



การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาในสถานการณ์การแพร่ระบาดของ
โควิด-19 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง งานและพลังงาน
โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา

วิทยานิพนธ์

ของ

ปฐมวงศ์ เกายะบุตร

เสนอต่อมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
หลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์

มีนาคม 2566

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาในสถานการณ์การแพร่ระบาดของ
โควิด-19 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง งานและพลังงาน
โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา

วิทยานิพนธ์

ของ

ปฐมวงศ์ เกษะบุตร

เสนอต่อมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
หลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์

มีนาคม 2566

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

DEVELOPMENT OF PROBLEM–SOLVING ABILITIES IN THE COVID–19
EPIDEMIC SITUATION OF MATHAYOMSUKSA 4 STUDENTS
ON THE TOPIC OF WORK AND ENERGY
BY USING STEAM EDUCATION

BY
PATHOMWONG THAOYABUT

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

March 2023

All Rights Reserved by Sakon Nakhon Rajabhat University

ประกาศคุณูปการ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความรู้และความช่วยเหลือเป็นอย่างดีจาก ดร.อรุณรัตน์ คำแห่งพล ประธานกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.หรรษกร วรรัตนสาร กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำแนะนำ เสนอแนะ และตรวจสอบข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่ตลอดมา ตั้งแต่เริ่มต้นจนสำเร็จเรียบร้อย ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ และขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์สาขาวิชาการสอนนิเทศศาสตร์ทุกท่านที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ คอยให้คำแนะนำ และการช่วยเหลือเป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เพชรรัตน์ ใจบุญ อาจารย์ประจำสาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร นางพรพิศ แสนมนตรี ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนอากาศอำนวยศึกษา อำเภออากาศอำนวย จังหวัดสกลนคร นางนิศากกร แสงพงศานนท์ ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนมัธยมวานรนิวาส อำเภอวานรนิวาส จังหวัดสกลนคร ที่กรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือในการวิจัย ตลอดจนให้คำแนะนำและข้อเสนอแนะต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการทำวิจัยครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ ว่าที่ร้อยตรีปารเมศ เถายะบุตร ผู้อำนวยการโรงเรียนดงมะไฟวิทยา ที่ให้ความอนุเคราะห์ใช้สถานที่สำหรับการทดลองเครื่องมือในการวิจัย และเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ และขอขอบคุณนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี ส่งผลให้งานวิจัยสำเร็จด้วยดี

คุณค่าและประโยชน์จากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณบิดา มารดาที่ให้การสนับสนุน คอยเป็นกำลังใจ และแรงใจอันสำคัญยิ่งในการทำวิจัยครั้งนี้ ตลอดจนบูรพาจารย์ทุกท่านที่ได้อบรมสั่งสอน และผู้มีพระคุณทุกท่านที่เสริมสร้างสติปัญญา คุณธรรม และจริยธรรม ให้แก่ผู้วิจัย

ปฐุมวงศ์ เถายะบุตร

ชื่อเรื่อง	การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ การแพร่ระบาดของโควิด-19 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง งานและพลังงาน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา
ผู้วิจัย	ปฐมวงศ์ เกษะบุตร
กรรมการที่ปรึกษา	ดร. อรุณรัตน์ คำแห่งพล ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. หารุษากร วรรณนะสาร
ปริญญา	ค.ม. (การสอนวิทยาศาสตร์)
สถาบัน	มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
ปีที่พิมพ์	2566

บทคัดย่อ

การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนในสถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19 ต้องอาศัยทักษะความรู้หลากหลายด้าน สเต็มศึกษาเป็นการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการศาสตร์ 5 สาขาวิชาเข้าด้วยกัน ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปะ และคณิตศาสตร์ โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ซึ่งศิลปะมีบทบาทส่งเสริมให้นักเรียนแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อ 1) สร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาเรื่อง งานและพลังงาน ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 2) เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน 3) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน และ 4) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนดงมะไฟวิทยา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสกลนคร จำนวน 26 คน โดยการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา 2) แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และ 4) แบบสอบถามความพึงพอใจ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติทดสอบค่าทีแบบกลุ่มตัวอย่างที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน

ผลการวิจัยพบว่า

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง งานและพลังงาน มีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.48/80.27 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้
2. ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
4. ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา อยู่ในระดับมากที่สุด

คำสำคัญ: ความสามารถในการแก้ปัญหา ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โควิด-19 สเต็มศึกษา

TITLE	Development of Problem–Solving Abilities in the COVID–19 Epidemic Situation of Mathayomsuksa 4 Students on the Topic of Work and Energy by Using STEAM Education
AUTHOR	Pathomwong Thaoyabut
ADVISORS	Dr. Arunrat Khamhaengpol Asst. Prof. Dr. Hassakorn Wattanasarn
DEGREE	M.Ed. (Science Teaching)
INSTITUTION	Sakon Nakhon Rajabhat University
YEAR	2023

ABSTRACT

The cultivation of students' problem–solving abilities during the circumstances of the COVID–19 pandemic requires a diverse range of competencies and knowledge. STEAM education is a pedagogy integrating five domains of knowledge, including science, technology, engineering, arts, and mathematics, using the engineering design process. The arts component plays a crucial role in promoting students' creativity in resolving problems.

The purposes of this research were to 1) construct lesson plans based on STEAM education on the topic of work and energy to meet the efficiency criteria of 80/80, 2) compare the students' problem–solving abilities before and after the intervention, 3) compare the students' learning achievement before and after the intervention, and 4) examine the satisfaction of students toward the STEAM education. The sample obtained through cluster random sampling consisted of 26 students from Mathayomsuksa 4/2 at Dongmafaiwittaya School under the Secondary Educational Service Area Office Sakon Nakhon, in the second semester of the academic year 2022. The instruments included 1) lesson plans based on STEAM education, 2) a problem–solving abilities test, 3) a learning achievement test,

and 4) a satisfaction questionnaire. The statistics for data analysis were percentage, mean, standard deviation, and t-test for Dependent Samples.

The results revealed that:

1. The efficiency of the lesson plans based on STEAM education on the topic of work and energy was 81.48/80.27, which met the specified criteria of 80/80.
2. The students' problem-solving abilities after the intervention were higher than those of before the intervention at the .01 level of significance.
3. The students' learning achievement after the intervention was higher than that of before at the .01 level of significance.
4. The satisfaction of students toward the STEAM education was at the highest level.

Keywords: Problem-Solving Abilities, Learning Achievement, COVID-19, STEAM Education

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ	1
ภูมิหลัง	1
คำถามของการวิจัย	4
ความมุ่งหมายของการวิจัย	5
สมมติฐานของการวิจัย	5
ความสำคัญของการวิจัย	6
ขอบเขตของการวิจัย	6
กรอบแนวคิดของการวิจัย	8
นิยามศัพท์เฉพาะ	8
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	13
หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551	15
วิสัยทัศน์	15
หลักการของหลักสูตร	15
จุดมุ่งหมายของหลักสูตร	16
สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน	16
คุณลักษณะอันพึงประสงค์	17
การจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560)	18
ความสำคัญของวิทยาศาสตร์	18
เป้าหมายของวิทยาศาสตร์	20
สาระสำคัญของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม	20
สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม	21

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
คุณภาพผู้เรียน	23
ผลการเรียนรู้ และสาระการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม รายวิชา ฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	28
คำอธิบายรายวิชาฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	43
การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา	45
ความหมายของสเต็มศึกษา	45
แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับสเต็มศึกษา	46
ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา	50
การวัดและประเมินผลการเรียนรู้สำหรับสเต็มศึกษา	55
ความสามารถในการแก้ปัญหา	57
ความหมายของปัญหา	57
ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหา	58
แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหา	59
กระบวนการในการแก้ปัญหา	62
การวัดความสามารถในการแก้ปัญหา	65
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	66
ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	66
ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์	67
ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	71
ลักษณะของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ดี	75
การวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	78
โควิด-19	82
ความหมายของโควิด-19	82
การแพร่ระบาดของโควิด-19	83

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
การป้องกันการแพร่ระบาดของโควิด-19	84
ประสิทธิภาพของเครื่องมือวิจัย	85
ความหมายของประสิทธิภาพของเครื่องมือวิจัย	85
การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพของเครื่องมือวิจัย	86
วิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพของเครื่องมือวิจัย	88
ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้	89
ความหมายของความพึงพอใจ	89
การวัดระดับความพึงพอใจ	90
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	92
งานวิจัยในประเทศ	92
งานวิจัยต่างประเทศ	95
3 วิธีการดำเนินการวิจัย	97
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	97
แบบแผนการวิจัย	98
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	98
การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือ	99
การเก็บรวบรวมข้อมูล	113
การวิเคราะห์ข้อมูล	114
สถิติที่ใช้ในการวิจัย	115
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	121
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	121
การวิเคราะห์ข้อมูล	122
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	123

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
5	
สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	145
ความมุ่งหมายของการวิจัย	145
สมมติฐานของการวิจัย	146
สรุปผลการวิจัย	146
อภิปรายผลผลการวิจัย	147
ข้อเสนอแนะ	153
บรรณานุกรม	155
ภาคผนวก	169
ภาคผนวก ก หนังสือรับรอง หนังสือขอความอนุเคราะห์ และอื่น ๆ	171
ภาคผนวก ข ผลการประเมินและวิเคราะห์ผลคุณภาพเครื่องมือวิจัย	181
ภาคผนวก ค ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	205
ภาคผนวก ง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	223
ประวัติย่อของผู้วิจัย	387

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 ผลการเรียนรู้ และสาระการเรียนรู้รายวิชาฟิสิกส์ มาตรฐานการเรียนรู้ ข้อที่ 1	29
2 หน่วยการเรียนรู้รายวิชาฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2	44
3 แบบแผนการวิจัย แบบกลุ่มเดียววัดผล ก่อนและหลังการทดลอง	98
4 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ จุดประสงค์ การเรียนรู้ สมรรถนะสำคัญ ความสามารถ ในการแก้ปัญหา กิจกรรมการเรียนรู้ ภาระงาน/ชิ้นงาน และการวัดผล ประเมินผล ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	101
5 เวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้	106
6 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) ของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง งานและพลังงาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	123
7 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) ของแผนการจัดการ เรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง งานและพลังงาน ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	124
8 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพ (E_1/E_2) ของของแผนการจัดการเรียนรู้ แบบสเต็มศึกษา เรื่อง งานและพลังงาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 4	124
9 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง งานและพลังงาน ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา	125
10 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาแบบทดสอบวัด ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนก่อนและหลังเรียน โดยพิจารณากระบวนการแก้ปัญหา 5 ขั้นตอน	126

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
11 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง งานและพลังงาน ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา	128
12 ผลการวิเคราะห์การศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 4 ต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง งานและพลังงาน	130
13 ผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างคุณภาพของ แผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษากับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC) วิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	183
14 ผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างแผนการจัดการเรียนรู้ แบบสเต็มศึกษากับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC) วิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	186
15 ผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบวัด ความสามารถในการแก้ปัญหากับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC) วิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	189
16 ผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบวัด ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC) วิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	191
17 ผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบสอบถาม ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษากับจุดประสงค์ การเรียนรู้ (IOC) วิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน ชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 4	193
18 ผลการวิเคราะห์หาคุณภาพของเครื่องมือวิจัย สำหรับค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่น (r_{tt}) ของแบบทดสอบวัด ความสามารถในการแก้ปัญหา วิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 40 ข้อ	196

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า	
19	ผลการวิเคราะห์หาค่าคุณภาพของเครื่องมือวิจัย สำหรับค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่น (r_{tt}) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 40 ข้อ	199
20	การเปรียบเทียบจำนวนข้อของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กับพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัยตามอนุกรมวิธานที่ปรับปรุงแนวคิดของบลูมทั้ง 6 ชั้น ในแต่ละผลการเรียนรู้ วิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	202
21	ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบ สเต็มศึกษาวิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	207
22	ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถ ในการแก้ปัญหาของนักเรียนก่อนและหลังเรียน	209
23	ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถ ในการแก้ปัญหาของนักเรียนก่อนและหลังเรียน โดยพิจารณา กระบวนการแก้ปัญหาในแต่ละขั้นตอน คือ การระบุปัญหา การวิเคราะห์ปัญหา และการวางแผนการแก้ปัญหา	211
24	ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถ ในการแก้ปัญหาของนักเรียนก่อนและหลังเรียน โดยพิจารณา กระบวนการแก้ปัญหาในแต่ละขั้นตอน คือ การดำเนินการแก้ปัญหา และการประเมินผลการแก้ปัญหา	214
25	ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนของนักเรียนก่อนและหลังเรียน	217
26	ผลการวิเคราะห์คะแนนแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง งานและพลังงาน	219

บัญชีภาพประกอบ

ตาราง	หน้า
1 กรอบแนวคิดในการวิจัย	8
2 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	19
3 กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม	54
4 โครงสร้างของโคโรนาไวรัส	83
5 ค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนก่อนเรียน และหลังเรียน	126
6 ค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนก่อนเรียน และหลังเรียน โดยพิจารณากระบวนการแก้ปัญหา 5 ขั้นตอน	128
7 ค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนเรียน และหลังเรียน	129
8 ค่าเฉลี่ยความพึงพอใจรายด้านของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้ แบบสเต็มศึกษา	133
9 การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง งานและกำลัง (เครื่องกดเจลล้างมือฟ่อนแรงลดสัมผัส)	136
10 การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง พลังงานจลน์ (โตรนส่งยาจากไม้อัดกรีม)	136
11 การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง พลังงานศักย์โน้มถ่วง (รอกส่งของให้ผู้ป่วย ในโรงพยาบาลสนาม)	137
12 การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง พลังงานศักย์ยืดหยุ่น (ยางยืดออกกำลังกายเพิ่มภูมิคุ้มกัน สู้โควิด-19)	137
13 การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง การอนุรักษ์พลังงานกล (รางเลื่อนส่งของเว้นระยะห่าง)	138

บัญชีภาพประกอบ (ต่อ)

ตาราง	หน้า
14 การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง เครื่องกล (ถุงมือจับสิ่งของป้องกันโควิด-19)	138
15 การออกแบบวิธีการแก้ปัญหาและชิ้นงานของนักเรียนของ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง งานและกำลัง (เครื่องกดเจลล้างมือ พ่นแรงลดสัมผัส)	139
16 การออกแบบวิธีการแก้ปัญหาและชิ้นงานของนักเรียนของ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง พลังงานจลน์ (ไดรอนส่งยา จากไมโครศกรีมี)	140
17 การออกแบบวิธีการแก้ปัญหาและชิ้นงานของนักเรียนของ แผนการจัดการ เรียนรู้ที่ 3 เรื่อง พลังงานศักย์โน้มถ่วง (รอกส่งของ ให้ผู้ป่วยในโรงพยาบาลสนาม)	141
18 การออกแบบวิธีการแก้ปัญหาและชิ้นงานของนักเรียนของ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง พลังงานศักย์ยืดหยุ่น (ยางยืดออก กำลังกายเพิ่มภูมิต้านทานสู่โควิด-19)	142
19 การออกแบบวิธีการแก้ปัญหาและชิ้นงานของนักเรียนของ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง การอนุรักษ์พลังงานกล (รางเลื่อน ส่งของเว้นระยะห่าง)	143
20 การออกแบบวิธีการแก้ปัญหาและชิ้นงานของนักเรียนของ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง เครื่องกล (ถุงมือจับสิ่งของ ป้องกันโควิด-19)	144

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

การศึกษาเป็นเครื่องมือที่มีความสำคัญในการสร้างคน สังคม และชาติ เป็นกลไกหลักในการพัฒนากำลังคนให้มีคุณภาพ สามารถดำรงชีวิตอยู่ร่วมกับผู้อื่น ในสังคมได้อย่างสงบสุข ในการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วของโลกศตวรรษที่ 21 ประเทศไทยให้ความสำคัญกับการจัดการศึกษา การพัฒนาศักยภาพของคนไทย ให้มีทักษะ ความรู้ ความสามารถ และสมรรถนะที่สอดคล้องกับความต้องการ ของตลาดแรงงาน (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2560, หน้า 1) การเตรียมพร้อม ของกำลังคนด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสำหรับการเปลี่ยนแปลงในอนาคต ตลอดจน การยกระดับคุณภาพของการศึกษาสู่ความเป็นเลิศ (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการ เศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2560, หน้า 4) วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจึงมีบทบาท สำคัญในการผลักดันประเทศสู่การเปลี่ยนแปลงเศรษฐกิจและสังคมให้เจริญก้าวหน้า เนื่องจากวิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาความรู้ ความคิด สามารถนำไปใช้ ประโยชน์และแก้ปัญหาในการดำรงชีวิต (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2560, หน้า 30) ดังนั้นการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษา ขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ควรส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เนื้อหาสาระทางวิทยาศาสตร์ ควบคู่กับการทำกิจกรรมและปฏิบัติการต่าง ๆ ผ่านกระบวนการเรียนรู้แบบการสืบเสาะ หาความรู้ เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะที่จำเป็นสำหรับศตวรรษ ที่ 21 จนเกิดสมรรถนะด้านวิทยาศาสตร์ และสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ ในการแก้ปัญหาในชีวิตได้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี [สสวท.], 2560, หน้า 4) สอดคล้องกับการพัฒนาผู้เรียนให้มีสมรรถนะสำคัญ 5 สมรรถนะ ได้แก่ 1) ความสามารถในการสื่อสาร 2) ความสามารถในการคิด 3) ความสามารถ ในการแก้ปัญหา 4) ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต และ 5) ความสามารถในการใช้ เทคโนโลยี (สำนักทดสอบทางการศึกษา, 2555, หน้า 3-4)

ความสามารถในการแก้ปัญหาเป็นหนึ่งในทักษะที่สำคัญสำหรับศตวรรษที่ 21 ซึ่งเป็นการใช้กระบวนการคิด ความรู้ ประสบการณ์ หรือทักษะต่าง ๆ เพื่อใช้ในการแก้ปัญหา (ศิรินทร สีจันทิก, มิ่งขวัญ ภาคส์ญไชย และกรวลัย พันธุ์แพ, 2565, หน้า 21) เนื่องจากมนุษย์ต้องการดำรงชีวิตอย่างปกติสุขและมีคุณภาพ ในขณะที่ทรัพยากรโลกมีอยู่อย่างจำกัด ดังนั้นมนุษย์จึงต้องแก้ปัญหาโดยใช้วิธีการหรือสิ่งประดิษฐ์ที่ดีและเหมาะสมที่สุดกับสถานการณ์ปัญหาที่เกิดขึ้น ด้วยเหตุนี้ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคควรมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยมีกิจกรรมการเรียนรู้ที่ทำให้ผู้เรียนได้เผชิญหน้ากับสถานการณ์ปัญหาเพื่อหาวิธีการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น (อาทิตย์ ฉิมกุล, สกลรัตน์ แก้วดี และนิพาดา เรือนแก้ว ดิษยทัต, 2560, หน้า 326-327) มีการจัดการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง มีการค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง และมีการวางแผนการทำงานอย่างเป็นระบบ เพื่อนำความรู้ที่หลากหลายสาขาวิชามาใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง (เสาวภาคย์ พรสุริวงศ์ และอภิชาติ สังข์ทอง, 2563, หน้า 32) ในปัจจุบันสถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19 ทำให้มีผู้ติดเชื้อและเสียชีวิตจำนวนมาก ส่งผลกระทบในทุกภาคส่วน เศรษฐกิจ การทำงาน การเรียน แม้กระทั่งการจัดการศึกษา สถานศึกษาต้องปรับการจัดการเรียนรู้เป็นแบบปกติใหม่ (New Normal) โดยครูผู้สอนต้องออกแบบการจัดการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับความต้องการของนักเรียน และมีความสัมพันธ์กับชีวิตจริง ฝึกให้ผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาได้ ผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างสนุกสนาน ไม่น่าเบื่อ และมีการจัดบรรยากาศที่เอื้อต่อการเรียนร่วมกัน โดยใช้กระบวนการกลุ่ม (กาญจนา บุญภักดี, 2563, หน้า 1)

จากรายงานผลการประเมินความสามารถในการเรียนรู้ของผู้เรียนเทียบกับนานาชาติและอาเซียน หรือโปรแกรมประเมินสมรรถนะของนักเรียนมาตรฐานสากล (Programme for International Student Assessment: PISA) ก่อตั้งโดยองค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา (Organisation for Economic Co-operation and Development: OECD) มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินคุณภาพของระบบการศึกษานั้นการประเมินสมรรถนะของผู้เรียนซึ่งเป็นการใช้ความรู้และทักษะเพื่อการแก้ปัญหาในการดำเนินชีวิต ผลการประเมิน PISA ปี 2018 พบว่านักเรียนไทยมีคะแนนต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของประเทศสมาชิก OECD (สสวท., 2561, หน้า 1-7) สะท้อนให้เห็นถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนไทยอยู่ในระดับต่ำและยังไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควร เนื่องจาก

ผู้เรียนไม่สามารถนำความรู้หรือทักษะไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาได้ (กรวิทย์ เกื้อคลัง, ประสงค์ เกษราธิคุณ และสิงหา ประสิทธิ์พงษ์, 2561, หน้า 126) สอดคล้องกับรายงานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินี้พื้นฐาน (Ordinary National Education Test: O-NET) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 วิชาวิทยาศาสตร์ ปีการศึกษา 2561-2563 พบว่า มีคะแนนเฉลี่ยในระดับประเทศร้อยละ 30.51, 29.20 และ 32.68 ตามลำดับ โดยโรงเรียนดงมะไฟวิทยามีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 25.43, 26.26 และ 27.94 ตามลำดับ (โรงเรียนดงมะไฟวิทยา, 2563) ซึ่งคะแนนของโรงเรียนอยู่ในระดับที่ต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยของทั้งประเทศทุกปีการศึกษาที่กล่าวมาและต่ำกว่าร้อยละ 50 ดังนั้นควรมีการส่งเสริมและพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้วิชาวิทยาศาสตร์มากขึ้น เพื่อนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิต (สุนทร ภูรีปริชาเลิศ, ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์ และจุฬารัตน์ ธรรมประทีป, 2563, หน้า 88)

วิชาฟิสิกส์จัดอยู่ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่มุ่งให้ผู้เรียนได้มีการศึกษา ค้นคว้า เพื่อทำความเข้าใจเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ หลักการกฎ และทฤษฎีพื้นฐานทางฟิสิกส์ (เกริก คักดีสุภาพ, 2561, หน้า 13) วิชาฟิสิกส์เป็นพื้นฐานของวิชาวิทยาศาสตร์ในหลายแขนง และสามารถประยุกต์ใช้ได้กับวิทยาศาสตร์สาขาอื่น ๆ อย่างไรก็ดีตามวิชาฟิสิกส์ยังพบปัญหาในการจัดการเรียนรู้ เนื่องจากเนื้อหาวิชาฟิสิกส์มีความซับซ้อนเป็นนามธรรม และต้องใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการศึกษา จึงยากต่อการเรียนรู้และทำความเข้าใจ จำเป็นต้องอาศัยกระบวนการคิดขั้นสูง ความสามารถในการเชื่อมโยงองค์ความรู้ ความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลาย (ธนวรรธน์ ศรีวิบูลย์รัตน์ และอังคณา อ่อนธานี, 2562, หน้า 198) จะเห็นได้ว่าความสามารถในการแก้ปัญหาเป็นสิ่งสำคัญต่อการเรียนวิชาฟิสิกส์ (พินนิดา มิ่งมิตร, สายรุ้ง ชาวรสุภา และวรากร เสงี่ยมปัญญา, 2560, หน้า 141) ดังนั้นการจัดการเรียนรู้ที่ช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาจะต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้องค์ความรู้ต่าง ๆ ควบคู่กับการลงมือปฏิบัติจริง ซึ่งการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาสามารถตอบสนองต่อวัตถุประสงค์ของการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของผู้เรียนได้

สเต็มศึกษา (STEAM Education) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ต่อยอดมาจาก สะเต็มศึกษา (STEM Education) โดยการเพิ่มศาสตร์ด้านศิลปะเข้าไป เป็นการบูรณาการศาสตร์ทั้ง 5 สาขาวิชาเข้าด้วยกัน ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science: S) เทคโนโลยี (Technology: T) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering: E) ศิลปะ (Arts: A) และคณิตศาสตร์

(Mathematics: M) โดยศิลปะช่วยส่งเสริมการรับรู้ เพิ่มความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนมากขึ้น (มัธยา บัวผัน, สิริวารรณ จรัสศรีวัฒน์ และอาพันธ์ชนิต เจนจิต, 2563, หน้า 206) ซึ่งศิลปะเป็นศาสตร์ที่ช่วยเสริมสร้างแรงบันดาลใจ ทำให้ผู้เรียน ได้ใช้ความคิดสร้างสรรค์เพื่อออกแบบวิธีการแก้ปัญหา มีกิจกรรมการเรียนรู้ที่สัมพันธ์กับ ปัญหาในชีวิตจริง ผู้เรียนสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ในการแก้ปัญหาได้ โดยใช้กระบวนการ ออกแบบเชิงวิศวกรรม (Khamhaengpol, Sriprom, & Chuamchaitrakool, 2021, p. 2) สติมศึกษาเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ไม่เน้นการท่องจำเนื้อหา แต่มุ่งเน้นให้ผู้เรียน ได้ฝึกการคิด และการนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหา เพื่อเสริมสร้างประสบการณ์ (พัธมาอัสไวณี ตาเย๊ะ, ณัฐินี โมพันธ์ และมัทธิ แวดราแม, 2560, หน้า 3) ผู้เรียนได้เรียนรู้ แบบบูรณาการสามารถเชื่อมโยงความรู้และเข้าใจเนื้อหาในระดับลึกอย่างครอบคลุม (สุนารี ศรีบุญ และวิสูตร โพธิ์เงิน, 2562, หน้า 528) ทำให้เกิดความคงทนในการเรียนรู้ และสามารถพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของผู้เรียนได้ (สมรัก อินทวิมลศรี, สกล รัชต์ แก้วดี และสิทธิพร ภัทรดิสรรัตน์, 2562, หน้า 412)

จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา ในสถานการณ์การแพร่ระบาดโควิด-19 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง งาน และพลังงาน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสติมศึกษา เพื่อให้ให้นักเรียนได้พัฒนาองค์ความรู้ ฝึกการคิด การลงมือปฏิบัติ และการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง ผู้เรียนสามารถ นำองค์ความรู้มาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์การแพร่ระบาดโควิด-19 และปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันได้

คำถามของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดคำถามการวิจัยไว้ ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบสติมศึกษาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง งานและพลังงาน มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 หรือไม่
2. ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง งานและพลังงาน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสติมศึกษา หลังเรียนสูงกว่า ก่อนเรียนหรือไม่

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง งานและพลังงาน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา หลังเรียนสูงกว่า ก่อนเรียนหรือไม่

4. ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ต่อกาการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง งานและพลังงาน อยู่ในระดับใด

ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดความมุ่งหมายของการวิจัยไว้ ดังนี้

1. สร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง งานและพลังงาน ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

2. เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง งานและพลังงาน ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา

3. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง งานและพลังงาน ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา

4. ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ต่อกาการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง งานและพลังงาน

สมมติฐานของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดสมมติฐานของการวิจัยไว้ ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง งานและพลังงาน มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

2. ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง งานและพลังงาน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง งานและพลังงาน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

4. ความพึงพอใจของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 ต่อกาการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง งานและพลังงาน อยู่ในระดับมากที่สุด

ความสำคัญของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ก่อให้เกิดประโยชน์ในด้านต่าง ๆ ดังนี้

1. ครูผู้สอนรายวิชาวิทยาศาสตร์ สามารถนำแผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง งานและพลังงาน เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้สูงขึ้นอย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้สามารถประยุกต์ใช้ความสามารถในการแก้ปัญหาในสถานการณ์การแพร่ระบาดโควิด-19 รวมถึงปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันได้
2. เป็นแนวทางสำหรับครูผู้สอน บุคลากรทางการศึกษา และผู้ที่มีความสนใจการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา สามารถนำความรู้ที่ได้จากการวิจัยในครั้งนี้ไปใช้ประโยชน์และปรับประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอนในวิชาเรียนอื่น ๆ ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นในโอกาสต่อ ๆ ไป

ขอบเขตของการวิจัย

ขอบเขตด้านเนื้อหา

เนื้อหาในการวิจัยครั้งนี้ คือ เนื้อหาของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง งานและพลังงาน สามารถแบ่งเนื้อหาออกเป็น 6 เรื่อง ดังนี้

1. งานและกำลัง
2. พลังงานจลน์
3. พลังงานศักย์โน้มถ่วง
4. พลังงานศักย์ยืดหยุ่น
5. การอนุรักษ์พลังงานกล
6. เครื่องกล

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนดงมะไฟวิทยา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสกลนคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565

จำนวน 3 ห้องเรียน ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1, 4/2 และ 4/3 จำนวน 71 คน

2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนดงมะไฟวิทยา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสกลนคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน

1 ห้องเรียน นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/2 จำนวน 26 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่ม

ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรอิสระ คือ การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา

2. ตัวแปรตาม

2.1 ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา

2.2 ความสามารถในการแก้ปัญหา

2.3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

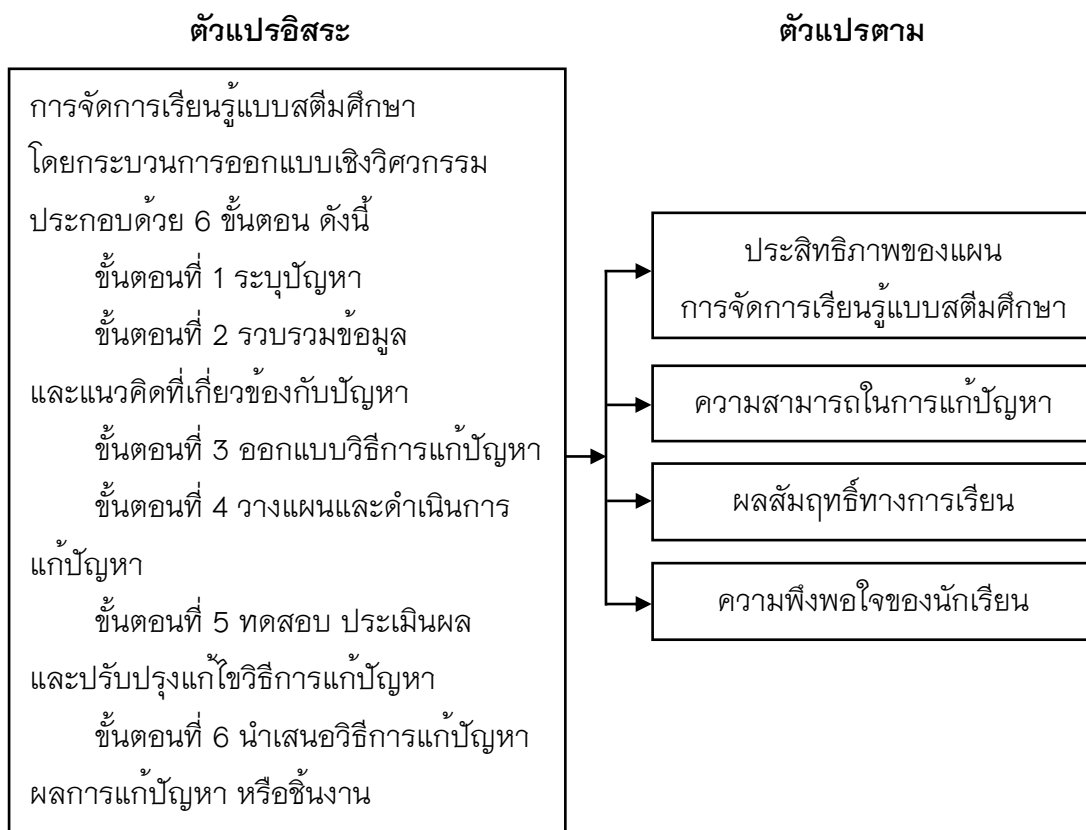
2.4 ความพึงพอใจของนักเรียน

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยจะดำเนินการทดลองสอนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 ใช้เวลาในการทดลองสอน จำนวน 20 ชั่วโมง เวลาในการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน 2 ชั่วโมง รวมทั้งสิ้น 22 ชั่วโมง โดยผู้วิจัยจัดการเรียนการสอนด้วยตนเอง

กรอบแนวคิดของการวิจัย

ในการวิจัย เรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาในสถานการณ์การแพร่ระบาดโควิด-19 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง งานและพลังงาน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา ผู้วิจัยได้กำหนดกรอบแนวคิดในการวิจัย ดังภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

นิยามศัพท์เฉพาะ

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้นิยามศัพท์เฉพาะไว้ ดังนี้

1. การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา (STEAM Education) หมายถึง การจัดการเรียนการสอนที่บูรณาการความรู้ 5 สาขาวิชาเข้าด้วยกัน ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) ศิลปะ (Arts)

และคณิตศาสตร์ (Mathematics) เป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียน มีพัฒนาการทางด้านความคิดและการแก้ปัญหา โดยอาศัยกระบวนการออกแบบ เชิงวิศวกรรม ซึ่งประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ดังนี้

1.1 ระบุปัญหา หมายถึง ขั้นตอนที่กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจ และทำความเข้าใจกับปัญหา ตระหนักถึงปัญหา วิเคราะห์เงื่อนไขหรือข้อจำกัดของปัญหา จากสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริง เพื่อนำไปสู่การกำหนดขอบเขตของปัญหานั้น ๆ

1.2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา หมายถึง ขั้นตอนที่นักเรียนทำการสืบค้นและรวบรวมข้อมูล วิธีการแก้ปัญหา หรือแนวคิด ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา จากสื่อหรือแหล่งการเรียนรู้ต่าง ๆ เพื่อศึกษาหาวิธีการแก้ปัญหานั้น โดยการวิเคราะห์ และพิจารณาถึงจุดเด่น จุดด้อย ความคุ้มค่า ความเหมาะสมกับ ขอบเขตและเงื่อนไขของปัญหา จากนั้นเลือกแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุด

1.3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา หมายถึง ขั้นตอนที่นักเรียนนำความรู้ ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้ามาใช้ออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการ โดยคำนึงถึงข้อจำกัด เงื่อนไข และทรัพยากรต่าง ๆ ตามสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริง

1.4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา หมายถึง ขั้นตอนที่นักเรียน พัฒนาค้นแบบตามที่กำหนดไว้ วางแผนการทำงานอย่างเป็นขั้นตอน กำหนดเป้าหมาย และระยะเวลาในการดำเนินการของแต่ละขั้นตอนให้ละเอียดและชัดเจน จากนั้นดำเนินการ สร้างชิ้นงานหรือวิธีการแก้ปัญหา

1.5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหา หมายถึง ขั้นตอนที่ให้นักเรียนทำการทดสอบ ประเมินการใช้งานของชิ้นงาน หรือวิธีการแก้ปัญหา หากเกิดข้อผิดพลาดหรือบกพร่องควรมีการปรับปรุงแก้ไข เพื่อให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาและความสอดคล้องตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ การทดสอบและประเมินผลสามารถเกิดขึ้นได้หลายครั้งในกระบวนการแก้ปัญหา

1.6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา หรือชิ้นงาน หมายถึง ขั้นตอนที่นักเรียนนำเสนอชิ้นงานหรือวิธีการแก้ปัญหา รวมถึงข้อสรุป ของการดำเนินการแก้ปัญหา มีวิธีการนำเสนอข้อมูลที่เข้าใจง่ายและมีความน่าสนใจ เพื่อให้ผู้ฟังเกิดความเข้าใจและสามารถใช้เป็นแนวทางในการแก้ปัญหาต่อไป

2. ความสามารถในการแก้ปัญหา หมายถึง กระบวนการจัดการกับปัญหา อย่างเป็นระบบ โดยผ่านการคิดอย่างมีแบบแผนเป็นขั้นตอน จำเป็นต้องอาศัยความรู้

ความเข้าใจ สติปัญญา การตัดสินใจ และประสบการณ์ ในการพิจารณาปัญหาที่เกิดขึ้น เพื่อหาวิธีการที่เหมาะสม นำไปสู่การแก้ปัญหาให้บรรลุตามจุดมุ่งหมายที่ต้องการ โดยกระบวนการในการแก้ปัญหา ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

2.1 การระบุปัญหา หมายถึง กำหนดประเด็นปัญหา มีการรับรู้ และทำความเข้าใจถึงสถานการณ์ปัญหา รวมทั้งตระหนักถึงสภาพจริงของปัญหาที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์ที่กำหนด

2.2 การวิเคราะห์ปัญหา หมายถึง การพิจารณาถึงสาเหตุของปัญหา หรือปัจจัยที่เป็นต้นเหตุของปัญหา มีการระบุแจกแจงลักษณะของปัญหาที่เกิดขึ้น จากสถานการณ์ที่กำหนด

2.3 การวางแผนการแก้ปัญหา หมายถึง การกำหนดวิธีการแก้ปัญหา ที่เหมาะสม วางแผนอย่างเป็นขั้นตอน โดยมีความสอดคล้องกับปัญหาและสาเหตุของปัญหา

2.4 การดำเนินการแก้ปัญหา หมายถึง การลงมือปฏิบัติเพื่อแก้ปัญหา ตามแบบแผน วิธีการแก้ปัญหา เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ตามต้องการ

2.5 การประเมินผลการแก้ปัญหา หมายถึง การนำผลลัพธ์ที่ได้จากการดำเนินการแก้ปัญหามาเทียบกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ หากเกิดข้อบกพร่องควรมีการปรับปรุง เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ดีและเหมาะสมที่สุด โดยมีความสอดคล้องกับปัญหาและสามารถใช้ ในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนด

การวัดความสามารถในการแก้ปัญหา ผู้วิจัยใช้แบบทดสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ มีการกำหนดสถานการณ์ปัญหาให้นักเรียนแก้ปัญหา ในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหา

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ ความสามารถในการเรียนรู้ ของนักเรียนหลังจากได้รับการพัฒนาจากการเรียนการสอน การฝึกฝน หรือประสบการณ์ ต่าง ๆ ซึ่งทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางพฤติกรรมการเรียนรู้

การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผู้วิจัยใช้แบบทดสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ แบบทดสอบสามารถวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย ตามอนุกรมวิธานที่ปรับปรุงแนวคิดของบลูมทั้ง 6 ชั้น ได้แก่ 1) จำ 2) เข้าใจ 3) ประยุกต์ใช้ 4) วิเคราะห์ 5) ประเมินค่า และ 6) สร้างสรรค์

4. โควิด-19 หมายถึง ไวรัสโคโรนาสายพันธุ์ใหม่ เป็นไวรัสที่ก่อให้เกิดโรค ได้ทั้งคนและสัตว์ เมื่อเชื้อไวรัสเข้าสู่ร่างกายจะมีระยะฟักตัวประมาณ 2-14 วัน มีอาการ

ของโรค เช่น มีไข้ ปวดเมื่อยตามตัว ปวดศีรษะ ไอ คัดจมูก น้ำมูกไหล หายใจขัด เป็นต้น และทำให้เกิดโรคในระบบทางเดินหายใจและระบบทางเดินอาหาร ซึ่งมีตั้งแต่โรคที่ไม่รุนแรง ไปจนถึงโรคที่มีอาการรุนแรงและอาจทำให้เสียชีวิตได้

5. ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ หมายถึง ความสามารถในการดำเนินงานเพื่อให้เกิดความสำเร็จตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาซึ่งอยู่ในรูปของสัดส่วนคะแนนร้อยละในระหว่างและหลังการเรียนการสอน โดยกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ (E_1/E_2) คือ 80/80 ซึ่งมีความหมาย ดังนี้

80 ตัวแรก หมายถึง จำนวนร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้งกลุ่มที่ได้จากการทำกิจกรรม ใบกิจกรรม ชิ้นงาน และแบบทดสอบหลังเรียนของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง งานและพลังงาน ทั้ง 6 แผนการจัดการเรียนรู้

80 ตัวหลัง หมายถึง จำนวนร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้งกลุ่มที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง งานและพลังงาน หลังจากการจัดการเรียนรู้ครบทุกแผนการจัดการเรียนรู้

6. ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกพอใจ หรือพฤติกรรมที่แสดงถึงความสุขของนักเรียนแต่ละบุคคลที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ ซึ่งมีความแตกต่างกัน โดยแสดงออกมาหลังจากนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้

การวัดความพึงพอใจ ผู้วิจัยใช้แบบสอบถามความพึงพอใจ จำนวน 20 ข้อ มีการวัดความพึงพอใจทั้งหมด 4 ด้าน ได้แก่ ด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้ ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านสื่ออุปกรณ์การเรียนรู้ และด้านการวัดและประเมินผล โดยใช้แบบสอบถามชนิดมาตราส่วนประมาณค่าของลิเคิร์ต (Likert Rating Scale) 5 ระดับ ได้แก่ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การพัฒนาศักยภาพในการแก้ปัญหาในสถานการณ์การแพร่ระบาดของ
โควิด-19 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง งานและพลังงาน โดยการจัดการเรียนรู้
แบบสเต็มศึกษา ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งมีเอกสาร
และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551
 - 1.1 วิสัยทัศน์
 - 1.2 หลักการของหลักสูตร
 - 1.3 จุดหมายของหลักสูตร
 - 1.4 สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน
 - 1.5 คุณลักษณะอันพึงประสงค์
 2. การจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน
พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง
พุทธศักราช 2560) ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย
 - 2.1 ความสำคัญของวิทยาศาสตร์
 - 2.2 เป้าหมายของวิทยาศาสตร์
 - 2.3 สาระสำคัญของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม
 - 2.4 สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม
 - 2.5 คุณภาพผู้เรียน
 - 2.6 ผลการเรียนรู้ และสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม
- รายวิชาฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
- 2.7 คำอธิบายรายวิชาฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
3. การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา
 - 3.1 ความหมายของสเต็มศึกษา
 - 3.2 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับสเต็มศึกษา

- 3.3 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา
- 3.4 การวัดและประเมินผลการเรียนรู้สำหรับสเต็มศึกษา
- 4. ความสามารถในการแก้ปัญหา
 - 4.1 ความหมายของปัญหา
 - 4.2 ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหา
 - 4.3 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหา
 - 4.4 กระบวนการในการแก้ปัญหา
 - 4.5 การวัดความสามารถในการแก้ปัญหา
- 5. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 5.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 5.2 ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์
 - 5.3 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 5.4 ลักษณะของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ดี
 - 5.5 การวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- 6. โควิด-19
 - 6.1 ความหมายของโควิด-19
 - 6.2 การแพร่ระบาดของโควิด-19
 - 6.3 การป้องกันการแพร่ระบาดของโควิด-19
- 7. ประสิทธิภาพของเครื่องมือวิจัย
 - 7.1 ความหมายของประสิทธิภาพของเครื่องมือวิจัย
 - 7.2 การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพของเครื่องมือวิจัย
 - 7.3 วิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพของเครื่องมือวิจัย
- 8. ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้
 - 8.1 ความหมายของความพึงพอใจ
 - 8.2 การวัดระดับความพึงพอใจ
- 9. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 9.1 งานวิจัยในประเทศ
 - 9.2 งานวิจัยต่างประเทศ

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

จากการศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ซึ่งกระทรวงศึกษาได้ประกาศใช้หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 จัดทำขึ้น เพื่อให้สถานศึกษานำไปใช้เป็นกรอบแนวทางในการจัดทำหลักสูตรสถานศึกษา และการจัดการเรียนการสอน (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, หน้า 3-7)

วิสัยทัศน์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนทุกคน ซึ่งเป็นกำลังของชาติให้เป็นมนุษย์ที่มีความสมดุลทั้งด้านร่างกาย ความรู้ คุณธรรม มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและพลเมืองโลก ยึดมั่นในการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข มีความรู้และทักษะพื้นฐาน รวมทั้งเจตคติที่จำเป็นต่อการศึกษาต่อ การประกอบอาชีพ และการศึกษาตลอดชีวิต โดยมุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญบนพื้นฐานความเชื่อว่าทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้เต็มศักยภาพ

หลักการของหลักสูตร

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มีหลักการที่สำคัญ ดังนี้

1. เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อความเป็นเอกภาพของชาติ มีจุดหมายและมาตรฐานการเรียนรู้ เป็นเป้าหมายสำหรับพัฒนาเด็กและเยาวชนให้มีความรู้ ทักษะ เจตคติ และคุณธรรม บนพื้นฐานของความเป็นไทยควบคู่กับความเป็นสากล
2. เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อประชาชนทุกคน ให้มีโอกาสได้รับการศึกษาอย่างเสมอภาคและมีคุณภาพ
3. เป็นหลักสูตรการศึกษาที่สนองการกระจายอำนาจให้สังคมมีส่วนร่วมในการจัดการศึกษาให้สอดคล้องกับสภาพและความต้องการของท้องถิ่น
4. เป็นหลักสูตรการศึกษาที่มีโครงสร้างยืดหยุ่นทั้งด้านสาระการเรียนรู้ เวลา และการจัดการเรียนรู้
5. เป็นหลักสูตรการศึกษาที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ
6. เป็นหลักสูตรการศึกษาสำหรับการศึกษาในระบบ นอกระบบ และตามอัธยาศัย สามารถเทียบโอนผลการเรียนรู้และประสบการณ์

จุดหมายของหลักสูตร

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งเน้นพัฒนาผู้เรียนให้เป็นคนดี มีปัญญา มีความสุข มีศักยภาพในการศึกษาและประกอบอาชีพ จึงกำหนดเป็นจุดหมาย เพื่อให้เกิดกับผู้เรียนเมื่อจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน ดังนี้

1. มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์ เห็นคุณค่าของตนเอง มีวินัย และปฏิบัติตนตามหลักศาสนาที่ตนนับถือ ยึดหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง
2. มีความรู้ ความสามารถในการสื่อสาร การคิด การแก้ปัญหา การใช้เทคโนโลยี และมีทักษะชีวิต
3. มีสุขภาพกายและสุขภาพจิตที่ดี มีสุขนิสัย และรักการออกกำลังกาย
4. มีความรักชาติ มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและพลเมืองโลก ยึดมั่นในวิถีชีวิต และการปกครองตามระบอบประชาธิปไตย อันมีพระมหากษัตริย์ ทรงเป็นประมุข
5. มีจิตสำนึกในการอนุรักษ์วัฒนธรรม ภูมิปัญญาไทย และสิ่งแวดล้อม มีจิตสาธารณะมุ่งสร้างประโยชน์และสิ่งที่ดีงามต่อสังคม และอยู่ร่วมกันในสังคม อย่างมีความสุข

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพ ตามมาตรฐานการเรียนรู้ ซึ่งการพัฒนาผู้เรียนให้บรรลุมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนด ช่วยให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะสำคัญ 5 ประการ ดังนี้

1. ความสามารถในการสื่อสาร เป็นความสามารถในการรับและส่งสาร มีวัฒนธรรมในการใช้ภาษาถ่ายทอดความคิด ความรู้ความเข้าใจ และความรู้สึก เพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารและประสบการณ์ที่เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาตนเอง และสังคม รวมทั้งการเจรจาต่อรองเพื่อขจัดและลดปัญหาความขัดแย้งต่าง ๆ การเลือกรับ ข้อมูลข่าวสารด้วยหลักเหตุผล และความถูกต้อง ตลอดจนการเลือกใช้วิธีการสื่อสาร ที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่มีต่อตนเองและสังคม
2. ความสามารถในการคิด เป็นความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิด อย่างเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้หรือสารสนเทศ เพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับ ตนเองและสังคมได้อย่างเหมาะสม

3. ความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการแก้ปัญหา และอุปสรรคต่าง ๆ ที่เผชิญได้อย่างถูกต้องเหมาะสม บนพื้นฐานของหลักเหตุผล คุณธรรม และข้อมูลสารสนเทศ เข้าใจความสัมพันธ์และการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ต่าง ๆ ในสังคม แสวงหาความรู้ ประยุกต์ใช้ความรู้ในการป้องกันและแก้ไขปัญหา มีการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อตนเอง สังคม และสิ่งแวดล้อม

4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต เป็นความสามารถในการนำ กระบวนการต่าง ๆ ไปใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวัน การเรียนรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้ อย่างต่อเนื่อง การทำงาน และการอยู่ร่วมกันในสังคมด้วยการสร้างเสริมความสัมพันธ์ อันดีระหว่างบุคคล การจัดการปัญหาและความขัดแย้งต่าง ๆ อย่างเหมาะสม การปรับตัว ให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงของสังคมและสภาพแวดล้อม และการรู้จักหลีกเลี่ยงพฤติกรรม ไม่พึงประสงค์ที่ส่งผลกระทบต่อตนเองและผู้อื่น

5. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี เป็นความสามารถในการเลือกใช้ เทคโนโลยีด้านต่าง ๆ และมีทักษะกระบวนการทางเทคโนโลยี เพื่อการพัฒนาตนเอง และสังคม ในด้านการเรียนรู้ การสื่อสาร การทำงาน การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ถูกต้องเหมาะสม และมีคุณธรรม

คุณลักษณะอันพึงประสงค์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณลักษณะ อันพึงประสงค์ เพื่อให้สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมได้อย่างมีความสุข ในฐานะ เป็นพลเมืองไทยและพลเมืองโลก ดังนี้

1. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์
2. ซื่อสัตย์สุจริต
3. มีวินัย
4. ใฝ่เรียนรู้
5. อยู่อย่างพอเพียง
6. มุ่งมั่นในการทำงาน
7. รักความเป็นไทย
8. มีจิตสาธารณะ

**การจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน
พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
(ฉบับปรับปรุงพุทธศักราช 2560) ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย**

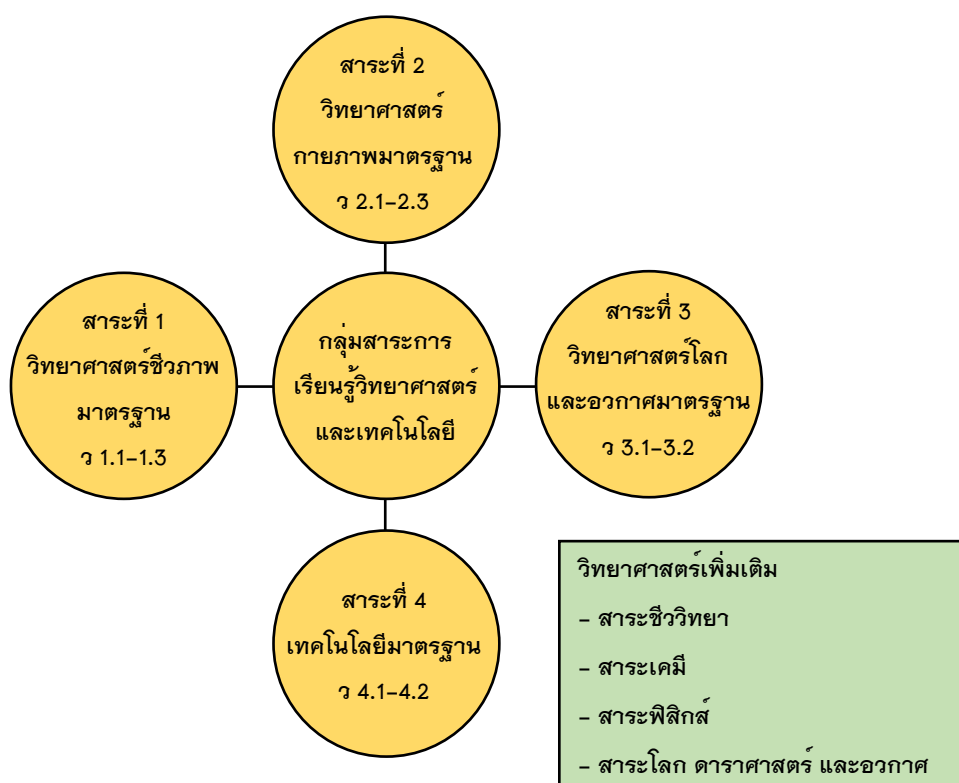
จากการศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 สำหรับกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) มีรายละเอียดที่สำคัญดังต่อไปนี้

ความสำคัญของวิทยาศาสตร์

ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 นี้ ได้กำหนดสาระการเรียนรู้ออกเป็น 4 สาระ ได้แก่ สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ และสาระที่ 4 เทคโนโลยี มีสาระเพิ่มเติม 4 สาระ ได้แก่ สาระชีววิทยา สาระเคมี สาระฟิสิกส์ และสาระโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ ซึ่งองค์ประกอบของหลักสูตรทั้งในด้านของเนื้อหา การจัดการเรียนการสอน และการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ มีความสำคัญอย่างยิ่งในการวางรากฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของผู้เรียนในแต่ละชั้น ให้มีความต่อเนื่องเชื่อมโยงกัน ตั้งแต่ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 จนถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สำหรับกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้กำหนดตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง ที่ผู้เรียนจำเป็นต้องเรียนเป็นพื้นฐาน เพื่อให้สามารถนำความรู้นี้ไปใช้ในการดำเนินชีวิตหรือศึกษาต่อในวิชาชีพที่ต้องใช้วิทยาศาสตร์ได้ โดยจัดเรียงลำดับความยากง่ายของเนื้อหาแต่ละสาระในแต่ละระดับชั้นให้มีการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการเรียนรู้ และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมผู้เรียนพัฒนาความคิดทั้งความคิดเป็นเหตุผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ มีทักษะที่สำคัญทั้งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และทักษะในศตวรรษที่ 21 ในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สามารถแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลหลากหลายและสามารถตรวจสอบได้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ตระหนักถึงความสำคัญของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่มุ่งหวังให้เกิดผลสัมฤทธิ์ต่อผู้เรียนมากที่สุด จึงได้จัดทำตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ขึ้น เพื่อให้สถานศึกษา ครูผู้สอน ตลอดจนหน่วยงานต่าง ๆ ได้ใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาหนังสือเรียน คู่มือครู สื่อประกอบการเรียนการสอน ตลอดจนการวัดและประเมินผล โดยตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 มีการปรับปรุงเพื่อให้มีความสอดคล้อง และเชื่อมโยงกันภายในสาระการเรียนรู้เดียวกัน และระหว่างสาระการเรียนรู้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตลอดจนการเชื่อมโยงเนื้อหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์กับคณิตศาสตร์ด้วย นอกจากนี้ยังได้ปรับปรุง เพื่อให้มีความทันสมัย ต่อการเปลี่ยนแปลง และความเจริญก้าวหน้าของวิทยาการต่าง ๆ และทัดเทียมกับนานาชาติได้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, หน้า 1-2)



ภาพประกอบ 2 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ที่มา : กระทรวงศึกษาธิการ (2560, หน้า 2)

เป้าหมายของวิทยาศาสตร์

ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเองมากที่สุด เพื่อให้ได้ทั้งกระบวนการและความรู้ จากวิธีการสังเกต การสำรวจ ตรวจสอบ การทดลอง แล้วนำผลที่ได้มาจัดระบบเป็นหลักการ แนวคิด และองค์ความรู้ โดยการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มีเป้าหมายที่สำคัญ ดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, หน้า 3)

1. เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎี และกฎที่เป็นพื้นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เข้าใจขอบเขตธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และข้อจำกัด

ในการศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์

3. เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางเทคโนโลยี
4. เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี

มวลมนุษย์และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน

5. เพื่อนำความรู้ ความเข้าใจ ในวิชาวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี

ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำเนินชีวิต

6. เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถ

ในการแก้ปัญหา และการจัดการ ทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ

7. เพื่อให้เป็นผู้ที่มีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยม

ในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

สาระสำคัญของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม

วิทยาศาสตร์เพิ่มเติมจัดทำขึ้นสำหรับผู้เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษา

ตอนปลายแผนการเรียนวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญและเพียงพอสำหรับการศึกษา

ต่อในระดับอุดมศึกษาในด้านวิทยาศาสตร์ โดยมีการเรียนรู้ที่ครอบคลุมด้านเนื้อหา

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 รวมทั้งจิตวิทยาศาสตร์

ที่ผู้เรียนจำเป็นต้องมี เน้นกระบวนการคิดวิเคราะห์และแก้ปัญหา รวมทั้งเชื่อมโยงความรู้

สู่การนำไปใช้ในชีวิตจริง โดยในวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม ผู้เรียนได้เรียนรู้สาระสำคัญ ดังนี้

(กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, หน้า 127-129)

1. ชีววิทยา เรียนรู้เกี่ยวกับ การศึกษาชีววิทยา สารที่เป็นองค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต เซลล์ของสิ่งมีชีวิต พันธุกรรมและการถ่ายทอด วิวัฒนาการ ความหลากหลายทางชีวภาพ โครงสร้างและการทำงานของส่วนต่าง ๆ ในพืชดอก ระบบและการทำงานในอวัยวะต่าง ๆ ของสัตว์และมนุษย์ และสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม
2. เคมี เรียนรู้เกี่ยวกับ ปริมาณสาร องค์ประกอบและสมบัติของสาร การเปลี่ยนแปลงของสาร ทักษะและการแก้ปัญหาทางเคมี
3. ฟิสิกส์ เรียนรู้เกี่ยวกับ ธรรมชาติและการค้นพบทางฟิสิกส์ แรงและการเคลื่อนที่และพลังงาน
4. โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ เรียนรู้เกี่ยวกับ โลกและกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยา ข้อมูลทางธรณีวิทยาและการนำไปใช้ประโยชน์ การถ่ายโอนพลังงานความร้อนของโลก การเปลี่ยนแปลงลักษณะลมฟ้าอากาศกับการดำเนินชีวิตของมนุษย์ โลกในเอกภพ และดาราศาสตร์กับมนุษย์

สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม

ในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม ผู้เรียนจะได้เรียนรู้สาระที่สำคัญ

4 สาระ ดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, หน้า 129-131)

1. สาระชีววิทยา

1.1 เข้าใจธรรมชาติของสิ่งมีชีวิต การศึกษาชีววิทยาและวิธีการทางวิทยาศาสตร์ สารที่เป็นองค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต ปฏิกริยาเคมีในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต กล้องจุลทรรศน์ โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ การแบ่งเซลล์ และการหายใจระดับเซลล์

1.2 เข้าใจการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม การถ่ายทอดยีนบนโครโมโซม สมบัติและหน้าที่ของสารพันธุกรรม การเกิดมิวเทชัน เทคโนโลยีทางด้านดีเอ็นเอ หลักฐานข้อมูลและแนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ภาวะสมดุลของฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก การเกิดสปีชีส์ใหม่ ความหลากหลายทางชีวภาพ การกำเนิดสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตและอนุกรมวิธาน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

1.3 เข้าใจส่วนประกอบของพืช การแลกเปลี่ยนแก๊สและคายน้ำของพืช การลำเลียงของพืช การสังเคราะห์ด้วยแสง การสืบพันธุ์ของพืชดอก และการเจริญเติบโต และการตอบสนองของพืช รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

1.4 เข้าใจการย่อยอาหารของสัตว์และมนุษย์ การหายใจ

และการแลกเปลี่ยนแก๊ส การลำเลียงสารและการหมุนเวียนเลือด ภูมิคุ้มกันของร่างกาย การขับถ่าย การรับรู้และการตอบสนอง การเคลื่อนที่ การสืบพันธุ์และการเจริญเติบโต ฮอโมนกับการรักษาดุลยภาพ และพฤติกรรมของสัตว์ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

1.5 เข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับระบบนิเวศ กระบวนการถ่ายทอดพลังงาน

และการหมุนเวียนสารในระบบนิเวศ ความหลากหลายของไบโอม การเปลี่ยนแปลงแทนที่ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ ประชากรและรูปแบบการเพิ่มของประชากร ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ปัญหาและผลกระทบที่เกิดจากการใช้ประโยชน์ และแนวทางการแก้ไขปัญหา

2. สารเคมี

2.1 เข้าใจโครงสร้างอะตอม การจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ

สมบัติของธาตุ พันธะเคมี และสมบัติของสาร แก๊สและสมบัติของแก๊ส ประเภทและสมบัติของสารประกอบอินทรีย์และพอลิเมอร์ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2.2 เข้าใจการเขียนและดุลสมการเคมี ปริมาณสัมพันธ์ในปฏิกิริยา

เคมี อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี สมดุลในปฏิกิริยาเคมี สมบัติและปฏิกิริยาของกรด-เบส ปฏิกิริยารีดอกซ์และเซลล์เคมีไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2.3 เข้าใจหลักการทำให้ปฏิบัติการณ์เคมี การวัดปริมาณสาร หน่วยวัด

และการเปลี่ยนหน่วย การคำนวณปริมาณของสาร ความเข้มข้นของสารละลาย รวมทั้งการบูรณาการความรู้และทักษะในการอธิบายปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวัน และการแก้ปัญหาทางเคมี

3. สารฟิสิกส์

3.1 เข้าใจธรรมชาติทางฟิสิกส์ ปริมาณและกระบวนการวัด

การเคลื่อนที่แนวตรง แรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน กฎความโน้มถ่วงสากล แรงเสียดทานสมดุลกลของวัตถุ งานและอนุรักษ์พลังงานกล โมเมนตัมและกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม การเคลื่อนที่แนวโค้ง รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

3.2 เข้าใจการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย ธรรมชาติของคลื่น

เสียงและการได้ยิน ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสงและการมองเห็น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับแสง รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

3.3 เข้าใจแรงไฟฟ้าและกฎของคูลอมบ์ สนามไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้า ความจุไฟฟ้า กระแสไฟฟ้าและกฎของโอห์ม วงจรไฟฟ้ากระแสตรง พลังงาน และกำลังไฟฟ้า การเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า สนามแม่เหล็ก แรงแม่เหล็ก ที่กระทำกับประจุไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า การเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้าและกฎของฟาราเดย์ ไฟฟ้ากระแสสลับ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและการสื่อสาร รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

3.4 เข้าใจความสัมพันธ์ของความร้อนกับการเปลี่ยนอุณหภูมิ และสถานะของสสาร สภาพยืดหยุ่นของวัสดุและโมดูลัสของยัง ความดันในของไหล แรงแผ่นลม และหลักของอาร์คิมิดีส ความตึงผิวและแรงหนืดของของเหลว ของไหลอุดมคติ และสมการแบร์นูลลี กฎของแก๊ส ทฤษฎีจลน์ของแก๊สอุดมคติและพลังงานในระบบ ทฤษฎีอะตอมของโบร์ ปฏิกิริยาการณโฟโตอิเล็กทริก ทวิภาวะของคลื่นและอนุภาค กัมมันตภาพรังสี แรงแวนเดอวาลส์ ปฏิกิริยานิวเคลียร์ พลังงานนิวเคลียร์ ฟิสิกส์อนุภาค รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

4. สาระโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ

4.1 เข้าใจกระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลก ธรณีพิบัติภัย และผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม รวมทั้งการศึกษาลำดับชั้นหิน ทรัพยากรธรณี แผนที่ และการนำไปใช้ประโยชน์

4.2 เข้าใจสมดุลพลังงานของโลก การหมุนเวียนของอากาศบนโลก การหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทร การเกิดเมฆ การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก และผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม รวมทั้งการพยากรณ์อากาศ

4.3 เข้าใจองค์ประกอบ ลักษณะ กระบวนการเกิด และวิวัฒนาการของเอกภพ กาแล็กซี ดาวฤกษ์ และระบบสุริยะ ความสัมพันธ์ของดาราศาสตร์กับมนุษย์ จากการศึกษาตำแหน่งดาวบนทรงกลมท้องฟ้าและปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ รวมทั้งการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศในการดำเนินชีวิต

คุณภาพผู้เรียน

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม ได้กำหนดคุณภาพของผู้เรียน ที่เรียนจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, หน้า 131-134)

1. เข้าใจวิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการค้นหาคำตอบเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิต สสารที่เป็นองค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต และปฏิกิริยาเคมีภายในเซลล์ การใช้กล้องจุลทรรศน์

โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ การแบ่งเซลล์ และการหายใจระดับเซลล์

2. เข้าใจหลักการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต

การถ่ายทอดีเอ็นเอ โครโมโซมและโครโมโซมเพศ โครงสร้างและองค์ประกอบทางเคมีของ ดีเอ็นเอ การจำลองดีเอ็นเอ กระบวนการสังเคราะห์โปรตีน การเกิดมิวเทชันในสิ่งมีชีวิต หลักการและการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ หลักฐานและข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต แนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต เจเนอไทป์ของภาวะสมดุลง ของฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก กระบวนการเกิดสปีชีส์ใหม่ของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ กำเนิดของสิ่งมีชีวิต ลักษณะสำคัญของสิ่งมีชีวิตกลุ่มแบคทีเรีย โพรทิสต์ พืช พังจี้ และสัตว์ การจำแนกสิ่งมีชีวิตออกเป็นหมวดหมู่และวิธีการเขียนชื่อวิทยาศาสตร์

3. เข้าใจโครงสร้างและส่วนประกอบของพืชทั้งราก ลำต้น และใบ

การแลกเปลี่ยนแก๊ส การคายน้ำ การลำเลียงน้ำและธาตุอาหาร การลำเลียงอาหาร การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช กระบวนการสร้างเซลล์สืบพันธุ์และการปฏิสนธิของ พืชดอก การเกิดผลและเมล็ด บทบาทของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช และการประยุกต์ใช้ และการตอบสนองของพืช

4. เข้าใจกลไกการรักษาคุณภาพของสิ่งมีชีวิต โครงสร้าง หน้าที่

และกระบวนการต่าง ๆ ของสัตว์และมนุษย์ ได้แก่ การย่อยอาหาร การแลกเปลี่ยนแก๊ส การเคลื่อนที่ การกำจัดของเสียออกจากร่างกายของสิ่งมีชีวิต ระบบหมุนเวียนเลือด ระบบภูมิคุ้มกันในร่างกายของมนุษย์ การทำงานของระบบประสาทและอวัยวะ รับความรู้สึก ระบบสืบพันธุ์ การปฏิสนธิ การเจริญเติบโต ฮอร์โมนและพฤติกรรมของสัตว์

5. เข้าใจกระบวนการถ่ายทอดพลังงานและการหมุนเวียนสาร

ในระบบนิเวศ ความหลากหลายของไบโอม การเปลี่ยนแปลงแทนที่แบบต่าง ๆ ในระบบนิเวศ การเปลี่ยนแปลงจำนวนประชากรมนุษย์ในระดับท้องถิ่น ระดับประเทศ และระดับโลก แนวทางการป้องกันและแก้ไขปัญหาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

6. เข้าใจการศึกษาโครงสร้างอะตอมของนักวิทยาศาสตร์ การจัดเรียง

อิเล็กตรอนในอะตอม สมบัติบางประการของธาตุและการจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ พันธะเคมี สมบัติของสารที่มีความสัมพันธ์กับพันธะเคมี กฎต่าง ๆ ของแก๊ส และสมบัติของ แก๊ส ประเภทและสมบัติของสารประกอบอินทรีย์ และประเภทและสมบัติของพอลิเมอร์

7. เข้าใจการเขียนและการดุลสมการเคมี การคำนวณปริมาณสารต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาเคมี อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีและปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี สมดุลในปฏิกิริยาเคมีและปัจจัยที่มีผลต่อสมดุลเคมี ทฤษฎีกรด-เบส สมบัติและปฏิกิริยาของกรด-เบส สารละลายบัฟเฟอร์ ปฏิกิริยารีดอกซ์ และเซลล์เคมีไฟฟ้า

8. เข้าใจข้อปฏิบัติเบื้องต้นเกี่ยวกับความปลอดภัยในการทำปฏิบัติการเคมี การเลือกใช้อุปกรณ์หรือเครื่องมือในการทำปฏิบัติการ หน่วยวัดและการเปลี่ยนหน่วยวัดด้วยการใช้แฟกเตอร์เปลี่ยนหน่วย การคำนวณเกี่ยวกับมวลอะตอม มวลโมเลกุล และมวลสูตร ความสัมพันธ์ของโมล จำนวนอนุภาค มวล และปริมาณของแก๊สที่ STP การคำนวณสูตรอย่างง่ายและสูตรโมเลกุลของสาร ความเข้มข้นของสารละลาย การเตรียมสารละลาย และการบูรณาการความรู้และทักษะในการอธิบายปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวันและแก้ปัญหาทางเคมี

9. เข้าใจธรรมชาติของฟิสิกส์ กระบวนการวัด ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ การเคลื่อนที่ในแนวตรง แรงลัพธ์ กฎการเคลื่อนที่แรงเสียดทาน กฎความโน้มถ่วงสากล สนามโน้มถ่วง งาน กฎการอนุรักษ์พลังงานกล สมดุลกลของวัตถุ เครื่องกลอย่างง่ายโมเมนต์และการดล กฎการอนุรักษ์โมเมนตัม การชน และการเคลื่อนที่ในแนวโค้ง

10. เข้าใจการเคลื่อนที่แบบคลื่น ปรากฏการณ์คลื่น การสะท้อน การหักเห การเลี้ยวเบนและการแทรกสอด หลักการของฮอยเกนส์ การเคลื่อนที่ของคลื่นเสียง ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง ความเข้มเสียงและระดับเสียง การได้ยิน ภาพที่เกิดจากกระจกเงาและเลนส์ ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับแสงและการมองเห็นแสงสี

11. เข้าใจสนามไฟฟ้า แรงไฟฟ้า กฎของคูลอมบ์ ศักย์ไฟฟ้า ตัวเก็บประจุ ตัวต้านทาน และกฎของโอห์ม พลังงานไฟฟ้า การเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า เทคโนโลยีด้านพลังงาน สนามแม่เหล็ก ความสัมพันธ์ระหว่างสนามแม่เหล็กกับกระแสไฟฟ้า การเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า ไฟฟ้ากระแสสลับ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า และประโยชน์ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

12. เข้าใจผลของความร้อนต่อสสาร สภาพยืดหยุ่น ความดันในของเหลว แรงแผ่นตึง ของไหลอุดมคติ ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส แนวคิดควอนตัมของพลังงาน ทฤษฎีอะตอมของโบร์ ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก ทวิภาวะของคลื่นและอนุภาค การสลายของ

นิวเคลียสแกมมันตรังสี แกมมันตภาพ ปฏิกริยานิวเคลียร์ พลังงานนิวเคลียร์ ความสัมพันธ์ระหว่างมวลและพลังงาน แรงภายในนิวเคลียร์ และการค้นคว้าวิจัยด้านฟิสิกส์อนุภาค

13. เข้าใจการแบ่งชั้นและสมบัติของโครงสร้างโลก สาเหตุ และรูปแบบการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณีที่สัมพันธ์กับการเกิดลักษณะธรณีฐานและธรณีโครงสร้างแบบต่าง ๆ หลักฐานทางธรณีวิทยาที่พบในปัจจุบันและการลำดับเหตุการณ์ทางธรณีวิทยาในอดีต สาเหตุ กระบวนการเกิดแผ่นดินไหว ภูเขาไฟระเบิด สึนามิ ผลกระทบ แนวทางการเฝ้าระวัง และการปฏิบัติตนให้ปลอดภัย สมบัติและการจำแนกชนิดของแร่ กระบวนการเกิดและการจำแนกชนิดหิน กระบวนการเกิดและการสำรวจแหล่งปิโตรเลียมและถ่านหิน การแปลความหมายจากแผนที่ภูมิประเทศและแผนที่ธรณีวิทยา และการนำข้อมูลทางธรณีวิทยาไปใช้ประโยชน์

14. เข้าใจปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการรับและปลดปล่อยพลังงาน จากดวงอาทิตย์ กระบวนการที่ทำให้เกิดสมดุลพลังงานของโลก ผลของแรงเนื่องจากความแตกต่างของความกดอากาศ แรงคอริอลิส แรงสู่ศูนย์กลางและแรงเสียดทานที่มีต่อการหมุนเวียนของอากาศ การหมุนเวียนของอากาศตามเขตละติจูด และผลที่มีต่อภูมิอากาศ ปัจจัยที่ทำให้เกิดการแบ่งชั้นน้ำและการหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทร รูปแบบการหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทร และผลของการหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทรที่มีต่อลักษณะลมฟ้าอากาศ สิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม ความสัมพันธ์ระหว่างเสถียรภาพอากาศและการเกิดเมฆ การเกิดแนวปะทะอากาศแบบต่าง ๆ และลักษณะลมฟ้าอากาศที่เกี่ยวข้อง ปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของโลก รวมทั้งการแปลความหมายสัญลักษณ์ลมฟ้าอากาศ และการพยากรณ์ลักษณะลมฟ้าอากาศเบื้องต้นจากแผนที่อากาศเบื้องต้น จากแผนที่อากาศและข้อมูลสารสนเทศ

15. เข้าใจการกำเนิดและการเปลี่ยนแปลงพลังงาน สสาร ขนาด อุณหภูมิของเอกภพ หลักฐานที่สนับสนุนทฤษฎีบิกแบง ประเภทของกาแล็กซี โครงสร้างและองค์ประกอบของกาแล็กซีทางช้างเผือก กระบวนการเกิดดาวฤกษ์ และการสร้างพลังงานของดาวฤกษ์ ปัจจัยที่ส่งผลต่อความส่องสว่างของดาวฤกษ์ และความสัมพันธ์ระหว่างความส่องสว่างกับโชติมาตรของดาวฤกษ์ ความสัมพันธ์ระหว่างสี อุณหภูมิผิว และสเปกตรัมของดาวฤกษ์ วิธีการหาระยะทางของดาวฤกษ์ ด้วยหลักการพาร์แลลแลกซ์ วิวัฒนาการและการเปลี่ยนแปลงสมบัติบางประการของดาวฤกษ์ กระบวนการเกิดระบบสุริยะ การแบ่งเขตบริหารของดวงอาทิตย์ ลักษณะของดาวเคราะห์ที่เอื้อต่อการดำรงชีวิต

การโคจรของดวงอาทิตย์ด้วยกฎเคปเลอร์ และกฎความโน้มถ่วงของนิวตัน โครงสร้างของดวงอาทิตย์ การเกิดลมสุริยะ พายุสุริยะและผลที่มีต่อโลก การระบุพิกัดของดาวในระบบขอบฟ้าและระบบศูนย์สูตร เส้นทางการขึ้นการตกของดาวอาทิตย์และดาวฤกษ์ เวลาสุริยคติ และการเปรียบเทียบเวลาของแต่ละเขตเวลาบนโลก การสำรวจอวกาศ และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ

16. ระบุปัญหา ตั้งคำถามที่จะสำรวจตรวจสอบ โดยมีการกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ สืบค้นข้อมูลจากหลายแหล่ง ตั้งสมมติฐานที่เป็นไปได้หลายแนวทาง ตัดสินใจเลือกตรวจสอบสมมติฐานที่เป็นไปได้

17. ตั้งคำถามหรือกำหนดปัญหาที่อยู่บนพื้นฐานของความรู้และความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ ที่แสดงให้เห็นถึงการใช้ความคิดระดับสูงที่สามารถตรวจสอบหรือศึกษาค้นคว้าได้อย่างครอบคลุมและเชื่อถือได้ สร้างสมมติฐานที่มีทฤษฎีรองรับหรือคาดการณ์สิ่งที่พบ เพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ ออกแบบวิธีการสำรวจตรวจสอบตามสมมติฐานที่กำหนดไว้ได้อย่างเหมาะสม มีหลักฐานเชิงประจักษ์ เลือกว่าวัสดุอุปกรณ์ รวมทั้งวิธีการในการสำรวจตรวจสอบอย่างถูกต้อง ทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ และบันทึกผลการสำรวจตรวจสอบอย่างเป็นระบบ

18. วิเคราะห์ แปลความหมายข้อมูล และประเมินความสอดคล้องของข้อสรุป เพื่อตรวจสอบกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ ให้ข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงวิธีการสำรวจตรวจสอบ จัดกระทำข้อมูลและนำเสนอข้อมูลด้วยเทคนิควิธีที่เหมาะสม สื่อสารแนวคิดความรู้ จากผลการสำรวจตรวจสอบ โดยการพูด เขียน จัดแสดงหรือใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจ โดยมีหลักฐานอ้างอิงหรือมีทฤษฎีรองรับ

19. แสดงถึงความสนใจ มุ่งมั่น รับผิดชอบ รอบคอบ และซื่อสัตย์ ในการสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้เครื่องมือ และวิธีการที่ให้ผลถูกต้อง เชื่อถือได้ มีเหตุผล และยอมรับได้ว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์อาจมีการเปลี่ยนแปลงได้

20. แสดงถึงความพอใจและเห็นคุณค่าในการค้นพบความรู้ พบคำตอบหรือแก้ปัญหาได้ ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ แสดงความคิดเห็นโดยมีข้อมูลอ้างอิงและเหตุผลประกอบเกี่ยวกับผลของการพัฒนาและการใช้วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีอย่างมีคุณธรรมต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม และรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

21. เข้าใจความสัมพันธ์ของความรู้วิทยาศาสตร์ที่มีผลต่อการพัฒนาเทคโนโลยีประเภทต่าง ๆ และการพัฒนาเทคโนโลยีที่ส่งผลให้มีการคิดค้นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ก้าวหน้า ผลของเทคโนโลยีต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

22. ตระหนักถึงความสำคัญและเห็นคุณค่าของความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ใช้ในชีวิตประจำวัน ใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการดำรงชีวิตและการประกอบอาชีพ แสดงความชื่นชม ภูมิใจ ยกย่อง อ่างอิงผลงาน ชื่นงานที่เป็นผลมาจากภูมิปัญญาท้องถิ่นและการพัฒนาเทคโนโลยีที่ทันสมัย ศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงการหรือสร้างชิ้นงานตามความสนใจ

23. แสดงความซาบซึ้ง ห่วงใย มีพฤติกรรมเกี่ยวกับการใช้และรักษาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างรู้คุณค่า เสนอตัวเองร่วมมือปฏิบัติกับชุมชนในการป้องกัน ดูแลทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของท้องถิ่น

ผลการเรียนรู้ และสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม รายวิชาฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

รายวิชาฟิสิกส์ของระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ ข้อที่ 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, หน้า 190-197)

สาระฟิสิกส์

มาตรฐานการเรียนรู้ ข้อที่ 1 เข้าใจธรรมชาติทางฟิสิกส์ปริมาณและกระบวนการวัด การเคลื่อนที่แนวตรง แรงและการเคลื่อนที่ของนิวตัน กฎความโน้มถ่วงสากล แรงเสียดทานสมดุลของวัตถุ งานและกฎการอนุรักษ์พลังงานกล โมเมนตัมและกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม การเคลื่อนที่แนวโค้ง รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ สำหรับผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้รายวิชาฟิสิกส์ มาตรฐานการเรียนรู้ ข้อที่ 1 มีรายละเอียดดังตาราง 1

ตาราง 1 ผลการเรียนรู้ และสาระการเรียนรู้รายวิชาฟิสิกส์ มาตรฐานการเรียนรู้ ข้อที่ 1

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้
ม.4	1. สืบค้น และอธิบายการค้นหาคำรู้ทางฟิสิกส์ประวัติความเป็นมา รวมทั้งพัฒนาการของหลักการและแนวคิดทางฟิสิกส์ที่มีผลต่อการแสวงหาคำรู้ใหม่และการพัฒนาเทคโนโลยี	<ul style="list-style-type: none"> • ฟิสิกส์เป็นวิทยาศาสตร์แขนงหนึ่งที่ศึกษาเกี่ยวกับสสาร พลังงาน อันตรกิริยาระหว่างสสารกับพลังงาน และแรงพื้นฐานในธรรมชาติ • การค้นคว้าหาคำรู้ทางฟิสิกส์ได้มาจากการสังเกต การทดลอง และเก็บรวบรวมข้อมูลมาวิเคราะห์หรือจากการสร้างแบบจำลองทางความคิด เพื่อสรุปเป็นทฤษฎีหลักการหรือกฎ คำรู้เหล่านี้สามารถนำไปใช้อธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติ หรือทำนายสิ่งที่จะเกิดขึ้นในอนาคต • ประวัติความเป็นมาและพัฒนาการของหลักการและแนวคิดทางฟิสิกส์เป็นพื้นฐานในการแสวงหาคำรู้ใหม่เพิ่มเติม รวมถึงพัฒนาและความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีก็มีส่วนในการค้นหาคำรู้ใหม่ทางวิทยาศาสตร์ด้วย
	2. วัด และรายงานผลการวัดปริมาณทางฟิสิกส์ได้ถูกต้องเหมาะสม โดยนำความคลาดเคลื่อนในการวัดมาพิจารณาในการนำเสนอผล รวมทั้งแสดงผล	<ul style="list-style-type: none"> • ความรู้ทางฟิสิกส์ส่วนหนึ่งได้จากการทดลอง ซึ่งเกี่ยวข้องกับกระบวนการวัดปริมาณทางฟิสิกส์ซึ่งประกอบด้วยตัวเลขและหน่วยวัด

ตาราง 1 (ต่อ)

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้
ม.4	การทดลองในรูปของกราฟ วิเคราะห์ และแปลความหมายจากกราฟเส้นตรง	<ul style="list-style-type: none"> • ปริมาณทางฟิสิกส์สามารถวัดได้ด้วยเครื่องมือต่าง ๆ โดยตรง หรือทางอ้อม หน่วยที่ใช้ในการวัด ปริมาณทางวิทยาศาสตร์คือ ระบบหน่วยระหว่างชาติ เรียกว่า ระบบเอสไอ • ปริมาณทางฟิสิกส์ที่มีค่าน้อยกว่า หรือมากกว่า 1 มาก ๆ นิยมเขียนในรูปของสัญกรณ์วิทยาศาสตร์ เป็นการเขียนเพื่อแสดงจำนวน เลขนัยสำคัญที่ถูกต้อง • การทดลองทางฟิสิกส์เกี่ยวข้องกับการวัดปริมาณต่าง ๆ การบันทึกปริมาณที่ได้จากการวัดด้วยจำนวน เลขนัยสำคัญที่เหมาะสม และค่าความคลาดเคลื่อน การวิเคราะห์และการแปลความหมายจากกราฟ เช่น การหาความชันของกราฟเส้นตรง จุดตัดแกน พื้นที่ใต้กราฟ เป็นต้น • การวัดปริมาณต่าง ๆ มีความคลาดเคลื่อนเสมอ ขึ้นอยู่กับเครื่องมือ วิธีการวัด และประสบการณ์ของผู้วัด ซึ่งค่าความคลาดเคลื่อน

ตาราง 1 (ต่อ)

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้
ม.4		<p>สามารถแสดงในการรายงาน ผลทั้งในรูปแบบตัวเลขและกราฟ</p> <ul style="list-style-type: none"> • การวัดควรเลือกใช้เครื่องมือวัดให้เหมาะสมกับสิ่งที่ต้องการวัด เช่น การวัดความยาวของวัตถุที่ต้องการความละเอียดสูง อาจใช้เวอร์เนียร์ แคลลิเปอร์ส หรือไมโครมิเตอร์ • ฟิสิกส์อาศัยคณิตศาสตร์ เป็นเครื่องมือในการศึกษาค้นคว้า และการสื่อสาร
	<p>3. ทดลอง และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่ง การกระจัด ความเร็ว และความเร่งของการเคลื่อนที่ของวัตถุในแนวตรงที่มีความเร่งคงตัวจากกราฟและสมการ รวมทั้งทดลองหาค่าความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลกและคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ ได้แก่ ตำแหน่ง การกระจัด ความเร็ว และความเร่ง โดยความเร็วและความเร่ง มีทั้งค่าเฉลี่ยและค่าขณะหนึ่งซึ่งคิดในช่วงเวลาสั้น ๆ สำหรับปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แนวตรงด้วยความเร่งคงตัว มีความสัมพันธ์ตามสมการ $v = u + at$ $\Delta x = \left(\frac{u + v}{2}\right)(t)$ $\Delta x = ut + \frac{1}{2}at^2$ $v^2 = u^2 + 2a\Delta x$ <ul style="list-style-type: none"> • การอธิบายการเคลื่อนที่ของวัตถุสามารถเขียนอยู่ในรูปกราฟ

ตาราง 1 (ต่อ)

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้
ม.4		<p>ตำแหน่งกับเวลา กราฟความเร็วกับเวลา หรือกราฟความเร่งกับเวลา ความชันของเส้นกราฟ ตำแหน่งกับเวลาเป็นความเร็ว ความชันของเส้นกราฟความเร็วกับเวลาเป็นความเร่ง และพื้นที่ใต้เส้นกราฟความเร็วกับเวลาเป็นการกระจัด กรณีผู้สังเกตมีความเร็ว ความเร็วของวัตถุที่สังเกตได้เป็นความเร็วที่เทียบกับผู้สังเกต</p> <ul style="list-style-type: none"> • การตกแบบเสรีเป็นตัวอย่างหนึ่งของการเคลื่อนที่ในหนึ่งมิติที่มีความเร่งเท่ากับความเร่งโน้มถ่วงของโลก
	4. ทดลอง และอธิบายการหาแรงลัพธ์ของแรงสองแรงที่ทำมุมต่อกัน	<ul style="list-style-type: none"> • แรงเป็นปริมาณเวกเตอร์ซึ่งมีทั้งขนาดและทิศทาง กรณีที่มีแรงหลาย ๆ แรง กระทำต่อวัตถุ สามารถหาแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุ โดยใช้วิธีเขียนเวกเตอร์ของแรงแบบหางต่อหัว วิธีสร้างรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานของแรง และวิธีการคำนวณ
	5. เขียนแผนภาพของแรงที่กระทำต่อวัตถุอิสระ ทดลอง และอธิบายกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน และการใช้	<ul style="list-style-type: none"> • สมบัติของวัตถุที่ดำเนินการเปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่ เรียกว่าความเฉื่อย มวลเป็นปริมาณที่บอก

ตาราง 1 (ต่อ)

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้
ม.4	กฎการเคลื่อนที่ของนิวตันกับสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุ รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง	<p>ให้ทราบว่าวัตถุใดมีความเฉื่อยมากหรือน้อย</p> <ul style="list-style-type: none"> • การหาแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุสามารถเขียนเป็นแผนภาพของแรงที่กระทำต่อวัตถุอิสระได้ • กรณีไม่มีแรงภายนอกมากระทำ วัตถุจะไม่เปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่ ซึ่งเป็นไปตามกฎการเคลื่อนที่ข้อที่หนึ่งของนิวตัน • กรณีที่มีแรงภายนอกมากระทำ โดยแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุไม่เป็นศูนย์ วัตถุจะมีความเร่ง โดยความเร่งมีทิศทางเดียวกับแรงลัพธ์ ความสัมพันธ์ระหว่างแรงลัพธ์ มวลและความเร่งเขียนแทนได้ด้วยสมการ $\sum_{i=1}^n \vec{F}_i = \sum_{j=1}^n m_j \vec{a}$ ตามกฎการเคลื่อนที่ข้อที่หนึ่งของนิวตัน • เมื่อวัตถุสองก้อนออกแรงกระทำต่อกัน แรงระหว่างวัตถุทั้งสองจะมีขนาดเท่ากัน แต่มีทิศทางตรงข้าม และกระทำต่อวัตถุคนละก้อน เรียกว่า อันตรกิริยาระหว่างวัตถุทั้งสอง เป็นไปตามกฎการเคลื่อนที่

ตาราง 1 (ต่อ)

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้
ม.4		<p>ข้อที่สามของนิวตัน และเกิดขึ้นได้ทั้งกรณีที่วัตถุทั้งสองสัมผัสกันหรือไม่สัมผัสกัน</p>
	<p>6. อธิบายกฎความโน้มถ่วงสากลและผลของสนามโน้มถ่วงที่ทำให้วัตถุมีน้ำหนัก รวมทั้งคำนวณปริมาณที่เกี่ยวข้อง</p>	<ul style="list-style-type: none"> แรงดึงดูดระหว่างมวลเป็นแรงที่มวลสองก้อนดึงดูดซึ่งกันและกันด้วยแรงขนาดเท่ากันแต่ทิศทางตรงข้ามและเป็นไปตามกฎความโน้มถ่วงเขียนแทนได้ด้วยสมการ $F_G = \frac{Gm_1m_2}{R^2}$ รอบโลกมีสนามโน้มถ่วงทำให้เกิดแรงโน้มถ่วงซึ่งเป็นแรงดึงดูดของโลกที่กระทำต่อวัตถุ ทำให้วัตถุมีน้ำหนัก
	<p>7. วิเคราะห์ อธิบาย และคำนวณแรงเสียดทานระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุคู่หนึ่ง ๆ ในกรณีที่วัตถุหยุดนิ่งและวัตถุเคลื่อนที่ รวมทั้งทดลองหาลัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุคู่หนึ่ง ๆ และนำความรู้เรื่องแรงเสียดทานไปใช้ในชีวิตประจำวัน</p>	<ul style="list-style-type: none"> แรงที่เกิดขึ้นที่ผิวสัมผัสระหว่างวัตถุสองก้อนในทิศทางตรงข้ามกับทิศทางการเคลื่อนที่หรือแนวโน้มที่จะเคลื่อนที่ของวัตถุ เรียกว่าแรงเสียดทาน แรงเสียดทานระหว่างผิวสัมผัสคู่หนึ่ง ๆ ขึ้นกับสัมประสิทธิ์ความเสียดทานและแรงปฏิกิริยาตั้งฉากระหว่างผิวสัมผัสคู่นั้น ๆ ขณะออกแรงพยายามแต่วัตถุยังคงอยู่นิ่ง แรงเสียดทานมีขนาดเท่ากับ

ตาราง 1 (ต่อ)

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้
ม.4		<p>แรงพยายามที่กระทำต่อวัตถุนั้น และแรงเสียดทานมีค่ามากที่สุด เมื่อวัตถุเริ่มเคลื่อนที่ เรียกแรงเสียดทานนี้ว่า แรงเสียดทานสถิต</p> <p>แรงเสียดทานที่กระทำต่อวัตถุ ขณะกำลังเคลื่อนที่ เรียกว่า แรงเสียดทานจลน์ โดยแรงเสียดทานที่เกิดระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุคู่หนึ่ง ๆ</p> <p>คำนวณได้จากสมการ</p> $f_s \leq \mu_s N \text{ และ } f_k = \mu_k N$ <ul style="list-style-type: none"> • การเพิ่มหรือลดแรงเสียดทาน มีผลต่อการเคลื่อนที่ของวัตถุ ซึ่งสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน
	<p>8. อธิบายสมดุลกลของวัตถุ โมเมนต์ และผลรวมของโมเมนต์ที่มีต่อการหมุน แรงคู่ควบและผลของแรงคู่ควบที่มีต่อสมดุลของวัตถุ เขียนแผนภาพของแรงที่กระทำต่อวัตถุอิสระเมื่อวัตถุอยู่ในสมดุล และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งทดลองและอธิบายสมดุลของแรงสามแรง</p>	<ul style="list-style-type: none"> • สดุลกลเป็นสภาพที่วัตถุรักษาสภาพการเคลื่อนที่ให้คงเดิม คือหยุดนิ่งหรือเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัวหรือหมุนด้วยความเร็วเชิงมุมคงตัว • วัตถุจะสมดุลต่อการเคลื่อนที่ คือหยุดนิ่งหรือเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัวเมื่อแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุเป็นศูนย์ เขียนแทนได้ด้วยสมการ $\sum_{i=1}^n \vec{F}_i = 0$

ตาราง 1 (ต่อ)

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้
ม.4		<p>วัตถุจะสมดุลต่อการหมุนคือ ไม่หมุนหรือหมุนด้วยความเร็วเชิงมุมคงตัวเมื่อผลรวมของโมเมนต์ที่กระทำต่อวัตถุเป็นศูนย์ เขียนแทนได้ด้วยสมการ</p> $\sum_{i=1}^n M_i = 0$ <p>โดยโมเมนต์คำนวณได้จากสมการ</p> $M = Fl$ <ul style="list-style-type: none"> • เมื่อมีแรงคู่ควบกระทำต่อวัตถุ แรงลัพธ์จะเท่ากับศูนย์ ทำให้วัตถุสมดุลต่อการเลื่อนที่แต่ไม่สมดุลต่อการหมุน • การเขียนแผนภาพของแรงที่กระทำต่อวัตถุอิสระสามารถนำไปใช้ในการพิจารณาแรงลัพธ์และผลรวมของโมเมนต์ที่กระทำต่อวัตถุเมื่อวัตถุอยู่ในสมดุลกล
	<p>9. สังเกต และอธิบายสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุเมื่อแรงที่กระทำต่อวัตถุผ่านศูนย์กลางมวลของวัตถุ และผลของศูนย์ถ่วงที่มีต่อเสถียรภาพของวัตถุ</p>	<ul style="list-style-type: none"> • เมื่อออกแรงกระทำต่อวัตถุที่วางบนพื้นที่ไม่มีแรงเสียดทานในแนวระดับ ถ้าแนวแรงนั้นกระทำผ่านศูนย์กลางมวลของวัตถุ วัตถุจะเคลื่อนที่แบบเลื่อนที่โดยไม่หมุน • วัตถุที่อยู่ในสนามโน้มถ่วงสม่ำเสมอ ศูนย์กลางมวลและศูนย์ถ่วงอยู่ที่ตำแหน่งเดียวกัน ศูนย์ถ่วงของวัตถุมีผลต่อเสถียรภาพของวัตถุ

ตาราง 1 (ต่อ)

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้
ม.4	10. วิเคราะห์ และคำนวณงานของแรงคงตัว จากสมการและพื้นที่ใต้กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับตำแหน่ง รวมทั้งอธิบาย และคำนวณกำลังเฉลี่ย	<ul style="list-style-type: none"> งาน (W) ของแรงที่กระทำต่อวัตถุ หาได้จากผลคูณแบบเวกเตอร์ของแรงและการกระจัด (Δx) โดยมีมุม (θ) เป็นมุมระหว่างแรงกับการกระจัด ดังสมการ $W = (F \cos \theta)(\Delta x)$ หรือหางานได้จากพื้นที่ใต้กราฟระหว่างแรงในแนวการเคลื่อนที่กับตำแหน่งโดยแรงที่กระทำอาจเป็นแรงคงตัวหรือไม่คงตัวก็ได้ งานที่ทำได้ในหนึ่งหน่วยเวลา เรียกว่า กำลังเฉลี่ย (P_{av}) ดังสมการ $P_{av} = \frac{W}{\Delta t}$
	11. อธิบาย และคำนวณพลังงานจลน์ พลังงานศักย์ พลังงานกล ทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานจลน์ ความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานศักย์โน้มถ่วง ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของแรงที่ใช้ดึงสปริงกับระยะที่สปริงยืดออกและความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานศักย์ยืดหยุ่น รวมทั้งอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างงานของแรงลัพธ์และพลังงานจลน์ และคำนวณงานที่เกิดขึ้นจากแรงลัพธ์	<ul style="list-style-type: none"> พลังงานเป็นความสามารถในการทำงาน พลังงานจลน์ (E_k) เป็นพลังงานของวัตถุมวล (m) ที่กำลังเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว (\vec{v}) ดังสมการ $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ พลังงานศักย์เป็นพลังงานที่เกี่ยวข้องกับระยะความสูง (h) ของวัตถุ แบ่งออกเป็นพลังงานศักย์โน้มถ่วง (E_p) ดังสมการ $E_p = mgh$

ตาราง 1 (ต่อ)

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้
ม.4		<p>และพลังงานศักย์ยืดหยุ่น (E_{ps})</p> <p>ดั่งสมการ</p> $E_{ps} = \frac{1}{2} kx^2$ <ul style="list-style-type: none"> • พลังงานกลเป็นผลรวมของพลังงานจลน์และพลังงานศักย์ ดั่งสมการ $E = E_k + E_p$ • แรงที่ทำให้เกิดงานโดยงานของแรงนั้นไม่ขึ้นกับเส้นทางการเคลื่อนที่ เช่น แรงโน้มถ่วงและแรงสปริง เรียกว่า แรงอนุรักษ์ • งานและพลังงานมีความสัมพันธ์กัน โดยงานของแรงลัพธ์เท่ากับ พลังงานจลน์ของวัตถุที่เปลี่ยนไปตามทฤษฎีบทงาน-พลังงานจลน์ ดั่งสมการ $W = \Delta E_k$
	<p>12. อธิบายกฎการอนุรักษ์พลังงานกล รวมทั้งวิเคราะห์ และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ของวัตถุในสถานการณ์ต่าง ๆ โดยใช้กฎการอนุรักษ์พลังงานกล</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ถ้างานที่เกิดขึ้นกับวัตถุเป็นงานเนื่องจากแรงอนุรักษ์เท่านั้น พลังงานกลของวัตถุจะคงตัว ซึ่งเป็นไปตามกฎการอนุรักษ์พลังงานกล ดั่งสมการ $E_k + E_p = \text{ค่าคงตัว พลังงานศักย์}$ <p>อาจเปลี่ยนเป็นพลังงานจลน์</p> • กฎการอนุรักษ์พลังงานกล ใช้วิเคราะห์การเคลื่อนที่ต่าง ๆ เช่น การเคลื่อนที่ของวัตถุ

ตาราง 1 (ต่อ)

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้
ม.4		ที่ติดสปริง การเคลื่อนที่ภายใต้สนามโน้มถ่วงของโลก
	13. อธิบายการทำงาน ประสิทธิภาพ และการได้เปรียบเชิงกลของเครื่องกลอย่างง่ายบางชนิด โดยใช้ความรู้เรื่องงานและสมดุลกล รวมทั้งคำนวณ ประสิทธิภาพและการได้เปรียบเชิงกล	<ul style="list-style-type: none"> การทำงานของเครื่องกลอย่างง่าย ได้แก่ คาน รอก พื้นเอียง ลิ่ม สกรู และล้อกับเพลา ใช้หลักของงาน และสมดุลกลประกอบการพิจารณาประสิทธิภาพและการได้เปรียบเชิงกลของเครื่องกลอย่างง่าย ดังสมการ $\text{Efficiency} = \frac{W_{\text{out}}}{W_{\text{in}}} \times 100$ การได้เปรียบเชิงกล ดังสมการ $\text{M.A.} = \frac{F_{\text{out}}}{F_{\text{in}}} = \frac{S_{\text{in}}}{S_{\text{out}}}$
	14. อธิบาย และคำนวณโมเมนตัมของวัตถุและการดลจากสมการและพื้นที่ใต้กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงลัพธ์กับเวลา รวมทั้งอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงดลกับโมเมนตัม	<ul style="list-style-type: none"> วัตถุที่เคลื่อนที่จะมีโมเมนตัมซึ่งเป็นปริมาณเวกเตอร์มีค่าเท่ากับผลคูณระหว่างมวลและความเร็วของวัตถุ ดังสมการ $\vec{p} = m\vec{v}$ เมื่อมีแรงลัพธ์กระทำต่อวัตถุ จะทำให้โมเมนตัมของวัตถุเปลี่ยนแปลงไป โดยแรงลัพธ์เท่ากับอัตราการเปลี่ยนโมเมนตัมของวัตถุ แรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุในเวลาสั้น ๆ เรียกว่า แรงดล โดยผลคูณของแรงดลกับเวลา เรียกว่า การดล ดังสมการ

ตาราง 1 (ต่อ)

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้
ม.4		$\vec{I} = \left(\sum_{i=1}^n \vec{F}_i \right) \Delta t$ <p>ซึ่งการลดลงหาได้จากพื้นที่ใต้กราฟระหว่างแรงคูณกับเวลา</p>
	15. ทดลอง อธิบายและคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการชนของวัตถุในหนึ่งมิติ ทั้งแบบยืดหยุ่น ไม่ยืดหยุ่น และการตีตัวแยกจากกันในหนึ่งมิติ ซึ่งเป็นไปตามกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม	<ul style="list-style-type: none"> ในการชนกันของวัตถุและการตีตัวออกจากกันของวัตถุในหนึ่งมิติ เมื่อไม่มีแรงภายนอกมากระทำ โมเมนตัมของระบบมีค่าคงตัว ซึ่งเป็นไปตามกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม ดังสมการ $\vec{p}_i = \vec{p}_j$ โดย \vec{p}_i เป็นโมเมนตัมของระบบก่อนชน และ \vec{p}_j เป็นโมเมนตัมของระบบหลังชน ในการชนกันของวัตถุ พลังงานจลน์ของระบบอาจคงตัวหรือไม่คงตัว การชนที่พลังงานจลน์ของระบบคงตัวเป็นการชนแบบยืดหยุ่น ส่วนการชนที่พลังงานจลน์ของระบบไม่คงตัวเป็นการชนแบบไม่ยืดหยุ่น
	16. อธิบาย วิเคราะห์และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์และทดลองการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์	<ul style="list-style-type: none"> การเคลื่อนที่แนวโค้งพาราโบลาภายใต้สนามโน้มถ่วง โดยไม่คิดแรงต้านอากาศเป็นการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ วัตถุมีการเปลี่ยนตำแหน่งในแนวตั้งและแนวระดับ

ตาราง 1 (ต่อ)

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้
ม.4		<p>พร้อมกันและเป็นอิสระต่อกัน สำหรับการเคลื่อนที่ในแนวตั้ง เป็นการเคลื่อนที่ที่มีแรงโน้มถ่วง กระทำจึงมีความเร็วไม่คงตัว ปริมาณต่าง ๆ ดังสมการ</p> $v_y = u_y + a_y t$ $\Delta y = \left(\frac{u_y + v_y}{2} \right) (t)$ $\Delta y = u_y t + \frac{1}{2} a_y t^2$ $v_y^2 = u_y^2 + 2a_y \Delta y$ <p>ส่วนการเคลื่อนที่ในแนวระดับ ไม่มีแรงกระทำจึงมีความเร็วคงตัว ตำแหน่ง ความเร็ว และเวลา ดังสมการ $\Delta x = u_x t$</p>
	<p>17. ทดลอง และอธิบายความสัมพันธ์ ระหว่างแรงสู่ศูนย์กลาง รัศมีของการ เคลื่อนที่อัตราเร็วเชิงเส้น อัตราเร็ว เชิงมุม และมวลของวัตถุ ในการ เคลื่อนที่แบบวงกลมในระนาบระดับ รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องและประยุกต์ใช้ความรู้ การเคลื่อนที่แบบวงกลมในการอธิบาย การโคจรของดาวเทียม</p>	<ul style="list-style-type: none"> วัตถุที่เคลื่อนที่เป็นวงกลมหรือ ส่วนของวงกลม เรียกว่า วัตถุนั้นมี การเคลื่อนที่แบบวงกลม ซึ่งมีแรง ลัพธ์ที่กระทำกับวัตถุในทิศเข้าสู่ ศูนย์กลาง เรียกว่า แรงสู่ศูนย์กลาง (F_c) ทำให้เกิดความเร่งสู่ศูนย์กลาง ที่มีขนาดสัมพันธ์กับรัศมี (r) ของการเคลื่อนที่และอัตราเร็ว (v) เชิงเส้นของวัตถุ ดังสมการ

ตาราง 1 (ต่อ)

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้
ม.4		$F_c = \frac{mv^2}{r}$ <ul style="list-style-type: none"> • การเคลื่อนที่แบบวงกลมสามารถอธิบายได้ด้วยอัตราเร็วเชิงมุม (ω) ซึ่งมีความสัมพันธ์กับอัตราเร็วเชิงเส้นตามสมการ $v = \omega r$ และแรงสู่ศูนย์กลางมีความสัมพันธ์กับอัตราเร็วเชิงมุม ดังสมการ $F_c = m\omega^2 r$ • ดาวเทียมที่โคจรในแนววงกลมรอบโลกมีแรงดึงดูดที่โลกกระทำต่อดาวเทียมเป็นแรงสู่ศูนย์กลาง ดาวเทียมที่มีวงโคจรค้างฟ้าในระนาบของเส้นศูนย์สูตรมีคาบการโคจรเท่ากับคาบการหมุนรอบตัวเองของโลก หรือมีอัตราเร็วเชิงมุมเท่ากับอัตราเร็วเชิงมุมของตำแหน่งบนพื้นโลก ดาวเทียมจึงอยู่ตรงกับตำแหน่งที่กำหนดไว้บนพื้นโลกตลอดเวลา

จากตาราง 1 ผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม รายวิชาฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ ข้อที่ 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) สามารถเขียนคำอธิบายรายวิชาและกำหนดหน่วยการเรียนรู้ รายวิชาฟิสิกส์ ภาคเรียนที่ 2 ได้ดังนี้

คำอธิบายรายวิชาฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ศึกษาเกี่ยวกับแรงคงตัวจากสมการและพื้นที่ใต้กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับตำแหน่ง รวมทั้งอธิบายและคำนวณกำลังเฉลี่ย พลังงานจลน์ พลังงานศักย์ พลังงานกล ทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานจลน์ ความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานศักย์โน้มถ่วง ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของแรงที่ใช้ดึงสปริงกับระยะที่สปริงยืดออกและความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานศักย์ยืดหยุ่น รวมทั้งอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างงานของแรงลัพธ์และพลังงานจลน์ และคำนวณงานที่เกิดขึ้นจากแรงลัพธ์ กฎการอนุรักษ์พลังงานกล รวมทั้งวิเคราะห์ และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ของวัตถุ ในสถานการณ์ต่าง ๆ โดยใช้กฎการอนุรักษ์พลังงานกล การทำงาน ประสิทธิภาพและการได้เปรียบเชิงกลของเครื่องกลอย่างง่ายบางชนิด โดยใช้ความรู้เรื่องงานและสมดุลกล รวมทั้งคำนวณประสิทธิภาพและการได้เปรียบเชิงกล

โดยใช้กระบวนการและทักษะทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการคิด การสืบเสาะหาความรู้ การสืบค้นข้อมูล การสังเกต ทดลอง วิเคราะห์ เปรียบเทียบ อธิบาย อภิปราย และสรุป

เพื่อให้เกิดความรู้ ความเข้าใจ มีความสามารถในการตัดสินใจ มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ในด้านการคิด และการแก้ปัญหาสามารถสื่อสารสิ่งที่ได้เรียนรู้และนำความรู้นั้นไปใช้ในชีวิตประจำวัน มีจิตวิทยาศาสตร์มีคุณธรรมและจริยธรรม

จากคำอธิบายรายวิชาดังกล่าว สามารถกำหนดหน่วยการเรียนรู้ รายวิชาฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ ข้อที่ 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษา ขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) ดังตาราง 2

ตาราง 2 หน่วยการเรียนรู้รายวิชาฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2

หน่วยที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
4	สมดุลกล 4.1 สมดุลกล 4.2 ศูนย์กลางมวลและศูนย์กลาง 4.3 สมดุลต่อการเคลื่อนที่ 4.4 สมดุลต่อการหมุน 4.5 เสถียรภาพของวัตถุ	14
5	งานและพลังงาน 5.1 งานและกำลัง 5.2 พลังงานจลน์ 5.3 พลังงานศักย์โน้มถ่วง 5.4 พลังงานศักย์ยืดหยุ่น 5.5 การอนุรักษ์พลังงานกล 5.6 เครื่องกล	20
6	โมเมนตัมและการชน 6.1 โมเมนตัม 6.2 แรงและการเปลี่ยนโมเมนตัม 6.3 การดล 6.4 การอนุรักษ์โมเมนตัม 6.5 การชนและการตีตัวแยกจากกัน	18
7	การเคลื่อนที่แนวโค้ง 7.1 การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ 7.2 การเคลื่อนที่แบบวงกลม	20
รวมทั้งสิ้น		72

หมายเหตุ ผู้วิจัยนำหน่วยการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง งานและพลังงาน
มาใช้ในการวิจัยครั้งนี้

การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา

ความหมายของสเต็มศึกษา

พัตมาอัสไวณี ตาเย๊ะ และคณะ (2560, หน้า 3) ได้ให้ความหมายของ สเต็มศึกษา หมายถึง เป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้รูปแบบหนึ่งที่ต่อยอดมาจากแนวคิด สะเต็มศึกษาโดยบูรณาการศาสตร์สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ โดยการเพิ่มศิลปะเข้าไป โดยเป็นการจัดการเรียนรู้โดยไม่เน้นการท่องจำ เนื้อหา แต่มุ่งให้ผู้เรียนได้ฝึกการคิดและเรียนรู้ผ่านประสบการณ์ ที่เกิดจากการเรียนรู้ สามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริงได้

บุญยงช สิทธาจารย์ และชนบพร แสงวณิช (2561, หน้า 767) ได้ให้ความหมายของสเต็มศึกษา หมายถึง การสอนด้วยการบูรณาการความรู้ ทักษะ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปะ และคณิตศาสตร์ ผู้เรียนสามารถนำความรู้มาประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับบริบทและสถานการณ์จริง ในการดำรงชีวิตได้

เกรียงไกร พลະสิทธิ, พัลลภ พิริยะสุวรรณค์ และพินันทา ฉัตรวัฒนา (2562, หน้า 258) ได้ให้ความหมายของสเต็มศึกษา หมายถึง การบูรณาการศาสตร์ของการเรียนรู้ ในแขนงวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปะ และคณิตศาสตร์ เข้าด้วยกัน เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ทันสมัย ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ลองผิดลองถูกและฝึกการคิด

สุภัค โอบฟ้าพิริยกุล (2562, หน้า 3) ได้ให้ความหมายของสเต็มศึกษา หมายถึง แนวคิดในการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการ 5 สาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปะ และคณิตศาสตร์ มาจัดการเรียนรู้โดยมุ่งเน้นให้ผู้เรียน ได้ลงมือปฏิบัติ เพื่อพัฒนาทักษะต่าง ๆ ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ฝึกการคิด การแก้ปัญหา และสร้างสรรค์ชิ้นงาน

สมรัก อินทวิมลศรี และคณะ (2562, หน้า 412) ได้ให้ความหมายของ สเต็มศึกษา หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการ 5 สาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปะ และคณิตศาสตร์ ทำให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยง และจดจำความรู้ได้ยาวนาน เกิดความคงทนในการเรียนรู้

วันชัย น้อยวงศ์ และภิญญา วงศ์ทอง (2563, หน้า 177) ได้ให้ความหมาย ของสเต็มศึกษา หมายถึง การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปะ และคณิตศาสตร์ ผสมผสานเข้าด้วยกัน ทำให้ผู้เรียนสามารถ

เชื่อมโยงความรู้และทักษะต่าง ๆ ทั้งศาสตร์และศิลป์ไปพร้อมกัน เพื่อนำไปใช้
ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

จากความหมายของสเต็มศึกษาข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า สเต็มศึกษา
หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการความรู้ 5 สาขาวิชาเข้าด้วยกัน ได้แก่ วิทยาศาสตร์
เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปะ และคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริม
ให้ผู้เรียนมีพัฒนาการทางด้านความคิดและการแก้ปัญหา

แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับสเต็มศึกษา

พัตมาอัสไวณี ตาเยะ และคณะ (2560, หน้า 3-4) ได้กล่าวถึง การจัดการ
เรียนรู้ตามแนวคิดสเต็มศึกษาเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ที่ต่อยอดจากแนวคิด
สะเต็มศึกษา มีการบูรณาการระหว่างศาสตร์สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี
วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปะ และคณิตศาสตร์ โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม
เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ไม่เน้นการท่องจำเนื้อหา แต่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ฝึกการคิด
เพื่อนำความรู้และประสบการณ์ที่ไปใช้แก้ปัญหาในการดำเนินชีวิต เป็นการบูรณาการ
ความรู้และทักษะต่าง ๆ เพื่อแก้ปัญหาที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริงนำไปสู่การเรียนรู้
อย่างมีความหมาย สร้างทักษะที่สำคัญในศตวรรษที่ 21 โดยการเรียนรู้ผ่านกิจกรรม
กลุ่ม โครงการการออกแบบ สร้างสรรค์ประดิษฐ์ชิ้นงานและใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ
ได้อย่างเหมาะสม อีกทั้งส่งเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต
และการประกอบอาชีพ

สมรัก อินทรวิมลศรี (2560, หน้า 12-14) ได้กล่าวถึง สเต็มศึกษา
เป็นการจัดการศึกษาแบบบูรณาการที่ถูกพัฒนามาจากแนวคิดสะเต็มศึกษา
โดยมีการที่เพิ่มวิชาศิลปะเข้าไป ประกอบกับวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์
และคณิตศาสตร์ รายวิชาต่าง ๆ สามารถเชื่อมโยงและสนับสนุนซึ่งกันและกัน โดยใช้
สถานการณ์ปัญหา นำไปสู่การออกแบบและสร้างชิ้นงาน มีการให้ความหมายของวิชา
ที่เป็นองค์ประกอบของแนวคิดสเต็มศึกษา ดังนี้

1. วิทยาศาสตร์ คือ การเรียนรู้สิ่งที่เป็นจริงอยู่ในธรรมชาติที่ได้จาก
การค้นคว้าและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย วิทยาศาสตร์ในสาขาต่าง ๆ
เช่น ฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา ดาราศาสตร์ เป็นต้น
2. เทคโนโลยี คือ สิ่งที่มีมนุษย์สร้างขึ้น หรือผลที่ได้จากกระบวนการ
ทางวิศวกรรมต่าง ๆ

3. วิศวกรรม คือ การใช้กระบวนการสร้างสิ่งต่าง ๆ โดยใช้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์เป็นพื้นฐาน ในการสร้างเทคโนโลยีเพื่อตอบสนองความต้องการของมนุษย์

4. คณิตศาสตร์ คือ การเรียนรู้เกี่ยวกับตัวเลข การใช้ตัวเลข การคำนวณ การวัด การวิเคราะห์ข้อมูล การใช้เหตุผล การแก้ปัญหา ความน่าจะเป็น เป็นต้น

5. ศิลปะ คือ การเรียนรู้ในเรื่องของการพัฒนาสังคม ผลกระทบ การสื่อสาร ความเข้าใจ ทัศนคติ และขนบธรรมเนียมต่าง ๆ โดยแบ่งเนื้อหาศิลปะ ออกเป็น 5 ประเภท ดังนี้

5.1 ทัศนศิลป์ (Fine Arts) คือ ศิลปะที่มุ่งเน้นความสวยงาม เช่น ภาพวาด ประติมากรรม ทฤษฎีสี และการแสดงความคิดสร้างสรรค์ เช่น การถ่ายภาพ ดนตรี การออกแบบ เป็นต้น

5.2 ศิลปกายภาพ (Physical Arts) คือ ศิลปะการเคลื่อนไหวร่างกาย ของบุคคล หรือหมู่คณะ ได้แก่ กีฬา การเต้น และการแสดง

5.3 ศิลปอุตสาหกรรม (Manual Arts) คือ ศิลปะที่อาศัยทักษะ ที่มีความเฉพาะเจาะจง หรือเทคนิคที่จำเป็นสำหรับสร้างวัตถุเพื่อการอุตสาหกรรม เช่น งานออกแบบเครื่องจักรกล ทอผ้า สร้างบรรจุภัณฑ์ เฟอร์นิเจอร์ ออกแบบเสื้อผ้า เป็นต้น

5.4 ศิลปศาสตร์ (Liberal Arts) คือ การศึกษาที่เน้นพื้นฐาน ทางวัฒนธรรม ได้แก่ สังคมศาสตร์ เช่น สังคมวิทยา ปรัชญา จิตวิทยา ประวัติศาสตร์ หน้าที่พลเมือง การเมือง และการศึกษา เป็นต้น

5.5 ภาษาศาสตร์ (Language Arts) คือ การศึกษาที่เกี่ยวกับ ความสามารถในการสื่อสาร และความเข้าใจ ประกอบไปด้วย การฟัง พูด อ่าน และเขียน

บุญยง สิทธาจารย์ และชนบพร แสงวณิช (2561) ได้กล่าวถึงสเต็มศึกษา (STEAM Education) เป็นแนวคิดที่มีรากฐานมาจากสะเต็มศึกษาช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียน ได้สร้างสรรค์นวัตกรรมใหม่ ๆ และเพิ่มจำนวนผู้สร้างนวัตกรรมให้แก่ประเทศ เนื่องจาก สะเต็มศึกษาเน้นให้ผู้เรียนได้คิดหาคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียวในการแก้ปัญหา (Convergent Thinking) แตกต่างจากสเต็มศึกษาที่ให้ผู้เรียนได้คิดหลากหลาย เพื่อเลือก คำตอบที่ดีที่สุดมาใช้ในการแก้ปัญหา (Divergent Thinking) สเต็มศึกษาเป็นการสอน ด้วยการบูรณาการความรู้ ทักษะ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปะ และคณิตศาสตร์ รายวิชาต่าง ๆ ในสเต็มศึกษาสามารถนำมา

ประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับบริบทและสถานการณ์ปัญหาจริงได้ ทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีขึ้น สามารถจดจำสิ่งที่เรียนรู้ได้ดีขึ้นจากการลงมือปฏิบัติ การสอนแบบ สติมศึกษามีความสอดคล้องกับทฤษฎีความรู้สร้างสรรค์ (Constructionism) มีความเชื่อว่า ผู้เรียนจะสามารถสร้างความรู้ได้ดีหากมีโอกาสได้เรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติ (Learning by Doing) ทำให้ผู้เรียนได้ฝึกการเผชิญกับสถานการณ์ปัญหา แสดงความคิดเห็น และถ่ายทอดออกมาอย่างเป็นรูปธรรม ทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย ฝึกให้ผู้เรียนเป็นนักคิด นักประดิษฐ์ สามารถสร้างนวัตกรรมในยุคประเทศไทย 4.0 นอกจากนี้ช่วยให้ผู้เรียน สามารถเชื่อมโยงความรู้ และเข้าใจเนื้อหาในระดับลึกได้อย่างครอบคลุม มีการถ่ายทอดทางจินตนาการนำไปสู่การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ เพื่อคิดค้นสิ่งประดิษฐ์ หรือนวัตกรรมที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้

สุภักดิ์ โอฟ้าพิริยกุล (2562, หน้า 3-4) ได้กล่าวถึง สติมศึกษา เป็นการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการ 5 สาขาวิชาเข้าด้วยกัน ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปะ และคณิตศาสตร์ โดยเน้นให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติและพัฒนาทักษะต่าง ๆ มีจุดมุ่งหมายเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความสนใจใคร่รู้ แสวงหาคำตอบ ด้วยตนเอง โดยใช้วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์เป็นพื้นฐานในการแก้ปัญหาและพัฒนาเป็นโครงสร้างทางวิศวกรรมศาสตร์ นำศิลปะมาช่วยในการออกแบบและสร้างผลงาน หรือองค์ความรู้ใหม่ที่มีคุณค่าและคุณภาพเพิ่มมากยิ่งขึ้น นำเทคโนโลยีมาช่วยในการจัดการ องค์ความรู้ นำไปสู่การสร้างชิ้นงานหรือวิธีการแก้ปัญหา กระบวนการดังกล่าวทำให้ ผู้เรียนเกิดการพัฒนาทักษะ กระบวนการคิด สามารถเชื่อมโยงความรู้นำไปประยุกต์ ใช้กับสถานการณ์จริงที่เกิดขึ้นได้ ฝึกการทำงานเป็นกลุ่ม เกิดความยืดหยุ่นในกระบวนการ คิดสามารถต่อยอดความคิดเพื่อสร้างสรรค์นวัตกรรมใหม่ ๆ ส่งเสริมให้ผู้เรียน มีความสนใจและเข้าใจวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมากขึ้น นอกจากนี้ยังช่วยพัฒนา ความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนได้

สมรัก อินทวิมลศรี และคณะ (2562, หน้า 412-413) ได้กล่าวถึง สติมศึกษาเป็นการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการที่ได้รับการสนับสนุนจากประเทศ สหรัฐอเมริกา เพื่อสร้างนักวิทยาศาสตร์ที่มีความคิดสร้างสรรค์ และพัฒนานวัตกรรม เพื่อแก้ปัญหาในระดับโลกได้ในอนาคต แนวคิดสติมศึกษาสามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ความสามารถในการแก้ปัญหา การคิดวิเคราะห์ของนักเรียน และความคงทนในการเรียนรู้ ประกอบด้วย 5 สาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปะ

และคณิตศาสตร์ ซึ่งมีรากฐานมาจากสะเต็มศึกษา โดยมีลักษณะสำคัญ 3 ประการ คือ 1) มีสถานการณ์ปัญหานำไปสู่การแก้ปัญหา 2) มีการออกแบบอย่างสร้างสรรค์ เพื่อค้นหาแนวทางแก้ปัญหา และ 3) มีความน่าสนใจทำให้เกิดความกระตือรือร้นในการแก้ปัญหา กิจกรรมการเรียนรู้ของสะเต็มศึกษา ทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ทางวิทยาศาสตร์ให้เข้ากับสถานการณ์ได้ และสามารถจดจำความรู้ได้ยาวนานขึ้นและการนำความรู้มาสร้างสรรค์ชิ้นงาน ส่งเสริมให้นักเรียนมีการสืบค้นข้อมูล อภิปรายคิดวิเคราะห์ และวางแผนแบบร่วมมือกับสมาชิกในกลุ่ม แนวคิดสะเต็มศึกษามีพื้นฐานคิดมาจากทฤษฎีความรู้สร้างสรรค์ อธิบายว่าถ้าหากนักเรียนได้สร้างความรู้และนำความรู้ไปใช้ในการสร้างสรรค์ชิ้นงาน โดยอาศัยกระบวนการที่เหมาะสมช่วยให้เกิดความคงทนในการเรียนรู้

มัชยา บัวผัน และคณะ (2563, หน้า 206) ได้กล่าวถึง การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เป็นการจัดการศึกษาที่ต่อยอดมาจากแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยนำศาสตร์ทั้ง 5 มาบูรณาการกัน คือ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปะ และคณิตศาสตร์ ซึ่งรายวิชาต่าง ๆ มีความเชื่อมโยงและสนับสนุนซึ่งกันและกัน ผ่านการลงมือปฏิบัติในสถานการณ์จริง ศิลปะที่เพิ่มเข้ามาสามารถแบ่งออกเป็น 5 ลักษณะ ได้แก่ 1) ศิลปะอุตสาหกรรม 2) ศิลปภาษา 3) ศิลปกายภาพ 4) ศิลปศาสตร์ และ 5) วิจิตรศิลป์ การเพิ่มศิลปะช่วยให้นักเรียนสามารถถ่ายโอนความรู้ด้วยการคิดขั้นสูง ส่งเสริมให้นักเรียนได้แสดงความคิดที่หลากหลายมีความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์มากขึ้น นอกจากนี้ทำให้นักเรียนเกิดความคงทนในการเรียนรู้ สามารถจดจำ การเรียนรู้ได้ดีขึ้น สนับสนุนให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ สามารถออกแบบเพื่อสร้างนวัตกรรมใหม่ ๆ และสามารถแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้

จากแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษาข้างต้น สามารถสรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ต่อยอดจากสะเต็มศึกษา มีจุดมุ่งหมายในการสร้างนักวิทยาศาสตร์ที่มีความคิดสร้างสรรค์ และพัฒนานวัตกรรม เพื่อแก้ปัญหาระดับโลกในอนาคต มีการบูรณาการ 5 สาขาวิชาเข้าด้วยกัน ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปะ และคณิตศาสตร์ โดยอาศัยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ซึ่งศิลปะที่เพิ่มเข้ามา แบ่งออกเป็น 5 ลักษณะ ได้แก่ 1) ศิลปะ-อุตสาหกรรม 2) ศิลปภาษา 3) ศิลปกายภาพ 4) ศิลปศาสตร์ และ 5) วิจิตรศิลป์ ศิลปะช่วยให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ผ่านการคิดขั้นสูง ส่งเสริมให้นักเรียนได้แสดงความคิดที่หลากหลายและมีความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์มากขึ้น

นอกจากนี้ยังทำให้นักเรียนเกิดความคงทนในการเรียนรู้ สามารถจดจำการเรียนรู้ได้ดีขึ้น จากการลงมือปฏิบัติ มีการถ่ายทอดทางจินตนาการ สนับสนุนให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ ในการออกแบบเพื่อสร้างนวัตกรรมและสามารถนำไปประยุกต์ใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริงได้

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา

ในการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาสามารถช่วยในการเตรียมความพร้อม ผู้เรียนให้สามารถดำเนินชีวิตในศตวรรษที่ 21 เป็นจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียน เกิดกระบวนการคิด กระบวนการแก้ปัญหา การบูรณาการ และประยุกต์องค์ความรู้ต่าง ๆ ทำให้เกิดเป็นผลลัพธ์หรือชิ้นงาน โดยขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา ควรจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่มีกระบวนการ 3 ขั้นตอน (สุภาค โอบฟ้าพิริยกุล, 2562, หน้า 10-11) ดังนี้

1. การนำเสนอสถานการณ์ (Presentation Situation) เป็นการนำเสนอ บริบทที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริงหรือสถานการณ์ปัญหาที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน เพื่อให้ผู้เรียน ได้ตระหนักและเชื่อมโยงกับโลกแห่งความเป็นจริง

2. การออกแบบอย่างสร้างสรรค์ (Creative Design) เป็นการกระตุ้น ให้ผู้เรียนได้สร้างสรรค์งานอย่างอิสระ โดยมุ่งเน้นการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ และทักษะการสื่อสารผ่านกิจกรรมการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม มีการแลกเปลี่ยน ความคิดเห็นซึ่งกันและกัน โดยผู้เรียนจะต้องกำหนดความต้องการในสถานการณ์นั้น ๆ ผ่านลักษณะที่เฉพาะเจาะจงและเป็นประโยชน์กับกิจกรรมการเรียนรู้ ทำให้ผู้เรียน เกิดการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง

3. การสร้างความจับใจ (Emotional Touch) เป็นการขยายขอบเขต ของสิ่งที่ค้นพบ เน้นเจตคติที่มีต่อการเรียนรู้ และการได้รับประสบการณ์ในการค้นหา คำตอบจากสถานการณ์ที่ได้เรียนรู้ ช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาการรับรู้ในด้านการแสดงออก และความเห็นอกเห็นใจผู้อื่น

การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาเป็นการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ ที่เชื่อมโยงความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปะ และคณิตศาสตร์ โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเป็นขั้นตอนในการดำเนินการ แก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ มีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงกระบวนการออกแบบ เชิงวิศวกรรมไว้ ดังนี้

มีนกาญจน์ แจ่มพงษ์ และนพดล พรามณี (2560, หน้า 84)

ได้กล่าวถึงกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมของการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เพื่อใช้ในการแก้ปัญหา ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ดังนี้

1. ระบุปัญหา (Problem Identification) เป็นการทำความเข้าใจกับปัญหาหรือความท้าทาย วิเคราะห์เงื่อนไขและข้อจำกัดของสถานการณ์ปัญหา เพื่อกำหนดขอบเขตของปัญหา
2. รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search) เป็นการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา สามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ และมีการประเมินความเป็นไปได้ ข้อดี และข้อจำกัด
3. ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design) เป็นการประยุกต์ใช้ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง เพื่อออกแบบชิ้นงาน หรือวิธีการในการแก้ปัญหา โดยคำนึงถึงข้อจำกัด เงื่อนไข และทรัพยากรต่าง ๆ ตามสถานการณ์ที่กำหนด
4. วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development) เป็นการกำหนดลำดับขั้นตอนของการสร้างชิ้นงานหรือวิธีการ จากนั้นลงมือปฏิบัติ เพื่อสร้างชิ้นงานหรือพัฒนาวิธีการที่ใช้ในการแก้ปัญหา
5. ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Testing, Evaluation and Design Improvement) เป็นการทดสอบและประเมินการใช้งานของชิ้นงานหรือวิธีการ หากมีข้อบกพร่องควรมีการปรับปรุงและพัฒนาให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาที่ดีที่สุด
6. นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation) เป็นการนำเสนอแนวคิดและขั้นตอนการแก้ปัญหาของการสร้างชิ้นงานหรือการพัฒนาวิธีการแก้ปัญหาให้ผู้อื่นได้รับฟังและเสนอแนะเพื่อการพัฒนาต่อไป

เกรียงไกร พลະลิตฺธิ และคณะ (2562, หน้า 21-22) ได้อธิบายขั้นตอนการจัดกิจกรรมสเต็มศึกษา โดยผู้เรียนต้องมีโอกาสนำความรู้มาออกแบบวิธีการหรือกระบวนการเพื่อแก้ปัญหาโดยอาศัยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ประกอบด้วยองค์ประกอบ 6 ขั้นตอน ได้แก่

1. ระบุปัญหา (Problem Identification) หมายถึง ขั้นตอนระบุปัญหา และตระหนักถึงปัญหา ปัญหาที่ระบุอาจประกอบด้วยปัญหาย่อย การระบุปัญหาต้องพิจารณาปัญหาย่อยที่จะเกิดขึ้นด้วย เพื่อประกอบเป็นวิธีการในการแก้ปัญหาใหญ่

2. รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search) หมายถึง การรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหามาวิเคราะห์ สังเคราะห์ พิจารณาความเป็นไปได้ถึงข้อดี ข้อเสีย เพื่อเลือกแนวคิดที่เหมาะสม

3. ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design) หมายถึง การนำความรู้ที่ได้รวบรวมมาประยุกต์เพื่อออกแบบวิธีการ กำหนดองค์ประกอบของวิธีการหรือผลผลิต มีการประเมิน ตัดสินใจ และใช้ความรู้ที่ได้มาในการสร้างภาพร่าง หรือกำหนดเค้าโครงของวิธีการแก้ปัญหา

4. วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development) หมายถึง การพัฒนาต้นแบบ (Prototype) ของสิ่งที่ได้ออกแบบไว้ ผู้แก้ปัญหาต้องกำหนด ขั้นตอนย่อยในการทำงาน รวมทั้งกำหนดเป้าหมายและระยะเวลาในการดำเนินการของแต่ละขั้นตอนย่อยให้ชัดเจน

5. ทดสอบ ประเมินผลและปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Testing, Evaluation and Design Improvement) หมายถึง เป็นขั้นตอนการทดสอบ และประเมินการใช้งานของต้นแบบ ผลที่ได้จากนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนา ผลลัพธ์ให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหามากขึ้น การทดสอบและประเมินผล สามารถเกิดขึ้นได้หลายครั้งในกระบวนการแก้ปัญหา

6. นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation) หมายถึง เป็นขั้นตอนที่ดำเนินการหลังจากการพัฒนา ปรับปรุง ทดสอบและประเมิน วิธีการแก้ปัญหาหรือผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นให้มีประสิทธิภาพตามที่ต้องการ ผู้แก้ปัญหา ต้องนำเสนอผลลัพธ์โดยวิธีการนำเสนอข้อมูลที่เข้าใจง่ายและน่าสนใจ

วันชัย น้อยวงศ์ และภิญโญ วงศ์ทอง (2563, หน้า 180-186) ได้กล่าวว่าการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาโดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ซึ่งมีรายละเอียดแต่ละขั้นตอน ดังนี้

1. ระบุปัญหา (Identify Problem) เป็นขั้นที่เปิดโอกาสให้นักเรียน ร่วมกันกำหนดปัญหาและวิเคราะห์ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนด

2. รวบรวมข้อมูลและแนวคิดเพื่อสรรหาวิธีการที่เป็นไปได้ (Gather Possible Solutions) เป็นขั้นที่ให้นักเรียนรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาจากห้องสมุด คอมพิวเตอร์ และอินเทอร์เน็ตในการสืบค้นข้อมูล เพื่อศึกษาหาวิธีการแก้ปัญหานั้น หรือการค้นหาความรู้หรือแนวคิดทางคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์

หรือเทคโนโลยีที่สามารถประยุกต์ในการแก้ปัญหาได้ โดยนักเรียนต้องวิเคราะห์ และพิจารณาถึงจุดเด่น จุดด้อย ความคุ้มค่า ความเหมาะสมกับขอบเขตและเงื่อนไข ของปัญหา จากนั้นใช้หลักเหตุและผลเลือกแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุด

3. เลือกและออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Select and Design Solution) เป็นขั้นที่ให้นักเรียนนำความรู้มาใช้ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา กำหนดองค์ประกอบ ของวิธีการการแก้ปัญหา และต้องอ้างอิงความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี เพื่อใช้ประกอบการตัดสินใจ สามารถนำมาออกแบบและวางแผน การแก้ปัญหา

4. ดำเนินการแก้ปัญหาเพื่อสร้างต้นแบบ (Create Prototype) เป็นขั้นตอนการพัฒนาต้นแบบตามที่นักเรียนกำหนดไว้ โดยต้องวางแผนการทำงาน อย่างเป็นขั้นตอน กำหนดเป้าหมาย และระยะเวลาในการดำเนินกิจกรรมแต่ละขั้นตอน ให้ละเอียดและชัดเจน

5. ทดสอบ ประเมิน และปรับปรุงแก้ไขต้นแบบ (Test, Evaluate, and Redesign Prototype) เป็นขั้นที่ให้นักเรียนได้ทดสอบ ประเมินผล ปรับปรุงแก้ไข เพื่อให้ได้ผลการทดลองหรือชิ้นงานที่มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น และสอดคล้อง ตามเป้าหมายที่กำหนด

6. นำเสนอต้นแบบ วิธีการ และผลการแก้ปัญหา (Communicate Solutions and Prototype) เป็นขั้นตอนการนำเสนอผลงานหรือชิ้นงานในชั้นเรียน โดยจะต้องออกแบบวิธีการนำเสนอข้อมูลที่เข้าใจง่าย น่าสนใจ และเตรียมความพร้อม ในการตอบคำถาม รวมถึงการรับฟังข้อเสนอแนะ

อย่างไรก็ตามในกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมทั้ง 6 ขั้นตอน ไม่จำเป็นต้องเรียงตามลำดับดังกล่าวเสมอไป เช่น การทดสอบและประเมินผล สามารถทำได้ในระหว่างการวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา หากผลลัพธ์ที่ได้ ไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่ยอมรับได้ อาจจำเป็นต้องย้อนกลับไปค้นหาแนวคิดอื่น เพื่อใช้ในการแก้ปัญหา เป็นต้น



ภาพประกอบ 3 กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

ที่มา : ศูนย์ส่งเสริมศึกษาแห่งชาติ (2558)

จากขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา สามารถสรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา มี 3 ขั้นตอน ได้แก่ การนำเสนอสถานการณ์ การออกแบบอย่างสร้างสรรค์ และการสร้างความเข้าใจ และกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่ใช้ในการแก้ปัญหาสำหรับการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ดังนี้

1. ระบุปัญหา หมายถึง ขั้นตอนที่กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจ และทำความเข้าใจกับปัญหา ตระหนักถึงปัญหา วิเคราะห์เงื่อนไขหรือข้อจำกัดของปัญหา จากสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริง เพื่อนำไปสู่การกำหนดขอบเขตของปัญหานั้น ๆ
2. รวบรวมข้อมูล และแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา หมายถึง ขั้นตอนที่นักเรียนทำการสืบค้นและรวบรวมข้อมูล วิธีการแก้ปัญหา หรือแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา จากสื่อหรือแหล่งการเรียนรู้ต่าง ๆ เพื่อศึกษาหาวิธีการแก้ปัญหานั้น โดยการวิเคราะห์ และพิจารณาถึงจุดเด่น จุดด้อย ความคุ้มค่า ความเหมาะสมกับขอบเขตและเงื่อนไขของปัญหา จากนั้นเลือกแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุด

3. ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา หมายถึง ขั้นตอนที่นักเรียนนำความรู้ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้ามาใช้ออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการการ โดยคำนึงถึงข้อจำกัดเงื่อนไข และทรัพยากรต่าง ๆ ตามสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริง

4. วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา หมายถึง ขั้นตอนที่นักเรียนพัฒนาต้นแบบตามที่กำหนดไว้ วางแผนการทำงานอย่างเป็นขั้นตอน กำหนดเป้าหมายและระยะเวลาในการดำเนินการของแต่ละขั้นตอนให้ละเอียดและชัดเจน จากนั้นดำเนินการสร้างชิ้นงานหรือวิธีการแก้ปัญหา

5. ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหา หมายถึง ขั้นตอนที่ให้นักเรียนทำการทดสอบ ประเมินการใช้งานของชิ้นงานหรือวิธีการแก้ปัญหา หากเกิดข้อผิดพลาดหรือบกพร่องควรมีการปรับปรุงแก้ไขเพื่อให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาและความสอดคล้องตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ การทดสอบและประเมินผลสามารถเกิดขึ้นได้หลายครั้งในกระบวนการแก้ปัญหา

6. นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา หรือชิ้นงาน หมายถึง ขั้นตอนที่นักเรียนนำเสนอชิ้นงานหรือวิธีการแก้ปัญหา รวมถึงข้อสรุปของการดำเนินการแก้ปัญหา มีวิธีการนำเสนอข้อมูลที่เขาใจง่ายและมีความน่าสนใจ เพื่อให้ผู้ฟังเกิดความเข้าใจและสามารถใช้เป็นแนวทางในการแก้ปัญหาต่อไป

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้สำหรับสเต็มศึกษา

การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาเน้นการประยุกต์ใช้ความรู้และทักษะในการอธิบาย ตัดสินใจและแก้ไขปัญหาในชีวิตประจำวัน เป้าหมายของการประเมิน คือ การประเมินผู้เรียนในการใช้ความรู้และทักษะที่สำคัญในสถานการณ์จริง การวัดและประเมินผลเป็นกระบวนการที่แสดงถึงหลักฐานการเรียนรู้ของผู้เรียนที่แสดงว่าผู้เรียนมีความสามารถในการลงมือปฏิบัติ โดยเน้นกระบวนการเรียนรู้มากกว่าผลของการเรียนรู้ คือ เกรดหรือคะแนน โดยการวัดและประเมินผลจะต้องครอบคลุมทั้งความรู้ ความคิด ความสามารถ ทักษะ กระบวนการ เจตคติ คุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมในวิทยาศาสตร์ โดยใช้วิธีการวัดและประเมินผลที่สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ จากนั้นเก็บข้อมูลที่ได้อย่างตรงไปตรงมา ซึ่งทำให้นำไปสู่การแปลผลและข้อสรุปที่สมเหตุสมผล แสดงให้เห็นว่าการวัดและประเมินผลต้องมีความเที่ยงตรงและเป็นธรรม โดยมีรายละเอียดการวัดและประเมินผล ดังนี้ (ปฏิรูปการเรียนรู้ พิมพ์ทอง, 2561, หน้า 132-140)

1. การประเมินผลการเรียนรู้สำหรับสเต็มศึกษา

1.1 การประเมินผลระหว่างเรียน (Formative Assessment)

เป็นการประเมินเพื่อการเรียนรู้ (Assessment for Learning) ที่กระทำอย่างต่อเนื่อง ในระหว่างการจัดการเรียนรู้เกิดขึ้น มีจุดประสงค์หลัก คือ เพื่อพัฒนาทั้งการเรียนรู้ ของผู้เรียนและเพื่อให้ครูได้พัฒนาการสอนของตนเองด้วยเพื่อให้สอดคล้องกับผู้เรียน แต่ละคนอย่างแท้จริง บรรยากาศในการประเมินควรเป็นบรรยากาศที่ผ่อนคลาย อยู่บนความสัมพันธ์ที่ดีระหว่างครูและผู้เรียน โดยมุ่งให้ความสำคัญกับความก้าวหน้า ของผู้เรียนอย่างต่อเนื่อง เพื่อประโยชน์ในการเสริมสร้างการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ และส่งเสริมหรือแก้ไขปัญหาด้านการเรียนรู้ได้ตรงจุด การประเมินผลระหว่างเรียน ตัวอย่างเช่น ผู้เรียนทำแบบฝึกหัด หรือรายงานผลการทดลอง ครูสังเกตการทำกิจกรรม ของผู้เรียน หรือครูใช้คำถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจของผู้เรียน เป็นต้น

1.2 การประเมินผลเมื่อสิ้นสุดการเรียนรู้ (Summative Assessment)

หรือเรียกว่าเป็นการประเมินสิ่งที่ผู้เรียนเรียนรู้ เป็นการประเมินอย่างเป็นทางการ ที่ทำตามเวลาที่กำหนดไว้ เช่น การทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การสอบกลางภาค การสอบปลายภาค หรือการประเมินชิ้นงานของผู้เรียน เป็นต้น

2. วิธีการวัดและประเมินผลการเรียนรู้สำหรับสเต็มศึกษา

ครูสามารถประเมินการเรียนรู้ของผู้เรียนได้หลากหลายวิธี เช่น การทดสอบ ผลการสังเกตการปฏิบัติงานของผู้เรียน การถามคำถาม ผลการทำปฏิบัติการ ทดลอง การบ้าน ผลงานที่เกิดขึ้นระหว่างการทำกิจกรรมในห้องเรียน ชิ้นงานที่เป็น งานเขียน ชิ้นงานที่เป็นลักษณะการรายงาน ชิ้นงานที่เป็นภาพวาด เป็นต้น ผลที่ได้จาก การประเมินจะนำมาตัดสินระดับคุณภาพ เพื่อสรุปผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้และความก้าวหน้า เป็นการวัดและประเมินผลเพื่อนำผลที่ได้มาพัฒนาผู้เรียน เป็นการประเมินว่าผู้เรียน สามารถทำอะไรได้บ้าง โดยครูจะต้องมีการกำหนดจุดประสงค์ของการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนได้รับโอกาสในการพัฒนาความรู้ ความคิด ทักษะกระบวนการและเจตคติ จากนั้นครูจึงกำหนดวิธีการวัดและประเมินผลที่เหมาะสม ตัวอย่างวิธีการวัด และประเมินผล ดังนี้

- 2.1 การทดสอบ (Testing) เช่น แบบสอบข้อเขียน แบบสอบภาคปฏิบัติ และแบบวัด เป็นต้น
- 2.2 การสัมภาษณ์ (Interview) เช่น แบบสัมภาษณ์ เป็นต้น
- 2.3 การสอบถาม (Query) เช่น แบบสอบถาม เป็นต้น
- 2.4 การสังเกต (Observation) เช่น แบบสังเกต แบบตรวจสอบรายการ แบบมาตราประเมินค่า และแบบบันทึก เป็นต้น
- 2.5 การตรวจสอบ (Inspection) เช่น แบบประเมินผลงาน เป็นต้น
- 2.6 การประเมินภาคปฏิบัติหรือการทดลอง (การประเมินความสามารถการปฏิบัติงานของผู้เรียนภายใต้สถานการณ์และเงื่อนไขที่สอดคล้องกับสภาพจริง โดยพิจารณาจากกระบวนการและคุณภาพของงาน) เช่น แบบสังเกต แบบตรวจสอบรายการ แบบมาตราประเมินค่า และแบบบันทึก เป็นต้น
- 2.7 การใช้แฟ้มสะสมงาน (Portfolio) เช่น แบบวัด แบบบันทึก แบบประเมินผลงาน และแบบประเมินตนเอง เป็นต้น

จากการวัดและประเมินผลการเรียนรู้สำหรับสเต็มศึกษา สามารถสรุปได้ว่าการวัดและประเมินผลการเรียนรู้สเต็มศึกษา คือ การประเมินผู้เรียนในการใช้ความรู้และทักษะที่สำคัญในการแก้ปัญหาในสถานการณ์จริง แสดงถึงหลักฐานการเรียนรู้ของผู้เรียนในการลงมือปฏิบัติ การประเมินผลการเรียนรู้มี 2 แบบ คือ การประเมินผลระหว่างเรียน และการประเมินผลเมื่อสิ้นสุดการเรียนรู้ มีวิธีการวัดและประเมินผล 7 แบบ คือ 1) การทดสอบ 2) การสัมภาษณ์ 3) การสอบถาม 4) การสังเกต 5) การตรวจสอบ 6) การประเมินภาคปฏิบัติหรือการทดลอง และ 7) การใช้แฟ้มสะสมงาน

ความสามารถในการแก้ปัญหา

ความหมายของปัญหา

ราชบัณฑิตยสถาน (2546, หน้า 687) ได้ให้ความหมายของ ปัญหา หมายถึง ข้อสงสัย ข้อขัดข้อง ข้อที่ต้องพิจารณาแก้ไข และสิ่งที่ซับซ้อนยุ่งยากเป็นอุปสรรคที่ยังหาคำตอบไม่ได้ โดยการที่จะได้มาซึ่งคำตอบนั้นต้องใช้กระบวนการที่เหมาะสม

ศศิธร พงษ์โกศา (2557, หน้า 27) ได้ให้ความหมายของ ปัญหา หมายถึง สถานการณ์ที่ก่อให้เกิดอุปสรรค ขัดขวางการบรรลุเป้าหมาย จำเป็นต้องศึกษาถึงสาเหตุและแนวทางการแก้ปัญหา เพื่อขจัดปัญหาออกไปโดยกระบวนการที่เหมาะสม

นัสนรินทร์ ปือชา (2558, หน้า 23) ได้ให้ความหมายของ ปัญหา หมายถึง สถานการณ์ที่ไม่เคยประสบพบเจอ ในการแก้ปัญหาต้องอาศัยความรู้ หรือประสบการณ์

นันทชา อัมฤทธิ์ (2559, หน้า 29) ได้ให้ความหมายของ ปัญหา หมายถึง สถานการณ์ที่ก่อให้เกิดความขัดข้องต่อจิตใจและการทำงาน หรือไม่ตรงตามความต้องการ ต้องหาวิธีการแก้ปัญหาเพื่อลดความขัดข้องนั้น นำไปสู่สภาพปกติสุขและสมปรารถนา

จากความหมายของปัญหาข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า ปัญหา หมายถึง สถานการณ์ที่ก่อให้เกิดความสงสัย ขัดข้องใจ หรืออุปสรรคต่อการกระทำสิ่งต่าง ๆ โดยในการแก้ปัญหาต้องอาศัยความรู้ ประสบการณ์ และกระบวนการที่เหมาะสม

ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหา

ความสามารถในการแก้ปัญหาเป็นสิ่งสำคัญในการดำเนินชีวิตของมนุษย์ เนื่องจากมนุษย์ต้องเผชิญกับปัญหาอยู่ตลอดเวลา มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหาไว้ ดังนี้

มัทยา ธิติชนานันท์ (2552, หน้า 35) ได้ให้ความหมายของ ความสามารถในการแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการคิดหาวิธีในการจัดการกับปัญหา อย่างมีแบบแผน เป็นกระบวนการที่มีขั้นตอน มีการเก็บรวบรวมข้อมูลที่มีความเกี่ยวข้องกับปัญหา วิเคราะห์ ไตร่ตรอง และตัดสินใจเลือกทางที่ดีที่สุดเพื่อเอาชนะอุปสรรค หรือปัญหาที่เผชิญอยู่ให้สำเร็จลุล่วงไปได้

สุภามาส เทียนทอง (2553, หน้า 47) ได้ให้ความหมายของ ความสามารถในการแก้ปัญหา หมายถึง กระบวนการคิดหาแนวทางปฏิบัติ เพื่อขจัดปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น โดยอาศัยความรู้และประสบการณ์ช่วยจัดการกับปัญหาในสถานการณ์นั้น ๆ

อรชูลี สุวรรณผา และวิมล สัราญวานิช (2554, หน้า 133) ได้ให้ความหมายของ ความสามารถในการแก้ปัญหา หมายถึง พฤติกรรมของมนุษย์ ด้านความสามารถในการจัดการกับปัญหาที่เกิดขึ้นได้อย่างเป็นระบบ

นัสนรินทร์ ปือชา (2558, หน้า 24) ได้ให้ความหมายของ ความสามารถในการแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถของสมองในการคิดหาวิธีการแก้ปัญหา สภาพหรือสถานการณ์ใด ๆ ที่ไม่เคยพบเจอมาก่อน โดยจำเป็นต้องอาศัยความรู้ ประสบการณ์ที่ผ่านมา เพื่อใช้เป็นแนวทางในการแก้ปัญหาให้บรรลุตามจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้

อำพล พาจรทิศ, มนตรี แยมกสิกร และทิพย์เกสร บุญอำไพ (2559, หน้า 402) ได้ให้ความหมายของ ความสามารถในการแก้ปัญหา หมายถึง

กระบวนการที่ต้องใช้ความรู้ความสามารถในการจัดการกับปัญหา มีการเชื่อมโยงความรู้ และประสบการณ์ในการหาวิธีการที่หลากหลายและเหมาะสมเพื่อแก้ปัญหา

อาทิตย์ ฉิมกุล (2559, หน้า 32) ได้ให้ความหมายของ ความสามารถในการแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการพิจารณาปัญหาที่เกิดขึ้น โดยระบุปัญหา จากสถานการณ์ กำหนดเกณฑ์หรือข้อจำกัด มีการรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ นำไปสู่การสร้าง วิธีการที่มีเหมาะสมหรือสิ่งประดิษฐ์ เพื่อใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์นั้น ๆ ให้บรรลุเกณฑ์ ที่ได้กำหนดไว้

เกรียงศักดิ์ วิเชียรสร้าง (2560, หน้า 41-42) ได้ให้ความหมายของ ความสามารถในการแก้ปัญหา หมายถึง เป็นความสามารถที่ต้องอาศัยสมองในการคิด อย่างมีแบบแผน เป็นขั้นตอน มีวิธีการดำเนินการในการวิเคราะห์ พิเคราะห์ ไตร่ตรอง และตัดสินใจ ต้องอาศัยสติปัญญา ความรู้ ความเข้าใจ ความจำ วิธีการ ประสบการณ์ ทักษะ และกระบวนการคิดขั้นสูง มาบูรณาการเพื่อหาวิธีการขจัดอุปสรรคที่เกิดขึ้น นำไปสู่การบรรลุเป้าหมายที่ต้องการได้ในที่สุด

หิรัญทรัพย์ เพ็ญเสนา (2562, หน้า 77) ได้ให้ความหมายของ ความสามารถในการแก้ปัญหา หมายถึง กระบวนการหรือขั้นตอนที่ผ่านการคิด โดยอาศัยความรู้ และประสบการณ์ในการขจัดปัญหาหรืออุปสรรคที่เกิดขึ้น เพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมาย ตามที่ต้องการ

จากความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหาข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า ความสามารถในการแก้ปัญหา หมายถึง กระบวนการจัดการกับปัญหา อย่างเป็นระบบ โดยผ่านการคิดอย่างมีแบบแผนเป็นขั้นตอน จำเป็นต้องอาศัยความรู้ ความเข้าใจสติปัญญา การตัดสินใจ และประสบการณ์ ในการพิจารณาปัญหาที่เกิดขึ้น เพื่อหาวิธีการที่เหมาะสม นำไปสู่การแก้ปัญหาให้บรรลุตามจุดมุ่งหมายที่ต้องการ

แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหา

ความสามารถในการแก้ปัญหาเป็นกระบวนการที่มีความเกี่ยวข้องกับ พัฒนาการทางสติปัญญา สมอง การคิด และการเรียนรู้ เพื่อให้สามารถจัดการ กับปัญหาที่เกิดขึ้นได้ ในการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาจึงต้องทำความเข้าใจ ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับสติปัญญาหรือเชาว์ปัญญาซึ่งมีนักจิตวิทยาหลายท่านได้กล่าวถึง ทฤษฎีข้างต้นไว้ ดังนี้

ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ (Piaget's Theory of Cognitive Development) แนวคิดพื้นฐานของเพียเจต์ เขาเชื่อว่าเด็กไม่ได้เกิดมาพร้อมกับความรู้หรือความคิด แต่เด็กมีเรียนรู้โลกภายนอกรอบตัวและพัฒนาความคิด การแก้ปัญหาไปตามลำดับขั้น ความเจริญเติบโตทางความคิดกับพัฒนาการทางร่างกายมีการพัฒนาไปพร้อม ๆ กัน สมศรี ทองนุช (2556, หน้า 136-138) และสุรางค์ ไคว์ตระกูล (2550, หน้า 50-57) ได้กล่าวถึงขั้นตอนพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ โดยแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นประสาทสัมผัส (Sensorimotor) เป็นช่วงอายุตั้งแต่แรกเกิดจนถึง 2 ปี ในขั้นนี้เด็กมีการเรียนรู้ผ่านการเคลื่อนไหวกล้ามเนื้อ และประสาทสัมผัสต่าง ๆ เริ่มมีการแก้ปัญหาอย่างง่ายแบบลองผิดลองถูก โดยใช้พฤติกรรมในอดีตที่ผ่านมาช่วยในการแก้ปัญหา สามารถเลียนแบบพฤติกรรมกรรมการเคลื่อนไหวจากผู้อื่น ซึ่งพฤติกรรมนี้มักจะใช้เป็นเครื่องมือในการช่วยแก้ปัญหาในสิ่งที่ตนอยากได้

2. ขั้นการเตรียมสำหรับการคิดอย่างมีเหตุผล (Preoperational) อยู่ในช่วงอายุระหว่าง 2-7 ปี เป็นช่วงที่เด็กยึดถือตัวเองเป็นศูนย์กลางรับรู้เรื่องของตนเองเป็นหลัก มีการเรียนรู้เกี่ยวกับภาษาและความหมายของสัญลักษณ์ สามารถคิดเลขและภาษาเพื่อช่วยในการแก้ปัญหาได้ แต่ยังไม่สามารถใช้เหตุผลอย่างสมเหตุสมผลได้

3. ขั้นการคิดอย่างมีเหตุผลเชิงรูปธรรม (Concrete Operational) เป็นช่วงอายุระหว่าง 7-11 ปี เด็กสามารถพัฒนาระบบกระบวนการคิดได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถคิดอย่างมีเหตุผลมากขึ้น เป็นขั้นที่เด็กสามารถเรียนรู้และใช้ภาษาได้เป็นอย่างดี สามารถแบ่งแยกสิ่งต่าง ๆ ออกเป็นหมวดหมู่ได้ การคิดและการแก้ปัญหายังจำกัดอยู่ในสิ่งที่ป็นรูปธรรมเท่านั้น

4. ขั้นการคิดอย่างมีเหตุผลเชิงนามธรรม (Formal Operational) อยู่ในช่วงอายุ 11-15 ปี เด็กมีพัฒนาการทางความคิดถึงขั้นสูงสุด สามารถใช้เหตุผลทางตรรกศาสตร์และภาษาในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นได้ มีการใช้ความคิดเชิงนามธรรม เข้าใจกฎเกณฑ์ทางสังคมและความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ ดีขึ้น

ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของบรูเนอร์ (Bruner's Theory of Cognitive Development) แนวคิดพื้นฐานของบรูเนอร์ เขาเชื่อว่าเด็กทุกระดับขั้นของพัฒนาการสามารถเรียนรู้เนื้อหาวิชาใดก็ได้ ถ้ามีความเหมาะสมกับความสามารถของเด็ก

โดยที่เน้นการถ่ายทอดประสบการณ์ด้วยลักษณะต่าง ๆ ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ชั้น ดังนี้ (สมศรี ทองนุช, 2556, หน้า 110-111)

1. ชั้นแสดงสติปัญญาด้วยการกระทำ (Enactive Representation)

เป็นช่วงอายุตั้งแต่แรกเกิดจนถึง 2 ปี เด็กใช้การกระทำเพื่อแก้ปัญหา เป็นการถ่ายทอดประสบการณ์ด้วยการกระทำ เพื่อสื่อให้เห็นถึงความรู้ความเข้าใจ ซึ่งจะดำเนินไปตลอดชีวิต ไม่ใช่ช่วงอายุใดอายุหนึ่ง

2. ชั้นแสดงสติปัญญาด้วยภาพแทนในใจ (Iconic Representation)

เป็นชั้นที่เด็กสามารถถ่ายทอดประสบการณ์หรือเหตุการณ์ต่าง ๆ ด้วยการมีภาพแทนในใจ มีการแก้ปัญหาด้วยการรับรู้แต่ยังไม่รู้จักใช้เหตุผล แสดงให้เห็นถึงพัฒนาการทางความรู้ความเข้าใจที่เพิ่มขึ้นตามอายุ

3. ชั้นแสดงสติปัญญาด้วยสัญลักษณ์ (Symbol Representation)

เป็นขั้นสูงสุดของพัฒนาการทางความรู้ความเข้าใจ มีการถ่ายทอดประสบการณ์หรือเหตุการณ์ต่าง ๆ โดยการใช้สัญลักษณ์หรือภาษา แสดงให้เห็นถึงความคิด เด็กมีการแก้ปัญหาอย่างมีเหตุผล และเข้าใจในสิ่งที่เป็นนามธรรม

ทฤษฎีเชาว์ปัญญาของสเตอร์นเบิร์ก (Sternberg's Intelligence Theory)

สเตอร์นเบิร์กเป็นนักจิตวิทยาชาวอเมริกัน ได้เสนอทฤษฎีเชาว์ปัญญา ซึ่งมีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมด้านสติปัญญา นั่นคือ ทฤษฎี 3 องค์ประกอบของเชาว์ปัญญา (สมศรี ทองนุช, 2556, หน้า 131-132) ได้แก่

1. องค์ประกอบของกระบวนการคิดและการแก้ปัญหา มี 3 ประการ ได้แก่ การคิดขั้นสูง การปฏิบัติการ และการแสวงหาความรู้

2. องค์ประกอบของความสามารถที่เกี่ยวข้องกับประสบการณ์ มี 2 ประการ ได้แก่ ความสามารถในการแก้ปัญหาใหม่ และความสามารถในการประมวลผลข้อมูล

3. องค์ประกอบด้านการปรับตัวต่อสิ่งแวดล้อม มี 3 ประการ ได้แก่ การปรับตัวเข้ากับสิ่งแวดล้อม การเลือกสิ่งแวดล้อมใหม่ และการปรับสภาพสิ่งแวดล้อม

ทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของกิลฟอร์ด (Guilford's Structure of Intelligence Theory) กิลฟอร์ดได้เสนอทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของบุคคล เป็นแบบจำลอง 3 มิติ ซึ่งมีความสัมพันธ์กัน (สมศรี ทองนุช, 2556, หน้า 132-134) ได้แก่

1. มิติด้านเนื้อหา (Contents) หมายถึง ข้อมูล สิ่งของ สิ่งเร้า เรื่องราว หรือเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่ปรากฏออกมาด้วยประสาทสัมผัส ได้แก่ ภาพ การได้ยิน สัญลักษณ์ ภาษา และพฤติกรรม

2. มิติด้านการคิด (Cognition) เป็นมิติที่แสดงถึงกระบวนการของการทำงานสมองหลังจากได้รับรู้ข้อมูลจากมิติที่ 1 เกิดเป็นกระบวนการทางสมอง โดยเรียงเป็นลำดับ คือ การรับรู้และเข้าใจ การจดจำ ความคงทนของความจำ การคิดแบบอเนกนัย การคิดแบบเอกนัย และการประเมินค่า

3. มิติด้านผลจากการคิด (Product) เป็นผลของกระบวนการจัดกระทำของความคิดกับข้อมูล เกิดเป็นผลจากการทำงานของสมองในรูปแบบต่าง ๆ สามารถจำแนก หรือจัดกลุ่มสิ่งต่าง ๆ แบ่งตามความสัมพันธ์ การจัดการอย่างเป็นระบบ แบบแผน การดัดแปลง และการประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในสถานการณ์ต่าง ๆ

จากแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหา สามารถสรุปได้ว่า พัฒนาการทางสติปัญญา สมอง การคิด และการเรียนรู้ เป็นไปตามลำดับขั้น ช่วงอายุ และความเหมาะสม แสดงให้เห็นถึงความสามารถในการเรียนรู้ ความสามารถในการคิดอย่างเป็นนามธรรม ความสามารถในการปรับตัวให้เข้ากับสถานการณ์ต่าง ๆ รวมถึงความสามารถในการแก้ปัญหาของบุคคล

กระบวนการในการแก้ปัญหา

ความสามารถในการแก้ปัญหาเป็นกระบวนการจัดการกับปัญหาอย่างเป็นระบบ มีแบบแผน ดำเนินการตามลำดับขั้นตอน มีนักการศึกษาหลายท่านได้เสนอการบวนการในการแก้ปัญหาไว้ ดังนี้

มัธยา อิติธนานันท์ (2552, หน้า 37) กล่าวถึงกระบวนการแก้ปัญหา คือ การดำเนินการเพื่อให้ได้ซึ่งคำตอบของปัญหาที่ยังไม่ทราบวิธีการแก้ปัญหา ได้สรุปกระบวนการแก้ปัญหาไว้ 5 ขั้นตอน คือ

1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา และกำหนดปัญหาให้ชัดเจน
2. ขั้นวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา
3. ขั้นคิดวางแผนการแก้ปัญหา หรือวิธีการแก้ปัญหา
4. ขั้นดำเนินการแก้ปัญหาตามแผนการแก้ปัญหา
5. การตรวจสอบผลจากการดำเนินงาน

อรชูลี สุวรรณผา และวิมล สำราญวานิช (2554, หน้า 133)

ได้สรุปกระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของกิลฟอร์ด 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นเตรียมการ (Preparation) หมายถึง การกำหนดปัญหา หรือค้นหาปัญหาที่เกิดขึ้นจริงของสถานการณ์นั้น ๆ
2. ขั้นวิเคราะห์ปัญหา (Analysis) หมายถึง การพิจารณาถึงสาเหตุสำคัญของปัญหา หรือสิ่งที่ความเกี่ยวข้องกับปัญหา
3. ขั้นเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา (Production) หมายถึง การหาวิธีแก้ปัญหาให้สอดคล้องกับสาเหตุของปัญหา ถ่ายทอดออกมาในรูปแบบของวิธีการต่าง ๆ นำไปสู่ผลลัพธ์จากการแก้ปัญหา
4. ขั้นตรวจสอบผล (Verification) หมายถึง การเสนอเกณฑ์สำหรับการตรวจสอบผลลัพธ์จากการเสนอวิธีการแก้ปัญหา เพื่อให้ได้วิธีการที่ดีที่สุด หรือถูกต้องที่สุด
5. ขั้นการนำไปประยุกต์ใช้ (Application) หมายถึง การนำวิธีการที่ดี หรือถูกต้องที่สุดไปใช้กับปัญหาในอนาคตที่มีความคล้ายคลึงกัน เพื่อเป็นการประหยัดเวลาในการแก้ปัญหา

วันเพ็ญ พิเสฏฐศลาศัย, พัดดาวน นาใจแก้ว และชาติชาย ม่วงปทุม (2556, หน้า 316-317) ได้สรุปกระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของเวียร์ 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นตั้งปัญหา หมายถึง การกำหนดปัญหา มีความเข้าใจถึงปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนด
2. ขั้นการวิเคราะห์ปัญหา หมายถึง การบอกปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับปัญหา และสาเหตุที่แท้จริงของปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนด
3. ขั้นเสนอแนวทางการแก้ปัญหา หมายถึง การหาวิธีการแก้ปัญหาให้สอดคล้องกับสาเหตุของปัญหามากที่สุด นำไปสู่การดำเนินการแก้ปัญหา
4. ขั้นตรวจสอบผลลัพธ์ หมายถึง การตรวจสอบผลของการดำเนินงานที่ได้จากวิธีการแก้ปัญหาที่กำหนดไว้ว่าถูกต้อง เหมาะสมหรือไม่

นันทนา ฐานวิเศษ (2560, หน้า 50) ได้กล่าวถึงขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหาไว้ 5 ขั้นตอน คือ ขั้นกำหนดปัญหา ขั้นวิเคราะห์ปัญหา ขั้นวางแผนการแก้ปัญหา ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา และขั้นตรวจสอบผลลัพธ์

Weir (1974, p. 17) ได้กล่าวถึงกระบวนการแก้ปัญหา ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นระบุปัญหา (Statement of the Problem)
2. ขั้นวิเคราะห์แยกแยะปัญหา (Defining the Problem by Distinguishing Essential Features)
3. ขั้นศึกษาค้นคว้าและเสนอวิธีการแก้ปัญหา (Searching for and Formulating a Hypothesis)
4. ขั้นตรวจสอบวิธีการแก้ปัญหา (Verifying the Solution)

Sung (2017, p. 171) & Gunawan, Harjono, Nisyah & Harayanti (2020, p. 428) ได้กล่าวถึงกระบวนการแก้ปัญหา ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ การตระหนักถึงปัญหาและการระบุปัญหา การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา การวางแผนการแก้ปัญหา การดำเนินการแก้ปัญหา และการประเมินผลการแก้ปัญหา

จากกระบวนการในการแก้ปัญหาข้างต้น มีขั้นตอนที่คล้ายคลึงกัน สามารถสรุปได้ว่า กระบวนการแก้ปัญหา ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ

1. การระบุปัญหา หมายถึง กำหนดประเด็นปัญหา มีการรับรู้ และทำความเข้าใจถึงสถานการณ์ของปัญหา รวมทั้งตระหนักถึงสภาพจริงของปัญหาที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์ที่กำหนด
2. การวิเคราะห์ปัญหา หมายถึง การพิจารณาถึงสาเหตุของปัญหา หรือปัจจัยที่เป็นต้นเหตุของปัญหา มีการระบุแจกแจงลักษณะของปัญหาที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์ที่กำหนด
3. การวางแผนการแก้ปัญหา หมายถึง การกำหนดวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสม วางแผนอย่างเป็นขั้นตอน โดยมีความสอดคล้องกับปัญหาและสาเหตุของปัญหา
4. การดำเนินการแก้ปัญหา หมายถึง การลงมือปฏิบัติเพื่อแก้ปัญหาตามแบบแผน วิธีการแก้ปัญหา เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ต้องการ
5. การประเมินผลการแก้ปัญหา หมายถึง การนำผลลัพธ์ที่ได้จากการดำเนินการแก้ปัญหามาเทียบกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ หากมีข้อบกพร่องควรมีการปรับปรุง เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ดีและเหมาะสมที่สุด โดยมีความสอดคล้องกับปัญหาและสามารถใช้ในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนด

การวัดความสามารถในการแก้ปัญหา

การวัดความสามารถในการแก้ปัญหาจัดอยู่ในการวัดและประเมินผล การเรียนรู้ตามสภาพจริง ซึ่งเป็นการประเมินผลงานของผู้เรียน กิจกรรมที่ผู้เรียน แสดงออกโดยการปฏิบัติในสภาพจริง ทักษะการคิดที่ซับซ้อน ทักษะการทำงาน ความสามารถในการแก้ปัญหา (ณิรดา เวชญาลักษณ์, 2562, หน้า 92) โดยมีเครื่องมือ การประเมินตามสภาพจริงเพื่อวัดความสามารถในการแก้ปัญหา 6 วิธี ดังนี้ (กุลิสรา จิตรชญาวณิช, 2563, หน้า 233)

1. การทดสอบ หมายถึง เป็นวิธีการสร้างข้อสอบโดยใช้คำถามที่เกี่ยวกับการ นำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ปัญหาต่าง ๆ ผู้สอนต้องกำหนดสถานการณ์ที่เป็นปัญหา ให้นักเรียนได้แก้ปัญหา มีกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนในแต่ละขั้นตอน เครื่องมือที่ใช้ ในการทดสอบ เช่น แบบทดสอบอัตนัย แบบทดสอบปรนัย เป็นต้น

2. การสอบสัมภาษณ์ หมายถึง เป็นวิธีการวัดผลด้วยการซักถาม สนทนา โต้ตอบ นิยมใช้ในการประเมินผลความรู้ ความเข้าใจ กระบวนการคิด การแก้ปัญหา ทักษะคิด ค่านิยม เป็นต้น

3. การสังเกต หมายถึง เป็นการวัดและประเมินผลที่สามารถกระทำได้ ทุกสถานการณ์ หรืออาจมีการกำหนดเกณฑ์ พฤติกรรมที่ต้องการเก็บข้อมูลด้วยประสาท สัมผัสทางหูและตา เช่น การตอบคำถามของนักเรียน การปฏิบัติงานใช้กระบวนการ แก้ปัญหาอย่างไร เป็นต้น

4. การตรวจผลงาน หมายถึง เป็นการประเมินผลด้วยการกำหนด งานหรือกิจกรรม ให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติ โดยครูผู้สอนต้องเป็นผู้ตรวจสอบความถูกต้อง หรือให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการประเมินผล

5. การใช้แฟ้มสะสมงาน หมายถึง เป็นการวัดและประเมินผล ที่ใช้การเก็บหลักฐาน ผลงานที่ดี และภาคภูมิใจของตนเองที่ได้ปฏิบัติ เพื่อแสดงถึง ความสามารถของนักเรียนในด้านความรู้ ทักษะ แนวคิด ความถนัด และความสำเร็จ โดยมีผลการประเมินถึงความก้าวหน้าในการเรียนด้วยตนเอง เครื่องมือที่ใช้ เช่น แบบบันทึก แบบประเมินผลงาน และแบบประเมินตนเอง เป็นต้น

6. การรายงานตนเอง หมายถึง เป็นวิธีการประเมินโดยให้นักเรียนเขียน บรรยายความรู้สึก หรือแสดงความคิดเห็น เพื่อประเมินความรู้สึกนึกคิด ความเข้าใจ และความต้องการในสิ่งต่าง ๆ ที่ได้เรียนรู้ ประเมินตนเองเพื่อสะท้อนให้เห็นการพัฒนา

กระบวนการแก้ปัญหาของแต่ละคน สามารถประเมินผลการเรียนรู้ด้านความรู้ ความเข้าใจ ทักษะกระบวนการ รวมทั้งเจตคติของผู้เรียนได้

จากการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาข้างต้น สามารถสรุปได้ว่าการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาจัดอยู่ในการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ตามสภาพจริง ซึ่งเป็นการประเมินผลงานหรือกิจกรรมที่ผู้เรียนแสดงออกโดยการปฏิบัติ มีเครื่องมือการประเมินตามสภาพจริงเพื่อวัดความสามารถในการแก้ปัญหา 6 วิธี ได้แก่ 1) การทดสอบ 2) การสอบสัมภาษณ์ 3) การสังเกต 4) การตรวจผลงาน 5) การใช้แฟ้มสะสมงาน และ 6) การรายงานตนเอง การวัดความสามารถในการแก้ปัญหา ผู้วิจัยใช้แบบทดสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ มีการกำหนดสถานการณ์ปัญหาให้นักเรียนแก้ปัญหาในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหา

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นความสามารถของนักเรียนในด้านต่าง ๆ ซึ่งเกิดจากการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้ นักเรียนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้อย่างเต็มศักยภาพ โดยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นเครื่องบ่งชี้ถึงคุณภาพของการศึกษา มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ ดังนี้

น้ำเพชร กะการดี (2560, หน้า 26) ได้ให้ความหมายของ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ ทักษะ และสมรรถภาพทางสมองในด้านต่าง ๆ ที่นักเรียนได้รับจากการสั่งสอนของครูและการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางพฤติกรรม ซึ่งสามารถสังเกตได้จากการวัดหรือการทดสอบทั่วไป แสดงออกได้ในรูปของคะแนน หรือเกรดเฉลี่ยสะสม

อมร เกาสี (2560, หน้า 19) ได้ให้ความหมายของ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถของร่างกายและสมองทางด้านต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจากการเรียนการสอน การฝึกฝน หรือประสบการณ์ต่าง ๆ ทั้งทางตรงและทางอ้อม ซึ่งวัดได้จากการนับคะแนนที่ได้จากการสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ภายหลังจากที่เรียนจบเนื้อหาที่กำหนดไว้

อัปศุลยามีน หะยีชาเคร์ (2560, หน้า 26) ได้ให้ความหมายของ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ ความสามารถของผู้เรียนที่เกิดจากกระบวนการเรียน

การสอนที่ทำให้นักเรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม และสามารถวัด โดยการแสดงออกมาทั้ง 3 ด้าน คือ ด้านพุทธิพิสัย ด้านจิตพิสัย และด้านทักษะพิสัย กุลเชษฐ ศรีพล (2561, หน้า 25) ได้ให้ความหมายของ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถในการเรียนรู้ของบุคคล หรือความรู้ ที่เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม ทั้งด้านพุทธิพิสัย จิตพิสัย ทักษะพิสัย และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยเป็นพฤติกรรมที่สามารถวัดได้โดยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

จิรนนท์ แวงวรรณ (2562, หน้า 14) ได้ให้ความหมายของ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถในการเรียนรู้ของแต่ละบุคคลหลังจากได้รับการเรียนรู้ การฝึกฝน จนเกิดความชำนาญ โดยอาศัยเครื่องมือในการประเมิน และวัดผลสิ่งที่ได้เรียนรู้นั้นด้วย ส่งผลให้ทราบว่าผู้เรียนได้บรรลุตามจุดประสงค์ การเรียนรู้ที่คาดหวังได้หรือไม่

จากความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ ความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียน หลังจากได้รับการพัฒนาจากการเรียนการสอน การฝึกฝน หรือประสบการณ์ต่าง ๆ ซึ่งทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางพฤติกรรมการเรียนรู้ สามารถวัดได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

เราสามารถจำแนกแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ออกเป็นประเภทต่าง ๆ ได้หลากหลายลักษณะขึ้นอยู่กับเกณฑ์การจำแนก โดยมีนักการศึกษาหลายท่านได้อธิบายเกี่ยวกับประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ไว้ ดังนี้

พิชิต ฤทธิ์จรรยา (2552, หน้า 96) และ อนุวัติ คุณแก้ว (2558, หน้า 62) ได้อธิบายว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเอง หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนเฉพาะกลุ่มที่ครูสอน เป็นแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้น ใช้กันโดยทั่วไปในสถานศึกษา มีลักษณะเป็นแบบทดสอบข้อเขียน (Paper and Pencil Test) ซึ่งแบ่งออกได้ 2 ชนิด คือ

1.1 แบบทดสอบอัตนัย (Subjective or Essay Test) เป็นแบบทดสอบที่กำหนดคำถามหรือปัญหา ให้ผู้ตอบเขียนโดยใช้ความรู้ ความคิด เจตคติได้อย่างเต็มที่ แบบทดสอบชนิดนี้แบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ

1.1.1 แบบจำกัดคำตอบ (Restricted Response Items)

1.1.2 แบบไม่จำกัดคำตอบ (Extended Response Items)

1.2 แบบทดสอบปรนัย หรือแบบให้ตอบสั้น ๆ (Objective Test or Short Answer) เป็นแบบทดสอบที่กำหนดให้ผู้สอบเขียนตอบสั้น ๆ หรือมีคำตอบให้เลือก แบบจำกัดคำตอบ (Restricted Response Type) ผู้ตอบไม่มีโอกาสแสดงความรู้ความคิดได้อย่างกว้างขวางเหมือนแบบทดสอบอัตนัย แบบทดสอบชนิดนี้แบ่งออกเป็น 4 แบบ คือ

1.2.1 แบบถูก-ผิด (True-False)

1.2.2 แบบจับคู่ (Matching)

1.2.3 แบบเติมคำ (Completion) หรือคำตอบสั้น (Short Answer)

1.2.4 แบบเลือกตอบ (Multiple Choice)

2. แบบทดสอบมาตรฐาน หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนทั่ว ๆ ไป ซึ่งสร้างโดยเชี่ยวชาญที่มีความรู้ในเนื้อหา และมีทักษะในการสร้างแบบทดสอบ มีการวิเคราะห์และปรับปรุงอย่างดีจนมีคุณภาพ มีมาตรฐาน กล่าวคือ มีค่าชี้แจงเกี่ยวกับการดำเนินการ วิธีการให้คะแนนและการแปลความหมายของคะแนน

ศิริชัย กาญจนวาสี (2552, หน้า 167-169) ได้อธิบายว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ออกเป็นประเภทต่าง ๆ โดยจำแนกตามเกณฑ์ที่สำคัญ ดังนี้

1. จำแนกตามผู้สร้าง

1.1 แบบทดสอบมาตรฐาน (Standardized Tests) เป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นด้วยกระบวนการมาตรฐานโดยสำนักทดสอบ หรือบริษัทสร้างแบบทดสอบ ซึ่งมักออกแบบให้ครอบคลุมเนื้อหาสาระอย่างกว้าง ๆ ที่สอนในหลักสูตรต่าง ๆ เพื่อให้สามารถใช้ได้กับสถาบันการศึกษาทั่ว ๆ ไป โดยทั่วไปมีรูปแบบที่เป็นมาตรฐาน สำหรับการให้บริการ การดำเนินการสอบ การตรวจให้คะแนน การแปลผลเปรียบเทียบกับบรรทัดฐานระดับชาติ การรายงานผล และการรายงานคุณภาพของแบบทดสอบ

1.2 แบบทดสอบที่ผู้สอนสร้าง (Teacher-Made Tests)

เป็นแบบทดสอบที่ผู้สอนเป็นคนสร้างขึ้นมาใช้เอง จึงมักเป็นแบบทดสอบที่ครอบคลุมเนื้อหาเฉพาะตามหลักสูตรหลักสูตรของสถาบันใดสถาบันหนึ่ง การตรวจให้คะแนน

และการแปลผลจึงมักทำการเปรียบเทียบผลเฉพาะกลุ่มที่สอบด้วยกัน หรือเปรียบเทียบ กับเกณฑ์ที่ผู้สอนกำหนดไว้เฉพาะ

2. จำแนกตามเนื้อหาวิชา

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์สามารถใช้กับวิชาต่าง ๆ ได้ จึงจำแนก แบบทดสอบตามชื่อเนื้อหาวิชา เช่น แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ ภาษาไทย ภาษาอังกฤษ ประวัติศาสตร์ แคลคูลัส สถิติศาสตร์ วิจัยทางสังคมศาสตร์ คอมพิวเตอร์ เป็นต้น

3. จำแนกตามการใช้

3.1 แบบทดสอบความพร้อม (Readiness Test) เป็นแบบทดสอบ ที่มุ่งวัดทักษะพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้วิชา บทเรียน หรือหน่วยการเรียนรู้ เพื่อพิจารณาว่าผู้เรียนมีพื้นฐานเพียงพอหรือไม่ เพื่อทำการทบทวนหรือปูพื้นฐานที่จำเป็น ก่อนเรียนวิชา บทเรียน หรือหน่วยการเรียนนั้น

3.2 แบบทดสอบวินิจฉัย (Diagnosis Test) เป็นแบบทดสอบ ที่มุ่งวัดจุดเด่นจุดด้อยของทักษะการเรียนรู้สำคัญ อันเป็นปัญหาของผู้เรียน แบบทดสอบ มุ่งตรวจสอบกลไก องค์ประกอบย่อย ๆ ที่ครอบคลุมกระบวนการสำคัญของทักษะ ที่เป็นเป้าหมายของการเรียนรู้ เพื่อระบุว่าผู้เรียนมีปัญหาของการเรียนรู้ตรงจุดไหน ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการปรับปรุงแก้ไขและสอนซ่อมเสริม

3.3 แบบทดสอบสมรรถภาพ (Proficiency Test) เป็นแบบทดสอบ ที่ใช้วัดว่าผู้สอบมีสมรรถนะถึงระดับที่เหมาะสมหรือยัง เพื่อใช้เป็นเครื่องบ่งชี้ถึงระดับ ความสามารถสำหรับการคัดเลือกหรือให้สิทธิบางประการ เช่น การสอบใบขับขี่รถยนต์ การสอบความสามารถทางภาษา การสอบความสามารถทางคอมพิวเตอร์เบื้องต้น เป็นต้น

3.4 แบบทดสอบเชิงสำรวจ (Survey Test) เป็นแบบทดสอบที่ใช้ สสำรวจวัดระดับความรู้เชิงสรุปทั่วไป ของนักเรียนหรือนิสิตนักศึกษาในสาขาวิชาเฉพาะ แบบทดสอบจึงควรครอบคลุมเนื้อหาทั่วไปที่สุ่มได้จากมวลเนื้อหาอย่างกว้างขวาง เพื่อทดสอบผลการเรียนรู้ทั่วไป เช่น แบบสอบปลายภาคเรียน เป็นต้น

4. จำแนกตามการแปลผล

4.1 แบบทดสอบอิงกลุ่ม (Norm-Referenced Tests) เป็นแบบทดสอบ ที่มุ่งหวังวัดผลการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างความรู้ ความสามารถของผู้สอบ ข้อสอบอิงกลุ่มจึงถูกสร้างและเลือกมาใช้เพื่อทำหน้าที่จำแนกระดับความสามารถ

ของผู้สอบที่แตกต่างกัน คะแนนสอบที่ได้จึงนำไปใช้แปลความหมายโดยการเปรียบเทียบความรู้ ความสามารถระหว่างกลุ่มผู้สอบด้วยตนเอง

4.2 แบบทดสอบอิงเกณฑ์ (Criterion-Referenced Tests)

เป็นแบบทดสอบที่มุ่งวัดระดับการเรียนรู้ของผู้เรียนว่ามีความรู้ ความสามารถอะไรบ้าง ข้อสอบอิงเกณฑ์ถูกสร้างให้ครอบคลุมความรู้ หรือทักษะสำคัญของการเรียนรู้ที่ต้องการให้เกิดขึ้น คะแนนสอบที่ได้จึงแปลผลโดยการเปรียบเทียบกับเกณฑ์ หรือมาตรฐานที่กำหนดไว้

5. จำแนกตามรูปแบบการตอบ

5.1 แบบทดสอบประเภทเสนอคำตอบ (Supply Type)

5.1.1 แบบทดสอบความเรียง (Essay Test)

5.1.2 แบบทดสอบแบบตอบสั้น (Short Answer)

5.1.3 แบบทดสอบแบบเติมคำ (Completion)

5.2 แบบทดสอบประเภทเลือกคำตอบ (Selection Type)

5.2.1 แบบทดสอบแบบถูก-ผิด (True-False)

5.2.2 แบบทดสอบแบบจับคู่ (Matching)

5.2.3 แบบทดสอบแบบหลายตัวเลือก (Multiple-Choice)

สมนึก ภัททิพนี (2560, หน้า 59) ได้อธิบายว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ (Achievement Test) เป็นแบบทดสอบที่วัดสมรรถภาพสมองด้านต่าง ๆ ที่นักเรียนได้รับการเรียนรู้ผ่านมาแล้วว่ามีอยู่เท่าใด แบบทดสอบประเภทนี้แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

1. แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้น (Teacher Made Test) หมายถึง แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นมุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนเฉพาะกลุ่มที่ครูสอนว่า มีความรู้ความสามารถมากน้อยเพียงใด ซึ่งเป็นแบบทดสอบที่มีใช้ทั่ว ๆ ไปในโรงเรียน โดยไม่นำไปใช้กับนักเรียนกลุ่มอื่น

2. แบบทดสอบมาตรฐาน (Standardized Test) หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์เช่นเดียวกับแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้น แต่มีจุดมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบคุณภาพต่าง ๆ ของนักเรียนที่ต่างกลุ่มกัน เช่น เปรียบเทียบคุณภาพของนักเรียนในโรงเรียนแห่งหนึ่งกับนักเรียนกลุ่มอื่น ๆ ทั่วประเทศ (แบบทดสอบมาตรฐานระดับชาติ) หรือกับนักเรียนกลุ่มอื่น ๆ ทั่วจังหวัด (แบบทดสอบมาตรฐานระดับจังหวัด)

ข้อคำถามของแบบทดสอบมาตรฐานมีลักษณะเช่นเดียวกับแบบทดสอบที่ครูสร้างแต่ที่ต่างกัน คือ การสร้างแบบทดสอบมาตรฐานต้องทำการทดสอบหลายครั้งจนกว่าจะได้คุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด และที่ต่างกันเด่นชัด คือ เกณฑ์ปกติ (Norms) ในรูปของคะแนน T ปกติ (Normalized T-Score) สำหรับเป็นมาตรฐานในการเปรียบเทียบเพื่อแปลความหมายคะแนนของนักเรียนแต่ละคนและสามารถใช้ได้กว้างขวางกว่าแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้น

จากการจำแนกประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ สามารถจำแนกได้ 2 ประเภท คือ แบบทดสอบมาตรฐานและแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้น

ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2552, หน้า 97-98) ได้อธิบายว่า การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีขั้นตอนในการดำเนินการ ดังนี้

1. วิเคราะห์หลักสูตรและสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร หมายถึง การสร้างแบบทดสอบ ควรเริ่มต้นจากการวิเคราะห์หลักสูตรและสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตรเพื่อวิเคราะห์เนื้อหาสาระและพฤติกรรมที่ต้องการวัด โดยระบุจำนวนข้อสอบในแต่ละเรื่องและพฤติกรรมที่ต้องการวัดไว้
2. กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ หมายถึง จุดประสงค์การเรียนรู้ เป็นพฤติกรรมที่เป็นผลการเรียนรู้ที่ผู้สอนมุ่งหวังให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน ซึ่งผู้สอนจะต้องกำหนดไว้ล่วงหน้าสำหรับเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอน และการสร้างข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์
3. กำหนดชนิดของข้อสอบและศึกษาวิธีสร้าง หมายถึง การศึกษาตารางวิเคราะห์หลักสูตรและจุดประสงค์การเรียนรู้ ผู้ออกข้อสอบต้องพิจารณาเพื่อตัดสินใจเลือกใช้ชนิดของข้อสอบ และต้องมีความรู้ความเข้าใจในหลักและวิธีการเขียนข้อสอบ
4. เขียนข้อสอบ หมายถึง ผู้ออกข้อสอบลงมือเขียนข้อสอบตามรายละเอียดที่กำหนดไว้ในตารางวิเคราะห์หลักสูตร และสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้โดยอาศัยหลักและวิธีการเขียนข้อสอบที่ได้ศึกษาแล้วในขั้นที่ 3
5. ตรวจสอบข้อสอบ หมายถึง เพื่อให้ข้อสอบที่เขียนไว้แล้วในขั้นที่ 4 มีความถูกต้องตามหลักวิชา มีความสมบูรณ์ครบถ้วนตามรายละเอียดที่กำหนดไว้ในตาราง

วิเคราะห์หลักสูตร ผู้ออกข้อสอบต้องพิจารณาบททบทวนตรวจทานข้อสอบอีกครั้ง ก่อนทำการจัดพิมพ์และนำไปใช้ต่อไป

6. จัดพิมพ์แบบทดสอบฉบับทดลอง หมายถึง เมื่อตรวจทานข้อสอบเสร็จแล้วให้พิมพ์ข้อสอบทั้งหมด จัดทำเป็นแบบทดสอบฉบับทดลองโดยมีคำชี้แจงหรือคำอธิบายวิธีการตอบแบบทดสอบ (Direction) และจัดวางรูปแบบการพิมพ์ให้เหมาะสม

7. ทดลองสอบและวิเคราะห์ข้อสอบ หมายถึง การทดลองสอบและวิเคราะห์ข้อสอบเป็นวิธีการตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบก่อนนำไปใช้จริง โดยนำแบบทดสอบไปทดลองสอบกับกลุ่มที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันกับกลุ่มที่ต้องการสอบจริง แล้วนำผลการสอบมาวิเคราะห์และปรับปรุงข้อสอบให้มีคุณภาพ การปฏิบัติจริงของการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในโรงเรียนมักไม่ค่อยมีการทดลองสอบและวิเคราะห์ข้อสอบ ส่วนใหญ่นำแบบทดสอบไปใช้ทดสอบแล้วจึงวิเคราะห์ข้อสอบเพื่อปรับปรุงข้อสอบและนำไปใช้ครั้งต่อ ๆ ไป

8. จัดทำแบบทดสอบฉบับจริง หมายถึง จากผลการวิเคราะห์ข้อสอบ หากพบว่าข้อสอบข้อใดไม่มีคุณภาพหรือมีคุณภาพไม่ดีพอ อาจต้องตัดทิ้งหรือปรับปรุงแก้ไขข้อสอบให้มีคุณภาพดีขึ้น แล้วจึงจัดทำเป็นแบบทดสอบฉบับจริงที่จะนำไปทดสอบกับกลุ่มเป้าหมายต่อไป

ศิริชัย กาญจนวาสี (2552, หน้า 174-191) ได้อธิบายว่า ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ มีดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายของการสอบ (Specification of Purpose)
จุดมุ่งหมายของการสอบจะต้องมีความสัมพันธ์และสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของการเรียนรู้ และจุดมุ่งหมายของหลักสูตร ในการดำเนินการสอน และดำเนินการสอบ เพื่อวัดผลการเรียนของผู้เรียนเนื่องมาจากกิจกรรมการสอน ผู้สอนจะต้องทำการวิเคราะห์หลักสูตร เพื่อทำความเข้าใจจุดมุ่งหมาย เนื้อหาและกิจกรรมในหลักสูตรสำหรับวางแผนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยมีขั้นตอนการดำเนินงาน ดังนี้

1.1 วิเคราะห์จุดมุ่งหมาย

1.2 วิเคราะห์เนื้อหา

1.3 วิเคราะห์กิจกรรม หรือประสบการณ์

2. ออกแบบการสร้างแบบทดสอบ (Test Design) การออกแบบการสร้างแบบทดสอบ เป็นการกำหนดรูปแบบ ขอบเขต แนวทางการสร้างข้อสอบและแบบทดสอบที่มีคุณภาพ การสร้างแบบทดสอบมีกิจกรรมการดำเนินงาน ดังนี้

- 2.1 วางแผนการทดสอบ (Testing Plans)
- 2.2 กำหนดรูปแบบของการสอบ (Test Formats)
- 2.3 สร้างแผนผังการทดสอบ (Testing Map)
- 2.4 สร้างผังข้อสอบ (Test Blueprint)

3. เขียนข้อสอบ (Item Writing) หลังจากการสร้างตารางผังข้อสอบ ผู้สอนจะมีความพร้อมสำหรับลงมือเขียนข้อสอบ การเขียนข้อสอบเป็นทักษะอย่างหนึ่ง ที่ผู้เขียนจำเป็นต้องมีความรู้ในเนื้อหาวิชาเป็นอย่างดี และต้องมีความรู้ในเทคนิคการเขียน ควรมีลำดับขั้นตอนการเขียน ดังนี้

- 3.1 กำหนดแบบแผนข้อสอบ (Item Specification)
- 3.2 ร่างข้อสอบ (Item Drafting)
- 3.3 ทบทวนร่างข้อสอบ (Item Review)
- 3.4 บรรณาธิการข้อสอบ (Item Editing)

4. ทดลองใช้ข้อสอบและวิเคราะห์ข้อสอบ (Item Tryout and Analysis) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์สำหรับการเรียนการสอนโดยทั่วไป เมื่อสร้างและทบทวนเป็นอย่างดีแล้ว สามารถนำไปใช้ได้ แต่ถ้าต้องการผลการวิเคราะห์ที่ค่อนข้างคงที่และน่าเชื่อถือ ควรนำข้อสอบไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างของผู้เรียนที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มผู้สอบที่ตั้งใจจะนำไปใช้จริง การทดลองใช้ข้อสอบมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ทราบว่ากลุ่มตัวอย่างตอบสนองต่อข้อสอบอย่างไร และมีปัญหาอะไรบ้าง การวิเคราะห์ผล การตอบจึงควรวิเคราะห์ทั้งทางกายภาพและเชิงปริมาณ เพื่อทำการคัดเลือกข้อสอบที่เหมาะสมมาจัดรวมเป็นแบบทดสอบที่ต้องการ

- 4.1 การวิเคราะห์ข้อสอบ (Item Analysis)
- 4.2 การรวมข้อสอบเป็นแบบทดสอบ (Assembling the Test)
- 4.3 การวิเคราะห์แบบทดสอบ (Test Analysis)

5. นำแบบทดสอบไปใช้ (Test Administration) เมื่อเตรียมแบบทดสอบเป็นที่เรียบร้อยแล้ว ผู้สอนควรคำนึงถึงปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการแสดงความสามารถในการตอบคำถามของผู้เรียน ดังนี้

- 5.1 คำสั่ง (Directions)
- 5.2 กำหนดเวลาของการตอบ (Time Limits)
- 5.3 เงื่อนไขการสอบ (Testing Conditions)
- 5.4 การตรวจให้คะแนน (Scoring)
- 5.5 การนำผลไปใช้ (Using the Results)

6. วิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบ (Test Analysis)

เมื่อนำแบบทดสอบไปใช้แล้ว ผู้สอนควรนำคะแนนสอบที่ได้มาศึกษาเพื่อทราบถึงลักษณะของคะแนนสอบเกี่ยวกับ ค่าเฉลี่ย การกระจาย รูปแบบของการแจกแจง จากนั้นทำการวิเคราะห์แบบทดสอบเพื่อทราบถึงคุณภาพของแบบทดสอบทางด้านความเที่ยง (Reliability) และความตรง (Validity)

- 6.1 การวิเคราะห์ค่าสถิติเบื้องต้นของคะแนนทดสอบ
- 6.2 การวิเคราะห์แบบทดสอบ

7. ปรับปรุงแบบทดสอบ (Test Revision) ปรับปรุงแบบทดสอบ

ตามข้อบกพร่องที่พบเพื่อนำไปใช้กับกลุ่มอื่น ๆ ที่มาจากประชากรเป้าหมายเดียวกัน การนำไปใช้ควรเป็นไปตามเงื่อนไขมาตรฐานที่กำหนดไว้ แล้วทำการวิเคราะห์ซ้ำอีก ถ้าผลการวิเคราะห์ยืนยันว่าเป็นแบบทดสอบที่มีคุณภาพ ควรพัฒนาหรือเกณฑ์ เพื่อเป็นบรรทัดฐานของการเปรียบเทียบความหมายคะแนน และเก็บไว้ในคลังข้อสอบ

จากการอธิบายขั้นตอนของการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

ทางการเรียน สามารถสรุปได้ว่า การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มี 7 ขั้นตอน ได้แก่

1. กำหนดจุดมุ่งหมายของการสอบ
2. ออกแบบการสร้างแบบทดสอบ
3. เขียนข้อสอบ
4. ทดลองใช้ข้อสอบและวิเคราะห์ข้อสอบ
5. นำแบบทดสอบไปใช้
6. วิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบ
7. ปรับปรุงแบบทดสอบ

ลักษณะของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ดี

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ถือเป็นเครื่องมือหนึ่งที่ใช้ในการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ ผู้สอนจะต้องทำการตรวจสอบคุณภาพด้านต่าง ๆ ที่จำเป็นก่อนที่จะมีการนำเครื่องมือวัดและประเมินผลไปใช้ควรพิจารณาถึงคุณลักษณะที่ดีของเครื่องมือ

สมนึก ภัททิพนี (2560, หน้า 63-67) สมชาย รัตนทองคำ (2554, หน้า 138-141) และกัญญา ลินทรัตนศิริกุล (2554) อ้างถึงใน ปราณี หล้าเบญจสะ (2561, หน้า 201-205) ได้อธิบายถึงลักษณะของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ดี ดังนี้

1. ความเที่ยงตรง (Validity) เป็นความสามารถของแบบทดสอบที่สามารถวัดได้ตรงกับจุดมุ่งหมายที่ต้องการ หรือวัดในสิ่งที่ต้องการวัดได้อย่างถูกต้องแม่นยำ ความเที่ยงตรงจึงเปรียบเสมือนหัวใจของการทดสอบ ความเที่ยงตรงแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท คือ

1.1 ความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (Content Validity) เป็นความสามารถของแบบทดสอบที่วัดมีความสอดคล้องและครอบคลุมเนื้อหาที่กำหนดไว้ในหลักสูตร และวัตถุประสงค์ของวิชาที่ต้องการวัด

1.2 ความเที่ยงตรงตามโครงสร้าง (Construct Validity) เป็นความสามารถของแบบทดสอบที่วัดคุณลักษณะ หรือพฤติกรรมที่ต้องการให้เกิดกับนักเรียนตามแนวคิดหรือโครงสร้างทฤษฎีที่ต้องการวัด เช่น ความมีเหตุผล ความเป็นผู้นำ ความเสียสละ เป็นต้น

1.3 ความเที่ยงเกณฑ์ที่เกี่ยวข้อง (Criteria Relative Validity) เป็นคุณสมบัติของแบบทดสอบที่สามารถวัดได้กับเกณฑ์ภายนอกบางอย่าง จำแนกตามระยะเวลาที่ใช้เป็นเกณฑ์ได้ 2 ประเภท คือ

1.3.1 ความเที่ยงตรงตามสภาพ (Concurrent Validity) เป็นความสามารถของแบบทดสอบที่วัดได้ตรงกับสภาพความเป็นจริงของบุคคลในขณะนั้น ช่วยให้ครูผู้สอนประเมินสถานภาพอันแท้จริงของนักเรียนในปัจจุบันได้อย่างถูกต้อง เช่น ผู้เรียนคนหนึ่งทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์วิชาภาษาไทยได้คะแนนสูง ซึ่งในสภาพความเป็นจริงผู้เรียนมีความสามารถทางภาษาไทยสูงจริง เป็นต้น

1.3.2 ความเที่ยงตรงตามการพยากรณ์ (Predictive Validity)

เป็นความสามารถของแบบทดสอบที่วัดผลได้ตรงกับสภาพความจริงที่เกิดขึ้นในอนาคต เช่น ผู้ที่ทำแบบทดสอบคัดเลือกบุคคลเข้าศึกษาต่อ ได้คะแนนดี เมื่อเข้าศึกษามีผลการเรียนอยู่ในเกณฑ์ดี เป็นต้น

2. ความเชื่อมั่น (Reliability) เป็นความคงเส้นคงวาของคะแนนในการวัดแต่ละครั้ง หรือความคงที่ของผลการวัด ไม่เปลี่ยนแปลงไปมา ถ้ามีการตรวจสอบผลซ้ำอีกไม่ว่ากี่ครั้งก็จะได้ผลใกล้เคียงและสอดคล้องกับผลการวัดเดิม วิธีการหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบมีหลายวิธี โดยอาศัยการคำนวณทางสถิติ

3. ความยากง่าย (Difficulty) พิจารณาได้จากผลการสอบของผู้สอบเป็นสำคัญ แบบทดสอบใดที่ผู้สอบส่วนมากตอบถูก ค่าคะแนนเฉลี่ยสูงกว่า 50 เปอร์เซนต์ของคะแนนเต็ม อาจกล่าวได้ว่าเป็นแบบทดสอบที่ง่าย หรือค่อนข้างง่าย ถ้าคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่า 50 เปอร์เซนต์ ของคะแนนเต็ม แสดงว่าเป็นแบบทดสอบที่ค่อนข้างยาก ดังนั้นแบบทดสอบที่ดีควรมีความยากง่ายพอเหมาะ ไม่ยากไม่ง่ายจนเกินไป คะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบควรมีประมาณ 50 เปอร์เซนต์ ของคะแนนเต็ม

4. อำนาจจำแนก (Discrimination) เป็นความสามารถของแบบทดสอบในการแบ่งระดับของผู้สอบที่มีคุณลักษณะ หรือความสามารถที่แตกต่างกันออกจากกันได้ ตั้งแต่อ่อนสุด จนถึงเก่งสุด หรือเก่ง อ่อนกว่ากันเพียงเล็กน้อยก็สามารถชี้จำแนกให้เห็นได้ ข้อสอบที่มีอำนาจจำแนกสูงนั้น เด็กเก่งมักตอบถูกมากกว่าเด็กอ่อนเสมอ แบบทดสอบที่ทุกคนตอบถูก หรือผิดหมดจะไม่สามารถบอกได้ว่าใครเก่งหรืออ่อน

5. ความเป็นปรนัย (Objectivity) เป็นความชัดเจน ความถูกต้อง ความเข้าใจตรงกัน มีความเห็นสอดคล้องกันระหว่างผู้ออกแบบทดสอบและผู้ทำแบบทดสอบ โดยยึดถือความถูกต้องทางวิชาการเป็นเกณฑ์คุณสมบัติความเป็นปรนัยของแบบทดสอบพิจารณาได้เป็น 3 ประการ คือ

5.1 ความชัดเจนของคำถาม หมายถึง ข้อคำถามต้องชัดเจน รัดกุม ไม่วกวน ไม่กำกวม สามารถเข้าใจตรงกันว่าคำถามนั้นถามถึงอะไรและใช้ภาษาที่เหมาะสมกับวัยของผู้ตอบ

5.2 ความชัดเจนในการตรวจให้คะแนน มีเกณฑ์การตรวจให้คะแนนที่ชัดเจนตรงกัน สามารถตรวจสอบคะแนน หรือเฉลยได้ตรงกัน

5.3 ความชัดเจนในการแปลความหมายของคะแนน โดยทั่วไป แบบทดสอบปรนัยนั้นผู้ตอบถูกจะได้ 1 คะแนน ตอบผิดจะได้ 0 คะแนน จำนวนคะแนนที่ได้ จะแทนจำนวนข้อที่ถูก สามารถแปลความหมายได้ชัดเจนว่าใครเก่ง อ่อนอย่างไร ตอบถูก มากน้อยอย่างไร

6. ความมีประสิทธิภาพ (Efficiency) เครื่องมือวัดที่มีประสิทธิภาพ หมายถึง เครื่องมือที่ทำให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้อง เชื่อถือได้ มีประโยชน์สูง ประหยัดที่สุด โดยลงทุนน้อยที่สุด ไม่ว่าจะเป็นด้านเวลา แรงงาน ทุนทรัพย์ ความสะดวกสบาย รวมทั้ง ความคล่องตัวในการรวบรวมข้อมูล แบบทดสอบที่ดีและมีประสิทธิภาพจะต้องสามารถ ให้คะแนนได้เที่ยงตรงและเชื่อถือได้มากที่สุด โดยใช้เวลาแรงงานและเงินน้อยที่สุด แต่ประโยชน์ที่ได้จากการสอบคุ้มค่า ควรพิมพ์ตกหล่นน้อย จำนวนหน้าครบ รูปแบบ ของแบบทดสอบเรียงเป็นระเบียบทำด้วยความประณีตและมีจำนวนข้อมากพอประมาณ ใช้เวลาสอบพอเหมาะ รวมถึงดำเนินการสอบอย่างดี

7. ความยุติธรรม (Fair) แบบทดสอบที่ดีต้องมีความยุติธรรม ไม่เปิดโอกาสให้ผู้สอบได้เปรียบเสียเปรียบกัน ผู้สอบจะต้องใช้ความสามารถในการทำ แบบทดสอบ โดยไม่ใช่เกิดจากการเดาแล้วทำแบบทดสอบได้ดี ควรเขียนแบบทดสอบ ครอบคลุมเนื้อหาและมีจำนวนข้อมากพอประมาณ แบบทดสอบที่ใช้สอบกับนักเรียนทุกคน ต้องเป็นฉบับเดียวกัน แบบทดสอบไม่ควรใช้คำถามหรือข้อความที่เน้นคำตอบ

8. คำถามลึก (Searching) แบบทดสอบแต่ละข้อจะต้องไม่ถามผิวเผิน หรือถามเกี่ยวกับความรู้ความจำเท่านั้น แต่ต้องถามความเข้าใจ การนำความรู้ที่ได้เรียน มาแก้ปัญหา วิเคราะห์ สังเคราะห์ ตลอดจนสร้างสรรค์สิ่งใหม่ ดังนั้น ความลึกซึ้ง ของคำถามผู้สอบต้องคิดค้นก่อนจึงสามารถหาคำตอบได้

9. คำถามยั่ว (Exemplary) เป็นลักษณะของคำถามที่มีความท้าทาย ทำให้ผู้สอบอยากคิดอยากทำ มีลีลาการถามที่น่าสนใจ ไม่ถามวนเวียนซ้ำซากน่าเบื่อหน่าย มีการใช้ภาพประกอบคำถาม มีการเรียงลำดับคำถามตามเนื้อหา หรือแบบคลื่นกัน และเรียงลำดับจากง่ายไปยาก

10. จำเพาะเจาะจง (Definite) คำถามที่ดีต้องไม่ถามกว้างเกินไป ไม่ถามคลุมเครือหรือเล่นสำนวนให้ผู้สอบเกิดความสับสน ผู้สอบอ่านแล้วต้องเข้าใจ คำถามชัดเจนว่าถามอะไร

11. ความสมดุล (Balance) แบบทดสอบที่มีสัดส่วนของข้อคำถาม สอดคล้องกับเนื้อหาที่ต้องการวัด โดยจะต้องครอบคลุมทุกเนื้อหา ไม่เน้นเนื้อหาใด เนื้อหาหนึ่ง และเป็นสัดส่วนกับเวลาที่ใช้สอนในเนื้อหานั้น ๆ

12. ความสามารถในการนำไปใช้ (Application) แบบทดสอบหรือ เครื่องมือวัดจะต้องสามารถนำไปปฏิบัติได้ ดังนี้

12.1 ง่ายต่อการนำไปใช้ แบบทดสอบต้องมีคำชี้แจงที่สามารถ นำไปใช้ได้ง่ายและชัดเจน ไม่ยุ่งยากแก่ผู้สอบ

12.2 กำหนดเวลาที่ใช้ในการสอบให้เหมาะสมกับจำนวนข้อสอบ ในแบบทดสอบ ทั้งนี้เพื่อให้ผลการวัดมีความเที่ยงตรงและมีความเชื่อมั่น

12.3 ง่ายต่อการตรวจให้คะแนน หากแบบทดสอบมีคำชี้แจง ที่ชัดเจนสามารถทำให้ตรวจให้คะแนนได้ง่าย

12.4 ง่ายต่อการแปลความหมายของคะแนนที่ได้จากคำตอบ จากการอธิบายคุณลักษณะของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ดี สามารถสรุปได้ว่า คุณลักษณะของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ดีมี 12 ประการ ได้แก่ 1) ความเที่ยงตรง 2) ความเชื่อมั่น 3) ความง่าย 4) อำนาจจำแนก 5) ความเป็นปรนัย 6) ความมีประสิทธิภาพ 7) ความยุติธรรม 8) คำถามลึก 9) คำถามย่อย 10) จำเพาะเจาะจง 11) ความสมดุล และ 12) ความสามารถในการนำไปใช้

การวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นการพิจารณาผล ที่เกิดจากการวัดการเรียนรู้ในภาพรวมของผู้เรียน โดยการวัดและประเมินผลของ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ประกอบด้วย การประเมินความเข้าใจถึงกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ ทักษะทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติวิทยาศาสตร์ พัฒนาการของนักเรียน ในด้านต่าง ๆ ส่งผลต่อจุดประสงค์ของรายวิชา ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง และมาตรฐาน การเรียนรู้ที่สถานศึกษากำหนดไว้

การวัดและประเมินผลตามอนุกรมวิธานที่ปรับปรุงแนวคิดของบลูม (Bloom's Revised Taxonomy) (พิศิษฐ ตันทวนิช, 2558, หน้า 19-24) ซึ่งเป็นพฤติกรรม การเรียนรู้ในจุดมุ่งหมายทางการศึกษาด้านพุทธิพิสัย 6 ชั้น ดังนี้

1. จำ (Remember) หมายถึง การที่ผู้เรียนสามารถจดจำ สารการเรียนรู้ต่าง ๆ ที่ได้เรียนมาไว้ในสมอง สามารถแยกย่อยได้เป็น 2 ส่วน คือ

1.1 จำได้ (Recognise) หมายถึง การที่ผู้เรียนสามารถจดจำสาระการเรียนรู้ต่าง ๆ ในลักษณะของการระบุแยกได้ว่าสิ่งเร้าที่เข้ามากระตุ้นนั้นหมายถึงหรือมีความหมายว่าอย่างไร

1.2 ระลึกได้ (Recall) หมายถึง การที่บุคคลสามารถย้อนระลึกนึกถึงสาระการเรียนรู้ต่าง ๆ ที่ตนเคยประสบมา โดยไม่มีสิ่งเร้าใด ๆ มาเป็นตัวช่วยกระตุ้นความจำทันทีในขณะนั้น เป็นส่วนความจำระยะยาวในสมองของนักเรียน

2. เข้าใจ (Understand) หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการสื่อสารข้อมูลข่าวสารที่ตนได้รับรู้มาให้บุคคลอื่นได้รับทราบ ด้วยวิธีการสื่อสารที่เป็นของตนเอง โดยอาจนำเสนอเป็นถ้อยคำภาษาเขียน ท่าทาง สัญลักษณ์ รูปภาพ หรือวิธีการอื่นใดที่เป็นวิธีการของตนเอง ความเข้าใจถือได้ว่าเป็นจุดตั้งต้นของพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัยที่กระบวนการจัดการศึกษาคาดหวังว่าควรเกิดขึ้นกับผู้เรียน พฤติกรรมความเข้าใจเน้นตรงที่ผู้เรียนต้องสามารถสื่อความหมายของสาระบทเรียนที่ตนได้รับรู้มาให้ปรากฏออกในลักษณะของการสื่อสารในลักษณะต่าง ๆ เพื่อถ่ายทอดสาระที่ตนรับรู้ได้ไปยังบุคคลเพื่อเป็นผู้รับให้สามารถรับสาระดังกล่าวได้อย่างถูกต้องตรงตามความหมายของสิ่งที่ผู้เรียนได้เรียนรู้ พฤติกรรมที่แสดงออกถึงความเข้าใจสามารถแบ่งออกได้เป็น 7 ส่วนย่อย คือ

2.1 ตีความ (Interpret) หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการสื่อความหมายเรื่องใดเรื่องหนึ่งในรูปแบบใหม่ที่ต่างออกไปจากเดิม แต่คงความหมายเท่าเดิม เช่น อาจเปลี่ยนแปลงจากถ้อยคำเป็นถ้อยคำใหม่ ถ้อยคำ สัญลักษณ์ สัญลักษณ์เป็นถ้อยคำ ถ้อยคำเป็นภาพ หรือภาพเป็นถ้อยคำ เป็นต้น

2.2 ยกตัวอย่าง (Exemplify) หมายถึง ความสามารถที่บุคคลยกตัวอย่าง หรือกรณีเฉพาะที่สอดคล้องกับสิ่งที่เรียนรู้มาเพื่อให้บุคคลอื่นรับรู้ได้

2.3 จัดประเภท (Classify) หมายถึง การที่ผู้เรียนสามารถจัดประเภทสิ่งของปรากฏการณ์ใด ๆ ตามเกณฑ์การจัดประเภทที่กำหนดได้ถูกต้อง

2.4 สรุปความ (Summarize) หมายถึง การที่ผู้เรียนสามารถจัดหาข้อความสั้น ๆ เพื่อแทนถ้อยคำหรือสาระต่าง ๆ โดยยังคงเนื้อความเดิมที่สำคัญได้

2.5 อนุมาน (Infer) หมายถึง การที่ผู้เรียนสามารถจัดรูปแบบหรือคาดคะเนตามหลักเหตุผลของสิ่งใดสิ่งหนึ่งได้

2.6 เปรียบเทียบ (Compare) หมายถึง การที่บุคคลสามารถเทียบเคียงความเหมือนและความต่างของวัตถุ เหตุการณ์ ปรากฏการณ์ หรือพฤติกรรม จากส่วนหนึ่งไปยังส่วนหนึ่งซึ่งอยู่ในภาวะสามารถเทียบเคียงกันได้

2.7 อธิบาย (Explain) หมายถึง ความสามารถของบุคคลที่ถ่ายทอดเรื่องราว ปรากฏการณ์ เหตุการณ์ หรือความคิดเห็น ให้บุคคลอื่นได้รับรู้ โดยวิธีการสื่อสารต่าง ๆ เช่น การพูด การเขียน การใช้ท่าทาง หรือภาษาสัญลักษณ์ โดยผู้นำเสนอใช้วิธีการถ่ายทอดของตนเอง

3. ประยุกต์ใช้ (Apply) หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนในการนำความรู้ที่ตนได้เรียนรู้ไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ที่ต้องเผชิญ หรือในชีวิตจริง ทั้งนี้สถานการณ์ที่เกิดขึ้นจะต้องเป็นสถานการณ์ที่มีความใหม่หรือต่างไปจากเดิม หากสถานการณ์ที่เผชิญหรือเกิดขึ้นเป็นสถานการณ์ที่บุคคลคุ้นเคยแล้วเป็นอย่างมาก เป็นลักษณะของพฤติกรรมการจำและความรู้ที่เป็นขั้นตอนการดำเนินการ การประยุกต์ใช้สามารถแบ่งเป็น 2 ส่วนย่อย คือ

3.1 ลงมือกระทำตามขั้นตอน (Execute) หมายถึง การกระทำที่บุคคลลงมือปฏิบัติแก้ปัญหาใด ๆ ไปตามขั้นตอนการดำเนินการที่ตนเรียนรู้มา โดยมีลักษณะบางส่วนที่ผู้เรียนรู้คุ้นเคย (Familiar Task) มาก่อน ลักษณะการดำเนินการมุ่งเน้นไปในทางด้านทักษะและโครงสร้างขั้นตอนการดำเนินการ (Skill and Algorithms)

3.2 การประยุกต์ (Implementing) หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการดำเนินการแก้ปัญหาที่ตนไม่คุ้นเคย (Unfamiliar Tasks) การแก้ปัญหาไม่มีแบบแผนของคำตอบที่แน่นอนตายตัวหรืออาจมีแบบแผนการแก้ปัญหามากกว่าหนึ่งแบบ โดยวิธีการที่เลือกจะต้องมีประสิทธิภาพ ประสิทธิภาพ และสามารถดำเนินการได้จริง (Effectiveness Efficiency and Affordability)

4. วิเคราะห์ (Analyze) เป็นความสามารถของบุคคลในการพิจารณาแยกแยะเรื่องราว หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ แล้วสามารถรับรู้ถึงความเป็นไป ส่วนประกอบ หรือรายละเอียดของสิ่งนั้น การพิจารณาดังกล่าวเกิดจากบุคคลใช้ปัญญาของตน คิดหาเหตุผลหรือคำตอบด้วยตนเอง โดยอาศัยข้อมูลพื้นฐานที่ตนสามารถรับรู้ได้ การวิเคราะห์ เป็นความสามารถทางสมองที่มีความจำเป็นมากในกรณีที่ต้องการสอนให้คนรู้จักคิดหาเหตุผลมาอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น โดยการวิเคราะห์สามารถแบ่งออกเป็น 3 ลักษณะ คือ

4.1 ระบุลักษณะสำคัญ (Differentiate) หมายถึง การที่บุคคลสามารถระบุเรื่องราวหรือปรากฏการณ์ใด ๆ ที่มุ่งศึกษานั้นว่ามีสาระใดบ้างเป็นส่วนสำคัญหรือการชี้ระบุประเด็นที่สำคัญของสิ่งนั้นให้เห็นได้ชัดเจน

4.2 ระบุความสัมพันธ์ (Organize) หมายถึง การที่บุคคลสามารถมองเห็นความเชื่อมโยง ความต่อเนื่องของเรื่องราว ปรากฏการณ์หรือการใช้เหตุผลใด ๆ ว่าสิ่งดังกล่าวนั้นมีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกันอย่างไร

4.3 ระบุคุณสมบัติภายใน (Attribute) หมายถึง การที่บุคคลสามารถหยั่งเห็นถึงแนวคิด อคติ เจตนาที่ซ่อนอยู่ภายในของปรากฏการณ์ใด ๆ ที่เกิดขึ้น

5. ประเมินค่า (Evaluate) หมายถึง การลงข้อตัดสินใจที่เกี่ยวข้องกับคุณค่าให้กับกิจกรรม สิ่งของ การกระทำ หรือปรากฏการณ์ใด ๆ ไปตามเกณฑ์และมาตรฐานที่กำหนด การประเมินจะเกิดขึ้นได้ต้องเป็นการตัดสินใจที่เกี่ยวข้องกับคุณค่า การประเมินแบ่งออกเป็น 2 ส่วนย่อย คือ

5.1 ตรวจสอบ (Check) หมายถึง การพิจารณาถึงขั้นตอนการดำเนินงานกิจกรรมใด ๆ กับผลลัพธ์ที่ได้หรือขั้นตอนการดำเนินงานนั้น ๆ ว่ามีความสอดคล้องคงที่ภายในหรือไม่ รวมทั้งมีคุณสมบัติหรือเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดหรือไม่

5.2 ลงข้อตัดสิน (Critique or Judge) หมายถึง การลงข้อประเมินให้กับผลลัพธ์หรือกระบวนการใด ๆ ว่าเป็นไปตามเกณฑ์และมาตรฐานภายนอกที่ได้รับการกำหนดล่วงหน้าหรือไม่อย่างไร

6. สร้างสรรค์ (Create) เป็นความสามารถของบุคคลในการคิดพัฒนา ประดิษฐ์ สร้าง หรือจัดกระทำสิ่งใหม่ ๆ ให้เกิดขึ้น โดยผลงานนั้นเกิดจากความคิดของตัวเองโดยไม่ได้ลอกเลียนผลงานของบุคคลอื่น และเกิดเป็นประโยชน์ต่อสังคม สามารถแยกย่อยออกได้เป็น 3 ส่วนย่อย คือ

6.1 จัดกระทำสิ่งใหม่ (Generate or Hypothesize) หมายถึง การที่บุคคลสามารถให้ข้อเสนอ และชี้แนะในแนวทางการพัฒนาสร้างสรรค์หรือเห็นแนวทางขั้นตอนในการจัดกระทำใหม่ให้กับปัญหา หรือขั้นตอนการดำเนินการใด ๆ ที่มีอยู่โดยอาศัยแนวทางพื้นฐานวิธีการเดิมที่มีอยู่เป็นฐานและแนวคิดในการแก้ไขพัฒนาต่อยอดเพื่อให้ได้สิ่งใหม่ที่ต่างออกไปจากเดิม

6.2 วางแผน (Plan) หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการจัดลำดับขั้นตอน หรือสามารถกำหนดสิ่งที่จะต้องดำเนินการ เพื่อแก้ปัญหา

หรือกระทำการบางอย่างให้ลุ่ลวงไป เพื่อให้เกิดผลตามที่ต้องการในอนาคต

6.3 สร้างและพัฒนา (Product) หมายถึง ความสามารถของบุคคล ในการคิดค้น เขียน วาด สร้าง หรือพัฒนาสิ่งใหม่ โดยใช้ความสามารถความคิดของตนเอง ไม่ได้เกิดจากการลอก หรือเลียนแบบผลงานของบุคคลอื่นมาทั้งหมด

จากการอธิบายการวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สามารถสรุปได้ว่า การวัดและประเมินผลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสามารถวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัยตามอนุกรมวิธานที่ปรับปรุงแนวคิดของบลูมทั้ง 6 ชั้น ได้แก่

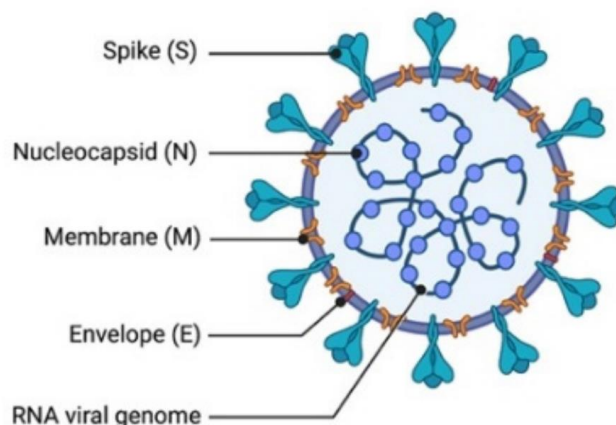
- 1) จำ 2) เข้าใจ 3) ประยุกต์ใช้ 4) วิเคราะห์ 5) ประเมินค่า และ 6) สร้างสรรค์

โควิด-19

ในปัจจุบันมีการแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโคโรนา ซึ่งส่งผลกระทบต่อ การดำรงชีวิตของผู้คนในประเทศต่าง ๆ ทั่วโลก ไวรัสที่ก่อเหตุ คือ ไวรัสโคโรนา สายพันธุ์ใหม่ โดยองค์การอนามัยโลกให้ชื่อว่า 2019-nCoV หรือ 2019 novel Coronavirus หรือ โควิด-19 (COVID-19) ซึ่งเป็นสายพันธุ์ที่ก่อให้เกิดโรคในสัตว์ทั้งระบบทางเดินหายใจ และทางเดินอาหาร จนแพร่ระบาดมาสู่คน (จกกลณี ต้อยเจริญ, นิชกานต์ วงษ์ประกอบ, กฤตกร หมั่นสระเกษ และธิดารัตน์ นิ่มกระโทก, 2563, หน้า 3) ได้มีนักวิจัยทำการศึกษา เกี่ยวกับโควิด-19 ดังนี้

ความหมายของโควิด-19

โควิด-19 หรือ โครนาไวรัส คือ กลุ่มของไวรัส มีลักษณะเป็นทรงกลม ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 60 ถึง 140 นาโนเมตร โควิด-19 จัดเป็นไวรัสที่มี เปลือกหุ้ม (Enveloped Virus) โดยส่วนประกอบหลักของเปลือกหุ้ม (Envelop) เป็นไขมัน บริเวณเปลือกหุ้มมี Glycoprotein ยื่นออกมาโดยรอบ มีลักษณะคล้ายหนามเรียกว่า Spike Protein 12 เมื่อมองโคโรนาไวรัสผ่านกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน มีลักษณะ คล้ายพระอาทิตย์ทรงกลด เนื่องจากลักษณะเป็นทรงกลมและมีหนามยื่นออกมา ดังภาพประกอบ 4 (ปารีชาติ พุ่มขจร และพงศ์ศักดิ์ รัตนชัยกุลโสภณ, 2563, หน้า 596)



ภาพประกอบ 4 โครงสร้างของโคโรนาไวรัส

ที่มา : Alanagreh, Alzoughool & Atoum
(2020, p. 3)

โคโรนาไวรัสสามารถก่อโรคได้ทั้งคนและสัตว์ ทำให้เกิดโรคในระบบทางเดินหายใจและระบบทางเดินอาหารได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ของไวรัส ซึ่งมีตั้งแต่โรคที่ไม่รุนแรง เช่น ไข้หวัดธรรมดา ไปจนถึงโรคที่มีอาการรุนแรง และอาจทำให้เสียชีวิตได้ เช่น SARS (Severe Acute Respiratory Syndrome) MERS (Middle East Respiratory Syndrome) และ COVID-19 (Coronavirus Disease 2019) เป็นต้น

การแพร่ระบาดของโควิด-19

การแพร่ระบาดของโควิด-19 เกิดจากการติดเชื้อที่ออกมาพร้อมกับละอองฝอยขณะที่ผู้ติดเชื้อมีการพูด ไอ หรือจาม โดยแบ่งการติดเชื้อออกเป็น 4 แบบหลัก ๆ คือ (ปาริชาติ พุ่มขจร และพงศ์ศักดิ์ รัตนชัยกุลโสภณ, 2563, หน้า 600-601)

1. Airborne Transmission คือ การแพร่กระจายของเชื้อ โดยผู้รับเชื้อจะรับเอาเชื้อที่ลอยลอยอยู่ในอากาศเข้าสู่ร่างกาย ทางจมูก หรือปาก กรณีที่ละอองฝอยมีขนาดน้อยกว่าหรือเท่ากับ 5 ไมครอน สามารถลอยไปในอากาศได้เป็นระยะมากกว่า 1 เมตร ดังนั้นเพื่อป้องกันการติดเชื้อควรเว้นระยะห่างระหว่างกันประมาณ 1 ถึง 2 เมตร นอกจากนี้เชื้อไวรัสโควิด-19 เมื่อออกจากร่างกายผู้ติดเชื้อจะยังคงมีชีวิตอยู่ในอากาศได้ถึง 3 ชั่วโมง

2. Droplet Transmission คือ การแพร่กระจายของเชื้อที่คล้ายกับ Airborne Transmission แต่เกิดจากละอองฝอยที่มีขนาดมากกว่า 5 ไมครอน ซึ่งเรียกว่า droplets สามารถลอยไปในอากาศได้ไม่เกิน 1 เมตร

3. Direct Contact คือ การแพร่กระจายของเชื้อ โดยผู้รับเชื้อ ไปสัมผัสโดยตรงกับผู้ติดเชื้อ เช่น ผู้ติดเชื้อใช้มือปิดปากและจมูกขณะจาม ทำให้มือมีละอองฝอยที่มีเชื้อติดอยู่ หากผู้ติดเชื้อใช้มือดังกล่าวไปสัมผัสผู้อื่น โดยเฉพาะบริเวณ จมูก ปาก และตา ทำให้ผู้ถูกสัมผัสมีโอกาสติดเชื้อได้

4. Indirect Contact คือ การแพร่กระจายของเชื้อโดยผู้รับเชื้อ ไปสัมผัสกับสิ่งของที่มีเชื้อติดอยู่ เช่น เติง โต๊ะทำงาน ของใช้ส่วนตัวผู้ติดเชื้อ หากผู้รับเชื้อ ใช้มือที่สัมผัสกับสิ่งของดังกล่าว ขยี้ตา แคะจมูก หรือนำเข้าปาก อาจทำให้ติดเชื้อได้

เชื้อไวรัสโคโรนา-19 ที่เข้าสู่ร่างกายจะมีระยะฟักตัวประมาณ 2 ถึง 14 วัน อาการของโรค เช่น มีไข้ ปวดเมื่อยตามตัว ปวดศีรษะ ไอ คัดจมูก น้ำมูกไหล หายใจขัด ในรายที่มีอาการรุนแรงจะมีอาการปอดบวมแบบเฉียบพลัน และการล้มเหลวของระบบทางเดินหายใจแบบเฉียบพลัน ซึ่งนำไปสู่การเสียชีวิต

การป้องกันการแพร่ระบาดของโควิด-19

มาตรการควบคุมการระบาดของโรคโควิด-19 ในประเทศไทย เป็นการควบคุมแบบห่วงโรคคือการรักษาระดับการติดเชื้อให้ต่ำลง ทำให้อัตราการเพิ่มขึ้นของผู้ติดเชื้อในแต่ละวันไม่มาก เพื่อให้บุคลากรทางการแพทย์สามารถรับมือได้ ทำให้การระบาดของโรคลดลง การใช้มาตรการดังกล่าวในการควบคุมการระบาดของโรค การป้องกันไม่ให้ติดเชื้อ และการป้องกันไม่ให้เป็นผู้แพร่เชื้อ ซึ่งเป็นสิ่งที่สำคัญมาก เพื่อให้การติดเชื้ออยู่ในระดับต่ำอย่างต่อเนื่อง สำหรับผู้ที่ยังไม่ติดเชื้อ การป้องกันตัวเองไม่ให้ติดเชื้อ ทำได้หลายวิธี ดังนี้ (ปารีชาติ พุ่มขจร และพงศ์ศักดิ์ รัตนชัยกุลโสภณ, 2563, หน้า 602-603)

1. หลีกเลี่ยงอยู่ในพื้นที่เสี่ยงต่อการระบาด
2. หลีกเลี่ยงการสัมผัสบริเวณใบหน้า เช่น ตา จมูก ปาก ด้วยมือที่ไม่ได้ล้าง
3. หลีกเลี่ยงการสัมผัสพื้นผิวต่าง ๆ โดยไม่จำเป็น เช่น รวบบันได กระจกหน้าต่าง โต๊ะ เป็นต้น

4. หลีกเลี่ยงการอยู่ในที่ผู้คนแออัด และควรอยู่ห่างกันอย่างน้อย 1 ถึง 2 เมตร (Social Distancing)
5. ล้างมือด้วยสบู่ และน้ำสะอาดบ่อย ๆ โดยในแต่ละครั้งควรใช้เวลาในการล้างประมาณ 15 ถึง 20 วินาที
6. ใส่หน้ากากอนามัยเพื่อป้องกันละอองฝอยเข้าสู่ร่างกายทางปาก และจมูกจากผู้ติดเชื้อ และเพื่อป้องกันไม่ให้เป็นผู้แพร่เชื้อ
7. กักตัวเอง (Self Quarantine) อย่างน้อย 14 วัน เพื่อไม่ให้ไปแพร่เชื้อให้ผู้อื่น
8. ถ้าตนเองติดเชื้อต้องบอกความจริง เพื่อให้ผู้อื่นทราบว่าตนเองติดเชื้ออยู่ในกรณีต้องพบปะบุคคลอื่น
9. หมั่นทำความสะอาดของใช้ หรือสัมผัสเป็นประจำ เช่น เสื้อผ้า เตียง โต๊ะ แก้ว ด้วยน้ำยาฆ่าเชื้อ หรือผงซักฟอก

จากการอธิบายเกี่ยวกับโควิด-19 ข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า โควิด-19 หมายถึง ไวรัสโคโรนาสายพันธุ์ใหม่ เป็นไวรัสที่ก่อให้เกิดโรคได้ทั้งคนและสัตว์ เมื่อเชื้อไวรัสเข้าสู่ร่างกายจะมีระยะฟักตัวประมาณ 2-14 วัน มีอาการของโรค เช่น มีไข้ ปวดเมื่อยตามตัว ปวดศีรษะ ไอ คัดจมูก น้ำมูกไหล หายใจขัด เป็นต้น และทำให้เกิดโรคในระบบทางเดินหายใจและระบบทางเดินอาหาร ซึ่งมีตั้งแต่โรคที่ไม่รุนแรง ไปจนถึงโรคที่มีอาการรุนแรงและอาจทำให้เสียชีวิตได้

ประสิทธิภาพของเครื่องมือวิจัย

ความหมายของประสิทธิภาพของเครื่องมือวิจัย

การสร้างสื่อการเรียนการสอน ผู้สอนต้องนำสื่อการเรียนการสอนที่สร้างขึ้น ไปทดสอบประสิทธิภาพ เพื่อดูว่าสื่อเหล่านั้นสามารถทำให้ผู้เรียนมีความรู้เพื่อขึ้นหรือไม่ มีประสิทธิภาพช่วยให้กระบวนการจัดการเรียนการสอนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ และมีความสัมพันธ์กับผลลัพธ์หรือไม่ ซึ่งมีนักการศึกษาได้ให้ความหมายของประสิทธิภาพของเครื่องมือวิจัยไว้ ดังนี้

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2556, หน้า 7) ได้ให้ความหมายของ ประสิทธิภาพของเครื่องมือวิจัย หมายถึง สภาวะหรือคุณภาพของสมรรถนะในการดำเนินงาน

เพื่อให้งานมีความสำเร็จ โดยใช้เวลา ความพยายามและค่าใช้จ่ายค้ำค่าที่สุด ตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ โดยกำหนดเป็นอัตราส่วนหรือร้อยละ

เพ็ญนิภา แววศรี (2562, หน้า 63) ได้ให้ความหมายของ ประสิทธิภาพ ของเครื่องมือวิจัย หมายถึง ความสามารถในการดำเนินงานด้านต่าง ๆ ให้สำเร็จลุล่วง ตามจุดมุ่งหมายที่วางไว้ โดยใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ให้เกิดประโยชน์มากที่สุด

เยาวพา สีธรรม (2562, หน้า 63) ได้ให้ความหมายของ ประสิทธิภาพ ของเครื่องมือวิจัย หมายถึง ความสามารถในการทำงานให้สำเร็จบรรลุจุดมุ่งหมาย ที่กำหนด ให้เหมาะสมและค้ำค่ากับทรัพยากรที่ใช้ไปอย่างสูงสุด

ศิริรักษ์ แก้วหานาม (2562, หน้า 73) ได้ให้ความหมายของ ประสิทธิภาพ ของเครื่องมือวิจัย หมายถึง คุณภาพของงาน หรือของผู้เรียนที่จะเกิดขึ้นตามวัตถุประสงค์ ที่ได้กำหนดไว้ ซึ่งประสิทธิภาพในการทำงานของแต่ละคน แต่ละงานจะมีความแตกต่างกัน

จากความหมายของประสิทธิภาพของเครื่องมือวิจัย สามารถสรุปได้ว่า ประสิทธิภาพของเครื่องมือวิจัย หมายถึง ความสามารถในการดำเนินงาน เพื่อให้งาน มีความสำเร็จตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ โดยใช้ทรัพยากรที่มีอยู่อย่างค้ำค่าและ เกิดประโยชน์ที่สุด

การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพของเครื่องมือวิจัย

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2556, หน้า 8-9) ได้กล่าวถึง การกำหนดเกณฑ์ ประสิทธิภาพของเครื่องมือวิจัยจะต้องตั้งไว้ครั้งแรกครั้งเดียว เพื่อปรับปรุงคุณภาพ ให้ถึงเกณฑ์ขั้นต่ำที่ตั้งไว้จะตั้งเกณฑ์การทดสอบประสิทธิภาพไว้ต่างกันไม่ได้ เช่น เมื่อมีการทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว ตั้งเกณฑ์ไว้ 60/60 แบบกลุ่มตั้งไว้ 70/70 ส่วนแบบสนามตั้งไว้ 80/80 ซึ่งถือว่าเป็นการตั้งเกณฑ์ที่ไม่ถูกต้อง เนื่องจากเกณฑ์ที่ตั้งไว้ เป็นเกณฑ์ต่ำสุด ดังนั้นหากการทดสอบคุณภาพของสิ่งใดหรือพฤติกรรมใดได้ผลสูงกว่า เกณฑ์ที่ตั้งไว้ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 หรืออนุโลมให้มีความคลาดเคลื่อนต่ำหรือ สูงกว่าค่าประสิทธิภาพที่ตั้งไว้เกิน 2.5 ให้ปรับเกณฑ์ขึ้นไปอีกหนึ่งขั้น แต่หากได้ค่าต่ำกว่า ค่าประสิทธิภาพที่ตั้งไว้ ต้องปรับปรุงและนำไปทดสอบประสิทธิภาพใช้หลายครั้ง ในภาคสนามจนได้ค่าถึงเกณฑ์ที่กำหนด

การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ โดยการประเมินผลพฤติกรรมของผู้เรียน 2 ประเภท คือ พฤติกรรมต่อเนื่อง (กระบวนการ) ค่าประสิทธิภาพเป็น $E_1 = \text{Efficiency of Process}$ (ประสิทธิภาพของกระบวนการ) และพฤติกรรมสุดท้าย (ผลลัพธ์)

ค่าประสิทธิภาพเป็น $E_2 = \text{Efficiency of Product}$ (ประสิทธิภาพของผลลัพธ์)

1. ประเมินพฤติกรรมต่อเนื่อง คือ การประเมินผลต่อเนื่อง ประกอบด้วย พฤติกรรมย่อยของผู้เรียน เรียกว่า กระบวนการ ที่เกิดจากการประกอบกิจกรรมกลุ่ม ได้แก่ การทำโครงการ หรือทำรายงานกลุ่ม และรายงานบุคคล ได้แก่ งานที่มอบหมาย และกิจกรรมอื่นใดที่ผู้สอนมอบหมาย

2. ประเมินพฤติกรรมสุดท้าย คือ ประเมินผลลัพธ์ของผู้เรียน โดยพิจารณาจากการสอบหลังเรียนและการสอบไล่

ประสิทธิภาพของสื่อการเรียนการสอนจะกำหนดเป็นเกณฑ์ที่ผู้สอน คาดหมายว่าผู้เรียนจะมีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมที่พึงพอใจ โดยกำหนดให้ผลเฉลี่ย ของคะแนนการทำงานและการประกอบกิจกรรมของผู้เรียนทั้งหมดต่อร้อยละของผล การประเมินหลังเรียนทั้งหมด นั่นคือ $E_1/E_2 = \text{ประสิทธิภาพของกระบวนการ/ประสิทธิภาพ ของผลลัพธ์}$ ตัวอย่างเช่น 80/80 หมายความว่าเมื่อเรียนจากสื่อการเรียนการสอนแล้ว ผู้เรียนจะสามารถทำแบบฝึกปฏิบัติ หรืองานได้ผลเฉลี่ย 80% และประเมินหลังเรียน และงานสุดท้ายได้ผลเฉลี่ย 80%

การกำหนดเกณฑ์ E_1/E_2 ผู้สอนต้องพิจารณาตามความพอใจ โดยพิจารณา พิสัยในการเรียนที่จำแนกเป็นพุทธิพิสัย จิตพิสัย และทักษะพิสัย โดยในขอบข่ายพุทธิพิสัย เนื้อหาที่เป็นความรู้ความจำมักจะตั้งไว้สูงสุดแล้วต่ำลงมา คือ 90/90, 85/85 และ 80/80 ส่วนเนื้อหาสาระที่เป็นจิตพิสัยจะต้องใช้เวลาไปฝึกฝนและพัฒนา ไม่สามารถทำให้ถึง เกณฑ์ระดับสูงในห้องเรียนหรือขณะที่เรียนได้ จึงอนุโลมให้ตั้งต่ำลง นั่นคือ 80/80 และ 75/75 ไม่ควรตั้งเกณฑ์ไว้ต่ำกว่า 75/75 เพราะเป็นระดับความพอใจต่ำสุด

ดังนั้น จากการกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพของเครื่องมือวิจัยข้างต้น การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งเกณฑ์ประสิทธิภาพของแผนการจัดการจัดการเรียนรู้อันได้ 80/80 ซึ่งมีความหมาย คือ 80 ตัวแรก หมายถึง จำนวนร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียน กลุ่มตัวอย่างทั้งกลุ่มที่ได้จากการทำใบกิจกรรม ชิ้นงาน และแบบทดสอบหลังเรียน ของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา ทั้ง 6 แผนการจัดการเรียนรู้ และ 80 ตัวหลัง หมายถึง จำนวนร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้งกลุ่มที่ได้จากการทำ แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังจากการจัดการเรียนรู้ครบทุกแผนการจัดการเรียนรู้

วิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพของเครื่องมือวิจัย

วิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพของเครื่องมือวิจัย มี 2 วิธี คือ โดยใช้สูตร และโดยการคำนวณธรรมดา ดังนี้ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2556, หน้า 10-11)

1. การคำนวณโดยใช้สูตร กระทำได้โดยใช้สูตรต่อไปนี้

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

เมื่อ E_1 คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการ

$\sum X$ คือ ผลรวมของคะแนนจากแบบทดสอบระหว่างเรียน
ของนักเรียนทุกคน

A คือ คะแนนเต็มของแบบทดสอบระหว่างเรียน

N คือ จำนวนนักเรียน

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

เมื่อ E_2 คือ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

$\sum F$ คือ ผลรวมของคะแนนจากแบบทดสอบหลังเรียน
ของนักเรียนทุกคน

B คือ คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน

N คือ จำนวนนักเรียน

การหาประสิทธิภาพโดยการใช้อยู่ตรงข้างต้น กระทำได้โดยการนำคะแนนรวมของแบบฝึกปฏิบัติ หรือผลงานระหว่างร่วมกิจกรรมทั้งหมด และคะแนนสอบหลังเรียน เพื่อใช้ในการคำนวณหาค่า E_1/E_2

2. การคำนวณโดยไม่ใช้สูตร สามารถใช้วิธีการคำนวณแบบธรรมดา เพื่อหาค่า E_1 และ E_2 ได้ดังนี้

สำหรับ E_1 คือ ค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ กระทำได้โดยการนำคะแนนของผู้เรียนในแต่ละกิจกรรมทั้งหมดมารวมกัน แล้วหาค่าเฉลี่ยและเทียบเป็นร้อยละ

สำหรับ E_2 คือ ค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ กระทำได้โดยการนำคะแนนจากการสอบหลังเรียนของผู้เรียนมารวมกัน แล้วหาค่าเฉลี่ยและเทียบเป็นร้อยละ

ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้

ความหมายของความพึงพอใจ

ความพึงพอใจเป็นปัจจัยที่สำคัญประการหนึ่งที่มีผลต่อความสำเร็จของการจัดการเรียนรู้ แสดงให้เห็นถึงการบรรลุเป้าหมายอย่างมีประสิทธิภาพในการเรียน อันเป็นผลจากการได้รับการตอบสนองของแรงจูงใจ หรือความต้องการของผู้เรียน และการที่ผู้เรียนมีความสุขในการเรียน ซึ่งมีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของความพึงพอใจไว้ ดังนี้

ดัชนี สอนรัมย์ (2558, หน้า 73-74) ได้ให้ความหมายของ ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกนึกคิด หรือพฤติกรรมที่แสดงออกต่อสิ่งต่าง ๆ ในสถานการณ์ต่าง ๆ ซึ่งแสดงออกมาหลังจากได้รับประสบการณ์ในสิ่งที่ตรงกับความต้องการมนุษย์ หรือรู้สึกมีความสุขเมื่อได้รับผลสำเร็จตามความมุ่งหมาย

นิตา โมท่า (2558, หน้า 95) ได้ให้ความหมายของ ความพึงพอใจ หมายถึง การแสดงความรู้สึกชอบใจ มีความสุข หรือเห็นด้วยกับการจัดการเรียนรู้ ในด้านเนื้อหา ด้านผู้สอน ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านปัจจัยส่งเสริมการเรียนรู้ และด้านการวัดและประเมินผล ซึ่งวัดได้จากแบบวัดความพึงพอใจในการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

เหมวดี ทาศรีภู (2559, หน้า 82) ได้ให้ความหมายของ ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกชอบหรือพอใจของบุคคลที่มีต่อสิ่งแวดล้อมและความสำเร็จในการกระทำหรือปฏิบัติสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ทำให้งานนั้น ๆ สำเร็จลุล่วงด้วยดี และเกิดการพัฒนารองครอย่างยั่งยืน

ละมัย เหลือผล (2560, หน้า 18) ได้ให้ความหมายของ ความพึงพอใจ หมายถึง เป็นความรู้สึกหรือทัศนคติที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง เกิดขึ้นเมื่อบรรลุถึงความต้องการหรือจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ และระดับความพึงพอใจขึ้นอยู่กับประสบการณ์นั้น ๆ ด้วย ซึ่งเป็นสิ่งที่ละเอียดอ่อนและสัมพันธ์กับความต้องการทางจิตใจของบุคคล และเป็นสิ่งที่มีความสำคัญต่อการปฏิบัติงาน

ทักษิณ คุณพิภาค (2561, หน้า 112) ได้ให้ความหมายของ ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกพอใจ ชอบใจ ของบุคคลต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง โดยแสดงพฤติกรรมออกมา 2 ลักษณะ คือ ทางบวกและทางลบ ในทางบวกแสดงออกถึงลักษณะ ความชอบ ความสนใจ เห็นด้วย ซึ่งจะส่งผลดีต่อการทำกิจกรรมและการปฏิบัติงาน และในทางลบ

แสดงออกถึงลักษณะที่ไม่ชอบ ไม่สนใจ ไม่เห็นด้วย ซึ่งจะเกิดผลเสียต่อการทำกิจกรรม และการปฏิบัติงานนั้นด้วยเช่นกัน

จากความหมายของความพึงพอใจ สามารถสรุปได้ว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกพอใจ หรือพฤติกรรมที่แสดงถึงความสุขของนักเรียนแต่ละบุคคล ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ ซึ่งมีความแตกต่างกัน โดยแสดงออกมาหลังจากนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้ มีการวัดความพึงพอใจ ทั้งหมด 4 ด้าน ได้แก่ ด้านเนื้อหาสาระ การเรียนรู้ ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านสื่ออุปกรณ์การเรียนรู้ และด้านการวัด และประเมินผล

การวัดระดับความพึงพอใจ

ภณิดา ชัยปัญญา (2541, หน้า 11) ได้กล่าวถึง การวัดความพึงพอใจ สามารถกระทำได้หลายวิธี ดังต่อไปนี้

1. การใช้แบบสอบถาม โดยผู้สร้างแบบสอบถามต้องการทราบความคิดเห็น สามารถกำหนดคำตอบเป็นให้เลือก หรือตอบคำถามได้อย่างอิสระ คำถามดังกล่าวอาจถามถึงความพึงพอใจในด้านต่าง ๆ เพื่อให้ผู้ตอบทุกคนตอบออกมาในทิศทางเดียวกัน มักใช้ในกรณีที่ต้องการข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง รูปแบบของแบบสอบถามจะใช้มาตรวัดทัศนคติ วิธีหนึ่งที่ยิยมใช้ในปัจจุบัน คือ มาตรารสวันแบบลิเคิร์ต โดยมีคำตอบที่แสดงถึงระดับความรู้สึก 5 ระดับ ได้แก่ มากที่สุด มากปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด
2. การสัมภาษณ์ เป็นวิธีการวัดความพึงพอใจทางตรง โดยการสอบถามจากการพูดคุย ผู้สอบถามต้องมีการเตรียมคำถามหรือแผนงานไว้ล่วงหน้า ซึ่งต้องอาศัยเทคนิคและวิธีการที่ดี เพื่อให้ได้ข้อมูลที่เป็นจริงที่สุด
3. การสังเกต เป็นวิธีการวัดความพึงพอใจจากการสังเกตพฤติกรรมของบุคคล โดยการแสดงออกจากการพูด กริยา ท่าทาง วิธีนี้ต้องอาศัยการกระทำอย่างจริงจังและมีระเบียบแบบแผน

แบบสอบถามแบบมาตรารสวันประมาณคา (Rating Scale) เป็นเครื่องมือที่ใช้ได้ทั้งให้ผู้ถูกวัดประเมินตนเองและผู้อื่นประเมิน การตอบกระทำโดยให้ผู้ตอบหรือผู้สังเกต ประเมินคาของความรู้สึก หรือพฤติกรรมที่แสดงออกเป็นระดับต่าง ๆ มาตรารสวันประมาณคามีหลายลักษณะ ที่นิยมใช้และสร้างได้ง่าย คือ มาตรารสวันประมาณคาของลิเคิร์ต (Likert Rating Scale) ประกอบด้วยสวัน 2 สวัน คือ 1) สวันที่เป็นขอความ

คำถามหรือสถานการณ์ที่กำหนด มีลักษณะเพื่อสอบถามความคิดเห็น ความรู้สึก
ทัศนคติ หรือพฤติกรรมที่แสดงออกของบุคคล ขอความดังกล่าวอาจเป็นทั้งทางบวก
หรือทางลบ 2) สนวนที่เป็นคำตอบ เป็นการกำหนดค่าระดับความรู้สึก ความคิดเห็น
ทัศนคติ หรือพฤติกรรมที่แสดงออกของบุคคล มาตราสนวนประมาณค่าของลิเคิร์ตกำหนด
คำตอบเป็น 5 ระดับ ในระดับสับสนุนถึงระดับไมสับสนุน ระดับเห็นด้วยถึงระดับ
ไม่เห็นด้วย เป็นต้น อาจใช้ตัวเลขแสดงการจำแนกระดับพฤติกรรม 5 ระดับ คือ 5, 4, 3, 2
และ 1 กำหนดให้ 5 หมายถึง ความรู้สึกหรือพฤติกรรมที่แสดงออกมาในระดับมากที่สุด
จนถึงระดับ 1 หมายถึง ระดับน้อยที่สุด (สมชาย รัตนทองคำ, 2554, หน้า 142-143)

เกณฑ์การประเมินความพึงพอใจตามแบบวัดที่เป็นแบบมาตราส่วน
ประมาณค่าของลิเคิร์ต (Likert Rating Scale) 5 ระดับ มีการตรวจให้คะแนนโดยใช้เกณฑ์
ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2560, หน้า 121)

น้อยที่สุด ตรวจให้ 1 คะแนน

น้อย ตรวจให้ 2 คะแนน

ปานกลาง ตรวจให้ 3 คะแนน

มาก ตรวจให้ 4 คะแนน

มากที่สุด ตรวจให้ 5 คะแนน

การใช้แบบวัดชนิดมาตราส่วนประมาณค่า ผู้สร้างแบบสอบถาม
ทำการเทียบคะแนนของกลุ่มตัวอย่างที่ตอบในแต่ละข้อหรือแต่ละด้านว่ามีความพึงพอใจ
อยู่ในระดับใด โดยมีเกณฑ์การแปลความหมายของคะแนนไว้ ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.51-5.00 หมายถึง มากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.51-4.50 หมายถึง มาก

ค่าเฉลี่ย 2.51-3.50 หมายถึง ปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.51-2.50 หมายถึง น้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00-1.50 หมายถึง น้อยที่สุด

จากที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า การวัดความพึงพอใจของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา โดยใช้แบบสอบถาม
ชนิดมาตราส่วนประมาณค่าของลิเคิร์ต (Likert Rating Scale) 5 ระดับ ได้แก่ มากที่สุด
มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยในประเทศ

อรชูลี สุวรรณผา และวิมล สำราญวานิช (2554, หน้า 130-133)

ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหา โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดของกิลฟอร์ด เรื่อง สมบัติของสสาร กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 โรงเรียนโคกค้ายโคกใหญ่วิทยา จำนวน 27 คน ผลการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดของกิลฟอร์ด ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ รู้จักตั้งคำถาม กำหนดประเด็นปัญหา สามารถวิเคราะห์ปัญหาเพื่อหาวิธีการแก้ปัญหา ตรวจสอบผลที่เกิดขึ้นได้ นำไปสู่การลงมือปฏิบัติในการแก้ปัญหานั้น นักเรียนมีการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา ร้อยละ 77.78 และมีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหา เฉลี่ย 23.14 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 77.13 ของคะแนนเต็ม ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดกิลฟอร์ดมุ่งเน้นให้นักเรียนได้เรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติ สร้างผลงานการเรียนรู้และแก้ปัญหาด้วยตนเอง ทำให้ผู้เรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหา สามารถเผชิญกับปัญหาและแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้อย่างเหมาะสม

อาทิตย์ ฉิมกุล, สกลรัตน์ แก้วดี และนิพาดา เรือนแก้ว ดิษยทัต

(2560, หน้า 324-338) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่พิเศษแห่งหนึ่ง เขตวังทองหลาง ในกรุงเทพมหานคร จำนวน 42 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 76.35 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ ร้อยละ 75 จัดอยู่ในระดับดีมาก มีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาลงเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาหลังเรียนเท่ากับ 75.65 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ ร้อยละ 70 จัดอยู่ในระดับดี เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเน้นการบูรณาการองค์ความรู้และทักษะต่าง ๆ ช่วยให้นักเรียนได้ประยุกต์และเชื่อมโยงความรู้ มีการคิดออกแบบวิธีการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนด นำไปสู่การสร้างผลงานด้วยตนเอง กระบวนการดังกล่าวช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาสูงขึ้นและมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับดี

สุนารี ศรีบุญ และวิสูตร โพธิ์เงิน (2562, หน้า 526-540) ได้ทำการวิจัย เพื่อศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้วิชาตามแนวคิดสเต็มศึกษา โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/1 โรงเรียนด่านทับตะโกราษฎร์อุปถัมภ์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 30 คน ผลการวิจัยพบว่า ผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักเรียนมีทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับสูง และความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้วิชาตามแนวคิด สเต็มศึกษาอยู่ในระดับมาก เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสเต็มศึกษา โดยใช้ ปัญหาเป็นฐาน เน้นให้ผู้เรียนได้เผชิญสถานการณ์ปัญหาที่เกิดขึ้นจริง เน้นการลงมือปฏิบัติ กระตุ้นให้เกิดความสนใจและทำความเข้าใจกับปัญหา ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองเพื่อหา วิธีการแก้ปัญหา สังเคราะห์และรวบรวมข้อมูล แล้วนำมาแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน นำไปสู่การสรุปและประเมินผลงาน กระบวนการดังกล่าวช่วยให้ผู้เรียนเกิดทักษะการคิด วิเคราะห์ปัญหา แก้ปัญหาร่วมกันเป็นกลุ่ม และเกิดกระบวนการแก้ปัญหาที่หลากหลาย รวมทั้งสามารถเชื่อมโยงความคิดได้อย่างมีเหตุผล เกิดความคงทนในการเรียนรู้

กรรริสา จันทร์สุวรรณ, จินตนา ศิริธัญญารัตน์ และจิตติรัตน์

แสงเลิศอุทัย (2563) ได้ทำการวิจัยการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหา โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการใช้ปัญหา เป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนบรรหาร-แจ่มใสวิทยา 1 อำเภอดอนเจดีย์ จังหวัดสุพรรณบุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 43 คน ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน มีค่าสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05 และความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการ ใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้สถานการณ์ ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง ซึ่งเรียนรู้ผ่านการลงมือปฏิบัติ มีการเชื่อมโยงความรู้ทางด้าน วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ผู้เรียนสามารถระบุปัญหา สืบค้นข้อมูล ออกแบบ วางแผนการดำเนินการแก้ปัญหา มีการทดสอบ ปรับปรุงพัฒนา

ชั้นงานให้ดีขึ้น และนำเสนอการแก้ปัญหาหรือชั้นงาน ทำให้ผู้เรียนได้พัฒนาวิธีการคิด
เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง จดจำความรู้ได้ดีขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาได้

ณพัชร บัวฉุน (2563, หน้า 52-62) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษา

ผลการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีและความสามารถในการ
ในการแก้ปัญหา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏ
วไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 44 คน
ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้
แบบสะเต็มศึกษาก่อนเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 20.21 และหลังเรียนมีคะแนนเฉลี่ย
เท่ากับ 31.65 ซึ่งคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
ที่ระดับ .01 และความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้
ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาก่อนเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 20.46 และหลังเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ
31.92 ซึ่งคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เนื่องจาก
การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษามุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้สืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง
มีการวางแผน หาแนวทางในการแก้ปัญหาอย่างมีขั้นตอน เรียนรู้ผ่านประสบการณ์จริง
สามารถเชื่อมโยงความรู้และนำมาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีความสุข

มัสยา บัวผัน และคณะ (2563) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาผลการจัดการกิจกรรม
การเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคิดสร้างสรรค์
และเจตคติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา
ประถมศึกษาชลบุรี จำนวน 20 คน ผลการวิจัยพบว่า หลังได้รับการจัดการเรียนรู้
ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ มีค่าเฉลี่ยของคะแนนเท่ากับ
17.15 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 85.75 จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ
70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ความคิดสร้างสรรค์มีคะแนนหลังเรียนสูงกว่า
ก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเจตคติของนักเรียนอยู่ในระดับ
มากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.55 เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา
ช่วยให้นักเรียนจำจดความรู้ได้ดีผ่านการลงมือปฏิบัติ นักเรียนได้ทำความเข้าใจ
ศึกษาค้นคว้าข้อมูล คิดวิเคราะห์ เพื่อหาวิธีการแก้ปัญหาร่วมกัน ได้ฝึกการทำงานเป็นทีม
 อีกทั้งได้นำความรู้วิชาศิลปะมาใช้ในการออกแบบเพื่อสร้างสรรค์สิ่งประดิษฐ์หรือชั้นงาน
ส่งผลให้นักเรียนรู้สึกสนุก ตื่นเต้น และมีความสุขในการเรียนรู้

งานวิจัยต่างประเทศ

Kim (2016, p. 1925) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาและการประยุกต์ใช้โปรแกรมสติมศึกษาในบริบทของการเรียนรู้ตามวัฒนธรรมเกาหลีแบบดั้งเดิมของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 26 คน เป็นเวลา 6 สัปดาห์ เพื่อกำหนดประสิทธิภาพของโปรแกรมการเรียนรู้ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีความตระหนักถึงความหมายและความสำคัญของสติมศึกษาซึ่งเป็นขั้นตอนการแก้ปัญหาที่ส่งผลให้ความฉลาดรู้ด้านสติมศึกษาเพิ่มขึ้นและเป็นการพัฒนาความคิด มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น นักเรียนส่วนใหญ่ใช้ความรู้ที่ได้จากโปรแกรมสติมศึกษาในชั้นเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เพราะช่วยให้นักเรียนเข้าใจกระบวนการแก้ปัญหาได้ดีขึ้น

Conradty & Bogner (2020, p. 1) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาการสอนพัฒนาวิชาชีพด้วยสติมศึกษาที่มีผลต่อความคิดสร้างสรรค์และแรงจูงใจของนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้แบบสติมศึกษาที่มีการบูรณาการวิชาศิลปะร่วมด้วย สามารถส่งเสริมให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์เพิ่มขึ้น นักเรียนมีแรงจูงใจในการเรียน นอกจากนี้ความคิดสร้างสรรค์ช่วยส่งเสริมการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ได้เป็นอย่างดี

Khamhaengpol et al. (2021, p. 1) ได้ทำการวิจัยเพื่อพัฒนากิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสติมศึกษา เรื่อง นาโนเทคโนโลยีที่มีต่อทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานและกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 46 กลุ่ม จาก 4 โรงเรียนในจังหวัดสกลนคร ผลการวิจัยพบว่า กิจกรรมสติมศึกษา เรื่อง นาโนเทคโนโลยี ช่วยให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และด้านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมอยู่ในระดับดี และช่วยส่งเสริมกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมของนักเรียน โดยเฉพาะนักเรียนที่มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่อยู่ในระดับปานกลาง นอกจากนี้สติมศึกษายังช่วยในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และดึงดูดความสนใจของนักเรียน

Pasani & Amelia (2021, p. 1) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการแนะนำแนวทางในการบูรณาการสติมศึกษาเพื่อสร้างนวัตกรรมการเรียนรู้ในสถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19 สำหรับโรงเรียนประถมศึกษา ผลการวิจัยพบว่า 93.75% ของผู้เข้าร่วม

มีความสนใจในหัวข้อที่นำเสนอ เนื่องจากการจัดการเรียนรู้มีการกระตุ้นความอยากรู้อยากเห็น ทำให้เกิดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับแนวทางการบูรณาการสเต็มศึกษาเพิ่มขึ้น

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาเป็นสิ่งที่สามารถพัฒนาและฝึกฝนได้ โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นปัญหาเป็นฐาน เพื่อให้นักเรียนได้เผชิญกับสถานการณ์ปัญหาที่เกิดขึ้นจริง เน้นการลงมือปฏิบัติ กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจและตระหนักถึงปัญหา มีการบูรณาการองค์ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปะ และคณิตศาสตร์ โดยอาศัยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมในการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นกระบวนการที่เกี่ยวกับการระบุปัญหา การรวบรวมข้อมูล การออกแบบ วางแผนและการดำเนินการแก้ปัญหา การทดสอบ ปรับปรุง พัฒนาชิ้นงานให้ดีขึ้น และนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน เพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน รวมทั้งได้ฝึกการทำงานร่วมกับผู้อื่น กระบวนการดังกล่าวช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดทักษะการคิด สามารถเชื่อมโยงองค์ความรู้ เกิดความคงทนในการเรียนรู้ เกิดการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา และทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

ดังนั้นเพื่อพัฒนาและส่งเสริมศักยภาพของนักเรียน ให้มีทักษะ ความรู้ ความสามารถ เพื่อใช้ในแก้ปัญหาในสถานการณ์การแพร่ระบาดโควิด-19 และปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม ผู้วิจัยจึงมีความสนใจในการนำการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษามาพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนให้สูงขึ้นและมีประสิทธิภาพ

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวิธีการดำเนินการวิจัย เรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาในสถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง งานและพลังงานโดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา ซึ่งผู้วิจัยได้กำหนดวิธีการดำเนินการตามขั้นตอน ดังต่อไปนี้

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

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนดงมะไฟวิทยา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสกลนคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 3 ห้องเรียน ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1, 4/2 และ 4/3 จำนวน 71 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/2 โรงเรียนดงมะไฟวิทยา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสกลนคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 26 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่ม

แบบแผนการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้แบบแผนการวิจัยแบบกลุ่มเดียววัดผลสองครั้ง ก่อนและหลังการทดลอง (One Group Pre-test and Post-test Design) ซึ่งมีแบบแผนการวิจัย ดังตาราง 3

ตาราง 3 แบบแผนการวิจัย แบบกลุ่มเดียววัดผลก่อนและหลังการทดลอง
(One Group Pre-test and Post-test Design)

กลุ่ม	การทดสอบก่อนการทดลอง	ตัวแปรทดลอง	การทดสอบหลังการทดลอง
E	T ₁	X	T ₂

E แทน กลุ่มทดลอง (Experimental Group)

T₁ แทน การทดสอบก่อนการทดลอง (Pre-test)

X แทน การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา (STEAM Education)

T₂ แทน การทดสอบหลังการทดลอง (Post-test)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

แผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง งานและพลังงาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 6 แผน แผนละ 3-4 ชั่วโมง รวมทั้งหมด 20 ชั่วโมง (ไม่รวมการทดลองด้วยแบบทดสอบวัดความวัดความสามารถในการแก้ปัญหา แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้)

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แบบทดสอบเป็นแบบปรนัย ประกอบด้วยโจทย์สถานการณ์ปัญหา 6 สถานการณ์ จำนวน 30 ข้อ โดยมีกระบวนการแก้ปัญหา 5 ขั้นตอน ดังนี้

- 1.1 การระบุปัญหา
- 1.2 การวิเคราะห์ปัญหา
- 1.3 การวางแผนการแก้ปัญหา
- 1.4 การดำเนินการแก้ปัญหา
- 1.5 การประเมินผลการแก้ปัญหา

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง งานและพลังงาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ และสามารถวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัยตามอนุกรมวิธานที่ปรับปรุงแนวคิดของบลูมทั้ง 6 ชั้น ดังนี้

- 2.1 ชั้นจำ
- 2.2 ชั้นเข้าใจ
- 2.3 ชั้นประยุกต์ใช้
- 2.4 ชั้นวิเคราะห์
- 2.5 ชั้นประเมินค่า
- 2.6 ชั้นสร้างสรรค์

3. แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง งานและพลังงาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 20 ข้อ โดยใช้แบบสอบถามชนิดมาตราส่วนประมาณค่าของลิเคิร์ต (Likert Rating Scale) เพื่อใช้ในการวัดความพึงพอใจ 4 ด้าน ได้แก่ ด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้ ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านสื่ออุปกรณ์การเรียนรู้ และด้านการวัดและประเมินผล

การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ

ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พร้อมทั้งดำเนินการสร้างเครื่องมือและหาคุณภาพของเครื่องมือ โดยมีการดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง งานและพลังงาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยมีขั้นตอนการสร้างและพัฒนา ดังนี้

1.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560)

และหลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียนดงมะไฟวิทยา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

1.2 ศึกษาและวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ของเนื้อหา

รายวิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน จากหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ ฟิสิกส์ เล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สามารถแบ่งเนื้อหาออกเป็น 6 ตอน ได้ดังนี้

1.2.1 งานและกำลัง

1.2.2 พลังงานจลน์

1.2.3 พลังงานศักย์โน้มถ่วง

1.2.4 พลังงานศักย์ยืดหยุ่น

1.2.5 การอนุรักษ์พลังงานกล

1.2.6 เครื่องกล

1.3 ศึกษาและวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของผลการเรียนรู้

สาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ สมรรถนะสำคัญ ความสามารถในการแก้ปัญหา กิจกรรมการเรียนรู้ ภาระงาน/ชิ้นงาน และการวัดและประเมินผล เรื่อง งานและพลังงาน สาระฟิสิกส์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ดังตาราง 4

ตาราง 4 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ สมรรถนะสำคัญ ความสามารถในการแก้ปัญหา กิจกรรมการเรียนรู้ ภาระงาน/ชิ้นงาน การวัดและประเมินผล ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	สมรรถนะสำคัญ	ความสามารถในการแก้ปัญหา	กิจกรรมการเรียนรู้	ภาระงาน/ชิ้นงาน	การวัดและประเมินผล
4/10 วิเคราะห์และคำนวณงานของแรงคงตัวจากสมการและพื้นที่ใต้กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับตำแหน่งรวมทั้งอธิบายและคำนวณกำลังเฉลี่ย	งานของแรงคงตัวจากสมการและพื้นที่ใต้กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับตำแหน่งและกำลังเฉลี่ย	1. นักเรียนวิเคราะห์และคำนวณงานของแรงคงตัวจากสมการและพื้นที่ใต้กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับตำแหน่งได้ 2. นักเรียนอธิบายและคำนวณกำลังเฉลี่ยได้	1. ความสามารถในการสื่อสาร 2. ความสามารถในการคิด 3. ความสามารถในการแก้ปัญหา 4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต 5. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี	1. การระบุปัญหา 2. การวิเคราะห์ปัญหา 3. การวางแผนการแก้ปัญหา 4. การดำเนินการแก้ปัญหา 5. การประเมินผลการแก้ปัญหา	- การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา	- ใบกิจกรรมเรื่องงานและกำลัง - นำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียน	1. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 2. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา 3. แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์และสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

ตาราง 4 (ต่อ)

ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	สมรรถนะสำคัญ	ความสามารถในการแก้ปัญหา	กิจกรรมการเรียนรู้	ภาระงาน/ชิ้นงาน	การวัดและประเมินผล
4/11 อธิบายและคำนวณพลังงานจลน์ พลังงานจลน์ พลังงานศักย์ พลังงานกล พลังงานกลที่ลดลงหาความสัมพันธ์ระหว่างงานกับ พลังงานจลน์ ความสัมพันธ์ระหว่างงานกับ พลังงานจลน์ ความสัมพันธ์ระหว่างงานกับ พลังงานศักย์ โนมถ่วง ความสัมพันธ์ระหว่างงานกับ พลังงานศักย์ของแรงที่ใช้ดึงสปริงกับระยะที่สปริงยืดออก และ	พลังงานจลน์ พลังงานศักย์ พลังงานกล ความสัมพันธ์ระหว่างงานกับ พลังงานจลน์ ความสัมพันธ์ระหว่างงานกับ พลังงานศักย์ โนมถ่วง ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของแรงที่ใช้ดึงสปริงกับระยะที่สปริงยืดออก และ	1. นักเรียนอธิบายและคำนวณ พลังงานจลน์ พลังงานศักย์ พลังงานกลได้ 2. นักเรียนทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างงานกับ พลังงานจลน์ ความสัมพันธ์ระหว่างงานกับ พลังงานศักย์ โนมถ่วง ระหว่างงานกับ พลังงานศักย์ของแรงที่ใช้ดึงสปริงกับระยะที่สปริงยืดออก และ	1. ความสามารถในการสื่อสาร 2. ความสามารถในการคิด 3. ความสามารถในการแก้ปัญหา 4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต	1. การระบุปัญหา 2. การวิเคราะห์ปัญหา 3. การวางแผนการแก้ปัญหา 4. การดำเนินการแก้ปัญหา 5. การประเมินผลการแก้ปัญหา	- การจัดการเรียนรู้แบบ สเต็มศึกษา	- ใบกิจกรรมเรื่อง พลังงานจลน์ พลังงานศักย์ โนมถ่วง และ พลังงานศักย์ยืดหยุ่น - นำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียน	1. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 2. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา 3. แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ และสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

ตาราง 4 (ต่อ)

ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	สมรรถนะสำคัญ	ความสามารถในการแก้ปัญหา	กิจกรรมการเรียนรู้	ภาระงาน/ชิ้นงาน	การวัดและประเมินผล
<p>ตั้งสปริงกับระยะที่สปริงยืดออกและความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานศักย์ยืดหยุ่น รวมทั้งอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานศักย์ยืดหยุ่นรวมทั้งอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างงานของแรงลัพธ์และพลังงานจลน์และพลังงานจลน์และคำนวณงานที่เกิดขึ้นจากแรงลัพธ์ได้</p>	<p>ความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานศักย์ยืดหยุ่น รวมทั้งความสัมพันธ์ระหว่างงานของแรงลัพธ์และพลังงานจลน์และแรงลัพธ์</p>	<p>ที่สปริงยืดออกและความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานศักย์ยืดหยุ่นได้ 3. นักเรียนอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างงานของแรงลัพธ์และพลังงานจลน์และคำนวณงานที่เกิดขึ้นจากแรงลัพธ์ได้</p>					

ตาราง 4 (ต่อ)

ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	สมรรถนะสำคัญ	ความสามารถในการแก้ปัญหา	กิจกรรมการเรียนรู้	ภาระงาน/ชิ้นงาน	การวัดและประเมินผล
4/12 อธิบายกฎการอนุรักษ์พลังงานกลรวมทั้งปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ของวัตถุในสถานการณ์ต่าง ๆ โดยใช้กฎการอนุรักษ์พลังงานกลได้	กฎการอนุรักษ์พลังงานกลรวมทั้งปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ของวัตถุในสถานการณ์ต่าง ๆ	1. นักเรียนอธิบายกฎการอนุรักษ์พลังงานกลได้ 2. นักเรียนวิเคราะห์และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ของวัตถุในสถานการณ์ต่าง ๆ โดยใช้กฎการอนุรักษ์พลังงานกลได้	1. ความสามารถในการสื่อสาร 2. ความสามารถในการคิด 3. ความสามารถในการแก้ปัญหา 4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต 5. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี	1. การระบุปัญหา 2. การวิเคราะห์ปัญหา 3. การวางแผนการแก้ปัญหา 4. การดำเนินการแก้ปัญหา 5. การประเมินผลการแก้ปัญหา	- การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา	- ใบกิจกรรมเรื่องการอนุรักษ์พลังงานกล - นำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียน	1. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 2. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา 3. แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์และสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

ตาราง 4 (ต่อ)

ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	สมรรถนะสำคัญ	ความสามารถในการแก้ปัญหา	กิจกรรมการเรียนรู้	ภาระงาน/ชิ้นงาน	การวัดและประเมินผล
4/13 อธิบายการทำงาน ประสิทธิภาพ และการได้เปรียบเชิงกลของเครื่องกลอย่างง่ายบางชนิด โดยใช้ความรู้เรื่องงานและสมดุลกล รวมทั้งคำนวณประสิทธิภาพ และการได้เปรียบเชิงกลได้	การทำงาน ประสิทธิภาพ และการได้เปรียบเชิงกลของเครื่องกลอย่างง่ายบางชนิด	1. นักเรียนอธิบายการทำงาน ประสิทธิภาพ และการได้เปรียบเชิงกลของเครื่องกลอย่างง่ายบางชนิด โดยใช้ความรู้เรื่องงานและสมดุลกลได้ 2. นักเรียนคำนวณประสิทธิภาพ และการได้เปรียบเชิงกลได้	1. ความสามารถในการสื่อสาร 2. ความสามารถในการคิด 3. ความสามารถในการแก้ปัญหา 4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต 5. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี	1. การระบุปัญหา 2. การวิเคราะห์ปัญหา 3. การวางแผนการแก้ปัญหา 4. การดำเนินการแก้ปัญหา 5. การประเมินผลการแก้ปัญหา	- การจัดการเรียนรู้แบบ สเต็มศึกษา	- ใบกิจกรรมเรื่อง เครื่องกล - นำเสนอผลงาน หน้าชั้นเรียน	1. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 2. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา 3. แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ และสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

1.4 ศึกษาค้นคว้าเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับ

แผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา

1.5 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาสำหรับนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 6 แผน จำนวน 20 ชั่วโมง และทำการทดสอบก่อน
และหลังเรียน 2 ชั่วโมง ผู้วิจัยได้กำหนดเรื่องของแผนการจัดการเรียนรู้ และเวลาที่ใช้
ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งมีรายละเอียด ดังตาราง 5

ตาราง 5 เวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการ เรียนรู้ที่	เรื่อง	เวลา (ชั่วโมง)
ทดสอบก่อนเรียน		1
1	งานและกำลัง	3
2	พลังงานจลน์	4
3	พลังงานศักย์โน้มถ่วง	3
4	พลังงานศักย์ยืดหยุ่น	3
5	การอนุรักษ์พลังงานกล	4
6	เครื่องกล	3
ทดสอบหลังเรียน		1
รวม		22

แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ประกอบด้วย มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด
ผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ ความรู้ (Knowledge)
กระบวนการ (Process) คุณลักษณะอันพึงประสงค์และสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน
(Attitude) กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อและแหล่งเรียนรู้ และการวัดและประเมินผล

1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่อคณะกรรมการ
ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ พิจารณาเพื่อตรวจสอบความถูกต้อง ความเที่ยงตรงในด้านเนื้อหา
ภาษา และรูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้สอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้
แบบสเต็มศึกษา หรือไม่ เพียงใด จากนั้นนำมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของ
คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

1.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้รายวิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน ที่ได้ทำการปรับปรุงแก้ไขเสร็จแล้ว เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อตรวจสอบความถูกต้อง ความเที่ยงตรง ความเหมาะสมของเนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อและแหล่งเรียนรู้ และการวัดและประเมินผล และประเมินความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (Index of Item–Objective Congruence: IOC) ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิทยาศาสตร์ ด้านการสอน และการวัดผลและประเมินผล จำนวน 3 คน ดังนี้ (ภาคผนวก ก)

1.7.1 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เพชรรัตน์ ใจบุญ อาจารย์ประจำ สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

1.7.2 นางพรพิศ แสนมนตรี ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนอากาศอำนวยศึกษา อำเภออากาศอำนวย จังหวัดสกลนคร

1.7.3 นางนิศากร แสงพงศานนท์ ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนมัธยมวานรนิวาส อำเภovanรนิวาส จังหวัดสกลนคร

ให้ผู้เชี่ยวชาญลงความเห็นและให้คะแนน โดยมีรายละเอียด ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2560, หน้า 70)

ให้คะแนน +1 ถ้าแน่ใจว่าแผนการจัดการเรียนรู้สอดคล้องกับ จุดประสงค์การเรียนรู้

ให้คะแนน 0 ถ้าไม่แน่ใจว่าแผนการจัดการเรียนรู้สอดคล้องกับ จุดประสงค์การเรียนรู้

ให้คะแนน -1 ถ้าแน่ใจว่าแผนการจัดการเรียนรู้ไม่สอดคล้องกับ จุดประสงค์การเรียนรู้

หลังจากผู้เชี่ยวชาญพิจารณาเสร็จแล้ว นำผลคะแนนมาหาค่าเฉลี่ย แล้วเทียบกับเกณฑ์ โดยค่าดัชนีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้มีค่าเฉลี่ย มากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 หมายถึง มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ และค่าเฉลี่ยน้อยกว่า 0.5 หมายถึง ไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ จากการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้กับจุดประสงค์ การเรียนรู้โดยผู้เชี่ยวชาญ ได้ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 1.00 (ภาคผนวก ข)

1.8 ปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญให้ถูกต้องและเหมาะสม แล้วนำเสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

1.9 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านผู้เชี่ยวชาญประเมินและปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้ (Try Out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 32 คน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนดงมะไฟวิทยา ซึ่งไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง โดยเลือกแผนจัดการเรียนรู้ จำนวน 2 แผน เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของเนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ จากนั้นทำการปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ให้มีความสมบูรณ์

1.10 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว เสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบอีกครั้ง

1.11 จัดพิมพ์แผนการจัดการเรียนรู้ฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปใช้เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา

เครื่องมือที่ใช้ในการวัดความสามารถในการแก้ปัญหา ใช้ทดสอบนักเรียนทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา มีรายละเอียดของการสร้างแบบทดสอบ ดังนี้

1.1 ศึกษาหลักการ ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน เพื่อใช้เป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบ

1.2 กำหนดจุดมุ่งหมายในการวัดความสามารถในการแก้ปัญหา ทั้งหมด 5 ด้าน ได้แก่ ด้านการระบุปัญหา ด้านการวิเคราะห์ปัญหา ด้านการวางแผนการแก้ปัญหา ด้านการดำเนินการแก้ปัญหา และด้านการประเมินผลการแก้ปัญหา

1.3 สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา แบบปรนัย 4 ตัวเลือก มีการกำหนดสถานการณ์ปัญหาในขอบเขตเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับเรื่อง งานและพลังงาน 8 สถานการณ์ ในแต่ละสถานการณ์มีข้อความ 5 ข้อ จำนวน 40 ข้อ รวม 40 คะแนน

1.4 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาที่สร้างขึ้น เสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ พิจารณาเพื่อตรวจสอบความถูกต้อง และให้ข้อเสนอแนะ เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไขให้ถูกต้อง

1.5 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาที่ปรับปรุงแก้ไขเสร็จแล้ว เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม จำนวน 3 คน เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสมของข้อคำถามและตัวเลือก และประเมินความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ให้ผู้เชี่ยวชาญลงความเห็นและให้คะแนน โดยมีรายละเอียด ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2560, หน้า 70)

ให้คะแนน +1 ถ้าแน่ใจว่าแบบทดสอบสอดคล้องกับ
จุดประสงค์การเรียนรู้

ให้คะแนน 0 ถ้าไม่แน่ใจว่าแบบทดสอบสอดคล้องกับ
จุดประสงค์การเรียนรู้

ให้คะแนน -1 ถ้าแน่ใจว่าแบบทดสอบไม่สอดคล้องกับ
จุดประสงค์การเรียนรู้

โดยพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 ถือว่า มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ จากการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหากับจุดประสงค์การเรียนรู้โดยผู้เชี่ยวชาญ มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 1.00 (ภาคผนวก ข)

1.6 ปรับปรุงแก้ไขแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญให้ถูกต้องและเหมาะสม แล้วนำเสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

1.7 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาที่ผ่านผู้เชี่ยวชาญประเมินและปรับปรุงแก้ไข ไปทดลองใช้ (Try Out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนดงมะไฟวิทยา ซึ่งไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 32 คน

1.8 นำผลคะแนนที่ได้จากการทดลองใช้มาวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา โดยหาค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson) โดยใช้สูตร KR-20 มีเกณฑ์การคัดเลือก โดยเลือกข้อที่มีค่าความยากอยู่ในช่วง 0.20-0.80 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับตั้งแต่ 0.70 ขึ้นไป (บุญชม ศรีสะอาด, 2560, หน้า 96-97) จากผลการวิเคราะห์ พบว่า ค่าความยาก (p) อยู่ในช่วง 0.38-0.78 ค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ในช่วง 0.25-0.69

และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder–Richardson) โดยใช้สูตร KR-20 เท่ากับ 0.98 (ภาคผนวก ข)

1.9 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาที่ผ่านเกณฑ์ 6 สถานการณ์ จำนวน 30 ข้อ จัดพิมพ์เพื่อนำไปใช้เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เครื่องมือที่ใช้ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ใช้ทดสอบนักเรียน ทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีรายละเอียด การสร้างแบบทดสอบ ดังนี้

2.1 ศึกษาหลักการ ทฤษฎี จากหนังสือ เอกสาร และงานวิจัย ที่เกี่ยวข้องกับวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.2 ศึกษาและวิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเนื้อหาสาระในเรื่อง งานและพลังงาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

2.3 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้ครอบคลุม เนื้อหา มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ และสามารถวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ ด้านพุทธิพิสัยตามอนุกรมวิธานที่ปรับปรุงแนวคิดของบลูมทั้ง 6 ชั้น ได้แก่ 1) จำ 2) เข้าใจ 3) ประยุกต์ใช้ 4) วิเคราะห์ 5) ประเมินค่า และ 6) สร้างสรรค์ (พิศิษฐ ตัณฑวณิช, 2558, หน้า 19–24) โดยแบบทดสอบเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ เพื่อคัดเลือกไว้ใช้จริง จำนวน 30 ข้อ

2.4 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สร้างขึ้นเสนอต่อ คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ พิจารณาเพื่อตรวจสอบความถูกต้อง และให้ข้อเสนอแนะ เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไขให้ถูกต้อง

2.5 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ปรับปรุงแก้ไข เสร็จแล้ว เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสม ของข้อคำถามและตัวเลือก และประเมินความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ให้ผู้เชี่ยวชาญลงความเห็นและให้คะแนน โดยมีรายละเอียด ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2560, หน้า 70)

ให้คะแนน +1 ถ้าแน่ใจว่าแบบทดสอบสอดคล้องกับ
จุดประสงค์การเรียนรู้
ให้คะแนน 0 ถ้าไม่แน่ใจว่าแบบทดสอบสอดคล้องกับ
จุดประสงค์การเรียนรู้
ให้คะแนน -1 ถ้าแน่ใจว่าแบบทดสอบไม่สอดคล้องกับ
จุดประสงค์การเรียนรู้

โดยพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้
มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 ถือว่า มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้
จากการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
กับจุดประสงค์การเรียนรู้โดยผู้เชี่ยวชาญ ได้ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 1.00 (ภาคผนวก ข)

2.6 ปรับปรุงแก้ไขแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญให้ถูกต้องและเหมาะสม แล้วนำเสนอต่อคณะกรรมการ
ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

2.7 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผ่านผู้เชี่ยวชาญ
ประเมินและปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้ (Try Out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนดงมะไฟวิทยา ซึ่งไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 32 คน

2.8 นำผลคะแนนที่ได้จากการทดลองใช้มาวิเคราะห์หาคุณภาพ
ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยหาค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r)
และค่าความเชื่อมั่นของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson) โดยใช้สูตร KR-20
มีเกณฑ์การคัดเลือก โดยเลือกข้อที่มีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.20-0.80
ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับตั้งแต่ 0.70 ขึ้นไป
(บุญชม ศรีสะอาด, 2560, หน้า 103) จากผลการวิเคราะห์ พบว่า ค่าความยาก (p)
อยู่ในช่วง 0.28-0.78 ค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ในช่วง 0.25-0.56 และค่าความเชื่อมั่น
ทั้งฉบับของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson) โดยใช้สูตร KR-20 เท่ากับ 0.96
(ภาคผนวก ข)

2.9 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผ่านเกณฑ์
จำนวน 30 ข้อ จัดพิมพ์เพื่อนำไปใช้เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

3. แบบสอบถามความพึงพอใจ

แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง งานและพลังงาน มีรายละเอียดการสร้างแบบสอบถาม ดังนี้

3.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจ และสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจชนิดมาตราส่วนประมาณค่าของลิเคิร์ต (Likert Rating Scale) 5 ระดับ ได้แก่ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด จำนวน 20 ข้อ มีการวัดความพึงพอใจทั้งหมด 4 ด้าน ได้แก่ ด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้ ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านสื่ออุปกรณ์การเรียนรู้ และด้านการวัดและประเมินผล โดยใช้เกณฑ์การตรวจให้คะแนน ดังนี้

5 คะแนน หมายถึง ความพึงพอใจมากที่สุด

4 คะแนน หมายถึง ความพึงพอใจมาก

3 คะแนน หมายถึง ความพึงพอใจปานกลาง

2 คะแนน หมายถึง ความพึงพอใจน้อย

1 คะแนน หมายถึง ความพึงพอใจน้อยที่สุด

3.2 นำแบบสอบถามความพึงพอใจที่สร้างขึ้น เสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ พิจารณาเพื่อตรวจสอบความถูกต้อง และให้ข้อเสนอแนะ เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไขให้ถูกต้อง

3.3 นำแบบสอบถามความพึงพอใจที่ปรับปรุงแก้ไขเสร็จแล้ว เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสมของข้อสอบถาม และประเมินความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ให้ผู้เชี่ยวชาญลงความเห็น และให้คะแนน โดยมีรายละเอียด ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2560, หน้า 70)

ให้คะแนน +1 ถ้าแน่ใจว่าแบบสอบถามสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

ให้คะแนน 0 ถ้าไม่แน่ใจว่าแบบสอบถามสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

ให้คะแนน -1 ถ้าแน่ใจว่าแบบสอบถามไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

โดยพิจารณาว่าดัชนีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 ถือว่า มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

3.4 นำแบบสอบถามความพึงพอใจที่แก้ไขปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญเรียบร้อยแล้ว เสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์อีกครั้ง จากนั้น นำแบบสอบถามความพึงพอใจจัดพิมพ์เพื่อนำไปเก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่กำลังศึกษาในปีการศึกษา 2565 ภาคเรียนที่ 2 โรงเรียนดงมะไฟวิทยา จำนวน 26 คน ได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. ดำเนินการขอจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ต่อสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ซึ่งได้รับเลขที่หนังสือรับรองโครงการวิจัย คือ 112/2565
2. จัดทำหนังสือขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลจาก มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนครไปยังโรงเรียนดงมะไฟวิทยา ซึ่งเป็นโรงเรียนของกลุ่มตัวอย่าง ประสานงานกับผู้บริหารโรงเรียน เพื่อกำหนดวัน เวลา ในการเก็บรวบรวมข้อมูล
3. ชี้แจงและอธิบายวิธีการเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา ให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและเพื่อเตรียมความพร้อมก่อนการจัดการเรียนรู้
4. ให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) โดยแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา 6 สถานการณ์ จำนวน 30 ข้อ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 30 ข้อ
5. ดำเนินการทดลองใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง งานและพลังงาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการจัดการเรียนรู้ด้วยตนเอง
6. เมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้ครบทุกแผนแล้ว ให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน (Post-test) โดยแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งเป็นฉบับเดียวกันกับแบบทดสอบก่อนเรียน (Pre-test)
7. ให้นักเรียนทำแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง งานและพลังงาน

8. ผู้วิจัยนำผลคะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษามาวิเคราะห์ข้อมูล สรุปผล และอภิปรายผลต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. วิเคราะห์สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของคะแนนระหว่างเรียน แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง งานและพลังงาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
2. วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง งานและพลังงาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยหาประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) และประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) ตามเกณฑ์ 80/80 ที่ตั้งไว้
3. การวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหา ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง งานและพลังงาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้สถิติทดสอบค่าทีแบบกลุ่มตัวอย่างที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test for Dependent Sample)
4. การวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง งานและพลังงาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้สถิติทดสอบค่าทีแบบกลุ่มตัวอย่างที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test for Dependent Sample)
5. การวิเคราะห์แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง งานและพลังงาน เป็นแบบสอบถามชนิดมาตราส่วนประมาณค่าของลิเคิร์ท (Likert Rating Scale) 5 ระดับ โดยการหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

สถิติที่ใช้ในการวิจัย

สถิติพื้นฐาน

สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
(บุญชม ศรีสะอาด, 2560, หน้า 122-126)

1. ร้อยละ (Percentage) เป็นสถิติที่มีความนิยมใช้มากในการวิเคราะห์ข้อมูล เป็นการเทียบความถี่หรือจำนวนที่ต้องการกับความถี่หรือจำนวนทั้งหมดที่เทียบเป็น 100 สามารถคำนวณหาร้อยละ คำนวณได้จาก

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

เมื่อ P แทน ร้อยละ

f แทน ความถี่ที่ต้องการแปลงให้เป็นร้อยละ

N แทน จำนวนความถี่ทั้งหมด

2. ค่าเฉลี่ย (Mean) เป็นหนึ่งในการวัดแนวโน้มเข้าสู่ส่วนกลาง สามารถเรียกได้หลายแบบ เช่น ตัวกลางเลขคณิต คะแนนเฉลี่ย เป็นต้น คำนวณได้จาก

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

เมื่อ \bar{X} แทน ค่าเฉลี่ย

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมดในกลุ่มตัวอย่าง

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

3. ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation: S.D.) เป็นการวัดการกระจายของข้อมูล ซึ่งเป็นสถิติที่ช่วยให้ทราบถึงความแตกต่างกันหรือการแปรผันของคะแนนของกลุ่มนั้น ถ้ามีค่าสูงแสดงว่าคะแนนมีความแตกต่างกันมาก ถ้ามีค่าต่ำแสดงว่าคะแนนมีความแตกต่างกันน้อย หรือใกล้เคียงกัน คำนวณได้จาก

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

- เมื่อ S.D. แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
 $\sum X$ แทน ผลรวมทั้งหมดของคะแนน
 $\sum X^2$ แทน ผลรวมทั้งหมดของคะแนนยกกำลังสอง
 N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์หาคุณภาพของเครื่องมือ

1. ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับวัตถุประสงค์

(Item-Objective Congruence: IOC) หมายถึง ลักษณะของข้อสอบที่เป็นตัวแทนของความรู้ ตามขอบเขตของความรู้ที่กำหนดไว้เป็นเป้าหมายอย่างชัดเจน หรือเป็นตัวแทนของจุดประสงค์ของการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ คำนวณได้จาก (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2552, หน้า 239-242)

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

- เมื่อ IOC แทน ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับวัตถุประสงค์
 $\sum I$ แทน ผลรวมคะแนนการตัดสินใจของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด
 n แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2. ค่าความยาก (Difficulty: p) ของแบบทดสอบ เป็นค่าที่แสดงถึงร้อยละ หรือสัดส่วนของผู้ที่ตอบข้อนั้นถูก คำนวณได้จาก (บุญชม ศรีสะอาด, 2560, หน้า 97)

$$p = \frac{Ru + RI}{2f}$$

- เมื่อ p แทน ค่าระดับความยาก
 Ru แทน จำนวนของคนกลุ่มสูงที่ตอบถูก
 RI แทน จำนวนของคนกลุ่มต่ำที่ตอบถูก
 f แทน จำนวนของคนในกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำ

3. ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination: r) ของแบบทดสอบ เป็นค่าที่แสดงถึงการจำแนกผู้สอบออกเป็นผู้รอบรู้ หรือผู้สอบผ่านกับผู้สอบไม่ผ่าน คำนวณได้จาก (บุญชม ศรีสะอาด, 2560, หน้า 98)

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

- เมื่อ r แทน ค่าอำนาจจำแนก
 R_u แทน จำนวนของคนกลุ่มสูงที่ตอบถูก
 R_l แทน จำนวนของคนกลุ่มต่ำที่ตอบถูก
 f แทน จำนวนของคนในกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำ

4. ความเที่ยงตรง (Reliability: r_{tt}) หรือความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบเลือกคำตอบ ใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson) แบบทดสอบควรมีจำนวนไม่น้อยกว่า 20 ข้อ และมีลักษณะเป็นเอกพันธ์ คำนวณได้จาก (บุญชม ศรีสะอาด, 2560, หน้า 103-104)

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

- เมื่อ r_{tt} แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
 k แทน จำนวนข้อของแบบทดสอบ
 p แทน สัดส่วนของผู้ที่ตอบถูกในข้อหนึ่ง ๆ เท่ากับ $\frac{R}{N}$
 เมื่อ R แทน จำนวนของคนที่ตอบข้อนั้นถูก
 และ N แทน จำนวนของคนที่ทำแบบทดสอบ
 q แทน สัดส่วนของผู้ที่ตอบผิดในข้อหนึ่ง ๆ เท่ากับ $1 - p$
 S^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนรวม

สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

1. การทดสอบสมมติฐานข้อที่ 1 เพื่อหาประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา คำนวณได้จาก (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2556, หน้า 10-11)

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

- เมื่อ E_1 คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการ
 $\sum X$ คือ ผลรวมของคะแนนจากการทำกิจกรรม
 ใบบัณฑิต ชี้งาน และแบบทดสอบหลังเรียน
 ของแผนการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนทุกคน

- A คือ คะแนนเต็มของการทำกิจกรรม ใบกิจกรรม ชิ้นงาน
และแบบทดสอบหลังเรียนของแผนการจัดการเรียนรู้
- N คือ จำนวนนักเรียน

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

- เมื่อ E_2 คือ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์
- $\sum F$ คือ ผลรวมของคะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถ
ในการแก้ปัญหา และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนของนักเรียนทุกคน
- B คือ คะแนนเต็มของแบบทดสอบ
- N คือ จำนวนนักเรียน

2. การทดสอบสมมติฐานข้อที่ 2 และ 3 เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบ
แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้สถิติทดสอบค่าที่แบบกลุ่มตัวอย่าง
ที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test for Dependent Sample) เนื่องจากได้ผลการวัดจาก
กลุ่มตัวอย่างเดิม 2 ค่า คำนวณได้จาก (บุญชม ศรีสะอาด, 2560, หน้า 133)

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

- เมื่อ t คือ ค่าสถิติที่ใช้เปรียบเทียบกับค่าวิกฤต
เพื่อทราบความมีนัยสำคัญ
- D คือ ค่าผลต่างระหว่างคู่คะแนน
- n คือ จำนวนกลุ่มตัวอย่างหรือจำนวนคู่คะแนน

3. การทดสอบสมมติฐานข้อที่ 4 โดยหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบน
มาตรฐานของแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ต่อการจัดการ
เรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง งานและพลังงาน แล้วนำค่าเฉลี่ยมาเทียบกับเกณฑ์
การประเมินแบบสอบถามความพึงพอใจชนิดมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale)
5 ระดับ ดังนี้ (ภณิดา ชัยปัญญา, 2541, หน้า 11)

ค่าเฉลี่ย 4.51–5.00 หมายถึง ความพึงพอใจมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.51–4.50 หมายถึง ความพึงพอใจมาก

ค่าเฉลี่ย 2.51–3.50 หมายถึง ความพึงพอใจปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.51–2.50 หมายถึง ความพึงพอใจน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00–1.50 หมายถึง ความพึงพอใจน้อยที่สุด

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการวิจัย เรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาในสถานการณ์การแพร่ระบาดโควิด-19 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง งานและพลังงาน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา ซึ่งมีการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังต่อไปนี้

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล
2. การวิเคราะห์ข้อมูล
 - 2.1 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ
 - 2.2 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ
3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล
 - 3.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ
 - 3.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลจากการวิจัย ผู้วิจัยได้กำหนดความหมายของสัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

- | | |
|-----------|---|
| N | แทน จำนวนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง |
| \bar{X} | แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนน |
| S.D. | แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน |
| E_1 | แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา |
| E_2 | แทน ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ที่เกิดจากการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา |
| D | แทน ผลต่างของคะแนนระหว่างคะแนนก่อนเรียนกับหลังเรียน |

ΣD^2	แทน ผลรวมของผลต่างผลต่างของคู่คะแนนระหว่างคะแนน ก่อนเรียนกับหลังเรียน
t	แทน สถิติทดสอบค่าที่ใช้ในการเปรียบเทียบกับค่าวิกฤต เพื่อตรวจสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติ
df	แทน ระดับขั้นของความเป็นอิสระ (Degree of Freedom)
**	แทน ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

1. วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้
แบบสเต็มศึกษา เรื่อง งานและพลังงาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
ตามเกณฑ์ 80/80
2. เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง งานและพลังงาน ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการจัดการเรียนรู้
แบบสเต็มศึกษา
3. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 4 เรื่อง งานและพลังงาน ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการจัดการเรียนรู้
แบบสเต็มศึกษา
4. ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
ต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง งานและพลังงาน

การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล
โดยวิธีการที่หลากหลาย ได้แก่ การสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน การสัมภาษณ์
การซักถาม และการตรวจผลงาน ชิ้นงานของนักเรียน ซึ่งดำเนินการในระหว่างเรียน
และหลังเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง งานและพลังงาน
ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

1. วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง งานและพลังงาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามเกณฑ์ 80/80

ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง งานและพลังงาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 โดยหาค่า E_1/E_2 เพื่อทดสอบสมมติฐานของการวิจัยข้อที่ 1 ดังตาราง 6-8

ตาราง 6 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) ของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง งานและพลังงาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

แผนการจัดการเรียนรู้	N	คะแนน	\bar{X}	S.D.	ร้อยละ
แผนที่ 1 งานและกำลัง	26	20	16.50	0.51	82.50
แผนที่ 2 พลังงานจลน์	26	20	15.92	0.27	79.60
แผนที่ 3 พลังงานศักย์โน้มถ่วง	26	20	16.23	0.82	81.15
แผนที่ 4 พลังงานศักย์ยืดหยุ่น	26	20	16.58	0.58	82.90
แผนที่ 5 การอนุรักษ์พลังงานกล	26	20	16.19	0.40	80.95
แผนที่ 6 เครื่องกล	26	20	16.35	0.49	81.75
รวม		120	97.77	2.08	81.48

จากตาราง 6 ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) จากการทำกิจกรรมใบกิจกรรม ชิ้นงาน และแบบทดสอบหลังเรียนของแผนการจัดการเรียนรู้ พบว่ามีค่าเฉลี่ยของคะแนนเท่ากับ 97.77 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 2.08 คิดเป็นร้อยละ 81.48

ตาราง 7 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E₂) ของแผนการจัดการเรียนรู้
แบบสเต็มศึกษา เรื่อง งานและพลังงาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

แบบทดสอบ	N	คะแนน	\bar{X}	S.D.	ร้อยละ
แบบทดสอบวัดความสามารถ ในการแก้ปัญหา	26	30	23.58	2.79	78.60
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน	26	30	24.58	2.21	81.93
รวม		60	48.16	4.84	80.27

จากตาราง 7 ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E₂) จากการทำแบบทดสอบวัด
ความสามารถในการแก้ปัญหา และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่า
มีค่าเฉลี่ยของคะแนน เท่ากับ 48.16 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 4.84
คิดเป็นร้อยละ 80.27

ตาราง 8 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพ (E₁/E₂) ของแผนการจัดการเรียนรู้
แบบสเต็มศึกษา เรื่อง งานและพลังงาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ประสิทธิภาพ	N	คะแนน	\bar{X}	S.D.	ร้อยละ
ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E ₁)	26	120	97.77	2.08	81.48
ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E ₂)	26	60	48.16	4.84	80.27
$E_1/E_2 = 81.48/80.27$					

จากตาราง 8 พบว่า ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E₁) คิดเป็นร้อยละ
81.48 และประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E₂) คิดเป็นร้อยละ 80.27 แสดงว่า ประสิทธิภาพ
ของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง งานและพลังงาน ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีประสิทธิภาพ เท่ากับ 81.48/80.27
ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้

2. เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง งานและพลังงาน ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา

ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง งานและพลังงาน ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา โดยใช้สถิติทดสอบค่าทีแบบกลุ่มตัวอย่างที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test for Dependent Sample) เพื่อทดสอบสมมติฐานของการวิจัยข้อที่ 2 ดังตาราง 9

ตาราง 9 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน

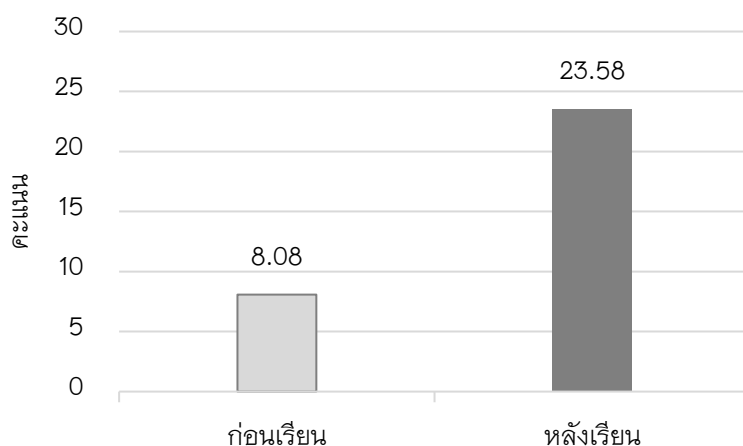
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง งานและพลังงาน ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา

ความสามารถในการแก้ปัญหา	N	คะแนน	\bar{X}	S.D.	ร้อยละ	t-test
ก่อนเรียน	26	30	8.08	2.38	26.93	19.95**
หลังเรียน	26	30	23.58	2.79	78.60	

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

(ค่าวิกฤตของ t ที่ระดับ .01, df = 25, t = 2.49)

จากตาราง 9 พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน มีค่าเฉลี่ยของคะแนน เท่ากับ 8.08 และ 23.58 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาค่า t จากการคำนวณ เท่ากับ 19.95 และค่าวิกฤตของ t จากตาราง เท่ากับ 2.49 ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สรุปได้ว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง งานและพลังงาน มีความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 มีการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ดังภาพประกอบ 5



ภาพประกอบ 5 ค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหา
ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

ผลการเปรียบเทียบคะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา
ของนักเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยพิจารณากระบวนการแก้ปัญหา 5 ขั้นตอน คือ
1) การระบุปัญหา 2) การวิเคราะห์ปัญหา 3) การวางแผนการแก้ปัญหา 4) การดำเนินการ
แก้ปัญหา และ 5) การเมินผลการแก้ปัญหา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง งาน
และพลังงาน ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา ดังตาราง 10

ตาราง 10 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน
ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยพิจารณากระบวนการแก้ปัญหา 5 ขั้นตอน

ความสามารถ ในการแก้ปัญหา	คะแนน	ก่อนเรียน			หลังเรียน			D	t-test
		\bar{X}	S.D.	ร้อยละ	\bar{X}	S.D.	ร้อยละ		
1. การระบุปัญหา	6	1.73	1.34	28.83	4.96	0.92	82.67	84	10.25**
2. การวิเคราะห์ ปัญหา	6	1.65	1.02	27.50	4.92	0.93	82.00	85	18.14**
3. การวางแผน การแก้ปัญหา	6	1.62	1.10	27.00	4.46	1.03	74.33	74	9.58**

ตาราง 10 (ต่อ)

ความสามารถในการแก้ปัญหา	คะแนน	ก่อนเรียน			หลังเรียน			D	t-test
		\bar{X}	S.D.	ร้อยละ	\bar{X}	S.D.	ร้อยละ		
4. การดำเนินการแก้ปัญหา	6	1.50	1.07	25.00	4.50	0.81	75.00	78	11.53**
5. การประเมินผล การแก้ปัญหา	6	1.58	1.30	26.33	4.73	1.04	78.83	82	10.43**
รวม	30	8.08	2.38	26.93	23.58	2.79	78.60	403	19.95**

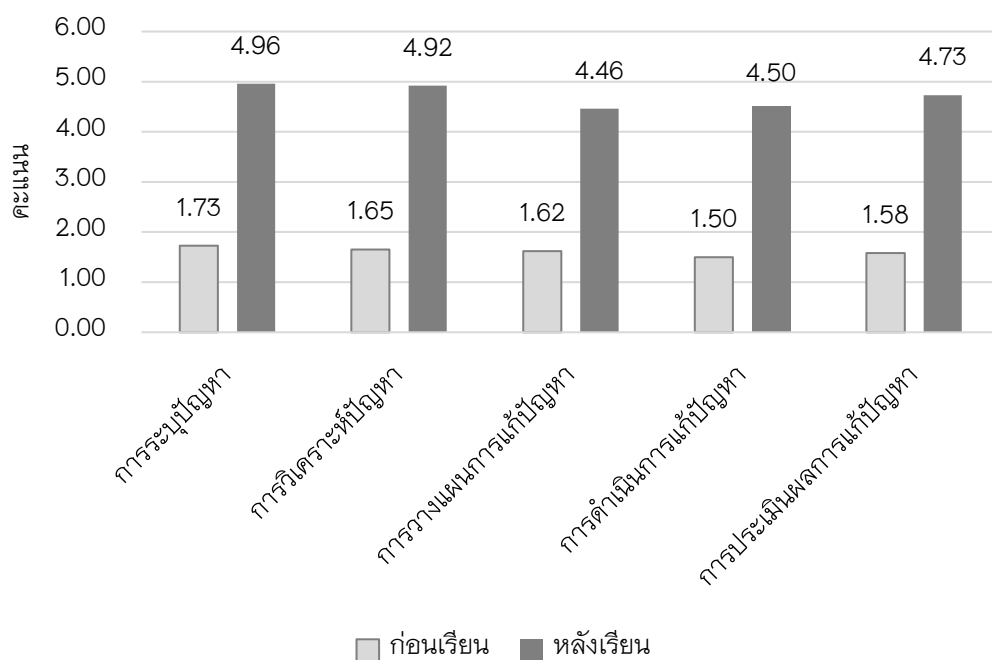
** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

(ค่าวิกฤตของ t ที่ระดับ .01, df = 25, t = 2.49)

จากตาราง 10 พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน โดยพิจารณากระบวนการแก้ปัญหา 5 ขั้นตอน ในแต่ละขั้นตอน มีค่า t จากการคำนวณ เท่ากับ 10.25, 18.14, 9.58, 11.53, และ 10.43 และค่าวิกฤตของ t จากตาราง เท่ากับ 2.49 ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สรุปได้ว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง งานและพลังงาน มีความสามารถในการแก้ปัญหา โดยพิจารณากระบวนการแก้ปัญหา 5 ขั้นตอน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน โดยพิจารณากระบวนการแก้ปัญหา 5 ขั้นตอน ดังภาพประกอบ 6

3. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง งานและพลังงาน ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา

ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง งานและพลังงาน ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา โดยใช้สถิติทดสอบค่าทีแบบกลุ่มตัวอย่างที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test for Dependent Sample) เพื่อทดสอบสมมติฐานของการวิจัยข้อที่ 3 ดังตาราง 11



ภาพประกอบ 6 ค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน
ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยพิจารณากระบวนการแก้ปัญหา 5 ขั้นตอน

ตาราง 11 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
เรื่อง งานและพลังงาน ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการจัดการเรียนรู้
แบบสเต็มศึกษา

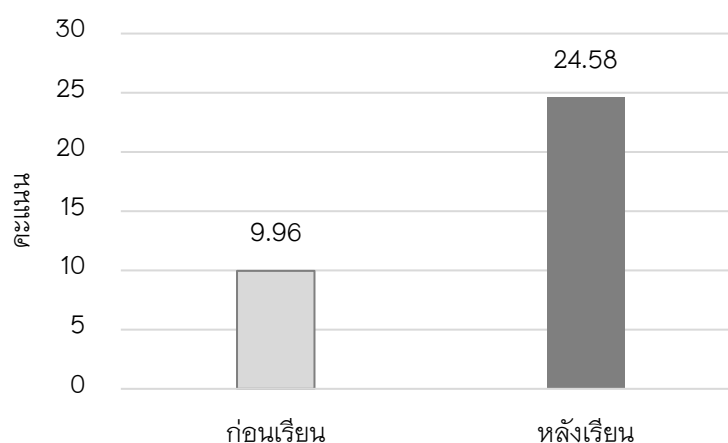
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	N	คะแนน	\bar{X}	S.D.	ร้อยละ	t-test
ก่อนเรียน	26	30	9.96	2.71	33.20	26.88**
หลังเรียน	26	30	24.58	2.21	81.93	

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

(ค่าวิกฤตของ t ที่ระดับ .01, df = 25, t = 2.49)

จากตาราง 11 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ก่อนเรียน และหลังเรียน มีค่าเฉลี่ยของคะแนน เท่ากับ 9.96 และ 24.58 ตามลำดับ เมื่อพิจารณา ค่า t จากการคำนวณ เท่ากับ 26.88 และค่าวิกฤตของ t จากตาราง เท่ากับ 2.49

ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สรุปได้ว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง งานและพลังงาน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 มีการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียน ดังภาพประกอบ 7



ภาพประกอบ 7 ค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียน

4. ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง งานและพลังงาน

ผลการวิเคราะห์เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง งานและพลังงาน โดยการหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เพื่อทดสอบสมมติฐานของการวิจัยข้อที่ 4 ดังตาราง 12

ตาราง 12 ผลการวิเคราะห์การศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
ต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง งานและพลังงาน

ข้อที่	รายการ	\bar{X}	S.D.	ระดับ ความพึงพอใจ
ด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้				
1	เนื้อหาสาระการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับ จุดประสงค์และผลการเรียนรู้	4.73	0.45	มากที่สุด
2	เนื้อหาสาระในแต่ละเรื่องทำให้นักเรียน สามารถนำความรู้ไปใช้ในการพัฒนา ความสามารถในการแก้ปัญหาได้	4.65	0.56	มากที่สุด
3	เนื้อหาสาระในแต่ละเรื่องทำให้นักเรียน มีความรู้ความเข้าใจและเกิดทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์	4.65	0.56	มากที่สุด
4	เนื้อหาสาระในแต่ละเรื่องมีความถูกต้อง และเหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้	4.65	0.63	มากที่สุด
5	เนื้อหาสาระในแต่ละเรื่องมีความเหมาะสม กับเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้	4.62	0.57	มากที่สุด
เฉลี่ยรายด้าน		4.66	0.56	มากที่สุด
ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้				
6	กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนแสวงหา ความรู้ด้วยตนเอง	4.65	0.56	มากที่สุด
7	กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียน ฝึกความสามารถในการแก้ปัญหา	4.73	0.53	มากที่สุด
8	กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียน ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	4.73	0.53	มากที่สุด
9	กิจกรรมการเรียนรู้กระตุ้นให้นักเรียนได้คิด และลงมือปฏิบัติอย่างเป็นขั้นตอน	4.69	0.55	มากที่สุด

ตาราง 12 (ต่อ)

ข้อที่	รายการ	\bar{X}	S.D.	ระดับ ความพึงพอใจ
ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้				
10	ระยะเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มีความเหมาะสม	4.58	0.64	มากที่สุด
เฉลี่ยรายด้าน		4.68	0.56	มากที่สุด
ด้านสื่อและอุปกรณ์การเรียนรู้				
11	สื่อและอุปกรณ์การเรียนรู้มีความสอดคล้อง กับเนื้อหาสาระการเรียนรู้	4.69	0.55	มากที่สุด
12	สื่อและอุปกรณ์การเรียนรู้มีความสอดคล้อง กับกิจกรรมการเรียนรู้	4.65	0.63	มากที่สุด
13	สื่อและอุปกรณ์การเรียนรู้มีความเหมาะสม กับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	4.77	0.59	มากที่สุด
14	สื่อและอุปกรณ์การเรียนรู้กระตุ้นให้นักเรียน เกิดความสนใจ	4.81	0.49	มากที่สุด
15	สื่อและอุปกรณ์การเรียนรู้เพียงพอ ต่อการจัดการเรียนรู้	4.62	0.64	มากที่สุด
เฉลี่ยรายด้าน		4.71	0.58	มากที่สุด
ด้านการวัดและประเมินผลการเรียนรู้				
16	การวัดผลและประเมินผลสอดคล้องกับ จุดประสงค์การเรียนรู้	4.77	0.43	มากที่สุด
17	การวัดผลและประเมินผลตรงตามเนื้อหา สาระการเรียนรู้	4.77	0.51	มากที่สุด
18	การวัดผลและประเมินผลครอบคลุม พฤติกรรมการณ์การเรียนรู้ของนักเรียน ในด้านพุทธิพิสัย ด้านทักษะพิสัย และด้านจิตพิสัย	4.69	0.62	มากที่สุด

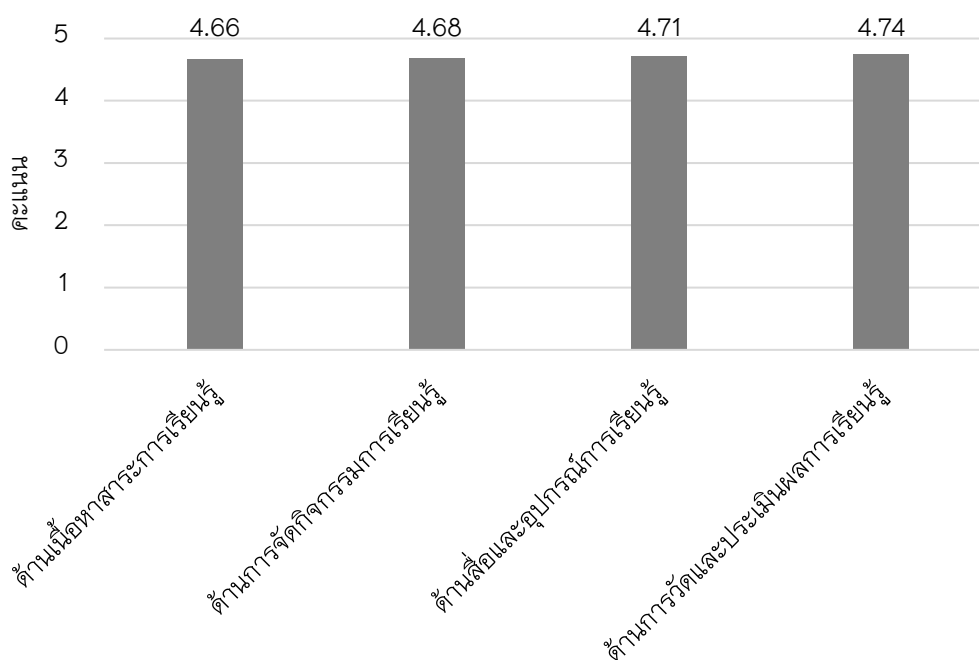
ตาราง 12 (ต่อ)

ข้อที่	รายการ	\bar{X}	S.D.	ระดับ ความพึงพอใจ
ด้านการวัดและประเมินผลการเรียนรู้				
19	การวัดผลและประเมินผลมีความชัดเจน เป็นไปตามระเบียบ กฎเกณฑ์และข้อตกลง ที่กำหนดไว้	4.81	0.40	มากที่สุด
20	มีการกำหนดเกณฑ์ประเมินผลไว้ชัดเจน เข้าใจง่าย สามารถนำไปใช้ได้	4.73	0.45	มากที่สุด
เฉลี่ยรายด้าน		4.74	0.48	มากที่สุด
เฉลี่ยรวมทุกด้าน		4.70	0.54	มากที่สุด

จากตาราง 12 พบว่า ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง งานและพลังงาน มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.70 โดยรวมอยู่ในระดับความพึงพอใจมากที่สุด และเมื่อพิจารณาความพึงพอใจรายด้าน สามารถเรียงลำดับจากค่าเฉลี่ยมากไปน้อย ดังนี้

1. ด้านการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.74
อยู่ในระดับความพึงพอใจมากที่สุด
2. ด้านสื่อและอุปกรณ์การเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.71
อยู่ในระดับความพึงพอใจมากที่สุด
3. ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.68
อยู่ในระดับความพึงพอใจมากที่สุด
4. ด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.66
อยู่ในระดับความพึงพอใจมากที่สุด

สรุปได้ว่า ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง งานและพลังงาน อยู่ในระดับความพึงพอใจมากที่สุด มีการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความพึงพอใจรายด้านของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา ดังภาพประกอบ 8



ภาพประกอบ 8 ค่าเฉลี่ยความพึงพอใจรายด้านของนักเรียน
ต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงคุณภาพ ได้แก่ การสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน การสัมภาษณ์ การซักถาม การตรวจผลงาน และชิ้นงานของนักเรียน ซึ่งดำเนินการในระหว่างเรียนและหลังเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง งานและพลังงาน

1. ความสามารถในการแก้ปัญหา

จากการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ ตรวจผลงาน และชิ้นงานของนักเรียน พบว่า ในระหว่างการจัดการเรียนรู้ นักเรียนทุกคนให้ความสนใจเป็นอย่างมาก เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ถูกออกแบบมาเพื่อฝึกฝนและพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน มีสถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับโควิด-19 ให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าและเชื่อมโยงความรู้เพื่อใช้ในการแก้ปัญหา ในช่วงแรกเป็นช่วงปรับตัวกับกระบวนการแก้ปัญหา นักเรียนส่วนใหญ่ยังไม่สามารถระบุปัญหา และวิเคราะห์ปัญหาได้ ทำให้ไม่สามารถแก้ปัญหาจากสถานการณ์ได้ แต่เมื่อทำการจัดการเรียนรู้ไปได้สักระยะหนึ่ง นักเรียนเกิดการเรียนรู้จากการลงมือ

ปฏิบัติจริง เข้าใจถึงปัญหาและสาเหตุของปัญหา สามารถวางแผนและออกแบบวิธีการแก้ปัญหา นำไปสู่การดำเนินการแก้ปัญหา และประเมินผลการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

จากการสัมภาษณ์ และซักถามนักเรียน เมื่อได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง งานและพลังงาน เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา ในสถานการณ์โควิด-19 มีตัวอย่างการสัมภาษณ์นักเรียน ดังนี้

“หนูชอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในลักษณะแบบนี้มากเลยคะ เพราะทำให้พวกหนูได้ทำงานเป็นกลุ่มและได้สร้างสรรค์ชิ้นงานเพื่อแก้ปัญหาโควิด-19”

“ผมชอบวิธีการเรียนรู้แบบลงมือปฏิบัติจริงแบบนี้มาก ๆ ครับ ทำให้ได้คิดหาวิธีแก้ปัญหา วางแผน ออกแบบชิ้นงาน และสร้างชิ้นงานขึ้นมาจริง ๆ เพื่อใช้ในการแก้ปัญหา”

“หนูชอบการเชื่อมโยงความรู้ทางฟิสิกส์และวิชาอื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาโควิด-19 มากเลยคะ ทำให้สามารถแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง และเป็นขั้นตอน”

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

จากการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ ตรวจผลงาน และชิ้นงานของนักเรียน พบว่า หลังจากการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง งานและพลังงาน นักเรียนได้ฝึกการคิดและเรียนรู้ผ่านการลงมือปฏิบัติจริง มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา ทำให้เกิดความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาสาระการเรียนรู้ได้เป็นอย่างดี สามารถนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นได้อย่างถูกต้อง

จากการสัมภาษณ์ และซักถามนักเรียน เมื่อได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง งานและพลังงาน เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีตัวอย่างการสัมภาษณ์นักเรียน ดังนี้

“การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา ทำให้ผมเข้าใจเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน ได้ง่ายขึ้น เพราะมีการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหา กับสถานการณ์จริงที่เกี่ยวข้องกับโควิด-19”

“กิจกรรมการเรียนรู้ทำให้หนูเข้าใจเนื้อหาได้ดีมากค่ะ เพราะในแต่ละกิจกรรมมีการออกแบบและสร้างชิ้นงานเพื่อแก้ปัญหาต่าง ๆ ทำให้เชื่อมโยงกับความรู้ทางฟิสิกส์เรื่องนั้น ๆ ได้”

“ผมเข้าใจและจำจดเนื้อหาได้ดีขึ้นจากการทำกิจกรรม มีการทดสอบชิ้นงานด้วยหลักการทางฟิสิกส์ ซึ่งเป็นการนำสูตรการคำนวณมาใช้กับสถานการณ์จริง”

3. ความพึงพอใจของนักเรียน

จากการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน พบว่า ในระหว่างการจัดการเรียนรู้ นักเรียนทุกคนมีความสนใจในเนื้อหาสาระการเรียนรู้เป็นอย่างมาก ให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรม มีความมุ่งมั่นตั้งใจในการทำงาน นอกจากนี้กิจกรรมการเรียนรู้กระตุ้นให้นักเรียนได้ฝึกการแก้ปัญหาและสร้างสรรค์ชิ้นงาน เพิ่มความท้าทายให้กับนักเรียน ทำให้นักเรียนได้เรียนรู้อย่างสนุกสนานกับกิจกรรมการเรียนรู้ มีตัวอย่างการสัมภาษณ์นักเรียน ดังนี้

“หนูชอบการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษามากเลยคะ เพราะได้ออกแบบและสร้างชิ้นงาน ได้วาดรูป ระบายสี รู้สึกตื่นเต้นทุกครั้งที่ได้ทำกิจกรรมคะ”

“ผมรู้สึกชอบวิชาฟิสิกส์มากขึ้นครับ จากที่เคยคิดว่ามันยากแต่พอได้เรียนแบบสเต็มศึกษา ทำให้เข้าใจเนื้อหาได้ดีขึ้นครับ”

“ผมรู้สึกตื่นเต้นและสนุกกับการทำกิจกรรมสเต็มศึกษามากครับ ไม่เคยเรียนฟิสิกส์ในลักษณะนี้มาก่อน ทำให้การเรียนฟิสิกส์ไม่น่าเบื่อ”

“หนูมีรู้สึกตื่นเต้นทุกคาบที่ได้เรียน เพราะต้องคอยลุ้นว่าวันนี้จะได้ทำกิจกรรมอะไร สถานการณ์ปัญหาเกี่ยวกับอะไร สร้างชิ้นงานอะไรเพื่อแก้ปัญหานั้น ได้เรียนรู้อย่างเป็นขั้นตอน และลงมือปฏิบัติจริง หนูชอบทุกกิจกรรมเลยคะ”

บรรยากาศในการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง งาน และพลังงาน และผลงานของนักเรียน ดังภาพประกอบ 9-20



ภาพประกอบ 9 การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1
เรื่อง งานและกำลัง (เครื่องกดเจลล้างมืออ่อนแรงลดสัมผัส)



ภาพประกอบ 10 การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2
เรื่อง พลังงานจลน์ (โดรนส่งยาจากไม้ไอศกรีม)



ภาพประกอบ 11 การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3
เรื่อง พลังงานศักย์โน้มถ่วง (รอกส่งของให้ผู้ป่วยในโรงพยาบาลสนาม)







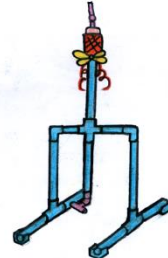

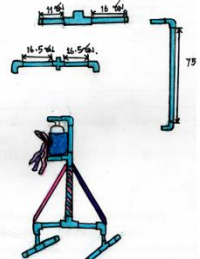

ภาพประกอบ 12 การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4
เรื่อง พลังงานศักย์ยืดหยุ่น (ยางยืดออกกำลังกายเพิ่มภูมิคุ้มกันต้านทาน
สู่โควิด-19)



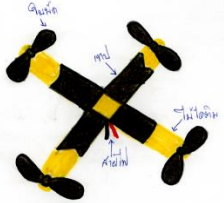

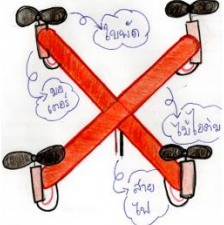

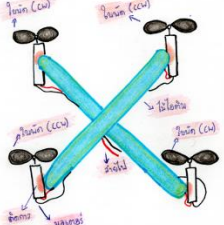



ภาพประกอบ 13 การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5
เรื่อง การอนุรักษ์พลังงานกล (ร่างเลื่อนส่งของเว็นระยะห่าง)





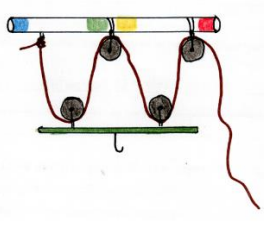

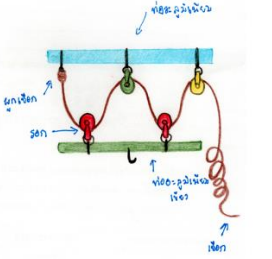

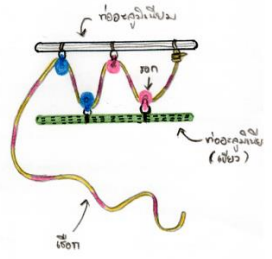
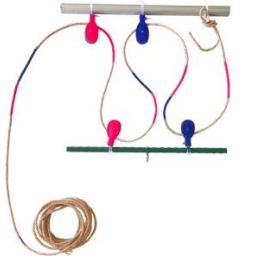
ภาพประกอบ 14 การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6
เรื่อง เครื่องกล (ถุงมือจับสิ่งของป้องกันโควิด-19)

การออกแบบวิธีการแก้ปัญหา	ชิ้นงาน
กลุ่มที่ 1	
	
กลุ่มที่ 2	
	
กลุ่มที่ 3	
	
กลุ่มที่ 4	
	

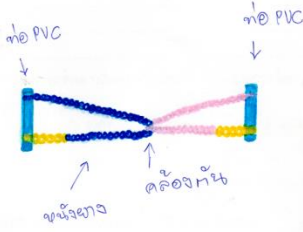

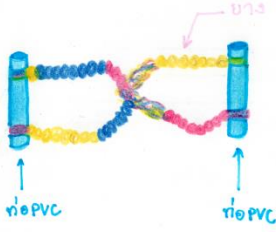

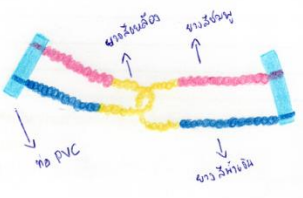

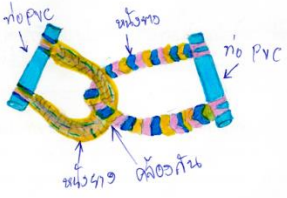

ภาพประกอบ 15 การออกแบบวิธีการแก้ปัญหาและชิ้นงานของนักเรียน
 ของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง งานและกำลัง
 (เครื่องกดเจลล้างมือผ่อนแรงลดสัมผัส)

การออกแบบวิธีการแก้ปัญหา	ชิ้นงาน
กลุ่มที่ 1	
	
กลุ่มที่ 2	
	
กลุ่มที่ 3	
	
กลุ่มที่ 4	
	

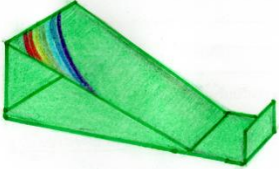

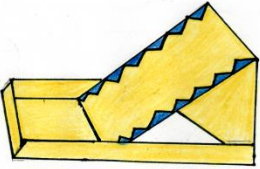

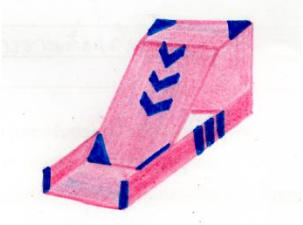

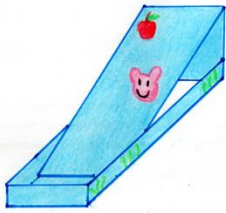

ภาพประกอบ 16 การออกแบบวิธีการแก้ปัญหาและชิ้นงานของนักเรียน
 ของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง พลังงานจลน์
 (โดรนส่งยาจากไม้ไอศกรีม)

การออกแบบวิธีการแก้ปัญหา	ชิ้นงาน
กลุ่มที่ 1	
	
กลุ่มที่ 2	
	
กลุ่มที่ 3	
	
กลุ่มที่ 4	
	

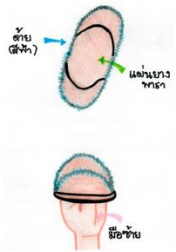





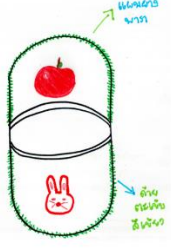

ภาพประกอบ 17 การออกแบบวิธีการแก้ปัญหาและชิ้นงานของนักเรียน
 ของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง พลังงานศักย์โน้มถ่วง
 (รอกส่งของให้ผู้ป่วยในโรงพยาบาลสนาม)

การออกแบบวิธีการแก้ปัญหา	ชิ้นงาน
กลุ่มที่ 1	
	
กลุ่มที่ 2	
	
กลุ่มที่ 3	
	
กลุ่มที่ 4	
	

ภาพประกอบ 18 การออกแบบวิธีการแก้ปัญหาและชิ้นงานของนักเรียน
 ของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง พลังงานศักย์ยืดหยุ่น
 (ยางยืดออกกำลังกายเพิ่มภูมิต้านทานสู้โควิด-19)

การออกแบบวิธีการแก้ปัญหา	ชิ้นงาน
กลุ่มที่ 1	
	
กลุ่มที่ 2	
	
กลุ่มที่ 3	
	
กลุ่มที่ 4	
	

ภาพประกอบ 19 การออกแบบวิธีการแก้ปัญหาและชิ้นงานของนักเรียน
 ของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง การอนุรักษ์พลังงานกล
 (ร่างเส้นส่งของเว้นระยะห่าง)

การออกแบบวิธีการแก้ปัญหา	ชิ้นงาน
กลุ่มที่ 1	
	
กลุ่มที่ 2	
	
กลุ่มที่ 3	
	
กลุ่มที่ 4	
	

ภาพประกอบ 20 การออกแบบวิธีการแก้ปัญหาและชิ้นงานของนักเรียน
 ของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง เครื่องกล
 (ถุงมือจับสิ่งของป้องกันโควิด-19)

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และขอเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการวิจัย เรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาในสถานการณ์การแพร่ระบาดโควิด-19 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง งานและพลังงาน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา ซึ่งมีการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังต่อไปนี้

1. ความมุ่งหมายของการวิจัย
2. สมมติฐานของการวิจัย
3. สรุปผลการวิจัย
4. อภิปรายผลการวิจัย
5. ขอเสนอแนะ

ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดความมุ่งหมายของการวิจัยไว้ ดังนี้

1. สร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง งานและพลังงาน ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80
2. เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง งานและพลังงาน ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา
3. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง งานและพลังงาน ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา
4. ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาเรื่อง งานและพลังงาน

สมมติฐานของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดสมมติฐานของการวิจัยไว้ ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง งานและพลังงาน มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80
2. ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง งานและพลังงาน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง งานและพลังงาน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
4. ความพึงพอใจของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 ต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง งานและพลังงาน อยู่ในระดับมากที่สุด

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยทำการสรุปผลการวิจัย ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง งานและพลังงาน มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 81.48/80.27 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้
2. ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง งานและพลังงาน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นอกจากนี้เมื่อพิจารณากระบวนการแก้ปัญหา 5 ขั้นตอน คือ 1) การระบุปัญหา 2) การวิเคราะห์ปัญหา 3) การวางแผนการแก้ปัญหา 4) การดำเนินการแก้ปัญหา และ 5) การประเมินผลการแก้ปัญหา พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทุกกระบวนการแก้ปัญหาทั้ง 5 ขั้นตอน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง งานและพลังงาน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
4. ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง งานและพลังงาน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.70 อยู่ในระดับมากที่สุด

อภิปรายผลการวิจัย

ผู้วิจัยได้อภิปรายผลการวิจัย เรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา ในสถานการณ์การแพร่ระบาดโควิด-19 เรื่อง งานและพลังงาน ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาไว้ ดังนี้

1. สมมติฐานข้อที่ 1 ที่ว่า “แผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง งานและพลังงาน มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80” จากผลการวิจัย พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 4 เรื่อง งานและพลังงาน มีประสิทธิภาพ เท่ากับ 81.48/80.27 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ กำหนดไว้ ทั้งนี้เนื่องจากผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา อย่างเป็นขั้นตอน โดยกระบวนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้เริ่มจากการศึกษาหลักสูตร แกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพิ่มเติม รายวิชาฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ศึกษาแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับ สเต็มศึกษา และขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา จากนั้นจัดทำคำอธิบายรายวิชา โครงสร้างรายวิชา และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ สมรรถนะสำคัญ ความสามารถในการแก้ปัญหา กิจกรรม การเรียนรู้ ภาระงาน ชิ้นงาน และการวัดและประเมินผล พร้อมทั้งศึกษาแนวคิด และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหา เพื่อใช้เป็นแนวทางในการสร้าง แผนการจัดการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา แผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นผ่านกระบวนการตรวจสอบจากคณะกรรมการ ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญ มีการปรับปรุงและพัฒนาตามคำแนะนำเพื่อให้เกิด ความถูกต้องสมบูรณ์ ผ่านการรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มีการทดลองใช้ (Try Out) กับกลุ่มที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อตรวจสอบคุณภาพและแก้ไขข้อบกพร่อง ของกิจกรรมการเรียนรู้ให้มีความเหมาะสมมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้แผนการจัดการเรียนรู้ ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ฝึกการคิดและเรียนรู้ผ่านการลงมือปฏิบัติจริง ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้า และสามารถเชื่อมโยงความรู้เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาได้ สอดคล้องกับผลการวิจัยของ พัฒมาอัสโนวี ดาเยะ และคณะ (2560, หน้า 3) พบว่า การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ไม่เน้นการท่องจำเนื้อหาสาระ แต่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ฝึกการคิด สามารถนำความรู้และประสบการณ์ที่เกิดจากการเรียนรู้ไปใช้แก้ปัญหาในการดำรงชีวิต

อีกทั้งผู้วิจัยได้ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ให้มีสถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการแพร่ระบาดของโควิด-19 ซึ่งมีความน่าสนใจเพราะเป็นเรื่องใกล้ตัวสำหรับทุกคน ทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาสาระมากขึ้นจากการแก้ปัญหาในสถานการณ์จริง มีความสุขในการเรียน มีความมุ่งมั่นตั้งใจในการทำกิจกรรม และสร้างสรรค์ชิ้นงาน สอดคล้องกับผลการวิจัยของ กาญจนา บุญภักดี (2563, หน้า 1-2) พบว่า ปัจจุบันมีการแพร่ระบาดของโควิด-19 ครูผู้สอนต้องทำการออกแบบการเรียนรู้ให้ง่ายต่อการศึกษา มีความสอดคล้องกับความสนใจของผู้เรียน และมีความสัมพันธ์กับชีวิตจริง ผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาได้ ทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างสนุกสนาน ไม่น่าเบื่อ และจัดบรรยากาศที่เอื้อต่อการเรียนร่วมกัน สอดคล้องกับผลการวิจัยของ ธนวรรณ ศรีวิบูลย์รัตน์ และอังคณา อ่อนธานี (2562, หน้า 205) ได้ศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดแก้ปัญหา เรื่อง งานและพลังงาน วิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า สะเต็มศึกษามุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงมากที่สุด เปิดโอกาสให้ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง เพื่อให้เกิดทักษะ กระบวนการเรียนรู้ และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตจริง มีประสิทธิภาพ เท่ากับ 79.06/78.47 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ 75/75 นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับผลการวิจัยของ มินกาญจน์ แจ่มพงษ์ และนพดล พรามณี (2560, หน้า 90) ได้ศึกษาการพัฒนาชุดฝึกทักษะแบบสเต็มศึกษา โดยสร้างสรรค์ชิ้นงาน เรื่อง พลังงานรอบตัวเรา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 พบว่า สเต็มศึกษาช่วยส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาของผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเองอย่างอิสระเพื่อสร้างสรรค์ชิ้นงานด้วยวิธีการที่เหมาะสม มีประสิทธิภาพ เท่ากับ 80.76/81.54 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด คือ 80/80

2. สมมติฐานข้อที่ 2 ที่ว่า “ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง งานและพลังงาน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน” จากผลการวิจัย พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง งานและพลังงาน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เมื่อพิจารณากระบวนการแก้ปัญหา 5 ขั้นตอน มีค่าเฉลี่ยของคะแนนเรียงจากมากไปน้อย คือ การระบุปัญหา เท่ากับ 4.96 คะแนน การวิเคราะห์ปัญหา เท่ากับ 4.92 คะแนน การประเมินผลการแก้ปัญหา

เท่ากับ 4.73 คะแนน การดำเนินการแก้ปัญหา เท่ากับ 4.50 คะแนน และการวางแผน การแก้ปัญหา เท่ากับ 4.46 คะแนน โดยค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหา ทุกกระบวนการแก้ปัญหาทั้ง 5 ขั้นตอน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ .01 ทั้งนี้เนื่องจากผู้วิจัยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของผู้เรียน โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านกระบวนการ ออกแบบเชิงวิศวกรรม เพื่อให้ผู้เรียนได้สร้างสรรค์ชิ้นงานหรือวิธีการแก้ปัญหา จากสถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19 ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ฝึกการระบุปัญหา วิเคราะห์ ปัญหา วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา และประเมินผลจากการแก้ปัญหาได้ ทำให้ผู้เรียน สามารถแก้ปัญหาได้อย่างเป็นระบบ เมื่อพิจารณากระบวนการแก้ปัญหา 5 ขั้นตอน พบว่า ผู้เรียนมีการระบุปัญหาและวิเคราะห์ปัญหาจากการสถานการณ์ปัญหาได้เป็นอย่างดี ซึ่งมีค่าเฉลี่ยสูงสุดและใกล้เคียงกัน เท่ากับ 4.96 และ 4.92 ตามลำดับ เนื่องจาก การระบุปัญหาเป็นหนึ่งในขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา ส่งเสริมให้ผู้เรียน สามารถรับรู้และเข้าใจถึงปัญหาที่เกิดขึ้น รวมถึงสาเหตุที่ก่อให้เกิดปัญหาของสถานการณ์ ปัญหานั้น อีกทั้งผู้เรียนสามารถตรวจสอบการแก้ปัญหาเพื่อประเมินผลความสำเร็จ ของการแก้ปัญหา มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.73 โดยผู้เรียนสามารถพิจารณาข้อมูลที่ได้จาก การระบุปัญหาและวิเคราะห์ปัญหา ทำให้ผู้เรียนทราบถึงความเป็นไปได้ของการแก้ปัญหา ว่ามีความถูกต้องและเหมาะสมหรือไม่ นอกจากนี้การวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา ของผู้เรียน มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดและใกล้เคียงกัน เท่ากับ 4.46 และ 4.50 ตามลำดับ เนื่องจากการวางแผนการแก้ปัญหาผู้เรียนจำเป็นต้องอาศัยหลักการ กฎ และทฤษฎี ทางฟิสิกส์และความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมด้วย เพื่อใช้ในการกำหนดวิธีการแก้ปัญหา โดยมีความสอดคล้องกับปัญหาและสาเหตุของปัญหา ซึ่งผู้เรียนมีพื้นฐานเกี่ยวกับการ แก่สมการทางคณิตศาสตร์ที่น้อย ทำให้ไม่สามารถจัดรูปสมการเพื่อหาค่าที่ต้องการได้ ถูกต้องเท่าที่ควร ส่งผลให้การดำเนินการแก้ปัญหาของผู้เรียนผิดพลาดตามไปด้วย จะเห็นได้ว่า การวางแผนและการดำเนินการแก้ปัญหามีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน สอดคล้องกับผลการวิจัยของ ศิรินทร สีจันทิก, มิ่งขวัญ ภาคสัจไชย และกรวลัย พันธุ์แพ (2565, หน้า 27) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาที่มีต่อทักษะ การแก้ปัญหา เรื่อง ธาตุและสารประกอบ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาสามารถพัฒนาทักษะในการแก้ปัญหาได้ เนื่องจาก กระบวนการแก้ปัญหาได้แทรกอยู่ในขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา นอกจากนี้

ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้กำหนดสถานการณ์ เพื่อให้ผู้เรียนได้แก้ปัญหา
 อย่างเป็นลำดับขั้นตอน ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และทักษะการแก้ปัญหาของผู้เรียน
 ถูกพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้ทักษะการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับผลการวิจัยของ สุชาติพิทย์ ชาวทอง
 (2564, หน้า 142) ได้ศึกษาการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน
 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยการให้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิด
 แบบสะเต็มศึกษา พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่า
 ก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เนื่องจากมีออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้
 โดยกำหนดสถานการณ์เกี่ยวข้องกับปัญหาในชีวิตประจำวัน มีการจัดกระบวนการเรียนรู้
 อย่างเป็นขั้นตอน ทำให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์
 ที่กำหนดได้ นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับผลการวิจัยของ ธนวรรธณ์ ศรีวิบูลย์รัตน์
 และอังคณา อ่อนธานี (2562, หน้า 205) พบว่า ผลการเปรียบเทียบความสามารถ
 ในการคิดแก้ปัญหา เรื่อง งานและพลังงาน รายวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
 ปีที่ 4 หลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาสูงกว่าก่อนเรียน
 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เนื่องจากกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษา
 เป็นการบูรณาการ 4 กลุ่มสาระวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์
 และวิชาคณิตศาสตร์ มุ่งเน้นให้ผู้เรียนเชื่อมโยงความรู้เพื่อใช้ในการแก้ปัญหา
 โดยอาศัยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ผู้เรียนทำความเข้าใจกับปัญหา
 จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา นำความรู้
 ที่ได้มาประยุกต์ใช้เพื่อออกแบบวิธีการแก้ปัญหา วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา
 จากนั้นทำการทดสอบและประเมินผลการแก้ปัญหา นำไปสู่การนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา

3. สมมติฐานข้อที่ 3 ที่ว่า “ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง งานและพลังงาน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา
 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน” จากผลการวิจัย พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง งานและพลังงาน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา
 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทั้งนี้เนื่องจากผู้วิจัย
 พัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา
 ซึ่งเป็นการบูรณาการศาสตร์ 5 สาขาวิชาเข้าด้วยกัน มีศิลปะเป็นศาสตร์ที่ช่วยให้ผู้เรียน

ได้ใช้จินตนาการในการออกแบบและสร้างสรรค์ชิ้นงานหรือวิธีการแก้ปัญหา ผสมผสานกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีในการสืบค้นข้อมูล โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ผู้วิจัยได้ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ โดยกำหนดสถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวกับการแพร่ระบาดของโควิด-19 ทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและสามารถจดจำเนื้อหาสาระการเรียนรู้ได้ดีขึ้นจากการแก้ปัญหา ครูผู้สอนเป็นผู้คอยให้คำแนะนำและอำนวยความสะดวกแก่ผู้เรียน ให้การสนับสนุนความคิดและจินตนาการของผู้เรียน ส่งผลให้สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนได้ สอดคล้องกับผลการวิจัยของ Khamhaengpol et al. (2021, p. 2) พบว่า สติมศึกษามีศิลปะเป็นศาสตร์ที่ช่วยเสริมสร้างแรงบันดาลใจ ทำให้ผู้เรียนได้ใช้จินตนาการเพื่อออกแบบและนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาในชีวิตจริง และช่วยในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนได้ ผลให้ผู้เรียนมีการคิดแบบนักวิทยาศาสตร์ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ต่าง ๆ โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม สอดคล้องกับผลการวิจัยของ มัสยา บัวผัน และคณะ (2563, หน้า 218) พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 หลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สติมศึกษา สูงกว่าเกณฑ์ คิดเป็นร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เนื่องจากแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สติมศึกษา ทำให้นักเรียนได้นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม ศิลปะ และคณิตศาสตร์ มาบูรณาการเพื่อพัฒนาศักยภาพในด้านต่าง ๆ ช่วยให้ผู้เรียนจดจำความรู้ได้ดี ผ่านประสบการณ์จริง ได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง โดยมีครูคอยชี้แนะและอำนวยความสะดวก ช่วยให้นักเรียนเข้าใจถึงเนื้อหาได้รวดเร็วมากขึ้น นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับผลการวิจัยของ พัฒมาอัสไวณี และคณะ (2560, หน้า 10-11) พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสติมศึกษา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบสติมศึกษา ส่งเสริมให้นักเรียนได้เรียนรู้เนื้อหาสาระวิทยาศาสตร์จากสิ่งที่น่าสนใจและเกิดขึ้นจริง ไม่ใช่การเรียนแบบท่องจำ ทำให้นักเรียนมีแรงบันดาลใจในการเรียน ครูเป็นผู้คอยชี้แนะให้คำปรึกษา และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงออก มีบทบาทอย่างเต็มที่ ให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้าหาความรู้จากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ และเรียนรู้ผ่านการลงมือปฏิบัติจริงจากการสร้างสรรค์สิ่งประดิษฐ์หรือชิ้นงาน ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาวิชามากยิ่งขึ้น

4. สมมติฐานข้อที่ 4 ที่ว่า “ความพึงพอใจของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 ต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง งานและพลังงาน อยู่ในระดับมากที่สุด” จากผลการวิจัย พบว่า ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง งานและพลังงาน มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.70 อยู่ในระดับความพึงพอใจมากที่สุด เมื่อพิจารณาความพึงพอใจรายด้าน พบว่า มีค่าเฉลี่ยเรียงจากมากไปน้อย คือ ด้านการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ เท่ากับ 4.74 ด้านสื่อและอุปกรณ์การเรียนรู้ เท่ากับ 4.71 ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เท่ากับ 4.68 และด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้ เท่ากับ 4.66 จะเห็นว่าค่าเฉลี่ยความพึงพอใจรายด้านอยู่ในระดับมากที่สุด ทั้งนี้เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาเป็นการจัดการเรียนรู้ที่แปลกใหม่ สำหรับผู้เรียน มีกระบวนการเรียนรู้ที่เป็นขั้นตอน ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง แสวงหาความรู้ด้วยตนเอง และการทำงานร่วมกับผู้อื่น ผู้เรียนได้สร้างสรรค์ชิ้นงาน เพื่อแก้ปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการแพร่ระบาดของโควิด-19 ซึ่งเป็นสถานการณ์ที่ใกล้ตัวและมีผลกระทบต่อผู้เรียน มีสื่อและอุปกรณ์การเรียนรู้ที่น่าสนใจ เหมาะสม และเพียงพอต่อจำนวนผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนมีความตื่นตัว และกระตือรือร้นในการทำกิจกรรม ผู้เรียนมีการประสานงานและแบ่งหน้าที่การทำงาน ภายในกลุ่มอย่างชัดเจน มีรอยยิ้ม เสียงหัวเราะในระหว่างทำกิจกรรม ส่งผลให้บรรยากาศในชั้นเรียนมีความสนุกสนานและไม่น่าเบื่อ เมื่อพิจารณาความพึงพอใจรายด้าน พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจในด้านการวัดและประเมินผลการเรียนรู้สูงที่สุด อาจเนื่องมาจากผู้วิจัยมีการวัดและประเมินผลที่หลากหลาย เช่น การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหา การประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การประเมินชิ้นงาน เป็นต้น อีกทั้งมีเกณฑ์การประเมินที่ชัดเจนและเข้าใจง่าย ทำให้ผู้เรียนเกิดความท้าทายในการทำใบกิจกรรมและสร้างสรรค์ชิ้นงานเพื่อให้ได้คะแนนตามที่คาดหวังไว้ และในด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้ นักเรียนมีความพึงพอใจน้อยที่สุด อาจเกิดจากความยากของเนื้อหาสาระทางฟิสิกส์ที่มีความสัมพันธ์กับสถานการณ์ปัญหาการแพร่ระบาดของโควิด-19 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น และมีจำนวนข้อคำถามจำนวนมาก ซึ่งผู้เรียนต้องใช้เวลาพอสมควรในการศึกษาและตอบข้อคำถาม เมื่อวิเคราะห์ความพึงพอใจรายข้อ พบว่า ข้อที่ 14 สื่อและอุปกรณ์การเรียนรู้กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจ และข้อที่ 19 การวัดและประเมินผลมีความชัดเจน เป็นไปตามระเบียบ กฎเกณฑ์ และข้อตกลงที่กำหนดไว้ โดยมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.81 ซึ่งมีค่าเท่ากันทั้งสองข้อ ทั้งนี้เพราะว่าผู้วิจัยได้จัดเตรียม

สื่อและอุปกรณ์ที่มีความหลากหลาย สี สันสวยงาม เพื่อดึงดูดความสนใจ และมีการชี้แจง
 เกณฑ์ประเมินต่าง ๆ ให้ผู้เรียนทราบ ทำให้ผู้เรียนสามารถกำหนดเป้าหมายภายในกลุ่ม
 และเกิดความตั้งใจในการทำกิจกรรม และข้อที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ ข้อที่ 10
 ระยะเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.58 ทั้งนี้เพราะ
 การดำเนินกิจกรรมมีหลายขั้นตอน ซึ่งแต่ละขั้นตอนต้องใช้เวลาานาน เช่น ขั้นรวบรวมข้อมูล
 และแนวคิดที่เกี่ยวข้อง ขั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา เป็นต้น ขั้นตอนดังกล่าว
 ผู้เรียนต้องใช้ความคิดและทักษะต่าง ๆ เพื่อรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการแก้ปัญหาและนำไปสู่
 การสร้างสรรค์ชิ้นงานให้สำเร็จ สอดคล้องกับผลการวิจัยของ พัทมาอัสไวณี และคณะ
 (2560, หน้า 12) พบว่า ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา
 มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.70 ซึ่งอยู่ในระดับมากที่สุด เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา
 ส่งเสริมให้นักเรียนมีการวางแผนและออกแบบวิธีการแก้ปัญหา ได้ลงมือปฏิบัติจริง
 สามารถนำความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวัน ส่งผลให้
 นักเรียนมีความตั้งใจในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์มากขึ้น รวมถึงมีเจตคติที่ดีต่อวิชา
 วิทยาศาสตร์ นักเรียนมีความภาคภูมิใจและตระหนักในคุณค่าของตนเองและมีความสุข
 ในการเรียน และสอดคล้องกับผลการวิจัยของ พงศธร บุญชู, ศิริรัตน์ เพชรประภัสสร
 และบรรณรักษ์ คัมภักษา (2565, หน้า 120) พบว่า กิจกรรมการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา
 สอดคล้องกับความต้องการและความสนใจของผู้เรียน ผู้เรียนได้เรียนรู้เชิงรุก
 ได้ลงมือปฏิบัติ เพื่อสร้างสรรค์ชิ้นงานที่แสดงออกถึงทักษะทางศิลปะและการออกแบบ
 ช่วยดึงดูดผู้เรียนให้เข้ามาเป็นศูนย์กลางของการเรียนรู้ได้ ทำให้ผู้เรียนรู้สึกสนุกสนาน
 และมีความกระตือรือร้นในการทำกิจกรรม

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

1. ครูผู้สอนควรมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการและขั้นตอน
 การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาเป็นอย่างดี มีการวางแผนสำหรับการจัดกิจกรรม
 การเรียนรู้ เพื่อให้เกิดความพร้อมและเหมาะสมกับปัจจัยต่าง ๆ ได้แก่ เนื้อหาสาระ
 การเรียนรู้ รูปแบบของกิจกรรมการเรียนรู้ วัสดุ อุปกรณ์ เวลา และสถานที่
 ในการจัดการเรียนรู้

2. ในการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา ครูผู้สอนควรเตรียมความพร้อมของนักเรียน โดยการชี้แจงรูปแบบและขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เพื่อให้ให้นักเรียนเกิดความเข้าใจ และสามารถทำกิจกรรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3. การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา มุ่งเน้นให้นักเรียนได้ฝึกการคิด และเรียนรู้ผ่านการลงมือปฏิบัติจริง ศึกษาค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์ที่กำหนด ส่งผลให้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ต้องใช้เวลามาก ดังนั้นครูผู้สอนอาจมีการปรับเปลี่ยนระยะเวลาในขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับสภาพของนักเรียน และสอดคล้องกับเวลาตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่กำหนดไว้

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหากับผู้เรียนในระดับชั้นอื่น ๆ และหน่วยการเรียนรู้อื่น ๆ เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ความสามารถและช่วยเพิ่มความน่าสนใจของเนื้อหาสาระการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์มากยิ่งขึ้น

2. นำการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาไปใช้พัฒนาผู้เรียนในด้านอื่น ๆ เช่น การคิดวิเคราะห์ ความคิดสร้างสรรค์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นต้น เพื่อให้ผู้เรียนได้พัฒนาความรู้ความสามารถรอบด้านอย่างมีประสิทธิภาพ

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กรรริสา จันทร์สุวรรณ, จินตนา ศิริชัยญารัตน์ และจิตติรัตน์ แสงเลิศอุทัย. (2563). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา. *วารสารสัมคมศาสตร์วิจัย*, 11(1), 1-16.
- กรวิทย์ เกื้อคลัง, ประสงค์ เกษราธิคุณ และสิงหา ประสิทธิ์พงษ์. (2561). ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง สภาพสมดุลและสภาพยืดหยุ่น ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5. *วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยทักษิณ*, 18(2), 124-135.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- _____. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- กัญจนา ลินทรัตน์ศิริกุล. (2554). *การวัดความรู้ความคิด*. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- กาญจนา บุญภักดี. (2563). บทความปริทัศน์ เรื่อง การจัดการเรียนรู้ ยุค New Normal. *วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม*, 19(2), 1-6.
- กุลเชษฐ ศรีพล. (2561). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างความสามารถทางคณิตศาสตร์กับรูปแบบการจัดการเรียนรู้ โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 4MAT และสะเต็มศึกษา. วิทยานิพนธ์ ค.ม. เลข: มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย.
- กุลิสรา จิตรชญาวณิช. (2563). *การจัดการเรียนรู้* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เกริก คักดีสุภาพ. (2561). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ PECA ร่วมกับโปรแกรม คิวบเปอร์ สคูล เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัย นเรศวร*, 20(2), 12–20.

เกรียงไกร พลະสิทธิ, พัลลภ พิริยะสุรวงศ์ และพินันทา ฉัตรวัฒนา. (2562). รูปแบบคัลวาร์เนียร์นึ่งแบบสะเต็มด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เพื่อพัฒนา ทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรม สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี. *วารสารวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรม พระจอมเกล้าพระนครเหนือ*, 10(2), 256–264.

เกรียงศักดิ์ วิเชียรสร้าง. (2560). ผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ความสามารถในการแก้ปัญหา และความพึงพอใจต่อการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ ค.ม. สงขลา: มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

จงกลณี ต้อยเจริญ, นิชกานต์ วงษ์ประกอบ, กฤตกร หมั่นสระเกษ และธิดารัตน์ นิ่มกระโทก. (2563). การรับมือกับไวรัสโคโรนา COVID-19 ในงานสาธารณสุข มูลฐาน. *วารสารวิทยาศาสตร์สุขภาพ วิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนี สรรพสิทธิประสงค์*, 4(3), 1–20.

จิรนนท์ แวงวรรณ. (2562). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการเรียน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา. วิทยานิพนธ์ ค.ม. ร้อยเอ็ด: มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด.

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

ณพัชอร บัวฉุน. (2563). ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีและความสามารถในการแก้ปัญหา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. *วารสารบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏ วไลยอลงกรณ์ในพระบรมราชูปถัมภ์*, 14(3), 52–64.

- ฉิรดา เวชญาลักษณ์. (2562). *หลักการจัดการเรียนรู้* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ดัชนี สอนรัมย์. (2558). *ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงาน เรื่อง ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6*. วิทยานิพนธ์ ค.ม. สกลนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.
- ทักษิณ คุณพิภาค. (2561). *การพัฒนาแบบฝึกทักษะการอ่านและการเขียนสะกดคำภาษาไทยโดยใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับเทคนิคแผนผังความคิด ที่ส่งผลต่อทักษะการอ่านและการเขียนสะกดคำ ความพึงพอใจต่อการเรียนและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2*. วิทยานิพนธ์ ค.ม. สกลนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.
- ธนวรรธณ์ ศรีวิบูลย์รัตน์ และอังคณา อ่อนธานี. (2562). *การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดแก้ปัญหา เรื่อง งานและพลังงาน รายวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. *วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์*, 25(2), 197–207.
- นันทชา อัมฤทธิ์. (2559). *การวิจัยปฏิบัติการเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง งานและพลังงาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. วิทยานิพนธ์ ค.ม. พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- นันทนา ฐานวิเศษ. (2560). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หน่วยการเรียนรู้ งานและพลังงานและความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน*. วิทยานิพนธ์ ค.ม. นครราชสีมา: มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา.
- นัสรินทร์ ปือชา. (2558). *ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ความสามารถในการแก้ปัญหา และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5*. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. สงขลา: มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

- น้ำเพชร กะการดี. (2560). *การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการโดยใช้รูปแบบ
สะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์
เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. วิทยานิพนธ์ ค.ม.
มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- นิตา โมท่า. (2558). *การพัฒนาคู่มือการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือบูรณาการกับโครงการ
ภาษาอังกฤษ ที่มีต่อความพึงพอใจในการเรียน พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม
และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5*. วิทยานิพนธ์ ค.ม.
สกลนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2560). *การวิจัยเบื้องต้น* (พิมพ์ครั้งที่ 10). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- บุญยง สุข สิทธาจารย์ และชนบพร แสงวณิช. (2561). แนวทางการสอนศิลปะตามแนวคิด
สะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมกระบวนการสร้างสรรค์ สำหรับนักเรียนประถมศึกษา
ปีที่ 5. *วารสารอิเล็กทรอนิกส์ Veridian มหาวิทยาลัยศิลปากร (มนุษยศาสตร์
สังคมศาสตร์ และศิลปะ)*, 11(2), 763–780.
- ปราณี หล้าเบ็ญสะ. (2561). *การวัดและประเมินผลการศึกษา*. ยะลา: ศูนย์ส่งเสริม
การทำผลงานวิชาการ มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา.
- ปัฐมาภรณ์ พิมพ์ทอง. (2561). *การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา
ตามแนวทาง STEM Education*. กรุงเทพฯ: วิสตา อินเทอร์เน็ต.
- ปาริชาติ พุ่มขจร และพงศ์ศักดิ์ รัตนชัยกุลโสภณ. (2563). โควิด-19: มหันตภัยชีวภาพ
จากซาร์ส และเมอร์ส ถึงโควิด-19. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม*, 39(6), 595–604.
- พัฒน์นิดา มิ่งมิตร, สายรุ้ง ชาวสุภา และวรากร เฮ้งปัญญา. (2560). ผลของแนวทาง
การแก้ปัญหาเชิงมนทัศน์ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและมนทัศน์
พิสัยของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย. *วารสารอิเล็กทรอนิกส์ทางการศึกษา*,
12(1), 139–154.
- พิชิต ฤทธิ์จรรยา. (2552). *หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ:
เฮ้าส์ ออฟ เคอร์มิสท์.

- พิศิษฐ ตัณฑวณิช. (2558). แนวคิดการจำแนกพฤติกรรมการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์การจัดการศึกษาด้านพุทธิพิสัยตามแนวคิดของบลูมและคณะฉบับปรับปรุง. *วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง*, 3(2), 13-25.
- เพ็ญนิภา แวงศรี. (2562). การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับแผนผังความคิด. *วิทยานิพนธ์ ค.ม. สกลนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร*.
- พงศธร บุญชู, ศิริรัตน์ เพชรประภัสสร และบรรณรักษ์ คุ่มรักษา. (2565). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเรื่องสวนสัตว์ของคุณหนู เพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา. *วารสารวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ศึกษา*, 5(1), 107-123.
- พัฒมาอัสไวณี ตาเยะ, ณิชูณี โมพันธ์ และมัชตี แวดราแม. (2560). ผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. *วารสารมหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์ สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์*, 4(2), 1-14.
- ภณิดา ชัยปัญญา. (2541). ความพึงพอใจของเกษตรกรต่อกิจกรรมไร่นาสวนผสมภายใต้โครงการปรับโครงสร้างและระบบการผลิตการเกษตรของจังหวัดเชียงราย. *การค้นคว้าแบบอิสระ วท.ม. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่*.
- มัลยา อิตินานันท์. (2552). การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหา จิตวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ชีวิตและสิ่งแวดล้อม ที่จัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนหนองยางพิทยาคม. *วิทยานิพนธ์ ค.ม. นครราชสีมา: มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา*.

- มัสยา บัวผัน, สิริวารรณ จรัสศรีวัฒน์ และอาพันธ์ชนิต เจนจิต. (2563). ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคิดสร้างสรรค์ และเจตคติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. *วารสารครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย*, 48(2), 203–224.
- มีนกาญจน์ แจ่มพงษ์ และนพดล พรามณี. (2560). การพัฒนาชุดฝึกทักษะแบบสเต็มศึกษา โดยการสร้างสรรค์ชิ้นงาน เรื่อง พลังงานรอบตัวเรา. *วารสารวิชาการ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซียฉบับสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์*, 7(3), 81–92.
- เยาวพา สีธรรม. (2562). การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง หิน และการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับผังกราฟิก. วิทยานิพนธ์ ค.ม. สกลนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.
- ราชบัณฑิตยสถาน. (2546). *พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2542*. กรุงเทพฯ: นานมีบุ๊คพับลิเคชันส์.
- โรงเรียนดงมะไฟวิทยา. (2563). *หลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนดงมะไฟวิทยา*. สกลนคร: งานวิชาการ โรงเรียนดงมะไฟวิทยา.
- ละมัย เหลือผล. (2560). *ความพึงพอใจของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียต่อการจัดการศึกษา ตามกรอบมาตรฐานระดับปฐมวัยในโรงเรียน สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา ประถมศึกษา สกลนคร เขต 1*. วิทยานิพนธ์ ค.ม. สกลนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.
- วันชัย น้อยวงศ์ และภิญญา วงศ์ทอง. (2563). การเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เรื่อง "ปลูกผักไร้ดิน" เพื่อเสริมสร้างทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 สำหรับนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย. *วารสารวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ศึกษา*, 3(2), 177–189.

- วันเพ็ญ พิสิษฐศลาศัย, พัดดาวัน นาใจแก้ว และชาติชาย ม่วงปทุม. (2556). ผลการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมเสริมด้วยแผนผังความคิดต่อความสามารถในการคิดแก้ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. *การประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาแห่งชาติ ครั้งที่ 14*. ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ศศิธร พงษ์โกคา. (2557). *การพัฒนาความสามารถในการคิดแก้ปัญหา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิคการแก้ปัญหาอนาคตร่วมกับแผนผังความคิด*. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. นครปฐม: มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- ศิริชัย กาญจนวาสี. (2552). *ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม (พิมพ์ครั้งที่ 6)*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศิรินทร สีจันทิก, มิ่งขวัญ ภาคสัญไชย และกรวลัย พันธุ์แพ. (2565). ผลของสะเต็มศึกษาที่มีต่อทักษะการแก้ปัญหา เรื่อง ธาตุและสารประกอบ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. *วารสารเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม*, 5(16), 19–31.
- ศิริรักษ์ แก้วหานาม. (2562). *การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เสี่ยงกับการได้ยิน โดยใช้การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับผังมโนทัศน์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5*. วิทยานิพนธ์ ค.ม. สกลนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.
- ศูนย์สะเต็มศึกษาแห่งชาติ. (2558). *ใบความรู้ที่ 1 เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับสะเต็มศึกษา*. เข้าถึงได้จาก <http://www.stemedthailand.org/wp-content/uploads/2015/03/newIntro-to-STEM.pdf> 27 กรกฎาคม 2563.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560). *คู่มือการใช้หลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: กระทรวงศึกษาธิการ.
- _____. (2561). *ผลการประเมิน PISA 2018 : บทสรุปสำหรับผู้บริหาร*. กรุงเทพฯ: กระทรวงศึกษาธิการ.

- สมชาย รัตนทองคำ. (2554). *การวัดและประเมินผลทางการศึกษา*. เข้าถึงได้จาก <http://sams.kku.ac.th/oalearn/resource/edoc/tech/54/13eva.pdf> 25 เมษายน 2564.
- สมนึก ภัททิพธนี. (2560). *การวัดผลการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 11). กทม.: ประสานการพิมพ์.
- สมรึก อินทวิมลศรี. (2560). *ผลของการใช้แนวคิดสะเต็มในวิชาชีววิทยาที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สมรึก อินทวิมลศรี, สกลรัชต์ แก้วดี และสิทธิพร ภัทรดีลรัตน์. (2562). *ผลของการใช้แนวคิดสะเต็มศึกษาในวิชาชีววิทยาที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. *วารสารครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย*, 47(2), 410–429.
- สมศรี ทองนุช. (2556). *จิตวิทยาสำหรับครู*. ชลบุรี: เก็ทกู๊ดครีเอชั่น.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2560). *มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และสาระภูมิศาสตร์ ในกลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2560). *สรุปสาระสำคัญแผนการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่สิบสอง พ.ศ. 2560–2564*. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2560). *แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560–2579*. กรุงเทพฯ: พริกหวานกราฟฟิค.
- สำนักทดสอบทางการศึกษา. (2555). *คู่มือประเมินสมรรถนะสำคัญของผู้เรียนระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6*. กรุงเทพฯ: กระทรวงศึกษาธิการ.

- สุธาทิพย์ ชาวทอง. (2564). ผลของการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. *วารสารครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม*, 18(1), 133-145.
- สุนทร ภูรีปริชาเลิศ, ทวีศักดิ์ จินตานุรักษ์ และจุฬารัตน์ ธรรมประทีป. (2563). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนบูรณาการตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถด้านผลิตภาพสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นโรงเรียนสาธิตสังกัดมหาวิทยาลัยของรัฐ. *วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้*, 11(1), 83-114.
- สุนารี ศรีบุญ และวิสูตร โพธิ์เงิน. (2562). ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. *วารสารครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย*, 47(1), 526-543.
- สุภาค โอบาพิริยกุล. (2562). STEAM EDUCATION: นวัตกรรมการศึกษาบูรณาการสู่การจัดการเรียนรู้. *วารสารวิจัยและพัฒนาหลักสูตร*, 9(1), 1-16.
- สุภามาส เทียนทอง. (2553). *การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่จัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน*. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. นครปฐม: มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- สุรางค์ โค้วตระกูล. (2550). *จิตวิทยาการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เสาวภาคย์ พรสุริวงศ์ และอภิชาติ สังข์ทอง. (2563). ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาในรายวิชาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. *วารสารวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ศึกษา*, 3(1), 30-40.

- หิรัญทรัพย์ เพ็ญเสนา. (2562). การพัฒนาชุดฝึกทักษะวิชาคอมพิวเตอร์ โดยการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) รวมเทคนิค Jigsaw ที่ส่งผลต่อการแก้ปัญหา วินัยในตนเองและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ ค.ม. สกลนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.
- เหมวดี ทาศรีภู. (2559). การพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ผังกราฟิก ร่วมกับการคิดแบบโยนิโสมนสิการ เพื่อเสริมสร้างความพึงพอใจ การคิด อย่างมีวิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาประวัติศาสตร์ ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ ค.ม. สกลนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.
- อนุวัติ คุณแก้ว. (2558). การวัดผลและประเมินผลการศึกษาแนวใหม่. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อมร เกาสี. (2560). การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนและการสร้างความคิดรวบยอด เรื่อง ของแข็ง ของเหลว แก๊ส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ ค.ม. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัย ราชภัฏมหาสารคาม.
- อรชูลี สุวรรณผา และวิมล สำราญวานิช. (2554). ความสามารถในการแก้ปัญหา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ ตามแนวคิด ของกิลฟอร์ด เรื่อง สมบัติของสารและการจำแนก. วารสารศึกษาศาสตร์ ฉบับวิจัยบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 5(4), 130-137.
- อับดุลยามีน หะยีซาเดร์. (2560). ผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. สงขลา: มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- อาทิตย์ ฉิมกุล, สกลรัตน์ แก้วดี และนิพาดา เรือนแก้ว ดิษยทัต. (2560). ผลของการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีต่อความสามารถ ในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาของนักเรียน ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย. วารสารอิเล็กทรอนิกส์ทางการศึกษา, 12(1), 324-342.

- อาทิตย์ ฉิมกุล. (2559). ผลของการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อำพล พาจรทิศ, มนต์รี แยมกสิกร และทิพย์เกสร บุญอำไพ. (2559). การพัฒนารูปแบบ การสอนเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหสำหรับนักเรียนโรงเรียนนaylor้อย พระจุลจอมเกล้า. *วารสารวิจัยและพัฒนา วไลยลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์*, 11(2), 399–408.
- Alanagreh, L., Alzoughool, F., & Atoum, M. (2020). The Human Coronavirus Disease COVID–19: Its Origin, Characteristics, and Insights into Potential Drugs and Its Mechanisms. *pathogens*, 9(331), 1–11.
- Conradty, C., & Bogner, F. X. (2020). STEAM teaching professional development works: effects on students' creativity and motivation. *Smart Learning Environments*, 7(26), 1–20.
- Gunawan, G., Harjono, A., Nisyah, M., & Harayanti. L. (2020). Improving Students' Problem–Solving Skills Using Inquiry Learning Model Combined with Advance Organizer. *International Journal of Instruction*, 13(4), 427–442.
- Khamhaengpol, A., Sriprom, M., & Chuamchaitrakool, P. (2021). Development of STEAM activity on nanotechnology to determine basic science process skills and engineering design process for high school students. *Thinking Skills and Creativity*, 39, 1–7.
- Kim, H. (2016). The Development and Application of a STEAM Program Based on Traditional Korean Culture. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 12(7), 1925–1936.
- Pasani. C. F., & Amelia. R. (2021). Introduction of the integrative STEAM approach as a learning innovation in the COVID–19 pandemic in South Kalimantan. *Journal of Physics: Conference Series*, 1832, 1–9.

Sung, E. (2017). The Influence of Visualization Tendency on Problem-Solving Ability and Learning Achievement of Primary School Student in South Korea.

Thinking Skills and Creativity, 26, 168–175.

Weir, J. J. (1974). Problem Solving is Everybody's Problem. *The Science Teacher*,

16–18.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

หนังสือรับรอง หนังสือขอความอนุเคราะห์ และอื่น ๆ

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

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือการวิจัย

1. ผศ.ดร.เพชรรัตน์ ใจบุญ อาจารย์ประจำสาขาวิชาฟิสิกส์
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
2. นางพรพิศ แสนมนตรี ครูชำนาญการพิเศษ
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
โรงเรียนอากาศอำนวยศึกษา
อำเภออากาศอำนวย จังหวัดสกลนคร
3. นางนิศากร แสงพงศานนท์ ครูชำนาญการพิเศษ
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
โรงเรียนมัธยมวานรนิวาส
อำเภอวานรนิวาส จังหวัดสกลนคร

ที่ อว ๐๖๒๑.๑๒/ว ๔๓๑

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

๑๑ พฤษภาคม ๒๕๖๕

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เพชรรัตน์ ใจบุญ

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

ด้วย นายปฐมวงศ์ เถายะบุตร รหัสประจำตัวนักศึกษา ๖๓๔๒๑๒๓๘๒๐๔ ซึ่งเป็นนักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาในสถานการณ์การแพร่ระบาดโควิด-๑๙ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ เรื่องงานและพลังงาน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต (ค.ม.) โดยมี ดร.อรุณรัตน์ คำแห่งพล เป็นประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.หรรษกร วรธนะสาร เป็นกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถและเชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการพิจารณาตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย เพื่อใช้ประกอบการทำวิทยานิพนธ์ที่นักศึกษาได้จัดทำขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ศีกานต์ เพียรธัญญกรณ์)
ผู้อำนวยการบัณฑิตวิทยาลัย ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

บัณฑิตวิทยาลัย

โทร. ๐ ๔๒๙๗ ๐๒๒๙

โทรสาร ๐ ๔๒๙๗ ๐๐๓๒

ผู้ประสานงาน นายปฐมวงศ์ เถายะบุตร โทรศัพท์เคลื่อนที่ ๐๘ ๒๑๕๙ ๖๓๒๔

“อยู่สกล รักสกล ทำเพื่อสกลนคร”



ที่ อว ๐๖๒๑.๑๒/ว ๔๓๑

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

๑๑ พฤษภาคม ๒๕๖๕

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

เรียน นางพรพิศ แสนมนตรี

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. กรอบแนวคิดการวิจัย และนิยามศัพท์เฉพาะ

๒. เครื่องมือการวิจัย

๓. แบบประเมินเครื่องมือการวิจัย

ด้วย นายปฐมวงศ์ เถายะบุตร รหัสประจำตัวนักศึกษา ๖๓๔๒๑๒๓๘๒๐๔ ซึ่งเป็นนักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาในสถานการณ์การแพร่ระบาดโควิด-๑๙ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ เรื่องงานและพลังงาน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต (ค.ม.) โดยมี ดร.อรุณรัตน์ คำแห่งพล เป็นประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.หรรษกร วรรณะสาร เป็นกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถ และเชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการพิจารณาตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย เพื่อใช้ประกอบการทำวิทยานิพนธ์ที่นักศึกษาได้จัดทำขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ศิกานต์ เพียรธัญญกรณ์)

ผู้อำนวยการบัณฑิตวิทยาลัย ปฏิบัติราชการแทน

อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

บัณฑิตวิทยาลัย

โทร. ๐ ๔๒๔๗ ๐๒๒๔

โทรสาร ๐ ๔๒๔๗ ๐๐๓๒

ผู้ประสานงาน นายปฐมวงศ์ เถายะบุตร โทรศัพท์เคลื่อนที่ ๐๘ ๒๑๕๙ ๖๓๒๔

“อยู่สกล รักสกล ทำเพื่อสกลนคร”

ที่ อว ๐๖๒๑.๑๒/ว ๔๓๑



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

๑๑ พฤษภาคม ๒๕๖๕

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

เรียน นางนิศากร แสงพงคานนท์

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

ด้วย นายปฐมวงศ์ เถายะบุตร รหัสประจำตัวนักศึกษา ๖๓๔๒๑๒๓๘๒๐๔ ซึ่งเป็นนักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาในสถานการณ์การแพร่ระบาดโควิด-๑๙ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ เรื่องงานและพลังงาน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาดตามหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต (ค.ม.) โดยมี ดร.อรุณรัตน์ คำแห่งพล เป็นประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.หรรษกร วรรณะสาร เป็นกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถ และเชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการพิจารณาตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย เพื่อใช้ประกอบการทำวิทยานิพนธ์ที่นักศึกษาได้จัดทำขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ศิกานต์ เพียรธัญญกรณ์)

ผู้อำนวยการบัณฑิตวิทยาลัย ปฏิบัติราชการแทน

อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

บัณฑิตวิทยาลัย

โทร. ๐ ๔๒๔๗ ๐๒๒๔

โทรสาร ๐ ๔๒๔๗ ๐๐๓๒

ผู้ประสานงาน นายปฐมวงศ์ เถายะบุตร โทรศัพท์เคลื่อนที่ ๐๘ ๒๑๕๔ ๖๓๒๔

“อยู่สกล รักสกล ทำเพื่อสกลนคร”



COA NO. ๑๑๒/๒๕๖๕

IEC NO. HE ๒๕-๐๗๗

คณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

ขอรับรองว่าโครงการวิจัยเรื่อง : การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาในสถานการณ์การแพร่ระบาดโควิด-๑๙ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ เรื่อง งานและพลังงาน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา (Development of Problem-Solving Abilities in The Situation of The COVID-๑๙ Epidemic of Mathayomsuksa ๔ Students on Work and Energy by Using STEAM Education)

หัวหน้าโครงการวิจัย : นายปฐมวงศ์ เถาเยบุตร

ผู้ร่วมโครงการวิจัย : ๑. ดร.อรุณรัตน์ คำแหงพล

๒. ผศ.ดร.ทรรษกร วรธนะสาร

หน่วยงานต้นสังกัด : สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์

เอกสารที่รับรอง

๑. แบบขอรับการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์
๒. แบบฟอร์มโครงการวิจัย
๓. ประวัติผู้วิจัย/ผู้ร่วมวิจัย
๔. เอกสารชี้แจงอาสาสมัครที่เข้าร่วมโครงการวิจัย (ตอบแบบสอบถามเด็กอายุ ๑๓-๑๗ ปี)
๕. เอกสารชี้แจงสำหรับผู้ปกครองอาสาสมัครที่เข้าร่วมโครงการวิจัย (ตอบแบบสอบถามเด็กอายุ ๑๓-๑๗ ปี)
๖. แบบแสดงความยินยอมให้ทำการวิจัยจากอาสาสมัคร (สำหรับเด็กอายุ ๑๓-๑๗ ปี)
๗. แบบแสดงความยินยอมให้ทำการวิจัยจากอาสาสมัคร (สำหรับผู้ปกครองเด็กอายุ ๑๓-๑๗ ปี)
๘. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่
 - (๑) แผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา
 - (๒) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - (๓) แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา
 - (๔) แบบสอบถามความพึงพอใจ

ได้ผ่านการรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์แบบยกเว้น (Exemption Review) จากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร โดยยึดหลักพื้นฐานของหลักจริยธรรมการวิจัยสากล

รับรอง ณ ๒๕ กรกฎาคม ๒๕๖๕

วันหมดอายุ ๒๕ กรกฎาคม ๒๕๖๖

รายงานความก้าวหน้า -

สุวิมล คุปตะบุตร

(นางสาวสุวิมล คุปตะบุตร)

ประธานกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

ทั้งนี้ การรับรองนี้มีเงื่อนไขดังที่ระบุไว้ด้านหลังทุกข้อ

สำนักงานคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ชั้น ๒ อาคารปฏิบัติการตรวจวิเคราะห์วิจัย เทคโนโลยีและนวัตกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร เลขที่ ๒๔๐ ถ.นิตโย ต.ธาตุเชิงชุม อ.เมืองสกลนคร จ.สกลนคร รหัสไปรษณีย์ ๔๗๐๐๐
โทรศัพท์ ๐๔๒-๙๗๐-๑๕๕



โรงเรียนดงมะไฟวิทยา
 เลขรับที่ 1018
 วันที่ ๑๐.๑๐.๒๕๖๕
 เวลา 10.๐๐ น. ผู้รับ
 มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
 ๖๘๐ ถนนไทย ต.ธาตุเชิงชุม
 อ.เมือง จ.สกลนคร ๔๗๐๐๐

- กลุ่มบริหารทั่วไป
- กลุ่มบริหารวิชาการ
- กลุ่มบริหารงานบุคคล
- กลุ่มบริหารงานแผนก
- กลุ่มบริหารงานอื่น ๆ

๑ สิงหาคม ๒๕๖๕

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ทดลองใช้เครื่องมือการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนดงมะไฟวิทยา

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือการวิจัย

ด้วย นายปฐมวงศ์ เถายะบุตร รหัสประจำตัวนักศึกษา ๖๓๔๒๑๒๓๘๒๐๔ ซึ่งเป็นนักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาในสถานการณ์การแพร่ระบาดโควิด-๑๙ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ เรื่อง งานและพลังงาน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาดตามหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต (ค.ม.) โดยมี ดร.อรุณรัตน์ คำแหงพล เป็นประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทรงกร วรธนะสาร เป็นกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ทั้งนี้ นักศึกษามีความประสงค์ขอทดลองใช้เครื่องมือการวิจัย เพื่อหาความเชื่อมั่นในการศึกษาวิจัยประกอบการทำวิทยานิพนธ์ โดยเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้ผ่านการรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์แบบยกเว้น จากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร เลขที่ใบรับรอง ๑๑๒/๒๕๖๕ ลงวันที่ ๒๕ กรกฎาคม พ.ศ. ๒๕๖๕ ดังนั้น บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร จึงขอความอนุเคราะห์ท่านอนุญาตให้นักศึกษาทำการทดลองใช้เครื่องมือวิจัยดังกล่าวด้วย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

- เสนอเพื่อ
- ไม่ทราบ
 - โปรดพิจารณา
 - โปรดอนุมัติ
 - มอบผู้ปฏิบัติ

ขอแสดงความนับถือ

๑๓ ๙๘ ๕๘
 ๑๖ กุมภาพันธ์ ๒๕๖๕
 บัณฑิตวิทยาลัย ๑๖ ก.ย. ๖๕

(Signature)
 (รองศาสตราจารย์ ดร.วาโร เพ็งสวัสดิ์)
 รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติราชการแทน
 อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

- ทราบ
- อนุมัติ
- ขอบ - ดำเนินการ

๒๘
 14.๑๐.2565

โทร. ๐ ๔๒๔๗ ๐๒๒๔

โทรสาร ๐ ๔๒๔๗ ๐๐๓๒

ผู้ประสานงาน นายปฐมวงศ์ เถายะบุตร โทรศัพท์เคลื่อนที่ ๐๘ ๒๑๕๙ ๖๓๒๔

“อยู่สกล รักสกล ทำเพื่อสกลนคร”

- กลุ่มบริหารทั่วไป
- กลุ่มบริหารวิชาการ
- กลุ่มที่ อว.ร.อ.๑๒/๙๐๙
- กลุ่มบริหารงบประมาณ
- กลุ่มกิจการนักเรียน



โรงเรียนดงมะไฟวิทยา
 เลขรับที่ 1412
 วันที่ 31 ต.ค. 2565
 เวลา 10.00 น. ผู้รับ

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

๑๑ ตุลาคม ๒๕๖๕

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนดงมะไฟวิทยา

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือการวิจัย

ด้วย นายปฐมวงค์ เถายะบุตร รหัสประจำตัวนักศึกษา ๖๓๔๒๑๒๓๘๒๐๔ ซึ่งเป็นนักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาในสถานการณ์การแพร่ระบาดโควิด-๑๙ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ เรื่อง งานและพลังงานโดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต (ค.ม.) โดยมี ดร.อรุณรัตน์ คำแห่งพล เป็นประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.หรรษกร วรธนะสาร เป็นกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

เพื่อให้การศึกษาครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร จึงขอความอนุเคราะห์จากท่าน ให้นักศึกษารายดังกล่าวได้เก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย เพื่อนำข้อมูลที่ได้ประกอบการศึกษาวิทยานิพนธ์ และขอขอบคุณในความอนุเคราะห์มา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

- เสนอเพื่อ โปรดทราบ
 โปรดพิจารณา
 โปรดอนุมัติ
 มอบผู้ปฏิบัติ

[Handwritten signature]
 ๑ / me / 58
 ๑๐๖ จ.ว.ร.อ.๑๒
[Handwritten signature]
 บัณฑิตวิทยาลัย

โทร. ๐ ๔๒๙๗ ๐๒๒๙
 โทรสาร ๐ ๔๒๙๗ ๐๐๓๒

ผู้ประสานงาน นายปฐมวงค์ เถายะบุตร โทรศัพท์เคลื่อนที่ ๐๘ ๒๑๕๙ ๖๓๒๔

ขอแสดงความนับถือ

[Handwritten signature]

(รองศาสตราจารย์ ดร.วาโร เพ็งสวัสดิ์)
 รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติราชการแทน
 อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

- ทราบ
- อนุมัติ
- ชอบ - ดำเนินการ

[Handwritten signature]
 0 2, 10, 2565

รายชื่อนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/2
โรงเรียนดงมะไฟวิทยา อำเภอเมืองสกลนคร จังหวัดสกลนคร

1. นายนรากรณ์ แสนมะสูง
2. นายเหม็นส์ บุญสอน
3. นายศักดิ์สิริ แสนหมุ
4. นายณัฐวุฒิ บุตรจันทร์
5. นายตรีทฐ บุญนันท์
6. นายธนารักษ์ กุลจันทร์
7. นายวรเชษฐ์ พรหมปากดี
8. นายวัชรระพล คนไฉ
9. นายศฤกานต์ ชาแสน
10. นายณัฐพงศ์ แก้ววิรัตน์
11. นายหัสกร ปัญญาประชุม
12. นางสาวพิมพ์อร ประดับศรี
13. นางสาวจันทิมา มุงคุณ
14. นางสาววิชุดา ผลพีช
15. นางสาวจริยา สุราราช
16. นางสาวปาริฉัตร ชุมปัญญา
17. นางสาวอรปรีญา เรืองถาศัย
18. นางสาวนิติกานต์ ไตรทิพย์
19. นางสาวกัลยารัตน์ พลไชย
20. นางสาวอัปสร กรพันธ์
21. นางสาวกฤษณา สุภชาติ
22. นางสาวชุตติกาญจน์ บุพศิริ
23. นางสาวปนัดดา น้อยโสม
24. นางสาวเพชรสกุล ศรีชาย
25. นางสาววนิดา จันทะนะ
26. นางสาวอุมากรณ์ พันดา

ภาคผนวก ข

ผลการประเมินและวิเคราะห์ผลคุณภาพเครื่องมือวิจัย

1. ผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษากับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC) วิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
2. ผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษากับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC) วิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
3. ผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาเกี่ยวกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC) วิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
4. ผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC) วิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
5. ผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษากับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC) วิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
6. ผลการวิเคราะห์หาคุณภาพของเครื่องมือวิจัย สำหรับค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่น (r_{tt}) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา วิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 40 ข้อ
7. ผลการวิเคราะห์หาคุณภาพของเครื่องมือวิจัย สำหรับค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่น (r_{tt}) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 40 ข้อ
8. การเปรียบเทียบจำนวนข้อของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัยตามอนุกรมวิธานที่ปรับปรุงแนวคิดของบลูมทั้ง 6 ชั้น ในแต่ละผลการเรียนรู้ วิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ตาราง 13 ผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างคุณภาพของแผนการจัดการ
เรียนรู้แบบสเต็มศึกษากับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC) วิชาฟิสิกส์
เรื่อง งานและพลังงาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

รายการประเมิน	ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่			รวม	ค่า IOC	สรุปผล
	1	2	3			
ด้านองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้						
1. องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ มีความถูกต้อง ชัดเจน และครบถ้วน	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
2. เขียนสาระสำคัญสอดคล้องกับ จุดประสงค์การเรียนรู้ และบ่งบอกถึง สิ่งสำคัญของเรื่องที่สอนได้ชัดเจน	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
3. จุดประสงค์การเรียนรู้ในแต่ละแผน สอดคล้องกับผลการเรียนรู้ของหลักสูตร	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
4. มีการกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ ได้ครบถ้วน ทั้งด้านความรู้ ด้านทักษะ กระบวนการ และด้านคุณลักษณะ อันพึงประสงค์	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
ด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้						
5. เนื้อหาสาระสอดคล้องกับจุดประสงค์ การเรียนรู้ และผลการเรียนรู้ของหลักสูตร	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
6. เนื้อหาสาระมีความเหมาะสมกับ ระดับชั้นการศึกษาของนักเรียน	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
7. เนื้อหาสาระในแต่ละเรื่องทำให้นักเรียน มีความรู้ ความเข้าใจ เกิดการพัฒนา ความสามารถในการแก้ปัญหา และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ได้	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้

ตาราง 13 (ต่อ)

รายการประเมิน	ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่			รวม	ค่า IOC	สรุปผล
	1	2	3			
8. เนื้อหาสาระในแต่ละเรื่องมีความเหมาะสมกับเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้						
9. กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้อง เหมาะสมกับจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
10. กิจกรรมการเรียนรู้สามารถพัฒนาความสามารถในการปัญหาของนักเรียนได้	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
11. กิจกรรมเป็นไปตามขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
12. กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
ด้านสื่อและอุปกรณ์การเรียนรู้						
13. สื่อและอุปกรณ์การเรียนรู้มีความเหมาะสมกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
14. สื่อประกอบการเรียนรู้มีความหลากหลาย น่าสนใจ ทันสมัย และจัดเตรียมได้ง่าย	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
15. สื่อและอุปกรณ์การเรียนรู้ช่วยให้นักเรียนสร้างความรู้ ความเข้าใจ และช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาได้	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
16. สื่อและอุปกรณ์การเรียนรู้ทำให้นักเรียนสามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้

ตาราง 13 (ต่อ)

รายการประเมิน	ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่			รวม	ค่า IOC	สรุปผล
	1	2	3			
ด้านการวัดผลและประเมินผล						
17. การวัดผลและประเมินผลสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ และตรงตามเนื้อหาสาระการเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
18. มีการวัดผลและประเมินผลครอบคลุมพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน ในด้านพุทธิพิสัย ด้านทักษะพิสัย และด้านจิตพิสัย	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
19. การวัดผลและประเมินผล มีความชัดเจน เป็นไปตามระเบียบกฎเกณฑ์และข้อตกลงที่กำหนดไว้	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
20. มีการกำหนดเกณฑ์ประเมินผลไว้ชัดเจน เข้าใจง่าย สามารถนำไปใช้ได้	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้

หมายเหตุ ค่าดัชนีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC) ที่ผ่านเกณฑ์ต้องมีค่า 0.5 ขึ้นไป

จากตาราง 13 พบว่า คุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา ผ่านเกณฑ์ ทั้ง 20 ข้อ ซึ่งมีค่า IOC เท่ากับ 1.00

ตาราง 14 ผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างแผนการจัดการเรียนรู้
แบบสเต็มศึกษากับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC) วิชาฟิสิกส์
เรื่อง งานและพลังงาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

จุดประสงค์การเรียนรู้	แผนการจัดการเรียนรู้	ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			รวม	ค่า IOC	สรุปผล
		1	2	3			
1. นักเรียนบอก ความหมายของงาน ในทางฟิสิกส์ กำลัง และกำลังเฉลี่ย รวมถึง บอกความแตกต่าง ของงานที่มีค่าเป็นบวก ลบ หรือศูนย์ได้	แผนที่ 1 เรื่อง งานและกำลัง						
2. นักเรียนวิเคราะห์ และคำนวณงานของ แรงคงตัวและแรง ไม่คงตัวจากสมการ หรือพื้นที่ใต้กราฟของ ความสัมพันธ์ระหว่าง แรงกับตำแหน่ง รวมถึงกำลังเฉลี่ยได้		+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
3. นักเรียนบอก ความหมายของพลังงาน กลและพลังงานจลน์ได้	แผนที่ 2 เรื่อง พลังงานจลน์						
4. นักเรียนอธิบาย ความสัมพันธ์ระหว่าง งานกับพลังงานจลน์ได้							
5. นักเรียนคำนวณ พลังงานจลน์ได้		+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้

ตาราง 14 (ต่อ)

จุดประสงค์การเรียนรู้	แผนการจัดการเรียนรู้	ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			รวม	ค่า IOC	สรุปผล
		1	2	3			
6. นักเรียนบอก ความหมายของพลังงาน ศักย์โน้มถ่วงได้	แผนที่ 3 เรื่อง พลังงาน ศักย์โน้มถ่วง						
7. นักเรียนสามารถ อธิบายความสัมพันธ์ ระหว่างงานกับพลังงาน ศักย์โน้มถ่วงได้							
8. นักเรียนคำนวณ พลังงานศักย์โน้มถ่วงได้		+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
9. นักเรียนบอก ความหมายของพลังงาน ศักย์ยืดหยุ่นได้	แผนที่ 4 เรื่อง พลังงาน ศักย์ยืดหยุ่น						
10. นักเรียนอธิบาย ความสัมพันธ์ระหว่าง ขนาดของแรงที่ใช้ ดึงสปริงกับระยะ ที่สปริงยืดออก และความสัมพันธ์ ระหว่างงานกับพลังงาน ศักย์ยืดหยุ่นได้							
11. นักเรียนคำนวณ พลังงานศักย์ยืดหยุ่นได้		+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้

ตาราง 14 (ต่อ)

จุดประสงค์การเรียนรู้	แผนการจัดการเรียนรู้	ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			รวม	ค่า IOC	สรุปผล
		1	2	3			
12. นักเรียนบอก ความหมายของ แรงอนุรักษ์ได้	แผนที่ 5 เรื่อง การอนุรักษ์ พลังงานกล						
13. นักเรียนอธิบาย กฎการอนุรักษ์ พลังงานกลได้		+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
14. นักเรียนบอก ความหมายของ เครื่องกล ประสิทธิภาพ และการได้เปรียบ เชิงกลของเครื่องกล อย่างง่ายได้	แผนที่ 6 เครื่องกล						
15. นักเรียนอธิบาย การทำงานของเครื่องกล อย่างง่ายได้							
16. นักเรียนคำนวณ ประสิทธิภาพ และการได้เปรียบ เชิงกลของเครื่องกล อย่างง่ายได้		+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้

หมายเหตุ ค่าดัชนีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC)

ที่ผ่านเกณฑ์ต้องมีค่า 0.5 ขึ้นไป

จากตาราง 14 พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาผ่านเกณฑ์
ทั้ง 6 แผน ซึ่งมีค่า IOC เท่ากับ 1.00

ตาราง 15 ผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบวัดความสามารถ
ในการแก้ปัญหาเกี่ยวกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC) วิชาฟิสิกส์
เรื่อง งานและพลังงาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

สถานการณ์ที่	ข้อที่	ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			รวม	ค่า IOC	สรุปผล
		1	2	3			
1	1	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
	2	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
	3	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
	4	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
	5	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
2	6	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
	7	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
	8	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
	9	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
	10	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
3	11	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
	12	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
	13	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
	14	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
	15	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
4	16	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
	17	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
	18	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
	19	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
	20	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
5	21	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
	22	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
	23	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้

ตาราง 15 (ต่อ)

สถานการณ์ที่	ข้อที่	ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			รวม	ค่า IOC	สรุปผล
		1	2	3			
5	24	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
	25	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
6	26	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
	27	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
	28	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
	29	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
	30	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
7	31	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
	32	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
	33	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
	34	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
	35	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
8	36	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
	37	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
	38	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
	39	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
	40	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้

หมายเหตุ ค่าดัชนีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC) ที่ผ่านเกณฑ์ต้องมีค่า 0.5 ขึ้นไป

จากตาราง 15 พบว่า แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาผ่านเกณฑ์ ทั้ง 40 ข้อ ซึ่งมีค่า IOC เท่ากับ 1.00

ตาราง 16 ผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC) วิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ข้อที่	ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			รวม	ค่า IOC	สรุปผล
	1	2	3			
1	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
2	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
3	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
4	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
5	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
6	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
7	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
8	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
9	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
10	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
11	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
12	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
13	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
14	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
15	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
16	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
17	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
18	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
19	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
20	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
21	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
22	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
23	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้

ตาราง 16 (ต่อ)

ข้อที่	ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			รวม	ค่า IOC	สรุปผล
	1	2	3			
24	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
25	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
26	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
27	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
28	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
29	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
30	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
31	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
32	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
33	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
34	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
35	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
36	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
37	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
38	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
39	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
40	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้

หมายเหตุ ค่าดัชนีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC)

ที่ผ่านเกณฑ์ต้องมีค่า 0.5 ขึ้นไป

จากตาราง 16 พบว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์
ทั้ง 40 ข้อ ซึ่งมีค่า IOC เท่ากับ 1.00

ตาราง 17 ผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบสอบถามความพึงพอใจ
ต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษากับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC) วิชาฟิสิกส์
เรื่อง งานและพลังงาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

รายการประเมิน	ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่			รวม	ค่า IOC	สรุปผล
	1	2	3			
ด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้						
1. เนื้อหาสาระการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์และผลการเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
2. เนื้อหาสาระในแต่ละเรื่องทำให้นักเรียนสามารถนำความรู้ไปใช้ในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาได้	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
3. เนื้อหาสาระในแต่ละเรื่องทำให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจและเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
4. เนื้อหาสาระในแต่ละเรื่องมีความถูกต้องเหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
5. เนื้อหาสาระในแต่ละเรื่องมีความเหมาะสมกับเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้						
6. กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
7. กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนฝึกความสามารถในการแก้ปัญหา	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
8. กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
9. กิจกรรมการเรียนรู้กระตุ้นให้นักเรียนได้คิดและลงมือปฏิบัติอย่างเป็นขั้นตอน	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้

ตาราง 17 (ต่อ)

รายการประเมิน	ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่			รวม	ค่า IOC	สรุปผล
	1	2	3			
10. ระยะเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มีความเหมาะสม	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
ด้านสื่อและอุปกรณ์การเรียนรู้						
11. สื่อและอุปกรณ์การเรียนรู้ มีความสอดคล้องกับเนื้อหาสาระการเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
12. สื่อและอุปกรณ์การเรียนรู้ มีความสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
13. สื่อและอุปกรณ์การเรียนรู้ มีความเหมาะสมกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
14. สื่อและอุปกรณ์การเรียนรู้กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจ	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
15. สื่อและอุปกรณ์การเรียนรู้เพียงพอต่อการจัดการเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
ด้านการวัดผลและประเมินผล						
16. การวัดผลและประเมินผลสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
17. การวัดผลและประเมินผลตรงตามเนื้อหาสาระการเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
18. การวัดผลและประเมินผลครอบคลุมพฤติกรรม การเรียนรู้ของนักเรียน ในด้านพุทธิพิสัย ด้านทักษะพิสัย และด้านจิตพิสัย	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้

ตาราง 17 (ต่อ)

รายการประเมิน	ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่			รวม	ค่า IOC	สรุปผล
	1	2	3			
19. การวัดผลและประเมินผล มีความชัดเจน เป็นไปตามระเบียบ กฎเกณฑ์ และข้อตกลงที่กำหนดไว้	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
20. มีการกำหนดเกณฑ์ประเมินผล ไว้ชัดเจน เข้าใจง่าย สามารถนำไปใช้ได้	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้

หมายเหตุ คัดชั้นนี้ความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC) ที่ผ่านเกณฑ์ต้องมีค่า 0.5 ขึ้นไป

จากตาราง 17 พบว่า แบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ แบบสเต็มศึกษาผ่านเกณฑ์ ทั้ง 20 ข้อ ซึ่งมีค่า IOC เท่ากับ 1.00

ตาราง 18 ผลการวิเคราะห์หาคุณภาพของเครื่องมือวิจัย สำหรับค่าความยาก (p)
 ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่น (r_{tt}) ของแบบทดสอบวัดความสามารถ
 ในการแก้ปัญหา วิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
 จำนวน 40 ข้อ

สถานการณ์ที่	ข้อที่	ค่าความยาก (p)		ค่าอำนาจจำแนก (r)	
		ผลการวิเคราะห์	แปลผล	ผลการวิเคราะห์	แปลผล
1	1	0.59	ดีมาก	0.44	ดีมาก
	2	0.75	ดี	0.25	พอใช้
	3	0.38	ดี	0.38	ดี
	4	0.50	ดีมาก	0.25	พอใช้
	5	0.56	ดีมาก	0.38	ดี
2	6	0.59	ดีมาก	0.31	ดี
	7	0.63	ดี	0.25	พอใช้
	8	0.47	ดีมาก	0.44	ดีมาก
	9	0.59	ดีมาก	0.69	ดีมาก
	10	0.44	ดีมาก	0.25	พอใช้
3	11	0.56	ดีมาก	0.38	ดี
	12	0.75	ดี	0.38	ดี
	13	0.50	ดีมาก	0.38	ดี
	14	0.50	ดีมาก	0.50	ดีมาก
	15	0.47	ดีมาก	0.31	ดี
4	16	0.72	ดี	0.56	ดีมาก
	17	0.53	ดีมาก	0.31	ดี
	18	0.72	ดี	0.44	ดีมาก
	19	0.53	ดีมาก	0.44	ดีมาก
	20	0.56	ดีมาก	0.25	พอใช้
5	21	0.78	ดี	0.31	ดี
	22	0.72	ดี	0.31	ดี

ตาราง 18 (ต่อ)

สถานการณ์ที่	ข้อที่	ค่าความยาก (p)		ค่าอำนาจจำแนก (r)	
		ผลการวิเคราะห์	แปลผล	ผลการวิเคราะห์	แปลผล
5	23	0.66	ดี	0.69	ดีมาก
	24	0.69	ดี	0.25	พอใช้
	25	0.53	ดีมาก	0.44	ดีมาก
6	26	0.72	ดี	0.56	ดีมาก
	27	0.72	ดี	0.31	ดี
	28	0.69	ดี	0.50	ดีมาก
	29	0.63	ดี	0.38	ดี
	30	0.50	ดีมาก	0.25	พอใช้
7	31	0.75	ดี	0.50	ดีมาก
	32	0.72	ดี	0.56	ดีมาก
	33	0.56	ดีมาก	0.25	พอใช้
	34	0.63	ดี	0.63	ดีมาก
	35	0.59	ดีมาก	0.69	ดีมาก
8	36	0.69	ดี	0.38	ดี
	37	0.69	ดี	0.38	ดี
	38	0.59	ดีมาก	0.31	ดี
	39	0.69	ดี	0.50	ดีมาก
	40	0.50	ดีมาก	0.25	พอใช้
ค่าความเชื่อมั่น (r_{tt})				0.98	

หมายเหตุ มีเกณฑ์การคัดเลือก โดยเลือกข้อที่มีค่าความยากอยู่ในช่วง 0.20-0.80 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ ตั้งแต่ 0.70 ขึ้นไป

จากตาราง 18 พบว่า แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา มีค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ผ่านเกณฑ์ ทั้ง 40 ข้อ โดยผู้วิจัย

ทำการเลือกแบบทดสอบ ข้อที่ 1-5 และ 11-35 ซึ่งเป็นสถานการณ์ที่ 1, 3, 4, 5, 6 และ 7 จำนวน 30 ข้อ

ผลการวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson) โดยใช้สูตร KR-20 พบว่า ค่าความเชื่อมั่น (r_{tt}) เท่ากับ 0.98

เกณฑ์การแปลผลค่าความยาก (p)

0.81-1.00	ง่ายมาก (ควรปรับปรุงหรือตัดทิ้ง)
0.60-0.80	ค่อนข้างง่าย (ดี)
0.40-0.59	ยากพอเหมาะ (ดีมาก)
0.20-0.39	ค่อนข้างยาก (ดี)
0.00-0.19	ยากมาก (ควรปรับปรุงหรือตัดทิ้ง)

เกณฑ์การแปลผลค่าอำนาจจำแนก (r)

0.40 ขึ้นไป	เป็นแบบทดสอบที่ดีมาก
0.30-0.39	เป็นแบบทดสอบที่ดี
0.20-0.29	เป็นแบบทดสอบที่พอใช้
ต่ำกว่า 0.20	เป็นแบบทดสอบที่ไม่ดี (ควรปรับปรุงหรือตัดทิ้ง)

ตาราง 19 ผลการวิเคราะห์หาคุณภาพของเครื่องมือวิจัย สำหรับค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่น (r_{tt}) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 40 ข้อ

ข้อที่	ค่าความยาก (p)		ค่าอำนาจจำแนก (r)	
	ผลการวิเคราะห์	แปลผล	ผลการวิเคราะห์	แปลผล
1	0.50	ดีมาก	0.38	ดี
2	0.53	ดีมาก	0.31	ดี
3	0.63	ดี	0.38	ดี
4	0.44	ดีมาก	0.38	ดี
5	0.59	ดีมาก	0.31	ดี
6	0.63	ดี	0.38	ดี
7	0.44	ดีมาก	0.38	ดี
8	0.41	ดีมาก	0.31	ดี
9	0.69	ดี	0.38	ดี
10	0.75	ดี	0.50	ดีมาก
11	0.44	ดีมาก	0.38	ดี
12	0.66	ดี	0.31	ดี
13	0.28	ดี	0.31	ดี
14	0.66	ดี	0.31	ดี
15	0.63	ดี	0.38	ดี
16	0.66	ดี	0.44	ดีมาก
17	0.50	ดีมาก	0.38	ดี
18	0.59	ดีมาก	0.31	ดี
19	0.41	ดีมาก	0.56	ดีมาก
20	0.34	ดี	0.44	ดีมาก
21	0.41	ดีมาก	0.31	ดี
22	0.78	ดี	0.31	ดี

ตาราง 19 (ต่อ)

ข้อที่	ค่าความยาก (p)		ค่าอำนาจจำแนก (r)	
	ผลการวิเคราะห์	แปลผล	ผลการวิเคราะห์	แปลผล
23	0.75	ดี	0.38	ดี
24	0.59	ดีมาก	0.31	ดี
25	0.53	ดีมาก	0.31	ดี
26	0.59	ดีมาก	0.31	ดี
27	0.56	ดีมาก	0.38	ดี
28	0.63	ดี	0.38	ดี
29	0.66	ดี	0.44	ดีมาก
30	0.44	ดีมาก	0.38	ดี
31	0.38	ดี	0.38	ดี
32	0.72	ดี	0.31	ดี
33	0.41	ดีมาก	0.31	ดี
34	0.44	ดีมาก	0.25	พอใช้
35	0.69	ดี	0.38	ดี
36	0.63	ดี	0.50	ดีมาก
37	0.66	ดี	0.31	ดี
38	0.50	ดีมาก	0.38	ดี
39	0.59	ดีมาก	0.31	ดี
40	0.41	ดีมาก	0.44	ดีมาก
ค่าความเชื่อมั่น (r_{tt})			0.96	

หมายเหตุ มีเกณฑ์การคัดเลือก โดยเลือกข้อที่มีค่าความยากอยู่ในช่วง 0.20-0.80 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ ตั้งแต่ 0.70 ขึ้นไป

จากตาราง 19 พบว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ผ่านเกณฑ์ ทั้ง 40 ข้อ โดยผู้วิจัยทำการเลือกแบบทดสอบ

ข้อที่ 1, 2, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 16, 18, 19, 21, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 31, 32, 33, 34, 36, 37, 38 และ 39 จำนวน 30 ข้อ

ผลการวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson) โดยใช้สูตร KR-20 พบว่า ค่าความเชื่อมั่น (r_{tt}) เท่ากับ 0.96

เกณฑ์การแปลผลค่าความยาก (p)

0.81-1.00	ง่ายมาก (ควรปรับปรุงหรือตัดทิ้ง)
0.60-0.80	ค่อนข้างง่าย (ดี)
0.40-0.59	ยากพอเหมาะ (ดีมาก)
0.20-0.39	ค่อนข้างยาก (ดี)
0.00-0.19	ยากมาก (ควรปรับปรุงหรือตัดทิ้ง)

เกณฑ์การแปลผลค่าอำนาจจำแนก (r)

0.40 ขึ้นไป	เป็นแบบทดสอบที่ดีมาก
0.30-0.39	เป็นแบบทดสอบที่ดี
0.20-0.29	เป็นแบบทดสอบที่พอใช้
ต่ำกว่า 0.20	เป็นแบบทดสอบที่ไม่ดี (ควรปรับปรุงหรือตัดทิ้ง)

ตาราง 20 การเปรียบเทียบจำนวนข้อของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับ
 พฤติกรรมการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัยตามอนุกรมวิธานที่ปรับปรุงแนวคิดของบลูม
 ทั้ง 6 ชั้น ในแต่ละผลการเรียนรู้ วิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

จุดประสงค์การเรียนรู้	พุทธิพิสัยตามอนุกรมวิธาน ที่ปรับปรุงแนวคิดของบลูม 6 ชั้น						รวม
	จำ	เข้าใจ	ประยุกต์ใช้	วิเคราะห์	ประเมินค่า	สร้างสรรค์	
4/10 วิเคราะห์ และคำนวณงานของแรง คงตัวจากสมการและพื้นที่ใต้กราฟ ความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับตำแหน่ง รวมทั้งอธิบายและคำนวณกำลังเฉลี่ย	1	1	2	1	1	-	6
4/11 อธิบายและคำนวณพลังงานจลน์ พลังงานศักย์ พลังงานกล ทดลองหา ความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานจลน์ ความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงาน ศักย์โน้มถ่วงความสัมพันธ์ระหว่างขนาด ของแรงที่ใช้ดึงสปริงกับระยะที่สปริงยืด ออกและความสัมพันธ์ ระหว่างงาน กับพลังงานศักย์ยืดหยุ่น รวมทั้งอธิบาย ความสัมพันธ์ระหว่างงานของแรงลัพธ์ และพลังงานจลน์ และคำนวณงาน ที่เกิดขึ้นจากแรงลัพธ์ได้	4	5	3	3	1	2	18
4/12 อธิบายกฎการอนุรักษ์พลังงานกล รวมทั้งวิเคราะห์ และคำนวณปริมาณ ต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของวัตถุ ในสถานการณ์ต่าง ๆ โดยใช้กฎ การอนุรักษ์พลังงานกลได้	1	-	-	1	-	-	2

ตาราง 20 (ต่อ)

จุดประสงค์การเรียนรู้	พุทธิพิสัยตามอนุกรมวิธาน ที่ปรับปรุงแนวคิดของบลูม 6 ชั้น						รวม
	จำ	เข้าใจ	ประยุกต์ใช้	วิเคราะห์	ประเมินค่า	สร้างสรรค์	
4/13 อธิบายการทำงาน ประสิทธิภาพ และการได้เปรียบเชิงกลของเครื่องกลอย่างง่ายบางชนิด โดยใช้ความรู้เรื่องงานและสมมูลกล รวมทั้งคำนวณ ประสิทธิภาพและการได้เปรียบเชิงกลได้	-	2	1	1	-	-	4
รวม	6	8	6	6	2	2	30

ภาคผนวก ค

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา วิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
2. ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถ ในการแก้ปัญหาของนักเรียนก่อนและหลังเรียน
3. ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถ ในการแก้ปัญหาของนักเรียนก่อนและหลังเรียน โดยพิจารณากระบวนการแก้ปัญหา ในแต่ละขั้นตอน คือ การระบุปัญหา การวิเคราะห์ปัญหา และการวางแผนการแก้ปัญหา
4. ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถ ในการแก้ปัญหาของนักเรียนก่อนและหลังเรียน โดยพิจารณากระบวนการแก้ปัญหา ในแต่ละขั้นตอน คือ การดำเนินการแก้ปัญหา และการประเมินผลการแก้ปัญหา
5. ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนก่อนและหลังเรียน
6. ผลการวิเคราะห์คะแนนแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง งานและพลังงาน

ตาราง 21 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา
วิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

เลขที่	คะแนนระหว่างเรียน							คะแนน หลังเรียน (60)
	แผน 1 (20)	แผน 2 (20)	แผน 3 (20)	แผน 4 (20)	แผน 5 (20)	แผน 6 (20)	รวม (120)	
1	17	16	17	17	16	17	100	51
2	16	15	15	16	16	16	94	47
3	17	16	16	17	16	17	99	43
4	16	16	16	17	16	17	98	43
5	16	16	15	16	16	16	95	41
6	16	16	15	16	16	16	95	47
7	17	16	16	17	16	16	98	47
8	17	16	17	16	17	16	99	48
9	16	16	17	16	17	16	98	52
10	17	16	16	17	16	17	99	52
11	16	16	16	17	16	16	97	45
12	17	16	17	17	17	17	101	56
13	17	16	17	18	16	17	101	58
14	17	16	17	17	16	17	100	48
15	17	16	16	17	16	17	99	53
16	16	15	15	16	16	16	94	47
17	16	16	17	16	17	16	98	44
18	17	16	16	17	16	16	98	54
19	17	16	17	17	16	17	100	42
20	16	16	17	16	16	16	97	46
21	17	16	16	17	16	16	98	46
22	16	16	17	16	16	16	97	56
23	16	16	17	16	16	16	97	40

ตาราง 21 (ต่อ)

เลขที่	คะแนนระหว่างเรียน							คะแนน หลังเรียน (60)
	แผน 1 (20)	แผน 2 (20)	แผน 3 (20)	แผน 4 (20)	แผน 5 (20)	แผน 6 (20)	รวม (120)	
24	16	16	15	16	16	16	95	48
25	16	16	15	16	16	16	95	46
26	17	16	17	17	17	16	100	52
รวม	429	414	422	431	421	425	2542	1252
เฉลี่ย	16.50	15.92	16.23	16.58	16.19	16.35	97.77	48.16
S.D.	0.51	0.27	0.82	0.58	0.40	0.49	2.08	4.84
ร้อยละ	82.50	79.60	81.15	82.90	80.95	81.75	81.48	80.27
$E_1/E_2 = 81.48/80.27$								

ตาราง 22 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถ
ในการแก้ปัญหาของนักเรียนก่อนและหลังเรียน

เลขที่	คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา		D	D ²
	ก่อนเรียน (30 คะแนน)	หลังเรียน (30 คะแนน)		
1	5	26	21	441
2	8	22	14	196
3	13	21	8	64
4	8	22	14	196
5	8	19	11	121
6	8	23	15	225
7	7	24	17	289
8	4	24	20	400
9	6	26	20	400
10	11	25	14	196
11	5	22	17	289
12	5	28	23	529
13	6	29	23	529
14	10	23	13	169
15	8	26	18	324
16	9	24	15	225
17	11	21	10	100
18	10	27	17	289
19	11	20	9	81
20	9	22	13	169
21	5	22	17	289
22	10	28	18	324
23	6	19	13	169
24	7	23	16	256

ตาราง 22 (ต่อ)

เลขที่	คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา		D	D ²
	ก่อนเรียน (30 คะแนน)	หลังเรียน (30 คะแนน)		
25	9	21	12	144
26	11	26	15	225
รวม	210	613	403	6639
เฉลี่ย	8.08	23.58	t = 19.95	
S.D.	2.38	2.79		
ร้อยละ	26.93	78.60		

ตาราง 23 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนก่อนและหลังเรียน โดยพิจารณา กระบวนการแก้ปัญหาในแต่ละขั้นตอน คือ การระบุปัญหา การวิเคราะห์ปัญหา และการวางแผนการแก้ปัญหา

เลขที่	การระบุปัญหา		D	D ²	การวิเคราะห์ปัญหา		D	D ²	การวางแผนการแก้ปัญหา		D	D ²
	ก่อนเรียน	หลังเรียน			ก่อนเรียน	หลังเรียน			ก่อนเรียน	หลังเรียน		
	(6 คะแนน)	(6 คะแนน)			(6 คะแนน)	(6 คะแนน)			(6 คะแนน)	(6 คะแนน)		
1	1	6	5	25	1	5	4	16	2	5	3	9
2	2	5	3	9	0	3	3	9	3	4	1	1
3	3	5	2	4	1	4	3	9	3	3	0	0
4	1	4	3	9	2	6	4	16	3	3	0	0
5	2	5	3	9	0	4	4	16	2	4	2	4
6	3	6	3	9	1	4	3	9	2	5	3	9
7	1	6	5	25	1	5	4	16	1	3	2	4
8	1	6	5	25	1	5	4	16	0	4	4	16
9	1	4	3	9	1	6	5	25	2	5	3	9
10	4	6	2	4	4	6	2	4	2	4	2	4
11	0	5	5	25	2	4	2	4	2	5	3	9

ตาราง 23 (ต่อ)

เลขที่	การระบุปัญหา		D	D ²	การวิเคราะห์ปัญหา		D	D ²	การวางแผน การแก้ปัญหา		D	D ²
	ก่อนเรียน	หลังเรียน			ก่อนเรียน	หลังเรียน			ก่อนเรียน	หลังเรียน		
	(6 คะแนน)	(6 คะแนน)			(6 คะแนน)	(6 คะแนน)			(6 คะแนน)	(6 คะแนน)		
12	1	6	5	25	3	6	3	9	1	6	5	25
13	0	6	6	36	2	6	4	16	0	6	6	36
14	2	4	2	4	2	5	3	9	4	5	1	1
15	3	6	3	9	1	6	5	25	3	5	2	4
16	3	3	0	0	0	4	4	16	1	6	5	25
17	1	4	3	9	3	4	1	1	1	4	3	9
18	3	5	2	4	2	5	3	9	2	5	3	9
19	1	4	3	9	2	4	2	4	2	4	2	4
20	0	4	4	16	2	6	4	16	2	4	2	4
21	0	4	4	16	2	5	3	9	0	4	4	16
22	1	6	5	25	3	6	3	9	1	6	5	25
23	3	5	2	4	1	4	3	9	0	3	3	9

ตาราง 23 (ต่อ)

เลขที่	การระบุปัญหา		D	D ²	การวิเคราะห์ปัญหา		D	D ²	การวางแผนการแก้ปัญหา		D	D ²
	ก่อนเรียน	หลังเรียน			ก่อนเรียน	หลังเรียน			ก่อนเรียน	หลังเรียน		
	(6 คะแนน)	(6 คะแนน)			(6 คะแนน)	(6 คะแนน)			(6 คะแนน)	(6 คะแนน)		
24	4	4	0	0	1	4	3	9	0	4	4	16
25	4	5	1	1	2	5	3	9	1	3	2	4
26	0	5	5	25	3	6	3	9	2	6	4	16
รวม	45	129	84	336	43	128	85	299	42	116	74	268
เฉลี่ย	1.73	4.96	t = 10.25		1.65	4.92	t = 18.14		1.62	4.46	t = 9.58	
S.D.	1.34	0.92			1.02	0.93			1.10	1.03		
ร้อยละ	28.83	82.67			27.50	82.00			26.00	74.33		

ตาราง 24 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนก่อนและหลังเรียน โดยพิจารณา
กระบวนการแก้ปัญหาในแต่ละขั้นตอน คือ การดำเนินการแก้ปัญหา และการประเมินผลการแก้ปัญหา

ข้อที่	การดำเนินการแก้ปัญหา		D	D ²	การประเมินผลการแก้ปัญหา		D	D ²
	ก่อนเรียน (6 คะแนน)	หลังเรียน (6 คะแนน)			ก่อนเรียน (6 คะแนน)	หลังเรียน (6 คะแนน)		
1	1	5	4	16	0	5	5	25
2	2	4	2	4	1	6	5	25
3	4	5	1	1	2	4	2	4
4	1	5	4	16	1	4	3	9
5	3	3	0	0	1	3	2	4
6	1	5	4	16	1	3	2	4
7	1	4	3	9	3	6	3	9
8	2	5	3	9	0	4	4	16
9	1	5	4	16	1	6	5	25
10	1	6	5	25	0	3	3	9
11	0	4	4	16	1	4	3	9
12	0	4	4	16	0	6	6	36

ตาราง 24 (ต่อ)

ข้อที่	การดำเนินการแก้ปัญหา		D	D ²	การประเมินผลการแก้ปัญหา		D	D ²
	ก่อนเรียน (6 คะแนน)	หลังเรียน (6 คะแนน)			ก่อนเรียน (6 คะแนน)	หลังเรียน (6 คะแนน)		
13	1	6	5	25	3	5	2	4
14	1	4	3	9	1	5	4	16
15	1	4	3	9	0	5	5	25
16	3	5	2	4	2	6	4	16
17	1	4	3	9	5	5	0	0
18	2	6	4	16	1	6	5	25
19	3	4	1	1	3	4	1	1
20	3	4	1	1	2	4	2	4
21	1	4	3	9	2	5	3	9
22	1	5	4	16	4	5	1	1
23	1	4	3	9	1	3	2	4
24	1	5	4	16	1	6	5	25

ตาราง 24 (ต่อ)

ข้อที่	การดำเนินการแก้ปัญหา		D	D ²	การประเมินผลการแก้ปัญหา		D	D ²
	ก่อนเรียน (6 คะแนน)	หลังเรียน (6 คะแนน)			ก่อนเรียน (6 คะแนน)	หลังเรียน (6 คะแนน)		
26	0	3	3	9	2	5	3	9
25	3	4	1	1	3	5	2	4
รวม	39	117	78	278	41	123	82	318
เฉลี่ย	1.50	4.50	t = 11.53		1.58	4.73	t = 10.43	
S.D.	1.07	0.81			1.30	1.04		
ร้อยละ	25.00	75.00			26.33	78.83		

ตาราง 25 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
ของนักเรียนก่อนและหลังเรียน

เลขที่	คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน		D	D ²
	ก่อนเรียน (30 คะแนน)	หลังเรียน (30 คะแนน)		
1	7	25	18	324
2	9	25	16	256
3	8	22	14	196
4	6	21	15	225
5	8	22	14	196
6	9	24	15	225
7	11	23	12	144
8	9	24	15	225
9	13	26	13	169
10	15	27	12	144
11	7	23	16	256
12	16	28	12	144
13	11	29	18	324
14	12	25	13	169
15	10	27	17	289
16	9	23	14	196
17	10	23	13	169
18	12	27	15	225
19	10	22	12	144
20	10	24	14	196
21	14	24	10	100
22	6	28	22	484
23	11	21	10	100
24	8	25	17	289

ตาราง 25 (ต่อ)

เลขที่	คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน		D	D ²
	ก่อนเรียน (30 คะแนน)	หลังเรียน (30 คะแนน)		
25	6	25	19	361
26	12	26	14	196
รวม	259	639	380	5746
เฉลี่ย	9.96	24.58	t = 26.88	
S.D.	2.71	2.21		
ร้อยละ	33.20	81.93		

ตาราง 26 ผลการวิเคราะห์คะแนนแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา
เรื่อง งานและพลังงาน

เลขที่	ด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้					ด้านเนื้อหาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้					ด้านสื่อและอุปกรณ์การเรียนรู้					ด้านการวัดและประเมินผลการเรียนรู้				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
3	4	3	3	3	4	4	3	4	4	4	4	4	3	4	3	4	4	3	4	4
4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4
5	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
6	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	3	5	5	5	5	5	5	5	5
7	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
8	5	4	5	5	4	4	5	4	5	4	5	5	5	5	4	5	5	4	5	5
9	4	4	4	4	4	4	5	5	4	4	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4
10	5	4	4	4	5	4	4	5	4	5	4	4	5	5	5	4	5	4	5	5
11	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4
12	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
13	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
14	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5

ตาราง 26 (ต่อ)

เลขที่	ด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้					ด้านเนื้อหาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้					ด้านสื่อและอุปกรณ์การเรียนรู้					ด้านการวัดและประเมินผล				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
15	4	4	4	4	4	3	4	4	5	5	5	5	5	4	4	4	4	5	4	5
16	4	4	4	3	3	4	4	3	3	3	4	4	4	5	4	4	3	3	4	4
17	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	4
18	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
19	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	5	4	5	5	4	5	5	5	5	4
20	5	5	5	5	4	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
21	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
22	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
23	5	5	5	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
24	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
25	5	5	5	5	4	5	5	5	5	3	4	5	4	5	5	5	5	5	5	5
26	4	5	4	5	5	5	5	5	5	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5
รวม	124	123	124	125	125	127	130	131	131	129	133	133	137	139	135	140	141	140	144	143
เฉลี่ย	4.73	4.65	4.65	4.65	4.62	4.65	4.73	4.73	4.69	4.58	4.69	4.65	4.77	4.81	4.62	4.77	4.77	4.69	4.81	4.73
S.D.	0.45	0.56	0.56	0.63	0.57	0.56	0.53	0.53	0.55	0.64	0.55	0.63	0.59	0.49	0.64	0.43	0.51	0.62	0.40	0.45

ตาราง 26 (ต่อ)

เลขที่	ด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้					ด้านเนื้อหาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้					ด้านสื่อและอุปกรณ์การเรียนรู้					ด้านการวัดและประเมินผลการเรียนรู้				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
เฉลี่ยรายด้าน	$\bar{X} = 4.66, S.D. = 0.56$					$\bar{X} = 4.68, S.D. = 0.56$					$\bar{X} = 4.71, S.D. = 0.58$					$\bar{X} = 4.75, S.D. = 0.48$				
ลำดับที่	4					3					2					1				
เฉลี่ยรวม	4.70																			

เกณฑ์การประเมินแบบสอบถามความพึงพอใจชนิดมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ

ค่าเฉลี่ย 4.51-5.00	หมายถึง	นักเรียนมีความพึงพอใจมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย 3.51-4.50	หมายถึง	นักเรียนมีความพึงพอใจเหมาะสมมาก
ค่าเฉลี่ย 2.51-3.50	หมายถึง	นักเรียนมีความพึงพอใจเหมาะสมปานกลาง
ค่าเฉลี่ย 1.51-2.50	หมายถึง	นักเรียนมีความพึงพอใจเหมาะสมน้อย
ค่าเฉลี่ย 1.00-1.50	หมายถึง	นักเรียนมีความพึงพอใจเหมาะสมน้อยที่สุด

ภาคผนวก ง

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. ตัวอย่างการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา วิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 2 แผน
2. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา วิชาฟิสิกส์
เรื่อง งานและพลังงาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 30 ข้อ
3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 30 ข้อ
4. แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้
แบบสเต็มศึกษา วิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 20 ข้อ

นการจัดการเรียนรู้ที่ 1

สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม	วิชา ฟิสิกส์	รหัสวิชา ว 31201
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	ภาคเรียนที่ 2	ปีการศึกษา 2565
หน่วยการเรียนรู้ที่ 5	เรื่อง งานและพลังงาน	เวลา 20 ชั่วโมง
เรื่อง งานและกำลัง		3 ชั่วโมง

1. มาตรฐานการเรียนรู้/ ผลการเรียนรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม

สาระฟิสิกส์

มาตรฐานการเรียนรู้ 1. เข้าใจธรรมชาติทางฟิสิกส์ ปริมาณและกระบวนการวัด การเคลื่อนที่แนวตรง แรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน กฎความโน้มถ่วงสากล แรงเสียดทาน สมดุลกลของวัตถุ งานและกฎการอนุรักษ์พลังงานกล โมเมนตัม และกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม การเคลื่อนที่แนวโค้ง รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ได้

ผลการเรียนรู้ ม.4/10 วิเคราะห์ และคำนวณงานของแรงคงตัว จากสมการและพื้นที่ใต้กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับตำแหน่ง รวมทั้งอธิบายและคำนวณกำลังเฉลี่ยได้

กลุ่มสาระการเรียนรู้เทคโนโลยี

สาระเทคโนโลยี

มาตรฐานการเรียนรู้ ว 4.2 เข้าใจและใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริง อย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ และการสื่อสารในการเรียนรู้ การทำงาน และการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทัน และมีจริยธรรม

ตัวชี้วัด ว 4.2 ม.4/1 ประยุกต์ใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการพัฒนาโครงการที่มีการบูรณาการกับวิชาอื่นอย่างสร้างสรรค์ และเชื่อมโยงกับชีวิตจริง

กลุ่มสาระการเรียนรู้ศิลปะ

สาระทัศนศิลป์

มาตรฐานการเรียนรู้ ศ 1.1 สร้างสรรค์งานทัศนศิลป์ตามจินตนาการ และความคิดสร้างสรรค์ วิเคราะห์ วิพากษ์ วิวิจารณ์คุณค่างานทัศนศิลป์ ถ่ายทอดความรู้สึก ความคิดต่องานศิลปะอย่างอิสระ ชื่นชม และประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน

ตัวชี้วัด ศ 1.1 ม.4-6/4 มีทักษะและเทคนิคในการใช้วัสดุอุปกรณ์ และกระบวนการที่สูงขึ้นในการสร้างงานทัศนศิลป์

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

สาระสถิติและความน่าจะเป็น

มาตรฐานการเรียนรู้ ศ 3.2 เข้าใจหลักการนับเบื้องต้น ความน่าจะเป็น และนำไปใช้

ตัวชี้วัด ค 3.2 ม.4/1 เข้าใจและใช้หลักการบวกและการคูณ การเรียงสับเปลี่ยนและการจัดหมู่ในการแก้ปัญหา

ตัวชี้วัด ค 3.2 ม.4/2 หาความน่าจะเป็นและนำความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นไปใช้

2. สาระการเรียนรู้

งานของแรงคงตัว จากสมการและพื้นที่ใต้กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง แรงกับตำแหน่ง รวมทั้งกำลังเฉลี่ย

3. สาระสำคัญ

งานของแรงที่กระทำต่อวัตถุหาได้จากผลคูณของขนาดของแรงและขนาดของการกระจัดกับโคไซน์ของมุมระหว่างแรงกับการกระจัด ดังสมการ $W = (F \cos \theta)(\Delta x)$ หรือหาได้จากพื้นที่ใต้กราฟระหว่างแรงในแนวการเคลื่อนที่กับตำแหน่ง โดยแรงที่กระทำอาจเป็นแรงคงตัว หรือไม่คงตัวก็ได้

งานที่ทำได้ในหนึ่งหน่วยเวลา เรียกว่า กำลังเฉลี่ย ดังสมการ $P_{av} = \frac{W}{\Delta t}$

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

4.1 ความรู้ (Knowledge: K)

4.1.1 นักเรียนบอกความหมายของงานในทางฟิสิกส์ กำลัง และกำลังเฉลี่ยได้

4.1.2 นักเรียนบอกความแตกต่างของงานที่มีค่าเป็นบวก เป็นลบ หรือศูนย์ได้

4.2 ทักษะ/กระบวนการ (Process: P)

4.2.1 นักเรียนคำนวณงานของแรงคงตัวและแรงไม่คงตัวจากพื้นที่ใต้กราฟของความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับตำแหน่ง และกำลังเฉลี่ยได้

4.2.2 นักเรียนบอกลักษณะการเคลื่อนที่ของวัตถุจากการสังเกต และสามารถวัดการกระจัดของวัตถุได้

4.2.3 นักเรียนมีการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การลงความเห็นจากข้อมูลจากการสร้างชิ้นงาน และการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุปจากการหางานจากพื้นที่ใต้กราฟ การทดสอบและประเมินผลชิ้นงาน

4.2.4 นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหา ได้แก่ การระบุปัญหา การวิเคราะห์ปัญหา การวางแผนการแก้ปัญหา การดำเนินการแก้ปัญหา และการประเมินผลการแก้ปัญหา

4.3 คุณลักษณะอันพึงประสงค์และสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน (Attitude: A)

4.3.1 ซื่อสัตย์สุจริต

4.3.2 มีวินัย

4.3.3 ใฝ่เรียนรู้

4.3.4 มุ่งมั่นในการทำงาน

4.3.5 มีจิตสาธารณะ

4.3.6 ความสามารถในการสื่อสาร

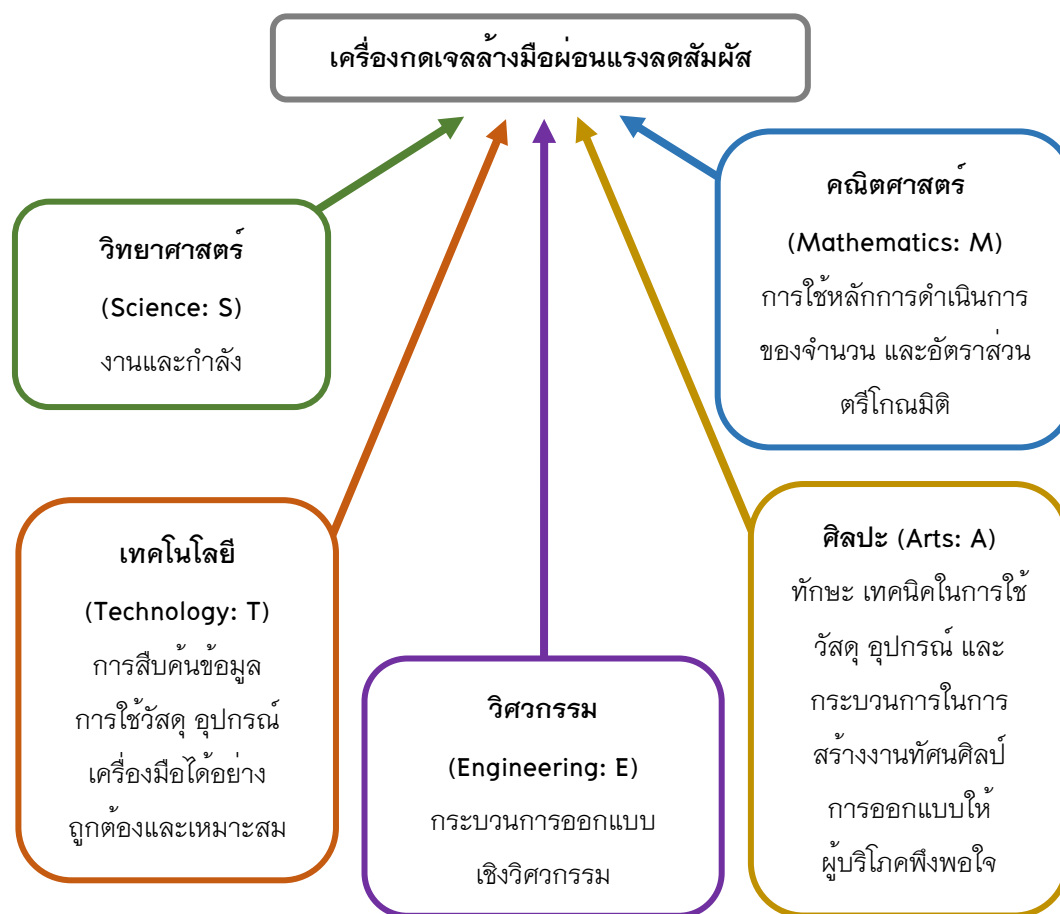
4.3.7 ความสามารถในการคิด

4.3.8 ความสามารถในการแก้ปัญหา

4.3.9 ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต

4.3.10 ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

5. กรอบแนวคิดการจัดการเรียนรู้



ภาพประกอบ 1.1 กรอบแนวคิดการจัดการเรียนรู้

6. กิจกรรมการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา (STEAM Education)

โดยอาศัยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม มี 6 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา หมายถึง ขั้นตอนที่กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจ และทำความเข้าใจกับปัญหา ตระหนักถึงปัญหา วิเคราะห์เงื่อนไขหรือข้อจำกัดของปัญหา จากสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริง เพื่อนำไปสู่การกำหนดขอบเขตของปัญหานั้น ๆ

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูล และแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา หมายถึง ขั้นตอนที่นักเรียนทำการสืบค้นและรวบรวมข้อมูล วิธีการแก้ปัญหา หรือแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา จากสื่อหรือแหล่งการเรียนรู้ต่าง ๆ เพื่อศึกษาหาวิธีการแก้ปัญหานั้น

โดยการวิเคราะห์ และพิจารณาถึงจุดเด่น จุดด้อย ความคุ้มค่า ความเหมาะสมกับ
ขอบเขตและเงื่อนไขของปัญหา จากนั้นเลือกแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุด

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา หมายถึง ขั้นตอนที่นักเรียนนำความรู้
ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้ามาใช้ออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการ โดยคำนึงถึงข้อจำกัด
เงื่อนไข และทรัพยากรต่าง ๆ ตามสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริง

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา หมายถึง ขั้นตอนที่นักเรียน
พัฒนาต้นแบบตามที่กำหนดไว้ วางแผนการทำงานอย่างเป็นขั้นตอน กำหนดเป้าหมาย
และระยะเวลาในการดำเนินการของแต่ละขั้นตอนให้ละเอียดและชัดเจน จากนั้นดำเนินการ
สร้างชิ้นงานหรือวิธีการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหา หมายถึง
ขั้นตอนที่ให้นักเรียนทำการทดสอบ ประเมินการใช้งานของชิ้นงานหรือวิธีการแก้ปัญหา
หากเกิดข้อผิดพลาดหรือบกพร่องควรมีการปรับปรุงแก้ไขเพื่อให้มีประสิทธิภาพ
ในการแก้ปัญหาและความสอดคล้องตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ การทดสอบ
และประเมินผลสามารถเกิดขึ้นได้หลายครั้งในกระบวนการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา หรือชิ้นงาน หมายถึง
ขั้นตอนที่นักเรียนนำเสนอชิ้นงานหรือวิธีการแก้ปัญหา รวมถึงข้อสรุปของการดำเนินการ
แก้ปัญหา มีวิธีการนำเสนอข้อมูลที่เข้าใจง่ายและมีความน่าสนใจ เพื่อให้ผู้ฟังเกิด
ความเข้าใจและสามารถใช้เป็นแนวทางในการแก้ปัญหาต่อไป

7. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา

โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา

ให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน เรื่อง งานและกำลัง

1. ชั้นระบุปัญหา (ชั่วโมงที่ 1)

1.1 ครูนำเข้าสู่บทเรียน โดยตั้งคำถามให้นักเรียนว่า “ในชีวิตประจำวัน
ของนักเรียนเคยทำงานอะไรมาบ้าง” ทำการสุ่มนักเรียน 3-5 คน เพื่อยกตัวอย่าง
งานที่นักเรียนเคยทำ คนละ 1 อย่าง

(แนวคำตอบ: งานในชีวิตประจำวัน เช่น ตากผ้า กวาดบ้าน ถูบ้าน เป็นต้น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับ
ประสบการณ์และความรู้เดิมของนักเรียน)

1.2 ครูนำภาพการทำงานหรือกิจกรรมในชีวิตประจำวัน ดังภาพประกอบ 1.2, 1.3 และ 1.4 ให้นักเรียนสังเกตและร่วมกันอภิปรายว่าการทำงานหรือกิจกรรมใดบ้างที่ทำให้เกิดงานในทางฟิสิกส์ เปิดโอกาสให้นักเรียนตอบอย่างอิสระ โดยไม่คาดหวังคำตอบที่ถูกต้อง



ภาพประกอบ 1.2 คนกำลังเข็นรถเข็น

ที่มา : <https://www.officemate.co.th/blog/trolley/>



ภาพประกอบ 1.3 คนกำลังนั่งทำงาน

ที่มา : <https://www.cigna.co.th/health-wellness/tip/sitting-danger-2019>



ภาพประกอบ 1.4 คนกำลังซักผ้า

ที่มา : <https://sudsapda.com/pr-news/151155.html>

1.3 ครูเปิดวีดิทัศน์เกี่ยวกับงานในทางฟิสิกส์ให้นักเรียนดู (<https://www.youtube.com/watch?v=uMYRrciJV7k> เวลา 0.00–0.41 นาที) หลังจากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับภาพประกอบทั้ง 3 ภาพ ในข้อที่ 1.2 เพื่อหาข้อสรุปว่าภาพการทำงานหรือกิจกรรมใดทำให้เกิดงานในทางฟิสิกส์

(แนวคำตอบ: ภาพประกอบ 1.2 ทำให้เกิดงานในทางฟิสิกส์ เพราะมีการออกแรงกระทำกับวัตถุ (รถเข็น) แล้ววัตถุเกิดการเคลื่อนที่ไปตามแนวแรงนั้น ภาพประกอบ 1.3 ไม่มีการออกแรงกระทำต่อวัตถุ และภาพประกอบ 1.4 มีแรงกระทำต่อวัตถุ แต่วัตถุไม่มีการเคลื่อนที่ ดังนั้น ภาพประกอบ 1.3 และ 1.4 เป็นงานในชีวิตประจำวัน ไม่ใช่งานในทางฟิสิกส์)

1.4 ครูแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 7–8 คน จากนั้นครูกำหนดสถานการณ์ที่ 1.1 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษารายละเอียดของสถานการณ์ ดังนี้

“ในปัจจุบันมีการแพร่ระบาดของโควิด-19 ทำให้มีผู้ติดเชื้อและเสียชีวิตจำนวนมาก เพื่อลดโอกาสการติดเชื้อและป้องกันการแพร่ระบาดของโควิด-19 จึงมีมาตรการป้องกันโรค 6 ข้อปฏิบัติ ได้แก่ 1. คัดกรองวัดไข้ 2. สวมหน้ากาก 3. ล้างมือ 4. เว้นระยะห่าง 5. ทำความสะอาด และ 6. ลดแออัด หนึ่งในข้อปฏิบัติที่อาจทำให้เกิดการติดเชื้อได้โดยไม่รู้ตัว คือ การล้างมือจากขวดเจลล้างมือ โดยการใช้มือกด ทำให้เกิดความเสี่ยงต่อการสัมผัสเชื้อและมีโอกาสติดเชื้อได้ ส่งผลให้เกิดการแพร่ระบาดของเชื้อ ดังนั้น นักเรียนมีวิธีการอย่างไรเพื่อลดความเสี่ยงต่อการสัมผัสเชื้อ และสามารถล้างมือได้อย่างปลอดภัย”

1.5 ให้นักเรียนร่วมกันระบุและวิเคราะห์ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนด เพื่อตอบคำถามของ กิจกรรมฝึกความสามารถในการแก้ปัญหา ในใบบันทึกกิจกรรม เรื่อง ความเสี่ยงต่อการสัมผัสเชื้อจากการกดเจลล้างมือ

1.6 จากนั้นครูกำหนดสถานการณ์ที่ 1.2 ว่า

“ถ้านักเรียนต้องการสร้างเครื่องกดเจลล้างมือใช้เอง นักเรียนควรมีความรู้ พื้นฐานอะไรบ้างและมีวิธีการอย่างไร เพื่อให้เครื่องกดเจลล้างมือช่วยผ่อนแรง ขณะใช้งาน ใช้เวลาในการกดน้อยที่สุด ลดการสัมผัสด้วยมือโดยตรง และสามารถ นำมาใช้ได้จริงในครอบครัว หรือสถานที่ต่าง ๆ เพื่อลดโอกาสการติดเชื้อและป้องกันการแพร่ระบาดของโควิด-19”

2. ขั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

2.1 ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาค้นคว้าจากอินเทอร์เน็ตและใบความรู้ เกี่ยวกับงานและกำลัง เพื่อนำความรู้ไปใช้ในการออกแบบเครื่องกดเจลล้างมือที่ช่วย ผ่อนแรงขณะใช้งาน ใช้เวลาในการกดน้อยที่สุด และลดการสัมผัสด้วยมือโดยตรง

ตอนที่ 1 งานในทางฟิสิกส์

2.2 ครูเปิดวีดิทัศน์เกี่ยวกับงานให้นักเรียนดู และศึกษาเพิ่มเติมจาก ใบความรู้ที่ 1.1 (<https://www.youtube.com/watch?v=uMYRrciJV7k> เวลา 0.41-1.05 นาที) จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มระดมความคิดเพื่อตอบคำถาม ในใบบันทึกกิจกรรม เรื่อง ความเสี่ยงต่อการสัมผัสเชื้อจากการกดเจลล้างมือ ตอนที่ 1 งานในทางฟิสิกส์

ตอนที่ 2 กำลัง

2.3 ครูเปิดวีดิทัศน์เกี่ยวกับงานให้นักเรียนดู และศึกษาเพิ่มเติมจาก ใบความรู้ที่ 1.2 (<https://www.youtube.com/watch?v=uMYRrciJV7k> เวลา 1.05-1.55 นาที) จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มระดมความคิดเพื่อตอบคำถามในใบบันทึก กิจกรรม เรื่อง ความเสี่ยงต่อการสัมผัสเชื้อจากการกดเจลล้างมือ ตอนที่ 2 กำลัง

3. ขั้นตอนแบบวิธีการแก้ปัญหา (ชั่วโมงที่ 2)

3.1 ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มวิเคราะห์และทำความเข้าใจกับสถานการณ์ที่ 1.2 รวมถึงเงื่อนไขต่าง ๆ ในการสร้างเครื่องกวดเจลล้างมือช่วยผ่อนแรงขณะใช้งาน ใช้เวลาในการกวดน้อยที่สุด และลดการสัมผัสด้วยมือโดยตรง โดยนำความรู้เรื่อง งานและกำลัง มาประยุกต์ใช้ในการสร้างเครื่องกวดเจลล้างมือ

3.2 ครูชี้แจงเกี่ยวกับวัสดุอุปกรณ์ที่กำหนดให้แต่ละกลุ่มดังนี้

- | | |
|--|---------|
| 1. ท่อ PVC (Ø18 มิลลิเมตร, ยาว 2 เมตร) | 1 ท่อน |
| 2. ท่อ PVC ร้อยสายไฟ (Ø15 มิลลิเมตร, ยาว 1.5 เมตร) | 1 ท่อน |
| 3. ข้อต่อท่อ PVC แบบต่าง ๆ (Ø18 มิลลิเมตร) | 7 ตัว |
| - ข้อต่อองอ 90 (2 ตัว) | |
| - ข้อต่อสามทาง (4 ตัว) | |
| - ข้อต่อสี่ตากากบาท (1 ตัว) | |
| 4. ข้อต่อท่อ PVC ร้อยสายไฟแบบต่าง ๆ (Ø15 มิลลิเมตร) | 3 ตัว |
| - ข้อต่อองอ 90 (2 ตัว) | |
| - ข้อต่อสามทาง (1 ตัว) | |
| 5. คลิปก้ามปูท่อ PVC (Ø18 มิลลิเมตร) | 4 ตัว |
| 6. ขวดเจลล้างมือ (450 มิลลิลิตร) | 1 ขวด |
| 7. ตลับเมตร | 1 อัน |
| 8. กรรไกร | 1 เล่ม |
| 9. กระดาษทราย (เบอร์ 60, 9*12 เซนติเมตร) | 3 แผ่น |
| 10. เคเบิลไทร์ (2.5*150 มิลลิเมตร) | 10 เส้น |
| 11. ตะกร้ากลม (Ø18 เซนติเมตร, สูง 11 เซนติเมตร) | 1 อัน |
| 12. เทปใส | 1 ม้วน |
| 13. กรรไกรสำหรับตัดท่อ PVC (ใช้ร่วมกัน) | |
| 14. ริปปิ้น (สีชมพู สีเหลือง สีส้ม สีเขียว และสีม่วง) (ใช้ร่วมกัน) | |
| 15. ชุดมวลถ่วงน้ำหนัก (560 กรัม*3 ชุด) (ใช้ร่วมกัน) | |
| 16. นาฬิกาจับเวลา (ใช้ร่วมกัน) | |

3.3 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มระดมความคิดเพื่อออกแบบเครื่องกดเจลล้างมือ โดยเขียนเป็นภาพ 3 มิติ ระบุองค์ประกอบและรายละเอียดแต่ละส่วน พร้อมบรรยายให้สวยงาม

4. ขั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา

4.1 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันเขียนขั้นตอนการสร้างเครื่องกดเจลล้างมือ

4.2 นักเรียนร่วมกันสร้างเครื่องกดเจลล้างมือตามขั้นตอนที่ออกแบบ

และวางแผนไว้ โดยเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ที่กำหนดให้ที่มีอยู่อย่างจำกัด

5. ขั้นทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหา (ชั่วโมงที่ 3)

5.1 ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเครื่องกดเจลล้างมือที่สร้างขึ้นมาทดลองกดเจลล้างมือว่าสามารถใช้งานได้หรือไม่ และลดการสัมผัสด้วยมือโดยตรงหรือไม่

5.2 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการทดสอบการพ่นแรงของเครื่องกดเจลล้างมือที่สร้างขึ้น โดยการถ่วงน้ำหนักจนกระทั่งเครื่องกดเจลล้างมือกดเจลได้สำเร็จ จากนั้นทำการบันทึกน้ำหนักที่ได้ (กิโลกรัม) (น้ำหนักน้อยกว่า 1,650 กรัม ถือว่าพ่นแรง เนื่องจากในการทดสอบเป็นน้ำหนักที่น้อยที่สุดในการกดเจลได้สำเร็จ)

5.3 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการวัดการกระจัด (เมตร) และใช้น้ำหนักในข้อ 5.2 จากนั้นคำนวณหางานที่เกิดขึ้นจากการกดเจลล้างมือ

5.4 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการจับเวลาที่ใช้ในการกด (วินาที) และใช้งานในข้อ 5.3 จากนั้นคำนวณหากำลังที่ใช้ในการกดเครื่องกดเจลล้างมือ

5.5 ปรับปรุงแก้ไขในส่วนที่ผิดพลาด เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุดและสอดคล้องกับเป้าหมายที่กำหนดไว้

6. นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา หรือชิ้นงาน

6.1 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสรุปแนวคิดและวิธีการออกแบบเครื่องกดเจลล้างมือ

6.2 ครูให้นักเรียนนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา หรือชิ้นงาน และร่วมกันอภิปรายแนวคิด วิธีการออกแบบ รวมถึงการปรับปรุงแก้ไขชิ้นงาน

6.3 ครูนำอภิปรายเพื่อให้ได้ข้อสรุปเกี่ยวกับความรู้ เรื่อง งานและกำลัง รวมทั้งการนำความรู้ที่ได้ไปใช้ประโยชน์ในอนาคต

หลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สเต็มศึกษา ให้นักเรียนทำแบบทดสอบ
หลังเรียน เรื่อง งานและกำลัง

8. สื่อและแหล่งเรียนรู้

8.1 ใบความรู้ที่ 1.1 เรื่อง งานในทางฟิสิกส์

8.2 ใบความรู้ที่ 1.2 เรื่อง กำลัง

8.3 แหล่งเรียนรู้

8.3.1 ห้องสมุด

8.3.2 อินเทอร์เน็ต และเว็บไซต์ในการสืบค้นข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

9. การวัดและประเมินผล

รายการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
1. ด้านความรู้ (K)	- ตรวจสอบแบบทดสอบ ก่อนเรียน และหลังเรียน	- แบบทดสอบ ก่อนเรียน และหลังเรียน	- ผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 60 ขึ้นไป
2. ด้านทักษะ กระบวนการ (P)	- ตรวจสอบบันทึก กิจกรรม - ตรวจสอบแบบทดสอบ วัดความสามารถ ในการแก้ปัญหา	- บันทึกกิจกรรม - แบบทดสอบวัด ความสามารถ ในการแก้ปัญหา	- ผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 60 ขึ้นไป - ผ่านเกณฑ์ระดับ คุณภาพดีขึ้นไป
3. ด้านคุณลักษณะ อันพึงประสงค์และ สมรรถนะสำคัญ ของผู้เรียน (A)	- สังเกตความ ซื่อสัตย์สุจริต มีวินัย ใฝ่เรียนรู้ มุ่งมั่นในการทำงาน มีจิตสาธารณะ และสมรรถนะ สำคัญของผู้เรียน 5 ประการ	- แบบประเมิน คุณลักษณะ อันพึงประสงค์ และสมรรถนะ สำคัญของผู้เรียน	- ผ่านเกณฑ์ระดับ คุณภาพดีขึ้นไป



ใบความรู้เบื้องต้น เรื่อง ความสามารถในการแก้ปัญหา

ความสามารถในการแก้ปัญหา หมายถึง กระบวนการจัดการกับปัญหาอย่างเป็นระบบ โดยผ่านการคิดอย่างมีแบบแผนเป็นขั้นตอน จำเป็นต้องอาศัยความรู้ ความเข้าใจ สติปัญญา การตัดสินใจ และประสบการณ์ในการพิจารณาปัญหาที่เกิดขึ้น เพื่อหาวิธีการที่เหมาะสม นำไปสู่การแก้ปัญหาให้บรรลุตามจุดมุ่งหมายที่ต้องการ โดยกระบวนการในการแก้ปัญหา ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การระบุปัญหา หมายถึง กำหนดประเด็นปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนด

ขั้นที่ 2 การวิเคราะห์ปัญหา หมายถึง การระบุสาเหตุหรือปัจจัยที่มีความเกี่ยวข้องกับปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนด

ขั้นที่ 3 การวางแผนการแก้ปัญหา หมายถึง การกำหนดวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสม วางแผนอย่างเป็นขั้นตอน โดยมีความสอดคล้องกับสาเหตุของปัญหา

ขั้นที่ 4 การดำเนินการแก้ปัญหา หมายถึง การลงมือปฏิบัติเพื่อแก้ปัญหตามแบบแผน วิธีการแก้ปัญหา และแสดงวิธีการหาคำตอบ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ต้องการ

ขั้นที่ 5 การประเมินผลการแก้ปัญหา หมายถึง การนำผลลัพธ์ที่ได้จากการดำเนินการแก้ปัญหามาเทียบกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ หากมีข้อบกพร่องควรมีการปรับปรุงเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ถูกต้องและเหมาะสมที่สุด



ใบความรู้ที่ 1.1

เรื่อง งานในทางฟิสิกส์

งานในทางฟิสิกส์

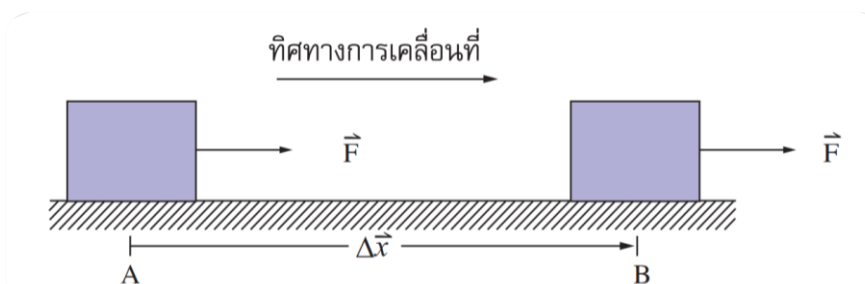
งาน (Work) หมายถึง ผลจากการออกแรงกระทำต่อวัตถุแล้วทำให้วัตถุเกิดการกระจัด หรือผลคูณขนาดของแรงและขนาดของการกระจัดกับโคไซน์ของมุมระหว่างแรงกับการกระจัด โดยปริมาณงานขึ้นอยู่กับขนาดและทิศทางของแรงที่กระทำต่อวัตถุและการกระจัดของวัตถุ สามารถเขียนเป็นสมการได้ว่า

$$W = \vec{F} \cdot \Delta\vec{x} = (F\cos\theta)(\Delta x)$$

เมื่อ	W	คือ	งาน มีหน่วยเป็น นิวตัน·เมตร (N · m) หรือ จูล (J)
	F	คือ	ขนาดของแรง มีหน่วยเป็น นิวตัน (N)
	Δx	คือ	ขนาดของการกระจัด มีหน่วยเป็น เมตร (m)
	θ	คือ	มุมระหว่างแรงและการกระจัดของวัตถุ มีหน่วยเป็น องศา (°)

งานของแรงที่ทำมุมกับทิศทางการเคลื่อนที่

1. งานที่เกิดจากแรงมีทิศทางเดียวกันกับการกระจัด



ภาพประกอบ 1.5 แรงมีทิศทางเดียวกันกับการกระจัด

ที่มา : https://drive.google.com/file/d/1o3saYM262o3YBUO-_9bp3_VHdQlanP5C/view

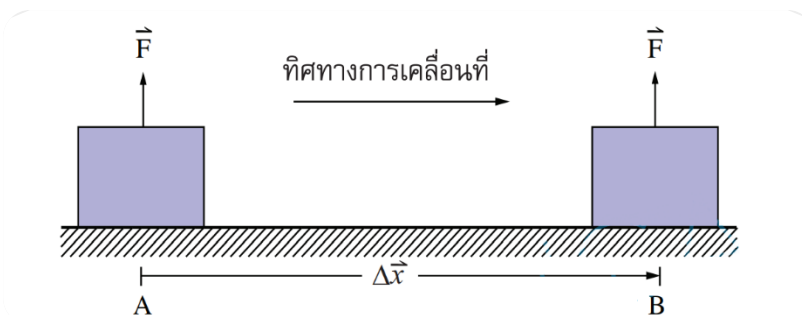
ในกรณีที่มีแรงมากระทำแล้วมีการกระจัดเกิดขึ้นในแนวเดียวกับแรงที่กระทำ ทำให้มุมระหว่างแรงและการกระจัดเท่ากับ 0 องศา จะได้ว่า $\cos 0^\circ = 1$ จะได้สมการเป็น

$$W = (F\cos\theta)(\Delta x)$$

$$W = (F\cos 0^\circ)(\Delta x) = (F(1))(\Delta x)$$

ดังนั้น งานมีค่าเท่ากับ $W = F\Delta x$

2. งานที่เกิดจากแรงมีทิศทางการตั้งฉากกับการกระจัด



ภาพประกอบ 1.6 แรงมีทิศทางการตั้งฉากกับการกระจัด

ที่มา : https://drive.google.com/file/d/1o3saYM262o3YBUO-_9bp3_VHdQlanP5C/view

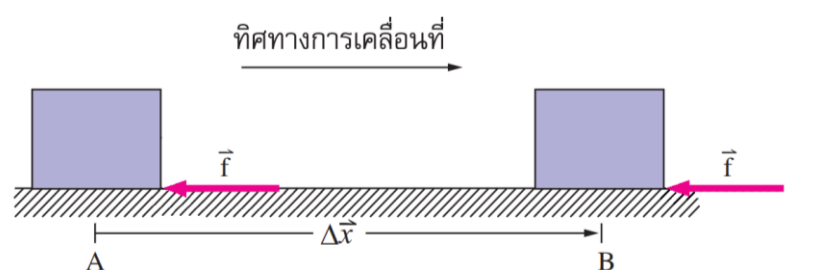
ในกรณีที่มีแรงมากระทำตั้งฉากกับการกระจัดที่เกิดขึ้น จากกฎเคลื่อนที่ข้อที่สองของนิวตัน กล่าวได้ว่า การกระจัดที่เกิดขึ้นไม่ได้เกิดจากแรงนี้ ดังนั้น จึงไม่เกิดงาน เนื่องจากแรงที่ตั้งฉากกับการกระจัด จะได้สมการเป็น

$$W = (F\cos\theta)(\Delta x)$$

$$W = (F\cos 90^\circ)(\Delta x) = (F(0))(\Delta x)$$

ดังนั้น งานมีค่าเท่ากับ $W = 0$

3. งานที่เกิดจากแรงมีทิศทางการตรงข้ามกับการกระจัด



ภาพประกอบ 1.7 แรงมีทิศตรงข้ามกับการกระจัด

ที่มา : https://drive.google.com/file/d/1o3saYM262o3YBUO-_9bp3_VHdQlanP5C/view

ในกรณีที่**มีแรงมากกระทำแล้วมีการกระจัดเกิดขึ้นในทิศทางตรงข้ามกับแรงที่กระทำ** มุมระหว่างแรงและการกระจัดเท่ากับ 180 องศา จะได้ว่า $\cos 180^\circ = -1$ จะได้สมการเป็น

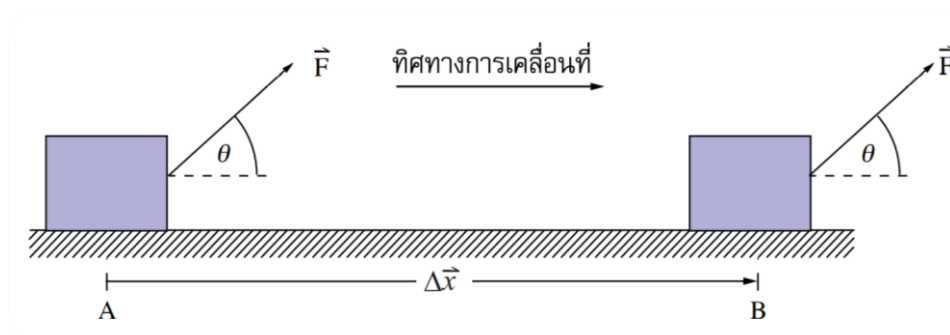
$$W = (F \cos \theta)(\Delta x)$$

$$W = (F \cos 180^\circ)(\Delta x)$$

$$W = (F(-1))(\Delta x)$$

ดังนั้น งานมีค่าเท่ากับ $W = -F\Delta x$

4. งานที่เกิดจากแรงทำมุมใด ๆ กับการกระจัด



ภาพประกอบ 1.8 แรงมีทิศทำมุมใด ๆ กับการกระจัด

ที่มา : https://drive.google.com/file/d/1o3saYM262o3YBUO-_9bp3_VHdQlanP5C/view

ถ้าวัตถุถูกลากด้วยแรงคงตัวทำมุมกับทิศการกระจัดของวัตถุ การกระจัดของวัตถุที่เกิดจากแรงคงตัวนี้จะอยู่คนละทิศทางกัน ในกรณีนี้จะหางานที่แรงกระทำได้โดยแยกแรงออกเป็นแรงองค์ประกอบที่ตั้งฉากกัน แล้วพิจารณาหาค่าของงานดังนี้

แรงองค์ประกอบในแนวแกนนอน

$$W_{\vec{F}_1} = (F_1 \cos \theta)(\Delta x)$$

$$W_{\vec{F}_1} = (F_1 \cos 0^\circ)(\Delta x)$$

$$W_{\vec{F}_1} = (F \cos \theta \cdot (1))(\Delta x) = (F \cos \theta)(\Delta x)$$

แรงองค์ประกอบในแนวแกนตั้ง

$$W_{\vec{F}_2} = (F_1 \sin \theta)(\Delta x)$$

$$W_{\vec{F}_2} = (F_1 \sin 90^\circ)(\Delta x)$$

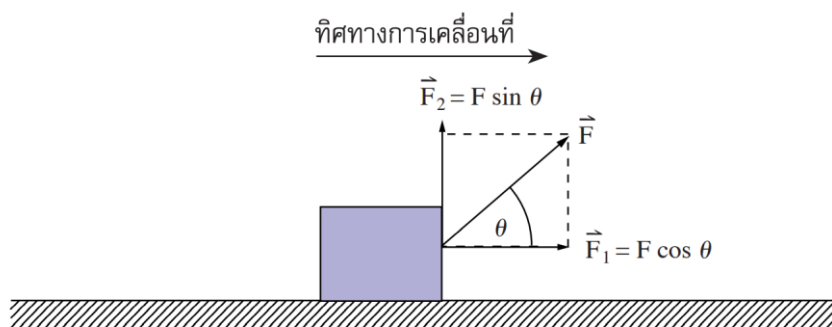
$$W_{\vec{F}_2} = (F \sin \theta \cdot (0))(\Delta x) = 0$$

ดังนั้นงานของแรงที่ทำมุมใด ๆ กับการกระจัด จะได้เป็น

$$W_{\vec{F}} = W_{\vec{F}_1} + W_{\vec{F}_2}$$

$$W_{\vec{F}} = (F \cos \theta)(\Delta x) + 0$$

$$W_{\vec{F}} = (F \cos \theta)(\Delta x)$$

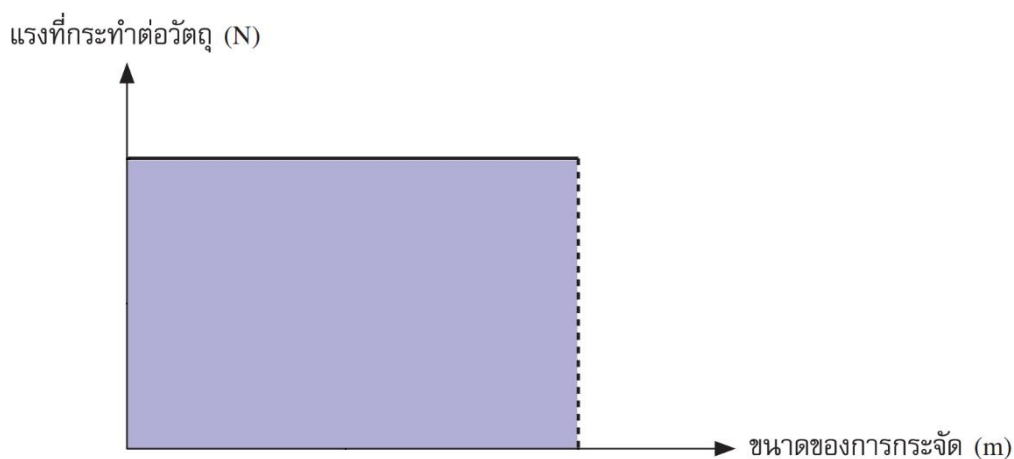


ภาพประกอบ 1.9 การแยกแรงออกเป็นแรงองค์ประกอบสองแรงที่ตั้งฉาก

ที่มา : https://drive.google.com/file/d/1o3saYM262o3YBUO-_9bp3_VHdQlanP5C/view

งานเนื่องจากแรงคงตัวและไม่คงตัวจากพื้นที่ใต้กราฟ

1. งานเนื่องจากแรงคงตัว เมื่อมีแรงคงตัวมากกระทำต่อวัตถุ แล้วทำให้วัตถุนั้นเคลื่อนที่ตามแนวแรงที่มากกระทำ กราฟความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของแรงที่กระทำต่อวัตถุกับขนาดของการกระจัดตามแนวแรงจะมีลักษณะ ดังภาพประกอบ 1.10



ภาพประกอบ 1.10 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงที่กระทำต่อวัตถุกับขนาดของการกระจัด

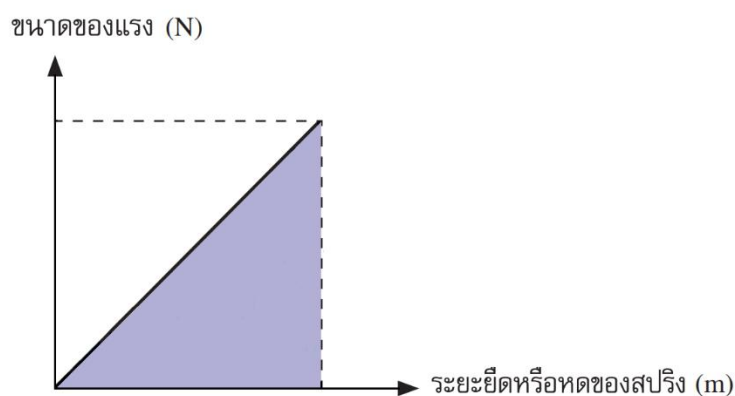
ที่มา : https://drive.google.com/file/d/1o3saYM262o3YBUO-_9bp3_VHdQlanP5C/view

เมื่อหาพื้นที่ใต้กราฟในส่วนที่แรงจะคงจะได้

$$\text{พื้นที่ใต้กราฟ} = \text{กว้าง} \times \text{ยาว} = (F)(\Delta x)$$

จะเห็นได้ว่า พื้นที่ใต้กราฟ มีค่าเท่ากับ งานของแรงคงตัวที่กระทำต่อวัตถุ
ในระยะกระจัด

2. งานของแรงไม่คงตัวมีค่าเปลี่ยนแปลงอย่างสม่ำเสมอ ในกรณีแรงที่กระทำต่อวัตถุมีค่าไม่คงตัว แต่มีค่าเปลี่ยนแปลงอย่างสม่ำเสมอ เช่น แรงที่ใช้ดึงสปริงให้ยืดออก



ภาพประกอบ 1.11 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับระยะยืดหรือหดของสปริง

ที่มา : https://drive.google.com/file/d/1o3saYM262o3YBUO-_9bp3_VHdQlanP5C/view

แรงที่ดึงสปริงให้ยืดออกในทิศทางเดียวกับการยืดออกของสปริง โดยแรงมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างสม่ำเสมอ และทำให้สปริงยืดออกเกิดการกระจัด กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับระยะยืดหรือหดของสปริง ดังภาพประกอบ 1.11

เมื่อหาพื้นที่ใต้กราฟ จะได้

$$\text{พื้นที่ใต้กราฟ} = \frac{1}{2} \times \text{ฐาน} \times \text{สูง} = \frac{1}{2} (F)(\Delta x)$$

จะเห็นได้ว่า พื้นที่ใต้กราฟที่หาได้เท่ากับงานที่ทำในการดึงสปริงให้ยืดออกตามแนวแรง ซึ่งก็คือผลคูณของขนาดของแรงเฉลี่ยกับขนาดของการกระจัด

ใบความรู้ที่ 1.2

เรื่อง กำลัง

กำลัง (Power)

กำลัง คือ อัตราการทำงาน หรืองานที่ทำได้ในหนึ่งหน่วยเวลา โดยทั่วไปกำลังที่ใช้บอกความสามารถในการทำงานหมายถึง **กำลังเฉลี่ย** ซึ่งหาได้จากสมการ

งาน (W) ที่ทำได้ในช่วงเวลา (t) จะได้ค่าเฉลี่ยของงานที่ทำต่อหนึ่งหน่วยเวลา เขียนเป็นสมการได้ว่า

$$\text{กำลังเฉลี่ย} = \frac{\text{งานที่ทำได้}}{\text{เวลาที่ใช้}}$$

$$P_{av} = \frac{W}{\Delta t}$$

จากค่าของกำลังเฉลี่ย เราสามารถคำนวณงานได้จากกำลังโดยใช้สมการ

$$W = (P_{av})(\Delta t)$$

ในกรณีของเครื่องยนต์มีการระบุหน่วยของกำลังเป็น กำลังม้า (House Power, hp) หรือที่เรียกกันว่า **แรงแม้** โดยที่ 1 hp หรือ 1 แรงแม้ เท่ากับ 746 วัตต์ เช่น รถยนต์คันหนึ่งมีกำลังของเครื่องยนต์เท่ากับ 110 กำลังม้า หรือ 110 แรงแม้



ภาพประกอบ 1.13 เด็กกลากรถเข็นต้นไม้

ที่มา : <https://www.dreamstime.com/illustration/boy-pull.html>

กิจกรรมฝึกความสามารถในการแก้ปัญหา

เรื่อง ความเสี่ยงต่อการสัมผัสเชื้อจากการกดเจลล้างมือ

1. จุดประสงค์การเรียนรู้

1.1 ความรู้ (Knowledge: K)

1.1.1 นักเรียนบอกความหมายของงานในทางฟิสิกส์ กำลัง และกำลังเฉลี่ยได้

1.1.2 นักเรียนบอกความแตกต่างของงานที่มีค่าเป็นบวก เป็นลบ หรือศูนย์ได้

1.2 ทักษะ/กระบวนการ (Process: P)

1.2.1 นักเรียนคำนวณงานของแรงคงตัวและแรงไม่คงตัวจากพื้นที่ใต้กราฟของความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับตำแหน่ง และกำลังเฉลี่ยได้

1.2.2 นักเรียนบอกลักษณะการเคลื่อนที่ของวัตถุจากการสังเกต และสามารถวัดการกระจัดของวัตถุได้

1.2.3 นักเรียนมีการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การลงความเห็นจากข้อมูลจากการสร้างชิ้นงาน และการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุปจากการหางานจากพื้นที่ใต้กราฟ การทดสอบและประเมินผลชิ้นงาน

1.2.4 นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหา ได้แก่ การระบุปัญหา การวิเคราะห์ปัญหา การวางแผนการแก้ปัญหา การดำเนินการแก้ปัญหา และการประเมินผลการแก้ปัญหา

1.3 คุณลักษณะอันพึงประสงค์และสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน (Attitude: A)

1.3.1 ซื่อสัตย์สุจริต

1.3.2 มีวินัย

1.3.3 ใฝ่เรียนรู้

1.3.4 มุ่งมั่นในการทำงาน

1.3.5 มีจิตสาธารณะ

1.3.6 ความสามารถในการสื่อสาร

1.3.7 ความสามารถในการคิด

1.3.8 ความสามารถในการแก้ปัญหา

1.3.9 ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต

1.3.10 ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

2. วัสดุอุปกรณ์

ลำดับ	รายการ	จำนวนต่อกลุ่ม
1	ทอ PVC (Ø18 มิลลิเมตร, ยาว 2 เมตร)	1 ทอน
2	ทอ PVC รอยสายไฟ (Ø15 มิลลิเมตร, ยาว 1.5 เมตร)	1 ทอน
3	ข้อต่อทอ PVC แบบต่าง ๆ (Ø18 มิลลิเมตร) - ข้อตองอ 90 (2 ตัว) - ข้อต่อสามทาง (4 ตัว) - ข้อต่อสี่ตากากบาท (1 ตัว)	7 ตัว
4	ข้อต่อทอ PVC รอยสายไฟแบบต่าง ๆ (Ø15 มิลลิเมตร) - ข้อตองอ 90 (2 ตัว) - ข้อต่อสามทาง (1 ตัว)	3 ตัว
5	คลิปก้ามปูทอ PVC (Ø18 มิลลิเมตร)	4 ตัว
6	ขวดปั๊มเจลเปล่า (450 มิลลิลิตร)	1 ขวด
7	ตลับเมตร	1 อัน
8	กรรไกร	1 ด้าม
9	กระดาษทราย (เบอร์ 60, 9*12 เซนติเมตร)	3 แผ่น
10	เคเบิลไทร์ (2.5*150 มิลลิเมตร)	10 เส้น
11	ตะกรากลม (Ø18 เซนติเมตร, สูง 11 เซนติเมตร)	1 อัน
12	เทปใส	1 ม้วน
13	กรรไกรสำหรับตัดทอ PVC	ใช้ร่วมกัน
14	ริบบิ้น (สีชมพู สีเหลือง สีส้ม สีเขียว และสีม่วง)	ใช้ร่วมกัน
15	ชุดมวลถ่วงน้ำหนัก (560 กรัม*3 ชุด)	ใช้ร่วมกัน
16	นาฬิกาจับเวลา	ใช้ร่วมกัน

ใบบันทึกกิจกรรม

เรื่อง ความเสี่ยงต่อการสัมผัสเชื้อจากการกดเจลล้างมือ

คำชี้แจง ให้นักเรียนระบุปัญหาจากสถานการณ์ดังต่อไปนี้

สถานการณ์ที่ 1.1

“ในปัจจุบันมีการแพร่ระบาดของโควิด-19 ทำให้มีผู้ติดเชื้อและเสียชีวิตจำนวนมาก เพื่อลดโอกาสการติดเชื้อและป้องกันการแพร่ระบาดของโควิด-19 จึงมีมาตรการป้องกันโรค 6 ข้อปฏิบัติ ได้แก่ 1. คัดกรองวัดไข้ 2. สวมหน้ากาก 3. ล้างมือ 4. เว้นระยะห่าง 5. ทำความสะอาด และ 6. ลดแออัด หนึ่งในข้อปฏิบัติที่อาจทำให้เกิดการติดเชื้อได้โดยไม่รู้ตัว คือ การล้างมือจากขวดเจลล้างมือ โดยการใช้มือกด ทำให้เกิดความเสี่ยงต่อการสัมผัสเชื้อและมีโอกาสติดเชื้อได้ ส่งผลให้เกิดการแพร่ระบาดของเชื้อ ดังนั้น นักเรียนมีวิธีการอย่างไรเพื่อลดความเสี่ยงต่อการสัมผัสเชื้อ และสามารถล้างมือได้อย่างปลอดภัย”

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา

1.1 ปัญหาที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์นี้ คืออะไร (ความสามารถในการแก้ปัญหา: การระบุปัญหา)

.....

.....

1.2 ระบุสาเหตุหรือปัจจัยที่ทำให้เกิดความเสี่ยงต่อการสัมผัสเชื้อจากขวดเจลล้างมือ (ความสามารถในการแก้ปัญหา: การวิเคราะห์ปัญหา)

.....

.....

1.3 นักเรียนมีวิธีการอย่างไรเพื่อลดความเสี่ยงต่อการสัมผัสเชื้อ และสามารถล้างมือได้อย่างปลอดภัย

.....

.....

คำชี้แจง ให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์ดังต่อไปนี้

สถานการณ์ที่ 1.2

“ถ้านักเรียนต้องการสร้างเครื่องกดเจลล้างมือใช้เอง นักเรียนควรมีความรู้พื้นฐานอะไรบ้างและมีวิธีการอย่างไร เพื่อให้เครื่องกดเจลล้างมือช่วยผ่อนแรงขณะใช้งาน ใช้เวลาในการกดน้อยที่สุด ลดการสัมผัสด้วยมือโดยตรง และสามารถนำมาใช้ได้จริงในครอบครัว หรือสถานที่ต่าง ๆ เพื่อลดโอกาสการติดเชื้อและป้องกันการแพร่ระบาดของโควิด-19”

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

ตอนที่ 1 งานในทางฟิสิกส์

2.1 งาน (Work) ในทางฟิสิกส์ หมายถึงอะไร

.....

.....

.....

2.2 งานของแรงที่กระทำต่อวัตถุหาได้จากผลคูณขนาดของแรงและขนาดของการกระจัดกับโคไซน์ของมุมระหว่างแรงกับการกระจัด เขียนเป็นสมการได้ว่า

.....

.....

.....

2.3 งานที่เกิดขึ้นเกี่ยวข้องกับปริมาณใดบ้าง

.....

.....

.....

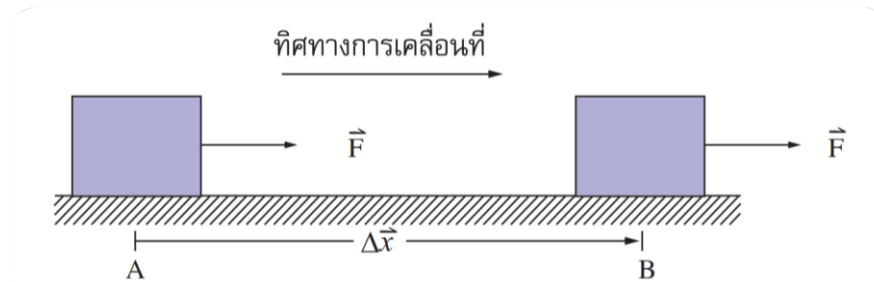
2.4 งานของแรงที่ทำมุมกับทิศทางการเคลื่อนที่

ข้อที่ 1 แรงมีทิศทางเดียวกันกับการกระจัด งานมีค่าเท่าใด

.....

.....

.....



ภาพประกอบ 1.14 แรงมีทิศทางเดียวกันกับการกระจัด

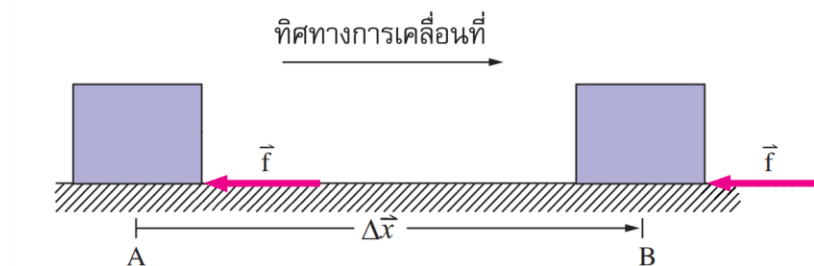
ที่มา : https://drive.google.com/file/d/1o3saYM262o3YBUO-_9bp3_VHdQlanP5C/view

ข้อที่ 2 แรงมีทิศตรงข้ามกับการกระจัด งานมีค่าเท่าใด

.....

.....

.....



ภาพประกอบ 1.15 แรงมีทิศตรงข้ามกับการกระจัด

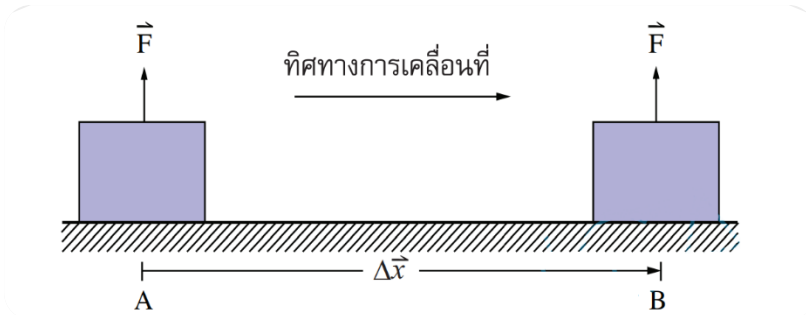
ที่มา : https://drive.google.com/file/d/1o3saYM262o3YBUO-_9bp3_VHdQlanP5C/view

ข้อที่ 3 แรงมีทิศทางตั้งฉากกับการกระจัด งานมีค่าเท่าใด

.....

.....

.....



ภาพประกอบ 1.16 แรงมีทิศทางตั้งฉากกับการกระจัด

ที่มา : https://drive.google.com/file/d/1o3saYM262o3YBUO-_9bp3_VHdQlanP5C/view

ข้อที่ 4 แรงทำมุมใด ๆ กับการกระจัด งานมีค่าเท่าใด

.....

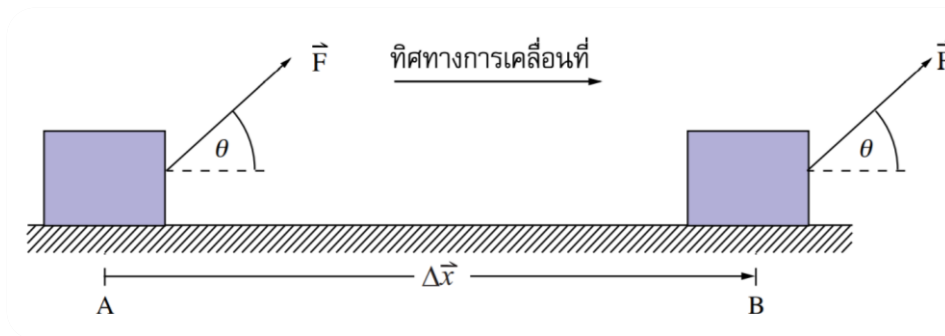
.....

.....

.....

.....

.....



ภาพประกอบ 1.17 แรงมีทิศทำมุมใด ๆ กับการกระจัด

ที่มา : https://drive.google.com/file/d/1o3saYM262o3YBUO-_9bp3_VHdQlanP5C/view

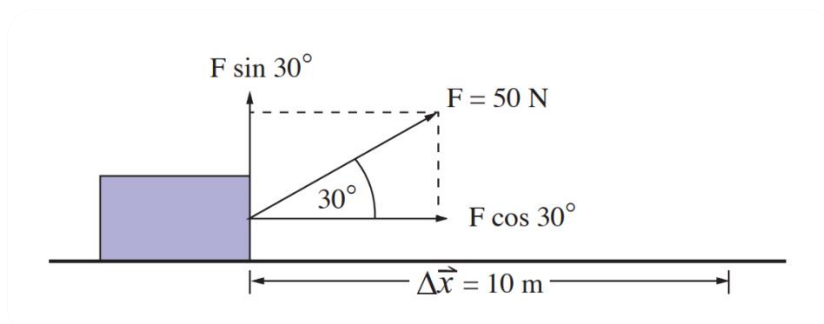
2.5 คำนวณงานของแรงคงตัวจากสมการ

ข้อที่ 1 เด็กคนหนึ่งออกแรง 50 นิวตัน ลากกล่องทำมุมกับแนวระดับ 30 องศา ถ้าเขาลากกล่องไปได้ไกล 10 เมตร ด้วยอัตราเร็วคงตัว จงหางานที่เด็กคนนี้

วิธีทำ

.....

.....



ภาพประกอบ 1.18 เด็กคนหนึ่งออกแรงลากกล่องทำมุมกับแนวระดับ 30 องศา

ที่มา : https://drive.google.com/file/d/1o3saYM262o3YBUO-_9bp3_VHdQlanP5C/view

ข้อที่ 2 กล่องใบหนึ่งมวล 1 กิโลกรัม วางอยู่บนพื้นที่มีสัมประสิทธิ์ความเสียดทานเท่ากับ 0.5 ถ้าออกแรงดึงขนาด 100 นิวตัน แล้วทำให้กล่องเคลื่อนที่ได้การกระจัด 2 เมตร จงหา

ก. งานเนื่องจากแรงดึงกล่อง

วิธีทำ

.....

.....

.....

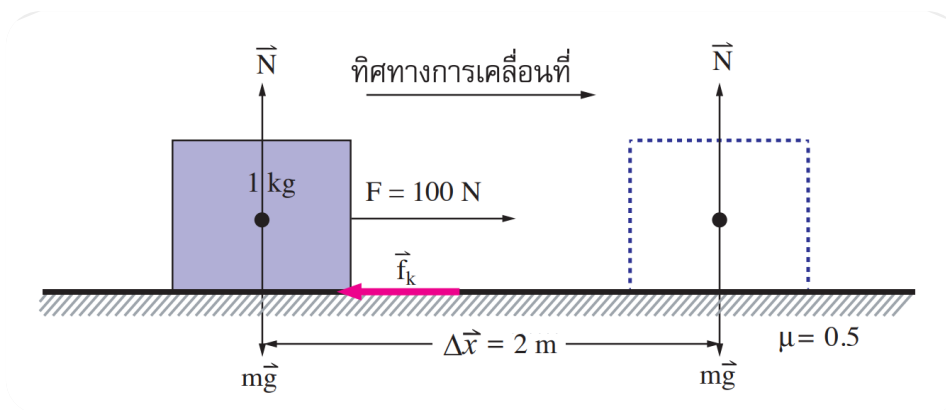
ข. งานเนื่องจากแรงเสียดทาน

วิธีทำ

.....

.....

.....

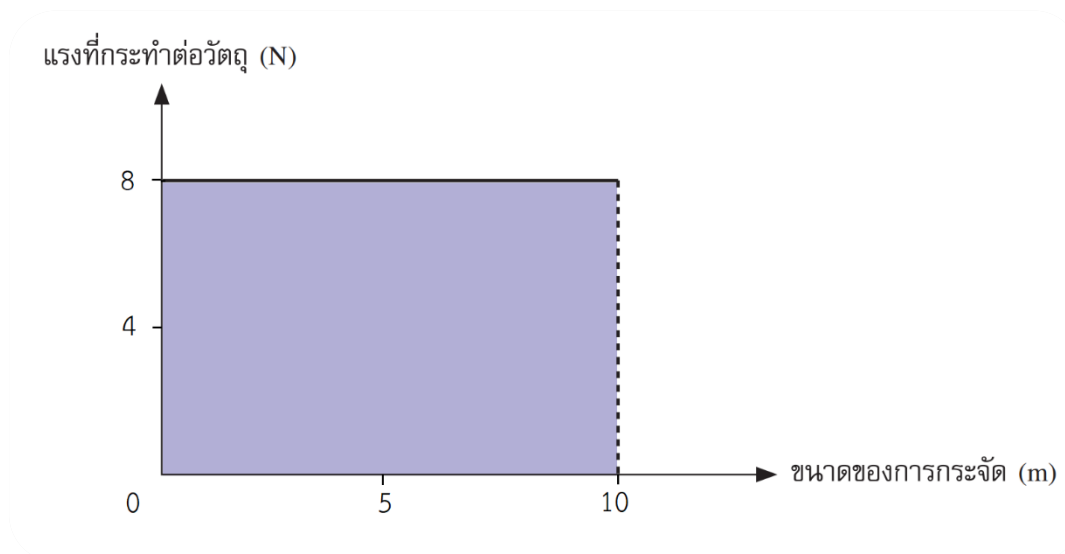


ภาพประกอบ 1.19 แผนภาพวัตถุอิสระของกล่องใบหนึ่งที่วางอยู่บนพื้น

ที่มา : https://drive.google.com/file/d/1o3saYM262o3YBUO-_9bp3_VHdQlanP5C/view

2.6 งานของแรงคงตัวและไม่คงตัวจากพื้นที่ใต้กราฟ

ข้อที่ 1 จงหางานจากกราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงที่กระทำต่อวัตถุกับขนาดของการกระจัด



ภาพประกอบ 1.20 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงที่กระทำต่อวัตถุกับขนาดของการกระจัด

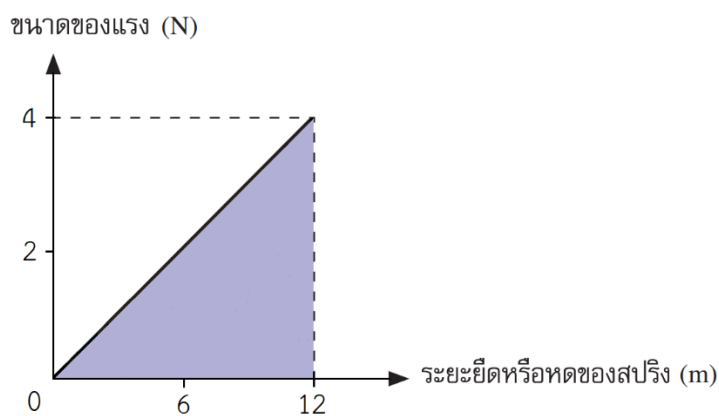
ที่มา : https://drive.google.com/file/d/1o3saYM262o3YBUO-_9bp3_VHdQlanP5C/view

วิธีทำ

.....

.....

ข้อที่ 2 จงหางานจากกราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับระยะยืดหรือหดของสปริง



ภาพประกอบ 1.21 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับระยะยืดหรือหดของสปริง

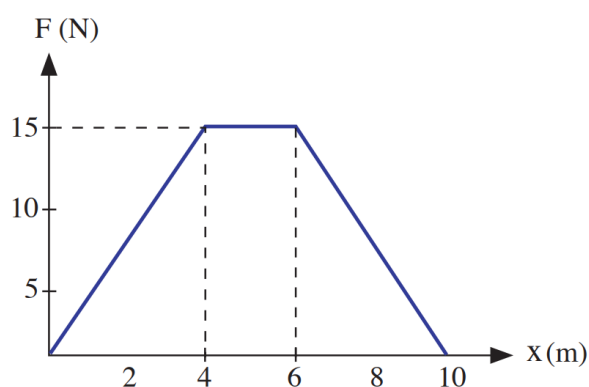
ที่มา : https://drive.google.com/file/d/1o3saYM262o3YBUO-_9bp3_VHdQlanP5C/view

วิธีทำ

.....

.....

ข้อที่ 3 จงหางานจากกราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงที่กระทำต่อวัตถุกับตำแหน่ง



ภาพประกอบ 1.22 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงที่กระทำต่อวัตถุกับตำแหน่ง

ที่มา : https://drive.google.com/file/d/1o3saYM262o3YBUO-_9bp3_VHdQlanP5C/view

วิธีทำ

.....

.....

.....

.....

ตอนที่ 2 กำลัง

2.7 กำลัง คืออะไร

.....

.....

2.8 กำลังเฉลี่ย หมายถึงอะไร

.....

.....

2.9 งาน (W) ที่ทำได้ในช่วงเวลา (t) จะได้ค่าเฉลี่ยของงานที่ทำต่อหนึ่งหน่วยเวลา เขียนเป็นสมการได้ว่า

.....

.....

2.10 กำลังที่ใช้บอกความสามารถในการทำงาน

ข้อที่ 1 ชายคนหนึ่งปั่นจักรยานด้วยความเร็ว 10 เมตรต่อวินาที ไปบนพื้นถนนที่มีสัมประสิทธิ์ความเสียดทาน 0.1 น้ำหนักของเขาและจักรยานรวมกันเท่ากับ 600 นิวตัน จงหากำลังที่เขาใช้ในการปั่นจักรยาน

วิธีทำ

.....

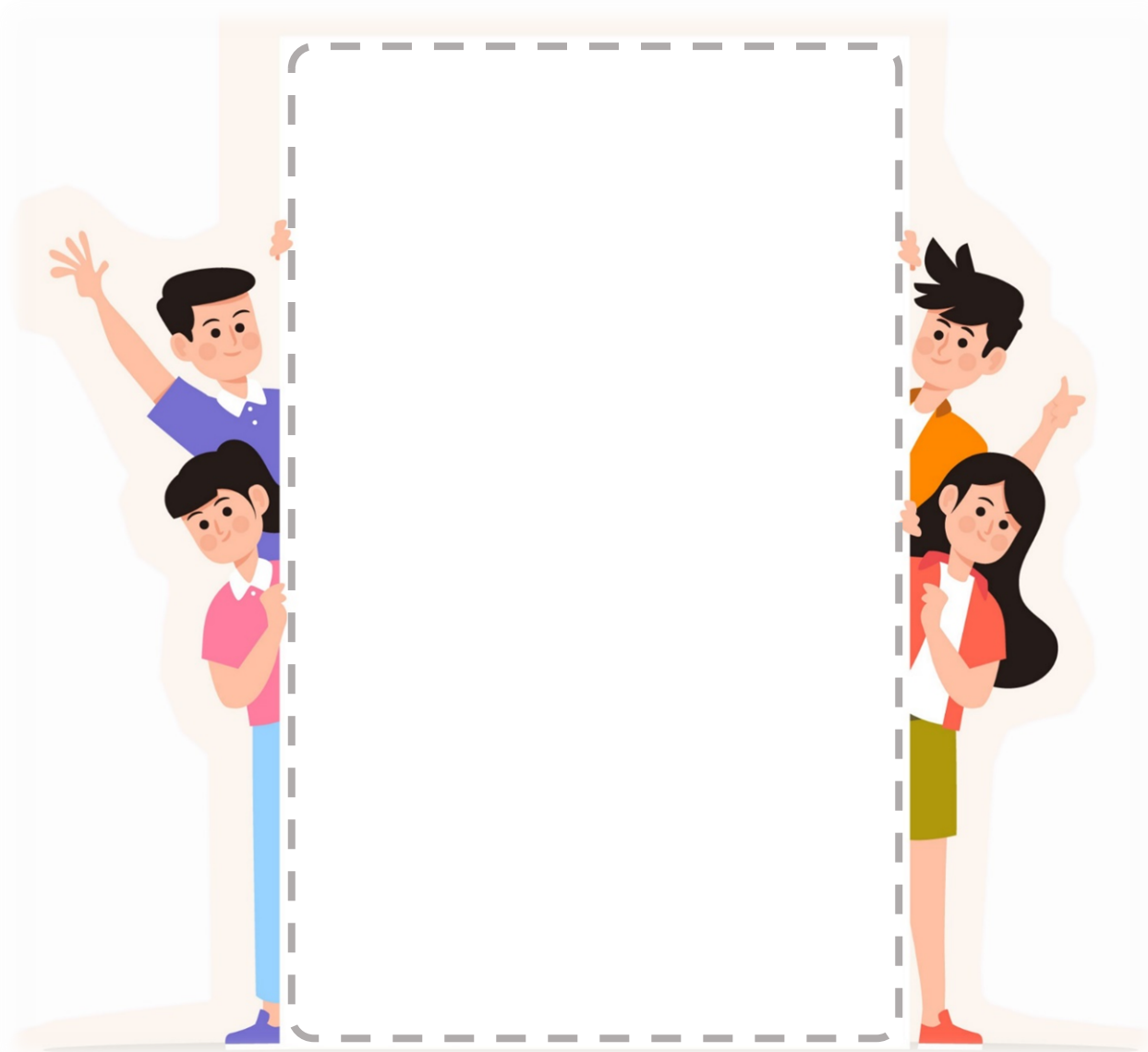
.....

.....

.....

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (ชั่วโมงที่ 2)

นักเรียนแต่ละกลุ่มวิเคราะห์และทำความเข้าใจกับสถานการณ์ที่ 1.2 รวมถึงเงื่อนไขต่าง ๆ ในการสร้างเครื่องกดเจลล้างมือ จากนั้นทำการออกแบบ โดยเขียนเป็นภาพ 3 มิติ ระบุองค์ประกอบและรายละเอียดแต่ละส่วน พร้อมระบายสีให้สวยงาม



ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา

4.1 ขั้นตอนการสร้างเครื่องกดเจลล้างมือ (ความสามารถในการแก้ปัญหา:
การวางแผนการแก้ปัญหา)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4.2 ผลการดำเนินการสร้างเครื่องกดเจลล้างมือ (ความสามารถในการแก้ปัญหา:
การดำเนินการแก้ปัญหา)

.....

.....

.....

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหา

(ความสามารถในการแก้ปัญหา: การประเมินผลการแก้ปัญหา)

5.1 ทำการทดสอบการผ่อนแรงของเครื่องกดเจลล้างมือโดยการถ่วงน้ำหนัก
จนกระทั่งเครื่องกดเจลล้างมือกดเจลได้สำเร็จ จากนั้นทำการบันทึกมวลที่ได้ (กิโลกรัม)

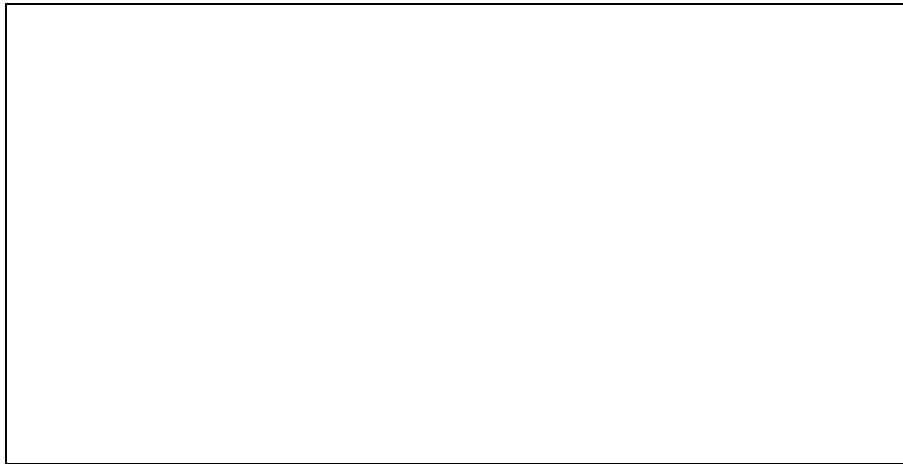
เกณฑ์การผ่อนแรงของเครื่องกดเจลล้างมือ	
น้อยกว่า 1,650 กรัม	ผ่อนแรง
มากกว่า 1,650 กรัม	ไม่ผ่อนแรง

มวลที่ได้ กิโลกรัม
เครื่องทดสอบแรงกด (ผ่อนแรง/ ไม่ผ่อนแรง)

5.2 ทำการวัดการกระจัด (เมตร) และคำนวณหาภาระที่เกิดขึ้นจากการกดเจล
ล้างมือโดยใช้มวลในข้อ 5.1

การกระจัดที่ได้ เมตร
ภาระที่เกิดขึ้นจากการกดเจลล้างมือ

วิธีทำ
.....
.....
.....



5.3 ทำการจับเวลาที่ใช้ในการกด (วินาที) และคำนวณหากำลังที่ใช้ในการกด
เครื่องทดสอบแรงกด โดยใช้งานในข้อ 5.2

เวลาที่ใช้ในการกด วินาที
กำลังที่เกิดขึ้นจากการกดเจลล้างมือ

วิธีทำ
.....
.....
.....

5.4 จงระบุปัญหาที่พบ หรือข้อผิดพลาด (ถ้ามี) และแนวทางการแก้ปัญหา เพื่อปรับปรุงแก้ไขชิ้นงานให้ชิ้นงานมีประสิทธิภาพและสอดคล้องกับเป้าหมายที่ตั้งไว้

.....

.....

.....

.....

.....

ชั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา หรือชิ้นงาน

6.1 สรุปแนวคิดและวิธีการออกแบบเครื่องกดเจลล้างมือ

.....

.....

.....

.....

.....

6.2 นักเรียนสามารถนำความรู้เรื่อง งานและกำลัง ไปใช้ประโยชน์ในอนาคต ได้อย่างไร จงยกตัวอย่าง

.....

.....

.....

.....

.....

เฉลยใบบันทึกกิจกรรม

เรื่อง ความเสี่ยงต่อการสัมผัสเชื้อจากการกดเจลล้างมือ

คำชี้แจง ให้นักเรียนระบุปัญหาจากสถานการณ์ดังต่อไปนี้

สถานการณ์ที่ 1.1

“ในปัจจุบันมีการแพร่ระบาดของโควิด-19 ทำให้มีผู้ติดเชื้อและเสียชีวิตจำนวนมาก เพื่อลดโอกาสการติดเชื้อและป้องกันการแพร่ระบาดของโควิด-19 จึงมีมาตรการป้องกันโรค 6 ข้อปฏิบัติ ได้แก่ 1. คัดกรองวัดไข้ 2. สวมหน้ากาก 3. ล้างมือ 4. เว้นระยะห่าง 5. ทำความสะอาด และ 6. ลดแออัด หนึ่งในข้อปฏิบัติที่อาจทำให้เกิดการติดเชื้อได้โดยไม่รู้ตัว คือ การล้างมือจากขวดเจลล้างมือ โดยการใช้มือกด ทำให้เกิดความเสี่ยงต่อการสัมผัสเชื้อและมีโอกาสติดเชื้อได้ ส่งผลให้เกิดการแพร่ระบาดของเชื้อ ดังนั้น นักเรียนมีวิธีการอย่างไรเพื่อลดความเสี่ยงต่อการสัมผัสเชื้อ และสามารถล้างมือได้อย่างปลอดภัย”

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา

1.1 ปัญหาที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์นี้ คืออะไร (ความสามารถในการแก้ปัญหา: การระบุปัญหา)

แนวคำตอบ ความเสี่ยงต่อการสัมผัสเชื้อจากขวดเจลล้างมือ

1.2 ระบุสาเหตุหรือปัจจัยที่ทำให้เกิดความเสี่ยงต่อการสัมผัสเชื้อจากขวดเจลล้างมือ (ความสามารถในการแก้ปัญหา: การวิเคราะห์ปัญหา)

แนวคำตอบ การล้างมือจากขวดเจลล้างมือโดยการใช้มือกด

1.3 นักเรียนมีวิธีการอย่างไรเพื่อลดความเสี่ยงต่อการสัมผัสเชื้อ และสามารถล้างมือได้อย่างปลอดภัย

แนวคำตอบ สร้างเครื่องกดเจลล้างมือแบบใช้เท้าเหยียบ หรือมีเจลล้างมือของตนเอง

คำชี้แจง ให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์ดังต่อไปนี้

สถานการณ์ที่ 1.2

“ถ้านักเรียนต้องการสร้างเครื่องกดเจลล้างมือใช้เอง นักเรียนควรมีความรู้พื้นฐานอะไรบ้างและมีวิธีการอย่างไร เพื่อให้เครื่องกดเจลล้างมือช่วยผ่อนแรงขณะใช้งาน ใช้เวลาในการกดน้อยที่สุด ลดการสัมผัสด้วยมือโดยตรง และสามารถนำมาใช้ได้จริงในครอบครัว หรือสถานที่ต่าง ๆ เพื่อลดโอกาสการติดเชื้อและป้องกันการแพร่ระบาดของโควิด-19”

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

ตอนที่ 1 งานในทางฟิสิกส์

2.1 งาน (Work) ในทางฟิสิกส์ หมายถึงอะไร

การออกแรงกระทำต่อวัตถุแล้วทำให้วัตถุเกิดการกระจัด

2.2 งานของแรงที่กระทำต่อวัตถุหาได้จากผลคูณขนาดของแรงและ

ขนาดของการกระจัดกับโคไซน์ของมุมระหว่างแรงกับการกระจัด เขียนเป็นสมการได้ว่า

$$W = (F \cos \theta)(\Delta x)$$

2.3 งานที่เกิดขึ้นเกี่ยวข้องกับปริมาณใดบ้าง

งานที่เกิดขึ้นจะขึ้นอยู่กับขนาดและทิศทางของแรงที่กระทำต่อวัตถุ และการกระจัดของวัตถุ

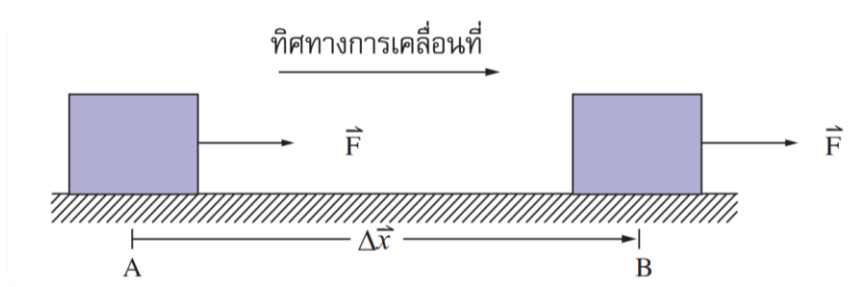
2.4 งานของแรงที่ทำมุมกับทิศทางการเคลื่อนที่

ข้อที่ 1 แรงมีทิศทางเดียวกันกับการกระจัด งานมีค่าเท่าใด

วิธีทำ $W = (F\cos\theta)(\Delta x)$

$W = (F\cos 0^\circ)(\Delta x)$

$W = F\Delta x$



ภาพประกอบ 1.14 แรงมีทิศทางเดียวกันกับการกระจัด

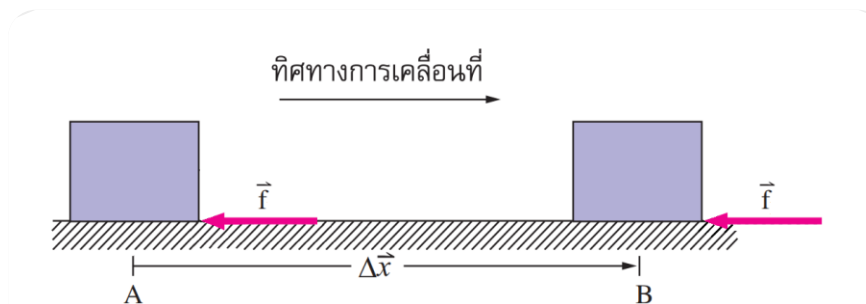
ที่มา : https://drive.google.com/file/d/1o3saYM262o3YBUO-_9bp3_VHdQlanP5C/view

ข้อที่ 2 แรงมีทิศตรงข้ามกับการกระจัด งานมีค่าเท่าใด

วิธีทำ $W = (F\cos\theta)(\Delta x)$

$W = (F\cos 180^\circ)(\Delta x)$

$W = -F\Delta x$



ภาพประกอบ 1.15 แรงมีทิศตรงข้ามกับการกระจัด

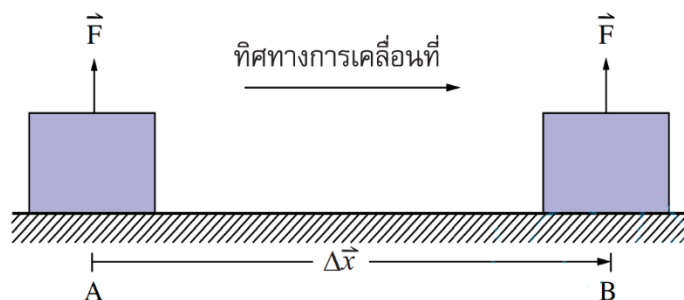
ที่มา : https://drive.google.com/file/d/1o3saYM262o3YBUO-_9bp3_VHdQlanP5C/view

ข้อที่ 3 แรงมีทิศทางตั้งฉากกับการกระจัด งานมีค่าเท่าใด

วิธีทำ $W = (F\cos\theta)(\Delta x)$

$W = (F\cos 90^\circ)(\Delta x)$

$W = 0$



ภาพประกอบ 1.16 แรงมีทิศทางตั้งฉากกับการกระจัด

ที่มา : https://drive.google.com/file/d/1o3saYM262o3YBUO-_9bp3_VHdQlanP5C/view

ข้อที่ 4 แรงทำมุมใด ๆ กับการกระจัด งานมีค่าเท่าใด

วิธีทำ $W_{\vec{F}_1} = (F_1\cos\theta)(\Delta x) = (F_1\cos 0^\circ)(\Delta x)$

$W_{\vec{F}_1} = (F\cos\theta)(1)(\Delta x) = (F\cos\theta)(\Delta x)$

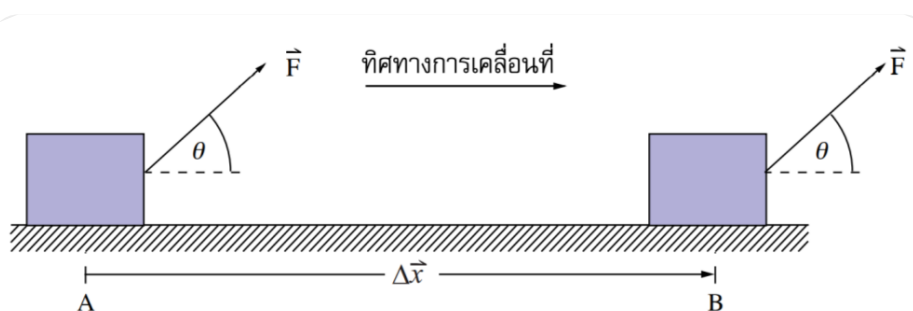
$W_{\vec{F}_2} = (F_2\cos\theta)(\Delta x) = (F_2\cos 90^\circ)(\Delta x)$

$W_{\vec{F}_2} = (F\sin\theta)(0)(\Delta x) = 0$

ดังนั้นงานของแรงที่มุมใด ๆ กับการกระจัด จะได้เป็น

$W_{\vec{F}} = W_{\vec{F}_1} + W_{\vec{F}_2} = (F\cos\theta)(\Delta x) + 0$

$W_{\vec{F}} = (F\cos\theta)(\Delta x)$



ภาพประกอบ 1.17 แรงมีทิศทำมุมใด ๆ กับการกระจัด

ที่มา : https://drive.google.com/file/d/1o3saYM262o3YBUO-_9bp3_VHdQlanP5C/view

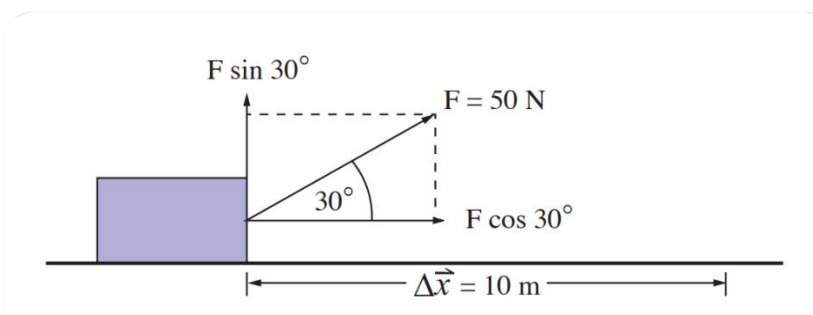
2.5 คำนวณงานของแรงคงตัวจากสมการ

ข้อที่ 1 เด็กคนหนึ่งออกแรง 50 นิวตัน ลากกล่องทำมุมกับแนวระดับ 30 องศา ถ้าเขาลากกล่องไปได้ไกล 10 เมตร ด้วยอัตราเร็วคงตัว จงหางานที่เด็กคนนี้

วิธีทำ $W = (F \cos \theta)(\Delta x)$

$$W = (50 \text{ N})(\cos 30^\circ)(10 \text{ m})$$

$$W = 433 \text{ J}$$



ภาพประกอบ 1.18 เด็กคนหนึ่งออกแรงลากกล่องทำมุมกับแนวระดับ 30 องศา

ที่มา : https://drive.google.com/file/d/1o3saYM262o3YBUO-_9bp3_VHdQlanP5C/view

ข้อที่ 2 กล่องใบหนึ่งมวล 1 กิโลกรัม วางอยู่บนพื้นที่มีสัมประสิทธิ์ความเสียดทานเท่ากับ 0.5 ถ้าออกแรงดึงขนาด 100 นิวตัน แล้วทำให้กล่องเคลื่อนที่ได้การกระจัด 2 เมตร จงหา
ก. งานเนื่องจากแรงดึงกล่อง

วิธีทำ $W = (F \cos \theta)(\Delta x)$

$$W = (100 \text{ N})(\cos 0^\circ)(2 \text{ m})$$

$$W = 200 \text{ J}$$

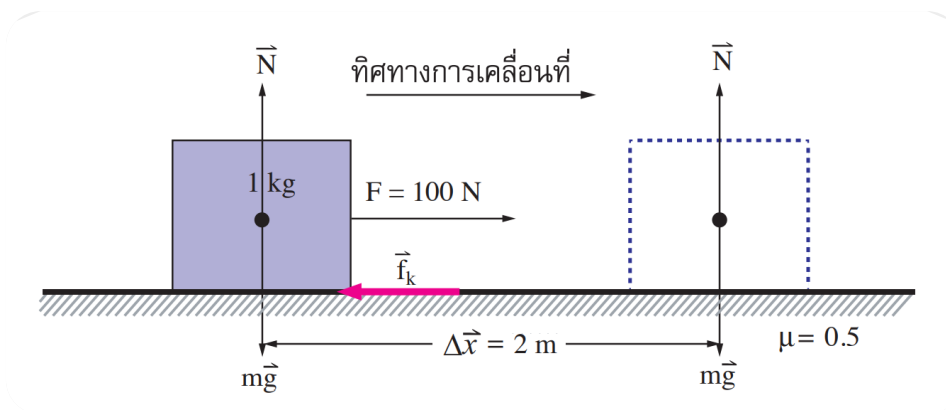
ข. งานเนื่องจากแรงเสียดทาน

วิธีทำ $W = \vec{f}_k \cdot \Delta \vec{x}$

$$W = (\mu N)(\cos \theta)(\Delta x) = (\mu mg)(\cos \theta)(\Delta x)$$

$$W = (0.5)(10 \text{ N})(\cos 180^\circ)(2 \text{ m})$$

$$W = -10 \text{ J}$$

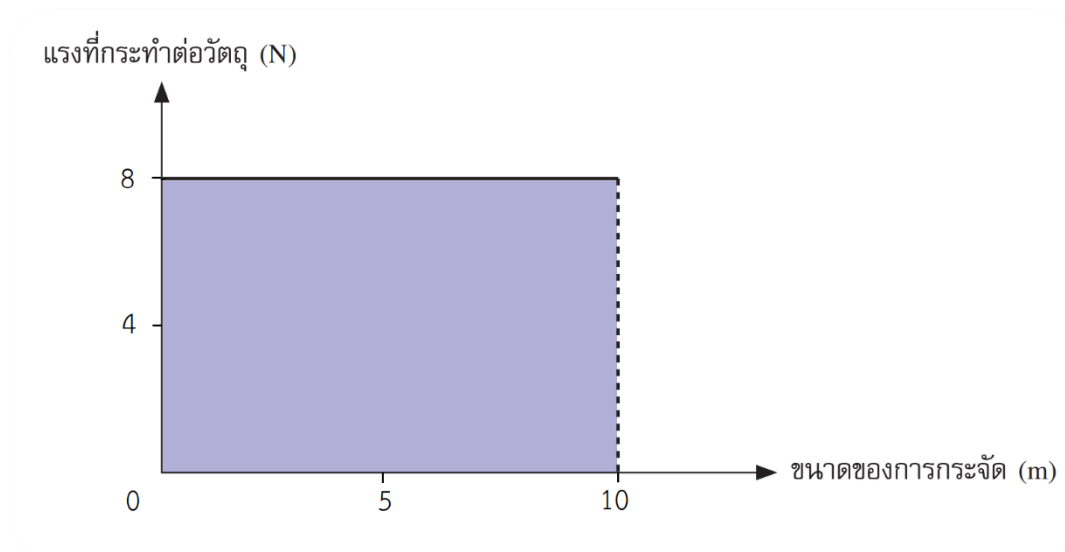


ภาพประกอบ 1.19 แผนภาพวัตถุอิสระของกล่องใบหนึ่งที่วางอยู่บนพื้น

ที่มา : https://drive.google.com/file/d/1o3saYM262o3YBUO-_9bp3_VHdQlanP5C/view

2.6 งานของแรงคงตัวและไม่คงตัวจากพื้นที่ใต้กราฟ

ข้อที่ 1 จงหางานจากกราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงที่กระทำต่อวัตถุกับขนาดของการกระจัด

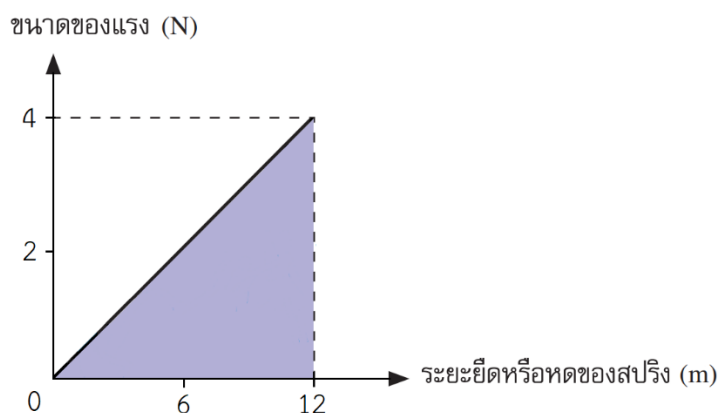


ภาพประกอบ 1.20 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงที่กระทำต่อวัตถุกับขนาดของการกระจัด

ที่มา : https://drive.google.com/file/d/1o3saYM262o3YBUO-_9bp3_VHdQlanP5C/view

วิธีทำหางานของแรงคงตัวที่กระทำต่อวัตถุในระยะกระจัด ได้จากพื้นที่ใต้กราฟ.....
พื้นที่ใต้กราฟ (สี่เหลี่ยมผืนผ้า) = (กว้าง)(ยาว).....
 = (8 N)(10 m) = 80 J.....

ข้อที่ 2 จงหางานจากกราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับระยะยืดหรือหดของสปริง



ภาพประกอบ 1.21 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับระยะยืดหรือหดของสปริง

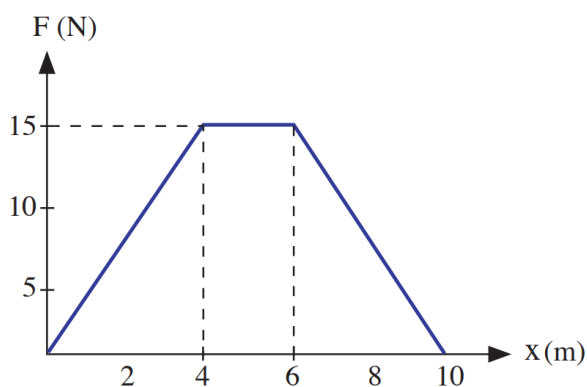
ที่มา : https://drive.google.com/file/d/1o3saYM262o3YBUO-_9bp3_VHdQlanP5C/view

วิธีทำ หางานของแรงคงตัวที่กระทำต่อวัตถุในระยะกระจัด ได้จากพื้นที่ใต้กราฟ

$$\text{พื้นที่ใต้กราฟ (สามเหลี่ยม)} = \frac{1}{2} (\text{ฐาน})(\text{สูง})$$

$$= \frac{1}{2} (12)(4) = 24 \text{ J}$$

ข้อที่ 3 จงหางานจากกราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงที่กระทำต่อวัตถุกับตำแหน่ง



ภาพประกอบ 1.22 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงที่กระทำต่อวัตถุกับตำแหน่ง

ที่มา : https://drive.google.com/file/d/1o3saYM262o3YBUO-_9bp3_VHdQlanP5C/view

วิธีทำ พื้นที่ใต้กราฟ (สี่เหลี่ยมคางหมู) ตำแหน่ง 0-6 เมตร

$$= \frac{1}{2}(\text{ผลบวกด้านคู่ขนาน})(\text{สูง}) = \frac{1}{2}(2+6)(15) = 60 \text{ J}$$

พื้นที่ใต้กราฟ (สามเหลี่ยม) ตำแหน่ง 6-10 เมตร

$$= \frac{1}{2}(\text{ฐาน})(\text{สูง}) = \frac{1}{2}(4)(15) = 30 \text{ J}$$

งานของแรงที่กระทำต่อวัตถุกับตำแหน่ง จะได้ $60 \text{ J} + 30 \text{ J} = 90 \text{ J}$

ตอนที่ 2 กำลัง

2.6 กำลัง คืออะไร

ความเสี่ยงต่อการสัมผัสเชื้อจากขวดเจลล้างมือ

2.7 กำลังเฉลี่ย หมายถึงอะไร

กำลังที่ใช้บอกความสามารถในการทำงาน

2.8 งาน (W) ที่ทำได้ในช่วงเวลา (t) จะได้ค่าเฉลี่ยของงานที่ทำต่อหนึ่งหน่วยเวลา เขียนเป็นสมการได้ว่า

$$P_{\text{av}} = \frac{W}{\Delta t}$$

2.9 กำลังที่ใช้บอกความสามารถในการทำงาน

ข้อที่ 1 ชายคนหนึ่งปั่นจักรยานด้วยความเร็ว 10 เมตรต่อวินาที ไปบนพื้นถนนที่มี

สัมประสิทธิ์ความเสียดทาน 0.1 น้ำหนักของเขาและจักรยานรวมกันเท่ากับ 600 นิวตัน

จงหากำลังที่เขาใช้ในการปั่นจักรยาน

วิธีทำ
$$P_{\text{av}} = \frac{W}{\Delta t} = \frac{f_k \cdot \Delta x}{\Delta t}$$

$$P_{\text{av}} = (f_k)(v)$$

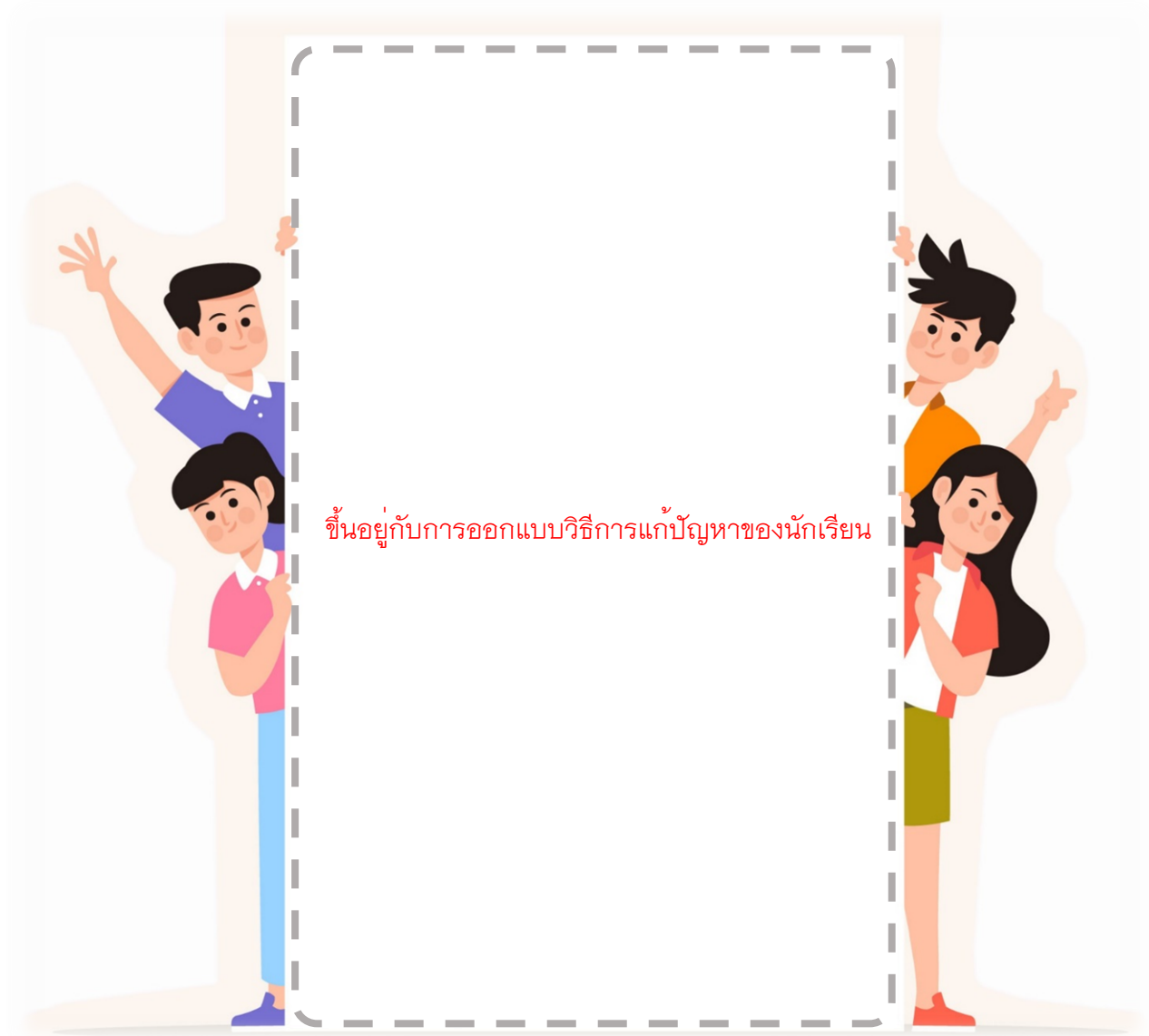
$$P_{\text{av}} = (\mu N)(v)$$

$$P_{\text{av}} = (0.1)(600)(10)$$

$$P_{\text{av}} = 600 \text{ Watt}$$

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (ชั่วโมงที่ 2)

นักเรียนแต่ละกลุ่มวิเคราะห์และทำความเข้าใจกับสถานการณ์ที่ 1.2 รวมถึงเงื่อนไขต่าง ๆ ในการสร้างเครื่องกดเจลล้างมือ จากนั้นทำการออกแบบ โดยเขียนเป็นภาพ 3 มิติ ระบุองค์ประกอบและรายละเอียดแต่ละส่วน พร้อมระบายสีให้สวยงาม



มวลที่ได้ กิโลกรัม
 เครื่องกวดเจลล้างมือ (พ่นแรง/ ไม่พ่นแรง)

5.2 ทำการวัดการกระจัด (เมตร) และคำนวณหางานที่เกิดขึ้นจากการกวดเจลล้างมือโดยใช้มวลในข้อ 5.1

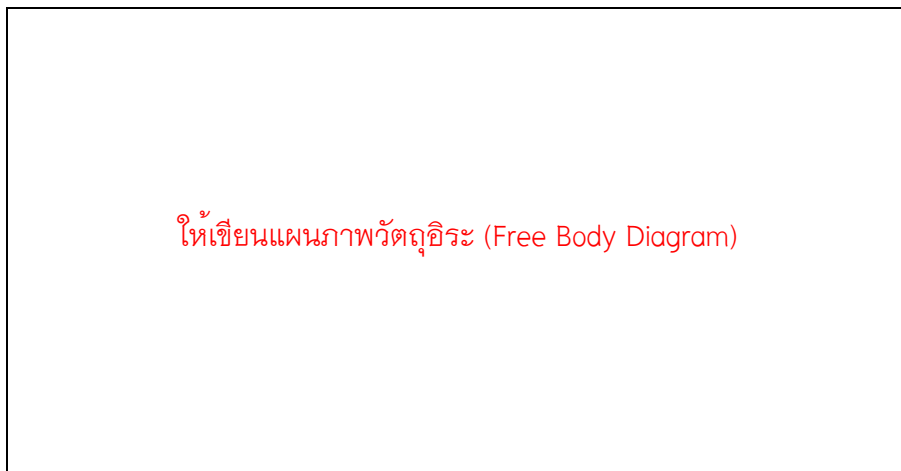
การกระจัดที่ได้ เมตร
 งานที่เกิดขึ้นจากการกวดเจลล้างมือ

วิธีทำ ขึ้นอยู่กับการทดสอบชิ้นงานของนักเรียน

.....

.....

.....



5.3 ทำการจับเวลาที่ใช้ในการกวด (วินาที) และคำนวณหากำลังที่ใช้ในการกวดเครื่องกวดเจลล้างมือ โดยใช้งานในข้อ 5.2

เวลาที่ใช้ในการกวด วินาที
 กำลังที่เกิดขึ้นจากการกวดเจลล้างมือ

วิธีทำ ขึ้นอยู่กับการทดสอบชิ้นงานของนักเรียน

.....

.....

.....

5.4 จงระบุปัญหาที่พบ หรือข้อผิดพลาด (ถ้ามี) และแนวทางการแก้ปัญหา เพื่อปรับปรุงแก้ไขชิ้นงานให้ชิ้นงานมีประสิทธิภาพและสอดคล้องกับเป้าหมายที่ตั้งไว้

.....ขึ้นอยู่กับ การทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขชิ้นงานของนักเรียน.....

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา หรือชิ้นงาน

6.1 สรุปแนวคิดและวิธีการออกแบบเครื่องทดเจดล่างมือ

.....ขึ้นอยู่กับ การสรุปแนวคิดและวิธีการออกแบบชิ้นงานของนักเรียน.....

6.2 นักเรียนสามารถนำความรู้เรื่อง งานและกำลัง ไปใช้ประโยชน์ในอนาคต ได้อย่างไร จงยกตัวอย่าง

.....ขึ้นอยู่กับ ความรู้ความเข้าใจของนักเรียนหลังจากที่ได้รับ การจัดการเรียนรู้.....

ใบรายการซื้อวัสดุอุปกรณ์

ชื่อกลุ่ม.....

ลำดับ	รายการ	ราคา	จำนวน	รวม (บาท)
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
รวม				

แบบทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน

วิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและกำลัง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 10 ข้อ

คำชี้แจง ให้นักเรียนทำเครื่องหมายกากบาท (X) ตัวเลือกที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียวลงในกระดาษคำตอบ

การวัดและประเมินผลพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัยตามอนุกรมวิธานที่ปรับปรุงแนวคิดของบลูม (Bloom's Revised Taxonomy) 6 ชั้น ดังนี้

1. งานทางฟิสิกส์ มีความหมายว่าอะไร (จำ)
 - ก. แรงที่กระทำต่อวัตถุแล้วทำให้วัตถุเคลื่อนที่รอบจุดหมุน
 - ข. แรงที่กระทำต่อวัตถุแล้วทำให้วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว
 - ค. แรงที่กระทำต่อวัตถุแล้วทำให้วัตถุเกิดการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง
 - ง. แรงที่กระทำต่อวัตถุแล้วทำให้วัตถุเคลื่อนที่ไปตามทิศทางของแนวแรง
2. จงบอกความหมายของ กำลัง ให้ถูกต้อง (จำ)
 - ก. อัตราการทำงานในหนึ่งหน่วยเวลา
 - ข. ความสามารถที่ทำให้วัตถุเคลื่อนที่
 - ค. แรงที่ทำให้วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว
 - ง. อัตราการเปลี่ยนแปลงความเร็วในหนึ่งหน่วยเวลา
3. การกระทำในข้อใดทำให้เกิดงานทางฟิสิกส์ (เข้าใจ)
 - ก. บันจี้กระโดดไปโรงเรียน
 - ข. ยืนถือกระเป๋าบรรณประจำทาง
 - ค. ดันกล่องให้เคลื่อนที่ไปตามพื้นห้อง
 - ง. แบกกระสอบข้าวสารเดินไปตามถนน
4. $W = F\Delta x$ จากสมการมีความหมายว่าอย่างไร (เข้าใจ)
 - ก. งานของแรงทำมุมใด ๆ กับการกระจัด
 - ข. งานของแรงมีทิศทางตั้งฉากกับการกระจัด
 - ค. งานของแรงมีทิศทางเดียวกันกับการกระจัด
 - ง. งานของแรงมีทิศทางตรงข้ามกับการกระจัด

5. $W = -F\Delta x$ จากสมการมีความหมายว่าอย่างไร (เข้าใจ)

- ก. งานของแรงทำมุมใด ๆ กับการกระจัด
- ข. งานของแรงมีทิศทางตั้งฉากกับการกระจัด
- ค. งานของแรงมีทิศทางเดียวกันกับการกระจัด
- ง. งานของแรงมีทิศทางตรงข้ามกับการกระจัด

6. เด็กคนหนึ่งออกแรง 50 นิวตัน ยกโต๊ะเดินไปในแนวราบ 10 เมตร จงหางานที่เกิดขึ้นในการเดินยกโต๊ะของเด็กคนนี้ (ประยุกต์ใช้)

- ก. 0 จูล
- ข. 10 จูล
- ค. 50 จูล
- ง. 100 จูล

7. นักกีฬาคนหนึ่งหนัก 750 นิวตัน ไต่เชือกที่อยู่สูงจากพื้น 5 เมตร ด้วยความเร็วคงที่ในเวลา 25 วินาที จงหากำลังที่นักกีฬาคนนี้ใช้ในการไต่เชือก (ประยุกต์ใช้)

- ก. 50 วัตต์
- ข. 100 วัตต์
- ค. 150 วัตต์
- ง. 200 วัตต์

8. แม่ค้าคนหนึ่งออกแรงเข็นรถขนผลไม้ไปตามถนนในตลาดได้ระยะทาง 15 เมตร ถ้าแม่ค้าออกแรงในการเข็นมากขึ้นและได้ระยะทางเท่าเดิมจะส่งผลต่องานที่เกิดขึ้นอย่างไร (วิเคราะห์)

- ก. งานที่เกิดขึ้นมีค่าน้อยลง
- ข. งานที่เกิดขึ้นมีค่ามากขึ้น
- ค. งานที่เกิดขึ้นมีค่าเท่าเดิม
- ง. งานที่เกิดขึ้นมีค่าเป็นศูนย์

9. การออกแรงกระทำต่อวัตถุในข้อใดทำให้เกิดงานมากที่สุด (ประเมินค่า)

- ก. ลากเก้าอี้ไปตามพื้นห้องได้ 1 เมตร
- ข. แบกแผ่นไม้ขึ้นไปบนคานสูง 3 เมตร
- ค. ยกตะกร้าผลไม้เดินไปตามถนน 5 เมตร
- ง. เข็นรถเข็นในห้างสรรพสินค้าได้ไกล 2 เมตร

10. เด็กคนหนึ่งดันโต๊ะด้วยแรง 50 นิวตัน ไปในแนวราบ 5 เมตร นักเรียนมีวิธีการ
อย่างไรเพื่อทำให้งานที่เกิดจากการดันโต๊ะมีค่ามากกว่า 250 จูล (สร้างสรรค์)

- ก. ออกแรงดันโต๊ะให้เคลื่อนที่เร็วขึ้น
- ข. ดันโต๊ะให้ได้ระยะทางมากกว่า 5 เมตร
- ค. ดันโต๊ะให้ได้ระยะทางน้อยกว่า 5 เมตร
- ง. ออกแรงดันโต๊ะมีค่าน้อยกว่า 50 นิวตัน

เฉลย

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

แบบประเมินความสามารถในการแก้ปัญหา

คำชี้แจง ให้ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียนแล้วทำเครื่องหมายถูก

(✓) ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ชื่อสมาชิกในกลุ่มที่..... ชั้น ม.4/2

1. เลขที่
2. เลขที่
3. เลขที่
4. เลขที่
5. เลขที่
6. เลขที่
7. เลขที่

รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
	3	2	1
1. การระบุปัญหา			
2. การวิเคราะห์ปัญหา			
3. การวางแผนการแก้ปัญหา			
4. การดำเนินการแก้ปัญหา			
5. การประเมินผลการแก้ปัญหา			
คะแนนรวม			
ระดับคุณภาพ			

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นายปฐมวงศ์ เกษะบุตร)

เกณฑ์การวัดและประเมินความสามารถในการแก้ปัญหา

ความสามารถ ในการแก้ปัญหา	คะแนน		
	3	2	1
1. การระบุปัญหา	ระบุปัญหาถูกต้อง และตรงประเด็น	ระบุปัญหาถูกต้อง และตรงประเด็น บางส่วน	ระบุปัญหา ไม่ถูกต้องและ ไม่ตรงประเด็น
2. การวิเคราะห์ ปัญหา	ระบุสาเหตุของ ปัญหาได้ถูกต้อง และตรงประเด็น	ระบุสาเหตุของ ปัญหาถูกต้อง และตรงประเด็น บางส่วน	ระบุสาเหตุของ ปัญหาไม่ถูกต้อง และไม่ตรงประเด็น
3. การวางแผน การแก้ปัญหา	มีการวางแผน การแก้ปัญหาถูกต้อง ตรงประเด็นและ เป็นลำดับขั้นตอน	มีการวางแผน การแก้ปัญหา ถูกต้องและ ตรงประเด็นบางส่วน	วางแผน การแก้ปัญหา ไม่ถูกต้องและ ไม่ตรงประเด็น
4. การดำเนินการ แก้ปัญหา	ดำเนินการแก้ปัญหา ตามขั้นตอนที่กำหนด ได้อย่างครบถ้วน	ดำเนินการแก้ปัญหา ตามขั้นตอนที่กำหนด แต่ไม่ครบถ้วน	ดำเนินการแก้ปัญหา ตามขั้นตอนที่กำหนด ไม่ได้
5. การประเมินผล การแก้ปัญหา	ผลการดำเนินการ แก้ปัญหาถูกต้อง สอดคล้องกับ ประเด็นปัญหา	ผลการดำเนินการ แก้ปัญหาถูกต้อง แต่ไม่สอดคล้อง กับประเด็นปัญหา	ผลการดำเนินการ แก้ปัญหาไม่ถูกต้อง และไม่สอดคล้อง กับประเด็นปัญหา

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
13-15	ดีมาก
10-12	ดี
7-9	พอใช้
ต่ำกว่า 7	ปรับปรุง

แบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

คำชี้แจง ให้ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียนแล้วทำเครื่องหมายถูก

(✓) ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ชื่อสมาชิกในกลุ่มที่..... ชั้น ม.4/2

1. เลขที่
2. เลขที่
3. เลขที่
4. เลขที่
5. เลขที่
6. เลขที่
7. เลขที่

รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
	3	2	1
1. การสังเกต			
2. การวัด			
3. การคำนวณ			
4. การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล			
5. การลงความเห็นข้อมูล			
6. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป			
คะแนนรวม			
ระดับคุณภาพ			

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นายปลื้มวงศ์ เกษะบุตร)

เกณฑ์การวัดและประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
	3	2	1
1. การสังเกต	ใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน และบันทึกข้อมูลโดยไม่ใช้ความรู้สึก หรือคิดเห็นส่วนตัว	ใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน และบันทึกข้อมูลโดยใช้ความรู้สึก หรือความคิดเห็นส่วนตัวเป็นบางส่วน	ใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน และบันทึกข้อมูลโดยใช้ความรู้สึก หรือความคิดเห็นส่วนตัวเป็นส่วนใหญ่
2. การวัด	เลือกใช้เครื่องมือวัดได้ถูกต้องเหมาะสมกับสิ่งที่ต้องการวัด วัดปริมาณต่าง ๆ และระบุหน่วยจากการวัดได้ถูกต้องทั้งหมด	เลือกใช้เครื่องมือวัดได้ถูกต้องเหมาะสมกับสิ่งที่ต้องการวัด วัดปริมาณต่าง ๆ และระบุหน่วยจากการวัดได้ถูกต้องส่วนใหญ่	เลือกใช้เครื่องมือวัดไม่เหมาะสมกับสิ่งที่ต้องการวัด วัดปริมาณต่าง ๆ และระบุหน่วยจากการวัดได้ถูกต้องบางส่วน
3. การคำนวณ	คำนวณหาค่าที่ต้องการโดยใช้วิธีการคำนวณได้ถูกต้องทั้งหมด	คำนวณหาค่าที่ต้องการโดยใช้วิธีการคำนวณได้ถูกต้องส่วนใหญ่	คำนวณหาค่าที่ต้องการโดยใช้วิธีการคำนวณได้ถูกต้องบางส่วน
4. การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล	เลือกรูปแบบการนำเสนอข้อมูลได้อย่างเหมาะสม ออกแบบการเสนอ	เลือกรูปแบบการนำเสนอข้อมูลได้อย่างเหมาะสม ออกแบบการเสนอ	เลือกรูปแบบการนำเสนอข้อมูลได้อย่างเหมาะสม ออกแบบการเสนอ

รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
	3	2	1
	ข้อมูลในรูปแบบใหม่ที่เข้าใจได้ง่ายขึ้น เลือกใช้ข้อความที่เหมาะสม กระชับรัด สื่อความหมาย ให้ผู้อื่นเข้าใจได้ดี	ข้อมูลให้เข้าใจง่าย เลือกใช้ข้อความที่เหมาะสม สื่อความหมาย ให้ผู้อื่นเข้าใจได้ พอสมควร	ข้อมูลให้เข้าใจง่าย เลือกใช้ข้อความที่เหมาะสม สื่อความหมาย ให้ผู้อื่นเข้าใจได้น้อย
5. การลงความเห็นข้อมูล	อธิบายหรือสรุปโดยเพิ่มเติมความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตได้ดีและมีเหตุผล โดยใช้ความรู้หรือประสบการณ์เดิม	อธิบายหรือสรุปโดยเพิ่มเติมความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตได้พอใช้ โดยใช้ความรู้หรือประสบการณ์เดิม	อธิบายหรือสรุปโดยเพิ่มเติมความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตได้น้อย โดยใช้ความรู้หรือประสบการณ์เดิม
6. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป	แปลความหมายหรือบรรยายลักษณะของข้อมูลและสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลได้ถูกต้อง	แปลความหมายหรือบรรยายลักษณะของข้อมูลได้ถูกต้อง แต่ไม่สามารถสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลได้	แปลความหมายหรือบรรยายลักษณะของข้อมูลได้ถูกต้องบางส่วนและไม่สามารถสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลได้

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
16-18	ดีมาก
13-15	ดี
10-12	พอใช้
ต่ำกว่า 10	ปรับปรุง

แบบประเมินการนำเสนอ

คำชี้แจง ให้ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียนแล้วทำเครื่องหมายถูก

(✓) ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ชื่อสมาชิกในกลุ่มที่..... ชั้น ม.4/2

1. เลขที่
2. เลขที่
3. เลขที่
4. เลขที่
5. เลขที่
6. เลขที่
7. เลขที่

รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
	3	2	1
1. บุคลิกและการแต่งกาย			
2. มารยาทในการพูด			
3. การใช้ภาษา			
4. วิธีการนำเสนอ			
5. เนื้อหาที่นำเสนอ			
คะแนนรวม			
ระดับคุณภาพ			

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นายปฐมวงศ์ เกายะบุตร)

เกณฑ์การวัดและประเมินการนำเสนอ

รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
	3	2	1
1. บุคลิกและการแต่งกาย	มีความมั่นใจในตนเอง แต่งกายถูกระเบียบ สะอาดเรียบร้อย	มีความมั่นใจในตนเอง แต่แต่งกายไม่ถูกระเบียบ	ไม่มีความมั่นใจในตนเองและแต่งกายไม่ถูกระเบียบ
2. มารยาทในการพูด	มองหน้าและสบตาผู้ฟัง ไม่เหินห่างเสียคนเสียใจผู้อื่น	เขินอายไม่ค่อยกล้ามองหน้าและสบตาผู้ฟัง	ไม่มองหน้าและสบตาผู้ฟัง อายพูดไม่ได้
3. การใช้ภาษา	พูดชัดเจน ตามหลักภาษา ตัว ร ล คำควบกล้ำ ใช้ถ้อยคำข้อความสุภาพและถูกต้อง	มีบางครั้งที่พูดไม่ชัดเจนตามหลักภาษา ตัว ร ล คำควบกล้ำ ใช้ถ้อยคำข้อความสุภาพและถูกต้อง	พูดไม่ชัดเจนตามหลักภาษา ตัว ร ล คำควบกล้ำ ใช้ถ้อยคำข้อความที่ไม่สุภาพ
4. วิธีการนำเสนอ	มีวิธีการนำเสนอที่หลากหลาย เช่น ใช้ท่าทางประกอบรูปภาพ ตั้งคำถาม เล่นเกม เป็นต้น	วิธีการนำเสนอไม่ค่อยน่าสนใจและไม่หลากหลาย	ไม่มีวิธีการนำเสนอที่ตรงตามที่เขียนมาเท่านั้น
5. เนื้อหาที่นำเสนอ	เนื้อหาที่น่าสนใจ มีสาระสำคัญ ตรงกับหัวข้อประเด็นที่กำหนด	มีเนื้อสาระสำคัญ บางส่วนไม่ตรงกับหัวข้อประเด็น	ไม่มีเนื้อหาสาระสำคัญ ตรงกับหัวข้อเรื่อง

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
13-15	ดีมาก
10-12	ดี
7-9	พอใช้
ต่ำกว่า 7	ปรับปรุง

แบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม

คำชี้แจง ให้ผู้สอนประเมินพฤติกรรมของนักเรียน ในระหว่างเรียนแล้วทำเครื่องหมายถูก

(✓) ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ชื่อสมาชิกในกลุ่มที่..... ชั้น ม.4/2

1. เลขที่
2. เลขที่
3. เลขที่
4. เลขที่
5. เลขที่
6. เลขที่
7. เลขที่

รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
	3	2	1
1. ความร่วมมือในการทำกิจกรรม			
2. มีการแบ่งหน้าที่และกำหนดเป้าหมายของงานชัดเจน			
3. ความสามารถในการสื่อสาร			
4. ความมุ่งมั่นในการทำงาน			
5. ทำงานเสร็จตามเวลาที่กำหนด			
คะแนนรวม			
ระดับคุณภาพ			

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นายปลื้มวงศ์ เกายะบุตร)

เกณฑ์การให้คะแนน

ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมอย่างสม่ำเสมอ	ให้	3	คะแนน
ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมบ่อยครั้ง	ให้	2	คะแนน
ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมบางครั้ง	ให้	1	คะแนน

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
13-15	ดีมาก
10-12	ดี
7-9	พอใช้
ต่ำกว่า 7	ปรับปรุง

แบบประเมินชิ้นงาน

คำชี้แจง ให้ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียน แล้วทำเครื่องหมายถูก

(✓) ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ชื่อสมาชิกในกลุ่มที่..... ชั้น ม.4/2

1. เลขที่
2. เลขที่
3. เลขที่
4. เลขที่
5. เลขที่
6. เลขที่
7. เลขที่

รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
	3	2	1
1. รูปแบบชิ้นงานตรงตามทีออกแบบไว้			
2. การนำไปใช้ประโยชน์			
3. มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์			
4. ความแข็งแรงของชิ้นงาน			
5. ทำงานเสร็จภายในเวลาที่กำหนด			
คะแนนรวม			
ระดับคุณภาพ			

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นายปฐมวงศ์ เกายะบุตร)

เกณฑ์การวัดและประเมินชิ้นงาน

รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
	3	2	1
1. รูปแบบชิ้นงานตรงตามที่ออกแบบไว้	รูปแบบมีความชัดเจน และสามารถนำเหตุผลมาสนับสนุนในการออกแบบได้อย่างชัดเจน	รูปแบบมีความชัดเจนแต่ไม่สามารถนำเหตุผลมาสนับสนุนในการออกแบบได้อย่างชัดเจน	รูปแบบไม่มีความชัดเจนและยังไม่สามารถนำเหตุผลมาสนับสนุนในการออกแบบได้อย่างชัดเจน
2. การนำไปใช้ประโยชน์	ชิ้นงานที่สร้างขึ้นสามารถใช้ในชีวิตประจำวันได้จริงและผ่านเกณฑ์มาตรฐานสังคม	ชิ้นงานที่สร้างขึ้นสามารถใช้ในชีวิตประจำวันได้แต่ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานสังคม	ชิ้นงานที่สร้างขึ้นไม่สามารถใช้ในชีวิตประจำวันได้และไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานสังคม
3. มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	ใช้จินตนาการและแนวคิดที่แปลกใหม่ในการพัฒนาและปรับปรุงชิ้นงานให้ดียิ่งขึ้น	ใช้จินตนาการและแนวคิดที่แปลกใหม่แต่ไม่มีการพัฒนาปรับปรุงชิ้นงานให้ดียิ่งขึ้น	ไม่มีจินตนาการและแนวคิดที่แปลกใหม่ในการพัฒนาปรับปรุงชิ้นงานให้ดียิ่งขึ้น
4. ความแข็งแรงของชิ้นงาน	ชิ้นงานมีความแข็งแรง ทนทาน และมีความสะอาด	ชิ้นงานมีความแข็งแรง ทนทาน แต่ไม่มีความสะอาด	ชิ้นงานไม่มีความแข็งแรง ทนทาน และไม่มีความสะอาด
5. ทำงานเสร็จภายในเวลาที่กำหนด	เสร็จตามเวลาที่กำหนด	เสร็จช้ากว่าเวลาที่กำหนด 5 นาที	เสร็จช้ากว่าเวลาที่กำหนด 10 นาที

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
13-15	ดีมาก
10-12	ดี
7-9	พอใช้
ต่ำกว่า 7	ปรับปรุง

แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ และสมรรถนะสำคัญของนักเรียน

คำชี้แจง ให้ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียน และนอกเวลาเรียน แล้วทำเครื่องหมายถูก (✓) ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ชื่อสมาชิกในกลุ่มที่..... ชั้น ม.4/2

1. เลขที่
2. เลขที่
3. เลขที่
4. เลขที่
5. เลขที่
6. เลขที่
7. เลขที่

ข้อการประเมิน	รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
		3	2	1
1. ซื่อสัตย์สุจริต	1.1 ให้ข้อมูลที่ถูกต้อง และเป็นจริง			
	1.2 ปฏิบัติในสิ่งที่ถูกต้อง			
2. มีวินัย	2.1 ปฏิบัติตนตามข้อตกลง กฎเกณฑ์ ระเบียบข้อบังคับของโรงเรียนและสังคม ไม่ละเมิดสิทธิของผู้อื่น			
	2.2 มีความตรงต่อเวลาในการปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ			
3. ใฝ่เรียนรู้	3.1 ตั้งใจเรียน เอาใจใส่ และมีความเพียรพยายามในการเรียนรู้			
	3.2 รู้จักใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์ และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้			
4. มุ่งมั่นในการทำงาน	4.1 มีความตั้งใจและพยายามในการทำงานที่ได้รับมอบหมาย			
	4.2 มีความอดทนและไม่ท้อแท้ต่ออุปสรรคเพื่อให้งานสำเร็จ			

ข้อการประเมิน	รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
		3	2	1
5. มีจิตสาธารณะ	5.1 รู้จักช่วยเหลือผู้อื่นด้วยกำลังกาย กำลังใจ และกำลังสติปัญญาด้วยความสมัครใจ			
	5.2 รู้จักการดูแลรักษาทรัพย์สินบัติและสิ่งแวดลอม ของห้องเรียนและโรงเรียน			
6. ความสามารถในการสื่อสาร	6.1 มีการใช้ภาษาในการถ่ายทอด ความคิด ความรู้ ความเข้าใจ ความรู้สึก เพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูล			
	6.2 มีการเลือกใช้วิธีการสื่อสารที่มีความเหมาะสม และมีประสิทธิภาพ			
7. ความสามารถในการคิด	7.1 มีการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์ และการคิดอย่างมีวิจารณญาณ			
	7.2 มีการคิดอย่างมีระบบเป็นขั้นตอน			
	7.3 มีการตัดสินใจเพื่อแก้ปัญหาเกี่ยวกับตนเองได้			
8. ความสามารถในการแก้ปัญหา	8.1 สามารถแก้ปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นได้			
	8.2 มีการใช้เหตุผลในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง และเหมาะสม			
9. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต	9.1 นำความรู้ที่ได้ไปใช้ประโยชน์ในการดำเนินชีวิตประจำวัน			
	9.2 มีการเรียนรู้ด้วยตนเอง และสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่น ด้วยความสัมพันธ์อันดีระหว่างบุคคล			
10. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี	10.1 มีการเลือกใช้เทคโนโลยีในด้านต่าง ๆ เช่น การพัฒนาตนเอง การเรียนรู้ การแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์ ถูกต้องเหมาะสม และมีคุณธรรม			
คะแนนรวม				
ระดับคุณภาพ				

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
(นายปฐมวงศ์ เกษะบุตร)

เกณฑ์การให้คะแนน

ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมอย่างสม่ำเสมอ	ให้	3	คะแนน
ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมบ่อยครั้ง	ให้	2	คะแนน
ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมบางครั้ง	ให้	1	คะแนน

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
51-60	ดีมาก
41-50	ดี
31-40	พอใช้
ต่ำกว่า 31	ปรับปรุง

แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา

วิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและกำลัง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

คำชี้แจง กำหนดสถานการณ์ให้นักเรียนตอบคำถามในขอบเขตข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับเรื่อง งานและกำลัง โดยให้ระบุปัญหา วิเคราะห์ปัญหา วางแผนการแก้ปัญหา ดำเนินการแก้ปัญหา และประเมินผลการแก้ปัญหาให้ถูกต้อง

ความสามารถในการแก้ปัญหา หมายถึง กระบวนการจัดการกับปัญหาอย่างเป็นระบบ โดยผ่านการคิดอย่างมีแบบแผนเป็นขั้นตอน จำเป็นต้องอาศัยความรู้ ความเข้าใจ สติปัญญา การตัดสินใจ และประสบการณ์ ในการพิจารณาปัญหาที่เกิดขึ้น เพื่อหาวิธีการที่เหมาะสม นำไปสู่การแก้ปัญหาให้บรรลุตามจุดมุ่งหมายที่ต้องการ โดยกระบวนการในการแก้ปัญหา ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่

1. **การระบุปัญหา** หมายถึง กำหนดประเด็นปัญหา มีการรับรู้และเข้าใจถึงสถานการณ์ของปัญหา รวมถึงความต้องการของโจทย์
2. **การวิเคราะห์ปัญหา** หมายถึง การพิจารณาถึงสาเหตุของปัญหา หรือปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับปัญหา โดยมีการระบุแจกแจงลักษณะของปัญหา รวมถึงข้อมูลที่โจทย์กำหนด
3. **การวางแผนการแก้ปัญหา** หมายถึง การกำหนดวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสม วางแผนอย่างเป็นขั้นตอน โดยมีความสอดคล้องกับสาเหตุของปัญหา รวมถึงหลักการ กฎ และทฤษฎีที่ใช้สำหรับการแก้โจทย์ปัญหา
4. **การดำเนินการแก้ปัญหา** หมายถึง การลงมือปฏิบัติเพื่อแก้ปัญหาตามแบบแผน วิธีการแก้ปัญหา แสดงวิธีหาคำตอบ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ตามที่ต้องการ
5. **การประเมินผลการแก้ปัญหา** หมายถึง การนำผลลัพธ์ที่ได้จากการดำเนินการแก้ปัญหามาเทียบกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ เพื่อตรวจคำตอบ หากมีข้อบกพร่องควรมีการปรับปรุงเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ถูกต้องและเหมาะสม

สถานการณ์ที่ 1.3 เด็กคนหนึ่งออกแรงคงที่ขนาด 80 นิวตัน ทำมุม 60 องศา กับแนวระดับ โดยลากกล่องบนพื้นราบลื่นไปได้ไกล 10 เมตร เด็กคนนี้ทำงานได้ที่จุล

ขั้นที่ 1 การระบุปัญหา

การระบุปัญหาจากสถานการณ์ที่ 1.3 ตรงตามข้อใด

.....

.....

ขั้นที่ 2 การวิเคราะห์ปัญหา

ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับปัญหาจากสถานการณ์ที่ 1.3 มีอะไรบ้าง

.....

.....

ขั้นที่ 3 การวางแผนการแก้ปัญหา

ข้อใดเป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่ 1.3 เพื่อนำมา กำหนดวิธีการแก้ปัญหา

.....

.....

ขั้นที่ 4 การดำเนินการแก้ปัญหา

การแสดงวิธีการหาคำตอบ เพื่อดำเนินการแก้ปัญหา ตรงตามข้อใด

.....

.....

ขั้นที่ 5 การประเมินผลการแก้ปัญหา

เมื่อได้ผลลัพธ์จากการดำเนินการแก้ปัญหา มีการตรวจสอบผลลัพธ์อย่างไร

.....

.....

เฉลย

1. งานที่ทำได้จากการลากกล่อง
2. แรง ค้ำมูม และระยะกระจัด
3. ใช้สมการ $W = (F\cos\theta)(\Delta x)$ ในการคำนวณ
4. $W = (F\cos\theta)(\Delta x) = (80\cos 60^\circ)(10) = 400 \text{ J}$
5. แทนค่างาน ระยะกระจัด และมุม เพื่อคำนวณหาแรง

10. กิจกรรมเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

สรุปผลการจัดการเรียนรู้

นักเรียนจำนวน.....คน

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

ไม่ผ่านจุดประสงค์การเรียนรู้.....คน คิดเป็นร้อยละ.....

ได้แก่

1.

2.

ปัญหา/ อุปสรรค/ แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นายปฐมวงศ์ เกษะบุตร)

ความเห็นของหัวหน้าสถานศึกษา/ ผู้ที่ได้รับมอบหมาย

ได้ทำการตรวจแผนการจัดการเรียนรู้ของ.....

แล้วมีความคิดเห็น ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้

- ดีมาก ดี
 พอใช้ ปรับปรุง

2. การจัดกิจกรรมได้นำเอากระบวนการเรียนรู้

- เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ นำมาใช้ในการสอนได้อย่างเหมาะสม
 ยังไม่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ควรปรับปรุงพัฒนาต่อไป

3. เป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่

- นำไปใช้ได้จริง
 ควรปรับปรุงก่อนนำไปใช้

4. ข้อเสนอแนะ

.....

ลงชื่อ.....ครูพี่เลี้ยง

(.....)

ตำแหน่ง.....

5. ข้อเสนอแนะ

.....

ลงชื่อ.....ผู้บริหารสถานศึกษา

(.....)

ตำแหน่ง.....

อ้างอิง

กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*.

กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

_____. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์*

(ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษา

ขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมชนสหกรณ์การเกษตร
แห่งประเทศไทย จำกัด.

_____. (2560). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*

ฉบับปรับปรุงพุทธศักราช 2560. กรุงเทพฯ: กระทรวงศึกษาธิการ.

ชิกน้า. (2562). 4 ท่านั่งทำงานสุดอันตราย ทำลายสุขภาพพนักงานออฟฟิศ. เข้าถึงได้จาก

<https://www.cigna.co.th/health-wellness/tip/sitting-danger-2019> 20 กันยายน
2564.

ณัฐภััสสร เหล่าเนตร. (2561). *ตัวอย่างหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ ฟิสิกส์*

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เล่ม 2. เข้าถึงได้จาก [https://drive.google.com/file/
d/1o3saYM262o3YBUO-_9bp3_VHdQlanP5C/view](https://drive.google.com/file/d/1o3saYM262o3YBUO-_9bp3_VHdQlanP5C/view) 22 กันยายน 2564.

_____. (2561). *หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ ฟิสิกส์*

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เล่ม 2. กรุงเทพฯ: แม็คเอ็ดดูเคชัน.

วิชญา พงษ์คาลาม. (2564). *รวมเรื่องต้อรู้ ก่อนซื้อ 'รถเข็น' มาใช้ในโรงงาน*. เข้าถึงได้จาก

<https://www.officemate.co.th/blog/trolley/> 20 กันยายน 2564.

สตาร์ตดี. (2563). *วิชาฟิสิกส์ ม.4 งานและกำลัง*. เข้าถึงได้จาก <https://www.youtube.com>

</watch?v=uMYRrciJV7k> 22 กันยายน 2564.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ. (2562).

*หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 4 เล่ม 2. (พิมพ์ครั้งที่ 3)*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุดส์ปด้า. (2562). *ลืมชีวิตยุ่ง ๆ เรื่องซักผ้า ถึงเวลาจัดการเสื้อผ้าให้ง่ายที่สุด*.

เข้าถึงได้จาก <https://sudsapda.com/pr-news/151155.html> 22 กันยายน 2564.

อรพิน วรรณดิลก. (2558). *งานและกำลัง วิทยาศาสตร์ ม.4-6 (ฟิลิกส์)*. เข้าถึงได้จาก
<https://www.youtube.com/watch?v=a1KYAaLnX4I&t=1367s> 22 กันยายน 2564.
Dreamstime. (2021). *happy cute kid boy pull wagon with tree*. Retrieved from
<https://www.dreamstime.com/illustration/boy-pull.htm> September 22nd, 2021.

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม วิชา ฟิสิกส์	รหัสวิชา ว 31201
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	ภาคเรียนที่ 2
หน่วยการเรียนรู้ที่ 5	เรื่อง งานและพลังงาน เวลา 20 ชั่วโมง
เรื่อง พลังงานศักย์โน้มถ่วง	3 ชั่วโมง

1. มาตรฐานการเรียนรู้/ ผลการเรียนรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม

สาระฟิสิกส์

มาตรฐานการเรียนรู้ 1. เข้าใจธรรมชาติทางฟิสิกส์ ปริมาณและกระบวนการวัด การเคลื่อนที่แนวตรง แรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน กฎความโน้มถ่วงสากล แรงเสียดทาน สมดุลกลของวัตถุ งานและกฎการอนุรักษ์พลังงานกล โมเมนตัม และกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม การเคลื่อนที่แนวโค้ง รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ได้

ผลการเรียนรู้ ม.4/11 อธิบาย และคำนวณพลังงานจลน์ พลังงานศักย์ พลังงานกล ทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานจลน์ ความสัมพันธ์ระหว่างงานกับศักย์โน้มถ่วง ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของแรงที่ใช้ดึงสปริงกับระยะที่สปริงยืดออกและความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานศักย์ยืดหยุ่น รวมทั้งอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างงานของแรงลัพธ์และพลังงานจลน์ และคำนวณงานที่เกิดขึ้นจากแรงลัพธ์

กลุ่มสาระการเรียนรู้เทคโนโลยี

สาระเทคโนโลยี

มาตรฐานการเรียนรู้ ว 4.2 เข้าใจและใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริง อย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ และการสื่อสารในการเรียนรู้ การทำงาน และการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทัน และมีจริยธรรม

ตัวชี้วัด ว 4.2 ม.4/1 ประยุกต์ใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการพัฒนาโครงการที่มีการบูรณาการกับวิชาอื่นอย่างสร้างสรรค์ และเชื่อมโยงกับชีวิตจริง

กลุ่มสาระการเรียนรู้ศิลปะ

สาระทัศนศิลป์

มาตรฐานการเรียนรู้ ศ 1.1 สร้างสรรค์งานทัศนศิลป์ตามจินตนาการ และความคิดสร้างสรรค์ วิเคราะห์ วิพากษ์ วิวิจารณ์คุณค่างานทัศนศิลป์ ถ่ายทอดความรู้สึก ความคิดต่องานศิลปะอย่างอิสระ ชื่นชม และประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน

ตัวชี้วัด ศ 1.1 ม.4-6/4 มีทักษะและเทคนิคในการใช้วัสดุอุปกรณ์ และกระบวนการที่สูงขึ้นในการสร้างงานทัศนศิลป์

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

สาระสถิติและความน่าจะเป็น

มาตรฐานการเรียนรู้ ค 3.2 เข้าใจหลักการนับเบื้องต้น ความน่าจะเป็น และนำไปใช้

ตัวชี้วัด ค 3.2 ม.4/1 เข้าใจและใช้หลักการบวกและการคูณ การเรียงสับเปลี่ยนและการจัดหมู่ในการแก้ปัญหา

ตัวชี้วัด ค 3.2 ม.4/2 หาความน่าจะเป็นและนำความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นไปใช้

2. สาระการเรียนรู้

พลังงานศักย์โน้มถ่วง และความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานศักย์โน้มถ่วง

3. สาระสำคัญ

พลังงานศักย์โน้มถ่วงเป็นพลังงานที่สะสมในวัตถุ เกิดจากตำแหน่งของวัตถุ ที่อยู่สูงจากระดับอ้างอิง ดังสมการ $E_p = mgh$

งานเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลกขึ้นอยู่กับผลต่างของพลังงานศักย์โน้มถ่วง ระหว่างตำแหน่งเริ่มต้นถึงตำแหน่งสุดท้าย

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

4.1 ความรู้ (Knowledge: K)

4.1.1 นักเรียนบอกความหมายของพลังงานศักย์โน้มถ่วงได้

4.1.2 นักเรียนอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานศักย์โน้มถ่วงได้

4.2 ทักษะ/กระบวนการ (Process: P)

4.2.1 นักเรียนคำนวณพลังงานศักย์โน้มถ่วงได้

4.2.2 นักเรียนบอกลักษณะการเคลื่อนที่ของวัตถุจากการสังเกต และสามารถวัดความสูงของวัตถุจากระดับอ้างอิงได้

4.2.3 นักเรียนมีการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การลงความเห็นจากข้อมูลจากการสร้างชิ้นงาน และมีการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุปจากการทดสอบและประเมินผลชิ้นงาน

4.2.4 นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหา ได้แก่ การระบุปัญหา การวิเคราะห์ปัญหา การวางแผนการแก้ปัญหา การดำเนินการแก้ปัญหา และการประเมินผลการทำงาน

4.3 คุณลักษณะอันพึงประสงค์และสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน (Attitude: A)

4.3.1 ซื่อสัตย์สุจริต

4.3.2 มีวินัย

4.3.3 ใฝ่เรียนรู้

4.3.4 มุ่งมั่นในการทำงาน

4.3.5 มีจิตสาธารณะ

4.3.6 ความสามารถในการสื่อสาร

4.3.7 ความสามารถในการคิด

4.3.8 ความสามารถในการแก้ปัญหา

4.3.9 ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต

4.3.10 ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

5. กรอบแนวคิดการจัดการเรียนรู้



ภาพประกอบ 3.1 กรอบแนวคิดการจัดการเรียนรู้

6. กิจกรรมการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา (STEAM Education)

โดยอาศัยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม มี 6 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา หมายถึง ขั้นตอนที่กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจ และทำความเข้าใจกับปัญหา ตระหนักถึงปัญหา วิเคราะห์เงื่อนไขหรือข้อจำกัดของปัญหา จากสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริง เพื่อนำไปสู่การกำหนดขอบเขตของปัญหานั้น ๆ

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูล และแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา หมายถึง ขั้นตอน

ที่นักเรียนทำการสืบค้นและรวบรวมข้อมูล วิธีการแก้ปัญหา หรือแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา จากสื่อหรือแหล่งการเรียนรู้ต่าง ๆ เพื่อศึกษาหาวิธีการแก้ปัญหานั้น โดยการวิเคราะห์ และพิจารณาถึงจุดเด่น จุดด้อย ความคุ้มค่า ความเหมาะสมกับขอบเขตและเงื่อนไขของปัญหา จากนั้นเลือกแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุด

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา หมายถึง ขั้นตอนที่นักเรียนนำความรู้ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้ามาใช้ออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการ โดยคำนึงถึงข้อจำกัด เงื่อนไข และทรัพยากรต่าง ๆ ตามสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริง

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา หมายถึง ขั้นตอนที่นักเรียนพัฒนาต้นแบบตามที่กำหนดไว้ วางแผนการทำงานอย่างเป็นขั้นตอน กำหนดเป้าหมาย และระยะเวลาในการดำเนินการของแต่ละขั้นตอนให้ละเอียดและชัดเจน จากนั้นดำเนินการสร้างชิ้นงานหรือวิธีการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหา หมายถึง ขั้นตอนที่ให้นักเรียนทำการทดสอบ ประเมินการใช้งานของชิ้นงานหรือวิธีการแก้ปัญหากหากเกิดข้อผิดพลาดหรือบกพร่องควรมีการปรับปรุงแก้ไขเพื่อให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาและความสอดคล้องตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ การทดสอบและประเมินผลสามารถเกิดขึ้นได้หลายครั้งในกระบวนการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา หรือชิ้นงาน หมายถึง ขั้นตอนที่นักเรียนนำเสนอชิ้นงานหรือวิธีการแก้ปัญหา รวมถึงข้อสรุปของการดำเนินการแก้ปัญหา มีวิธีการนำเสนอข้อมูลที่เข้าใจง่ายและมีความน่าสนใจ เพื่อให้ผู้ฟังเกิดความเข้าใจและสามารถใช้เป็นแนวทางในการแก้ปัญหาต่อไป

7. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา

ให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน เรื่อง พลังงานศักย์โน้มถ่วง

1. ชั้นระบุปัญหา (ชั่วโมงที่ 1)

1.1 ครูนำเข้าสู่บทเรียน โดยตั้งคำถามให้นักเรียนว่า “พลังงานศักย์คืออะไร” เปิดโอกาสให้นักเรียนตอบอย่างอิสระ โดยไม่คาดหวังคำตอบที่ถูกต้อง

(แนวคำตอบ: คำตอบขึ้นอยู่กับความรู้เดิมของนักเรียน)

1.2 ครูเปิดวีดิทัศน์เกี่ยวกับพลังงานศักย์ให้นักเรียนดู (<https://www.youtube.com/watch?v=tsPGMhxxLvw&list=PLJObBvjBltwRj1mnlz7lZ9nYPXhwGT3a4&index=16> เวลา 0.00–3.26 นาที) หลังจากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อหาข้อสรุปประเด็นคำถามต่อไปนี้

– พลังงานศักย์คืออะไร

(แนวคำตอบ: พลังงานศักย์ คือ พลังงานที่สะสมอยู่ในวัตถุ อันเนื่องมาจากตำแหน่งของวัตถุ ทั้งในวัตถุที่อยู่ในที่สูงจากระดับอ้างอิง และการกดหรือยืดวัตถุขึ้นจากตำแหน่งสมดุล)

– พลังงานศักย์แบ่งเป็นพลังงานชนิดใดบ้าง

(แนวคำตอบ: พลังงานศักย์แบ่งออกเป็น 2 ชนิด ได้แก่ พลังงานศักย์โน้มถ่วง และพลังงานศักย์ยืดหยุ่น)

– จงยกตัวอย่างสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับพลังงานศักย์

(แนวคำตอบ: สถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับพลังงานศักย์ เช่น ลูกมะพร้าวหล่นจากต้น นักกีฬาขว้างน้ำหนัก คนยิงธนู เป็นต้น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความรู้และประสบการณ์เดิมของนักเรียน)

1.3 ครูแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 7–8 คน จากนั้นครูกำหนดสถานการณ์ที่ 3.1 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษารายละเอียดของสถานการณ์ ดังนี้

“ในปัจจุบันการแพร่ระบาดของโควิด-19 ยังคงมีอย่างต่อเนื่อง ซึ่งมีผู้ป่วยที่รอรับการรักษาเป็นจำนวนมาก โดยเฉพาะในพื้นที่กรุงเทพมหานครและปริมณฑล ส่งผลให้โรงพยาบาลทั่วไปไม่มีเตียงเพียงพอสำหรับรองรับผู้ป่วยและไม่สามารถดูแลผู้ป่วยได้อย่างใกล้ชิด ดังนั้นทางรัฐจำเป็นต้องจัดหาพื้นที่ที่เหมาะสมจัดตั้งเป็นโรงพยาบาลสนามสำหรับรองรับผู้ป่วย ช่วยลดความเสี่ยงต่อการติดเชื้อของผู้ป่วยทั่วไปและบุคลากรทางการแพทย์ นอกจากนี้ยังทำให้ชุมชนปลอดภัยมากขึ้น”

1.4 ให้นักเรียนร่วมกันระบุและวิเคราะห์ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนด เพื่อตอบคำถามของ กิจกรรมฝึกความสามารถในการแก้ปัญหา ในใบบันทึกกิจกรรม เรื่อง ความเสี่ยงต่อการติดเชื้อจากโรงพยาบาลสนาม

1.5 จากนั้นครูกำหนดสถานการณ์ที่ 3.2 ว่า

“ในการจัดตั้งโรงพยาบาลสนามจะทำการจัดตั้งในพื้นที่นอกสถานพยาบาล ขึ้นอยู่กับการดำเนินการของหน่วยงานที่รับผิดชอบในพื้นที่นั้น เช่น วัด โรงเรียน มหาวิทยาลัย หรือหอประชุมขนาดใหญ่ เป็นต้น ในกรณีที่เป็นโรงเรียนหรือสถานที่ที่มีลักษณะเป็นอาคารหลายชั้น ในการจัดส่งสิ่งของ อาหาร และยา บุคลากรทางการแพทย์อาจมีความเสี่ยงต่อการติดเชื้อจากผู้ป่วย ถ้านักเรียนต้องการสร้าง รอกส่งของให้ผู้ป่วย นักเรียนควรมีความรู้พื้นฐานอะไรบ้างและมีวิธีการอย่างไร เพื่อให้รอกส่งของสามารถส่งของได้ ช่วยผ่อนแรงในการส่ง และลดความเสี่ยงต่อการติดเชื้อจากผู้ป่วยได้”

2. ขั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

2.1 ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาค้นคว้าจากอินเทอร์เน็ตและใบความรู้เกี่ยวกับพลังงานศักย์โน้มถ่วงและรอก เพื่อนำความรู้ไปใช้ในการออกแบบรอกส่งของให้ผู้ป่วย ที่สามารถส่งของได้ ช่วยผ่อนแรงในการส่ง และลดความเสี่ยงต่อการติดเชื้อจากผู้ป่วยได้

ตอนที่ 1 พลังงานศักย์โน้มถ่วง

2.2 ครูเปิดวีดิทัศน์เกี่ยวกับพลังงานศักย์โน้มถ่วงให้นักเรียนดู และศึกษาเพิ่มเติมจากใบความรู้ที่ 3.1 (<https://www.youtube.com/watch?v=cnRlZlETVWA> เวลา 9.19–15.00 นาที) จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มระดมความคิดเพื่อตอบคำถามในใบบันทึกกิจกรรม เรื่อง ความเสี่ยงต่อการติดเชื้อจากโรงพยาบาลสนาม
ตอนที่ 1 พลังงานศักย์โน้มถ่วง

ตอนที่ 2 รอก

2.3 ครูเปิดวีดิทัศน์เกี่ยวกับรอกให้นักเรียนดู และศึกษาเพิ่มเติมจากใบความรู้ที่ 3.2 (https://www.youtube.com/watch?v=gln9_aRctJE เวลา 0.00–3.05 นาที) จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มระดมความคิดเพื่อตอบคำถามในใบบันทึกกิจกรรม เรื่อง ความเสี่ยงต่อการติดเชื้อจากโรงพยาบาลสนาม ตอนที่ 2 รอก

3. ขั้นตอนออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (ชั่วโมงที่ 2)

3.1 ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มวิเคราะห์และทำความเข้าใจกับสถานการณ์ที่ 3.2 รวมถึงเงื่อนไขต่าง ๆ ในการสร้างรอกส่งของให้ผู้ป่วย โดยนำความรู้เรื่อง พลังงานศักย์โน้มถ่วงและรอกมาประยุกต์ใช้ในการสร้างรอกส่งของให้ผู้ป่วยในโรงพยาบาลสนาม

3.2 ครูชี้แจงเกี่ยวกับวัสดุอุปกรณ์ที่กำหนดให้แต่ละกลุ่มดังนี้

- | | |
|--|---------|
| 1. รอกพลาสติก (32 มิลลิเมตร) | 4 ตัว |
| 2. เชือกใยยักซ์ (4 มิลลิเมตร) | 6 เมตร |
| 3. ท่ออะลูมิเนียม (30 เซนติเมตร) | 1 ท่อน |
| 4. ท่ออะลูมิเนียมเขียว พร้อมตะขอเกี่ยว | 1 ท่อน |
| 5. เคเบิลไทร์ | 15 เส้น |
| 6. กรรไกร | 1 เล่ม |
| 7. ตลับเมตร | 1 ตลับ |
| 8. พู่กัน | 1 ด้าม |
| 9. ถาดสี | 1 ถาด |
| 10. สีโปสเตอร์ (สีแดง สีน้ำเงิน และสีเหลือง) (ใช้รวมกัน) | |
| 11. แผ่นมวล (2.5 กิโลกรัม) (ใช้รวมกัน) | |

3.3 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มระดมความคิดเพื่อออกแบบรอกส่งของให้ผู้ป่วย โดยเขียนเป็นภาพ 3 มิติ ระบุองค์ประกอบและรายละเอียดแต่ละส่วน พร้อมระบายสีให้สวยงาม

4. ขั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา

4.1 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันเขียนขั้นตอนการสร้างรอกส่งของให้ผู้ป่วย

4.2 นักเรียนร่วมกันสร้างรอกส่งของให้ผู้ป่วยตามขั้นตอนที่ออกแบบ

และวางแผนไว้ โดยเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ที่กำหนดให้ที่มีอยู่อย่างจำกัด

5. ขั้นทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหา (ชั่วโมงที่ 3)

5.1 ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำรอกส่งของให้ผู้ป่วยที่สร้างขึ้นมาทดสอบว่าสามารถส่งของได้หรือไม่ และช่วยผ่อนแรงในการส่งได้หรือไม่

5.2 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มจำลองการส่งของให้ผู้ป่วย โดยใช้ถุงทราย ที่จัดเตรียมไว้ให้ (มวล 2.5 กิโลกรัม) แทนของที่ส่งให้ผู้ป่วย ทำการดึงเชือกให้ของ ถูกส่งขึ้นไปในความสูงที่กำหนด (ความสูงขึ้นอยู่กับสถานที่ที่ใช้จำลองการส่งของผู้ป่วย) จากนั้นบันทึกค่ามวลและความสูงของถุงทรายจากระดับอ้างอิง (พื้นดิน)

5.3 จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มคำนวณหาพลังงานศักย์โน้มถ่วงของถุงทราย โดยใช้มวล และความสูงของถุงทรายจากระดับอ้างอิง (พื้นดิน) ในข้อ 5.2

5.4 ปรับปรุงแก้ไขในส่วนที่ผิดพลาด เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุดและสอดคล้อง กับเป้าหมายที่กำหนดไว้

6. นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา หรือชิ้นงาน

6.1 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสรุปแนวคิดและวิธีการออกแบบบรอกส่งของผู้ป่วย

6.2 ครูให้นักเรียนนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา หรือชิ้นงาน และร่วมกันอภิปรายแนวคิด วิธีการออกแบบ รวมถึงการปรับปรุงแก้ไขชิ้นงาน

6.3 ครูนำอภิปรายเพื่อให้ได้ข้อสรุปเกี่ยวกับความรู้ เรื่อง พลังงานศักย์โน้มถ่วง รวมทั้งการนำความรู้ที่ได้ไปใช้ประโยชน์ในอนาคต

หลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สเต็มศึกษา ให้นักเรียนทำแบบทดสอบ หลังเรียน เรื่อง พลังงานศักย์โน้มถ่วง

8. สื่อและแหล่งเรียนรู้

8.1 ใบความรู้ที่ 3.1 เรื่อง พลังงานศักย์โน้มถ่วง

8.2 ใบความรู้ที่ 3.2 เรื่อง รอก

8.3 แหล่งเรียนรู้

8.3.1 ห้องสมุด

8.3.2 อินเทอร์เน็ต และเว็บไซต์ในการสืบค้นข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

9. การวัดและประเมินผล

รายการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
1. ด้านความรู้ (K)	- ตรวจสอบแบบทดสอบ ก่อนเรียน และหลังเรียน	- แบบทดสอบ ก่อนเรียน และหลังเรียน	- ผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 60 ขึ้นไป
2. ด้านทักษะ กระบวนการ (P)	- ตรวจสอบใบบันทึก กิจกรรม - ตรวจสอบแบบทดสอบ วัดความสามารถ ในการแก้ปัญหา	- ใบบันทึกกิจกรรม - แบบทดสอบวัด ความสามารถ ในการแก้ปัญหา	- ผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 60 ขึ้นไป - ผ่านเกณฑ์ระดับ คุณภาพดีขึ้นไป
3. ด้านคุณลักษณะ อันพึงประสงค์และ สมรรถนะสำคัญ ของผู้เรียน (A)	- สังเกตความ ซื่อสัตย์สุจริต มีวินัย ใฝ่เรียนรู้ มุ่งมั่นในการทำงาน มีจิตสาธารณะ และสมรรถนะ สำคัญของผู้เรียน 5 ประการ	- แบบประเมิน คุณลักษณะ อันพึงประสงค์ และสมรรถนะ สำคัญของผู้เรียน	- ผ่านเกณฑ์ระดับ คุณภาพดีขึ้นไป



ใบความรู้เบื้องต้น เรื่อง ความสามารถในการแก้ปัญหา

ความสามารถในการแก้ปัญหา หมายถึง กระบวนการจัดการกับปัญหาอย่างเป็นระบบ โดยผ่านการคิดอย่างมีแบบแผนเป็นขั้นตอน จำเป็นต้องอาศัยความรู้ ความเข้าใจ สถิติปัญญา การตัดสินใจ และประสบการณ์ในการพิจารณาปัญหาที่เกิดขึ้น เพื่อหาวิธีการที่เหมาะสม นำไปสู่การแก้ปัญหาให้บรรลุตามจุดมุ่งหมายที่ต้องการ โดยกระบวนการในการแก้ปัญหา ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การระบุปัญหา หมายถึง กำหนดประเด็นปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนด

ขั้นที่ 2 การวิเคราะห์ปัญหา หมายถึง การระบุสาเหตุหรือปัจจัยที่มีความเกี่ยวข้องกับปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนด

ขั้นที่ 3 การวางแผนการแก้ปัญหา หมายถึง การกำหนดวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสม วางแผนอย่างเป็นขั้นตอน โดยมีความสอดคล้องกับสาเหตุของปัญหา

ขั้นที่ 4 การดำเนินการแก้ปัญหา หมายถึง การลงมือปฏิบัติเพื่อแก้ปัญหตามแบบแผน วิธีการแก้ปัญหา และแสดงวิธีการหาคำตอบ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ต้องการ

ขั้นที่ 5 การประเมินผลการแก้ปัญหา หมายถึง การนำผลลัพธ์ที่ได้จากการดำเนินการแก้ปัญหามาเทียบกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ หากมีข้อบกพร่องควรมีการปรับปรุง เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ถูกต้องและเหมาะสมที่สุด



ใบความรู้ที่ 3.1

เรื่อง พลังงานศักย์โน้มถ่วง

พลังงานศักย์ (Potential Energy) คือ พลังงานที่สะสมอยู่ในวัตถุอันเนื่องมาจากตำแหน่งของวัตถุ ทั้งในวัตถุที่อยู่ในที่สูงจากระดับอ้างอิง และการกดหรือยัดวัตถุจากตำแหน่งสมดุล

พลังงานศักย์แบ่งออกเป็น 2 ชนิด ได้แก่ พลังงานศักย์โน้มถ่วง และพลังงานศักย์ยืดหยุ่น นอกจากนี้ยังมีพลังงานศักย์ชนิดอื่น ๆ เช่น พลังงานศักย์ไฟฟ้า พลังงานศักย์เคมี ที่สะสมอยู่ในพันธะของอะตอม โมเลกุลของสสาร และนิวเคลียส เป็นต้น

พลังงานศักย์โน้มถ่วง (Gravitational Potential Energy)

พลังงานศักย์โน้มถ่วง คือ พลังงานที่สะสมอยู่ในวัตถุที่เกี่ยวข้องกับความสูงของวัตถุจากระดับอ้างอิงที่อยู่ภายใต้สนามโน้มถ่วง

ถ้าพิจารณการยกวัตถุมวล m ให้พื้นเป็นระดับอ้างอิง การออกแรงยกวัตถุมวล m ให้สูงขึ้นในแนวตั้งจากพื้นดินเป็นระยะ h ด้วยความเร็วคงตัว จะต้องออกแรง \vec{F} ซึ่งมีขนาดเท่ากับน้ำหนักของวัตถุ $m\vec{g}$ งานที่ทำได้ในการยกวัตถุสามารถคำนวณได้จาก

$$W = (F\cos\theta)(\Delta x)$$

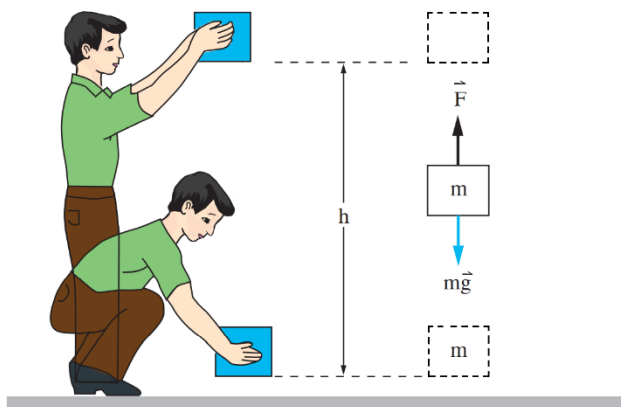
$$W = (F\cos 0^\circ)(\Delta x)$$

$$W = (F)(\Delta x)$$

เมื่อ $\Delta x = h$ และ $F = mg$

ดังนั้น $W = mgh$

งานที่ยกวัตถุให้สูงขึ้นเมื่อเทียบกับระดับอ้างอิงเป็นระยะทาง h มีค่าเท่ากับ mgh ซึ่งมีปริมาณเท่ากับงานที่ทำโดยแรงโน้มถ่วงของโลก งานของแรง \vec{F} ที่ยกวัตถุมีค่าเป็นบวก เพราะ \vec{F} มีทิศทางเดียวกับทิศทางการเคลื่อนที่ และเรียกปริมาณ mgh นี้ว่า พลังงานศักย์โน้มถ่วงของวัตถุเทียบกับพื้นดิน ดังภาพประกอบ 3.2



ภาพประกอบ 3.2 แผนภาพวัตถุอิสระของการยกวัตถุมวล m ด้วยแรง \vec{F}

ที่มา : https://drive.google.com/file/d/1o3saYM262o3YBUO-_9bp3_VHdQlanP5C/view

พลังงานศักย์โน้มถ่วง (E_p) เขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$E_p = mgh$$

เมื่อ E_p คือ พลังงานศักย์โน้มถ่วง มีหน่วยเป็น กิโลกรัม · เมตร² ต่อวินาที²

($\text{kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}^2$) หรือ นิวตัน·เมตร ($\text{N} \cdot \text{m}$) หรือ จูล (J)

h คือ ความสูงจากระดับอ้างอิง มีหน่วยเป็น เมตร (m)

m คือ มวลของวัตถุ มีหน่วยเป็น กิโลกรัม (kg)

g คือ อัตราเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก มีหน่วยเป็น เมตรต่อ วินาที² (m/s^2) (มีค่าประมาณ $10 \text{ m}/\text{s}^2$)

งานกับพลังงานศักย์โน้มถ่วง

พลังงานศักย์โน้มถ่วงของวัตถุไม่ขึ้นกับเส้นทางการเคลื่อนที่ แต่จะขึ้นกับการเปลี่ยนระดับความสูง และงานเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลกไม่ขึ้นกับเส้นทางการเคลื่อนที่ แต่จะขึ้นกับผลต่างของระดับความสูงในแนวตั้งของตำแหน่งเริ่มต้นถึงตำแหน่งสุดท้าย หรือ ผลต่างของพลังงานศักย์โน้มถ่วงระหว่างตำแหน่งเริ่มต้นถึงตำแหน่งสุดท้าย งานกับพลังงานศักย์โน้มถ่วงมีความสัมพันธ์กัน ดังสมการ

$$W_{\text{gravity}} = -mg(h_f - h_i) = -\Delta E_p$$

โดย h_i และ h_f คือ ระดับความสูงในแนวตั้งตำแหน่งเริ่มต้นและสุดท้าย ตามลำดับ

ใบความรู้ที่ 3.2

เรื่อง รอก

รอก (Pulley)

รอก คือ เครื่องกลที่ช่วยอำนวยความสะดวก หรือช่วยผ่อนแรงในการทำงาน ช่วยเคลื่อนย้ายสิ่งของขึ้นที่สูงหรือหย่อนลงที่ต่ำ มีลักษณะเป็นวงล้อหมุน มีเส้นเชือกคล้องผ่านวงล้อให้สามารถหมุนได้ โดยอาศัยหลักการของแรงดึงในเส้นเชือกที่มีขนาดเท่ากัน ทั้งเส้น รอกมักใช้กับงานยก หรือเคลื่อนย้ายของที่มีน้ำหนักมาก สามารถแบ่งรอกออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ รอกเดี่ยว และรอกพวง

1. รอกเดี่ยว (Single Pulley) คือ รอกตัวเดียว แบ่งออกเป็น 2 แบบ ดังนี้

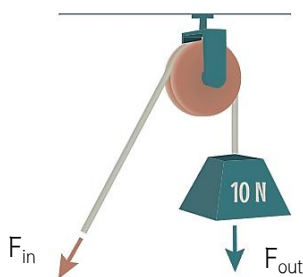
1.1 รอกเดี่ยวตายตัว (Single Fixed Pulley) คือ รอกที่ตรึงติดอยู่กับที่ ใช้เชือกหนึ่งเส้นพาดรอบล้อโดยจะมีปลายข้างหนึ่งผูกติดกับวัตถุ ปลายอีกข้างหนึ่งใช้สำหรับดึง เมื่อดึงวัตถุขึ้นในแนวตั้ง แรงที่ใช้ดึงจะมีค่าเท่ากับน้ำหนักของวัตถุ **รอกเดี่ยวตายตัวไม่ช่วยผ่อนแรง** แต่สามารถอำนวยความสะดวกในการทำงาน เช่น การชักธงชาติ ขึ้นสู่ยอดเสา การลำเลียงวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการก่อสร้างขึ้นที่สูง

สูตรที่ใช้คำนวณ

$$F_{in} = F_{out}$$

เมื่อ F_{in} คือ ขนาดของแรงพยายาม หรือขนาดของแรงที่ให้กับเครื่องกล มีหน่วยเป็น นิวตัน (N)

F_{out} คือ ขนาดของแรงต้านทาน หรือขนาดของแรงที่ได้จากเครื่องกล มีหน่วยเป็น นิวตัน (N)

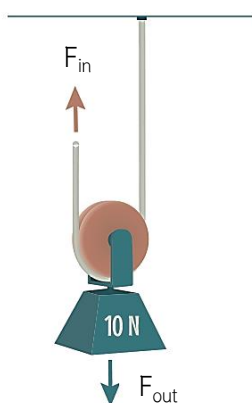


ภาพประกอบ 3.3 รอกเดี่ยวตายตัว

ที่มา : <https://www.groovylabinabox.com/groovy-pulleys/>

1.2 รอกเดี่ยวเคลื่อนที่ (Single Movable Pulley) คือ รอกที่เคลื่อนที่ได้ขณะใช้งานวัตถุผูกติดกับตัวรอกใช้เชือกหนึ่งเส้นพาดรอบล้อโดยปลายข้างหนึ่งผูกติดกับเพดาน ปลายอีกข้างหนึ่งใช้สำหรับดึง เมื่อดึงวัตถุขึ้นในแนวตั้งแรงที่ใช้ดึงมีค่าเท่ากับครึ่งหนึ่งของน้ำหนักของวัตถุ **รอกเดี่ยวเคลื่อนที่เป็นเครื่องกลที่ช่วยผ่อนแรง**

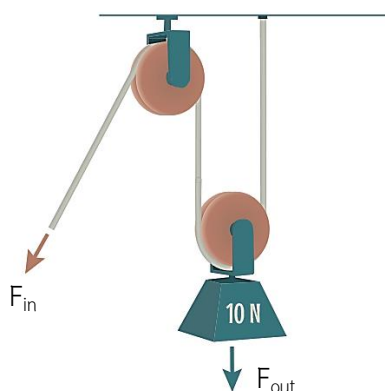
สูตรที่ใช้คำนวณ
$$F_{in} = \frac{F_{out}}{2}$$



ภาพประกอบ 3.4 รอกเดี่ยวเคลื่อนที่

ที่มา : <https://www.groovylabinabox.com/groovy-pulleys/>

2. รอกพวง (Block Pulley) คือ รอกเดี่ยวหลาย ๆ ตัว ถูกลำมาประกอบเข้าด้วยกัน โดยมีเชือกคล้องรอกทุกตัว **ช่วยผ่อนแรงในการทำงานได้มาก** แบ่งออกเป็น 3 แบบ ดังนี้



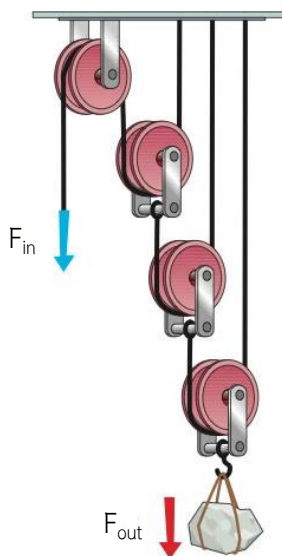
ภาพประกอบ 3.5 รอกพวง

ที่มา : <https://www.groovylabinabox.com/groovy-pulleys/>

2.1 รอกพวงประเภทที่ 1 ประกอบด้วยรอกเดี่ยวเคลื่อนที่หลายตัว โดยรอกแต่ละตัวมีเชือกคล้องหนึ่งเส้น โดยปลายข้างหนึ่งผูกติดกับเพดาน ปลายอีกข้างหนึ่งผูกกับรอกตัวถัดไป วัตถุผูกติดกับรอกตัวล่างสุด เชือกที่คล้องรอบรอกตัวบนสุดใช้สำหรับดึง

สูตรที่ใช้คำนวณ $F_{in} = \frac{F_{out}}{2^n}$

เมื่อ n คือ จำนวนรอกเดี่ยวเคลื่อนที่



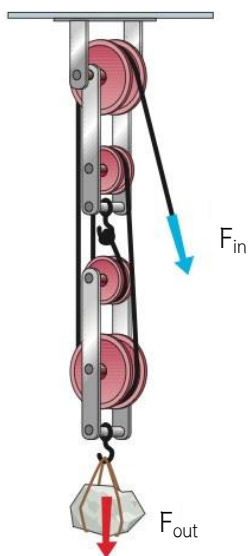
ภาพประกอบ 3.6 รอกพวงประเภทที่ 1 มีรอกเดี่ยวเคลื่อนที่ 3 ตัว

ที่มา : <https://www.blinklearning.com/coursePlayer/clases2.php?idclase=35147359>

2.2 รอกพวงระบบที่ 2 ประกอบด้วยรอก 2 ชั้น ชั้นบนแขวนติดเพดาน วัตถุผูกติดกับรอกตัวล่างสุดของชั้นล่าง ใช้เชือกเส้นเดียวคล้องรอบรอกทุกตัว โดยปลายข้างหนึ่งผูกติดกับรอกตัวล่างสุดของชั้นบน หรือตัวบนสุดของชั้นล่าง ปลายอีกข้างหนึ่งใช้สำหรับดึง

สูตรที่ใช้คำนวณ $F_{in} = \frac{F_{out}}{2n}$

เมื่อ n คือ จำนวนรอกเดี่ยวเคลื่อนที่



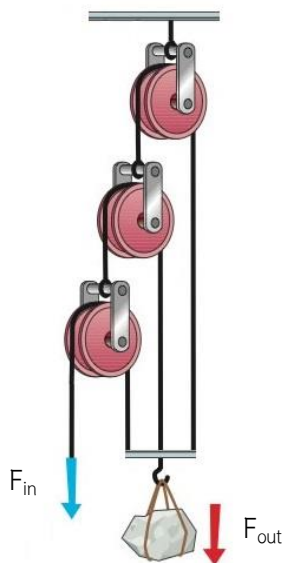
ภาพประกอบ 3.7 รอกพวงประเภทที่ 2 มีรอกเดี่ยวเคลื่อนที่ 2 ตัว

ที่มา : <https://www.blinklearning.com/coursePlayer/classes2.php?idclass=35147359>

2.3 รอกพวงระบบที่ 3 ประกอบด้วยรอกเดี่ยวตายตัว 1 ตัว รอกที่เคลื่อนที่เป็นรอกเดี่ยวเคลื่อนที่ ปลายข้างหนึ่งของเชือกที่คล้องรอบรอกทุกตัวผูกติดกับคานตรงอันหนึ่งวัตถุผูกติดกับคานนี้ ปลายอีกข้างหนึ่งของเชือกผูกกับรอกตัวถัดไป ปลายสุดท้ายใช้สำหรับดึง

สูตรที่ใช้คำนวณ
$$F_{in} = \frac{F_{out}}{2^{n-1}}$$

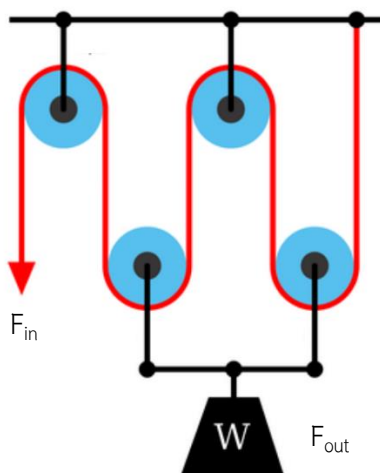
เมื่อ n คือ จำนวนรอกเดี่ยวเคลื่อนที่



ภาพประกอบ 3.8 รอกพวงประเภทที่ 3 มีรอกเดี่ยวเคลื่อนที่ 2 ตัว

ที่มา : <https://www.blinklearning.com/coursePlayer/clases2.php?idclase=35147359>

ตัวอย่างรอกพวงที่ช่วงผ่อนแรงในการทำงาน



ภาพประกอบ 3.9 ตัวอย่างรอกพวง มีรอกเดี่ยวเคลื่อนที่ 2 ตัว

ที่มา : <https://m.facebook.com/1120506411334320/photos/a.1120508838000744/2430306527020962/?type=3>

การได้เปรียบเชิงกล (Mechanical Advantage, M.A.)

การได้เปรียบเชิงกล คือ อัตราส่วนระหว่างแรงต้านทาน (F_{out}) กับแรงพยายาม (F_{in}) หรือตัวเลขที่บ่งบอกว่า เครื่องกลนั้นผ่อนแรงได้มากหรือน้อยเพียงใด (ผ่อนเฉพาะแรง ไม่ผ่อนงาน)

$$\text{การได้เปรียบเชิงกล} = \frac{\text{แรงต้านทาน}}{\text{แรงพยายาม}} = \frac{F_{out}}{F_{in}}$$

ถ้า $M.A. = 1$ แสดงว่า ไม่ผ่อนแรง จะได้ว่า $F_{out} = F_{in}$

ถ้า $M.A. > 1$ แสดงว่า ผ่อนแรง จะได้ว่า $F_{out} > F_{in}$

ถ้า $M.A. < 1$ แสดงว่า ไม่ผ่อนแรง จะได้ว่า $F_{out} < F_{in}$

กิจกรรมฝึกความสามารถในการแก้ปัญหา

เรื่อง ความเสี่ยงต่อการติดเชื้อจากโรงพยาบาลสนาม

1. จุดประสงค์การเรียนรู้

1.1 ความรู้ (Knowledge: K)

1.1.1 นักเรียนบอกความหมายของพลังงานศักย์โน้มถ่วงได้

1.1.2 นักเรียนอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานศักย์โน้มถ่วงได้

1.2 ทักษะ/กระบวนการ (Process: P)

1.2.1 นักเรียนคำนวณพลังงานศักย์โน้มถ่วงได้

1.2.2 นักเรียนบอกลักษณะการเคลื่อนที่ของวัตถุจากการสังเกต และสามารถวัดความสูงของวัตถุจากระดับอ้างอิงได้

1.2.3 นักเรียนมีการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การลงความเห็นจากข้อมูลจากการสร้างชิ้นงาน และมีการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุปจากการทดสอบและประเมินผลชิ้นงาน

1.2.4 นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหา ได้แก่ การระบุปัญหา การวิเคราะห์ปัญหา การวางแผนการแก้ไขปัญหา การดำเนินการแก้ปัญหา และการประเมินผลการแก้ปัญหา

1.3 คุณลักษณะอันพึงประสงค์และสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน (Attitude: A)

1.3.1 ซื่อสัตย์สุจริต

1.3.2 มีวินัย

1.3.3 ใฝ่เรียนรู้

1.3.4 มุ่งมั่นในการทำงาน

1.3.5 มีจิตสาธารณะ

1.3.6 ความสามารถในการสื่อสาร

1.3.7 ความสามารถในการคิด

1.3.8 ความสามารถในการแก้ปัญหา

1.3.9 ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต

1.3.10 ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

2. วัสดุอุปกรณ์

ลำดับ	รายการ	จำนวนต่อกลุ่ม
1	รอกพลาสติก (32 มิลลิเมตร)	4 ตัว
2	เชือกใยยักซ์ (4 มิลลิเมตร)	6 เมตร
3	ท่ออะลูมิเนียม (30 เซนติเมตร)	1 ท่อน
4	ท่ออะลูมิเนียมสีเขียว + ตะขอเกี่ยว	1 ท่อน
5	เคเบิลไทร์	15 เส้น
6	กรรไกร	1 เล่ม
7	ตลับเมตร	1 ตลับ
8	พู่กัน + ภาตสี	1 ชุด
9	สีโปสเตอร์ (สีแดง สีน้ำเงิน และสีเหลือง)	ใช้ร่วมกัน
10	แผ่นมวล (2.5 กิโลกรัม)	ใช้ร่วมกัน

ใบบันทึกกิจกรรม

เรื่อง ความเสี่ยงต่อการติดเชื้อจากโรงพยาบาลสนาม

คำชี้แจง ให้นักเรียนระบุปัญหาจากสถานการณ์ดังต่อไปนี้

สถานการณ์ที่ 3.1

“ในปัจจุบันการแพร่ระบาดของโควิด-19 ยังคงมีอย่างต่อเนื่อง ซึ่งมีผู้ป่วยที่รอรับการรักษาคือเป็นจำนวนมาก โดยเฉพาะในพื้นที่กรุงเทพมหานครและปริมณฑล ส่งผลให้โรงพยาบาลทั่วไปมีเตียงไม่เพียงพอสำหรับรองรับผู้ป่วยและไม่สามารถดูแลผู้ป่วยได้อย่างใกล้ชิด ดังนั้นทางรัฐจำเป็นต้องจัดหาพื้นที่ที่เหมาะสมจัดตั้งเป็นโรงพยาบาลสนามสำหรับรองรับผู้ป่วย ช่วยลดความเสี่ยงต่อการติดเชื้อของผู้ป่วยทั่วไปและบุคลากรทางการแพทย์ นอกจากนี้ยังทำให้ชุมชนปลอดภัยมากขึ้น”

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา

1.1 ปัญหาที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์นี้ คืออะไร (ความสามารถในการแก้ปัญหา: การระบุปัญหา)

.....

.....

1.2 ระบุสาเหตุหรือปัจจัยที่ทำให้เกิดปัญหาจากสถานการณ์นี้ (ความสามารถในการแก้ปัญหา: การวิเคราะห์ปัญหา)

.....

.....

1.3 จากสถานการณ์นี้มีวิธีการแก้ปัญหาอย่างไร

.....

.....

คำชี้แจง ให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์ดังต่อไปนี้

สถานการณ์ที่ 3.2

“ในการจัดตั้งโรงพยาบาลสนามจะทำการจัดตั้งในพื้นที่นอกสถานพยาบาล ขึ้นอยู่กับการดำเนินการของหน่วยงานที่รับผิดชอบในพื้นที่นั้น เช่น วัด โรงเรียน มหาวิทยาลัย หรือหอประชุมขนาดใหญ่ เป็นต้น ในกรณีที่เป็นโรงเรียนหรือสถานที่ที่มีลักษณะเป็นอาคารหลายชั้น ในการจัดส่งสิ่งของ อาหาร และยา บุคลากรทางการแพทย์อาจมีความเสี่ยงต่อการติดเชื้อจากผู้ป่วย ถ้านักเรียนต้องการสร้าง รอกส่งของให้ผู้ป่วย นักเรียนควรมีความรู้พื้นฐานอะไรบ้างและมีวิธีการอย่างไร เพื่อให้รอกส่งของสามารถส่งของได้ ช่วยผ่อนแรงในการส่ง และลดความเสี่ยงต่อการติดเชื้อจากผู้ป่วยได้”

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

ตอนที่ 1 พลังงานศักย์โน้มถ่วง

2.1 พลังงานศักย์ (Potential Energy) คืออะไร

.....

.....

2.2 พลังงานศักย์ แบ่งเป็นพลังงานชนิดใดบ้าง

.....

.....

2.3 พลังงานศักย์โน้มถ่วง (Gravitational Potential Energy) คืออะไร

.....

.....

2.4 จงเขียนสมการของพลังงานศักย์โน้มถ่วง

.....

.....

2.5 จากสมการในข้อ 2.6 พลังงานศักย์โน้มถ่วงเกี่ยวข้องกับปริมาณใดบ้าง

.....

.....

2.6 จงอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานศักย์โน้มถ่วง

.....

.....

2.7 จงแสดงวิธีการคำนวณเพื่อหาคำตอบ

ข้อที่ 1 กลองสิ้งค์มวล 2,000 กิโลกรัม ถูกยกขึ้นวางบนที่สูงจากพื้นดิน 4 เมตร พลังงานศักย์โน้มถ่วงของกลองสิ้งค์มีค่าเท่าใดเมื่อเทียบกับพื้นดิน (กำหนดให้ $g = 10 \text{ m/s}^2$)

วิธีทำ

.....

.....

.....

ข้อที่ 2 ลูกเบสบอลมวล 20 กิโลกรัม ตกจากที่สูง 150 เมตร เมื่อเวลาผ่านไป 5 วินาที จะมีพลังงานศักย์โน้มถ่วงเท่าใด (กำหนดให้ $g = 10 \text{ m/s}^2$)

วิธีทำ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ตอนที่ 2 รอก

2.8 รอก คืออะไร

.....

.....

.....

2.9 รอก แบ่งออกเป็นกี่ประเภท อะไรบ้าง

.....

.....

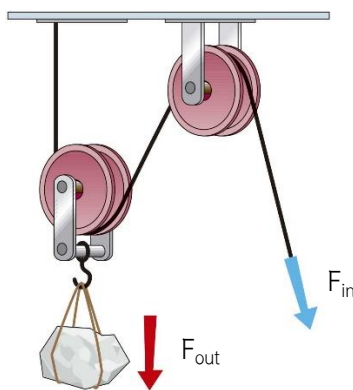
.....

2.10 จงบอกประโยชน์ของรอก

.....

.....

.....

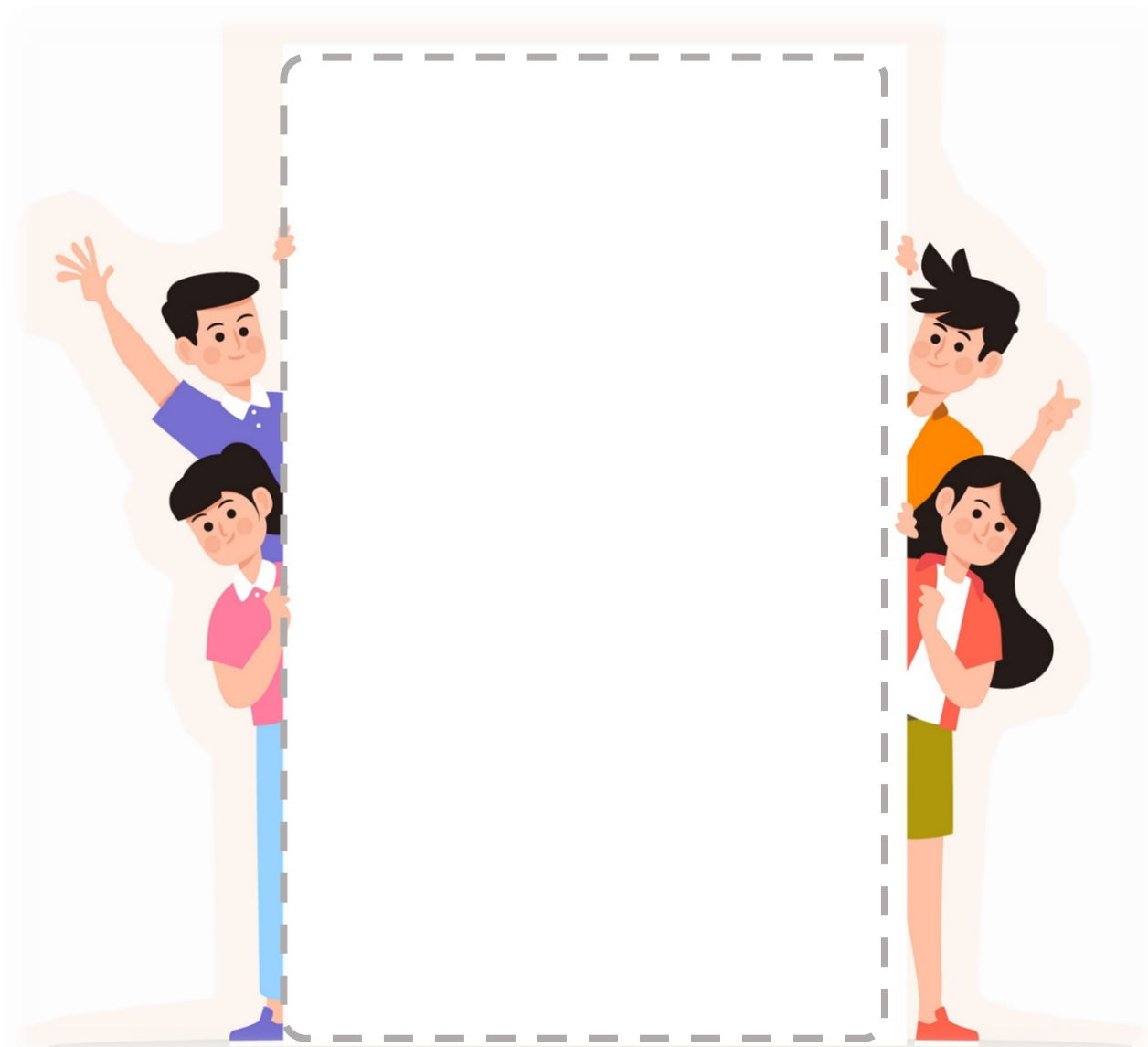


ภาพประกอบ 3.10 รอกพวง มีรอกเดี่ยวเคลื่อนที่ 1 ตัว

ที่มา : <https://www.blinklearning.com/coursePlayer/classes2.php?idclass=35147359>

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (ชั่วโมงที่ 2)

นักเรียนแต่ละกลุ่มวิเคราะห์และทำความเข้าใจกับสถานการณ์ที่ 3.2 รวมถึงเงื่อนไขต่าง ๆ ในการสร้างรอกส่งของให้ผู้ป่วย จากนั้นทำการออกแบบ โดยเขียนเป็นภาพ 3 มิติ ระบุองค์ประกอบและรายละเอียดแต่ละส่วน พร้อมระบายสีให้สวยงาม



ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา

4.1 ขั้นตอนการสร้างร่องของให้ผู้ป่วย (ความสามารถในการแก้ปัญหา:
การวางแผนการแก้ปัญหา)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4.2 ผลการดำเนินการสร้างร่องของให้ผู้ป่วย (ความสามารถในการแก้ปัญหา:
การดำเนินการแก้ปัญหา)

.....

.....

.....

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหา

(ความสามารถในการแก้ปัญหา: การประเมินผลการแก้ปัญหา)

5.1 ทำการทดสอบการส่งของและการพ่นแรงของรอก

รายการทดสอบ	ผลจากการทดสอบ
การส่งของ	
การพ่นแรง	

หมายเหตุ : ถ้าได้ ให้ทำเครื่องหมายถูก (✓) และถ้าไม่ได้ ให้ทำเครื่องหมายกากบาท (X)
และการพ่นแรงพิจารณาจากการคำนวณการได้เปรียบเชิงกล

แสดงวิธีการคำนวณการได้เปรียบเชิงกล

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

5.2 ทำการส่งของให้ผู้ป่วย โดยใช้ถุงทรายที่จัดเตรียมไว้ให้แทนของที่ส่งให้ผู้ป่วย
จากนั้นทำการดึงเชือกให้ของถูกส่งขึ้นไปในความสูงที่กำหนด

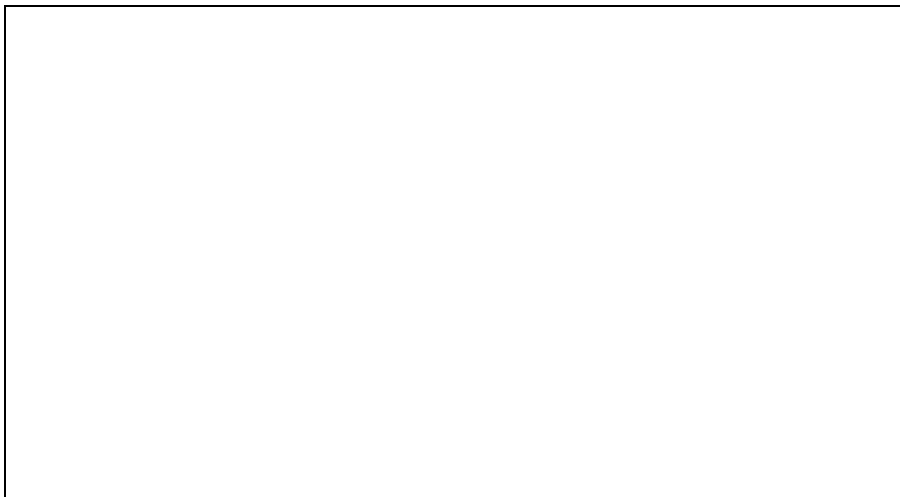
มวลของถุงทราย เท่ากับ กิโลกรัม

ความสูงของถุงทรายจากระดับอ้างอิง เท่ากับ เมตร

5.3 คำนวณหาพลังงานศักย์โน้มถ่วงของถุงทราย โดยใช้มวล และความสูงของ
ถุงทรายจากระดับอ้างอิง ในข้อ 5.2

วิธีทำ

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



5.4 จงระบุปัญหาที่พบ หรือข้อผิดพลาด (ถ้ามี) และแนวทางการแก้ปัญหา เพื่อปรับปรุงแก้ไขชิ้นงานให้ชิ้นงานมีประสิทธิภาพและสอดคล้องกับเป้าหมายที่ตั้งไว้

.....

.....

.....

.....

.....

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา หรือชิ้นงาน

6.1 สรุปแนวคิดและวิธีการออกแบบรอกส่งของให้ผู้ป่วย

.....

.....

.....

.....

.....

6.2 นักเรียนสามารถนำความรู้เรื่อง พลังงานศักย์โน้มถ่วง ไปใช้ประโยชน์ ในอนาคตได้อย่างไร จงยกตัวอย่าง

.....

.....

.....

.....

.....

เฉลยใบบันทึกกิจกรรม

เรื่อง ความเสี่ยงต่อการติดเชื้อจากโรงพยาบาลสนาม

คำชี้แจง ให้นักเรียนระบุปัญหาจากสถานการณ์ดังต่อไปนี้

สถานการณ์ที่ 3.1

“ในปัจจุบันการแพร่ระบาดของโควิด-19 ยังคงมีอย่างต่อเนื่อง ซึ่งมีผู้ป่วยที่รอรับการรักษาเป็นจำนวนมาก โดยเฉพาะในพื้นที่กรุงเทพมหานครและปริมณฑล ส่งผลให้โรงพยาบาลทั่วไปมีเตียงไม่เพียงพอสำหรับรองรับผู้ป่วยและไม่สามารถดูแลผู้ป่วยได้อย่างใกล้ชิด ดังนั้นทางรัฐจำเป็นต้องจัดหาพื้นที่ที่เหมาะสมจัดตั้งเป็นโรงพยาบาลสนามสำหรับรองรับผู้ป่วย ช่วยลดความเสี่ยงต่อการติดเชื้อของผู้ป่วยทั่วไปและบุคลากรทางการแพทย์ นอกจากนี้ยังทำให้ชุมชนปลอดภัยมากขึ้น”

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา

1.1 ปัญหาที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์นี้ คืออะไร (ความสามารถในการแก้ปัญหา: การระบุปัญหา)

แนวคำตอบ โรงพยาบาลทั่วไปมีเตียงไม่เพียงพอสำหรับรองรับผู้ป่วยและไม่สามารถดูแลผู้ป่วยได้อย่างใกล้ชิด

1.2 ระบุสาเหตุหรือปัจจัยที่ทำให้เกิดปัญหาจากสถานการณ์นี้ (ความสามารถในการแก้ปัญหา: การวิเคราะห์ปัญหา)

แนวคำตอบ มีผู้ป่วยที่รอรับการรักษาเป็นจำนวนมาก

1.3 จากสถานการณ์นี้มีวิธีการแก้ปัญหาอย่างไร

แนวคำตอบ การจัดตั้งโรงพยาบาลสนาม

คำชี้แจง ให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์ดังต่อไปนี้

สถานการณ์ที่ 3.2

“ในการจัดตั้งโรงพยาบาลสนามจะทำการจัดตั้งในพื้นที่นอกสถานพยาบาล ขึ้นอยู่กับการดำเนินการของหน่วยงานที่รับผิดชอบในพื้นที่นั้น เช่น วัด โรงเรียน มหาวิทยาลัย หรือหอประชุมขนาดใหญ่ เป็นต้น ในกรณีที่เป็นโรงเรียนหรือสถานที่ที่มีลักษณะเป็นอาคารหลายชั้นในการจัดส่งสิ่งของ อาหาร และยา บุคลากรทางการแพทย์อาจมีความเสี่ยงต่อการติดเชื้อจากผู้ป่วย ถ้านักเรียนต้องการสร้าง รอกส่งของให้ผู้ป่วย นักเรียนควรมีความรู้พื้นฐานอะไรบ้างและมีวิธีการอย่างไร เพื่อให้รอกส่งของสามารถส่งของได้ ช่วยผ่อนแรงในการส่ง และลดความเสี่ยงต่อการติดเชื้อจากผู้ป่วยได้”

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

ตอนที่ 1 พลังงานศักย์โน้มถ่วง

2.1 พลังงานศักย์ (Potential Energy) คืออะไร

พลังงานที่สะสมอยู่ในวัตถุอันเนื่องมาจากตำแหน่งของวัตถุ ทั้งในวัตถุที่อยู่ในที่สูงจากระดับอ้างอิง และการกดหรือยึดวัตถุจากตำแหน่งสมดุล

2.2 พลังงานศักย์ แบ่งเป็นพลังงานชนิดใดบ้าง

พลังงานศักย์แบ่งออกเป็น 2 ชนิด ได้แก่ พลังงานศักย์โน้มถ่วง และพลังงานศักย์ยืดหยุ่น

2.3 พลังงานศักย์โน้มถ่วง (Gravitational Potential Energy) คืออะไร

พลังงานศักย์โน้มถ่วง คือ พลังงานที่สะสมอยู่ในวัตถุที่เกี่ยวข้องกับความสูงของวัตถุจากระดับอ้างอิงที่อยู่ภายใต้สนามโน้มถ่วง

2.4 จงเขียนสมการของพลังงานศักย์โน้มถ่วง

$$E_p = mgh$$

2.5 จากสมการในข้อ 2.6 พลังงานศักย์โน้มถ่วงเกี่ยวข้องกับปริมาณใดบ้าง

มวล ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก และความสูง

2.6 จงอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานศักย์โน้มถ่วง

งานเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลกขึ้นกับผลต่างของพลังงานศักย์โน้มถ่วงระหว่างตำแหน่งเริ่มต้นถึงตำแหน่งสุดท้าย

2.7 จงแสดงวิธีการคำนวณเพื่อหาคำตอบ

ข้อที่ 1 กล่องสินค้ามวล 2,000 กิโลกรัม ถูกยกขึ้นวางบนที่สูงจากพื้นดิน 4 เมตร พลังงานศักย์โน้มถ่วงของกล่องสินค้ามีค่าเท่าใดเมื่อเทียบกับพื้นดิน (กำหนดให้ $g = 10 \text{ m/s}^2$)

วิธีทำ $E_p = mgh$

$$E_p = (2,000 \text{ kg})(10 \text{ m/s}^2)(4 \text{ m})$$

$$E_p = 80,000 \text{ J}$$

$$E_p = 80 \text{ kJ}$$

ข้อที่ 2 ลูกเบสบอลมวล 20 กิโลกรัม ตกจากที่สูง 150 เมตร เมื่อเวลาผ่านไป 5 วินาที จะมีพลังงานศักย์โน้มถ่วงเท่าใด

วิธีทำ ต้องการระยะทางที่ลูกเบสบอลตกลงมาได้ในเวลา 5 วินาที เพื่อคำนวณหาระดับ

ความสูงจากระดับอ้างอิง จากสมการ $S = ut + \frac{1}{2}gt^2$

$$S = 0 + \frac{1}{2}(10 \text{ m/s}^2)(5 \text{ s})^2$$

$$S = 125 \text{ m}$$

ลูกเบสบอลอยู่สูงจากพื้น เท่ากับ $150 - 125 = 25 \text{ m}$ พลังงานศักย์โน้มถ่วง จะได้

$$E_p = mgh$$

$$E_p = (20 \text{ kg})(10 \text{ m/s}^2)(25 \text{ m})$$

$$E_p = 5,000 \text{ J หรือ } 5 \text{ kJ}$$

ตอนที่ 2 รอก

2.8 รอก คืออะไร

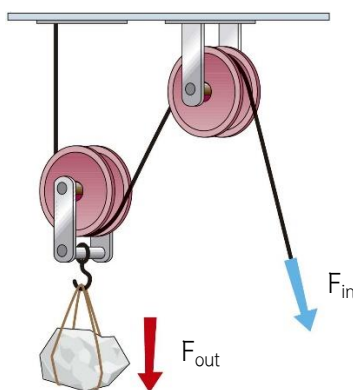
.....เครื่องกลที่ช่วยอำนวยความสะดวก หรือช่วยผ่อนแรงในการทำงาน
มีลักษณะเป็นวงล้อหมุน มีเส้นเชือกคล้องผ่านวงล้อให้สามารถหมุนได้

2.9 รอก แบ่งออกเป็นกี่ประเภท อะไรบ้าง

.....รอก แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ รอกเดี่ยว และรอกพวง

2.10 จุดประสงค์ประโยชน์ของรอก

.....ช่วยผ่อนแรงในการทำงาน ช่วยเคลื่อนย้ายสิ่งของขึ้นที่สูงหรือหย่อนลงที่ต่ำ



ภาพประกอบ 3.10 รอกพวง มีรอกเดี่ยวเคลื่อนที่ 1 ตัว

ที่มา : <https://www.blinklearning.com/coursePlayer/classes2.php?idclass=35147359>

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (ชั่วโมงที่ 2)

นักเรียนแต่ละกลุ่มวิเคราะห์และทำความเข้าใจกับสถานการณ์ที่ 3.2 รวมถึงเงื่อนไขต่าง ๆ ในการสร้างรอกส่งของให้ผู้ป่วย จากนั้นทำการออกแบบ โดยเขียนเป็นภาพ 3 มิติ ระบุองค์ประกอบและรายละเอียดแต่ละส่วน พร้อมระบายสีให้สวยงาม



แสดงวิธีการคำนวณการได้เปรียบเชิงกล

วิธีทำ ขึ้นอยู่กับการทดสอบชิ้นงานของนักเรียน

5.2 ทำการส่งของให้ผู้ป่วย โดยใช้ถุ่ทรายที่จัดเตรียมไว้ให้แทนของที่ส่งให้ผู้ป่วย จากนั้นทำการดึงเชือกให้ของถูกส่งขึ้นไปในความสูงที่กำหนด

มวลของถุ่ทราย เท่ากับ กิโลกรัม

ความสูงของถุ่ทรายจากระดับอ้างอิง เท่ากับ เมตร

5.3 คำนวณหาพลังงานศักย์โน้มถ่วงของถุ่ทราย โดยใช้มวล และความสูงของถุ่ทรายจากระดับอ้างอิง ในข้อ 5.2

วิธีทำ ขึ้นอยู่กับการทดสอบชิ้นงานของนักเรียน

ให้เขียนแผนภาพอิสระของวัตถุ (Free Body Diagram)

5.4 จงระบุปัญหาที่พบ หรือข้อผิดพลาด (ถ้ามี) และแนวทางการแก้ปัญหา เพื่อปรับปรุงแก้ไขชิ้นงานให้ชิ้นงานมีประสิทธิภาพและสอดคล้องกับเป้าหมายที่ตั้งไว้

.....ขึ้นอยู่กับ การทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขชิ้นงานของนักเรียน.....

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา หรือชิ้นงาน

6.1 สรุปแนวคิดและวิธีการออกแบบบรอกส่งของผู้ป่วย

.....ขึ้นอยู่กับ การสรุปแนวคิดและวิธีการออกแบบชิ้นงานของนักเรียน.....

6.2 นักเรียนสามารถนำความรู้เรื่อง พลังงานศักย์โน้มถ่วง ไปใช้ประโยชน์ ในอนาคตได้อย่างไร จงยกตัวอย่าง

.....ขึ้นอยู่กับ ความรู้ความเข้าใจของนักเรียนหลังจากที่ได้รับการจัดการเรียนรู้.....

ใบรายการซื้อวัสดุอุปกรณ์

ชื่อกลุ่ม.....

ลำดับ	รายการ	ราคา	จำนวน	รวม (บาท)
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
รวม				

แบบทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน

เรื่อง พลังงานศักย์โน้มถ่วง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 10 ข้อ

คำชี้แจง ให้นักเรียนทำเครื่องหมายกากบาท (X) ตัวเลือกที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียวลงในกระดาษแบบทดสอบ

การวัดและประเมินผลพฤติกรรมผลการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัยตามอนุกรมวิธานที่ปรับปรุงแนวคิดของบลูม (Bloom's Revised Taxonomy) 6 ขั้นตอน ดังนี้

1. พลังงานศักย์ มีความหมายว่าอะไร (จำ)
 - ก. พลังงานที่สะสมอยู่ในวัตถุเกิดจากตำแหน่งของวัตถุ
 - ข. พลังงานที่สะสมอยู่ในวัตถุเกิดจากตำแหน่งและมวลของวัตถุ
 - ค. พลังงานที่สะสมอยู่ในวัตถุเกิดจากมวลและอัตราเร็วของวัตถุ
 - ง. พลังงานที่สะสมอยู่ในวัตถุเกิดจากตำแหน่งและการกกดหรือยืดวัตถุ
2. พลังงานศักย์ ประกอบด้วยพลังงานชนิดใดบ้าง (จำ)
 - ก. พลังงานศักย์เคมี กับ พลังงานศักย์ยืดหยุ่น
 - ข. พลังงานศักย์ไฟฟ้า กับ พลังงานศักย์ยืดหยุ่น
 - ค. พลังงานศักย์ไฟฟ้า กับ พลังงานศักย์โน้มถ่วง
 - ง. พลังงานศักย์โน้มถ่วง กับ พลังงานศักย์ยืดหยุ่น
3. พลังงานศักย์โน้มถ่วง มีความหมายว่าอะไร (จำ)
 - ก. พลังงานที่สะสมอยู่ในวัตถุที่เกี่ยวข้องกับความเร็วของวัตถุ
 - ข. พลังงานที่สะสมอยู่ในวัตถุที่เกี่ยวข้องกับความเร็วของวัตถุ
 - ค. พลังงานที่สะสมอยู่ในวัตถุที่เกี่ยวข้องกับการกกดหรือยืดวัตถุ
 - ง. พลังงานที่สะสมอยู่ในวัตถุที่เกี่ยวข้องกับเวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่
4. ข้อใดไม่มีพลังงานศักย์โน้มถ่วง (เข้าใจ)
 - ก. ลูกบอลที่กำลังไปบนพื้น
 - ข. หลอดไฟบนเพดานห้อง
 - ค. ดินสอวางอยู่บนโต๊ะทำงาน
 - ง. ลูกมะพร้าวอยู่บนต้นมะพร้าว

5. $E_p = mgh$ จากสมการของพลังงานศักย์โน้มถ่วง ข้อใดกล่าวถูกต้อง
(เมื่อ α คือ การแปรผัน) (เข้าใจ)

ก. $E_p \propto \frac{1}{g}$

ข. $E_p \propto \frac{1}{h}$

ค. $E_p \propto h$

ง. $E_p \propto \frac{1}{m}$

6. อิฐก้อนหนึ่งมวล 80 กิโลกรัม ถูกยกขึ้นวางบนคานที่สูงจากพื้นดิน 2 เมตร พลังงานศักย์โน้มถ่วงของอิฐก้อนนี้มีค่าเท่าใดเมื่อเทียบกับพื้นดิน (กำหนดให้ $g = 10 \text{ m/s}^2$) (ประยุกต์ใช้)

ก. 1,400 จูล

ข. 1,500 จูล

ค. 1,600 จูล

ง. 1,700 จูล

7. นักกายกรรมมวล 50 กิโลกรัม ไต่เชือกขึ้นไปในแนวตั้งสูงจากพื้นดินเท่าใด จึงทำให้นักกายกรรมคนนี้มีพลังงานศักย์เท่ากับ 2,000 จูล (ประยุกต์ใช้)

ก. 1 เมตร

ข. 2 เมตร

ค. 3 เมตร

ง. 4 เมตร

8. ลูกตุ้มนอยุ่บนต้นที่ระดับความสูง 6 เมตร พลังงานศักย์โน้มถ่วงจะมีค่ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณใด (วิเคราะห์)

ก. เวลา กับ ความสูง

ข. มวล กับ ความสูง

ค. ความสูง กับ อัตราเร็ว

ง. ความสูงเพียงอย่างเดียว

9. วัตถุในข้อใดมีค่าพลังงานศักย์โน้มถ่วงมากที่สุด (ประเมินค่า)

ก. ลูกแอปเปิ้ลอยู่บนต้นแอปเปิ้ลสูง 3 เมตร

ข. หนังสือวางอยู่บนโต๊ะสูงจากพื้นห้อง 1 เมตร

ค. พ้อค้ำผลไม้ยกกล่องส้มสูงจากพื้นดิน 2 เมตร

ง. เครื่องบินมีความยาว 40 เมตร จอดที่ลานจอดอากาศยาน

10. ปล่อยลูกเหล็กมวล 2 กิโลกรัม ที่ให้ตกลงในแนวตั้งที่ความสูงจากระดับพื้นดิน 10 เมตร นักเรียนมีวิธีการอย่างไรเพื่อให้พลังงานศักย์โน้มถ่วงของลูกเหล็กลูกนี้มีค่ามากกว่า 200 จูล (กำหนดให้ $g = 10 \text{ m/s}^2$) (สร้างสรรค์)
- ก. ปล่อยลูกเหล็กที่ระดับความสูงเท่าเดิม
 - ข. ปล่อยลูกเหล็กที่ระดับความสูงมากกว่า 10 เมตร
 - ค. ปล่อยลูกเหล็กที่ระดับความสูงน้อยกว่า 10 เมตร
 - ง. ปล่อยลูกเหล็กที่ระดับความสูงมากกว่าหรือเท่ากับ 10 เมตร

เฉลย

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

แบบประเมินความสามารถในการแก้ปัญหา

คำชี้แจง ให้ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียนแล้วทำเครื่องหมายถูก

(✓) ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ชื่อสมาชิกในกลุ่มที่..... ชั้น ม.4/2

1. เลขที่
2. เลขที่
3. เลขที่
4. เลขที่
5. เลขที่
6. เลขที่
7. เลขที่

รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
	3	2	1
1. การระบุปัญหา			
2. การวิเคราะห์ปัญหา			
3. การวางแผนการแก้ปัญหา			
4. การดำเนินการแก้ปัญหา			
5. การประเมินผลการแก้ปัญหา			
คะแนนรวม			
ระดับคุณภาพ			

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นายปฐมวงศ์ เกษะบุตร)

เกณฑ์การวัดและประเมินความสามารถในการแก้ปัญหา

ความสามารถ ในการแก้ปัญหา	คะแนน		
	3	2	1
1. การระบุปัญหา	ระบุปัญหาถูกต้อง และตรงประเด็น	ระบุปัญหาถูกต้อง และตรงประเด็น บางส่วน	ระบุปัญหา ไม่ถูกต้องและ ไม่ตรงประเด็น
2. การวิเคราะห์ ปัญหา	ระบุสาเหตุของ ปัญหาได้ถูกต้อง และตรงประเด็น	ระบุสาเหตุของ ปัญหาถูกต้อง และตรงประเด็น บางส่วน	ระบุสาเหตุของ ปัญหาไม่ถูกต้อง และไม่ตรงประเด็น
3. การวางแผน การแก้ปัญหา	มีการวางแผน การแก้ปัญหาถูกต้อง ตรงประเด็นและ เป็นลำดับขั้นตอน	มีการวางแผน การแก้ปัญหา ถูกต้องและ ตรงประเด็นบางส่วน	วางแผน การแก้ปัญหา ไม่ถูกต้องและ ไม่ตรงประเด็น
4. การดำเนินการ แก้ปัญหา	ดำเนินการแก้ปัญหา ตามขั้นตอนที่กำหนด ได้อย่างครบถ้วน	ดำเนินการแก้ปัญหา ตามขั้นตอนที่กำหนด แต่ไม่ครบถ้วน	ดำเนินการแก้ปัญหา ตามขั้นตอนที่กำหนด ไม่ได้
5. การประเมินผล การแก้ปัญหา	ผลการดำเนินการ แก้ปัญหาถูกต้อง สอดคล้องกับ ประเด็นปัญหา	ผลการดำเนินการ แก้ปัญหาถูกต้อง แต่ไม่สอดคล้อง กับประเด็นปัญหา	ผลการดำเนินการ แก้ปัญหาไม่ถูกต้อง และไม่สอดคล้อง กับประเด็นปัญหา

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
13-15	ดีมาก
10-12	ดี
7-9	พอใช้
ต่ำกว่า 7	ปรับปรุง

แบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

คำชี้แจง ให้ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียนแล้วทำเครื่องหมายถูก

(✓) ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ชื่อสมาชิกในกลุ่มที่..... ชั้น ม.4/2

1. เลขที่
2. เลขที่
3. เลขที่
4. เลขที่
5. เลขที่
6. เลขที่
7. เลขที่

รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
	3	2	1
1. การสังเกต			
2. การวัด			
3. การคำนวณ			
4. การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล			
5. การลงความเห็นข้อมูล			
6. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป			
คะแนนรวม			
ระดับคุณภาพ			

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นายปฐมวงศ์ เกายะบุตร)

เกณฑ์การวัดและประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
	3	2	1
1. การสังเกต	ใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน และบันทึกข้อมูลโดยไม่ใส่ความรู้สึก หรือความคิดเห็นส่วนตัว	ใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน และบันทึกข้อมูลโดยใส่ความรู้สึก หรือความคิดเห็นส่วนตัวเป็นบางส่วน	ใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน และบันทึกข้อมูลโดยใส่ความรู้สึก หรือความคิดเห็นส่วนตัวเป็นส่วนใหญ่
2. การวัด	เลือกใช้เครื่องมือวัดได้ถูกต้องเหมาะสมกับสิ่งที่ต้องการวัด วัดปริมาณต่าง ๆ และระบุหน่วยจากการวัดได้ถูกต้องทั้งหมด	เลือกใช้เครื่องมือวัดได้ถูกต้องเหมาะสมกับสิ่งที่ต้องการวัด วัดปริมาณต่าง ๆ และระบุหน่วยจากการวัดได้ถูกต้องส่วนใหญ่	เลือกใช้เครื่องมือวัดไม่เหมาะสมกับสิ่งที่ต้องการวัด วัดปริมาณต่าง ๆ และระบุหน่วยจากการวัดได้ถูกต้องบางส่วน
3. การคำนวณ	คำนวณหาค่าที่ต้องการโดยใช้วิธีการคำนวณได้ถูกต้องทั้งหมด	คำนวณหาค่าที่ต้องการโดยใช้วิธีการคำนวณได้ถูกต้องส่วนใหญ่	คำนวณหาค่าที่ต้องการโดยใช้วิธีการคำนวณได้ถูกต้องบางส่วน
4. การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล	เลือกรูปแบบการนำเสนอข้อมูลได้อย่างเหมาะสม ออกแบบการเสนอ	เลือกรูปแบบการนำเสนอข้อมูลได้อย่างเหมาะสม ออกแบบการเสนอ	เลือกรูปแบบการนำเสนอข้อมูลได้อย่างเหมาะสม ออกแบบการเสนอ

รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
	3	2	1
	ข้อมูลในรูปแบบใหม่ ที่เข้าใจได้ง่ายขึ้น เลือกใช้ข้อความ ที่เหมาะสม กระชับรัด สื่อความหมาย ให้ผู้อื่นเข้าใจได้ดี	ข้อมูลให้เข้าใจง่าย เลือกใช้ข้อความที่ เหมาะสม สื่อความหมาย ให้ผู้อื่นเข้าใจได้ พอสมควร	ข้อมูลให้เข้าใจง่าย เลือกใช้ข้อความที่ เหมาะสม สื่อความหมาย ให้ผู้อื่นเข้าใจได้น้อย
5. การลงความเห็น ข้อมูล	อธิบายหรือสรุป โดยเพิ่มเติมความ คิดเห็นให้กับข้อมูล ที่ได้จากการสังเกต ได้ดีและมีเหตุผล โดยใช้ความรู้หรือ ประสบการณ์เดิม	อธิบายหรือสรุป โดยเพิ่มเติมความ คิดเห็นให้กับข้อมูล ที่ได้จากการสังเกต ได้พอใช้ โดยใช้ ความรู้หรือ ประสบการณ์เดิม	อธิบายหรือสรุป โดยเพิ่มเติมความ คิดเห็นให้กับข้อมูล ที่ได้จากการสังเกต ได้น้อย โดยใช้ ความรู้หรือ ประสบการณ์เดิม
6. การตีความหมาย ข้อมูลและลงข้อสรุป	แปลความหมาย หรือบรรยาย ลักษณะของข้อมูล และสรุป ความสัมพันธ์ของ ข้อมูลได้ถูกต้อง	แปลความหมาย หรือบรรยาย ลักษณะของข้อมูล ได้ถูกต้อง แต่ไม่ สามารถสรุป ความสัมพันธ์ ของข้อมูลได้	แปลความหมาย หรือบรรยาย ลักษณะของข้อมูล ได้ถูกต้องบางส่วน และไม่สามารถสรุป ความสัมพันธ์ของ ข้อมูลได้

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
16-18	ดีมาก
13-15	ดี
10-12	พอใช้
ต่ำกว่า 10	ปรับปรุง

แบบประเมินการนำเสนอ

คำชี้แจง ให้ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียนแล้วทำเครื่องหมายถูก

(✓) ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ชื่อสมาชิกในกลุ่มที่..... ชั้น ม.4/2

1. เลขที่
2. เลขที่
3. เลขที่
4. เลขที่
5. เลขที่
6. เลขที่
7. เลขที่

รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
	3	2	1
1. บุคลิกและการแต่งกาย			
2. มารยาทในการพูด			
3. การใช้ภาษา			
4. วิธีการนำเสนอ			
5. เนื้อหาที่น่าสนใจ			
คะแนนรวม			
ระดับคุณภาพ			

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นายปฐมวงศ์ เกายะบุตร)

เกณฑ์การวัดและประเมินการนำเสนอ

รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
	3	2	1
1. บุคลิกและการแต่งกาย	มีความมั่นใจในตนเอง แต่งกายถูกระเบียบ สะอาดเรียบร้อย	มีความมั่นใจในตนเอง แต่แต่งกายไม่ถูกระเบียบ	ไม่มีความมั่นใจในตนเองและแต่งกายไม่ถูกระเบียบ
2. มารยาทในการพูด	มองหน้าและสบตาผู้ฟัง ไม่เหน็บแนม เสียดสีผู้อื่น	เขินอายไม่ค่อยกล้ามองหน้าและสบตาผู้ฟัง	ไม่มองหน้าและสบตาผู้ฟัง อายพูดไม่ได้
3. การใช้ภาษา	พูดชัดเจน ตามหลักภาษา ตัว ร ล คำควบกล้ำ ใช้ถ้อยคำข้อความ สุภาพและถูกต้อง	มีบางครั้งที่พูดไม่ชัดเจนตามหลักภาษา ตัว ร ล คำควบกล้ำ ใช้ถ้อยคำข้อความ สุภาพและถูกต้อง	พูดไม่ชัดเจน ตามหลักภาษา ตัว ร ล คำควบกล้ำ ใช้ถ้อยคำข้อความที่ไม่สุภาพ
4. วิธีการนำเสนอ	มีวิธีการนำเสนอที่หลากหลาย เช่น ใช้ท่าทางประกอบรูปภาพ ตั้งคำถาม เล่นเกม เป็นต้น	วิธีการนำเสนอไม่ค่อยน่าสนใจและไม่หลากหลาย	ไม่มีวิธีการนำเสนอที่ตรงตามที่เขียนมาเท่านั้น
5. เนื้อหาที่นำเสนอ	เนื้อหาที่น่าสนใจ มีสาระสำคัญ ตรงกับหัวข้อประเด็นที่กำหนด	มีเนื้อสาระสำคัญ บางส่วนไม่ตรงกับหัวข้อประเด็น	ไม่มีเนื้อหาสาระสำคัญ ตรงกับหัวข้อเรื่อง

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
13-15	ดีมาก
10-12	ดี
7-9	พอใช้
ต่ำกว่า 7	ปรับปรุง

แบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม

คำชี้แจง ให้ผู้สอนประเมินพฤติกรรมของนักเรียน ในระหว่างเรียนแล้วทำเครื่องหมายถูก

(✓) ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ชื่อสมาชิกในกลุ่มที่..... ชั้น ม.4/2

1. เลขที่
2. เลขที่
3. เลขที่
4. เลขที่
5. เลขที่
6. เลขที่
7. เลขที่

รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
	3	2	1
1. ความร่วมมือในการทำกิจกรรม			
2. มีการแบ่งหน้าที่และกำหนดเป้าหมายของงานชัดเจน			
3. ความสามารถในการสื่อสาร			
4. ความมุ่งมั่นในการทำงาน			
5. ทำงานเสร็จตามเวลาที่กำหนด			
คะแนนรวม			
ระดับคุณภาพ			

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นายปลื้มวงศ์ เกายะบุตร)

เกณฑ์การให้คะแนน

ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมอย่างสม่ำเสมอ	ให้	3	คะแนน
ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมบ่อยครั้ง	ให้	2	คะแนน
ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมบางครั้ง	ให้	1	คะแนน

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
13-15	ดีมาก
10-12	ดี
7-9	พอใช้
ต่ำกว่า 7	ปรับปรุง

แบบประเมินชิ้นงาน

คำชี้แจง ให้ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียน แล้วทำเครื่องหมายถูก

(✓) ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ชื่อสมาชิกในกลุ่มที่..... ชั้น ม.4/2

1. เลขที่
2. เลขที่
3. เลขที่
4. เลขที่
5. เลขที่
6. เลขที่
7. เลขที่

รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
	3	2	1
1. รูปแบบชิ้นงานตรงตามที่ออกแบบไว้			
2. การนำไปใช้ประโยชน์			
3. มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์			
4. ความแข็งแรงของชิ้นงาน			
5. ทำงานเสร็จภายในเวลาที่กำหนด			
คะแนนรวม			
ระดับคุณภาพ			

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นายปฐมวงศ์ เกายะบุตร)

เกณฑ์การวัดและประเมินชิ้นงาน

รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
	3	2	1
1. รูปแบบชิ้นงานตรงตามที่ออกแบบไว้	รูปแบบมีความชัดเจน และสามารถนำเหตุผลมาสนับสนุนในการออกแบบได้อย่างชัดเจน	รูปแบบมีความชัดเจนแต่ไม่สามารถนำเหตุผลมาสนับสนุนในการออกแบบได้อย่างชัดเจน	รูปแบบไม่มีความชัดเจนและยังไม่สามารถนำเหตุผลมาสนับสนุนในการออกแบบได้อย่างชัดเจน
2. การนำไปใช้ประโยชน์	ชิ้นงานที่สร้างขึ้นสามารถใช้ในชีวิตประจำวันได้จริงและผ่านเกณฑ์มาตรฐานสังคม	ชิ้นงานที่สร้างขึ้นสามารถใช้ในชีวิตประจำวันได้แต่ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานสังคม	ชิ้นงานที่สร้างขึ้นไม่สามารถใช้ในชีวิตประจำวันได้และไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานสังคม
3. มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	ใช้จินตนาการและแนวคิดที่แปลกใหม่ในการพัฒนาและปรับปรุงชิ้นงานให้ดียิ่งขึ้น	ใช้จินตนาการและแนวคิดที่แปลกใหม่แต่ไม่มีการพัฒนาปรับปรุงชิ้นงานให้ดียิ่งขึ้น	ไม่มีจินตนาการและแนวคิดที่แปลกใหม่ในการพัฒนาปรับปรุงชิ้นงานให้ดียิ่งขึ้น
4. ความแข็งแรงของชิ้นงาน	ชิ้นงานมีความแข็งแรง ทนทาน และมีความสะอาด	ชิ้นงานมีความแข็งแรง ทนทาน แต่ไม่มีความสะอาด	ชิ้นงานไม่มีความแข็งแรง ทนทาน และไม่มีความสะอาด
5. ทำงานเสร็จภายในเวลาที่กำหนด	เสร็จตามเวลาที่กำหนด	เสร็จช้ากว่าเวลาที่กำหนด 5 นาที	เสร็จช้ากว่าเวลาที่กำหนด 10 นาที

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
13-15	ดีมาก
10-12	ดี
7-9	พอใช้
ต่ำกว่า 7	ปรับปรุง

แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ และสมรรถนะสำคัญของนักเรียน

คำชี้แจง ให้ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียน และนอกเวลาเรียน แล้วทำเครื่องหมายถูก (✓) ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ชื่อสมาชิกในกลุ่มที่..... ชั้น ม.4/2

1. เลขที่
2. เลขที่
3. เลขที่
4. เลขที่
5. เลขที่
6. เลขที่
7. เลขที่

ข้อการประเมิน	รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
		3	2	1
1. ซื่อสัตย์สุจริต	1.1 ให้ข้อมูลที่ถูกต้อง และเป็นจริง			
	1.2 ปฏิบัติในสิ่งที่ถูกต้อง			
2. มีวินัย	2.1 ปฏิบัติตนตามข้อตกลง กฎเกณฑ์ ระเบียบข้อบังคับของโรงเรียนและสังคม ไม่ละเมิดสิทธิของผู้อื่น			
	2.2 มีความตรงต่อเวลาในการปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ			
3. ใฝ่เรียนรู้	3.1 ตั้งใจเรียน เอาใจใส่ และมีความเพียรพยายามในการเรียนรู้			
	3.2 รู้จักใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์ และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้			
4. มุ่งมั่นในการทำงาน	4.1 มีความตั้งใจและพยายามในการทำงานที่ได้รับมอบหมาย			
	4.2 มีความอดทนและไม่ท้อแท้ต่ออุปสรรคเพื่อให้งานสำเร็จ			

ข้อการประเมิน	รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
		3	2	1
5. มีจิตสาธารณะ	5.1 รู้จักช่วยเหลือผู้อื่นด้วยกำลังกาย กำลังใจ และกำลังสติปัญญาด้วยความสมัครใจ			
	5.2 รู้จักการดูแลรักษาทรัพย์สินสมบัติและสิ่งแวดลอมของห้องเรียนและโรงเรียน			
6. ความสามารถในการสื่อสาร	6.1 มีการใช้ภาษาในการถ่ายทอด ความคิด ความรู้ ความเข้าใจ ความรู้สึก เพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูล			
	6.2 มีการเลือกใช้วิธีการสื่อสารที่มีความเหมาะสม และมีประสิทธิภาพ			
7. ความสามารถในการคิด	7.1 มีการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์ และการคิดอย่างมีวิจารณญาณ			
	7.2 มีการคิดอย่างมีระบบเป็นขั้นตอน			
	7.3 มีการตัดสินใจเพื่อแก้ปัญหาเกี่ยวกับตนเองได้			
8. ความสามารถในการแก้ปัญหา	8.1 สามารถแก้ปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นได้			
	8.2 มีการใช้เหตุผลในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง และเหมาะสม			
9. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต	9.1 นำความรู้ที่ได้ไปใช้ประโยชน์ในการดำเนินชีวิตประจำวัน			
	9.2 มีการเรียนรู้ด้วยตนเอง และสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นด้วยความสัมพันธ์อันดีระหว่างบุคคล			
10. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี	10.1 มีการเลือกใช้เทคโนโลยีในด้านต่าง ๆ เช่น การพัฒนาตนเอง การเรียนรู้ การแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์ ถูกต้องเหมาะสม และมีคุณธรรม			
คะแนนรวม				
ระดับคุณภาพ				

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
(นายปฐมวงศ์ เกษะบุตร)

เกณฑ์การให้คะแนน

ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมอย่างสม่ำเสมอ	ให้	3	คะแนน
ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมบ่อยครั้ง	ให้	2	คะแนน
ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมบางครั้ง	ให้	1	คะแนน

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
51-60	ดีมาก
41-50	ดี
31-40	พอใช้
ต่ำกว่า 31	ปรับปรุง

แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา
วิชาฟิสิกส์ เรื่อง พลังงานงานศักย์โน้มถ่วง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

คำชี้แจง กำหนดสถานการณ์ให้นักเรียนตอบคำถามในขอบเขตข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับเรื่อง พลังงานศักย์โน้มถ่วง โดยให้ระบุปัญหา วิเคราะห์ปัญหา วางแผนการแก้ปัญหา ดำเนินการแก้ปัญหา และประเมินผลการแก้ปัญหาให้ถูกต้อง

ความสามารถในการแก้ปัญหา หมายถึง กระบวนการจัดการกับปัญหาอย่างเป็นระบบ โดยผ่านการคิดอย่างมีแบบแผนเป็นขั้นตอน จำเป็นต้องอาศัยความรู้ความเข้าใจ สถิติปัญญา การตัดสินใจ และประสบการณ์ ในการพิจารณาปัญหาที่เกิดขึ้น เพื่อหาวิธีการที่เหมาะสม นำไปสู่การแก้ปัญหาให้บรรลุตามจุดมุ่งหมายที่ต้องการ โดยกระบวนการในการแก้ปัญหา ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่

1. **การระบุปัญหา** หมายถึง กำหนดประเด็นปัญหา มีการรับรู้และเข้าใจถึงสถานการณ์ของปัญหา รวมถึงความต้องการของโจทย์
2. **การวิเคราะห์ปัญหา** หมายถึง การพิจารณาถึงสาเหตุของปัญหา หรือปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับปัญหา โดยมีการระบุแจกแจงลักษณะของปัญหา รวมถึงข้อมูลที่โจทย์กำหนด
3. **การวางแผนการแก้ปัญหา** หมายถึง การกำหนดวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสม วางแผนอย่างเป็นขั้นตอน โดยมีความสอดคล้องกับสาเหตุของปัญหา รวมถึงหลักการ กฎ และทฤษฎีที่ใช้สำหรับการแก้โจทย์ปัญหา
4. **การดำเนินการแก้ปัญหา** หมายถึง การลงมือปฏิบัติเพื่อแก้ปัญหตามแบบแผน วิธีการแก้ปัญหา แสดงวิธีหาคำตอบ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ตามที่ต้องการ
5. **การประเมินผลการแก้ปัญหา** หมายถึง การนำผลลัพธ์ที่ได้จากการดำเนินการแก้ปัญหามาเทียบกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ เพื่อตรวจคำตอบ หากมีข้อบกพร่องควรมีการปรับปรุงเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ถูกต้องและเหมาะสม

สถานการณ์ที่ 3.3 โตรคัพต์เครื่องหนึ่งมวล 500 กรัม ถูกยกขึ้นวางบนรถที่สูงจากพื้นดิน 4 เมตร พลังงานศักย์โน้มถ่วงของโตรคัพต์เครื่องนี้มีค่าเท่าใดเมื่อเทียบกับพื้นดิน (กำหนดให้ $g = 10 \text{ m/s}^2$)

ขั้นที่ 1 การระบุปัญหา

การระบุปัญหาจากสถานการณ์ที่ 3.3 ตรงตามข้อใด

.....

.....

ขั้นที่ 2 การวิเคราะห์ปัญหา

ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับปัญหาจากสถานการณ์ที่ 3.3 มีอะไรบ้าง

.....

.....

ขั้นที่ 3 การวางแผนการแก้ปัญหา

ข้อใดเป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่ 3.3 เพื่อนำมา
กำหนดวิธีการแก้ปัญหา

.....

.....

ขั้นที่ 4 การดำเนินการแก้ปัญหา

การแสดงวิธีการหาคำตอบ เพื่อดำเนินการแก้ปัญหา ตรงตามข้อใด

.....

.....

ขั้นที่ 5 การประเมินผลการแก้ปัญหา

เมื่อได้ผลลัพธ์จากการดำเนินการแก้ปัญหา มีการตรวจสอบผลลัพธ์อย่างไร

.....

.....

เฉลย

1. พลังงานศักย์โน้มถ่วงของโทรศัพท์
2. มวล และความสูง
3. $E_p = mgh$
4. $E_p = mgh = (0.5)(10)(4) = 200 \text{ J}$
5. แทนค่าพลังงานศักย์โน้มถ่วง ค่า g และมวล เพื่อคำนวณหาความสูง

10. กิจกรรมเสนอแนะ

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

บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

สรุปผลการจัดการเรียนรู้

นักเรียนจำนวน.....คน

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

ไม่ผ่านจุดประสงค์การเรียนรู้.....คน คิดเป็นร้อยละ.....

ได้แก่

1.

2.

ปัญหา/ อุปสรรค/ แนวทางแก้ไข

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

ข้อเสนอแนะ

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

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นายปฐมวงศ์ เกษะบุตร)

ความเห็นของหัวหน้าสถานศึกษา/ ผู้ที่ได้รับมอบหมาย

ได้ทำการตรวจแผนการจัดการเรียนรู้ของ.....

แล้วมีความคิดเห็น ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้

ดีมาก

ดี

พอใช้

ปรับปรุง

2. การจัดกิจกรรมได้นำเอากระบวนการเรียนรู้

เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ นำมาใช้ในการสอนได้อย่างเหมาะสม

ยังไม่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ควรปรับปรุงพัฒนาต่อไป

3. เป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่

นำไปใช้ได้จริง

ควรปรับปรุงก่อนนำไปใช้

4. ข้อเสนอแนะ

.....

ลงชื่อ.....ครูพี่เลี้ยง

(.....)

ตำแหน่ง.....

5. ข้อเสนอแนะ

.....

ลงชื่อ.....ผู้บริหารสถานศึกษา

(.....)

ตำแหน่ง.....

อ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- _____. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- _____. (2560). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ฉบับปรับปรุงพุทธศักราช 2560*. กรุงเทพฯ: กระทรวงศึกษาธิการ.
- ณัฐภััสสร เหล่าเนตร์. (2561). *ตัวอย่างหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ ฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เล่ม 2*. เข้าถึงได้จาก https://drive.google.com/file/d/1o3saYM262o3YBUO-_9bp3_VHdQlanP5C/view 22 กันยายน 2564.
- _____. (2561). *หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ ฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เล่ม 2*. กรุงเทพฯ: แม็คเอ็ดดูเคชั่น.
- ไทยโพสต์. (2564). *“ร่วมมือร่วมใจ” ฝ่าวิกฤติโควิด-19 เปลี่ยนอาคารคลังสินค้าเป็นโรงพยาบาลสนาม*. เข้าถึงได้จาก <https://www.thaipost.net/main/detail/112615> 25 ตุลาคม 2564.
- นวัตกรรมและสิ่งประดิษฐ์ของกรีก-โรมัน. (2562). *รอกพวง (Compound Pulley)*. เข้าถึงได้จาก <https://m.facebook.com/1120506411334320/photos/a.1120508838000744/2430306527020962/?type=3> 25 ตุลาคม 2564.
- บ้านฟิสิกส์ ครูชิต มหาสารคาม. (2021). *Concept พลังงานจลน์ พลังงานศักย์โน้มถ่วง พลังงานศักย์ยืดหยุ่น บทที่ 5 งานและพลังงาน*. เข้าถึงได้จาก <https://www.youtube.com/watch?v=cnRlziETVWA> 20 ตุลาคม 2564.
- มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี. (2553). *ปฏิบัติการกลศาสตร์ประยุกต์*. เข้าถึงได้จาก <http://eng.sut.ac.th/ce/oldce/CourseOnline/manualappliedmechlab.pdf> 25 ตุลาคม 2564.

- ศูนย์ข้อมูล COVID-19 จังหวัดสิงห์บุรี. (2564). *โรงพยาบาลสนาม สำคัญอย่างไร*. เข้าถึงได้จาก <http://www.singburi.go.th/covid19/archives/6096> 25 ตุลาคม 2564.
- สตาร์ตดี. (2564). *วิชาฟิสิกส์ ม.2 รอก*. เข้าถึงได้จาก https://www.youtube.com/watch?v=gln9_aRctJE 25 ตุลาคม 2564.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ. (2562). *หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เล่ม 2*. (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. _____ . (2564). *พลังงานศักย์ ตอน 1 (ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 บทที่ 5)*. เข้าถึงได้จาก <https://www.youtube.com/watch?v=tsPGMhxxLvW&list=PLJObBvjBltwRj1mnlz7lZ9nYPXhwGT3a4&index=16> 25 ตุลาคม 2564.
- สถาบันสิรินธรเพื่อการฟื้นฟูสมรรถภาพทางการแพทย์แห่งชาติ. (2564). *โรงพยาบาลสนาม คืออะไร ใครรู้อย่างไร*. เข้าถึงได้จาก <http://www.snmri.go.th/โรงพยาบาลสนาม-คืออะไร-ใคร/> 25 ตุลาคม 2564.
- สำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ. (2564). *ทำไมถึงต้องมี รพ.สนาม*. เข้าถึงได้จาก <https://www.facebook.com/thaihealth/posts/10157870248718106/> 25 ตุลาคม 2564.
- สุโกสินทร์ ทองรัตนาศิริ, มนต์อมร ปรีชารัตน์ และสุธิชา ละเซชั่น. (2561). *หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ ฟิสิกส์ เล่ม 2 ฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. เข้าถึงได้จาก http://academic.obec.go.th/textbook/web/images/book/1524144246_example.pdf 25 ตุลาคม 2564.
- Groovylabinabox. (n.d.). *Pulleys*. Retrieved from <https://www.groovylabinabox.com/groovy-pulleys/> October 25th, 2021.
- Kacha. (2563). *รอกคืออะไร แยกได้กี่ประเภท*. เข้าถึงได้จาก <https://www.kacha-thailand.com/articles/รอก-คืออะไร-แยกได้กี่ประเภท/> 25 ตุลาคม 2564.
- Technology | Eso Digital. (n.d.). *Mechanisms*. Retrieved from <https://www.groovylabinabox.com/groovy-pulleys/> October 25th, 2021.

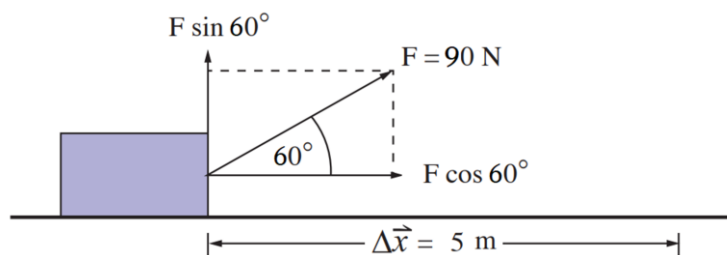
แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา
วิชาฟิสิกส์ 1 เรื่อง งานและพลังงาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบชุดนี้เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก ให้นักเรียนทำเครื่องหมายกากบาท (X) ตัวเลือกที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียวลงในกระดาษคำตอบ
2. กำหนดสถานการณ์ให้นักเรียนตอบคำถามในขอบเขตข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับเรื่อง งานและพลังงาน จำนวน 6 สถานการณ์ โดยแต่ละสถานการณ์มีข้อความ 5 ข้อ รวมแบบทดสอบมีจำนวนทั้งหมด 30 ข้อ (30 คะแนน) ให้อเวลาในการทำแบบทดสอบ 30 นาที
3. ในแต่ละสถานการณ์มีข้อความให้นักเรียนระบุปัญหา วิเคราะห์ปัญหา วางแผนการแก้ปัญหา ดำเนินการแก้ปัญหา และประเมินผลการแก้ปัญหาให้ถูกต้อง

สถานการณ์ที่ 1

นักเรียนออกแรงคงที่ขนาด 90 นิวตัน ทำมุม 60 องศา กับแนวระดับ โดยลากกล่องบนพื้นราบสั้่นไปได้ไกล 5 เมตร นักเรียนสามารถทำงานได้ที่จุล ดังรูป



ที่มา : https://drive.google.com/file/d/1o3saYM262o3YBUO-_9bp3_VHdQlanP5C/view

1. การระบุปัญหาจากสถานการณ์ที่ 1 ตรงตามข้อใด (การระบุปัญหา)
 - ก. แรงที่กระทำกับกล่อง
 - ข. ค่ามุมที่ทำกับแนวระดับ
 - ค. งานที่ได้จากการลากกล่อง
 - ง. การกระจัดที่กล่องเคลื่อนที่ไปได้
2. ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับปัญหาจากสถานการณ์ที่ 1 มีอะไรบ้าง (การวิเคราะห์ปัญหา)

ก. ค่ามุม	ข. ระยะกระจัด
ค. แรง และระยะกระจัด	ง. แรง ค่ามุม และระยะกระจัด
3. ข้อใดเป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่ 1 เพื่อนำมากำหนดวิธีการแก้ปัญหา (การวางแผนการแก้ปัญหา)
 - ก. คำนวณหาค่ามุมที่ทำกับแนวระดับ
 - ข. วัดระยะกระจัดที่กล่องเคลื่อนที่ไปได้
 - ค. ใช้สมการ $W = (F \cos \theta)(\Delta x)$ ในการคำนวณ
 - ง. ใช้สมการ $W = (F \sin \theta)(\Delta x)$ ในการคำนวณ

4. การแสดงวิธีการหาคำตอบ เพื่อดำเนินการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่ 1
(การดำเนินการแก้ปัญหา)

ก. $W = (F\sin\theta)(\Delta x) = (90\sin 60^\circ)(5) = 390 \text{ J}$

ข. $W = (F\cos\theta)(\Delta x) = (90\cos 60^\circ)(5) = 225 \text{ J}$

ค. $W = (F\sin\theta)(\Delta x) = (90\sin 60^\circ)(10) = 779 \text{ J}$

ง. $W = (F\cos\theta)(\Delta x) = (90\cos 60^\circ)(10) = 450 \text{ J}$

5. เมื่อได้ผลลัพธ์จากการดำเนินการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่ 1
มีการตรวจสอบผลลัพธ์อย่างไร (การประเมินผลการแก้ปัญหา)

ก. แทนค่างาน ระยะกระจัด และมุม เพื่อดำหนดหาแรง

ข. แทนค่าแรง ระยะกระจัด และมุม เพื่อดำหนดหางาน

ค. แทนค่างาน ระยะกระจัด และเปลี่ยนค่ามุมเป็น 45 องศา

ง. แทนค่างาน ระยะกระจัด และเปลี่ยนค่ามุมเป็น 90 องศา

สถานการณ์ที่ 2

นายกอล์ฟอาชีพรยยนต์คันหนึ่งมวล 1,500 นิวตัน เคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็ว 60 เมตรต่อวินาที ทำให้รยยนต์คันนี้มีพลังงานจลน์เป็นเท่าใด

6. การระบุปัญหาจากสถานการณ์ที่ 2 ตรงตามข้อใด (การระบุปัญหา)

ก. มวลของรยยนต์

ข. งานที่รยยนต์ทำได้

ค. อัตราเร็วของรยยนต์

ง. พลังงานจลน์ของรยยนต์

7. ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับปัญหาจากสถานการณ์ที่ 2 มีอะไรบ้าง
(การวิเคราะห์ปัญหา)

ก. น้ำหนัก

ข. อัตราเร็ว

ค. มวล และอัตราเร็ว

ง. น้ำหนัก และอัตราเร็ว

8. ข้อใดเป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่ 2 เพื่อนำมา กำหนดวิธีการแก้ปัญหา (การวางแผนการแก้ปัญหา)

ก. $E_k = \frac{1}{2} mv$

ข. $E_k = \frac{1}{2} mv^2$

ค. $E_k = mg$

ง. $E_k = mgh$

9. การแสดงวิธีการหาคำตอบ เพื่อดำเนินการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่ 2 (การดำเนินการแก้ปัญหา)

ก. $E_k = mgh = (150)(10)(0) = 0 \text{ J}$

ข. $E_k = mg = (150)(10) = 1,500 \text{ J}$

ค. $E_k = \frac{1}{2} mv = \frac{1}{2} (1,500)(60) = 45 \text{ kJ}$

ง. $E_k = \frac{1}{2} mv^2 = \frac{1}{2} (150)(60)^2 = 270 \text{ J}$

10. เมื่อได้ผลลัพธ์จากการดำเนินการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่ 2 มีการตรวจสอบผลลัพธ์อย่างไร (การประเมินผลการแก้ปัญหา)

ก. แทนค่าพลังงานจลน์ และอัตราเร็ว เพื่อดำหนดหามวล

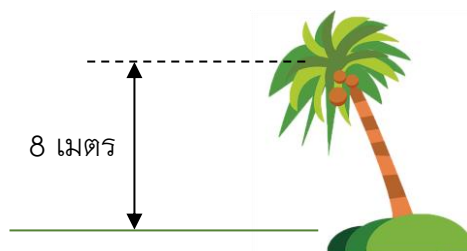
ข. แทนค่าพลังงานจลน์ และมวล เพื่อดำหนดหาอัตราเร็ว

ค. แทนค่าพลังงานจลน์ และมวล เพื่อดำหนดหาน้ำหนัก

ง. ถูกทั้งข้อ ข และ ค

สถานการณ์ที่ 3

ลูกมะพร้าวลูกหนึ่งมวล 1 กิโลกรัม อยู่บนต้นมะพร้าวที่สูงจากพื้นดิน 8 เมตร พลังงานศักย์โน้มถ่วงของลูกมะพร้าวนี้มีค่าเท่าใดเมื่อเทียบกับพื้นดิน (กำหนดให้ $g = 10 \text{ m/s}^2$)



ที่มา : https://th.pngtree.com/freepng/cartoon-coconut-trees_467736.html

11. การระบุปัญหาจากสถานการณ์ที่ 3 ตรงตามข้อใด (การระบุปัญหา)

- ก. มวลของลูกมะพร้าว
- ข. น้ำหนักของลูกมะพร้าว
- ค. ความสูงของลูกมะพร้าวจากพื้นดิน
- ง. พลังงานศักย์โน้มถ่วงของลูกมะพร้าว

12. ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับปัญหาจากสถานการณ์ที่ 3 มีอะไรบ้าง

(การวิเคราะห์ปัญหา)

- ก. มวล
- ข. ความสูง
- ค. มวล และความสูง
- ง. น้ำหนัก และความสูง

13. ข้อใดเป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่ 3 เพื่อนำมา กำหนดวิธีการแก้ปัญหา (การวางแผนการแก้ปัญหา)

- ก. $E_p = mgh$
- ข. $E_p = mg$
- ค. $E_p = \frac{1}{2} mv^2$
- ง. $E_p = \frac{1}{2} mv$

14. การแสดงวิธีการหาคำตอบ เพื่อดำเนินการแก้ปัญหา จากสถานการณ์ที่ 3

(การดำเนินการแก้ปัญหา)

- ก. $E_p = mgh = (500)(10)(4) = 20,000 \text{ J}$
- ข. $E_p = mgh = (0.5)(10)(4) = 2000 \text{ J}$
- ค. $E_p = mg = (500)(10) = 5,000 \text{ J}$
- ง. $E_p = mg = (0.5)(10) = 5 \text{ J}$

15. เมื่อได้ผลลัพธ์จากการดำเนินการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่ 3

มีการตรวจสอบผลลัพธ์อย่างไร (การประเมินผลการแก้ปัญหา)

- ก. แทนค่าพลังงานศักย์โน้มถ่วง ค่า g และความสูง เพื่อคำนวณหามวล
- ข. แทนค่าพลังงานศักย์โน้มถ่วง ค่า g และมวล เพื่อคำนวณหาความสูง
- ค. แทนค่ามวล ค่า g และความสูง เพื่อคำนวณหาศักย์โน้มถ่วง
- ง. ถูกทั้งข้อ ก และ ข

สถานการณ์ที่ 4

ผู้หญิงคนหนึ่งออกกำลังกายด้วยยางยืดออกกำลังกาย โดยทำการดึงให้ยืดออกเป็นระยะ 50 เซนติเมตร (ยางยืดออกกำลังกายเส้นนี้ มีค่าคงตัวสปริง 200 นิวตัน/เมตร) ในการออกกำลังกายพลังงานศักย์ยืดหยุ่นของยางยืดออกกำลังกายเส้นนี้มีค่าเป็นเท่าใด

16. การระบุปัญหาจากสถานการณ์ที่ 4 ตรงตามข้อใด (การระบุปัญหา)

- ก. ค่าคงตัวสปริง
- ข. พลังงานศักย์ยืดหยุ่น
- ค. ระยะยืดของยางยืดออกกำลังกาย
- ง. ระยะหดของยางยืดออกกำลังกาย

17. ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับปัญหาจากสถานการณ์ที่ 4 มีอะไรบ้าง

(การวิเคราะห์ปัญหา)

- ก. ค่าคงตัวสปริง
- ข. ระยะหดของยางยืดออกกำลังกาย
- ค. ระยะยืดของยางยืดออกกำลังกาย
- ง. ค่าคงตัวสปริง และระยะยืดของยางยืดออกกำลังกาย

18. ข้อใดเป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่ 4 เพื่อนำมากำหนดวิธีการแก้ปัญหา (การวางแผนการแก้ปัญหา)

- | | |
|------------------------------|--------------------------------|
| ก. $E_{ps} = kx$ | ข. $E_{ps} = \frac{1}{2} kx^2$ |
| ค. $E_{ps} = \frac{1}{2} kx$ | ง. $E_{ps} = \frac{1}{2} kx^2$ |

19. การแสดงวิธีการหาคำตอบ เพื่อดำเนินการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่ 4
(การดำเนินการแก้ปัญหา)

ก. $E_k = fx = (200 \text{ N/m})(0.50 \text{ m}) = 100 \text{ J}$

ข. $E_k = \frac{1}{2} kx = \frac{1}{2} (200 \text{ N/m})(0.50 \text{ m}) = 50 \text{ J}$

ค. $E_k = \frac{1}{2} kx^2 = \frac{1}{2} (200 \text{ N/m})(0.50 \text{ m})^2 = 20 \text{ J}$

ง. $E_k = \frac{1}{2} kx^2 = \frac{1}{2} (200 \text{ N/m})(50 \text{ m})^2 = 250 \text{ J}$

20. เมื่อได้ผลลัพธ์จากการดำเนินการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่ 4
มีการตรวจสอบผลลัพธ์อย่างไร (การประเมินผลการแก้ปัญหา)

ก. แทนค่าพลังงานศักย์ยืดหยุ่น และระยะยืด เพื่อคำนวณหาค่าคงตัวสปริง

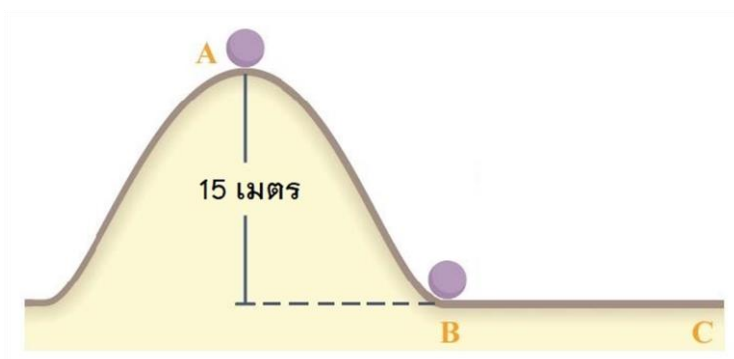
ข. แทนค่าพลังงานศักย์ยืดหยุ่น และค่าคงตัวสปริง เพื่อคำนวณหาระยะหด

ค. แทนค่าคงตัวสปริง และระยะยืด เพื่อคำนวณหาพลังงานศักย์ยืดหยุ่น

ง. แทนค่าพลังงานศักย์ยืดหยุ่น และแรงดึง เพื่อคำนวณหาระยะยืด

สถานการณ์ที่ 5

ลูกบอลลูกหนึ่งมวล 500 กรัม ไถลลงจากเนินสไลด์ (ไม่มีความเสียดทาน)
จากตำแหน่ง A ไปยังตำแหน่ง B ดังรูป อัตราเร็วของลูกบอลลูกนี้จะมีค่าเป็นเท่าใด
(กำหนดให้ $g = 10 \text{ m/s}^2$)



ที่มา : <http://www.thaiphysoc.org/exam/25/>

21. การระบุปัญหาจากสถานการณ์ที่ 5 ตรงตามข้อใด (การระบุปัญหา)

- ก. มวลของลูกบอลล ข. ความสูงของเนิน
ค. อัตราเร็วของลูกบอลล ง. เวลาที่ใช้ในการไถลลงจากเนิน

22. ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับปัญหาจากสถานการณ์ที่ 5 มีอะไรบ้าง

(การวิเคราะห์ปัญหา)

- ก. มวลของลูกบอลล
ข. ความสูงของเนิน
ค. มวลของลูกบอลล และความสูงของเนิน
ง. มวลของลูกบอลล และอัตราเร็วของลูกบอลล

23. ข้อใดเป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่ 5 เพื่อนำมา
กำหนดวิธีการแก้ปัญหา (การวางแผนการแก้ปัญหา)

- ก. $E_p = E_k$ ข. $E_p = mgh$
ค. $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ ง. $E_{ps} = \frac{1}{2}kx^2$

24. การแสดงวิธีการหาคำตอบ เพื่อดำเนินการแก้ปัญหา จากสถานการณ์ที่ 5
(การดำเนินการแก้ปัญหา)

- ก. $v = 2gh = 2(10)(0.15) = 3 \text{ m/s}$
ข. $v = 2gh = 2(10)(15) = 300 \text{ m/s}$
ค. $v = \sqrt{2gh} = \sqrt{2(10)(0.15)} = \sqrt{3} \text{ m/s}$
ง. $v = \sqrt{2gh} = \sqrt{2(10)(15)} = 3\sqrt{10} \text{ m/s}$

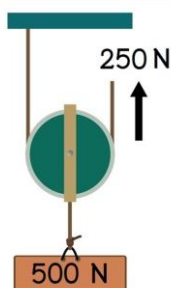
25. เมื่อได้ผลลัพธ์จากการดำเนินการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่ 5

มีการตรวจสอบผลลัพธ์อย่างไร (การประเมินผลการแก้ปัญหา)

- ก. แทนค่าอัตราเร็ว และค่า g เพื่อดำหนดหาความสูง h
ข. แทนค่าความสูง h และค่า g เพื่อดำหนดหาอัตราเร็ว
ค. แทนค่าอัตราเร็ว และค่า g เพื่อดำหนดหามวลของลูกตุ้ม
ง. แทนค่าความสูง h และค่า g เพื่อดำหนดหาความยาวของเชือก

สถานการณ์ที่ 6

ชายคนหนึ่งมวล 80 นิวตัน ออกแรงดึงรอก (F) 250 นิวตัน เพื่อให้รอกเดี่ยวเคลื่อนที่ยกวัตถุน้ำหนัก (W) 500 นิวตัน ดังรูป การได้เปรียบเชิงกลของรอกเดี่ยวเคลื่อนที่นี้มีค่าเป็นเท่าใด



ที่มา : <http://www.thaiphysoc.org/exam/25/>

26. การระบุปัญหาจากสถานการณ์ที่ 6 ตรงตามข้อใด (การระบุปัญหา)

- ก. น้ำหนักของวัตถุ
- ข. น้ำหนักของชายคนนี้
- ค. แรงที่ใช้ดึงรอกเดี่ยวเคลื่อนที่
- ง. การได้เปรียบเชิงกลของรอกเดี่ยวเคลื่อนที่

27. ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับปัญหาจากสถานการณ์ที่ 6 มีอะไรบ้าง

(การวิเคราะห์ปัญหา)

- ก. น้ำหนักของวัตถุ
- ข. น้ำหนักของชายคนนี้
- ค. แรงที่ใช้ดึงรอกเดี่ยวเคลื่อนที่
- ง. น้ำหนักของวัตถุ และแรงที่ใช้ดึงรอกเดี่ยวเคลื่อนที่

28. ข้อใดเป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่ 6 เพื่อนำมา

กำหนดวิธีการแก้ปัญหา (การวางแผนการแก้ปัญหา)

- | | |
|--------------------------|---------------------------------|
| ก. $F = mg$ | ข. $\frac{mg}{F} = \frac{R}{r}$ |
| ค. $M.A. = \frac{mg}{F}$ | ง. $M.A. = \frac{F}{mg}$ |

29. การแสดงวิธีการหาคำตอบ เพื่อดำเนินการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่ 6
(การดำเนินการแก้ปัญหา)

$$\text{ก. } M.A. = \frac{mg}{F} = \frac{500}{250} = 2$$

$$\text{ข. } M.A. = \frac{F}{mg} = \frac{250}{500} = 0.5$$

$$\text{ค. } M.A. = \frac{mg}{F} = \frac{80}{250} = 0.32$$

$$\text{ง. } F = mg = (80)(10 \text{ m/s}^2) = 800 \text{ N}$$

30. เมื่อได้ผลลัพธ์จากการดำเนินการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่ 6
มีการตรวจสอบผลลัพธ์อย่างไร (การประเมินผลการแก้ปัญหา)

ก. แทนค่า F และค่า mg เพื่อดำเนินการหาค่า M.A.

ข. แทนค่า M.A. และค่า F เพื่อดำเนินการหาค่า mg

ค. แทนค่าแรงที่ใช้ดึงรอกเดี่ยวเคลื่อนที่ และค่า F เพื่อดำเนินการหาค่า mg

ง. แทนค่าแรงที่ใช้ดึงรอกเดี่ยวเคลื่อนที่ และค่า mg เพื่อดำเนินการหาค่า F

เฉลย

สถานการณ์ที่ 1

1. ค 2. ง 3. ค 4. ข 5. ก

สถานการณ์ที่ 2

6. ง 7. ค 8. ข 9. ง 10. ก

สถานการณ์ที่ 3

11. ง 12. ค 13. ก 14. ข 15. ข

สถานการณ์ที่ 4

16. ข 17. ง 18. ง 19. ค 20. ก

สถานการณ์ที่ 5

21. ค 22. ข 23. ก 24. ง 25. ก

สถานการณ์ที่ 6

26. ง 27. ง 28. ค 29. ก 30. ข

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิชาฟิสิกส์ 1 เรื่อง งานและพลังงาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบชุดนี้เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ (30 คะแนน)
ให้เวลาในการทำแบบทดสอบ 30 นาที
2. ให้นักเรียนทำเครื่องหมายกากบาท (X) ตัวเลือกที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว
ลงในกระดาษคำตอบ

แบบทดสอบนี้เป็นการวัดและประเมินผลพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย
ตามอนุกรมวิธานที่ปรับปรุงแนวคิดของบลูม (Bloom's Revised Taxonomy) 6 ชั้น ดังนี้

ชั้นที่	ความหมาย	คำสำคัญ		
1	จำ (Remember) คือ การที่ผู้เรียนสามารถจดจำเนื้อหาสาระต่าง ๆ ที่ได้เรียนรู้ไว้ในสมอง เป็นพฤติกรรมที่มุ่งวัดความสามารถในการจัดเก็บความรู้ไว้ในตัวผู้เรียน	บอก บ่งชี้ ระบุ แสดง	กล่าวถึง เลือก ให้นิยาม ให้ความหมาย	อะไร เมื่อไหร่ ที่ไหน ใคร
2	เข้าใจ (Understand) คือ การที่ผู้เรียนสามารถอธิบาย สื่อความหมายของเนื้อหาสาระต่าง ๆ ที่ได้เรียนรู้ โดยการแปลความตีความ และขยายความ สามารถถ่ายทอดออกมาในลักษณะต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง	อธิบาย แปลความ ตีความ ขยายความ	สรุปความ ยกตัวอย่าง เปรียบเทียบ ความแตกต่าง	บอกลักษณะ เรียงลำดับ ทำนาย
3	ประยุกต์ใช้ (Apply) คือ การที่ผู้เรียนสามารถนำความรู้ที่ได้เรียนรู้ไปใช้ในการลงมือปฏิบัติ หรือแก้ปัญหาต่าง ๆ ในสถานการณ์จริง ทั้งนี้สถานการณ์ที่เกิดขึ้นจะต้องมีความแปลกใหม่หรือต่างไปจากเดิม	ประยุกต์ใช้ ปรับใช้ ใช้ประโยชน์	คำนวณ แก้ปัญหา ลงมือปฏิบัติ	ดำเนินการ จัดการ

ชั้นที่	ความหมาย	คำสำคัญ		
4	วิเคราะห์ (Analysis) คือ การที่ผู้เรียนสามารถนำความรู้ที่ได้เรียนรู้มาพิจารณาแยกแยะเรื่องราว ปรากฏการณ์ต่าง ๆ โดยใช้ปัญญาคิดหาเหตุผล ความสัมพันธ์ หรือคำตอบ การวิเคราะห์แบ่งออกเป็น 3 ลักษณะ คือ การระบุลักษณะสำคัญ การระบุความสัมพันธ์ และการระบุหลักการ เพื่อทำให้เกิดความรู้ความเข้าใจอย่างลึกซึ้ง	จำแนก แยกแยะ องค์ประกอบ พิจารณา ตรวจสอบ	ให้เหตุผล ความสัมพันธ์ ความเชื่อมโยง หาหลักการ หาหลักฐาน	ความสำคัญ ทำไม อย่างไร เพราะเหตุใด
5	ประเมินค่า (Evaluate) คือ การที่ผู้เรียนสามารถลงข้อตัดสินใจเกี่ยวกับคุณค่าที่มีต่อกิจกรรม สิ่งของ การกระทำ หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ ตามเกณฑ์และมาตรฐานที่กำหนดไว้ อย่างเหมาะสมและน่าเชื่อถือ	ตัดสิน ตีค่า คัดเลือก จัดอันดับ	วิจารณ์ ลงความ คิดเห็น กำหนดเกณฑ์	คุณค่า เหมาะสม ที่สุด สอดคล้อง
6	สร้างสรรค์ (Create) คือ การที่ผู้เรียนสามารถคิด พัฒนา ประดิษฐ์ สร้าง จัดกระทำสิ่งใหม่ ๆ หรือแตกต่างไปจากเดิม ผู้เรียนต้องใช้ความคิดของตนเองเป็นสำคัญ โดยมีได้เกิดจากการลอกเลียนผลงานของบุคคลอื่นมาทั้งหมด การสร้างสรรค์แบ่งออกเป็น 3 ส่วนย่อย คือ การจัดกระทำสิ่งใหม่ การวางแผน และการพัฒนา	ออกแบบ วางแผน คิดค้น คิดริเริ่ม จินตนาการ	สร้าง ประดิษฐ์ ปรับปรุง/แก้ไข ดัดแปลง	เสนอแนวทาง วิธีการ แก้ปัญหา พัฒนา

1. งานทางฟิสิกส์ มีความหมายว่าอะไร (จำ)

- ก. แรงที่กระทำต่อวัตถุแล้วทำให้วัตถุเคลื่อนที่รอบจุดหมุน
- ข. แรงที่กระทำต่อวัตถุแล้วทำให้วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว
- ค. แรงที่กระทำต่อวัตถุแล้วทำให้วัตถุเกิดการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง
- ง. แรงที่กระทำต่อวัตถุแล้วทำให้วัตถุเคลื่อนที่ไปตามทิศทางของแนวแรง

2. การกระทำในข้อใดทำให้เกิดงานทางฟิสิกส์ (เข้าใจ)

- ก. ยื่นถือตะกร้าบนรถประจำทาง
- ข. ขับรถจักรยานยนต์ไปโรงเรียน
- ค. แบกกระสอบผลไม้เดินไปตามถนน
- ง. ดันโต๊ะให้เคลื่อนที่ไปตามพื้นห้องเรียน

3. ชายคนหนึ่งออกแรงดันโต๊ะ 150 นิวตัน ไปในแนวราบ 6 เมตร งานที่เกิดขึ้นในการดันโต๊ะของชายคนนี้เป็นเท่าใด (ประยุกต์ใช้)

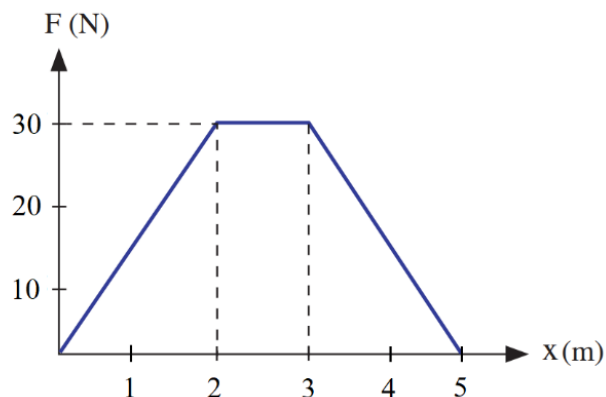
- ก. 156 จูล
- ข. 300 จูล
- ค. 750 จูล
- ง. 900 จูล

4. นายทหารคนหนึ่งมีน้ำหนัก 500 นิวตัน ไต่เชือกที่อยู่สูงจากพื้น 3 เมตร ด้วยความเร็วคงตัว ในเวลา 4 วินาที จงหากำลังที่นายทหารคนนี้ใช้ในการไต่เชือก (ประยุกต์ใช้)

- ก. 115 วัตต์
- ข. 125 วัตต์
- ค. 375 วัตต์
- ง. 405 วัตต์

5. จากกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงที่กระทำต่อวัตถุกับการกระจัดที่วัตถุเคลื่อนที่ได้ตามแนวแรง งานที่เกิดขึ้นเมื่อวัตถุเคลื่อนที่ได้ 3 เมตร เป็นเท่าใด (วิเคราะห์)

- ก. 60 จูล
- ข. 90 จูล
- ค. 100 จูล
- ง. 150 จูล



ที่มา : https://drive.google.com/file/d/1o3saYM262o3YBUO-_9bp3_VHdQlanP5C/view

6. เหตุการณ์ใดออกแรงกระทำต่อวัตถุ 150 นิวตัน แล้วทำให้เกิดงานมากที่สุด (ประเมินค่า)

- ก. แบกแผ่นไม้ขึ้นไปบนคานสูง 3 เมตร
- ข. ดันตุ้ลื้อผ้าไปตามพื้นห้องได้ 2 เมตร
- ค. เซ็นรถเข็นทรายก่อสร้างได้ไกล 4 เมตร
- ง. ถือก้าวขาเขี้ยวเดินไปตามถนน 6 เมตร

7. พลังงานกล ประกอบด้วยพลังงานชนิดใดบ้าง (จำ)

- ก. พลังงานจลน์ กับ พลังงานศักย์
- ข. พลังงานศักย์ กับ พลังงานแสง
- ค. พลังงานจลน์ กับ พลังงานไฟฟ้า
- ง. พลังงานจลน์ กับ พลังงานความร้อน

8. ข้อใดบอกความหมายของพลังงานจลน์ได้ถูกต้อง (จำ)

- ก. พลังงานของวัตถุที่หยุดนิ่ง
- ข. พลังงานของวัตถุที่เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว
- ค. พลังงานของวัตถุที่ขึ้นอยู่กับตำแหน่งของวัตถุ
- ง. พลังงานของวัตถุที่ขึ้นอยู่กับความสูงของวัตถุ

9. เหตุการณ์ในข้อใด**ไม่มี**พลังงานจลน์ (เข้าใจ)

- ก. ใบไม้หล่นจากต้นไม้
- ข. เรือแล่นอยู่กลางทะเล
- ค. รถยนต์จอดอยู่ข้างถนน
- ง. ก้อนหินกำลังลงจากภูเขา

10. เมื่อวัตถุมีการเคลื่อนที่ทำให้วัตถุนั้นมีพลังงานจลน์ ซึ่งจะมีค่ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณใด (วิเคราะห์)

- ก. อัตราเร็ว
- ข. มวล กับ อัตราเร็ว
- ค. เวลา กับ อัตราเร็ว
- ง. การกระจัด กับ เวลา

11. ข้อใดกล่าว**ไม่ถูกต้อง**เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานจลน์ (เข้าใจ)

- ก. งานของแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุมีค่าเป็นลบ พลังงานจลน์ของวัตถุลดลง
- ข. งานของแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุมีค่าเป็นบวก พลังงานจลน์ของวัตถุลดลง
- ค. งานของแรงที่ทำให้วัตถุที่อยู่นิ่งมีการเคลื่อนที่เท่ากับพลังงานจลน์ของวัตถุ
- ง. งานของแรงลัพธ์ที่ไม่เป็นศูนย์ที่กระทำต่อวัตถุเท่ากับพลังงานจลน์

ของวัตถุที่เปลี่ยนไป

12. นักเรียนโยนลูกเปตองมวล 1.2 กิโลกรัม ทำให้เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว

3 เมตรต่อวินาที ลูกเปตองลูกนี้จะมีพลังงานจลน์เท่าใด (ประยุกต์ใช้)

- ก. 1.5 จูล
- ข. 1.8 จูล
- ค. 5.4 จูล
- ง. 10.8 จูล

13. พลังงานจลน์ของวัตถุในข้อใดมีค่ามากที่สุด (ประเมินค่า)

- ก. ลูกบ๊องมวล 3 กรัม เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 10 เมตรต่อวินาที
- ข. ลูกบอลมวล 600 กรัม เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 10 เมตรต่อวินาที
- ค. สเก็ตบอร์ดมวล 4 กิโลกรัม เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 5 เมตรต่อวินาที
- ง. รถจักรยานมวล 12 กิโลกรัม เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 3 เมตรต่อวินาที

14. ข้อใดบอกความหมายของพลังงานศักย์โน้มถ่วงได้ถูกต้อง (จำ)

- ก. พลังงานที่สะสมอยู่ในวัตถุที่เกี่ยวข้องกับความสูงของวัตถุ
- ข. พลังงานที่สะสมอยู่ในวัตถุที่เกี่ยวข้องกับความเร็วของวัตถุ
- ค. พลังงานที่สะสมอยู่ในวัตถุที่เกี่ยวข้องกับการกดหรือยืดวัตถุ
- ง. พลังงานที่สะสมอยู่ในวัตถุที่เกี่ยวข้องกับเวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่

15. จากรูป นักท่องเที่ยวคนหนึ่งใช้เส้นทางในการปีนเขา 3 เส้นทาง เพื่อปีนขึ้นไปถึงยอดเขา ในแต่ละเส้นทางพลังงานศักย์โน้มถ่วงของนักท่องเที่ยวนี้มีค่าแตกต่างกันหรือไม่ เพราะเหตุใด (วิเคราะห์)



ที่มา : <https://www.thailandoutdoor.com/2016/03/17/kinabaru/>

- ก. ต่างกัน เพราะ ระยะทางในการปีนขึ้นไปถึงยอดเขาต่างกัน
- ข. ต่างกัน เพราะ ปีนขึ้นไปถึงยอดเขาที่มีระดับความสูงเดียวกัน
- ค. ไม่ต่างกัน เพราะ เส้นทางต่างกัน แต่นักท่องเที่ยวคนเดิม
- ง. ไม่ต่างกัน เพราะ ปีนขึ้นไปถึงยอดเขาที่มีระดับความสูงเดียวกัน

16. ข้อใดกล่าว**ไม่ถูกต้อง**เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานศักย์โน้มถ่วง (เข้าใจ)

- ก. งานของแรงที่ยกวัตถุเท่ากับพลังงานศักย์โน้มถ่วงที่เปลี่ยนไป
- ข. งานของแรงที่ยกวัตถุต่ำลงจากระดับเดิมเท่ากับพลังงานศักย์โน้มถ่วงที่ลดลง
- ค. งานของแรงที่ยกวัตถุต่ำลงจากระดับเดิมเท่ากับพลังงานศักย์โน้มถ่วงที่เพิ่มขึ้น
- ง. งานของแรงที่ยกวัตถุสูงขึ้นจากระดับเดิมเท่ากับพลังงานศักย์โน้มถ่วงที่เพิ่มขึ้น



ที่มา : [http://www1.siphospital.com/th/news/article/share/869/Body-Weight](http://www1.siphhospital.com/th/news/article/share/869/Body-Weight)

22. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานศักย์ยืดหยุ่น (เข้าใจ)

- ก. งานของแรงที่ใช้ดึงหรือกดสปริงขึ้นอยู่กับมวลของวัตถุ
- ข. งานของแรงที่ใช้ดึงหรือกดสปริงขึ้นอยู่กับเส้นทางการเคลื่อนที่
- ค. งานของแรงที่ใช้ดึงหรือกดสปริงเท่ากับพลังงานศักย์ยืดหยุ่นที่เปลี่ยนไป
- ง. งานของแรงที่ใช้ดึงหรือกดสปริงมากขึ้นเท่ากับพลังงานศักย์ยืดหยุ่นที่ลดลง

23. ยางยืดออกกำลังกายเส้นหนึ่งมีค่าคงตัวสปริง 800 นิวตัน/เมตร ถูกดึงให้ยืดออกเป็นระยะ 40 เซนติเมตร พลังงานศักย์ยืดหยุ่นในยางยืดออกกำลังกายมีค่าเท่าใด (ประยุกต์ใช้)

- ก. 24 จูล
- ข. 36 จูล
- ค. 64 จูล
- ง. 72 จูล

24. เด็กหญิงคนหนึ่งยิงหนังสติ๊กที่มีค่าคงตัวสปริงเท่ากับ 800 นิวตัน/เมตร โดยทำการยืดหนังสติ๊กออกเป็นระยะ 30 เซนติเมตร นักเรียนมีวิธีการอย่างไร เพื่อให้พลังงานศักย์ยืดหยุ่นในหนังสติ๊กมีค่ามากกว่า 36 จูล (สร้างสรรค์)

- ก. ดึงหนังสติ๊กให้ยืดออก 40 เซนติเมตร
- ข. ดึงหนังสติ๊กให้ยืดออกเป็นระยะเท่าเดิม
- ค. ออกแรงดึงหนังสติ๊กให้ยืดออกอย่างรวดเร็ว
- ง. เพิ่มเวลาที่ใช้ในการดึงหนังสติ๊กให้ยืดออกนานขึ้น

25. ข้อใดคือความหมายของแรงอนุรักษ์ (จำ)

- ก. แรงที่ทำให้เกิดงานที่ขึ้นอยู่กับมวลของวัตถุ
- ข. แรงที่ทำให้เกิดงานที่ขึ้นอยู่กับความเร็วของวัตถุ
- ค. แรงที่ทำให้เกิดงานที่ขึ้นอยู่กับเส้นทางการเคลื่อนที่
- ง. แรงที่ทำให้เกิดงานที่ไม่ขึ้นอยู่กับเส้นทางการเคลื่อนที่

26. จากรูป จงพิจารณาการกระโดดค้ำถ่อ จากกฎการอนุรักษ์พลังงานกล ในการเคลื่อนที่ของนักกีฬาที่มีการเปลี่ยนรูปพลังงานอย่างไร (โดยที่ \rightarrow คือ การเปลี่ยนรูปพลังงาน) (วิเคราะห์)



ที่มา : https://drive.google.com/file/d/1o3saYM262o3YBUO-_9bp3_VHdQlanP5C/view

- ก. พลังงานจลน์ \rightarrow พลังงานศักย์โน้มถ่วง \rightarrow พลังงานจลน์
- ข. พลังงานศักย์โน้มถ่วง \rightarrow พลังงานศักย์ยืดหยุ่น \rightarrow พลังงานจลน์
- ค. พลังงานศักย์ยืดหยุ่น \rightarrow พลังงานศักย์โน้มถ่วง \rightarrow พลังงานจลน์
- ง. พลังงานศักย์โน้มถ่วง \rightarrow พลังงานจลน์ \rightarrow พลังงานศักย์ยืดหยุ่น

27. เมื่อขนาดของแรงที่ให้กับเครื่องกล (F_{in}) มีค่าน้อยกว่า ขนาดของแรงที่ได้จากเครื่องกล (F_{out}) การได้เปรียบเชิงกล (M.A.) ตรงตามข้อใด (เข้าใจ)

- ก. M.A. = 0
- ข. M.A. > 1
- ค. M.A. = 1
- ง. M.A. < 1

28. อุปกรณ์ที่ต้องอาศัยหลักการทำงานของคานามีหลายชนิด ยกเว้นข้อใด (เข้าใจ)

- | | |
|------------|------------|
| ก. มีด | ข. ตะเกียบ |
| ค. ไม้กวาด | ง. กรรไกร |

29. ช่วงก่อสร้างคนหนึ่งใช้รอกในการยกของ โดยงานที่ให้กับรอกเท่ากับ 125 นิวตัน งานที่ได้รับจากรอกเท่ากับ 100 นิวตัน ประสิทธิภาพของรอกนี้เป็นเท่าใด (ประยุกต์ใช้)

- | | |
|---------|---------|
| ก. 80% | ข. 90% |
| ค. 100% | ง. 120% |

30. ออกแรงให้กับเครื่องกล 200 นิวตัน ส่งผลให้แรงที่ได้จากเครื่องกลมีค่าเป็น 320 นิวตัน เครื่องกลชนิดนี้ช่วยผ่อนแรงหรือไม่ เพราะเหตุใด (วิเคราะห์)

- | | |
|---------------|---|
| ก. ผ่อนแรง | เพราะ การได้เปรียบเชิงกลมีค่ามากกว่า 1 |
| ข. ผ่อนแรง | เพราะ การได้เปรียบเชิงกลมีค่าน้อยกว่า 1 |
| ค. ไม่ผ่อนแรง | เพราะ การได้เปรียบเชิงกลมีค่าเท่ากับ 1 |
| ง. ไม่ผ่อนแรง | เพราะ การได้เปรียบเชิงกลมีค่าน้อยกว่า 1 |

เฉลย

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

**แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา
วิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4**

คำชี้แจง

1. แบบสอบถามความพึงพอใจนี้สร้างขึ้นเพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง งานและพลังงาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีการวัดความพึงพอใจทั้งหมด 4 ด้าน ได้แก่ ด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้ ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านสื่อและอุปกรณ์การเรียนรู้ และด้านการวัดและประเมินผล

2. ให้ทำเครื่องหมายถูก (✓) ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของนักเรียน โดยใช้มาตราส่วนประมาณค่าของลิเคิร์ต (Likert Rating Scale) 5 ระดับ มีการกำหนดความหมายของเกณฑ์ความพึงพอใจ ดังนี้

ระดับ	5	หมายถึง	ความพึงพอใจมากที่สุด
ระดับ	4	หมายถึง	ความพึงพอใจมาก
ระดับ	3	หมายถึง	ความพึงพอใจปานกลาง
ระดับ	2	หมายถึง	ความพึงพอใจน้อย
ระดับ	1	หมายถึง	ความพึงพอใจน้อยที่สุด

ข้อที่	รายการ	ระดับความพึงพอใจ				
		5	4	3	2	1
ด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้						
1	เนื้อหาสาระการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์และผลการเรียนรู้					
2	เนื้อหาสาระในแต่ละเรื่องทำให้นักเรียนสามารถนำความรู้ไปใช้ในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาได้					
3	เนื้อหาสาระในแต่ละเรื่องทำให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจและเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์					
4	เนื้อหาสาระในแต่ละเรื่องมีความถูกต้องและเหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้					
5	เนื้อหาสาระในแต่ละเรื่องมีความเหมาะสมกับเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้					
ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้						
6	กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง					
7	กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนฝึกความสามารถในการแก้ปัญหา					
8	กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์					
9	กิจกรรมการเรียนรู้กระตุ้นให้นักเรียนได้คิดและลงมือปฏิบัติอย่างเป็นขั้นตอน					
10	ระยะเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสม					
ด้านสื่อและอุปกรณ์การเรียนรู้						
11	สื่อและอุปกรณ์การเรียนรู้มีความสอดคล้องกับเนื้อหาสาระการเรียนรู้					
12	สื่อและอุปกรณ์การเรียนรู้มีความสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้					
13	สื่อและอุปกรณ์การเรียนรู้มีความเหมาะสมกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้					
14	สื่อและอุปกรณ์การเรียนรู้กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจ					
15	สื่อและอุปกรณ์การเรียนรู้เพียงพอต่อการจัดการเรียนรู้					

ข้อที่	รายการ	ระดับความพึงพอใจ				
		5	4	3	2	1
ด้านการวัดและประเมินผลการเรียนรู้						
16	การวัดผลและประเมินผลสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้					
17	การวัดผลและประเมินผลตรงตามเนื้อหาสาระการเรียนรู้					
18	การวัดผลและประเมินผลครอบคลุมพฤติกรรม การเรียนรู้ ของนักเรียน ในด้านพุทธิพิสัย ด้านทักษะพิสัย และด้านจิตพิสัย					
19	การวัดผลและประเมินผลมีความชัดเจน เป็นไปตามระเบียบ กฎเกณฑ์และข้อตกลงที่กำหนดไว้					
20	มีการกำหนดเกณฑ์ประเมินผลไว้ชัดเจน เข้าใจง่าย สามารถนำไปใช้ได้					

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

ประวัติย่อของผู้วิจัย

ประวัติย่อของผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	นายปฐมวงศ์ เกษะบุตร
วัน เดือน ปี	18 ธันวาคม 2538
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	5 หมู่ 23 ตำบลหนองสนม อำเภอวานรนิวาส จังหวัดสกลนคร รหัสไปรษณีย์ 47120
ตำแหน่งปัจจุบัน	นักวิทยาศาสตร์
สถานที่ทำงาน	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสกลนคร 59/5 หมู่ 1 ตำบลเชียงเครือ อำเภอเมืองสกลนคร จังหวัดสกลนคร รหัสไปรษณีย์ 47000
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2556	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนมัธยมวานรนิวาส อำเภอวานรนิวาส จังหวัดสกลนคร
พ.ศ. 2561	วิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.) สาขาวิชาฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
พ.ศ. 2566	ครุศาสตรมหาบัณฑิต (ค.ม.) สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
ประวัติการทำงาน	
พ.ศ. 2561	นักวิทยาศาสตร์ ระดับปฏิบัติการ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสกลนคร