธิภาพ ระบบความคิด: อธิบาย ความสัมพันธ์ระหว่างความพยายามและความสำเร็จ
--------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

ตารางที่ 2.9 (ต่อ)

ระดับพื้นฐาน (2 คะแนน)	ผลย้อนกลับ: ประเมินคุณภาพของประสิทธิภาพของผลงานและกระบวนการที่สร้างสรรค์ ให้ผลย้อนกลับตามเกณฑ์ที่กำหนด การวางแผน: ตั้งเป้าหมายอย่างมีประสิทธิภาพภายใต้ผลย้อนกลับหรือเกณฑ์ที่กำหนด ระบบความคิด: แสดงให้เห็นถึงความต้องการที่จะพัฒนาตนให้ดีขึ้น
ระดับเชี่ยวชาญ (3 คะแนน)	ผลย้อนกลับ: สะท้อนคุณภาพของผลงาน ใช้คำถามและคำวิจารณ์ในการให้ผลย้อนกลับ การวางแผน: เลือกใช้ทรัพยากรที่ทำให้บรรลุเป้าหมาย ระบบความคิด: แสดงให้เห็นถึงการเติบโตของระบบความคิด (ยอมรับและใช้ข้อเสนอแนะ)
ระดับขั้นสูง (4 คะแนน)	ผลย้อนกลับ: วิเคราะห์รูปแบบและแนวโน้มของการสร้างสรรค์และผลงาน ประเมินความคิดสร้างสรรค์ตลอดกระบวนการ ดำเนินการตามคำแนะนำของเพื่อน อาจารย์ หรือผู้เชี่ยวชาญ การวางแผน: วิเคราะห์รูปแบบและสร้างเป้าหมายที่มีความคิดสร้างสรรค์ แก้ไขเป้าหมายจากการได้รับผลย้อนกลับ ระบบความคิด: ปรับปรุงจุดอ่อนของตนเอง เพื่อเพิ่มการเติบโตของระบบความคิด

จากการวิเคราะห์รูบริก ของ CFSD ที่ใช้ในการประเมินความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม ผู้วิจัยเห็นว่าความสามารถในการปฏิบัติงานมีความสอดคล้องกับกระบวนการเชิงวิศวกรรมศาสตร์ ผู้วิจัยจึงทำการปรับแบบประเมินให้สอดคล้องกับบริบทของนักเรียน ดังนี้

1. การสร้างความคิด
 - 1.1 นิยามปัญหา
 - 1.2 เสนอแนวคิด
 - 1.3 วิธีการตรวจสอบแนวคิดในการแก้ปัญหา
2. การออกแบบและการปรับแต่งความคิด
 - 2.1 การเรียบเรียง
 - 2.2 สร้างตัวแทนของแนวคิดในการแก้ปัญหา
3. การเปิดใจรับและกล้าที่จะสำรวจ

- 3.1 ความอยากรู้อยากเห็นในการแก้ปัญหา
- 3.2 มีการวางแผนหรือมีแบบแผน
4. การทำงานอย่างสร้างสรรค์ร่วมกับผู้อื่น
การบูรณาการความคิดของสมาชิกในกลุ่มในการพัฒนาผลงาน
5. การสร้างผลงานเชิงสร้างสรรค์และนวัตกรรม
 - 5.1 การใช้ทรัพยากร
 - 5.2 ลักษณะเฉพาะของผลงาน
 - 5.3 สร้างหรือปรับปรุงผลงานจนสำเร็จ
6. การกำกับตนเองและการให้ผลย้อนกลับ
 - 6.1 การให้ผลย้อนกลับ
 - 6.2 เป้าหมาย
 - 6.3 ประเมินความสำเร็จของผลงาน

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

5.1 งานวิจัยในประเทศ

ลัดดาวัลย์ นงประโคน (2560) ได้ทำการศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ กลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนวาปีปทุม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 ที่ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง จำนวน 48 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่องการสะท้อนแสงและภาพที่เกิดจากการสะท้อน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบปรนัย 4 ตัวเลือก 30 ข้อ และแบบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ แบบ 5 ระดับ 24 ข้อ ผลการศึกษาพบว่า ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพเท่ากับ 78.35/76.81 นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นักเรียนมีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ และความคิดคล่องแคล่ว อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ส่วนด้านความคิดยืดหยุ่น และความคิดละเอียดลออ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และร้อยละ 74 ของกลุ่มเป้าหมายให้ความคิดเห็นว่าความคิดสร้างสรรค์มีผลมาจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่จัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาและมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001

สิรินทร กิ่งชา (2560) ได้ทำการศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาฟิสิกส์ กลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเทศบาลวัดสระทอง อำเภอเมือง จังหวัดร้อยเอ็ด ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 ที่ได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม จำนวน 33 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา วิชาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ และการพยากรณ์ ผลการศึกษาพบว่า ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษา มีค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 77.07/76.97 ค่าคะแนนเฉลี่ยของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ค่าคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน มีความความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกัน และร้อยละ 31 ของกลุ่มเป้าหมายพบว่าการจัดการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษามีส่วนส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยมีความสัมพันธ์ทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

สุกัญญา เชื้อหลุณโปธิ์ (2560) ได้ทำการศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบหมุน กลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในโรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดพิษณุโลก ที่ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง จำนวน 24 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ ใบกิจกรรม วิดีโอการนำเสนอ และแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง ผลการศึกษาพบว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษาประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ชั้นระบุปัญหา การเลือกสถานการณ์ที่ใกล้ตัวและมีปัญหาที่หลากหลาย เพื่อให้นักเรียนได้วิเคราะห์ถึงปัญหาที่แท้จริง 2) ชั้นจินตนาการวิธีการแก้ปัญหา วางแผนก่อนที่จะค้นหาความรู้ที่เกี่ยวข้องแล้วทำการสรุปเป็นผังความคิด 3) ชั้นวางแผน ให้นักเรียนวาดภาพที่เคยเห็นมาก่อน เพื่อความรวดเร็ว หลากหลาย แปลกใหม่ พร้อมอธิบายถึงวิธีการสร้าง 4) ชั้นสร้างสรรค์ชิ้นงาน ให้นักเรียนเปรียบเทียบชิ้นงานที่สร้างกับภาพร่าง เพื่อให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลง และ 5) ชั้นทดสอบและปรับปรุง เน้นย้ำเรื่องการจดบันทึกสิ่งที่นักเรียนได้ทำการแก้ไขระหว่างทดสอบประสิทธิภาพของชิ้นงาน เพื่อแสดงถึงพัฒนาการของนักเรียน และการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมสามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ได้ ซึ่งมีการพัฒนาเรียงจากมากไปน้อย ได้แก่ ด้านความยืดหยุ่น ด้านความคิดริเริ่ม ด้านความคิดละเอียดลออ และด้านความคล่องแคล่ว

สามารถ มาศรี (2562) ได้ทำการศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม และการดำรงชีวิตของพืช กลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) ที่ได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม จำนวน 40 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย

แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษา แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ และแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลการศึกษาพบว่าแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษา มีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.67/76.17 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นบูรณาการทั้ง 5 ทักษะ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่า ก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการและ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ปิยวรรณ ทศกาญจน์ (2561) ได้ทำการศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมทักษะการเรียนรู้และการสร้างสรรค์ชิ้นงาน เรื่องบ้านพยากรณ์ กลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนการเคหะท่าทราย สังกัดสำนักงานเขตหลักสี่ กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 ที่ได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม จำนวน 32 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา เรื่องบ้านพยากรณ์ แบบวัดความรู้ความเข้าใจวิชา วิทยาศาสตร์ แบบวัดทักษะการแก้ปัญหา แบบประเมินพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหา แบบวัดทักษะ ความคิดสร้างสรรค์ แบบประเมินการออกแบบและสร้างสรรค์ชิ้นงาน แบบวัดทักษะการสื่อสารและความ ร่วมมือ และแบบสอบถามความพึงพอใจ ผลการศึกษาพบว่านักเรียนมีความรู้ความเข้าใจวิชาวิทยาศาสตร์ หลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นักเรียนมีทักษะการเรียนรู้ และการสร้างสรรค์ชิ้นงานหลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา เรื่อง บ้านพยากรณ์ อยู่ใน ระดับมาก และสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ณัฐพงษ์ ธนวรรณพงศ์, ภัทรภร ชัยประเสริฐ, สมศิริ สิงห์ภพ และคงศักดิ์ วัฒนะโชติ (2564) ได้ทำการศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิด สร้างสรรค์เชิงวิทยาศาสตร์ กลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิต “พิบูลพิณ” มหาวิทยาลัยบูรพา ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 ที่ได้มาจากการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม จำนวน 28 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา แบบทดสอบวัด ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์เชิงวิทยาศาสตร์ ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05 นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์เชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ภัทราวดี เอี่ยมพงษ์. (2564). ได้ทำการศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบแบบผสมผสาน ตามแนวคิดของสะเต็มศึกษาที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการสร้างแบบจำลอง กลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/3 วิทยาลัยนาฏศิลป์ จำนวน 10 คน ที่ได้มาจากการเลือก

แบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน และแบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลอง ผลการศึกษาพบว่า 1) นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องแสง หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานตามแนวทางสะเต็มศึกษาสูงกว่าคะแนนก่อนเรียน และ 2) นักเรียนมีความสามารถในการสร้างแบบจำลองเรื่องแสง หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานตามแนวทางสะเต็มศึกษา สูงกว่าก่อนเรียน

ปาริชาติ ปานศรี. (2565) ได้ทำการศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ กลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวัดพระประโทณเจดีย์ จังหวัดนครปฐม ปีการศึกษา 2563 ที่ได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม จำนวน 15 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่องการใช้สารรอบตัวในการดำรงชีวิตของพืช จำนวน 4 แผน แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และแบบวัดความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ผลการศึกษาพบว่า 1) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ สะเต็มศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 2) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษามีความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

5.2 งานวิจัยต่างประเทศ

Han (2014) ได้ทำการศึกษาการจัดการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาผ่านการจัดกิจกรรมโดยใช้โครงงานเป็นฐานเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ กลุ่มเป้าหมายเป็นโรงเรียนที่มีการใช้ STEM PBL มาก่อนแล้ว โดยมีการปรับปรุงกิจกรรมทุก ๆ 6 เดือน เป็นเวลา 3 ปี และครูผู้สอนเป็นครูที่ได้รับการพัฒนาสู่ครูมืออาชีพทางด้าน STEM ผลการศึกษาพบว่า การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาผ่านการจัดกิจกรรมโดยใช้โครงงานเป็นฐานสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ให้สูงขึ้น และนักเรียนกลุ่มอ่อนมีอัตราการพัฒนาเพิ่มขึ้น ช่วยลดช่องว่างระหว่างกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อน

Ceylan and Ozdilek (2015) ได้ทำการศึกษาการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสะเต็มศึกษา กลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนเกรด 8 ผลการศึกษาพบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนเพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

Quang et al. (2015) ได้ทำการศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาด้วยการออกแบบของเล่นเชิงเทคนิคของนักเรียนที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์และการเสริมสร้างประสบการณ์ กลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนระดับมัธยมศึกษา โรงเรียนของเวียดนาม ผลการศึกษาพบว่า การออกแบบของเล่นเชิงเทคนิคทำให้นักเรียนสามารถเรียนรู้และเห็นประโยชน์ที่เป็นรูปธรรมจากการบูรณาการสะเต็มศึกษา และการออกแบบของเล่นเชิงเทคนิค มีความสอดคล้องกันกับการพัฒนาความสามารถของนักเรียน

Seyide Eroglu and Oktay Bektas (2022) ได้ทำการศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบ 5 E ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และมุมมองเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบอะตอมและตารางธาตุ กลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนเกรด 9 ประเทศตุรกี ในภาคการศึกษาปลายปี 2016 จำนวน 133 คน โดยกลุ่มทดลองทำการสอนแบบ 5 E ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ส่วนกลุ่มควบคุมทำการสอนแบบดั้งเดิม ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และมุมมองเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และมุมมองเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ สามารถพัฒนาได้ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบ 5 E ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

Fatemeh Shahbazloo and Rasol Abdullah Mirzaie (2023) ได้ทำการศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งผลต่อการเรียนรู้และความคิดสร้างสรรค์ เรื่องพลังงานแสงอาทิตย์ กลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนหญิง เกรด 9 โรงเรียนมัธยมในเมือง Qarchak ประเทศอิหร่าน ในปีการศึกษา 2020-2021 จำนวน 143 คน ที่ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง ผลการศึกษาพบว่า การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาช่วยเพิ่มความคิดสร้างสรรค์ควบคู่ไปกับประสิทธิภาพการเรียนรู้ด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ในนักเรียนหญิงอย่างมีนัยสำคัญ

จากการศึกษาผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและต่างประเทศดังกล่าว สรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาสามารถช่วยพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน และช่วยพัฒนาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ในการสร้างชิ้นงานของนักเรียน ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดสร้างสรรค์เพื่อสร้างนวัตกรรม ระหว่างการใช้การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาและการจัดการเรียนรู้แบบปกติ



บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ มีจุดมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องของไหล และความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษากับจัดการเรียนรู้แบบปกติ ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์ (Science Math Program) โรงเรียนพรานกระต่ายพิทยาคม จังหวัดกำแพงเพชร

1.2 กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์ โรงเรียนพรานกระต่ายพิทยาคม จังหวัดกำแพงเพชร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 2 ห้องเรียน ซึ่งโรงเรียนจัดห้องเรียนคละความสามารถ ผู้วิจัยจึงทำการสุ่มแบบกลุ่ม (cluster random sampling) ได้กลุ่มทดลองเป็นนักเรียนห้อง 2 จำนวน 43 คน และสุ่มได้กลุ่มควบคุมเป็นนักเรียนห้อง 1 จำนวน 43 คน

2. รูปแบบการวิจัย

ตารางที่ 3.1 แสดงแบบแผนการวิจัย (แบบเปรียบเทียบกับกลุ่มคงที่)

กลุ่ม	ให้สิ่งทดลอง	ทดสอบหลัง
E	X	O ₂
C	-	O ₂

E คือ นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

C คือ นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

X คือ การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

O₂ คือ ผลการทดสอบหลังเรียน

3. การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยได้ทำการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย จำนวน 4 ชิ้น ได้แก่

1. แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องของไหล
2. แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ เรื่องของไหล
3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องของไหล
4. แบบประเมินความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม

รายละเอียดของการพัฒนาเครื่องมือและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ มีดังต่อไปนี้

3.1 แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องของไหล มีขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพดังนี้

3.1.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) สาระฟิสิกส์ มาตรฐานที่ 4 ผลการเรียนรู้ และสาระการเรียนรู้เพิ่มเติมตามระดับชั้น

3.1.2 ศึกษาหลักสูตรสถานศึกษา โรงเรียนพรานกระต่ายพิทยาคม จังหวัดกำแพงเพชร ในรายวิชาฟิสิกส์ 5 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

3.1.3 ศึกษารายละเอียดของขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ที่มุ่งเน้นไปทางกระบวนการทางวิศวกรรมศาสตร์ 6 ขั้นตอน ในการสร้างนวัตกรรมเพื่อแก้ปัญหา ประกอบด้วย 1) ระบุปัญหา 2) รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา 3) ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา 4) วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา 5) ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหา หรือชิ้นงาน และ 6) นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา

3.1.4 กำหนดขอบเขตเนื้อหาวิชา และทำการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้เวลา 20 ชั่วโมง ให้สอดคล้องกับผลการเรียนรู้และขอบข่ายเนื้อหา ดังต่อไปนี้

- 1) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ความตึงผิวของของเหลว 4 ชั่วโมง
- 2) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ความหนืดของของเหลว 4 ชั่วโมง
- 3) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 ความดันของของเหลว 4 ชั่วโมง
- 4) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 แรงพยุงของของไหล 4 ชั่วโมง
- 5) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 พลศาสตร์ของไหล 4 ชั่วโมง

3.1.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องของไหล ที่สร้างขึ้น เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง

3.1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องของไหล ที่สร้างขึ้น ไปให้ ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ทำการพิจารณาความถูกต้องและเหมาะสม ซึ่งมีผลการประเมินความถูกต้อง และเหมาะสมอยู่ระหว่าง 4.66 – 5.00

3.1.7 ปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ และนำไปใช้กับ กลุ่มตัวอย่าง

3.2 แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ เรื่องของไหล มีขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพดังนี้

3.2.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) สาระฟิสิกส์ มาตรฐานที่ 4 ผลการเรียนรู้ และสาระการเรียนรู้เพิ่มเติมตามระดับชั้น

3.2.2 ศึกษาหลักสูตรสถานศึกษา โรงเรียนพรานกระต่ายพิทยาคม จังหวัดกำแพงเพชร ในรายวิชาฟิสิกส์ 5 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

3.2.3 ศึกษารายละเอียดของขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ที่มุ่งเน้นขั้นการนำเข้าสู่ บทเรียน ขั้นสอน และขั้นสรุป

3.2.4 กำหนดขอบเขตเนื้อหาวิชา และทำการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ เรื่องของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้เวลา 20 ชั่วโมง ให้สอดคล้องกับผลการเรียนรู้และ ขอบข่ายเนื้อหา ดังต่อไปนี้

- 1) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ความตึงผิวของของเหลว 4 ชั่วโมง
- 2) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ความหนืดของของเหลว 4 ชั่วโมง
- 3) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 ความดันของของเหลว 4 ชั่วโมง
- 4) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 แรงพยุงของของไหล 4 ชั่วโมง
- 5) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 พลศาสตร์ของไหล 4 ชั่วโมง

3.2.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ เรื่องของไหล ที่สร้างขึ้น เสนอต่ออาจารย์ ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง

3.2.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องของไหล ที่สร้างขึ้น ไปให้ ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ทำการพิจารณาความถูกต้องและเหมาะสม ซึ่งมีผลการประเมินความถูกต้อง และเหมาะสมอยู่ระหว่าง 4.11 – 5.00

3.2.7 ปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ และนำไปใช้กับ กลุ่มตัวอย่าง

3.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องของไหล มีขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพดังนี้

3.3.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) สาระฟิสิกส์ มาตรฐานที่ 4 ผลการเรียนรู้ และสาระการเรียนรู้เพิ่มเติมตามระดับชั้น

3.3.2 ศึกษาหลักสูตรสถานศึกษา โรงเรียนพรานกระต่ายพิทยาคม จังหวัดกำแพงเพชร ในรายวิชาฟิสิกส์ 5 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

3.3.3 กำหนดขอบเขตเนื้อหา ให้สอดคล้องกับผลการเรียนรู้

3.3.4 วิเคราะห์หลักสูตรเพื่อกำหนดสัดส่วนความสำคัญ และกำหนดจำนวนข้อสอบตามผลการเรียนรู้

ตารางที่ 3.2 แสดงผลการเรียนรู้ ขอบข่ายเนื้อหา และการกำหนดสัดส่วนจำนวนข้อสอบ

ผลการเรียนรู้	ขอบข่ายเนื้อหา	ระดับการคิด					จำนวนข้อสอบ
		ความจำ	ความเข้าใจ	การประยุกต์ใช้	วิเคราะห์	ประเมินค่า	
ทดลอง อธิบาย และคำนวณความตึงผิวของเหลว รวมทั้งสังเกตและอธิบายแรงหนืดของของเหลว	1. ความตึงผิวและแรงตึงผิว	2	2	5	3		12
	2. ความหนืดและแรงหนืด	2	1	7	2		12

ตารางที่ 3.2 (ต่อ)

ผลการเรียนรู้	ขอบข่ายเนื้อหา	ระดับการคิด					จำนวน ข้อสอบ
		ความจำ	ความเข้าใจ	การประยุกต์ใช้	วิเคราะห์	ประเมินค่า	
อธิบายและ	3. ความดันแก๊ส	1	1	5			7
คำนวณความดัน	4. ความดัน			5			5
แก๊ส ความดัน	สัมบูรณ์						
สัมบูรณ์ และ							
ความดัน							
บรรยากาศ							
รวมทั้งอธิบาย							
หลักการทํางาน							
ของแมนอมิเตอร์							
บารอมิเตอร์และ							
เครื่องอัดไฮดรอล							
ลิก							
ทดลอง อธิบาย	5. แรงพุ่ง	1		11			12
และคำนวณแรง	ของของไหล						
พุ่งของ							
ของไหล							
อธิบายสมบัติของ	6. ของไหล		1	6	1		8
ไหลอุดมคติ	ในอุดมคติ						
สมการความ	7. สมการ	1		3			4
ต่อเนื่อง และ	ความต่อเนื่อง						
สมการ							
เบอร์นูลลี คำนวณ							
ปริมาณต่าง ๆ							

ตารางที่ 3.2 (ต่อ)

ผลการเรียนรู้	ขอบข่ายเนื้อหา	ระดับการคิด					จำนวนข้อสอบ
		ความจำ	ความเข้าใจ	การประยุกต์ใช้	วิเคราะห์	ประเมินค่า	
ที่เกี่ยวข้อง และ นำความรู้ ไปอธิบายหลักการ ทำงานของ อุปกรณ์ต่าง ๆ							

3.3.5 ทำการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยสร้างข้อคำถามและสร้างตัวเลือกของคำตอบ 4 ตัวเลือกต่อ 1 ข้อคำถาม ตามขอบเขตเนื้อหาที่กำหนดไว้ จำนวน 60 ข้อ

3.3.6 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องของไหล ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง

3.3.7 ทดลองทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพื่อตรวจสอบความกำกวมของคำถาม และความถูกต้องของคำตอบ

3.3.8 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สร้างขึ้น ไปปรึกษาผู้เชี่ยวชาญเพื่อตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) โดยให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา จำนวน 3 ท่าน ทำการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ (Index of Congruence: IOC) โดยพิจารณาว่าข้อคำถามในแบบทดสอบแต่ละข้อสามารถวัดได้ตรงตามเนื้อหาหรือไม่ โดยใช้เกณฑ์การพิจารณาดังนี้

คะแนน +1 เมื่อผู้เชี่ยวชาญแน่ใจว่าข้อคำถามสามารถวัดได้ตรงตามเนื้อหา

คะแนน 0 เมื่อผู้เชี่ยวชาญไม่แน่ใจว่าข้อคำถามวัดได้ตรงตามเนื้อหาหรือไม่

คะแนน -1 เมื่อผู้เชี่ยวชาญแน่ใจว่าข้อคำถามไม่สามารถวัดได้ตรงตามเนื้อหา

3.3.9 นำผลการตรวจสอบของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน มาหาค่า IOC เป็นรายข้อ แล้วเลือกเฉพาะข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไปไว้ใช้ต่อไป หลังการตรวจสอบพบว่า ข้อคำถามที่สามารถวัดได้ตรงตามเนื้อหา มีจำนวน 55 ข้อ มีค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.66 - 1.00

3.3.10 นำแบบทดสอบที่ผ่านการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาจากผู้เชี่ยวชาญ ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 (กลุ่ม Try out) ที่เคยเรียนวิชาฟิสิกส์ 5 (ว33205) มาแล้ว จำนวน 30 คน

3.3.11 นำผลคะแนนที่ได้มาเรียงตามลำดับ เพื่อหาค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่น (r_{tt})

3.3.12 นำแบบทดสอบมาคัดเลือกให้เหลือ 30 ข้อ โดยเฉพาะข้อคำถามที่มีค่าความยาก อยู่ระหว่าง 0.47 ถึง 0.80 มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.20 ถึง 0.80 และมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.92

3.3.13 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องของไหล จำนวน 30 ข้อ ไปใช้กับ กลุ่มตัวอย่าง

3.4 แบบประเมินความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม มีขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพดังนี้

3.4.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม ที่สอดคล้องกับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 โดยศึกษาตัวอย่างรูบริค สำหรับประเมินความคิดสร้างสรรค์ และนวัตกรรม สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย (Grades 9 – 12) ของ Catalina Foothills School District; CFSD (2018) โรงเรียนมัธยมในรัฐแอริโซนา สหรัฐอเมริกา

3.4.2 สร้างแบบประเมินความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม ตามกรอบรูบริคของ Catalina Foothills School District; CFSD. ในการประเมินพฤติกรรม 6 ด้าน ได้แก่

1) การสร้างความคิด เป็นการนิยามปัญหา เสนอแนวคิด และวิธีการตรวจสอบแนวคิดในการแก้ปัญหา

2) การออกแบบและการปรับแต่งความคิด เป็นการเรียบเรียงและสร้างตัวแทนของแนวคิดในการแก้ปัญหา

3) การเปิดใจรับและกล้าที่จะสำรวจ เป็นความอยากรู้อยากเห็นในการแก้ปัญหา โดยมีการวางแผนหรือมีแบบแผน

4) การทำงานอย่างสร้างสรรค์ร่วมกับผู้อื่น เป็นการบูรณาการความคิดของสมาชิกในกลุ่มในการพัฒนาผลงาน

5) การสร้างผลงานเชิงสร้างสรรค์และนวัตกรรม การใช้ทรัพยากรในการสร้างผลงาน อธิบายลักษณะเฉพาะของผลงาน และสร้างหรือปรับปรุงผลงานจนสำเร็จ

6) การกำกับตนเองและการให้ผลย้อนกลับ เป็นการให้ผลย้อนกลับคุณภาพของผลงาน ระบุข้อบกพร่องในการแก้ปัญหา และประเมินความสำเร็จของผลงานได้

3.4.3 นำแบบประเมินความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมที่สร้างขึ้น เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง

3.4.4 นำแบบประเมินความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมที่สร้างขึ้น ไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ทำการประเมินความสอดคล้องระหว่างรายการประเมินกับวัตถุประสงค์ โดยพิจารณาว่าข้อคำถามในรายการประเมินแต่ละข้อสามารถวัดได้ตรงตามเนื้อหาหรือไม่

3.4.5 นำผลการตรวจสอบของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน มาหาค่า IOC เป็นรายข้อ หลังการตรวจสอบพบว่า รายการประเมินสามารถวัดได้ตรงตามเนื้อหา มีค่า IOC เท่ากับ 1.00

3.4.6 ปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ และนำแบบประเมินไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

4.1 จัดเตรียมความพร้อมของเครื่องมือ ได้แก่

4.1.1 แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องของไหล จำนวน 5 แผน รวมเวลา 20 ชั่วโมง

4.1.2 แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ เรื่องของไหล จำนวน 5 แผน รวมเวลา 20 ชั่วโมง

4.1.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องของไหล จำนวน 30 ข้อ

4.1.4 แบบประเมินความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม

4.2 ทำการจัดการเรียนการสอนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาให้นักเรียนกลุ่มทดลอง และจัดการเรียนการสอนแบบปกติให้นักเรียนกลุ่มควบคุม

4.3 ระหว่างจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ทำการวัดระดับความสามารถของนักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม ด้วยแบบประเมินความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม

4.4 หลังจัดกิจกรรมการเรียนการสอนจนครบเนื้อหาที่วางเอาไว้แล้ว ทำการวัดระดับความรู้ของนักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องของไหล

4.5 ตรวจสอบความถูกต้อง ความสมบูรณ์ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องของไหล และแบบประเมินความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม ก่อนนำไปวิเคราะห์ข้อมูล

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่เก็บรวบรวมมาทำการวิเคราะห์ โดยแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ส่วน คือ

5.1 การวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องของไหล

5.1.1 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องของไหล ของนักเรียนทั้งสองกลุ่มมาทำการตรวจให้คะแนน

5.1.2 นำคะแนนของนักเรียนทั้งสองกลุ่ม มาหาค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ยของคะแนน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

5.1.3 นำคะแนนของนักเรียนทั้งสองกลุ่มมาเปรียบเทียบกัน ด้วยสถิติทดสอบค่าที (Independent Sample t - test)

5.2 การวิเคราะห์ความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมจากแบบประเมินความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม

5.2.1 นำใบกิจกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษาและภาพการทำกิจกรรมในห้องเรียนของนักเรียนทั้งสองกลุ่ม มาทำการประเมินให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนดในแบบประเมินความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม

5.2.2 นำคะแนนของนักเรียนทั้งสองกลุ่มมาเปรียบเทียบกัน ด้วยสถิติทดสอบค่าที (Independent Sample test)

6. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

6.1 สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือวิจัย

6.1.1 วิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อความกับวัตถุประสงค์ (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้สูตรดังนี้ (สุวิมล ติรภานันท์, 2549, น. 148)

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

IOC คือ ดัชนีความสอดคล้อง

$\sum R$ คือ ผลรวมคะแนนของผู้เชี่ยวชาญแต่ละคน

N คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

คะแนนของผู้เชี่ยวชาญ กำหนดได้ดังนี้

- +1 หมายถึง ข้อคำถามนั้นสอดคล้องกับวัตถุประสงค์
- 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อคำถามนั้นสอดคล้องกับวัตถุประสงค์
- 1 หมายถึง ข้อคำถามนั้นไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์

6.1.2 วิเคราะห์ค่าความยาก (p) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยวิเคราะห์ข้อคำถามเป็นรายข้อ โดยใช้สูตรดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, น. 155)

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

- P คือ ดัชนีความยากของข้อสอบ
- R คือ จำนวนนักเรียนที่ตอบข้อสอบนั้นได้ถูกต้อง
- N คือ จำนวนนักเรียนที่ตอบข้อสอบทั้งหมด

6.1.3 วิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยวิเคราะห์ข้อคำถามเป็นรายข้อ โดยใช้สูตรดังนี้ (พิชิต ฤทธิ์จรูญ, 2550, น. 143)

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

- r คือ ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ
- R_U คือ จำนวนผู้เรียนในกลุ่มเก่งที่ตอบถูก
- R_L คือ จำนวนผู้เรียนในกลุ่มอ่อนที่ตอบถูก
- N คือ จำนวนผู้เรียนในกลุ่มอ่อน

6.1.4 วิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ (Reliability) ด้วยวิธีการของคูเตอร์ ริชาร์ดสัน ด้วยสูตร KR - 20 ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, น. 167)

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

- r_{tt} คือ ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
- k คือ จำนวนข้อสอบ
- p คือ สัดส่วนของคนที่ทำถูกแต่ละข้อ
- q คือ สัดส่วนของคนที่ทำผิดแต่ละข้อ ($q = 1 - p$)
- S_t^2 คือ ความแปรปรวนของคะแนนทั้งฉบับ

6.2 สถิติพื้นฐาน

6.2.1 **ค่าเฉลี่ยเลขคณิต** เพื่อหาค่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้สูตรดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, น. 105)

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

\bar{x} คือ ค่าคะแนนเฉลี่ย

$\sum X$ คือ ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

n คือ จำนวนข้อมูลทั้งหมด

6.2.2 **ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน** เพื่อดูค่าการกระจายของคะแนน ว่าห่างจากค่าคะแนนเฉลี่ยเท่าใด โดยใช้สูตรดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, น. 104 - 108)

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

S.D. คือ คะแนนความเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\sum X$ คือ ผลรวมของคะแนนแต่ละตัว

$\sum X^2$ คือ ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง

n คือ จำนวนข้อมูลทั้งหมด

6.3 สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

ทดสอบสมมติฐานการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องของไหล และความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษากับจัดการเรียนรู้แบบปกติ ด้วยสถิติทดสอบค่าที (Independent Sample t - test) ดังนี้

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{s_p^2 \left[\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right]}}$$

เมื่อ $df = n_1 + n_2 - 2$

และ $s_p^2 = \frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2}$

t คือ การทดสอบค่าที

\bar{x}_1 คือ ค่าเฉลี่ยคะแนนกลุ่มที่ 1

\bar{x}_2	คือ	ค่าเฉลี่ยคะแนนกลุ่มที่ 2
n_1	คือ	จำนวนนักเรียนกลุ่มที่ 1
n_2	คือ	ค่าเฉลี่ยคะแนนกลุ่มที่ 2
s_1^2	คือ	ความแปรปรวนของคะแนนนักเรียนกลุ่มที่ 1
s_2^2	คือ	ความแปรปรวนของคะแนนนักเรียนกลุ่มที่ 2



บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ มีจุดมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ของไหล และความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษากับจัดการเรียนรู้แบบปกติ ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยดังนี้

ตอนที่ 1 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ของไหล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา กับจัดการเรียนรู้แบบปกติ

ตอนที่ 2 เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา กับจัดการเรียนรู้แบบปกติ

ผลการดำเนินการวิจัย มีรายละเอียดดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ของไหล

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ผลคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องของไหล ที่ได้รับกลับคืน จากนักเรียนทั้งสองห้องเรียน รวมทั้งสิ้น 86 ฉบับ เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับกันด้วยสถิติทดสอบค่าที (Independent Sample t - test) แสดงผลดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 แสดงผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษากับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

	n (คน)	M (คะแนน)	S.D.	t	p
กลุ่มควบคุม	43	18.09	2.84	7.98*	0.0000
กลุ่มทดลอง	43	22.26	2.54		

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 4.1 พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เป็นกลุ่มทดลอง ซึ่งได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา มีค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเท่ากับ 22.26 คะแนน และส่วนเบี่ยงเบน

มาตรฐานเท่ากับ 2.54 ส่วนนักเรียนที่เป็นกลุ่มควบคุม ซึ่งได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ มีค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเท่ากับ 18.09 คะแนน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.84 เมื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องของไหล นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องของไหล สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ผลการประเมินความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม จากนักเรียนทั้งสองห้องเรียน รวมทั้งสิ้น 86 คน เมื่อนำไปเปรียบเทียบกันด้วยสถิติทดสอบค่าที (Independent Sample t - test) แสดงผลดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 แสดงผลคะแนนจากแบบประเมินความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษากับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

	n (คน)	M (คะแนน)	S.D.	t	p
กลุ่มควบคุม	43	7.74	1.38	18.88*	0.0000
กลุ่มทดลอง	43	19.00	3.80		

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 4.2 พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เป็นกลุ่มทดลอง ซึ่งได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา มีค่าเฉลี่ยคะแนนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมเท่ากับ 19.00 คะแนน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.80 ส่วนนักเรียนที่เป็นกลุ่มควบคุม ซึ่งได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ มีค่าเฉลี่ยคะแนนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมเท่ากับ 7.74 คะแนน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.38 เมื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา มีความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

บทที่ 5

สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้ มีจุดมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องของไหล และความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษากับจัดการเรียนรู้แบบปกติ มีวิธีการดำเนินการวิจัยดังนี้

1. วัตถุประสงค์การวิจัย

1.1 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องของไหล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษากับจัดการเรียนรู้แบบปกติ

1.2 เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษากับจัดการเรียนรู้แบบปกติ

2. สมมติฐานการวิจัย

2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องของไหล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่จัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาสูงกว่าการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.2 ความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่จัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาสูงกว่าการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ขอบเขตการวิจัย

3.1 ขอบเขตด้านตัวแปร

ตัวแปรต้น คือ การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา และการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

ตัวแปรตาม คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม

3.2 ขอบเขตด้านเนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ อยู่ในสาระฟิสิกส์ มาตรฐานที่ 4 เป็นเนื้อหาของรายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม (ว33205) บทที่ 3 เรื่องของไหล ซึ่งประกอบด้วยเนื้อหา 1) ความตึงผิวของของเหลว 2) ความหนืดของของเหลว 3) ความดันของของเหลว 4) แรงพยุงจากของไหล และ 5) พลศาสตร์ของไหล

3.3 ขอบเขตด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์ (Science Math Program) โรงเรียนพรานกระต่ายพิทยาคม อำเภอพรานกระต่าย จังหวัดกำแพงเพชร ซึ่งจัดชั้นเรียนแบบคละความสามารถ

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์ โรงเรียนพรานกระต่ายพิทยาคม อำเภอพรานกระต่าย จังหวัดกำแพงเพชร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 2 ห้องเรียน ที่ได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (cluster random sampling) เป็นกลุ่มทดลอง 1 ห้องเรียน จำนวน 43 คน และกลุ่มควบคุม 1 ห้องเรียน จำนวน 43 คน

3.4 ขอบเขตด้านระยะเวลา

ดำเนินการเก็บข้อมูลจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 โดยผู้วิจัยจัดกิจกรรมการเรียนการสอน 4 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 5 สัปดาห์ รวมทั้งสิ้น 20 ชั่วโมง

4. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องของไหล จำนวน 5 แผน 2) ใบกิจกรรม ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา จำนวน 5 กิจกรรม 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องของไหล จำนวน 30 ข้อ และ 4) แบบประเมินความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม

5. วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

5.1 จัดเตรียมความพร้อมของเครื่องมือ ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องของไหล จำนวน 5 แผน 2) ใบกิจกรรม ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา จำนวน 5 กิจกรรม 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องของไหล จำนวน 30 ข้อ และ 4) แบบประเมินความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม

5.2 ทำการจัดการเรียนการสอนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาและใบกิจกรรม ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ให้แก่นักเรียนกลุ่มทดลอง และจัดการเรียนการสอนแบบปกติ ให้แก่นักเรียนกลุ่มควบคุม

5.3 ระหว่างจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ทำการวัดระดับความสามารถของนักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม ด้วยแบบประเมินความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม

5.4 หลังจัดกิจกรรมการเรียนการสอนจนครบเนื้อหาที่วางเอาไว้แล้ว ทำการวัดระดับความรู้ของนักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องของไหล

5.5 ตรวจสอบความถูกต้อง ความสมบูรณ์ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องของไหล และแบบประเมินความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม ก่อนนำไปวิเคราะห์ข้อมูล

6. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่เก็บรวบรวมมาทำการวิเคราะห์ โดยแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ส่วน คือ

6.1 การวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องของไหล โดยนำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องของไหล ของนักเรียนทั้งสองกลุ่มมาทำการ

ตรวจให้คะแนน จากนั้นจึงหาค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ยของคะแนน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และนำคะแนนของนักเรียนทั้งสองกลุ่มมาเปรียบเทียบกัน ด้วยสถิติทดสอบค่าที (Independent Sample test)

6.2 การวิเคราะห์ความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมจากแบบประเมินความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม โดยนำไปกิจกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษาและภาพการทำกิจกรรมในห้องเรียนของนักเรียนทั้งสองกลุ่ม มาทำการประเมินให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนดในแบบประเมินความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม และนำคะแนนของนักเรียนทั้งสองกลุ่มมาเปรียบเทียบกัน ด้วยสถิติทดสอบค่าที (Independent Sample test)

1. สรุปการวิจัย

ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม เรื่องของไหล โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษากับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ดังนี้

1.1 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องของไหล สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1.2 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษามีความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. อภิปรายผล

2.1 นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องของไหล สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งมีความสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัย เนื่องจากการจัดการเรียนการสอนแบบปกติ ผู้เรียนจะได้เรียนรู้เนื้อหาจากการทดสอบทฤษฎีโดยการทดลอง จากนั้นจึงอภิปรายผลเพื่อสรุปองค์ความรู้ให้เป็นไปตามกรอบเนื้อหาที่ผู้สอนวางเอาไว้ เพื่อนำไปสู่การคำนวณ แต่ในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ในขั้นที่ 2 การรวบรวมข้อมูลและแนวคิดเกี่ยวกับปัญหา ผู้เรียนจะได้รวบรวมข้อมูลที่เป็นความรู้ และแนวคิดต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาด้วยตนเอง ผู้เรียนจะได้เชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ จากการรวบรวมเข้าด้วยกัน รวมทั้งความรู้ที่กำลังจะศึกษาในบทเรียนและความรู้เดิมที่ได้ศึกษามาแล้ว ทั้งเนื้อหาในรายวิชาและเนื้อหา

ข้ามสาขาวิชา เพื่อนำมาใช้ในการออกแบบวิธีการแก้ปัญหา ทำให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาเพิ่มมากขึ้น พัฒนาผลสัมฤทธิ์ให้สูงขึ้นได้ ซึ่งสอดคล้องกับที่พรทิพย์ ศิริภักษ์ชัย (2556, น. 50) ได้กล่าวไว้ว่า สะเต็มศึกษา เป็นการสอนแบบบูรณาการข้ามสาขาวิชา โดยนำจุดเด่นของธรรมชาติของวิชา และวิธีการสอนของแต่ละสาขามาผสมผสานกัน เพื่อให้ผู้เรียนนำความรู้มาใช้ในการแก้ปัญหา ค้นคว้า โดยอาศัยความรู้หลายด้านในการทำงาน ไม่สามารถแยกใช้ความรู้เป็นส่วน ๆ ได้ และสอดคล้องกับที่ชลาธิป สมานิติ (2557, น. 1) ได้กล่าวไว้ว่า สะเต็มศึกษาเป็นการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการกลุ่มสาระและทักษะกระบวนการของ 4 สาระ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ โดยนำธรรมชาติของแต่ละวิชามาผสมผสานกันในลักษณะของการบูรณาการ เพื่อให้เกิดความรู้ที่ตอบสนองต่อการดำรงชีวิต เมื่อผู้เรียนได้สร้างสรรค์วิธีการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันในรูปของสิ่งประดิษฐ์ หรือนวัตกรรมตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ผู้เรียนจะได้ทดสอบวิธีการแก้ปัญหว่าบรรลุเป้าหมายมากน้อยเพียงใด สอดคล้องกับที่สิรินภา กิจเกื้อกูล (2558, น. 201) ได้กล่าวไว้ว่า สะเต็มศึกษาเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้เกิดการบูรณาการในกลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ เพื่อพัฒนาความรู้ ความเข้าใจ และฝึกทักษะด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี นำความรู้ที่บูรณาการมาสร้างผลผลิตจากกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เพื่อแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน ซึ่งจะเห็นได้ว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ผู้เรียนได้สร้างประสบการณ์เรียนรู้ด้วยตนเอง ได้บูรณาการเนื้อหาเข้ากับวิชาอื่น ๆ และเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ ผ่านกระบวนการที่มีความสนุกและท้าทาย ทำให้เกิดความเข้าใจในเนื้อหาที่คงทน เห็นเห็นคุณค่าของการเรียนวิทยาศาสตร์ ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นตามไปด้วย สอดคล้องกับที่สุริยา ห้องเสนาะ (2562) ได้กล่าวไว้ว่า สะเต็มศึกษาเป็นกิจกรรมที่บูรณาการด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ เพื่อเชื่อมโยงความรู้ สู่การทำงานในชีวิตจริง ผู้เรียนจะเรียนวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ด้วยความสนุก พร้อมทั้งตระหนักถึงคุณค่าของการเรียนรู้

2.2 นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา มีความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งมีความสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัย เนื่องจากการจัดการเรียนการสอนแบบปกติ ผู้เรียนจะได้ทดสอบทฤษฎีตามแบบจำลองที่ครูกำหนดให้ ส่งผลให้นักเรียนไม่ได้แสดงความคิดหรือออกแบบชิ้นงานตามจินตนาการของตนเอง เพราะจะทำให้ผลการทดสอบผิดเพี้ยนไปจากทฤษฎี แต่ในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา ผู้เรียนจะได้คิดออกแบบวิธีการแก้ปัญหา ในลักษณะของแผนภาพหรือแบบร่าง ผ่านการวิเคราะห์ พุดคุย ถกเถียงกันภายในกลุ่ม อีกทั้งยังสามารถจินตนาการนวัตกรรมได้อย่างหลากหลาย และนำไปสู่ขั้นที่ 4 การดำเนินการแก้ปัญหา ด้วยการลงมือสร้างนวัตกรรมซึ่งเป็นชิ้นงานในการแก้ปัญหา กระบวนการนี้สามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมของผู้เรียนได้ สอดคล้องกับที่สุรกิจ ศรีสรณกุลวงศ์ (2563) ได้กล่าวไว้ว่า ความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม

เป็นทักษะที่จะช่วยสร้างแนวคิดใหม่ ๆ พัฒนารูปแบบวิธีการใหม่ ๆ ที่ช่วยให้การทำงานดีขึ้น สามารถใช้ทักษะทางความคิด เพื่อสร้างทางเลือกใหม่ ๆ ในการแก้ปัญหาเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ดีกว่าเดิม หรือแตกต่างไปจากเดิม และสอดคล้องกับที่ซัลซ กลิ่นแก่นจันทร์ (2560, น. 7) ได้กล่าวไว้ว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นทักษะรูปแบบหนึ่งในการเรียนรู้ และนวัตกรรมจะมีพฤติกรรมบ่งชี้ คือ การใช้ความคิดสร้างสรรค์ในการพัฒนาแนวคิดใหม่ ๆ รวมทั้งการเปิดรับมุมมองที่แตกต่าง เมื่อผู้เรียนได้แบบร่างเรียบร้อยแล้ว จึงนำไปสู่กระบวนการสร้างนวัตกรรมต้นแบบเพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหา หลังจากทดสอบแก้ปัญหา ผลลัพธ์ที่ได้จะเป็นตัวกำหนดว่า ผู้เรียนพึงพอใจในผลลัพธ์เพียงใด หรือบรรลุตามเป้าหมายที่นักเรียนคาดหวังไว้เพียงใด หากผลลัพธ์ไม่เป็นไปตามเป้าหมาย ผู้เรียนสามารถปรับแตงนวัตกรรมของตนเองได้ ซึ่งกระบวนการนี้สามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ภายใต้เงื่อนไขหรือข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นของผู้เรียนได้ และผู้เรียนจะพัฒนานวัตกรรมจนกว่าจะพอใจ สามารถนำไปแก้ไขปัญหาในชีวิตประจำวันได้จริง เกิดเป็นวิธีการแก้ปัญหาใหม่ ๆ หรือนวัตกรรมใหม่ ๆ ซึ่งสอดคล้องกับที่ Persis S. Drell (2017) ได้กล่าวไว้ว่า ความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม เป็นเครื่องมือที่ช่วยให้สามารถแก้ปัญหาที่ยากที่สุดได้ ด้วยการเปลี่ยนวิธีคิดในการแก้ปัญหา สร้างวิธีการแก้ปัญหาแบบใหม่ ๆ และยังสอดคล้องกับที่ Theodore Levitt (1983, p. 87) ได้กล่าวไว้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ เป็นการคิดสิ่งใหม่ ๆ ส่วนนวัตกรรมเป็นการทำสิ่งใหม่ ๆ จากการคิดสิ่งใหม่ ๆ

3. ข้อเสนอแนะ

3.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

3.1.1 การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ครูผู้สอนควรเลือกสถานการณ์ปัญหาให้เหมาะสมกับเนื้อหา มีความเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันของผู้เรียน หรือการประกอบอาชีพในอนาคต เนื่องจากในการออกแบบวิธีการแก้ปัญหา ผู้เรียนอาจเลือกวิธีการแก้ปัญหาอื่น ๆ ที่มีองค์ความรู้อยู่ในเนื้อหาระดับอื่น ซึ่งไม่สอดคล้องกับตัวชี้วัดของบทเรียนได้

3.1.2 การกำหนดวิธีการแก้ปัญหาให้ผู้เรียน หากการสร้างนวัตกรรมเพื่อปัญหามีวัสดุอุปกรณ์ที่แตกต่างกันให้ผู้เรียนได้เลือกใช้ จัดว่าเป็นการจัดการจัดกิจกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

3.1.3 ในแผนการจัดการเรียนรู้แรก ๆ ผู้เรียนจะไม่สามารถจินตนาการหรือกล้าที่จะออกแบบวิธีการแก้ปัญหาได้ ผู้สอนสามารถแนะนำให้ผู้เรียนศึกษาจากวิธีการที่คนอื่นเคยทำมาแล้ว เพื่อเป็นแนวทางหรือจุดเริ่มต้นในการออกแบบวิธีการแก้ปัญหาให้แก่ผู้เรียน เมื่อผู้เรียนเรียนรู้และเข้าใจขั้นตอนนี้แล้ว ผู้สอนไม่จำเป็นต้องแนะนำในแผนการจัดการเรียนรู้ต่อ ๆ ไป

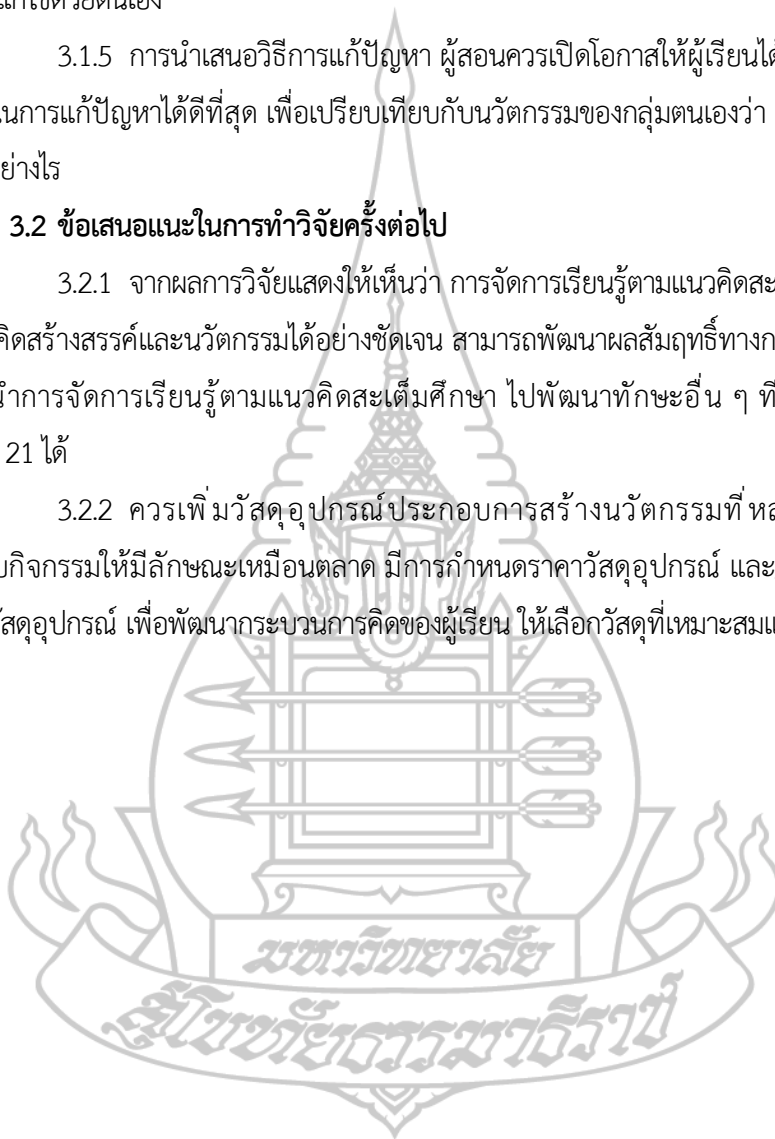
3.1.4 ผู้สอนต้องให้อิสระในการออกแบบวิธีการแก้ปัญหาโดยไม่ต้องสนใจถึงความ เป็นไปได้ หรือหลักการทฤษฎีใด ๆ เพื่อกระตุ้นให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ การคิดนอกกรอบ เมื่อผู้เรียน ได้ทดลองสร้างนวัตกรรมต้นแบบและนำไปทดสอบแล้ว ผู้เรียนจะได้พบกับปัญหา ข้อผิดพลาด ที่จะนำไปสู่ การปรับปรุงแก้ไขด้วยตนเอง

3.1.5 การนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผู้สอนควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้วิพากษ์นวัตกรรม ที่ให้ผลลัพธ์ในการแก้ปัญหาได้ดีที่สุด เพื่อเปรียบเทียบกับนวัตกรรมของกลุ่มตนเองว่า มีความเหมือนและ แตกต่างกันอย่างไร

3.2 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

3.2.1 จากผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สามารถ พัฒนาความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมได้อย่างชัดเจน สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้สูงขึ้นได้ จึงสามารถนำการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ไปพัฒนาทักษะอื่น ๆ ที่อยู่ในกลุ่มทักษะ ในศตวรรษที่ 21 ได้

3.2.2 ควรเพิ่มวัสดุอุปกรณ์ประกอบการสร้างนวัตกรรมที่หลากหลายมากขึ้น อาจออกแบบกิจกรรมให้มีลักษณะเหมือนตลาด มีการกำหนดราคาวัสดุอุปกรณ์ และ/หรือจำกัดวงเงิน ในการเลือกวัสดุอุปกรณ์ เพื่อพัฒนากระบวนการคิดของผู้เรียน ให้เลือกวัสดุที่เหมาะสมและคุ้มค่าที่สุด





บรรณานุกรม

มหาวิทยาลัย

สุโขทัยธรรมาธิราช

บรรณานุกรม

- กนกวัลย์ ไกรนุกูล. (2565). การคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม. <https://library.wu.ac.th/km/การคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม/>
- ชนิษฐา บุญภักดี. (2552). การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาของนักศึกษา ระดับปริญญาตรี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- ชลธิศป สมานิติ. (2557). เอกสารประกอบการอบรมเชิงปฏิบัติการ การจัดการเรียนการสอนทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์สำหรับปฐมวัย. เมื่อวันที่ 18 มกราคม และ 8 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2557 ณ สมาคมอนุบาลแห่งประเทศไทย.
- ณัฐพงษ์ ธนวรรณพงศ์, ภัทรภร ชัยประเสริฐ, สมศิริ สิงห์ภาพ และคงศักดิ์ วัฒนะโชติ. (2564). การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์เชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยบูรพา.
- นงนุช เอกตระกูล. (2558). การพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบ STEM เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (CPS) ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน กระทรวงศึกษาธิการ.
- ปัญญา ชูช่วย. (2551). ปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาปริญญาตรี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี.
- ปาริชาติ ปานศรี. (2565). ผลการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์ และความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวัดพระประทีปเจดีย์ จังหวัดนครปฐม [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- ปิยวรรณ ทศกาญจน์. (2561). การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา เรื่องบ้านพยากรณ์ เพื่อส่งเสริมทักษะการเรียนรู้และการสร้างสรรค์ชิ้นงาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต.
- พรทิพย์ ศิริภัทรราชย์. (2556). STEM Education กับการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21. วารสารนักบริหาร, 33(2), 49-56.

- พันธิการ์ วัฒนกุล และสุรศักดิ์ มั่งสิงห์. (2558). ความรู้พื้นฐานและทักษะที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21. วารสารวิชาการ ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 4(1). <http://dspace.spu.ac.th/bitstream/123456789/5799/1/วารสารวิชาการ.pdf>
- ภัทราวดี เอี่ยมพงษ์. (2564). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการสร้างแบบจำลองรายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องแสง โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานตามแนวทาง สะเต็มศึกษาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/3 วิทยาลัยนาฏศิลป์ [วิทยานิพนธ์ปริญญา-มหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา.
- มณฑารัตน์ ชูพินิจ. (2540). องค์ประกอบในการพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาปริญญาตรี สถาบันราชภัฏนครศรีธรรมราช [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- มนตรี จุฬาววัฒนทล. (2556). สะเต็มศึกษา. ไทยวัฒนาพานิช.
- ลัดดาวัลย์ นงประโคน. (2560). การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ในชั้นเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สาขาชีววิทยา. (2563). รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนากระบวนการคิดระดับสูง วิชาชีววิทยา ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย. <http://biology.ipst.ac.th/?p=688>
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สาขาฟิสิกส์. (2557). การเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา. https://physics.ipst.ac.th/?page_id=2481
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2559). ความรู้เบื้องต้นสะเต็ม. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- _____. (2564). การใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเพื่อเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ และทักษะการแก้ปัญหา ตอนที่ 1. <https://www.scimath.org/article-science/item/12485-1-2>
- สมชาย อุ้นแก้ว. (2558). วิธีการสอนแบบสะเต็มศึกษา (STEM Education). http://www.kids.ru.ac.th/document/KM/STEM_by_T.Somchai-unkeaw.pdf
- สามารถ มาศรี. (2562). การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องชีวิตและสิ่งแวดล้อม และการดำรงชีวิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

- สำนักวิชาการ. (2559). *สะเต็มศึกษา (STEM Education)*. <https://library.parliament.go.th/en/radioscript/saetrmsueksa-stem-education>
- สิรินทร กิ่งชา. (2560). *การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในชั้นเรียนฟิสิกส์* [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- สิรินภา กิจเกื้อกุล. (2558). *สะเต็มศึกษา. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์*, 17(2), 201-207.
- สุกัญญา เชื้อหลุบโพธิ์. (2560). *การจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบหมุน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4* [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยนครสวรรค์.
- สุดาลักษณ์ เข็มพรมมา. (2548). *ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในโรงเรียนกลุ่มบูรพา สังกัดกรุงเทพมหานคร* [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- สุพรรณิชา ชาญประเสริฐ. (2558). *การออกแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษากับการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21. นิตยสาร สสวท.*, 43(192), 3-5.
- สุรศักดิ์ สงวนพงษ์. (2560). *กระบวนการวิศวกรรม*. <https://www.stemthai.com/wp-content/uploads/2017/04/การออกแบบทางวิศวกรรม-ppt-สุรศักดิ์- สงวนพงษ์.pdf>
- สุริยา ฮ่องเสนาะ. (2562). *สะเต็มศึกษา*. <https://dl.parliament.go.th/handle/20.500.13072/493008>
- อภิสิทธิ์ ธงไชย. (2556). *สะเต็มศึกษากับการพัฒนาการศึกษาวิทยาศาสตร์*. ไทยวัฒนาพานิช.
- Anderson and Krathwohl. (2001). *A Revision to the Revised Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*. Longman.
- Edward M. Reeve. (2013). *Implementing Science, Technology, Mathematics, and Engineering (STEM) Education in Thailand and in ASEAN*. A Report Prepared for The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (IPST).
- Fatemeh Shahbazloo and Rasol Abdullah Mirzaie. (2023). *Investigating the effect of 5E-based STEM education in solar energy context on creativity and academic achievement of female junior high school students*. Shahid Rajaee Teacher Training University.
- Mehren, W.A. and Lehmann, I.J. (1976). *Measurement and Evaluation in Education and Psychology*. Holt, Rinehart and Winston.
- O'Neil, T. L., Yamagata, J. Y. and Togioka, S. (2012). *Teaching STEM Means Teacher Learning*. *Phi Delta Kappan*, 94(1), 36-40.

Seyide Eroglu and Oktay Bektas. (2022). *The effect of 5E-based STEM education on academic achievement, scientific creativity, and views on the nature of science*. Erciyes University.

Vasquez, J.A., Sneider, C., and Comer, M. (2013). *STEM Lesson Essentials: Integrating Science, Technology, Engineering, and Mathematics*. Portsmouth, Heinemann.





ภาคผนวก

มหาวิทยาลัยราชภัฏวชิรเวศน์

มหาวิทยาลัยราชภัฏวชิรเวศน์



ภาคผนวก ก

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

มหาวิทยาลัยราชภัฏวชิรเวศน์

สุโขทัยวิทยาเขตราชภัฏวชิรเวศน์

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

1. ชื่อ นางสาวลำจวน คำบันลือ
 สถานที่ทำงาน โรงเรียนพรานกระต่ายพิทยาคม จังหวัดกำแพงเพชร
 วุฒิการศึกษา คบ. วิทยาศาสตร์ทั่วไป มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร
 กศ.ม. วิทยาศาสตร์ศึกษา (เน้นฟิสิกส์) มหาวิทยาลัยนเรศวร
 ประสบการณ์หรือความชำนาญ
 ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

2. ชื่อ นายอาทร รอกกลาง
 สถานที่ทำงาน โรงเรียนพรานกระต่ายพิทยาคม
 วุฒิการศึกษา วท.บ. ฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
 ป.บัณฑิต โครงการ สควค. มหาวิทยาลัยนเรศวร
 กศ.ม. วิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยนเรศวร
 ประสบการณ์หรือความชำนาญ
 ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

3. ชื่อ นางสาวกาญจนา มณีวัลย์
 สถานที่ทำงาน โรงเรียนสุโขทัยพิทยาคม จังหวัดสุโขทัย
 วุฒิการศึกษา กศ.บ. ฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
 กศ.ม. วิทยาศาสตร์ศึกษา (เน้นฟิสิกส์) มหาวิทยาลัยนเรศวร
 ประสบการณ์หรือความชำนาญ
 ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี



ที่ อว 0602.16 (น)/ 414

สาขาวิชาศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช
ตำบลบางพูด อำเภอปากเกร็ด
จังหวัดนนทบุรี 11120

7 กันยายน 2564

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาเครื่องมือวิจัย
เรียน นางสาวลำจวน คำบรรลือ
สิ่งที่ส่งมาด้วย โครงการวิทยานิพนธ์ จำนวน 1 ชุด

ด้วยนายสุริยัน ใจคำดีบ นักศึกษาหลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต วิชาเอกศึกษาศาสตร์ศึกษา สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การจัดการเรียนรู้ ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม เรื่องของไหล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ตามโครงการวิทยานิพนธ์ที่แนบมาด้วยนี้

การจัดทำวิทยานิพนธ์เรื่องดังกล่าว นักศึกษาได้จัดทำเครื่องมือที่จะเก็บรวบรวมข้อมูล และได้รับความเห็นชอบเบื้องต้นจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ไว้ชิ้นหนึ่งแล้ว แต่เพื่อให้เครื่องมือที่จัดทำนั้นมีความครอบคลุม เนื้อหาวิชา แนวปฏิบัติ และสอดคล้องกับหลักและกระบวนการวิจัย ทางสาขาวิชาจึงขอความอนุเคราะห์จากท่าน ในฐานะผู้ทรงคุณวุฒิด้านการจัดการเรียนการสอนทางด้านฟิสิกส์ ได้โปรดพิจารณาตรวจสอบและให้ความคิดเห็น เพื่อการปรับปรุงเครื่องมือการวิจัยของนักศึกษาผู้นี้ด้วย สำหรับรายละเอียดอื่น ๆ นักศึกษาจะนำเรียนด้วยตนเอง

สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านเป็นอย่างดี จึงขอคุณ มา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.นิรนาท แสนสา)

ประธานกรรมการประจำสาขาวิชาศึกษาศาสตร์

ฝ่ายบัณฑิตศึกษา

โทร. 0-2504-8505

โทรสาร. 0-2503-3566-7

เบอร์โทรศัพท์นักศึกษา 094-604-5414



ที่ อว 0602.16 (น)/ 414

สาขาวิชาศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช
ตำบลบางพูด อำเภอปากเกร็ด
จังหวัดนนทบุรี 11120

7 กันยายน 2564

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาเครื่องมือวิจัย

เรียน นายอาทร รอกกลาง

สิ่งที่ส่งมาด้วย โครงการวิทยานิพนธ์ จำนวน 1 ชุด

ด้วยนายสุวิทย์ ใจคำดีบ นักศึกษาหลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต วิชาเอกศึกษาศาสตร์ศึกษา สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การจัดการเรียนรู้ ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม เรื่องของไหล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ตามโครงการวิทยานิพนธ์ที่แนบมาด้วยนี้

การจัดทำวิทยานิพนธ์เรื่องดังกล่าว นักศึกษาได้จัดทำเครื่องมือที่จะเก็บรวบรวมข้อมูล และได้รับความเห็นชอบเบื้องต้นจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ไว้ชิ้นหนึ่งแล้ว แต่เพื่อให้เครื่องมือที่จัดทำนั้นมีความครอบคลุม เนื้อหาวิชา แนวปฏิบัติ และสอดคล้องกับหลักและกระบวนการวิจัย ทางสาขาวิชาจึงขอความอนุเคราะห์จากท่าน ในฐานะผู้ทรงคุณวุฒิด้านการจัดการเรียนการสอนทางด้านฟิสิกส์ ได้โปรดพิจารณาตรวจสอบและให้ความคิดเห็น เพื่อการปรับปรุงเครื่องมือการวิจัยของนักศึกษาผู้นี้ด้วย สำหรับรายละเอียดอื่น ๆ นักศึกษาจะนำเรียนด้วยตนเอง

สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านเป็นอย่างดี จึงขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.นิรนาท แสนสา)

ประธานกรรมการประจำสาขาวิชาศึกษาศาสตร์

ฝ่ายบัณฑิตศึกษา

โทร. 0-2504-8505

โทรสาร. 0-2503-3566-7

เบอร์โทรศัพท์นักศึกษา 094-604-5414



ที่ อว 0602.16 (น)/ 414

สาขาวิชาศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช
ตำบลบางพูด อำเภอปากเกร็ด
จังหวัดนนทบุรี 11120

7 กันยายน 2564

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาเครื่องมือวิจัย
เรียน นางสาวกาญจนา มณีวัลย์
สิ่งที่ส่งมาด้วย โครงการวิทยานิพนธ์ จำนวน 1 ชุด

ด้วยนายสุริยัน ใจคำดีบ นักศึกษาหลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม เรื่องของไหล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ตามโครงการวิทยานิพนธ์ที่แนบมาด้วยนี้

การจัดทำวิทยานิพนธ์เรื่องดังกล่าว นักศึกษาได้จัดทำเครื่องมือที่จะเก็บรวบรวมข้อมูล และได้รับความเห็นชอบเบื้องต้นจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ไว้ชิ้นหนึ่งแล้ว แต่เพื่อให้เครื่องมือที่จัดทำนั้นมีความครอบคลุมเนื้อหาวิชา แนวปฏิบัติ และสอดคล้องกับหลักและกระบวนการวิจัย ทางสาขาวิชาจึงขอความอนุเคราะห์จากท่าน ในฐานะผู้ทรงคุณวุฒิด้านการจัดการเรียนการสอนทางด้านฟิสิกส์ ได้โปรดพิจารณาตรวจสอบและให้ความคิดเห็นเพื่อการปรับปรุงเครื่องมือการวิจัยของนักศึกษาผู้นี้ด้วย สำหรับรายละเอียดอื่น ๆ นักศึกษาจะนำเรียนด้วยตนเอง

สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านเป็นอย่างดี จึงขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.นิรนาท แสนสา)

ประธานกรรมการประจำสาขาวิชาศึกษาศาสตร์

ฝ่ายบัณฑิตศึกษา

โทร. 0-2504-8505

โทรสาร. 0-2503-3566-7

เบอร์โทรศัพท์นักศึกษา 094-604-5414



ภาคผนวก ข

แบบประเมินเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องของไทย
2. แบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ เรื่องของไทย
3. แบบประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องของไทย
4. แบบประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC ของแบบประเมินความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม

แบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องของไหล

คำชี้แจง ขอความอนุเคราะห์ท่านพิจารณาข้อความแต่ละข้อ ว่าท่านมีความคิดเห็นอยู่ในระดับใด แล้วทำเครื่องหมาย / ในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด

ระดับคะแนน 5 หมายถึง เห็นด้วยอย่างยิ่ง

ระดับคะแนน 4 หมายถึง เห็นด้วย

ระดับคะแนน 3 หมายถึง ไม่แน่ใจ

ระดับคะแนน 2 หมายถึง ไม่เห็นด้วย

ระดับคะแนน 1 หมายถึง ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

ที่	รายการ	ระดับคะแนน				
		5	4	3	2	1
1. ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้						
1.1	จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้					
1.2	จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับสมรรถนะสำคัญ					
1.3	จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับคุณลักษณะอันพึงประสงค์					
2. ด้านเนื้อหา						
2.1	เนื้อหามีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้					
2.2	เนื้อหามีความเหมาะสมกับระดับการเรียนรู้ของผู้เรียน					
2.3	เนื้อหาสามารถนำไปใช้ในการจัดกิจกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา					
3. ด้านกิจกรรม						
3.1	กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้					
3.2	กิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับเนื้อหา					

ที่	รายการ	ระดับคะแนน				
		5	4	3	2	1
3.3	กิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปตามแนวคิด สะเต็มศึกษา					
3.4	กิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับเวลา					
4. ด้านการวัดและประเมินผล						
4.1	การวัดผลสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้					
4.2	วิธีการวัดและประเมินผลสอดคล้องกับ เครื่องมือที่ใช้ในการวัดและประเมินผล					
4.3	เครื่องมือสามารถวัดได้ครอบคลุม ตามจุดประสงค์การเรียนรู้					
4.4	เกณฑ์การวัดและประเมินผลมีความชัดเจน					
5. ด้านสื่อ/ วัสดุอุปกรณ์/ แหล่งเรียนรู้						
5.1	สื่อ/ วัสดุอุปกรณ์/ แหล่งเรียนรู้สอดคล้องกับ กิจกรรมการเรียนรู้					
5.2	สื่อ/ วัสดุอุปกรณ์/ แหล่งเรียนรู้ช่วย ความสนใจของนักเรียน					
5.3	สื่อ/ วัสดุอุปกรณ์/ แหล่งเรียนรู้ช่วยให้นักเรียน บรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้					

ลงชื่อ.....ผู้เชี่ยวชาญ

(.....)

แบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ เรื่องของไหล

คำชี้แจง ขอความอนุเคราะห์ท่านพิจารณาข้อความแต่ละข้อ ว่าท่านมีความคิดเห็นอยู่ในระดับใด แล้วทำเครื่องหมาย / ในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด

ระดับคะแนน 5 หมายถึง เห็นด้วยอย่างยิ่ง

ระดับคะแนน 4 หมายถึง เห็นด้วย

ระดับคะแนน 3 หมายถึง ไม่แน่ใจ

ระดับคะแนน 2 หมายถึง ไม่เห็นด้วย

ระดับคะแนน 1 หมายถึง ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

ที่	รายการ	ระดับคะแนน				
		5	4	3	2	1
1. ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้						
1.1	จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้					
1.2	จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับสมรรถนะสำคัญ					
1.3	จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับคุณลักษณะอันพึงประสงค์					
2. ด้านเนื้อหา						
2.1	เนื้อหามีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้					
2.2	เนื้อหามีความเหมาะสมกับระดับการเรียนรู้ของผู้เรียน					
2.3	เนื้อหาสามารถนำไปใช้ในการจัดกิจกรรมเพื่อสร้างชิ้นงานได้					
3. ด้านกิจกรรม						
3.1	กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้					
3.2	กิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับเนื้อหา					

ที่	รายการ	ระดับคะแนน				
		5	4	3	2	1
3.3	กิจกรรมการเรียนรู้นำไปสู่การสร้างชิ้นงานได้					
3.4	กิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับเวลา					
4. ด้านการวัดและประเมินผล						
4.1	การวัดผลสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้					
4.2	วิธีการวัดและประเมินผลสอดคล้องกับเครื่องมือที่ใช้ในการวัดและประเมินผล					
4.3	เครื่องมือสามารถวัดได้ครอบคลุมตามจุดประสงค์การเรียนรู้					
4.4	เกณฑ์การวัดและประเมินผลมีความชัดเจน					
5. ด้านสื่อ/ วัสดุอุปกรณ์/ แหล่งเรียนรู้						
5.1	สื่อ/ วัสดุอุปกรณ์/ แหล่งเรียนรู้สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้					
5.2	สื่อ/ วัสดุอุปกรณ์/ แหล่งเรียนรู้ช่วยเพิ่มความสนใจของนักเรียน					
5.3	สื่อ/ วัสดุอุปกรณ์/ แหล่งเรียนรู้ช่วยให้นักเรียนบรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้					

ลงชื่อ.....ผู้เชี่ยวชาญ
(.....)

แบบประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC (Index of Objective Congruence)

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เรื่องของไหล

คำชี้แจง ขอความอนุเคราะห์ท่านพิจารณาข้อความแต่ละข้อ ว่าท่านมีความคิดเห็นอยู่ในระดับใด แล้วทำเครื่องหมาย / ในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน โดยมีเกณฑ์ในการพิจารณาดังนี้

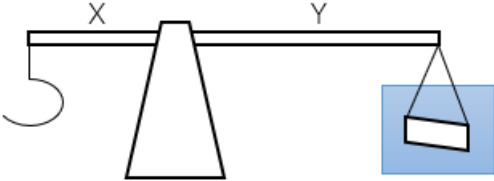
ให้คะแนน +1 เมื่อผู้เชี่ยวชาญแน่ใจว่าข้อคำถามสามารถวัดได้ตรงตามเนื้อหา

ให้คะแนน 0 เมื่อผู้เชี่ยวชาญไม่แน่ใจว่าข้อคำถามวัดได้ตรงตามเนื้อหาหรือไม่

ให้คะแนน -1 เมื่อผู้เชี่ยวชาญแน่ใจว่าข้อคำถามไม่สามารถวัดได้ตรงตามเนื้อหา และขอความอนุเคราะห์ให้ข้อคิดเห็นเสนอแนะเพิ่มเติมในข้อนี้

ข้อคำถาม	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
	+1	0	-1	
<p>1. จงพิจารณา ข้อใดถูกต้อง</p> <p>ก. แรงที่กระทำต่อวงแหวนที่อยู่ใต้ผิวน้ำ คือ แรงตึงผิว</p> <p>ข. ก่อนซักผ้าเราใส่ผงซักฟอกเพื่อเพิ่มแรงตึงผิว</p> <p>ค. หยดน้ำบนใบบัวจะมีแรงเชื่อมแน่นมากกว่าแรงยึดติด</p> <p>ง. ค่าความตึงผิวแปรผันตรงกับคุณสมบัติของของเหลว</p>				
<p>2. เพราะเหตุใด เวลาซักผ้าจึงต้องใส่ผงซักฟอกลงในน้ำ</p> <p>ก. ทำให้มีกลิ่นหอม</p> <p>ข. ทำให้เกิดฟอง</p> <p>ค. ละลายสิ่งสกปรกพวกไขมัน</p> <p>ง. ฆ่าเชื้อโรคในน้ำ</p>				
<p>3. ค่าของแรงตึงผิวของของเหลวที่กระทำต่อหัววงกลม และเหรียญวงกลม ซึ่งมีรัศมีเท่ากันและทำด้วยวัสดุชนิดเดียวกัน จะมีค่าเป็นเท่าไร</p> <p>ก. เท่ากัน</p> <p>ข. หัววงกลมเป็น 2 เท่าของเหรียญวงกลม</p> <p>ค. เหรียญวงกลมเป็น 2 เท่าของหัววงกลม</p> <p>ง. หัววงกลมเป็น เท่าของเหรียญวงกลม</p>				

ข้อคำถาม	ความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
	+1	0	-1	
<p>4. เข็มเล็ก ๆ มวล m ยาว l ลอยน้ำได้พอดี เนื่องจากแรงตึงผิวของน้ำที่มีความตึงผิว γ ค่าของแรงตึงผิวเท่ากับเท่าไร</p> <p>ก. γ/g ข. g/γ</p> <p>ค. $2\gamma/g$ ง. $g/2\gamma$</p>				
<p>5. ข้อใด ต้องออกแรงมากที่สุด</p> <p>ก. ดึงไม้โปรงกว้าง 5 เซนติเมตร ยาว 15 เซนติเมตร ขึ้นจากน้ำ</p> <p>ข. ดึงลวดสี่เหลี่ยมจัตุรัส ยาวด้านละ 5 เซนติเมตร ขึ้นจากน้ำ</p> <p>ค. ดึงท่อพีวีซีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 เซนติเมตร ขึ้นจากน้ำ</p> <p>ง. ดึงลูกบอลยาง รัศมี 12 เซนติเมตร ขึ้นจากน้ำ</p>				
<p>6. ใช้เชือกผูกลวดวงแหวนเส้นผ่านศูนย์กลาง 7.0×10^{-2} เมตร ให้เป็นเสาแทรก แล้วตะบन्नน้ำมัน ปรากฏว่าต้องใช้แรง 8.8×10^{-3} นิวตัน จึงดึงลวดวงแหวนขึ้นจากผิวน้ำมันได้ น้ำมันมีความตึงผิวเท่าไร</p> <p>ก. 0.02 นิวตันต่อเมตร ข. 0.05 นิวตันต่อเมตร</p> <p>ค. 0.26 นิวตันต่อเมตร ง. 0.52 นิวตันต่อเมตร</p>				
<p>7. วงแหวนกลมเส้นผ่านศูนย์กลาง 28 เซนติเมตร มีมวลน้อยมาก วางลอยอยู่บนผิวของเหลวชนิดหนึ่งซึ่งมีความตึงผิว 0.05 นิวตันต่อเมตร แรงตึงที่น้อยที่สุดที่จะพอดีดึงวงแหวนนี้ให้ลอยขึ้นจากผิวของเหลวเป็นเท่าไร</p> <p>ก. 3.1×10^{-2} นิวตัน ข. 4.4×10^{-2} นิวตัน</p> <p>ค. 6.2×10^{-2} นิวตัน ง. 8.8×10^{-2} นิวตัน</p>				

ข้อคำถาม	ความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
	+1	0	-1	
<p>8. แผ่นโลหะบางมารูปร่างกลมมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 7 เซนติเมตร นำไปลอยอยู่บนผิวน้ำ ถ้าแผ่นโลหะนี้สามารถลอยน้ำอยู่ได้เป็นผลมาจากแรงตึงผิวเพียงอย่างเดียว โลหะแผ่นนี้มีมวลอย่างมากที่สุดเท่าไร (กำหนดให้ ความตึงผิวของน้ำมีค่า 0.072 นิวตันต่อเมตร)</p> <p>ก. 1.58 กรัม ข. 2.26 กรัม</p> <p>ค. 3.16 กรัม ง. 4.52 กรัม</p>				
<p>9. แผ่นโลหะบางมารูปร่างกลม มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 9 เซนติเมตร นำไปลอยอยู่บนผิวน้ำ ถ้าการที่แผ่นโลหะนี้สามารถลอยน้ำอยู่ได้เป็นผลมาจากตึงผิวเพียงอย่างเดียว โลหะแผ่นนี้มีมวลอย่างมากที่สุดเท่าไร (กำหนดให้ ความตึงผิวของน้ำมีค่า 0.065 นิวตันต่อเมตร)</p> <p>ก. 1.58 กรัม ข. 1.84 กรัม</p> <p>ค. 3.45 กรัม ง. 5.26 กรัม</p>				
<p>10. การทดลองเพื่อศึกษาความตึงผิวของของเหลวใช้หลอดสี่เหลี่ยมจัตุรัสยาวด้านละ 5.0 เซนติเมตรในอุปกรณ์ดังรูป โดยระยะ $Y = 2X$ พบว่ามวลที่ทำให้หลอดหลุดออกจากผิวของเหลว คือ 0.004 กิโลกรัม ความตึงผิวของของเหลวเป็นเท่าไร</p>  <p>ก. 0.05 นิวตันต่อเมตร ข. 0.10 นิวตันต่อเมตร</p> <p>ค. 0.20 นิวตันต่อเมตร ง. 0.40 นิวตันต่อเมตร</p>				

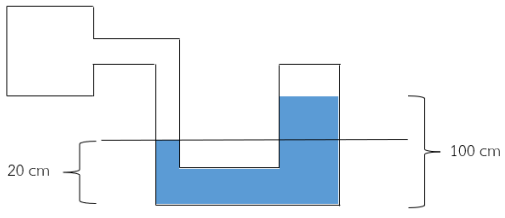
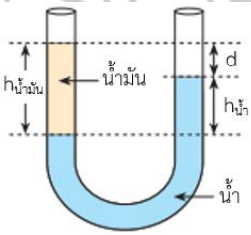
ข้อความ	ความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
	+1	0	-1	
<p>11. เทของเหลวลงในหลอดทดลอง พบว่าผิวของของเหลวเป็นเส้นตรงขนานกับพื้น ข้อใดสรุปได้ถูกต้อง</p> <p>ก. ของเหลวมีแรงยึดติดเท่ากับแรงเชื่อมแน่น</p> <p>ข. ของเหลวมีแรงยึดติดมากกว่าแรงเชื่อมแน่น</p> <p>ค. ของเหลวมีแรงยึดติดน้อยกว่าแรงเชื่อมแน่น</p> <p>ง. ไม่มีแรงเชื่อมแน่นกระทำกับของเหลว</p>				
<p>12. หลอดแก้วขนาดเล็กปลายล่างจุ่มอยู่ในปรอท ปรอทจะอยู่ในหลอดแก้วในลักษณะใด</p> <p>ก. เป็นเส้นตรง ข. โค้งขึ้น</p> <p>ค. โค้งลง ง. ข้อมูลไม่เพียงพอ</p>				
<p>13. เมื่อทิ้งลูกกลมเหล็กทรงกลมลงในน้ำที่บรรจุในภาชนะที่สูงมาก และระดับน้ำในภาชนะก็สูงด้วย ในขณะที่ลูกกลมเคลื่อนที่อยู่น้ำ จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้</p> <p>1. แรงหนืดจะมีค่าลดลงจนมีค่าเท่ากับศูนย์</p> <p>2. แรงหนืดจะมีค่าเพิ่มจนมีค่ามากที่สุดแล้ว คงที่ต่อไป</p> <p>3. ความเร็วของลูกกลมเหล็กลดลงจนมีค่าเท่ากับ 0</p> <p>4. ความเร่งของลูกกลมเหล็กลดลงจนมีค่าเท่ากับ 0</p> <p>ข้อใดถูกต้อง</p> <p>ก. ข้อ 1, 3 และ 4 ข. ข้อ 1, 4</p> <p>ค. ข้อ 1, 3 ง. ข้อ 2, 4</p>				

ข้อคำถาม	ความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
	+1	0	-1	
<p>14. ลูกกลมโลหะที่ลักษณะเหมือนกันตกในของเหลวที่มีความหนืดต่างกัน ความเร็วปลายของลูกกลมโลหะทั้งสองจะต่างกันหรือไม่ อย่างไร</p> <p>ก. ต่างกัน ในของเหลวที่มีความหนืดมากกว่าวัตถุมีความเร็วปลายมากกว่า</p> <p>ข. ต่างกัน ในของเหลวที่มีความหนืดมากกว่าวัตถุมีความเร็วปลายน้อยกว่า</p> <p>ค. ต่างกัน ความเร็วปลายจะมากหรือน้อยขึ้นกับสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ ด้วย</p> <p>ง. ไม่ต่างกัน</p>				
<p>15. ข้อใด เป็นวิธีการลดความหนืดในของเหลว</p> <p>ก. ผสมของเหลวชนิดเดียวกันลงไป</p> <p>ข. ผสมของเหลวอื่นลงไป</p> <p>ค. เพิ่มอุณหภูมิให้แก่ของเหลว</p> <p>ง. มีข้อถูกมากกว่า 1 ข้อ</p>				
<p>16. ลูกกลมเหล็กที่มีขนาดเท่ากันสองลูก ถูกปล่อยพร้อมกันลงในหลอดบรรจุน้ำที่มีอุณหภูมิ 20 และ 30 องศาเซลเซียส ลูกกลมเหล็กในหลอดใดถึงก้นหลอดก่อน</p> <p>ก. ที่ 20 องศาเซลเซียส ข. ที่ 30 องศาเซลเซียส</p> <p>ค. ถึงก้นหลอดพร้อมกัน ง. ข้อมูลไม่เพียงพอ</p>				
<p>17. ปล่อยลูกเหล็กที่มีรัศมี 7 มิลลิเมตร ให้เคลื่อนที่ในกลีเซอรินที่มีสัมประสิทธิ์ความหนืด 1.5 ปาสคาล วินาที จนกระทั่งมีความเร็วปลาย 3 เมตรต่อวินาที แรงต้านเนื่องจากความหนืดของกลีเซอรินมีค่าเท่าไร</p> <p>ก. 0.3 นิวตัน ข. 0.6 นิวตัน</p> <p>ค. 0.8 นิวตัน ง. 0.9 นิวตัน</p>				

ข้อคำถาม	ความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
	+1	0	-1	
<p>18. ปล่อยทรงกลมลงในน้ำที่มีความหนืด 1 ปาสคาล วินาที พบว่ามีแรงหนืด 0.132 นิวตัน ด้านการเคลื่อนที่ของทรงกลม ทำให้ทรงกลมดังกล่าวมีความเร็ว 5 เซนติเมตรต่อวินาที ทรงกลมนี้มีรัศมีเท่าไร</p> <p>ก. 0.07 เซนติเมตร ข. 0.14 เซนติเมตร</p> <p>ค. 7 เซนติเมตร ง. 14 เซนติเมตร</p>				
<p>19. ปล่อยลูกกลมโลหะความหนาแน่น 7500 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร มีรัศมี 2 มิลลิเมตร ให้ตกลงในน้ำมัน ความหนาแน่น 900 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร มีสัมประสิทธิ์ความหนืด 2.0 นิวตันวินาทีต่อเมตร² ความเร็วปลายของลูกกลมโลหะนี้เป็นเท่าไร (กำหนดให้ g มีค่า 9.8 เมตรต่อวินาที²)</p> <p>ก. 0.029 เมตรต่อวินาที ข. 0.138 เมตรต่อวินาที</p> <p>ค. 0.255 เมตรต่อวินาที ง. 0.305 เมตรต่อวินาที</p>				
<p>20. ลูกเหล็กทรงกลมรัศมี 1 มิลลิเมตร ตกในน้ำเชื่อม ความเร็วสุดท้ายของลูกกลมเหล็กมีค่าเท่าไร (กำหนดให้ ลูกเหล็กและน้ำเชื่อมมีความหนาแน่น 7800 และ 1600 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ และน้ำเชื่อมมีความหนืด 100 มิลลิปาสคาลวินาที)</p> <p>ก. 11.55 เมตรต่อวินาที ข. 0.135 เมตรต่อวินาที</p> <p>ค. 25.53 เมตรต่อวินาที ง. 0.305 เมตรต่อวินาที</p>				
<p>21. ปล่อยลูกเหล็กมวล m รัศมี r กับลูกเหล็กมวล m รัศมี $2r$ ลงในของเหลวชนิดหนึ่งที่มีความหนืด อัตราส่วนของความเร็วของลูกเหล็กรัศมี r ต่อรัศมี $2r$ เป็นเท่าไร</p> <p>ก. 1:2 ข. 1:4 ค. 2:1 ง. 4:1</p>				

ข้อคำถาม	ความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
	+1	0	-1	
<p>22. ลูกปัดทรงกลมรัศมี 0.3 เซนติเมตร หล่นลงในน้ำเชื่อมที่มีความหนืดค่าหนึ่ง พบว่าลูกปัดลอยนิ่งในน้ำเชื่อม แรงต้านเนื่องจากความหนืดมีค่าเป็นเท่าไร</p> <p>ก. 0 นิวตัน ข. 0.3 นิวตัน</p> <p>ค. 6π นิวตัน ง. ข้อมูลไม่เพียงพอ</p>				
<p>23. วัตถุทรงกลมรัศมี 3 มิลลิเมตร ถูกปล่อยลงในน้ำเชื่อมมีความหนืด 100 มิลลิปาสคาลวินาที พบว่าความเร็วสุดท้ายในน้ำเชื่อมมีค่าเป็น 0.1 เมตรต่อวินาที ความหนาแน่นของวัตถุกับน้ำเชื่อมต่างกันเท่าไร</p> <p>ก. 200 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร</p> <p>ข. 300 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร</p> <p>ค. 400 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร</p> <p>ง. 500 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร</p>				
<p>24. ปล่อยลูกเหล็กทรงกลมรัศมี 2 มิลลิเมตร มีความหนาแน่น 7800 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ลงในน้ำมันที่มีความหนาแน่น 800 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร แรงหนืดสูงสุดที่กระทำกับลูกเหล็กเป็นเท่าไร (กำหนดให้สัมประสิทธิ์ความหนืดเป็น 2 ปาสคาลวินาที และ g มีค่า 10 เมตรต่อวินาที²)</p> <p>ก. 1.17×10^{-2} นิวตัน ข. 2.34×10^{-2} นิวตัน</p> <p>ค. 1.17×10^{-3} นิวตัน ง. 2.34×10^{-3} นิวตัน</p>				
<p>25. เมื่อเปิดฝาขวด ปริมาณใดที่กระทำต่อน้ำที่กั้นขวด</p> <p>ก. ความดันเกจ ข. ความดันอากาศ</p> <p>ค. ความดันสัมบูรณ์ ง. ไม่มีข้อถูก</p>				

ข้อคำถาม	ความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
	+1	0	-1	
26. ที่ความลึก 3 เมตร จากผิวน้ำ ความดันเกจมีค่าเป็นเท่าไร ก. 15,000 ปาสคาล ข. 30,000 ปาสคาล ค. 150,000 ปาสคาล ง. 300,000 ปาสคาล				
27. ชายคนหนึ่ง สามารถทนแรงดันได้ 2×10^5 ปาสคาล ชายคนนี้จะสามารถดำน้ำได้ลึกที่สุดกี่เมตร ก. 2 เมตร ข. 5 เมตร ค. 10 เมตร ง. 20 เมตร				
28. บ่อปูนทรงลูกบาศก์ยาวด้านละ 2 เมตร บรรจุน้ำไว้เต็มบ่อ จะมีแรงดันที่ก้นบ่อเป็นเท่าไร ก. 1.2×10^5 ปาสคาล ข. 1.4×10^5 ปาสคาล ค. 1.2×10^6 ปาสคาล ง. 1.4×10^6 ปาสคาล				
29. ประตูปะบายน้ำแห่งหนึ่งขนาดยาว 10 เมตร สูง 20 เมตร สามารถทนรับแรงดันน้ำได้ 1 เมกะนิวตัน ระดับน้ำเหนือประตูปะบายน้ำจะมีความสูงได้มากที่สุดเท่าไร ก. 2.12 เมตร ข. 2.23 เมตร ค. 4.25 เมตร ง. 4.47 เมตร				
30. เชือกยาว 50 เมตร ผิวเชือกด้านที่รับน้ำเอียง 53 องศา กับแนวราบ ในขณะที่มีน้ำสูง 10 เมตร จงหาแรงดันของน้ำที่กระทำต่อเชือกนี้ ก. 6.25×10^7 นิวตัน ข. 3.12×10^7 นิวตัน ค. 6.25×10^8 นิวตัน ง. 3.12×10^8 นิวตัน				
31. ข้อใด คือ หลักการของเครื่องวัดความดัน ก. ของเหลวชนิดเดียวกัน ความดันจะเท่ากัน ข. ของเหลวต่างชนิดกัน ความดันจะเท่ากัน ค. หลอดปลายเปิดเหมือนกัน ความดันจะเท่ากัน ง. ความสูงระดับเดียวกัน ความดันจะเท่ากัน				

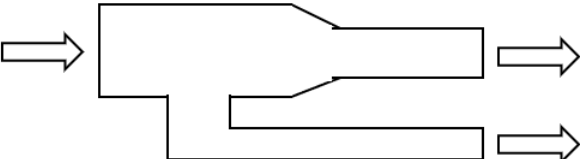
ข้อคำถาม	ความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
	+1	0	-1	
<p>32. หลอดรูปตัว U ปลายเปิดข้างหนึ่ง บรรจุปรอทไว้ ปลายหลอดขวาเปิดไว้หลอดด้านซ้ายต่อกับภาชนะบรรจุ ก๊าซ ระดับของปรอทปรากฏ ดังรูป ความดันสัมบูรณ์ของก๊าซเป็นเท่าไร (กำหนดให้ปรอทมีความหนาแน่น 13,600 กิโลกรัมต่อเมตร³ และ g มีค่า 9.8 เมตรต่อวินาที²)</p>  <p>ก. 1.00×10^5 ปาสคาล ข. 1.13×10^5 ปาสคาล ค. 2.098×10^5 ปาสคาล ง. 2.13×10^5 ปาสคาล</p>				
<p>33. หลอดแก้วรูปตัวยูบรรจุน้ำไว้ภายในหลอด เมื่อเท น้ำมันลงไปพบว่าที่สภาวะสมดุลสถิต น้ำมันสูงกว่าน้ำ 5 เซนติเมตร ความสูงของน้ำมันเป็นเท่าไร (กำหนดให้น้ำมันมีความหนาแน่น 700 กิโลกรัมต่อเมตร³)</p>  <p>ก. 21.66 เซนติเมตร ข. 16.66 เซนติเมตร ค. 11.66 เซนติเมตร ง. 6.66 เซนติเมตร</p>				

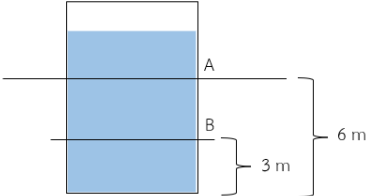
ข้อคำถาม	ความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
	+1	0	-1	
<p>34. เครื่องอัดไฮดรอลิกเครื่องหนึ่ง ลูกสูบเล็ก มีพื้นที่หน้าตัด 10 ตารางเซนติเมตร และลูกสูบใหญ่ มีพื้นที่หน้าตัด 100 ตารางเซนติเมตร ต้องการยกมวล 500 กิโลกรัม ขึ้นทางลูกสูบใหญ่ ต้องออกแรงที่ลูกสูบเล็กเท่าไร</p> <p>ก. 25 นิวตัน ข. 50 นิวตัน ค. 250 นิวตัน ง. 500 นิวตัน</p>				
<p>35. ลูกสูบใหญ่ของแม่แรงยกเครื่องหนึ่งมีพื้นที่รัศมี เป็น 100 เท่าของลูกสูบเล็ก ถ้าต้องการยกรถยนต์มวล 1.2 ตัน ขึ้นทางลูกสูบใหญ่ จะต้องออกแรงกดที่ลูกสูบเล็กเท่าใด</p> <p>ก. 1.2 นิวตัน ข. 12 นิวตัน ค. 24 นิวตัน ง. 120 นิวตัน</p>				
<p>36. จากรูป เครื่องอัดไฮดรอลิกแบบมีคานโยกมีขนาด ลูกสูบใหญ่เป็น 8 เท่าของลูกสูบเล็ก ถ้าออกแรงกดปลายคาน F จะยกน้ำหนักได้เท่าไร</p>  <p>ก. 24F ข. 32F ค. 40F ง. 48F</p>				
<p>37. เมื่อวัตถุลอยปริมน้ำ ข้อใดกล่าวถูกต้อง</p> <p>ก. ปริมาตรทั้งหมดจมอยู่ในน้ำ ข. วัตถุมีความหนาแน่นเท่ากับน้ำ ค. มีแรงลอยตัวคอยพยุงวัตถุเอาไว้ ง. ถูกทุกข้อ</p>				

ข้อคำถาม	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
	+1	0	-1	
<p>38. ปล่อยวัตถุทรงกลมมวล 10 กรัม ที่มีปริมาตร 5 ลูกบาศก์เซนติเมตร ลงไปในน้ำ ขณะที่จมลงไปได้ระยะหนึ่งจะมีการเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ แรงพยุงจะมีค่าเท่าไร</p> <p>ก. 5.0×10^{-2} นิวตัน ข. 2.5×10^{-3} นิวตัน</p> <p>ค. 2.0×10^{-4} นิวตัน ง. 1.5×10^{-5} นิวตัน</p>				
<p>39. ท่อนไม้ลอยน้ำที่มีความหนาแน่น 1,000 กิโลกรัมต่อเมตร³ พบว่า มีส่วนที่ลอยน้ำ 2 ส่วน และส่วนที่จมน้ำ 3 ส่วนโดยปริมาตร ความหนาแน่นของท่อนไม้เป็นเท่าไร</p> <p>ก. 200 กิโลกรัมต่อเมตร³ ข. 300 กิโลกรัมต่อเมตร³</p> <p>ค. 400 กิโลกรัมต่อเมตร³ ง. 600 กิโลกรัมต่อเมตร³</p>				
<p>40. ท่อนไม้รูปลูกบาศก์ ยาวด้านละ 1.25 เมตร ลอยอยู่ในน้ำ ถ้าความถ่วงจำเพาะของไม้เท่ากับ 0.6 ปริมาตรของท่อนไม้ส่วนที่จมน้ำเป็นเท่าไร</p> <p>ก. 1.17 เมตร³ ข. 1.95 เมตร³</p> <p>ค. 2.34 เมตร³ ง. 3.51 เมตร³</p>				
<p>41. นำวัตถุก้อนหนึ่งไปลอยน้ำ ปรากฏว่าวัตถุจมน้ำ 0.8 เท่าของปริมาตรของวัตถุทั้งก้อน ความหนาแน่นของวัตถุนี้จะเป็นกี่เท่าของความหนาแน่นของน้ำ</p> <p>ก. 0.2 เท่า ข. 0.4 เท่า</p> <p>ค. 0.6 เท่า ง. 0.8 เท่า</p>				

ข้อคำถาม	ความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
	+1	0	-1	
<p>42. เมื่อนำวัตถุขึ้นมวล 8 กิโลกรัม ไปลอยน้ำ ซึ่งมีความหนาแน่น 1×10^3 กิโลกรัมต่อเมตร³ จงหาปริมาตรของวัตถุส่วนที่จม</p> <p>ก. 0.004 เมตร³ ข. 0.008 เมตร³ ค. 4 เมตร³ ง. 800 เมตร³</p>				
<p>43. ไม้แท่งหนึ่งมีความถ่วงจำเพาะ 0.8 ลอยอยู่ในของเหลวที่มีความถ่วงจำเพาะ 1.2 จงหาปริมาตรส่วนที่ลอยอยู่เหนือของเหลวเป็นกี่เท่าของส่วนที่จมในของเหลว</p> <p>ก. 0.5 เท่า ข. 1.0 เท่า ค. 1.5 เท่า ง. 2.0 เท่า</p>				
<p>44. วัตถุชิ้นหนึ่งมีปริมาตร 20 เซนติเมตร³ มีความหนาแน่น 900 กิโลกรัมต่อเมตร³ เมื่อนำวัตถุนี้ไปลอยในน้ำซึ่งมีความหนาแน่น 1000 กิโลกรัมต่อเมตร³ ปริมาตรของวัตถุส่วนจมใต้น้ำเป็นเท่าไร</p> <p>ก. 12 เซนติเมตร³ ข. 15 เซนติเมตร³ ค. 16 เซนติเมตร³ ง. 18 เซนติเมตร³</p>				
<p>45. โลหะผสมชิ้นหนึ่งมีมวล 86 กิโลกรัม เมื่อชั่งในอากาศ และมีมวล 73 กิโลกรัม เมื่อชั่งในน้ำ ปริมาตรของโลหะก้อนนี้เป็นเท่าไร</p> <p>ก. 0.003 เมตร³ ข. 0.008 เมตร³ ค. 0.013 เมตร³ ง. 0.016 เมตร³</p>				
<p>46. แขนงก่อนอลูมิเนียมที่มีมวล 1 กิโลกรัม และความหนาแน่น 2.5×10^3 กิโลกรัมต่อเมตร³ ด้วยเชือกจากนั้นนำไปแช่น้ำ แรงดึงในเชือกหลังแช่น้ำเป็นเท่าไร</p> <p>ก. 4.2 นิวตัน ข. 5.1 นิวตัน ค. 6.0 นิวตัน ง. 7.9 นิวตัน</p>				

ข้อคำถาม	ความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
	+1	0	-1	
47. ธารน้ำแข็งมีความหนาแน่น 917 กิโลกรัมต่อเมตร ³ ลอยอยู่ในน้ำทะเลที่มีความหนาแน่น 1,015 กิโลกรัม ต่อเมตร ³ ปริมาตรส่วนที่ลอยคิดเป็นกี่เปอร์เซ็นต์ ก. 9.65% ข. 10.15% ค. 89.85% ง. 90.35%				
48. เรือขนาดกว้าง 0.8 เมตร ยาว 2 เมตร สูง 0.5 เมตร หนัก 50 กิโลกรัม จะสามารถบรรทุกคนที่มิน้ำหนัก 60 กิโลกรัมได้มากที่สุดกี่คนโดยที่เรือไม่จมน้ำ ก. 12 คน ข. 14 คน ค. 16 คน ง. 18 คน				
49. อัตราการไหลของน้ำ ขึ้นกับปริมาณใด ก. ความเร็ว ข. พื้นที่หน้าตัด ค. ถูกทั้ง ก และ ข ง. ไม่มีข้อถูก				
50. เครื่องสูบน้ำสามารถสูบน้ำได้ 1 ลูกบาศก์เมตร ในเวลา 10 วินาที อัตราการไหลเป็นเท่าไร ก. 0.1 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ข. 9 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ค. 10 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ง. 20 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที				
51. น้ำไหลผ่านท่อที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.14 เมตร ด้วยอัตราการไหลโดยปริมาตร 1.8 ลูกบาศก์ เมตรต่อวินาที ความเร็วของน้ำในท่อมีค่าเท่าไร ก. 1.69 เมตรต่อวินาที ข. 1.94 เมตรต่อวินาที ค. 2.19 เมตรต่อวินาที ง. 2.44 เมตรต่อวินาที				

ข้อคำถาม	ความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
	+1	0	-1	
<p>52. ท่อแยกตั้งรูป มีน้ำไหลผ่านเข้าท่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 เซนติเมตร ด้วยอัตราการไหล 0.1 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที และไหลออกท่อแยกสองท่อ ซึ่งมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5 เซนติเมตร ด้วยความเร็ว 12 เมตรต่อวินาที และท่อซึ่งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.25 เซนติเมตร ความเร็วของน้ำที่ไหลออกจากท่อขนาด 1.25 เซนติเมตร เป็นเท่าไร</p>  <p>ก. 25 เมตรต่อวินาที ข. 30 เมตรต่อวินาที ค. 35 เมตรต่อวินาที ง. 40 เมตรต่อวินาที</p>				
<p>53. ท่อน้ำที่ไม่สม่ำเสมอท่อหนึ่ง ท่อตอนบน มีพื้นที่หน้าตัด 4.0 ตารางเซนติเมตร และอยู่สูงจากพื้น 10 เมตร ถ้าน้ำในท่อมีความดัน 1.5×10^5 ปาสคาล และไหลด้วยอัตราเร็ว 2 เมตรต่อวินาที ไปยังท่อตอนล่าง ซึ่งมีพื้นที่หน้าตัด 8 ตารางเซนติเมตร และอยู่สูงจากพื้น 1 เมตร จงหาความดันของน้ำในท่อตอนล่าง</p> <p>ก. 1.41×10^5 ปาสคาล ข. 2.42×10^5 ปาสคาล ค. 1.41×10^6 ปาสคาล ง. 2.42×10^6 ปาสคาล</p>				
<p>54. ท่อน้ำวางในแนวระดับ มีน้ำไหลอย่างสม่ำเสมอ ด้วยอัตราเร็ว 4 เมตรต่อวินาที ถ้าท่อน้ำเข้ามีพื้นที่หน้าตัดเป็น 3 เท่าของท่อน้ำออก และน้ำไหลเข้ามีความดัน 4×10^5 ปาสคาล จงหาความดันของท่อน้ำออก</p> <p>ก. 3.36×10^5 ปาสคาล ข. 4.42×10^5 ปาสคาล ค. 6.7×10^5 ปาสคาล ง. 8.84×10^5 ปาสคาล</p>				

ข้อคำถาม	ความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
	+1	0	-1	
<p>55. แท็งก์น้ำสูง 20 เมตร เกิดรูรั่วต่ำกว่าระดับผิวน้ำเป็นระยะ 15 เมตร อัตราเร็วของน้ำที่พุ่งออกจากรูรั่วเป็นเท่าไร</p> <p>ก. 10 เมตรต่อวินาที ข. 12 เมตรต่อวินาที ค. $10\sqrt{3}$ เมตรต่อวินาที ง. $12\sqrt{3}$ เมตรต่อวินาที</p>				
<p>56. ถังทรงระบอบบรรจุน้ำเต็มถึง ถ้าเจาะรูที่ด้านล่างถึงต่ำจากผิวน้ำเป็นระยะ h ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเร็วน้ำกับระยะ h เป็นอย่างไร</p> <p>ก. $v \propto h$ ข. $v \propto \frac{1}{h}$ ค. $v \propto \sqrt{h}$ ง. $v \propto \frac{1}{\sqrt{h}}$</p>				
<p>57. ถังน้ำสูง 10 เมตร มีน้ำอยู่เต็ม จุดน้ำ รั่ว A และ B อยู่สูงจากกันถึงเป็นระยะ 6 เมตร และ 3 เมตร ตามลำดับ เมื่อถึงวาระค้ำน้ำลดลงช้ามาก และรูรั่วมีขนาดเล็กมาก จงหาอัตราส่วนของอัตราเร็วของน้ำที่รั่วออกจากจุด A ต่ออัตราเร็วของน้ำที่รั่วออกจากจุด B</p>  <p>ก. $\sqrt{2}$ ข. $\sqrt{3}$ ค. $\sqrt{7/4}$ ง. $\sqrt{4/7}$</p>				

ข้อคำถาม	ความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
	+1	0	-1	
<p>58. แรงที่ยกปีกเครื่องบินขึ้นได้นั้นเกิดได้อย่างไร</p> <p>ก. เกิดจากความดันใต้ปีกเครื่องบินซึ่งมีค่ามากกว่าความดันเหนือปีกเครื่องบิน</p> <p>ข. เกิดจากลมที่วิ่งผ่านปีกเครื่องบินหมุนวนยกปีกเครื่องบินขึ้น</p> <p>ค. เกิดจากลมที่พุ่งผ่านใบพัดของเครื่องบินสร้างแรงยกเครื่องบินขึ้น</p> <p>ง. เกิดจากลมที่ใบพัดของเครื่องบินพุ่งออกมาด้านหลังสร้างแรงยกเครื่องบินขึ้น</p>				
<p>59. อัตราเร็วของลมพายุที่พัดเหนือหลังคาบ้านหลังหนึ่งเป็น 20 เมตรต่อวินาที ถ้าหลังคาบ้านมีพื้นที่ 150 ตารางเมตร แรงยกที่กระทำกับหลังคาบ้านเป็นเท่าไร (กำหนดให้ ความหนาแน่นของอากาศขณะนั้นเป็น 0.3 กิโลกรัมต่อเมตร³)</p> <p>ก. 9,500 นิวตัน ข. 9,000 นิวตัน</p> <p>ค. 8,500 นิวตัน ง. 8,000 นิวตัน</p>				
<p>60. อากาศที่ผ่านปีกเครื่องบิน วัดความดันได้ 300,000 ปาสคาล ถ้าความหนาแน่นอากาศบริเวณนั้นมีค่า 300 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และอัตราเร็วด้านล่างปีกเป็น 20 เมตรต่อวินาที อัตราเร็วเหนือปีกเป็นเท่าไร</p> <p>ก. 10 เมตรต่อวินาที ข. 20 เมตรต่อวินาที</p> <p>ค. 30 เมตรต่อวินาที ง. 40 เมตรต่อวินาที</p>				

ลงชื่อ.....ผู้เชี่ยวชาญ
(.....)

แบบประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC (Index of Objective Congruence)

แบบประเมินความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม

คำชี้แจง ขอความอนุเคราะห์ท่านพิจารณาข้อความแต่ละข้อ ว่าท่านมีความคิดเห็นอยู่ในระดับใด แล้วทำเครื่องหมาย / ในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน โดยมีเกณฑ์ในการพิจารณาดังนี้
 ให้คะแนน +1 เมื่อผู้เชี่ยวชาญแน่ใจว่าข้อความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์
 ให้คะแนน 0 เมื่อผู้เชี่ยวชาญไม่แน่ใจว่าข้อความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์หรือไม่
 ให้คะแนน -1 เมื่อผู้เชี่ยวชาญแน่ใจว่าข้อความไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ และขอความอนุเคราะห์ให้ข้อคิดเห็นเสนอแนะเพิ่มเติมในข้อนี้

ข้อความ	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
	+1	0	-1	
1. การสร้างความคิด 1.1 นิยามปัญหา 1.2 เสนอแนวคิด 1.3 วิธีการตรวจสอบแนวคิดในการแก้ปัญหา				
2. การออกแบบและการปรับแต่งความคิด 2.1 การเรียบเรียง 2.2 สร้างตัวแทนของแนวคิดในการแก้ปัญหา				
3. การเปิดใจรับและกล้าที่จะสำรวจ 3.1 ความอยากรู้อยากเห็นในการแก้ปัญหา 3.2 มีการวางแผนหรือมีแบบแผน				
4. การทำงานอย่างสร้างสรรค์ร่วมกับผู้อื่น การบูรณาการความคิดของสมาชิกในกลุ่ม ในการพัฒนาผลงาน				
5. การสร้างผลงานเชิงสร้างสรรค์และนวัตกรรม 5.1 การใช้ทรัพยากร 5.2 ลักษณะเฉพาะของผลงาน 5.3 สร้างหรือปรับปรุงผลงานจนสำเร็จ				

ข้อคำถาม	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
	+1	0	-1	
6. การกำกับตนเองและการให้ผลย้อนกลับ 6.1 การให้ผลย้อนกลับ 6.2 เป้าหมาย 6.3 ประเมินความสำเร็จของผลงาน				

ลงชื่อ.....ผู้เชี่ยวชาญ
(.....)



ภาคผนวก ค

ผลการตรวจคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. ตารางแสดงผลการวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องของไหล
2. ตารางแสดงผลการวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ เรื่องของไหล
3. ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องของไหล
4. ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC ของแบบประเมินความคิดสร้างสรรค์ และนวัตกรรม
5. ตารางแสดงผลคะแนนของของนักเรียนกลุ่มทดลอง (Try out) เรียงตามลำดับ
6. ตารางแสดงค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) รายข้อของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องของไหล ของนักเรียนนักเรียนกลุ่มทดลอง (Try out) จำนวน 55 ข้อ
7. ค่าความเชื่อมั่นของของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องของไหล ของนักเรียนนักเรียนกลุ่มทดลอง (Try out) จำนวน 55 ข้อ

ตารางที่ 1 แสดงผลการวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องของไหล

รายการ	ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			\bar{X}	แปลผล
	1	2	3		
1. ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้					
1.1 จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้	5	5	5	5	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
1.2 จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับสมรรถนะสำคัญ	5	5	5	5	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
1.3 จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับคุณลักษณะอันพึงประสงค์	5	5	5	5	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
เฉลี่ย				5	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
2. ด้านเนื้อหา					
2.1 เนื้อหา มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
2.2 เนื้อหา มีความเหมาะสมกับระดับการเรียนรู้ของผู้เรียน	5	5	5	5	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
2.3 เนื้อหาสามารถนำไปใช้ในการจัดกิจกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา	5	5	5	5	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
เฉลี่ย				5	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
3. ด้านกิจกรรม					
3.1 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
3.2 กิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับเนื้อหา	5	5	5	5	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
3.3 กิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปตามแนวคิดสะเต็มศึกษา	5	5	5	5	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
3.4 กิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับเวลา	5	4	4	4.33	เห็นด้วย
เฉลี่ย				4.83	เห็นด้วยอย่างยิ่ง

ตารางที่ 1 แสดงผลการวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องของไหล (ต่อ)

รายการ	ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			\bar{X}	แปลผล
	1	2	3		
4. ด้านการวัดและประเมินผล					
4.1 การวัดผลสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	4	5	4.66	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
4.2 วิธีการวัดและประเมินผลสอดคล้องกับเครื่องมือที่ใช้ในการวัดและประเมินผล	5	5	4	4.66	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
4.3 เครื่องมือสามารถวัดได้ครอบคลุมตามจุดประสงค์การเรียนรู้	5	4	4	4.33	เห็นด้วย
4.4 เกณฑ์การวัดและประเมินผลมีความชัดเจน	5	5	5	5	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
เฉลี่ย				4.66	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
5. ด้านสื่อ/ วัสดุอุปกรณ์/ แหล่งเรียนรู้					
5.1 สื่อ/ วัสดุอุปกรณ์/ แหล่งเรียนรู้สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	5	5	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
5.2 สื่อ/ วัสดุอุปกรณ์/ แหล่งเรียนรู้ช่วยสร้างความสนใจของนักเรียน	5	5	5	5	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
5.3 สื่อ/ วัสดุอุปกรณ์/ แหล่งเรียนรู้ช่วยให้นักเรียนบรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
เฉลี่ย				5	เห็นด้วยอย่างยิ่ง

ตารางที่ 2 แสดงผลการวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ เรื่อง ของไหล

รายการ	ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			\bar{X}	แปลผล
	1	2	3		
1. ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้					
1.1 จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้	5	5	5	5	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
1.2 จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับสมรรถนะสำคัญ	5	5	5	5	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
1.3 จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับคุณลักษณะอันพึงประสงค์	5	5	5	5	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
เฉลี่ย				5	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
2. ด้านเนื้อหา					
2.1 เนื้อหา มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
2.2 เนื้อหา มีความเหมาะสมกับระดับการเรียนรู้ของผู้เรียน	5	5	5	5	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
2.3 เนื้อหาสามารถนำไปใช้ในการจัดกิจกรรมเพื่อสร้างชิ้นงานได้	5	4	4	4.33	เห็นด้วย
เฉลี่ย				4.77	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
3. ด้านกิจกรรม					
3.1 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
3.2 กิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับเนื้อหา	5	5	5	5	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
3.3 กิจกรรมการเรียนรู้นำไปสู่การสร้างชิ้นงานได้	5	5	4	4.66	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
3.4 กิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับเวลา	5	4	4	4.33	เห็นด้วย
เฉลี่ย				4.74	เห็นด้วยอย่างยิ่ง

ตารางที่ 2 แสดงผลการวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ เรื่อง ของไหล (ต่อ)

รายการ	ความเห็นของ			\bar{X}	แปลผล
	ผู้เชี่ยวชาญ				
	1	2	3		
4. ด้านการวัดและประเมินผล					
4.1 การวัดผลสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	4	5	4.66	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
4.2 วิธีการวัดและประเมินผลสอดคล้องกับเครื่องมือที่ใช้ในการวัดและประเมินผล	5	5	4	4.66	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
4.3 เครื่องมือสามารถวัดได้ครอบคลุมตามจุดประสงค์การเรียนรู้	5	4	4	4.33	เห็นด้วย
4.4 เกณฑ์การวัดและประเมินผลมีความชัดเจน	5	5	5	5	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
เฉลี่ย				4.66	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
5. ด้านสื่อ/ วัสดุอุปกรณ์/ แหล่งเรียนรู้					
5.1 สื่อ/ วัสดุอุปกรณ์/ แหล่งเรียนรู้สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	4	4	4	4	เห็นด้วย
5.2 สื่อ/ วัสดุอุปกรณ์/ แหล่งเรียนรู้ช่วยสร้างความสนใจของนักเรียน	5	4	4	4.33	เห็นด้วย
5.3 สื่อ/ วัสดุอุปกรณ์/ แหล่งเรียนรู้ช่วยให้นักเรียนบรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้	4	4	4	4	เห็นด้วย
เฉลี่ย				4.11	เห็นด้วย

ตารางที่ 3 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ของไหล

คำถามข้อที่	ความเห็นของ			รวม ($\sum R$)	ค่า IOC	แปลผล
	ผู้เชี่ยวชาญ					
	1	2	3			
1	+1	+1	+1	3	1.00	นำไปใช้ได้
2	0	0	+1	2	0.66	นำไปใช้ได้
3	0	+1	+1	2	0.66	นำไปใช้ได้
4	+1	+1	+1	3	1.00	นำไปใช้ได้
5	+1	+1	+1	3	1.00	นำไปใช้ได้
6	0	+1	+1	2	0.66	นำไปใช้ได้
7	+1	+1	+1	3	1.00	นำไปใช้ได้
8	0	+1	+1	2	0.66	นำไปใช้ได้
9	0	+1	+1	2	0.66	นำไปใช้ได้
10	+1	+1	+1	3	1.00	นำไปใช้ได้
11	0	+1	+1	2	0.66	นำไปใช้ได้
12	-1	+1	+1	1	0.33	ใช้ไม่ได้
13	+1	+1	+1	3	1.00	นำไปใช้ได้
14	0	+1	+1	2	0.66	นำไปใช้ได้
15	-1	+1	+1	1	0.33	ใช้ไม่ได้
16	0	+1	+1	2	0.66	นำไปใช้ได้
17	+1	+1	+1	3	1.00	นำไปใช้ได้
18	0	+1	+1	2	0.66	นำไปใช้ได้
19	0	+1	+1	2	0.66	นำไปใช้ได้
20	0	+1	+1	2	0.66	นำไปใช้ได้
21	0	+1	+1	2	0.66	นำไปใช้ได้
22	+1	+1	+1	3	1.00	นำไปใช้ได้
23	0	+1	+1	2	0.66	นำไปใช้ได้

ตารางที่ 3 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ของไหล (ต่อ)

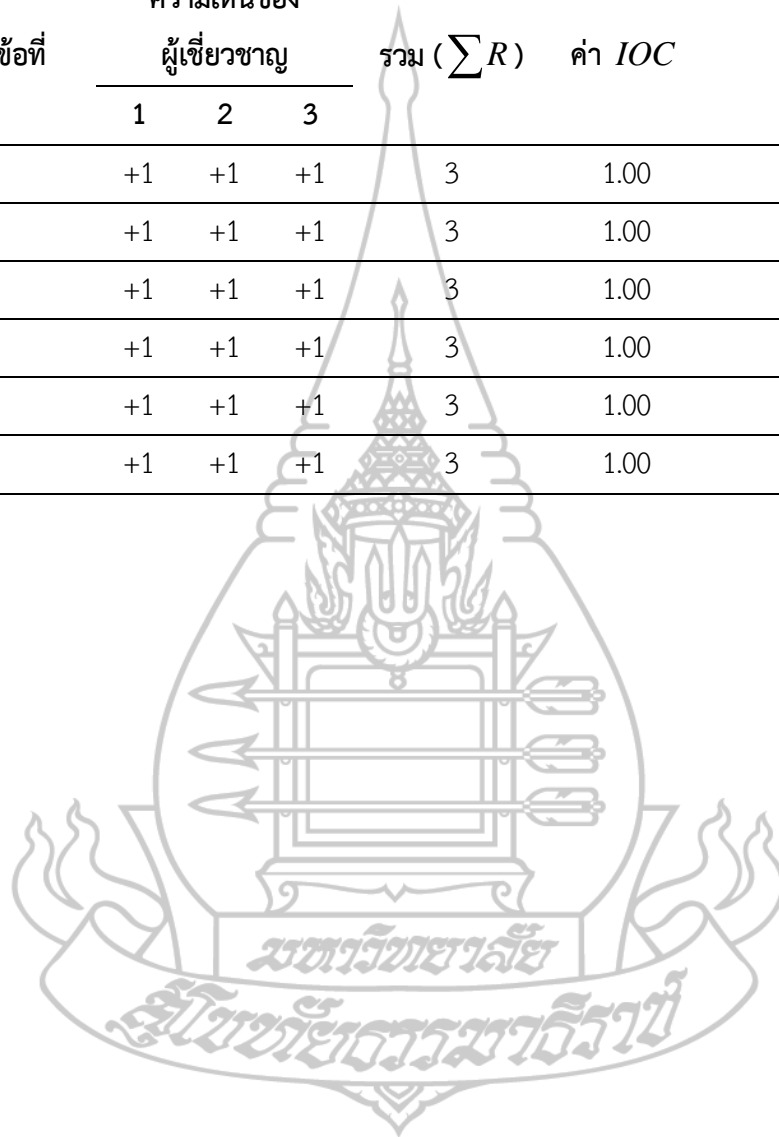
คำถามข้อที่	ความเห็นของ			รวม ($\sum R$)	ค่า IOC	แปลผล
	ผู้เชี่ยวชาญ					
	1	2	3			
24	+1	+1	+1	3	1.00	นำไปใช้ได้
25	0	0	+1	1	0.33	ใช้ไม่ได้
26	+1	+1	+1	3	1.00	นำไปใช้ได้
27	0	+1	+1	2	0.66	นำไปใช้ได้
28	+1	+1	+1	3	1.00	นำไปใช้ได้
29	0	+1	+1	2	0.66	นำไปใช้ได้
30	+1	+1	+1	3	1.00	นำไปใช้ได้
31	+1	0	+1	2	0.66	นำไปใช้ได้
32	+1	+1	+1	3	1.00	นำไปใช้ได้
33	+1	+1	+1	3	1.00	นำไปใช้ได้
34	+1	+1	+1	3	1.00	นำไปใช้ได้
35	+1	+1	+1	3	1.00	นำไปใช้ได้
36	+1	+1	+1	3	1.00	นำไปใช้ได้
37	0	0	+1	1	0.33	ใช้ไม่ได้
38	+1	+1	+1	3	1.00	นำไปใช้ได้
39	+1	+1	+1	3	1.00	นำไปใช้ได้
40	+1	+1	+1	3	1.00	นำไปใช้ได้
41	+1	+1	+1	3	1.00	นำไปใช้ได้
42	+1	+1	+1	3	1.00	นำไปใช้ได้
43	+1	+1	+1	3	1.00	นำไปใช้ได้
44	+1	+1	+1	3	1.00	นำไปใช้ได้
45	+1	+1	+1	3	1.00	นำไปใช้ได้
46	+1	+1	+1	3	1.00	นำไปใช้ได้

ตารางที่ 3 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ของไหล (ต่อ)

คำถามข้อที่	ความเห็นของ			รวม ($\sum R$)	ค่า IOC	แปลผล
	ผู้เชี่ยวชาญ					
	1	2	3			
47	+1	+1	+1	3	1.00	นำไปใช้ได้
48	+1	+1	+1	3	1.00	นำไปใช้ได้
49	0	0	+1	1	0.33	ใช้ไม่ได้
50	0	+1	+1	2	0.66	นำไปใช้ได้
51	+1	+1	+1	3	1.00	นำไปใช้ได้
52	+1	+1	+1	3	1.00	นำไปใช้ได้
53	+1	+1	+1	3	1.00	นำไปใช้ได้
54	+1	+1	+1	3	1.00	นำไปใช้ได้
55	+1	+1	+1	3	1.00	นำไปใช้ได้
56	0	+1	+1	2	0.66	นำไปใช้ได้
57	+1	+1	+1	3	1.00	นำไปใช้ได้
58	+1	+1	+1	3	1.00	นำไปใช้ได้
59	+1	+1	+1	3	1.00	นำไปใช้ได้
60	+1	+1	+1	3	1.00	นำไปใช้ได้

ตารางที่ 4 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC ของแบบประเมินความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม

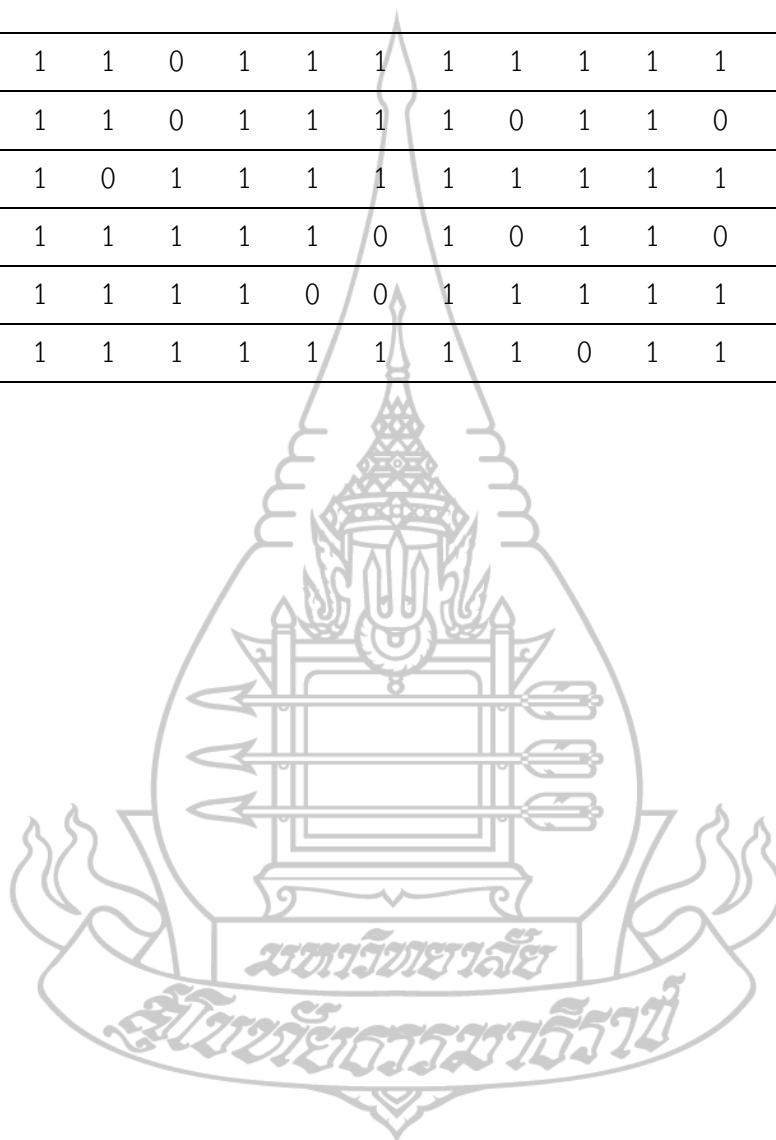
คำถามข้อที่	ความเห็นของ			รวม ($\sum R$)	ค่า IOC	แปลผล
	ผู้เชี่ยวชาญ					
	1	2	3			
1	+1	+1	+1	3	1.00	นำไปใช้ได้
2	+1	+1	+1	3	1.00	นำไปใช้ได้
3	+1	+1	+1	3	1.00	นำไปใช้ได้
4	+1	+1	+1	3	1.00	นำไปใช้ได้
5	+1	+1	+1	3	1.00	นำไปใช้ได้
6	+1	+1	+1	3	1.00	นำไปใช้ได้



ตารางที่ 5 แสดงผลคะแนนของของนักเรียนกลุ่มทดลอง (Try out) เรียงตามลำดับ

ชื่อ ที่/ คน ที่															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1
2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1
4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1
10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
11	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1
12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1
13	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
14	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
15	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
16	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
17	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1
18	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1
19	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
20	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1
21	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
22	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	1
23	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1
24	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1

ชื่อ ที่/ คน ที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
25	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
26	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1
27	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
28	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1
29	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
30	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1



ตารางที่ 5 แสดงผลคะแนนของของนักเรียนกลุ่มทดลอง (Try out) เรียงตามลำดับ (ต่อ)

ข้อที่/ คนที่	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1
2	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0
3	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
4	1	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
5	1	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0
6	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1
7	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0
8	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0
9	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1
10	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
11	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
12	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0
13	1	0	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1
14	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0
15	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
16	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0
17	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0
18	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
19	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0	0
20	1	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
21	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	1	0
22	1	0	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	1	0	0
23	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	1	1	0
24	1	1	0	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0
25	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0
26	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0

ตารางที่ 5 แสดงผลคะแนนของของนักเรียนกลุ่มทดลอง (Try out) เรียงตามลำดับ (ต่อ)

ข้อที่/ คนที่	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
53	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1
54	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1
55	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
รวม คะแนน	51	49	49	48	48	48	48	48	47	47	47	47	45	44	44



ตารางที่ 5 แสดงผลคะแนนของของนักเรียนกลุ่มทดลอง (Try out) เรียงตามลำดับ (ต่อ)

ข้อที่/ คนที่	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0
32	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0
33	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1
34	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1
35	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0
36	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1
37	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1
38	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	0
39	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1
40	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0
41	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1
42	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0
43	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1
44	1	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1
45	1	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	1	1	0
46	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
47	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1
48	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1
49	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
50	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	1
51	1	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
52	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1
53	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0
54	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0
55	1	1	0	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0

ตารางที่ 5 แสดงผลคะแนนของของนักเรียนกลุ่มทดลอง (Try out) เรียงตามลำดับ (ต่อ)

ข้อที่/ คนที่	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
รวม คะแนน	42	40	38	37	36	32	29	25	24	24	23	22	22	19	18



ตารางที่ 6 แสดงค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ของไหล ของนักเรียนนักเรียนกลุ่มทดลอง (Try out) จำนวน 55 ข้อ

ข้อที่	R_U	R_L	$R_U - R_L$	r	R	p
1	10	3	7	0.70	21	0.70
2	10	5	5	0.50	25	0.83
3	10	2	8	0.80	18	0.60
4	10	1	9	0.90	20	0.67
5	10	3	7	0.70	20	0.67
6	10	4	6	0.60	23	0.77
7	10	5	5	0.50	24	0.80
8	10	3	7	0.70	23	0.77
9	10	7	3	0.30	26	0.87
10	10	1	9	0.90	20	0.67
11	8	2	6	0.60	14	0.47
12	10	4	6	0.60	23	0.77
13	10	7	3	0.30	25	0.83
14	10	7	3	0.30	26	0.87
15	9	2	7	0.70	18	0.60
16	10	3	7	0.70	19	0.63
17	10	5	5	0.50	24	0.80
18	8	2	6	0.60	17	0.57
19	10	6	4	0.40	24	0.80
20	8	1	7	0.70	15	0.50
21	8	5	3	0.30	20	0.67
22	8	5	3	0.30	19	0.63
23	8	5	3	0.30	21	0.70
24	8	3	5	0.50	20	0.67
25	9	4	5	0.50	22	0.73

ตารางที่ 6 แสดงค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
เรื่อง ของไหล ของนักเรียนนักเรียนกลุ่มทดลอง (Try out) จำนวน 55 ข้อ (ต่อ)

ข้อที่	R_U	R_L	$R_U - R_L$	r	R	p
26	8	2	6	0.60	16	0.53
27	9	6	3	0.30	24	0.80
28	8	5	3	0.30	21	0.70
29	8	5	3	0.30	21	0.70
30	9	5	4	0.40	23	0.77
31	9	4	5	0.50	21	0.70
32	8	3	5	0.50	18	0.60
33	8	6	2	0.20	22	0.73
34	9	6	3	0.30	23	0.77
35	8	7	1	0.10	24	0.80
36	9	7	2	0.20	24	0.80
37	7	6	1	0.10	20	0.67
38	7	6	1	0.10	18	0.60
39	9	4	5	0.50	21	0.70
40	10	5	5	0.50	24	0.80
41	9	8	1	0.10	25	0.83
42	9	4	5	0.50	22	0.73
43	8	4	4	0.40	20	0.67
44	9	3	6	0.60	19	0.63
45	7	6	1	0.10	18	0.60
46	9	2	7	0.70	16	0.53
47	9	7	2	0.20	25	0.83
48	9	3	6	0.60	17	0.57
49	8	2	6	0.60	17	0.57
50	9	6	3	0.30	23	0.77

ตารางที่ 6 แสดงค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ของไหล ของนักเรียนนักเรียนกลุ่มทดลอง (Try out) จำนวน 55 ข้อ (ต่อ)

ข้อที่	R_U	R_L	$R_U - R_L$	r	R	p
51	8	2	6	0.60	16	0.53
52	7	4	3	0.30	18	0.60
53	7	4	3	0.30	16	0.53
54	7	8	-1	-0.10	22	0.73
55	8	3	5	0.50	20	0.67



ค่าความเชื่อมั่นของของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องของไหล
ของนักเรียนนักเรียนกลุ่มทดลอง (Try out) จำนวน 55 ข้อ

จากตารางผลคะแนนของของนักเรียนกลุ่มทดลอง (Try out) เรียงตามลำดับ และตารางค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องของไหล จำนวน 55 ข้อ ของนักเรียนกลุ่มทดลอง (Try out) สามารถหาค่าความเชื่อมั่นของของแบบทดสอบได้จาก สูตร KR – 20

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

สามารถวิเคราะห์ผลได้ดังต่อไปนี้

k	k-1	$\sum pq$	s_t^2	r_{tt}	แปลผล
55	54	11.1678	118.5656	0.9226	จำแนกผู้รอบรู้และไม่รอบรู้ได้ถูกต้อง เป็นส่วนใหญ่



The logo of Sakon Nakhon Rajabhat University is a large, faint watermark in the background. It features a central stupa-like structure with a pointed top, flanked by two horizontal arrows pointing outwards. Below the stupa is a banner with Thai text. The text on the banner reads "มหาวิทยาลัย" (Mahavithayalai) and "สุโขทัยราชภัฏราชวิทยาลัย" (Sukhothai Rajabhat Rajabhat University).

ภาคผนวก ง

ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติของข้อมูล

1. ตารางแสดงผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องของไหล
2. ตารางแสดงผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม
3. ค่าสถิติทดสอบสมมติฐาน t - test

ตารางที่ 7 แสดงผลคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

นักเรียนคนที่	ห้องเรียนที่ 1	ห้องเรียนที่ 2	ผลต่าง
1	13	25	12
2	12	22	10
3	18	21	3
4	17	23	6
5	20	22	2
6	18	16	-2
7	10	21	11
8	19	24	5
9	16	26	10
10	14	24	10
11	13	14	1
12	19	24	5
13	18	22	4
14	21	25	4
15	17	23	6
16	19	26	7
17	20	18	-2
18	19	19	0
19	19	22	3
20	19	24	5
21	22	24	2
22	21	25	4
23	20	22	2
24	18	21	3
25	19	21	2
26	22	24	2

ตารางที่ 7 แสดงผลคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ต่อ)

นักเรียนคนที่	ห้องเรียนที่ 1	ห้องเรียนที่ 2	ผลต่าง
27	19	22	3
28	19	23	4
29	22	27	5
30	20	23	3
31	19	23	4
32	17	20	3
33	18	21	3
34	12	23	11
35	19	23	4
36	22	20	-2
37	17	22	5
38	19	21	2
39	19	19	0
40	15	23	8
41	18	22	4
42	20	22	2
43	20	25	5
รวม ($\sum X$)	778	957	179
เฉลี่ย (\bar{X})	18.09	22.26	4.17
ส่วนเบี่ยงเบน ($S.D.$)	2.84	2.54	3.42

ตารางที่ 8 แสดงผลคะแนนจากแบบประเมินความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม

นักเรียนคนที่	ห้องเรียนที่ 1	ห้องเรียนที่ 2	ผลต่าง
1	7	25	18
2	7	22	15
3	7	21	14
4	7	23	16
5	7	22	15
6	7	16	9
7	7	21	14
8	9	24	15
9	9	26	17
10	7	24	17
11	7	14	7
12	11	24	13
13	7	22	15
14	7	25	18
15	7	23	16
16	9	26	17
17	9	21	12
18	7	17	10
19	9	17	8
20	7	17	10
21	7	17	10
22	7	19	12
23	11	21	10
24	7	14	7
25	7	17	10
26	7	14	7

ตารางที่ 8 แสดงผลคะแนนจากแบบประเมินความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม (ต่อ)

นักเรียนคนที่	ห้องเรียนที่ 1	ห้องเรียนที่ 2	ผลต่าง
27	7	17	10
28	7	14	7
29	7	21	14
30	11	14	3
31	11	14	3
32	7	19	12
33	7	21	14
34	7	14	7
35	7	14	7
36	11	19	8
37	7	19	12
38	7	17	10
39	7	14	7
40	7	17	10
41	7	17	10
42	9	17	8
43	7	17	10
รวม ($\sum X$)	333	817	484
เฉลี่ย (\bar{X})	7.74	19.00	11.26
ส่วนเบี่ยงเบน (<i>S.D.</i>)	1.38	3.80	3.91

ค่าสถิติทดสอบสมมติฐาน t - test

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation
Pair 1	Class 1	18.09	43	2.84
	Class 2	22.26	43	2.54

Paired Samples Test

	Paired Differences			t	df	Sig. (2 - tailed)	Sig. (1 - tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean				
Pair 1 Class 1 – Class 2	4.16	3.42	0.52	7.9767	42	0.0000	0.0000





ภาคผนวก จ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องของไหล
2. แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ เรื่องของไหล
3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องของไหล
4. แบบประเมินความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม

แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา แผนที่ 1

รายวิชา ฟิสิกส์ 5 (ว33205)

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

หน่วยการเรียนรู้เรื่อง ของไหล

เวลา 20 ชั่วโมง

หน่วยย่อยที่ 1 เรื่อง ความตึงผิวของของเหลว

เวลา 4 ชั่วโมง

ชื่อผู้สอน นายสุริยัน ใจคำดีบ

➤ **มาตรฐานการเรียนรู้และผลการเรียนรู้**

สาระฟิสิกส์

เข้าใจความสัมพันธ์ของความร้อนกับการเปลี่ยนอุณหภูมิและสถานะของสสาร สภาพยืดหยุ่นของวัสดุและโมดูลัสของยัง ความดันในของไหล แรงพุง และหลัก ของอาร์คิมิดีส ความตึงผิวและแรงหนืดของของเหลว ของไหลอุดมคติ และ สมการแบร์นูลลี กฎของแก๊ส ทฤษฎีจลน์ของแก๊สอุดมคติและพลังงานในระบบ ทฤษฎีอะตอมของโบร์ ปฏิกิริยาการณโฟโตอิเล็กทริก ทวิภาวะของคลื่นและ อนุภาค กัมมันตภาพรังสี แรงแวนเดอวาลส์ ปฏิกิริยานิวเคลียร์ พลังงานนิวเคลียร์ ฟิสิกส์อนุภาค รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ผลการเรียนรู้

ทดลอง อธิบายและคำนวณความตึงผิวของของเหลว รวมทั้งสังเกตและอธิบายแรงหนืดของของเหลว

➤ **สาระสำคัญ**

สำหรับของเหลวจะมีแรงระหว่างโมเลกุลมีแรงเชื่อมแน่น (*Cohesive force*) ซึ่งเป็นแรงระหว่างโมเลกุลชนิดเดียวกันยึดโมเลกุลของเหลวเข้าด้วยกันและแรงยึดติด (*Adhesive force*) ซึ่งเป็นแรงระหว่างโมเลกุลต่างชนิดกัน ส่วนบริเวณผิวของเหลวจะมีแรงกระทำต่อวัตถุโดยแรงนี้ขนานกับผิวของเหลวและตั้งฉากกับวัตถุที่ผิวของเหลวสัมผัส เรียกว่าแรงตึงผิว ค่าแรงตึงผิวต่อหน่วยความยาววัตถุที่ผิวของเหลว

สัมผัส เรียก ความตึงผิว (*Surface tension*) หาได้จากสมการ $\gamma = \frac{F}{L}$

➤ **จุดประสงค์การเรียนรู้**

1. อธิบายความตึงผิวของของเหลวได้
2. ทดลองหาความตึงผิวของของเหลวได้
3. คำนวณหาความตึงผิวของของเหลวได้
4. มีความมุ่งมั่นอดทน

➤ **สาระการเรียนรู้**

ด้านความรู้ (Knowledge)

ความตึงผิวของของเหลว

1. ความตึงผิว
2. แรงตึงผิว

ด้านทักษะกระบวนการ (Process)

1. การทดลอง
2. การคำนวณ

ด้านจิตวิทยาศาสตร์ (Scientific Mind)

ความมุ่งมั่นอดทน

ด้านสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

1. ความสามารถในการคิด
2. ความสามารถในการแก้ปัญหา

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (Attitude)

1. มุ่งมั่นในการทำงาน
2. ใฝ่เรียนรู้

➤ **ชิ้นงาน/ ภาระงาน**

1. ใบงาน
2. ใบกิจกรรม

➤ **กิจกรรมการเรียนรู้การสอน**

ขั้นที่ 1 สร้างความสนใจ (30 นาที)

1. นักเรียนสังเกตภาพจิงโจ้น้ำบนผิวน้ำ และร่วมกันอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นจิงโจ้น้ำอยู่บนผิวน้ำได้อย่างไร

2. นักเรียนดูวิดีโอ เรื่อง เรือพลังสปู (www.youtube.com/watch?v=AgTrW_vf16l)

3. นักเรียนร่วมกันอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็น การเคลื่อนที่ของเรือบนน้ำ

4. นักเรียนวิเคราะห์ลักษณะการเคลื่อนที่ของเรือ เพื่อออกแบบเรือที่สามารถเคลื่อนที่บนผิวน้ำได้ไกลที่สุด

ขั้นที่ 2 สืบค้นและค้นหา (1 ชั่วโมง 30 นาที)

1. นักเรียนแบ่งกลุ่มเป็นกลุ่มละ 5 คน คละระดับความสามารถ ให้ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มรับใบกิจกรรม เรื่อง เรือพลังสปู

2. นักเรียนศึกษาใบกิจกรรม เรื่อง เรือพลังสปู และปฏิบัติตามใบกิจกรรม
ในประเด็นดังนี้

- ระบุปัญหาจากสถานการณ์
- รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา
- ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา
- วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา
- ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหา หรือชิ้นงาน
- นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 อธิบายและลงข้อสรุป (30 นาที)

1. ครูให้นักเรียนร่วมกันสรุปผลการทำกิจกรรมเรื่อง เรือพลังสปู ให้สอดคล้องกับ
จุดประสงค์การเรียนรู้
2. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามในประเด็นที่ไม่เข้าใจ

ขั้นที่ 4 ขยายความรู้ (1 ชั่วโมง)

1. ครูอธิบายความโค้งงอของผิวของเหลวที่เกิดจากแรงยึดติดกับแรงเชื่อมแน่น
ด้วย Power Point เรื่อง ของไหล
2. นักเรียนสืบค้นในหัวข้อ “การคำนวณหาความตึงผิวของของเหลว”
3. ครูอธิบายที่มาของสมการความตึงผิวของของเหลว และยกตัวอย่างการคำนวณ
หาปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง
4. ครูยกโจทย์ปัญหาขึ้นมา ให้นักเรียนฝึกแก้โจทย์ปัญหา

ขั้นที่ 5 ประเมิน (30 นาที)

1. ครูซักถามนักเรียน เพื่อตรวจสอบความเข้าใจ
2. นักเรียนทำใบงาน เรื่อง ความตึงผิวของของเหลว และส่งใบงานตามเวลาที่ครู
กำหนด

➤ สื่อ/ วัสดุอุปกรณ์/ แหล่งเรียนรู้

- สื่อ
1. ภาพจิ้งไถ่น้ำบนผิวน้ำ
 2. วิดีโอ เรื่อง เรือพลังสปู
 3. ใบกิจกรรม เรื่อง เรือพลังสปู
 4. Power Point เรื่อง ของไหล
 5. ใบงาน เรื่อง ความตึงผิวของของเหลว

- วัสดุอุปกรณ์
1. พลาสติกแข็ง หรือแผ่นพลาสติก
 2. กรรไกร

3. สบู่ชั้นเล็ก ๆ
4. กะละมังใส่น้ำ

- แหล่งเรียนรู้
1. หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 5
 2. ข้อมูลสารสนเทศทางอินเทอร์เน็ต

➤ การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้

วิธีการวัด	เครื่องมือการวัด	เกณฑ์การวัดและประเมินผล
ด้านความรู้ การสรุปผลการทำกิจกรรมเรือพลังสบู่และการตอบคำถามในใบงาน	ใบกิจกรรม เรื่อง เรือพลังสบู่ และใบงาน เรื่อง ความตึงผิวของของเหลว	คะแนนอยู่ตั้งแต่ระดับพอใช้ขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์การประเมิน
ด้านทักษะกระบวนการ สังเกตการทำกิจกรรมเรือพลังสบู่ และการตอบคำถามในใบงาน	แบบสังเกตพฤติกรรม	คะแนนอยู่ตั้งแต่ระดับพอใช้ขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์การประเมิน
ด้านจิตวิทยาาสตร์ สังเกตพฤติกรรมระหว่างเรียน	แบบประเมินจิตวิทยาาสตร์	คะแนนอยู่ตั้งแต่ระดับพอใช้ขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์การประเมิน

ใบกิจกรรมที่ 1 เรือพลังสบู่

สถานการณ์ที่กำหนด



การที่จิ้งจ๋้าน้ำสามารถเดินบนผิวน้ำได้นั้น เกิดจากการที่ผิวน้ำมีแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุล (Intermolecular force) แรงนี้ทำให้โมเลกุลที่อยู่ภายในถูกโมเลกุลที่อยู่รอบ ๆ ดึงดูดในทุกทิศทาง ไม่มีแรงดึงไปทางใดทางหนึ่งโดยเฉพาะ แต่โมเลกุลที่อยู่บริเวณผิวน้ำของของเหลวจะถูกดึงดูดจากโมเลกุลที่อยู่ด้านข้างและด้านล่างเท่านั้น ไม่มีแรงดึงดูดขึ้นด้านบน ที่ผิวของของเหลวจึงมีแต่แรงดึงเข้าภายใน เรียกว่าแรงตึงผิว แรงตึงนี้ จะพยายามดึงโมเลกุลที่ผิวน้ำของของเหลวด้วยแรงที่มากที่สุด ทำให้ผิวน้ำของของเหลวเกิดการหดตัวลง เพื่อลดพื้นที่ผิวให้เหลือน้อยแรงที่ดึงโมเลกุลที่ผิวน้ำของของเหลวเข้าภายในนี้ทำให้เกิดแรงตึงผิวขึ้น น้ำหรือของเหลวจึงสามารถพยุงวัตถุบางชนิดให้อยู่บนผิวน้ำได้ จิ้งจ๋้าน้ำจึงเดินบนผิวน้ำได้

มนุษย์ไม่ได้ใช้ประโยชน์จากแรงตึงผิวโดยตรง ในทางตรงกันข้าม มนุษย์ใช้ประโยชน์จากสารลดแรงตึงผิวในการดำรงชีวิตของมนุษย์ เช่น การใช้สบู่ในการทำความสะอาดร่างกาย การใช้น้ำยาล้างจาน กำจัดคราบน้ำมันและสิ่งสกปรกต่าง ๆ บนจานชาม เป็นต้น ซึ่งสารลดแรงตึงผิว เป็นสารประกอบที่ทำให้แรงตึงผิวของของเหลวลดลง และช่วยให้การกระจายตัวของของเหลวดีขึ้น

ดังนั้น ให้นักเรียนสวมบทบาทเป็นวิศวกรในการออกแบบเรือพลังสบู่ให้แล่นตรงไปข้างหน้าได้ไกลที่สุด เพื่อศึกษาการใช้สบู่ในการลดแรงตึงผิวของน้ำ

อุปกรณ์ที่กำหนด

- | | |
|---------------------------------|------------------|
| 1. พลาสติกแข็ง หรือเพิ่มพลาสติก | 2. กรรไกร |
| 3. สบู่ชิ้นเล็ก ๆ | 4. กะละมังใส่น้ำ |

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา

จากสถานการณ์ดังกล่าว ปัญหา คือ.....

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

เป้าหมายของการแก้ปัญหา คือ.....

เงื่อนไข หรือข้อจำกัด หรือเกณฑ์ที่เป็นบริบทของปัญหา

.....

จากสถานการณ์ดังกล่าว นักเรียนมีข้อมูลหรือแนวคิดในการแก้ปัญหาอย่างไร

.....

.....

.....

.....

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (โดยวาดภาพลงในช่องว่างด้านล่าง)



ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา

ให้นักเรียนดำเนินการสร้างเรือพลังสบู่ ตามรูปแบบที่ได้ออกแบบไว้

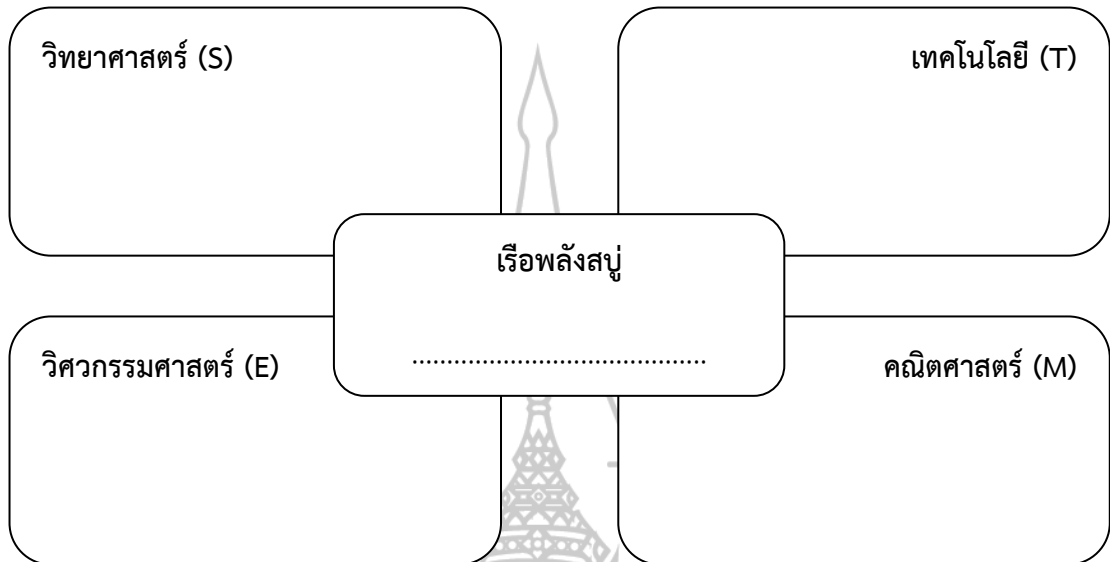
ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหา หรือชิ้นงาน

เรือที่นักเรียนทำการสร้าง เป็นไปตามที่ได้ออกแบบไว้หรือไม่.....

นักเรียนตัดสินใจปรับปรุงแก้ไขเรือพลังสบู่ ให้เล่นได้ตรงและไกลขึ้นหรือไม่.....

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา

เรือพลังสปูของนักเรียน เชื่อมโยงกับแนวคิด STEM Education ดังนี้



นักเรียนทำการป้ายสปูติดท้ายเรือ แล้วปล่อยเรือลงในบ่อน้ำพุหน้าอาคารเรียน เรือของนักเรียน
แล่นได้ระยะทาง ดังนี้

- ครั้งที่ 1
- ครั้งที่ 2
- ครั้งที่ 3
- ค่าเฉลี่ย

สมาชิก

- 1) มีหน้าที่
- 2) มีหน้าที่
- 3) มีหน้าที่
- 4) มีหน้าที่
- 5) มีหน้าที่

แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา แผนที่ 2

รายวิชา ฟิสิกส์ 5 (ว33205)

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

หน่วยการเรียนรู้เรื่อง ของไหล

เวลา 20 ชั่วโมง

หน่วยย่อยที่ 2 เรื่อง ความหนืดของของเหลว

เวลา 4 ชั่วโมง

ชื่อผู้สอน นายสุริยัน ใจคำดีบ

➤ มาตรฐานการเรียนรู้และผลการเรียนรู้

สาระฟิสิกส์

เข้าใจความสัมพันธ์ของความร้อนกับการเปลี่ยนอุณหภูมิและสถานะของสสาร สภาพยืดหยุ่นของวัสดุและโมดูลัสของยัง ความดันในของไหล แรงพุง และหลัก ของอาร์คิมิดีส ความตึงผิวและแรงหนืดของของเหลว ของไหลอุดมคติ และ สมการแบร์นูลลี กฎของแก๊ส ทฤษฎีจลน์ของแก๊สอุดมคติและพลังงานในระบบ ทฤษฎีอะตอมของโบร์ ปฏิกิริยาการณโฟโตอิเล็กทริก ทวิภาวะของคลื่นและ อนุภาค กัมมันตภาพรังสี แรงแวนเดอวาลส์ ปฏิกิริยานิวเคลียร์ พลังงานนิวเคลียร์ ฟิสิกส์อนุภาค รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ผลการเรียนรู้

ทดลอง อธิบายและคำนวณความตึงผิวของของเหลว รวมทั้งสังเกตและอธิบายแรงหนืดของของเหลว

➤ สาระสำคัญ

สำหรับวัตถุที่มีการเคลื่อนที่ในของเหลว จะเกิดแรงที่ของเหลวต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุนั้น เรียกว่า แรงหนืด (*Viscous force*) และเรียกสมบัติการต้านการเคลื่อนที่ของของเหลวนี้ว่า ความหนืด (*Viscosity*) จากกฎของสโตกส์ การทดลองปล่อยลูกกลมโลหะตกในของเหลวชนิดหนึ่ง ๆ ในแนวตั้งพบว่า แรงต้านจากความหนืดที่กระทำต่อวัตถุ หาได้จากสมการ $F_{\text{หนืด}} = 6\pi r\eta v$

➤ จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายแรงหนืดของของเหลวได้
2. สังเกตแรงหนืดของของเหลวได้
3. มีความซื่อสัตย์

➤ สาระการเรียนรู้

ด้านความรู้ (Knowledge)

ความตึงผิวของของเหลว

1. ความหนืด

2. แรงหนืด

ด้านทักษะกระบวนการ (Process)

การสังเกต

ด้านจิตวิทยาศาสตร์ (Scientific Mind)

ความซื่อสัตย์

ด้านสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

1. ความสามารถในการสื่อสาร
2. ความสามารถในการคิด

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (Attitude)

1. มีวินัย
2. มุ่งมั่นในการทำงาน

➤ ชิ้นงาน/ ภาระงาน

1. ใบงาน
2. ใบกิจกรรม

➤ กิจกรรมการเรียนการสอน

ขั้นที่ 1 สร้างความสนใจ (30 นาที)

1. นักเรียนสังเกตลักษณะการไหลของน้ำ เมื่อครูเทน้ำลงในกระบอกตวง จากนั้นสังเกตลักษณะการไหลของน้ำเชื่อม เมื่อครูเทน้ำเชื่อมลงในกระบอกตวง
2. นักเรียนร่วมกันอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิด ลักษณะการไหลของน้ำ
3. นักเรียนสังเกตลักษณะการเคลื่อนที่ของแหวนรองน็อตในน้ำเชื่อม
4. นักเรียนวิเคราะห์ลักษณะการเคลื่อนที่ของแหวนรองน็อต เพื่อออกแบบสมอเรือที่สามารถตกลงสู่ท้องทะเลได้ช้าที่สุด

ขั้นที่ 2 สำรวจและค้นหา (1 ชั่วโมง 30 นาที)

1. นักเรียนแบ่งกลุ่มเป็นกลุ่มละ 5 คน คละระดับความสามารถ ให้ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มรับใบกิจกรรม เรื่อง ทอดสมอเรือ

2. นักเรียนศึกษาใบกิจกรรม เรื่อง ทอดสมอเรือ และปฏิบัติตามใบกิจกรรม

ในประเด็นดังนี้

- ระบุปัญหาจากสถานการณ์
- รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา
- ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา
- วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา

- ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหา หรือชิ้นงาน
- นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 อธิบายและลงข้อสรุป (30 นาที)

1. ครูให้นักเรียนร่วมกันสรุปผลการทำกิจกรรมเรื่อง ทอดสมอเรือ ให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้
2. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามในประเด็นที่ไม่เข้าใจ

ขั้นที่ 4 ขยายความรู้ (1 ชั่วโมง)

1. ครูอธิบายการลดความหนืดของของเหลวด้วย Power Point เรื่อง ของไหล
2. นักเรียนสืบค้นในหัวข้อ “การคำนวณหาความหนืดของของเหลว”
3. ครูอธิบายที่มาของสมการความหนืดของของเหลว และยกตัวอย่างการคำนวณหาปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง
4. ครูยกโจทย์ปัญหาขึ้นมา ให้นักเรียนฝึกแก้โจทย์ปัญหา

ขั้นที่ 5 ประเมิน (30 นาที)

1. ครูซักถามนักเรียน เพื่อตรวจสอบความเข้าใจ
2. นักเรียนทำใบงาน เรื่อง ความหนืดของของเหลว และส่งใบงานตามวันเวลาที่ครูกำหนด

➤ สื่อ/ วัสดุอุปกรณ์/ แหล่งเรียนรู้

- สื่อ
1. ใบกิจกรรม เรื่อง ทอดสมอเรือ
 2. Power Point เรื่อง ของไหล
 3. ใบงาน เรื่อง ความหนืดของของเหลว

วัสดุอุปกรณ์

1. กระจกตวงใส่น้ำเชื่อม
2. แหวนรองน็อต
3. ดินน้ำมัน
4. ไม้จิ้มฟัน
5. ด้าย หรือเชือกเบา
6. โหลใส่น้ำ

แหล่งเรียนรู้

1. หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 5
2. ข้อมูลสารสนเทศทางอินเทอร์เน็ต

➤ การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้

วิธีการวัด	เครื่องมือการวัด	เกณฑ์การวัดและประเมินผล
ด้านความรู้ การสรุปผลการทำกิจกรรมทอผสมอเรือ และการตอบคำถามในใบงาน	ใบกิจกรรม เรื่อง ทอผสมอเรือ และใบงาน เรื่อง ความหนักของของเหลว	คะแนนอยู่ตั้งแต่ระดับ พอใช้ขึ้นไป ถือว่าผ่าน เกณฑ์การประเมิน
ด้านทักษะกระบวนการ สังเกตการทำกิจกรรมทอผสมอเรือ และการตอบคำถามในใบงาน	แบบสังเกตพฤติกรรม	คะแนนอยู่ตั้งแต่ระดับ พอใช้ขึ้นไป ถือว่าผ่าน เกณฑ์การประเมิน
ด้านจิตวิทยาาสตร์ สังเกตพฤติกรรมระหว่างเรียน	แบบประเมิน จิตวิทยาาสตร์	คะแนนอยู่ตั้งแต่ระดับ พอใช้ขึ้นไป ถือว่าผ่าน เกณฑ์การประเมิน



ใบกิจกรรมที่ 2 ทอดสมอเรือ

สถานการณ์ที่กำหนด



การใช้ประโยชน์จากทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของทรัพยากร หลายแห่งเกิดการเสื่อมโทรม โดยเฉพาะทรัพยากรปะการังในแหล่งท่องเที่ยว ที่ถูกภัยคุกคามจากกิจกรรมท่องเที่ยวทางทะเลและกิจกรรมต่าง ๆ เช่น การดำน้ำชมระบบนิเวศแนวปะการัง การเหยียบย่ำปะการัง โดยเฉพาะอย่างยิ่งการทิ้งสมอของเรือท่องเที่ยวที่ส่งผลให้เกิดความเสียหายของปะการังอย่างรุนแรงและในวงกว้าง

ทุ่นผูกเรือ ถูกนำมาใช้แทนการทอดสมอเรือ แต่วัสดุที่ลอยอยู่บนผิวน้ำจะมีการเคลื่อนที่ตลอดเวลา การใช้ทุ่นผูกเรือจึงไม่สามารถยึดโยงเรือให้มั่นคงอยู่กับที่ได้

ดังนั้น ให้นักเรียนสวมบทบาทเป็นวิศวกรในการออกแบบสมอเรือ ให้ทิ้งลงสู่พื้นทะเลให้ช้าที่สุด เพื่อให้พื้นทะเลได้รับแรงกระทำน้อยที่สุด

อุปกรณ์ที่กำหนด

- | | |
|-------------------------------|-------------------------------|
| 1. ดินน้ำมัน | 2. ไม้จิ้มฟัน |
| 3. ด้าย หรือเชือกเบา | 4. เม็ดโฟม ขนาด 0.5 มิลลิเมตร |
| 5. เม็ดโฟม ขนาด 0.8 มิลลิเมตร | 6. โหลใส่น้ำ/ ตู๊ปลา |

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา

จากสถานการณ์ดังกล่าว ปัญหาคือ.....

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

เป้าหมายของการแก้ปัญหา คือ.....

เงื่อนไข หรือข้อจำกัด หรือเกณฑ์ที่เป็นบริบทของปัญหา

.....

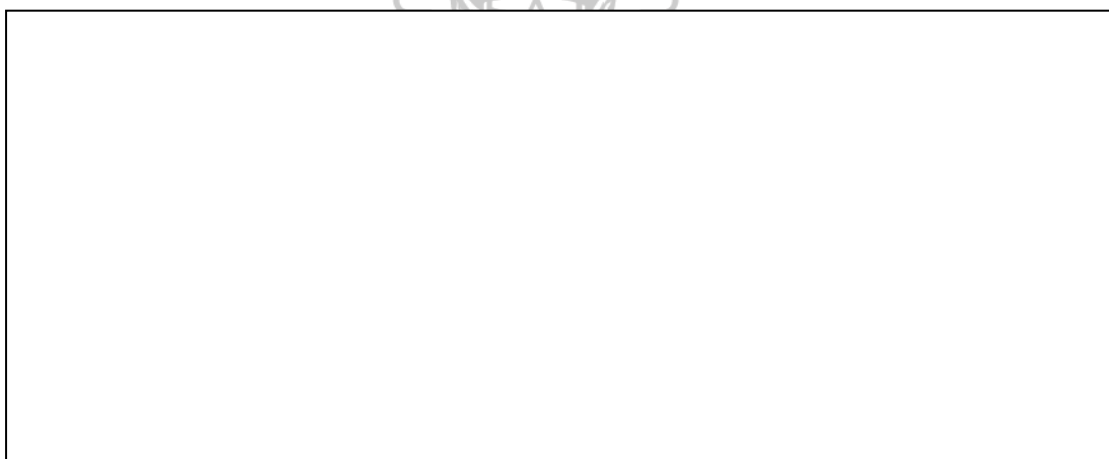
จากสถานการณ์ดังกล่าว นักเรียนมีข้อมูลหรือแนวคิดในการแก้ปัญหายังไร

.....

.....

.....

.....

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (โดยวาดภาพลงในช่องว่างด้านล่าง)

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา

ให้นักเรียนดำเนินการสร้างสมอเรือ ตามรูปแบบที่ได้ออกแบบไว้

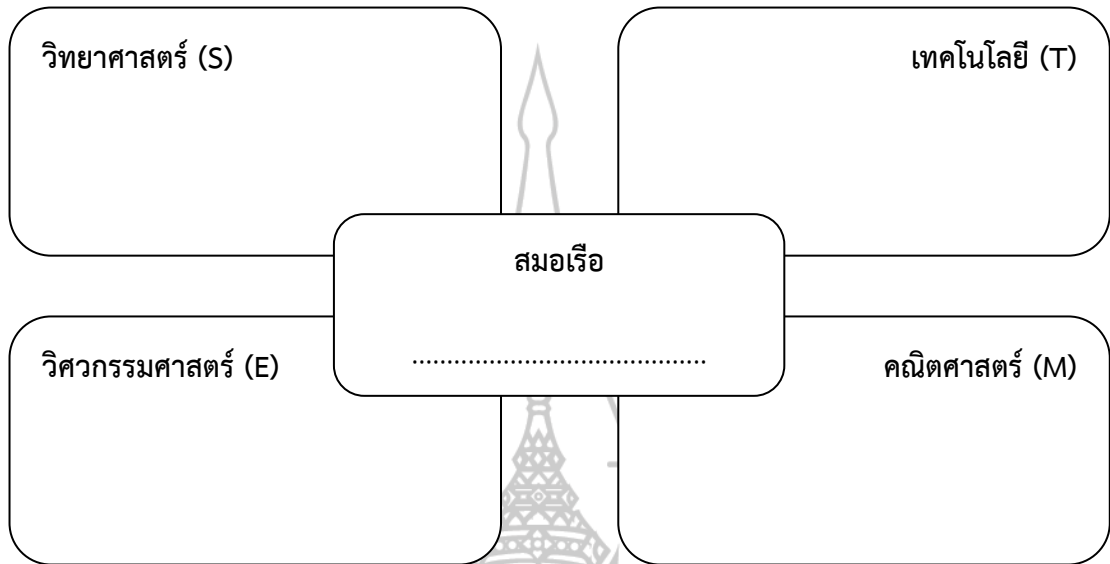
ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหา หรือชิ้นงาน

สมอเรือที่นักเรียนทำการสร้าง เป็นไปตามที่ได้ออกแบบไว้หรือไม่.....

นักเรียนตัดสินใจปรับปรุงแก้ไขสมอเรือ ให้ตกลงสู่พื้นช้าที่สุดหรือไม่.....

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา

สมอเรือของนักเรียน เชื่อมโยงกับแนวคิด STEM Education ดังนี้



นักเรียนวางเรือจำลองลงในโหลใส่น้ำ แล้วทำการทอดสมอเรือ สมอเรือของนักเรียนใช้เวลาในการตกถึงก้นโหล ดังนี้

- ครั้งที่ 1
- ครั้งที่ 2
- ครั้งที่ 3
- ค่าเฉลี่ย

สมาชิก

- 1) มีหน้าที่
- 2) มีหน้าที่
- 3) มีหน้าที่
- 4) มีหน้าที่
- 5) มีหน้าที่

แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา แผนที่ 3

รายวิชา ฟิสิกส์ 5 (ว33205)

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

หน่วยการเรียนรู้เรื่อง ของไหล

เวลา 20 ชั่วโมง

หน่วยย่อยที่ 3 เรื่อง ความดันของของเหลว

เวลา 4 ชั่วโมง

ชื่อผู้สอน นายสุริยัน ใจคำดีบ

➤ มาตรฐานการเรียนรู้และผลการเรียนรู้

สาระฟิสิกส์

เข้าใจความสัมพันธ์ของความร้อนกับการเปลี่ยนอุณหภูมิและสถานะของสสาร สภาพยืดหยุ่นของวัสดุและโมดูลัสของยัง ความดันในของไหล แรงพุง และหลัก ของอาร์คิมิดีส ความตึงผิวและแรงหนืดของของเหลว ของไหลอุดมคติ และ สมการแบร์นูลลี กฎของแก๊ส ทฤษฎีจลน์ของแก๊สอุดมคติและพลังงานในระบบ ทฤษฎีอะตอมของโบร์ ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก ทวิภาวะของคลื่นและ อนุภาค กัมมันตภาพรังสี แรงแวนเดอวาลส์ ปฏิกริยานิวเคลียร์ พลังงานนิวเคลียร์ ฟิสิกส์อนุภาค รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ผลการเรียนรู้

อธิบายและคำนวณความดันเกจ ความดันสัมบูรณ์ และความดันบรรยากาศ รวมทั้งอธิบายหลักการทำงานของแมนอมิเตอร์ บารอมิเตอร์และเครื่องอัดไฮดรอลิก

➤ สาระสำคัญ

ในขณะที่ของไหลที่อยู่นิ่ง โมเลกุลที่ประกอบขึ้นเป็นของไหลมีการเคลื่อนที่อยู่ ของไหลจึงออกแรงกระทำทุกทิศทุกทางและตั้งฉากกับพื้นที่ที่ของไหลสัมผัส เมื่อมีวัตถุอยู่ในของไหล ผิวของวัตถุที่จมอยู่ในของไหลนั้นจะถูกแรงกระทำด้วย แรงที่ของไหลกระทำนี้ เกิดจากการที่โมเลกุลเคลื่อนที่ชนกันและชนกับพื้นที่ที่ของไหลสัมผัส แรงกระทำที่ตั้งฉากต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ที่ของไหลสัมผัส เรียกว่า ความดัน

(Pressure) คำนวณหาได้จาก $P = \frac{F}{A}$

ความดันในของเหลวที่ขึ้นอยู่กับความลึกและความหนาแน่นของของเหลว เรียกว่า ความดันเกจ ตามสมการ $P_g = \rho hg$ และผลรวมของความดันเกจกับความดันบรรยากาศ เรียกว่าความดันสัมบูรณ์ ตามสมการ $P = P_o + P_g$ ในของเหลวชนิดเดียวกัน ที่ระดับความลึกเดียวกันมีความดันเท่ากัน

➤ จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายความดันเกจ ความดันสัมบูรณ์ และความดันบรรยากาศได้
2. คำนวณหาความดันเกจ ความดันสัมบูรณ์ และความดันบรรยากาศได้
3. มีความอยากรู้อยากเห็น

➤ **สาระการเรียนรู้**

ด้านความรู้ (Knowledge)

ความดันในของเหลว

1. ความดันเกจ
2. ความดันสัมบูรณ์

ด้านทักษะกระบวนการ (Process)

1. การสื่อสาร
2. การคิด

ด้านจิตวิทยาศาสตร์ (Scientific Mind)

ความอยากรู้อยากเห็น

ด้านสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

1. ความสามารถในการสื่อสาร
2. ความสามารถในการคิด

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (Attitude)

1. มุ่งมั่นในการทำงาน
2. ใฝ่เรียนรู้

➤ **ชิ้นงาน/ ภาระงาน**

1. ใบงาน
2. ใบกิจกรรม

➤ **กิจกรรมการเรียนการสอน**

ขั้นที่ 1 สร้างความสนใจ (30 นาที)

1. นักเรียนสังเกตการสาธิตกาลักน้ำ และร่วมกันอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็น
น้ำไหลจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำได้อย่างไร
2. นักเรียนดูวิดีโอ เรื่อง พญาแรงให้น้ำทำงานได้จริงหรือ? (www.youtube.com/watch?v=kYx3M-A5_bE&ab_channel=สมนึกซีเอสดับเบิลอี)
3. นักเรียนร่วมกันอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็น การลักน้ำจากที่ต่ำขึ้นสู่ที่สูงของพญาแรงให้น้ำ
4. นักเรียนวิเคราะห์ลักษณะการไหลของน้ำ เพื่อออกแบบพญาแรงให้น้ำที่สามารถลักน้ำจากที่ต่ำขึ้นสู่ที่สูงได้ดีที่สุด

ขั้นที่ 2 สํารวจและค้นหา (1 ชั่วโมง 30 นาที)

1. นักเรียนแบ่งกลุ่มเป็นกลุ่มละ 5 คน คณะระดับความสามารถ ให้ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มรับใบกิจกรรม เรื่อง พญาแร้งให้นํ้า
2. นักเรียนศึกษาใบกิจกรรม เรื่อง พญาแร้งให้นํ้า และปฏิบัติตามใบกิจกรรมในประเด็นดังนี้
 - ระบุปัญหาจากสถานการณ์
 - รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา
 - ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา
 - วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา
 - ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหา หรือชิ้นงาน
 - นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 อธิบายและลงข้อสรุป (30 นาที)

1. ครูให้นักเรียนร่วมกันสรุปผลการทำกิจกรรม เรื่อง พญาแร้งให้นํ้า ให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้
2. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามในประเด็นที่ไม่เข้าใจ

ขั้นที่ 4 ขยายความรู้ (1 ชั่วโมง)

1. ครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับความดันเกจ ความดันอากาศ ความดันสัมบูรณ์ และสมการการคำนวณด้วย Power Point เรื่อง ของไหล
2. นักเรียนสืบค้นในหัวข้อ “ความดันที่กั้นภาชนะและด้านข้างภาชนะ”
3. ครูยกตัวอย่างการคำนวณหาปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับความดัน
4. ครูยกโจทย์ปัญหาขึ้นมา ให้นักเรียนฝึกแก้โจทย์ปัญหา

ขั้นที่ 5 ประเมิน (30 นาที)

1. ครูซักถามนักเรียน เพื่อตรวจสอบความเข้าใจ
2. นักเรียนทำใบงาน เรื่อง ความดันของของเหลว และส่งใบงานตามวันเวลาที่ครูกำหนด

➤ สื่อ/ วัสดุอุปกรณ์/ แหล่งเรียนรู้

- สื่อ
1. ใบกิจกรรม เรื่อง พญาแร้งให้นํ้า
 2. Power Point เรื่อง ของไหล
 3. ใบงาน เรื่อง ความดันของของเหลว

- วัสดุอุปกรณ์
1. ขวดน้ำพลาสติก
 2. เข็มฉีดยาพลาสติก

3. สายออกซิเจน
4. ดินน้ำมัน
5. กรรไกร หรือคัตเตอร์
6. ภาชนะใส่น้ำ

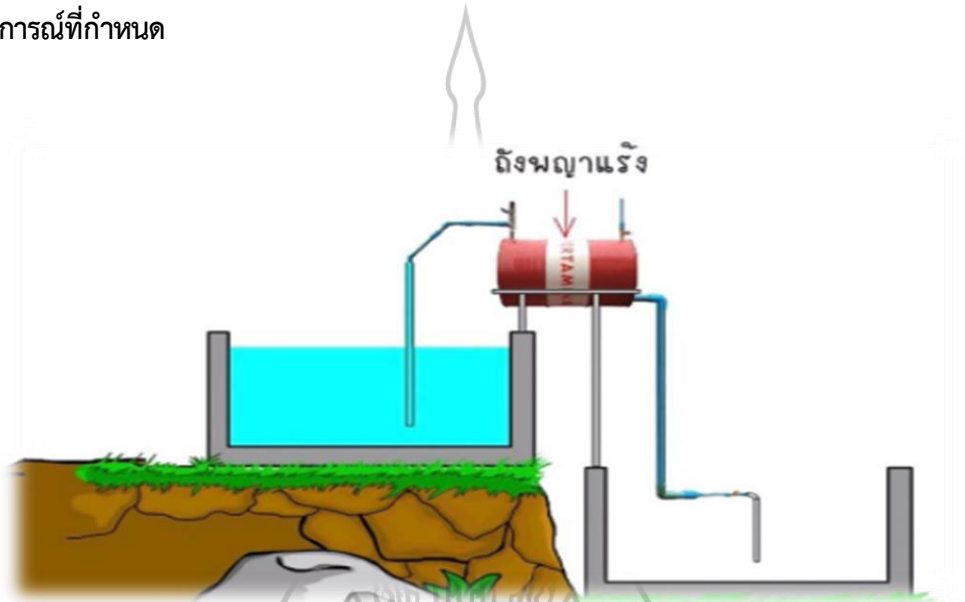
- แหล่งเรียนรู้
1. หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 5
 2. ข้อมูลสารสนเทศทางอินเทอร์เน็ต

➤ การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้

วิธีการวัด	เครื่องมือการวัด	เกณฑ์การวัดและประเมินผล
ด้านความรู้ การสรุปผลการทำกิจกรรมพญาแรง ให้น้ำและการตอบคำถามในใบงาน	ใบกิจกรรม เรื่อง พญาแรงให้ น้ำ และใบงาน เรื่อง ความดันของของเหลว	คะแนนอยู่ตั้งแต่ระดับ พอใช้ขึ้นไป ถือว่าผ่าน เกณฑ์การประเมิน
ด้านทักษะกระบวนการ สังเกตการทำกิจกรรมพญาแรงให้น้ำ และการตอบคำถามในใบงาน	แบบสังเกตพฤติกรรม	คะแนนอยู่ตั้งแต่ระดับ พอใช้ขึ้นไป ถือว่าผ่าน เกณฑ์การประเมิน
ด้านจิตวิทยาศาสตร์ สังเกตพฤติกรรมระหว่างเรียน	แบบประเมิน จิตวิทยาศาสตร์	คะแนนอยู่ตั้งแต่ระดับ พอใช้ขึ้นไป ถือว่าผ่าน เกณฑ์การประเมิน

ใบกิจกรรมที่ 3 พญาแรงให้น้ำ

สถานการณ์ที่กำหนด



สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน) มีพื้นที่ดำเนินงานครอบคลุมพื้นที่สูงกว่า 5 ล้านไร่ ประชากรกว่า 250,000 คน ส่วนใหญ่เกษตรกรมีฐานะค่อนข้างยากจน ขาดโอกาสและปัจจัยขั้นพื้นฐานที่จำเป็น ซึ่งสถานการณ์ปัจจุบันหลายพื้นที่ประสบปัญหาภัยแล้ง ประชาชนได้รับความเดือดร้อนขาดแคลนแหล่งน้ำเพื่อใช้ในการอุปโภค บริโภค และเพื่อทำการเกษตร ไม่สามารถเพาะปลูกพืชให้เป็นไปตามแผนได้ และผลผลิตได้รับความเสียหาย จากการสำรวจ พบว่า มีเกษตรกรที่จะได้รับผลกระทบจากปัญหาดังกล่าว เป็นจำนวน 296 ชุมชน 28,725 ครัวเรือน 114,443 คน พื้นที่ 424,936 ไร่ ผลผลิตที่ส่งเสริมได้รับผลกระทบมูลค่ากว่า 9.2 ล้านบาท

การนำน้ำจากแหล่งน้ำต่าง ๆ มาใช้ โดยใช้หลักการของธรรมชาติ หรือที่รู้จักกันในนาม กาลักน้ำ หรือ พญาแรงให้น้ำ เป็นระบบปั้มน้ำจากภูมิปัญญาชาวบ้าน สามารถสูบน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพได้ 24 ชั่วโมง โดยไม่ต้องเสียค่าไฟฟ้าแม้แต่บาทเดียว

ดังนั้น ให้นักเรียนสวมบทบาทเป็นวิศวกรในการออกแบบพญาแรงให้น้ำ ให้สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพที่สุด เพื่อศึกษาความต้นของของเหลว

*** ประสิทธิภาพในการทำงานของพญาแรง หมายถึง ความสามารถในการดึงน้ำขึ้นจากที่ต่ำสู่ที่สูง (ปริมาตรน้ำ) ในช่วงเวลา 1 นาที

อุปกรณ์ที่กำหนด

- | | |
|------------------------|---------------------|
| 1. ขวดน้ำคละขนาด | 2. เข็มฉีดยาคละขนาด |
| 3. สายออกซิเจน | 4. ดินน้ำมัน |
| 5. กรรไกร หรือคัตเตอร์ | 6. ภาชนะใส่น้ำ |

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา

จากสถานการณ์ดังกล่าว ปัญหาคือ.....

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

เป้าหมายของการแก้ปัญหา คือ.....

เงื่อนไข หรือข้อจำกัด หรือเกณฑ์ที่เป็นบริบทของปัญหา

จากสถานการณ์ดังกล่าว นักเรียนมีข้อมูลหรือแนวคิดในการแก้ปัญหาอย่างไร

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (โดยวาดภาพลงในช่องว่างด้านล่าง)



ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา

ให้นักเรียนดำเนินการสร้างพญาแรงใจให้สำเร็จ ตามรูปแบบที่ได้ออกแบบไว้

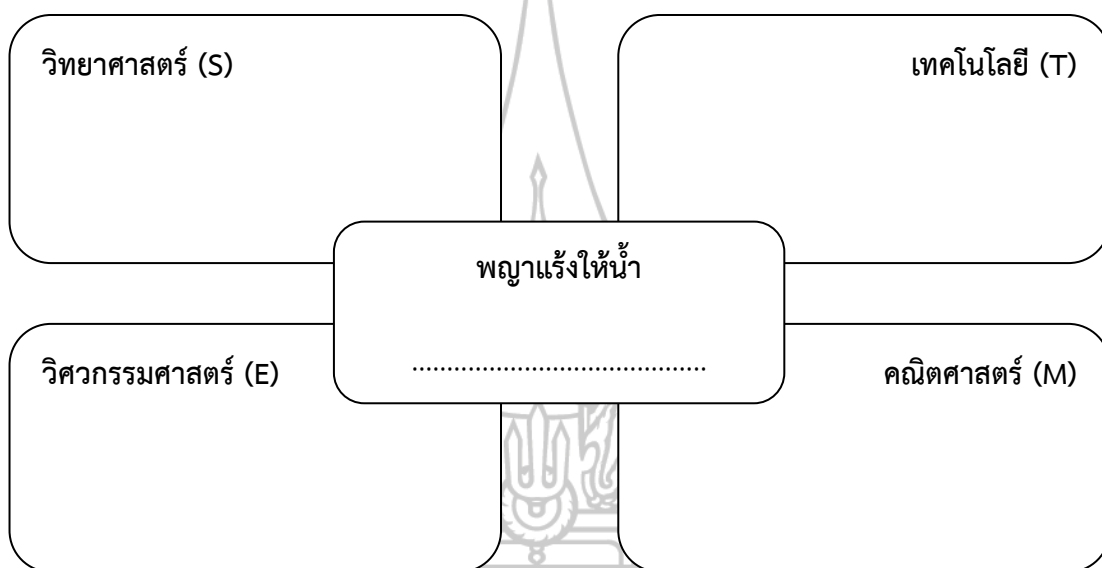
ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหา หรือชิ้นงาน

พญาแรงใจน้ำที่นักเรียนทำการสร้าง เป็นไปตามที่ได้ออกแบบไว้หรือไม่.....

นักเรียนตัดสินใจปรับปรุงแก้ไขพญาแรงใจน้ำ ให้สามารถทำงานได้ดีขึ้นหรือไม่.....

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา

พญาแรงใจน้ำของนักเรียน เชื่อมโยงกับแนวคิด STEM Education ดังนี้



นักเรียนทำการทดสอบการทำงานของพญาแรงใจน้ำโดยให้พญาแรงใจน้ำขึ้นจากที่ต่ำสู่ที่สูง
ในเวลา 1 นาที เมื่อทำการวัดปริมาตรน้ำ มีค่าดังนี้

ครั้งที่ 1

ครั้งที่ 2

ครั้งที่ 3

ค่าเฉลี่ย

สมาชิก

1) มีหน้าที่.....

2) มีหน้าที่.....

3) มีหน้าที่.....

4) มีหน้าที่.....

5) มีหน้าที่.....

แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา แผนที่ 4

รายวิชา ฟิสิกส์ 5 (ว33205)

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

หน่วยการเรียนรู้เรื่อง ของไหล

เวลา 20 ชั่วโมง

หน่วยย่อยที่ 4 เรื่อง แรงพยุงของของไหล

เวลา 4 ชั่วโมง

ชื่อผู้สอน นายสุริยัน ใจคำดีบ

➤ **มาตรฐานการเรียนรู้และผลการเรียนรู้**

สาระฟิสิกส์

เข้าใจความสัมพันธ์ของความร้อนกับการเปลี่ยนอุณหภูมิและสถานะของสสาร สภาพยืดหยุ่นของวัสดุและโมดูลัสของยัง ความดันในของไหล แรงพยุง และหลัก ของอาร์คิมิดีส ความตึงผิวและแรงหนืดของของเหลว ของไหลอุดมคติ และ สมการแบร์นูลลี กฎของแก๊ส ทฤษฎีจลน์ของแก๊สอุดมคติและพลังงานในระบบ ทฤษฎีอะตอมของโบร์ ปฏิกิริยาการณโฟโตอิเล็กทริก ทวิภาวะของคลื่นและ อนุภาค กัมมันตภาพรังสี แรงแวนเดอวาลส์ ปฏิกิริยานิวเคลียร์ พลังงานนิวเคลียร์ ฟิสิกส์อนุภาค รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ผลการเรียนรู้

ทดลอง อธิบายและคำนวณแรงพยุงของของไหล

➤ **สาระสำคัญ**

เมื่อวัตถุอยู่ในของไหลจะเกิดแรงพยุง (*Buoyant force*) กระทำต่อวัตถุมีค่าเท่ากับน้ำหนักของของไหลที่มีปริมาตรเท่ากับวัตถุที่อยู่ในของไหลนั้น ขนาดของแรงพยุงหาได้จากสมการ $F_B = \rho g V$

➤ **จุดประสงค์การเรียนรู้**

1. อธิบายแรงพยุงของของไหลได้
2. ทดลองหาแรงพยุงของของไหลได้
3. คำนวณหาแรงพยุงของของไหลได้
4. มีความซื่อสัตย์
5. มีความมุ่งมั่นอดทน

➤ **สาระการเรียนรู้**

ด้านความรู้ (Knowledge)

แรงพยุงของของไหล

ด้านทักษะกระบวนการ (Process)

1. การทดลอง

2. การคำนวณ

ด้านจิตวิทยาศาสตร์ (Scientific Mind)

1. ความซื่อสัตย์
2. ความมุ่งมั่นอดทน

ด้านสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

1. ความสามารถในการสื่อสาร
2. ความสามารถในการแก้ปัญหา

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (Attitude)

1. มุ่งมั่นในการทำงาน
2. ใฝ่เรียนรู้

➤ **ชิ้นงาน/ ภาระงาน**

1. ใบงาน
2. ใบกิจกรรม

➤ **กิจกรรมการเรียนการสอน**

ขั้นที่ 1 สร้างความสนใจ (30 นาที)

1. นักเรียนสังเกตค่าน้ำหนักของวัตถุที่ขังในอากาศ และสังเกตค่าน้ำหนักของวัตถุที่ขังในน้ำ
2. นักเรียนร่วมกันอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิด น้ำหนักของวัตถุที่หายไป
3. นักเรียนสังเกตภาพเรือเหล็กที่ลอยอยู่ในน้ำทะเล และร่วมกันอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิด โดยปกติเหล็กจะจมน้ำ แล้วเรือที่ทำมาจากเหล็กสามารถลอยน้ำได้อย่างไร
4. นักเรียนวิเคราะห์ลักษณะการลอยบนน้ำของเรือ เพื่อออกแบบเรือที่สามารถรองรับน้ำหนักได้มากที่สุด

ขั้นที่ 2 สำรวจและค้นหา (1 ชั่วโมง 30 นาที)

1. นักเรียนแบ่งกลุ่มเป็นกลุ่มละ 5 คน คละระดับความสามารถ ให้ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มรับใบกิจกรรม เรื่อง คาร์โก้ซิปปีง
2. นักเรียนศึกษาใบกิจกรรม เรื่อง คาร์โก้ซิปปีง และปฏิบัติตามใบกิจกรรมในประเด็นดังนี้
 - ระบุปัญหาจากสถานการณ์
 - รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา
 - ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา
 - วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา

- ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหา หรือชิ้นงาน
- นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 อธิบายและลงข้อสรุป (30 นาที)

1. ครูให้นักเรียนร่วมกันสรุปผลการทำกิจกรรม เรื่อง คาร์โก้ชิปปิ้ง ให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้
2. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามในประเด็นที่ไม่เข้าใจ

ขั้นที่ 4 ขยายความรู้ (1 ชั่วโมง)

1. ครูอธิบายแรงพุงของวัตถุที่ลอยน้ำ วัตถุลอยปริ่มน้ำ วัตถุจมน้ำแบบไม่มีแรง วัตถุจมน้ำด้วยแรง และวัตถุจมอยู่ที่ก้นพื้นใต้น้ำ ด้วย Power Point เรื่อง ของไหล
2. นักเรียนสืบค้นในหัวข้อ “การคำนวณหาแรงพุงของของไหล”
3. ครูอธิบายที่มาของแรงพุงของของไหล และยกตัวอย่างการคำนวณหาปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง
4. ครูยกโจทย์ปัญหาขึ้นมา ให้นักเรียนฝึกแก้โจทย์ปัญหา

ขั้นที่ 5 ประเมิน (30 นาที)

1. ครูซักถามนักเรียน เพื่อตรวจสอบความเข้าใจ
2. นักเรียนทำใบงาน เรื่อง แรงพุงของของไหล และส่งใบงานตามเวลาที่ครูกำหนด

➤ สื่อ/ วัสดุอุปกรณ์/ แหล่งเรียนรู้

- สื่อ
1. ใบกิจกรรม เรื่อง คาร์โก้ชิปปิ้ง
 2. Power Point เรื่อง ของไหล
 3. ใบงาน เรื่อง แรงพุงของของไหล

- วัสดุอุปกรณ์
1. บีกเกอร์บรรจุน้ำ
 2. ตราชั่งสปริง
 3. แผ่นเหล็ก 50 กรัม
 4. ดินน้ำมัน
 5. เหรียญบาท (ไม่น้อยกว่า 30 เหรียญ)
 6. ตูปลาบบรรจุน้ำ หรือภาชนะบรรจุน้ำ

- แหล่งเรียนรู้
1. หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 5
 2. ข้อมูลสารสนเทศทางอินเทอร์เน็ต

➤ การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้

วิธีการวัด	เครื่องมือการวัด	เกณฑ์การวัดและประเมินผล
ด้านความรู้ การสรุปผลการทำกิจกรรมคาร์โก้ ชิปปิ้งและการตอบคำถามในใบงาน	ใบกิจกรรม เรื่อง คาร์โก้ ชิปปิ้ง และใบงาน เรื่อง แรงพุงของของไหล	คะแนนอยู่ตั้งแต่ระดับ พอใช้ขึ้นไป ถือว่าผ่าน เกณฑ์การประเมิน
ด้านทักษะกระบวนการ สังเกตการทำกิจกรรมคาร์โก้ชิปปิ้ง และการตอบคำถามในใบงาน	แบบสังเกตพฤติกรรม	คะแนนอยู่ตั้งแต่ระดับ พอใช้ขึ้นไป ถือว่าผ่าน เกณฑ์การประเมิน
ด้านจิตวิทยาาสตร์ สังเกตพฤติกรรมระหว่างเรียน	แบบประเมิน จิตวิทยาาสตร์	คะแนนอยู่ตั้งแต่ระดับ พอใช้ขึ้นไป ถือว่าผ่าน เกณฑ์การประเมิน



ใบกิจกรรมที่ 4 คาร์โก้ขีปปีง

สถานการณ์ที่กำหนด



การขนส่งทางเรือได้รับความนิยมอย่างกว้างขวาง เนื่องจากค่าใช้จ่ายถูก เหมาะกับสินค้าปริมาณมากหรือมีขนาดใหญ่ แต่ข้อจำกัดคือเรื่องเวลา ลูกค้าหลายรายได้รับผลกระทบจากปัญหาล่าช้า ปกติทุกสายเรือมีตารางเดินเรือที่แน่นอน แต่ในบางครั้งอาจเปลี่ยนแปลง สาเหตุจากสภาพอากาศ สินค้าแน่นตามช่วงฤดูกาล หรืออื่น ๆ ซึ่งอยู่เหนือการควบคุม ผู้ส่งสินค้าควรวางแผนใช้ชัดเจน และควรเผื่อเวลาเอาไว้ด้วย

ตามหลักการแล้ว เหล็กมีความหนาแน่นมากกว่าน้ำจึงจมน้ำ แต่ถ้านำเหล็กมาตีแผ่เป็นแผ่นบาง ๆ แล้วทำเป็นรูปทรงของเรือ ปริมาตรจะเพิ่มขึ้นทั้ง ๆ ที่มวลเท่าเดิม ทำให้เรือเหล็กมีความหนาแน่นน้อยกว่าน้ำ จึงลอยน้ำได้ และน้ำก็มีแรงดันให้เรือลอยขึ้นมาได้แรงนี้เรียกว่า “แรงลอยตัวหรือแรงพยุง” ซึ่งแรงนี้จะขึ้นอยู่กับปริมาณของน้ำที่ถูกวัตถุนั้นแทนที่ ยิ่งวัตถุมิพื้นที่สัมผัสกับน้ำมากเท่าไร หรือเข้าไปแทนที่น้ำได้มาก ความหนาแน่นของวัตถุจะลดลง และแรงลอยตัวจะเพิ่มขึ้น วัตถุจึงลอยตัวในน้ำได้ ดังนั้นหากแผ่วัตถุให้มีขนาดใหญ่และมีขอบโค้งขึ้นมากล้ายเรือ วัตถุนั้นก็จะลอยตัวได้ดี

ดังนั้น ให้นักเรียนสวมบทบาทเป็นวิศวกรในการออกแบบเรือขนส่ง (คาร์โก้ขีปปีง) ในการบรรทุกวัตถุให้ได้น้ำหนักมากที่สุด เพื่อศึกษาการลอยของวัตถุเนื่องจากแรงพยุงในของไหล

อุปกรณ์ที่กำหนด

1. ดินน้ำมัน
2. เหยียดบาท (ไม่น้อยกว่า 30 เหยียด)
3. ตู้อาบบรรจุน้ำ หรือภาชนะบรรจุน้ำ

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา

จากสถานการณ์ดังกล่าว ปัญหาคือ.....

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

เป้าหมายของการแก้ปัญหา คือ.....

เงื่อนไข หรือข้อจำกัด หรือเกณฑ์ที่เป็นบริบทของปัญหา

จากสถานการณ์ดังกล่าว นักเรียนมีข้อมูลหรือแนวคิดในการแก้ปัญหายังไร

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (โดยวาดภาพลงในช่องว่างด้านล่าง)



ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา

ให้นักเรียนดำเนินการสร้างเรือขนส่ง (คาร์โก้ขีบปิ้ง) ตามรูปแบบที่ได้ออกแบบไว้

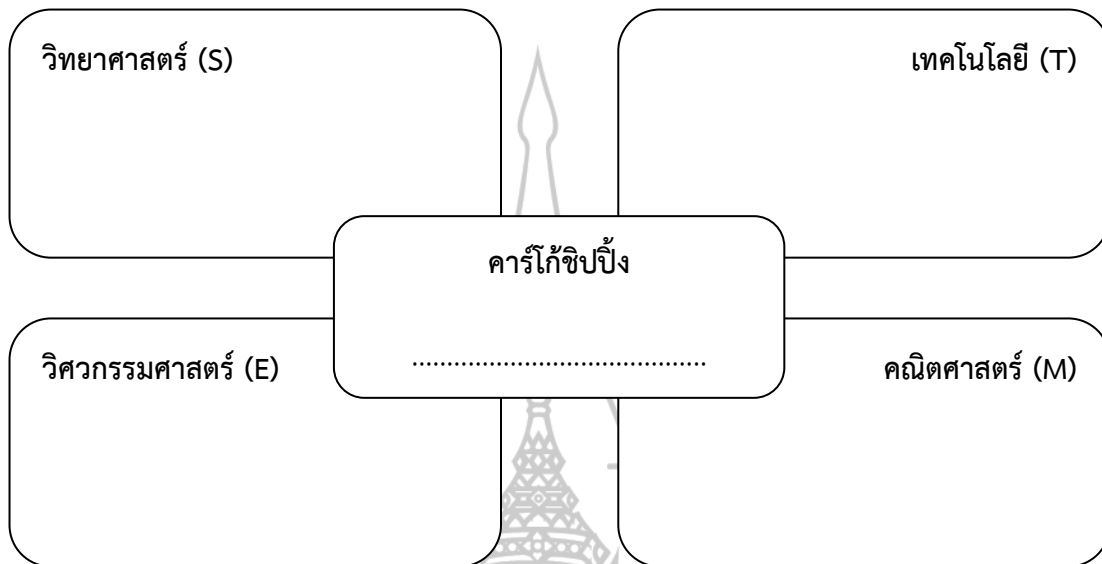
ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหา หรือชิ้นงาน

คาร์โก้ขีบปิ้งที่นักเรียนทำการสร้าง เป็นไปตามที่ได้ออกแบบไว้หรือไม่.....

นักเรียนตัดสินใจปรับปรุงแก้ไขคาร์โก้ขีบปิ้ง ให้สามารถทำงานได้ดีขึ้นหรือไม่.....

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา

การใช้ข้อคิดของนักเรียน เชื่อมโยงกับแนวคิด STEM Education ดังนี้



นักเรียนทำการปล่อยเรือลงในตู้ปลาบรรจุน้ำ แล้ววางเหรียญลงบนเรือ เรือของนักเรียนสามารถรับน้ำหนักจากเหรียญได้จำนวนเหรียญ ดังนี้

- ครั้งที่ 1
- ครั้งที่ 2
- ครั้งที่ 3
- ค่าเฉลี่ย

สมาชิก

- 1) มีหน้าที่
- 2) มีหน้าที่
- 3) มีหน้าที่
- 4) มีหน้าที่
- 5) มีหน้าที่

แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา แผนที่ 5

รายวิชา ฟิสิกส์ 5 (ว33205)

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

หน่วยการเรียนรู้เรื่อง ของไหล

เวลา 20 ชั่วโมง

หน่วยย่อยที่ 5 เรื่อง พลศาสตร์ของไหล

เวลา 4 ชั่วโมง

ชื่อผู้สอน นายสุริยัน ใจคำดีบ

➤ **มาตรฐานการเรียนรู้และผลการเรียนรู้**

สาระฟิสิกส์

เข้าใจความสัมพันธ์ของความร้อนกับการเปลี่ยนอุณหภูมิและสถานะของสสาร สภาพยืดหยุ่นของวัสดุและโมดูลัสของยัง ความดันในของไหล แรงพุง และหลัก ของอาร์คิมิดีส ความตึงผิวและแรงหนืดของของเหลว ของไหลอุดมคติ และ สมการแบร์นูลลี กฎของแก๊ส ทฤษฎีจลน์ของแก๊สอุดมคติและพลังงานในระบบ ทฤษฎีอะตอมของโบร์ ปฏิกิริยาการณโฟโตอิเล็กทริก ทวิภาวะของคลื่นและอนุภาค กัมมันตภาพรังสี แรงแวนเดอวาลส์ ปฏิกริยานิวเคลียร์ พลังงานนิวเคลียร์ ฟิสิกส์อนุภาค รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ผลการเรียนรู้

อธิบายสมบัติของของไหลอุดมคติ สมการความต่อเนื่อง และสมการแบร์นูลลี รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และนำความรู้เกี่ยวกับสมการความต่อเนื่องและสมการแบร์นูลลีไปอธิบายหลักการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ

➤ **สาระสำคัญ**

พฤติกรรมการไหลของของไหลสามารถทำให้ง่ายต่อความเข้าใจด้วยของไหลอุดมคติ ซึ่งมีลักษณะดังนี้ ไหลอย่างสม่ำเสมอหรือที่ตำแหน่งใดตำแหน่งหนึ่งในของไหลความเร็วและความดันคงตัว ไม่มีแรงหนืด บีบอัดไม่ได้ หรือมีความหนาแน่นคงตัว และไหลโดยไม่หมุนวน อนุภาคของของไหลเคลื่อนที่ไปตามสายกระแสที่ไม่ตัดกัน ปริมาตรของของไหลที่ผ่านพื้นที่หน้าตัดในหนึ่งหน่วยเวลา เป็นอัตราการไหล (*Flow rate*) ตามสมการความต่อเนื่อง (*Continuity equation*) $Av =$ ค่าคงตัว

➤ **จุดประสงค์การเรียนรู้**

1. อธิบายสมบัติของของไหลอุดมคติและสมการความต่อเนื่องได้
2. คำนวณหาปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับของไหลอุดมคติและสมการความต่อเนื่องได้
3. มีความรอบคอบ

➤ **สาระการเรียนรู้**

ด้านความรู้ (Knowledge)

พลศาสตร์ของของไหล

1. ของไหลในอุดมคติ
2. สมการความต่อเนื่อง

ด้านทักษะกระบวนการ (Process)

การคำนวณ

ด้านจิตวิทยาศาสตร์ (Scientific Mind)

ความรอบคอบ

ด้านสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

1. ความสามารถในการสื่อสาร
2. ความสามารถในการคิด

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (Attitude)

1. มุ่งมั่นในการทำงาน
2. ใฝ่เรียนรู้

➤ **ชิ้นงาน/ ภาระงาน**

1. ใบงาน
2. ใบกิจกรรม

➤ **กิจกรรมการเรียนการสอน**

ขั้นที่ 1 สร้างความสนใจ (30 นาที)

1. นักเรียนสังเกตการณ์ไหลของน้ำในท่อจากปั้มน้ำที่ไหลในตู้ปลา และร่วมกันอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิด น้ำในท่อมักมีลักษณะการไหลอย่างไร

2. นักเรียนดูวิดีโอ เรื่อง เทคนิคการส่งน้ำ (<https://youtu.be/kleqy58-YJc>)

3. นักเรียนร่วมกันอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิด การส่งน้ำให้ไหลได้ไกลที่สุดและ

แรงที่สุด

4. นักเรียนวิเคราะห์การไหลของน้ำในท่อ เพื่อออกแบบท่อที่สามารถส่งน้ำให้ไหลได้

แรงที่สุด

ขั้นที่ 2 สำรวจและค้นหา (1 ชั่วโมง 30 นาที)

1. นักเรียนแบ่งกลุ่มเป็นกลุ่มละ 5 คน คณะระดับความสามารถ ให้ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มรับใบกิจกรรม เรื่อง ระบบท่อส่งน้ำ
2. นักเรียนศึกษาใบกิจกรรม เรื่อง ระบบท่อส่งน้ำ และปฏิบัติตามใบกิจกรรมในประเด็นดังนี้
 - ระบุปัญหาจากสถานการณ์
 - รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา
 - ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา
 - วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา
 - ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหา หรือชิ้นงาน
 - นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 อธิบายและลงข้อสรุป (30 นาที)

1. ครูให้นักเรียนร่วมกันสรุปผลการทำกิจกรรม เรื่อง ระบบท่อส่งน้ำ ให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้
2. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามในประเด็นที่ไม่เข้าใจ

ขั้นที่ 4 ขยายความรู้ (1 ชั่วโมง)

1. ครูอธิบายที่มาของสมการความต่อเนื่อง และสมการของแบร์นูลลี ด้วย Power Point เรื่อง ของไหล
2. นักเรียนสืบค้นในหัวข้อ “การประยุกต์สมการของแบร์นูลลี”
3. นักเรียนร่วมกันอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิด กฎของตอร์ริเชลลีและแรงยกปีก และยกตัวอย่างการคำนวณหาปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง
4. ครูยกโจทย์ปัญหาขึ้นมา ให้นักเรียนฝึกแก้โจทย์ปัญหา

ขั้นที่ 5 ประเมิน (30 นาที)

1. ครูซักถามนักเรียน เพื่อตรวจสอบความเข้าใจ
2. นักเรียนทำใบงาน เรื่อง พลศาสตร์ของไหล และส่งใบงานตามวันเวลาที่ครูกำหนด

➤ สื่อ/ วัสดุอุปกรณ์/ แหล่งเรียนรู้

- สื่อ
1. วิดีโอ เรื่อง เทคนิคการส่งน้ำ
 2. ใบกิจกรรม เรื่อง ระบบท่อส่งน้ำ
 3. Power Point เรื่อง ของไหล
 4. ใบงาน เรื่อง พลศาสตร์ของไหล

- วัสดุอุปกรณ์**
1. ท่อ PVC 8 เมตร
 2. ข้องอ 90 องศา (ไม่เกิน 10 ชิ้น)
 3. สามทาง 90 องศา (ไม่เกิน 10 ชิ้น)
 4. ฝาครอบ (ไม่เกิน 5 ชิ้น)
 5. กรรไกรตัดท่อ
 6. ปืนน้ำ
 7. ภาชนะใส่น้ำ
 6. ตู้ปลาบรรจุน้ำ หรือภาชนะบรรจุน้ำ

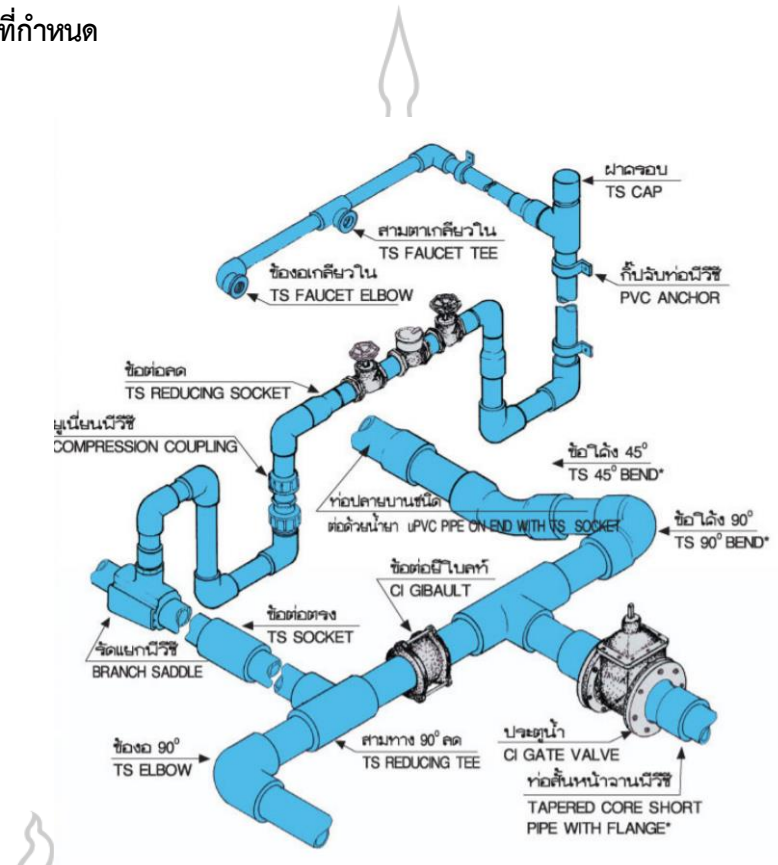
- แหล่งเรียนรู้**
1. หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 5
 2. ข้อมูลสารสนเทศทางอินเทอร์เน็ต

➤ **การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้**

วิธีการวัด	เครื่องมือการวัด	เกณฑ์การวัดและประเมินผล
ด้านความรู้ การสรุปผลการทำกิจกรรมระบบท่อส่งน้ำและการตอบคำถามในใบงาน	ใบกิจกรรม เรื่อง ระบบท่อส่งน้ำ และใบงาน เรื่อง พลศาสตร์ของไหล	คะแนนอยู่ตั้งแต่ระดับพอใช้ขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์การประเมิน
ด้านทักษะกระบวนการ สังเกตการทำกิจกรรมระบบท่อส่งน้ำและการตอบคำถามในใบงาน	แบบสังเกตพฤติกรรม	คะแนนอยู่ตั้งแต่ระดับพอใช้ขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์การประเมิน
ด้านจิตวิทยาาสตร์ สังเกตพฤติกรรมระหว่างเรียน	แบบประเมินจิตวิทยาาสตร์	คะแนนอยู่ตั้งแต่ระดับพอใช้ขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์การประเมิน

ใบกิจกรรมที่ 5 ระบบท่อส่งน้ำ

สถานการณ์ที่กำหนด



น้ำเป็นแหล่งกำเนิดชีวิตของสัตว์และพืช มนุษย์ใช้น้ำสำหรับการอุปโภคบริโภค ด้านการเกษตร ด้านอุตสาหกรรม ใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้า ใช้เป็นเส้นทางคมนาคมขนส่ง และเป็นสถานที่ท่องเที่ยว

น้ำเป็นปัจจัยหลักสำหรับการเพาะปลูกพืช การปลูกพืชจึงต้องให้ได้รับน้ำอย่างเพียงพอและเหมาะสมตามระยะเวลาที่ต้อง สภาพการปลูกพืชที่อาศัยน้ำฝนตามฤดูกาลเพียงอย่างเดียว อาจมีโอกาที่พืชจะขาดน้ำในระยะใดระยะหนึ่งได้มาก เช่นเมื่อประสบกับปัญหาฝนทิ้งช่วงจนพืชขาดน้ำรุนแรงจนกระทั่งตายได้ หรือหากฝนตกมากเกินไปจนทำให้เกิดน้ำท่วมขังจนต้นพืชเหี่ยวเฉาเนื่องจากรากขาดอากาศจนกระทั่งตายได้เช่นกัน

ดังนั้น ให้นักเรียนสวมบทบาทเป็นวิศวกรในการออกแบบระบบท่อส่งน้ำ ให้สามารถส่งน้ำให้ไหลได้แรงที่สุด (ในระยะเวลาที่กำหนด) เพื่อศึกษาการไหลในอุโมงค์และสมการความต่อเนื่อง

อุปกรณ์ที่กำหนด

- | | |
|-------------------------------------|------------------------------------|
| 1. ท่อ PVC (ไม่ต่ำกว่า 8 เมตร) | 2. ข้องอ 90 องศา (ไม่เกิน 10 ชิ้น) |
| 3. สามทาง 90 องศา (ไม่เกิน 10 ชิ้น) | 4. ฝาครอบ (ไม่เกิน 5 ชิ้น) |
| 5. เลื่อย/ กรรไกรตัดท่อ | 6. ปิมน้ำและอุปกรณ์ใส่น้ำ |

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา

จากสถานการณ์ดังกล่าว ปัญหาคือ.....

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

เป้าหมายของการแก้ปัญหา คือ.....

เงื่อนไข หรือข้อจำกัด หรือเกณฑ์ที่เป็นบริบทของปัญหา

.....

จากสถานการณ์ดังกล่าว นักเรียนมีข้อมูลหรือแนวคิดในการแก้ปัญหายังไร

.....

.....

.....

.....

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (โดยวาดภาพลงในช่องว่างด้านล่าง)



ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา

ให้นักเรียนดำเนินการสร้างระบบท่อส่งน้ำ ตามรูปแบบที่ได้ออกแบบไว้

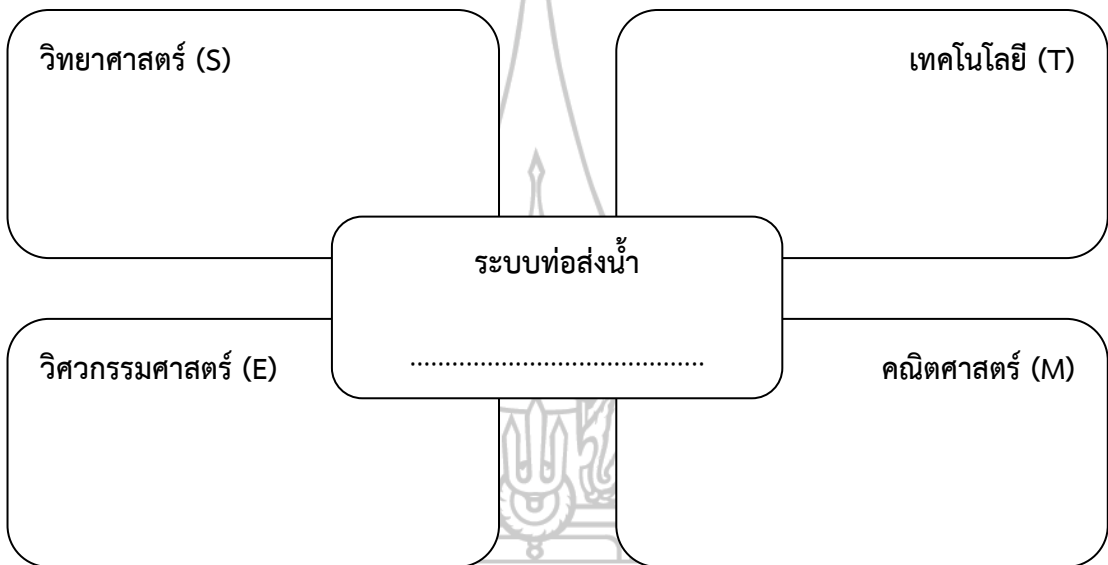
ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหา หรือชิ้นงาน

ระบบท่อส่งน้ำที่นักเรียนทำการสร้าง เป็นไปตามที่ได้ออกแบบไว้หรือไม่.....

นักเรียนตัดสินใจปรับปรุงแก้ไขระบบท่อส่งน้ำ ให้ส่งน้ำได้แรงขึ้นหรือไม่.....

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา

ระบบท่อส่งน้ำของนักเรียน เชื่อมโยงกับแนวคิด STEM Education ดังนี้



นักเรียนทำการต่อระบบท่อส่งน้ำเข้ากับปั้มน้ำ ให้น้ำจากปลายท่อปล่อยไหลลงสู่ภาชนะ
ในเวลา 30 วินาที น้ำในภาชนะมีปริมาตร ดังนี้

ครั้งที่ 1

ครั้งที่ 2

ครั้งที่ 3

ค่าเฉลี่ย

สมาชิก

1) มีหน้าที่.....

2) มีหน้าที่.....

3) มีหน้าที่.....

4) มีหน้าที่.....

5) มีหน้าที่.....

แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ แผนที่ 1

รายวิชา ฟิสิกส์ 5 (ว33205)

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

หน่วยการเรียนรู้เรื่อง ของไหล

เวลา 20 ชั่วโมง

หน่วยย่อยที่ 1 เรื่อง ความตึงผิวของของเหลว

เวลา 4 ชั่วโมง

ชื่อผู้สอน นายสุริยัน ใจคำดีบ

➤ มาตรฐานการเรียนรู้และผลการเรียนรู้

สาระฟิสิกส์

เข้าใจความสัมพันธ์ของความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิและสถานะของสสาร สภาพยืดหยุ่นของวัสดุและโมดูลัสของยัง ความดันในของไหล แรงพุง และหลัก ของอาร์คิมิดีส ความตึงผิวและแรงหนืดของของเหลว ของไหลอุดมคติ และ สมการแบร์นูลลี กฎของแก๊ส ทฤษฎีจลน์ของแก๊สอุดมคติและพลังงานในระบบ ทฤษฎีอะตอมของโบร์ ปฏิกิริยาการณโฟโตอิเล็กทริก ทวิภาวะของคลื่นและ อนุภาค กัมมันตภาพรังสี แรงแวนเดอวาลส์ ปฏิกิริยานิวเคลียร์ พลังงานนิวเคลียร์ ฟิสิกส์อนุภาค รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ผลการเรียนรู้

ทดลอง อธิบายและคำนวณความตึงผิวของของเหลว รวมทั้งสังเกตและอธิบายแรงหนืดของของเหลว

➤ สาระสำคัญ

สำหรับของเหลวจะมีแรงระหว่างโมเลกุลมีแรงเชื่อมแน่น (*Cohesive force*) ซึ่งเป็นแรงระหว่างโมเลกุลชนิดเดียวกันยึดโมเลกุลของเหลวเข้าด้วยกันและแรงยึดติด (*Adhesive force*) ซึ่งเป็นแรงระหว่างโมเลกุลต่างชนิดกัน ส่วนบริเวณผิวของเหลวจะมีแรงกระทำต่อวัตถุโดยแรงนี้ขนานกับผิวของเหลวและตั้งฉากกับวัตถุที่ผิวของเหลวสัมผัส เรียกว่าแรงตึงผิว ค่าแรงตึงผิวต่อหน่วยความยาววัตถุที่ผิวของเหลวสัมผัส เรียก ความตึงผิว (*Surface tension*) หาได้จากสมการ $\gamma = \frac{F}{L}$

➤ จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายความตึงผิวของของเหลวได้
2. ทดลองหาความตึงผิวของของเหลวได้
3. คำนวณหาความตึงผิวของของเหลวได้
4. มีความมุ่งมั่นอดทน

➤ สาระการเรียนรู้

ด้านความรู้ (Knowledge)

ความตึงผิวของของเหลว

1. ความตึงผิว

2. แรงตึงผิว

ด้านทักษะกระบวนการ (Process)

1. การทดลอง

2. การคำนวณ

ด้านจิตวิทยาศาสตร์ (Scientific Mind)

ความมุ่งมั่นอดทน

ด้านสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

1. ความสามารถในการคิด

2. ความสามารถในการแก้ปัญหา

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (Attitude)

1. มุ่งมั่นในการทำงาน

2. ใฝ่เรียนรู้

➤ ชิ้นงาน/ ภาระงาน

1. ใบงาน

2. ใบกิจกรรม

➤ กิจกรรมการเรียนการสอน

ชั้นนำ

1. ครูทบทวนสถานะของสสาร และให้นักเรียนสังเกตภาพจิ้งจอกน้ำบนผิวน้ำ

2. ครูใช้คำถามว่า “เพราะเหตุใดจิ้งจอกน้ำจึงเคลื่อนที่บนผิวน้ำได้”

ขั้นสอน

3. ครูมอบหมายให้นักเรียนศึกษาใบกิจกรรม เรื่อง ความตึงผิวของของเหลว และลงมือปฏิบัติ

ตามใบกิจกรรม

4. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายผลการทำกิจกรรม

5. นักเรียนและครูร่วมกันสรุปองค์ความรู้

6. ครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับแรงตึงผิวของของเหลว และความตึงผิวของของเหลว

ด้วย Power Point เรื่อง ของแข็งและของไหล

7. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายการนำความรู้เกี่ยวกับความตึงผิวไปประยุกต์ใช้ใน

ชีวิตประจำวัน เช่น สารลดแรงตึงผิว

8. ครูอธิบายสมการในการคำนวณหาแรงตึงผิว

9. นักเรียนทำใบงาน เรื่อง ความตึงผิวของของเหลว

ขั้นสรุป

10. นักเรียนร่วมกันอธิบายสิ่งที่ได้เรียนรู้ และซักถามประเด็นอื่น ๆ ที่สงสัย หรือยังไม่เข้าใจ

11. นักเรียนส่งใบกิจกรรมและใบงานตามวันเวลาที่ครูกำหนด

➤ สื่อ/ วัสดุอุปกรณ์/ แหล่งเรียนรู้

สื่อ 1. Power Point เรื่อง ของแข็งและของไหล

2. ใบกิจกรรม เรื่อง ความตึงผิวของของเหลว

3. ใบงาน เรื่อง ความตึงผิวของของเหลว

แหล่งเรียนรู้ 1. หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 5

2. ข้อมูลสารสนเทศทางอินเทอร์เน็ต

➤ การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้

วิธีการวัดผล	เครื่องมือการวัดและประเมินผล
ด้านความรู้ : ประเมินจากภาระงาน/ ชิ้นงาน	แบบประเมินภาระงาน/ ชิ้นงาน
ด้านทักษะกระบวนการ : สังเกตพฤติกรรมในห้องเรียน และประเมินจากภาระงาน	แบบประเมินทักษะกระบวนการ
ด้านจิตวิทยาศาสตร์ : สังเกตพฤติกรรมในห้องเรียน	แบบประเมินจิตวิทยาศาสตร์



แบบฝึกหัดที่ 1

ถาม - ตอบ

ความตึงผิวของของเหลว

1. การที่ผิวของของเหลวโค้งขึ้นหรือโค้งลงเกิดจากอะไร

.....

2. นำหยิ่งยวรัศมี 2 cm 10 g มาลอยบนผิวน้ำที่มีความตึงผิว 0.2 N/m อยากทราบว่า ต้องออกแรงดึงเท่าไรในการดึงหยิ่งยวในแนวตั้ง

.....

.....

.....

3. เาห้วงลวดรัศมี 3.5 cm จุ่มในน้ำแล้วดึงขึ้นมา ต้องออกแรงเท่าไรจึงชนะแรงตึงผิว (น้ำมีความตึงผิว $7 \times 10^{-2}\text{ N/m}$)

.....

.....

.....

4. เาห้วงลวดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 cm แขนงเข้ากับคันและห่างจากจุดหมุน 15 cm เมื่อจุ่มห้วงลวดในน้ำแล้วดึงขึ้นมา พบว่า ต้องใช้แผ่นน้ำหนักรจำนวนหนึ่งใส่ในจานซึ่งซึ่งแขวนห่างจากจุดหมุน 8 cm ถ้าน้ำมีความตึงผิว $7 \times 10^{-2}\text{ N/m}$ แผ่นน้ำหนักที่ใช้จะมีค่าเท่าไร

.....

.....

.....

.....

แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ แผนที่ 2

รายวิชา ฟิสิกส์ 5 (ว33205)

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

หน่วยการเรียนรู้เรื่อง ของไหล

เวลา 20 ชั่วโมง

หน่วยย่อยที่ 2 เรื่อง ความหนืดของของเหลว

เวลา 4 ชั่วโมง

ชื่อผู้สอน นายสุริยัน ใจคำดีบ

➤ มาตรฐานการเรียนรู้และผลการเรียนรู้

สาระฟิสิกส์

เข้าใจความสัมพันธ์ของความร้อนกับการเปลี่ยนอุณหภูมิและสถานะของสสาร สภาพยืดหยุ่นของวัสดุและโมดูลัสของยัง ความดันในของไหล แรงพุง และหลัก ของอาร์คิมิดีส ความตึงผิวและแรงหนืดของของเหลว ของไหลอุดมคติ และ สมการแบร์นูลลี กฎของแก๊ส ทฤษฎีจลน์ของแก๊สอุดมคติและพลังงานในระบบ ทฤษฎีอะตอมของโบร์ ปฏิกิริยานิวเคลียร์ ฟิสิกส์อนุภาค รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ผลการเรียนรู้

ทดลอง อธิบายและคำนวณความตึงผิวของของเหลว รวมทั้งสังเกตและอธิบายแรงหนืดของของเหลว

➤ สาระสำคัญ

สำหรับวัตถุที่มีการเคลื่อนที่ในของเหลว จะเกิดแรงที่ของเหลวต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุนั้น เรียกว่า แรงหนืด (*Viscous force*) และเรียกสมบัติการต้านการเคลื่อนที่ของของเหลวนี้อีกว่า ความหนืด (*Viscosity*) จากกฎของสโตกส์ การทดลองปล่อยลูกกลมโลหะตกในของเหลวชนิดหนึ่ง ๆ ในแนวตั้ง พบว่าแรงต้านจากความหนืดที่กระทำต่อวัตถุ หาได้จากสมการ $F_{\text{หนืด}} = 6\pi r\eta v$

➤ จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายแรงหนืดของของเหลวได้
2. สังเกตแรงหนืดของของเหลวได้
3. มีความซื่อสัตย์

➤ สาระการเรียนรู้

ด้านความรู้ (Knowledge)

ความตึงผิวของของเหลว

1. ความหนืด
2. แรงหนืด

ด้านทักษะกระบวนการ (Process)

การสังเกต

ด้านจิตวิทยาศาสตร์ (Scientific Mind)

ความซื่อสัตย์

ด้านสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

1. ความสามารถในการสื่อสาร
2. ความสามารถในการคิด

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (Attitude)

1. มีวินัย
2. มุ่งมั่นในการทำงาน

➤ ชิ้นงาน/ ภาระงาน

1. ใบงาน
2. ใบกิจกรรม

➤ กิจกรรมการเรียนการสอน

ชั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. ครูนำขวดบรรจุน้ำและขวดบรรจุน้ำมันให้นักเรียนดู จากนั้นจึงหยิบลูกแก้วขึ้นมา 2 ลูก และกระตุ้นนักเรียนด้วยคำถามว่า “ถ้าครูปล่อยลูกแก้วลงในน้ำ และปล่อยอีกลูกลงในน้ำมัน ลูกแก้วลูกไหนจะถึงก้นขวดก่อนกัน”
2. จากนั้นครูจึงปล่อยลูกแก้วทั้ง 2 ลงในขวดพร้อมกัน โดยมีนักเรียนคอยให้สัญญาณให้นักเรียนสังเกตการณ์เคลื่อนที่ของลูกแก้วในขวดทั้งสอง
3. ครูถามนักเรียนอีกครั้งว่า “นักเรียนสังเกตเห็นลูกแก้วลูกไหนตกถึงก้นขวดก่อน”

ชั้นสอน

4. ครูมอบหมายให้นักเรียนศึกษาใบกิจกรรม เรื่อง ความหนืดของของเหลว และลงมือปฏิบัติตามใบกิจกรรม
5. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายผลการทำกิจกรรม
6. นักเรียนและครูร่วมกันสรุปองค์ความรู้
7. ครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับสมการในการคำนวณ ด้วย Power Point เรื่อง ของแข็งและของไหล
8. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายการนำความรู้เกี่ยวกับความหนืดของของเหลวไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน
9. นักเรียนทำใบงาน เรื่อง ความหนืดของของเหลว

ขั้นสรุป

10. นักเรียนร่วมกันอธิบายสิ่งที่ได้เรียนรู้ และซักถามประเด็นอื่น ๆ ที่สงสัย

11. นักเรียนส่งใบกิจกรรมและใบงานตามวันเวลาที่ครูกำหนด

➤ สื่อ/ วัสดุอุปกรณ์/ แหล่งการเรียนรู้

สื่อ 1. Power Point เรื่อง ของแข็งและของไหล

2. ใบกิจกรรม เรื่อง ความดันในของไหล

3. ใบงาน เรื่อง ความดันในของไหล

แหล่งเรียนรู้ 1. หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 5

2. ข้อมูลสารสนเทศทางอินเทอร์เน็ต

➤ การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้

วิธีการวัดผล	เครื่องมือการวัดและประเมินผล
ด้านความรู้ : ประเมินจากภาระงาน/ ชิ้นงาน	แบบประเมินภาระงาน/ ชิ้นงาน
ด้านทักษะกระบวนการ : สังเกตพฤติกรรมในห้องเรียน และประเมินจากภาระงาน	แบบประเมินทักษะกระบวนการ
ด้านจิตวิทยาศาสตร์ : สังเกตพฤติกรรมในห้องเรียน	แบบประเมินจิตวิทยาศาสตร์



แบบฝึกหัดที่ 2

ถาม - ตอบ

ความหนืดของของเหลว

1. ทรงกลมเหล็กรัศมี 2 mm ปล่อยลงในน้ำด้วยความเร็ว 0.5 m/s ถ้าน้ำมีความหนืด $1 \times 10^{-3}\text{ Pas}$ จงหาแรงหนืดที่ต้านทรงกลมเหล็กนี้

.....

.....

.....

.....

2. ปล่อยลูกเหล็กทรงกลมรัศมี 8 mm ลงในน้ำมันที่มีความหนืด $8.4 \times 10^{-2}\text{ Pas}$ พบว่ามีแรงหนืดสูงสุดกระทำกับลูกเหล็ก 2 N ความเร็วของลูกเหล็กมีค่าเป็นเท่าไร

.....

.....

.....

.....

3. ปล่อยทรงกลมเหล็กรัศมี 1 mm ลงในน้ำ ความเร็วปลายจะเป็นเท่าไร (ให้เหล็กมีความหนาแน่น $7.8 \times 10^3\text{ kg/m}^3$, น้ำมีความหนืด $1 \times 10^{-3}\text{ Pas}$)

.....

.....

.....

.....

แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา แผนที่ 3

รายวิชา ฟิสิกส์ 5 (ว33205)

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

หน่วยการเรียนรู้เรื่อง ของไหล

เวลา 20 ชั่วโมง

หน่วยย่อยที่ 3 เรื่อง ความดันของของเหลว

เวลา 4 ชั่วโมง

ชื่อผู้สอน นายสุริยัน ใจคำดีบ

➤ มาตรฐานการเรียนรู้และผลการเรียนรู้

สาระฟิสิกส์

เข้าใจความสัมพันธ์ของความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิและสถานะของสสาร สภาพยืดหยุ่นของวัสดุและโมดูลัสของยัง ความดันในของไหล แรงพุง และหลัก ของอาร์คิมิดีส ความตึงผิวและแรงหนืดของของเหลว ของไหลอุดมคติ และ สมการแบร์นูลลี กฎของแก๊ส ทฤษฎีจลน์ของแก๊สอุดมคติและพลังงานในระบบ ทฤษฎีอะตอมของโบร์ ปฏิกิริยาการณโฟโตอิเล็กทริก ทวิภาวะของคลื่นและ อนุภาค กัมมันตภาพรังสี แรงแวนเดอวาลส์ ปฏิกริยานิวเคลียร์ พลังงานนิวเคลียร์ ฟิสิกส์อนุภาค รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ผลการเรียนรู้

อธิบายและคำนวณความดันเกจ ความดันสัมบูรณ์ และความดันบรรยากาศ รวมทั้งอธิบายหลักการทำงานของแมนอมิเตอร์ บารอมิเตอร์และเครื่องอัดไฮดรอลิก

➤ สาระสำคัญ

ในขณะที่ของไหลที่อยู่นิ่ง โมเลกุลที่ประกอบขึ้นเป็นของไหลมีการเคลื่อนที่อยู่ ของไหลจึงออกแรงกระทำทุกทิศทุกทางและตั้งฉากกับพื้นที่ที่ของไหลสัมผัส เมื่อมีวัตถุอยู่ในของไหล ผิวของวัตถุที่จมอยู่ในของไหลนั้นจะถูกแรงกระทำด้วย แรงที่ของไหลกระทำนี้ เกิดจากการที่โมเลกุลเคลื่อนที่ชนกันและชนกับพื้นที่ที่ของไหลสัมผัส แรงกระทำที่ตั้งฉากต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ที่ของไหลสัมผัส เรียกว่า ความดัน

(Pressure) คำนวณหาได้จาก $P = \frac{F}{A}$

ความดันในของเหลวที่ขึ้นอยู่กับความลึกและความหนาแน่นของของเหลว เรียกว่า ความดันเกจ ตามสมการ $P_g = \rho h g$ และผลรวมของความดันเกจกับความดันบรรยากาศ เรียกว่าความดันสัมบูรณ์ ตามสมการ $P = P_0 + P_g$ ในของเหลวชนิดเดียวกัน ที่ระดับความลึกเดียวกันมีความดันเท่ากัน

➤ จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายความดันเกจ ความดันสัมบูรณ์ และความดันบรรยากาศได้
2. คำนวณหาความดันเกจ ความดันสัมบูรณ์ และความดันบรรยากาศได้
3. มีความอยากรู้อยากเห็น

➤ **สาระการเรียนรู้**

ด้านความรู้ (Knowledge)

ความดันในของเหลว

1. ความดันเกจ
2. ความดันสัมบูรณ์

ด้านทักษะกระบวนการ (Process)

1. การสื่อสาร
2. การคิด

ด้านจิตวิทยาศาสตร์ (Scientific Mind)

ความอยากรู้อยากเห็น

ด้านสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

1. ความสามารถในการสื่อสาร
2. ความสามารถในการคิด

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (Attitude)

1. มุ่งมั่นในการทำงาน
2. ใฝ่เรียนรู้

➤ **ชิ้นงาน/ ภาระงาน**

1. ใบงาน
2. ใบกิจกรรม

➤ **กิจกรรมการเรียนการสอน**

ขั้นนำ

1. ครูให้นักเรียนสังเกตตุ้ม จากนั้นจุ่มตุ้มลงในภาชนะบรรจุน้ำ และกระตุ้นนักเรียนด้วยคำถามว่า “เมื่อจุ่มตุ้มลงในน้ำมีแรงอะไรกระทำกับตุ้มบ้าง”

2. ครูใช้คำถามว่า “แรงที่น้ำกระทำต่อตุ้มด้านข้างกับด้านล่าง มีค่าเท่ากันหรือไม่”

ขั้นสอน

3. ครูมอบหมายให้นักเรียนศึกษาใบกิจกรรม เรื่อง ความดันในของไหล และลงมือปฏิบัติตามใบกิจกรรม

4. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายผลการทำกิจกรรม

5. นักเรียนและครูร่วมกันสรุปองค์ความรู้

6. ครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับความดันในของไหล ความดันเกจ ความดันอากาศ และความดันสัมบูรณ์ ด้วย Power Point เรื่อง ของแข็งและของไหล

7. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายการนำความรู้เกี่ยวกับความดันไปประยุกต์ใช้ใน
ชีวิตประจำวัน เช่น การออกแบบกันชนรถยนต์ให้โค้งนูน

8. ครูอธิบายสมการในการคำนวณหาความดัน ความดันเกจ และความดันสัมบูรณ์

9. นักเรียนทำใบงาน เรื่อง ความดันในของไหล

ขั้นสรุป

10. นักเรียนร่วมกันอธิบายสิ่งที่ได้เรียนรู้ และซักถามประเด็นอื่น ๆ ที่สงสัย หรือยังไม่เข้าใจ

11. นักเรียนส่งใบกิจกรรมและใบงานตามวันเวลาที่ครูกำหนด

➤ **สื่อ/ วัสดุอุปกรณ์/ แหล่งเรียนรู้**

สื่อ 1. Power Point เรื่อง ของแข็งและของไหล

2. ใบกิจกรรม เรื่อง ความดันในของไหล

3. ใบงาน เรื่อง ความดันในของไหล

แหล่งเรียนรู้ 1. หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 5

2. ข้อมูลสารสนเทศทางอินเทอร์เน็ต

➤ **การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้**

วิธีการวัดผล	เครื่องมือการวัดและประเมินผล
ด้านความรู้ : ประเมินจากภาระงาน/ ชิ้นงาน	แบบประเมินภาระงาน/ ชิ้นงาน
ด้านทักษะกระบวนการ : สังเกตพฤติกรรมในห้องเรียน และประเมินจากภาระงาน	แบบประเมินทักษะกระบวนการ
ด้านจิตวิทยาศาสตร์ : สังเกตพฤติกรรมในห้องเรียน	แบบประเมินจิตวิทยาศาสตร์

แบบฝึกหัดที่ 3

ถาม - ตอบ

ความดันในของไหล

1. ออกแรงกดเข็มฉีดยา 2 N โดยใช้นิ้วกดปลายเข็มฉีดยา ถ้ากระบอกฉีดยามีรัศมี 14 mm ความดันที่กระทำต่อนิ้วเป็นเท่าไร

.....

.....

2. ที่ความลึก 10 m จากระดับน้ำทะเล จะมีความดันเกจเท่าไร (ความดันอากาศมีค่า $1 \times 10^5\text{ Pa}$)

.....

.....

.....

3. ณ ความลึกค่าหนึ่ง วัดความดันได้ 4 เท่าของความดันที่ผิวน้ำ จงหาความลึกของน้ำ ณ ที่นั้น

.....

.....

.....

4. บ่อซีเมนต์รูปกล่องสี่เหลี่ยมด้านบนเปิด วัดความยาวด้านในบ่อได้ด้านละ 2 m บรรจุน้ำไว้เต็มบ่อ จงหาแรงดันที่ก้นบ่อ

.....

.....

.....

5. จากข้อ 4. จงหาแรงดันที่ผนังบ่อ

.....

.....

.....

แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา แผนที่ 4

รายวิชา ฟิสิกส์ 5 (ว33205)

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

หน่วยการเรียนรู้เรื่อง ของไหล

เวลา 20 ชั่วโมง

หน่วยย่อยที่ 4 เรื่อง แรงพยุงของของไหล

เวลา 4 ชั่วโมง

ชื่อผู้สอน นายสุริยัน ใจคำดีบ

➤ **มาตรฐานการเรียนรู้และผลการเรียนรู้**

สาระฟิสิกส์

เข้าใจความสัมพันธ์ของความร้อนกับการเปลี่ยนอุณหภูมิและสถานะของสสาร สภาพยืดหยุ่นของวัสดุและโมดูลัสของยัง ความดันในของไหล แรงพยุง และหลัก ของอาร์คิมิดีส ความตึงผิวและแรงหนืดของของเหลว ของไหลอุดมคติ และ สมการแบร์นูลลี กฎของแก๊ส ทฤษฎีจลน์ของแก๊สอุดมคติและพลังงานในระบบ ทฤษฎีอะตอมของโบร์ ปฏิกิริยานิวเคลียร์ ปฏิกิริยาฟิวชันนิวเคลียร์ พลังงานนิวเคลียร์ ฟิสิกส์อนุภาค รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ผลการเรียนรู้

ทดลอง อธิบายและคำนวณแรงพยุงของของไหล

➤ **สาระสำคัญ**

เมื่อวัตถุอยู่ในของไหลจะเกิดแรงพยุง (*Buoyant force*) กระทำต่อวัตถุมีค่าเท่ากับน้ำหนักของของไหลที่มีปริมาตรเท่ากับวัตถุที่อยู่ในของไหลนั้น ขนาดของแรงพยุงหาได้จากสมการ $F_B = \rho g V$

➤ **จุดประสงค์การเรียนรู้**

1. อธิบายแรงพยุงของของไหลได้
2. ทดลองหาแรงพยุงของของไหลได้
3. คำนวณหาแรงพยุงของของไหลได้
4. มีความซื่อสัตย์
5. มีความมุ่งมั่นอดทน

➤ **สาระการเรียนรู้**

ด้านความรู้ (Knowledge)

แรงพยุงของของไหล

ด้านทักษะกระบวนการ (Process)

1. การทดลอง
2. การคำนวณ

ด้านจิตวิทยาศาสตร์ (Scientific Mind)

1. ความซื่อสัตย์
2. ความมุ่งมั่นอดทน

ด้านสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

1. ความสามารถในการสื่อสาร
2. ความสามารถในการแก้ปัญหา

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (Attitude)

1. มุ่งมั่นในการทำงาน
2. ใฝ่เรียนรู้

➤ ชั้นงาน/ ภาระงาน

1. ใบงาน
2. ใบกิจกรรม

➤ กิจกรรมการเรียนการสอน

ชั้นนำ

1. ครูนำวัตถุแขวนกับตราซึ่งสปริง ให้นักเรียนอ่านค่าน้ำหนักของวัตถุ
2. ครูกระตุ้นนักเรียนด้วยคำถามว่า “ถ้าครูซึ่งวัตถุในน้ำ น้ำหนักจะยังคงเท่าเดิมหรือไม่”
3. ครูซึ่งวัตถุในน้ำ ให้นักเรียนอ่านค่าน้ำหนักของวัตถุ และใช้คำถามว่า “น้ำหนักของวัตถุ

หายไปไหน”

ขั้นสอน

4. ครูมอบหมายให้นักเรียนศึกษาใบกิจกรรม เรื่อง แรงพยุงจากของไหล และลงมือปฏิบัติตามใบกิจกรรม
5. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายผลการทำกิจกรรม
6. นักเรียนและครูร่วมกันสรุปองค์ความรู้
7. ครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับแรงพยุงของวัตถุที่ลอยน้ำ วัตถุลอยปริ่มน้ำ วัตถุจมน้ำแบบไม่มี ความแรง วัตถุจมน้ำด้วย ความแรง และวัตถุจมน้ำที่กั้นพื้นได้น้ำ ด้วย Power Point เรื่อง ของแข็งและของไหล
8. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายการนำความรู้เกี่ยวกับแรงพยุงจากของไหลไปประยุกต์ใช้ใน ชีวิตประจำวัน เช่น เป็นพื้นฐานในการออกแบบเรือ
9. ครูอธิบายสมการในการคำนวณหาแรงพยุงของของไหล
10. นักเรียนทำใบงาน เรื่อง แรงพยุงจากของไหล

ขั้นสรุป

11. นักเรียนร่วมกันอธิบายสิ่งที่ได้เรียนรู้ และซักถามประเด็นอื่น ๆ ที่สงสัย หรือยังไม่เข้าใจ
12. นักเรียนส่งใบกิจกรรมและใบงานตามวันเวลาที่ครูกำหนด

➤ สื่อ/ วัสดุอุปกรณ์/ แหล่งเรียนรู้

- สื่อ
1. Power Point เรื่อง ของแข็งและของไหล
 2. ใบกิจกรรม เรื่อง แรงพุงจากของไหล
 3. ใบงาน เรื่อง แรงพุงจากของไหล

- แหล่งเรียนรู้
1. หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 5
 2. ข้อมูลสารสนเทศทางอินเทอร์เน็ต

➤ การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้

วิธีการวัดผล	เครื่องมือการวัดและประเมินผล
ด้านความรู้ : ประเมินจากภาระงาน/ ชิ้นงาน	แบบประเมินภาระงาน/ ชิ้นงาน
ด้านทักษะกระบวนการ : สังเกตพฤติกรรมในห้องเรียน และประเมินจากภาระงาน	แบบประเมินทักษะกระบวนการ
ด้านจิตวิทยาศาสตร์ : สังเกตพฤติกรรมในห้องเรียน	แบบประเมินจิตวิทยาศาสตร์



แบบฝึกหัดที่ 4

ถาม - ตอบ

แรงพยุงจากของไหล

1. นำวัตถุชิ้นหนึ่งมีมวล 2 kg ไปลอยน้ำ พบว่าวัตถุลอยน้ำ ปริมาตรของวัตถุที่จมน้ำเป็นเท่าไร

.....

.....

.....

.....

.....

2. เรือมีมวล 40 kg มีขนาดกว้าง 0.5 m ยาว 1 m สูง 0.8 m จะสามารถบรรทุกคนได้ทั้งหมดกี่คน (สมมติ 1 คนหนัก 60 kg)

.....

.....

.....

.....

.....

3. ชั่งวัตถุในน้ำได้ 40 N เมื่อนำไปชั่งในอากาศได้ 50 N จงหาความหนาแน่นของของวัตถุ

.....

.....

.....

.....

.....

แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา แผนที่ 5

รายวิชา ฟิสิกส์ 5 (ว33205)

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

หน่วยการเรียนรู้เรื่อง ของไหล

เวลา 20 ชั่วโมง

หน่วยย่อยที่ 5 เรื่อง พลศาสตร์ของไหล

เวลา 4 ชั่วโมง

ชื่อผู้สอน นายสุริยัน ใจคำดีบ

➤ **มาตรฐานการเรียนรู้และผลการเรียนรู้**

สาระฟิสิกส์

เข้าใจความสัมพันธ์ของความร้อนกับการเปลี่ยนอุณหภูมิและสถานะของสสาร สภาพยืดหยุ่นของวัสดุและโมดูลัสของยัง ความดันในของไหล แรงพุง และหลัก ของอาร์คิมิดีส ความตึงผิวและแรงหนืดของของเหลว ของไหลอุดมคติ และ สมการแบร์นูลลี กฎของแก๊ส ทฤษฎีจลน์ของแก๊สอุดมคติและพลังงานในระบบ ทฤษฎีอะตอมของโบร์ ปฏิกิริยาการณโฟโตอิเล็กทริก ทวิภาวะของคลื่นและอนุภาค กัมมันตภาพรังสี แรงแวนเดอวาลส์ ปฏิกริยานิวเคลียร์ พลังงานนิวเคลียร์ ฟิสิกส์อนุภาค รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ผลการเรียนรู้

อธิบายสมบัติของของไหลอุดมคติ สมการความต่อเนื่อง และสมการแบร์นูลลี รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และนำความรู้เกี่ยวกับสมการความต่อเนื่องและสมการแบร์นูลลีไปอธิบายหลักการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ

➤ **สาระสำคัญ**

พฤติกรรมการไหลของของไหลสามารถทำให้ง่ายต่อความเข้าใจด้วยของไหลอุดมคติ ซึ่งมีลักษณะดังนี้ ไหลอย่างสม่ำเสมอหรือที่ตำแหน่งใดตำแหน่งหนึ่งในของไหลความเร็วและความดันคงตัว ไม่มีแรงหนืด บีบอัดไม่ได้ หรือมีความหนาแน่นคงตัว และไหลโดยไม่หมุนวน อนุภาคของของไหลเคลื่อนที่ไปตามสายกระแสที่ไม่ตัดกัน ปริมาตรของของไหลที่ผ่านพื้นที่หน้าตัดในหนึ่งหน่วยเวลา เป็นอัตราการไหล (*Flow rate*) ตามสมการความต่อเนื่อง (*Continuity equation*) $Av = \text{ค่าคงตัว}$

➤ **จุดประสงค์การเรียนรู้**

1. อธิบายสมบัติของของไหลอุดมคติและสมการความต่อเนื่องได้
2. คำนวณหาปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับของไหลอุดมคติและสมการความต่อเนื่องได้
3. มีความรอบคอบ

➤ **สาระการเรียนรู้**

ด้านความรู้ (Knowledge)

พลศาสตร์ของของไหล

1. ของไหลในอุดมคติ
2. สมการความต่อเนื่อง

ด้านทักษะกระบวนการ (Process)

การคำนวณ

ด้านจิตวิทยาศาสตร์ (Scientific Mind)

ความรอบคอบ

ด้านสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

1. ความสามารถในการสื่อสาร
2. ความสามารถในการคิด

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (Attitude)

1. มุ่งมั่นในการทำงาน
2. ใฝ่เรียนรู้

➤ ชิ้นงาน/ ภาระงาน

1. ใบงาน
2. ใบกิจกรรม

➤ กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ขั้นนำ

1. ครูจุ่มบีมน้ำลงในตุ้บปลา ให้นักเรียนสังเกตพฤติกรรมการไหลของน้ำที่ไหลผ่านท่อ
2. ครูกระตุ้นนักเรียนด้วยคำถามว่า “น้ำในท่อมมีลักษณะการไหลอย่างไร”

ขั้นสอน

3. ครูมอบหมายให้นักเรียนศึกษาใบกิจกรรม เรื่อง พลศาสตร์ของของไหล และลงมือปฏิบัติ

ตามใบกิจกรรม

4. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายผลการทำกิจกรรม
5. นักเรียนและครูร่วมกันสรุปองค์ความรู้
6. ครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับของไหลในอุดมคติ และสมการความต่อเนื่อง ด้วย Power Point

เรื่อง ของแข็งและของไหล

7. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายการนำความรู้เกี่ยวกับสมการความต่อเนื่องไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน เช่น การใช้หัวฉีดสายยางรดน้ำต้นไม้

8. ครูอธิบายสมการในการคำนวณหาปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับของไหลอุดมคติและสมการความต่อเนื่อง สมการของแบร์นูลลี กฎของทอริริเซลลี

9. นักเรียนทำใบงาน เรื่อง พลศาสตร์ของของไหล

ขั้นสรุป

10. นักเรียนร่วมกันอธิบายสิ่งที่ได้เรียนรู้ และซักถามประเด็นอื่น ๆ ที่สงสัย หรือยังไม่เข้าใจ

11. นักเรียนส่งใบกิจกรรมและใบงานตามวันเวลาที่ครูกำหนด

➤ สื่อ/ วัสดุอุปกรณ์/ แหล่งเรียนรู้

สื่อ 1. Power Point เรื่อง ของแข็งและของไหล

2. ใบกิจกรรม เรื่อง พลศาสตร์ของของไหล

3. ใบงาน เรื่อง พลศาสตร์ของของไหล

แหล่งเรียนรู้ 1. หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 5

2. ข้อมูลสารสนเทศทางอินเทอร์เน็ต

➤ การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้

วิธีการวัดผล	เครื่องมือการวัดและประเมินผล
ด้านความรู้ : ประเมินจากภาระงาน/ ชิ้นงาน	แบบประเมินภาระงาน/ ชิ้นงาน
ด้านทักษะกระบวนการ : สังเกตพฤติกรรมในห้องเรียน และประเมินจากภาระงาน	แบบประเมินทักษะกระบวนการ
ด้านจิตวิทยาาสตร์ : สังเกตพฤติกรรมในห้องเรียน	แบบประเมินจิตวิทยาาสตร์

แบบฝึกหัดที่ 5

ถาม - ตอบ

พลศาสตร์ของของไหล

- ท่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 cm มีน้ำไหลผ่านด้วยอัตราเร็ว 4 m/s จงหาอัตราการไหลของน้ำ
.....
.....
.....
- น้ำไหลผ่านท่อเล็กมีรัศมี 2 cm ด้วยความเร็ว 3 m/s ไปหาท่อที่มีขนาดใหญ่กว่า พบว่าที่ท่อขนาดใหญ่ น้ำมีอัตราเร็ว 1 m/s จงหารัศมีของท่อใหญ่
.....
.....
.....
- เครื่องสูบน้ำสามารถสูบน้ำได้ 0.1 m^3 ในเวลา 10 s แล้วพ่นออกทางท่อที่มีพื้นที่หน้าตัด 1 cm^2 จงหาความเร็วที่น้ำพ่นออก
.....
.....
.....
- สูบน้ำผ่านท่อขนาดรัศมี 7 cm ใส่แท็งก์ทรงกระบอกมีพื้นที่ฐาน 5 m^2 เมื่อน้ำเต็มแท็งก์ พบว่า น้ำจากท่อไหลด้วยอัตราเร็ว 2 m/s และใช้เวลาครึ่งชั่วโมงน้ำจึงเต็มแท็งก์พอดี จงหาความสูงของแท็งก์
.....
.....
.....
- ถังน้ำสูง 20 m มีพื้นที่หน้าตัด 10 m^2 มีน้ำเต็มถัง เกิดรูเล็กๆที่ระดับ 1 m จากพื้น น้ำจะพุ่งออกมาด้วยอัตราเร็วเท่าไร และพุ่งได้ไกลสุดเท่าไร
.....
.....
.....

6. เครื่องบินแอร์บัส A380 มีน้ำหนัก 276.8 ตัน บรรทุกน้ำมันสำหรับเป็นเชื้อเพลิง 369 ตัน พื้นที่ปีกทั้งสองข้างรวมกันเป็น 845 m^2 สามารถบินด้วยความเร็วสูงสุด 283 m/s ถ้าเที่ยวบินเที่ยวหนึ่งมีสัมภาระผู้โดยสาร 15 ตัน และสายการบินต้องการบรรทุกน้ำหนักเพียง 70% ของน้ำหนักสูงสุดที่รับได้ เครื่องบินจะสามารถรับน้ำหนักผู้โดยสารได้กี่คน (กำหนดให้ความหนาแน่นของอากาศขณะนั้นเป็น 0.3 kg/m^3 และคน 1 คนหนัก 60 kg)

.....

.....

.....

.....

.....

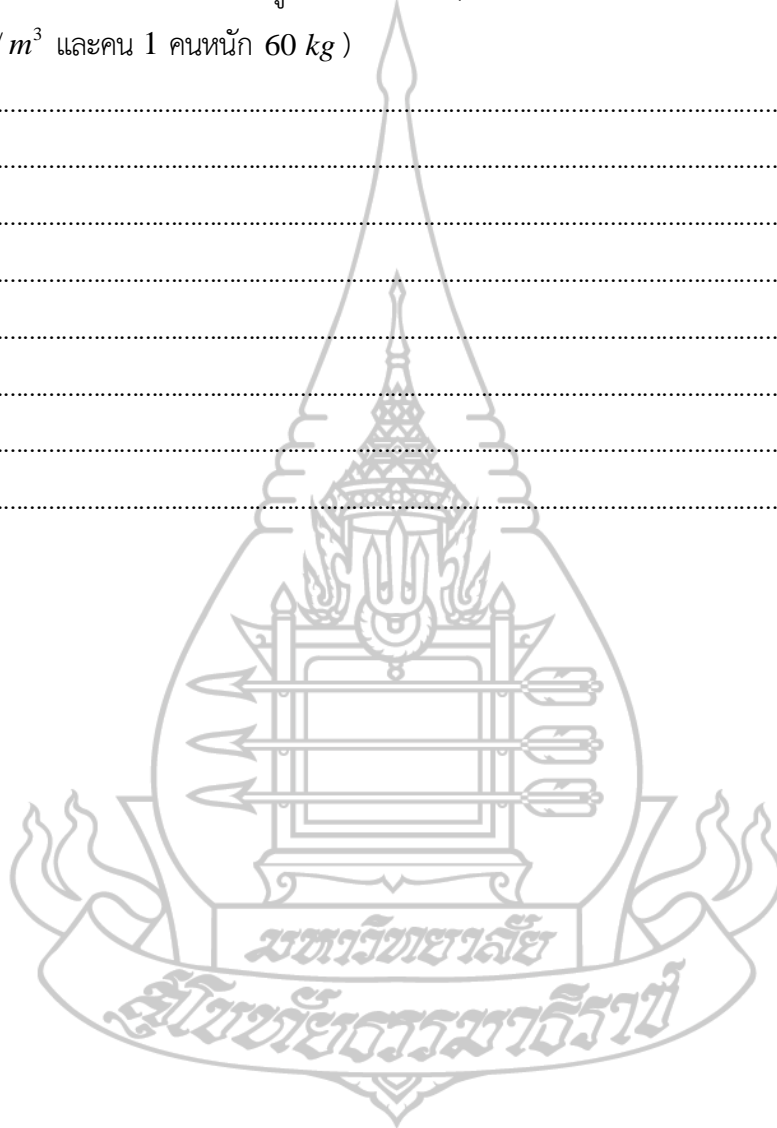
.....

.....

.....

.....

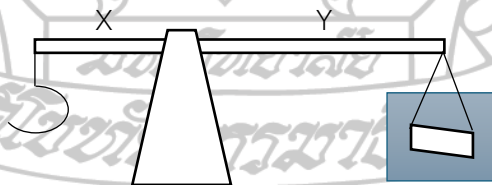
.....



แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ของไหล

ความตึงผิวของของเหลว

- ข้อใด ต้องออกแรงมากที่สุด
 - ดิ่งไม้โปรกว้าง 5 เซนติเมตร ยาว 15 เซนติเมตร ขึ้นจากน้ำ
 - ดิ่งลวดสี่เหลี่ยมจัตุรัส ยาวด้านละ 5 เซนติเมตร ขึ้นจากน้ำ
 - ดิ่งท่อพีวีซีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 เซนติเมตร ขึ้นจากน้ำ
 - ดิ่งลูกบอลยาง รัศมี 12 เซนติเมตร ขึ้นจากน้ำ
- เทของเหลวลงในหลอดทดลอง พบว่า ผิวของของเหลวเป็นเส้นตรงขนานกับพื้น ข้อใดสรุปได้ถูกต้อง
 - ของเหลวมีแรงยึดติดเท่ากับแรงเชื่อมแน่น
 - ของเหลวมีแรงยึดติดมากกว่าแรงเชื่อมแน่น
 - ของเหลวมีแรงยึดติดน้อยกว่าแรงเชื่อมแน่น
 - ไม่มีแรงเชื่อมแน่นกระทำกับของเหลว
- แรงตึงผิวของของเหลวที่กระทำต่อหัววงกลมและเหรียญวงกลม ซึ่งมีรัศมีเท่ากันและทำด้วยวัสดุชนิดเดียวกันจะมีค่าเป็นเท่าไร
 - เท่ากัน
 - หัววงกลมเป็น 2 เท่าของเหรียญวงกลม
 - เหรียญวงกลมเป็น 2 เท่าของหัววงกลม
 - หัววงกลมเป็น πR^2 เท่าของเหรียญวงกลม
- การทดลองเพื่อศึกษาความตึงผิวของของเหลวใช้ลวดสี่เหลี่ยมจัตุรัสยาวด้านละ 5.0 เซนติเมตร ในอุปกรณ์ดังรูป โดยระยะ $X = 2Y$ พบว่ามวลที่ทำให้ลวดหลุดออกจากผิวของเหลวคือ 0.004 กิโลกรัม ความตึงผิวของของเหลวเป็นเท่าไร

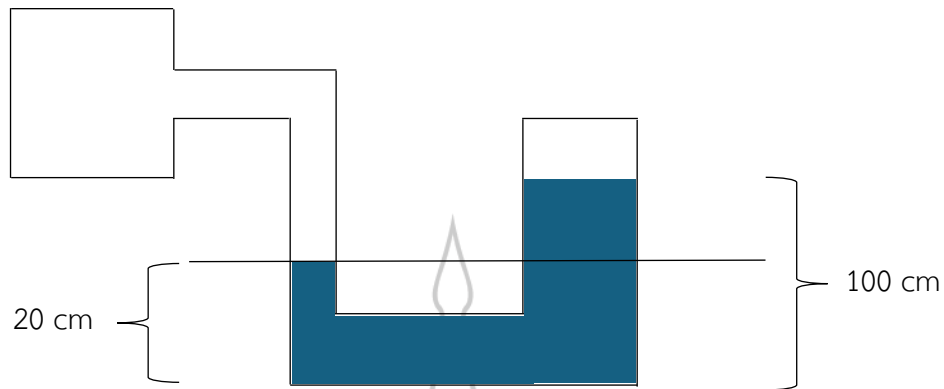


- 0.05 นิวตันต่อเมตร
 - 0.10 นิวตันต่อเมตร
 - 0.20 นิวตันต่อเมตร
 - 0.40 นิวตันต่อเมตร
- วงแหวนกลมเส้นผ่านศูนย์กลาง 28 เซนติเมตร มีมวลน้อยมากวางลอยอยู่บนผิวของเหลวชนิดหนึ่งซึ่งมีค่าความตึงผิว 0.05 นิวตันต่อเมตร แรงตึงที่น้อยที่สุดที่จะพอดีตั้งวงแหวนนี้ให้ลอยขึ้นจากผิวของเหลวเป็นเท่าไร
 - 3.1×10^{-2} นิวตัน
 - 4.4×10^{-2} นิวตัน
 - 6.2×10^{-2} นิวตัน
 - 8.8×10^{-2} นิวตัน

6. แผ่นโลหะบางมากรูปวงกลม มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 9 เซนติเมตร นำไปลอยอยู่บนผิวน้ำ ถ้าการที่แผ่นโลหะนี้สามารถลอยน้ำอยู่ได้เป็นผลมาจากตึงผิวเพียงอย่างเดียว จงหาว่าโลหะแผ่นนี้มีมวลอย่างมากที่สุดเท่าไร (กำหนดให้ความตึงผิวของน้ำมีค่า 0.065 นิวตันต่อเมตร)
- ก. 1.58 กรัม ข. 1.84 กรัม ค. 3.45 กรัม ง. 5.26 กรัม

ความหนืดของของเหลว

7. เมื่อทิ้งลูกกลมเหล็กทรงกลมลงในน้ำที่บรรจุในภาชนะที่สูงมาก และระดับน้ำในภาชนะก็สูงด้วย ในขณะที่ลูกกลมเคลื่อนที่อยู่ในน้ำ จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้
1. แรงหนืดจะมีค่าลดลงจนมีค่าเท่ากับศูนย์
 2. แรงหนืดจะมีค่าเพิ่มจนมีค่ามากที่สุดแล้ว คงที่ต่อไป
 3. ความเร็วของลูกกลมเหล็กลดลงจนมีค่าเท่ากับ 0
 4. ความเร่งของลูกกลมเหล็กลดลงจนมีค่าเท่ากับ 0
- ข้อความที่ถูกต้องคือ
- ก. ข้อ 1, 3 และ 4 ข. ข้อ 1, 4 ค. ข้อ 1, 3 ง. ข้อ 2, 4
8. ลูกกลมโลหะที่ลักษณะเหมือนกันตกในของเหลวที่มีความหนืดต่างกัน ความเร็วปลายของลูกกลมโลหะทั้งสองจะต่างกันหรือไม่อย่างไร
- ก. ต่างกัน ในของเหลวที่มีความหนืดมากกว่าวัตถุมีความเร็วปลายมากกว่า
 - ข. ต่างกัน ในของเหลวที่มีความหนืดมากกว่าวัตถุมีความเร็วปลายน้อยกว่า
 - ค. ต่างกัน ความเร็วปลายจะมากหรือน้อยขึ้นกับสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ ด้วย
 - ง. ไม่ต่างกัน
9. ลูกกลมเหล็กที่มีขนาดเท่ากันสองลูก ถูกปล่อยพร้อมกันลงในหลอดบรรจุน้ำที่มีอุณหภูมิ 10 และ 20 องศาเซลเซียส ลูกกลมเหล็กในหลอดใดถึงกันหลอดก่อน
- ก. ที่ 10 องศาเซลเซียส ข. ที่ 20 องศาเซลเซียส
 - ค. ถึงกันหลอดพร้อมกัน ง. ข้อมูลไม่เพียงพอ
10. ปล่อยลูกเหล็กทรงกลมรัศมี 2 มิลลิเมตร มีความหนาแน่น 7800 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ลงในน้ำมันที่มีความหนาแน่น 800 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร แรงหนืดสูงสุดที่กระทำกับลูกเหล็กเป็นเท่าไร (กำหนดให้สัมประสิทธิ์ความหนืดเป็น 2 ปาสคาลวินาที และ g มีค่า 10 เมตรต่อวินาที²)
- ก. 1.17×10^{-2} นิวตัน ข. 2.34×10^{-2} นิวตัน
 - ค. 1.17×10^{-3} นิวตัน ง. 2.34×10^{-3} นิวตัน

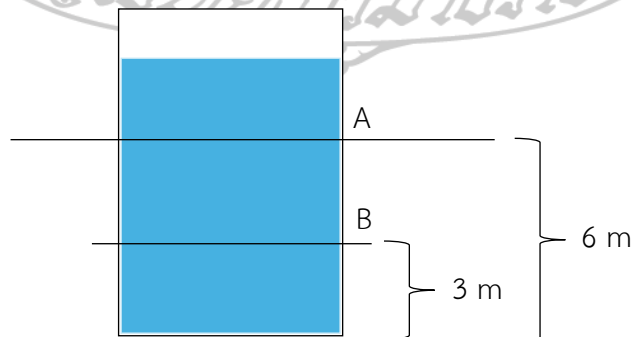


- ก. 1.00×10^5 ข. 1.13×10^5 ค. 2.098×10^5 ง. 2.13×10^5
17. เครื่องอัดไฮดรอลิกเครื่องหนึ่ง ลูกสูบเล็กมีพื้นที่หน้าตัด 10 ตารางเซนติเมตร และลูกสูบใหญ่มีพื้นที่หน้าตัด 100 ตารางเซนติเมตร ต้องการยกมวล 500 กิโลกรัม ขึ้นทางลูกสูบใหญ่ ต้องออกแรงที่ลูกสูบเล็กเท่าไร
- ก. 25 นิวตัน ข. 50 นิวตัน ค. 250 นิวตัน ง. 500 นิวตัน
18. เชื้อนยาว 50 เมตร ผิวเชื้อนด้านที่รับน้ำเอียง 53 องศา กับแนวราบ ในขณะที่มีน้ำสูง 10 เมตร จงหาแรงดันของน้ำที่กระทำต่อเชื้อนนี้
- ก. 6.25×10^7 นิวตัน ข. 3.12×10^7 นิวตัน ค. 6.25×10^8 นิวตัน ง. 3.12×10^8 นิวตัน
- แรงพวยจากของไหล**
19. เมื่อวัตถุลอยปริ่มน้ำ ข้อใดกล่าวถูกต้อง
- ก. ปริมาตรทั้งหมดจมอยู่ในน้ำ ข. วัตถุมีความหนาแน่นเท่ากับน้ำ
- ค. มีแรงลอยตัวคอยพยุงวัตถุเอาไว้ ง. ถูกทุกข้อ
20. บล้อยวัตถุทรงกลมมวล 10 กรัม ที่มีปริมาตร 5 ลูกบาศก์เซนติเมตร ลงไปในน้ำ ขณะที่จมลงไปได้ระยะหนึ่งจะมีการเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ แรงพวยจะมีค่าเท่าไร
- ก. 5.0×10^{-2} นิวตัน ข. 2.5×10^{-3} นิวตัน ค. 2.0×10^{-4} นิวตัน ง. 1.5×10^{-5} นิวตัน
21. เมื่อนำวัตถุขึ้นมวล 8 กิโลกรัม ไปลอยน้ำ ซึ่งมีความหนาแน่น 1×10^3 กิโลกรัมต่อเมตร³ จงหาปริมาตรของวัตถุส่วนที่จม
- ก. 0.004 เมตร³ ข. 0.008 เมตร³ ค. 4 เมตร³ ง. 800 เมตร³
22. นำวัตถุก้อนหนึ่งไปลอยน้ำ ปรากฏว่าวัตถุจมน้ำ 0.8 เท่าของปริมาตรของวัตถุทั้งก้อน ความหนาแน่นของวัตถุนี้จะเป็นกี่เท่าของความหนาแน่นของน้ำ
- ก. 0.2 เท่า ข. 0.4 เท่า ค. 0.6 เท่า ง. 0.8 เท่า

23. ไม้แท่งหนึ่งมีความถ่วงจำเพาะ 0.8 ลอยอยู่ในของเหลวที่มีความถ่วงจำเพาะ 1.2 จงหาปริมาตรส่วนที่ลอยอยู่นอของเหลวเป็นกี่เท่าของส่วนที่จมในของเหลว
- ก. 0.5 ข. 1.0 ค. 1.5 ง. 2.0
24. เรือขนาดกว้าง 0.8 เมตร ยาว 2 เมตร สูง 0.5 เมตร หนัก 50 กิโลกรัม จะสามารถบรรทุกคนที่มีน้ำหนัก 60 กิโลกรัมได้มากที่สุดกี่คนโดยที่เรือไม่จมน้ำ
- ก. 12 คน ข. 14 คน ค. 16 คน ง. 18 คน

พลศาสตร์ของไหล

25. อัตราการไหลของน้ำ ขึ้นกับปริมาณใด
- ก. ความเร็ว ข. พื้นที่หน้าตัด ค. ถูกทั้ง ก และ ข ง. ไม่มีข้อถูก
26. เครื่องสูบน้ำสามารถสูบน้ำได้ 1 ลูกบาศก์เมตร ในเวลา 10 วินาที อัตราการไหลเป็นเท่าไร
- ก. 0.1 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ข. 9 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที
- ค. 10 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ง. 20 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที
27. ท่อน้ำที่ไม่สม่ำเสมอหนึ่ง ท่อตอนบนมีพื้นที่หน้าตัด 4.0 ตารางเซนติเมตร และอยู่สูงจากพื้น 10 เมตร ถ้าน้ำในท่อนี้มีความดัน 1.5×10^5 ปาสคาล และไหลด้วยอัตราเร็ว 2 เมตรต่อวินาที ไปยังท่อตอนล่างซึ่งมีพื้นที่หน้าตัด 8 ตารางเซนติเมตร และอยู่สูงจากพื้น 1 เมตร จงหาความดันของน้ำในท่อตอนล่าง
- ก. 1.41×10^5 ปาสคาล ข. 2.42×10^5 ปาสคาล
- ค. 1.41×10^6 ปาสคาล ง. 2.42×10^6 ปาสคาล
28. ถังน้ำสูง 10 เมตร มีน้ำอยู่เต็ม จุดน้ำ รั่ว A และ B อยู่สูงจากกันถึงเป็นระยะ 6 เมตร และ 3 เมตร ตามลำดับ เมื่อถือวาระดับน้ำลดลงช้ามาก และรูรั่วมีขนาดเล็กมาก จงหาอัตราส่วนของอัตราเร็วของน้ำที่รั่วออกจากจุด A ต่ออัตราเร็วของน้ำที่รั่วออกจากจุด B



- ก. $\sqrt{2}$ ข. $\sqrt{3}$ ค. $\sqrt{7/4}$ ง. $\sqrt{4/7}$

29. แรงที่ยกปีกเครื่องบินขึ้นได้นั้นเกิดได้อย่างไร
- ก. เกิดจากความดันใต้ปีกเครื่องบินซึ่งมีค่ามากกว่าความดันเหนือปีกเครื่องบิน
 - ข. เกิดจากลมที่วิ่งผ่านปีกเครื่องบินหมุนวนยกปีกเครื่องบินขึ้น
 - ค. เกิดจากลมที่พุ่งผ่านใบพัดของเครื่องบินสร้างแรงยกเครื่องบินขึ้น
 - ง. เกิดจากลมที่ใบพัดของเครื่องบินพุ่งออกมาด้านหลังสร้างแรงยกเครื่องบินขึ้น
30. อากาศที่ผ่านปีกเครื่องบิน วัดความดันได้ 300,000 ปาสคาล ถ้าความหนาแน่นอากาศบริเวณนั้นมีค่า 300 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และอัตราเร็วด้านล่างปีกเป็น 20 เมตรต่อวินาที จงหาอัตราเร็วเหนือปีก
- ก. 10 เมตรต่อวินาที
 - ข. 20 เมตรต่อวินาที
 - ค. 30 เมตรต่อวินาที
 - ง. 40 เมตรต่อวินาที



แบบประเมินความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม

คำชี้แจง ทำเครื่องหมาย / ในช่องที่ตรงกับระดับของนักเรียน โดยมีประเด็นในการพิจารณาดังนี้
ระดับคะแนนการประเมิน 4 ระดับ คือ

คะแนน 1	คะแนน	หมายถึง	ระดับฝึกหัด
คะแนน 2	คะแนน	หมายถึง	ระดับพื้นฐาน
คะแนน 3	คะแนน	หมายถึง	ระดับเชี่ยวชาญ
คะแนน 4	คะแนน	หมายถึง	ระดับขั้นสูง

ที่	ประเด็นการประเมิน	ระดับคะแนน			
		4	3	2	1
1	การสร้างความคิด				
2	การออกแบบและการปรับแต่งความคิด				
3	การเปิดใจรับและกล้าที่จะสำรวจ				
4	การทำงานอย่างสร้างสรรค์ร่วมกับผู้อื่น				
5	การสร้างผลงานเชิงสร้างสรรค์และนวัตกรรม				
6	การกำกับตนเองและการให้ผลย้อนกลับ				
รวม (คะแนนเต็ม 24 คะแนน)					
เฉลี่ย (คะแนนรวม/6)					

การแปลความหมาย

คะแนน	คำอธิบาย
ระดับฝึกหัด	นักเรียนแสดงทักษะความพร้อมและ/ หรือความเข้าใจที่ผิด และต้องการความช่วยเหลือสนับสนุน
ระดับพื้นฐาน	นักเรียนแสดงทักษะความรู้ในระดับพื้นฐาน (เช่น การให้คำนิยาม การลงข้อสรุป และทักษะกระบวนการในระดับพื้นฐาน)
ระดับเชี่ยวชาญ	นักเรียนแสดงทักษะอย่างคล่องแคล่ว มีความเชี่ยวชาญ
ระดับขั้นสูง	นักเรียนแสดงทักษะที่เกินความสามารถ

***การเรียนรู้ที่ดีสำหรับนักเรียน คือ ช่วงคะแนน 2.5 – 3.5

This is Mendeley biography



เกณฑ์การให้คะแนน

ประเด็นการประเมิน	ระดับคะแนน			
	ระดับดีก๊ท (1)	ระดับพื้นฐาน (2)	ระดับเชี่ยวชาญ (3)	ระดับขั้นสูง (4)
การสร้างความคิด	<p>คำนิยาม: ระบุปัญหา หรือวิธีการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์</p> <p>แนวคิด: ใช้การระดมความคิด เพื่อสร้างแนวคิดในการแก้ปัญหา</p> <p>การตรวจสอบแนวคิดในการแก้ปัญหา: การอธิบายความคิดของผู้อื่น วิธีการแก้ปัญหา และ/หรือการค้นพบวิธีการแก้ปัญหา</p>	<p>คำนิยาม: อธิบายบริบท ลักษณะของปัญหา ระบุข้อมูลที่เกี่ยวข้องในการแก้ปัญหา</p> <p>แนวคิด: สร้างแนวคิดที่หลากหลายในการแก้ปัญหา</p> <p>การตรวจสอบแนวคิดในการแก้ปัญหา: การค้นคว้าความคิดของผู้อื่น วิธีการแก้ปัญหา และ/หรือการค้นพบวิธีการแก้ปัญหา</p>	<p>คำนิยาม: ระบุขอบเขตของปัญหาและข้อจำกัด กำหนดปัญหาที่ตรวจสอบด้วยวิธีการต่าง ๆ ในหลาย ๆ แง่มุม (เช่น จริยธรรม วัฒนธรรม สังคม การเมืองและเศรษฐกิจ)</p> <p>แนวคิด: สร้างแนวคิดที่เป็นไปได้ได้อย่างหลากหลาย</p> <p>การตรวจสอบแนวคิดในการแก้ปัญหา: คึกซางวิจัย เพื่อเป็นแนวคิดในการแก้ปัญหา</p>	<p>คำนิยาม: วางกรอบปัญหา ใช้การเปรียบเทียบวิธีการแก้ปัญหาเพื่อให้เกิดแนวคิดในการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้</p> <p>แนวคิด: สร้างแนวคิดที่แปลกใหม่และมีความเป็นไปได้</p> <p>การตรวจสอบแนวคิดในการแก้ปัญหา: ถามคำถาม</p> <p>แก้ปัญหา: ปลายเปิดเกี่ยวกับปัญหาอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดเดิม</p>

ระดับคะแนน				
ประเด็นการประเมิน	ระดับฝึกหัด (1)	ระดับพื้นฐาน (2)	ระดับเชี่ยวชาญ (3)	ระดับขั้นสูง (4)
การออกแบบและ การปรับแต่งความคิด	<p>รายละเอียด: เรียบเรียงรายละเอียดของแนวคิด</p> <p>การทบทวนซ้ำ: สร้างตัวแทนความคิด (ร่างหรือวางแผน)</p> <p>เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างผลงาน สร้างแนวคิดในการแก้ปัญหาอย่างง่าย และให้ข้อเสนอแนะแนวทางการสร้างผลงาน</p>	<p>รายละเอียด: เรียบเรียงแนวคิดที่มีความเฉพาะเจาะจง</p> <p>และรายละเอียดที่เกี่ยวข้อง</p> <p>การทบทวนซ้ำ: สร้างรุ่นของตัวแทนความคิด เพื่อทดสอบสมมติฐาน</p> <p>สร้างแนวคิดในการแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพ และให้ข้อเสนอแนะในเรื่องเฉพาะ</p>	<p>รายละเอียด: เรียบเรียงแนวคิดตามระดับความสำคัญเพื่อนำไปแก้ปัญหาได้</p> <p>การทบทวนซ้ำ: สร้างตัวแทนความคิดหลาย ๆ รุ่น/ ผลงานหลาย ๆ ลักษณะ</p> <p>สร้างการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนให้ข้อเสนอแนะในภาพรวมกว้าง ๆ (ไม่เสนอแนะวิธีการที่นำไปสู่ผลงานที่ดีที่สุด)</p>	<p>รายละเอียด: เรียบเรียงแนวคิดและระบุอุปสรรคที่จะเกิดขึ้น เพื่อวางแผนหาทางแก้ไข</p> <p>การทบทวนซ้ำ: วิเคราะห์ตัวแปรและรูปแบบของความสำเร็จ ความผิดพลาด และผลที่อาจเกิดขึ้นโดยไม่ได้ตั้งใจ นำหลาย ๆ ข้อเสนอแนะมาทบทวนแนวคิด</p>

ประเด็นการประเมิน	ระดับคะแนน			
	ระดับดีกัท (1)	ระดับพื้นฐาน (2)	ระดับเชี่ยวชาญ (3)	ระดับขั้นสูง (4)
การเปิดใจรับและกล้าที่จะสำรวจ	<p>ความอยากรู้อยากเห็น: ใช้คำถามเกี่ยวกับวิธีการหรือแนวคิด</p> <p>แบบแผนที่ท้าทาย: ใช้กระบวนการในการสร้างผลงาน</p>	<p>ความอยากรู้อยากเห็น: ขยายความเข้าใจโดยการจัดคำถาม ลองหาแนวทางใหม่ ๆ หรือพิจารณาแนวคิดใหม่ ๆ</p> <p>แบบแผนที่ท้าทาย: เสนอแนวคิดการแก้ปัญหาที่เสี่ยงหรือเป็นไปไม่ได้ เพื่อนำไปสู่ผลงานที่มีประสิทธิภาพ</p>	<p>ความอยากรู้อยากเห็น: พิจารณาความไม่รู้ด้วยการเปิดใจ (ไม่ประหม่อมแนวคิดจนกว่าการสำรวจจะสำเร็จแล้ว)</p> <p>แบบแผนที่ท้าทาย: ใช้แนวคิดการแก้ปัญหาที่เสี่ยงเพื่อท้าทายการแก้ปัญหา โดยอาศัยขอบเขตหรือข้อจำกัดเดิม</p>	<p>ความอยากรู้อยากเห็น: สำราจแนวคิดที่ขัดแย้งกัน คำถามที่ยังหาคำตอบไม่ได้ และแนวทางการแก้ปัญหาที่ซับซ้อน</p> <p>แบบแผนที่ท้าทาย: เสนอแนวคิดที่เป็นไปได้ เพื่อท้าทายการแก้ปัญหา โดยอาศัยขอบเขตหรือข้อจำกัดเดิม</p>
การทำงานอย่างสร้างสรรค์ร่วมกับผู้อื่น	<p>บูรณาการความคิด: สรุบบแนวคิดของผู้อื่น</p> <p>ผู้อื่นฟัง</p>	<p>บูรณาการความคิด: รวมความคิดของตนเองกับผู้อื่น</p>	<p>บูรณาการความคิด: สร้างแนวคิดใหม่ที่ไม่ซ้ำใคร</p>	<p>บูรณาการความคิด: สังเคราะห์แนวคิดและการนำไปใช้ประโยชน์ของสมาชิกในกลุ่มเพื่อพัฒนาผลงานให้มีประสิทธิภาพ</p>

ระดับคะแนน				
ประเด็นการประเมิน	ระดับฝึกหัด (1)	ระดับพื้นฐาน (2)	ระดับเชี่ยวชาญ (3)	ระดับชั้นสูง (4)
การสร้างผลงานเชิงสร้างสรรค์และนวัตกรรม	<p>การใช้ทรัพยากร: ระบุวัสดุ/ทรัพยากรที่จำเป็นในการสร้างผลงาน</p> <p>ลักษณะเฉพาะ: อธิบายลักษณะเฉพาะของผลงาน</p> <p>ผลงาน: การผลงานจนเสร็จ</p>	<p>การใช้ทรัพยากร: เลือกวัสดุ/ทรัพยากรที่เหมาะสมกับผลงาน</p> <p>ลักษณะเฉพาะ: อธิบายลักษณะเฉพาะตามขั้นตอนของผลงาน</p> <p>ผลงาน: สร้างผลงานสำเร็จตามแผนที่วางไว้</p>	<p>การใช้ทรัพยากร: เลือกวัสดุ/ทรัพยากรที่มีคุณภาพในการพัฒนาผลงาน</p> <p>ลักษณะเฉพาะ: วิเคราะห์ส่วนประกอบของผลงานเพื่ออธิบายลักษณะเฉพาะ</p> <p>ผลงาน: สร้างผลงานสำเร็จตามแผนที่วางไว้ และตรงตามความต้องการ</p>	<p>การใช้ทรัพยากร: ระบุวัสดุ/ทรัพยากรเพื่อพัฒนาผลงานโดยเป็นวัสดุที่แปลกใหม่หรือไม่เคยมีใครใช้มาก่อน</p> <p>ลักษณะเฉพาะ: คาดการณ์ปัญหาหรืออุปสรรค วางแผนเพื่อให้สร้างผลงานได้สำเร็จ</p> <p>ผลงาน: ปรับปรุงผลงานนอกเหนือจากแผนที่วางเอาไว้</p>

ระดับคะแนน				
ประเด็นการประเมิน	ระดับผิด (1)	ระดับพื้นฐาน (2)	ระดับเชี่ยวชาญ (3)	ระดับขั้นสูง (4)
การกำกับตนเอง และ การให้ผลย้อนกลับ	<p>ผลย้อนกลับ: ระบุจุดแข็งจุดอ่อน ของผลงานหรือกระบวนการ แก้ปัญหา</p> <p>การวางแผน: กำหนดเป้าหมาย ส่วนบุคคลเพื่อให้ผลงาน มีประสิทธิภาพ</p> <p>ระบบความคิด: อธิบาย ความสัมพันธ์ระหว่าง ความพยายามและความสำเร็จ</p>	<p>ผลย้อนกลับ: ประเมินคุณภาพ ของประสิทธิภาพของผลงาน และกระบวนการที่สร้างสรรค์ ให้ผลย้อนกลับตามเกณฑ์ ที่กำหนด</p> <p>การวางแผน: ตั้งเป้าหมาย อย่างมีประสิทธิภาพภายใต้ผล ย้อนกลับหรือเกณฑ์ที่กำหนด</p> <p>ระบบความคิด: แสดงให้เห็นถึง ความต้องการที่จะพัฒนาตน ให้ดีขึ้น</p>	<p>ผลย้อนกลับ: สะท้อนคุณภาพ ของผลงาน ใช้คำถามและ คำวิจารณ์ในการให้ผลย้อนกลับ</p> <p>การวางแผน: เลือกลงใช้ ทรัพยากรที่ทำให้บรรลุ เป้าหมาย</p> <p>ระบบความคิด: แสดงให้เห็นถึง การเติบโตของระบบความคิด (ยอมรับและใช้ข้อเสนอแนะ)</p>	<p>ผลย้อนกลับ: วิเคราะห์ รูปแบบและแนวโน้ม ของการสร้างสรรค์และผลงาน ประเมินความคิดสร้างสรรค์ ตลอดจนกระบวนการ ดำเนินการ ตามคำแนะนำของเพื่อน อาจารย์ หรือผู้เชี่ยวชาญ</p> <p>การวางแผน: วิเคราะห์ รูปแบบและสร้างเป้าหมายที่มีความคิดสร้างสรรค์ แก่ใจ เป้าหมายจากการได้รับผล ย้อนกลับ</p> <p>ระบบความคิด: ปรับปรุง จุดอ่อนของตนเอง เพื่อเพิ่ม การเติบโตของระบบความคิด</p>

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ	นายสุรียัน ใจคำต๊ีบ
วัน เดือน ปี เกิด	18 เมษายน 2536
สถานที่เกิด	อำเภอเมือง จังหวัดสุโขทัย
ประวัติการศึกษา	การศึกษาระดับบัณฑิต สาขาวิชาฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยนเรศวร พ.ศ. 2559
สถานที่ทำงาน	โรงเรียนพรานกระต่ายพิทยาคม จังหวัดกำแพงเพชร
ตำแหน่ง	ครู คศ.2

