

MA 127005

การศึกษาทักษะการแก้ปัญหาตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง งานและพลังงาน
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

นางสาวทิพวรรณ เมืองพิล

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
พ.ศ. 2562

สงวนลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม




ใบอนุมัติวิทยานิพนธ์
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

เรื่อง : การศึกษาทักษะการแก้ปัญหาตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง งานและพลังงาน
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ผู้วิจัย : นางสาวทิพวรรณ เมืองพิล


ได้รับอนุมัติเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา


(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ว่าที่ ร.ท.ดร.ณัฐชัย จันทขุม)
คณบดีคณะครุศาสตร์



(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพศาล วรรคำ)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY


คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรณวิไล ดอกไม้)


กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ประสาท เนืองเฉลิม)


กรรมการ
(อาจารย์ ดร.ธนวัชร สมตัว)


กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ต้นสกุล ศาสนติบุรณ์)


กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ศรินทร์ ทองธรรมชาติ)

ชื่อเรื่อง : การศึกษาทักษะการแก้ปัญหาตามแนวทางสะเต็มศึกษา
เรื่องงานและพลังงาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ผู้วิจัย : นางสาวทิพวรรณ เมืองพิล

ปริญญา : ครุศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา)
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ต้นสกุล ศานติบุรณ์
รองศาสตราจารย์ ศรีรินทร์ ทองธรรมชาติ

ปีการศึกษา : 2562

บทคัดย่อ

การวิจัยเรื่อง การส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาด้วยตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง งานและพลังงาน ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อศึกษาทักษะการแก้ปัญหาของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา 2) เพื่อเปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษากับเกณฑ์ร้อยละ 75 3) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษากับเกณฑ์ร้อยละ 75 กลุ่มที่ศึกษา คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม จำนวน 40 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ 1) แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่องงานและพลังงาน 2) แบบวัดทักษะการแก้ปัญหา ชนิดอัตนัย โดยกำหนด 4 สถานการณ์ รวมเป็นจำนวน 16 ข้อ 3) แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง งานและพลังงาน ชนิดปรนัย จำนวน 4 ตัวเลือก ทั้งหมด 20 ข้อ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที (one sample t-test)

ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลการศึกษาทักษะการแก้ปัญหาของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา จากแผนผังความคิดในใบงานตามแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้เรียนมีทักษะการแก้ปัญหาในขั้นการกำหนดวิธีแก้ปัญหาสูงสุด โดยพบว่า ผู้เรียนร้อยละ 67.5 สามารถวางแผนเพื่อตรวจสอบสาเหตุของปัญหาและนำไปสู่วิธีการแก้ปัญหาที่ถูกต้อง รองลงมาคือ ชั้นระบุปัญหา

พบว่า ผู้เรียนร้อยละ 60 สามารถระบุปัญหาที่แท้จริงและสอดคล้องกับสถานการณ์ที่กำหนด ลำดับต่อมา คือ ขั้นตอนวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา พบว่าผู้เรียนร้อยละ 55 สามารถบอกสาเหตุที่แท้จริงของปัญหาได้ ถูกต้องและสอดคล้องกับสถานการณ์ และผู้เรียนมีทักษะการแก้ปัญหาในขั้นตรวจสอบผลลัพธ์ต่ำสุด พบว่า ผู้เรียนร้อยละ 47.5 อธิบายผลที่เกิดขึ้นจากการเลือกวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องและชิ้นงานสามารถนำไปแก้ไขปัญหาได้จริง 2) ผลการเปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษากับเกณฑ์ร้อยละ 75 ผู้เรียนมีคะแนนแต่ละขั้นของทักษะการแก้ปัญหาลดลงสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 3) ผลเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษากับเกณฑ์ร้อยละ 75 ผู้เรียนมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ : การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สะเต็มศึกษา ทักษะการแก้ปัญหา ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

Title : The Study of Problem Skills with the STEM Education Method on Work and Energy Issue for Secondary Students at 10th Grade

Author : Miss Thippawan Mueangpin

Degree : Master of Education (Sciencducation)
Rajabhat Maha Sarakham University

Advisors : Assistant Professor Dr. Toansakul Santiboon
Associate Professor Sarin Thongthummachat

Year : 2019

ABSTRACT

The purpose of this research were 1) to study the problem solving skills of Secondary Students at 10th Grade with STEM activities, 2) to compare the problem solving skills of Secondary Students at 10th Grade with STEM activities the set criteria of 75 percent, 3) to compare learning achievement with STEM activities the set criteria of 75 percent. The Samples were 40 Secondary Students at 10th Grade in the Second semester of academic year 2018 at Mahasarakham University Demonstration School, Amphoe Kanthara Wichai, Mahasarakham. The experiments were conducted by using research tools which were 1) The STEM lesson plan, 2) The problem solving skills test were assay test of 4 situations with total of 16 items, 3) Achievements test were 4 multiple choices type with total of 20 item. Data were analyzed by using Percentage, Mean, standard deviation, and One Sample t-test.

The research findings were summarized as follows: 1) The problem solving skills of Secondary Students at 10th Grade with STEM activities from their mind mapping worksheet in the lesson plan revealed that the students had problem solving skills on the process of determining method higher than the other steps. The student of 67.5 percent were able to verify the cause of the problem and lead to a problem solving. Followed by the

problem identify step, student of 60 percent were able to identify the problem correctly. The root cause of problem analysis step, student of 55 percent were able to analyze root cause of problem correctly. The results checking step was at the lowest, student of 47.5 percent were able to explain the consequences by choosing solution and construct work piece that can actually solving the problem. 2) The problem solving skills of Secondary Students at 10th Grade of all steps of problem solving were higher than the standardized criteria of 75 percent with statistical significance at the level of .05 ; and 3) Students' outcomes of learning achievements average score was higher than the standardized criteria of 75 percent with statistical significance at the level of .05.

Keywords: Learning activities, STEM education, Problem solving skills,
Learning achievements



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

Major Advisor

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงสมบูรณ์ได้ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลือจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ต้นสกุล ศานติบุรณ์ รองศาสตราจารย์ศรีรินทร์ ทองธรรมชาติ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรธมนวิไล ดอกไม้ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.ประสพท เนื่องเฉลิม กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ ขอขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.ฉันทชัย จันทะเสน และอาจารย์ ดร.กมล พลคำ ผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วนิดา ฝาระนัด และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมาน เอกพิมพ์ ผู้เชี่ยวชาญทางด้านหลักสูตรและการเรียนการสอน และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ไพศาล เอกกะพิมพ์ ผู้เชี่ยวชาญทางด้านการวัดและการประเมินผลที่ได้กรุณาที่ให้คำแนะนำข้อคิดเห็นตรวจสอบ และแก้ไขข้อบกพร่องเป็นอย่างดี ผู้วิจัยจึงขอกราบขอบพระคุณไว้ ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ อรุณ แก้วมัน ผู้อำนวยการโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) ที่ได้ให้ความร่วมมือให้ผู้วิจัยได้เก็บข้อมูลจากนักเรียน ขอขอบคุณอาจารย์ ดร.ฉันทชัย จันทะเสน ครูพี่เลี้ยงที่ให้คำแนะนำและให้ความช่วยเหลือในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ขอขอบคุณนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 40 คน ในการให้ความร่วมมือในการทำแบบวัดทักษะการแก้ปัญหา ทำให้วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ขอขอบพระคุณบิดา มารดา ตลอดจนญาติพี่น้องทุกคน และเพื่อนสาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา ที่ให้การสนับสนุนช่วยเหลือและให้กำลังใจเสมอมา

คุณค่าและประโยชน์ของวิทยานิพนธ์เล่มนี้ ผู้วิจัยขอน้อมรำลึกถึงพระคุณของบิดามารดาผู้ให้ชีวิต ตลอดจนครูอาจารย์ที่เคารพของผู้วิจัย ที่ได้อบรมให้ความรู้สั่งสอนจนผู้วิจัยประสบความสำเร็จในชีวิต

นางสาวทิพวรรณ เมืองพิล

สารบัญ

หัวเรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ	ค
ABSTRACT	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ช
สารบัญ.....	ฅ
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญภาพ.....	ฎ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	4
1.3 ขอบเขตการวิจัย.....	4
1.4 นิยามศัพท์เฉพาะ.....	5
1.5 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย.....	7
บทที่ 2 การทบทวนวรรณกรรม	9
2.1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560).....	9
2.2 สะเต็มศึกษา.....	21
2.3 การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา.....	27
2.4 ทักษะการแก้ปัญหา.....	41
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	52
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย	57
3.1 ประชากร และกลุ่มตัวอย่าง.....	57
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	57

หัวเรื่อง	หน้า
3.3 การสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือ.....	58
3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	67
3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	68
3.6 สถิติที่ใช้ในการวิจัย.....	69
บทที่ 4 ผลการวิจัย.....	73
4.1 สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	73
4.2 ขั้นตอนในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	74
4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	74
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ.....	85
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	85
5.2 อภิปรายผลการวิจัย.....	86
5.3 ข้อเสนอแนะ.....	90
บรรณานุกรม.....	91
ภาคผนวก.....	99
ภาคผนวก ก ตัวอย่างแผนจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา.....	100
ภาคผนวก ข แบบประเมินเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลวิจัย.....	135
ภาคผนวก ค คุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	151
ภาคผนวก ง คະแนนแบบวัดแบบจำลองทางความคิดหลังเรียน.....	166
ภาคผนวก จ หนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญ.....	171
การเผยแพร่ผลงานวิจัย.....	177
ประวัติผู้วิจัย.....	178

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	โครงสร้างการจัดการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 งานและพลังงาน.....	18
3.1	วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างแผนการจัดการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาเรียน.....	59
3.2	ตัวอย่างแบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้สำหรับผู้เชี่ยวชาญ	62
3.3	วิเคราะห์ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องงานและพลังงาน	63
4.1	ผลการเปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษากับเกณฑ์ร้อยละ 75	82
4.2	ผลการวิเคราะห์คะแนนแต่ละชั้นของทักษะการแก้ปัญหา ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษากับเกณฑ์ร้อยละ 75	83
4.3	ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษากับเกณฑ์ร้อยละ 75	84

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
4.1	ผู้วิจัยตัวอย่างสถานการณ์ปัญหา เพื่อให้ผู้เรียนเกิดทักษะการแก้ปัญหา	75
4.2	ผู้เรียนค้นหาและศึกษาความรู้ที่ต้องใช้ในการสร้างเครื่องผ่อนแรง	76
4.3	ผู้เรียนวางแผนออกแบบและสร้างแขนหุ่นยนต์ที่ใช้ระบบไฮดรอลิก	78
4.4	ผู้เรียนทดสอบชิ้นงาน เพื่อประเมินประสิทธิภาพชิ้นงาน	79
4.5	การนำเสนอแขนหุ่นยนต์จากระบบไฮดรอลิก	81



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ระบบการศึกษาของประเทศไทยได้มีการปฏิรูประบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ให้ครูจัดการเรียนรู้เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ซึ่งเป็นแนวทางการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนสร้างความรู้และประดิษฐ์สิ่งใหม่ โดยใช้กระบวนการความคิด กระบวนการทางสังคมให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์และมีส่วนร่วมในการเรียน สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ได้ (พิมพ์พันธ์ เตชะคุปต์ และพเยาว์ ยินดีสุข, 2548, น. 25) แต่ที่ผ่านมาตามสภาพที่เกิดขึ้นในปัจจุบันสะท้อนให้เห็นว่ากำลังประสบกับวิกฤตหลายประการ อาทิ ครูยังคงใช้วิธีจัดการเรียนการสอนที่เน้นการบรรยาย โดยเป็นการมุ่งเน้นการให้ความรู้รายละเอียดเนื้อหาสาระทางวิชา ในเวลาอันรวดเร็ว นักเรียนไม่ได้เป็นผู้ลงมือปฏิบัติ เพื่อสร้างความรู้ความเข้าใจด้วยตนเอง รวมทั้งกิจกรรมการเรียนการสอนไม่ได้มุ่งเน้นให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์แลกเปลี่ยนความคิดเห็นหรือช่วยเหลือซึ่งกันและกันด้วยเกรงว่าจะทำให้เกิดความล่าช้าและสอนไม่ทันตามหลักสูตร ซึ่งส่งผลให้ผู้เรียนไม่เห็นความสัมพันธ์ของวิชาที่เรียนกับโลกของความเป็นจริงและเห็นประโยชน์ของสิ่งที่เรียน (วิจารณ์ พานิช, 2555, น. 3-6)

เมื่อพิจารณาเหตุการณ์หลายเหตุการณ์ที่สะท้อนให้เห็นว่า เด็กไทยจำนวนมากขาดทักษะการแก้ปัญหาชีวิต อาทิ เด็กวัยรุ่นผิดหวังในความรักหรือเรื่องเรียนหาทางออกโดยการฆ่าตัวตาย โครงการ Child Watch โดยสถาบันรามจิตติ ได้สรุปสภาวะการณ์เด็กไทยด้านต่าง ๆ ไว้ในช่วงปี 2548-2549 ด้านภาวะสุขภาพจิตของเด็กไทย พบว่า เยาวชนอายุต่ำกว่า 25 ปี พยายามฆ่าตัวตายเพิ่มขึ้นจาก 30 เป็น 40 คนต่อแสนคน หรือคิดเป็นจำนวนเยาวชนที่พยายามฆ่าตัวตายปีละ 7,800 คน หรือเฉลี่ยวันละ 21 คน และที่ฆ่าตัวตายสำเร็จปีละ 800 หรือเฉลี่ยวันละ 2 คน ซึ่งกรมสุขภาพจิตได้อธิบายสาเหตุการฆ่าตัวตายว่า เกิดจากอาการซึมเศร้าซึ่งมาจากความวิตกกังวล และไม่สามารถจัดการกับปัญหาตนเองได้ ซึ่งอาจจะมีส่วนมาจากการที่เด็กขาดทักษะในการแก้ปัญหา ทำให้เมื่อเจอปัญหาหรืออุปสรรคในชีวิต เด็กเลือกใช้วิธีการแก้ไขปัญหาได้อย่างไม่ถูกวิธี การวิจัยของนักจิตวิทยาพบว่า ทักษะการแก้ปัญหาของเด็กจะพัฒนาขึ้นตามอายุ โดยเด็กอายุ 3 ขวบ เริ่มมีพัฒนาการด้านนี้แล้ว ขึ้นกับว่าระหว่างที่เด็กเจริญเติบโต

นั้น มีปัจจัยใดบ้างที่เข้ามาเป็นอุปสรรคต่อการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา เด็กมีความจำกัดในเรื่องของความมุ่งมั่นตั้งใจ ขาดความอดทนในการเอาชนะปัญหา และขาดความเข้าใจปัญหา ขณะที่สถาบันครอบครัวและสถาบันการศึกษาไม่ได้มีความเข้าใจ และมีวิธีการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาให้แก่เด็กอย่างถูกต้อง (Treffinger, Isaksen, and Dorval, 2550) ดังนั้นผู้สอนจึงควรใช้บทเรียนในการปูพื้นฐานและฝึกฝนทักษะในการคิดแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบให้กับผู้เรียน โดยฝึกการมองปัญหาอย่างถูกต้องจากการสอนผู้เรียนให้มองปัญหาอย่างสมจริง ไม่ใช่ตื่นตระหนกจนเกินไป ไม่ทำเรื่องเล็กให้เป็นเรื่องใหญ่ ขณะเดียวกัน ก็ไม่เพิกเฉยต่อปัญหา แต่ลงมือแก้ไขปัญหานั้นสำเร็จ สอนให้ผู้เรียนเข้าใจว่าปัญหาเป็นเรื่องปกติที่ทุกคนต้องเผชิญ และปัญหาสามารถช่วยพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา และสร้างผู้เรียนให้เป็นคนที่อดทนสามารถเอาชนะปัญหาได้ฝึกทักษะการคิด ทักษะการแก้ปัญหาจะเกิดขึ้นได้ เกิดจากการฝึกทักษะการคิดเป็นพื้นฐาน อาทิ ทักษะการคิดสร้างสรรค์ เพื่อช่วยในการขยายกรอบความคิด ไม่ยึดติดกับการปัญหาหรือวิธีการแก้ปัญหาแบบเดิม ๆ และคิดหาวิธีการหรือแนวทางแก้ไขปัญหาแบบใหม่ ๆ ให้ผู้เรียนได้รู้ว่าในหนึ่งปัญหาสามารถหาทางออกได้มากกว่าหนึ่งทาง (เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์, 2551)

เนื่องจากการดำเนินชีวิตประจำวันของมนุษย์ต้องพบเจอกับปัญหาอยู่ทุกวัน ดังนั้นทักษะการแก้ปัญหา จึงเป็นทักษะพื้นฐานที่มีความสำคัญในการดำรงชีวิตเป็นอย่างมาก เพราะปัญหาเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นได้ตลอดเวลาและสามารถเกิดขึ้นได้กับทุกคน เมื่อเกิดปัญหามนุษย์ทุกคนจำเป็นต้องจัดปัญหาเหล่านั้นออกไปเพื่อให้ตนเองกลับเข้าสู่สภาวะสมดุล (วรรณทิพา รอดแรงคำ, 2541, น. 58-60) ให้ความหมายของทักษะการแก้ปัญหาไว้ว่า เป็นการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาแล้วทบทวนความจำจากความรู้ที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้น ๆ เพื่อใช้ความคิดรวบรวมกฎเกณฑ์ วิธีการ ที่จะนำไปสู่การแก้ปัญหา เพื่อให้บรรลุเป้าหมายในการแก้ปัญหา ซึ่งครูผู้สอนจำเป็นต้องส่งเสริมทักษะนี้ให้กับผู้เรียน โดยอาศัยทักษะกระบวนการในการทำงาน กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความคิดวิเคราะห์ มีความเชื่อมั่นในตนเอง มีทักษะในการเผชิญกับปัญหาหรืออุปสรรค เปลี่ยนบทบาทจากผู้รับความรู้เป็นผู้แสวงหาความรู้จากสื่อและแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ มีปฏิสัมพันธ์กับคนอื่น ๆ สามารถอภิปราย แสดงความคิดเห็นและหาข้อสรุปอย่างมีเหตุผลร่วมกัน จนสามารถนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์จริงได้ (วรรณภา เหล่าไพศาลพงษ์, 2555, น. 6) จากการศึกษาพบว่า ทักษะการแก้ปัญหามีความสำคัญในการดำรงชีวิตเป็นอย่างมาก ดังนั้นครูผู้สอนจำเป็นต้องส่งเสริมทักษะนี้ให้กับผู้เรียน โดยอาศัยทักษะกระบวนการในการทำงาน กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความคิดวิเคราะห์ มีความเชื่อมั่นในตนเอง มีทักษะในการเผชิญกับปัญหาหรืออุปสรรค ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ รุติยา เนตรวงษ์ (2559, น.5-6)

การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่สามารถสนับสนุนให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะในการแก้ปัญหาที่กล่าวข้างต้น ผู้สอนควรจัดการเรียนสอนให้ผู้เรียนได้เรียนองค์ความรู้ต่างๆ ทางวิทยาศาสตร์ผ่านการลงมือปฏิบัติจริง เพราะการเรียนรู้อัตนศาสตร์นั้น ไม่ใช่แค่การเรียนเนื้อหาเพื่อการท่องจำแต่ผู้เรียนต้องมีบทบาทสำคัญในการลงมือเรียนรู้ ปฏิบัติจริง มีการค้นคว้าหาความรู้ว่ามีระบบตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ หลากหลายสาขาวิชามาใช้ในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน ซึ่งการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) สามารถตอบสนองต่อวัตถุประสงค์ของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เหล่านั้นได้อย่างดี สะเต็มศึกษา หรือ STEM Education เป็นคำย่อจาก วิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรม (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่มีการบูรณาการระหว่างสาขาวิชาให้มีความเชื่อมโยงกับชีวิตจริงในการดำรงชีวิตหรือการ ประกอบอาชีพเพื่อให้ผู้เรียนเห็นความสำคัญของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ในชั้นเรียนกับบริบทโลกของความเป็นจริง เกิดทักษะสำคัญเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมและการนำมาซึ่งการพัฒนาสิ่งใหม่ๆ หรือนวัตกรรม เพื่อการพัฒนาขีดความสามารถของประเทศ (อภิสิทธิ์ ธงไชย, 2556, น. 35) ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของ ดร.พรพรรณ ไวทยางกูร อดีตผู้อำนวยการ สสวท. เกี่ยวกับการ จัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) ว่า “...แนวคิดในเรื่องสะเต็มศึกษานั้น เป็นกระบวนการเชิงระบบแบบวิทยาศาสตร์ ที่นำมาเชื่อมโยงในกระบวนการเรียนรู้การสร้างสรรค์ผลงานหรือชิ้นงาน จากการคิดค้น การแก้ปัญหา การคิดวิเคราะห์ ซึ่งสามารถเตรียมความพร้อมสำหรับนักเรียน โดยนำสิ่งที่เรียนรู้ในระบบโรงเรียนไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพได้.” (สสวท, 2556) นอกจากนี้การจัดการศึกษาแบบบูรณาการที่เน้นให้ความสำคัญกับวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ อย่างเท่าเทียมกัน หรือ STEM Education ยังเป็นรูปแบบการจัดการศึกษาที่ตอบสนองต่อการเตรียมคนไทยรุ่นใหม่นใน ศตวรรษที่ 21 เพราะธรรมชาติของทั้ง 4 วิชาที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความรู้และความสามารถที่จะดำรงชีวิตได้ดีในศตวรรษที่ 21 สามารถพัฒนาให้ผู้เรียนนำความรู้ทุกแขนงทั้งด้านความรู้ ทักษะการคิด และทักษะอื่นๆ มาใช้ในการแก้ปัญหา ค้นคว้า สร้างและพัฒนาคิดค้นสิ่งต่างๆ ในโลกปัจจุบัน การเน้นความเข้าใจอย่างลึกซึ้ง การมีส่วนร่วมของผู้เรียนกับข้อมูลเครื่องมือทางเทคโนโลยี การสร้างความยืดหยุ่นในเนื้อหาวิชา ความท้าทายสร้างสรรค์ความแปลกใหม่ และการแก้ปัญหาในโลกอนาคตได้อย่างแท้จริง จากงานวิจัยที่ศึกษาพบว่า วิธีการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่จะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะกระบวนการทาง

วิทยาศาสตร์ เนื่องจากมีการบูรณาการระหว่างสาขาวิชาให้มีความเชื่อมโยงกับชีวิตจริงในการดำรงชีวิต หรือการประกอบอาชีพเพื่อให้ผู้เรียนเห็นความสำคัญของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และ เทคโนโลยี ในชั้นเรียนกับบริบทโลกของความเป็นจริงมาเชื่อมโยงในกระบวนการเรียนรู้ ซึ่งช่วยส่งเสริม ทักษะการแก้ปัญหา การคิดวิเคราะห์ โดยสามารถเตรียมความพร้อมสำหรับนักเรียน จากการนำสิ่งที่ เรียนรู้ในระบบโรงเรียนไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ ส่งผลให้นักเรียนมีทักษะ การแก้ปัญหาสูงขึ้นหลังเรียนและร้อยละคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ (วิชุดขณา จิตรรักศิลป์, 2561, น. 87)

จากเหตุผลดังกล่าว ทำให้ผู้วิจัยสนใจที่นำการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) ซึ่งใช้ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดของสถาบันส่งเสริมการสอน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มาใช้เพื่อส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหา เรื่อง งานและพลังงาน ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้ผู้เรียนมีทักษะ การแก้ปัญหาที่ดียิ่งขึ้นและทำให้ผู้เรียนเห็นความสำคัญในการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหา ในชีวิตประจำวัน

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาทักษะการแก้ปัญหาของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในการจัดกิจกรรมการ เรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

1.2.2 เพื่อเปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในการจัดกิจกรรม การเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษากับเกณฑ์ร้อยละ 75

1.2.3 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในการจัดกิจกรรม การเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษากับเกณฑ์ร้อยละ 75

กับเกณฑ์ร้อยละ 75

1.3 สมมติฐานการวิจัย

1.3.1 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีคะแนนเฉลี่ยทักษะการแก้ปัญหาหลังจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 ที่กำหนดไว้

1.3.2 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 ที่กำหนดไว้

1.4 ขอบเขตการวิจัย

1.4.1 กลุ่มที่ศึกษา

กลุ่มที่ศึกษาเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) ตำบลขามเรียง อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคามห้อง ม.4/5 จำนวน 40 คน โดยวิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

1.4.2 ขอบเขตด้านตัวแปรที่ศึกษา

1.4.2.1 ตัวแปรอิสระ ประกอบด้วย

- 1) การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

1.4.2.2 ตัวแปรตาม ประกอบด้วย

- 1) ทักษะการแก้ปัญหา
- 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1.4.3 ขอบเขตด้านเนื้อหา

เป็นเนื้อหาในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ปรับปรุง พุทธศักราช 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 6 ฟิสิกส์ รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม รหัสวิชา ว31211 หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง งานและพลังงาน ซึ่งประกอบด้วย งาน, แรงในทางฟิสิกส์, กำลัง, พลังงานจลน์, พลังงานศักย์, กฎอนุรักษ์พลังงาน และ เครื่องกล

1.4.4 ขอบเขตด้านสถานที่

โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) ตำบลขามเรียง อำเภอกันทรวิชัย

จังหวัดมหาสารคาม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม เขต 26 สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา

1.4.5 ขอบเขตด้านเวลา

การวิจัยครั้งนี้ใช้เวลาในการดำเนินการในภาคการเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 รวม 14 ชั่วโมง

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

“การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา” (STEM Education) หมายถึง วิธีการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยให้ผู้เรียนใช้สถานการณ์ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน หรือปัญหาที่นักเรียนสนใจ เป็นตัวกระตุ้นผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้ซึ่งผู้เรียนต้องคิดหาทางแก้ปัญหาจากสถานการณ์ปัญหา ที่เกิดขึ้นนั้น โดยการบูรณาการศาสตร์เนื้อหาความรู้ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ ผ่านกระบวนการทางวิศวกรรมศาสตร์ เน้นให้ผู้เรียนสร้างสรรค์ชิ้นงาน โดยนำความรู้ในภาคทฤษฎีมาใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) ผู้วิจัยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษา 5 ขั้นตอน ที่กำหนดขึ้นตามแนวคิดของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ดังนี้

1. ขั้นระบุปัญหา (Identify a Challenge) คือ ผู้เรียนทำความเข้าใจในสิ่งที่เป็นปัญหาในชีวิตประจำวัน ค้นหาปัญหาที่ต้องการแก้ไข จากนั้นเลือกวิธีการหรือสร้างนวัตกรรมเพื่อแก้ไขปัญหา ดังกล่าว
2. ขั้นค้นหาและศึกษาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง (Explore ideas) คือ รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง และ ประเมินความเป็นไปได้ พิจารณาเหตุและผลประกอบการตัดสินใจเพื่อเลือกแนวทางที่ดีที่สุดในการเลือกวิธี ในการแก้ปัญหา
3. ขั้นวางแผนและพัฒนา (Plan and Develop) คือ กำหนดขั้นตอนในกระบวนการเป้าหมาย ระยะเวลาออกแบบ และพัฒนาต้นแบบของชิ้นงาน เพื่อให้ตอบสนองต่อแนวคิดในการแก้ปัญหา
4. ขั้นทดสอบและประเมินผล (Test and Evaluate) คือ ขั้นตอนการทดสอบและประเมินการใช้ งานเพื่อแก้ไขปัญหา นำผลที่ได้มาประยุกต์แก้ไขและพัฒนาผลลัพธ์ให้มีประโยชน์มากขึ้น

5. ขั้นนำเสนอผลลัพธ์ (Present the Solution) ผู้เรียนต้องนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาและผลการแก้ปัญหาชิ้นงานต่อสาธารณชน เพื่อให้เห็นถึง วิธีการแก้ปัญหา ปรับปรุงชิ้นงานของตนเองและชิ้นงานของเพื่อนๆ ขั้นนี้ผู้สอนต้องทำหน้าที่สรุป อธิบายความรู้เพิ่มเติม หลังจากทุกกลุ่มนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาและผลการแก้ปัญหาชิ้นงาน และแนะแนวทางในการประยุกต์ใช้ให้กับผู้เรียน

“ทักษะการแก้ปัญหา” หมายถึง ความสามารถในการคิด ตัดสินใจและลงมือทำ เพื่อขจัดปมหรือปัญหาที่เกิดขึ้น โดยใช้กฎหรือความรู้ต่างๆมาประยุกต์ใช้ให้เข้ากับสถานการณ์ปัญหา โดยกระบวนการในการแก้ปัญหาสามารถวัดได้จาก ความสามารถในการระบุปัญหา ความสามารถในการนำความรู้มาใช้ ความสามารถในการลงมือแก้ปัญหา และความสามารถในการสรุปผลจากการแก้ปัญหา ตามขั้นตอนการแก้ปัญหาของ Weir (1974, p. 18) 4 ขั้นตอน คือ

1. ขั้นระบุปัญหา เป็นขั้นระบุปัญหาในสถานการณ์ ในขั้นนี้ต้องสามารถระบุปัญหาจากสถานการณ์ได้อย่างครอบคลุมและถูกต้อง เพื่อนำไปสู่การวิเคราะห์ปัญหาในขั้นต่อไป
2. ขั้นวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา เป็นการคาดคะเนสาเหตุของปัญหาในสถานการณ์นี้ว่าเป็นอย่างไร และสามารถระบุสาเหตุของปัญหาจากปัญหาในสถานการณ์นั้นๆได้อย่างครอบคลุม เพื่อที่จะนำไปสู่การกำหนดวิธีการแก้ปัญหาจากสาเหตุที่เกิดขึ้นนี้
3. ขั้นกำหนดวิธีการแก้ปัญหา ในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ดังกล่าว จะกำหนดแนวทางในการแก้ปัญหา หลังจากได้วิเคราะห์สาเหตุของปัญหาและจากนั้นจึงจะกำหนดวิธีการแก้ปัญหาให้สอดคล้องกับสาเหตุต่างๆที่ได้วิเคราะห์แล้ว
4. ขั้นตรวจสอบผลลัพธ์ จากการเสนอแนวทางแก้ไขปัญหาในปัญหาดังกล่าว จะต้องตรวจสอบวิธีการแก้ปัญหา เพื่อดูว่าวิธีการที่กำหนดนี้สามารถแก้ปัญหาจากสาเหตุที่วิเคราะห์ได้จริงหรือไม่อย่างไร และถ้าไม่เป็นดังที่คาดการณ์ไว้จะมีวิธีแก้ไขอย่างไรให้สอดคล้องกับปัญหาและสาเหตุของปัญหานั้น ๆ

วัดทักษะการแก้ปัญหาโดยใช้แบบวัดทักษะในการแก้ปัญหา โดยใช้แบบวัดเป็นแบบอัตนัย ประกอบด้วยสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน 5 สถานการณ์ และในแต่ละสถานการณ์จะประกอบด้วยข้อคำถามตามขั้นตอนการแก้ปัญหาของเวียร์ 4 ขั้นตอน

“ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน” หมายถึง มวลความรู้ ความเข้าใจ เรื่อง งานและพลังงาน วัดออกมาเป็นคะแนนหลังจากได้รับการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา อันจะส่งผลให้ทราบว่านักเรียนได้บรรลุตามจุดประสงค์การเรียนรู้ได้หรือไม่ ซึ่งวัดได้โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง งานและพลังงาน เป็นแบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

1.6 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1.6.1 เพื่อเป็นแนวทางให้ครูผู้สอนนำไปปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง งานและพลังงาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

1.6.2 เพื่อให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมในชั้นเรียน และได้ลงมือปฏิบัติจริง ส่งผลให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหามากขึ้น

1.6.3 เพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้วิธีการนำความรู้ที่เรียนมาไปประยุกต์ใช้หลักการและวิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บทที่ 2

การทบทวนวรรณกรรม

ในการวิจัยเรื่อง เรื่อง การศึกษาทักษะการแก้ปัญหาตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง งานและพลังงาน ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)
2. สะเต็มศึกษา
3. ทักษะการแก้ปัญหา
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

2.1.1 มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์

การจัดการศึกษาขั้นพื้นฐานจะต้องสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม สภาพแวดล้อม และความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว เพื่อพัฒนาและเสริมสร้างศักยภาพคนของชาติให้สามารถเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของ ประเทศ โดยการยกระดับคุณภาพการศึกษาและการเรียนรู้ให้มีคุณภาพและมาตรฐานระดับสากล สอดคล้องกับประเทศไทย 4.0 และโลกในศตวรรษที่ 21 ทั้งนี้กระทรวงศึกษาธิการได้มอบหมายให้สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) รับผิดชอบในการปรับปรุงหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ และสาระเทคโนโลยีในกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี ซึ่งต่อมาได้ผนวก รวมอยู่ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, น. 1) การปรับปรุงหลักสูตรครั้งนี้ ยังคงหลักการและโครงสร้างเดิมของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้น พื้นฐาน พุทธศักราช 2551 คือ ประกอบด้วย 8 กลุ่มสาระการเรียนรู้ ได้แก่ กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทย คณิตศาสตร์

วิทยาศาสตร์ สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม สุขศึกษาและพลศึกษา ศิลปะ การงานอาชีพและเทคโนโลยี และภาษาต่างประเทศ แต่มุ่งเน้นการปรับปรุงเนื้อหาให้มีความทันสมัย ทันต่อการเปลี่ยนแปลง และความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาการต่าง ๆ คำนึงถึงการส่งเสริมให้ผู้เรียน มีทักษะที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เป็นสำคัญ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, น. 2) สาระสำคัญของการปรับปรุงหลักสูตร กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มีดังนี้

1. จัดกลุ่มความรู้ใหม่และนำทักษะกระบวนการไปบูรณาการกับตัวชี้วัด เน้นให้ผู้เรียนเกิดการคิดวิเคราะห์ คิดแก้ปัญหาและมีทักษะในศตวรรษที่ 21
2. ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ถึงมัธยมศึกษาปีที่ 3 กำหนดมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดสำหรับผู้เรียนทุกคน ที่เป็นพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน และเป็นพื้นฐานสำคัญในการศึกษาต่อระดับที่ สูงขึ้น
3. ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 – 6 กำหนดมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดเฉพาะเจาะจง แยกส่วนระหว่างผู้เรียนที่เลือกเรียนในแผนการเรียนที่ไม่เน้นวิทยาศาสตร์ และแผนการเรียนที่เน้นวิทยาศาสตร์ มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดในส่วนของแผนการเรียนที่ไม่เน้นวิทยาศาสตร์ เป็นพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับ ชีวิตประจำวัน และการศึกษาต่อระดับที่สูงขึ้น ส่วนมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดของแผนการเรียนที่เน้น วิทยาศาสตร์ผู้เรียนจะได้รับการพัฒนาส่งเสริมให้มีความรู้ ทักษะ และประสบการณ์ด้านคณิตศาสตร์และ วิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องลึกซึ้ง และกว้างขวางตามศักยภาพของตนเองให้มากที่สุด อันจะเป็นพื้นฐานสู่ความเป็นเลิศ ทางด้านวิทยาศาสตร์ ศึกษาต่อในวิชาชีพที่ต้องใช้วิทยาศาสตร์ได้
4. ปรับจากตัวชี้วัดช่วงชั้นในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 – 6 เป็นตัวชี้วัดชั้นปี กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ได้เพิ่มสาระเทคโนโลยี ซึ่งประกอบด้วยการออกแบบและ เทคโนโลยี และวิทยาการคำนวณ ทั้งนี้เพื่อเอื้อต่อการจัดการเรียนรู้บูรณาการสาระทางคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีกับกระบวนการเชิงวิศวกรรม ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

สำหรับสถานศึกษาได้นำไปใช้เป็นกรอบและทิศทางในการจัดทำหลักสูตรสถานศึกษาและจัดการเรียนการสอน เพื่อพัฒนาเด็กและเยาวชนไทยทุกคนใน ระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานให้มีคุณภาพด้านความรู้ และทักษะที่จำเป็นสำหรับการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการ เปลี่ยนแปลง นอกจากนี้มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดที่กำหนดไว้ในเอกสารนี้ จะช่วยให้ผู้ที่เกี่ยวข้องใช้เป็น แนวทางในการส่งเสริม สนับสนุนให้เกิดการพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพตามมาตรฐานการเรียนรู้อย่างแท้จริง

2.1.2 กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์

สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจความหลากหลายของระบบนิเวศ ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งไม่มีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตและความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตต่างๆ ในระบบนิเวศ การถ่ายทอดพลังงาน การเปลี่ยนแปลงแทนที่ในระบบนิเวศ ความหมายของประชากร ปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม แนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจสมบัติของสิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่างๆ ของสัตว์และมนุษย์ที่ทำงานสัมพันธ์กัน ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของอวัยวะต่าง ๆ ของพืชที่ทำงานสัมพันธ์กัน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 1.3 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม สารพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ และวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

หมายเหตุ หมายเหตุ: มาตรฐาน ว 1.1 - ว 1.3 สำหรับผู้เรียนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ถึงระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และผู้เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 – 6 ที่ไม่เน้นวิทยาศาสตร์

สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุ ลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่างๆ ของวัตถุ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่นปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

หมายเหตุ: มาตรฐาน ว 2.1 - ว 2.3 สำหรับผู้เรียนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ถึงระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และผู้เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 – 6 ที่ไม่เน้นวิทยาศาสตร์

สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจองค์ประกอบ ลักษณะ กระบวนการเกิด และวิวัฒนาการของเอกภพ กาแล็กซีดาวฤกษ์ และระบบสุริยะ รวมทั้งปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะที่ส่งผลต่อสิ่งมีชีวิตและการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลก และบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย กระบวนการเปลี่ยนแปลงลม ฟ้า อากาศ และภูมิอากาศโลก รวมทั้งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

หมายเหตุ: มาตรฐาน ว 3.1 และ ว 3.2 สำหรับผู้เรียนทุกคนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ถึงระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และผู้เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 – 6 ที่ไม่เน้นวิทยาศาสตร์

สาระที่ 4 ชีววิทยา

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติของสิ่งมีชีวิต การศึกษาชีววิทยาและวิธีการทางวิทยาศาสตร์ สารที่เป็นองค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต ปฏิริยาเคมีในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต กล้องจุลทรรศน์ โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ การแบ่งเซลล์และการหายใจระดับเซลล์

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม การถ่ายทอดยีนบนโครโมโซม สมบัติและหน้าที่ของสารพันธุกรรม การเกิดมิวเทชัน เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ หลักฐาน ข้อมูล และแนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ภาวะสมดุลของฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก การเกิดสปีชีส์ใหม่ ความหลากหลายทางชีวภาพ กำเนิดของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต และอนุกรมวิธาน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 4.3 เข้าใจส่วนประกอบของพืช การแลกเปลี่ยนแก๊สและคายน้ำของพืช การลำเลียงของพืชการสังเคราะห์ด้วยแสง การสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโต และการตอบสนองของพืช รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 4.4 เข้าใจการย่อยอาหารของสัตว์และมนุษย์ รวมทั้งการหายใจและการแลกเปลี่ยนแก๊สการลำเลียงสารและการหมุนเวียนเลือด ภูมิคุ้มกันของร่างกาย การขับถ่าย การรับรู้และการตอบสนอง การเคลื่อนที่ การสืบพันธุ์และการเจริญเติบโต ฮอร์โมนกับการรักษาดุลยภาพ และพฤติกรรมของสัตว์ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 4.5 เข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับระบบนิเวศ กระบวนการถ่ายทอดพลังงานและการหมุนเวียนสารในระบบนิเวศ ความหลากหลายของไบโอม การเปลี่ยนแปลงแทนที่ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ ประชากรและรูปแบบการเพิ่มของประชากร ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ปัญหา และผลกระทบที่เกิดจากการใช้ประโยชน์ และแนวทางการแก้ไขปัญหา

หมายเหตุ: มาตรฐาน ว ๔.๑ – ว ๔.๕ สำหรับผู้เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 – 6 ที่เน้นวิทยาศาสตร์

สาระที่ 5 เคมี

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจโครงสร้างอะตอม การจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ สมบัติของธาตุพันธะเคมีและสมบัติของสาร แก๊สและสมบัติของแก๊ส ประเภทและสมบัติของสารประกอบอินทรีย์และพอลิเมอร์ รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 5.2 เข้าใจการเขียนและการดุลสมการเคมี ปริมาณสัมพันธ์ในปฏิกิริยาเคมี อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี สมดุลในปฏิกิริยาเคมี สมบัติและปฏิกิริยาของกรด-เบส ปฏิกิริยารีดอกซ์และเซลล์เคมีไฟฟ้า รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 5.3 เข้าใจหลักการทำปฏิบัติการเคมี การวัดปริมาณสาร หน่วยวัดและการเปลี่ยนหน่วยการคำนวณปริมาณของสาร ความเข้มข้นของสารละลาย รวมทั้งการบูรณาการความรู้และทักษะในการอธิบายปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวันและการแก้ปัญหาทางเคมี

หมายเหตุ: มาตรฐาน ว 5.1 – ว 5.3 สำหรับผู้เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 – 6 ที่เน้นวิทยาศาสตร์

สาระที่ 6 ฟิสิกส์

มาตรฐาน ว 6.1 เข้าใจธรรมชาติทางฟิสิกส์ ปริมาณและกระบวนการวัด การเคลื่อนที่แนวตรง แรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน กฎความโน้มถ่วงสากล แรงเสียดทาน สมดุลกลของวัตถุงาน และกฎการอนุรักษ์พลังงานกล โมเมนตัมและกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม การเคลื่อนที่แนวโค้ง รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 6.2 เข้าใจการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย ธรรมชาติของคลื่น เสียงและการได้ยินปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสงและการเห็น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับแสงรวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 6.3 เข้าใจแรงไฟฟ้าและกฎของคูลอมบ์สนามไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้า ความจุไฟฟ้า กระแสไฟฟ้าและกฎของโอห์ม วงจรไฟฟ้ากระแสตรง พลังงานไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้า การเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า สนามแม่เหล็ก แรงแม่เหล็กที่กระทำกับประจุไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า การเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้าและกฎของฟาราเดย์ ไฟฟ้ากระแสสลับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและการสื่อสาร รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 6.4 เข้าใจความสัมพันธ์ของความร้อนกับการเปลี่ยนอุณหภูมิและสถานะของสสาร สภาพยืดหยุ่นของวัสดุ และมอดูลัสของยัง ความดันในของไหล แรงพุง และหลักของอาร์คิมิดีส ความตึงผิวและแรงหนืดของของเหลว ของไหลอุดมคติ และสมการแบร์นูลลี กฎของแก๊ส ทฤษฎีจลน์ของแก๊สอุดมคติและพลังงานในระบบ ทฤษฎีอะตอมของโบร์ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก ทวิภาวะของคลื่นและอนุภาค กัมมันตภาพรังสี แรงแวนเดอวาลส์ ปฏิกริยานิวเคลียร์ พลังงานนิวเคลียร์ ฟิสิกส์อนุภาค รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

หมายเหตุ: มาตรฐาน ว 6.1 – ว 6.4 สำหรับผู้เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 – 6 ที่เน้นวิทยาศาสตร์

สาระที่ 7 โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ

มาตรฐาน ว 7.1 เข้าใจกระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลก ธรณีพิบัติภัยและผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม การศึกษาลำดับชั้นหิน ทรัพยากรธรณี แผนที่ และการนำไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว ๗.๒ เข้าใจสมดุลพลังงานของโลก การหมุนเวียนของอากาศบนโลก การหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทร การเกิดเมฆ การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกและผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม รวมทั้งการพยากรณ์อากาศ

มาตรฐาน ว ๗.๓ เข้าใจองค์ประกอบ ลักษณะ กระบวนการเกิด และวิวัฒนาการของเอกภพ กาแล็กซีดาวฤกษ์ และระบบสุริยะ ความสัมพันธ์ของดาราศาสตร์กับมนุษย์จากการศึกษาตำแหน่งดาวบนทรงกลมฟ้าและปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ รวมทั้งการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ

หมายเหตุ: มาตรฐาน ว 7.1 – ว 7.3 สำหรับผู้เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 – 6 ที่เน้นวิทยาศาสตร์

สาระที่ 8 เทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อ

แก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 8.2 เข้าใจและใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนรู้ การทำงาน และการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทัน และมีจริยธรรม

หมายเหตุ: มาตรฐาน ว 8.1 สำหรับผู้เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 –6

2.1.3 ตัวชี้วัดกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้และแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย เหมาะสมกับระดับชั้น โดยกำหนดสาระสำคัญไว้ 8 สาระ ดังนี้

2.1.3.1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

เรียนรู้เกี่ยวกับชีวิตในสิ่งแวดล้อม องค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต การดำรงชีวิตของมนุษย์และสัตว์ การดำรงชีวิตของพืช พันธุกรรม ความหลากหลายทางชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต

2.1.3.2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

เรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของสาร การเปลี่ยนแปลงของสาร การเคลื่อนที่ พลังงาน และคลื่น

2.1.3.3 วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ

เรียนรู้เกี่ยวกับโลกในเอกภพ ระบบโลก และมนุษย์กับการเปลี่ยนแปลงของโลก

2.1.3.4 ชีววิทยา

เรียนรู้เกี่ยวกับการศึกษาชีววิทยา สารเคมีในสิ่งมีชีวิต เซลล์ของสิ่งมีชีวิตพันธุกรรมและการถ่ายทอด วิวัฒนาการ ความหลากหลายทางชีวภาพ โครงสร้างและการทำงานของส่วนต่าง ๆ ในพืชดอก ระบบและการทำงานในอวัยวะต่าง ๆ ของสัตว์และมนุษย์ และสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

2.1.3.5 เคมี

เรียนรู้เกี่ยวกับปริมาณสาร องค์ประกอบและสมบัติของสาร การเปลี่ยนแปลงของสาร ทักษะและการแก้ปัญหาทางเคมี

2.1.3.6 ฟิสิกส์

เรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติและการค้นพบทางฟิสิกส์ แรง และการเคลื่อนที่ พลังงาน

2.1.3.7 โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ

เรียนรู้เกี่ยวกับโลกและกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยา ข้อมูลทางธรณีวิทยาและการนำไปใช้ประโยชน์ การถ่ายโอนพลังงานความร้อนของโลก การเปลี่ยนแปลงลักษณะลมฟ้าอากาศกับการดำรงชีวิตของมนุษย์ โลกในเอกภพ และดาราศาสตร์กับมนุษย์

2.1.3.8 เทคโนโลยี

1) การออกแบบและเทคโนโลยี เรียนรู้เกี่ยวกับการพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเทคโนโลยีเพื่อดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

2) วิทยาการคำนวณ เรียนรู้เกี่ยวกับการพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ความเข้าใจ มีทักษะการคิดเชิงคำนวณ การคิดวิเคราะห์ แก้ปัญหาเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ประยุกต์ใช้ความรู้ด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.1.4 ผลการเรียนรู้ วิชาฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

2.1.4.1 สืบค้น และอธิบายการค้นหาคำรู้ทางฟิสิกส์ประวัติความเป็นมา รวมทั้งพัฒนาการของหลักการและแนวคิดทางฟิสิกส์ที่มีผลต่อการแสวงหาคำรู้ใหม่และการพัฒนาเทคโนโลยี

2.1.4.2 วัด และรายงานผลการวัดปริมาณทางฟิสิกส์ได้ถูกต้องเหมาะสม โดยนำความคลาดเคลื่อนในการวัดมาพิจารณาในการนำเสนอผล รวมทั้งแสดงผลการทดลองในรูปแบบของกราฟ วิเคราะห์และแปลความหมายจากกราฟเส้นตรง

2.1.4.3 ทดลอง และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่ง การกระจัด ความเร็ว และความเร่งของการเคลื่อนที่ของวัตถุในแนวตรงที่มีความเร่งคงตัวจากกราฟและสมการ รวมทั้งทดลองหาค่าความเร่งโน้มถ่วงของโลก และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

2.1.4.4 ทดลอง และอธิบายการหาแรงลัพธ์ของแรงสองแรงที่ทำมุมต่อกัน

2.1.4.5 เขียนแผนภาพของแรงที่กระทำต่อวัตถุอิสระทดลอง และอธิบายกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันและการใช้กฎการเคลื่อนที่ของนิวตันกับสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุรวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

2.1.4.6 อธิบายกฎความโน้มถ่วงสากลและผลของสนามโน้มถ่วงที่ทำให้วัตถุมีน้ำหนัก รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

2.1.4.7 วิเคราะห์อธิบาย และคำนวณแรงเสียดทานระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุคู่หนึ่ง ๆ ในกรณีที่วัตถุหยุดนิ่งและวัตถุเคลื่อนที่ รวมทั้งทดลองหาสัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุคู่หนึ่งๆและนำความรู้เรื่องแรงเสียดทานไปใช้ในชีวิตประจำวัน

2.1.4.8 อธิบายสมดุลกลของวัตถุโมเมนต์และผลรวมของโมเมนต์ที่มีต่อการหมุน แรงคู่ควบ และผลของแรงคู่ควบที่มีต่อสมดุลของวัตถุ เขียนแผนภาพของแรงที่กระทำต่อวัตถุอิสระเมื่อวัตถุอยู่ในสมดุล และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งทดลองและอธิบายสมดุลของแรงสามแรง

2.1.4.9 สังเกต และอธิบายสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุ เมื่อแรงที่กระทำต่อวัตถุผ่านศูนย์กลางมวลของวัตถุและผลของศูนย์ถ่วงที่มีต่อเสถียรภาพของวัตถุ

2.1.4.10 วิเคราะห์และคำนวณงานของแรงคงตัว จากสมการและพื้นที่ใต้กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับตำแหน่ง รวมทั้งอธิบาย และคำนวณกำลังเฉลี่ย

2.1.4.11 อธิบาย และคำนวณพลังงานจลน์พลังงานศักย์ พลังงานกล ทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานจลน์ ความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานศักย์โน้มถ่วง ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของแรงที่ใช้ดึงสปริงกับระยะที่สปริงยืดออกและความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานศักย์ยืดหยุ่น รวมทั้งอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างงานของแรงลัพธ์และพลังงานจลน์ และคำนวณงานที่เกิดขึ้นจากแรงลัพธ์

2.1.4.12 อธิบายกฎการอนุรักษ์พลังงานกล รวมทั้งวิเคราะห์และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ของวัตถุในสถานการณ์ต่าง ๆ โดยใช้กฎการอนุรักษ์พลังงานกล

2.1.4.13 อธิบายการทำงานประสิทธิภาพและการได้เปรียบเชิงกลของเครื่องกลอย่างง่ายบางชนิดโดยใช้ความรู้เรื่องงานและสมดุล รวมทั้งคำนวณประสิทธิภาพและการได้เปรียบเชิงกล

2.1.4.14 อธิบาย และคำนวณโมเมนต์ของวัตถุและการดลจากสมการและพื้นที่ใต้กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงลัพธ์กับเวลา รวมทั้งอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงดลกับโมเมนต์

2.1.4.15 ทดลอง อธิบาย และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการชนของวัตถุในหนึ่งมิติทั้งแบบยืดหยุ่น ไม่ยืดหยุ่น และการติดตัวแยกจากกันในหนึ่งมิติซึ่งเป็นไปตามกฎการอนุรักษ์โมเมนต์

2.1.4.16 อธิบาย วิเคราะห์และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์และทดลองการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

2.1.4.17 ทดลอง และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงสู่ศูนย์กลาง รัศมีของการเคลื่อนที่ อัตราเร็วเชิงเส้น อัตราเร็วเชิงมุม และมวลของวัตถุในการเคลื่อนที่แบบวงกลมในระนาบระดับ รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องและประยุกต์ใช้ความรู้การเคลื่อนที่แบบวงกลมในการอธิบายการโคจรของดาวเทียม

2.1.5 คำอธิบายรายวิชาฟิสิกส์ 1 ว31211

ศึกษา วิเคราะห์ หลักการของงานและพลังงาน โมเมนตัมและการชน การเคลื่อนที่แบบวงกลม การเคลื่อนที่แบบโปรเจกไทล์ สภาพยืดหยุ่น โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ การสืบค้นข้อมูลและการอภิปรายใช้กระบวนการเรียนรู้ที่หลากหลายเพื่อสร้างความคิด ความเข้าใจ สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ มีความสามารถในการตัดสินใจ เห็นคุณค่าของการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันมีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรมและค่านิยมที่เหมาะสม

จากการวิจัยครั้งนี้ได้กล่าวถึงหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) คำอธิบายรายวิชา ตัวชี้วัด ผลการเรียนรู้ สอดคล้องกับเนื้อหาการจัดการเรียนรู้ รูปแบบสะสมเต็มศึกษา หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 งานและพลังงาน ดังตารางที่ 2.1 โครงสร้างการจัดการเรียนรู้ รายวิชาฟิสิกส์ 1 ว31211 ของผู้เรียนระดับการศึกษาปีที่ 4

ตารางที่ 2.1

โครงสร้างการจัดการเรียนรู้หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 งานและพลังงาน

ลำดับที่	เรื่อง	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
1	งานในทางฟิสิกส์	10. วิเคราะห์และคำนวณงานของแรงคงตัว จากสมการและพื้นที่ใต้กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับตำแหน่ง รวมทั้งอธิบายและคำนวณกำลังเฉลี่ย	เมื่อมีแรงกระทำต่อวัตถุและการกระทำอยู่ในแนวเดียวกับแรงจะเกิดงานของแรงนั้นงานของแรงที่กระทำต่อวัตถุหาได้จากผลคูณของแรงกับการกระทำในแนวแรง	2

(ต่อ)

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

ลำดับที่	เรื่อง	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
2	กำลัง	10. วิเคราะห์และคำนวณงานของแรงคงตัว จากสมการและพื้นที่ใต้กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับตำแหน่ง รวมทั้งอธิบาย และคำนวณกำลังเฉลี่ยความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานจลน์ ความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานศักย์โน้มถ่วง	งานที่ทำได้ในหนึ่งหน่วยเวลา เรียกว่า กำลังเฉลี่ย กำลังเคลื่อนที่และอาจหาได้จากพื้นที่ใต้กราฟระหว่างแรงในแนวการเคลื่อนที่กับตำแหน่งที่เปลี่ยนไป	2
3	พลังงานกล	10. ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของแรงที่ใช้ดึงสปริงกับระยะที่สปริงยืดออก และความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานศักย์ยืดหยุ่น	งานและพลังงานมีความสัมพันธ์กันโดยงานของ แรงลัพธ์เท่ากับพลังงานจลน์ของวัตถุเปลี่ยนไป	2
4	พลังงานจลน์	11. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างงานของแรงลัพธ์และพลังงานจลน์และคำนวณงานที่เกิดขึ้นจากแรงลัพธ์ พลังงานจลน์ ความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานศักย์โน้มถ่วง	พลังงานจลน์เป็นพลังงานของวัตถุที่เกิดขึ้นขณะที่วัตถุกำลังเคลื่อนที่เป็นผลมาจากแรงที่กระทำต่อวัตถุนั้น	2

(ต่อ)

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

ลำดับที่	เรื่อง	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
		ความสัมพันธ์ระหว่างขนาด ของแรงที่ใช้ดึง		
5	พลังงานศักย์	11. สปริงกับระยะที่สปริงยืด ออกและความสัมพันธ์ ระหว่างงานกับพลังงาน ศักย์ยืดหยุ่น รวมทั้ง อธิบายความสัมพันธ์ ระหว่างงานของแรงลัพธ์ และพลังงานจลน์และ คำนวณงานที่เกิดขึ้นจาก แรงลัพธ์	พลังงานศักย์เป็นพลังงาน ของวัตถุที่เกี่ยวข้องกับ ตำแหน่งหรือรูปร่าง อันเป็นผลมาจากแรง ที่กระทำต่อวัตถุนั้น เช่น พลังงานศักย์โน้ม ถ่วง พลังงานศักย์ ยืดหยุ่น	2
6	กฎอนุรักษ์ พลังงาน	12. อธิบายกฎการอนุรักษ์ พลังงานกล รวมทั้ง วิเคราะห์และคำนวณ ปริมาณต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง กับการเคลื่อนที่ของวัตถุ ในสถานการณ์ต่าง ๆ โดย ใช้กฎการอนุรักษ์ พลังงานกล	พลังงานต่าง ๆ ของวัตถุจะ ไม่สูญหาย แต่อาจ เปลี่ยนจากพลังงาน หนึ่งเป็นอีกพลังงาน หนึ่ง ซึ่งเป็นไปตามกฎ การอนุรักษ์พลังงาน กล กฎการอนุรักษ์ พลังงานกลสามารถใช้ วิเคราะห์การเคลื่อนที่ ต่าง ๆ	2

(ต่อ)

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

ลำดับที่	เรื่อง	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
7	เครื่องกล การ ได้เปรียบ เชิงกล และ ประสิทธิ ภาพ เครื่องกล	13. อธิบายการทำงาน ประสิทธิภาพและการ ได้เปรียบเชิงกลขอ เครื่องกลอย่างง่ายบาง ชนิดโดยใช้ความรู้เรื่องงาน และสมมูลกล รวมทั้ง คำนวณประสิทธิภาพและ การได้เปรียบเชิงกล	เครื่องกลอย่างง่าย ได้แก่ คาน รอก ฟันเอียง ล้อ กับ เพลา ลิ่ม และสกรู การทำงานของ เครื่องกลอย่างง่าย ใช้ หลักการของงาน	2
รวม				14

ผู้วิจัยได้เขียนโครงสร้างการจัดการเรียนรู้หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 งานและพลังงาน สาระที่ 6 ฟิสิกส์ มาตรฐาน ว 6. ซึ่งผู้วิจัยได้นำไปสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง งานและพลังงาน จำนวน 20 ข้อ และนำไปเก็บรวบรวมข้อมูลหลังจากทดลองจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทาง สะเต็มศึกษา ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561

2.2 สะเต็มศึกษา

2.2.1 นิยามของสะเต็มศึกษา

มีนักการศึกษาหลายท่านที่ได้กล่าวถึงนิยามของคำว่า สะเต็มศึกษา (STEM Education) ไว้ดังนี้

ศิริชัย นามบุรี (2546, น. 8-12) ได้กล่าวว่า สะเต็มศึกษา ว่าเป็นการสอนแบบบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา (Interdisciplinary Integration) ระหว่างศาสตร์สาขาต่าง ๆ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science: S) เทคโนโลยี (Technology: T) กระบวนการทางวิศวกรรมศาสตร์ (Engineer: E) และคณิตศาสตร์ (Mathematics: M) โดยนำจุดเด่นของธรรมชาติตลอดจนวิธีการสอนของแต่ละสาขาวิชามา

ผสมผสานกันอย่างลงตัว เพื่อให้ผู้เรียนนำความรู้ทุกแขนงมาใช้ในการแก้ปัญหาการค้นคว้า และการพัฒนาสิ่งต่าง ๆ ในสถานการณ์โลกปัจจุบันซึ่งต้องอาศัยการจัดการเรียนรู้ที่ครูผู้สอนหลายสาขาร่วมมือกันเพราะในการทำงานจริงหรือในชีวิตประจำวันนั้นต้องใช้ความรู้หลายด้านในการทำงานทั้งสิ้น ไม่ได้แยกใช้ความรู้เป็นส่วน ๆ นอกจากนี้ การจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา ยังเป็นการส่งเสริมการพัฒนาทักษะสำคัญในโลกโลกาภิวัตน์หรือทักษะที่จำเป็นสำหรับศตวรรษที่ 21 อีกด้วย

พรทิพย์ ศิริภัทราชัย (2556, น. 80-86) ได้กล่าวว่า สะเต็มศึกษา เป็นการสอนแบบบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา (Interdisciplinary Integration) ระหว่างศาสตร์สาขาต่าง ๆ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science : S) เทคโนโลยี (Technology : T) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineer : E) และคณิตศาสตร์ (Mathematics : M) โดยนำจุดเด่นของธรรมชาติ ตลอดจนวิธีการสอนของแต่ละสาขาวิชามาสผสมผสานกัน อย่างลงตัว เพื่อให้ผู้เรียนนำความรู้ทุกแขนงมาใช้ในการแก้ปัญหาการค้นคว้า และการพัฒนาสิ่งต่าง ๆ ในสถานการณ์โลกปัจจุบันซึ่งอาศัยการจัดการเรียนรู้ที่ครูผู้สอนหลายสาขาร่วมมือกันเพราะในการทำงานจริงหรือในชีวิตประจำวันนั้นต้องใช้ความรู้หลายด้านในการทำงานทั้งสิ้นไม่ได้แยกใช้ความรู้เป็นส่วน ๆ นอกจากนี้ STEM Education ยังเป็นการส่งเสริมการพัฒนาทักษะสำคัญในโลกโลกาภิวัตน์หรือทักษะที่จำเป็นสำหรับศตวรรษที่ 21 อีกด้วย

ชลธิป สมานิติโต (2558, น. 103-105) ได้กล่าวว่า สะเต็มศึกษา เป็นรูปแบบการจัดการศึกษาที่ บูรณาการสาระวิชาวิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) เข้าด้วยกันโดยจะเน้นให้ ผู้เรียนพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ การแก้ปัญหาและการทำงานร่วมกัน โดยในการจัดประสบการณ์การเรียนรู้สะเต็มศึกษาในระดับการศึกษาปฐมวัยสามารถจัดสอนโดยผ่านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 4 ขั้นตอนประกอบด้วย ขั้นตอนการตั้งคำถาม ขั้นการสำรวจตรวจสอบขั้นตอบคำถามที่ตั้งขึ้น และขั้นนำเสนอ และสามารถจัดในรูปแบบหน่วยหรือโครงการก็ได้

ดังนั้นจากนิยามของคำว่าสะเต็มศึกษา (STEM Education).ในข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า สะเต็มศึกษาเป็นการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการทั้ง 4 สาขาวิชาเข้าไว้ด้วยกัน คือ วิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) กระบวนการทางวิศวกรรมศาสตร์ (Engineer) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ นำความรู้ทั้ง 4 สาขามาเพื่อสร้างนวัตกรรม และนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

2.2.2 ความหมายของสะเต็มศึกษา

มีนักรการศึกษาหลายท่านที่ได้ให้ความหมายของคำว่า สะเต็มศึกษา (STEM Education) ดังนี้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557, น.6) กล่าวว่า สะเต็มศึกษา (Science Technology Engineering and Mathematics Education: STEM Education) เป็นแนวทางจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ที่มุ่งแก้ปัญหาที่พบเห็นในชีวิตจริง เพื่อสร้างเสริมประสบการณ์ ทักษะชีวิต ความคิดสร้างสรรค์ และเป็นการเตรียมความพร้อมให้กับผู้เรียนในการปฏิบัติงานที่ต้องใช้องค์ความรู้และทักษะกระบวนการด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี รวมทั้งนำไปสู่การสร้างนวัตกรรม

สิรินภา กิจเกื้อกูล (2558, น. 202-203) ได้อธิบายความหมายของสะเต็มศึกษา ว่าเป็นการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ 4 สาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นแนวคิดที่เกิดขึ้นจากการขาดแคลนแรงงานคุณภาพทางวิศวกรรมและวิทยาศาสตร์ของประเทศสหรัฐอเมริกา การจัดการเรียนรู้ในรูปแบบสะเต็มศึกษาจะเน้นการส่งเสริมให้ผู้เรียนทุกคนสามารถสร้างสรรค์ชิ้นงาน มีทักษะในการออกแบบ และคิดหาวิธีการแก้ปัญหาได้ตามสภาพจริงตามหลักการออกแบบเชิงวิศวกรรมศาสตร์ โดยการนำองค์ความรู้และกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมศาสตร์มาบูรณาการในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ อาจมีใช้เรื่องใหม่ เพราะกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมศาสตร์มีลักษณะคล้ายกับกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์มาก เพียงแต่วิทยาศาสตร์ต้องการผลลัพธ์เป็นคำอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ ส่วนวิศวกรรมศาสตร์ต้องการผลลัพธ์เป็นชิ้นงานสำหรับใช้แก้ปัญหา

เขมวดี พงศานนท์ (2557, น. 34) ได้อธิบายความหมายของสะเต็มศึกษา ว่าสะเต็มศึกษานั้นเป็นการผนวก 4 สาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ไว้ด้วยกันนั้น ซึ่งกำลังเป็นที่สงสัยสำหรับ ผู้สอน ทั้งในกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และการงานอาชีพและเทคโนโลยีว่าจะนำแนวทางนี้ไปสู่ภาคปฏิบัติได้อย่างไร บทความฉบับนี้ จึงได้นำเสนอรูปแบบการบูรณาการแนวคิดของสะเต็มศึกษาสู่การจัดการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน ที่สามารถบูรณาการได้หลากหลายแบบและจะได้นำเสนอหลักการออกแบบหน่วยการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา พร้อมทั้งตัวอย่างกิจกรรม การเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาไว้ด้วย

Koehler et al. (2013, pp. 47-53) ได้อธิบายความหมายของสะเต็มศึกษา ว่าเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียน เกิดการเรียนรู้ เกิดการรู้เรื่องทางเทคนิค (Technical Literacy)

สามารถนำเนื้อหาความรู้ และกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมศาสตร์ ไปใช้แก้ปัญหา ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน และสามารถตัดสินใจในสถานการณ์ปัญหา อย่างผู้มีความรู้ความเข้าใจในเทคโนโลยี

Roberts (2013, pp. 13-26) ได้อธิบายความหมายของสะเต็มศึกษา ว่าเป็นวิธีการหลอมรวม 4 ศาสตร์วิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ คณิตศาสตร์ เป็นหนึ่งเดียวการหลอมรวมทำได้โดยจัดการเรียนรู้ที่ตั้งอยู่บนฐานของการปฏิบัติการออกแบบ (Design-Based) การแก้ปัญหา (Problem Solving) การค้นพบ (Discovery) และการใช้ยุทธวิธีการสำรวจ (Exploratory Learning Strategies)

ดังนั้น จากความหมายของสะเต็มศึกษา (STEM Education) สามารถสรุปได้ว่า สะเต็มศึกษา เป็นการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียน มีความ เข้าใจ เกิดการเรียนรู้ทั้ง 4 สาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี กระบวนการทางวิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ที่ตั้งอยู่บนพื้นฐานของการปฏิบัติการ การออกแบบ การแก้ปัญหา และสำหรับแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษานั้น ครูผู้สอนต้องผนวกองค์ประกอบสำคัญของการเรียนการสอน 2 ด้าน คือ ด้านบริบทซึ่งเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของผู้เรียนเอง และ ด้านเนื้อหาซึ่งเกี่ยวข้องกับความรู้พื้นฐานที่สามารถส่งเสริมให้ผู้เรียน เกิดการเรียนรู้ที่ลึกซึ้งยิ่งขึ้น

2.2.3 ลักษณะของสะเต็มศึกษา

สะเต็มศึกษากิจการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเป็นการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมหรือโครงการที่บูรณาการเรียนรู้อุตสาหกรรม วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี ผนวกกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม โดยผู้เรียนจะได้ทำกิจกรรมเพื่อพัฒนาความรู้ความเข้าใจและฝึกทักษะด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี และนำความรู้มาออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการเพื่อตอบสนองความต้องการหรือแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน เพื่อให้ได้เทคโนโลยีซึ่งเป็นผลผลิตจากกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ลักษณะสำคัญของสะเต็มศึกษาประกอบด้วย 5 ประการ ได้แก่ (1) เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้บูรณาการความรู้ และทักษะของวิชาที่เกี่ยวข้องในสะเต็มศึกษาในระหว่างการเรียนรู้ (2) มีการท้าทายผู้เรียนให้ได้แก้ปัญหาหรือสถานการณ์ที่ผู้สอนกำหนด (3) มีกิจกรรมกระตุ้นการเรียนรู้แบบแอกทีฟของผู้เรียน (4) ช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 ผ่านการทำกิจกรรมหรือสถานการณ์ที่ผู้สอน กำหนดให้ และ (5) สถานการณ์หรือปัญหาที่ใช้ในกิจกรรมมีความเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันของ ผู้เรียนหรือการประกอบอาชีพในอนาคต สำหรับลักษณะของสะเต็มศึกษามีนักการศึกษากล่าวถึง ดังนี้

ชลาธิป สมหาหิโต (2558, น. 104-110) ได้กล่าวถึงลักษณะของสะเต็มว่า ตัวอักษรตัวแรกของสะเต็ม (STEM) คือ S มาจากคำว่า Science หรือ วิทยาศาสตร์ เป็นสาระที่ศึกษาทำความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติรอบตัว ประกอบด้วยความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ทักษะและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ประกอบด้วยสาระต่อไปนี้ สิ่งมีชีวิตและกระบวนการดำรงชีวิต ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม สารและสมบัติของสาร แรงและการเคลื่อนที่ พลังงานกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

National Research Council (2011) กล่าวว่าตัวอักษรตัวที่สองของ STEM คือ T มาจากคำว่า Technology หรือ เทคโนโลยี ซึ่งเป็นสาระที่เกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหา การพัฒนาสิ่งต่างๆหรือกระบวนการต่างๆเพื่อตอบสนองความต้องการของมนุษย์เรา ดังนั้น คำว่า เทคโนโลยีจึงไม่ได้หมายความถึงเพียงแค่ผลผลิตที่ได้จากกระบวนการแก้ปัญหาอย่าง เช่น คอมพิวเตอร์ กล้องถ่ายภาพ โทรศัพท์มือถือ เท่านั้น แต่ยังหมายถึงกระบวนการแก้ปัญหาอีกด้วย

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551, น. 1-2) ตัวอักษรตัวที่สามของ STEM คือ E มาจากคำว่า Engineering หรือ วิศวกรรมศาสตร์ ซึ่งวิศวกรรมในที่นี้ หมายถึง การออกแบบ การวางแผนเพื่อแก้ปัญหา โดย เป็นการใช้องค์ความรู้ต่าง ๆ มาสร้างสรรค์ออกแบบ ผลงานภายใต้ข้อจำกัดหรือเงื่อนไขที่กำหนด บทบาทของวิศวกรรมศาสตร์ในสะเต็มศึกษานี้จะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ การคิดแก้ปัญหาการคิดเป็นเหตุเป็นผล การคิดเป็นระบบ อีกทั้งยังเป็นการฝึกนิสัยความเพียร ความรอบคอบ ในกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมศาสตร์นั้นจะต้องคำนึงถึง ดังนี้

1. ปัญหาความต้องการหรือความมุ่งหมาย
2. แนวทางการแก้ปัญหา
3. การลงมือปฏิบัติเพื่อแก้ปัญหา
4. การทดสอบและประเมินผล

ทั้งนี้ในกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมศาสตร์นั้นมีลักษณะที่เป็นวงจรที่ย้อนกลับไปข้างหน้างานนั้นเพื่อแก้ปัญหอะไร ซึ่งเมื่อลงมือปฏิบัติแล้วหากพบปัญหาจนทำให้ต้องหาแนวทางการแก้ปัญหาโดยการออกแบบประดิษฐ์ชิ้นงานเพื่อแก้ปัญหานั้น แล้วนำมาทดสอบก็ได้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551) ตัวอักษรตัวที่สี่ของ STEM คือ M มาจาก Mathematics หรือ คณิตศาสตร์ ซึ่งครอบคลุมเนื้อหาเกี่ยวกับจำนวนและกระบวนการ

การวัด เรขาคณิต พีชคณิต การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น ส่วนทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์จะครอบคลุมการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ซึ่งบทบาทของคณิตศาสตร์ในการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา จะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะการคิดแก้ปัญหา การคิดเป็นเหตุเป็นผล ทักษะการคิดสร้างสรรค์ ทักษะการสื่อสารและการนำเสนอให้ผู้อื่นเข้าใจได้

ดังนั้นจากลักษณะของคำว่าสะเต็ม (STEM) ที่กล่าวในข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า สะเต็ม มาจากการรวมกันของ 4 สาขาวิชาอัน ได้แก่ อักษรตัว S มาจากคำว่า Science หรือ วิทยาศาสตร์ จะเป็นเนื้อหาหรือองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ อักษรตัว T มาจากคำว่า Technology หรือ เทคโนโลยี จะเป็นการพัฒนาสิ่งต่าง ๆ หรือกระบวนการต่างๆเพื่อตอบสนองความต้องการของมนุษย์ อักษรตัว E มาจากคำว่า Engineering หรือ กระบวนการวิศวกรรมศาสตร์ ซึ่งจะเป็นการออกแบบชิ้นงานเพื่อให้เกิดเป็นนวัตกรรม และตัวสุดท้าย คือ อักษรตัว M มาจาก Mathematics หรือ คณิตศาสตร์ ซึ่งเกี่ยวกับการวัด การคำนวณทางคณิตศาสตร์

2.2.4 ความเป็นมาของสะเต็มศึกษา

ได้มีนักวิชาการได้กล่าวถึงความเป็นมาของสะเต็มศึกษาไว้ ดังนี้

กมลฉัตร กล่อมอิม (2560, น. 77-89) กล่าวว่าจากแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่สิบสอง พ.ศ.2560-2564 ให้ความสำคัญกับพัฒนาเด็กวัยเรียนและวัยรุ่นให้มีทักษะการคิดวิเคราะห์อย่างเป็นระบบ มีความคิดสร้างสรรค์ มีทักษะการทำงานและการใช้ชีวิตที่พร้อมเข้าสู่ตลาดแรงงาน ดังนี้ 1) ปรับกระบวนการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้เด็กมีการเรียนรู้จากการปฏิบัติจริงสอดคล้องกับพัฒนาการของสมองแต่ละช่วงวัย เน้นพัฒนาทักษะพื้นฐานด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี ด้านวิศวกรรมศาสตร์ ด้านคณิตศาสตร์ ด้านศิลปะ และด้านภาษาต่างประเทศ 2) สนับสนุนให้เด็กเข้าร่วมกิจกรรมทั้งในและนอกห้องเรียนที่เอื้อต่อการพัฒนาทักษะชีวิตและทักษะการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง อาทิ การอ่าน การบำเพ็ญประโยชน์ทางสังคม การดูแลสุขภาพ การทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม และการวางแผนชีวิต และ 3) ด้านคุณลักษณะ ผู้เรียนสามารถมีทักษะการทำงานเป็นกลุ่ม มีทักษะการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพ สามารถใช้เครื่องมือด้านเทคโนโลยีสารสนเทศได้เป็นอย่างดี จากบริบทที่มีการเปลี่ยนแปลงของโลกและการศึกษาที่ต้องเปลี่ยนแปลงไปตามบริบทของโลกที่เปลี่ยนแปลงไปในศตวรรษที่ 21 การจัดการศึกษาในปัจจุบันจำเป็นต้องปรับเปลี่ยนกระบวนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งสามารถแบ่งกระบวนการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เป็น 3 องค์ประกอบ

คือ ปัจจัย กระบวนการ และผลผลิต ดังแสดงในรูป ซึ่งปัจจัยที่สำคัญ คือ ปัจจัยที่ 1 คือ ทฤษฎีการเรียนรู้ เพื่อสร้างสรรค์ด้วยปัญญา (Constructionism) เป็นปัจจัยหนึ่งในการสร้างกระบวนการเรียนรู้ ปัจจัยที่ 2 คือ ครู ซึ่งครูจำเป็นต้องเปลี่ยนกระบวนการสอน จากผู้สอนเป็นผู้กระตุ้นการเรียนรู้ หรือผู้ช่วยเหลือการเรียนรู้ (Facilitator) และปัจจัยที่ 3 คือ ผู้เรียน เปลี่ยนจากผู้เรียน เป็นนวัตกรรม (Innovator) เพื่อสร้างสรรค์นวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้แบบต่าง ๆ ตามความสนใจของผู้เรียน ให้เหมาะสมกับบริบทของผู้เรียนในแต่ละโรงเรียน และปัจจัยอื่น ๆ

จากความสำคัญของสะเต็มศึกษา และแนวทางการจัดกระบวนการเรียนรู้ตามแนวทางการสร้างสรรค์ด้วยปัญญา (Constructionism) การเปลี่ยนครูผู้สอนเป็นผู้ช่วยเหลือการเรียนรู้ (Facilitator) และการสร้างผู้เรียนให้เป็นนวัตกรรม (Innovator) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ (มจพ.) จึงได้มีโครงการจัดตั้งศูนย์สะเต็มศึกษา (STEM Education Center) ขึ้น อยู่ภายใต้การดูแลของกองส่งเสริมวิชาการซึ่งทำหน้าที่ในการบริหารจัดการพัฒนาระบบการเรียนการสอนรูปแบบสะเต็มศึกษา (STEM Education) ให้กับสถานศึกษาในเครือข่ายความร่วมมือทางวิชาการ จำนวน 12 แห่ง ซึ่งการเรียนในรูปแบบนี้เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ การดำเนินงานทางด้านสะเต็มศึกษาจะเป็นแนวทางหนึ่งในการพัฒนาครู ผู้เรียน/นักศึกษา ของสถานศึกษาสายสามัญ และสายอาชีพในเครือข่ายความร่วมมือทางวิชาการ ซึ่งเป็นการสนับสนุนการปฏิรูปการศึกษาไทยเพื่อเตรียมความพร้อมการเข้าสู่การศึกษาในศตวรรษที่ 21 และนโยบายไทยแลนด์ 4.0 ของรัฐบาล

2.3 การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

2.3.1 องค์ประกอบ 4 วิชาของสะเต็มศึกษา

ในการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็ม ศึกษามีความเกี่ยวข้องกับ วิชาการหรือวิทยาการที่เป็นหลัก 4 วิชา ด้วยกัน ได้แก่ วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรมศาสตร์ อย่างไรก็ตาม เมื่อเปรียบเทียบวิชาการ ทั้ง 4 กับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ของประเทศไทย พบว่า สะเต็มศึกษามีความเกี่ยวข้องกับกลุ่มสาระการเรียนรู้ 3 กลุ่มสาระ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีนั้น มีเป้าหมายหลักในการพัฒนาผู้เรียนให้เป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ (Science Literate) ผู้รู้คณิตศาสตร์ (Math Literate) และผู้รู้

เทคโนโลยี (Technology Literate) ซึ่งเป้าหมายของการเรียนรู้ในวิชาการที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษา ประกอบด้วย

2.3.1.1 เป้าหมายของการสอนวิทยาศาสตร์ คือ การพัฒนาให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหา (หลัก กฎ และทฤษฎี) วิชาวิทยาศาสตร์ (ฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา และโลก ดาราศาสตร์อวกาศ) สามารถเชื่อมโยง ความเกี่ยวเนื่องเนื้อหาสาระวิชา และมีทักษะในการปฏิบัติการเชิงวิทยาศาสตร์ มีทักษะในการคิดที่เป็นเหตุเป็นผล สามารถค้นหาความรู้และแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้

2.3.1.2 เป้าหมายของการสอนเทคโนโลยี คือ การพัฒนาให้ผู้เรียนมีความเข้าใจ และมีความสามารถในการใช้งาน ในการจัดการ และเข้าถึงเทคโนโลยี (กระบวนการหรือสิ่งประดิษฐ์ที่สร้างขึ้น เพื่อตอบสนองความต้องการของมนุษย์)

2.3.1.3 เป้าหมายของการสอนวิศวกรรมศาสตร์ คือ การพัฒนาให้ผู้เรียนมีทักษะในการออกแบบและสร้างเทคโนโลยีโดยประยุกต์ใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่มีอยู่อย่างคุ้มค่า

2.3.1.4 เป้าหมายของการสอนคณิตศาสตร์ คือ ผู้สอนทำการพัฒนาให้ผู้เรียนมีความสามารถในการวิเคราะห์ให้เหตุผลและการประยุกต์แนวคิดทางคณิตศาสตร์ เพื่ออธิบายและทำนายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ภายใต้บริบทที่แตกต่างกันรวมถึงตระหนักถึงบทบาทของคณิตศาสตร์ และสามารถใช้คณิตศาสตร์ช่วยในการวินิจฉัยที่ดี

2.3.2 หลักการออกแบบหน่วยการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

หลักการออกแบบหน่วยการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษามีวิธีการออกแบบหน่วยการเรียนรู้เป็น 8 ขั้นตอน ดังนี้

2.3.2.1 เลือกสาระการเรียนรู้หลัก เป็นขั้นตอนของการวิเคราะห์หลักสูตร เลือกมาตรฐานสาระการเรียนรู้หลักของหลักสูตรสะเต็มศึกษา เพื่อให้ได้ขอบเขตของสาระการเรียนรู้แกนกลางหรือเนื้อหาหลัก และตัวบ่งชี้ที่บอกถึงจุดประสงค์ของการจัดการเรียนรู้ ซึ่งเมื่อผู้สอนเลือกเนื้อหา สาระการเรียนรู้ของสาขาวิชาใดวิชาหนึ่งเป็นหลักเสร็จเรียบร้อยแล้ว ก็ให้นำสาขาวิชาที่เหลือทั้งสามเป็นสาระการเรียนรู้เสริมหรือรอง เช่น เลือกเรื่องการออกแบบทางวิศวกรรมศาสตร์เป็นหลัก ดังนั้น สาระการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี จะเป็นส่วนรอง

2.3.2.2 เชื่อมโยงปัญหาในชีวิตประจำวัน เป็นการคิดเชื่อมโยงว่าสาระการเรียนรู้ หรือ เนื้อหาที่เลือกในชั้นที่ 1 สามารถอิงเข้ากับบริบทใด หรือปัญหาใดในสังคมได้บ้าง เช่น มลพิษสิ่งแวดล้อม ภัยพิบัติทางธรรมชาติ พลังงานทดแทน เป็นต้น

2.3.2.3 เลือกสาระการเรียนรู้รองที่สนับสนุนสาระการเรียนรู้หลัก เมื่อเลือกเนื้อหาหลักในชั้นที่ 1 และวิเคราะห์เชื่อมโยงกับปัญหาในชั้นที่ 2 ได้แล้ว ในชั้นที่ 3 นี้ ผู้สอน จะต้องเลือก เนื้อหาสาระการเรียนรู้ในสาขาวิชาที่เหลือว่าจะมี สาระการเรียนรู้รอง เรื่องใดช่วยสนับสนุนให้ผู้เรียน บรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้หลักที่กำหนดไว้ในชั้นที่ 1 ตัวอย่างสาระการเรียนรู้รอง อาทิ สาระเกี่ยวกับ เรื่องโครงสร้างของโลก (วิทยาศาสตร์) การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น การแก้ปัญหา การพิสูจน์ และการสื่อสาร (คณิตศาสตร์)

2.3.2.4 จัดการเรียนรู้ตามสาระการเรียนรู้ที่เลือกไว้ทั้งหมด โดยผู้สอนวิเคราะห์สาระ การเรียนรู้ที่เลือกไว้ทั้งหมดแล้วนำมาตั้งเป็น จุดประสงค์การเรียนรู้ การจัดการเรียนรู้ต้องยึดสาระการ เรียนรู้หลักที่ได้จากชั้นที่ 1 เป็นสำคัญ สำหรับสาระการเรียนรู้รอง ให้จัดการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนได้ เข้าใจเนื้อหา สามารถนำเนื้อหาเหล่านี้ไปใช้ให้เกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์การเรียนรู้หลัก การจัดการ เรียนรู้ อาจเริ่มต้นด้วยการนำเสนอวีดิทัศน์เกี่ยวกับภัยพิบัติทางธรรมชาติที่พบในปัจจุบันทั้งที่ใกล้ตัวและ ไกลตัว จากนั้นจึงให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เนื้อหาที่เกี่ยวข้องและเป็นประโยชน์ต่อการนำไปใช้ออกแบบ นวัตกรรมหรือวิธีการแก้ปัญหา เช่น เนื้อหาเรื่องภูเขาไฟระเบิด สาเหตุของการเกิดคลื่นยักษ์สึนามิ ตำแหน่งหรือพื้นที่การเกิดแผ่นดินไหว แต่อย่างไรก็ตาม การจัดการเรียนรู้แต่ละแผน/บทเรียน อาจไม่ จำเป็นต้องให้ครบทั้ง

2.3.2.5 สาขาวิชา แต่ให้พิจารณาภาพรวมว่า เมื่อจัดการเรียนรู้เสร็จสิ้นทั้งหน่วยการ เรียนรู้แล้ว ผู้เรียน จะได้เรียนรู้ครบทั้ง 4สาขาวิชาตัวอย่างจุดประสงค์การเรียนรู้ ในหน่วยการเรียนรู้ แบบสะเต็มศึกษาได้

2.3.2.6 สนับสนุนให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมผู้สอนจัด กิจกรรมกลุ่มให้ผู้เรียนได้ลง มือปฏิบัติ เช่น ตั้งคำถามที่นำไปสู่การออกแบบและพัฒนา ระบบเตือนภัยพิบัติที่จะช่วยให้ประชาชนที่ อาศัยอยู่ในบริเวณนั้น สามารถหลีกเลี่ยงหรือหนีภัยพิบัติได้ทันเวลา ในชั้นนี้ผู้เรียนจะได้ใช้ความคิด สร้างสรรค์ การคิดแก้ปัญหา และได้ลงมือปฏิบัติเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์หลัก

2.3.2.7 แก๊ซหรือปรับปรุงชิ้นงานการออกแบบ โดยผู้สอน จัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้ นำเสนอผลงานการออกแบบ อาทิ ระบบเตือนภัยพิบัติ หน้าชั้นเรียน จากนั้นกระตุ้นให้ ผู้เรียนกลุ่มอื่น ๆ

ตั้งคำถามและให้ข้อคิดเห็นเกี่ยวกับผลงานนั้น ซึ่งผู้เรียน จะต้องบันทึกข้อเสนอแนะ ของผู้สอนและเพื่อน ไว้เพื่อการปรับปรุงแก้ไขผลงาน ในขั้นนี้ ผู้เรียน จะได้ฝึกการคิดวิจารณ์ญาณ ควบคุมไปด้วย

2.3.2.8 ประเมินชิ้นงานการออกแบบ ซึ่งหลังการปรับปรุงแก้ไขผลงานใน ขั้นที่ 6 ผู้สอน และผู้เรียน ดำเนินการตรวจให้คะแนนชิ้นงานตามประเด็นที่กำหนดไว้

2.3.2.9 นำเสนอผลงานชิ้นที่สมบูรณ์ ในขั้นนี้ ผู้สอนจัดเตรียมสถานที่ หรือผู้แสดง ผลงาน ให้ผู้เรียน นำผลงานแสดงต่อบุคคลทั่วไป อาทิ เพื่อน ครูอาจารย์ และชุมชน การจัดแสดงอาจทำ ตอนท้ายปีการศึกษาหรือภาคเรียน โดยอาจวางแสดงไว้ตลอดภาคเรียนถัดไป ทั้งนี้ เพื่อช่วยกระตุ้นให้ ผู้เรียนมีความภูมิใจและพยายามที่จะปรับปรุงผลงานในครั้งต่อไป

2.3.4 การบูรณาการสะเต็มศึกษา

สะเต็มศึกษาเป็นการเรียนรู้แบบบูรณาการ ที่ใช้ความรู้และทักษะในด้านต่าง ๆ ผ่านการทำ กิจกรรม หรือ การทำโครงการ ที่เหมาะสมกับวัยและระดับชั้นของผู้เรียน การเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาจะ ช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะการคิด ทักษะการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ทักษะการแก้ปัญหา และทักษะ การสื่อสาร ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ที่ผู้เรียนพึงมี นอกจากนี้ผู้เรียนยังได้ความรู้แบบองค์รวมที่ สามารถนำไปเชื่อมโยงหรือประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ ผู้สอนทั้งหลายอาจจะมีความกังวลกับการนำ สะเต็มศึกษาเข้าสู่การจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน เนื่องจากไม่ทราบว่าจะมีแนวปฏิบัติหรือวิธีการ ดำเนินการอย่างไรบ้าง ทั้งนี้การจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาตามแนวทางของ สสวท. นั้น เน้นรูปแบบของ การบูรณาการซึ่งเป็นสิ่งที่ผู้สอนคุ้นเคยกันเป็นอย่างดี เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ตามแนว พระราชบัญญัติการศึกษา พุทธศักราช 2542 มุ่งเน้นให้มีการจัดการเรียนรู้แบบองค์รวม โดยมีการบูรณา การความคิดรวบยอด กระบวนการจัดการเรียนรู้ และทักษะด้านต่างๆ ให้เหมาะสมกับแต่ละระดับ การศึกษา รวมทั้งเชื่อมโยงความรู้ไปสู่การนำไปใช้ในชีวิตจริง การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการจะช่วยลด ความซ้ำซ้อนของเนื้อหาวิชาต่างๆ สามารถยืดหยุ่นเวลาในการจัดการเรียนรู้ได้ ใช้แหล่งเรียนรู้ได้ หลากหลาย โดยมีผู้ที่กล่าวถึงการบูรณาการสะเต็มศึกษา ดังนี้

เขมวดี พงศานนท์ (2557, น.36-38) ได้กล่าวว่าการบูรณาการสะเต็มศึกษาเป็นการนำ แนวคิดแบบสะเต็มศึกษา ลงสู่ภาคปฏิบัติในชั้นเรียน สามารถทำได้ในรูปของการบูรณาการด้านเนื้อหา ทักษะปฏิบัติการ กิจกรรมการเรียนรู้ หรือการประยุกต์ความรู้ที่สามารถปฏิบัติได้ทั้งแบบแยกรายวิชา และแบบรวมรายวิชา โดยกาบูรณาการสะเต็มศึกษามี ดังนี้

1. การบูรณาการภายในวิชา (Disciplinary) หมายถึง ผู้สอนจัดการเรียนรู้ด้านเนื้อหา และทักษะปฏิบัติการของ 4 สาขาวิชาในสะเต็มศึกษาแยกกันเป็นวิชาทางวิทยาศาสตร์ วิชาทางเทคโนโลยี วิชาทางวิศวกรรมศาสตร์ และวิชาทางคณิตศาสตร์

2. การบูรณาการแบบพหุวิทยาการ (Multidisciplinary) หมายถึง ผู้สอนจัดการเรียนรู้ด้านเนื้อหาและทักษะปฏิบัติการของ 4 สาขาวิชาในสะเต็มศึกษาแยกกันเป็นวิชาทางวิทยาศาสตร์ วิชาทางเทคโนโลยี วิชาทางวิศวกรรมศาสตร์ และวิชาทางคณิตศาสตร์ แต่ได้มีการกำหนดหัวข้อหลัก หรือหัวข้อเรื่องที่จะจัดการเรียนรู้เหมือนกัน ทั้งนี้เพื่อให้ ผู้เรียน มองเห็นความเชื่อมโยงระหว่างกันได้

3. การบูรณาการแบบสหวิทยาการ (Interdisciplinary) หมายถึง ผู้สอนจับคู่หรือตั้ง ทีมงานช่วยกันจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อจัดการเรียนรู้ด้านเนื้อหา และทักษะปฏิบัติการที่เกี่ยวข้องกัน เป็นการรวมกันมากกว่า 1 สาขาวิชาของสะเต็มศึกษา ทั้งนี้เพื่อช่วยให้ผู้เรียนได้เห็นความสอดคล้องและสัมพันธ์กันของวิชาวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์

4. การบูรณาการแบบข้ามสาขาวิชา (Transdisciplinary) หมายถึง ผู้สอน ทั้ง 4 สาขาวิชาของสะเต็มศึกษา ร่วมมือกันจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้ ผู้เรียนได้ประยุกต์ใช้ความรู้และทักษะ ต่างๆ ของทั้ง 4 สาขาวิชา ได้แก่ วิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ สำหรับการแก้ไขปัญหาในชีวิตจริง และสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ด้วยตนเอง เช่น การจัดการเรียนรู้แบบ โครงการ การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ดังนั้นจากการบูรณาการสะเต็มศึกษาในข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า การบูรณาการสะเต็มศึกษาการวิเคราะห์หาระดับที่เหมาะสมสำหรับชั้นเรียนแต่ละชั้นนั้นอาจจำเป็นต้องพิจารณาถึงความพร้อมของผู้สอน ทั้งในด้านเนื้อหา ทักษะปฏิบัติการ การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ หรือความสามารถในการประยุกต์ความรู้ ทั้ง 4 สาขาวิชา นอกจากนี้ ยังจำเป็นต้องพิจารณาถึงความสามารถในการทำงานแบบร่วมมือระหว่างผู้สอนที่อยู่ต่างกลุ่มสาระวิชา ตลอดจนบริบทการจัดการเรียนรู้ของโรงเรียนด้วย

2.3.5 องค์ประกอบของความรู้และทักษะในศตวรรษที่ 21

มีนักวิชาการทางการศึกษาได้กล่าวถึงองค์ประกอบของความรู้และทักษะในศตวรรษที่ 21 ดังนี้

พรทิพย์ ศิริภทราชัย (2556, น. 49-56) กล่าวว่า องค์ประกอบของความรู้และทักษะในศตวรรษที่ 21 เป็นทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 มีจุดเริ่มต้นมาจากการประชุมร่วมกันของนักวิชาการหลากหลายสาขาในสหรัฐอเมริกาประชุมร่วมกัน โดยรัฐบาลต้องการพัฒนาคุณภาพของประชากรประเทศเพื่อยกระดับขีดความสามารถของประเทศกับนานาชาติและต้องการให้ประชากรนั้นมี คุณภาพ

และศักยภาพในสังคม สามารถดำรงชีวิตอยู่ในโลกที่มีการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ อย่างรวดเร็ว ทั้งนี้ องค์ประกอบในด้านต่าง ๆ ที่ควรเกิดขึ้นในผู้เรียนจากการจัดการศึกษาในศตวรรษที่ 21 โดยความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งผลการวิจัยเกี่ยวกับสมอง และการเสนอแนวคิดเกี่ยวกับทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 ส่งผลให้เกิดกระบวนการทัศน์ทางการศึกษาเปลี่ยนแปลงไป การจัดการศึกษาทุกระดับเน้นให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูง เช่น การคิดสร้างสรรค์ การคิดแก้ปัญหา การคิดแบบวิจารณ์ ฯลฯ รวมทั้งการพัฒนาทักษะการสื่อสาร การใช้เทคโนโลยีเป็นเครื่องมือแสวงหาความรู้ และการมี ทักษะทางสังคม แนวโน้มการจัดการศึกษาจึงจำเป็นต้องบูรณา การทั้งด้านศาสตร์ต่าง ๆ และบูรณาการเรียนในห้องเรียนและชีวิตจริง ทำให้การเรียนนั้นมีความหมายต่อผู้เรียน ซึ่งผู้เรียน จะเห็นประโยชน์ คุณค่าของการเรียน และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้ ซึ่งเป็นการเตรียมผู้เรียนในการเรียน ต่อไปในขั้นสูงขึ้นไป เกิดการเพิ่มโอกาสการทำงานในอนาคต การเพิ่มมูลค่า และการสร้างความแข็งแกร่งให้กับประเทศด้านเศรษฐกิจได้

สุพรรณิ ชาญประเสริฐ (2557, น. 3-6) กล่าวว่า องค์ประกอบของความรู้และทักษะในศตวรรษที่ 21 เป็นเป็นแนวทางการจัดการศึกษาหนึ่งซึ่งช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะและสมรรถนะที่สอดคล้องกับความต้องการที่เปลี่ยนแปลงไปตามสังคมปัจจุบันและความก้าวหน้าในศตวรรษที่ 21 แต่การจัดการเรียนรู้ตามสะเต็มศึกษาเป็นอย่างไรนั้น ในขณะนี้เชื่อว่าผู้อ่านหลาย ๆ ท่าน โดยเฉพาะอย่างยิ่งครูผู้สอนคงจะมีประเด็นสนทนากันเกี่ยวกับเรื่องการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาในโรงเรียนกันอย่างกว้างขวาง คุณครูส่วนใหญ่คงจะมีความวิตกกังวล ไม่แน่ใจเกี่ยวกับแนวทางการจัดการเรียนรู้ ดังนั้นจึงมักมีคำถามหลายประการเกี่ยวกับสะเต็มศึกษา ซึ่งแน่นอนว่าครูในหลาย ๆ ประเทศก็มีข้อสงสัยในลักษณะเดียวกันกับครูไทยในช่วงระยะเริ่มต้นที่มีการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาดังนั้นจะขอสรุปประเด็นข้อสงสัยต่าง ๆ ในลักษณะของคำถาม และคำตอบสั้น ๆ เพื่อง่ายต่อการทำความเข้าใจ ซึ่งข้อมูลในการตอบคำถามนั้นได้มาจากการศึกษาและรวบรวมจากประสบการณ์ของผู้ที่เคยนำการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางของสะเต็มศึกษาไปใช้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเทศสหรัฐอเมริกา

อภิสิทธิ์ ังไชย (2560, น. 35-37) กล่าวว่า องค์ประกอบของความรู้และทักษะในศตวรรษที่ 21 เป็น การบูรณาการระหว่างสาขาวิชา ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนได้มองเห็นความสัมพันธ์ของแนวคิดต่าง ๆ ที่เป็นพื้นฐานและความเชื่อมโยงของข้อมูล รวมทั้งการประยุกต์ใช้ความรู้ความเข้าใจในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

จากองค์ประกอบของความรู้และทักษะในศตวรรษที่ 21 ในข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า องค์ประกอบของความรู้และทักษะในศตวรรษที่ 21 เป็นการจัดการเรียนรู้ที่นำความรู้ทั้ง 4 สาขาวิชา มาสร้างองค์ความรู้ เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีทักษะ เพิ่มสมรรถนะ มีศักยภาพต่อการเรียนการสอนในศตวรรษที่ 21

2.3.6. จุดมุ่งหมายของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557, น. 4) ได้เสนอจุดมุ่งหมายของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาไว้ดังนี้

1. ผู้เรียนมีทักษะการคิดวิเคราะห์ คิดสร้างสรรค์ แก้ปัญหาในชีวิตจริงและสร้างนวัตกรรมที่ใช้สะเต็มเป็นพื้นฐาน
2. ผู้เรียนเรียนรู้ด้วยความสุขและมองเห็นเส้นทางการประกอบอาชีพในอนาคต
3. ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีสูงขึ้น
4. ครูสามารถออกแบบและจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาอย่างมั่นใจ
5. สสวท. ได้รูปแบบการจัดการศึกษาสะเต็มที่เชื่อมโยงกับกลุ่มสาระอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง เพิ่มพูนโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีในบริบทที่หลากหลาย มีความหมายและเชื่อมโยงกับชีวิตจริง
6. ประเทศไทยจะมีกำลังคนด้านสะเต็มที่จะช่วยยกระดับ รายได้ของชาติให้สูงกว่าระดับรายได้ปานกลางในอนาคต

จากจุดมุ่งหมายของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาสามารถสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เป็นการจัดการเรียนรู้เพื่อตอบสนองความต้องการของการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ที่มีความสามารถทางด้านวิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยี ซึ่งถือเป็นทรัพยากรสำคัญของการยกระดับความสามารถของประเทศในการแข่งขันกับ ประเทศอื่น ๆ อีกทั้งการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษายังเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะทางด้านความรู้ควบคู่ไปกับทักษะในการดำรงชีวิตที่จำเป็นต่อการใช้ชีวิตและการทำงานในอนาคตต่อไป

2.3.7. แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557, น. 16) ได้เสนอแนวทางในการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี คณิตศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ โดยการจัดกิจกรรมสะเต็มไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียน สามารถดำเนินการได้ 3 แนวทางได้แก่

แนวทางที่ 1 จัดกิจกรรมสอดแทรกไปตามเนื้อหาที่เกี่ยวข้องแต่ละรายวิชาภายในคาบเรียน ซึ่งกิจกรรมเพิ่มเติมที่จะนำไปสอดแทรกในคาบเรียนนั้นมักจะเป็นกิจกรรมที่จำนวนคาบเรียนที่เหมาะสมที่จะสามารถจัดกิจกรรมได้เสร็จสิ้นภายในคาบเรียนโดยผู้สอนแต่ละรายวิชาอาจพิจารณาจากตัวชี้วัดกิจกรรมเป็นเกณฑ์หรือพิจารณาจากจุดประสงค์ของกิจกรรมก็ได้ว่าเกี่ยวข้องกับเนื้อหาใดบ้าง จากนั้นเมื่อถึงคาบของการเรียนการสอนในเนื้อหาานั้นๆ ก็สามารถนำกิจกรรมเพิ่มเติมไปใช้ในกาจัดการเรียนการสอนได้

แนวทางที่ 2 จัดกิจกรรมไว้ในรายวิชาเลือกเสรีของกลุ่มวิชาต่างๆ โดยการสอนในรูปแบบนี้อาจทำได้ในรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับการแก้โจทย์ปัญหาพิเศษ หรือการทำโครงการ และเหมาะสมสำหรับกิจกรรมเพิ่มเติมที่ต้องใช้ระยะเวลาในการดำเนินกิจกรรมค่อนข้างมาก หรือมีความซับซ้อนและยาก แต่มีข้อดีคือผู้สอนสามารถจัดหาอาจารย์ที่ปรึกษาให้ผู้เรียนได้ครอบคลุมในเนื้อหาที่เกี่ยวข้องเพื่อให้คำแนะนำในการแก้ปัญหา ออกแบบ และสร้างชิ้นงานของผู้เรียนได้

แนวทางที่ 3 จัดกิจกรรมไว้ในกลุ่มกิจกรรมนอกห้องเรียน เช่น ชุมนุม ชมรม ค่าย ซึ่งรูปแบบการจัดกิจกรรมแบบนี้ มักเป็นกิจกรรมที่มีหัวข้อหรือหัวเรื่องที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา เช่น ปัญหาสิ่งแวดล้อม การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม การสร้างนวัตกรรมที่สามารถใช้ในการแก้ปัญหาของส่วนรวม การจัดกิจกรรมด้วยวิธีนี้มีข้อดี ที่ผู้เรียนสามารถทำกิจกรรมได้ตลอดเวลา และต่อเนื่อง

จำรัส อินทลาภาพร และคณะ (2558, น. 64) ได้เสนอแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ผู้สอนควรจัดการเรียนรู้ที่หลากหลาย ดังนี้

1. จัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นการจัดการเรียนรู้ที่กำหนดสถานการณ์ที่เป็นปัญหา และท้าทายการคิดของผู้เรียน เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลด้วยตนเองเพื่อแก้ปัญหา ซึ่งส่งผลให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ที่ได้รับจากผู้สอนไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่างๆได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเสริมสร้างให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้

2. จัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนเลือกทำโครงงานที่ตนเองสนใจโดยร่วมกันสำรวจ สังเกต และกำหนด เรื่องที่ตนเองสนใจมีการวางแผนในการทำโครงงานร่วมกัน โดยศึกษาหาข้อมูลความรู้ที่จำเป็น และลงมือปฏิบัติตามแผนที่กำหนดจนได้ข้อค้นพบหรือองค์ความรู้ใหม่ แล้วเขียนรายงาน นำเสนอต่อสาธารณชน และนำผลงานและประสบการณ์ทั้งหมดมาอภิปราย แลกเปลี่ยนเรียนรู้ และสรุปผลการเรียนรู้ที่ได้รับจากประสบการณ์ที่ได้รับทั้งหมด

3. จัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้และให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียน เพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของผู้เรียน

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร (2559, น.4-5) ได้เสนอการนำกิจกรรมสะเต็มไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนสามารถดำเนินการได้ 3 แนวทางดังนี้

1. จัดกิจกรรมสะเต็มสอดแทรกไปตามเนื้อหาที่เกี่ยวข้องของแต่ละรายวิชาภายในคาบเรียน ซึ่งกิจกรรมที่จะนำเข้าไปแทรกในคาบเรียนจะเป็นกิจกรรมที่มีจำนวนชั่วโมงที่เหมาะสมที่จะสามารถจัดกิจกรรมได้เสร็จสิ้นภายในคาบเรียน โดยผู้สอนแต่ละรายวิชาพิจารณาจากจุดประสงค์ของกิจกรรมมีความเกี่ยวข้องกับเนื้อหาใดบ้าง เมื่อถึงคาบเรียนเนื้อหานั้น ๆ สามารถนำกิจกรรมสะเต็มเข้าไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนได้

2. จัดกิจกรรมไว้ในรายวิชาเลือกเสรีของกลุ่มวิชา โดยทำได้ในรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับการแก้โจทย์ปัญหา การทำโครงงาน การทำวิจัยเป็นต้น รูปแบบนี้เหมาะสำหรับการทำกิจกรรมสะเต็มซึ่งต้องใช้ระยะเวลาในการดำเนินกิจกรรม หรือมีความซับซ้อนหรือยาก และมีข้อจำกัดคือผู้สอนต้องจัดหาอาจารย์ที่ปรึกษาให้แก่ผู้เรียนให้ครอบคลุมเพื่อให้คำแนะนำในการแก้ปัญหา การออกแบบชิ้นงาน และสร้างชิ้นงานแก่ผู้เรียน

3. จัดกิจกรรมไว้ในกลุ่มกิจกรรมนอกห้องเรียน กิจกรรมนี้มักจะมีหัวข้อ หรือหัวเรื่องที่เกี่ยวข้องกับการแก้ไขปัญหาต่างๆ และสร้างนวัตกรรมที่สามารถใช้ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ โดยจำแนกการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการเป็น 4 ระดับ ดังนี้

ระดับที่ 1 การบูรณาการภายในวิชา คือ การจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนได้เรียนเนื้อหาและฝึกทักษะของแต่ละวิชาของสะเต็มแยกกัน โดยครูผู้สอนแต่ละวิชาต่างจัดการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียนตามรายวิชาของตนเอง

ระดับที่ 2 การบูรณาการแบบพหุวิทยาการ คือ การจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนได้เรียนเนื้อหาและฝึกทักษะของแต่ละวิชาของสะเต็มแยกกัน โดยมีหัวข้อหลักที่ครูทุกวิชากำหนดร่วมกัน และมีการถึงความเชื่อมโยงระหว่างวิชานั้นๆกับสิ่งที่อยู่รอบตัว

ระดับที่ 3 การบูรณาการแบบสหวิทยาการ คือ การจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนได้เรียนเนื้อหาและฝึกทักษะอย่างน้อย 2 วิชาร่วมกันโดยกิจกรรมมีความเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของทุกวิชาเพื่อให้นักเรียนได้เห็นถึงความสอดคล้องกัน

ระดับที่ 4 การบูรณาการแบบข้ามสาขาวิชา คือ การจัดการเรียนการสอนที่ช่วยนักเรียนให้เชื่อมโยงความรู้และทักษะที่เรียนจากวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรมศาสตร์ กับชีวิตจริง โดยนักเรียนสร้างประสบการณ์เรียนรู้ของตนเอง ผู้สอนอาจกำหนดกรอบปัญหากว้าง ๆ ให้นักเรียนระบุปัญหาที่เฉพาะเจาะจงและแก้ปัญหาเอง โดยการกำหนดกรอบปัญหาให้นักเรียนศึกษา ครูต้องคำนึงถึงปัจจัยที่เกี่ยวข้อง 3 ปัจจัยกับการเรียนรู้ของนักเรียนได้แก่ 1) ปัญหาหรือคำถามที่นักเรียนสนใจ 2) ตัวชีวิตในวิชาต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และ 3) ความรู้เดิมของนักเรียน

จากแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า ผู้สอนควรมีการจัดการเรียนรู้ที่หลากหลายหรือมีการแทรกแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบอื่นเพื่อเพิ่มทักษะให้แก่ผู้เรียน เช่น การนำการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานมาประยุกต์ใช้ โดยผู้สอนกำหนดปัญหาเพื่อให้ ผู้เรียนแก้ปัญหาโดยการสร้างชิ้นงานนั้น หรือ การจัดการเรียนรู้โครงงานเป็นฐานมาประยุกต์ โดยการให้ผู้เรียนสำรวจความต้องการ แล้วสร้างชิ้นงานขึ้นมาเพื่อตอบสนองความต้องการ นอกจากนี้แล้วผู้สอนควรให้ผู้เรียนได้ฝึกการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม เพื่อให้ผู้เรียนสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ในอนาคต

2.3.8 กระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

กระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเป็นการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมหรือโครงการที่บูรณาการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีผนวกกับแนวคิดการออกแบบเชิงวิศวกรรม โดยผู้เรียนได้ทำกิจกรรมเพื่อพัฒนาความรู้ ความเข้าใจและฝึกทักษะด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี จากนั้นนำความรู้ออกแบบเป็นชิ้นงานหรือวิธีการ เพื่อตอบสนองความต้องการหรือแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน เพื่อให้ได้เทคโนโลยี ซึ่งเป็นผลผลิตจากการออกแบบเชิงวิศวกรรม กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมในการจัดการเรียนรู้ มีหน่วยงานและนักการศึกษาหลายท่านได้เสนอไว้ดังต่อไปนี้

Robert (2013, pp. 22-27) ได้เสนอกระบวนการจัดการเรียนรู้ซึ่งประกอบด้วย 8 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นระบุปัญหา เป็นขั้นที่ผู้เรียนต้องระบุปัญหาจากสถานการณ์
2. ขั้นค้นหา เป็นขั้นที่ผู้เรียนต้องรวบรวมข้อมูลจากการเรียนรู้ต่าง ๆ เพื่อหาวิธีการแก้ปัญหา
3. ขั้นระบุข้อจำกัด เป็นขั้นที่ผู้เรียนต้องพิจารณาสถานการณ์ปัญหาว่ามีข้อกำหนดหรือเงื่อนไขใดบ้าง

4. ชั้นออกแบบ เป็นขั้นที่ผู้เรียนต้องออกแบบวิธีการแก้ไขปัญหให้สอดคล้องกับข้อจำกัดที่กำหนด
5. ชั้นประเมิน เป็นขั้นการเปรียบเทียบวิธีการแก้ไขปัญหที่ได้ออกแบบไว้ในแต่ละวิธีแล้วเลือกวิธีการแก้ปัญหที่เหมาะสมที่สุด
6. ชั้นแบ่งหน้าที่ เป็นขั้นที่สมาชิกในกลุ่มต้องแบ่งบทบาทหน้าที่กันในการปฏิบัติงาน
7. ชั้นกำหนดงานให้เฉพาะเจาะจง เป็นขั้นที่ต้องกำหนดขั้นตอนการแก้ปัญหให้เฉพาะเจาะจงลงไป
8. ชั้นทดสอบ เป็นการนำวิธีแก้ปัญหไปทดสอบกับปัญหที่เกิดขึ้นจริงตามที่ได้วางแผนไว้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557, น. 3) ได้เสนอกระบวนการจัดการเรียนรู้ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอนดังนี้

1. ชั้นระบุปัญหา ผู้สอนแบ่งผู้เรียนเป็นกลุ่ม โดยใช้วิธีการแบ่งคละระหว่างผู้เรียนที่มีผลการเรียนดี พอใช้ และอ่อน จากนั้นผู้สอนต้องสร้างความสนใจให้ผู้เรียนเพื่อตระหนักถึงการแก้ปัญหซึ่งสามารถทำได้หลายรูปแบบ เช่น การเปิดคลิปข่าวให้เห็นสถานการณ์จริง การตั้งคำถาม เป็นต้น ขั้นนี้เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจกับที่มาของปัญหา และสามารถระบุปัญหาร่วมกันภายในกลุ่ม
2. ชั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา เป็นขั้นที่ผู้เรียนมีบทบาทหลัก ส่วนผู้สอนเป็นเพียงผู้ให้คำปรึกษาหรือชี้แนะเท่านั้น โดยผู้เรียนต้องรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญห ซึ่งการรวบรวมข้อมูล คือ ผู้เรียนต้องสืบค้นข้อมูลว่าเคยมีใครหาวิธีการแก้ปัญหหรือไม่ อย่างไร และมีข้อเสนอแนะใดบ้าง ส่วนการค้นหาแนวคิด คือ ผู้เรียนต้องค้นหาแนวคิดหรือความรู้ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา เช่น ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี รวมทั้งผู้เรียนต้องพิจารณาแนวคิด โดยพิจารณาถึงประเด็นความเป็นไปได้ ความคุ้มค่า ความเหมาะสม ข้อดีและข้อเสีย (จุดอ่อน)
3. ชั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญห เป็นขั้นตอนหลังจากที่ผู้เรียนเลือกแนวคิดที่เหมาะสมในการแก้ปัญหได้แล้ว โดยในขั้นนี้ผู้เรียนต้องกำหนดเค้าโครงของวิธีการแก้ปัญห กำหนดเป้าหมาย ระยะเวลาในการลงมือปฏิบัติและวางแผนการปฏิบัติงานให้ชัดเจน รวมทั้งต้องดำเนินการแก้ปัญหให้แล้วเสร็จ

4. **ขั้นทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขชิ้นงาน** เป็นขั้นที่ผู้เรียนต้องทดสอบและประเมินผล เพื่อพิจารณาประสิทธิภาพของชิ้นงานที่ได้ลงมือ ปฏิบัติ ถ้าประสิทธิภาพของชิ้นงานมี ประสิทธิภาพไม่ดี ผู้เรียนต้องทำการปรับปรุงชิ้นงานให้ดีขึ้น โดยพิจารณาจากผลการปฏิบัติงานที่ได้ บันทึกไว้ สำหรับผู้สอนต้องทำหน้าที่ให้คำปรึกษาโดยไม่ตอบคำถาม แต่ใช้คำถาม ชี้นำจนกระทั่งผู้เรียน ได้แนวทางการแก้ปัญหาหรือคำตอบ

5. **ขั้นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาและผลการแก้ปัญหาชิ้นงาน** ผู้เรียนต้องนำเสนอวิธีการ แก้ปัญหาและผลการแก้ปัญหาชิ้นงานต่อสาธารณะชน เพื่อให้เห็นถึงวิธีการแก้ปัญหา ปรับปรุงชิ้นงาน ของตนเองและชิ้นงานของเพื่อน ๆ ขั้นนี้ผู้สอนต้องทำหน้าที่สรุป อธิบายความรู้เพิ่มเติม หลังจากทุกกลุ่ม นำเสนอวิธีการแก้ปัญหาและผลการแก้ปัญหาชิ้นงาน และแนะแนวทางในการ ประยุกต์ใช้ให้กับผู้เรียน

จากกระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็ม ผู้วิจัยเลือกใช้ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ตามแนวคิดของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นระบุปัญหา ขั้นค้นหาและศึกษาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง ขั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา ขั้นทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขชิ้นงานและขั้นนำเสนอผลลัพธ์ เพราะมีความครอบคลุมและเหมาะสม

2.3.9 การวัดและการประเมินผล

Edward (2013, p.12-15) กล่าวว่า วิธีการวัดและประเมินผลตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สามารถทำได้ 2 วิธี

1. ในกรณีที่ผู้สอนใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry-based Learning) ในการสอนวิทยาศาสตร์ ผู้สอนสามารถประเมินผู้เรียนดังนี้
 - 1.1 การตั้งคำถามในแบบทดสอบ
 - 1.2 การปฏิบัติการทดลอง
 - 1.3 การรายงานผลการทดลอง
 - 1.4 การศึกษาตัวแปรที่ใช้ในการทดลอง
2. ในกรณีที่ผู้สอนใช้วิธีการจัดการเรียนรู้โดยการออกแบบทางวิศวกรรม (Engineering Design) ผู้สอนสามารถประเมินกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมของผู้เรียน ดังนี้
 - 2.1 การระดมความคิด
 - 2.2 การพัฒนาโมเดลต้นแบบ
 - 2.3 การทำงานเป็นทีม

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร (2559, น. 45-48) กล่าวว่า การวัดและการประเมินผลตามแนวทางสะเต็มศึกษา มี 2 แบบ ดังนี้

แบบที่ 1 เป็นการวัดและประเมินผลจากสภาพจริง เป็นการวัดและประเมินผลจากการสังเกตการ แสดงออกพฤติกรรมของผู้เรียนในระหว่างการลงมือปฏิบัติการนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ซึ่งถือว่าเป็นการประเมินความสามารถในกระบวนการคิด กระบวนการออกแบบ และความสามารถในการแก้ปัญหา หรือการ แสวงหาความรู้ที่แท้จริงของผู้เรียน

แบบที่ 2 เป็นการวัดและประเมินผลด้านความสามารถ เป็นการประเมินได้ทั้งการ แสดงออก กระบวนการทำงาน และผลผลิตของชิ้นงาน แต่จะให้ความสำคัญต่อคุณภาพของชิ้นงาน มากกว่าผลสำเร็จของ ชิ้นงาน และมักจะใช้แบบทดสอบข้อเขียน เพื่อนำมาใช้วัดและประเมินผลด้าน ความสามารถ

จากการวัดและประเมินผล ผู้วิจัยสามารถเลือกวัดและประเมินได้หลายวิธีขึ้นอยู่กับความเหมาะสมแต่ในงานวิจัยชิ้นนี้ผู้วิจัยเลือกใช้การวัดและประเมินผลแบบที่ 2 ตามแนวคิดของคณะ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร เนื่องจากเป็นการวัดและประเมินผลด้าน ความสามารถ ให้ความสำคัญต่อคุณภาพของชิ้นงานและใช้แบบทดสอบข้อเขียนวัดและประเมินผลด้าน ความสามารถซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยที่วัดทักษะการแก้ปัญหา

2.3.10 ประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

จำรัส อินทลาภาพร และคณะ (2558, น. 63-64) ได้อธิบายถึงประโยชน์ของการจัดการ เรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาไว้ว่า ในการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการตามแนวทางสะเต็มศึกษา ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะการคิดวิเคราะห์และสร้างนวัตกรรมที่บูรณาการความรู้ทั้งวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและกระบวนการทางวิศวกรรม ทำให้ผู้เรียนเกิดการถ่ายโอนการเรียนรู้ ผู้เรียน สามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างความคิดรวบยอดในศาสตร์ต่างๆ ทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายต่อผู้เรียน ผู้เรียนเห็นความสัมพันธ์และคุณค่าของสิ่งที่เรียน สามารถเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนเข้ากับชีวิตจริง

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2558, น. 5) ได้อธิบายถึงประโยชน์ ของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาไว้ว่า ช่วยให้ผู้เรียนมีทักษะการคิดวิเคราะห์และสร้าง นวัตกรรมใหม่ๆ ที่ใช้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและกระบวนการทางวิศวกรรมศาสตร์เป็น พื้นฐาน ซึ่งผู้เรียนจะเข้าใจสาระวิชาและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์มากขึ้น เป็นการ

จัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการจัดการเรียนรู้และเชื่อมโยงกับระหว่างกลุ่มสาระวิชา และเปิดโอกาสให้หน่วยงานภาครัฐ และเอกชนมีส่วนร่วมสนับสนุนการจัดกิจกรรมของครูและบุคลากรทางการศึกษารวมถึง สร้างกำลังคนด้านสะเต็มของประเทศไทย เพื่อเพิ่มศักยภาพทางเศรษฐกิจของชาติ

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร (2559, น. 50-51) ได้ อธิบายถึงประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาไว้ว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เป็นการบูรณาการที่สามารถจัดสอนได้ในทุกระดับชั้นตั้งแต่ชั้นอนุบาล - มัธยมศึกษาตอนปลาย โดยใช้หลักการจัดการเรียนการสอนโดยยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ซึ่งครูผู้สอนใช้วิธีการสอนแบบการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน การจัดการเรียนการสอนโดยใช้โครงงานเป็นฐานและการจัดการเรียนการสอนโดยใช้การออกแบบ ทำให้ผู้เรียนสามารถสร้างสรรค์พัฒนาชิ้นงานได้ดี และถ้าครูผู้สอนสามารถเริ่มใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาในการสอนได้เร็วเท่าใดก็ยิ่งเป็นการเพิ่มความสามารถและศักยภาพของผู้เรียนได้มากขึ้นเท่านั้น

ข้อดี

1. เป็นการสอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนมองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างสาขาวิชาที่เรียนกับสาขาวิชาอื่นที่เกี่ยวข้อง ซึ่งทำให้ผู้เรียนมีทัศนะกว้างไกล
2. ผู้เรียนสามารถนำความรู้และประสบการณ์ที่ได้รับไปใช้ในชีวิตประจำวันได้จริงและใช้ได้เหมาะสม
3. เป็นการสอนที่ส่งเสริมกิจกรรมการจัดการเรียนการสอนได้หลากหลายรูปแบบ
4. การสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษาจะทำให้ผู้เรียนเกิดพัฒนาการด้านต่างๆ อย่างครบถ้วน สอดคล้องกับแนวการพัฒนาคนให้มีคุณภาพในศตวรรษที่ 21 ทั้งด้านปัญญา ด้านทักษะการคิด เช่น การคิดวิเคราะห์ การคิดสร้างสรรค์ และด้านคุณลักษณะ เช่น ผู้เรียนมีทักษะการทำงานกลุ่ม มีทักษะการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพ

ข้อจำกัด

1. ประเทศไทยมีเพียงหลักสูตรการสอนที่แบ่งเป็นกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์, เทคโนโลยี และ คณิตศาสตร์เท่านั้น แต่ยังไม่มีการเรียนรู้อิงวิศวกรรมศาสตร์ปรากฏอย่างชัดเจนในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน จะมีลักษณะเป็นเพียงแค่การสอดแทรกอยู่ในวิชากลุ่มวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีเท่านั้น ทำให้ขาดความชัดเจน ขาดความต่อเนื่องและขาดความสอดคล้องกันของแต่ละกลุ่มสาระ จึงทำให้ไม่มีแนวทางให้ครูผู้สอนนำไปจัดการเรียนการสอนได้

2. ความไม่พร้อมด้านสื่อการสอน บทเรียน กระบวนการวัดและประเมินผลที่ชัดเจน จะทำให้การจัดการเรียนการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษาประสบความสำเร็จได้ยาก
3. ครูผู้สอนไม่มีความสามารถ ไม่มีความชำนาญ และไม่มีความรู้เพียงพอ ดังนั้นจึง ต้องมีการเตรียมการศึกษาและวางแผนการดำเนินงาน ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ให้ชัดเจน มีการอบรม ให้ความรู้แก่ครู เพื่อให้การดำเนินงานเป็นไปอย่างมีรูปธรรม เนื่องจากแผนการพัฒนาครูที่ดีและชัดเจน จะมีส่วนที่ทำให้ผู้บริหารสถานศึกษาและครูผู้สอนเข้าใจและสามารถนำไปสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ
4. การรวมเนื้อหาและประสบการณ์ให้มีการบูรณาการในระดับชั้นมัธยมศึกษาและใน ระดับที่สูงขึ้นเป็นไปได้ยาก

จากประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะการคิดวิเคราะห์และสร้างนวัตกรรมที่บูรณาการความรู้ทั้งวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและกระบวนการทางวิศวกรรม นอกจากนี้ยังเป็น การสอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนมองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างสาขาวิชาที่เรียนกับสาขาวิชาอื่นที่เกี่ยวข้อง ซึ่งทำให้ผู้เรียนมีทัศนะกว้างไกล ทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายต่อผู้เรียน ผู้เรียนเห็น ความสัมพันธ์และคุณค่าของสิ่งที่เรียน สามารถเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนเข้ากับชีวิตจริง สอดคล้องกับแนวการ พัฒนาคอนให้มีคุณภาพในศตวรรษที่ 21

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

2.4 ทักษะการแก้ปัญหา

2.4.1 ความหมายของทักษะการแก้ปัญหา

ทักษะการแก้ปัญหา เป็นกระบวนการทางความคิดที่มีความสำคัญ เนื่องจากเป็นสิ่งที่ จำเป็นสำหรับมนุษย์ในการดำเนินชีวิตและเป็นทักษะที่ต้องมีการฝึกฝนอยู่เสมอ ผู้ที่มีทักษะในการ แก้ปัญหาได้จะประสบความสำเร็จในการดำเนินชีวิต ดังนั้นบุคคลจึงต้องมีความรู้ในการแก้ปัญหา ได้รับการฝึกหัดในการแก้ปัญหา นอกจากนี้ทักษะในการแก้ปัญหายังขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่นๆ อีก เช่น ทักษะของเชาว์ปัญญา การเรียนรู้และประสบการณ์เดิม เป็นต้น สำหรับทักษะการแก้ปัญหาทาง วิทยาศาสตร์ ได้มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมาย ไว้ ดังนี้

Gagne (1970, p. 63, อ้างถึงใน บุญนำ อินทนนท์, 2551, 65) ได้กล่าวว่า ทักษะใน การคิดแก้ปัญหา เป็นแบบของการเรียนรู้อย่างหนึ่งที่ต้องอาศัยการเรียนรู้ประเภทหลักการ ที่ มีความ

เกี่ยวข้องกันตั้งแต่สอง ประเภทขึ้นไปและใช้หลักการนั้นผสมผสานกันจนเป็นความสามารถชนิดใหม่ ที่เรียกว่า ความสามารถด้านการแก้ปัญหา โดยการเรียนรู้ประเภทหลักการนี้ต้องอาศัยหลักการเรียนรู้ เป็นพื้นฐานของการ เรียนรู้ประเภทนี้ กานเยได้อธิบายว่า เป็นการเรียนรู้อีกประเภทหนึ่งที่ต้องอาศัย ความสามารถในการมองเห็นลักษณะร่วมกันของสิ่งเร้าทั้งหมด

Good (1973, p.518, อ้างถึงใน บุญนำ อินทนนท์, 2551, น.65) กล่าวว่า วิธีทาง วิทยาศาสตร์ คือการแก้ปัญหาที่ตนเอง ซึ่งการแก้ปัญหาเป็นแบบแผน หรือวิธีดำเนินการ ซึ่งอยู่ใน สภาวะที่ยากลำบาก ยุ่งยาก หรืออยู่ในสภาวะที่พยายามตรวจสอบข้อมูลที่หามาได้ ซึ่งความเกี่ยวข้องกับ ปัญหาที่มีการตั้งสมมติฐาน และมีการตรวจสอบสมมติฐานภายใต้การควบคุม มีการเก็บรวบรวมข้อมูลจาก การทดลองเพื่อหาความสัมพันธ์และ ทดสอบสมมติฐานนั้นว่าเป็นจริงหรือไม่

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2551, น. 1) กล่าวว่า การคิดแก้ปัญหาเป็นความสามารถในการ แก้ปัญหา เป็นการสร้างความรู้ วิธีการใหม่ สิ่งประดิษฐ์ใหม่ เพื่อเป็นแนวทางและเครื่องมือการ แก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน

จากประโยชน์ของความหมายของทักษะในการแก้ปัญหาที่นักการศึกษากล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า ทักษะในการแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการคิด ตัดสินใจและลงมือทำ เพื่อขจัด ปมหรือปัญหาที่เกิดขึ้น โดยใช้กฎหรือความรู้ต่าง ๆ มาประยุกต์ใช้ให้เข้ากับสถานการณ์ โดย กระบวนการในการแก้ปัญหามีความสามารถวัดได้จาก ความสามารถในการระบุปัญหา ความสามารถในการ นำความรู้มาใช้ ความสามารถในการลงมือแก้ปัญหาและความสามารถในการสรุปผล

2.4.2 รูปแบบพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2537, น. 31) กล่าวว่า การแก้ปัญหาเป็นพื้นฐานความสามารถของ มนุษย์เนื่องจากในชีวิตประจำวันนั้นต้องพบกับปัญหาและอุปสรรคมากมาย ดังนั้นการที่มนุษย์จะ ดำรงอยู่ในสังคมได้อย่างมีความสุขนั้นจำเป็นจะมีทักษะในการแก้ปัญหาย่างชาญฉลาด ทัน เหตุการณ์และมีประสิทธิภาพ ในการจัดการเรียนการสอนผู้สอนควรปลูกฝังผู้เรียนให้สามารถนำ ความรู้ที่เรียนไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน โดยแทรกกิจกรรมการแก้ปัญหาไว้ในเนื้อหา เพื่อ ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะการแก้ปัญหา

วิณา ประชากุล และประสาท เนื่องเฉลิม (2553, น. 106) กล่าวว่า รูปแบบการเรียน การสอนแบบคิดแก้ปัญหา ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการคิดแก้ปัญหาและตระหนักถึงปัญหาในการเรียนรู้ เพื่อที่จะแก้ปัญหาร่วมกัน โดยผู้สอนจะต้องจัดบรรยากาศการเรียนการสอน เพื่อจะส่งเสริมและ

พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของผู้เรียน การวางแผนการสอนควรมีความรอบคอบ เตรียมปัญหาที่น่าสนใจ ทำทหายความคิดและความสามารถของผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกฝนและเกิดทักษะในกระบวนการแก้ปัญหา และเพื่อให้ผู้เรียนประสบความสำเร็จในการเรียน ผู้สอนจะต้องมีการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาอย่างต่อเนื่องกับสถานการณ์ต่าง ๆ สามารถแก้ปัญหาในสถานการณ์อื่น ๆ ในชีวิตประจำวันได้

สิริพร ทิพย์คง (2554, น. 38 -40) กล่าวว่า การแก้ปัญหาต่าง ๆ ผู้เรียนต้องใช้ความคิด ซึ่งอาศัยกระบวนการการเรียนรู้ เพื่อตัดสินใจว่าจะใช้วิธีการใดในการแก้ปัญหานั้น องค์ประกอบที่ช่วยในการแก้ปัญหา ได้แก่ ประสบการณ์ จิตพิสัย และสติปัญญา ผู้เรียนบางคนไม่สามารถแก้ปัญหาได้ เนื่องจากไม่มีความรู้พื้นฐานในเรื่องนั้น ขาดความกระตือรือร้น มีความเครียดสูง ไม่คุ้นเคยกับปัญหา ลักษณะการคิดแตกต่างกัน ในการแก้ปัญหาจึงเป็นสิ่งที่ยากจะตัดสินใจว่าวิธีการใดดีที่สุด ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะของปัญหา ผู้สอนที่มีความชำนาญในการสอนและรอบรู้ในเนื้อหาวิชาจะเป็นผู้สอนที่สอนการแก้ปัญหาได้ดีที่สุด

จากรูปแบบพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาที่นักการศึกษากล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่ารูปแบบการเรียนการสอนแบบคิดแก้ปัญหา ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการคิดแก้ปัญหาและตระหนักถึงปัญหาในการเรียนรู้เพื่อที่จะแก้ปัญหาร่วมกัน โดยผู้สอนจะต้องจัดบรรยากาศการเรียนการสอน เพื่อส่งเสริมและพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของผู้เรียน โดยในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ผู้เรียนต้องใช้ความคิด ซึ่งอาศัยกระบวนการการเรียนรู้ เพื่อตัดสินใจว่าจะใช้วิธีการใดในการแก้ปัญหานั้น ผู้สอนควรปลูกฝังผู้เรียนให้สามารถนำความรู้ที่เรียนไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน โดยแทรกกิจกรรมการแก้ปัญหาไว้ในเนื้อหาและผู้สอนจะต้องมีการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาอย่างต่อเนื่องกับสถานการณ์ต่าง ๆ สามารถแก้ปัญหาในสถานการณ์อื่นๆในชีวิตประจำวันได้

2.4.3 การเรียนการสอนกับการแก้ปัญหา

ทักษะการแก้ปัญหาของแต่ละบุคคลนั้นจะแตกต่างกันออกไป เพราะคนเราจะ มีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาได้ดีหรือไม่ดีนั้น ขึ้นอยู่กับว่าบุคคลนั้น มีระดับสติปัญญา ความรู้ อารมณ์ และประสบการณ์ ในการจัดการเรียนการสอนมีผลต่อทักษะแก้ปัญหาของผู้เรียน มีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงการเรียนการสอนกับการแก้ปัญหา ดังนี้

มังกร ทองสุคติ (2522, น. 5-10) กล่าวว่า ทักษะการแก้ปัญหาเป็นทักษะอย่างหนึ่งที่ต้องมีการฝึกฝนอยู่เสมอ แม้ว่า ครูไม่อาจจะฝึกฝนให้ผู้เรียนมีทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

อย่างเดียวกับที่ เราฝึกให้เด็ก เล่นดนตรี แต่การให้เด็กมีโอกาสฝึกฝนอยู่เสมอ นั้นย่อมเป็นประโยชน์แก่เด็กอย่างแน่นอน วิธีการต่าง ๆ ที่ ครูจะช่วยฝึกให้เด็กมีทักษะการแก้ปัญหาได้นั้น ดังนี้

1. ฝึกให้เด็กทำงานอยู่เสมอ (The Persistency Process) วิธีการแบบนี้เป็น วิธีการที่ใช้กันมานาน เป็นวิธีการที่มีประโยชน์อยู่เสมอ การทำงานช่วยให้เรามีประสบการณ์เพิ่มขึ้น ย่อมจะช่วยให้เรามีหนทางในการคิดแก้ปัญหามากขึ้น

2. ฝึกให้เด็กมีการทดสอบอยู่เสมอ (The Testimonial Process) บางครั้งครูอาจกำหนดปัญหาให้ผู้เรียนช่วยกันหาคำตอบ โดยแนะนำให้ผู้เรียนกระทำกิจกรรมบางอย่าง หรือการ แสดง การสาธิตเพื่อให้ผู้เรียนหาคำตอบให้ได้ ผู้เรียนที่มีโอกาสฝึกการคิดแก้ปัญหาอยู่เสมอ นั้น อาจหาแนวทางต่าง ๆ ช่วยได้เป็นอย่างดี การสอนเนื้อหาวิชา บางครั้งครูไม่อาจทำการทดลองได้ เช่น การวัดระยะทางจากโลกกับดวงดาวในท้องฟ้า ให้ผู้เรียนคิดแก้ปัญหา โดยการทดลองค้นคว้าจากแหล่ง วิชาการต่าง ๆ

3. ฝึกให้ผู้เรียนเป็นผู้มีเหตุผลแก่ตัวเอง (The Innate Process) การฝึกแบบนี้เป็นการฝึกให้ผู้เรียนมีความเชื่อมั่นในตนเอง บางครั้งอาจเป็นการเชื่อแบบลางสังหรณ์ ซึ่งเป็น สัญชาติญาณของตนเอง มีผลงานของนักวิทยาศาสตร์หลายอย่างที่ เกิดจากลางสังหรณ์ เช่น กรณีที่ Schwab ได้ค้นพบจุดดับในดวงอาทิตย์

4. ให้อ่านการวิจารณ์ (Critical Thinking) จอห์น ดิวอี้ นักการศึกษาผู้มีชื่อเสียง ได้กำหนดวิธีการคิดแก้ปัญหาโดยการวิเคราะห์ปัญหาออกเป็นขั้น ๆ ดังนี้

4.1 การกำหนดปัญหา

4.2 รวบรวมข้อเท็จจริง

4.3 ตั้งสมมติฐาน

4.4 ประเมินผล วิธีการคิดแก้ปัญหาโดยวิธีนี้ ครูควรฝึกให้ผู้เรียนใช้อยู่เสมอ เพราะสามารถนำไปใช้ ในอนาคตได้อีกด้วย นอกจากนั้นครูควรแนะนำทางช่วยให้ผู้เรียนรู้จักคิดหรือทำในเรื่องเหล่านี้

4.4.1. ฝึกให้อ่านวิเคราะห์-สังเคราะห์ (Analysis-Synthesis)

4.4.2. ฝึกให้อ่านออกความเห็น (Suggestion) การฝึกหรือกระตุ้นให้ผู้เรียนรู้จักแสดงความคิดเห็นอยู่เสมอ นั้น เป็นการช่วยให้ ผู้เรียนได้ฝึกการใช้ความคิดของตนเอง เพราะการ

คิดช่วยให้การเรียนของผู้เรียนดีขึ้น ดีกว่าการฝึก ให้ผู้เรียนใช้แต่ความจำเพียงอย่างเดียว ครูต้องคอยช่วยเหลือผู้เรียนอยู่เสมอ เพราะผู้เรียนอาจ แสดงออกทางความคิดเห็นในสิ่งที่ไม่ถูกต้องมากนักก็ได้

ทิสนา แคมมณี (2548, น. 9-14) ได้กล่าวว่ กระบวนการสำคัญของครูที่จะช่วยส่งเสริม ให้ผู้เรียนเกิดความคิดมี ดังนี้

1. การสังเกต / การสงสัย
2. การอยากรู้คำตอบในสิ่งที่สงสัย
3. การแสวงหาคำตอบในเรื่องที่สงสัย
4. การคาดคะเนคำตอบในเรื่องที่สงสัยโดยเรื่องโยงความรู้และประสบการณ์ เดิม

การใช้เหตุผล การคิดริเริ่ม การใช้จินตนาการ

5. การรวบรวมข้อมูลในเรื่องที่สงสัยโดยวางแผนเก็บรวบรวมข้อมูล การแจกแจงข้อมูล การกำหนดแหล่งข้อมูล

6. การลงมือเก็บข้อมูลการพิจารณาข้อมูลและสรุปข้อมูลในเรื่องที่สงสัย โดยการวิเคราะห์ข้อมูล เปรียบเทียบ การแยกแยะข้อมูล การหาความสัมพันธ์ของข้อมูล การเชื่อมโยงข้อมูล การใช้เหตุผล การประเมินข้อมูล และการลงสรุปข้อมูล

7. การทดสอบคำตอบในเรื่องที่สงสัยและสรุปผลการทดลอง

8. การสรุปคำตอบในเรื่องที่สงสัย

สุวัฒน์ มุทธเมธา (2523, น. 205 – 206) ได้กล่าวถึงบทบาทของครูในการสอนเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา มีดังนี้

1. ปล่อยให้ผู้เรียนคิดด้วยตนเองมากที่สุด
2. ควรส่งเสริมให้กำลังใจเมื่อผู้เรียนทำผิดพลาดหรือคิดไม่ถูกต้อง
3. ครูควรให้ข้อเสนอแนะอภิปราย ชักถามให้ผู้เรียนคิด ถ้าผู้เรียนคิดไม่ออก
4. ครูควรส่งเสริมสนับสนุนให้ผู้เรียนคิดหรือใช้วิธีใหม่แก้ปัญหา หากผู้เรียน ยังใช้วิธี

เดิม ซึ่งเป็นวิธีที่ไม่สามารถแก้ปัญหาได้

5. ครูควรเสนอแนะวิธีการใหม่ให้ผู้เรียนพิจารณาทดลอง ถ้าผู้เรียนท้อถอยจะเลิกแก้ปัญหา เนื่องจากมองไม่เห็นแนวทาง

5.1 ถ้าผู้เรียนสับสน เบื่อหน่าย หรือหงุดหงิด ครูควรแนะนำให้ผู้เรียนพักสักครู่

5.2 ครูควรแนะนำส่งเสริมให้ผู้เรียนเห็นว่าการมีใจกว้าง มองหลายมุม ยอมรับความคิดเห็น ไม่ยึดมั่นวิธีใดวิธีหนึ่งจะช่วยแก้ปัญหาได้ดีขึ้น

5.3 ครูควรส่งเสริมให้ผู้เรียนหาเหตุผลคิดเตาเหตุการณ์ ลองผิดลองถูกในการแก้ปัญหา

5.4 ครูควรส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทัศนคติในการคิดพิจารณาอย่างรอบคอบก่อนตัดสินใจ

จากแนวคิดเกี่ยวกับการเรียนการสอนกับการแก้ปัญหาที่นักการศึกษาหลายท่านกล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า การฝึกการคิดแก้ปัญหาของผู้เรียนนั้นจะดีหรือไม่ดี ได้ผลหรือไม่นั้นผู้สอนมีส่วนสำคัญมากในการจัดบรรยากาศการเรียนการสอนที่เป็นการกระตุ้นยั่วให้ผู้เรียนฝึกคิด การให้คำปรึกษาแนะนำ ตลอดจนการส่งเสริมการคิดแก้ปัญหาของผู้เรียน เพราะหากครูจัดบรรยากาศการเรียนการสอน เสนอปัญหาที่ผู้เรียนไม่สนใจก็มักส่งผลให้ผู้เรียนเกิดความเบื่อหน่ายในการเรียน ไม่อยากหาคำตอบหรือปัญหาที่ครู ใ้ นั้นมีความยากจนเกินไปไม่เหมาะกับระดับสติปัญญาของผู้เรียนจะทำให้ผู้เรียนเกิดความท้อแท้ไม่อยากแก้ปัญหานั้นอีก ซึ่งทำให้การฝึกการแก้ปัญหาของผู้เรียนนั้นล้มเหลว ครูควรแนะนำหรือช่วยเสนอแนะเกี่ยวกับการแก้ปัญหาให้กับผู้เรียนหรือให้กำลังใจกับผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนพยายามหา แนวทางในการแก้ปัญหาให้ลุล่วงไปได้

2.4.4 กระบวนการแก้ปัญหา

ได้มีนักการศึกษาและนักจิตวิทยาหลายท่านได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับวิธีการ และขั้นตอนในการแก้ปัญหาไว้หลายแนวคิด ดังนี้

Dewey (1971, p. 139, อ้างถึงใน กิ่งฟ้า สินธุวงษ์, 2525, น.5-6) ได้เสนอวิธีการแก้ปัญหาที่เรียกว่า Dewey's Problem Solution ซึ่งมีขั้นตอน ดังนี้

1. การรับรู้และเข้าใจปัญหา เมื่อมีปัญหาเกิดขึ้น คนส่วนใหญ่จะพบกับความตึงเครียด ความสงสัย และความยากลำบากที่จะต้องแก้ปัญหานั้นให้หมดไป ในขั้นต้นผู้พบปัญหาจะต้องรับรู้ และเข้าใจในตัวปัญหานั้นก่อน

2. การระบุและแจกแจงลักษณะของปัญหา ปัญหาที่เกิดขึ้นมีลักษณะที่แตกต่างกัน มีระดับความยากง่ายที่จะแก้ไขได้ต่างกัน จึงต้องพิจารณาสืบต่อไป

2.1 มีตัวแปรต้น หรือองค์ประกอบอะไรบ้าง

2.2 มีอะไรบ้างที่ ต้องทำในการแก้ปัญหา โดยที่อาจจะเป็นการระบุปัญหาได้ ไม่
แจ่มชัดเป็นต้น

2.3 ต้องจัดการมองปัญหาในวงกว้างออกไป โดยให้มองเฉพาะสิ่งที่เรามอง ไม่
เห็นชัดที่เป็นตัวปัญหา ถ้าขจัดสิ่งนั้นได้ก็จะแก้ปัญหาได้

3. การรวบรวมข้อเท็จจริงเกี่ยวกับปัญหาเพื่อการตั้งสมมติฐาน

3.1 จะมีวิธีการหาข้อเท็จจริงเกี่ยวกับปัญหานั้นอย่างไร ใครจะเป็นผู้ให้ข้อมูล
เหล่านั้น

3.2 สร้างสมมติฐานหรือคำถามที่อาจเป็นไปได้เพื่อช่วยแก้ปัญหา

4. การเลือกวิธีแก้ปัญหา หลังจากได้ความคิดว่าจะแก้ปัญหาอย่างไรแล้วลอง
พิจารณาดูว่าควรจะใช้วิธีการใดได้บ้าง

5. การทดลองนำเอาวิธีการแก้ปัญหามาใช้เวียร์ (Weir, 1974, p. 18) ได้เสนอ
ขั้นตอนในการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นระบุปัญหา

ขั้นที่ 2 ขั้นวิเคราะห์ปัญหา

ขั้นที่ 3 ขั้นเสนอวิธีการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบผลลัพธ์

Weir (1974, pp.16-18) ได้เสนอขั้นตอนในการแก้ปัญหาไว้ 4 ขั้นตอน ซึ่งนักการ
ศึกษาและนักวิจัยส่วนใหญ่ให้การยอมรับ และใช้เป็นแนวทางในการแก้ปัญหา ดังนี้

1. ขั้นระบุปัญหาหรือเข้าใจปัญหา หมายถึง ความสามารถในการบอกปัญหาหรือ
ระบุปัญหาภายในขอบเขตที่กำหนด

2. ขั้นนิยามสาเหตุของปัญหาโดยแยกแยะจากลักษณะที่สำคัญ หมายถึง
ความสามารถในการบอกสาเหตุที่แท้จริงหรือสาเหตุที่เป็นไปได้ของปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนด

3. ขั้นกำหนดแนวทางแก้ไขปัญหา หมายถึง ความสามารถในการหาวิธีการ
แก้ปัญหาให้ตรงกับสาเหตุของปัญหา

4. ขั้นพิสูจน์คำตอบหรือตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้จากการแก้ปัญหา หมายถึง
ความสามารถในการอธิบายผลที่เกิดขึ้นหลังจากใช้วิธีการแก้ปัญหาว่าผลที่เกิดขึ้นเป็นอย่างไร

Bloom (1956, p. 62) ได้ชี้ให้เห็นว่า ขั้นตอนของกระบวนการคิดในแก้ปัญหานั้นมี 6 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 เมื่อผู้เรียนได้ตอบปัญหา ผู้เรียนจะคิดค้นสิ่งที่เคยพบ เคยเห็น และเกี่ยวข้องกับปัญหา

ขั้นที่ 2 ผู้เรียนจะได้ประโยชน์จากขั้นที่ 1 มาสร้างรูปแบบของปัญหาขึ้นใหม่

ขั้นที่ 3 การแยกแยะของปัญหา

ขั้นที่ 4 การเลือกใช้ทฤษฎี หลักการ ความคิดและวิธีการที่เหมาะสมกับปัญหา

ขั้นที่ 5 การใช้ข้อสรุปของวิธีการมาแก้ปัญหา

ขั้นที่ 6 ผลที่ได้จากการแก้ปัญหา

จากขั้นตอนหรือกระบวนการแก้ปัญหาที่นักการศึกษาได้กล่าวมาแล้วข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า ขั้นตอน หรือ วิธีการในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์นั้นมีได้หลากหลายวิธีการ แต่การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ จะต้องเป็นวิธีการที่มีระบบในการคิด และต้องอาศัยความรู้ ประสบการณ์ เข้ามาใช้ในการแก้ปัญหาด้วย แม้จะมีนักการศึกษาหลายท่านได้กำหนดขั้นตอนในการแก้ปัญหามาแล้ว ขั้นตอนก็มีความคล้ายคลึงกันขึ้นอยู่กับความละเอียดในการกำหนดขั้นตอน ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำขั้นตอนการแก้ปัญหามาใช้ในการแก้ปัญหา เพราะมีขั้นตอนที่ชัดเจน ครอบคลุมและเหมาะสมกับผู้เรียน

2.4.5 การวัดและประเมินทักษะการแก้ปัญหา

การแก้ปัญหาคือความสามารถเฉพาะตัวของบุคคลที่จะแก้ปัญหาได้ตามความสามารถของตนเอง ดังนั้นการวัดทักษะการแก้ปัญหาก็จำเป็นต้องมีวิธีการที่ดีเพื่อให้ได้ผลที่ใกล้เคียงความเป็นจริงมากที่สุด โดยนักการศึกษาที่เสนอหลักการสร้างแบบวัดจากสถานการณ์ ดังนี้

Weir (1974, pp. 16-18) ได้เสนอแนวคิดไว้ว่า การสร้างแบบวัดจากสถานการณ์ จำเป็นต้องใช้สถานการณ์เฉพาะเรื่องเป็นตัวนำในการสร้างข้อคำถามแล้วให้ผู้อื่นเลือกข้อที่เหมาะสม ในสถานการณ์ที่กำหนดให้ นั้น มีข้อเสียก็คือ การอธิบายปัญหายืดเยื้อ ทำให้เสียเวลาในการอ่าน และบางสถานการณ์ให้ข้อมูลไม่เพียงพอที่จะตอบคำถามได้ ดังนั้นความเชื่อมั่นของข้อสอบจะต่ำกว่าการวัดความรู้โดยตรง การเขียนสถานการณ์ควรระมัดระวังให้สถานการณ์ชัดเจน รัดกุม ให้ข้อมูลเพียงพอที่จะตอบคำถาม ซึ่งเป็นการลดปัญหาเกี่ยวกับความเข้าใจของผู้เข้าสอบและประหยัดเวลาในการทำแบบข้อสอบ โดยหลักการสร้างแบบวัดจากสถานการณ์มีแนวปฏิบัติดังนี้

1. กำหนดเนื้อหาและพฤติกรรม คุณลักษณะที่ต้องการจะวัดให้ชัดเจน
2. เลือกข้อความหรือสถานการณ์ที่มีความยากพอเหมาะกับระดับชั้นของผู้เรียน สถานการณ์ที่ใช้ถามจะต้องไม่ลำเอียงต่อเด็กกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งโดยเฉพาะ
3. พยายามเขียนคำถามเพื่อถามตามสถานการณ์นั้น ตามพฤติกรรม หรือ คุณลักษณะที่ต้องการจะวัด ซึ่งการเขียนสถานการณ์และเขียนข้อความมีข้อควรคำนึง ดังนี้

3.1 สถานการณ์ที่สร้างขึ้น ควรจะเป็นสถานการณ์ที่เกิดขึ้นได้จริง ๆ กับบุคคล หรือกลุ่มตัวอย่างนั้น

3.2 ความเข้มหรือความรุนแรงของสถานการณ์ควรอยู่ในระดับกลาง ๆ ไม่สร้างความเครียดให้เกิดขึ้นแก่ผู้อ่าน หรือผู้ตอบมากเกินไป

3.3 ข้อมูลหรือสาระสำคัญที่กำหนดให้จะต้องเพียงพอการตัดสินใจในทิศทาง หรือจุดประสงค์ในการวัดการตัดสินใจ

Weir (1974, pp.16-18) ได้อธิบายลักษณะของแบบวัดจากสถานการณ์และหลักการการเขียนข้อความโดยมีแนวปฏิบัติดังนี้

1. กรณีเป็นแบบวัดที่มีสถานการณ์มาให้ ควรถามความคิดเห็นของผู้ตอบเกี่ยวกับการกระทำของตัวละครในสถานการณ์ว่าเห็นด้วยหรือไม่ ถ้าหากเป็นผู้ตอบจะทำเหมือนตัวละครในสถานการณ์นั้นหรือไม่ โดยในหลักการเขียนข้อความไม่ควรถามตรง ๆ แต่ควรถามให้เกี่ยวพันอ้างอิงเรื่องราวหรือสถานการณ์ที่กำหนดไว้และไม่ควรถามนอกเรื่องที่ไม่ได้ใช้ข้อความในสถานการณ์นั้นมาช่วยตอบ หรือไม่ควรถามในกรณีที่ถ้าไม่มีสถานการณ์นั้นแล้วก็สามารถตอบคำถามนั้นได้

2. กรณีเป็นแบบวัดที่กำหนดสถานการณ์พร้อมกับกำหนดทางเลือกมาให้ 3-4 แนวทางแล้วให้ผู้ตอบเลือกตอบ มีหลักการที่สำคัญในการเขียนข้อความคือ ควรเลือกเฉพาะเนื้อหาหรือความรู้ที่เป็นตัวแทนที่มีความสำคัญต่อวิชานั้นมาถาม ไม่ควรนำเรื่องปลีกย่อยหรือรายละเอียดปลีกย่อยของรายวิชามาตั้งเป็นสถานการณ์และไม่ควรถามด้วยการหลอกล่อให้ผู้ตอบตกหลุม ด้วยเรื่องไร้สาระโดยคำถามที่ใช้อาจมี 2 ลักษณะ ได้แก่

2.1 คำถามที่ถามให้นักเรียนประเมินสถานการณ์การประเมิน หมายถึงการพิจารณาตัดสินใจว่า ควร-ไม่ควร ดี-ไม่ดีเหมาะสม-ไม่เหมาะสม ใช้ได้-ใช้ไม่ได้ ถูกต้อง-ไม่ถูกต้อง และรวมถึงกรณีที่ไม่อาจตัดสินใจได้

2.2 คำถามที่ให้นักเรียนระบุแนวทางที่ตนเองจะปฏิบัติถ้าหากตนเองเป็นผู้หนึ่ง

เกี่ยวข้องกับสถานการณ์นั้น ตนจะปฏิบัติอย่างไร

3. กรณีที่เป็นสถานการณ์ถามแนวทางประพจน์หรือปฏิบัติกิจกรรมเรื่องราวต่าง ๆ ตามที่กำหนดให้ ควรถามพฤติกรรมตรง ๆ ว่า ผู้ตอบเคยปฏิบัติมาก น้อย เพียงใด ในเหตุการณ์หรือสถานการณ์ที่กำหนดให้ หรือ สถานการณ์ที่กำหนดขึ้น ควรเกิดขึ้นในชีวิตจริงและเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน

โชติ เพชรชื่น (2526, น. 11-18) ได้ศึกษาหลักการสร้างแบบวัดจากสถานการณ์ตามแนวคิดของเวียร์ ซึ่งอธิบายเกี่ยวกับข้อดีและข้อจำกัดของแบบวัดจากสถานการณ์จากแนวคิดการแก้ปัญหาของเวียร์ไว้ดังนี้

1. ข้อดีของแบบวัด

1.1 แบบวัดจากสถานการณ์เป็นแบบทดสอบที่แสดงถึงฝีมือ หรือความสามารถของผู้เขียนข้อสอบว่าสามารถนำความรู้ที่เรียนมาผนวกกับเงื่อนไขในสถานการณ์ที่กำหนดได้ดีเพียงใด

1.2 สามารถวัดความรู้ขั้นสูงทั้งด้านสมรรถภาพทางสมอง และด้านจิตพิสัย

1.3 เราใจผู้ตอบให้ติดตามเพราะได้อ่านเรื่องราวและได้คิดมากกว่าข้อสอบประเภทอื่น ๆ

1.4 สร้างความยุติธรรมให้แก่ผู้เข้าสอบทุกคน เพราะได้อ่านสถานการณ์เดียวกันทั้งหมดไม่มีใครได้เปรียบหรือเสียเปรียบ

2. ข้อจำกัดของแบบวัด

2.1 การเขียนคำชี้แจงของแบบวัดจากสถานการณ์ ต้องพึงระวังเป็นพิเศษต้องชี้แจงให้ผู้เข้าสอบใช้สถานการณ์ที่กำหนดให้เป็นหลักถึงจะผิดแปลกจากความเป็นจริงก็ต้องตอบตามนั้น

2.2 สร้างค่อนข้างยาก ผู้เขียนข้อสอบจะต้องเลือกสถานการณ์ที่เป็นปัจจุบันและไม่เข้มมากเกินไป และจะต้องล้วงลึกเฉพาะสถานการณ์ที่กำหนดให้เท่านั้น

2.3 เกณฑ์การให้คะแนนค่อนข้างทำได้ยาก ดังนั้นเพื่อให้ผู้ตรวจมีความเข้าใจที่ตรงกันควรมีรูปрикในการให้คะแนนที่ชัดเจน

เมื่อแบบวัดจากสถานการณ์มีข้อจำกัดเรื่องเกณฑ์การให้คะแนนซึ่งค่อนข้างทำได้ยาก ดังนั้นควรมีเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูปริกที่ชัดเจน Reys; Suydam and Montgomery (1992, p. 313) ได้เสนอการกำหนดเกณฑ์รูปริกของทักษะการแก้ปัญหาโดยที่แต่ละขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหาจะให้คะแนนตั้งแต่ 0 – 2 คะแนน ดังนี้

1. ความเข้าใจปัญหา
 - 0 หมายถึง ไม่เข้าใจในปัญหาเลย
 - 1 หมายถึง เข้าใจปัญหาบางส่วนหรือมีความเข้าใจปัญหาคลาดเคลื่อน
 - 2 หมายถึง เข้าใจปัญหาที่เกิดขึ้นดี
2. ความเข้าใจสาเหตุของปัญหา
 - 0 หมายถึง ไม่เข้าใจสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นเลย
 - 1 หมายถึง เข้าใจสาเหตุของปัญหาบางส่วนหรือมีความเข้าใจสาเหตุคลาดเคลื่อน
 - 2 หมายถึง เข้าใจสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นอย่างท่องแท้
3. การวางแผนแก้ปัญหา
 - 0 หมายถึง ไม่พยายามหรือไม่มีแนวคิดในการแก้ปัญหา
 - 1 หมายถึง วางแผนการแก้ปัญหาดีแต่ไม่สอดคล้องกับสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้น
 - 2 หมายถึง วางแผนเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาได้ถูกต้องและมีความสมเหตุสมผล
4. การตรวจสอบผลลัพธ์
 - 0 หมายถึง ผลลัพธ์ไม่เป็นไปตามที่คาดการณ์ไว้
 - 1 หมายถึง ผลลัพธ์มีความใกล้เคียงกับสิ่งที่คาดการณ์ไว้
 - 2 หมายถึง ผลลัพธ์เป็นไปตามที่วางแผนไว้

จากการวัดและประเมินทักษะการแก้ปัญหาผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า การสร้างแบบวัดจากสถานการณ์ตามแนวคิดการแก้ปัญหาของเวียร์ว่า จำเป็นต้องสร้างสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริงกับบุคคลหรือกลุ่มตัวอย่างนั้น ไม่ควรนำเรื่องปลุกย่อยหรือรายละเอียดปลุกย่อยของรายวิชามาตั้งเป็นสถานการณ์และไม่ควรถามด้วยการหลอกล่อให้ผู้ตอบตกหลุม ด้วยเรื่องไร้สาระ ผู้เขียนข้อสอบจะต้องเลือกสถานการณ์ที่เป็นปัจจุบันเพื่อเราใจผู้ตอบให้ติดตาม หรือ สถานการณ์ที่กำหนดขึ้น ควรเกิดขึ้นในชีวิตจริงและเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน และเนื่องจากแบบวัดสถานการณ์ชนิดอัตโนมัติการให้คะแนนค่อนข้างทำได้ยาก ดังนั้นเพื่อให้ผู้ตรวจมีความเข้าใจที่ตรงกันควรมีรูปบริคในการให้คะแนนที่ชัดเจนและการกำหนดรูปบริคการให้คะแนนทักษะการแก้ปัญหาของริสส์ ซุยตัม และมอนท์โกเมอร์รี มีการแบ่งให้คะแนนแต่ละขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหา โดยแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ความเข้าใจปัญหา 2) ความเข้าใจสาเหตุของปัญหา 3) การวางแผนแก้ปัญหา และ 4) การตรวจสอบ

ผลลัพธ์ ซึ่งการแบ่งชั้นตอนมีความใกล้เคียงกับขั้นตอนการแก้ปัญหาของเวียร์ จึงมีความเหมาะสมกับการนำไปใช้กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.5.1 งานวิจัยในประเทศ

นัสรินทร์ ปือชา (2557, น.5) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ความสามารถในการแก้ปัญหาและความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยเป็นผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อำเภอเมือง จังหวัดปัตตานี จำนวน 1 ห้องเรียน ผู้เรียน 39 คน ซึ่งได้จากวิธีสุ่มอย่างง่ายด้วยการจับสลาก (Simple Random Sampling) โดยใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา 18 ชั่วโมง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มี ขั้นตอนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโต แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา แบบวัดความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบบันทึภาคสนามและแบบสัมภาษณ์ซึ่งดำเนินการทดลองแบบกลุ่ม ทดลองหนึ่งกลุ่ม วัดผลก่อนและหลังการทดลอง (One group Pretest-Posttest Design) วิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที ชนิดกลุ่มตัวอย่างไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test Dependent Group) ผลการวิจัยพบว่า ผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม ศึกษา มีคะแนนพัฒนาการ ร้อยละ 41.03 อยู่ในระดับต้น ร้อยละ 30.77 อยู่ในระดับปานกลาง ร้อยละ 20.51 อยู่ในระดับสูง และ ร้อยละ 7.69 อยู่ในระดับสูงมาก ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ความสามารถในการแก้ปัญหา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .01 และ ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) อยู่ในระดับมาก

ปรเมศวร์ วงศ์ชาชม (2559, น.463-464) ได้รายงานผลการวิจัยเรื่อง การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาร่วมกับโครงการเป็นฐาน การวิจัยมีจุดมุ่งหมายเพื่อ 1) ศึกษาพัฒนาการความคิด

สร้างสรรค์ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 2) เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75 กลุ่มเป้าหมายคือผู้เรียนจำนวน 43 คน ที่ศึกษาในโรงเรียนร้อยเอ็ดวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2558 ซึ่งถูกสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยนี้คือ 1) แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน 2) แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ และ 3) แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยเก็บข้อมูล 3 ช่วง ได้แก่ ก่อนเรียนด้วยกิจกรรมข้างต้น หลังเรียนด้วยกิจกรรมข้างต้นในวงรอบปฏิบัติการที่ 1 และวงรอบปฏิบัติการที่ 2 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ความถี่ ค่าเฉลี่ย ร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและ One Sample t-test ผลการวิจัยพบว่า 1) คะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียน ทั้ง 3 ช่วง คือ 7.47 11.40 และ 21.35 2) คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนหลังจากที่ได้รับการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ข้างต้นในวงรอบปฏิบัติการที่ 1 ต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 และวงรอบปฏิบัติการที่ 2 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ปาริชาติ ประเสริฐสังข์ (2558, น. 133-134) ได้รายงานผลการวิจัยเรื่อง การพัฒนาการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 วัตถุประสงค์การวิจัยเพื่อ 1) พัฒนาการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ที่มี ประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 และ 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ของผู้เรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ผู้เรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏ ร้อยเอ็ด อำเภอเสลภูมิ จังหวัดร้อยเอ็ด จำนวน 28 คน เครื่องมือในการวิจัยคือ แผนการจัดการกิจกรรม การเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สถิติที่ใช้ ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที ผลการศึกษพบว่า 1) การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 มีประสิทธิภาพ 79.73/78.69 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของ ผู้เรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา หลังเรียนสูงกว่า ก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

กมลฉัตร กล่อมอิม (2560, น. 334-348) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษากับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ สำหรับผู้เรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ คือ ผู้เรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

โรงเรียนชุมชนบ้านวังกระดาศเงิน ตำบลท้ายตง อำเภอวังโป่ง จังหวัดเพชรบูรณ์ จำนวน 50 คน แบ่งเป็น 2 ห้องเรียน ห้องเรียนละ 25 คน โดยสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม เพื่อให้ได้ ห้องเรียน จำนวน 2 ห้องเรียน ได้แก่ ป.4/1 และ ป.4/2 แล้วทำการสุ่มอย่างง่าย อีกครั้งหนึ่งด้วยการจับฉลากห้องเรียนเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยกลุ่มทดลองได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา และกลุ่มควบคุมได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย (1.) แผนการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา จำนวน 4 แผน (2.) แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ จำนวน 4 แผน และ (3.) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 30 ข้อ ซึ่งจากการวิจัยของกมลฉัตร กล่อมอิม พบว่า (1.) ผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน (2.) ผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

นุรออาซีกิน สา และคณะ (2560, น. 42-53) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มเป้าหมาย คือ ผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสุวรรณไพบูลย์ จังหวัดปัตตานี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 15 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 1 ห้องเรียน ผู้เรียนรวม 21 คน ใช้เวลาเรียนในการจัดการเรียนรู้ 19 ชั่วโมง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี แบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ แบบวัดความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและการหาค่าคะแนนพัฒนาการ ซึ่งจากการวิจัยของ นุรออาซีกิน สา พบว่า ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ อีกทั้งผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษามีคะแนนพัฒนาการอยู่ในระดับสูง และผู้เรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้

จากการศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า การจัดการเรียนการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษาส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูงขึ้น นอกจากนั้นยังทำให้ผู้เรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และทักษะการแก้ปัญหาอีกด้วย ซึ่งทักษะการแก้ปัญหาเกิดจากการที่

ผู้สอนฝึกฝนให้ผู้เรียนเผชิญกับปัญหา และหาแนวทางในการแก้ไขปัญหาให้ถูกวิธี โดยครูผู้สอนสามารถเลือกจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง และผู้สอนทำหน้าที่ให้คำปรึกษาจนผู้เรียนสามารถค้นพบแนวทางด้วยตนเอง ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษาจึงสามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะการแก้ปัญหา และส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นอีกด้วย

2.5.2 งานวิจัยต่างประเทศ

Scott (2012, pp. 30-39) ได้ศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้บูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี คณิตศาสตร์และวิศวกรรม ในโรงเรียนมัธยมในสหรัฐอเมริกา มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาบทบาทของ STEM ในโรงเรียนมัธยม 10 แห่งทั่วสหรัฐอเมริกา เพื่อเตรียมความพร้อมแก่ผู้เรียนสำหรับเข้าทำงานในสาขาที่เกี่ยวข้องกับ STEM หลายๆโรงเรียนได้ออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้และดำเนินการนำไปแล้ว แต่อีกหลายๆแห่งยังอยู่ในขั้นดำเนินการวางแผนอยู่ จากการศึกษาชี้ให้เห็นว่า ผู้เรียนที่สมัครใจเข้าร่วมห้องเรียน STEM มีความสามารถในการแก้ปัญหาได้ดีกว่าเด็กผู้เรียนที่ไม่เข้าร่วมในห้องเรียน STEM และผู้เรียนกลุ่มที่เข้าร่วมนี้ยังบอกอีกว่า หากพวกเขาได้รับโอกาส หรือให้รับผิดชอบทำโครงการขึ้นมาสักชิ้นเพื่อขอให้สำเร็จการศึกษาพวกเขาก็สามารถสำเร็จการศึกษาขั้นพื้นฐานได้อย่างแน่นอน

Dillivan and Dilivan (2014, pp. 1-12) ได้ศึกษาผลการเข้าค่ายฤดูร้อนต่อความสนใจในสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์ ซึ่งผู้เข้าร่วมกิจกรรมเป็นผู้เรียนในระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษา เครื่องมือวิจัย ประกอบด้วย แบบสอบถามพ่อแม่และผู้ปกครอง จากผลการวิจัยพบว่า การเข้าร่วมค่ายภาคฤดูร้อนมีผลต่อความสนใจทางด้านวิทยาศาสตร์ ผลการเรียนรู้ การเลือกวิชาเอก วิทยาลัยและการประกอบอาชีพในอนาคตของผู้เรียน ผลการสอบถามแสดงให้เห็นว่า ผู้เข้าร่วมกิจกรรมมีทัศนคติในเชิงบวกต่อวิชาวิทยาศาสตร์ และยังพบว่าค่ายสะเต็มสามารถเพิ่มเจตคติและกระตุ้นความสนใจในวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น

Strimel (2014, pp.16-24) ได้พัฒนากิจกรรมการเรียนรู้อิงตามแนวทางสะเต็มศึกษาในระดับบูรณาหลายสาขาวิชา ผลการวิจัยพบว่า กิจกรรมบูรณาการที่พัฒนาขึ้นส่งผลให้ผู้เรียนมีการใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมศาสตร์ ในการออกแบบและสร้างชิ้นงาน ตลอดจนการนำชิ้นงานที่สร้างนำไปสู่การแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในสถานการณ์นั้นๆ

Burrows, Breiner, Keiner and Behm (2014, pp.1379-1389) ได้ศึกษารอบแนวคิดหลักในการบูรณาการระหว่าง 2 วิชา คือ เคมีและชีววิทยา ในหัวข้อเรื่อง การผลิตเชื้อเพลิงไบโอดีเซล สำหรับผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษา งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเชิงปฏิบัติการโดยครูจากสองวิชาได้ดำเนินการสร้าง

บทเรียนไปโอดีเซล โดยบูรณาการตามแนวทางสะเต็มศึกษา ในวิชาชีววิทยาและวิชาเคมี จากนั้นทำการวัดทักษะและเจตคติต่อวิชา STEM จากการวิจัยพบว่า ผู้เรียนมีทักษะและเจตคติในวิชา STEM ที่ดีขึ้น โดยพิจารณาจากการตอบคำถามในห้องเรียน แบบบันทึกหลังแผนการสอนของครูและผลงานของผู้เรียนในกิจกรรมการผลิตเชื้อเพลิงไปโอดีเซล

จากการศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ส่งผลทำให้ผู้เรียนเรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติจริง สามารถแสวงหาความรู้จากการค้นคว้าและศึกษาแนวทางที่เกี่ยวข้องด้วยตนเอง ทำให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นในการทำกิจกรรม ส่งผลให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้นและส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถถ่ายโอนความรู้ ทักษะและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มองเห็นภาพรวมขององค์ความรู้ เกิดกระบวนการคิดเป็นขั้นตอน และสามารถนำองค์ความรู้ที่ได้เชื่อมโยงไปสู่การแก้ปัญหาในชีวิตจริงและประยุกต์ใช้กับปัญหาใหม่ ๆ ที่เกิดขึ้นในโลกปัจจุบัน



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การศึกษาทักษะการแก้ปัญหาตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง งานและพลังงาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ได้ดำเนินการตามลำดับ ดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือวิจัย
3. การสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือ
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล
6. สถิติที่ใช้ในการวิจัย



3.1 กลุ่มที่ศึกษา

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

กลุ่มที่ศึกษาเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) ตำบลขามเรียง อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม ห้อง ม.4/5 จำนวน 40 คน โดยวิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

3.2 เครื่องมือวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมี 3 ชนิด ประกอบด้วย

3.2.1 แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อศึกษาทักษะการแก้ปัญหา เรื่อง งานและพลังงาน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 1 หน่วยการเรียนรู้ รวม 14 ชั่วโมง

3.2.2 แบบวัดทักษะการแก้ปัญหา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ผู้วิจัยศึกษาค้นคว้าสร้างขึ้นเป็นแบบทดสอบชนิดเลือกอัตร้อย เพื่อวัดขั้นตอนการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอน ตามแนวคิดของ Weir (1974, pp.16-18) จำนวน 4 สถานการณ์ ทั้งหมด 16 ข้อ

3.2.3 แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผู้วิจัยสร้างขึ้นจากจุดประสงค์การเรียนรู้เป็นแบบทดสอบชนิดปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ

3.3 การสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือ

3.3.1 แผนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา

แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อศึกษาทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง งานและพลังงาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ได้ดำเนินการตามลำดับดังนี้

3.3.1.1. ศึกษาเอกสาร ตำรา งานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

3.3.1.2. ศึกษาการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาและขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ซึ่งมีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน คือ 1) การระบุปัญหา 2) การค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง 3) การวางแผนพัฒนา 4) การทดสอบและประเมินผล 5) การนำเสนอผลลัพธ์

3.3.1.3. ศึกษารายละเอียดของเนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย สาระที่ 6 ฟิสิกส์ มาตรฐาน ว 6.1 ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

3.3.1.4. ศึกษาหลักสูตรของโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) ตำบลขามเรียง อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

3.3.1.5. วิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สาระสำคัญ สาระการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง งานและพลังงาน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561

3.3.1.6. วิเคราะห์การวัดและประเมินผลตามจุดประสงค์การเรียนรู้

3.3.1.7. ดำเนินการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา สาระที่ 6 ฟิสิกส์ หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 งานและพลังงาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 1 แผนการเรียนรู้ ใช้เวลาเรียน จำนวน 14 ชั่วโมง ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1

วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างแผนการจัดการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาเรียน

แผนการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
1. แรงแรง	1. อธิบายความหมายของแรงแรงและความสัมพันธ์ระหว่างแรงแรงกับตำแหน่ง	2
	2. วิเคราะห์และคำนวณเกี่ยวกับแรงคงตัวจากสมการและพื้นที่ใต้กราฟ	
2. งานในทางฟิสิกส์	1. อธิบายความหมายของงานในทางฟิสิกส์	2
	2. อธิบายความแตกต่างของการทำงานที่ทำให้เกิดงานและไม่เกิดงาน	
	3. คำนวณหางานของแรงคงที่และไม่คงที่	
	4. ออกแบบธนูไม้มหาสนุก	
3. กำลัง	1. อธิบายเกี่ยวกับนิยามของกำลัง	2
	2. อธิบายเกี่ยวกับความหมายของกำลังม้า	
	3. วิเคราะห์และคำนวณเกี่ยวกับกำลังและกำลังเฉลี่ย	
	4. ออกแบบรถแข่งจากเศษวัสดุเหลือใช้	
4. พลังงานจลน์	1. อธิบายความหมายของพลังงานจลน์และยกตัวอย่างการนำพลังงานจลน์มาใช้ประโยชน์	2
	2. วิเคราะห์จากกฎของนิวตันและคำนวณหาค่าพลังงานจลน์	
	3. ออกแบบจรวดจากกล่องฟิมส์ถ่ายรูป	

(ต่อ)

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

แผนการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
5. พลังงานศักย์	<ol style="list-style-type: none"> อธิบายความหมายของพลังงานศักย์และยกตัวอย่างการนำพลังงานศักย์มาใช้ประโยชน์ จำแนกประเภทของพลังงานศักย์ออกได้เป็น <ul style="list-style-type: none"> - พลังงานศักย์ยืดหยุ่น - พลังงานศักย์โน้มถ่วง อธิบายความแตกต่างของพลังงานศักย์ยืดหยุ่นและพลังงานศักย์โน้มถ่วง ทดลองหาพลังงานศักย์ของสปริง คำนวณหาค่าพลังงานศักย์ยืดหยุ่นและพลังงานศักย์โน้มถ่วง 	2
6. กฎการอนุรักษ์พลังงานจลน์	<ol style="list-style-type: none"> อธิบายเกี่ยวกับกฎอนุรักษ์พลังงานและการนำกฎอนุรักษ์พลังงานไปใช้ประโยชน์ เขียนสมการพิสูจน์กฎอนุรักษ์พลังงานและคำนวณหาค่าตามกฎการอนุรักษ์พลังงาน ออกแบบโมเดลรางรถไฟเหาะในสวนสนุก 	2
7. เครื่องกล แห่่งพลังงานและการใช้พลังงาน	<ol style="list-style-type: none"> อธิบายความหมายของเครื่องกล อธิบายความสำคัญของแห่่งพลังงานและการใช้พลังงาน คำนวณหาค่าประสิทธิภาพเครื่องกลและการได้เปรียบเชิงกล ออกแบบแขนหุ่นยนต์จากระบบไฮดรอลิก 	2
	รวม	14

จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างแผนการจัดการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาในการจัดการเรียนรู้ เรื่อง งานและพลังงาน ครอบคลุมทุกหน่วยการเรียนรู้และผลการเรียนรู้ วิเคราะห์ได้จำนวน 7 แผนเรียนรู้ เวลา 14 ชั่วโมง

3.3.1.8 ดำเนินการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ตามที่ได้ทำการออกแบบไว้ ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ประกอบด้วยขั้นตอนการจัดกิจกรรม 5 ขั้นตอน ดังนี้

- 1) ชั้นการระบุปัญหา
- 2) ชั้นค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง
- 3) ชั้นวางแผนพัฒนา
- 4) ชั้นทดสอบและประเมินผล
- 5) ชั้นนำเสนอผลลัพธ์

3.3.1.9 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อพิจารณาให้คำแนะนำ ความถูกต้องของเนื้อหา และความสอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การวัดและการประเมินผล แล้วนำคำแนะนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

3.3.1.10 สร้างแบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้สำหรับผู้เชี่ยวชาญ เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ตามวิธีของลิเคอร์ท (Likert) ดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2

ตัวอย่างแบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้สำหรับผู้เชี่ยวชาญ

	รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
		5	4	3	2	1
1.	ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้					
2.	ด้านเนื้อหาสาระ					
3.	ด้านสื่อ/แหล่งเรียนรู้					
4.	ด้านกิจกรรมการเรียนรู้					
5.	ด้านการวัดและประเมินผล					

3.3.1.11 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน เพื่อประเมินและตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้ สารการเรียนรู้ เนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล ซึ่งผู้เชี่ยวชาญประกอบด้วย

- 1) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมาน เอกพิมพ์ (ศษ.ด.) สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน
ผู้เชี่ยวชาญทางด้านหลักสูตรและการเรียนการสอน
- 2) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วนิดา ฝาระนัด (ปร.ด.) สาขาวิชานวัตกรรมการออกแบบ
ผู้เชี่ยวชาญทางด้านหลักสูตรและการเรียนการสอน
- 3) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ไพศาล เอกะกุล (ศศ.ม.) สาขาวิชาการวัดและการประเมินผล
การศึกษา ผู้เชี่ยวชาญทางด้าน การวัดและการประเมินผล
- 4) อาจารย์ ดร.ฉันทชัย จันทะเสน (ปร.ด.) สาขาวิชานวัตกรรมการหลักสูตรและการเรียนรู้
ผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหา
- 5) อาจารย์ ดร.กมล พลคำ (ปร.ด.) สาขาวิชาเทคโนโลยีพลังงาน ผู้เชี่ยวชาญ
ทางด้านเนื้อหา

3.3.1.12 ผู้เชี่ยวชาญประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เพื่อประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้และตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้ สารการเรียนรู้ เนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล โดยใช้แบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับของลิเคิร์ต (Likert) ซึ่งระดับความเหมาะสมต้องได้ค่าเฉลี่ย 3.51 ขึ้นไปจึงถือว่าเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ได้ การแปลความหมายค่าเฉลี่ยของความเหมาะสมที่มีต่อแผนการเรียนรู้ใช้เกณฑ์ของเบสท์ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, น. 102-103) ดังนี้

- 4.51 - 5.00 ความเหมาะสมในระดับมากที่สุด
- 3.51 - 4.50 ความเหมาะสมในระดับมาก
- 2.51 - 3.50 ความเหมาะสมในระดับปานกลาง
- 1.51 - 2.50 ความเหมาะสมในระดับน้อย
- 1.00 - 1.50 ความเหมาะสมในระดับน้อยที่สุด

3.3.1.13 ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญนำไปเทียบค่าเฉลี่ยพิจารณาความเหมาะสม ผลการวิเคราะห์พบว่า มีค่าเฉลี่ยระดับความคิดเห็นตั้งแต่

4.40-4.90 ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อแผนการเรียนรู้ที่อยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด (รายละเอียดในภาคผนวก ค)

3.3.1.14 นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง งานและพลังงาน ทั้งหมดที่ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ เพื่อให้ได้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ดีได้ทำการแก้ไขกิจกรรมในการจัดการเรียนรู้โดยการเพิ่มกิจกรรมที่นำเข้าสู่การสร้างนวัตกรรม แล้วจัดพิมพ์เป็นแผนการเรียนรู้ฉบับจริง

3.3.1.15 นำแผนการจัดการเรียนรู้ไปใช้จริงกับกลุ่มที่ศึกษา คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัทยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) ตำบลขามเรียง อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม จำนวน 1 ห้องเรียน รวม 40 คน ที่เป็นกลุ่มที่ศึกษา (รายละเอียดในภาคผนวก ก)

3.3.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.3.2.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2561) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

3.3.2.2 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างสาระการเรียนรู้กับจุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบ ดังแสดงในตารางที่ 3.2

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ 3.3

วิเคราะห์ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง งานและพลังงาน

ชื่อเรื่อง	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบที่ออก
1. แรงแรง	1. อธิบายความหมายของแรงแรงและความสัมพันธ์ระหว่างแรงแรงกับตำแหน่ง	2
	2. วิเคราะห์และคำนวณเกี่ยวกับแรงคงตัวจากสมการและพื้นที่ใต้กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงแรงกับตำแหน่ง	

(ต่อ)

ตารางที่ 3.3 (ต่อ)

ชื่อเรื่อง	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบที่ออก
2. งานในทาง ฟิสิกส์	1. อธิบายความหมายของงานในทางฟิสิกส์ 2. อธิบายความแตกต่างของการทำงานที่ทำให้ เกิดงานและไม่เกิดงาน 3. คำนวณหางานของแรงคงที่และไม่คงที่	2
3. กำลัง	1. อธิบายเกี่ยวกับนิยามของกำลัง 2. อธิบายเกี่ยวกับความหมายของกำลังม้า 3. วิเคราะห์และคำนวณเกี่ยวกับกำลังและกำลัง เฉลี่ย	1
4. พลังงานจลน์	1. อธิบายความหมายของพลังงานจลน์และ ยกตัวอย่างการนำพลังงานจลน์มาใช้ ประโยชน์ 2. วิเคราะห์จากกฎของนิวตันและคำนวณหาค่า พลังงานจลน์	4
5. พลังงานศักย์	1. อธิบายความหมายของพลังงานศักย์และ ยกตัวอย่างการนำพลังงานศักย์มาใช้ ประโยชน์ 2. จำแนกประเภทของพลังงานศักย์ออกได้เป็น - พลังงานศักย์ยืดหยุ่น - พลังงานศักย์โน้มถ่วง 3. อธิบายความแตกต่างของพลังงานศักย์ ยืดหยุ่นและพลังงานศักย์โน้มถ่วง 4. คำนวณหาค่าพลังงานศักย์ยืดหยุ่นและ พลังงานศักย์โน้มถ่วง	4

(ต่อ)

ตารางที่ 3.3 (ต่อ)

ชื่อเรื่อง	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบที่ออก
6. ภาวนุรักษ์ พลังงาน	1. อภิปรายเกี่ยวกับภาวนุรักษ์พลังงานและการ นำภาวนุรักษ์พลังงานไปใช้ประโยชน์ 2. เขียนสมการพิสูจน์ภาวนุรักษ์พลังงานและ คำนวณหาค่าตามกฎการอนุรักษ์พลังงาน	5
7. เครื่องกล	1. อธิบายความหมายของเครื่องกล 2. อภิปรายความสำคัญของแหล่งพลังงาน 3. คำนวณหาค่าประสิทธิภาพเครื่องกลและการ ได้เปรียบเชิงกล	2
	รวม	20

3.3.2.3 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้ ซึ่งครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ จำนวน 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ ต้องการใช้จริง 20 ข้อ

3.3.2.4 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้าง เสนอต่อคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ เพื่อให้คำแนะนำและนำมาปรับปรุงแก้ไข

3.3.2.5 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญชุดเดิมประเมินความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับสาระการเรียนรู้ เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบโดยใช้สูตร IOC เกณฑ์การให้คะแนนตั้งแต่ 0.50 – 1.00 (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, น. 64)

ให้คะแนน +1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดตามจุดประสงค์การเรียนรู้

ให้คะแนน 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นไม่วัดจุดประสงค์การเรียนรู้

ให้คะแนน -1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นไม่วัดตามจุดประสงค์การเรียนรู้

3.3.2.6 ข้อสอบที่ผ่านการประเมินความสอดคล้องจากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน นำมาหาค่าดัชนี ความสอดคล้อง ระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC) โดยพิจารณาค่าดัชนี ความ

สอดคล้องตั้งแต่ .50 ขึ้นไป พบว่า ค่าดัชนี ความสอดคล้อง (IOC) มี ค่าระหว่าง 0.60-1.00 (รายละเอียดในภาคผนวก ค)

3.3.2.7 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ที่ได้ปรับปรุงแล้ว ทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/4 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัทยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) ซึ่งเป็นนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มที่ศึกษาจำนวน 38 คน

3.3.2.8 นำกระดาษคำตอบที่นักเรียนตอบแล้วมาตรวจให้คะแนน แล้ววิเคราะห์หา ความยาก และค่าอำนาจจำแนกแบบอิงเกณฑ์ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, น. 90 - 155) โดยพิจารณา เลือกข้อสอบที่มีความยาก (p) ที่มีค่าระหว่าง .20-.80 และค่าอำนาจจำแนก (r) ที่มีค่า .20 - 1.00 ขึ้น ไปและคัดเลือกไว้ ผลการวิเคราะห์พบว่า ข้อสอบเข้าเกณฑ์ จำนวน 20 ข้อ จาก 40 ข้อ คัดเลือกที่มี คุณภาพไว้ใช้จริงจำนวน 30 ข้อ ข้อสอบมีความยาก (p) ตั้งแต่ 0.41 -0.67 และมีค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.40 - 0.61 (รายละเอียดในภาคผนวก ค)

3.3.2.9 นำแบบทดสอบที่คัดเลือกจำนวน 20 ข้อ หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ทั้งฉบับโดยใช้สูตรของโลเวท (Lovett Method) (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, น.96) พบว่ามีค่าความ เชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.86 (รายละเอียดในภาคผนวก ค)

3.3.2.10 นำแบบทดสอบที่ผ่านการตรวจสอบจัดพิมพ์เป็นแบบทดสอบฉบับจริงเพื่อนำไปใช้กับกลุ่มที่ศึกษา (รายละเอียดในภาคผนวก ฉ)

3.3.3 แบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหา

แบบวัดทักษะการแก้ปัญหา ซึ่งผู้วิจัยได้สร้างขึ้น เพื่อใช้วัดทักษะการแก้ปัญหานักเรียน มี ลำดับการดำเนินการดังนี้

3.3.3.1 ศึกษาการสร้างแบบวัดจากแนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับทักษะการแก้ปัญหา ซึ่งเลือกใช้ขั้นตอนการแก้ปัญหานของ Weir (1976, p. 18)

3.3.3.2 สร้างแบบวัดทักษะการแก้ปัญหประกอบด้วยสถานการณ์ที่สอดคล้องกับ ปัญหาขั้นตอนและกระบวนการแก้ปัญหา จำนวน 5 สถานการณ์ โดยแต่ละสถานการณ์จะตั้งคำถาม 4 ข้อ ตามขั้นตอนการแก้ปัญหานของ Weir (1976, p. 18)

3.3.3.3 ศึกษาเกณฑ์การวัดและประเมินผลการทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหา กำหนด รูปวิธีการให้คะแนนทักษะการแก้ปัญหานตามแนวคิดของ Reys; Suydam and Montgomery (1992, p. 313) โดยแบ่งระดับการให้คะแนนเป็น 3 ระดับ คือ 3, 2 และ 1 ตามลำดับ

3.3.3.4 นำแบบวัดทักษะการแก้ปัญหา เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม จำนวน 5 ท่าน และ ตรวจสอบความสอดคล้องและความเหมาะสมของสถานการณ์และเกณฑ์การประเมินที่ต้องการ วัดและความถูกต้องของเกณฑ์การให้คะแนน จากนั้นผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญมาคำนวณค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของสถานการณ์และเกณฑ์การประเมินที่ใช้ในการวัดทักษะการแก้ปัญหา แล้วนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแบบทดสอบ

3.3.3.5 ข้อสอบที่ผ่านการประเมินความสอดคล้องจากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน นำมาหาค่าดัชนี ความสอดคล้อง ระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC) โดยพิจารณาค่าดัชนี ความสอดคล้องตั้งแต่ .50 ขึ้นไป พบว่า ค่าดัชนี ความสอดคล้อง (IOC) มี ค่าระหว่าง 0.80-1.00 (รายละเอียด ในภาคผนวก ค)

3.3.3.6 นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) ที่ไม่ใช่กลุ่มที่ศึกษา จำนวน 38 คน

3.3.3.7 นำแบบทดสอบที่คัดเลือกจำนวน 16 ข้อ หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ทั้งฉบับโดยใช้วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, น.96) พบว่ามีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.95 (รายละเอียดในภาคผนวก ค)

3.3.3.8 นำแบบทดสอบที่ผ่านการตรวจสอบจัดพิมพ์เป็นแบบทดสอบฉบับจริงเพื่อนำไปใช้กับกลุ่มที่ศึกษา (รายละเอียดในภาคผนวก ฉ)

3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการทดลองที่ใช้แบบกลุ่มเดียว (Experimental Research) มีกลุ่มทดลองจำนวน 1 กลุ่ม โดยผู้วิจัยวัดผลหลังการทดลองหรือเก็บรวบรวมข้อมูลหลังการทดลอง (One-Shot Case Study) ซึ่งมีแบบแผนการ วิจัยตามตารางที่ 3.1

X - O

3.4.1 สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิจัย

X หมายถึง การได้รับการเรียนการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้

○ หมายถึง ประเมินหลังภายหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมตามแบบแผนงานวิจัย โดยมีขั้นตอนการดำเนินการ

1. สุ่มนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive random) จำนวน 1 ห้องเรียน จาก 7 ห้องเรียน จำนวน 246 คน
2. หลังจากสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เพื่อใช้ในศึกษาทักษะการแก้ปัญหา เรื่อง งานและพลังงาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
3. ดำเนินการสอนโดยผู้วิจัยเป็นผู้สอนเองใช้เวลาในการสอน 14 ชั่วโมง
4. เมื่อสิ้นสุดการสอนตามกำหนดจึงทำการทดสอบหลังเรียน (Posttest) ด้วยแบบวัดทักษะการแก้ปัญหา
5. นำผลคะแนนจากการตรวจแบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหามาวิเคราะห์โดยใช้วิธีการทางสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐานต่อไป

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้นำข้อมูลจากการเก็บรวบรวมข้อมูลมาวิเคราะห์ดังนี้

3.5.1 ศึกษาทักษะการแก้ปัญหาของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา จากแผนผังความคิดของนักเรียนในใบงานตามแผนการจัดการเรียนรู้ และทำการตรวจแผนผังความคิด โดยแบ่งทักษะการแก้ปัญหามองออกเป็น 3 ระดับได้แก่ ระดับดี ระดับพอใช้ และระดับควรปรับปรุง ดังแสดงในตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ในภาคผนวก ก

3.5.2 เพื่อเปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษากับเกณฑ์ร้อยละ 75 โดยวิเคราะห์หาค่าคะแนนเฉลี่ย (\bar{X}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) คะแนนเกณฑ์ร้อยละ และทดสอบด้วยสถิติ One-sample t-test

3.5.3 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษากับเกณฑ์ร้อยละ 75 โดยวิเคราะห์หาค่าคะแนนเฉลี่ย (\bar{X}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) คะแนนเกณฑ์ร้อยละ และทดสอบด้วยสถิติ One Sample t-test

3.6 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

3.6.1 สถิติพื้นฐาน

3.6.1.1 ค่าเฉลี่ย (Mean : \bar{X}) โดยใช้สูตร (ไพศาล วรคำ, 2559, น. 323) ดังนี้

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \quad (3-1)$$

เมื่อ	\bar{X}	แทน	ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง
	x_i	แทน	คะแนนของคนที่ i
	n	แทน	จำนวนสมาชิกในกลุ่มตัวอย่าง

3.6.1.2 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของคะแนน คำนวณจากสูตร

$$S = \sqrt{\frac{n \sum X^2 - (\sum x)^2}{n(n-1)}} \quad (3-2)$$

เมื่อ	S	แทน	ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน
	$\sum x$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
	$\sum X^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง
	N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มทดลอง

3.6.2 สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ

3.6.2.1 สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังนี้

1) วิเคราะห์ความเที่ยงตรงตามเนื้อหา ดัชนีความสอดคล้อง IOC การหาค่าความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแต่ละข้อกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, น. 64)

$$IOC = \frac{\sum R}{N} \quad (3-3)$$

เมื่อ	IOC	แทน	ดัชนีความสอดคล้องของข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้
	ΣR	แทน	ผลรวมคะแนนความคิดของผู้เชี่ยวชาญ
	N	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2) วิเคราะห์หาค่าความยากเป็นรายชื่อของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนใช้สูตร (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, น. 155)

$$P = \frac{R}{N} \quad (3-4)$$

เมื่อ	P	แทน	ระดับความยาก
	R	แทน	จำนวนผู้ตอบถูกทั้งหมด
	N	แทน	จำนวนคนในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ

3. การหาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนข้อสอบรายข้อใช้วิธีวิเคราะห์แบบอิงเกณฑ์ของเบรนนัน (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, น. 90)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASAKHAM UNIVERSITY

$$B = \frac{U}{N_1} - \frac{L}{N_2} \quad (3-5)$$

เมื่อ	B	แทน	ค่าอำนาจจำแนก
	U	แทน	จำนวนผู้เรียนในกลุ่มผู้รอบรู้ที่ตอบข้อสอบข้อนั้นถูก
	L	แทน	จำนวนผู้เรียนในกลุ่มไม่รอบรู้ที่ตอบข้อสอบข้อนั้นถูก
	N_1	แทน	จำนวนผู้เรียนในกลุ่มรอบรู้ทั้งหมด
	N_2	แทน	จำนวนผู้เรียนในกลุ่มไม่รอบรู้ทั้งหมด

4 วิเคราะห์หาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้สูตรของโลเวท (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, น. 96)

$$r_{cc} = 1 - \frac{k \sum x_i - \sum x_i^2}{(k-1) \sum (x_i - c)} \quad (3-6)$$

เมื่อ	r_{cc}	แทน	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	K	แทน	จำนวนข้อสอบ
	x_i	แทน	คะแนนของนักเรียนแต่ละคน
	c	แทน	คะแนนเกณฑ์หรือจุดตัดของแบบทดสอบ

3.6.2.2 สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพแบบวัดทักษะการแก้ปัญหา แสดงดังนี้

1) วิเคราะห์ ดัชนีความสอดคล้อง IOC การหาค่าความสอดคล้องระหว่างแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาแต่ละสถานการณ์กับแนวคิดทักษะการแก้ปัญหาของเวียร์ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, น. 64)

$$IOC = \frac{\sum R}{N} \quad (3-7)$$

เมื่อ	IOC	แทน	ดัชนีความสอดคล้องของข้อสอบกับแนวคิดของเวียร์
	$\sum R$	แทน	ผลรวมคะแนนความคิดของผู้เชี่ยวชาญ
	N	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2) เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนการทดสอบแบบวัดทักษะการแก้ปัญหา หลังการทดลองเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 75 โดยใช้สูตร t-test (One-Sample) (ไพศาล วรคำ, 2559, น. 349) ดังนี้

$$t = \frac{\bar{X} - \mu_0}{\frac{S}{\sqrt{n}}} \quad df = n - 1 \quad (3-8)$$

เมื่อ	t	แทน	ค่าสถิติทดสอบที่
	\bar{X}	แทน	ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง

μ_0	แทน	ค่าคงที่หรือค่าเฉลี่ยของประชากรที่ต้องการเปรียบเทียบ
S	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง
n	แทน	ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง (จำนวนนักเรียน)



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การวิเคราะห์ข้อมูลการวิจัยเรื่อง การศึกษาทักษะการแก้ปัญหาตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง งานและพลังงาน ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยขอเสนอข้อมูลตามลำดับดังนี้

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล
2. ลำดับชั้นในการวิเคราะห์ข้อมูล
3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้กำหนดความหมายของสัญลักษณ์ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกันในการสื่อความหมายของข้อมูลดังต่อไปนี้

N	แทน	จำนวนผู้เรียนกลุ่มเป้าหมาย
\bar{X}	แทน	ค่าเฉลี่ย
S.D	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)
df	แทน	ชั้นแห่งความเป็นอิสระ (Degree of freedoms)
T	แทน	สถิติทดสอบที่ใช้ในการพิจารณาความมีนัยสำคัญทางสถิติ (t-test)
E_1	แทน	ค่าประสิทธิภาพของกระบวนการเรียนรู้
E_2	แทน	ค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ที่เกิดจากกระบวนการเรียนรู้
ρ	แทน	ระดับนัยสำคัญทางสถิติ

4.2 ลำดับในการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยขอเสนอลำดับขั้นในการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับดังนี้

4.2.1 เพื่อศึกษาทักษะการแก้ปัญหาของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

4.2.2 เพื่อเปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษากับเกณฑ์ร้อยละ 75

4.2.3 ผลเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษากับเกณฑ์ร้อยละ 75

4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

4.3.1 ผลการศึกษาทักษะการแก้ปัญหาของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

ผู้วิจัยได้ทำการทดลองและเก็บข้อมูลกับกลุ่มเป้าหมายที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเรื่อง งานและพลังงาน ซึ่งผู้วิจัยได้ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้เป็น 5 ขั้นตอน ตามแนวคิดของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) โดยใช้เนื้อหาของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2561) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 6 ฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน และผู้วิจัยมีความมุ่งหมายให้ผู้เรียนมีทักษะการแก้ปัญหตามกระบวนการแก้ปัญหาของเวียร์ ซึ่งประกอบ 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ระบุปัญหา 2) วิเคราะห์สาเหตุของปัญหา 3) กำหนดวิธีการแก้ปัญหา และ 4) ตรวจสอบผลลัพธ์ โดยผู้วิจัยได้ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ซึ่งแต่ละขั้นตอนดำเนินการดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา (Identify a Challenge) เป็นขั้นที่ให้ผู้เรียนทำความเข้าใจในสิ่งที่ปัญหาในชีวิตประจำวัน ค้นหาปัญหาที่ต้องการแก้ไข จากนั้นเลือกวิธีการหรือสร้างนวัตกรรมเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว ในกิจกรรมผู้วิจัยยกตัวอย่างสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริงในขณะนั้น ซึ่งกำลังมีการเตรียมงานกีฬาภายในโรงเรียน ผู้วิจัยจึงกำหนดสถานการณ์ว่า หากผู้เรียนต้องช่วยกันจัดเตรียมสถานที่สำหรับการ

จัดงานกีฬา และมีการเคลื่อนย้ายวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ แน่แน่นอนว่าถ้าเป็นวัสดุอุปกรณ์ขนาดเล็กผู้เรียนสามารถเคลื่อนย้ายได้ด้วยตัวของผู้เรียนเอง แต่ถ้าวัสดุอุปกรณ์ชิ้นนั้นมีขนาดใหญ่เกินกว่าที่ผู้เรียนจะเคลื่อนย้ายได้ด้วยตัวของผู้เรียน ผู้เรียนจะแก้ปัญหานี้อย่างไร โดยมีเงื่อนไขว่าวิธีการแก้ปัญหานั้นต้องประหยัดแรงคน ผ่อนแรงในการทำงานและประหยัดเวลาในการทำงานด้วย ในขั้นนี้ผู้เรียนจะได้ระบุปัญหารวมถึงวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้น ซึ่งเป็นไปตามขั้นตอนการแก้ปัญหาของเวียร์ คือ ขั้นที่ 1 การระบุปัญหาและขั้น 2 การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา ดังแสดงในภาพประกอบที่ 4.1



ภาพที่ 4.1 ผู้วิจัยยกตัวอย่างสถานการณ์ปัญหา เพื่อให้ผู้เรียนแก้ไขปัญหา

เมื่อผู้วิจัยกำหนดสถานการณ์ตัวอย่างให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากสถานการณ์ปัญหาที่เกิดขึ้นนี้ โดยผู้เรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อระบุปัญหาและวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา แล้วเขียนลงในแผนผังความคิดที่ผู้วิจัยกำหนด จากนั้นผู้วิจัยทำการประเมินผู้เรียนจากการตรวจแผนผังความคิดตามแบบประเมินทักษะการแก้ปัญหาท้ายแผนการจัดการเรียนรู้ พบว่า

ผู้เรียนร้อยละ 60 มีทักษะการแก้ปัญหายุ่งในระดับดี โดยสามารถระบุปัญหาที่แท้จริงได้ถูกต้องและสอดคล้องกับสถานการณ์ และวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาได้อย่างถูกต้อง เช่น ปัญหาที่เกิดขึ้น คือ การเคลื่อนย้ายวัสดุอุปกรณ์ที่มีขนาดใหญ่เกินกว่าจะออกแรงขนย้ายคนเดียวได้ และเมื่อวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา ผู้เรียนระบุว่าสาเหตุมาจากจำนวนคนในการเตรียมงานกีฬามีไม่เพียงพอ จึงทำให้การเตรียมงานเกิดความล่าช้า

ผู้เรียนร้อยละ 30 มีทักษะการแก้ปัญหายุ่งในระดับพอใช้ โดยสามารถระบุปัญหาได้ภายในขอบเขตที่กำหนดและวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาได้แต่ไม่สมบูรณ์ เช่น ระบุว่าปัญหาที่เกิดขึ้น

คือ การเคลื่อนย้ายของในการเตรียมงานกีฬา และเมื่อวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา ผู้เรียนระบุว่าจำนวนคนไม่เพียงพอในการเคลื่อนย้ายและไม่ขอความช่วยเหลือจากนักการโรงเรียน

ผู้เรียนร้อยละ 10 มีทักษะการแก้ปัญหาอยู่ในระดับควรปรับปรุง โดยสามารถระบุปัญหาและวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาที่อาจเป็นไปได้แต่ไม่สอดคล้องกับสถานการณ์ที่กำหนด เช่น ปัญหาที่เกิดขึ้น คือ ผู้เรียนเตรียมงานกีฬาไม่ทัน และเมื่อวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา ผู้เรียนระบุว่าโรงเรียนขาดเครื่องมือที่ช่วยผ่อนแรงในการทำงาน และเพื่อนขาดความสามัคคีในการทำงาน

ขั้นที่ 2 ค้นหาและศึกษาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง (Explore ideas) เป็นขั้นที่ให้ผู้เรียนรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องและประเมินความเป็นไปได้ พิจารณาเหตุและผลประกอบการตัดสินใจ เพื่อเลือกแนวทางที่ดีที่สุดในการแก้ไขปัญหา ในกิจกรรมผู้วิจัยแบ่งผู้เรียนออกเป็นกลุ่ม จากนั้นผู้เรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันค้นหาและศึกษาหาความรู้ที่ต้องใช้ในการสร้างเครื่องผ่อนแรง ซึ่งสาระการเรียนรู้ประกอบด้วย เรื่องแรง, งานในทางฟิสิกส์, พลังงานกล และเครื่องกล ให้ผู้เรียนช่วยกันระดมความคิด แสดงความคิดเห็นจากความรู้ที่ศึกษา เสนอวิธีแก้ปัญหาและรวบรวมวิธีการแก้ปัญหาต่างๆ ในขั้นนี้เป็นการต่อยอดจากขั้นที่แล้วโดยเมื่อระบุปัญหาและวิเคราะห์จนทราบสาเหตุของปัญหาแล้ว ผู้เรียนจะได้ค้นหาและศึกษาแนวทางในเพื่อประกอบการตัดสินใจเลือกวิธีการแก้ปัญหาต่อไป ดังแสดงในภาพประกอบที่

4.2



ภาพที่ 4.2 ผู้เรียนค้นหาและศึกษาความรู้ที่ต้องใช้ในการสร้างเครื่องผ่อนแรง

ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาขั้นค้นหาและศึกษาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง เมื่อผู้เรียนระบุปัญหาและวิเคราะห์สาเหตุที่แท้จริงของปัญหาแล้ว ผู้เรียนจะต้องเขียนแนวคิดที่เกี่ยวข้องเพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหาลงในแผนผังความคิดที่ผู้วิจัยกำหนด จากนั้นผู้วิจัยทำการประเมิน

ผู้เรียนจากการตรวจแผนผังความคิดตามแบบประเมินทักษะการแก้ปัญหาท้ายแผนการจัดการเรียนรู้พบว่า

ผู้เรียนร้อยละ 55 มีทักษะการแก้ปัญหาอยู่ในระดับดี โดยผู้เรียนสามารถค้นหาและศึกษาแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับสาระการเรียนรู้เรื่องแรง, งานในทางฟิสิกส์, กำลัง, พลังงานกล และเครื่องกล เพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหา ที่กลุ่มของตนเองได้บอกสาเหตุของปัญหาที่สอดคล้องกับสถานการณ์ที่กำหนดให้ จากชั้นระบุปัญหา เช่น ระบุถึงวิธีการผ่อนแรงโดยใช้หลักการของพลังงานกล, วิธีการผ่อนแรงโดยใช้หลักการของเครื่องกล และวิธีการผ่อนแรงโดยใช้หลักการของระบบไฮดรอลิก

ผู้เรียนร้อยละ 40 มีทักษะการแก้ปัญหาระดับพอใช้ โดยผู้เรียนค้นหาและศึกษาแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับสาระการเรียนรู้เรื่องแรง, งานในทางฟิสิกส์, กำลัง, พลังงานกล และเครื่องกล เพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหาแต่แนวคิดที่ใช้ยังไม่สมบูรณ์ เช่น ระบุถึงวิธีการผ่อนแรงโดยใช้หลักการของคาน, วิธีการผ่อนแรงโดยใช้หลักการของรอก, วิธีการผ่อนแรงโดยใช้หลักการของพลังงานน้ำ

ผู้เรียนร้อยละ 5 มีทักษะการแก้ปัญหาระดับควรปรับปรุง โดยผู้เรียนสามารถค้นหาและศึกษาแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับสาระการเรียนรู้เรื่องแรง, งานในทางฟิสิกส์, กำลัง, พลังงานกล และเครื่องกล เพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหาแต่แนวคิดที่ใช้ไม่สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหา เช่น ระบุถึงวิธีการผ่อนแรงโดยใช้หลักการของแรงเสียดทาน

ขั้นที่ 3 วางแผนและพัฒนา (Plan and Develop) เป็นขั้นที่ให้กำหนดกระบวนการทำงาน เป้าหมาย ระยะเวลา ออกแบบและพัฒนาต้นแบบของชิ้นงาน เพื่อให้ตอบสนองต่อแนวคิดในการแก้ไขปัญหา ในกิจกรรมเมื่อผู้เรียนได้แนวทางในการแก้ปัญหาแล้ว ผู้เรียนร่วมกันออกแบบรูปร่าง ออกแบบวิธีการสร้างแขนหุ่นยนต์ที่ใช้ระบบไฮดรอลิกในการทำงาน รวมถึงคำนวณหาแรงที่ใช้ งานที่ได้ในการออกแรง ประสิทธิภาพของการทำงานและต้นทุนในการสร้างแขนหุ่นยนต์ ในขั้นนี้ผู้เรียนจะได้กำหนดวิธีการแก้ปัญหาและออกแบบชิ้นงานเพื่อแก้ปัญหา โดยผู้เรียนจะรวบรวมวิธีการจากขั้นค้นหาและศึกษาแนวคิดที่เกี่ยวข้องและเลือกวิธีการที่เหมาะสมที่สุดในการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นไปตามขั้นตอนการแก้ปัญหาของเวียร์ คือ ขั้นที่ 3 การกำหนดวิธีการแก้ปัญหา ดังแสดงในภาพประกอบที่ 4.3



ภาพที่ 4.3 ผู้เรียนวางแผนออกแบบและสร้างแขนหุ่นยนต์ที่ใช้ระบบไฮดรอลิก

ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาชั้นวางแผนและพัฒนา เมื่อผู้เรียนค้นหาและศึกษาแนวคิดที่เกี่ยวข้องแล้ว ผู้เรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อหาข้อสรุปในการเลือกแนวทางในการแก้ปัญหา และผู้เรียนจะต้องเขียนแนวทางที่ตนเองเลือกพร้อมทั้งให้เหตุผลในการเลือกวิธีแก้ปัญหานี้ลงในแผนผังความคิดที่ผู้วิจัยกำหนด จากนั้นผู้วิจัยทำการประเมินผู้เรียนจากการตรวจแผนผังความคิดตามแบบประเมินทักษะการแก้ปัญหาท้ายแผนการจัดการเรียนรู้ พบว่า

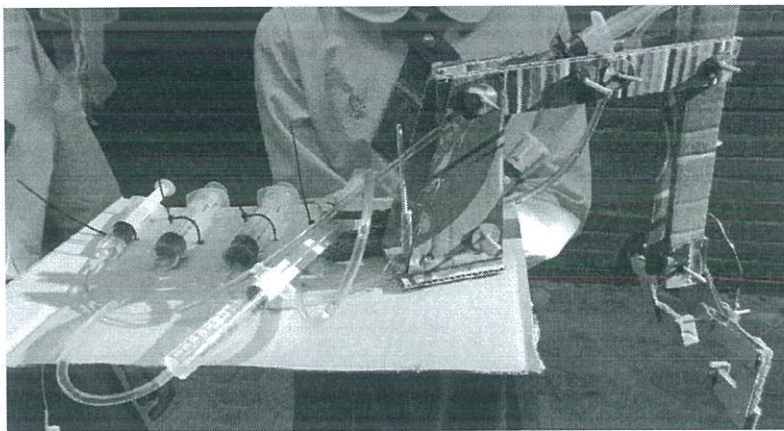
ผู้เรียนร้อยละ 67.5 มีทักษะการแก้ปัญหาระดับดี โดยผู้เรียนสามารถวางแผนเพื่อตรวจสอบสาเหตุของปัญหาและนำไปสู่วิธีแก้ปัญหที่สอดคล้องกับสถานการณ์ที่กำหนดให้ โดยมีหลักการ คือ ชิ้นงานนั้นจะต้องสามารถแก้ไขปัญหได้จริงและจะต้องมีราคาต้นทุนในการผลิตที่ไม่สูงมากนัก เช่น ผู้เรียนเลือกแนวทางในการแก้ไขปัญหจากการสร้างชิ้นงานเป็น แขนหุ่นยนต์ที่ใช้ระบบไฮดรอลิกในการทำงาน จากแผ่นไม้อัดหรือลึงกระดาษในการทำแขนหุ่นยนต์และฐานรองแขนหุ่นยนต์ จากนั้นนำกระบอกฉีดยาและสายน้ำเกลือมาสร้างระบบไฮดรอลิกอย่างง่ายแทนการใช้ลูกสูบ โดยผู้เรียนมีต้นแบบในการออกแบบชิ้นงานเป็น รถแบคโฮและรถโฟลคลิฟท์

ผู้เรียนร้อยละ 25 มีทักษะการแก้ปัญหาระดับพอใช้ โดยผู้เรียนสามารถวางแผนเพื่อตรวจสอบสาเหตุของปัญหาแต่ไม่นำไปสู่วิธีแก้ปัญหที่แท้จริงกับสถานการณ์ที่กำหนดให้ โดยมีหลักการ คือ ชิ้นงานนั้นจะต้องสามารถแก้ไขปัญหได้จริงและจะต้องมีราคาต้นทุนในการผลิตที่ไม่สูงมากนัก เช่น ผู้เรียนเลือกแนวทางในการแก้ไขปัญหจากการสร้างชิ้นงานเป็น แขนหุ่นยนต์ที่ใช้ก้านมือหมุนทำหน้าที่ควบคุมลวดสลิงที่ใช้ในการยกสิ่งของ จากหลอดด้ายในการทำเป็นแกนหมุนและลึงกระดาษหรือฟิวเจอร์

บอร์ดในการทำชิ้นส่วนของแขนรถเข็นและฐานรอง ซึ่งผู้เรียนมีต้นแบบในการออกแบบชิ้นงานเป็นรถเข็น

ผู้เรียนร้อยละ 7.5 มีทักษะการแก้ปัญหาในระดับควรปรับปรุง โดยผู้เรียนสามารถวางแผนเพื่อตรวจสอบสาเหตุของปัญหาแต่ไม่นำไปสู่วิธีแก้ปัญหาที่แท้จริงซึ่งไม่สอดคล้องกับสถานการณ์ที่กำหนดให้ โดยมีหลักการ คือ ชิ้นงานนั้นจะต้องสามารถแก้ไขปัญหาได้จริงและจะต้องมีราคาต้นทุนในการผลิตที่ไม่สูงมากนัก เช่น ผู้เรียนเลือกแนวทางในการแก้ไขปัญหาจากการสร้างชิ้นงานเป็น แขนหุ่นยนต์ที่ใช้รอกในการทำหน้าที่ยกของและเพิ่มฐานรองแขนหุ่นยนต์ด้วยล้อรถเข็น โดยที่ใช้ในการเคลื่อนย้ายวัตถุ โดยผู้เรียนมีต้นแบบในการออกแบบชิ้นงานเป็นรอก กับ รถเข็น

ขั้นที่ 4 ทดสอบและประเมินผล (Test and Evaluate) เป็นขั้นที่ให้ทดสอบและประเมินผลการใช้งานก่อนนำไปใช้งานจริง จากนั้นต้องนำผลที่ได้มาแก้ไขและพัฒนาให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ซึ่งผู้เรียนจะต้องทดสอบชิ้นงานของตนเองว่า สามารถทำงานได้ตรงตามความต้องการและมีประสิทธิภาพตรงตามเงื่อนไขที่ผู้วิจัยกำหนด หากชิ้นงานนั้นประสิทธิภาพยังไม่ดีพอ ผู้เรียนต้องร่วมกันหาแนวทางแก้ไขชิ้นงานให้มีประสิทธิภาพ โดยผู้วิจัยมีหน้าที่ให้คำปรึกษาแต่ไม่ให้คำแนะนำ และต้องให้คำปรึกษาผู้เรียนจนกว่าชิ้นงานของผู้เรียนจะบรรลุตามวัตถุประสงค์ ซึ่งก่อนที่ผู้เรียนจะออกแบบชิ้นงาน ผู้เรียนจะต้องคาดคะเนผลลัพธ์ที่จะเกิดขึ้นจากการกำหนดวิธีการแก้ปัญหานี้ โดยผลที่เกิดขึ้นจริงอาจเป็นไปตามความต้องการหรืออาจมีความผิดพลาดเกิดขึ้น ดังนั้นผู้เรียนจะต้องทำการทดสอบชิ้นงานเพื่อตรวจสอบผล ซึ่งเป็นไปตามขั้นตอนการแก้ปัญหาของเวียร์ คือ ขั้นที่ 4 การตรวจสอบผลลัพธ์ ดังแสดงในภาพประกอบที่ 4.4



ภาพที่ 4.4 ผู้เรียนทดสอบชิ้นงาน เพื่อประเมินประสิทธิภาพของชิ้นงาน

ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาชั้นทดสอบและประเมินผล เมื่อผู้เรียนสร้างชิ้นงานเสร็จแล้ว ผู้เรียนจะได้ทดสอบการทำงานว่ามีประสิทธิภาพตรงตามความต้องการหรือไม่โดยก่อนที่จะทดสอบผู้เรียนจะต้องเขียนผลที่คาดว่าจะได้รับเมื่อนักเรียนเลือกวิธีการแก้ปัญหาหนึ่งลงในแผนผังความคิดที่ผู้วิจัยกำหนด จากนั้นผู้วิจัยทำการประเมินผู้เรียนจากการตรวจแผนผังความคิดตามแบบประเมินทักษะการแก้ปัญหาท้ายแผนการจัดการเรียนรู้พบว่า

ผู้เรียนร้อยละ 47.5 มีทักษะการแก้ปัญหาระดับดี โดยสามารถอธิบายผลที่จะเกิดขึ้นจากการเลือกวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง และชิ้นงานสามารถนำไปแก้ไขปัญหาได้จริง ซึ่งผู้วิจัยให้ผู้เรียนทำการทดลองเพื่อทดสอบประสิทธิภาพการทำงาน จากการยกถ่วงทรายที่มีน้ำหนักต่างกัน 4 ขนาดดังนี้ ถูที่ 1 น้ำหนัก 100 กรัม, ถูที่ 2 น้ำหนัก 250 กรัม, ถูที่ 3 น้ำหนัก 500 กรัม และถูที่ 4 น้ำหนัก 1 กิโลกรัม ผลที่ได้คือแขนหุ่นยนต์ที่ใช้ระบบไฮดรอลิกสามารถยกถ่วงทรายที่มีน้ำหนักต่างกันได้ทั้ง 4 ขนาด ซึ่งเป็นไปตามที่ผู้เรียนคาดการณ์ไว้ล่วงหน้า ดังนั้นเมื่อผลที่ผู้เรียนคาดการณ์ตรงกับผลที่ได้จากการทดสอบประสิทธิภาพของชิ้นงาน ผู้เรียนจึงไม่ต้องทำการปรับปรุงชิ้นงานหรือแก้ไขชิ้นงานอีก

ผู้เรียนร้อยละ 37.5 มีทักษะการแก้ปัญหาระดับพอใช้ โดยสามารถอธิบายผลที่จะเกิดขึ้นจากการเลือกวิธีการแก้ปัญหาได้ใกล้เคียงกับผลที่เกิดขึ้นจริงแต่ชิ้นงานมีประสิทธิภาพไม่ตรงตามเงื่อนไขที่ต้องการ ซึ่งการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานนั้น ผู้วิจัยให้ผู้เรียนนำชิ้นงานมาทดสอบยกถ่วงทรายที่มีน้ำหนักต่างกัน 4 ขนาดดังนี้ ถูที่ 1 น้ำหนัก 100 กรัม, ถูที่ 2 น้ำหนัก 250 กรัม, ถูที่ 3 น้ำหนัก 500 กรัม และถูที่ 4 น้ำหนัก 1 กิโลกรัม ผลที่ได้คือแขนหุ่นยนต์ที่ใช้ก้านควบคุมลวดสลิงในการยกของสามารถยกวัตถุได้ 2 ขนาด เนื่องจากก้านที่ผู้เรียนสร้างขึ้นเกิดการชำรุดจึงทำให้ยกถ่วงทรายได้แค่ขนาด 100 กรัมและ 250 กรัมเท่านั้น ซึ่งในการคาดการณ์ผลที่เกิดขึ้นผู้เรียนคาดการณ์ไว้ว่า ชิ้นงานสามารถยกถ่วงทรายได้มากที่สุด 500 กรัม ดังนั้นผลที่ผู้เรียนคาดการณ์ไว้จึงใกล้เคียงกับผลที่ได้จากการทดสอบประสิทธิภาพ แต่ชิ้นงานยังมีประสิทธิภาพไม่ตรงตามเงื่อนไขที่กำหนด ผู้เรียนจึงต้องทำการพัฒนาและแก้ไขให้ชิ้นงานมีประสิทธิภาพ

ผู้เรียน ร้อยละ 15 มีทักษะการแก้ปัญหาระดับควรปรับปรุง โดยสามารถอธิบายผลที่จะเกิดขึ้นจากการเลือกวิธีแก้ปัญหาไม่ถูกต้องและชิ้นงานไม่สามารถนำไปแก้ไขปัญหาได้จริง ซึ่งผู้วิจัยให้ผู้เรียนทำการทดลองเพื่อทดสอบประสิทธิภาพการทำงาน จากการยกถ่วงทรายที่มีน้ำหนักต่างกัน 4 ขนาดดังนี้ ถูที่ 1 น้ำหนัก 100 กรัม, ถูที่ 2 น้ำหนัก 250 กรัม, ถูที่ 3 น้ำหนัก 500 กรัม และถูที่ 4 น้ำหนัก 1 กิโลกรัม ผลที่ได้คือแขนหุ่นยนต์ที่ใช้รอกในการยกของสามารถยกของได้ 2 ขนาด เนื่องจากรอกที่ผู้เรียนสร้างขึ้นมีขนาดเล็กและผู้เรียนเลือกใช้เชือกสาลีที่มีความคงทนน้อยและมีความฝืดมากกว่าลวดสลิง เมื่อดึงถ่วงทรายที่มีน้ำหนัก

มากขึ้นจึงทำให้เชื่อกขาด ซึ่งในการคาดการณ์ผลที่เกิดขึ้นผู้เรียนคาดการณ์ไว้ว่า ชิ้นงานสามารถถ่วงทรายได้มากที่สุด 1 กิโลกรัม ดังนั้นผลที่ผู้เรียนคาดการณ์ไว้จึงไม่ตรงกับผลที่ได้จากการทดสอบประสิทธิภาพของชิ้นงาน ดังนั้นผู้วิจัยจึงคอยให้ปรึกษาในขณะที่ผู้เรียนร่วมกันหาแนวทางในการแก้ไขชิ้นงานจนกระทั่งผู้เรียนสามารถหาแนวทางที่เหมาะสมในการแก้ไขชิ้นงานให้สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ขั้นที่ 5 นำเสนอผลลัพธ์ (Present and Solution) เป็นขั้นที่ให้ผู้เรียนนำเสนอหลังจากพัฒนาและปรับปรุงจนมีประสิทธิภาพตามที่ต้องการแล้ว ผู้เรียนจะต้องทำการนำเสนอและออกแบบวิธีนำเสนอนวัตกรรมเหล่านั้นให้น่าสนใจ จากภาพที่ 4.5 ผู้เรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอแขนหุ่นยนต์จากระบบไฮดรอลิก โดยอธิบายความรู้ที่ใช้ในการออกแบบ วิธีการสร้าง รวมถึงหลักการทำงานของแขนหุ่นยนต์ ซึ่งผู้เรียนสามารถนำเสนอผลงานด้วยรูปแบบต่างๆที่สร้างสรรค์แปลกใหม่ ซึ่งได้แก่ การนำเสนอหน้าชั้นเรียน, การทำวิดีโอเผยแพร่ใน youtube และการทำโปสเตอร์นำเสนองาน ดังแสดงในภาพประกอบที่ 4.5



ภาพที่ 4.5 การนำเสนอแขนหุ่นยนต์จากระบบไฮดรอลิก

ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาขั้นนำเสนอผลลัพธ์ ผู้วิจัยกำหนดให้ผู้เรียนได้ใช้ความคิดสร้างสรรค์ในการออกแบบการนำเสนอชิ้นงานให้มีความน่าสนใจ ซึ่งผู้เรียนสามารถเลือกวิธีการนำเสนอแบบใดก็ได้ ซึ่งในขั้นนี้ผู้วิจัยไม่ได้ประเมินทักษะการแก้ปัญหา เนื่องจากขั้นการนำเสนอผลลัพธ์ไม่อยู่ในขั้นตอนการแก้ปัญหาของเวียร์ทั้ง 4 ขั้น โดยการนำเสนอผลงานที่ผู้เรียนใช้มี 3 รูปแบบ ได้แก่ การเผยแพร่วิดีโอใน youtube, การนำเสนอแบบ power point และการทำโปสเตอร์ ซึ่ง

ผู้เรียนร้อยละ 72.5 เลือกทำวิดีโอเผยแพร่ใน youtube โดยในวิดีโอผู้เรียนได้ลงมือถ่ายทำการสร้างชิ้นงาน พร้อมทั้งอธิบายแนวคิดที่ใช้ในการออกแบบ วิธีการสร้างชิ้นงาน และหลักการทำงานของแขนหุ่นยนต์ด้วยตัวของตัวเอง รองลงมาคือ ผู้เรียนร้อยละ 17.5 เลือกการทำ power point นำเสนอในชั้นเรียน ซึ่งใน power point นำเสนอนี้ผู้เรียนได้อธิบายถึง หลักการสร้างชิ้นงาน แนวคิดที่เกี่ยวข้อง การออกแบบ หลักการทำงานและการนำไปใช้ประโยชน์ และผู้เรียน ร้อยละ 10 เลือกการทำโปสเตอร์นำเสนอชิ้นงาน โดยผู้เรียนนำเสนอหลักการสร้างชิ้นงาน แนวคิดที่เกี่ยวข้อง การออกแบบ หลักการทำงาน และการนำไปใช้ประโยชน์ จากนั้นนำไปติดไว้ที่บอร์ดหน้าชั้นเรียน เพื่อเผยแพร่ให้กับผู้อื่นที่สนใจและต้องการนำไปต่อยอดในอนาคต

4.3.2 ผลการเปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษากับเกณฑ์ร้อยละ 75

ผลการเปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษากับเกณฑ์ร้อยละ 75 เป็นดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1

ผลการเปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษากับเกณฑ์ร้อยละ 75

กลุ่มเป้าหมาย	N	คะแนน		\bar{x}	S.D.	t-test
		เต็ม	ร้อยละ 75			
หลังเรียน	40	48	36	38.88	2.67	12.94*

หมายเหตุ * มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 4.1 ผลการเปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษากับเกณฑ์ร้อยละ 75 จากจำนวนผู้เรียน 40 คน โดยใช้แบบวัดทักษะการแก้ปัญหา ชนิดอัตนัย โดยกำหนด 4 สถานการณ์ สถานการณ์ละ 4 ข้อ รวมเป็นจำนวน 16 ข้อ พบว่า มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน เท่ากับ 38.88 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 2.67 เมื่อทดสอบสมมติฐานโดยใช้สถิติ One Sample t-test พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการวิเคราะห์คะแนนแต่ละชั้นของทักษะการแก้ปัญหาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษากับเกณฑ์ร้อยละ 75 เป็นดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2

ผลการวิเคราะห์คะแนนแต่ละชั้นของทักษะการแก้ปัญหาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษากับเกณฑ์ร้อยละ 75

ทักษะการแก้ปัญหา	คะแนน		\bar{X}	S.D.	t-test
	คะแนนเต็ม	เกณฑ์ร้อยละ 75			
ขั้นการระบุปัญหา	12	9.00	9.87	3.08	3.02*
ขั้นการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา	12	9.00	9.74	2.44	3.47*
ขั้นการกำหนดวิธีการแก้ปัญหา	12	9.00	10.19	2.26	5.01*
ขั้นการตรวจสอบผลลัพธ์	12	9.00	9.08	2.98	1.47*

หมายเหตุ * มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 4.2 ผลการวิเคราะห์คะแนนแต่ละชั้นของทักษะการแก้ปัญหาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษากับเกณฑ์ร้อยละ 75 พบว่า ขั้นตอนการแก้ปัญหามีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 มากที่สุด (\bar{X} = 10.19, S.D = 2.26) รองลงมาคือ ขั้นระบุปัญหา (\bar{X} = 9.87, S.D = 3.08) และขั้นวิเคราะห์สาเหตุของปัญหามี (\bar{X} = 9.74, S.D = 2.44) มีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 และขั้นการตรวจสอบผลลัพธ์มีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 น้อยที่สุด (\bar{X} = 9.08, S.D = 2.98) เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างโดยใช้สถิติ One-Sample t-test พบว่า คะแนนแต่ละชั้นของทักษะการแก้ปัญหาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4.3.3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษากับเกณฑ์ร้อยละ 75 ดังตารางที่ 4.3

ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษากับเกณฑ์ร้อยละ 75 เป็นดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3

ผลเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษากับเกณฑ์ร้อยละ 75

จำนวน		คะแนนเกณฑ์			S.D.	df	t-test
ผู้เรียน	คะแนนเต็ม	ร้อยละ 75	\bar{X}				
40	20	15	16.08	3.04	39	10.42*	

หมายเหตุ * มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 4.3 พบว่า การเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษากับเกณฑ์ร้อยละ 75 จากผู้เรียนจำนวน 40 คน โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจำนวน 20 ข้อ เป็นข้อสอบชนิดปรนัย 4 ตัวเลือก พบว่าคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนเท่ากับ 16.08 เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างโดยใช้สถิติ One-Sample t-test พบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังจากที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

บทที่ 5

สรุป อภิปราย และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาเรื่อง การศึกษาทักษะการแก้ปัญหาตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง งานและพลังงาน ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งผู้วิจัยสรุปผลการวิจัยดังต่อไปนี้

1. สรุปผลการวิจัย
2. อภิปรายผลการวิจัย
3. ข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 ผลการศึกษาทักษะการแก้ปัญหาของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา จากแผนผังความคิดในใบงานตามแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้เรียนมีทักษะการแก้ปัญหาในขั้นการกำหนดวิธีแก้ปัญหาสูงสุด พบว่า ผู้เรียนร้อยละ 67.5 สามารถวางแผนเพื่อตรวจสอบสาเหตุของปัญหาและนำไปสู่วิธีการแก้ปัญหาที่ถูกต้อง รองลงมาคือ ชั้นระบุปัญหา พบว่า ผู้เรียนร้อยละ 60 สามารถระบุปัญหาที่แท้จริงและสอดคล้องกับสถานการณ์ที่กำหนด ลำดับต่อมาคือ ขั้นการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา พบว่าผู้เรียนร้อยละ 55 สามารถบอกสาเหตุที่แท้จริงของปัญหาได้ถูกต้อง และสอดคล้องกับสถานการณ์ และผู้เรียนมีทักษะการแก้ปัญหาในขั้นตรวจสอบผลลัพธ์ต่ำสุด พบว่า ผู้เรียนร้อยละ 47.5 อธิบายผลที่เกิดขึ้นจากการเลือกวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องและชิ้นงานสามารถนำไปแก้ไขปัญหาได้จริง

5.1.2 ผลการเปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษากับเกณฑ์ร้อยละ 75 ผู้เรียนมีคะแนนแต่ละขั้นของทักษะการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5.1.3 ผลเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษากับเกณฑ์ร้อยละ 75 ผู้เรียนมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

จากการวิจัยเรื่อง การศึกษาทักษะการแก้ปัญหาตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง งานและพลังงาน ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

5.2.1 ผลการศึกษาทักษะการแก้ปัญหาของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา พบว่า ผู้เรียนมีทักษะการแก้ปัญหาในขั้นการกำหนดวิธีแก้ปัญหาสูงสุด ซึ่งผู้เรียนร้อยละ 67.5 สามารถวางแผนเพื่อตรวจสอบสาเหตุของปัญหาและนำไปสู่วิธีการแก้ปัญหาที่ถูกต้อง รองลงมาคือ ขั้นระบุปัญหา ผู้เรียนร้อยละ 60 สามารถระบุปัญหาที่แท้จริงและสอดคล้องกับสถานการณ์ที่กำหนด ลำดับต่อมาคือ ขั้นการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา ผู้เรียนร้อยละ 55 สามารถบอกสาเหตุที่แท้จริงของปัญหาได้ถูกต้องและสอดคล้องกับสถานการณ์ และผู้เรียนมีทักษะการแก้ปัญหาในขั้นตรวจสอบผลลัพธ์ต่ำสุด ซึ่งผู้เรียนร้อยละ 47.5 อธิบายผลที่เกิดขึ้นจากการเลือกวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องและชิ้นงานสามารถนำไปแก้ไขปัญหามาได้จริง โดยผู้วิจัยออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้และดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ ขั้นระบุปัญหา ขั้นค้นหาและศึกษาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง ขั้นวางแผนและพัฒนาขั้นทดสอบและประเมินผล และขั้นนำเสนอผลลัพธ์ จากการดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้พบว่า สามารถช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนออกแบบชิ้นงานเพื่อแก้ไขปัญหาคือตอบสนองความต้องการของผู้เรียนได้ โดยผู้เรียนต้องประยุกต์ใช้ความรู้และทักษะจากศาสตร์ทั้ง 4 ได้แก่ วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี ผ่านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ซึ่งเป็นการลงมือปฏิบัติจริงควบคู่กับการพัฒนาทักษะการคิดแก้ปัญหา เมื่อทำการสอนตามการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ในแต่ละขั้นการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษาสามารถช่วยส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาของผู้เรียนได้ ดังนี้ ขั้นที่ 1 การระบุปัญหา ช่วยให้ผู้เรียนสามารถระบุปัญหารวมถึงวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นได้ ขั้นที่ 2 การค้นหาและศึกษาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง เป็นการต่อยอดจากขั้นที่แล้ว โดยเมื่อระบุปัญหาและวิเคราะห์จนทราบสาเหตุของปัญหาแล้ว ผู้เรียนสามารถค้นคว้าและศึกษาแนวทางเพื่อประกอบการตัดสินใจในการ

เลือกวิธีการแก้ปัญหาต่อไป ขั้นที่ 3 การวางแผนและพัฒนา เมื่อผู้เรียนรวบรวมวิธีการจากขั้นค้นหาและศึกษาแนวคิดที่เกี่ยวข้องแล้ว ผู้เรียนจะสามารถเลือกวิธีการที่เหมาะสมที่สุดในการแก้ปัญหา และขั้นที่ 4 การทดสอบและประเมินผล ผู้เรียนจะต้องคาดคะเนผลลัพธ์ที่จะเกิดขึ้นจากการกำหนดวิธีการแก้ปัญหานี้ โดยผลที่เกิดขึ้นจริงอาจเป็นไปตามที่คาดหวังไว้หรืออาจมีความผิดพลาดเกิดขึ้นได้ ดังนั้นผู้เรียนจะต้องทดสอบชิ้นงานเพื่อดูว่าผลที่เกิดขึ้นเป็นไปตามความคาดหวังหรือไม่ ซึ่งขั้นตอนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของเวียร์ทั้ง 4 ขั้นนี้ ผู้วิจัยจะค่อยๆ แทรกในชั้นการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษา และประเมินผู้เรียนจากแผนผังความคิดในใบงานตามแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งผู้เรียนมีทักษะการกำหนดวิธีแก้ปัญหาสูงสุดและมีทักษะการแก้ปัญหาในขั้นตรวจสอบผลลัพธ์ต่ำสุด เนื่องจากการกำหนดวิธีการแก้ปัญหาหรือแนวทางในการแก้ปัญหา เป็นทักษะพื้นฐานสำหรับมนุษย์ทุกคน โดยเมื่อผู้วิจัยกำหนดสถานการณ์ปัญหานั้นมา สิ่งที่ทำให้ผู้เรียนให้ความสำคัญคือ การหาแนวทางในการแก้ปัญหา ซึ่งผู้เรียนจะรวบรวมวิธีการที่หลากหลายและเลือกแนวทางที่นักเรียนคิดว่าเหมาะสมที่สุดเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา ดังนั้นผู้เรียนจึงมีทักษะการแก้ปัญหาในขั้นการกำหนดวิธีการแก้ปัญหาสูงสุด แต่ในขั้นตรวจสอบผลลัพธ์เป็นการคาดคะเนผลที่จะเกิดขึ้นในอนาคต ที่อาจเกิดขึ้นจริงหรือไม่เกิดขึ้นก็ได้ ซึ่งการคาดการณ์ผลที่เกิดขึ้นมีความไม่แน่นอนและอาจมีความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้นเล็กน้อย ดังนั้นจึงทำให้ผู้เรียนมีคะแนนในขั้นตรวจสอบผลลัพธ์ต่ำสุด สอดคล้องกับที่ สุวิทย์ มูลคำ (2551, น.16) กล่าวว่า การหาแนวทางในการแก้ไขปัญหานั้น เป็นทักษะพื้นฐานที่มีความสำคัญกับมนุษย์อย่างมาก เนื่องจากมนุษย์ต้องพบเจอกับปัญหาอยู่ตลอดเวลา ทำให้มีปัญหา ความขัดแย้งหรือคำถาม มนุษย์จะเกิดสภาวะไม่สมดุลขึ้น เป็นความไม่สบายกายไม่สบายใจ ซึ่งสิ่งเหล่านี้จะเป็นสิ่งเร้ากระตุ้นให้บุคคลคิดหาคำตอบ เมื่อสามารถตอบคำถามนั้นๆ ได้ มนุษย์จะกลับเข้าสู่สภาวะสมดุล ดังนั้นเมื่อมีปัญหาเกิดขึ้นมนุษย์จะพยายามหาแนวทางในการแก้ไขปัญหานั้นเสมอ สอดคล้องกับที่ วิธวินท์ จันทรลือ (2559, น. 9) กล่าวว่า การจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการตามแนวทางสะเต็มศึกษา สามารถพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาของผู้เรียนได้ โดยผู้เรียนควรได้ทำงานเป็นกลุ่ม และผู้สอนควรกำหนดกรอบสถานการณ์ปัญหา เพื่อให้ผู้เรียนร่วมกันสร้างนวัตกรรมเพื่อแก้ปัญหา ส่วนผู้สอนทำหน้าที่คอยให้คำปรึกษาจนผู้เรียนสามารถแก้ปัญหานั้นด้วยตัวของเขาเอง สอดคล้องกับงานวิจัยของ สุทธิดา บุญทวี (2559, น. 17-22) ที่พบว่าการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมการเรียนรู้และสร้างทักษะโดยเน้นการสร้างองค์ความรู้เพื่อใช้ในการแก้ปัญหา เป็นการเรียนรู้จากประสบการณ์จริงที่เน้นความสนุกและท้าทาย ซึ่งสะเต็มศึกษาไม่ได้มุ่งเน้นเพียงเนื้อหาสาระ ทักษะ และกระบวนการที่จำเป็นในการทำความเข้าใจและแสวงหาองค์ความรู้ แต่สะเต็มศึกษาได้ให้ความสำคัญกับ กระบวนการในการนำ

ความรู้เหล่านี้มาใช้ประกอบการคิด ค้นหา และคัดเลือก วิธีการที่เหมาะสมที่สุดในการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินชีวิต และสอดคล้องกับงานวิจัยของ วรณภา เหล่าไพศาลพงษ์ (2554, น. 63) ที่พบว่า ทักษะการคิดแก้ปัญหาของเรียนที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาก่อนและหลังเรียน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้นั้น น่าจะมีผลมาจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา นั้นครุมีอิสระในการสอนมากกว่าการสอนแบบปกติ ทำให้ผู้เรียนมีการแสดงความคิดเห็นภายในห้องเรียน ได้ฝึกอธิบายวิธีแก้ปัญหาและได้ออกมานำเสนอผลงานหน้าห้องเรียน จึงทำให้ทักษะการคิดแก้ปัญหาหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง

5.2.2 ผลการเปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษากับเกณฑ์ร้อยละ 75 พบว่า คะแนนแต่ละขั้นของทักษะการแก้ปัญหาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้เป็นเพราะผู้วิจัยมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ฝึกการแก้ปัญหาอย่างต่อเนื่องและเป็นระบบ มีขั้นตอนที่ชัดเจน โดยมีลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาคือตามแนวคิดของเวียร์ ดังนี้ ขั้นที่ 1 ผู้เรียนได้ร่วมกันระบุปัญหาจากสถานการณ์ตัวอย่างที่ผู้วิจัยกำหนด ขั้นที่ 2 ผู้เรียนร่วมกันวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาและอภิปรายร่วมกันจนได้สาเหตุที่แท้จริงของปัญหา ขั้นที่ 3 ผู้เรียนกำหนดวิธีการแก้ปัญหาจากการรวบรวมแนวทางในการแก้ปัญหาโดยการค้นหาและศึกษาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง จากนั้นร่วมกันอภิปรายจนได้แนวทางที่สมเหตุสมผลที่สุดในการปัญหา นอกจากนั้นผู้เรียนต้องคาดการณ์ผลที่จะเกิดขึ้นจากการเลือกวิธีการแก้ปัญหา เพื่อให้ผู้เรียนมีเป้าหมายในการสร้างชิ้นงานให้มีประสิทธิภาพตรงตามความต้องการ ขั้นที่ 4 เมื่อสร้างชิ้นงานแล้วผู้เรียนจะต้องทดสอบประสิทธิภาพก่อนการนำไปใช้งานจริง นอกจากนั้นผู้เรียนยังมีการใช้กระบวนการกลุ่มในการระดมสมอง ได้มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ซึ่งหน้าที่ของผู้วิจัย คือ ให้คำปรึกษาดูแลในขณะที่ผู้เรียนทำงานในแต่ละกลุ่มอย่างทั่วถึง ดังนั้นจึงทำให้ผู้เรียนเกิดความคิดริเริ่มจากการเรียนรู้สภาพปัญหาที่เกิดขึ้นจริง มองเห็นสาเหตุของปัญหาและผลที่เกิดขึ้นโดยอาศัยความรู้และหลักการจากประสบการณ์เดิมของผู้เรียน แล้วนำมาคิดแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ เพื่อหาแนวทางในการแก้ไขปัญหา หรือตัดสินใจเลือกวิธีการแก้ปัญหาอย่างสมเหตุสมผล ซึ่งขั้นตอนดังกล่าวช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะการแก้ปัญหาที่สูงขึ้น สอดคล้องกับที่ Krulick and Rudnick (1993, p. 6) กล่าวว่า ทักษะการแก้ปัญหา เป็นความสามารถและศักยภาพในการตีความ สรุปบอกความสำคัญหรือประเด็นหลักของปัญหา รวมถึงการเชื่อมโยงความรู้และประสบการณ์ เพื่อให้เกิดการเสนอวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย และเลือกวิธีการแก้ปัญหาอย่างสมเหตุสมผล

สอดคล้องกับที่ ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2551, น. 106) กล่าวว่า ทักษะการแก้ปัญหาจะต้องกำหนดสถานการณ์ในชีวิตจริง และควรเป็นสถานการณ์ที่จำเป็นต่อการคิดแก้ปัญหา ซึ่งในการฝึกครั้งแรกๆ ผู้เรียนต้องใช้เวลามากในการค้นหาปัญหา ซึ่งปัญหาส่วนใหญ่ไม่ควรออกมาในรูปของปัญหาในอนาคต แต่ในครั้งต่อมาผู้เรียนจะเริ่มใช้เวลาน้อยลง เนื่องจากมีความเข้าใจกระบวนการแก้ปัญหาและมีความชำนาญในการคิดแก้ปัญหามากขึ้น จึงส่งผลให้ผู้เรียนที่เรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษามีทักษะการแก้ปัญหาที่ดีนี้สอดคล้องกับผลการวิจัยของ ชญานนท์ คันทมาตย์ (2559, น. 132-143) พบว่า การเปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาก่อนจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาผู้เรียนมีคะแนนทักษะการแก้ปัญหาคือ 77.27 และหลังจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาผู้เรียนมีคะแนนทักษะการแก้ปัญหาคือ 79.09 คะแนนหลังจัดกิจกรรมการเรียนรู้สูงกว่าก่อนจัดกิจกรรมการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5.2.3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษากับเกณฑ์ร้อยละ 75 ผู้เรียนมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ เนื่องจากผู้วิจัยได้ฝึกให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติตามขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เปิดโอกาสให้ผู้เรียนแสดงความคิดเห็นและมีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรม ทำให้ผู้เรียนได้กระทำการต่างๆด้วยตนเอง ผ่านการปฏิบัติจริงและฝึกในสภาพสิ่งแวดล้อมจริง ซึ่งผู้วิจัยเป็นผู้ที่มีบทบาทสำคัญโดยผู้อำนวยความสะดวกและเป็นโค้ชผู้เรียน โดยสร้างสถานการณ์ที่เป็นปัญหาที่ท้าทายความคิดของผู้เรียน และให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหา สอดคล้องกับที่ จำรัส อินทลาภาพร (2558, น. 63 - 65) กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่บูรณาความรู้ทั้งทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรมศาสตร์ ซึ่งมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง ทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้ความเข้าใจและใช้ทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี ประยุกต์ความรู้ความเข้าใจที่ได้ให้ออกมาเป็นชิ้นงานที่อาศัยหลักการทางวิศวกรรม ทำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจเนื้อหาสาระนั้นอย่างครอบคลุม และถูกต้องตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ สอดคล้องกับที่ ประภัสสร วงษ์ศรี (2541, น.46) กล่าวว่า ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน ซึ่งเกี่ยวข้องกับองค์ประกอบที่มีความสัมพันธ์กับความสามารถในการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยผู้สอนควรทำหน้าที่ให้ความช่วยเหลือ กระตุ้นและแนะแนวให้ผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ สร้างภูมิคุ้มกันให้ผู้เรียน และผู้เรียน ควรมีอิสระในการคิด กล่าวพูด กล่าวคิด กล่าวลงมือปฏิบัติ ดังนั้นการจัดการเรียนรู้จึงส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังจากการจัดกิจกรรมการ

เรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มสะเต็มศึกษาสูงขึ้น สอดคล้องกับผลการวิจัยของ นัสนรินทร์ ป้อชา (2557, น. 5) ที่พบว่า ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ ฐายิกา ชูสุวรรณ (2561, น. 561) ที่พบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ.05

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้

5.3.1.1 การจัดการเรียนการสอนแนวทางการจัดการศึกษาแบบสะเต็มในชั่วโมงแรกเป็นสิ่งที่จำเป็นมากที่ครูผู้สอนควรอธิบายแต่ละขั้นตอนของการทำกิจกรรมในแนวทางการจัดการศึกษาแบบสะเต็มให้ผู้เรียนเข้าใจให้ชัดเจน ใช้คำถามคอยกระตุ้นเพื่อนำไปสู่คำตอบ

5.3.1.2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษาเป็นกิจกรรมที่ต้องลงมือปฏิบัติจริง ทำให้ต้องใช้เวลามากในการปฏิบัติกิจกรรมส่งผลให้การดำเนินกิจกรรมอาจจะเกิดความล่าช้า ผู้สอนควรจัดสรรเวลาให้เพียงพอต่อการทำกิจกรรม

5.3.2 ข้อเสนอแนะเพื่อทำการวิจัยครั้งต่อไป

5.3.2.1 ผู้วิจัยควรนำการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาไปศึกษาร่วมกับตัวแปรอื่นๆนอกเหนือจากทักษะการแก้ปัญหา เช่น ทักษะกระบวนการคิดอย่างสร้างสรรค์ ทักษะกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เป็นต้น เพื่อนำไปสู่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น

5.3.2.2 ควรมีการวิจัยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบอื่นๆ เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาของผู้เรียน เช่น การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบสถานการณ์จำลอง หรือ การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน



บรรณานุกรม

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บรรณานุกรม

- กมลฉัตร กล่อมอิม, ชัยวัฒน์ นามนาค, วารินทร์ แก้วอุไร และวิเชียร อ่างรังโสติสกุล. (2557). การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ด้วยการช่วยเสริมศักยภาพ เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์*, 16(2), 129-139
- กมลฉัตร กล่อมอิม. (2559). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ สะเต็มศึกษากับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น*, 40(2), 41-51.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์ การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- เขมวดี พงศานนท์. (2557). *เอกสารการอบรม STEM EDUCATION*. กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร (2559). *คู่มือการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสะเต็มศึกษา*, มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร : คุณภาพ วิชาการ (พว.) จำกัด.
- จรัส อินทลาภาพร และคณะ. (2558). *การศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา สำหรับผู้เรียนระดับประถมศึกษา*. สาขามนุษยศาสตร์ สังคมศาสตร์ และศิลปะ : มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- ชลธิป สมานิติโต. 2557. *เอกสารประกอบการอบรมเชิงปฏิบัติการเรื่องการจัดกิจกรรมบูรณาการวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ คณิตศาสตร์สำหรับเด็กปฐมวัย*. บรรยาย ณ วันที่ 18 และ 25 มกราคม 2557. กรุงเทพฯ : สมาคมอนุบาลแห่งประเทศไทย.
- ชวาล แพร์ตกุล. (2518). *เทคนิคการวัดผล*. (พิมพ์ครั้งที่ 6). กรุงเทพฯ : วัฒนาพานิช.
- โชติ เพชรชื่น. (2527). *การสอน และการสอบเพื่อการคิดเป็น*, การวัดผลการศึกษา. 17
- ทิตนา แชมมณี (2548). *ศาสตร์การสอน : องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- นภาพร วงค์เจริญ. (2550). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยใช้ชุด กิจกรรมการเรียนรู้แบบพหุปัญญา. สารนิพนธ์ กค.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- นัสรินทร์ ปือชา. (2558). ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ความสามารถในการ แก้ปัญหาและความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 5. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต). สงขลา : มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- นุรออาซีกัน สาและ, ณัฐินี โมพันธ์, มัยดี แวดราแมคู. (2560). ผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนวิชาเคมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และ ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของ นักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปี ที่ 4.วารสารมหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์ สาขามนุษยศาสตร์และ สังคมศาสตร์. 4(1), 42-53.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2541). วิธีการทางสถิติสำหรับการวิจัยเล่ม 1 : สุวีริยาสาส์น.
- บุญเชิด ภิญโญนนตพงษ์. (2526). การวัดและประเมินผลการศึกษา, ทฤษฎีและ การประยุกต์. กรุงเทพฯ : อักษรเจริญทัศน์.
- บุญนำ อินทนนท์. (2551). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนโยธินบำรุง ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้. (ปริญญา นิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ปรเมศวร์ วงศ์ชาชม (2559). การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาร่วมกับโครงการเป็นฐาน. วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัย มหาสารคาม. 10 (ฉบับพิเศษ), 463-464.
- ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ. (2551). การพัฒนาการคิด. กรุงเทพฯ : 9119 เทคนิคพรินติ้ง.
- ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ. (2556). การพัฒนาการคิด. (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ : 9119 เทคนิคพรินติ้ง.
- ปรีชา เนาว์เย็นผล. (2537). การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ในประมวลสาระชุดวิชาสารัตถะ และ วิทยาวีธีทางวิชาคณิตศาสตร์ หน่วยที่ 12-15. นนทบุรี : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

- ปรีชา เนาว์เย็นผล. (2538). *การพัฒนาทักษะการคิดคำนวณของนักเรียนระดับประถมศึกษา*.
กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ปารีชาติ ประเสริฐสังข์. (2558). *การพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3. วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม*. 11(1), 132-142.
- ปารีชาติ ประเสริฐสังข์. (2558). *การพัฒนาจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3. วารสารศึกษาศาสตร์. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม*.
- พรทิพย์ ศิริภัทรราชย์. (2556). *STEM Education กับการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21. วารสารนักบริหาร*, 33(2), 49-56.
- พรทิพย์ ศิริภัทรราชย์. (2556). *STEM Education กับการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21. วารสารนักบริหาร*, 33(2), 49-56.
- พฤกษา ปัญญาธงชัย. (2559). *การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงาน. นครปฐม : มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม*
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2530). *การสร้างและพัฒนาแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์*. กรุงเทพฯ : สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร.
- ไพฑูริย์ นันตะสุนด์ และวัลลภา อยู่ทอง. (2557). *การประชุมสัมมนาวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ เครือข่ายบัณฑิตศึกษาและการประชุมวิชาการระดับชาติ: มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ครั้งที่ 3. มหาวิทยาลัยราชภัฏภาคเหนือ ครั้งที่ 16*.
- ไพศาล หวังวานิช. (2533). *การวัดผลการศึกษา*. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.
- ภพ เลหาไพบูลย์. (2542). *แนวการสอนวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช
- มังกร ทองสุคดี. (2522). *โครงสร้างของการศึกษาวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภา
- เยาวดี วิบูลย์ศรี (2528). *หลักการวัดผลและการสร้างข้อสอบ*. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. (2538). *เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา*. กรุงเทพฯ : ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ.

- วรรณทิพา รอดแรงคำ และ พิมพันธ์ เดชะคุปต์. (2551). *การพัฒนาการคิดของครูด้วยกิจกรรมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ : สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว).
- วิจารณ์ พานิช. (2555). *วิธีสร้างการเรียนรู้เพื่อศิษย์ในศตวรรษที่ 21*. กรุงเทพฯ : มูลนิธิสดศรี-สฤษดิ์วงศ์
- วิชุดขณา จิตรรักศิลป์. (2561). *การพัฒนาทักษะการกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง แรง การเคลื่อนที่ และพลังงาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วารสารวิชาการหลักสูตรและการสอน*. สกลนคร : มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.
- วิเชียร เกตุสิงห์ (2523). *หลักการสร้างและวิเคราะห์เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย*. กรุงเทพฯ : กองวิจัยการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. กรุงเทพฯ : สยามการพิมพ์
- วินุรักษ์ สุขสำราญ. (2553). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหา*
- วิโรจน์ สารรัตน์. (2556). *กระบวนการค้นคว้าใหม่ทางการศึกษาระดับที่คณะต่อการศึกษาศตวรรษที่ 21*. กรุงเทพฯ : หจก.ทิพย์วิสุทธิ.
- วีณา ประชากุล และประสาธ เนืองเฉลิม. (2553). *รูปแบบการเรียนการสอน. (พิมพ์ครั้งที่ 2)*. มหาสารคาม : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ศิริชัย นามบุรี. (2546). *มัลติมีเดีย. เอกสารประกอบการสอน. คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี* : กรุงเทพฯ.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2551). *หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐานคณิตศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1*. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์สกสค ลาดพร้าว.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2557). *แนวทางการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ปฐมวัยตามหลักสูตรการศึกษาปฐมวัย 2546*. กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
- สมนึก ภัททิยธนี (2546). *การวัดผลการศึกษา. (พิมพ์ครั้งที่ 4)*. กาลสินธุ์ : ประสานการพิมพ์.
- สมบัติ ท้ายเรือคำ. (2551). *วิธีการทางสถิติสำหรับการวิจัย*. มหาสารคาม ภาควิชาวัดผลและวิจัยการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม .

- สิรินภา กิจเกื้อกูล. (2558). *เอกสารคำสอนรายวิชา 366316 การจัดการเรียนรู้*. พิษณุโลก : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
- สิริพร ทิพย์คง. (2545). *หลักสูตรและการสอนคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สำ นักพิมพ์ บริษัทพัฒนา
- สุพรรณณี ชาญประเสริฐ. (2556). *การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21*. สสวท, 42(185), 10-12.
- สุวัฒน์ มุทเมธา (2523). *การเรียนการสอนปัจจุบัน*. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์
- สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ. (2550). *19 วิธีการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความรู้และทักษะ* กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ภาพพิมพ์.
- อภิสิทธิ์ ชงไชย. (2556). *เทคโนโลยีและวิศวกรรมคืออะไรในสะเต็มศึกษา*. วารสารสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 42(185), 35-37.
- Besa, N. (2015). Effects of STEM Education Approach on Biology Achievement, *Problem and Practice*, 4(25),
- Burrows, A., Breiner, J., Keiner, J., & Behm, C. (2014). Biodiesel and integrated STEM: Vertical alignment of high School biology/biochemistry and chemistry. *Journal of Chemical Education*, 91(9), 1379–1389.
- Chimkul, A. (2016). *Effect of Biology Learning based on STEM*. Education approach on
- Chun-Yen Chang and Yu-Hua Weng Taipei. (2002). An exploratory study on students' Connections. *Resources in Technology and Engineering*, 16 – 24.
- Dillivan, K. D., & Dillivan, M. N. (2014). Student interest in STEM disciplines: Results from a summer day camp. *Journal of Extension*, 52(1), 1-12
- Economics in Daylife of the Third Grade Students Taught by Problem Based Education in Teaching Science and Mathematics Thesis). Songkla University, Education. Retrieved July 5, 2016, from <http://www.stemedthailand.org/hehis>). Sakon Nakhon Rajabhat University, Thailand.
- Influential factors of Scientific creativity. *International Journal of Research*
- Intanon, B. (2008). A study on Science Learning Achievement and Ability in Solving International. (CD-ROM) 49(9).


- Jitraksil, W. (2018). Development of the Science Process Skills Using Learning
- Jolly, anju B. (1999, March). The Effectiveness of Learning with Concept Mapping on
- Kittawee, Y. (2008). The study of Learning Outcomes and Problem Solving Skill
Toward
- Koehler, M. J., Zellner, A. L., Roseth, C. J., Dickson, R. K., Dickson, P. Bell, J. (2013).
Introducing the first hybrid doctoral program in educational
technology. *TechTrends*, 57(3), 47-53. DOI: 10.1007/s11528-013-0662-0
- Krulik,S.,&Rudnick, J.A. (1993). *Resoning and Probrem Solving: Handbook for
elementary school teacher*. Boston: Allyn and Bacon. learning. (Masters of
Education Department of Curriculum and Instruction Thesis).
- Lertkittikulyothin, K.(2007). The study of problem solving ability and scientific creative
Management of Stem Education Entitled Force, Motion, and Energy Science
Mathematics for Third Grade Students *Journal of Education*. Mahasarakham
Matthayomsuksa 3 Students at Yotinbumrung School. (Masters of Education in
- National Research Council. (2001) Staff: Martin Storksdieck, Director, Board on Science
Education; Stuart Elliott, Director, Board on Testing and Assessment; Natalie
Nielsen, Study Director; MICHAEL FEDER, Study Director (until February 2011);
Thomas Keller, Senior Program Officer; Rebecca Krone, Program Associate.
on Student Creative Thinking Process in Physics Problems. *Journal of
Education Pedagogy and Technology in Education and Movement
Science(IJEMS)*.
- Prasersang, P. (2017). *Development of Learning Activitie Using STEM Education in
Problem-Solving and Biology learning achievement of upper secondary school
problem-solvingability in earth science*, International Journal of Science
Education .Volume 24, 2002 -5
- Reys, Robert E. , Marilyn N. Suydam ; & Mary Montgomery Lindquist. (1992). *Helping
Children Learn Mathematics*. 3nd (ed). Boston : Allyn and Bacon, Inc.

- Robert, A. (2013). *STEM is here. Now what? Technology and Engineering Teacher*, September, 22-27.
- Satria Mihardi. (2013). *The Effect of Project Based Learning Model with KWL Worksheet School, Srinakarinwirot University. Bangkok, Thailand. Science Problems through Problem-Based Learning and Inquiry Process of Secondary Education Thesis*). Srinakharinwirot University, Thailand. Silpakorn University, Thailand. Solving Ability and Instructional Satisfaction of Grade 11 Students. (Masters of
- Strimel, G. (2014). *Shale Gas Extraction : Drilling into Current Issues and Making STEM student. (Unpublished master's independent study). Chulalongkorn University, students. Master's Project, M.Ed. (Secondary Education)*. Bangkok: Graduate Substance Group, Mathayom Suksa 1. (Masters of Curriculum and Instruction T
- TEENA DHIR. (2014). *Problem Solving Ability and Science Process Skills as The Thailand. มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม*
- The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2015). *Stem The Science Problem-Solving of Sixth-Grade Children. W Dissertation Abstracts thinking by practical science project and technology of Mathayom Suksa II University, Mahasarakham, Thailand. Volume 02, 2014-4*
- Weir, J.J. (1974, April). Problem Solving is Everybody's Problem. *Science Teacher*. 41(4),16-18.



ภาคผนวก

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

The logo of Rajabhat Mahasarakham University is a circular emblem. It features a central white stupa with a flame-like top, set against a blue and gold background with radiating lines. The emblem is surrounded by a green border.

ภาคผนวก ก

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ในการวิจัย

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

(ตัวอย่าง)

แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็ม

กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
 รายวิชาฟิสิกส์ 1 รหัสวิชา ว31211 ภาคเรียนที่ 2/2561
 หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 งานและพลังงาน
 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 แขนกลคนอัจฉริยะ เวลา 14 ชั่วโมง
 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) สอนโดย นางสาวทิพวรรณ เมืองพิล
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/..... ใช้สอนวันที่..... เดือน.....พ.ศ. 2561 เวลา..... น.

1. มาตรฐานการเรียนรู้/ ตัวชี้วัด

สาระที่ 6 ฟิสิกส์

มาตรฐาน ว 6.1 เข้าใจธรรมชาติทางฟิสิกส์ ปริมาณและกระบวนการวัด การเคลื่อนที่แนวตรง แรงแยกและการเคลื่อนที่ของนิวตัน กฎความโน้มถ่วงสากล แรงเสียดทาน สมดุลกลของวัตถุจุด และกฎการอนุรักษ์พลังงานกล โมเมนตัมและกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม การเคลื่อนที่แนวโค้ง รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ผลการเรียนรู้ มัธยมศึกษาปีที่ 4

11. อธิบายและคำนวณพลังงานจลน์ พลังงานศักย์ พลังงานกล ทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานจลน์ ความสัมพันธ์ระหว่างงานและพลังงานศักย์โน้มถ่วง ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของแรงที่ใช้ดึงสปริงกับระยะที่สปริงยืดออกและความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานศักย์ยืดหยุ่น รวมทั้งอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างงานของแรงลัพธ์และพลังงานจลน์ และคำนวณหาทางที่เกิดจากแรงลัพธ์

12. อธิบายกฎการอนุรักษ์พลังงานกล รวมทั้งวิเคราะห์และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับ การเคลื่อนที่ของวัตถุในสถานการณ์ต่าง ๆ โดยใช้กฎการอนุรักษ์พลังงาน

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มี รูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบาย และตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือ ที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่า วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

ตัวชี้วัด

ตัวชี้วัด ว 8.1 ม.4-6/1 ตั้งคำถามที่อยู่บนพื้นฐานของความรู้ และความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ หรือความสนใจ หรือจากประเด็นที่เกิดขึ้นในขณะนั้น ที่สามารถทำการสำรวจตรวจสอบหรือศึกษาค้นคว้าได้อย่างครอบคลุมและเชื่อถือได้

ตัวชี้วัด ว 8.1 ม.4-6/3 ค้นคว้ารวบรวมข้อมูลที่ต้องพิจารณาปัจจัยหรือตัวแปรสำคัญ ปัจจัยที่มีผลต่อปัจจัยอื่น ปัจจัยที่ควบคุมไม่ได้ และจำนวนครั้งของการสำรวจตรวจสอบ เพื่อให้ได้ ผลที่มีความเชื่อมั่นอย่างเพียงพอ

ตัวชี้วัด ว 8.1 ม.4-6/4 เลือกว่าวัสดุ เทคนิควิธี อุปกรณ์ ที่ใช้ ในการสังเกต การวัด การสำรวจ ตรวจสอบอย่างถูกต้องทั้งทางกว้างและลึกในเชิงปริมาณและคุณภาพ

ตัวชี้วัด ว 8.1 ม.4-6/9 นำผลของการสำรวจตรวจสอบที่ได้ ทั้งวิธีการและองค์ความรู้ ที่ได้ไปสร้างคำถามใหม่ นำไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่และในชีวิตจริง

คณิตศาสตร์

สาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมาย ทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์

กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

ตัวชี้วัด ค 6.1 ม.4-6/2 ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์และเทคโนโลยี แก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม

เทคโนโลยี

สาระที่ 2 การออกแบบและเทคโนโลยี

มาตรฐาน ง 2.1 เข้าใจเทคโนโลยีและกระบวนการเทคโนโลยี ออกแบบและสร้าง สิ่งของเครื่องใช้ หรือวิธี การตามกระบวนการเทคโนโลยีอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ เลือกใช้เทคโนโลยี ในทางสร้างสรรค์ ต่อชีวิต สังคม สิ่งแวดล้อม และมีส่วนร่วมในการจัดการเทคโนโลยีที่ยั่งยืน

ตัวชี้วัด ง 2.1 ม.4-6/4 มีความคิดสร้างสรรค์ในการแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการในงานที่ผลิตเอง หรือการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่ผู้อื่นผล

ตารางมาตรฐานการเรียนรู้

วิทยาศาสตร์	คณิตศาสตร์	เทคโนโลยี
<p>มาตรฐาน ว 6.1 เข้าใจธรรมชาติทางฟิสิกส์ ปริมาณและกระบวนการวัด การเคลื่อนที่แนวตรง แรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน กฎความโน้มถ่วงสากล แรงเสียดทาน สมดุลกลของวัตถุงาน และกฎการอนุรักษ์พลังงาน กล โมเมนตัมและกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม การเคลื่อนที่แนวโค้ง รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์</p> <p>มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้อข้อมูลและเครื่องมือ ที่มี อยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี</p>	<p>มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์ กับศาสตร์อื่นๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์</p>	<p>มาตรฐาน ง 2.1 เข้าใจเทคโนโลยีและกระบวนการเทคโนโลยี ออกแบบและสร้าง สิ่งของเครื่องใช้ หรือวิธีการตามกระบวนการเทคโนโลยี อย่างมีความคิดสร้างสรรค์ เลือกใช้เทคโนโลยี ในทางสร้างสรรค์ ต่อชีวิต สังคม สิ่งแวดล้อม และมีส่วนร่วมในการจัดการเทคโนโลยีที่ยั่งยืน</p>

วิทยาศาสตร์	คณิตศาสตร์	เทคโนโลยี
สังคม และสิ่งแวดล้อมมี ความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน		

2. บรูณาการตามแนวทางสะเต็ม

S (Science) : นำความรู้เรื่องเครื่องกลที่สามารถผ่อนแรงในการทำงานได้ โดยนำเอาหลักการ
ทำงานของระบบไฮดรอลิกมาใช้งาน

T (Technology) : ใช้เทคโนโลยีในการสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับระบบไฮดรอลิก

E (Engineering) : การออกแบบแขนหุ่นยนต์และการเลือกวัสดุที่เหมาะสม

M (Mathematics) : การวัดขนาดแขนหุ่นยนต์และการคำนวณงบประมาณในการสร้างแขน
หุ่นยนต์

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายความหมายของแรงและความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับตำแหน่ง (K)
2. อธิบายความหมายของงานในทางฟิสิกส์ (K)
3. อธิบายความแตกต่างของการทำงานที่ทำให้เกิดงานและไม่เกิดงาน (K)
4. อธิบายเกี่ยวกับนิยามของกำลัง (K)
5. อธิบายเกี่ยวกับความหมายของกำลังม้า (K)
6. อธิบายความหมายของพลังงานจลน์และยกตัวอย่างการนำพลังงานจลน์มาใช้ประโยชน์ (K)
7. อธิบายความหมายของพลังงานศักย์และยกตัวอย่างการนำพลังงานศักย์มาใช้ประโยชน์ (K)
8. จำแนกประเภทของพลังงานศักย์ออกได้เป็น พลังงานศักย์ยืดหยุ่น และพลังงานศักย์โน้มถ่วง (K)
9. อธิบายความแตกต่างของพลังงานศักย์ยืดหยุ่นและพลังงานศักย์โน้มถ่วง (K)
10. อธิบายเกี่ยวกับกฎอนุรักษ์พลังงาน และการนำกฎอนุรักษ์พลังงานไปใช้ (K)
11. อธิบายความหมายของเครื่องกล (K)
12. อธิบายความสำคัญของแหล่งพลังงานและการใช้พลังงาน (K)
13. วิเคราะห์และคำนวณเกี่ยวกับแรงคงตัวจากสมการและพื้นที่ใต้กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง
กับตำแหน่ง (P)

14. คำนวณหางานของแรงคงที่และไม่คงที่
15. ออกแบบธนูไม้มหาสนุก (P)
16. วิเคราะห์และคำนวณเกี่ยวกับกำลังและกำลังเฉลี่ย (P)
17. ออกแบบรถแข่งจากเศษวัสดุเหลือใช้ (P)
18. วิเคราะห์จากกฎของนิวตันและคำนวณหาค่าพลังงานจลน์ (P)
19. ออกแบบจรวดจากกล่องฟิล์มถ่ายรูป (P)
20. ทดลองหาพลังงานศักย์ของสปริง (P)
21. คำนวณหาค่าพลังงานศักย์ยืดหยุ่นและพลังงานศักย์โน้มถ่วง (P)
22. เขียนสมการพหุนามอนุกรมกำลัง และคำนวณหาค่าตามกฎการอนุกรมกำลัง (P)
23. ออกแบบโมเดลรางรถไฟเหาะในสวนสนุก (P)
24. คำนวณหาค่าประสิทธิภาพเครื่องกลและการได้เปรียบเชิงกล (P)
25. ออกแบบแขนหุ่นยนต์จากระบบไฮดรอลิก (P)
26. สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ มีความรับผิดชอบ มีความมุ่งมั่นในการทำงาน (A)

4. สารสำคัญ

เมื่อมีแรงกระทำต่อวัตถุและการกระทำอยู่ในแนวเดียวกับแรงจะเกิดงานของแรงนั้น งานของแรงที่กระทำต่อวัตถุหาได้จากผลคูณของแรงกับการกระจัดในแนวตรง และอาจหาได้จากพื้นที่ใต้กราฟระหว่างแรงในแนวการเคลื่อนที่กับการกระจัด งานที่ทำได้ในหนึ่งหน่วยเวลา เรียกว่า กำลัง

พลังงานเป็นความสามารถของวัตถุที่สามารถทำงานได้ พลังงานจลน์เป็นพลังงานของวัตถุที่กำลังเคลื่อนที่ งานและพลังงานมีความสัมพันธ์กัน โดยงานของแรงลัพธ์เท่ากับพลังงานจลน์ของวัตถุที่เปลี่ยนไป

พลังงานศักย์ เป็นพลังงานที่เกิดขึ้นเนื่องจากวัตถุมีการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งจากระดับหนึ่งไปสู่อีกระดับหนึ่ง เช่น พลังงานศักย์โน้มถ่วง พลังงานศักย์ยืดหยุ่น

พลังงานรูปหนึ่งสามารถเปลี่ยนเป็นพลังงานรูปอื่นได้ โดยเป็นไปตามกฎการอนุรักษ์พลังงาน ยกตัวอย่างเช่น การเปลี่ยนพลังงานแสงจากดวงอาทิตย์ให้เป็นพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ตามบ้านเรือน (โดยใช้โซลาร์เซลล์) การเปลี่ยนพลังงานสะสมที่มีอยู่ในน้ำที่เก็บไว้ในเขื่อน (พลังงานศักย์) มาเป็นพลังงานที่ใช้ขับเคลื่อนไดนาโม (พลังงานจลน์) ของโรงไฟฟ้า

เครื่องกล ประกอบด้วย เครื่องกลอย่างง่าย และเครื่องกลที่มีความซับซ้อน เครื่องกลเป็นเครื่องมือที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการทำงาน บางชนิดอาจช่วยผ่อนแรง บางชนิดไม่ช่วยผ่อนแรง แต่ทุกชนิดไม่ช่วยผ่อนงาน ประสิทธิภาพของเครื่องกล คือ ความสามารถในการทำงานของเครื่องกล

ระบบไฮดรอลิก หมายถึง ระบบที่มีการส่งถ่ายพลังงานของของไหลที่เป็นตัวขับเคลื่อนในการทำงานในรูปของอัตราการไหลและความดันเปลี่ยนเป็นพลังงานกล โดยผ่านตัวกระทำ เช่น กระจบอกสูบ

5. สารการเรียนรู้

ด้านความรู้ (K)

1. อธิบายความหมายของแรงและความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับตำแหน่ง
2. อธิบายความหมายของงานในทางฟิสิกส์
3. อธิบายความแตกต่างของการทำงานที่ทำให้เกิดงานและไม่เกิดงาน
4. อธิบายเกี่ยวกับนิยามของกำลัง
5. อธิบายเกี่ยวกับความหมายของกำลังม้า
6. อธิบายความหมายของพลังงานจลน์และยกตัวอย่างการนำพลังงานจลน์มาใช้ประโยชน์
7. อธิบายความหมายของพลังงานศักย์และยกตัวอย่างการนำพลังงานศักย์มาใช้ประโยชน์
8. จำแนกประเภทของพลังงานศักย์ออกได้เป็น พลังงานศักย์ยืดหยุ่น และพลังงานศักย์โน้ม

ถ่วง

9. อธิบายความแตกต่างของพลังงานศักย์ยืดหยุ่นและพลังงานศักย์โน้มถ่วง
10. อธิบายเกี่ยวกับกฎอนุรักษ์พลังงาน และการนำกฎอนุรักษ์พลังงานไปใช้
11. อธิบายความหมายของเครื่องกล
12. อธิบายความสำคัญของแหล่งพลังงานและการใช้พลังงาน

ด้านทักษะและกระบวนการ (P)

1. ทักษะการคำนวณ
2. ทักษะการสังเกต
3. ทักษะการทดลอง
4. ทักษะการแก้ปัญหา
5. ทักษะการออกแบบ

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)

1. ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์
2. มีความรับผิดชอบ
3. มีความมุ่งมั่นในการทำงาน

6. กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สะเต็มศึกษา

ขั้นที่ 1 ขั้นการระบุปัญหา (Identify a challenge)

1. ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียนด้วยการเปิดวิดีโอเกี่ยวกับความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีในปัจจุบัน รวมถึงการสร้างหุ่นยนต์หรือเครื่องจักรไว้ใช้งานซึ่งสิ่งเหล่านี้เริ่มมีบทบาทกับชีวิตประจำวันของมนุษย์เพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ซึ่งจะเห็นว่า ในปัจจุบันมนุษย์สามารถประดิษฐ์เครื่องกลที่สามารถผ่อนแรงในการทำงานได้มาก ซึ่งเครื่องทุ่นแรงมีหลายแบบสามารถเลือกใช้ได้ตามความเหมาะสม แต่สิ่งที่น่าสนใจก็คือ ในการต้องยกของหนักเกินกว่าที่มนุษย์จะยกไหวก็มีเครื่องทุ่นแรงเข้ามาช่วยให้การทำงานง่ายและสะดวกขึ้น ที่เห็นโดยทั่วไปคือ รถยกของไฮดรอลิก และนอกจากจะใช้เครื่องทุ่นแรงในการทำงานแล้วยังมีการใช้งานหุ่นยนต์แทนแรงงานคนเป็นอย่างมาก เนื่องจากความสามารถของหุ่นยนต์พัฒนาขึ้นอย่างรวดเร็ว สามารถทำงานต่าง ๆ ที่มนุษย์ไม่สามารถทำได้จำนวนมาก ดังนั้นจึงมีการนำหุ่นยนต์มาใช้งานอย่างหลากหลายทั้งในด้านการแพทย์ ด้านการวิจัย ด้านการอุตสาหกรรม รวมถึงด้านครัวเรือนอีกด้วย แต่เนื่องจากหุ่นยนต์มีขั้นตอนและกระบวนการในการผลิตค่อนข้างซับซ้อน และค่าใช้จ่ายในการผลิตหุ่นยนต์ก็ค่อนข้างสูง หากเราต้องการจะใช้งานหุ่นยนต์หรือสร้างหุ่นยนต์ขึ้นมาเพื่อใช้ทำงานบางสิ่งบางอย่างที่เราต้องการแต่กำลังทรัพย์เราอาจไม่เพียงพอ นักเรียนคิดว่าเป็นไปได้หรือไม่ที่เราจะลองสร้างหุ่นยนต์ไว้ใช้งานเองในงบประมาณที่ต้นทุนต่ำ

2. นักเรียนร่วมกันเสนอแนวคิดถึงความเป็นไปได้ในการสร้างหุ่นยนต์จากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่นและให้หุ่นยนต์มีกลไกการทำงานโดยใช้ระบบไฮดรอลิก

ขั้นที่ 2 ค้นหาและศึกษาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง

ครั้งที่ 1 เรื่องแรงและงาน (2 ชั่วโมง)

1. ครูกระตุ้นความสนใจด้วยการยกตัวอย่างกิจกรรมที่พบเห็นในชีวิตประจำวันและกิจกรรมที่นักเรียนคิดว่าเป็นการทำงาน จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับกิจกรรมในชีวิตประจำวัน ที่เรียกว่า ทำงานและไม่ทำงาน จนได้ข้อสรุปความหมายงานในชีวิตประจำวันกับความหมายทาง

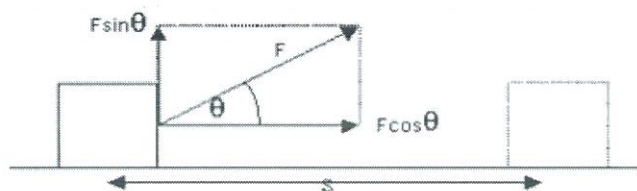
ฟิสิกส์ ครูอธิบายเพิ่มเติมความหมายของงานในทางฟิสิกส์ เมื่อทิศทางของแรงและการกระจัดอยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกัน แล้วอธิบายความหมายของงานที่เป็นบวกและงานที่เป็นลบ โดยยกตัวอย่างงานที่เป็นบวกและงานที่เป็นลบด้วย

2. ครูเน้นให้นักเรียนทราบว่า งานที่เกิดจากแรงที่มีทิศตรงข้ามกับการเคลื่อนที่ของวัตถุจะเป็นลบเสมอ เครื่องหมายบวกและลบของงานไม่ได้เป็นสิ่งที่แสดงทิศทางของงาน เพราะ งานเป็นปริมาณสเกลลาร์ จากนั้นครูถามนักเรียนว่า หน่วยของงานเป็นอะไร โดยถามนักเรียนว่าหน่วยของแรงเป็นอะไร (นิวตัน) แล้วหน่วยของการกระจัดเป็นอะไร (เมตร) ดังนั้นหน่วยของงานเป็นอะไร (นิวตันเมตร) ครูอธิบายเพิ่มเติมว่าหน่วยของงานอีกหน่วยหนึ่ง คือ จูล และอธิบายความหมายของงาน 1 จูล

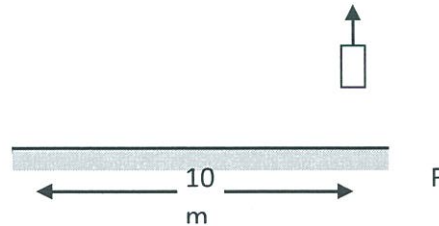
3. ครูนำอภิปรายเรื่องงานของแรงที่กระทำมุมกับแนวการเคลื่อนที่โดยสาธิตการลากถุงทราย โดยที่ทิศทางของแรงที่ตั้งถุงทรายทำมุมกับทิศทางที่ถุงทรายเคลื่อนที่ แล้วถามนักเรียนว่าในกรณีนี้มีการเกิดขึ้นใหม่ แล้วเราจะหางานได้อย่างไร ครูให้นักเรียนศึกษาใบความรู้ที่ 1 เพื่อให้นักเรียนเข้าใจเรื่องงานของแรงที่กระทำมุมกับการเคลื่อนที่ดังภาพตัวอย่าง

4. จากนั้นครูอธิบายการหางานของแรงหลายแรงที่กระทำต่อวัตถุเดียวกัน การหางานของแรงไม่คงตัวกระทำให้อัตถุ โดยถามนักเรียนว่างานของแรงแต่ละแรงหาได้อย่างไร และการกระจัดของวัตถุเป็นเท่าไรถ้าให้วัตถุที่เคลื่อนที่มาจากจุด A เหมือนเดิม (การกระจัดเป็นศูนย์) แล้วจะมีงานเกิดขึ้นหรือไม่ ครูยกตัวอย่างการคำนวณงานจากแบบฝึกหัดเสริมประสบการณ์ 2 ข้อ แสดงวิธีทำบนกระดาน

ตัวอย่างที่ 1 ชายคนหนึ่งหิ้วถังน้ำหนัก 200 นิวตัน เคลื่อนที่ไปบนพื้นราบได้ระยะทาง 10 เมตร จงหางานในการหิ้วถังน้ำ



วิธีทำ งานในทางฟิสิกส์นั้น วัตถุต้องเคลื่อนที่ตามแนวแรงที่กระทำต่อวัตถุ จากรูปจะเห็นว่าถังน้ำจะอยู่นิ่ง เมื่อออกแรง (F) หิ้วถัง แต่ระยะทาง 10 เมตรเป็นผลจากแรงเดิน ดังนั้น งานในการหิ้วถังน้ำจึงเป็นศูนย์ พิสูจน์จากการคำนวณ ได้ดังนี้



$$\begin{aligned} \text{จาก } W &= (F \cos 90^\circ) (S) \\ &= (200)(0)(10) \\ &= 0 \text{ J} \end{aligned}$$

ตอบ งานในการหิ้วถังน้ำเป็นศูนย์

ตัวอย่างที่ 2 ชายคนหนึ่งดึงวัตถุหนัก 5 นิวตัน เคลื่อนที่บนพื้นเอียงที่มีแรงเสียดทานน้อย

มาก จาก R ถึง Q ดังรูป จงหางานที่ทำ

วิธีทำ 1. นักเรียนต้องหาแรง (F) ที่ทำให้วัตถุเคลื่อนที่ไปตามพื้นเอียงมีค่าเท่าไร

2. แรงเสียดทานน้อยมาก $\therefore f = 0$

3. ระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ได้ตามแนวแรงคือ 5 เมตร

$$\text{จาก } W = F \cdot S$$

$$W = F(5) \dots\dots (1)$$

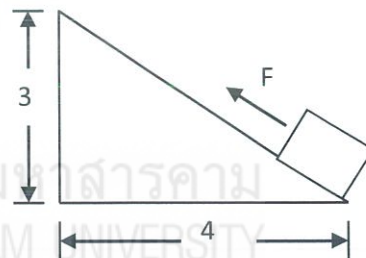
หา F ที่ทำให้วัตถุเคลื่อนที่

$$\text{จะได้ } F = mg \sin \theta, (\text{แรงซ้าย} = \text{แรงขวา})$$

แทนค่า F ใน (1)

$$\begin{aligned} W &= (mg \sin \theta)(5) \\ &= (5)(3/5)(5) = 15 \text{ J} \end{aligned}$$

ตอบ งานที่ทำให้วัตถุเคลื่อนที่ไปตามพื้นเอียงมีค่าเท่ากับ 15 จูล



5. จากนั้นให้ นักเรียนฝึกทำโจทย์ปัญหาในใบงานที่ 1 แล้วสุ่มนักเรียนออกมาแสดงวิธีทำบนกระดาน ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสอบถามเนื้อหาเรื่อง แรงและงาน ว่ามีส่วนไหนที่ยังไม่เข้าใจ และให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น

6. ครูนำอภิปรายสรุปเนื้อหา ด้วยคำถามดังนี้

6.1 งานในความหมายทั่วไปและงานในทางฟิสิกส์ต่างกันอย่างไร (งานในความหมาย

ทั่วไปหมายถึง การประกอบอาชีพหรือการทำภารกิจต่างๆในชีวิตประจำวัน ส่วนงานในทางฟิสิกส์ผลที่เกิดจากการออกแรงกระทำต่อวัตถุ แล้ววัตถุเคลื่อนที่ได้ในแนวของแรงนั้น)

6.2 ถ้ามีแรงมากระทำทำให้วัตถุเคลื่อนที่ เราจะหางานได้จากสูตรไหน (หาค่าได้จากผลคูณระหว่างแรงกับระยะทางตามแนวแรงนั้น หรือจากสูตร $W = F \cdot s$)

6.3 งานเป็นบวกกับงานเป็นลบ มีความหมายว่าอย่างไร (งานเป็นบวก หมายถึง งานของแรง \vec{F} เมื่อแรง \vec{F} อยู่ในทิศเดียวกับการเคลื่อนที่ ส่วนงานเป็นลบ หมายถึง งานของแรง \vec{F} เมื่อแรง \vec{F} อยู่ในทิศตรงข้ามกับการเคลื่อนที่)

6.3 ถ้ามีแรงหลายแรงมากระทำทำให้วัตถุเคลื่อนที่ เราจะหางานได้อย่างไร
($W = F \times S$)

7. ครมอบหมายให้นักเรียนไปศึกษาเนื้อหาเรื่อง กำลัง ซึ่งจะเรียนในคาบต่อไปมาล่วงหน้า

ครั้งที่ 2 เรื่อง กำลัง (2 ชั่วโมง)

1. ครูให้นักเรียนชมคลิปวิดีโอเรื่องงานและกำลัง จากนั้นยกตัวอย่างสถานการณ์แล้วตั้งปัญหาถามนักเรียนว่า ถ้าให้เปรียบเทียบชายสองคนที่ออกแรงผลักคันเดียวกันใช้เวลาต่างกัน โดยคนที่หนึ่งผลักจากความเร็ว 0 เป็น 10 m/s ในเวลา 10 วินาที และคนที่สองผลักคันเดียวกันจากความเร็ว 0 เป็น 10 m/s ในเวลา 20 วินาที คนไหนใช้กำลังมากกว่ากัน

2. ครูนำอภิปรายและให้ความรู้เกี่ยวกับเรื่องความหมายของกำลัง หน่วยของกำลัง จูล/วินาที หรือวัตต์ และหน่วยของกำลังที่ใช้ในชีวิตประจำวัน เช่น เครื่องยนต์ เครื่องจักร เครื่องใช้ไฟฟ้า ซึ่งจะบอกกำลังเป็นวัตต์หรือกิโลวัตต์

3. ครูยกตัวอย่างเพื่อคำนวณหา กำลังและปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องอย่างหลากหลายตามใบความรู้ที่ 2 เรื่อง กำลัง ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ตัวอย่างที่ 1 ขนาดของแรงที่กระทำกับวัตถุเป็นนิวตัน มีความสัมพันธ์กับระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ในทิศเดียวกับแรงเป็นเมตร เขียนแสดงได้ ดังรูป

ก. จงประมาณค่างานที่ทำได้

ข. จงหากำลังเฉลี่ยเนื่องจากการทำงานนี้ ถ้าทำงานอยู่นาน 5 วินาที

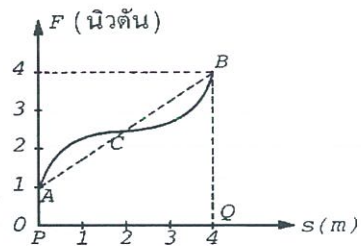
วิธีทำ เนื่องจากแรงที่กระทำต่อวัตถุไม่คงที่

$$\therefore W = Fs = \text{พ.ท.ใต้กราฟ } F, s$$

$$W = \text{พ.ท.ใต้กราฟ } ACB$$

$$= \text{พ.ท.สี่เหลี่ยมคางหมู } ABQP$$

$$= \frac{1}{2} \times (1+4) \times 4 = 10 \text{ จูล} \quad \text{ตอบ}$$



หากำลังเนื่องจากการทำงานใน 5 วินาที

$$P = \frac{W}{t} = \frac{10}{5} = 2 \text{ วัตต์} \quad \text{ตอบ}$$

4. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสอบถามเนื้อหาเรื่อง กำลัง ว่ามีส่วนไหนที่ยังไม่เข้าใจและอธิบายเพิ่มเติม จากนั้นครูแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็น 5 กลุ่มและแจกใบงานที่ 2 เพื่อให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันทำแบบฝึกหัดในใบงานแล้วสุ่มตัวแทนจากแต่ละกลุ่มออกมาแสดงวิธีทำหน้าชั้นเรียนพร้อมทั้งอธิบายให้เพื่อนๆ ฟัง

5. ครูนำอภิปรายสรุปเนื้อหาด้วยคำถามต่อไป

5.1 กำลังหมายความว่าอย่างไร (อัตราการทำงาน หรือ ปริมาณงานที่ทำต่อหนึ่งหน่วยเวลา มีหน่วยเป็นจูล/วินาที หรือวัตต์)

5.2 เครื่องใช้ไฟฟ้า มีหน่วยเป็นอะไร (วัตต์ หรือกิโลวัตต์) ในท้ายชั่วโมงครูมอบหมายให้นักเรียนไปศึกษาเรื่อง พลังงานและพลังงานจลน์ ซึ่งจะ เรียนในคาบต่อไปมาล่วงหน้า

ครั้งที่ 3 เรื่อง พลังงานจลน์ (2 ชั่วโมง)

1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงความหมายของ พลังงานและพลังงานจลน์ โดยใช้สถานการณ์การเตะลูกบอลให้เคลื่อนที่ เมื่อลูกบอลไปชนกับถังที่ตั้งไว้อยู่หนึ่ง ถ้าลูกบอลมีพลังงานมากพอจะทำให้ถังกระเด็นหรือล้มได้ และเรียกพลังงานของวัตถุที่กำลังเคลื่อนที่นี้ว่า พลังงานจลน์ จากนั้นครูตั้งคำถามกับนักเรียนว่า ถ้าลูกบอลอยู่นิ่ง ๆ นักเรียนคิดว่าลูกบอลมีพลังงานหรือไม่

2. ครูอภิปรายร่วมกับนักเรียน จะทราบได้อย่างไรว่าวัตถุที่กำลังเคลื่อนที่อยู่มีพลังงานจลน์มากหรือน้อยเพียงใด แล้วจากนั้นครูก็อธิบายเพิ่มเติมจากตัวอย่างการเตะลูกบอลให้เคลื่อนที่นั้น จะทำให้ลูกบอลหยุดการเคลื่อนที่ ปริมาณงานที่ทำต่อลูกบอลจะมากหรือน้อยขึ้นกับพลังงานจลน์ของวัตถุนั้น

3. ครูอธิบายเรื่องงานกับการเปลี่ยนพลังงานจลน์ของวัตถุ เมื่อวัตถุเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วเริ่มต้นไม่เท่ากับศูนย์ จนได้ข้อสรุปว่า งานของแรงลัพธ์จะเท่ากับพลังงานจลน์ของวัตถุที่เปลี่ยนไป

จากนั้นครูให้นักเรียนอภิปรายว่า ถ้าแรงที่มากกระทำมีทิศเดียวกันกับการเคลื่อนที่ของวัตถุ ความเร็วปลายกับความเร็วต้น ค่าไหนมากกว่ากัน และพลังงานจลน์ของวัตถุเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร แล้วถ้าถ้ามีแรงที่มากกระทำมีทิศตรงข้ามกับการเคลื่อนที่ของวัตถุ พลังงานจลน์ของวัตถุเปลี่ยนไปหรือไม่ อย่างไร ครูยกตัวอย่างโจทย์เกี่ยวกับงานที่เป็นบวกและเป็นลบ

4. จากนั้นครูอธิบายเพิ่มเติมว่าเมื่อให้งานที่เป็นบวกแก่วัตถุจะทำให้พลังงานจลน์ของวัตถุเพิ่มขึ้น และเมื่อให้งานที่เป็นลบแก่วัตถุ จะทำให้พลังงานจลน์ของวัตถุลดลงเช่นเดียวกัน

5. ครูแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็น 5 กลุ่ม แล้วให้จับสลากทำแบบฝึกหัดในใบงานที่ 3 กลุ่มละ 1 ข้อ แล้วส่งตัวแทนออกมาแสดงวิธีทำบนกระดานและอธิบายให้เพื่อนๆ ฟัง โดยมีตัวอย่างโจทย์ดังต่อไปนี้

ตัวอย่างที่ 2 ลูกปืนมวล 30 กรัม ออกจากปากกระบอกปืนด้วยอัตราเร็ว 500 เมตร/วินาที จงหาว่าขณะออกจากปากกระบอกปืน ลูกปืนจะมีพลังงานจลน์เท่าใด

วิธีทำ จากสูตร $E_k = \frac{1}{2}mv^2$

$$E_k = \frac{1}{2} \times 0.03 \times (500)^2$$

$$E_k = \frac{1}{2} \times 0.03 \times 250,000$$

$$E_k = 0.03 \times 125,000$$

$$E_k = 3,750 \text{ J}$$

ตอบ ลูกปืนมีพลังงานจลน์ 3,750 จูล

6. จากนั้นครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสอบถามเนื้อหาเรื่อง พลังงานจลน์ ว่ามีส่วนไหนที่ยังไม่เข้าใจและให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น

7. ครูนำอภิปรายสรุปเนื้อหา ด้วยคำถามต่อไปนี้

7.1 พลังงานจลน์ของวัตถุ คืออะไร (พลังงานจลน์ (Kinetic Energy) คือ พลังงานที่เกิดขึ้นในขณะที่วัตถุกำลังเคลื่อนที่ ซึ่งพลังงานที่ตำแหน่งใดๆ จะขึ้นอยู่กับความเร็วขนาดนั้น เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ “ E_k ” ซึ่งมีค่าเท่ากับ $\frac{1}{2}mv^2$)

7.2 งานสัมพันธ์กับพลังงานจลน์อย่างไร

(พลังงานจลน์ที่เปลี่ยนแปลง = งานของแรงลัพธ์ $W = \Delta E_k = E_{kv} - E_{ku}$)

7.3 เราจะหางานของแรงหลายแรงที่กระทำต่อวัตถุได้อย่างไร

(งานเนื่องจากแรงภายนอกที่กระทำต่อวัตถุให้เคลื่อนที่ในแนวระดับ มีค่าเท่ากับผลบวกของพลังงานจลน์ที่เปลี่ยนไปของวัตถุกับแรงของงานที่ต้านการเคลื่อนที่ $Fs = E_k + fs$)

ในท้ายชั่วโมงครูมอบหมายให้นักเรียนไปศึกษาเนื้อหา เรื่อง พลังงานศักย์ ซึ่งจะเรียนในคาบต่อไปมาล่วงหน้า

ครั้งที่ 4 เรื่อง พลังงานศักย์ (2 ชั่วโมง)

1. ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียนโดยการอภิปรายร่วมกับนักเรียนเกี่ยวกับกิจกรรมประจำวันที่มีการทำงาน เช่น การตอกเสาเข็ม การดึงหรืออัดตัวของสปริง ครูอธิบายให้นักเรียนเห็นว่า ถ้าเรากดสปริงให้หดสั้นหรือดึงสปริงให้ยืดออก เมื่อปล่อยมือสปริงจะเคลื่อนที่ วัตถุที่ติดกับสปริงจะเคลื่อนที่ไปด้วย แสดงว่ามีพลังงานจากสปริงถ่ายโอนเป็นพลังงานจลน์ของวัตถุ
2. ครูตั้งคำถามให้นักเรียนพิจารณาและหาคำตอบว่า การยกหนังสือขึ้นตรงๆในแนวตั้ง
 - 2.1 มีแรงกระทำต่อหนังสือหรือไม่
 - 2.2 เกิดงานหรือไม่ และงานนี้เป็นงานเนื่องจากแรงใด
3. ครูให้นักเรียนศึกษาใบความรู้ที่ 4 เรื่อง พลังงานศักย์ โดยมีเนื้อหาเกี่ยวกับความหมายของพลังงานศักย์ พลังงานศักย์โน้มถ่วงและพลังงานศักย์ยืดหยุ่น จากนั้นครูอธิบายเพิ่มเติมว่า พลังงานศักย์ของวัตถุอาจอยู่ในรูปพลังงานอื่น ๆ เช่น พลังงานศักย์ไฟฟ้า พลังงานศักย์ของพันธะเคมี เป็นต้น แต่บทนี้เราจะศึกษาเฉพาะพลังงานศักย์โน้มถ่วงและพลังงานศักย์ยืดหยุ่น เท่านั้น
4. ครูแบ่งนักเรียนออกเป็น 5 กลุ่ม ครูตั้งปัญหาให้นักเรียนคิดว่า พลังงานศักย์ยืดหยุ่นขึ้นกับอะไรบ้าง แรงที่ใช้ดึงหรือกดสปริงมีความสัมพันธ์กับระยะทางที่สปริงยืดอย่างไร เพื่อนำเข้าสู่การทดลอง จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกแบบและทำการทดลองตามใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง พลังงานของสปริง พร้อมทั้งสร้างกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของแรงที่ใช้ดึงสปริงกับระยะทางที่สปริงยืดออก สรุปผลการทดลองและออกมานำเสนอผลการทดลองเป็นรายกลุ่ม โดยมีตัวอย่างผลการทดลองดังนี้

ตัวอย่างผลการทดลอง

ระยะที่สปริงยืดจากตำแหน่งสมดุล(cm)	0.00	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0
ขนาดของแรงที่ใช้ดึง(N)	0	1.00	1.85	2.80	3.85	4.80	5.70	6.60

5. จากนั้น ครูนำอภิปรายสรุปผลการทดลองร่วมกับนักเรียน ด้วยคำถาม

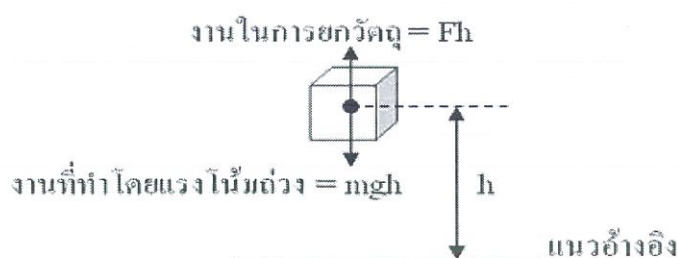
5.1 เมื่อเราดึงให้ระยะสปริงยืดจากตำแหน่งสมดุลมากขึ้น ขนาดของแรงที่ใช้ดึงเปลี่ยนแปลงอย่างไร (เมื่อเราดึงให้ระยะสปริงยืดจากตำแหน่งสมดุลมากขึ้น ขนาดของแรงที่ใช้ดึงจะมากขึ้นด้วย)

5.2 เมื่อเรานำผลการทดลองมาเขียนกราฟ ลักษณะของกราฟเป็นอย่างไร (กราฟมีลักษณะเป็นเส้นตรง)

5.3 จากกราฟที่ได้เราจะสรุปความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของแรงดึงกับระยะทางที่สปริงยืดออกได้อย่างไร (แรงที่ใช้ดึงสปริงจะแปรผันตรงกับระยะที่สปริงยืดออก หรือเขียนได้ว่า $F = kx$)

5.4 จากกราฟผลการทดลอง นักเรียนจะหางานจากแรงดึงสปริงได้อย่างไร (งาน เท่ากับ พื้นที่ใต้กราฟแรงและระยะทาง ซึ่งเท่ากับพลังงานศักย์ยืดหยุ่นของสปริง หาได้จากสูตร $E_p = \frac{1}{2} Kx^2$)

5.5 หลังจากนั้นครูให้ความรู้เรื่องพลังงานศักย์โน้มถ่วง โดยครูยกตัวอย่างโจทย์ปัญหาการหางานในการยกวัตถุขึ้นตรง ๆ ในแนวตั้ง



จากรูปเมื่อออกแรงยกวัตถุให้สูงขึ้นในแนวตั้งเป็นระยะ h ด้วยความเร็วคงที่ที่จะต้องออกแรง F เท่ากับน้ำหนักของวัตถุ ($F=mg$) จึงจะยกไปได้ตามต้องการ งานที่ใช้ในการยกวัตถุนี้จะเท่ากับ mgh และเมื่อปล่อยมือวัตถุจะตกสู่พื้นดินได้เอง ในขณะกรณีที่ตกนี้จะเกิดงานเช่นกัน แต่เป็นงานเนื่องจากแรงโน้มถ่วงนั่นเอง แล้วจากนั้นก็สรุปว่า ค่า mgh ก็คือพลังงานศักย์โน้มถ่วงของวัตถุมวล m ซึ่งอยู่สูง h นั่นเอง จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายสถานการณ์การยกวัตถุที่เดิมอยู่ระดับพื้นดินและยก

สูงขึ้นไปเป็นระยะ h ครูถามนักเรียนว่าจะหาพลังงานศักย์ของวัตถุที่ความสูง h และหางานของแรงที่ยกวัตถุนี้ได้อย่างไร

5.6 ครุยยกตัวอย่างโจทย์ปัญหาเรื่อง พลังงานศักย์โน้มถ่วง แล้วแก้โจทย์ปัญหาเป็นตัวอย่างบนกระดาน

ตัวอย่างที่ 2 นักกีฬากระโดดน้ำมวล 50 กิโลกรัม กระโดดน้ำที่ตำแหน่งต่างๆกัน จงคำนวณหาพลังงานศักย์ของนักกีฬาเมื่อ

1. ยืนที่พื้นขอบสระน้ำ
2. ยืนที่ระดับสูง 4 เมตรจากขอบสระน้ำ
3. ยืนที่ระดับสูง 6 เมตรจากขอบสระน้ำ

วิธีทำ 1) นักกีหายืนที่พื้นขอบสระน้ำ

$$\text{จากสูตร } E_p = mgh$$

$$\text{แทนค่า } E_p = 50 \text{ kg.} \times 9.8 \text{ m/s}^2 \times 0 \text{ m.}$$

$$\text{ดังนั้น } E_p = 0 \text{ J.}$$

2) ยืนที่ระดับสูง 4 เมตรจากขอบสระน้ำ

$$\text{จากสูตร } E_p = mgh$$

$$\text{แทนค่า } E_p = 50 \text{ kg.} \times 9.8 \text{ m/s}^2 \times 4 \text{ m.}$$

$$\text{ดังนั้น } E_p = 1,960 \text{ J.}$$

3) ยืนที่ระดับสูง 6 เมตรจากขอบสระน้ำ

$$\text{จากสูตร } E_p = mgh$$

$$\text{แทนค่า } E_p = 50 \text{ kg.} \times 9.8 \text{ m/s}^2 \times 6 \text{ m.}$$

$$\text{ดังนั้น } E_p = 2,940 \text{ J.}$$

ตัวอย่างที่ 3 จงหาปริมาณพลังงานศักย์ของลูกมะพร้าวที่อยู่บนต้นสูง 6 เมตร เมื่อ

1. ลูกมะพร้าวมีมวล 0.5 กิโลกรัม
2. ลูกมะพร้าวมีมวล 1.0 กิโลกรัม

วิธีทำ 1) เมื่อลูกมะพร้าวมีมวล 0.5 กิโลกรัม

$$\text{จากสูตร } E_p = mgh$$

$$\text{แทนค่า } E_p = 0.5 \text{ kg.} \times 9.8 \text{ m/s}^2 \times 6 \text{ m.}$$

ดังนั้น $E_p = 29.4 \text{ J}$.

1) เมื่อลูกมะพร้าวมีมวล 1.0 กิโลกรัม

จากสูตร $E_p = mgh$

แทนค่า $E_p = 1 \text{ kg} \times 9.8 \text{ m/s}^2 \times 6 \text{ m}$.

ดังนั้น $E_p = 58.8 \text{ J}$.

แล้วเปิดโอกาสให้นักเรียนสอบถามเนื้อหาเรื่อง พลังงานศักย์ ว่ามีส่วนไหนที่ยังไม่เข้าใจและให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น

5.7 ครูนำอภิปรายสรุปเนื้อหา ด้วยคำถามต่อไปนี้

- พลังงานศักย์ของวัตถุ คืออะไร และมีอะไรบ้าง (พลังงานศักย์ คือ พลังงานที่สะสมในวัตถุอันเนื่องมาจากตำแหน่งของวัตถุ ที่ศึกษาแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ พลังงานศักย์โน้มถ่วง และ พลังงานศักย์ยืดหยุ่น)

- พลังงานศักย์โน้มถ่วงกับพลังงานศักย์ยืดหยุ่นมีความหมายว่าอย่างไร เหมือนหรือต่างกันอย่างไร(พลังงานศักย์โน้มถ่วง (Gravitational Potential Energy) คือ พลังงานศักย์ของวัตถุซึ่งอยู่ในที่สูง เกิดเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลกที่กระทำต่อวัตถุ ขึ้นอยู่กับตำแหน่งความสูงจากระดับอ้างอิง / พลังงานศักย์ยืดหยุ่น (Elastic Potential Energy) คือ พลังงานศักย์ของสปริงขณะที่ยืดออกหรือหดเข้าจากตำแหน่งสมดุล)

- เราจะหาค่าของพลังงานศักย์โน้มถ่วงและพลังงานศักย์ยืดหยุ่นได้จากความสัมพันธ์

ใด ($E_p = mgh$, $E_{p(\text{elastic})} = \frac{1}{2}kx^2$)

ในท้ายชั่วโมงครูมอบหมายให้นักเรียนไปศึกษาเนื้อหา เรื่อง กฎการอนุรักษ์พลังงาน ซึ่งจะเรียนในคาบต่อไปมาล่วงหน้า

ครั้งที่ 5 เรื่อง กฎการอนุรักษ์พลังงาน (2 ชั่วโมง)

1 ครูสาธิตการตกอย่างเสรีของถุงทราย ให้นักเรียนสังเกตว่ามีปริมาณใดเปลี่ยนแปลงไปบ้าง จากนั้นครูตั้งปัญหาถามนักเรียนว่า

- เมื่อระดับของวัตถุลดลง แล้วความเร็วเพิ่มขึ้น แสดงว่า พลังงานจลน์ของวัตถุเปลี่ยนแปลงอย่างไร

- เมื่อวัตถุเคลื่อนที่ลงสู่พื้นโลก ค่าพลังงานศักย์ของวัตถุจะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

- พลังงานกลรวมของวัตถุที่ตกลงมาอย่างเสรี ณ ต่างๆจะมีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่

2. ครูอธิบายเรื่อง การนำกฎการเคลื่อนที่มาคำนวณหาพลังงานศักย์โน้มถ่วงและพลังงานจลน์ของวัตถุ ณ ตำแหน่งต่าง ๆ เมื่อวัตถุตกแบบเสรีและให้นักเรียนวิเคราะห์ว่าการหย่อนตุรสายแนวตั้งโดยมือจับตุรสายตลอดเวลา ให้ตุรสายเคลื่อนที่ลงด้วยอัตราเร็วคงตัวและถ้าโยนวัตถุขึ้นในแนวตั้ง ภายใต้แรงโน้มถ่วงของโลกเพียงแรงเดียว พลังงานกลรวมของตุรสายและวัตถุ ณ ตำแหน่งต่างๆเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร จนได้ข้อสรุปว่า ในการเคลื่อนที่ของวัตถุภายใต้แรงโน้มถ่วงของโลกหรือภายใต้แรงยึดหยุ่น พลังงานกลรวมของวัตถุจะมีค่าคงตัวเสมอ ซึ่งเป็นไปตามกฎการอนุรักษ์พลังงาน ที่กล่าวว่า พลังงานกลรวมของวัตถุจะไม่สูญหายไปไหนแต่อาจเปลี่ยนจากรูปหนึ่งไปเป็นอีกรูปหนึ่ง

3. ครูนำนักเรียนอภิปรายเกี่ยวกับการเปลี่ยนรูปพลังงานอื่นๆนอกเหนือจากพลังงานที่กล่าวมา โดยให้นักเรียนยกตัวอย่าง จนได้ข้อสรุปว่า ถึงแม้จะมีการเปลี่ยนรูปพลังงาน แต่พลังงานรวมของระบบยังมีค่าคงตัวเสมอ ซึ่งเป็นไปตามกฎอนุรักษ์พลังงาน (ตัวอย่างเช่น การเปลี่ยนพลังงานกลของน้ำที่ตกลงมายังหน้าเขื่อน เทียบกับตำแหน่งใต้เขื่อน และการเปลี่ยนพลังงานศักย์ของน้ำไปเป็นพลังงานไฟฟ้าเมื่อให้น้ำผ่านเครื่องกำเนิดไฟฟ้า พลังงานไฟฟ้าที่ได้เปลี่ยนเป็นพลังงานแสงของหลอดไฟ หรือพลังงานกลของมอเตอร์ไฟฟ้า) จากนั้นครูยกตัวอย่างการนำกฎการอนุรักษ์ไปใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาจากตัวอย่างในใบความรู้ที่ 5 และแสดงวิธีการหาคำตอบบนกระดาน

4. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสอบถามเนื้อหาเรื่อง กฎการอนุรักษ์พลังงาน ว่ามีส่วนไหนที่ยังไม่เข้าใจและให้ความรู้นักเรียนเพิ่มเติมในส่วนนั้น จากนั้นให้นักเรียนทำใบงานที่ 4

5. ครูอภิปรายสรุปเนื้อหา ด้วยคำถามต่อไปนี้

- พลังงานกลรวมของวัตถุประกอบด้วยพลังงานใดบ้าง (ผลรวมของพลังงานจลน์และพลังงานศักย์)
- กฎการอนุรักษ์พลังงานกล่าวอย่างไร (พลังงานรวมของวัตถุจะไม่สูญหายไปไหนแต่อาจเปลี่ยนจากรูปหนึ่งไปเป็นอีกรูปหนึ่ง)
- น้ำเหนือเขื่อนถูกปล่อยลงมาเข้าเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสามารถผลิตไฟฟ้าได้ จะมีการเปลี่ยนแปลงของพลังงานอย่างไร (พลังงานศักย์โน้มถ่วงของน้ำ เปลี่ยนเป็นพลังงานจลน์ในการหมุนเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากนั้นเปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้า)

- ถ้าวาล์วเริ่มเคลื่อนที่จากหยุดนิ่งแล้วเพิ่มความเร็วอยู่ระยะหนึ่ง จากนั้นเบรกให้ความเร็วลดลงจนรถหยุด จะมีการเปลี่ยนพลังงานอย่างไร (ขณะรถเพิ่มความเร็วพลังงานเคมีในน้ำมันเชื้อเพลิงเปลี่ยนเป็นพลังงานจลน์และพลังงานความร้อน ขณะเบรกพลังงานจลน์เปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อน)

ในท้ายชั่วโมงครูมอบหมายให้นักเรียนไปศึกษาเนื้อหาเรื่อง กำลัง ซึ่งจะเรียนในคาบเรียนต่อไปมาล่วงหน้า

ครั้งที่ 6 เรื่องเครื่องกล แหล่งพลังงานและการใช้พลังงาน (2 ชั่วโมง)

1. ครูตั้งคำถามกับนักเรียนว่า ในแต่ละชีวิตประจำวันเราได้ข้องเกี่ยวกับสิ่งอำนวยความสะดวกอะไรบ้าง (แนวคำตอบ ช้อน ตะเกียบ กรรไกร ชะแลง ฯลฯ) จากนั้นครูอภิปรายร่วมกับนักเรียนว่าสิ่งที่ยกตัวอย่างมานั้น เรียกว่า เครื่องกล ซึ่งประกอบด้วยเครื่องกลอย่างง่าย และเครื่องกลที่มีความซับซ้อน และครูก็ให้ความหมายของเครื่องกลว่า “เป็นเครื่องมือที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการทำงาน บางชนิดอาจช่วยผ่อนแรง บางชนิดไม่ช่วยผ่อนแรง แต่ทุกชนิดไม่ช่วยผ่อนงาน” ครูชี้ให้นักเรียนเห็นข้อแตกต่างระหว่างเครื่องกลในสมดุกลกับงาน และพลังงาน ว่าในที่นี้จะเน้นที่ประสิทธิภาพของเครื่องกลเป็นหลัก

2. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 5-6 คน เพื่อสืบค้นข้อมูลจากแหล่งการเรียนรู้ต่างๆ และศึกษาใบความรู้ร่วมกันเรื่อง หลักการทำงานของเครื่องกลอย่างง่าย (รอก ล้อและเพลลา คานดีดคานงัด) จากนั้นครูตั้งปัญหาถามนักเรียนว่า มีกาท้มน้ำอยู่ 2 ใบ ใส่ น้ำเท่ากันให้พลังงานไฟฟ้าเท่ากัน เวลาผ่านไป 10 นาที กาใบที่ 1 เตือดก่อนกาใบที่ 2 ถามว่ากาท้มน้ำใบไหนมีประสิทธิภาพมากกว่ากัน (ให้นักเรียนตอบ) และครูอธิบายเพิ่มเติมว่า ความสามารถในการทำงานของเครื่องกล คือ ประสิทธิภาพของเครื่องกล จากนั้นยกตัวอย่างโจทย์การหาประสิทธิภาพของเครื่องกล

3. ครูชี้ให้นักเรียนเห็นว่า เครื่องกลนั้น ในทางอุดมคตินั้นจะให้ประสิทธิภาพสูงสุด 100 เปอร์เซ็นต์ แต่ในทางปฏิบัติแล้ว จะเกิดงานเนื่องจากแรงเสียดทาน ทำให้ประสิทธิภาพ ไม่เต็มร้อยหรืองานที่ได้รับ จะมีค่าน้อยกว่างานที่ให้เข้าไป และครูอธิบายเพิ่มเติมว่า ประสิทธิภาพของเครื่องกลเป็นสิ่งที่ประชาชนทั่วไปควรทราบ เพราะจะช่วยให้สามารถเลือกใช้อุปกรณ์ได้อย่างถูกต้องและประหยัด ทางสำนักงานมาตรฐานอุตสาหกรรมได้ออกใบรับรองคุณภาพสินค้า ISO 9002 และบอกประสิทธิภาพของเครื่องใช้ไฟฟ้าเป็นเบอร์ 1 ถึง 5 (เพื่อความเข้าใจง่ายของประชาชน) โดยที่เบอร์ 5

เป็นสินค้าที่มีประสิทธิภาพสูงสุด หมายความว่า ใช้พลังงานไฟฟ้าน้อยสุด ในกลุ่มสินค้าประเภทเดียวกันที่มีกำลังเท่ากัน

4. ครูให้คำแนะนำนักเรียนเรื่องการประหยัดพลังงานอย่างประหยัด ตัวอย่างเช่น การใช้แสงสว่างจากหลอดไฟฟ้าอ่านหนังสือ ความสว่างที่ตกบนหน้ากระดาษต้องเพียงพอที่สายตารับรู้ได้ ไม่มากหรือน้อยจนเกินไปและต้องเปิดไฟในบริเวณที่ต้องการอ่านหนังสือเท่านั้น

- เมื่อมองในภาพรวม ประชาชนที่มีฐานะปานกลางและยากจน จะใช้พลังงานอย่างประหยัดอยู่แล้ว เพราะไม่มีการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีกำลังไฟฟ้าสูง เช่น เครื่องปรับอากาศ เครื่องทำน้ำร้อน เครื่องซักผ้า เครื่องล้างจาน ผู้ที่ใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างไม่ประหยัด คือ กลุ่มคนที่มีฐานะ ต้องมีการณรงค์ให้คนกลุ่มนี้ประหยัด จึงจะได้ผล

- การใช้พลังงานอย่างประหยัดมีผลต่อการอนุรักษ์แหล่งพลังงาน เพราะเมื่อเราใช้พลังงานไฟฟ้าน้อยลง ก็ลดการใช้ น้ำมัน เชื้อเพลิง ถ่านหิน และทรัพยากรธรรมชาติอื่นๆ

5. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสอบถามเนื้อหาเรื่อง เครื่องกล แหล่งพลังงานและการใช้พลังงาน ว่ามีส่วนไหนที่ยังไม่เข้าใจและให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น

5.1 ครูอภิปรายสรุปเนื้อหา เรื่อง ประสิทธิภาพของเครื่องกล การใช้พลังงานอย่างประหยัดและการใช้พลังงานทดแทน

- ครูอภิปรายเกี่ยวกับการใช้พลังงานที่มีมากขึ้นในปัจจุบันและการแก้ปัญหาด้วยการนำพลังงานทดแทนมาใช้งาน พร้อมทั้งยกตัวอย่างการนำพลังงานทดแทนมาใช้ในชีวิตประจำวัน

- ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเรื่องการลดการใช้พลังงานไฟฟ้า และการนำพลังงานทดแทนที่อยู่ในรูปพลังงานอื่นๆมาเปลี่ยนให้อยู่ในรูปของพลังงานไฟฟ้าลดทดแทนการใช้พลังงานไฟฟ้าที่มีมากขึ้นในปัจจุบัน แล้วจากนั้นครูตั้งคำถามว่า “เราจะสามารถสร้างเครื่องอำนวยความสะดวกที่ลดการใช้พลังงานใช้เองได้หรือไม่ และจะสามารถทำได้อย่างไร “

ขั้นที่ 3 วางแผนและพัฒนา

1. หลังจากที่ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงความเป็นไปได้ในการสร้างแขนหุ่นยนต์จากวัสดุเหลือใช้ไว้ใช้งานเอง เพื่อนำความรู้พื้นฐานในการสร้างหุ่นยนต์นี้ไปต่อยอดสร้างหุ่นยนต์ที่สามารถใช้งานในด้านอุตสาหกรรมอื่นๆในอนาคตได้ จากนั้นให้นักเรียนออกแบบและสร้างแขนหุ่นยนต์โดยหุ่นยนต์นี้สามารถเคลื่อนไหวและทำงานได้โดยใช้ระบบไฮดรอลิก

2. นักเรียนร่วมกันอภิปรายภายในกลุ่มเรื่อง ระบบไฮดรอลิก และหลักการของพลังงานจลน์ที่นำมาใช้ในการสร้างแขนหุ่นยนต์ และ ให้นักเรียนวาดภาพร่างแขนหุ่นยนต์ กำหนดชิ้นส่วนต่างๆ และขนาดของแขนหุ่นยนต์ร่วมกัน เพื่อให้ทุกคนในกลุ่มเข้าใจงานตรงกัน

3. หลังจากนักเรียนออกแบบแขนหุ่นยนต์เสร็จแล้ว ให้ตัวแทนแต่ละกลุ่มนำแบบร่างมานำเสนอต่อครู โดยครูสังเกตแนวคิด วิเคราะห์ความเป็นไปได้และให้คำแนะนำ

4. จากนั้นให้นักเรียนออกแบบแขนหุ่นยนต์จากวัสดุเหลือใช้ ออกแบบเป็นภาพวาดหรือแบบร่าง 3 มิติ ระบุขนาด ส่วนประกอบของชิ้นงาน วัสดุที่เลือกใช้ โดยคำนึงถึงการใช้ทรัพยากรอย่างประหยัด เขียนบรรยายส่วนประกอบต่างๆ พร้อมทั้งอธิบายหลักการการทำงานของแขนหุ่นยนต์ที่นักเรียนสร้างขึ้นลงในใบกิจกรรมโดยใช้เวลา 20 นาที

5. เมื่อนักเรียนออกแบบแขนหุ่นยนต์จากวัสดุเหลือใช้เสร็จแล้ว ให้ตัวแทนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนออีกครั้ง ครูสังเกตแนวคิด วิเคราะห์ความเป็นไปได้และให้คำแนะนำ จากนั้นวางแผนขั้นตอนการทำกิจกรรม เพื่อให้ผู้เรียนมองเห็นภาระงาน บทบาท และระยะเวลาในการดำเนินงาน ทำให้สามารถปฏิบัติกิจกรรมได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

ขั้นที่ 4 ทดสอบและประเมินผล

หลังจากที่นักเรียนทราบถึงแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับเครื่องกล และพลังงานกล ที่นำมาใช้ในการสร้างแขนหุ่นยนต์และออกแบบแขนหุ่นยนต์เสร็จแล้ว ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเตรียมวัสดุอุปกรณ์ที่เลือกใช้ โดยเป็นวัสดุที่เหลือใช้จากที่บ้านหรือในบริเวณโรงเรียนและลงมือสร้างแขนหุ่นยนต์ เมื่อเสร็จแล้วครูและนักเรียนทดสอบความแม่นยำในการหยิบจับสิ่งของในการใช้งานของแขนหุ่นยนต์ เพื่อประเมินว่าแขนหุ่นยนต์จากวัสดุเหลือใช้ ที่นักเรียนสร้างสามารถทำงานได้หรือไม่ ลักษณะการทำงานและประสิทธิภาพในการทำงานเป็นไปตามที่ออกแบบไว้หรือไม่ หากพบข้อบกพร่องหรือชิ้นงานที่สร้างไม่สามารถทำงานได้ ให้นักเรียนทำการปรับปรุงแก้ไข

ขั้นที่ 5 นำเสนอผลลัพธ์และแนวทางการปรับปรุงผลงาน

1. ครูให้นักเรียนนำเสนอแขนหุ่นยนต์จากวัสดุเหลือใช้ที่นักเรียนสร้างขึ้น โดยการเขียนรายงาน หรือนำเสนอแนวคิดในการสร้างและกลไกการทำงาน โดยเลือกรูปแบบการนำเสนอที่ใช้สื่อที่ทำให้ผู้อื่นเข้าใจได้ง่าย

2. ครูตั้งคำถามและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและสรุปผลการเรียนรู้

- หลักการทำงานของระบบไฮดรอลิก

- ระบบไฮดรอลิกนำมาใช้กับการทำงานของแขนหุ่นยนต์ได้อย่างไร
 - ความสัมพันธ์ของการทำงานของแขนหุ่นยนต์โดยใช้ระบบไฮดรอลิกกับพลังงานจลน์
 - การนำความรู้เรื่องพลังงานจลน์ ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน
3. ครูประเมินการเรียนรู้ของนักเรียนดังนี้
- สังเกตพฤติกรรมของนักเรียนที่เข้าร่วมกิจกรรม
 - แบบประเมินพฤติกรรมการเข้าร่วมกิจกรรม
 - แบบประเมินทักษะการแก้ปัญหาวิทยาศาสตร์
 - ตรวจชิ้นงาน

สื่อการเรียนรู้

อุปกรณ์ สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. ชุดสาธิตการถ่วงน้ำหนักของตุ้มน้ำหนัก
2. ชุดทดลอง เรื่อง พลังงานของสปริง
3. ใบความรู้ที่ 1 เรื่อง แรง
4. ใบความรู้ที่ 2 เรื่อง งาน
5. ใบความรู้ที่ 3 เรื่อง กำลัง
6. ใบความรู้ที่ 4 เรื่อง พลังงานจลน์
7. ใบความรู้ที่ 5 เรื่อง พลังงานศักย์
8. ใบความรู้ที่ 6 เรื่อง กฎการอนุรักษ์พลังงาน
9. ใบความรู้ที่ 7 เรื่อง เครื่องกล และประสิทธิภาพเครื่องกล
10. เอกสารประกอบการสอนวิชาฟิสิกส์ 1 เรื่อง พลังงานกล
11. ใบกิจกรรมที่ 7.1 เรื่อง แขนกลคนอัจฉริยะ
12. ใบกิจกรรมที่ 7.2 เรื่อง เครื่องกลและประสิทธิภาพของเครื่องกล
13. อุปกรณ์ในการทำนวัตกรรม

7. การวัดและประเมินผล

แบบประเมินความสามารถด้านพุทธิพิสัย ทักษะพิสัย และจิตพิสัย

รายการประเมิน	เครื่องมือ/วิธีการ	เกณฑ์การประเมิน
พุทธิพิสัย		
อธิบายเกี่ยวกับความหมายของเครื่องกล และการนำความรู้เรื่องเครื่องกลไปใช้ประโยชน์	ใบกิจกรรมที่ 8.1 เรื่อง แขนกล คนอัจฉริยะ	ผ่านเกณฑ์ประเมินร้อยละ 65 ขึ้นไป
ทักษะพิสัย		
อธิบาย คำนิยาม และทดลองเกี่ยวกับเครื่องกล	กิจกรรมที่ 8.1 เรื่อง แขนกล คนอัจฉริยะ	ผ่านเกณฑ์ประเมินระดับ 2 ขึ้นไป
คำนวณหาประสิทธิภาพของเครื่องจากสมการได้	กิจกรรมที่ 8.2 เรื่อง เครื่องกลและการหาประสิทธิภาพของเครื่องกล	ผ่านเกณฑ์ประเมินระดับ 2 ขึ้นไป
การแก้ปัญหาในการทำกิจกรรมเรื่อง แขนกลคนอัจฉริยะ	แบบประเมินทักษะการแก้ปัญหา	ผ่านเกณฑ์ประเมินระดับ 2 ขึ้นไป
คุณลักษณะ		
ทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ มีความรับผิดชอบ และ มีความมุ่งมั่นอดทน	แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	ผ่านเกณฑ์ประเมินระดับ 2 ขึ้นไป

ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะของหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

()

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะของรองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ

()

รองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการและวิจัย

ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะของผู้บริหาร

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ

()

ผู้อำนวยการโรงเรียน

หลังการจัดการเรียนรู้ (ระดับชั้น ม. 4/....)

1. ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

.....

.....

.....

3. แนวทางแก้ไข/ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....(ผู้สอน)

()

วัน.....เดือน.....ปี

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ใบกิจกรรมที่ 8.1

เรื่อง แขนกคนอัจฉริยะ

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 วิชาฟิสิกส์ 1

คำชี้แจง : ให้นักเรียนออกแบบและสร้างแขนหุ่นยนต์ พร้อมทั้งตอบคำถามในใบกิจกรรมให้เรียบร้อย

จุดประสงค์ของกิจกรรม : ออกแบบและสร้างชิ้นงานจากกล่องลังกระดาษ

เวลาที่ใช้ : 1 ชั่วโมง 30 นาที

1. วัสดุ - อุปกรณ์

ที่	รายการ	จำนวน	ราคา
1	กล่องลังกระดาษ	2 กล่อง	
2	ไม้เสียบลูกชิ้น	10 ไม้	
3	สายยางขนาดเล็ก	2 เส้น	
4	กระบอกฉีดยาขนาด 10 ml	6 กระบอก	
5	กระบอกฉีดยาขนาด 20 ml	2 กระบอก	
6	กาวลาเท็กซ์	1 กระป๋อง	
7	cable ties ยาว 6 นิ้ว	1 ถุง	
8	ลวด	2 เส้น	
9	คลิปหนีบกระดาษ	2 อัน	
10	กรรไกร	1 อัน	

หมายเหตุ : นักเรียนสามารถปรับเปลี่ยนวัสดุ-อุปกรณ์ตามที่เห็นเหมาะสม

บันทึกผลกิจกรรมที่ 8

1. ให้นักเรียนออกแบบกลไกการทำงานของแขนหุ่นยนต์จากกระบอกฉีดยา โดยออกแบบเป็นภาพวาดหรือแบบร่าง 3 มิติ ระบุขนาด ส่วนประกอบของชิ้นงาน วัสดุที่เลือกใช้ โดยคำนึงถึงการใช้ทรัพยากรอย่างประหยัด และเขียนบรรยายส่วนประกอบต่าง ๆ



.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. จงอธิบายว่าวัสดุแต่ละชิ้นนำมาสร้างเป็นส่วนใดของแขนหุ่นยนต์บ้าง

.....

.....

3. จงอธิบายขั้นตอนการใช้ระบบไฮดรอลิกเพื่อให้แขนหุ่นยนต์ทำงาน

.....

.....

4. นักเรียนคำนึงถึงค่าใช้จ่ายและความคุ้มทุนในการเลือกวัสดุอย่างไร

.....

.....

5. จงอธิบายการทำงานของแขนหุ่นยนต์จากวัสดุเหลือใช้ที่นักเรียนสร้างขึ้น

.....

.....

6. ปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างทำชิ้นงานมีอะไรบ้าง และมีวิธีการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นอย่างไร

.....

.....

7. ผลการทดสอบและประเมินผลแขนหุ่นยนต์จากวัสดุเหลือใช้

.....

.....

8. นักเรียนแบ่งหน้าที่การทำงานในกลุ่มอย่างไร และใครรับผิดชอบหน้าที่อะไรบ้าง

.....

.....

.....

.....

แบบประเมินคะแนนรายบุคคล

กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

รายวิชาฟิสิกส์ 1 ว31211

ภาคเรียนที่ 2/2561

แผนการเรียนรู้ที่ 8 เรื่อง เครื่องกล

2 ชั่วโมง

เลขที่	รายการประเมิน							
	ใบงานที่ 8 (2 คะแนน)	ใบกิจกรรม 8.1 (5 คะแนน)	ชิ้นงาน (10 คะแนน)	ทักษะการแก้ปัญหา (15 คะแนน)	การปฏิบัติกิจกรรม (9 คะแนน)	คุณลักษณะอันพึงประสงค์ (9 คะแนน)	รวม (50 คะแนน)	คะแนนเก็บ (10 คะแนน)
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								

ลงชื่อ.....(ผู้สอน)

()

วัน.....เดือน.....ปี

แบบประเมินชิ้นงาน

เรื่อง.....

คำชี้แจง แบบประเมินนี้ใช้ประเมินชิ้นงานและการนำเสนอ

เลขที่	รายการการประเมิน						รวม (18 คะแนน)	ผลการประเมิน	
	ความสอดคล้องกับเนื้อหา (3)	ความสำเร็จของชิ้นงาน (3)	การเลือกใช้วัสดุ (3)	เวลาที่ใช้ในการทำงาน (3)	การนำเสนอ (3)	ความคิดสร้างสรรค์ (3)		ผ่าน	ไม่ผ่าน
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

เกณฑ์ระดับคุณภาพการประเมินชิ้นงาน

รายการประเมิน	เกณฑ์การให้ระดับคะแนน		
	3 = ดี	2 = พอใช้	1 = ต้องปรับปรุง
1. ความสอดคล้องกับเนื้อหา	เนื้อหามีความสอดคล้องครบถ้วนถูกต้อง	เนื้อหาไม่ครบถ้วนบางประการแต่มีความสอดคล้อง	เนื้อหาไม่ครบถ้วนและไม่สอดคล้อง
2. ความสำเร็จของชิ้นงาน	สร้างชิ้นงานตามที่ออกแบบไว้ได้เสร็จสมบูรณ์และชิ้นงานสามารถแก้ปัญหาได้ตามเงื่อนไขที่กำหนด	สร้างชิ้นงานตามที่ออกแบบไว้ได้เสร็จสมบูรณ์ แต่ชิ้นงานไม่แก้ปัญหามาตามเงื่อนไขที่กำหนดได้ครบถ้วน	ไม่สามารถสร้างชิ้นงานตามที่ออกแบบไว้ได้
3. การเลือกใช้วัสดุ	เลือกวัสดุได้เหมาะสมกับจุดประสงค์การใช้งาน และสามารถอธิบายเหตุผลในการเลือกใช้ได้	เลือกวัสดุได้เหมาะสมกับจุดประสงค์การใช้งาน แต่ไม่สามารถอธิบายเหตุผลในการเลือกใช้ได้	เลือกวัสดุไฟฟ้าไม่เหมาะสมกับจุดประสงค์การใช้งาน
4. เวลาที่ใช้	นักเรียนทำงานได้เสร็จตามเวลาที่ครูกำหนด	นักเรียนทำงานเสร็จช้ากว่าครูกำหนดไม่เกิน 30 นาที	นักเรียนทำงานเสร็จช้ากว่าที่ครูกำหนดเกินกว่า 1 ชั่วโมง
4. การนำเสนอ	ลำดับขั้นตอนการนำเสนอเข้าใจง่ายและรูปแบบการนำเสนอมีความน่าสนใจ	ลำดับขั้นตอนการนำเสนอเข้าใจง่าย หรือรูปแบบการนำเสนอมีความน่าสนใจ	ลำดับขั้นตอนการนำเสนอไม่เหมาะสมหรือการนำเสนอไม่น่าสนใจ
5. ความคิดสร้างสรรค์	มีความแปลกใหม่ และชิ้นงานมีความประณีต	มีความแปลกใหม่ หรือชิ้นงานมีความประณีต	ไม่มีความแปลกใหม่หรือชิ้นงานไม่ประณีต

เกณฑ์การประเมิน

ระดับคุณภาพ 3 หมายถึง ดี

ระดับคุณภาพ 2 หมายถึง พอใช้

ระดับคุณภาพ 1 หมายถึง ต้องปรับปรุง

เกณฑ์การผ่าน : ได้ 10 คะแนนขึ้นไป อยู่ในระดับ ดี ถือว่า “ผ่านเกณฑ์



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

แบบประเมินทักษะการแก้ปัญหา

คำชี้แจง แบบประเมินฉบับนี้ใช้สังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนขณะปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้

เลขที่	รายการประเมิน					รวม (15 คะแนน)	ผลการประเมิน	
	สามารถ ระบุ ปัญหา	วิเคราะห์ สาเหตุ ของ ปัญหา	แสวงหา ความรู้ ในการ แก้ไข ปัญหา	ประเมิน การ แก้ปัญหา	การนำไป ประยุกต์ใช้ กับบริบท อื่นๆ		ผ่าน	ไม่ผ่าน
	3	3	3	3	3			
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

เกณฑ์การประเมินทักษะการแก้ปัญหา

เกณฑ์	รายการประเมิน	เกณฑ์การประเมิน		
		ดี (3)	พอใช้ (2)	ต้องปรับปรุง (1)
การสำรวจ	สามารถระบุปัญหา	ระบุปัญหาที่แท้จริงได้ถูกต้องและสอดคล้องกับสถานการณ์	ระบุปัญหาได้ภายในขอบเขตและสอดคล้องกับสถานการณ์	ระบุปัญหาที่อาจเป็นไปได้แต่ไม่สอดคล้องกับสถานการณ์
ค้นพบ	วิเคราะห์สาเหตุของปัญหา	บอกสาเหตุที่แท้จริงได้ถูกต้องและสอดคล้องกับสถานการณ์	บอกสาเหตุได้ภายในขอบเขตและสอดคล้องกับสถานการณ์	บอกสาเหตุที่อาจเป็นไปได้แต่ไม่สอดคล้องกับสถานการณ์
สืบค้นข้อมูล	แสวงหาความรู้ในการแก้ปัญหา	วางแผนเพื่อตรวจสอบสาเหตุของปัญหาและนำไปสู่วิธีแก้ปัญหาซึ่งสอดคล้องกับสถานการณ์	วางแผนเพื่อตรวจสอบสาเหตุของปัญหาและนำไปสู่วิธีแก้ปัญหาแต่สอดคล้องกับสถานการณ์	วางแผนเพื่อตรวจสอบสาเหตุของปัญหาแต่ไม่นำไปสู่วิธีแก้ปัญหาและไม่สอดคล้องกับสถานการณ์
การนำไปใช้ประโยชน์	ประเมินผลการแก้ปัญหา	สามารถอธิบายผลที่จะเกิดขึ้นจากวิธีแก้ปัญหาและสอดคล้องกับสาเหตุของปัญหา	สามารถอธิบายผลที่จะเกิดขึ้นจากวิธีแก้ปัญหาและไม่สอดคล้องกับสาเหตุของปัญหา	ไม่สามารถอธิบายผลที่จะเกิดขึ้นจากวิธีแก้ปัญหาให้สอดคล้องกับสาเหตุของปัญหา
	การนำไปประยุกต์ใช้กับบริบทอื่น ๆ	สามารถนำผลไปประยุกต์ใช้ในบริบทอื่น ๆ ได้	สามารถนำผลไปประยุกต์ใช้ในบริบทอื่น ๆ ได้เล็กน้อย	ไม่สามารถนำผลไปประยุกต์ใช้ในบริบทอื่น ๆ ได้

เกณฑ์การประเมิน

ระดับคะแนน 11 – 15 ระดับคุณภาพ ดี


ระดับคะแนน 6 – 10 ระดับคุณภาพ พอใช้

ระดับคะแนน 0 – 5 ระดับคุณภาพ ต้องปรับปรุง

เกณฑ์การผ่าน : ตั้งแต่ระดับคุณภาพพอใช้ขึ้นไป



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



ภาคผนวก ข

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลวิจัย
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

แบบประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้

(สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่.....เรื่อง.....เวลาที่ใช้สอน.....ชั่วโมง

คำชี้แจง

แบบประเมินนี้จัดทำขึ้นเพื่อตรวจสอบคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ในงานวิจัยเรื่อง การส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา เรื่อง งานและพลังงาน ของ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โปรดแสดงความคิดเห็นของท่านโดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง ที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านว่ามีความสอดคล้องต่อแผนการจัดการเรียนรู้ และขอความอนุเคราะห์ ผู้เชี่ยวชาญบันทึกรายละเอียดในส่วนข้อเสนอแนะ เพื่อนำไปใช้ในการปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ต่อไป

เกณฑ์การให้คะแนนมีดังนี้

รายการประเมินที่มีความเหมาะสมมากที่สุด	ให้	5 คะแนน
รายการประเมินที่มีความเหมาะสมมาก	ให้	4 คะแนน
รายการประเมินที่มีความเหมาะสมปานกลาง	ให้	3 คะแนน
รายการประเมินที่มีความเหมาะสมน้อย	ให้	2 คะแนน
รายการประเมินที่มีความเหมาะสมน้อยที่สุด	ให้	1 คะแนน

เกณฑ์การประเมิน

4.51-5.00	หมายถึง	รายการประเมินที่มีความเหมาะสมมากที่สุด
3.51-4.50	หมายถึง	รายการประเมินที่มีความเหมาะสมมาก
2.51-3.50	หมายถึง	รายการประเมินที่มีความเหมาะสมปานกลาง
1.51-2.50	หมายถึง	รายการประเมินที่มีความเหมาะสมน้อย
1.00-1.50	หมายถึง	รายการประเมินที่มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

(ตัวอย่าง)

แบบประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
1. จุดประสงค์การเรียนรู้					
1.1 สอดคล้องกับผลการเรียนรู้					
1.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้					
1.3 สามารถวัด/ประเมินผลได้					
2. สาระสำคัญ					
2.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้					
2.2 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้ ชัดเจน เข้าใจง่าย					
2.3 เหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4)					
3. สาระการเรียนรู้					
3.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้					
3.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้					
3.3 เหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4)					
3.4 สอดคล้องกับสาระสำคัญ					
4. เนื้อหา					
4.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้					
4.2 เนื้อหา และภาษา มีความถูกต้อง					
4.3 สอดคล้องกับผลการเรียนรู้					
4.4 เหมาะสมกับเวลาที่ทำการสอน					
5. กิจกรรมการเรียนรู้					
5.1 สอดคล้องจุดประสงค์ และการวัดประเมินผล					
5.2 สอดคล้องกับเนื้อหาและสาระการเรียนรู้					
5.3 เหมาะสมกับวัยและความสามารถของผู้เรียน					

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
5.4 ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะในการแก้ปัญหา					
5.5 ได้รับความสนใจให้ผู้เรียนกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้					
5.6 เรียงลำดับกิจกรรมได้เหมาะสม					
5.7 ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างกลุ่ม					
5.8 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรม					
6. สื่อ อุปกรณ์ และแหล่งการเรียนรู้					
6.1 เหมาะสมกับวัยและความสามารถของผู้เรียน					
6.2 เหมาะสมกับเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนรู้					
6.3 ได้รับความสนใจต่อผู้เรียน					
7. การวัดและประเมินผล					
7.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้					
7.2 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้					
7.3 เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินมีความหลากหลาย					
7.4 เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้					
7.5 ระบุเกณฑ์การประเมินอย่างชัดเจน					

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

ผู้เชี่ยวชาญ

(ตัวอย่าง)

แบบวัดทักษะการแก้ปัญหา

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

คำชี้แจง

1. แบบวัดชุดนี้เป็นแบบอัตนัยซึ่งประกอบด้วยสถานการณ์และตัวคำถามให้ผู้เรียนตอบคำถามในขอบเขตข้อมูลหรือข้อเท็จจริงที่กำหนดให้ตามสถานการณ์เท่านั้น ในหนึ่งสถานการณ์จะประกอบไปด้วยข้อคำถาม 4 ข้อ โดยผู้เรียนต้องตอบให้ครบทุกข้อคำถามในสถานการณ์นั้นๆ

2. แบบวัดประกอบด้วย สถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 4 สถานการณ์ โดยแต่ละสถานการณ์ มีข้อคำถามทั้งหมด 16 ข้อ โดยใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 60 นาที

3. ให้นักเรียนเขียนตอบในกระดาษคำตอบที่กำหนดให้
4. ให้นักเรียนคิดให้รอบคอบก่อนตอบ ถ้ามีปัญหาให้ถามครูหรืออาจารย์ผู้คุมสอบ
5. เมื่อหมดเวลาให้นักเรียนคืนแบบทดสอบและกระดาษคำตอบ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

สถานการณ์ที่ 1

มาลีมีแรงบันดาลใจในการอยากเป็นครูอย่างมาก เนื่องจากคุณพ่อ คุณแม่และพี่สาวของมาลีนั้นรับราชการครูทั้งหมด ทำให้มาลีมีความใฝ่ฝันอยากที่จะเป็นครูเหมือนกับคนในครอบครัววันหนึ่งมาลีจึงตัดสินใจสมัครค่ายอาสา เพื่อไปเป็นครูบดอยในช่วงปิดเทอม

เมื่อถึงวันที่มาลีเดินทางไปถึงโรงเรียนนั้นสภาพการเป็นอยู่ค่อนข้างลำบาก เครื่องใช้ไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวกอื่นๆขาดแคลน แต่ด้วยความตั้งใจจริงของมาลี มาลีจึงอดทนและพยายามปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมของที่นี่ ในคืนหนึ่งขณะที่มาลีกำลังตรวจสอบสมุดของนักเรียนอยู่ไฟฟ้าเกิดดับ มาลีจึงไปขอความช่วยเหลือจากคนดูแลบ้านพัก ซึ่งเขามีเครื่องปั่นไฟสำรองที่สามารถใช้งานได้ แต่เนื่องจากมีคนอาศัยอยู่มากทำให้ไฟฟ้าไม่เพียงพอ มาลีตัดสินใจที่จะใช้ตะเกียงเพื่อให้แสงสว่างแทน แต่ปัญหาที่พบตามมาก็คือ สมุดของนักเรียนเปื้อนคาบเขม่าจากน้ำมันตะเกียงมาลีไม่ยอมให้สมุดของนักเรียนเปื้อนจึงหาทางแก้ปัญหาเรื่องไฟฟ้าไม่เพียงพอต่อความต้องการโดยการค้นคว้าและสร้างเครื่องผลิตไฟฟ้าขึ้นมาใช้งานเอง

- ให้นักเรียนระบุปัญหาของสถานการณ์นี้ จากสถานการณ์ข้างต้น

- จากสถานการณ์ อะไรเป็นสาเหตุของปัญหา และเขียนขอบเขตของปัญหาให้ชัดเจน

- จากสถานการณ์ปัญหาข้างต้น นักเรียนมีวิธีการแก้ปัญหาอย่างไรบ้าง (เขียนได้หลายวิธี)

4. จากการที่นักเรียนได้เสนอวิธีการแก้ปัญหาในสถานการณ์ดังกล่าวแล้วนักเรียนคิดว่าผลที่ได้จะเป็นอย่างไร

.....

.....

.....

.....

สถานการณ์ที่ 2

ครอบครัวของวิชัยเป็นครอบครัวที่มีฐานะมาก วันหนึ่งวิชัยได้รับที่ดินมรดกของครอบครัวซึ่งเป็นที่ดินบนภูเขาสูงและมีวิวทิวทัศน์ที่สวยงาม เขาพึงพอใจกับที่ดินผืนนี้มากจึงนำที่ดินผืนนี้มาปลูกบ้านเป็นของตัวเอง แต่ลักษณะที่ตั้งบ้านของวิชัยนั้นอยู่บนภูเขาบริเวณที่ลาดชันสูงและเสี่ยงต่อการเกิดภัยพิบัติทางธรรมชาติเป็นอย่างมาก แต่ด้วยความตั้งใจของวิชัย วิชัยจึงสร้างบ้านหลังนี้ต่อ จนกระทั่งวิชัยสร้างบ้านหลังนี้เสร็จ หลังจากสร้างบ้านเสร็จวิชัยอาศัยอยู่ในบ้านใหม่อย่างมีความสุข

จนกระทั่งเมื่อถึงช่วงฤดูฝนปรากฏว่ามีฝนตกหนักมากทำให้ดินบริเวณริมรั้วบ้านของวิชัยทรุดตัวลงมา ซึ่งจากการทรุดตัวของดินริมรั้วบ้านของวิชัยนั้น ค่อยๆส่งผลให้บ้านของวิชัยเกิดรอยแตกร้าวและพังทลายลงบางส่วน วิชัยวิตกกังวลเกี่ยวกับความเสียหายที่เกิดขึ้นในครั้งนี้นักเขาจึงตัดสินใจเรียกวิศวกรมาเพื่อให้คำปรึกษาและหาหนทางแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นนี้

1. ให้นักเรียนระบุปัญหาของสถานการณ์นี้ จากสถานการณ์ข้างต้น

.....

.....

.....

2. จากสถานการณ์ อะไรเป็นสาเหตุของปัญหา และเขียนขอบเขตของปัญหาให้ชัดเจน

.....

.....

.....

3. จากสถานการณ์ปัญหาข้างต้น นักเรียนมีวิธีการแก้ปัญหาอย่างไรบ้าง (เขียนได้หลายวิธี)

.....

.....

.....

4. จากการทำให้นักเรียนได้เสนอวิธีการแก้ปัญหาในสถานการณ์ดังกล่าวแล้วนักเรียนคิดว่าผลที่ได้จะเป็นอย่างไร

.....

.....

.....

สถานการณ์ที่ 3

นนท์ได้รับมอบหมายจากอาจารย์ให้ไปหาสาเหตุของปัญหาและศึกษาแนวทางแก้ไขปัญหาเรื่อง “ขยะอิเล็กทรอนิกส์” เขาพบว่า ในช่วง 30 ปีที่ผ่านมา อุตสาหกรรมเครื่องใช้ไฟฟ้าและอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์มีการพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรมอย่างรวดเร็ว มีการประดิษฐ์อุปกรณ์ใช้สอยนานาชนิดออกสู่ตลาดของผู้บริโภคจนทำให้เครื่องใช้ไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์หลายชนิดกลายเป็นส่วนหนึ่งของชีวิตของผู้คนโดยเฉพาะในเมือง ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีสารสนเทศประกอบกับการแข่งขันทางการตลาดที่เข้มข้นได้ส่งผลให้ราคาของผลิตภัณฑ์เหล่านี้ลดต่ำลงจนผู้คนทุกระดับสามารถซื้อหาเป็นเจ้าของได้ ตัวอย่างที่ชัดเจน คือ โทรศัพท์มือถือซึ่งปัจจุบันนี้ ประชาชนทุกวัย ทุกระดับสามารถซื้อหาเป็นเจ้าของกันแทบทุกคน

แม้สังคมจะได้ประโยชน์จากการใช้ผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ แต่น้อยคนนักที่จะนึกถึงช่วงเวลาที่ใช้ไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้งานนั้นเสื่อมสภาพ หมดอายุการใช้งานหรือไม่เป็นที่ต้องการของผู้ใช้งานอีกต่อไปแล้ว ทำให้ปัจจุบันมีขยะอิเล็กทรอนิกส์อยู่มากและมีความอันตราย เพราะในประเทศไทยมีการพบการปนเปื้อนโลหะหนักในดินจำนวนมาก ดังนั้นเมื่อนนท์เข้าใจปัญหาและสาเหตุแล้ว นนท์จึงศึกษาหาแนวทางแก้ไขปัญหานี้เพื่อทำรายงานส่งอาจารย์ให้ทันตามกำหนด

1. ให้นักเรียนระบุปัญหาของสถานการณ์นี้ จากสถานการณ์ข้างต้น

.....

.....

2. จากสถานการณ์ อะไรเป็นสาเหตุของปัญหา และเขียนขอบเขตของปัญหาให้ชัดเจน

.....

.....

3. จากสถานการณ์ปัญหาข้างต้น นักเรียนมีวิธีการแก้ปัญหาอย่างไรบ้าง (เขียนได้หลายวิธี)

.....

.....

4. จากการที่นักเรียนได้เสนอวิธีการแก้ปัญหาในสถานการณ์ดังกล่าวแล้วนักเรียนคิดว่าผลที่ได้จะเป็นอย่างไร

.....

.....

สถานการณ์ที่ 4

ธนาขับรถจักรยานต์ออกไปซื้อของเซเว่น ขณะที่ขับรถไปด้วยความระมัดระวังปรากฏว่าเกิดเหตุการณ์ไม่คาดคิดก็เกิดขึ้น ขณะที่ธนาขับรถมาถึงบริเวณหน้าตลาดมีหญิงสาวคนหนึ่งเปิดประตูรถแท็กซี่ออกมากระแทกหันหันในขณะที่ธนาขับรถผ่านมาถึงพอดี ทำให้ธนาชนเข้ากับประตูรถอย่างจัง ธนาหงายหลังล้มลงกับพื้น หญิงสาวลงมาจากรถและต่อว่าธนาต่าง ๆ นา ๆ ทั้ง ๆ ที่เธอเป็นคนผิดแต่ เธอกลับกล่าวหาว่า ธนาแกล้งเจ็บ แล้วก็บอกว่าตามทฤษฎีแรงเสียดทาน หากล้มแบบธนา ก็ไม่ได้รับบาดเจ็บขนาดนี้หรอก เธอรู้เธอเรียนฟิสิกส์มา จนในที่สุดก็มีผู้มีหวังดีทันทูเหตุการณ์นี้ไม่ได้จึงเข้ามาช่วยเหลือธนา และต่อว่าเธอ พร้อมกับชี้แจงสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจนเธอเข้าใจและยอมจ่ายค่าเสียหายให้กับธนา และแล้วสถานการณ์นี้ก็คลี่คลายไปด้วยดี

1. ให้นักเรียนระบุปัญหาของสถานการณ์นี้ จากสถานการณ์ข้างต้น

.....

.....

2. จากสถานการณ์ อะไรเป็นสาเหตุของปัญหา และเขียนขอบเขตของปัญหาให้ชัดเจน

.....

.....

.....

3. จากสถานการณ์ปัญหาข้างต้น นักเรียนมีวิธีการแก้ปัญหาอย่างไรบ้าง (เขียนได้หลายวิธี)

.....

.....

.....

4. จากการที่นักเรียนได้เสนอวิธีการแก้ปัญหาในสถานการณ์ดังกล่าวแล้วนักเรียนคิดว่าผลที่ได้จะเป็นอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

เกณฑ์การวัดทักษะการแก้ปัญหา

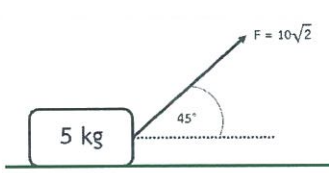
ข้อที่	รายการประเมิน	เกณฑ์การประเมิน		
		3	2	1
1	ขั้นการระบุปัญหา	สามารถบอกปัญหาที่สำคัญที่สุดภายในขอบเขตของข้อเท็จจริงจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ครบถ้วนสมบูรณ์	สามารถบอกปัญหาภายในขอบเขตของข้อเท็จจริงจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้แต่ไม่ครบถ้วน	สามารถบอกปัญหาภายในขอบเขตของข้อเท็จจริงได้แต่ไม่สอดคล้องกับสถานการณ์
2	ขั้นวิเคราะห์ของสาเหตุปัญหา	สามารถบอกสาเหตุที่แท้จริงของปัญหาในสถานการณ์ได้และสอดคล้องกับสถานการณ์ครบถ้วนสมบูรณ์	สามารถบอกสาเหตุที่เป็นไปได้ในสถานการณ์และสอดคล้องกับสถานการณ์แต่ไม่ครบถ้วน	สามารถบอกสาเหตุที่แท้จริงหรือสาเหตุที่เป็นไปได้ของปัญหาในสถานการณ์ได้แต่ไม่สอดคล้องกับสถานการณ์
3	ขั้นกำหนดวิธีการแก้ปัญหา	สามารถวางแผนเพื่อตรวจสอบสาเหตุของปัญหาหรือข้อเท็จจริงหรือ ข้อมูลเพิ่มเติมได้สอดคล้องกับ	สามารถวางแผนเพื่อตรวจสอบสาเหตุของปัญหาหรือข้อเท็จจริงหรือ ข้อมูลเพิ่มเติมได้สอดคล้องกับ	สามารถวางแผนเพื่อตรวจสอบสาเหตุของปัญหาหรือข้อเท็จจริงหรือ ข้อมูลเพิ่มเติม แต่ไม่สอดคล้องกับ

ข้อที่	รายการประเมิน	เกณฑ์การประเมิน		
		3	2	1
		สาเหตุของปัญหา และนำไปสู่วิธีการ แก้ปัญหาที่ระบุไว้	สาเหตุของปัญหา แต่ไม่นำไปสู่ วิธีการแก้ปัญหา	สาเหตุของปัญหา และไม่นำไปสู่ วิธีการแก้ปัญหา
4	ชั้นการตรวจสอบ ผลลัพธ์	สามารถอธิบาย ผลที่เกิดขึ้นจาก การกำหนดวิธีการ เพื่อแก้ปัญหาได้ สอดคล้องกับ สาเหตุของปัญหา	สามารถอธิบาย ผลที่เกิดขึ้นจาก การกำหนดวิธีการ เพื่อแก้ปัญหาที่ ระบุไว้ แต่ไม่ สอดคล้องกับ สาเหตุของปัญหา	ไม่สามารถอธิบาย ผลที่เกิดขึ้นจาก การกำหนดวิธีการ เพื่อแก้ปัญหาให้ สอดคล้องกับ สาเหตุของปัญหา

(ตัวอย่าง)

แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

- การออกแรงในข้อใดต่อไปนี้ ที่ไม่ก่อให้เกิดงานเชิงฟิสิกส์
 - ออกแรงลากถุงทรายขึ้นภูเขาสูงชัน
 - ออกแรงดึงถังน้ำขึ้นจากบ่อน้ำในแนวตั้ง
 - วางกล่องหนัก 2 N ไว้บนบ่าและเดินไปในแนวราบ 3 เมตร
 - ออกแรงดึงกล่องในแนวราบทำให้กล่องเคลื่อนที่ไปข้างหน้า 10 เมตร
- ข้อใดกล่าวได้ถูกต้องที่สุดในการเกิดงานเชิงฟิสิกส์
 - ทุกครั้งที่มีการออกแรง จะเกิดงานขึ้นเสมอ
 - การออกแรงกระทำต่อวัตถุ อาจเกิดงานขึ้นหรือไม่ก็ได้
 - วัตถุเคลื่อนที่เป็นระยะทางมาก แสดงว่าวัตถุนั้นได้ทำงานมาก
 - งานเชิงฟิสิกส์มีความสัมพันธ์กับ แรง และตำแหน่งที่เปลี่ยนไป ของวัตถุ
- วัตถุมวล 10 กิโลกรัม วางอยู่บนพื้นในแนวราบที่มีสัมประสิทธิ์ความเสียดทาน 0.5 จากนั้นออกแรง 40 N ดึงวัตถุดังกล่าว ส่งผลให้วัตถุดังกล่าวเคลื่อนที่ไป 2.5 เมตร ตามแนวแรงที่ดึง จงคำนวณหางานที่เกิดขึ้นจากแรงดึงดังกล่าว
 - 16 J
 - 25 J
 - 100 J
 - 125 J
- ออกแรงดึงวัตถุมวล 5 กิโลกรัม ทำให้วัตถุเคลื่อนที่ไป 5 เมตร ในแนวราบดังภาพ จงคำนวณหา งาน
 - 50 J
 - 100 J
 - 150 J
 - 250 J
- วัตถุมวล 15 กิโลกรัม วางอยู่บนพื้นในแนวราบที่มีสัมประสิทธิ์ความเสียดทาน 0.5 จากนั้น ออกแรง 50 N ผลักวัตถุดังกล่าวให้เคลื่อนที่ไปในในราบเป็นระยะ 10 เมตร จงคำนวณหางานที่เกิดขึ้นเนื่องจากแรงเสียดทาน

ก. 74 J

ข. 156 J

ค. 529 J

ง. 750 J

6. ชายคนหนึ่งออกแรงคงที่ขนาด 10 นิวตัน ดึงถังน้ำขึ้นจากบ่อน้ำที่ลึก 5 เมตร ภายในเวลา 2 วินาที พบว่าถังถึงน้ำขึ้นมาได้พอดี จงคำนวณหา กำลัง ของชายคนนี้

ก. 50 จูล

ข. 25 จูล

ค. 50 วัตต์

ง. 25 วัตต์

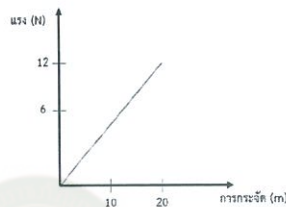
7. ชายคนหนึ่งออกแรงที่ไม่คงที่ ดึงวัตถุให้เคลื่อนที่ไปในแนวระดับเป็นระยะ 20 เมตร ใช้เวลา 1 นาที ดังกราฟ จงคำนวณหา กำลัง ของชายคนนี้

ก. 240 watt

ข. 120 watt

ค. 4 watt

ง. 2 watt



8. ข้อใดอธิบายความหมายของ พลังงาน (Energy) ในเชิงฟิสิกส์ ได้ถูกต้องที่สุด

ก. พลังงานศักย์ มีค่าแปรผันตรงกับความสูงจากพื้นโลกเท่านั้น

ข. พลังงานศักย์ เป็นพลังงานที่สะสมอยู่ในวัตถุที่อยู่นิ่งเท่านั้น

ค. พลังงานจลน์ สะสมอยู่ในวัตถุที่กำลังเคลื่อนที่ด้วยความเร่ง

ง. วัตถุที่มีความเร็วมากกว่า จะมีพลังงานจลน์มากกว่าวัตถุที่เคลื่อนที่ช้าเสมอ

9. วัตถุอันหนึ่งมีมวล 4 กิโลกรัม กำลังเคลื่อนที่ไปในแนวราบด้วยอัตราเร็วคงที่ 10 เมตรต่อวินาที จากนั้นวัตถุดังกล่าวได้รับงานจากภายนอกเพิ่มมา 600 จูล จงคำนวณหาอัตราเร็วของวัตถุอันนี้ หลังจากที่ได้รับงานจากภายนอก

ก. 5 m/s

ข. 15 m/s

ค. 20 m/s

ง. 30 m/s

10. วัตถุมวล m ที่อยู่สูงจากพื้นโลกเป็นระยะ 30 เมตร จะมีพลังงานศักย์โน้มถ่วงเป็นกี่เท่าของวัตถุอันเดียวกัน ที่อยู่สูงจากพื้นโลก 10 เมตร กำหนดให้พื้นโลกเป็นตำแหน่งอ้างอิงของวัตถุทั้งสอง และความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลกมีค่า 9.8 m/s^2

ก. 1/3 เท่า

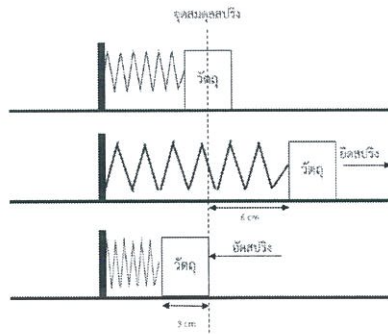
ข. 3 เท่า

ค. 30 เท่า

ง. 98 เท่า

11. สปริงอันหนึ่งถูกดึงให้ยืดออกไปเป็นระยะ 6 เซนติเมตรจากจุดสมดุลสปริง จะมีพลังงานศักย์สปริงเป็นกี่เท่า ของสปริงอันเดิมแต่ถูกอัดให้หดไปเป็นระยะ 3 เซนติเมตรจากจุดสมดุล กำหนดให้สปริงอันนี้มีค่าคงที่สปริง 743.52 N/m ดังภาพ

- ก. 2 เท่า
ข. 4 เท่า
ค. 9 เท่า
ง. 81 เท่า



12. วัตถุอันหนึ่งเคลื่อนที่มาด้วยอัตราเร็ว 4 เมตรต่อวินาทีในแนวราบ จากนั้นเคลื่อนที่เข้าสู่พื้นผิวดินที่มีสัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างพื้นกับวัตถุ 0.2 จงหาว่าวัตถุจะไกลไปได้ไกลเท่าใดก่อนที่จะหยุด

- ก. 2 เมตร ข. 4 เมตร ค. 16 เมตร ง. ไม่มีคำตอบเนื่องจากไม่ทราบมวล

13. ข้อใดกล่าวได้ถูกต้องเกี่ยวกับ ความสัมพันธ์ระหว่าง งาน และ พลังงาน

- 1) งาน เกิดขึ้นเมื่อพลังงานของวัตถุมีค่าเปลี่ยนไป
- 2) วัตถุที่มีพลังงาน ย่อมมีการทำงานเสมอ
- 3) วัตถุที่มีพลังงานเท่ากัน มีความสามารถในการทำงานได้เท่ากัน

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

14. การใช้เสียมงัดดิน เป็นการใช้หลักการของเครื่องผ่อนแรงชนิดใด

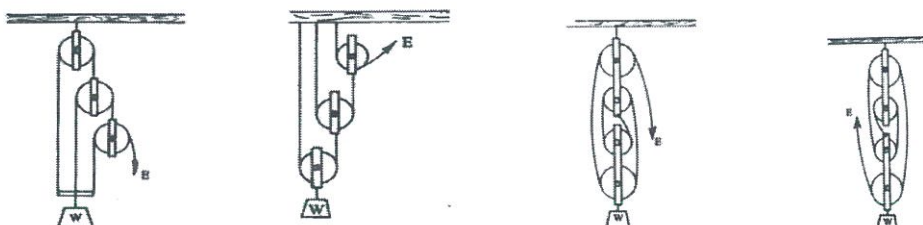
- ก. ลิ่ม ข. คาน ค. พื้นเอียง ง. สกรู

15. รอกเป็นเครื่องกลที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการทำงาน หรือช่วยผ่อนแรงในการทำงาน แบ่งออกเป็นกี่ประเภท

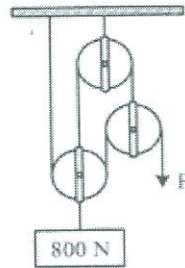
- ก. 5 ประเภท ข. 4 ประเภท ค. 3 ประเภท ง. 2 ประเภท

16. รอกแบบใดผ่อนแรงได้น้อยที่สุด กำหนดให้ $W = 800 \text{ N}$

- ก. ข. ค. ง.



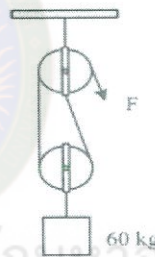
17. ถ้าต้องการยกวัตถุขนาด 800 N ขึ้นสูง 5 m โดยใช้ระบบรอกเบาดังรูป จงหาว่า จะต้องออกแรงพยายามเท่าใดในการดึงวัตถุนี้



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

18. สารินต้องการยกวัตถุมวล 60 kg ขึ้นไปบนชั้นสองของบ้าน จึงนำวัตถุไปแขวนในระบบรอกดังรูป เพื่อผ่อนแรง จงหาแรง F ที่สารินใช้ในดึงวัตถุให้เคลื่อนที่สูงขึ้นไป

- ก. 280 N
- ข. 300 N
- ค. 310 N
- ง. 320 N



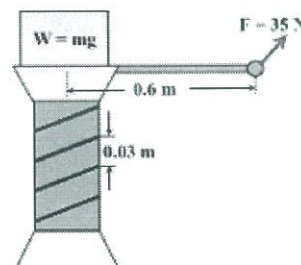
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

19. สมัยออกแรงพยายาม 950 N ตอกลิ้มบนท่อนไม้กว้าง 6.5 cm ลึกลงไปในเนื้อไม้ ยาว 13 cm จงหาแรงต้านทางของลิ้ม

- ก. 475 N
- ข. 750 N
- ค. 1250 N
- ง. 1900 N

20. เครื่องกลแบบสกรู มีแขนคานยาว 60 cm และระยะเกลียวเท่ากับ 3 cm ถ้าออกแรงหมุนสกรู 35 N จะสามารถยกน้ำหนักได้มากที่สุดเท่าใด

- ก. 4120 N
- ข. 4200 N
- ค. 4396 N
- ง. 4400 N



ภาคผนวก ค

คุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ ค.1

ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ในการประเมินแผนการจัดการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน

รายการประเมิน	1 5 คะแนน	2 4 คะแนน	3 3 คะแนน	4 4 คะแนน	5 5 คะแนน	6 4 คะแนน	7 5 คะแนน	\bar{x}	S.D.	ความหมาย
1. จุดประสงค์การเรียนรู้										
1.1 สอดคล้องกับผลการเรียนรู้	5	5	5	5	5	4.9	5	4.97	0.17	เหมาะสมมากที่สุด
1.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	4.9	5	5	4.9	5	5	5	4.97	0.17	เหมาะสมมากที่สุด
1.3 สามารถวัด/ประเมินผลได้	5	5	4.87	5	4.9	5	4.9	4.97	0.17	เหมาะสมมากที่สุด
เฉลี่ยรวมด้านที่ 1	4.97	5	4.95	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	0.17	เหมาะสมมากที่สุด
2. สารสำคัญ										
2.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.8	4.9	5	4.8	4.8	5	4.8	4.97	0.17	เหมาะสมมากที่สุด
2.2 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4.9	5	5	5	4.9	4.9	4.9	4.91	0.28	เหมาะสมมากที่สุด
ชัดเจน เข้าใจง่าย										
2.3 เหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน	4.9	5	5	5	4.8	5	5	4.91	0.28	เหมาะสมมากที่สุด
เฉลี่ยรวมด้านที่ 2	4.87	4.97	5	4.93	4.87	4.97	4.90	4.93	0.24	เหมาะสมมากที่สุด

(ต่อ)

ตารางที่ ค.1 (ต่อ)

รายการประเมิน	1 คะแนน	2 คะแนน	3 คะแนน	4 คะแนน	5 คะแนน	6 คะแนน	7 คะแนน	\bar{x}	S.D.	ความหมาย
3. การจัดการเรียนรู้										
3.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.9	5	5	4.9	5	5	5	4.77	0.43	เหมาะสมมากที่สุด
3.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	4.87	5	4.9	5	4.9	4.77	0.43	เหมาะสมมากที่สุด
3.3 เหมาะสมกับระดับขั้นของผู้เรียน	4.7	4.7	5	4.7	4.7	4.9	4.9	4.94	0.24	เหมาะสมมากที่สุด
3.4 สอดคล้องกับสาระสำคัญ	4.8	4.9	5	4.8	4.8	5	4.8	4.94	0.24	เหมาะสมมากที่สุด
เฉลี่ยรวมด้านที่ 3	4.76	4.84	4.94	4.88	4.83	4.98	4.87	4.86	0.34	เหมาะสมมากที่สุด
4. เนื้อหา										
4.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5	5	5	5	5	4.9	5	4.97	0.17	เหมาะสมมากที่สุด
4.2 เนื้อหา และภาษา มีความถูกต้อง	4.9	5	5	4.9	5	5	5	4.97	0.17	เหมาะสมมากที่สุด
4.3 สอดคล้องกับผลการเรียนรู้	5	5	4.87	5	4.9	4.7	4.9	4.97	0.17	เหมาะสมมากที่สุด
4.4 เหมาะสมกับเวลาที่ทำการสอน	5	5	5	5	5	4.9	4.8	4.94	0.24	เหมาะสมมากที่สุด
เฉลี่ยรวมด้านที่ 4	4.97	5	4.96	4.98	4.97	4.87	4.81	4.96	0.19	เหมาะสมมากที่สุด

(ต่อ)

ตารางที่ ค.1 (ต่อ)

รายการประเมิน	1 คุณภาพ	2 คุณภาพ	3 คุณภาพ	4 คุณภาพ	5 คุณภาพ	6 คุณภาพ	7 คุณภาพ	ข	S.D.	ความหมาย
5. กิจกรรมการเรียนรู้										
5.1 สอดคล้องจุดประสงค์และการวัด ประเมินผล	4.8	4.9	5	4.8	4.8	5	4.8	4.91	0.28	เหมาะสมมากที่สุด
5.2 สอดคล้องกับเนื้อหาและสาระการ เรียนรู้	4.8	4.9	5	4.8	4.8	5	4.8	4.91	0.28	เหมาะสมมากที่สุด
5.3 เหมาะสมกับวัยและความสามารถ ของผู้เรียน	4.9	5	5	5	4.9	4.9	4.9	4.91	0.28	เหมาะสมมากที่สุด
5.4 ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะการ แก้ปัญหา	4.8	5	5	5	4.8	5	4.7	4.91	0.28	เหมาะสมมากที่สุด
5.5 เราความสนใจให้ผู้เรียน กระตือรือร้นที่จะเรียนรู้	4.7	4.7	5	4.7	4.7	4.9	4.9	4.91	0.28	เหมาะสมมากที่สุด
5.6 เรียงลำดับกิจกรรมได้เหมาะสม	4.8	4.9	5	4.8	4.8	5	4.8	4.91	0.28	เหมาะสมมากที่สุด

(ต่อ)

ตารางที่ ค.1 (ต่อ)

รายการประเมิน	1 ผู้เรียน	2 ผู้เรียน	3 ผู้เรียน	4 ผู้เรียน	5 ผู้เรียน	6 ผู้เรียน	7 ผู้เรียน	\bar{x}	S.D.	ความหมาย
5.7 ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างกลุ่ม	4.9	5	5	5	4.9	4.9	4.9	4.91	0.28	เหมาะสมมากที่สุด
เฉลี่ยรวมด้านที่ 5	4.78	4.91	5	4.94	4.89	4.96	4.83	4.91	0.28	เหมาะสมมากที่สุด
6. สื่อ อุปกรณ์ และแหล่งการเรียนรู้										
6.1 เหมาะสมกับวัยและความสามารถของผู้เรียน	4.8	4.9	4.6	4.8	4.8	5	4.8	4.77	0.43	เหมาะสมมากที่สุด
เฉลี่ยรวมด้านที่ 6	4.77	4.86	4.59	4.57	4.55	4.94	4.87	4.75	0.44	เหมาะสมมากที่สุด
6.2 เหมาะสมกับเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนรู้	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.9	4.9	4.77	0.43	เหมาะสมมากที่สุด
6.3 ได้รับความสนใจต่อผู้เรียน	4.8	4.9	4.8	4.8	4.8	5	4.8	4.71	0.46	เหมาะสมมากที่สุด
เฉลี่ยรวมด้านที่ 6	4.77	4.86	4.59	4.57	4.55	4.94	4.87	4.75	0.44	เหมาะสมมากที่สุด
7. การวัดและประเมินผล										
7.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.9	5	5	4.9	5	5	5	4.88	0.32	เหมาะสมมากที่สุด

(ต่อ)

ตารางที่ ค.1 (ต่อ)

รายการประเมิน	1 คุณเมษา	2 คุณเมษา	3 คุณเมษา	4 คุณเมษา	5 คุณเมษา	6 คุณเมษา	7 คุณเมษา	8 คุณเมษา	9 คุณเมษา	10 คุณเมษา	S.D.	ความหมาย
7.2 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5	5	4.87	5	4.9	5	4.9	4.9	5	4.9	0.32	เหมาะสมมากที่สุด
7.3 เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินมี	4.7	4.7	5	4.7	4.7	4.7	4.7	4.9	4.9	4.88	0.32	เหมาะสมมากที่สุด
ความหลากหลาย												
7.4 เครื่องมือที่ใช้ในการประเมิน	4.8	4.9	5	4.8	4.8	4.8	4.8	5	5	4.94	0.24	เหมาะสมมากที่สุด
สอดคล้องกับ												
7.5 สามารถวัดและประเมินผลสิ่งที่	4.9	5	5	5	4.9	5	4.9	4.9	4.9	4.94	0.24	เหมาะสมมากที่สุด
ระบุไว้ได้												
เฉลี่ยรวมด้านที่ 7	4.88	4.88	4.94	4.94	4.88	4.88	4.88	4.88	4.88	4.90	0.29	เหมาะสมมากที่สุด
เฉลี่ยรวมทั้งหมด	4.90	4.86	4.94	4.89	4.91	4.91	4.93	4.95	4.93	4.90	0.29	เหมาะสมมากที่สุด

จากตารางสรุปว่า ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน ได้ประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาทั้งหมด 7 แผน มีค่าเฉลี่ยระหว่าง 4.86 – 4.91 หมายความว่า แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษามีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด

ตารางที่ ค.2

ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหา โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ΣR	ค่าความ	แปล ความหมาย
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		สอดคล้อง IOC	
1	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
2	1	0	1	1	1	4	0.80	สอดคล้อง
3	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
4	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
5	1	1	1	1	1	4	0.80	สอดคล้อง
6	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
7	1	1	1	1	1	4	0.80	สอดคล้อง
8	1	1	1	0	1	5	1.00	สอดคล้อง
9	1	1	1	1	1	4	0.80	สอดคล้อง
10	1	1	0	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
11	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
12	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
13	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
14	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
15	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
16	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
17	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
18	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
19	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
20	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง

จากตารางสรุปได้ว่า เมื่อนำแบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา โดยวิธีการหาค่าความสอดคล้อง IOC ผลการประเมินได้ค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.80-1.00 จากการคัดเลือกแบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาทั้งหมด 20 ข้อให้เหลือเพียง 16 ข้อ ในการที่จะนำไปใช้กับกลุ่มที่ศึกษา

ตารางที่ ค.3

วิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง งานและพลังงาน จำนวน 16 ข้อ

ข้อ	คะแนน		
	ΣX	ΣX_i^2	ΣS_i^2
1	102	296	3.58
2	98	282	3.50
3	92	262	2.42
4	87	233	4.41
5	95	274	4.55
6	93	264	3.48
7	92	262	3.36
8	98	282	3.58
9	104	302	3.54
10	93	267	3.48
11	90	242	2.96
12	87	233	3.52
13	101	286	3.54
14	96	278	3.54
15	106	312	3.62

(ต่อ)

ตารางที่ ค.3 (ต่อ)

ข้อ	คะแนน		
	ΣX	ΣX_i^2	ΣS_i^2
16	108	326	3.64
17	88	230	4.39
18	92	262	2.42
19	95	274	4.55
20	90	242	2.96
X	1242	-	-
X ²	59762	-	-

ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาโดยใช้วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของ ครอนบาค
(Cronbach's Alpha Coefficient Method)

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

เมื่อ α เป็นสัมประสิทธิ์แอลฟา

k เป็นจำนวนข้อคำถามหรือข้อสอบ

S_i^2 เป็นความแปรปรวนของคะแนนข้อที่ i

S^2 เป็นความแปรปรวนของคะแนนรวม

จากสมการ

$$\begin{aligned} \text{ขั้นที่ 1} \quad \text{หา } \sum S_i^2 \quad \text{จาก} \quad S_i^2 &= \frac{n \sum x^2 - (\sum x)^2}{n^2} \\ S_1^2 &= \frac{(40 \times 269) - (102^2)}{40^2} \\ S_1^2 &= 3.58 \\ \sum S_i^2 &= S_1^2 + \dots + S_{20}^2 \\ \sum S_i^2 &= 54.72 \end{aligned}$$

ขั้นที่ 2 หา S_r^2 จาก

$$S_r^2 = \frac{n \sum x^2 - (\sum x)^2}{n^2}$$

$$S_r^2 = \frac{(40 \times 59762) - (1242)^2}{40^2}$$

$$S_r^2 = 530$$

ขั้นที่ 3 แทนค่าในสูตร

$$\alpha = \left(\frac{20}{20-1} \right) \left(1 - \frac{12.82}{530} \right)$$

$$\alpha = 0.95$$

สรุป ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาเท่ากับ 0.95



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ ค.4

ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ΣR	ค่าความ สอดคล้อง IOC	แปล ความหมาย
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
2	1	0	1	1	1	4	0.80	สอดคล้อง
3	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
4	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
5	1	1	1	1	1	4	0.80	สอดคล้อง
6	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
7	1	1	1	1	1	4	0.80	สอดคล้อง
8	1	1	1	0	1	5	1.00	สอดคล้อง
9	1	1	1	1	1	4	0.80	สอดคล้อง
10	1	1	0	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
11	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
12	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
13	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
14	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
15	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
16	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
17	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
18	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
19	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
20	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
21	1	1	0	0	1	3	0.60	สอดคล้อง

(ต่อ)

ตารางที่ ค.4 (ต่อ)

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ΣR	ค่าความ สอดคล้อง IOC	แปล ความหมาย
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
22	1	0	1	1	0	3	0.60	สอดคล้อง
23	1	1	0	1	1	4	0.80	สอดคล้อง
24	1	0	1	1	1	4	0.80	สอดคล้อง
25	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
26	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
27	1	0	1	1	1	4	0.80	สอดคล้อง
28	1	1	0	1	0	3	0.60	สอดคล้อง
29	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
30	1	0	0	1	1	3	0.60	สอดคล้อง
31	1	1	0	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
32	1	1	1	1	1	4	0.80	สอดคล้อง
33	1	1	1	0	1	5	1.00	สอดคล้อง
34	1	1	1	1	1	4	0.80	สอดคล้อง
35	1	1	0	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
36	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
37	1	0	0	1	1	3	0.60	สอดคล้อง
38	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
39	1	1	0	1	1	4	0.80	สอดคล้อง
40	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง

จากตารางสรุปได้ว่า เมื่อนำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา โดยวิธีการหาค่าความสอดคล้อง IOC ผลการประเมินได้ค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.60-1.00 จากการคัดเลือกแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทั้งหมด 40 ข้อ ให้เหลือเพียง 20 ข้อ ในการที่จะนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

ตารางที่ ค.5

ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง งานและพลังงาน จำนวน 40 ข้อ

ข้อที่	ค่าความยาก (p)	แปลผล	อำนาจจำแนก (r)	แปลผล	แปลผลคุณภาพ ข้อสอบ
1	0.76	ใช้ได้	0.23	ใช้ได้	ใช้ได้
2	0.58	ใช้ได้	0.43	ใช้ได้	ใช้ได้
3	0.72	ใช้ได้	0.29	ใช้ได้	ใช้ได้
4	0.75	ใช้ได้	0.26	ใช้ได้	ใช้ได้
5	0.72	ใช้ได้	0.29	ใช้ได้	ใช้ได้
6	0.67	ใช้ได้	0.34	ใช้ได้	ใช้ได้
7	0.69	ใช้ได้	0.31	ใช้ได้	ใช้ได้
8	0.78	ใช้ได้	0.20	ใช้ได้	ใช้ได้
9	0.78	ใช้ได้	0.23	ใช้ได้	ใช้ได้
10	0.86	ใช้ได้	0.14	ใช้ไม่ได้	ใช้ไม่ได้
11	0.72	ใช้ได้	0.29	ใช้ได้	ใช้ได้
12	0.61	ใช้ได้	0.40	ใช้ได้	ใช้ได้
13	0.86	ใช้ไม่ได้	0.14	ใช้ไม่ได้	ใช้ไม่ได้
14	0.78	ใช้ได้	0.23	ใช้ได้	ใช้ได้
15	0.75	ใช้ได้	0.26	ใช้ได้	ใช้ได้
16	0.81	ใช้ไม่ได้	0.20	ใช้ได้	ใช้ไม่ได้

(ต่อ)

ตารางที่ ค.5 (ต่อ)

ข้อที่	ค่าความยาก (p)	แปลผล	อำนาจจำแนก (r)	แปลผล	แปลผลคุณภาพ ข้อสอบ
17	0.83	ใช้ไม่ได้	0.17	ใช้ไม่ได้	ใช้ไม่ได้
18	0.33	ใช้ได้	-0.34	ใช้ไม่ได้	ใช้ไม่ได้
19	0.42	ใช้ได้	-0.43	ใช้ไม่ได้	ใช้ไม่ได้
20	0.75	ใช้ได้	0.77	ใช้ได้	ใช้ได้
21	0.69	ใช้ได้	0.31	ใช้ได้	ใช้ได้
22	0.78	ใช้ได้	0.23	ใช้ได้	ใช้ได้
23	0.72	ใช้ได้	0.29	ใช้ได้	ใช้ได้
24	0.72	ใช้ได้	0.29	ใช้ได้	ใช้ได้
25	0.64	ใช้ได้	0.66	ใช้ได้	ใช้ได้
26	0.86	ใช้ได้	0.14	ใช้ไม่ได้	ใช้ไม่ได้
27	0.72	ใช้ได้	0.29	ใช้ได้	ใช้ได้
28	0.61	ใช้ได้	0.40	ใช้ได้	ใช้ได้
29	0.86	ใช้ไม่ได้	0.14	ใช้ไม่ได้	ใช้ไม่ได้
30	0.78	ใช้ได้	0.23	ใช้ได้	ใช้ได้
31	0.75	ใช้ได้	0.26	ใช้ได้	ใช้ได้
32	0.81	ใช้ไม่ได้	0.20	ใช้ได้	ใช้ไม่ได้
33	0.39	ใช้ได้	0.63	ใช้ได้	ใช้ได้
34	0.44	ใช้ได้	0.57	ใช้ได้	ใช้ได้
35	0.42	ใช้ได้	0.60	ใช้ได้	ใช้ได้
36	0.86	ใช้ได้	0.14	ใช้ไม่ได้	ใช้ไม่ได้
37	0.72	ใช้ได้	0.29	ใช้ได้	ใช้ได้

(ต่อ)

ตารางที่ ค.5 (ต่อ)

ข้อที่	ค่าความยาก (p)	แปลผล	อำนาจจำแนก (r)	แปลผล	แปลผลคุณภาพ ข้อสอบ
38	0.61	ใช้ได้	0.40	ใช้ได้	ใช้ได้
39	0.69	ใช้ได้	0.31	ใช้ได้	ใช้ได้
40	0.78	ใช้ได้	0.23	ใช้ได้	ใช้ได้

จากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน พบว่าแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีค่าความยาก (p) อยู่ระหว่าง 0.33-0.86 และค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.14-0.66 ในการคัดเลือกแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งหมด 40 ข้อ ให้เหลือเพียง 20 ข้อ เพื่อที่จะนำไปใช้กับกลุ่มที่ศึกษา



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาคผนวก ง

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
คณะนันทศึกษา
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ ง.1

คะแนนแบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

เลขที่	สถานการณ์ที่ 1	สถานการณ์ที่ 2	สถานการณ์ที่ 3	สถานการณ์ที่ 4	รวม
1	7	8	6	6	27
2	9	8	6	6	29
3	7	6	7	5	25
4	6	5	8	6	25
5	6	7	5	5	23
6	7	8	6	6	27
7	9	8	6	4	27
8	7	7	7	4	26
9	9	10	9	9	37
10	9	10	9	8	36
11	11	10	9	8	38
12	6	5	8	6	25
13	12	12	10	8	42
14	9	9	9	8	35
15	9	8	6	4	27
16	10	10	10	8	38
17	7	7	7	4	26
18	7	8	6	6	27
19	9	10	9	8	36
20	11	10	9	9	39
21	10	11	9	8	38
22	10	8	8	6	31

(ต่อ)

ตารางที่ ง.1 (ต่อ)

เลขที่	สถานการณ์ที่ 1	สถานการณ์ที่ 2	สถานการณ์ที่ 3	สถานการณ์ที่ 4	รวม
23	12	12	12	10	46
24	9	10	9	8	36
25	12	10	9	8	38
26	7	7	7	4	26
27	9	10	9	8	36
28	8	8	6	6	28
29	12	12	12	8	44
30	10	10	9	8	37
31	9	10	9	8	36
32	11	10	9	9	39
33	9	10	9	8	36
34	12	12	12	8	44
35	6	5	8	6	25
36	9	8	6	4	27
37	10	10	9	8	37
38	12	10	9	8	38
39	9	8	6	4	27
40	9	9	9	8	35
รวม	398	412	428	373	-
คะแนนเฉลี่ย	9.95	10.30	10.58	9.33	-
ส่วน					
เบี่ยงเบน	0.64	0.57	0.73	0.61	-
มาตรฐาน					
ร้อยละ	78.10	81.17	85.10	77.17	-

ตารางที่ ง.2

คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรม

การเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

คนที่	คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (คะแนนเต็ม 20 คะแนน)
1	14
2	16
3	13
4	11
5	19
6	12
7	15
8	13
9	15
10	14
11	16
12	16
13	14
14	17
15	19
16	16
17	12
18	15
19	15
20	17

(ต่อ)

ตารางที่ ง.2 (ต่อ)

คนที่	คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (คะแนนเต็ม 20 คะแนน)
21	14
22	18
23	16
24	16
25	19
26	14
27	18
28	16
29	11
30	18
31	15
32	14
33	12
34	14
35	15
36	13
37	16
38	13
39	16
40	17
ค่าเฉลี่ย	16.08
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	3.04
ร้อยละ	80.38

ภาคผนวก จ

หนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

ที่ ว. ๓๘๒/๒๕๖๑

ลงวันที่ ๒๔ สิงหาคม ๒๕๖๑

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมาน เอกพิมพ์

ด้วย นางสาวทิพวรรณ เมืองพิล รหัสประจำตัว ๖๐๘๐๑๐๕๐๐๑๐๓ นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา รูปแบบการศึกษาในเวลาราชการศูนย์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามกำลังทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “การส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา เรื่อง งานและพลังงาน ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔” เพื่อให้การวิจัยดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย บรรลุตามวัตถุประสงค์

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม จึงขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือวิจัย เพื่อ

- ตรวจสอบความถูกต้องด้านเนื้อหา ภาษา
- ตรวจสอบความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนการสอน และสื่อการเรียนรู้
- ตรวจสอบความสอดคล้องของจุดประสงค์ และการวัดประเมินผล
- อื่นๆ ระบุ.....

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่านด้วยดี ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อรุณี จันทร์ศิลา)

รองคณบดีฝ่ายบริหารและแผนงาน รักษาราชการแทน

คณบดีคณะครุศาสตร์



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

ที่ ว. ๓๘๒/๒๕๖๑

ลงวันที่ ๒๔ สิงหาคม ๒๕๖๑

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ไพศาล เอกะกุล

ด้วย นางสาวทิพวรรณ เมืองพิล รหัสประจำตัว ๖๐๘๐๑๐๕๐๐๑๐๓ นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา รูปแบบการศึกษาในเวลาราชการศูนย์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามกำลังทำวิทยานิพนธ์เรื่อง "การส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา เรื่อง งานและพลังงาน ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔" เพื่อให้การวิจัยดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย บรรลุตามวัตถุประสงค์

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม จึงขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือวิจัย เพื่อ

- ตรวจสอบความถูกต้องด้านเนื้อหา ภาษา
- ตรวจสอบความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนการสอน และสื่อการเรียนรู้
- ตรวจสอบความสอดคล้องของจุดประสงค์ และการวัดประเมินผล
- อื่นๆ ระบุ.....

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่านด้วยดี ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อรุณี จินทร์ศิลา)

รองคณบดีฝ่ายบริหารและแผนงาน รักษาราชการแทน

คณบดีคณะครุศาสตร์



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
ที่ ว. ๓๘๒/๒๕๖๑ ลงวันที่ ๒๔ สิงหาคม ๒๕๖๑
เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วนิดา ผาระนัค

ด้วย นางสาวทิพวรรณ เมืองพิล รหัสประจำตัว ๖๐๘๐๑๐๕๐๐๑๐๓ นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา รูปแบบการศึกษาในเวลาราชการศูนย์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามกำลังทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “การส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา เรื่อง งานและพลังงาน ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕” เพื่อให้การวิจัยดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย บรรลุตามวัตถุประสงค์

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม จึงขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือวิจัย เพื่อ

- ตรวจสอบความถูกต้องด้านเนื้อหา ภาษา
- ตรวจสอบความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนการสอน และสื่อการเรียนรู้
- ตรวจสอบความสอดคล้องของจุดประสงค์ และการวัดประเมินผล
- อื่นๆ ระบุ.....

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่านด้วยดี

ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อรุณี จันทร์ศิลา)

รองคณบดีฝ่ายบริหารและแผนงาน รักษาราชการแทน
คณบดีคณะครุศาสตร์

ที่ ศธ. ๐๕๔๐.๐๒/ว.๕๗๒๘



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม
๔๔๐๐๐

๒๔ สิงหาคม ๒๕๖๑

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย
เรียน ดร.ฉันทชัย จันทะเสน

ด้วย นางสาวทิพวรรณ เมืองพิล รหัสประจำตัว ๖๐๘๐๑๐๕๐๐๑๐๓ นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา รูปแบบการศึกษาในเวลาราชการศูนย์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามกำลังทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “การส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา เรื่อง งานและพลังงาน ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔” เพื่อให้การวิจัยดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย บรรลุตามวัตถุประสงค์

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม จึงขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือวิจัย เพื่อ

- ตรวจสอบความถูกต้องด้านเนื้อหา ภาษา
- ตรวจสอบความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนการสอน และสื่อการเรียนรู้
- ตรวจสอบความสอดคล้องของจุดประสงค์ และการวัดประเมินผล
- อื่นๆ ระบุ.....

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่านด้วยดี ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อรุณี จันทศิริลา)

รองคณบดี รักษาการแทนคณบดี

ปฏิบัติราชการแทน

อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะครุศาสตร์

โทรศัพท์/โทรสาร. ๐-๔๓๗๑-๓๒๐๖



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

ที่ ว. ๓๘๒/๒๕๖๑

ลงวันที่ ๒๔ สิงหาคม ๒๕๖๑

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

เรียน ดร.กมล พลคำ

ด้วย นางสาวทิพวรรณ เมืองพิล รหัสประจำตัว ๖๐๘๐๑๐๕๐๐๑๐๓ นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา รูปแบบการศึกษาในเวลาราชการศูนย์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามกำลังทำวิทยานิพนธ์เรื่อง "การส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา เรื่อง งานและพลังงาน ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔" เพื่อให้การวิจัยดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย บรรลุตามวัตถุประสงค์

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม จึงขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือวิจัย เพื่อ

- ตรวจสอบความถูกต้องด้านเนื้อหา ภาษา
- ตรวจสอบความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนการสอน และสื่อการเรียนรู้
- ตรวจสอบความสอดคล้องของจุดประสงค์ และการวัดประเมินผล
- อื่นๆ ระบุ.....

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่านด้วยดี

ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อรุณี จันทศิริลา)

รองคณบดีฝ่ายบริหารและแผนงาน รักษาราชการแทน

คณบดีคณะครุศาสตร์

การเผยแพร่ผลงานวิจัย

ทิพวรรณ เมืองพิล, ต้นสกุล ศานติบุรณ และศรีรินทร์ ทองธรรมชาติ. (2562). การส่งเสริมทักษะการแก้
ปัญหา ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา เรื่อง งานและพลังงาน ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. การประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ ราชธานีวิชาการ
ครั้งที่ 4 “การวิจัยเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน” (น. 1746-1756). อุบลราชธานี : มหาวิทยาลัย
ราชธานี.



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ สกุล	นางสาวทิพวรรณ เมืองพิล
วัน เดือน ปี เกิด	7 เมษายน 2537
ที่อยู่ปัจจุบัน	293 ตำบลตาตทอง อำเภอเมืองยโสธร จังหวัดยโสธร 35000
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2555	มัธยมศึกษาปีที่ 6 (ม.6) โรงเรียนยโสธรพิทยาคม
พ.ศ. 2559	วิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.) สาขาวิชาฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
พ.ศ. 2562	ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต (ค.ม.) สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม