ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

หงส์จิรา เอียดหนู

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต
สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
2564

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

หงส์จิรา เอียดหนู

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต
สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
2564
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

LEARNING ACHIEVEMENT AND ANALYTICAL THINKING IN PHYSICS ON WORK AND ENERGY USING ACTIVE LEARNING OF 10th GRADE STUDENTS

HONGCHIRA IADNU

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF
THE REQUIREMENTS FOR MASTER OF EDUCATION
IN SCIENCE TEACHING
FACULTY OF EDUCATION
BURAPHA UNIVERSITY
2021

COPYRIGHT OF BURAPHA UNIVERSITY

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของ หงส์จิรา เอียดหนู ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก

.....

(ดร.ศรัณย์ ภิบาลชนม์)

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชษฐ์ ศิริสวัสดิ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธาน

(รองศาสตราจารย์ ดร.ฉลอง ทับศรี)

.....กรรมการ

(ดร.ศรัณย์ ภิบาลชนม์)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชษฐ์ ศิริสวัสดิ์)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปริญญา ทองสอน)

.....คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ดร. สฎายุ ธีระวณิชตระกูล)

วันที่ 29 เดือน มิ.ย. พ.ศ. 2564

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยบูรพา

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร.นุจรี ไชยมงคล)

วันที่ 29 เดือน มิถุนายน พ.ศ. 2564

61910081: สาขาวิชา: การสอนวิทยาศาสตร์; กศ.ม. (การสอนวิทยาศาสตร์)
คำสำคัญ: การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก, ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน, การคิดวิเคราะห์

หงส์จิรา เอียดหนู : ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. (LEARNING ACHIEVEMENT AND ANALYTICAL THINKING IN PHYSICS ON WORK AND ENERGY USING ACTIVE LEARNING OF 10th GRADE STUDENTS) คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์: ศรัณย์ ภิบาลชนม์, ปร.ด., เชษฐ์ ศิริสวัสดิ์, กศ.ด. ปี พ.ศ. 2564.

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 วิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก (Active learning) ระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน และหลังเรียนเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 2) ศึกษาการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 วิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก (Active learning) ระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน และหลังเรียนเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนดาราสมุทร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 1 ห้องเรียน รวมทั้งสิ้น 44 คน ได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ แบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์ สถิติที่ใช้วิเคราห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบค่าทีสองกลุ่มไม่เป็นอิสระกัน และการทดสอบค่าทีกลุ่มเดียว

ผลการวิจัยสรุปได้ ดังนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 วิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน ที่ได้รับการสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก (Active learning) หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. การคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 วิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน ที่ได้รับการสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก (Active learning) หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

61910081: MAJOR: SCIENCE TEACHING; M.Ed. (SCIENCE TEACHING)
KEYWORDS: ACTIVE LEARNING, LEARNING ACHIEVEMENT, ANALYTICAL THINKING

HONGCHIRA IADNU : LEARNING ACHIEVEMENT AND ANALYTICAL THINKING IN PHYSICS ON WORK AND ENERGY USING ACTIVE LEARNING OF 10TH GRADE STUDENTS. ADVISORY COMMITTEE: SARUN PHIBANCHON, Ph.D., CHADE SIRISAWAT, Ed.D. 2021.

The purposes of this research were to 1) study the learning achievement of grade 10 students in physics on work and energy using active learning before and after learning with 70 percent criterion. 2) study the analytical thinking of grade 10 students in physics on work and energy using active learning before and after learning with 70 percent criterion. The sample was one classroom consisted of 44 tenth-grade students from Darasamutr School in the second semester of 2020 using cluster random sampling. The research instruments were active learning lesson plan, learning achievement in physics test, analytical thinking in physics test. The statistics used for analyzing the collected data were means, standard deviation, dependent sample t-test and one-sample t-test.

The results findings were summarized as follows:

1. The learning achievement scores of grade 10 students in physics on work and energy using active learning after learning was higher than before learning and significantly higher than 70 percent criterion at .05 level.

2. The analytical thinking scores of grade 10 students in physics on work and energy using active learning after learning was higher than before learning and significantly higher than 70 percent criterion at .05 level.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความกรุณาช่วยเหลือในการให้คำปรึกษา การแนะนำแนวทางที่เป็นประโยชน์ในการดำเนินงานวิจัย รวมไปถึงตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความละเอียดถี่ถ้วนในการดำเนินงานวิจัยจาก ดร.ศรัณย์ ภิบาลชนม์ อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชษฐ์ ศิริสวัสดิ์ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม อีกทั้งให้กำลังใจผู้วิจัยตลอดระยะเวลาในการวิจัย ผู้วิจัยจึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ฉลอง ทับศรี ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปริญญา ทองสอน กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาสละเวลาอันมีค่ามาร่วมสอบวิทยานิพนธ์ และดร.กิตติมา พันธ์พฤกษา กรรมการสอบเค้าโครงวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา อีกทั้งให้ความเมตตา ตรวจสอบ และให้คำแนะนำในการปรับปรุงวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้มีความถูกต้องสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมพงษ์ ปั้นหุ่น ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นพมณี เชื้อวัชรินทร์ รองศาสตราจารย์ ดร.บุญฤทธิ์ ครุนวการ อาจารย์บุญธรรม ผดุงศักดิ์ชัยกุล และอาจารย์กิ่งกมล เกลี้ยงแก้ว ผู้เชี่ยวชาญที่ให้ความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือในงานวิจัย รวมทั้งให้คำแนะนำในการปรับปรุงแก้ไข ทำให้ได้เครื่องมือที่ถูกต้องและมีคุณภาพมากยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณผู้บริหารสถานศึกษา คณะครู เจ้าหน้าที่ โรงเรียนดาราสมุทร ศรีราชา ที่อำนวยความสะดวกและกรุณาให้ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยในโรงเรียน และขอขอบคุณนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2563 ที่ให้ความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลงานวิจัยและฝึกประสบการณ์ให้แก่ผู้วิจัยได้อย่างดียิ่ง

ขอขอบคุณเพื่อนนิสิตปริญญาโท สาขาการสอนวิทยาศาสตร์ทุกคน ที่คอยให้คำแนะนำให้กำลังใจ ให้ความช่วยเหลือและสนับสนุนผู้วิจัยในทุกด้านเสมอมา ทำให้วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จได้ด้วยดี

และสุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และพี่สาว ที่เป็นผู้เลี้ยงดูเอาใจใส่ ตลอดจนเป็นผู้ให้การสนับสนุนทางการศึกษาตลอดมา และเป็นกำลังใจสำคัญที่คอยผลักดันให้ผู้วิจัยทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี

หงส์จิรา เอียดหนู

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ญ

สารบัญภาพ ..... ฑ

บทที่ 1 บทนำ 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

วัตถุประสงค์ของการวิจัย 5

สมมติฐานการวิจัย 5

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย 6

ขอบเขตการวิจัย 6

กรอบแนวคิดการวิจัย 8

นิยามศัพท์เฉพาะ 9

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 12

หลักสูตรสถานศึกษาและกรอบสาระการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน โรงเรียนดาราสมุทร ศรีราชา 13

ทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ 21

การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก 32

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 54

การคิดวิเคราะห์ 63

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง....75
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย....84
ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย....84
รูปแบบการวิจัย....84
เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง....85
การสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย....85
วิธีดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล....101
การวิเคราะห์ข้อมูล....102
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล....102
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล....106
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล....106
การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล....106
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล....107
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ....112
สรุปผลการวิจัย....113
อภิปรายผลการทดลอง....113
ข้อเสนอแนะ....121
บรรณานุกรม....123
ภาคผนวก....132
ภาคผนวก ก....133
ภาคผนวก ข....142
ภาคผนวก ค....160
ภาคผนวก ง....168
ภาคผนวก จ....187

ประวัติย่อของผู้วิจัย 277

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2-1 โครงสร้างรายวิชาฟิสิกส์ 2 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 16

ตารางที่ 2-2 การวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาเรียน เรื่อง งานและพลังงาน 18

ตารางที่ 2-3 การเปรียบเทียบลักษณะที่สำคัญของการเรียนรู้แบบเชิงรุกกับการเรียนรู้ที่นักเรียนเป็นฝ่ายรับความรู้ (Brades & Ginnis, n.d. cited in Sheffied Hallam University, 2000 อ้างอิงใน ชลาธร วิเชียรรัตน์, 2558, หน้า 27).....37

ตารางที่ 2-4 การสังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก 48

ตารางที่ 2-5 การเปรียบเทียบขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกที่ส่งผลให้เกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดวิเคราะห์ 51

ตารางที่ 2-6 การเปรียบเทียบแนวคิดการคิดวิเคราะห์ของบลูมและมาร์ซาโน (ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ, 2556).....67

ตารางที่ 3-1 แบบแผนการทดลองแบบ One-Group Pretest-Posttest Design 85

ตารางที่ 3-2 การวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่อง งานและพลังงาน 86

ตารางที่ 3-3 การกำหนดจำนวนแบบทดสอบที่ต้องการให้สอดคล้องระหว่างสาระการเรียนรู้กับจุดประสงค์การเรียนรู้.....93

ตารางที่ 3-4 วิเคราะห์องค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์ และจำนวนข้อสอบในแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์ 99

ตารางที่ 4-1 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 วิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน ที่ได้รับการสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก (Active learning) ก่อนเรียนและหลังเรียน (คะแนนเต็ม 30 คะแนน).....107

ตารางที่ 4-2 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 วิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน ที่ได้รับการสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก (Active learning) หลังเรียนเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 (21 คะแนน จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน) ..108

ตารางที่ 4-3 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 วิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน ที่ได้รับการสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก (Active learning) ก่อนเรียนและหลังเรียน (คะแนนเต็ม 20 คะแนน) 109

ตารางที่ 4-4 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 วิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน ที่ได้รับการสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก (Active learning) หลังเรียนเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 (14 คะแนน จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน) 110

ตารางที่ ข-1 แสดงผลการประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง งาน 143

ตารางที่ ข-2 แสดงผลการประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง กำลัง 145

ตารางที่ ข-3 แสดงผลการประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง พลังงานจลน์ 147

ตารางที่ ข-4 แสดงผลการประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง พลังงานศักย์ 149

ตารางที่ ข-5 แสดงผลการประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง กฎอนุรักษ์พลังงานกล 151

ตารางที่ ข-6 แสดงผลการประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง เครื่องกล 153

ตารางที่ ข-7 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (*IOC*) ระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้และพฤติกรรมการเรียนรู้ที่ต้องการวัดของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 155

ตารางที่ ข-8 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (*IOC*) ระหว่างข้อคำถามกับองค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์ที่ต้องการวัดของแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 158

ตารางที่ ค-9 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (*p*) และค่าอำนาจจำแนก (*r*) รายข้อของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (จำนวน 60 ข้อ) 161

ตารางที่ ค-10 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) รายข้อของแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (จำนวน 30 ข้อ).....165

ตารางที่ ง-11 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนและหลังเรียน (คะแนนเต็ม 30).....169

ตารางที่ ง-12 การทดสอบค่า t-test ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนและหลังเรียน (คะแนนเต็ม 30) โดยใช้โปรแกรม SPSS 172

ตารางที่ ง-13 การทดสอบค่า t-test ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนและหลังเรียน ซึ่งแสดงพฤติกรรมการเรียนรู้แยกเป็นรายด้าน โดยใช้โปรแกรม SPSS.....173

ตารางที่ ง-14 การทดสอบค่า t-test ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ หลังเรียนเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 (21 คะแนน จากคะแนนเต็ม 30) เรื่อง งานและพลังงาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้โปรแกรม SPSS.....175

ตารางที่ ง-15 การทดสอบค่า t-test ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ หลังเรียนเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 เรื่อง งานและพลังงาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งแสดงพฤติกรรมการเรียนรู้แยกเป็นรายด้าน โดยใช้โปรแกรม SPSS 175

ตารางที่ ง-16 คะแนนการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนและหลังเรียน (คะแนนเต็ม 20).....178

ตารางที่ ง-17 การทดสอบค่า t-test ของแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนและหลังเรียน (คะแนนเต็ม 20) โดยใช้โปรแกรม SPSS.....181

ตารางที่ ง-18 การทดสอบค่า t-test ของแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนและหลังเรียน ซึ่งแสดงองค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์แยกเป็นรายด้าน โดยใช้โปรแกรม SPSS 182

ตารางที่ ง-19 การทดสอบค่า t-test ของแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์ หลังเรียนเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 (14 คะแนน จากคะแนนเต็ม 20) เรื่อง งานและพลังงาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้โปรแกรม SPSS.....184

ตารางที่ ง-20 การทดสอบค่า t-test ของแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์ หลังเรียนเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 เรื่อง งานและพลังงาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งแสดงองค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์แยกเป็นรายด้าน โดยใช้โปรแกรม SPSS 184

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1-2 กรอบความคิดในการวิจัย.....8

ภาพที่ 2-1 แนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก 36

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับชีวิตของทุกคน ทั้งในการดำรงชีวิตประจำวันและในงานอาชีพต่าง ๆ เครื่องมือ เครื่องใช้ ตลอดจนผลผลิตต่าง ๆ ที่ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและในการทำงานล้วนเป็นผลของความรู้วิทยาศาสตร์ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่น ๆ ความรู้วิทยาศาสตร์ช่วยให้เกิดการพัฒนาเทคโนโลยีอย่างมาก ในทางกลับกันเทคโนโลยีก็มีส่วนสำคัญมากที่ให้การศึกษาค้นคว้าความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นอย่างไม่หยุดยั้ง (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2547) ตลอดจนการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์เข้าไปเปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อม เพื่อให้มนุษย์มีชีวิตที่ดีขึ้น และความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์มีบทบาทต่อการเปลี่ยนแปลงสังคมและเศรษฐกิจของประเทศจะเห็นได้ว่าประเทศที่เจริญแล้วจะมีการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์อย่างต่อเนื่อง โดยบทบาทเริ่มต้นของการพัฒนานี้มาจากการศึกษา ซึ่งประเทศไทยได้เล็งเห็นความสำคัญดังกล่าว จึงเกิดการปฏิรูปการศึกษา หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน และการประกันคุณภาพการศึกษา ตลอดจนการปฏิรูปกระบวนการเรียนรู้ (กุณฑรี เพ็ชรทวีพรเดช, 2550, หน้า 20) การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์นั้นมีจุดเน้นเพื่อต้องการพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ความสามารถที่ทัดเทียมกับนานาชาติได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ สามารถใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้และแก้ปัญหาที่หลากหลายมีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติ เพื่อให้ผู้เรียนได้ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และทักษะศตวรรษที่ 21 (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561)

การจัดการศึกษาในยุคศตวรรษที่ 21 จะมีการเชื่อมโยงกับกระบวนการทางสังคม ระบบเศรษฐกิจที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ และต้องสอดคล้องกับความเจริญก้าวหน้าทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และการเปลี่ยนแปลงในทุกด้านที่เป็นไปได้อย่างรวดเร็วต่อเนื่อง ระบบการศึกษาแบบเดิมที่เน้นความรู้ไม่อาจพัฒนาการปฏิบัติให้มีคุณภาพโดยรอบด้านได้ การจัดการศึกษาและการจัดการเรียนรู้ต้องมีการเปลี่ยนแปลงอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ คนที่มีความรู้และทักษะในการรับมือกับการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง และสามารถปรับตัวให้เข้ากับสถานการณ์ใหม่ ๆ เท่านั้นจึงจะประสบความสำเร็จ ดังนั้นการศึกษาในศตวรรษที่ 21 จึงยึดผลลัพธ์ทั้งในด้านของความรู้ในวิชาแกนและทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เช่น การสื่อสาร การคิดสร้างสรรค์

การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหา และการร่วมมือกัน เป็นต้น โดยเฉพาะทักษะการคิดวิเคราะห์จำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องเร่งพัฒนาให้กับผู้เรียน หรือให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ เพราะว่าทักษะการคิดวิเคราะห์เป็นพื้นฐานของการคิดขั้นสูงทุกประเภท เช่น ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ทักษะการคิดสร้างสรรค์ ทักษะการคิดแก้ปัญหา ถ้าหากขาดทักษะการคิดวิเคราะห์จะทำให้ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดสร้างสรรค์ก็เป็นไปได้ยาก ทักษะในศตวรรษที่ 21 นั้นมีความสำคัญช่วยในการเตรียมความพร้อมให้นักเรียนรู้จักคิด เรียนรู้ทำงาน แก้ปัญหา สื่อสาร และร่วมกันทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ส่งเสริมการเรียนรู้ที่ยึดถือผู้เรียนเป็นสำคัญ (วัชรา เล่าเรียนดี, 2560) ซึ่งสอดคล้องกับแนวการจัดการศึกษาในพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 หมวด 4 แนวการจัดการศึกษามาตรา 22 กำหนดไว้ว่า การจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่า ผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญสูงสุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตนเองตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2546)

วิชาฟิสิกส์เป็นวิชาวิทยาศาสตร์แขนงหนึ่งที่มีความสำคัญ โดยศึกษาเกี่ยวกับความจริงในธรรมชาติเพื่อศึกษาถึงสาเหตุ และผลของปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่อยู่รอบตัวเรา ถ้าหากจัดการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ที่เชื่อมโยงหลักการทางฟิสิกส์เข้ากับชีวิตประจำวันได้จะทำให้นักเรียนสามารถเรียนวิชาฟิสิกส์ได้อย่างเข้าใจมากยิ่งขึ้น (สสวท, 2552, หน้า 5) แต่ที่ผ่านมานั้นพบว่าการจัดการเรียนการสอนรายวิชาฟิสิกส์ยังไม่สามารถบรรลุตามเป้าหมายของการพัฒนาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เนื่องจากว่าการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ในทุกระดับของประเทศไทยยังเน้นการเรียนการสอนแบบบรรยาย และท่องจำเนื้อหาตามหนังสือ หรือเอกสารประกอบการเรียน (อัศวรัฐ นามะกันคำ, 2550, หน้า 1) จากรายงานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในวิชาวิทยาศาสตร์ ปีการศึกษา 2558, 2559, 2560 และ 2561 มีคะแนนเฉลี่ยทั้งประเทศ ดังนี้ 33.40, 31.62, 29.37 และ 30.51 ตามลำดับ (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน), 2558-2561) และผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติ (O-NET) ของโรงเรียนดาราสมุทร อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี โดยผลการประเมินพบว่า ค่าสถิติแยกตามรายวิชาสำหรับวิชาวิทยาศาสตร์ ปีการศึกษา 2558, 2559, 2560 และ 2561 มีคะแนนเฉลี่ยดังนี้ 32.12, 29.61, 29.53 และ 29.88 ตามลำดับ ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์ต่ำกว่าร้อยละ 50 เนื่องจากว่าข้อสอบ O-net ของสถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติประกอบด้วยข้อสอบที่เน้นการคิดวิเคราะห์ร่วมด้วย (ปนัดดา หัสปราบ, 2557, หน้า 11) แต่การจัดการเรียนการสอนในโรงเรียนส่วนมากสำหรับรายวิชาฟิสิกส์นั้นยังคงเป็นแบบบรรยายท่องจำเนื้อหา สูตรสมการ ทำให้ผู้เรียนไม่ได้ฝึกการคิดวิเคราะห์เท่าที่ควร และจากการที่ได้ไปสังเกตการสอนรายวิชาฟิสิกส์

เพิ่มเติมในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า ส่วนใหญ่ผู้เรียนไม่ชอบเรียนวิชาฟิสิกส์ และมีผู้เรียนบางส่วนมีความเบื่อหน่ายในการเรียน ไม่อยากเรียน ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ไม่ค่อยเป็นที่น่าพอใจสำหรับครูผู้สอนและผู้เรียน และจากการที่ได้สัมภาษณ์ครูบุญธรรม ผดุงศักดิ์ชัยกุล ครูผู้สอนวิชาฟิสิกส์ระดับชั้นมัธยมศึกษาให้สัมภาษณ์ว่า สาระการเรียนรู้ เรื่อง งานและพลังงาน เป็นสาระที่มีเนื้อหาค่อนข้างมาก และมีความซับซ้อน ครูส่วนใหญ่สอนแบบบรรยาย นักเรียนไม่ค่อยได้ลงมือปฏิบัติในการทำกิจกรรม จึงทำให้เข้าถึงเนื้อหาได้ยากเพราะว่าเนื้อหาส่วนใหญ่นั้นเป็นนามธรรมยากที่จะเข้าใจให้เป็นรูปธรรม ทำให้ผู้เรียนไม่เข้าใจเนื้อหา หลักการ ทฤษฎี จึงส่งผลทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ และยังขาดทักษะในการคิดวิเคราะห์ ซึ่งเป็นส่วนสำคัญที่ใช้ในการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (สัมภาษณ์, 5 กุมภาพันธ์ 2562) ซึ่งสอดคล้องกับ พิสิษฐ์ สุวรรณแพทย์ (2557, หน้า 4-5) ได้กล่าวว่า เนื้อหาของวิชาฟิสิกส์มีความซับซ้อนเข้าใจยาก และเป็นวิชาที่อยู่ในจินตนาการเพราะมีแต่สูตรการคำนวณ ขาดการเชื่อมโยงสภาพความเป็นจริงในชีวิตประจำวันทำให้ผู้เรียนไม่ได้เกิดการเรียนรู้อย่างแท้จริง ดังนั้นกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จึงเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อคุณภาพการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ ถ้ามีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ดี โดยให้ผู้เรียนทุกคนได้มีส่วนร่วมในการเรียนจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความสนุกสนานในเนื้อหาที่เรียน และยังเกิดการฝึกทักษะกระบวนการคิดวิเคราะห์ และเกิดความกระตือรือร้นที่จะเรียน (ชลาธร วิเชียรรัตน์, 2558, หน้า 1-2) การจัดการเรียนการสอนครูผู้สอนจึงไม่ควรเป็นผู้ให้เพียงฝ่ายเดียว แต่ต้องให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติเอง สามารถสร้างองค์ความรู้ที่เกิดจากความรู้ความเข้าใจของตนเอง และมีส่วนร่วมในการเรียนมากขึ้น ครูผู้สอนและผู้ที่เกี่ยวข้องจะต้องค้นหาวิธีการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะกับเนื้อหาวิชา เพื่อช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะการคิดวิเคราะห์และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

การปรับเปลี่ยนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของครูจึงเป็นสิ่งสำคัญที่จะช่วยพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน โดยในปัจจุบันได้มีการนำเอาวิธีการเรียนรู้ที่เป็นการเรียนการสอนแบบบูรณาการทั้งทางด้านเนื้อหาสาระ โดยสามารถปรับเนื้อหาให้มีความเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันและสิ่งแวดล้อมรอบตัว เพื่อให้ผู้เรียนมองเห็นความสำคัญของวิทยาศาสตร์ตลอดจนเข้าใจปรากฏการณ์รอบตัว อยากเรียนรู้วิทยาศาสตร์มากขึ้น สามารถนำวิทยาศาสตร์มาเป็นส่วนหนึ่งของชีวิตประจำวัน เกิดความรู้สึกสนุก สงสัย ท้าทายความคิด และกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หรือที่เรียกกันว่าการเรียนรู้แบบเชิงรุก หรืออาจเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าเป็นการเรียนรู้อย่างกระตือรือร้น เป็นหลักการที่สำคัญประการหนึ่งของการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (ลัดดาวัลย์ สาระภัย, 2560, หน้า 2) ทำให้เกิดการเรียนรู้จากกิจกรรมที่ผู้สอนจัดให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ อภิปรายร่วมกัน สรุปรวบรวมข้อมูล และได้รับข้อมูลป้อนกลับในทันที

เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา ซึ่งเป็นอุปสรรคต่อการเรียนของนักเรียน กิจกรรมการเรียนรู้แบบกระตือรือร้นเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ให้ผู้เรียนเป็นฝ่ายวุ่นอยู่กับเนื้อหาที่จะก่อให้เกิดความรู้ โดยผ่านการพูดคุย การเขียน การอ่าน การสะท้อน หรือการตั้งคำถาม เป็นการเรียนการสอนที่มีความเคลื่อนไหวใช้ได้ทั้งกลุ่มเล็กและห้องเรียนใหญ่ ๆ ผู้เรียนสามารถทำงานคนเดียวหรือทำเป็นกลุ่มก็ได้ (จุฑามาศ บุญทวี, 2560, หน้า 2)

การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก มีพื้นฐานมาจากแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (วทัญญู วุฒิวรรณ์, 2553, หน้า 2) โดยมีหลักการ คือ กิจกรรมการเรียนการสอนต้องเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ลงมือกระทำเพื่อค้นหาคำตอบด้วยความอยากรู้ อยากลอง และความสงสัย ซึ่งช่วยให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความสนใจทางวิทยาศาสตร์ การแก้ปัญหา ปฏิสัมพันธ์ภายในชั้นเรียน และความคงทนในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาวิธีการสอน เทคนิคการสอนที่หลากหลายอยู่ภายใต้หลักการการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก ได้แก่ การเรียนรู้แบบแผนผังความคิด การเรียนรู้แบบวิเคราะห์วีดีโอ การทดลอง เดินชมแลกเปลี่ยนเรียนรู้ เกม และการเรียนรู้แบบร่วมมือ ซึ่งเป็นการจัดการเรียนการสอนเพื่อกระตุ้นความคิด การตั้งคำถาม ส่งเสริมให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ และกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียน โดยการจัดการเรียนแบบเชิงรุกนั้นมีขั้นตอนที่สำคัญ 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นเร้าความสนใจ 2) ขั้นจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 3) ขั้นอภิปรายและสรุป 4) ขั้นไตร่ตรองสะท้อนคิด ซึ่งผู้วิจัยได้นำวิธีการสอน เทคนิคการสอนดังกล่าวมาสอดแทรกในขั้นการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก โดยการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกเป็นการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเองผ่านกิจกรรมในห้องเรียน ทำให้นักเรียนเกิดความรู้ ความเข้าใจ ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้น นอกจากนี้ครูผู้สอนได้ตั้งคำถามจากสถานการณ์ที่นักเรียนเคยพบเห็นในชีวิตประจำวัน เพื่อให้นักเรียนได้มีการโต้ตอบแสดงความคิดเห็นได้มากขึ้น ส่งผลให้นักเรียนเกิดการคิดวิเคราะห์จากการตอบคำถามและการทำกิจกรรม ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของศิริพร มโนพิเชฐวัฒนา (2547) พบว่าการจัดการเรียนการสอนแบบเชิงรุกช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ดีขึ้น และสอดคล้องกับผลการวิจัยของชลาธร วิเชียรรัตน์ (2558) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก วิชาเคมี เรื่อง อนุพันธ์ของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้เทคนิคการสอน ได้แก่ การอ่านแบบเชิงรุก การเขียนแบบเชิงรุก เกม และการทดลอง ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกของวทัญญู วุฒิวรรณ์ (2553) ชลาธร วิเชียรรัตน์ (2558) สุดารัตน์ เกียรติจรุงพันธ์ (2559) จุฑามาศ บุญทวี (2560) พบว่า การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกส่งผลให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นหลังจากการที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก และสามารถทำให้ผู้เรียนเกิดการคิดวิเคราะห์ที่สูงขึ้นอีกด้วย

จากข้อมูลการศึกษาค้นคว้าดังกล่าวทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะนำการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกมาใช้ในการสอน เพื่อที่จะศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้องเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โรงเรียนดาราสมุทร ศรีราชา เพื่อช่วยพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์ให้ดียิ่งขึ้น และช่วยให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 วิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน ก่อนเรียนและหลังเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก (Active learning)

2. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 วิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน หลังเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก (Active learning) สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 70

3. เพื่อศึกษาการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 วิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน ก่อนเรียนและหลังเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก (Active learning)

4. เพื่อศึกษาการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 วิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน หลังเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก (Active learning) สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 70

สมมติฐานการวิจัย

1. คะแนนการสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 วิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน ที่ได้รับการสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก (Active learning) หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. คะแนนการสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 วิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน ที่ได้รับการสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก (Active learning) หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 70

3. การคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 วิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน ที่ได้รับการสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก (Active learning) หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. การคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 วิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน ที่ได้รับการสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก (Active learning) หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 70

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1. ได้แผนการจัดการเรียนรู้พร้อมทั้งเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยจากการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก (Active learning) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 วิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน

2. ได้พัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน และสามารถนำความรู้ไปใช้เพื่อเป็นพื้นฐานในเรื่องอื่น ๆ ต่อไปได้

3. ได้พัฒนาการคิดวิเคราะห์ และมองเห็นการเชื่อมโยงของเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงานได้อย่างเป็นระบบ

4. เป็นแนวทางสำหรับครูผู้สอน บุคลากรทางการศึกษา และผู้สนใจในการพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก (Active learning) ในรายวิชาฟิสิกส์ในเรื่องอื่น ๆ และวิชาอื่น ๆ เพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ขอบเขตการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตการวิจัยไว้ดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โรงเรียนดาราสมุทร ศรีราชา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 2 ห้องเรียน จำนวน 90 คน

1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/2 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โรงเรียนดาราสมุทร ศรีราชา ปีการศึกษา 2563 จำนวน 1 ห้องเรียน โดยการสุ่มห้องเรียนด้วยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

จำนวน 44 คน และเป็นห้องเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคละกันประกอบไปด้วยนักเรียนที่มีระดับสติปัญญาสูง ปานกลาง และต่ำ

2. ตัวแปรที่ศึกษา

2.1 ตัวแปรอิสระ คือ การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก

2.2 ตัวแปรตาม คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และการคิดวิเคราะห์

3. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ เรื่อง งานและพลังงาน ในรายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามหลักสูตรสถานศึกษากลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ของโรงเรียนดาราสมุทรศรีราชา โดยอ้างอิงตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) แบ่งออกเป็น 6 เรื่อง ได้แก่

3.1 งานเนื่องจากแรงคงตัว

3.2 งานเนื่องจากแรงไม่คงตัว

3.3 กำลัง

3.4 พลังงานกล

3.4.1 พลังงานจลน์

3.4.2 พลังงานศักย์

3.5 การอนุรักษ์พลังงานกล

3.5.1 งานเนื่องจากแรงอนุรักษ์

3.5.2 กฎการอนุรักษ์พลังงานกล

3.6 เครื่องกล

5.6.1 ประสิทธิภาพของเครื่องกล

5.6.2 หลักการของงานกับเครื่องกลอย่างง่าย

5.6.3 หลักการของสมดุลกลกับเครื่องกลอย่างง่าย

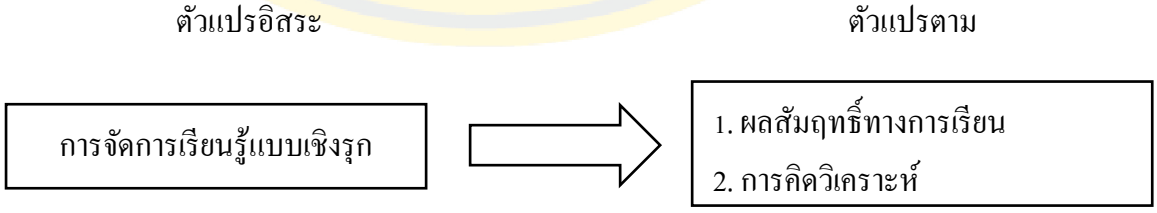
4. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ดำเนินการในปีการศึกษา 2563 ใช้เวลาในการวิจัยทั้งหมด 18 คาบ โดยทดสอบก่อนเรียนและทดสอบหลังเรียน จำนวน 4 คาบ และดำเนินการทดลอง จำนวน 14 คาบ คาบละ 50 นาที ซึ่งผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการจัดการเรียนรู้และเก็บรวบรวมข้อมูล

กรอบแนวคิดการวิจัย

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกมีผลต่อการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดวิเคราะห์ เช่น Akinoglu and Tandogan (2006) ได้ทดลองใช้แนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า การจัดการเรียนสอนวิทยาศาสตร์ โดยใช้แนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกนั้นมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 และนักเรียนสามารถแสดงความคิดเห็นได้มากยิ่งขึ้น และวทัญญู วุฒิวรรณ์ (2553) ได้ทดลองใช้แนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกสูงขึ้น และศิริพร มโนพิเชษฐวัฒนา (2547) พบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบบูรณาการที่เน้นผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ที่กระตือรือร้น เรื่อง ร่างกายมนุษย์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน นอกจากนั้น อุษณีย์ เทพวรชัย (2542) ได้ทดลองใช้แนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกทางการศึกษาพยาบาลในระดับปริญญาตรี พบว่า หลังสอนตามแนวคิดการเรียนการสอนเชิงรุกนักศึกษาพยาบาลในระดับปริญญาตรีมีคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์และสรุปเหตุผลแตกต่างจากก่อนสอนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 นอกจากนี้นักศึกษาพยาบาลนักเรียนสามารถนำความรู้ หรือประสบการณ์เดิมมาเชื่อมโยงกับเรื่องที่เรียนได้ เนื่องจากการจัดการเรียนการสอนแบบเชิงรุกเป็นลักษณะการเรียนการสอนที่ให้ผู้เรียนมีอิสระทางด้านความคิดในการทำกิจกรรมจึงทำให้นักเรียนเกิดการคิดวิเคราะห์ที่สูงขึ้น

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 การวิจัยครั้งนี้สามารถนำเสนอกรอบความคิดในการวิจัย ดังนี้



ภาพที่ 1-2 กรอบความคิดในการวิจัย

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก (Active learning) หมายถึง การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญและเน้นการปฏิบัติ โดยครูผู้สอนต้องลดบทบาทในการสอนเนื้อหาเปลี่ยนจากการสอนบรรยายเพียงอย่างเดียวเป็นการจัดกิจกรรมในการเรียนการสอนที่ให้ผู้เรียนได้มีส่วนรวมในกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเองให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติทำกิจกรรมต่าง ๆ ที่หลากหลาย ซึ่งการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก ได้นำแนวการสร้างมาจาก Tileston และ Hazza, Lapidot, Ragonis (วัชรา เล่าเรียนดี, 2560, หน้า 67-69) โดยมีขั้นตอนการดำเนินกิจกรรม ดังนี้

1.1 ขั้นเร้าความสนใจ

1.2 ขั้นจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1.3 ขั้นอภิปรายและสรุป

1.4 ขั้นไตร่ตรองสะท้อนคิด

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ หมายถึง ผลที่ได้จากการเรียนรู้ความสามารถในการแก้ปัญหา และการลงมือกระทำที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก โดยอยู่ในรูปของผลคะแนนที่ได้จากการตอบแบบทดสอบในแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สามารถวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามรูปแบบของบลูม (พิศิษฐ ตัณฑวณิช, 2557) ที่มีลักษณะเป็นแบบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ครอบคลุมเนื้อหา เรื่อง งานและพลังงาน ทั้งหมด 6 ด้าน คือ การจำ ความเข้าใจ การปรับใช้ การวิเคราะห์ การประเมิน และการสร้างสรรค์

2.1 การจำ (remembering) หมายถึง การที่ผู้เรียนสามารถจดจำสาระต่าง ๆ ที่ได้เรียนรู้มาไว้ในสมองพฤติกรรมการเรียนรู้ในส่วนนี้มุ่งวัดความสามารถในการจัดเก็บข้อมูลความรู้ (retention) ไว้ในตัวผู้เรียน

2.2 ความเข้าใจ (understanding) หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการสื่อสารข้อความรู้ที่ตนได้รับรู้มาให้บุคคลอื่นได้รับทราบถึงข้อความรู้นั้น ด้วยวิธีการสื่อสารที่เป็นของตนเอง โดยอาจนำเสนอเป็นถ้อยคำ ภาษาเขียน ท่าทาง สัญลักษณ์ รูปภาพ หรือวิธีการอื่นด้วยวิธีการที่เป็นของตนเอง ความเข้าใจถือได้ว่าเป็นจุดตั้งต้นของพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัยที่กระบวนการจัดการศึกษาคาดหวังว่าควรเกิดขึ้นกับผู้เรียน พฤติกรรมด้านความเข้าใจเน้นตรงการที่ผู้เรียนต้องสามารถสื่อความหมายของสาระบทเรียนที่ตนได้รับรู้มาให้ปรากฏออกมาในลักษณะของการสื่อสารต่าง ๆ เพื่อถ่ายทอดสาระที่ตนรับรู้ได้ไปยังบุคคลซึ่งเป็นผู้รับให้สามารถรับสาระดังกล่าวได้อย่างถูกต้องตรงตามความหมายของสิ่งที่ผู้เรียนได้เรียนรู้

2.3 การปรับใช้ (applying) หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนในการนำความรู้ที่ตนได้เรียนรู้ไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ที่ตนต้องเผชิญหรือในชีวิตจริง ทั้งนี้สถานการณ์ที่เกิดขึ้นนั้น

จะต้องเป็นสถานการณ์ที่มีความใหม่หรือต่างไปจากเดิม หากสถานการณ์ที่กำหนดหรือเกิดขึ้นเป็นสถานการณ์ที่บุคคลคุ้นเคยแล้วเป็นอย่างมากก็จะเป็นลักษณะของพฤติกรรมการจำ

2.4 การวิเคราะห์ (analyzing) หมายถึง ความสามารถในการจำแนก แยกแยะองค์ประกอบของสิ่งใด สิ่งหนึ่งออกเป็นส่วน ๆ เพื่อค้นหาว่ามีองค์ประกอบย่อย ๆ อะไรบ้าง ทำมาจากอะไร ประกอบขึ้นมาได้อย่างไร และมีความเชื่อมโยงสัมพันธ์กันอย่างไร

2.5 การประเมิน (evaluating) หมายถึง ความสามารถในการลงข้อตัดสินใจที่เกี่ยวข้องกับคุณค่าให้กับกิจกรรมสิ่งของการกระทำ หรือปรากฏการณ์ใด ๆไปตามเกณฑ์และมาตรฐานที่กำหนด ทั้งนี้การประเมินจะเกิดขึ้นนั้นต้องเป็นการตัดสินใจที่เกี่ยวข้องกับคุณค่า

2.6 การสร้างสรรค์ (creating) หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการที่จะคิดพัฒนาประดิษฐ์สร้าง หรือจัดกระทำสิ่งใหม่ ๆ ให้เกิดขึ้น โดยผลงานดังกล่าวนั้นจะต้องเกิดจากความคิดของตัวผู้สร้างเอง โดยมิได้ลอกเลียนงานของบุคคลใด ๆ มาในลักษณะของการลอกทั้งชิ้นงาน หรือการสร้างสรรค์ หมายถึง การนำเอาสิ่งต่าง ๆ ที่มีลักษณะเป็นส่วนย่อยมาผูกพันประสานให้เกิดขึ้นเป็นผลงานชิ้นใหม่ที่แตกต่างไปจากเดิม การสร้างสรรค์เป็นความคาดหวังของการจัดการศึกษาในประเด็นที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนแต่ละคนมีความเป็นตัวของตัวเองมีความสามารถในการคิดประดิษฐ์สร้าง หรือสร้างสรรค์สิ่งใหม่ ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อคนในสังคม โดยปรากฏผลงานในรูปต่าง ๆ เช่น ข้อเขียนหรือบทความ ชิ้นงาน ผลงานประดิษฐ์ โครงการ ภาพวาด ตำรา หรือทฤษฎี เป็นต้น

3. การคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์ หมายถึง การจำแนก แจกแจง หรือจัดหมวดหมู่องค์ประกอบต่าง ๆ ของสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือเรื่องใดเรื่องหนึ่ง และหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผลระหว่างองค์ประกอบเหล่านั้น เพื่อค้นหาสาเหตุที่แท้จริงของสิ่งที่เกิดขึ้น โดยอาศัยข้อมูล ข้อเท็จจริง ความรู้มาเป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์จนสามารถสรุป หรือพิจารณาตัดสินและอาจบอกได้ว่ามีแนวโน้มไปในทางใด โดยการคิดวิเคราะห์ที่ต้องการให้เกิดขึ้นสามารถทำได้โดยใช้วิธีการเทคนิคที่หลากหลาย เช่น คำถาม สถานการณ์ เป็นต้น ซึ่งจะช่วยในการกระตุ้นให้เกิดการคิดวิเคราะห์ในเรื่องนั้น ๆ โดยการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์จะใช้การวัดการคิดวิเคราะห์ตามแนวคิดของมาร์ซาโน (ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ, 2556, หน้า 59-60) ซึ่งใช้แบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์ที่มีลักษณะเป็นแบบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ ครอบคลุมเนื้อหา เรื่อง งานและพลังงาน ทั้งหมด 5 ด้าน คือ ด้านการจัดจำแนกเปรียบเทียบ ด้านการจัดกลุ่ม ด้านการวิเคราะห์ข้อผิดพลาด ด้านการสรุปหลักการ และด้านการนำไปใช้

3.1 การจัดจำแนกเปรียบเทียบ (matching) คือ การสังเกต และจำแนกแยกแยะรายละเอียดของสิ่งต่าง ๆ หรือเหตุการณ์ที่เหมือนและแตกต่างกันออกเป็นส่วน ๆ อย่างมีหลักเกณฑ์

และเข้าใจง่ายแล้วเปรียบเทียบ ระบุ ยกตัวอย่าง ระบุ ลักษณะความเหมือนความต่างและจัดกลุ่มของสิ่งต่าง ๆ หรือเหตุการณ์ได้ โดยเริ่มจากระดับง่ายแบบนามธรรมไปสู่ขั้นซับซ้อนที่เป็นนามธรรม

3.2 การจัดกลุ่ม (classification) คือ การใช้ความรู้เพื่อการจัดกลุ่ม จัดลำดับ จัดประเภทของสิ่งต่าง ๆ โดยใช้คุณลักษณะหรือคุณสมบัติของสิ่งนั้น ๆ อย่างมีหลักการหรือหลักเกณฑ์

3.3 การวิเคราะห์ข้อผิดพลาด (error analysis) คือ การระบุข้อผิดพลาด หรือความสัมพันธ์และไม่สัมพันธ์กันของสิ่งต่าง ๆ โดยสามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ไปสู่การสรุปอย่างสมเหตุสมผล ระบุสิ่งที่ไม่ถูกต้อง หรือไม่เหมาะสมในสถานการณ์ต่าง ๆ การใช้ความรู้เดิมผสมผสานกับความรู้ใหม่ไปสู่การสรุป และยกตัวอย่างประกอบได้อย่างมีเหตุผลจากความรู้ที่มีอยู่เดิม อาศัยข้อมูลหรือหลักฐานในการสนับสนุนจนพิจารณาได้ว่าเป็นจริง

3.4 การสรุปหลักการ (generalizing) คือ การนำความรู้เดิมเป็นข้อมูลเพื่อไปสู่ความรู้ใหม่หรือหลักการใหม่ ประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ และนำไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันสามารถนำไปใช้ได้อย่างเหมาะสมและถูกต้อง

3.5 การนำไปใช้ (specifying) คือ การนำความรู้ หรือหลักการไปใช้เพื่อการทำนายสถานการณ์ที่จะเกิดขึ้นได้ในอนาคตได้อย่างเจาะจง มีความรู้เข้าใจเหตุการณ์ ระบุรายละเอียดในเหตุการณ์นั้น ๆ และบอกสิ่งที่จะเกิดขึ้นต่อไปได้ เป็นการประยุกต์ความรู้ใหม่จากหลักการเดิมที่มีอยู่ คาดเดา ทำนายสิ่งที่จะเกิดขึ้นในอนาคต รู้ว่าอะไรจริงหรือไม่จริง สามารถปรับเปลี่ยนวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม

4. เกณฑ์ร้อยละ 70 หมายถึง คะแนนที่ยอมรับได้เกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดวิเคราะห์ ซึ่งวิเคราะห์จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์และแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์หลังเรียน โดยการคิดคะแนนเป็นร้อยละเทียบกับเกณฑ์ ซึ่งนักเรียนจะต้องผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป โดยยึดเกณฑ์เดียวกันกับสำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัย เรื่อง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. หลักสูตรสถานศึกษาและกรอบสาระการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน โรงเรียนดาราสมุทร ศรีราชา
2. ทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้
   - 2.1 ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ (Piaget)
   - 2.2 ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของวิก็อทสกี้ (Vygotsky)
   - 2.3 ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง
3. การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก
4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
   - 4.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
   - 4.2 การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
   - 4.3 ความหมายแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
   - 4.4 ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
5. การคิดวิเคราะห์
   - 5.1 ความหมายของการคิดวิเคราะห์
   - 5.2 ประเภทของการคิดวิเคราะห์
   - 5.3 องค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์
   - 5.4 ลักษณะของการคิดวิเคราะห์
   - 5.5 กระบวนการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมการคิดวิเคราะห์
   - 5.6 การวัดและประเมินความสามารถการคิดวิเคราะห์
   - 5.7 ประโยชน์ของการคิดวิเคราะห์
6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

หลักสูตรสถานศึกษาและกรอบสาระการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน โรงเรียนดาราสมุทร ศรีราชา

หลักสูตรสถานศึกษา โรงเรียนดาราสมุทร ศรีราชา ได้กำหนดกรอบสาระการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ โดยอ้างอิงตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) กำหนดสาระสำคัญออกเป็น 4 สาระ (ฝ่ายบริหารหลักสูตรและงานวิชาการ, 2561) ไว้ดังนี้

สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ
สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ
สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ
สาระที่ 4 เทคโนโลยี

วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม มีสาระสำคัญ 4 สาระ ดังนี้

สาระชีววิทยา
สาระเคมี
สาระฟิสิกส์
สาระโลกดาราศาสตร์ และอวกาศ

สำหรับกลุ่มสาระการเรียนวิทยาศาสตร์ได้กำหนดตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางที่ผู้เรียนจำเป็นต้องเรียนเป็นพื้นฐาน เพื่อให้สามารถนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิต หรือศึกษาต่อในวิชาชีพที่ต้องใช้วิทยาศาสตร์ได้ โดยจัดเรียงลำดับความยากง่ายของเนื้อหาแต่ละสาระในแต่ละระดับชั้นให้มีการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการเรียนรู้ และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาความคิดทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์วิจารณ์ มีทักษะที่สำคัญทั้งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และทักษะในศตวรรษที่ 21 ในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สามารถแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบสามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลหลากหลาย และประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้

วิทยาศาสตร์เพิ่มเติมจัดทำขึ้นสำหรับผู้เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายแผนการเรียนวิทยาศาสตร์ที่จำเป็นต้องเรียนเนื้อหาในสาระชีววิทยา เคมีฟิสิกส์ และโลกดาราศาสตร์และอวกาศ ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญและเพียงพอสำหรับการศึกษาต่อในระดับอุดมศึกษาในด้านวิทยาศาสตร์ เพื่อประกอบวิชาชีพในสาขาที่ใช้วิทยาศาสตร์เป็นฐาน เช่น แพทย์ ทันตแพทย์ สัตวแพทย์ เทคโนโลยีชีวภาพ เทคนิคการแพทย์วิศวกรรม สถาปัตยกรรม ฯลฯ โดยมีผลการเรียนรู้ที่ครอบคลุมด้านเนื้อหา ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 รวมทั้งจิตวิทยาศาสตร์ที่ผู้เรียนจำเป็นต้องมีวิทยาศาสตร์เพิ่มเติมนี้ได้มีการปรับปรุงเพื่อให้มีเนื้อหา

ที่ทัดเทียมกับนานาชาติเน้นกระบวนการคิดวิเคราะห์ และการแก้ปัญหารวมทั้งเชื่อมโยงความรู้สู่การนำไปใช้ในชีวิตจริง

งานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งถูกบรรจุอยู่ในรายวิชาฟิสิกส์ 2 ในหลักสูตรสถานศึกษา โรงเรียนดาราสมุทร ศรีราชา ดังนั้นผู้วิจัยจึงขอนำเสนอคำอธิบายรายวิชา และโครงสร้างรายวิชาฟิสิกส์ 2 ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1.1 คำอธิบายรายวิชาฟิสิกส์ 2

ศึกษาหลักการของสมดุลกลของวัตถุ โมเมนต์ แรงคู่ควบ และสภาพการเคลื่อนที่ เมื่อแรงที่กระทำต่อวัตถุผ่านศูนย์กลางมวลของวัตถุ งาน กำลังเฉลี่ย พลังงานจลน์ พลังงานศักย์โน้มถ่วง พลังงานศักย์ยืดหยุ่น พลังงานกล กฎการอนุรักษ์พลังงานกล กฎสากลของการอนุรักษ์พลังงาน ประสิทธิภาพ และการได้เปรียบเชิงกลของเครื่องกลอย่างง่าย โมเมนตัม การเปลี่ยนโมเมนตัม การดลและแรงดล การชนของวัตถุในหนึ่งมิติทั้งแบบยืดหยุ่นและแบบไม่ยืดหยุ่น และการดีดตัวแยกจากกันในหนึ่งมิติ ซึ่งเป็นไปตามกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม การหมุน ความเร็วเชิงมุม และความเร่งเชิงมุม การเคลื่อนที่แบบหมุน โมเมนต์ความเฉื่อย พลังงานจลน์ของการหมุน โมเมนตัมเชิงมุม และอัตราการเปลี่ยนโมเมนตัมเชิงมุม การแกว่งของวัตถุ สภาพสมดุล เงื่อนไขของสมดุล โมเมนต์ของแรง หรือทอร์ก โมเมนต์ของแรงคู่ควบ การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ แรงสู่ศูนย์กลาง รัศมีของการเคลื่อนที่ อัตราเร็วเชิงเส้น อัตราเร็วเชิงมุม และการเคลื่อนที่แบบวงกลมในระนาบระดับ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ การสืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ การทดลอง การแก้ปัญหา การเขียนแผนภาพ และการอภิปราย เพื่อให้เกิดความรู้ ความคิด ความเข้าใจ สามารถสื่อสารสิ่งที่รู้ มีความสามารถในการตัดสินใจ นำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน มีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรมจริยธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม

1.2 ผลการเรียนรู้ รายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม

1.2.1 อธิบายสมดุลกลของวัตถุ โมเมนต์ และผลรวมของโมเมนต์ที่มีต่อการหมุน แรงคู่ควบ และผลของแรงคู่ควบที่มีต่อสมดุลของวัตถุ เขียนแผนภาพของแรงที่กระทำต่อวัตถุอิสระ เมื่อวัตถุอยู่ในสมดุลกล และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งทดลองและอธิบายสมดุลของแรงสามแรง

1.2.2 สังเกต และอธิบายสภาพการเคลื่อนที่เมื่อแรงที่กระทำต่อวัตถุผ่านศูนย์กลางมวลของวัตถุ และผลของศูนย์ถ่วงที่มีต่อเสถียรภาพของวัตถุ

1.2.3 วิเคราะห์และคำนวณงานของแรงคงตัว จากสมการและพื้นที่ใต้กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับตำแหน่ง รวมทั้งอธิบาย และคำนวณกำลังเฉลี่ย

1.2.4 อธิบาย และคำนวณพลังงานจลน์ พลังงานศักย์ พลังงานกล ทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานจลน์ ความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานศักย์โน้มถ่วง ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของแรงที่ใช้ดึงสปริงกับระยะที่สปริงยืดออก และความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานศักย์ยืดหยุ่น รวมทั้งอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างงานของแรงลัพธ์และพลังงานจลน์ และคำนวณงานที่เกิดขึ้นจากแรงลัพธ์

1.2.5 อธิบายกฎการอนุรักษ์พลังงานกล รวมทั้งวิเคราะห์ และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ของวัตถุในสถานการณ์ต่าง ๆ โดยใช้กฎการอนุรักษ์พลังงานกล

1.2.6 อธิบายการทำงาน ประสิทธิภาพ และการได้เปรียบเชิงกลของเครื่องกลอย่างง่ายบางชนิด โดยใช้ความรู้เรื่อง งานและสมดุลกล รวมทั้งคำนวณประสิทธิภาพ และการได้เปรียบเชิงกล

1.2.7 อธิบาย และคำนวณโมเมนตัมของวัตถุ และการดลจากสมการ และพื้นที่ใต้กราฟ ความสัมพันธ์ระหว่างแรงลัพธ์กับเวลา รวมทั้งอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงดลกับโมเมนตัม

1.2.8 ทดลอง อธิบาย และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการชนของวัตถุในหนึ่งมิติทั้งแบบยืดหยุ่น ไม่ยืดหยุ่น และการดีดตัวแยกจากกันในหนึ่งมิติ ซึ่งเป็นไปตามกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม

1.2.9 อธิบาย วิเคราะห์ และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ และทดลองการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

1.2.10 ทดลองและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงสู่ศูนย์กลาง รัศมีของการเคลื่อนที่อัตราเร็วเชิงเส้น อัตราเร็วเชิงมุมและมวลของวัตถุ ในการเคลื่อนที่แบบวงกลมในระนาบระดับ รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และประยุกต์ใช้ความรู้การเคลื่อนที่แบบวงกลมในการอธิบายการโคจรของดาวเทียม

1.3 โครงสร้างรายวิชา ฟิสิกส์ 2 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

จากหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนดาราสมุทร ศรีราชา ได้มีการกำหนดโครงสร้างรายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติมระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ดังตารางที่ 2-1

ตารางที่ 2-1 โครงสร้างรายวิชาฟิสิกส์ 2 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

หน่วยการเรียนรู้ที่	ผลการเรียนรู้	เวลา (คาบ)
1. สมดุลกล	1. อธิบายสมดุลกลของวัตถุ โมเมนต์ และผลรวมของโมเมนต์ที่มีต่อการหมุน แรงคู่ควบและผลของแรงคู่ควบที่มีต่อสมดุลของวัตถุ เขียนแผนภาพของแรงที่กระทำต่อวัตถุอิสระเมื่อวัตถุอยู่ในสมดุลกล และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งทดลอง และอธิบายสมดุลของแรงสามแรง 2. สังเกตและอธิบายสภาพการเคลื่อนที่เมื่อแรงที่กระทำต่อวัตถุผ่านศูนย์กลางมวลของวัตถุ และผลของศูนย์ถ่วงที่มีต่อเสถียรภาพของวัตถุ	7
2. งานและพลังงาน	3. วิเคราะห์และคำนวณงานของแรงคงตัว จากสมการและพื้นที่ใต้กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับตำแหน่ง รวมทั้งอธิบาย และคำนวณกำลังเฉลี่ย 4. อธิบายและคำนวณพลังงานจลน์ พลังงานศักย์ พลังงานกล ทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานจลน์ ความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานศักย์โน้มถ่วง ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของแรงที่ใช้ดึงสปริงกับระยะที่สปริงยืดออก และความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานศักย์ยืดหยุ่น รวมทั้งอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างงานของแรงลัพธ์ และพลังงานจลน์ และคำนวณงานที่เกิดขึ้นจากแรงลัพธ์ 5. อธิบายกฎการอนุรักษ์พลังงานกล รวมทั้งวิเคราะห์และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ของวัตถุในสถานการณ์ต่าง ๆ โดยใช้กฎการอนุรักษ์พลังงานกล 6. อธิบายการทำงานประสิทธิภาพ และการได้เปรียบเชิงกลของเครื่องกลอย่างง่ายบางชนิด โดยใช้ความรู้เรื่อง งานและสมดุลกล รวมทั้งคำนวณประสิทธิภาพและการได้เปรียบเชิงกล	14

ตารางที่ 2-1 (ต่อ)

หน่วยการเรียนรู้ที่	ผลการเรียนรู้	เวลา (คาบ)
3. โมเมนตัมและการชน	7. อธิบายและคำนวณโมเมนตัมของวัตถุ และการดลจากสมการและพื้นที่ใต้กราฟ ความสัมพันธ์ระหว่างแรงลัพธ์กับเวลา รวมทั้งอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงดลกับโมเมนตัม 8. ทดลอง อธิบาย และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการชนของวัตถุในหนึ่งมิติ ทั้งแบบยืดหยุ่น ไม่ยืดหยุ่น และการดีดตัวแยกจากกันในหนึ่งมิติ ซึ่งเป็นไปตามกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม	9
4. การเคลื่อนที่แนวโค้ง	9. อธิบาย วิเคราะห์ และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ และทดลองการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ 10. ทดลอง และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงสู่ศูนย์กลาง รัศมีของการเคลื่อนที่ อัตราเร็วเชิงเส้น อัตราเร็วเชิงมุมและมวลของวัตถุ ในการเคลื่อนที่แบบวงกลมในระนาบระดับ รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และประยุกต์ใช้ความรู้การเคลื่อนที่แบบวงกลมในการอธิบายการโคจรของดาวเทียม	10
	รวม	40

สำหรับการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในภาคเรียนที่ 2 จำนวนทั้งหมด 18 คาบ โดยทดสอบก่อนเรียนและทดสอบหลังเรียน จำนวน 4 คาบ และดำเนินการทดลองจำนวน 14 คาบ คาบละ 50 นาที โดยมีผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาเรียน ดังแสดงในตารางที่ 2-2

ตารางที่ 2-2 การวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาเรียน เรื่อง งานและพลังงาน

ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (คาบ)
3. วิเคราะห์และคำนวณงานของแรงคงตัวจากสมการและพื้นที่ใต้กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับตำแหน่ง รวมทั้งอธิบาย และคำนวณกำลังเฉลี่ย	1. ความหมายของงาน 2. องค์ประกอบของการเกิดงาน 3. งานเนื่องจากแรงคงตัว 4. งานเนื่องจากแรงไม่คงตัว 5. กำลัง 6. กำลังเฉลี่ย	1. อธิบายความหมายของงานในวิชาฟิสิกส์ 2. วิเคราะห์และคำนวณงานของแรงคงตัว จากสมการและพื้นที่ใต้กราฟระหว่างแรงกับตำแหน่ง 3. อธิบายความหมายของงานที่มีค่าเป็นบวก เป็นลบ หรือเป็นศูนย์ 4. วิเคราะห์และคำนวณงานของแรงไม่คงตัว จากพื้นที่ใต้กราฟระหว่างแรงกับตำแหน่ง 5. อธิบายความหมายของกำลังและกำลังเฉลี่ย 6. คำนวณกำลังเฉลี่ย	4
4. อธิบายและคำนวณพลังงานจลน์ พลังงานศักย์ พลังงานกล ทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานจลน์ ความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานศักย์โน้มถ่วง	1. พลังงานจลน์ 2. พลังงานศักย์ 3. พลังงานศักย์โน้มถ่วง 4. พลังงานศักย์ยืดหยุ่น 5. พลังงานกล	1. อธิบายความหมายและคำนวณพลังงานจลน์ 2. ทดลองเพื่ออธิบายความสัมพันธ์ระหว่างงานของแรงลัพธ์กับพลังงานจลน์ 3. อธิบาย และประยุกต์ใช้ทฤษฎีบทงาน-พลังงานจลน์ในการแก้ปัญหา	6

ตารางที่ 2-2 (ต่อ)

ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (คาบ)
ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของแรงที่ใช้ดึงสปริงกับระยะที่สปริงยืดออก และความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานศักย์ยืดหยุ่น รวมทั้งอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างงานของแรงลัพธ์และพลังงานจลน์ และคำนวณงานที่เกิดขึ้นจากแรงลัพธ์		4. อธิบายความหมายและคำนวณพลังงานศักย์โน้มถ่วง 5. ทดลองเพื่ออธิบายความสัมพันธ์ระหว่างงานของแรงลัพธ์กับพลังงานศักย์ 6. อธิบายความหมายและคำนวณพลังงานศักย์ยืดหยุ่น 7. ทดลองเพื่ออธิบายความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของแรงที่ใช้ดึงสปริงกับระยะที่สปริงยืดออกและความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานศักย์ยืดหยุ่น 8. อธิบายความหมายและคำนวณพลังงานกล	
5. อธิบายกฎการอนุรักษ์พลังงานกล รวมทั้งวิเคราะห์ และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ของวัตถุในสถานการณ์ต่าง ๆ โดยใช้กฎการอนุรักษ์พลังงานกล	1. กฎการอนุรักษ์พลังงานกล	1. อธิบายความหมายของแรงอนุรักษ์ 2. จำแนกแรงอนุรักษ์กับแรงไม่อนุรักษ์ 3. วิเคราะห์และอภิปรายเพื่อสรุปเกี่ยวกับกฎการอนุรักษ์พลังงานกล 4. จำแนกสถานการณ์ที่มีการอนุรักษ์พลังงานกล	2

ตารางที่ 2-2 (ต่อ)

ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (คาบ)
		กับสถานการณ์ที่ไม่มีการอนุรักษ์พลังงานกล 5. ประยุกต์ใช้ความรู้ เรื่อง แรงอนุรักษ์และกฎการอนุรักษ์พลังงานกลในการแก้ปัญหา	
6. อธิบายการทำงาน ประสิทธิภาพ และการได้เปรียบเชิงกลของเครื่องกลอย่างง่ายบางชนิด โดยใช้ความรู้เรื่อง งานและสมดุลกล รวมทั้งคำนวณประสิทธิภาพและการได้เปรียบเชิงกล	1. เครื่องกล 2. การได้เปรียบเชิงกล 3. ประสิทธิภาพของเครื่องกล	1. อธิบายความหมายและคำนวณประสิทธิภาพของเครื่องกลอย่างง่าย 2. อธิบายการทำงานของเครื่องกลอย่างง่ายโดยใช้ความรู้เรื่อง งานและสมดุลกล 3. อธิบายความหมายและคำนวณการได้เปรียบเชิงกลของเครื่องกลอย่างง่าย	2
	รวม		14

1.4 สาระสำคัญของวิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน มีดังนี้

- งานทางฟิสิกส์นั้นจะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อมีแรงคงตัว ($\vec{F}$) กระทำต่อวัตถุให้เคลื่อนที่ได้การกระจัด ($\vec{s}$) จะเกิดงานของแรงนั้น ถ้าแรงและการกระจัดมีทิศทางเดียวกัน งานที่ทำโดยแรงนั้นจะมีค่า $W = Fs$ แต่ถ้าแรงที่กระทำมีทิศทางทำมุม θ กับการกระจัด งานที่ทำโดยแรงนั้นจะมีค่า $W = Fs\cos\theta$ ซึ่งงานเป็นปริมาณสเกลาร์มีหน่วยในระบบ SI เป็นจูล (J) วัตถุที่เคลื่อนที่ไปตามทิศทางของแรงที่กระทำจะได้งานบวก แต่ถ้าแรงนั้นกระทำในทิศทางตรงข้ามกับทิศที่วัตถุกำลังเคลื่อนที่ หรือทำให้วัตถุเคลื่อนที่ช้าลงจะได้งานลบ อีกทั้งการหางานสามารถหาได้จากพื้นที่ใต้กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรง และการกระจัด

- กำลัง คือ อัตราการทำงานหรืองานที่เกิดขึ้นในหนึ่งหน่วยเวลา ซึ่งโดยทั่วไปความหมายของกำลังจากนิยามจะหมายถึงกำลังเฉลี่ย จากการนิยามของกำลังเขียนเป็นสมการได้ว่า $P = \frac{W}{t}$ ซึ่งกำลังเป็นปริมาณสเกลาร์ มีหน่วยเป็นจูลต่อวินาที (J/s) หรือวัตต์ (W)

- พลังงานจลน์ (Kinetic energy) เป็นพลังงานที่สะสมอยู่ในวัตถุ เนื่องมาจากอัตราเร็วของวัตถุ วัตถุที่อยู่นิ่งจะไม่มีพลังงานจลน์ พลังงานจลน์ไม่ขึ้นกับทิศทางการเคลื่อนที่แต่ขึ้นกับขนาดของความเร็วยกกำลังสอง หรืออัตราเร็วยกกำลังสอง และขึ้นกับมวลของวัตถุด้วย ดังนั้นพลังงานจลน์ของวัตถุจึงมีค่าเท่ากับ $\frac{1}{2}\mathrm{mv}^2$ เป็นปริมาณสเกลาร์ และมีหน่วยเป็นจูล (J)

- พลังงานศักย์ (Potential energy) คือ พลังงานที่สะสมอยู่ในวัตถุ เนื่องมาจากตำแหน่งของวัตถุ ประกอบด้วยพลังงานศักย์โน้มถ่วง และพลังงานศักย์ยืดหยุ่น

- พลังงานศักย์โน้มถ่วง (gravitational potential energy) คือ พลังงานสะสมในวัตถุเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก โดยวัตถุอยู่ห่างจากระดับอ้างอิงตามแนวดิ่ง สามารถหาได้จากสมการ $\mathrm{E_p} = \mathrm{mgh}$

- พลังงานศักย์ยืดหยุ่น (elastic potential energy) คือ พลังงานที่สะสมอยู่ในสปริงเนื่องจากระยะยืดหรือหดของสปริงจากสภาพปกติ สามารถหาได้จากสมการ $\mathrm{E_{p_s}} = \frac{1}{2}\mathrm{k}x^2$

- กฎการอนุรักษ์พลังงานกล กล่าวว่า พลังงานไม่สามารถสร้างขึ้น หรือทำให้สูญหายได้ แต่สามารถเปลี่ยนรูปพลังงานจากรูปหนึ่งไปสู่อีกรูปหนึ่งได้ ซึ่งพลังงานกลที่ตำแหน่งใด ๆ จะต้องเท่ากันเสมอ หรือกล่าวได้ว่า ผลรวมของพลังงานจลน์และพลังงานศักย์ จะคงที่ตลอดการเคลื่อนที่ โดยพลังงานจลน์และพลังงานศักย์จะสามารถเปลี่ยนรูปไปมาได้

- เครื่องกล คือ เครื่องมือที่ช่วยในการทำงาน โดยอาศัยหลักการของงานและพลังงาน โดยงานที่ให้กับเครื่องกลจะมีค่าเท่ากับผลรวมของงานที่ได้รับจากเครื่องกลกับงานของความเสียดทาน โดยเครื่องกลที่มีประสิทธิภาพสูงจะสูญเสียงาน เนื่องจากแรงเสียดทานน้อย และเครื่องกลจะไม่ผ่อนงาน แต่สามารถผ่อนแรงได้ซึ่งเรียกว่า การได้เปรียบเชิงกล

ทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก ซึ่งมีทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก ดังนี้

2.1 ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ (Piaget)

ฌอง เพียเจต์ (Jean Piaget) เป็นนักจิตวิทยาชาวสวิสเซอร์แลนด์ จบการศึกษาระดับปริญญาเอกทางวิทยาศาสตร์ สาขาสัตววิทยา มหาวิทยาลัยนิวชาเทล (Neuchatel) ในปี ค.ศ. 1918 เพียเจต์ได้ไปทำงานกับนายแพทย์บีเนต์ (Binet) และซีโม (Simon) ซึ่งเป็นผู้สร้างข้อสอบเชาวน์ปัญญา โดยเพียเจต์มีหน้าที่ทดสอบเด็กเพื่อจะหาปทัสถาน (Norm) สำหรับเด็กแต่ละวัยเพียเจต์พบว่าคำตอบของเด็กน่าสนใจมากคุณภาพของคำตอบของเด็กที่วัยต่างกันมักจะแตกต่างกัน เป็นจุดเริ่มต้นของความสนใจของเพียเจต์เกี่ยวกับพัฒนาการของสติปัญญา โดยเพียเจต์เริ่มศึกษา

พัฒนาการทางสติปัญญาของบุตร 3 คน เป็นหญิงหนึ่งชายสอง การศึกษาของเพียเจต์เป็นการศึกษาระยะยาว นอกจากนี้เพียเจต์ได้ศึกษาเด็กอื่น ๆ อีกด้วย (สุรางค์ โค้วตระกูล, 2553, หน้า 47-48) ซึ่งใช้เวลาส่วนใหญ่สังเกต และพูดคุยกับเด็กในวัยต่าง ๆ จนสามารถสร้างทฤษฎีพัฒนาการทางความคิดของมนุษย์ขึ้น ซึ่งนับว่ามีประโยชน์อย่างมหาศาลต่อวงการศึกษา และเป็นที่มาของการปฏิรูปการศึกษาจนถึงปัจจุบัน (นุชลี อุปภัย, 2555, หน้า 39) โดยเพียเจต์ได้อธิบายว่าการเรียนรู้ของเด็กเป็นไปตามพัฒนาการทางสติปัญญา ซึ่งจะมีพัฒนาการไปตามวัยต่าง ๆ เป็นลำดับขั้นพัฒนาการเป็นสิ่งที่เป็นไปตามธรรมชาติ ไม่ควรที่จะเร่งเด็กให้ข้ามจากพัฒนาการขั้นหนึ่งไปสู่อีกขั้นหนึ่งเพราะจะทำให้เกิดผลเสียแก่เด็ก แต่การจัดประสบการณ์ส่งเสริมพัฒนาการของเด็กในช่วงที่เด็กกำลังจะพัฒนาไปสู่ขั้นที่สูงกว่าสามารถช่วยให้เด็กพัฒนาไปอย่างรวดเร็ว (ทิศนา แขมมณี, 2560, หน้า 64)

หลักการของทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ มีรายละเอียดต่อไปนี้ (Lall and Lall, 1983 อ้างถึงใน ทิศนา แขมมณี, 2560, หน้า 64-66)

1. พัฒนาการทางสติปัญญาของบุคคลเป็นไปตามวัยต่าง ๆ มีลำดับขั้นดังนี้

1.1 ขั้นรับรู้ด้วยประสาทสัมผัส (sensorimotor period) เป็นขั้นพัฒนาการในช่วงอายุ 0-2 ปี ความคิดของเด็กวัยนี้ขั้นการรับรู้และการกระทำ เด็กจะยึดตัวเองเป็นศูนย์กลางและยังไม่สามารถเข้าใจความคิดเห็นของผู้อื่น

1.2 ขั้นก่อนปฏิบัติการคิด (preoperational period) เป็นขั้นพัฒนาการในช่วงอายุ 2-7 ปี ความคิดของเด็กวัยนี้ยังขึ้นอยู่กับการรับรู้เป็นส่วนใหญ่ยังสามารถที่จะใช้เหตุผลอย่างลึกซึ้ง แต่สามารถเรียนรู้ และใช้สัญลักษณ์ได้ การใช้ภาษาแบ่งเป็นขั้นย่อย ๆ 2 ขั้น คือ

1.2.1 ขั้นก่อนเกิดความคิดรบยอด (pre-conceptual intellectual period) เป็นขั้นพัฒนาการในช่วงอายุ 2-4 ปี

1.2.2 ขั้นการคิดด้วยความเข้าใจของตนเอง (intuitive thinking period) เป็นพัฒนาการในช่วงอายุ 4-7 ปี

1.3 ขั้นการคิดแบบรูปธรรม (concrete operational period) เป็นขั้นพัฒนาการในช่วงอายุ 7-11 ปี เป็นขั้นที่การคิดของเด็กไม่ขึ้นกับการรับรู้จากรูปร่างเท่านั้น เด็กสามารถสร้างภาพในใจ และสามารถคิดย้อนกลับได้ และมีความตั้งใจเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของตัวเลขและสิ่งต่าง ๆ ได้มากขึ้น

1.4 ขั้นการคิดแบบนามธรรม (formal operational period) เป็นขั้นพัฒนาการในช่วงอายุ 11-15 ปี เด็กสามารถคิดสิ่งที่เป็นนามธรรมได้ และสามารถคิดตั้งสมมติฐาน

และใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการเรียนรู้ได้ เช่น เข้าใจว่าความดี ความชั่ว ความรับผิดชอบมีลักษณะอย่างไร

2. ภาษาและกระบวนการคิดของเด็กแตกต่างจากผู้ใหญ่ เด็กจะคิดภาษาขึ้นมาเองและใช้ในกลุ่มเป็นภาษาง่าย ๆ ภาษาเหล่านี้จะปรากฏในช่วงเวลาหนึ่งเท่านั้นในที่สุดก็จะหายไป

3. กระบวนการทางสติปัญญามีลักษณะดังนี้

3.1 การซึมซับหรือการดูดซับ (assimilation) เป็นกระบวนการทางสมองในการรับประสบการณ์ เรื่องราว และข้อมูลต่าง ๆ เข้ามาสะสมเก็บไว้เพื่อใช้ประโยชน์ต่อไป

3.2 การปรับและจัดระบบ (accommodation) คือ กระบวนการทางสมองในการปรับประสบการณ์เดิม และประสบการณ์ใหม่ให้เข้ากันเป็นระบบหรือเครือข่ายทางปัญญาที่ตนสามารถเข้าใจได้เกิดเป็นโครงสร้างทางปัญญาใหม่ขึ้น

3.3 การเกิดความสมดุล (equilibration) เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นจากขั้นของการปรับ ถ้าหากการปรับเป็นไปอย่างผสมผสานกลมกลืนก็จะก่อให้เกิดสภาพที่มีความสมดุลขึ้น หากบุคคลไม่สามารถปรับประสบการณ์ใหม่ และประสบการณ์เดิมให้เข้ากันได้ก็จะเกิดภาวะความไม่สมดุลขึ้น ซึ่งจะก่อให้เกิดความขัดแย้งทางปัญญาขึ้นในตัวบุคคล

การประยุกต์ใช้ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ในการจัดการเรียนรู้ สามารถดำเนินการได้ดังนี้ (ลักขณา สริวัฒน์, 2557, หน้า 179-180)

1. การพัฒนาเด็กควรคำนึงถึงพัฒนาการทางสติปัญญาของเด็ก และจัดในลักษณะประสบการณ์ให้เหมาะสมกับพัฒนาการของเด็ก ไม่ควรบังคับให้เด็กเรียนในสิ่งที่ยังไม่พร้อมหรือยากเกินความสามารถ และเกินวัยของพวกเขา เพราะจะทำให้เด็กเกิดความท้อถอย และมีเจตคติที่ไม่ดีต่อสิ่งที่เรียนสำหรับการจัดประสบการณ์ควรคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้

1.1 การจัดสภาพแวดล้อมที่เอื้อให้เด็กเกิดการเรียนรู้ตามวัยของเด็ก ซึ่งจะช่วยให้เด็กพัฒนาไปสู่พัฒนาการขั้นสูงขึ้นได้

1.2 เด็กแต่ละคนมีพัฒนาการแตกต่างกันถึงแม้อายุจะเท่ากันแต่ระดับพัฒนาการอาจไม่เท่ากัน ดังนั้นจึงไม่ควรเปรียบเทียบเด็กกับเด็กอื่น ๆ แต่เปรียบเทียบกับตนเองให้มีพัฒนาการไปในทางที่ดีขึ้นเรื่อย ๆ ซึ่งเป็นสิ่งที่เป็นไปได้อย่างแน่นอน และควรให้เด็กมีอิสระที่จะเรียนรู้และพัฒนาความสามารถของเขาไปตามระดับพัฒนาการของเขา

1.3 ผู้สอนควรสอนสิ่งที่เป็นรูปธรรมเสียก่อน โดยเฉพาะเด็กระดับประถมศึกษาเพื่อช่วยให้เด็กเข้าใจลักษณะต่าง ๆ ได้ดีขึ้น

2. การให้ความสนใจและสังเกตเด็กอย่างใกล้ชิดจะช่วยให้ได้ทราบลักษณะเฉพาะของเด็ก อีกทั้งยังทำให้เด็กเกิดความไว้วางใจผู้สอน เมื่อมีปัญหาจะกล้าบอกและกล้าขอคำปรึกษาแนวทางแก้ไขทำให้ช่วยป้องกันเด็กไม่ให้มีพฤติกรรมที่ไม่พึงประสงค์ได้

3. ในการสอนเด็กเล็ก ๆ เขาจะรับรู้ส่วนรวม (Whole) ได้ดีกว่าส่วนย่อย (Part) ดังนั้นผู้สอนจึงควรสอนภาพรวมก่อนแล้วจึงแยกสอนทีละส่วนจะช่วยให้เรียนรู้ได้ง่ายขึ้น

4. ในการสอนสิ่งใดให้กับเด็กควรเริ่มจากสิ่งที่เด็กคุ้นเคย หรือมีประสบการณ์มาก่อนแล้วจึงเสนอสิ่งใหม่ที่มีความสัมพันธ์กับสิ่งเก่า การทำเช่นนี้จะช่วยเด็กซึมซับ และจัดระบบความรู้ได้ดี

5. การเปิดโอกาสให้เด็กได้รับประสบการณ์แล้วมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมมาก ๆ จะช่วยให้เด็กซึมซับข้อมูลเข้าสู่โครงสร้างทางสติปัญญา และพัฒนาการทางสติปัญญาของเด็กได้ดี

จากทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ข้างต้น จะเห็นได้ว่า การเรียนรู้ของเด็กเป็นไปตามพัฒนาการทางสติปัญญา ซึ่งจะมีพัฒนาการไปตามวัยต่าง ๆ เป็นลำดับขั้นพัฒนาการเป็นสิ่งที่เป็นไปตามธรรมชาติ ไม่ควรที่จะเร่งเด็กให้ข้ามจากพัฒนาการจากขั้นหนึ่งไปสู่อีกขั้นหนึ่ง เพราะจะทำให้เกิดผลเสียแก่เด็ก แต่ควรจัดประสบการณ์ที่ส่งเสริมต่อพัฒนาการของเด็กในช่วงที่เด็กกำลังพัฒนาไปสู่ขั้นที่สูงกว่า

2.2 ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของวิก็อทสกี้ (Vygotsky)

เล็ป ซีมาโนวิช วิก็อทสกี้ (Lev Semanovick Vygotsky) เป็นนักจิตวิทยาชาวรัสเซียที่ได้ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับพัฒนาการทางเชาวน์ปัญญาในสมัยเดียวกับเพียเจต์ (Piaget) ผลงานของวิก็อทสกี้เป็นที่ยอมรับกันในประเทศรัสเซีย และเริ่มเผยแพร่สู่ประเทศสหรัฐอเมริกาและประเทศต่าง ๆ ในยุโรป เมื่อได้รับการแปลเป็นภาษาอังกฤษในปี ค.ศ. 1962 โดยแฮมสแมน และแวนแคน (Hamsman and Vankan) ต่อมาในปี ค.ศ. 1986 โคซูลิน (Kozulin) ได้แปลและปรับปรุงวิก็อทสกี้อีกครั้งหนึ่งเป็นผลทำให้มีผู้นิยมนำมาประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนอย่างแพร่หลาย (Kozulin, 1986 อ้างถึงใน สุรางค์ โค้วตระกูล, 2553, หน้า 61) ซึ่งวิก็อทสกี้เชื่อว่า สังคมและวัฒนธรรมเป็นส่วนสำคัญที่จะส่งเสริมความฉลาด และกระบวนการเรียนรู้ในพัฒนาการของเด็ก โดยวิก็อทสกี้กล่าวว่า การเรียนรู้เป็นการสร้างความรู้ในตัวเด็ก ซึ่งเป็นผลมาจากการมีปฏิสัมพันธ์ทางวัฒนธรรมและสังคมของเด็กกับบุคคลอื่น ๆ ไม่ว่าจะเป็นเด็กหรือผู้ใหญ่ตลอดจนเกิดจากประสบการณ์ที่สะสมมาตั้งแต่แรกเกิด (Morison, 2004 อ้างถึงใน ณัฐพรหม อินทุยศ, 2553, หน้า 60)

ระดับพัฒนาการทางสติปัญญาของวิก็อทสกี้

วิก๊อทสกี้อธิบายว่าพัฒนาการทางสติปัญญาสามารถแบ่งได้เป็น 2 ขั้น (Diaz & Berk, 1992 อ้างอิงใน อัชรา เอิบสุขสิริ, 2556, หน้า 62) ได้แก่

1. ระดับสติปัญญาขั้นพื้นฐาน (elementary mental process) เป็นความสามารถที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติโดยไม่ต้องอาศัยการเรียนรู้ เช่น การหยิบจับสิ่งของตรวจสอบสิ่งแวดล้อมรอบตัว ฯลฯ

2. ระดับสติปัญญาขั้นสูง (higher mental process) เป็นความสามารถที่พัฒนามาจากการมีปฏิสัมพันธ์กับบุคคลและสภาพแวดล้อม การอบรมเลี้ยงดู โดยมีภาษาเป็นเครื่องมือสำคัญในการคิดและการพัฒนาสติปัญญา

บทบาทของภาษาในพัฒนาการทางสติปัญญาของวิก็อทสกี้

วิก็อทสกี้ให้ความสำคัญกับภาษาว่าเป็นเครื่องมือหลักในการพัฒนาสติปัญญา โดยวิก็อทสกี้ได้แบ่งพัฒนาการทางภาษา ออกเป็น 3 ขั้น ดังนี้ (อัชรา เอิบสุขสิริ, 2556, หน้า 62-64)

1. ภาษาสังคม (social speech) เป็นภาษาที่เด็กใช้ในการติดต่อสัมพันธ์กับผู้อื่นในช่วงอายุ 0-3 ปี เพื่อสื่อสารความคิดความต้องการอารมณ์ความรู้สึกของตนเองกับผู้อื่น

2. ภาษาพูดกับตนเอง (egocentric speech) เป็นภาษาที่เด็กใช้พูดกับตนเองในช่วงอายุ 3-7 ปี โดยไม่เกี่ยวข้องกับผู้อื่น เพื่อช่วยในการคิด ตัดสินใจ และแสดงพฤติกรรม

3. ภาษาในตนเอง (inner speech) วิก็อทสกี้อธิบายว่ามนุษย์ ต้องใช้ภาษาในการคิด เด็กจะต้องพัฒนาภาษาภายในใจ ซึ่งเป็นการช่วยให้พัฒนาการทางสติปัญญาพัฒนาสูงขึ้นตามระดับอายุ การพัฒนาภาษาภายในตนเองเกิดขึ้นในช่วงอายุประมาณ 7 ปี เมื่อเด็กพบปัญหาที่ยุ่งยากมากขึ้น เขาเรียนรู้ที่จะแก้ปัญหาด้วยการคิดวางแผนค่อย ๆ แก้ปัญหาไปตามขั้นตอนโดยใช้ภาษาภายในตนเอง

ในขณะที่เด็กเรียนรู้ที่จะแก้ปัญหาด้วยตนเองนั้น เขาอาจพบบางปัญหาที่เขาคิดคนเดียวไม่ออก แต่หากได้รับคำแนะนำช่วยเหลือบางส่วนจากผู้ใหญ่ หรือได้รับความร่วมมือจากกลุ่มเพื่อนเขาจะสามารถแก้ปัญหานั้นได้สำเร็จ โดยวิก็อทสกี้เรียกระดับความสามารถนี้ว่า จุดที่เด็กสามารถแก้ปัญหาได้สำเร็จ หากได้รับความช่วยเหลือสนับสนุน (The zone of proximal development)

นอกจากภาษาที่วิก็อทสกี้ถือว่าเป็นเครื่องมือสำคัญในการพัฒนาสติปัญญาแล้ว เด็กยังใช้เครื่องหมาย (sign) ช่วยในกระบวนการพัฒนาสติปัญญาอีกด้วย ซึ่งเครื่องหมายสามารถแบ่งได้เป็น 3 ชนิด คือ

1. เครื่องหมายดัชนี (indexical sign) เป็นเครื่องหมายที่ใช้อธิบายสิ่งที่มีลักษณะเป็นเหตุเป็นผลต่อกัน เช่น ฝนตกหนักทำให้น้ำท่วม

2. เครื่องหมายภาพตัวแทน (iconic sign) เป็นเครื่องหมายที่เป็นสื่อสัญลักษณ์ต่าง ๆ เช่น สีขาวของธงไตรรงค์เป็นสัญลักษณ์แทนศาสนา

3. เครื่องหมายสัญลักษณ์ (Symbolic sign) เป็นเครื่องหมาย สัญลักษณ์แทนสิ่งที่เป็นนามธรรมในการคิด เช่น ภาษา

ระดับสติปัญญาที่ต่างกันของเด็ก จะทำให้เด็กเลือกใช้เครื่องหมายต่างกันเช่นเดียวกับทฤษฎีของเพียเจต์ที่กล่าวว่าเด็กที่มีพัฒนาการทางสติปัญญาในขั้นสูงจะสามารถคิดในสิ่งที่เป็นนามธรรมได้ วิก๊อทสกี้ก็กล่าวว่าเด็กที่ใช้เครื่องหมายสัญลักษณ์เป็นเด็กที่มีพัฒนาการในขั้นสูง

การประยุกต์ใช้ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของวิก็อทสกี้ในการจัดการเรียนรู้

สามารถจัดทำได้หลายประการได้ดังนี้ (ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์, 2552, หน้า 38-39)

1. ผู้สอนจะต้องเป็นตัวอย่างที่ดี และฝึกฝนกระบวนการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเห็นอยู่เสมอ และผู้เรียนจะต้องฝึกฝนการสร้างความรู้ด้วยตนเอง

2. ควรมีการประเมินพื้นความรู้ และทักษะของผู้เรียน เช่น การใช้แบบทดสอบก่อนเรียน (Pretest)

3. การเรียนรู้ทักษะต่าง ๆ จะต้องมีประสิทธิภาพถึงขั้นลงมือกระทำและแก้ปัญหาได้จริง ซึ่งในการเรียนการสอนผู้เรียนจะมีบทบาทในการเรียนรู้อย่างกระตือรือร้น (Active) ผู้เรียนจะต้องเป็นผู้จัดการกับข้อมูลหรือประสบการณ์ต่าง ๆ และสร้างความหมายให้กับสิ่งนั้นด้วยตนเอง โดยการให้ผู้เรียนอยู่ในบริบทจริง การจัดกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับสื่อ วัสดุอุปกรณ์ หรือข้อมูลต่าง ๆ ที่เป็นของจริง และสอดคล้องกับความสนใจของผู้เรียนด้วย โดยผู้เรียนจะสามารถศึกษา สำรวจ วิเคราะห์ และทดลองกับสิ่งนั้น ๆ จนเกิดเป็นความรู้ความเข้าใจขึ้น

4. ครูช่วยนักเรียนด้วยการสาธิต เช่น ครูยกตัวอย่างวิธีการแก้ปัญหาด้วยการผูกสิ่งที่คิดออกมาดัง ๆ (Verbal thinking) ว่าควรทำสิ่งใดก่อน-หลัง โดยครูเป็นต้นแบบแสดงให้ดู

5. ให้ข้อมูลย้อนกลับและให้นักเรียนตรวจคำตอบด้วยตนเอง เพื่อวิเคราะห์ดูว่าที่ทำผิดเพราะเหตุใด และควรให้นักเรียนแก้ไขจนกระทั่งได้คำตอบที่ถูกต้อง

6. ค่อย ๆ เพิ่มความรับผิดชอบของนักเรียน โดยสังเกตดูว่านักเรียนคนใดสามารถทำงาน หรือแก้ไขปัญหาได้ดีก็สามารถปล่อยให้อิสระทำงานด้วยตนเอง

7. ในการจัดการเรียนรู้ผู้สอนต้องพยายามสร้างบรรยากาศทางสังคมจริยธรรม (Social moral) ให้เกิดขึ้นในชั้นเรียน โดยผู้เรียนจะต้องมีโอกาสเรียนรู้ในบรรยากาศที่เอื้อต่อการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม ซึ่งทางสังคมถือว่าเป็นปัจจัยสำคัญของการสร้างความรู้

อาจกล่าวได้ว่าทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของวิก็อทสกี้นั้นเน้นความสำคัญของสังคมและวัฒนธรรมต่อการเรียนรู้ และมีพัฒนาการเชาวน์ปัญญา เป็นการเรียนรู้เกิดจากปฏิสัมพันธ์ทางสังคมระหว่างเด็กและผู้ใหญ่ (พ่อ แม่ หรือครู) รวมถึงเพื่อน ในขณะที่เด็ก

อยู่ในสภาพสังคม (Social Context) จะเกิดการเรียนรู้ และมีพัฒนาการเชาวน์ปัญญา โดยเกิดจากการที่ผู้เรียนเปลี่ยนสิ่งเร้าที่เกิดจากการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม ทำให้มีพัฒนาการเชาวน์ปัญญาขั้นสูง ซึ่งเป็นขั้นที่เด็กใช้ภาษามีการเน้นเครื่องหมายที่เป็นสัญลักษณ์ ภาษาที่ใช้วิก็อทสกี้ เรียกว่าภาษาที่พูดในใจเฉพาะตนเอง (Inner speeh)

2.3 ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง

ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) โดยกล่าวถึง การเรียนรู้ที่ผู้เรียนจะต้องเป็นผู้กระทำ (active) และสร้างความรู้ที่ผู้เรียนได้นำจากสิ่งที่เป็นประสบการณ์ หรือสิ่งที่ก่อให้เกิดความรู้ใหม่ทางปัญญา ซึ่งผู้เรียนจะต้องจัดกระทำกับข้อมูล ไม่ใช่เพียงรับข้อมูลเข้ามา นอกจากการสร้างความรู้จะเป็นกระบวนการปฏิสัมพันธ์ภายในสมองแล้ว ยังเป็นกระบวนการทางสังคมอีกด้วย (ทิศนา แขมมณี, 2560, หน้า 94) โดยทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองมีรากฐานมาจากทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์และวิก็อทสกี้ ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองจึงสามารถแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

1. Cognitive Constructivism หมายถึง ทฤษฎีการเรียนรู้พุทธิปัญญานิยมที่มีรากฐานมาจากทฤษฎีพัฒนาการของเพียเจต์ ทฤษฎีนี้ถือว่าผู้เขียนเป็นผู้กระทำ(active) และเป็นผู้สร้างความรู้ขึ้นในใจเอง ปฏิสัมพันธ์ทางสังคมมีบทบาทในการก่อให้เกิดความไม่สมดุลทางพุทธิปัญญาขึ้นเป็นเหตุให้ผู้เรียนปรับความเข้าใจเดิมที่มีอยู่ให้เข้ากับข้อมูลข่าวสารใหม่จนกระทั่งเกิดความสมดุลทางพุทธิปัญญา หรือเกิดความรู้ใหม่ขึ้น

2. Social Constructivism หมายถึง ทฤษฎีที่มีพื้นฐานมาจากทฤษฎีพัฒนาการของวิก็อทสกี้ ซึ่งถือว่าผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมกับผู้อื่น (ผู้ใหญ่หรือเพื่อน) ในขณะที่ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม หรืองานในสภาวะสังคม (Social Context) ซึ่งเป็นตัวแปรที่สำคัญและขาดไม่ได้ ปฏิสัมพันธ์ทางสังคมทำให้ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจเดิมให้ถูกต้อง หรือซับซ้อนกว้างขวางขึ้น (นุชลี อุปภัย, 2555, หน้า 105)

ความหมายของการสร้างความรู้ด้วยตนเอง

Brunner (1966 อ้างถึงใน ทิศนา แขมมณี, 2550, หน้า 153) เน้นว่าผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ประสบการณ์ที่เคยมีมาก่อนจะเป็นบทบาทในการส่งเสริมการเรียนรู้ ซึ่งจะมีความเห็นที่แตกต่างกันกับ Piaget ตรงที่ว่า บรุนเนอร์เชื่อว่าลำพังวุฒิภาวะอย่างเดียวนั้นไม่เพียงพอต่อการพัฒนาโครงสร้างความรู้ใหม่ แต่ยังมีองค์ประกอบอื่น ๆ เช่น การพัฒนาทางด้านภาษาและประสบการณ์เดิมที่มีเป็นส่วนสำคัญในการเพิ่มความเจริญงอกงามทางสติปัญญา

ค็อบบ์ (Cobb, 1994, pp. 13-20 อ้างถึงใน ไพจิตร สะดวกการ, 2558, หน้า 2) มีความเห็นว่าการเรียนรู้ตามแนวการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง หรือคอนสตรัคติวิซึมนั้น

เป็นกระบวนการที่ไม่ได้หยุดนิ่งอยู่กับที่ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยการสร้าง รวบรวม ปรับเปลี่ยนสภาพการณ์รอบ ๆ ตัว มาอธิบายสิ่งที่กำลังศึกษา การเรียนรู้ตามความคิดเห็นของค็อบบ์ต้องเกิดจากการประสานสัมพันธ์กันระหว่างครูกับนักเรียน และสิ่งแวดล้อมรอบตัว

Gagne (1985, หน้า 70-79 อ้างถึงใน ทิศนา แขมมณี, 2550, หน้า 227) กล่าวว่า ปรากฏการณ์เรียนรู้มีองค์ประกอบ ดังนี้

1. ผลการเรียนรู้หรือความสามารถด้านต่าง ๆ ของมนุษย์ ซึ่งมีอยู่ 5 ประเภท คือ ทักษะทางปัญญา (Intellectual skill) ซึ่งประกอบด้วยการจำแนกแยกแยะ การสร้างความคิดรวบยอด การสร้างกฎ การสร้างกระบวนการ หรือกฎชั้นสูง ความสามารถด้านต่อไป คือ กลวิธีในการเรียนรู้ (Cognitive strategy) ภาษาหรือคำพูด (Verbal information) ทักษะการเคลื่อนไหว (Motor skill) และเจตคติ (Attitudes)

2. กระบวนการเรียนรู้ และการจดจำของมนุษย์นั้น มนุษย์จะมีกระบวนการการจัดกระทำข้อมูลในสมอง ซึ่งมนุษย์จะอาศัยข้อมูลที่สะสมไว้มาพิจารณาเลือกจัดกระทำกับสิ่งใดสิ่งหนึ่ง และในขณะที่กระบวนการจัดกระทำข้อมูลภายในสมองกำลังเกิดขึ้น เหตุการณ์ภายนอกจะมีอิทธิพลต่อการส่งเสริม หรือการยับยั้งในการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นภายในได้ ดังนั้นในการจัดการเรียนการสอนกานเย่ ได้เสนอว่า ควรมีการจัดสภาพการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับการเรียนรู้แต่ละประเภท ซึ่งมีลักษณะเอื้อต่อกระบวนการเรียนรู้ภายในผู้เรียน

มาร์ติน (Martin, 1994, p. 44 อ้างถึงใน ทิฏิภัทรา สุดแก้ว, 2554, หน้า 47) กล่าวว่า ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์เป็นกระบวนการทางความคิดผสมผสานระหว่างความรู้เก่ากับความรู้ใหม่เข้าด้วยกัน ซึ่งถูกสร้างขึ้นเองโดยตัวผู้เรียนเอง และเชื่อว่ากุญแจสำคัญของทฤษฎีการสร้างความรู้ คือ ตัวผู้เรียนควรจะสร้างแนวคิดด้วยตนเองเพื่อเปรียบเทียบข้อมูลใหม่กับความรู้เดิม

ครอกซ์ (Krogh, 1994, p. 556 อ้างถึงใน ทิฏิภัทรา สุดแก้ว, 2554, หน้า 47) ได้กล่าวถึงความหมายของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ว่าเป็นปรัชญาที่เกี่ยวกับพัฒนาการในการสร้างความรู้ สติปัญญา และจริยธรรมขึ้นมาด้วยตัวของเด็กเอง ซึ่งพัฒนาการนั้นเป็นผลมาจากการดูดซึมเข้าสู่โครงสร้าง (Assimilation) และการปรับตัวเข้าสู่โครงสร้าง (Accommodation)

จากการศึกษาความหมายของทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง ดังกล่าวข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า เป็นทฤษฎีที่ให้ความสำคัญต่อกระบวนการ และวิธีการของบุคคลในการสร้างความรู้ ความเข้าใจ จากประสบการณ์รวมทั้งโครงสร้างทางปัญญา และความเชื่อที่ใช้ในการแปลความหมายเหตุการณ์และสิ่งต่าง ๆ เป็นกระบวนการที่ผู้เรียนจะต้องจัดกระทำกับข้อมูล นอกจากกระบวนการเรียนรู้จะเป็นกระบวนการปฏิสัมพันธ์ภายในสมองแล้วยังเป็นกระบวนการทางสังคมอีกด้วย การสร้างความรู้จึงเป็นกระบวนการทั้งด้านสติปัญญาและสังคมควบคู่กันไป

หลักการของทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง มีรายละเอียดต่อไปนี้ (ลักขณา สริวัฒน์, 2557, หน้า 185-187)

1. ผู้เรียนเป็นผู้สร้าง (Construct) ความรู้จากความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่พบเห็นกับความรู้ความเข้าใจที่มีอยู่เดิมโดยใช้กระบวนการทางปัญญา (Cognitive Apparatus) ของตน

2. การเรียนรู้ตามแนว Constructivism โดยโครงสร้างทางปัญญาเป็นผลของความพยายามทางความคิด ผู้เรียนสร้างเสริมความรู้ผ่านกระบวนการทางจิตวิทยาด้วยตนเอง ผู้สอนไม่สามารถปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญาของผู้เรียนได้ แต่ผู้สอนสามารถช่วยผู้เรียนปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญาได้

3. การที่ผู้เรียนไม่ได้รับเอาข้อมูลและเก็บข้อมูลความรู้นั้นมาเป็นของตนทันที แต่จะแปลความหมายของข้อมูลความรู้เหล่านั้น โดยอาศัยประสบการณ์ของตนและขยายการแปลความหมายของตนเอง

4. การเรียนรู้เกิดขึ้นได้จากการที่แต่ละบุคคลได้สร้างความรู้ขึ้น และผ่านกระบวนการความสมดุล ซึ่งกลไกของความสมดุลเป็นการปรับตัวของตนเองให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมเพื่อให้อยู่ในสภาพสมดุลที่ประกอบด้วยกระบวนการ 2 ประการคือ

4.1 การซึมซับหรือการดูดซึม (Assimilation) เป็นกระบวนการที่มนุษย์มีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม และซึมซับหรือดูดซึมเอาประสบการณ์ใหม่เข้าสู่ประสบการณ์เดิมที่เหมือนหรือคล้ายคลึงกัน โดยสมองจะปรับเอาประสบการณ์ใหม่เข้ากับความคิดความรู้ในโครงสร้างที่เกิดจากการเรียนรู้เดิมที่มีอยู่

4.2 การปรับโครงสร้างทางปัญญา (Accommodation) เป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องมาจากกระบวนการซึมซับ หรือดูดซึม คือ เมื่อได้ซึมซับเอาประสบการณ์ใหม่เข้าไปในโครงสร้างเดิมแล้วก็จะทำการปรับประสบการณ์ใหม่ให้เข้ากับโครงสร้างของความรู้เดิมที่มีอยู่ในสมองก่อนแล้ว แต่ถ้าเข้ากันไม่ได้ก็จะทำการสร้างโครงสร้างใหม่ขึ้นมาเพื่อรับประสบการณ์ใหม่นั้น

ลำดับขั้นของการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง ประกอบด้วยดังนี้

1. ขั้นแรก เป็นการเริ่มจากประเด็นปัญหาที่ผู้เรียนมีความสนใจ ซึ่งประเด็นปัญหานั้นต้องเป็นสิ่งที่เด็กให้ความสำคัญหรือสนใจ เพราะเป็นการสร้างแรงจูงใจเบื้องต้นในการเรียนรู้ หรือครูทำให้เด็กเห็นว่าเป็นสิ่งที่สำคัญสำหรับชีวิต เรียกขั้นนี้ว่า Assimilation

2. ขั้นการทบทวนความรู้เดิม เป็นขั้นการเรียนรู้ในสิ่งใดก็ต้องคิดทบทวนว่าเรามีความรู้ในสิ่งนั้นมากน้อยเพียงใดเพื่อจะได้วางกลไก หรือสร้างกลยุทธ์การเรียนรู้

ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และการเกิดการถ่ายโอน (Transfer) ในสถานการณ์นี้อาจทำให้เกิดภาวะไม่สมดุล (Disequilibrium) ซึ่งทำให้บุคคลจะพยายามปรับสภาวะให้อยู่ในสภาพสมดุล (Equilibrium) โดยใช้กระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา (Accommodation)

3. ขั้นการแสวงหาหนทางหรือทางเลือกด้วยกระบวนการรู้คิด (Cognition) ซึ่งในสถานการณ์นี้เป็นสถานการณ์ที่ผู้เรียนใช้ข้อมูลพื้นฐานของตัวเองนำมาไตร่ตรองอย่างเป็นระบบ ดำเนินการตรวจสอบและประเมิน เพื่อคลี่คลายไปสู่ความกระจ่างแจ้งในประเด็นปัญหา (Accommodation)

จากลำดับขั้นตอนของการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองนี้ สามารถนำมาใช้ในการเสริมสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ตามแนวคิดของวิก็อทสกี้ (Vygotsky) โดยการสร้างปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น ได้แก่ พ่อแม่ ครู และเพื่อน นอกจากนี้บริบทของสังคมและวัฒนธรรม (Sociocultural Context) จะช่วยเสริมสร้างการเรียนรู้ที่เข้มข้นอย่างสมจริงจากประสบการณ์ที่หลากหลายจนเกิดองค์ความรู้ สำหรับลำดับขั้นของการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีการเรียนรู้ Constructivism ทั้งสามขั้นจะนำไปสู่การเกิดโครงสร้างทางปัญญา (Cognitive Structure) และก่อให้เกิดความเข้าใจในสิ่งที่ได้เรียนรู้ที่ลึกซึ้ง

การประยุกต์ใช้ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองในการจัดการเรียนรู้

สามารถจัดทำได้หลายประการได้ดังนี้ (ทิศนา แขมมณี, 2560, หน้า 94-96)

1. ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ ผลของการเรียนรู้จะมุ่งเน้นไปที่กระบวนการสร้างความรู้ (process of knowledge construction) และการตระหนักรู้ในกระบวนการนั้น (reflexive awareness of that process) เป้าหมายการเรียนรู้จะต้องมาจากการปฏิบัติงานจริง (authentic tasks) ครูจะต้องเป็นตัวอย่าง และฝึกฝนกระบวนการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเห็น ผู้เรียนจะต้องฝึกฝนการสร้างความรู้ด้วยตนเอง

2. เป้าหมายของการสอนจะเปลี่ยนจากการถ่ายทอดให้ผู้เรียนได้รับสาระความรู้ที่แน่นอนตายตัวไปสู่การสาธิต กระบวนการแปล และสร้างความหมายที่หลากหลาย การเรียนรู้ทักษะต่าง ๆ จะต้องให้มีประสิทธิภาพถึงขั้นทำได้ และแก้ปัญหาได้จริง

3. ในการเรียนการสอน ผู้เรียนจะเป็นผู้มีบทบาทในการเรียนรู้อย่างตื่นตัว (active) ผู้เรียนจะต้องเป็นผู้จัดกระทำกับข้อมูล หรือประสบการณ์ต่าง ๆ และจะต้องสร้างความหมายให้กับสิ่งนั้นด้วยตนเอง โดยการให้ผู้เรียนอยู่ในบริบทจริง ซึ่งไม่ได้หมายความว่าผู้เรียนจะต้องออกไปยังสถานที่จริงเสมอไป แต่อาจจัดเป็นกิจกรรมที่เรียกว่า “physical knowledge activities” ซึ่งเป็นกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับสื่อ วัสดุ อุปกรณ์ สิ่งของ หรือข้อมูลต่าง ๆ ที่เป็นของจริง และมีความสอดคล้องกับความสนใจ โดยผู้เรียนสามารถจัดกระทำศึกษา สำรวจ วิเคราะห์

ทดลอง ลองผิดลองถูกกับสิ่งนั้น ๆ จนเกิดเป็นความรู้ ความเข้าใจ ดังนั้นความเข้าใจเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นจากกระบวนการคิดการจัดกระทำกับข้อมูล มิใช่เกิดขึ้นได้ง่าย ๆ จากการได้รับข้อมูลหรือมีข้อมูลเพียงเท่านั้น

4. ในการจัดการเรียนการสอนครูจะต้องพยายามสร้างบรรยากาศทางสังคมจริยธรรม (sociomoral) ให้เกิดขึ้น กล่าวคือ ผู้เรียนจะต้องมีโอกาสเรียนรู้ในบรรยากาศที่เอื้อต่อการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม ซึ่งทางสังคมถือว่าเป็นปัจจัยสำคัญของการสร้างความรู้ เพราะลำพังกิจกรรมและวัสดุอุปกรณ์ทั้งหลายที่ครูจัดให้ หรือผู้เรียนแสวงหามาเพื่อการเรียนรู้นั้นยังไม่เพียงพอ แต่การมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม การร่วมมือ และการแลกเปลี่ยนความรู้ ความคิด และประสบการณ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียน และบุคคลอื่น ๆ จะช่วยให้การเรียนรู้ที่กว้างขึ้น ซับซ้อนขึ้น และมีความหลากหลายมากขึ้น

5. ในการเรียนการสอน ผู้เรียนมีบทบาทในการเรียนรู้อย่างเต็มที่ โดยผู้เรียนจะนำตนเองและควบคุมตนเองในการเรียนรู้ เช่น ผู้เรียนจะเป็นผู้เลือกสิ่งที่ต้องการเรียนเอง ตั้งกฎระเบียบเอง แก้ปัญหาที่เกิดขึ้นเอง ตกลงกันเอง เมื่อเกิดความขัดแย้งหรือมีความคิดเห็นแตกต่างกัน เลือกผู้ร่วมงานได้เอง และรับผิดชอบในการดูแลรักษาห้องเรียนร่วมกัน

6. ในการเรียนการสอนแบบสร้างความรู้ ครูจะมีบทบาทแตกต่างไปจากเดิม คือ จากการเป็นผู้ถ่ายทอดความรู้และควบคุมการเรียนรู้ โดยเปลี่ยนไปเป็นการให้ความร่วมมือ อำนวยความสะดวก และช่วยเหลือผู้เรียนในการเรียนรู้ กล่าวคือ การเรียนการสอนจะต้องเปลี่ยนจาก “instruction” ไปเป็น “construction” คือ เปลี่ยนจาก “การให้ความรู้” ไปเป็น “การให้ผู้เรียนสร้างความรู้” ซึ่งบทบาทของครู คือ จะต้องทำหน้าที่ช่วยสร้างแรงจูงใจภายในให้เกิดแก่ผู้เรียน จัดเตรียมกิจกรรมการเรียนรู้ที่ตรงกับความสนใจของผู้เรียน ดำเนินกิจกรรมให้เป็นไปในทางที่ส่งเสริมพัฒนาการของผู้เรียน ให้คำปรึกษาแนะนำทั้งทางด้านวิชาการและด้านสังคมแก่ผู้เรียน ดูแลให้ความช่วยเหลือผู้เรียนที่มีปัญหา และประเมินการเรียนรู้ของผู้เรียน นอกจากนั้นครูยังต้องมีความเป็นประชาธิปไตย และมีเหตุผลในการสัมพันธ์กับผู้เรียนด้วย

7. ในด้านการประเมินผลการเรียนการสอน เนื่องจากการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองขึ้นกับความสนใจ และการสร้างความหมายที่แตกต่างกันของบุคคล ผลการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นจึงมีลักษณะหลากหลาย ดังนั้นการประเมินผลจึงจำเป็นต้องมีลักษณะเป็น “goal free evaluation” ซึ่งก็หมายถึง การประเมินตามจุดมุ่งหมายในลักษณะที่ยืดหยุ่นกันไปในแต่ละบุคคล หรืออาจใช้วิธีการที่เรียกว่า “socially negotiated goal” และการประเมินควรใช้วิธีการหลากหลาย ซึ่งอาจเป็นการประเมินจากเพื่อน แฟ้มผลงาน (portfolio) รวมทั้งการประเมินตนเองด้วย นอกจากนั้นการวัดผลจำเป็นต้องอาศัยบริบทจริงที่มีความซับซ้อนเช่นเดียวกับการจัดการเรียน

การสอนที่ต้องอาศัยบริบท กิจกรรม และงานที่เป็นจริง การวัดผลจะต้องใช้กิจกรรมหรืองานในบริบทจริง ซึ่งในกรณีที่จำเป็นจะต้องจำลองของจริงออกมานั้นก็สามารถทำได้ แต่เกณฑ์ที่ใช้ควรเป็นเกณฑ์ที่ใช้ในสภาพความเป็นจริง (real world criteria)

การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยขอนำเสนอเอกสารที่เกี่ยวข้องกับความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก ดังนี้

3.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก

การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก (Active Learning) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ (Hand-on learning) และได้เรียนรู้จากประสบการณ์ (Experiential learning) ซึ่ง Active Learning มีชื่อเรียกเป็นภาษาไทยที่หลากหลาย เช่น การเรียนรู้ที่กระตือรือร้น (มนัส บุญประกอบ, 2544) การเรียนรู้เชิงปฏิบัติ (อัมพิกา ภูเดช, 2541) การเรียนรู้โดยองค์รวม (สุจินดา ขจรรุ่งศิลป์, 2542) การเรียนรู้แบบลงมือกระทำ (กุลยา ตันติผลาชีวะ, 2543) การเรียนรู้แบบศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง (วิศาล เยาวพงศ์ศิริ, 2545) การเรียนการสอนเชิงรุก (อุษณีย์ เทพวรชัย, 2543) การเรียนรู้ผ่านประสบการณ์ (ไผท สิทธิสนุทร, 2543) สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้คำว่า “การเรียนรู้แบบเชิงรุก” เพื่อทำให้เกิดความเข้าใจตรงกัน ซึ่งได้มีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึง การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกไว้ดังนี้

Brandes and Ginnis (1986, p. 27 อ้างถึงใน ฝนทิพย์ พรมสอน, 2560, หน้า 22) ได้กล่าวถึง การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกไว้ว่า เป็นการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ และสรุปความแตกต่างระหว่างการเรียนรู้แบบกระตือรือร้นกับการเรียนที่ผู้สอนเป็นศูนย์กลาง โดยผู้เรียนเป็นฝ่ายรับความรู้ฝ่ายเดียว (Passive Learning) ไว้ดังนี้ เป็นการเรียนรู้ที่ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ที่เน้นการเรียนรู้ระหว่างผู้เรียนการทำงานเป็นกลุ่ม เรียนรู้จากแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลาย ผู้เรียนต้องรับผิดชอบต่อการเรียนรู้ของตน โดยผู้สอนเป็นผู้ชี้แนะ ประสบการณ์ อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ และใช้วิธีการเรียนรู้ที่หลากหลาย ทำให้ผู้เรียนต้องมีวินัยในตนเองเป็นสำคัญ

Bonwelle and Eison (1991, p. 5 อ้างถึงใน ศิริพร มโนพิเชษฐวัฒนา, 2547, หน้า 24) ได้กล่าวว่าการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก เป็นการเรียนรู้ที่ให้ความสำคัญกับประสบการณ์ ความสนใจ ความกระตือรือร้น และการมีส่วนร่วมของผู้เรียน มุ่งเน้นความรับผิดชอบต่อการเรียนรู้ของตนเองในตัวผู้เรียนมากขึ้น ผู้เรียนมีบทบาทในการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้ที่ไม่ใช่เพียงเป็นการฟังเพียงอย่างเดียว แต่เป็นการเรียนรู้ผ่านการอ่าน การเขียน การอภิปราย การแก้ปัญหา หรือการประยุกต์ใช้สู่สถานการณ์จริงร่วมกันด้วยกิจกรรมที่หลากหลาย

Meyers and Jones (1993, p. 6 อ้างถึงใน วันเพ็ญ คำเทศ, 2549, หน้า 21-23) ให้ความหมายการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกไว้ว่า เป็นการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนประยุกต์ข้อมูลสารสนเทศ มโนทัศน์ หรือทักษะใหม่ ๆ ในการเรียนรู้ เป็นความรู้ที่เกิดจากประสบการณ์การสร้างสรรค์ การทดสอบ และปรับปรุงแก้ไขของผู้เรียน

ปรีชาญ เดชศรี (2545, หน้า 53) ให้ความหมายการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกไว้ว่า เป็นการจัดการเรียนการสอนที่มีกิจกรรมให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ ทั้งในเชิงทักษะต่าง ๆ เช่น การทดลอง การสำรวจตรวจสอบ และการปฏิบัติเพื่อพัฒนาเชาวน์ปัญญา วิเคราะห์ วิจารณ์ หรือการตัดสินใจเรื่องต่าง ๆ เพื่อแทนการเรียนการสอนที่ครูบอกเล่าให้นักเรียนได้ฟังเพียงด้านเดียว

บุหงา วัฒนา (2546, หน้า 30-34) ได้เสนอแนวคิดว่าการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนได้เรียนอย่างมีความหมาย โดยการร่วมมือระหว่างนักเรียนด้วยกัน ครูต้องลดบทบาทในการสอนเนื้อหา และการให้ความรู้แก่นักเรียนโดยตรง แต่ไปเพิ่มกระบวนการและกิจกรรมที่กระตุ้นให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้ผ่านการแลกเปลี่ยนประโยชน์ ประสบการณ์ โดยการพูด การเขียน การอภิปรายกับเพื่อนร่วมชั้นเรียน

ศิริพร มโนพิเชษฐวัฒนา (2547, หน้า 27 อ้างถึงใน จุฑามาศ บุญทวี, 2560, หน้า 20) ให้ความหมายการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกไว้ว่า เป็นการเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้มีบทบาทในการรับผิดชอบต่อการเรียนรู้ของตนเองอย่างกระปรี้กระเปร่า โดยการลงมือทำและคิดสิ่งที่ตนกำลังกระทำจากข้อมูล หรือกิจกรรมการเรียนการสอนที่ได้รับผ่านทางการอ่าน พูด ฟังคิด เขียน อภิปราย แก้ปัญหา และมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม เพื่อทดแทนการสอนแบบบรรยาย จากแนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก ซึ่งเน้นให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ตรงจากการที่ผู้เรียนได้ทำกิจกรรมต่าง ๆ มีโอกาสคิดแก้ปัญหาด้วยตนเอง ตลอดจนการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนและผู้สอน

บัญญัติ ชำนาญกิจ (2549, หน้า 7) ให้ความหมายการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกไว้ว่า เป็นการเรียนการสอนที่นักเรียนต้องค้นหาเนื้อหา เพื่อก่อให้เกิดองค์ความรู้โดยการพูดคุย การเขียน การอ่าน การสะท้อนความคิด หรือการตั้งคำถาม ซึ่งเป็นการเรียนที่มีคุณค่า น่าตื่นเต้น สนุกสนาน ท้าทายความสามารถ นักเรียนได้เรียนรู้ตามความสอดคล้องกับความสนใจของตนเอง ได้ลงมือคิดและกระทำอย่างมีความหมาย สามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน

วทัญญู วุฒิวรรณ์ (2553, หน้า 21) ให้ความหมายการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกไว้ว่า เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เปิดโอกาสให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีคุณค่าและสนุกสนาน นักเรียนมีโอกาสได้ศึกษาในสิ่งที่ตนเองสนใจ และท้าทายความรู้ ความสามารถ นักเรียนได้ลงมือคิดและลงมือกระทำ เพื่อค้นหาคำตอบโดยใช้กิจกรรมต่าง ๆ เช่น การทำงาน

เป็นกลุ่ม การพูดคุย การอ่าน การเขียน การอภิปราย การตั้งคำถาม การสะท้อนความคิด และสืบค้นหาคำตอบ ซึ่งช่วยให้นักเรียนสร้างความรู้จากความเข้าใจด้วยตนเอง เกิดความกระตือรือร้นในการเรียน แก้ปัญหาได้ มีทักษะในการเลือกรับข้อมูลวิเคราะห์ และสังเคราะห์ข้อมูลได้อย่างมีระบบ

จากการศึกษาความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกดังกล่าวข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า เป็นการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญและเน้นการปฏิบัติ โดยครูผู้สอนต้องลดบทบาทในการสอนเนื้อหาเปลี่ยนจากการสอนบรรยายเพียงอย่างเดียวเป็นการจัดกิจกรรมในการเรียนการสอนที่ให้ผู้เรียนได้มีส่วนรวมในกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเอง และให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติทำกิจกรรมต่าง ๆ ที่หลากหลาย เช่น การให้ผู้เรียนได้ทำการทดลองเพื่อค้นหาคำตอบที่สงสัย หรือครูผู้สอนอาจจะยกตัวอย่างสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวันขึ้นมา เพื่อให้ผู้เรียนได้มีการพูดคุยแลกเปลี่ยนความคิดเห็นในห้องเรียน มีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม และเกิดการเรียนรู้ร่วมกัน ทำให้ผู้เรียนเกิดความสนุกในการเรียน และเกิดองค์ความรู้ที่เพิ่มขึ้น

3.2 องค์ประกอบสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก

องค์ประกอบสำคัญของการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ซึ่งสามารถแบ่งได้ 3 องค์ประกอบ ได้ดังนี้ (วัชรา เล่าเรียนดี, 2560, หน้า 66)

1. ปัจจัยพื้นฐาน (Basic Element) ประกอบด้วย การแสดงออกของผู้เรียนทั้งด้านการฟัง การพูด การอ่าน การเขียน และการไตร่ตรองสะท้อนคิด

2. ยุทธวิธีการเรียนการสอน (Learning Strategies) ซึ่งครอบคลุมถึงรูปแบบวิธีสอนและเทคนิคที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญที่เน้นการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง

3. ทรัพยากรการสอน (Teaching Resources) ซึ่งเป็นสิ่งสนับสนุนการเรียนรู้ เช่น สื่อ วัสดุอุปกรณ์ เทคโนโลยี แหล่งเรียนรู้ทั้งสถานที่และบุคคล และรวมถึงบรรยากาศ สภาพแวดล้อมการเรียนรู้อีกด้วย

จากการศึกษาองค์ประกอบสำคัญของการจัดการเรียนรู้เชิงรุก สามารถสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้เชิงรุกนั้นต้องอาศัยองค์ประกอบในการจัดการเรียนการสอน ได้แก่ ปัจจัยพื้นฐาน ยุทธวิธีการเรียนการสอน ทรัพยากรการสอน ซึ่งถ้าหากมีองค์ประกอบที่ครบถ้วนแล้วจะทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยวิธีการที่หลากหลาย จากกิจกรรมที่ท้าทาย น่าสนใจ เกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียน และนักเรียนเข้าใจเนื้อหาที่เรียนมากขึ้น สามารถจดจำได้นานยิ่งขึ้น ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย สามารถบูรณาการเชื่อมโยงความรู้ และนำความรู้ไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3.3 ลักษณะการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก

ลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้เชิงรุก มีดังต่อไปนี้ (ไชยยศ เรืองสุวรรณ, 2553, หน้า 84-85)

1. เป็นการเรียนการสอนที่พัฒนาศักยภาพของสมอง ได้แก่ การคิดขั้นสูงการแก้ปัญหาและการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้

2. เป็นการเรียนการสอนที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้มากที่สุด

3. ผู้เรียนสามารถสร้างองค์ความรู้และจัดกระบวนการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง

4. ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนการสอนทั้งในด้านการสร้างองค์ความรู้ การสร้างปฏิสัมพันธ์ร่วมกัน และการร่วมมือกันมากกว่าการแข่งขัน

5. ผู้เรียนเรียนรู้ที่จะมีความรับผิดชอบร่วมกัน มีวินัยในการทำงาน และการวางแผนแบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบ

6. เป็นกระบวนการสร้างสถานการณ์ให้ผู้เรียน อ่าน พูด ฟัง และคิดอย่างลุ่มลึก ผู้เรียนจะเป็นผู้จัดระบบการเรียนรู้ด้วยตนเอง

7. เป็นกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นทักษะการคิดขั้นสูง

8. เป็นกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนบูรณาการความรู้ ข้อมูลข่าวสาร สารสนเทศและมโนทัศน์ได้

9. ผู้สอนจะเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง

10. ความรู้เกิดจากประสบการณ์ การสร้างองค์ความรู้ และการสรุปทบทวนของผู้เรียนเพื่อให้การเรียนการสอนนั้นมีประสิทธิภาพมากขึ้น เช่น

10.1 การคุยและการฟัง เมื่อผู้เรียนพูดถึงเรื่องใดเรื่องหนึ่งไม่ว่าจะเป็นการตอบคำถามของผู้สอน หรืออธิบายประเด็นบางอย่างให้ฟัง เขาจะต้องจัดแจงในสิ่งที่เขาได้เรียนรู้ เมื่อเขาได้ฟังและต้องการให้แน่ใจว่าเป็นการฟังที่มีความหมายในห้องเรียนผู้เรียนจำเป็นต้องมีเวลาเป็นช่วง ๆ จากการนั่งฟังผู้สอนบรรยายเพื่อซึมซับสิ่งที่ได้ยิน และหาความหมายของการฟัง ผู้สอนจะต้องตั้งคำถามก่อนเริ่มกิจกรรมเพื่อที่จะกระตุ้นความคิดของผู้เรียนอยากจะค้นหาคำตอบ

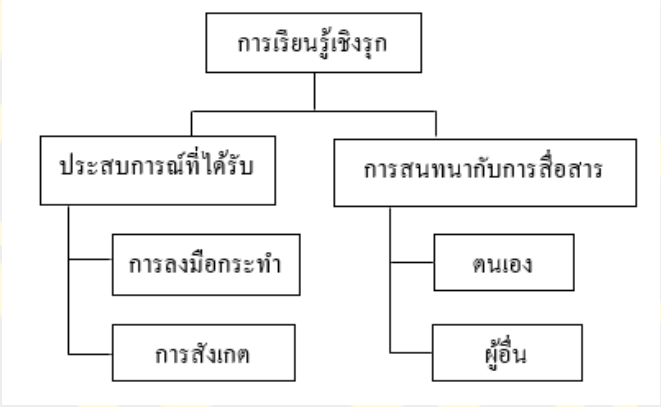
10.2 การเขียน ทำให้ผู้เรียนได้ประมวลความรู้ และความคิดใหม่ ๆ ในภาษาของตนเอง วิธีนี้เหมาะสำหรับห้องเรียนใหญ่ และผู้เรียนที่ต้องการความเป็นอิสระในการเรียนรู้

10.3 การอ่าน ผู้เรียนเกี่ยวข้องกับการอ่านมาก แต่ไม่ค่อยได้รับการแนะนำให้อ่านอย่างมีประสิทธิภาพ แบบฝึกหัดการอ่านเชิงรุก เช่น การตรวจเอกสารรายงาน สรุปการบันทึกย่อ

สามารถช่วยให้ผู้เรียนประมวลสิ่งที่อ่าน และช่วยให้เขาพัฒนาความสามารถในการเน้นสาระที่สำคัญได้

10.4 การสะท้อนความคิด โดยทั่วไปเมื่อจบการเรียนในแต่ละวิชาผู้เรียนจะปิดหนังสือ และออกจากห้องเรียนไป ความรู้ก็จะจางหายไปจากสมองภายในเวลาไม่นาน ทำให้ผู้เรียนไม่มีเวลาสะท้อนเชื่อมโยงสิ่งที่เพิ่งเรียนกับสิ่งที่เพิ่งรู้ หรือใช้ความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้ การให้ผู้เรียนหยุดคิด และบอกให้ผู้อื่นรู้ว่าเรียนแล้วได้ความรู้อะไรบ้างก็จะเป็นการสะท้อนความรู้สำหรับคนอื่นด้วย หรือแม้แต่การตอบคำถามในชีวิตประจำวันก็เป็นวิธีที่ง่ายที่สุด เพื่อที่จะเพิ่มความสามารถในการเก็บกักความรู้ของผู้เรียน

Fink (1999, pp. 4-5) ได้นำเสนอแนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกเพื่อนำมาพัฒนาความคิดของผู้เรียนสำหรับผู้สอน ไว้ดังนี้



ภาพที่ 2-1 แนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก

จากแนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก ดังภาพที่ 2-1 แสดงให้เห็นว่าผู้เรียนสามารถรับความรู้จากการลงมือปฏิบัติและการสังเกต โดยมีการสื่อสารในสิ่งที่ได้เรียนรู้กับตนเอง และสนทนาแลกเปลี่ยนข้อคิดเห็นกับผู้อื่นด้วย ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. การสนทนาสื่อสารกับตนเอง ผู้เรียนได้สื่อสารกับตนเอง สะท้อนความคิดในสิ่งที่ได้เรียนจดบันทึกในสิ่งที่ตนเองคิดจากสิ่งที่ได้เรียนรู้ลงในแฟ้มสะสมผลงาน และมีการเชื่อมโยงความรู้กับบทบาทในชีวิตประจำวัน

2. การสนทนาสื่อสารกับผู้อื่น การเรียนรู้แบบเดิมที่ผู้เรียนรับฟังบรรยายจากผู้สอน ผู้เรียนไม่ได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับผู้อื่นจึงขาดความกระตือรือร้นในการเรียน หากครูได้จัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้อภิปรายในกลุ่มย่อยด้วยปัญหา หรือสถานการณ์ที่น่าสนใจผู้เรียนจะสามารถสนทนาสื่อสาร แลกเปลี่ยนข้อคิดเห็นด้วยความท้าทาย และเกิดความสนุกสนาน

3. ประสบการณ์ที่ได้รับจากการลงมือปฏิบัติ ผู้เรียนเกิดประสบการณ์โดยตรงจากการออกแบบและทำการทดลอง กรณีศึกษา บทบาทสมมติ ฯลฯ

4. ประสบการณ์ที่ได้รับจากการสังเกต ผู้เรียนได้สังเกตโดยตรง หรือรับฟังจากผู้อื่นในการทดลอง การสาธิต หรือสถานการณ์จำลอง

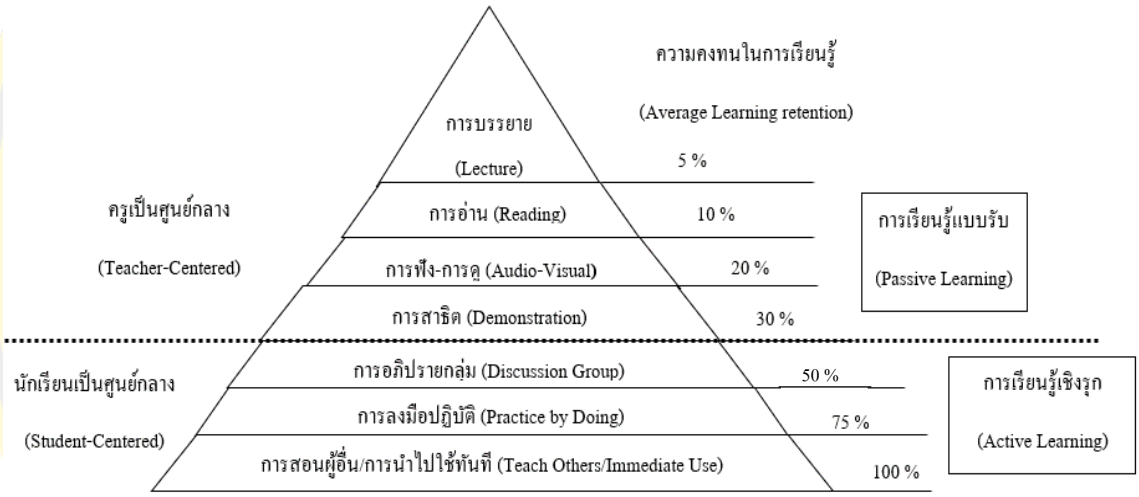
Shenker, Goss and Bernstein (1996 อ้างถึงใน วันเพ็ญ คำเทศ, 2549, หน้า 3-4) ได้อธิบายเกี่ยวกับการเรียนรู้เชิงรุกไว้ว่า การเรียนรู้เชิงรุกมุ่งเน้นการให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในบทบาทการเรียนรู้ของตนเองมากกว่าการรับความรู้ หรือทัศนะใหม่ ๆ มาใช้โดยเป็นผู้รับเพียงฝ่ายเดียว การที่ผู้เรียนได้กระทำสิ่งต่าง ๆ ด้วยตนเอง และนำไปสู่การคิดเกี่ยวกับสิ่งที่ตนกำลังทำอยู่เป็นการเรียนรู้ที่มีคุณค่า น่าตื่นเต้น สนุกสนาน ท้าทายความรู้ความสามารถ และความสนใจของผู้เรียน

ตารางที่ 2-3 การเปรียบเทียบลักษณะที่สำคัญของการเรียนรู้แบบเชิงรุกกับการเรียนรู้ที่นักเรียนเป็นฝ่ายรับความรู้ (Brades & Ginnis, n.d. cited in Sheffied Hallam University, 2000 อ้างอิงใน ชลาธร วิเชียรรัตน์, 2558, หน้า 27)

การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก	**การเรียนรู้ที่ผู้เรียนเป็นฝ่ายรับความรู้**
- เน้นการทำงานเป็นกลุ่ม	- เน้นการฟังบรรยายจากครู
- เน้นการร่วมมือระหว่างผู้เรียน	- เน้นการแข่งขัน
- เรียนรู้จากแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลาย	- เป็นการสอนรวมทั้งชั้น
- ผู้เรียนรับผิดชอบต่อการเรียนรู้ของตน	- ครูรับผิดชอบการเรียนรู้ของผู้เรียน
- ครูเป็นเพียงแค่ผู้ชี้แนะประสบการณ์และอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้	- ครูเป็นผู้ให้ทุกอย่างและจัดเนื้อหาเองทั้งหมด
- ผู้เรียนจะเป็นคนคิด แก้ปัญหาเอง และลงมือกระทำด้วยตนเอง	- ครูเป็นผู้ให้ความรู้แก่ผู้เรียน
- เน้นทักษะ การวิเคราะห์ และการแก้ปัญหา	- เน้นความรู้ในเนื้อหาวิชา
- ผู้เรียนมีวินัยในตนเอง	- ครูเป็นผู้วางระเบียบวินัยให้
- ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการเรียนรู้แบบกระตือรือร้น	- ผู้เรียนเป็นฝ่ายรับข้อมูล ความรู้จากการถ่ายทอดของครูเพียงอย่างเดียว

นอกจากนี้แล้วจากแนวคิดพิรามิดการเรียนรู้ (Learning Pyramid) ที่สถาบัน NTL Institute for Applied Behavioral Science ได้เสนอข้อมูลที่สามารถนำมาช่วยในการขยายความเข้าใจ

เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ซึ่งมีความแตกต่างไปจากการเรียนรู้แบบเป็นผู้รับ (Passive Learning) อันเป็นหลักของการจัดการเรียนรู้ในอดีตที่เน้นครูเป็นศูนย์กลาง (Teacher-Centered) ซึ่งเคยมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลในอดีตที่ผ่านมาโดยให้ความสำคัญกับการฟัง การอ่าน การได้ยิน ได้เห็น รวมทั้งการสาธิตของครูผู้สอน ทั้งนี้แนวการจัดการเรียนรู้วิธีดังกล่าวจะอยู่ที่ส่วนยอดของพิรามิด แสดงให้เห็นว่าผู้เรียนเรียนรู้จากการถ่ายทอดเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งแตกต่างไปจากการเรียนรู้ผ่านการอภิปรายแลกเปลี่ยน การลงมือปฏิบัติ และการนำความรู้ไปใช้ รวมทั้งการแลกเปลี่ยนเรียนรู้สู่ผู้อื่นเป็นแนวทางที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (Student-Centered) และสะท้อนให้เห็นว่านักเรียนสามารถสร้างความรู้ได้แล้ว ซึ่งอยู่ที่ส่วนฐานของพีรามิดการเรียนรู้



ภาพที่ 2-2 พิรามิดการเรียนรู้

3.4 เทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก

การจัดการเรียนการสอนครูผู้สอนสามารถใช้เทคนิคที่หลากหลายในการจัดการเรียนการสอนแบบเชิงรุก ซึ่งสามารถจัดการเรียนการสอนได้ทั้งในและนอกห้องเรียน รวมทั้งสามารถใช้ได้กับผู้เรียนทุกระดับทั้งการเรียนรู้เป็นรายบุคคล การเรียนรู้แบบกลุ่มเล็ก และแบบกลุ่มใหญ่

McKinney (2008 อ้างถึงใน วทัญญู วุฒิวรรณ์, 2553, หน้า 28-31) ได้เสนอเทคนิคการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกได้ดี ได้แก่

1. การเรียนรู้แบบแลกเปลี่ยนความคิด (Think-pair-share) คือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนคิดเกี่ยวกับประเด็นที่กำหนดคนเดียว 2-3 นาที (Think) จากนั้นให้แลกเปลี่ยนความคิดกับเพื่อนอีกคน 3-5 นาที (Pair) และนำเสนอความคิดเห็นต่อผู้เรียนทั้งหมด (Share)

2. การเรียนรู้แบบร่วมมือ (Collaborative learning group) คือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนร่วมมือ และช่วยเหลือกันในการเรียนรู้ โดยแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มเล็ก ๆ 3-6 คน ที่มีความสามารถแตกต่างกัน ทำงานร่วมกันเพื่อเป้าหมายกลุ่มสมาชิกมีความสัมพันธ์กันในทางบวก มีปฏิสัมพันธ์ส่งเสริมซึ่งกันและกัน รับผิดชอบร่วมกันทั้งในส่วนตนและส่วนรวม

3. การเรียนรู้แบบทบทวนโดยผู้เรียน (Student-led review sessions) คือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ทบทวนความรู้ และพิจารณาข้อสงสัยต่าง ๆ ในการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ โดยผู้สอนจะคอยช่วยเหลือกรณีที่มีปัญหา

4. การเรียนรู้แบบใช้เกม (Games) คือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้สอนนำเกมเข้ามาบูรณาการในการเรียนการสอน ซึ่งใช้ได้ทั้งในขั้นการนำเข้าสู่บทเรียน การสอน การมอบหมายงาน และหรือขั้นการประเมินผล

5. การเรียนรู้แบบวิเคราะห์วิดีโอ (Analysis or reactions to videos) คือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนได้ดูวิดีโอ 5-20 นาที แล้วให้ผู้เรียนแสดงความคิดเห็น หรือสะท้อนความคิดเกี่ยวกับสิ่งที่ได้ดู โดยวิธีการพูดโต้ตอบกัน การเขียน หรือการร่วมกันสรุปเป็นรายกลุ่ม

6. การเรียนรู้แบบโต้วาที (Student debates) คือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่จัดให้ผู้เรียนได้นำเสนอข้อมูลที่ได้จากประสบการณ์และการเรียนรู้ เพื่อยืนยันแนวคิดของตนเองหรือกลุ่ม

7. การเรียนรู้แบบผู้เรียนสร้างแบบทดสอบ (Student generated exam questions) คือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนสร้างแบบทดสอบจากสิ่งที่ได้เรียนรู้มาแล้ว

8. การเรียนรู้แบบกระบวนการวิจัย (Mini-research proposals or project) คือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่อิงกระบวนการวิจัย โดยให้ผู้เรียนกำหนดหัวข้อที่ต้องการเรียนรู้ วางแผนการเรียน เรียนรู้ตามแผน สรุปความรู้ หรือสร้างผลงาน และสะท้อนความคิดในสิ่งที่ได้เรียนรู้ หรืออาจเรียกว่าการสอนแบบโครงงาน (Project-based learning) หรือการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based learning)

9. การเรียนรู้แบบกรณีศึกษา (Analyze case studies) คือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนศึกษาเรื่องที่สมมติขึ้นจากความเป็นจริง และตอบประเด็นคำถามเกี่ยวกับเรื่องนั้น แล้วนำคำตอบและเหตุผลที่มาของคำตอบนั้นมาใช้เป็นข้อมูลในการอภิปราย

10. การเรียนรู้แบบการเขียนบันทึก (Keeping journals or legs) คือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้เรียนจดบันทึกเรื่องราวต่าง ๆ ที่ได้พบเห็น หรือเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในแต่ละวัน รวมทั้งเสนอความคิดเพิ่มเติมเกี่ยวกับบันทึกที่เขียน

11. การเรียนรู้แบบการเขียนจดหมายข่าว (Write and produce a newsletter) คือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนร่วมกันผลิตจดหมายข่าวประกอบด้วย บทความ ข้อมูลสารสนเทศ ข่าวสาร และเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นแล้วแจกจ่ายไปยังบุคคลอื่น ๆ

12. การเรียนรู้แบบแผนผังความคิด (Concept mapping) คือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนสรุปความรู้ หรือแนวคิดที่ตนเองได้รับออกมาในภาพรวม ซึ่งอาจเป็นรูปแบบของภาพวาด แผนภาพ หรือการทำ mind mapping โดยวิธีการนี้จะเป็นประโยชน์อย่างมากโดยเฉพาะกับผู้เรียนที่มีปัญหาในการถ่ายทอดความคิดออกมาเป็นภาษาเขียน แต่อาจมีความสามารถในการถ่ายทอดความรู้ออกมาเป็นภาษาภาพ

กาญจนา ชูครุวงศ์ (2544) ได้เสนอแนะวิธีสอนและเทคนิคการสอนของการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกไว้ดังนี้

1. การอภิปรายกลุ่ม (Group discussion) เป็นวิธีที่จัดทำขึ้นโดยทำให้เกิดการเจตนาร่วมกันที่จะพิจารณาเรื่องใดเรื่องหนึ่ง โดยนำข้อปัญหาและแง่คิดต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกันมาช่วยกันแสดงความคิดเห็น และหาแนวทางในการแก้ปัญหาเพื่อหาข้อสรุปร่วมกัน

2. เกม (Games) คือ กิจกรรมที่ใช้ผู้เล่นหนึ่งคน หรือมากกว่ามาแข่งขันที่มีกฎเกณฑ์ หากใช้เกมมาประยุกต์กับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จะต้องใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เข้ามาเกี่ยวข้องด้วยเป็นการช่วยให้ผู้เรียนสนุกสนาน ตื่นเต้น มีส่วนร่วม และกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้ช่วยพัฒนาทักษะแก้ปัญหา สื่อสาร การฟัง และความร่วมมือซึ่งกันและกัน

3. การแสดงบทบาทสมมติ (Role playing) เป็นกลวิธีที่ดี เมื่อผู้สอนต้องการที่จะทำการสำรวจความเข้าใจ ทัศนะ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ เพื่อเป็นการให้ข้อมูลสำหรับการอภิปรายต่อไป และสามารถจัดให้มีการแสดงในสถานการณ์ที่คล้ายกับชีวิตจริง ผู้เรียนจะสวมบทบาทเป็นผู้ที่อยู่ในสถานการณ์นั้น เช่น ตัวละครในประวัติศาสตร์ของวิทยาศาสตร์ เป็นต้น

4. การแสดงละคร (Drama) คล้ายคลึงกับการแสดงบทบาทสมมติ เป็นวิธีการที่ให้ผู้เรียนแสดงบทบาทตามที่ได้รับ ทำให้เกิดความเข้าใจในเรื่องราวที่แสดง แต่ใช้เวลามากและจะเหมาะสมกับการสอนในเนื้อหาที่ยาก

5. การสอนโดยใช้สถานการณ์จำลอง (Simulation techniques) เป็นการสอนที่เลียนแบบสภาพเหตุการณ์ หรือสมมติสถานการณ์ให้มีความคล้ายคลึงกับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง และสอดคล้องกับเนื้อหาในบทเรียน จากนั้นจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อให้ผู้เรียนได้ทดลองฝึกปฏิบัติออกความคิดเห็น หรือตัดสินใจหาทางการแก้ไขปัญหาจากสถานการณ์นั้น ทำให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมต่อเหตุการณ์ได้ดี อีกทั้งยังสามารถเชื่อมโยงการเรียนรู้ไปสู่การปฏิบัติได้จริง

6. การอ่านแบบเชิงรุก (Active reading) เป็นการอ่านที่ผู้อ่านมีบทบาทหลักในการทำความเข้าใจกับการอ่าน การเรียนรู้วิทยาศาสตร์จำเป็นต้องอาศัยการอ่าน ซึ่งนักเรียนต้องทำความเข้าใจในเนื้อหาบทเรียน ครูสามารถจัดกิจกรรมเพื่อช่วยส่งเสริมทักษะการอ่านให้นักเรียนได้

7. การเขียนแบบเชิงรุก (Active writing) เป็นกลวิธีการกระตุ้นให้ผู้เรียนแสดงออกทางความรู้ ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้เทคนิคต่าง ๆ ช่วยส่งเสริมในการเขียน ดังนี้

บันทึกประจำวัน (Diary) เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนสะท้อนการเรียนรู้ของตนเองอย่างอิสระ โดยสื่อสารแนวความคิดของตนเองด้วยการเขียนรายงานในหนังสือพิมพ์ (Newspaper reports) เพื่อเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เขียนเนื้อหา สาระที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในรูปของบทความ บทสัมภาษณ์

การเขียนร้อยแก้ว โคลง กลอน (Phase and poet) เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนสร้างสรรค์งานเขียน หรือการวิเคราะห์ข้อเท็จจริงทางวิทยาศาสตร์ การบรรยายประสบการณ์หรือความรู้สึก ของผู้เรียน การเขียนรายงานโครงการ หรือรายงานการทดลอง

บทละคร (Drama) ผู้สอนอาจใช้เทคนิคนี้ในการเขียนบทละครโดยใช้เนื้อหาทางวิทยาศาสตร์เป็นหลัก ให้ผู้เรียนเขียนสะท้อนความรู้ แนวคิด และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ขึ้น

การเขียนจดหมาย (Letter) เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนสื่อสารสิ่งที่ได้เรียนรู้ในการเขียนจดหมายเพื่อโต้ตอบกับผู้อื่น และทำให้เกิดการทบทวนความรู้ พัฒนาและเสริมความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์

การนำเสนอ (Presentation) เป็นรายงานผลจากการค้นคว้าหาความรู้ของผู้เรียนให้ผู้อื่นทราบ ซึ่งอาจอยู่ในรูปของการทำโปสเตอร์ แผ่นพับ เป็นต้น

8. การทำงานเป็นกลุ่มเล็ก (Small group Work) เป็นกิจกรรมที่จัดให้ผู้เรียนทำงานเป็นกลุ่มย่อย เกิดการพูดคุยแลกเปลี่ยนความรู้ ความคิดเห็น และเกิดการพัฒนาทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่น ซึ่งวิธีนี้จะสำเร็จผลได้ผู้เรียนจะต้องสะท้อนความคิดในสิ่งที่เรียน หรือประสบการณ์ที่ได้รับถึงจะทำให้เห็นถึงความสำคัญของกิจกรรม

9. การเรียนแบบร่วมมือ (Cooperative learning) เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับผู้เรียนตั้งแต่สองคนขึ้นไป โดยมีองค์ประกอบที่สำคัญ 5 ประการ ได้แก่ 1) มีความสัมพันธ์ที่ดีระหว่างสมาชิก (Positive interdependence) 2) มีการปฏิสัมพันธ์โดยตรงของสมาชิกในกลุ่ม (Face to face interaction) 3) มีความรับผิดชอบและการตอบสนองของผู้เรียนเป็นรายบุคคล (Individual accountability and personal responsibility) 4) มีทักษะทางด้านมนุษยสัมพันธ์และทักษะการทำงานกลุ่มย่อย (Interpersonal and small group skills) และ 5) กระบวนการทำงานกลุ่ม (Group processes)

จากการศึกษาเทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก สามารถสร้างให้เกิดขึ้นได้ทั้งในห้องและนอกห้องเรียน รวมทั้งสามารถใช้ได้กับผู้เรียนทุกระดับ ทั้งการเรียนรู้เป็นรายบุคคล การเรียนรู้แบบกลุ่มเล็ก และการเรียนรู้แบบกลุ่มใหญ่ ซึ่งการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกมีวิธีการสอนที่หลากหลาย นอกจากนี้การเลือกใช้เทคนิคการสอนแบบใดนั้นควรขึ้นอยู่กับลักษณะของเนื้อหาวิชา บุคลิกของครูผู้สอน บุคลิกของผู้เรียน รวมทั้งสภาพแวดล้อม สื่อ อุปกรณ์ที่ใช้ในการสอนอีกด้วย

3.5 บทบาทของผู้เรียนและผู้สอนกับการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก

ฉัชนัน แก้วชัยเจริญกิจ (2550, หน้า 23-26 อ้างถึงใน ชลาธร วิเชียรรัตน์, 2558, หน้า 32) ได้กล่าวถึงบทบาทของผู้สอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางของการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก ดังนี้

1. จัดให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนการสอน กิจกรรมต้องสะท้อนความต้องการในการพัฒนาผู้เรียน และเน้นการนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตจริงของผู้เรียน

2. สร้างบรรยากาศของการมีส่วนร่วม และการเจรจาโต้ตอบที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ที่ดีกับผู้สอน และเพื่อนในชั้นเรียน

3. จัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้เป็นพลวัต ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในทุกกิจกรรม รวมทั้งกระตุ้นให้ผู้เรียนประสบความสำเร็จในการเรียนรู้

4. จัดสภาพการเรียนรู้แบบร่วมมือ ส่งเสริมให้เกิดการร่วมมือในกลุ่มผู้เรียน

5. จัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้ท้าทาย และให้โอกาสผู้เรียนได้รับวิธีการสอนที่หลากหลาย

6. วางแผนเกี่ยวกับเวลาในการจัดการเรียนการสอนอย่างชัดเจน ทั้งในส่วนของเนื้อหาและกิจกรรม

7. ผู้สอนต้องใจกว้าง ยอมรับในความสามารถในการแสดงออก และความคิดของผู้เรียน

เชิดศักดิ์ ภักดีวิโรจน์ (2556, หน้า 45) ได้กล่าวถึง บทบาทของผู้สอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางของการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก ดังนี้

1. จัดกิจกรรมที่หลากหลาย มีความท้าทาย เร้าใจ กระตุ้นผู้เรียนให้เกิดแรงจูงใจในการเรียน

2. สนับสนุน และส่งเสริมให้ผู้เรียนค้นหาคำตอบด้วยตนเองมากขึ้น มีความมั่นใจในการเรียน กล้าคิด กล้าแสดงความคิดเห็น

3. สร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่ผู้เรียนมีส่วนรวม และส่งเสริมการมีปฏิสัมพันธ์ที่ดีระหว่างผู้เรียนกับผู้สอน และผู้เรียนกับเพื่อนในชั้นเรียน

4. วางแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้อย่างชัดเจน ทั้งเนื้อหา และเวลา

5. มีการสื่อสารที่ชัดเจน

6. ลดบทบาทของตนเองเป็นเพียงผู้ชี้แนะแนวทาง และจัดหาจุดมุ่งหมายให้กับผู้เรียน

7. มีความอดทนในการรอฟังคำตอบของนักเรียน และมีใจกว้างยอมรับความสามารถของผู้เรียน

ลอเรนเซน (2561, หน้า 5 อ้างถึงใน ณิรดา เวชญาลักษณ์, 2561, หน้า 78) ได้กล่าวถึงบทบาทของผู้สอนกับการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก ดังนี้

1. พูดคุยกับนักเรียนในระหว่างการจัดการเรียนรู้

2. จัดห้องเรียนให้เหมาะสมกับการมีส่วนร่วมในการเรียนรู้

3. ให้มีการอภิปราย การตั้งคำถาม และการเขียนเพื่อให้นักเรียนมีส่วนร่วม

4. ให้เวลานักเรียนในการค้นหาคำตอบ ไม่เร่งเร้าเอาคำตอบจากนักเรียน

5. ให้รางวัลแก่นักเรียนที่มีส่วนร่วมเพื่อสร้างแรงจูงใจ

6. ให้เวลากับนักเรียนในช่วงท้ายคาบเพื่อให้นักเรียนถามคำถาม

ฉัชนัน แก้วชัยเจริญกิจ (2550, หน้า 23-26 อ้างถึงใน ชลาธร วิเชียรรัตน์, 2558, หน้า 32) ได้กล่าวถึงบทบาทของผู้เรียนกับการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก ดังนี้

1. มีส่วนร่วมอย่างแท้จริงในการเรียนรู้

2. ลงมือทำงานด้วยตนเอง

3. ทดสอบความคิดของตนเอง

4. วางแผน และออกแบบการทดลองด้วยตนเอง

5. ประเมินผลงานของตนเอง

6. ลงมือแก้ปัญหาด้วยตนเอง

7. ร่วมอภิปรายโดยอาศัยกระบวนการกลุ่ม

8. นำเสนอผลการเรียนรู้ต่อเพื่อนร่วมชั้น

9. สะท้อนเกี่ยวกับงานที่ได้เมื่อทำสำเร็จแล้ว

จากการศึกษาบทบาทของผู้เรียนและผู้สอนกับการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า บทบาทของผู้เรียนและผู้สอนนั้น ครูต้องลดบทบาทในการสอนที่ให้ข้อมูลความรู้แก่ผู้เรียนโดยตรง แต่ไปเพิ่มกระบวนการและกิจกรรมที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดความกระตือรือร้นในการจะทำกิจกรรมต่าง ๆ มากขึ้น และอย่างหลากหลาย ไม่ว่าจะเป็นการแลกเปลี่ยนประสบการณ์ โดยการพูด การเขียน และการอภิปรายร่วมกันในชั้นเรียน

3.6 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก

Tileston (2007 อ้างถึงใน วัชรา เล่าเรียนดี, 2560, หน้า 67-68) ได้อธิบายขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก โดยประกอบด้วยขั้นการสอน 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นสร้างการเชื่อมต่อ (Plugging in)

ขั้นนี้ถือเป็นการจัดปัจจัยเบื้องต้นก่อนสอนตามรูปแบบ เป็นกระบวนการที่ให้ความสำคัญกับการจัดสภาพแวดล้อมเพื่อเอื้อต่อการเรียนทั้งด้านกายภาพ และในเชิงจิตวิทยาที่สนองตอบต่อลักษณะของผู้เรียน ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนรู้สึกสบายใจที่จะเรียนรู้ และพบกับความสำเร็จเป็นการเตรียมบริบทที่เกี่ยวข้องก่อนสอนให้ความสำคัญกับองค์ประกอบต่าง ๆ ที่ครูต้องดำเนินการดังต่อไปนี้

บริบทของการจัดการเรียนรู้เชิงรุกที่ควรจัดให้เกิดขึ้นในชั้นเรียน

1.1 ช่วยให้ผู้เรียนเกิดความสำเร็จ และใช้พลังความสามารถที่มีอยู่ในตนเอง (Self-Efficacy) เพื่อสร้างความสำเร็จครั้งใหม่ต่อไป

1.2 ไม่สร้างบรรยากาศที่เคี่ยวเข็ญบังคับ (Nontreatening) หรือการจัดทุกอย่างไว้เป็นสูตรสำเร็จ เพราะผู้เรียนอยู่ในยุคดิจิทัลควรได้เรียนรู้จากการลองผิดลองถูกด้วยตัวเอง

1.3 จัดสภาพแวดล้อมให้ผู้เรียนได้ว่าพวกเขามีความพร้อม และมีปัจจัยสนับสนุนการเรียนรู้ที่พร้อม เช่น ระยะเวลา และคำปรึกษาที่มีคุณภาพ เป็นต้น

1.4 ทำให้ผู้เรียนมองเห็นว่าสิ่งที่เรียนมีความเชื่อมโยงสัมพันธ์กับตัวเองอย่างไรบ้าง

2. ขั้นเสริมพลังการเรียนรู้ (Powering up)

การเสริมพลังการเรียนรู้ที่ผู้เรียนนำเสนอไว้มีพื้นฐานมาจากระบบการเรียนรู้ของสมอง (Brain-based Learning) และระบบการรู้คิด (Metacognitive System) ของผู้เรียนแต่ละคน ซึ่งจำเป็นต้องอาศัยทุกประสาทสัมผัส (Senses) ในการรับรู้ข้อมูลในเบื้องต้น และนำไปสู่การประมวลผลในสมองต่อไป ในส่วนของครูจะสามารถช่วยให้ผู้เรียนใช้ระบบดังกล่าวได้โดยผ่านการมีมุมมองดังต่อไปนี้

2.1 ทำให้ผู้เรียนเชื่อว่าเขามีความสามารถเพียงพอต่อการสร้างความสำเร็จในการเรียนรู้

2.2 สร้างความรู้สึกเชิงบวกต่อการเรียน ห้องเรียน ครู เพื่อนร่วมชั้น บรรยากาศเช่นนี้จะช่วยให้สมองเกิดแรงขับที่ทรงพลัง

2.3 ทำให้รู้สึกว่าพวกเขามีเครื่องมือการเรียนรู้ (Tools) สนับสนุนให้เกิดความสำเร็จ

2.4 ทำให้มองผลของการเรียนรู้ที่จะเกิดขึ้นว่ามีความสำคัญ คุ้มค่า คุ้มเวลา และความพยายามที่ได้ทุ่มเทลงไป

3. ขั้นสังเคราะห์ข้อมูลสร้างความหมาย (Synthesizing)

การสังเคราะห์เป็นการเรียนรู้ โดยนำข้อมูลจากแหล่งที่หลากหลายในเรื่องเดียวบูรณาการทำให้เกิดความหมาย และเป็นประโยชน์ต่อผู้เรียนวิธีการที่จะพัฒนาผู้เรียนให้สามารถสังเคราะห์ที่เกิดจากการผสมผสาน ซึ่งมีแนวทางต่อไปนี้

3.1 มอบหมายงานที่เป็นสาระ (Serious Work)

3.2 ผู้เรียนต้องมีส่วนเกี่ยวข้องในกระบวนการเรียนรู้

3.3 ใช้เทคโนโลยีเป็นส่วนหนึ่งของการเรียนการสอน ซึ่งไม่ใช่เฉพาะโปรแกรมนำเสนอ (PPT)

3.4 สนับสนุนด้วยผลการวิจัย

3.5 ใช้ทรัพยากรการเรียนรู้อย่างหลากหลาย

3.6 ใช้การบรรยายเท่าที่จำเป็นโดยอยู่ในขอบเขตความสามารถที่จะรับฟังของผู้เรียน เช่น 5 นาที สำหรับนักเรียนในชั้นเล็ก ๆ

3.7 สร้างห้องเรียนให้เป็นชุมชนการเรียนรู้ร่วมกัน (Community of Learner Together)

4. ขั้นใช้แหล่งความรู้ภายนอกสนับสนุน (Outsourcing)

ในขั้นนี้เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนควรได้แสดงความรู้ ความเข้าใจ โดยใช้ข้อมูลและวิธีการของตนเอง ทั้งนี้อาจใช้แหล่งข้อมูลจากภายนอก เพื่อเป็นข้อมูลเติมเต็มให้ความรู้นั้นให้มีความหมายยิ่งขึ้น แหล่งข้อมูลจึงมิได้หมายถึง สถานที่เท่านั้น แต่ยังรวมถึงทุกสิ่งที่มองเห็น สัมผัส เคลื่อนไหว และถ้อยคำภาษา เป็นต้น นอกจากนี้วิธีการที่สำคัญที่จะช่วยให้ผู้เรียนนั้นได้เรียนรู้ คือ การใช้รูปแบบการสอนรูปธรรม (Concreat Model) เช่น ผังกราฟิกต่าง ๆ เพื่อเป็นตัวแทนการเรียนรู้โดยเฉพาะความคิดรวบยอดในเรื่องที่ยาก เช่น เรื่องลำดับการเปรียบเทียบ และการจำแนก เป็นต้น

5. ขั้นไตร่ตรองสะท้อนคิด (Reflecting)

ขั้นนี้เป็นขั้นสุดท้ายของรูปแบบ เป็นชั้นที่ฝึกผู้เรียนให้คิดเกี่ยวกับการเรียนรู้เพื่อตรวจสอบความเข้าใจของตนเองที่จะเชื่อมโยงความรู้สู่การนำไปใช้ในสภาพความเป็นจริง ซึ่งหลักสูตรและการสอนที่จัดขึ้นมาจะไม่มีประโยชน์ ถ้าหากไม่สามารถทำให้ผู้เรียนนำไปใช้ในชีวิต และเพื่อประเมินการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยผู้เรียนมีการไตร่ตรองสะท้อนคิดและให้ความสำคัญกับองค์ประกอบ 2 ประการ คือ การแสดงแนวทางที่ผู้เรียนจะนำข้อมูลความรู้ไปใช้และการประเมินการเรียนรู้เป็นรายบุคคลจากการรู้คิด (Metacognition) ของผู้เรียนเป็นรายบุคคล

Hazzan, Lapidot and Ragonis (2004, pp. 59-60 อ้างถึงใน วัชรา เล่าเรียนดี, 2560, หน้า 69) ได้อธิบายขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก โดยประกอบด้วยขั้นการสอน 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นเร้าความสนใจ เป็นการเสนอบทเรียนเริ่มด้วยการกระตุ้นเร้าความสนใจของผู้เรียน โดยใช้เทคนิควิธีการที่หลากหลาย และสร้างความท้าทายการเรียนรู้ของนักเรียน อาจใช้คำถามปลายเปิดให้นักเรียนได้คิดเกิดความสงสัย เกิดคำถามเกี่ยวกับเรื่องที่ผู้สอนเสนอ และเกิดการตั้งคำถามเพื่อค้นคว้าหาคำตอบต่อไป

2. ขั้นจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เป็นขั้นที่ต่อเนื่องจากขั้นแรกครูผู้สอนสามารถเลือกใช้เทคนิควิธีในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลาย ทั้งนี้กิจกรรมต้องมีความสอดคล้องกับเนื้อหา จุดประสงค์ และเรื่องที่ได้กระตุ้นความสนใจไว้แต่แรก

3. ขั้นอภิปราย หลังจากเรียนรู้แล้วในช่วงท้ายครูผู้สอนจะให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายสิ่งที่ได้เรียนรู้จากการทำกิจกรรม เปิดโอกาสให้นักเรียนนำเสนอความคิดเห็นและความคิดรวบยอดที่นักเรียนได้เรียนรู้ ในขั้นนี้ครูทำหน้าที่เป็นผู้ฟังและจดบันทึกข้อผิดพลาดของนักเรียนโดยไม่ติชม หรือวิจารณ์ เนื่องจากในขั้นนี้นักเรียนทั้งชั้นกำลังเป็นผู้โต้แย้งถกเถียงระหว่างกัน

4. ขั้นสรุป ขั้นนี้จะแตกต่างจากสามขั้นตอนแรกที่นักเรียนเป็นผู้กระทำและดำเนินการเรียนรู้ด้วยตนเอง แต่วันนี้ครูจะเป็นผู้มีบทบาทหลักสรุปการเรียนรู้ที่นักเรียนได้เรียนรู้ทั้งหมดตั้งแต่ขั้นที่หนึ่งถึงขั้นที่สาม โดยเน้นความคิดรวบยอดหลัก และเติมเต็มให้การเรียนรู้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

อุษณีย์ เทพวรชัย (2542, หน้า 118-121) ได้อธิบายขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก สรุปได้ดังนี้ โดยประกอบด้วยขั้นการสอน 4 ขั้นตอน คือ

1. ขั้นการนำเข้าสู่บทเรียน

2. ขั้นการเรียนรู้เป็นรายบุคคล ซึ่งใช้วิธีการสอน ได้แก่ แก้ปัญหาด้วยเกม ศึกษาด้วยตนเอง กรณีศึกษาฝึกทักษะการอ่าน พูด เขียน แปล สรุป เพื่อทำให้เกิดทักษะการคิดวิเคราะห์ ทักษะการอ่าน พูด เขียน แปล สรุป และทักษะการค้นคว้าด้วยตนเอง เป็นต้น

3. ขั้นการเรียนรู้เป็นกลุ่ม ซึ่งใช้วิธีการสอน ได้แก่ แก้ปัญหาเป็นกลุ่ม อภิปรายกลุ่มย่อย บทบาทสมมติ สถานการณ์จำลอง เพื่อให้เกิดทักษะการทำงานเป็นทีม การติดต่อสื่อสารในทีม การฟัง คิด พูด เขียน และการแสดงออกอย่างเหมาะสม ทำให้เกิดความภาคภูมิใจในตัวเอง

4. ขั้นการเรียนรู้เป็นกลุ่มใหญ่ ซึ่งใช้การสอน ได้แก่ ทัศนศึกษา อภิปรายกลุ่มใหญ่ เพื่อให้เกิดทักษะการแสดงออกอย่างเหมาะสม ความภาคภูมิใจในตนเอง และการตัดสินใจ

บัญญัติ ชำนาญกิจ (2549, หน้า 1-7) ได้อธิบายการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก สรุปได้ดังนี้

1. การแลกเปลี่ยนประสบการณ์ ผู้สอนพยายามกระตุ้นให้ผู้เรียนดึงประสบการณ์เดิมมาเชื่อมโยงและอธิบายประสบการณ์นั้น หรืออาจจะเป็นเหตุการณ์ใหม่แล้วนำไปสู่การคิดเพื่อหาข้อสรุปและองค์ความรู้ใหม่ สามารถแบ่งปันประสบการณ์ของตนกับผู้อื่น ซึ่งเป็นการรวบรวมประสบการณ์ที่หลากหลายของแต่ละคน

2. การสร้างองค์ความรู้ร่วมกัน เน้นการตั้งประเด็นให้ผู้เรียนได้เกิดการคิด สะท้อนการคิด หรือบอกความคิดเห็นของตนให้กับผู้อื่นรับรู้ และได้อภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดระหว่างกันจนเกิดความเข้าใจชัดเจน

3. การนำเสนอความรู้ ผู้เรียนจะได้รับความรู้ และเนื้อหาโดยผู้สอนเป็นผู้จัดให้ เพื่อใช้ในการสร้างองค์ความรู้ใหม่ หรือช่วยให้การเรียนรู้บรรลุวัตถุประสงค์

4. การประยุกต์ใช้ หรือการลงมือกระทำ เป็นขั้นตอนที่ทำให้ผู้เรียนได้นำความคิดรวบยอด ข้อสรุป และองค์ความรู้ใหม่ที่เกิดขึ้นไปประยุกต์ใช้หรือทดลองใช้

วทัญญู วุฒิวรรณ์ (2553, หน้า 36-37) ได้ลำดับขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกไว้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นสนใจเรียนรู้ เป็นขั้นการเตรียมความพร้อมของผู้เรียนโดยการสร้างแรงจูงใจในการเรียนด้วยกิจกรรมที่น่าสนใจและท้าทาย เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการสนใจและมีส่วนร่วมในการเรียน

2. ขั้นลงมือกระทำ ผู้สอนจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีต่าง ๆ เน้นให้ผู้เรียนคิดวางแผน เพื่อหาคำตอบ โดยใช้เทคนิคที่มีความหลากหลาย

3. ขั้นสรุปและสะท้อนความรู้ ผู้เรียนร่วมกันสรุปมโนทัศน์ โดยนำเสนอผลที่ได้จากการลงมือกระทำในรูปแบบต่าง ๆ เช่น แบบฝึกหัด การวาดรูป และผังมโนทัศน์ ซึ่งผู้เรียนจะเกิดการแลกเปลี่ยนความคิดและสะท้อนความรู้ โดยผู้สอนอธิบายกฎ นิยาม และหลักการทางวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจที่ถูกต้อง

4. ขั้นประยุกต์ใช้ความรู้ ผู้สอนจัดกิจกรรมส่งเสริมให้ผู้เรียนนำมโนทัศน์ที่เรียนรู้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ เพื่อขยายมโนทัศน์ให้มีความชัดเจนมากขึ้น

จากการศึกษาขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการสรุปเป็นตารางการสังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก ดังตารางที่ 2-4

ตารางที่ 2-4 การสังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก

Tileston (2007)	Hazzan, Lapidot and Ragonis (2004)	ผู้วิจัย
1. ขั้นสร้างการเชื่อมต่อ เป็นขั้นการจัดปัจจัยเบื้องต้นก่อนสอนตามรูปแบบเป็นกระบวนการที่ให้ความสำคัญกับการจัดสภาพแวดล้อมเพื่อเอื้อต่อการเรียนทั้งด้านกายภาพ และในเชิงจิตวิทยาที่ตอบสนองต่อลักษณะของผู้เรียน **2. ขั้นเสริมพลังการเรียนรู้** เป็นขั้นที่ผู้เรียนได้ฝึกระบบการเรียนรู้ของสมอง และระบบการรู้คิด ซึ่งจำเป็นต้องอาศัยทุกประสาทสัมผัสในการรับรู้ข้อมูลในเบื้องต้นและนำไปสู่การประมวลผลในสมองต่อไป **3. ขั้นสังเคราะห์ข้อมูลสร้างความหมาย** เป็นขั้นการเรียนรู้โดยนำข้อมูลจากแหล่งที่หลากหลายในเรื่องเดียวมาบูรณาการทำให้เกิดความหมายและเป็นประโยชน์ต่อผู้เรียน	**1. ขั้นเร้าความสนใจ** เป็นขั้นเสนอบทเรียนเริ่มด้วยการกระตุ้นเร้าความสนใจของผู้เรียนโดยใช้เทคนิควิธีการที่หลากหลาย และสร้างความท้าทายการเรียนรู้ของนักเรียนอาจใช้คำถามปลายเปิดให้นักเรียนได้คิดเกิดความสงสัยเกิดคำถามเกี่ยวกับเรื่องที่ผู้สอนเสนอและเกิดการตั้งคำถาม เพื่อค้นคว้าหาคำตอบต่อไป **2. ขั้นจัดกิจกรรมการเรียนรู้** เป็นขั้นที่ต่อเนื่องจากขั้นแรกครูผู้สอนสามารถเลือกใช้เทคนิควิธีในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลายทั้งนี้กิจกรรมต้องมีความสอดคล้องกับเนื้อหาจุดประสงค์และเรื่องที่ได้กระตุ้นความสนใจไว้แต่แรก	**1. ขั้นเร้าความสนใจ** เป็นขั้นที่ผู้สอนทำการกระตุ้นเร้าความสนใจของผู้เรียน โดยใช้เทคนิค วิธีการที่หลากหลาย และสร้างความท้าทายการเรียนรู้ของนักเรียนอาจจะทบทวนความรู้เดิมสำหรับการสร้างความรู้ใหม่ โดยใช้ข้อคำถามหรือการยกตัวอย่างของสถานการณ์ หรือใช้สื่อ รูปภาพ เกม เป็นต้น เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความสงสัยและสนใจเพื่อค้นคว้าหาคำตอบต่อไป **2. ขั้นจัดกิจกรรมการเรียนรู้** เป็นขั้นที่ผู้เรียนลงมือปฏิบัติในการศึกษาค้นคว้าหาคำตอบด้วยตนเอง รวมถึงทำให้เกิดกระบวนการคิด การมีปฏิสัมพันธ์กันในการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น และร่วมกันรับผิดชอบงานที่ได้รับมอบหมาย ซึ่งผู้เรียนจะเกิดการเรียนรู้จากการร่วมมือ การระดมสมอง การทดลอง เป็นต้น โดยผู้สอนจะจัดเตรียมสื่อ อุปกรณ์ กิจกรรมให้ผู้เรียน

ตารางที่ 2-4 (ต่อ)

Tileston (2007)	Hazzan, Lapidot and Ragonis (2004)	ผู้วิจัย
4. ขั้นใช้แหล่งความรู้ภายนอกสนับสนุน เป็นขั้นที่ผู้เรียนควรได้แสดงความรู้ความเข้าใจโดยใช้ข้อมูลและวิธีการอาจใช้แหล่งข้อมูลจากภายนอกเพื่อเป็นข้อมูลเติมเต็มให้ความรู้นั้นมีความหมายยิ่งขึ้น **5. ขั้นไตร่ตรองสะท้อนคิด** ขั้นนี้เป็นขั้นที่ฝึกผู้เรียนให้คิดเกี่ยวกับการเรียนรู้เพื่อตรวจสอบความเข้าใจของตนเองที่จะเชื่อมโยงความรู้สู่การนำไปใช้ในโลกแห่งความเป็นจริง	**3. ขั้นอภิปราย** เป็นขั้นที่ครูผู้สอนจะให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายสิ่งที่ได้เรียนรู้จากการทำกิจกรรม เปิดโอกาสให้นักเรียนนำเสนอความคิดเห็น และความคิดรวบยอดที่นักเรียนได้เรียนรู้ ในขั้นนี้ครูทำหน้าที่เป็นผู้ฟังและจดบันทึกข้อผิดพลาดของนักเรียน **4. ขั้นสรุป** ขั้นนี้จะแตกต่างจากสามขั้นตอนแรกที่นักเรียนเป็นผู้กระทำและดำเนินการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยครูจะเป็นผู้มีบทบาทหลักสรุปการเรียนรู้ที่นักเรียนได้เรียนรู้ทั้งหมดตั้งแต่ขั้นที่หนึ่งถึงขั้นที่สาม โดยเน้นความคิดรวบยอดหลัก และเติมเต็มให้การเรียนรู้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น	**3. ขั้นอภิปรายและสรุป** เป็นขั้นที่ผู้เรียนจะเกิดการแลกเปลี่ยนและปรับโครงสร้างทางความรู้และสรุปความคิดรวบยอดจากสิ่งที่ได้จากการศึกษาค้นคว้า เปิดโอกาสให้ผู้เรียนสะท้อนความคิดที่ได้รับที่เกิดจากการทำกิจกรรม เพื่อใช้ในการสร้างองค์ความรู้ใหม่และร่วมกันอภิปราย และผู้สอนทำการประเมินผลจากการร่วมกันอภิปราย ในขั้นนี้ครูจะเป็นผู้มีบทบาทหลักสรุปการเรียนรู้ **4. ขั้นไตร่ตรองสะท้อนคิด** เป็นขั้นที่ผู้สอนฝึกนักเรียนให้คิดเกี่ยวกับการเรียนรู้เพื่อตรวจสอบความเข้าใจของตนเองที่จะเชื่อมโยงความรู้ไปสู่การนำไปใช้ในความเป็นจริง กระตุ้นโดยการนำเสนอสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน เพื่อให้เกิดความสงสัย ความอยากรู้อยากเห็น

จากการศึกษาขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกดังกล่าวข้างต้น แล้วนำมาสังเคราะห์สรุปเป็นลำดับขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก เพื่อนำไปใช้การดำเนินการทดลอง โดยผู้วิจัยดำเนินการ ดังนี้

1. ขั้นเร้าความสนใจ เป็นขั้นที่ผู้สอนทำการกระตุ้นเร้าความสนใจของผู้เรียนโดยใช้เทคนิควิธีการที่หลากหลาย และสร้างความท้าทายการเรียนรู้ของนักเรียน อาจจะทบทวนความรู้เดิมสำหรับการสร้างความรู้ใหม่ โดยใช้ข้อคำถามหรือการยกตัวอย่างของสถานการณ์ หรือใช้สื่อรูปภาพ หรือเกม เป็นต้น เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความสงสัยและสนใจ เพื่อค้นคว้าหาคำตอบต่อไป

2. ขั้นจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เป็นขั้นที่ผู้เรียนลงมือปฏิบัติในการศึกษาค้นคว้าหาคำตอบด้วยตนเอง รวมถึงทำให้เกิดกระบวนการคิด การมีปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน ในการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและร่วมกันรับผิดชอบงานที่ได้รับมอบหมาย ซึ่งผู้เรียนจะเกิดการเรียนรู้จากการร่วมมือ การระดมสมอง การทดลอง เป็นต้น โดยผู้สอนจะจัดเตรียมสื่อ อุปกรณ์ กิจกรรมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ คอยให้คำปรึกษาและอำนวยความสะดวก

3. ขั้นอภิปรายและสรุป เป็นขั้นที่ผู้เรียนจะเกิดการแลกเปลี่ยนและปรับโครงสร้างทางความรู้ และสรุปความคิดรวบยอดจากสิ่งที่ได้จากการศึกษาค้นคว้า เปิดโอกาสให้ผู้เรียนสะท้อนความคิดที่ได้รับที่เกิดจากการทำกิจกรรม เพื่อใช้ในการสร้างองค์ความรู้ใหม่ และร่วมกันอภิปราย และผู้สอนทำการประเมินผลจากการร่วมกันอภิปราย ในขั้นนี้ครูจะเป็นผู้มีบทบาทหลักสรุปการเรียนรู้ที่นักเรียนได้เรียนรู้ทั้งหมด โดยยกตัวอย่างเพิ่มเติมในชั้นเรียน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการปรับความคิดให้ถูกต้องและชัดเจนยิ่งขึ้น เน้นความคิดรวบยอดหลักและเติมเต็มให้การเรียนรู้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

4. ขั้นไตร่ตรองสะท้อนคิด เป็นขั้นที่ผู้สอนฝึกนักเรียนให้คิดเกี่ยวกับการเรียนรู้เพื่อตรวจสอบความเข้าใจของตนเองที่จะเชื่อมโยงความรู้สู่การนำไปใช้สภาพความเป็นจริง กระตุ้นนักเรียนโดยการนำเสนอสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน เพื่อให้เกิดความสงสัย ความอยากรู้อยากเห็น และเพื่อให้ผู้เรียนได้นำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ ๆ อาจเป็นรายบุคคลหรือเป็นกลุ่ม โดยผู้สอนทำการประเมินจากการตอบคำถามของผู้เรียน ซึ่งผู้เรียนจะนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ และเกิดการแลกเปลี่ยนความรู้ ทักษะ และแนวคิดที่ได้จากการพูด การเขียน

ตารางที่ 2-5 การเปรียบเทียบขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกที่ส่งผลให้เกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดวิเคราะห์

ผู้วิจัย	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	การคิดวิเคราะห์
1. ขั้นเร้าความสนใจ เป็นขั้นที่ผู้สอนทำการกระตุ้นเร้าความสนใจของผู้เรียนโดยใช้เทคนิควิธีการที่หลากหลาย และสร้างความท้าทายการเรียนรู้ของนักเรียน อาจจะทบทวนความรู้เดิมสำหรับการสร้างความรู้ใหม่โดยใช้ข้อคำถามหรือการยกตัวอย่างของสถานการณ์ หรือใช้สื่อ รูปภาพ หรือเกม เป็นต้น เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความสงสัย และสนใจเพื่อค้นคว้าหาคำตอบต่อไป 2. ขั้นจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ขั้นที่ผู้เรียนลงมือปฏิบัติในการศึกษาค้นคว้าหาคำตอบด้วยตนเอง รวมถึงทำให้เกิดกระบวนการคิด การมีปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน ในการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น และร่วมกันรับผิดชอบงานที่ได้รับมอบหมาย ซึ่งผู้เรียนจะเกิดการเรียนรู้จากการร่วมมือ การระดมสมอง การทดลอง เป็นต้น โดยผู้สอนจัดเตรียมสื่อ อุปกรณ์ กิจกรรมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ และคอยให้คำปรึกษาและอำนวยความสะดวก	การจำ (remembering) ความเข้าใจ (understanding)	การจัดจำแนกเปรียบเทียบ (matching) การจัดกลุ่ม (classification)
3. ขั้นอภิปรายและสรุป เป็นขั้นที่ผู้เรียนจะเกิดการแลกเปลี่ยนและปรับโครงสร้างทางความรู้ และสรุปความคิดรวบยอดจากสิ่งที่ได้จากการศึกษาค้นคว้า เปิดโอกาสให้ผู้เรียนสะท้อนความคิดที่ได้รับที่เกิดจากการทำกิจกรรม เพื่อใช้ในการสร้างองค์ความรู้ใหม่ และร่วมกันอภิปราย และผู้สอนทำการประเมินผลจากการร่วมกันอภิปราย ในขั้นนี้ครูจะเป็นผู้มีบทบาทหลักสรุปการเรียนรู้ที่นักเรียนได้เรียนรู้ และครูยกตัวอย่างเพิ่มเติมในชั้นเรียน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการปรับความคิดให้ถูกต้องและชัดเจนยิ่งขึ้น โดยเน้นความคิดรวบยอดเป็นหลัก และเติมเต็มให้การเรียนรู้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น	การวิเคราะห์ (analyzing)	การวิเคราะห์ข้อผิดพลาด (error analysis) การสรุปหลักการ (generalizing)

ตารางที่ 2-5 (ต่อ)

ผู้วิจัย	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	การคิดวิเคราะห์
4. ขั้นไตร่ตรองสะท้อนคิด เป็นขั้นที่ผู้สอนฝึกนักเรียนให้คิดเกี่ยวกับการเรียนรู้ เพื่อตรวจสอบความเข้าใจของตนเองที่จะเชื่อมโยงความรู้สู่การนำไปใช้ในโลกแห่งความเป็นจริง กระตุ้นนักเรียนโดยการนำเสนอสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน เพื่อให้เกิดความสงสัย ความอยากรู้ อยากเห็น เพื่อให้ผู้เรียนได้นำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ ๆ อาจเป็นรายบุคคล หรือเป็นกลุ่ม โดยผู้สอนทำการประเมินจากการตอบคำถามของผู้เรียน ซึ่งผู้เรียนจะนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ และเกิดการแลกเปลี่ยนความรู้ ทักษะ และแนวคิดที่ได้จากการพูด การเขียน	การปรับใช้ (applying) การประเมิน (evaluating) การสร้างสรรค์ (creating)	การนำไปใช้ (specifying)

3.7 ประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก

ซาเลมี (Salame, 2001 อ้างถึงใน ศิริพร มโนพิเชษฐวัฒนา, 2547, หน้า 27) ได้สรุปประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก ไว้ 5 ประการ ดังนี้

1. ผู้เรียนมีความเข้าใจในความคิดรวบยอดที่เรียนอย่างลึกซึ้งและถูกต้อง ทำให้เกิดความคงทน และการถ่ายโยงความรู้ได้ดี การเรียนรู้เชิงรุกทำให้ผู้เรียนได้ลงมือกระทำกิจกรรมที่มีความสนุกสนาน ท้าทายให้ติดตามอยู่เสมอมีโอกาสใช้เวลาว่างสร้างความคิดกับงานที่ลงมือกระทำมากขึ้น สามารถใช้ความคิดที่สำคัญในการแก้ปัญหาพัฒนาคำตอบของตนเองบูรณาการเข้ากับสิ่งที่กำลังเรียนอย่างเป็นระบบ ทำให้เกิดความเข้าใจอย่างชัดเจน มีความสามารถและทักษะเชิงความคิด มีเทคนิควิธีที่จะใช้ปฏิบัติงานและแก้ปัญหาในชีวิตจริงได้

2. ผู้เรียนสามารถแก้ไข และปรับความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนได้ทันทีจากการเรียนรู้เชิงรุก เพราะได้มีการพูดคุย และเขียนสื่อสารซึ่งกันและกัน วิจารณ์โต้แย้งระหว่างเพื่อนและผู้สอน นอกจากนี้ ผู้เรียนยังสามารถจัดระบบการคิด และสร้างวินัยต่อกระบวนการแก้ปัญหารับผิดชอบต่อการเรียนรู้ด้วยตนเองรู้ว่าสิ่งที่เรียนนั้นดีอย่างไร ผู้สอนจะได้รับประโยชน์จากข้อมูลป้อนกลับอย่างสม่ำเสมอว่าผู้เรียนเข้าใจ หรือไม่เข้าใจอะไร ซึ่งการได้รับข้อมูลป้อนกลับนี้จะช่วยให้ผู้สอนสามารถปรับการสอนให้เหมาะสมกับผู้เรียนได้

3. ผู้เรียนได้รับประโยชน์จากแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลาย การเรียนรู้เชิงรุกทำได้ดีในชั้นเรียนที่มีผู้เรียนทั้งเก่งและอ่อน โดยผู้เรียนใช้วิธีการที่แตกต่างกัน เพื่อให้ผู้เรียนแต่ละคนเข้าใจ และสามารถมอบหมายให้ผู้เรียนที่เรียนได้เร็วกว่าอธิบายความเข้าใจให้เพื่อนฟัง เป็นการเรียนรู้โดยเพื่อนช่วยเพื่อน

4. ส่งเสริมเจตคติทางบวกต่อการเรียน การเรียนรู้เชิงรุกช่วยให้ผู้สอนสามารถปรับเจตคติผู้เรียนต่อการเรียนรู้ได้ ถึงแม้จะมีการเรียนรู้ในชั้นเรียนขนาดใหญ่ เนื่องจากผู้เรียนได้รับความพอใจจากเนื้อหา และแบบฝึกหัดที่สัมพันธ์กับชีวิตจริง ทำให้เห็นความสำคัญเกิดความพยายามและความรับผิดชอบต่อการเรียนรู้มากขึ้น อันเนื่องจากการเห็นคุณค่าของการเรียนรู้ที่ตนเองได้ลงมือปฏิบัติจริง

5. ผู้เรียนได้ประโยชน์จากการมีปฏิสัมพันธ์ในชั้นเรียนกับเพื่อนผู้เรียนมีโอกาสตั้งคำถาม ตอบโต้ วิพากษ์วิจารณ์ และชื่นชมการทำงานที่มีวิธีการและมุมมองที่แตกต่างกันของแต่ละคนและแต่ละกลุ่ม สร้างความท้าทายและจูงใจ ทั้งผู้เรียนและผู้สอนให้สนุกสนานน่าตื่นเต้น ผู้เรียนพัฒนาประสบการณ์ทางสังคม และได้เรียนรู้วิธีการเรียนด้วยตนเอง สามารถปฏิบัติงานร่วมกับผู้อื่นได้ดีมีมนุษยสัมพันธ์อันดีต่อกัน

จิตณรงค์ เอี่ยมสำอางค์ (2558) ได้สรุป ประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก ไว้ดังนี้

1. พัฒนาการมีส่วนร่วมของผู้เรียนให้คิดและปฏิบัติ ตลอดจนพัฒนาความคิดและทักษะ

2. มีการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อการพัฒนาของผู้เรียน

3. ให้ความสำคัญกับความแตกต่างของผู้เรียน

4. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้คิดและพูดในสิ่งที่เกี่ยวข้องกับการเรียน และได้ฝึกปฏิบัติจริง

5. สร้างเครือข่ายระหว่างบุคคลรวมถึงสื่ออุปกรณ์ในการเรียนรู้ต่าง ๆ ซึ่งทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในการเรียนรู้

6. มุ่งฝึกฝนทักษะสำคัญให้กับผู้เรียน เช่น การร่วมมือร่วมใจในการทำงาน การทำงานร่วมกับผู้อื่น

7. สร้างความมั่นใจในตนเองในการนำเสนอผลงานของตนเองกับผู้อื่น

8. สร้างชุมชนแห่งการเรียนรู้ในห้องเรียน โดยการสร้างการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียน และนักเรียนกับนักเรียนในการแลกเปลี่ยนเรียนรู้

จากการศึกษาประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกช่วยในการสร้างกระบวนการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับการทำงานของสมองส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความตื่นตัวและกระตือรือร้นด้านการรู้คิด (Cognitively Active) มากกว่าการฟังผู้สอนในห้องเรียนและการท่องจำ นอกจากจะกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้ด้วยตัวผู้เรียนและยังเป็นการพัฒนาทักษะการเรียนรู้ของผู้เรียน ทำให้เกิดการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยผู้วิจัยขอนำเสนอเอกสารที่เกี่ยวข้องกับความหมายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังนี้

4.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลสัมฤทธิ์ (Achievement) หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Academic achievement) หมายถึง คุณลักษณะรวมถึงความรู้ความสามารถของบุคคล อันเป็นผลมาจากการเรียนการสอน หรือมวลประสบการณ์ทั้งปวงที่บุคคลได้รับจากการเรียนการสอน ทำให้บุคคลเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในด้านต่าง ๆ ของสมรรถภาพสมอง (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2530, หน้า 29)

Good and Brophy (1973, p. 47) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ที่ได้รับหรือการพัฒนาทักษะการเรียน ซึ่งโดยปกติพิจารณาจากคะแนนสอบที่กำหนด คะแนนที่ได้จากงานที่ครูผู้สอนมอบหมายให้ หรือทั้งสองอย่าง

ไพศาล หวังพานิช (2526, หน้า 89) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คุณลักษณะ และความสามารถของบุคคลอันเกิดจากการเรียนการสอนเป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมและประสบการณ์การเรียนรู้ที่เกิดจากการฝึกฝนอบรม หรือที่ได้จากการสอน

บุญชม ศรีสะอาด (2545, หน้า 122) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ความเข้าใจ ทักษะ และสมรรถภาพทางสมองของผู้เรียนที่ได้จากการเรียนรู้ การศึกษาค้นคว้า อบรม การสั่งสอน หรือได้จากประสบการณ์ที่ได้รับจากโรงเรียน บ้าน และแหล่งอื่น ๆ

ขนิษฐา บุญภักดี (2552, หน้า 10) ได้กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คุณลักษณะ และความสามารถของบุคคลอันเกิดจากการเรียนการสอน อาจได้มาจากกระบวนการที่ไม่ต้องอาศัยการทดสอบ เช่น การสังเกต และจากการใช้แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั่วไป

จากความหมายข้างต้น สามารถสรุปได้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลที่ได้จากการเรียนรู้ความสามารถในการแก้ปัญหา และการลงมือกระทำที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก โดยอยู่ในรูปของผลคะแนนที่ได้

4.2 การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

บลูม (Bloom, 1956 อ้างถึงใน ภพ เลาหไพบูลย์, 2542, หน้า 39) ได้จำแนกวัตถุประสงค์ทางการเรียนเพื่อให้เกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 3 ด้าน คือ

4.2.1 ด้านพุทธิพิสัย (Cognitive domain) คือ มุ่งพัฒนาการเรียนรู้ที่เกี่ยวกับความสามารถทางสมองหรือสติปัญญา ด้านความรู้ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า

4.2.2 ด้านจิตพิสัย (Affective domain) คือ มุ่งพัฒนาคุณลักษณะด้านจิตใจ หรือความรู้สึกเกี่ยวกับความสนใจ เจตคติ และการปรับตัว

4.2.3 ด้านทักษะพิสัย (Psychomotor domain) คือ มุ่งพัฒนาความสัมพันธ์ระหว่างร่างกาย และสมองที่มีความสามารถในการปฏิบัติจนมีทักษะ มีความชำนาญในการดำเนินงานต่าง ๆ ในการจัดการเรียนรู้ มีการกำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งทางด้านพุทธิพิสัย จิตพิสัย และทักษะพิสัย ดังนั้นในการที่จะตรวจสอบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมากน้อยเพียงใดจึงจำเป็นต้องมีการวัดผลสัมฤทธิ์ ซึ่งในแต่ละด้านจะมีวิธีวัดที่แตกต่างกันไป ในงานวิจัยนี้ได้มุ่งเน้นเฉพาะการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านพุทธิพิสัย

การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผู้วิจัยใช้รูปแบบของบลูมได้กล่าวถึง ลำดับขั้นที่ใช้ในการเขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมด้านความรู้คิด (พุทธพิสัย) ซึ่งแบ่งย่อยเป็น 6 ด้าน (พิศิษฐ ตัณฑวณิช, 2557) ทั้งหมด 6 ด้าน คือ การจำ ความเข้าใจ การปรับใช้ การวิเคราะห์ การประเมิน และการสร้างสรรค์ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. การจำ (remembering) หมายถึง การที่ผู้เรียนสามารถจดจำสาระต่าง ๆ ที่ได้เรียนรู้มาไว้ในสมองพฤติกรรมการเรียนรู้ในส่วนนี้มุ่งวัดความสามารถในการจัดเก็บข้อมูลความรู้ (retention) ไว้ในตัวผู้เรียน

2. ความเข้าใจ (understanding) หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการสื่อสารข้อความรู้ที่ตนได้รับรู้มาให้บุคคลอื่นได้รับทราบถึงข้อความรู้นั้นด้วยวิธีการสื่อสารที่เป็นของตนเอง โดยอาจนำเสนอเป็นถ้อยคำ ภาษาเขียน ท่าทาง สัญลักษณ์ รูปภาพ หรือวิธีการอื่นที่เป็นของตนเอง ความเข้าใจถือได้ว่าเป็นจุดตั้งต้นของพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัยที่กระบวนการจัดการศึกษาคาดหวังว่าควรเกิดขึ้นกับผู้เรียน พฤติกรรมของความเข้าใจเน้นตรงการที่ผู้เรียนต้องสามารถสื่อความหมายของสาระบทเรียนที่ตนได้รับรู้มาให้ปรากฏออกในลักษณะของการสื่อสารในลักษณะต่าง ๆ เพื่อถ่ายทอดสาระที่ตนรับรู้ได้ ไปยังบุคคลที่เป็นผู้รับให้สามารถรับสาระดังกล่าวได้อย่างถูกต้องตรงตามความหมายของสิ่งที่ผู้เรียนได้เรียนรู้

3. การปรับใช้ (applying) หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนในการนำความรู้ที่ตนได้เรียนรู้ไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ที่ตนต้องเผชิญหรือในชีวิตจริง ทั้งนี้สถานการณ์ที่เกิดขึ้นนั้นจะต้องเป็นสถานการณ์ที่มีความใหม่หรือต่างไปจากเดิม หากสถานการณ์ที่กำหนดหรือเกิดขึ้นเป็นสถานการณ์ที่บุคคลคุ้นเคยแล้วเป็นอย่างมากก็จะเป็นลักษณะของพฤติกรรมการจำ และการปรับใช้จะเป็นความรู้ที่เป็นขั้นตอนการดำเนินการ

4. การวิเคราะห์ (analyzing) หมายถึง ความสามารถในการจำแนก แยกแยะองค์ประกอบของสิ่งใด สิ่งหนึ่งออกเป็นส่วน ๆ เพื่อค้นหาว่ามีองค์ประกอบย่อย ๆ อะไรบ้าง ทำมาจากอะไร ประกอบขึ้นมาได้อย่างไร และมีความเชื่อมโยงสัมพันธ์กันอย่างไร

5. การประเมิน (evaluating) หมายถึง ความสามารถในการลงข้อตัดสินใจที่เกี่ยวข้องกับคุณค่าให้กับกิจกรรมสิ่งของการกระทำ หรือปรากฏการณ์ใด ๆ เป็นไปตามเกณฑ์และมาตรฐานที่กำหนด ทั้งนี้การประเมินจะเกิดขึ้นนั้นต้องเป็นการตัดสินใจที่เกี่ยวข้องกับคุณค่า

6. การสร้างสรรค์ (creating) หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการที่จะคิดพัฒนาประดิษฐ์สร้าง หรือจัดกระทำสิ่งใหม่ ๆ ให้เกิดขึ้น โดยผลงานดังกล่าวนั้นเกิดจากความคิดของตัวผู้สร้างเอง โดยมิได้ลอกเลียนงานของบุคคลอื่น หรือมาในลักษณะของการลอกทั้งชิ้นงาน นอกจากนี้การสร้างสรรค์ หมายถึง การนำเอาสิ่งต่าง ๆ ที่มีลักษณะเป็นส่วนย่อยมาผูกพันประสานให้เกิดขึ้นเป็นผลงานชิ้นใหม่ที่แตกต่างไปจากเดิม การสร้างสรรค์เป็นความคาดหวังของการจัดการศึกษาในประเด็นที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนแต่ละคนมีความเป็นตัวของตัวเอง มีความสามารถในการคิดประดิษฐ์สร้าง หรือสร้างสรรค์สิ่งใหม่ ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อคนในสังคม โดยปรากฏผลงานในรูปต่าง ๆ เช่น ข้อเขียนหรือบทความ ชิ้นงาน ผลงานประดิษฐ์ ภาพวาด ตำรา หรือทฤษฎี เป็นต้น

การสร้างสรรค์สามารถแยกย่อยออกได้เป็น 3 ส่วนย่อยคือ

6.1 การจัดกระทำใหม่ (generating or hypothesizing) หมายถึง การที่บุคคลสามารถให้ข้อเสนอแนะชี้แนะแนวทางการพัฒนาสร้างสรรค์ หรือเห็นแนวทางขั้นตอนในการจัดกระทำใหม่ให้กับปัญหา หรือขั้นตอนการดำเนินการใด ๆ ที่มีอยู่โดยอาศัยแนวทางพื้นฐานวิธีการเดิมที่มีอยู่เป็นฐาน และแนวคิดในการแก้ไขพัฒนาต่อยอดเพื่อให้ได้สิ่งใหม่ที่ต่างออกไปจากเดิม

6.2 การวางแผน (planning) หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการจัดลำดับขั้นตอนหรือสามารถกำหนดสิ่งที่จะต้องดำเนินการ เพื่อแก้ปัญหา หรือกระทำการบางอย่างให้ลุล่วงไปเพื่อให้เกิดผลตามที่ต้องการในอนาคต

6.3 การสร้างและพัฒนา (producing) หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการที่ใช้ความสามารถทางสมองของตนในการคิดค้น เขียน สร้าง วาด หรือพัฒนาสิ่งใหม่ให้เกิดขึ้น โดยการกระทำดังกล่าวผู้สร้างใช้ความสามารถความคิดของตนเองเป็นสำคัญ มิได้เกิดจากการลอก หรือเลียนแบบผลงานของบุคคลอื่นมาทั้งหมด หรือลอกมาแทบทุกส่วน

จากความหมายข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง การวัดระดับความสามารถในการเรียนรู้ของผู้เรียนหลังจากที่ได้รับการเรียนรู้ ซึ่งสามารถจำแนกวัตถุประสงค์ทางการเรียนเพื่อให้เกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 3 ด้าน ได้แก่ ด้านพุทธิพิสัย ด้านทักษะพิสัย และด้านจิตพิสัย ซึ่งด้านพุทธพิสัยสามารถแบ่งย่อยออกเป็น 6 ด้าน คือ การจำ ความเข้าใจ การปรับใช้ การวิเคราะห์ การประเมิน และการสร้างสรรค์

4.3 ความหมายแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์

บุญชม ศรีสะอาด (2543, หน้า 53) กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Achievement Test) หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ความสามารถของบุคคลในด้านวิชาการ ซึ่งเป็นผลจากการเรียนรู้ในเนื้อหาสาระและตามจุดประสงค์ของวิชา หรือเนื้อหาที่สอนนั้น

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2547, หน้า 213) ให้ความหมายว่า แบบทดสอบที่วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นชุดของข้อคำถาม หรือกลุ่มงานใด ๆ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อเร้าให้ผู้เรียนถูกทดสอบแสดงพฤติกรรมอย่างใดอย่างหนึ่งออกมาให้สามารถสังเกตและสามารถวัดได้

ภัทรา นิคมานนท์ (2543, หน้า 88-89) ให้ความหมายว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดปริมาณความรู้ ความสามารถ ทักษะเกี่ยวกับด้านวิชาการที่ได้เรียนรู้มาในอดีต ว่ารับรู้ไว้ได้มากน้อยเพียงใด โดยทั่วไปมักใช้วัดหลังจากการทำกิจกรรมเรียบร้อยแล้ว

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2538, หน้า 171) ให้ความหมายว่า เป็นแบบทดสอบที่วัดความรู้ของนักเรียนที่ได้เรียนไปแล้ว ซึ่งมักจะเป็นข้อคำถามให้นักเรียนตอบด้วยกระดาษ

และดินสอ (paper and pencil test) กับให้นักเรียนปฏิบัติจริง (performance test)

จากความหมายข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ ทักษะ และความสามารถทางวิชาการที่นักเรียนได้เรียนรู้มาแล้วว่าบรรลุผลสำเร็จตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้เพียงใด

4.4 ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เยาวดี วิบูลย์ศรี (2551, หน้า 23) ได้อธิบายว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มี 2 ประเภท คือ

4.4.1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์มาตรฐาน เป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นโดยกลุ่มผู้เชี่ยวชาญมากกว่าที่สร้างขึ้นโดยบุคคลใดบุคคลหนึ่งเพียงบุคคลเดียวเท่านั้น ซึ่งมีจุดมุ่งหมายเพื่อนำไปใช้เปรียบเทียบความสามารถของนักเรียนแต่ละคน หรือเปรียบเทียบระหว่างชั้นเรียน หรือระหว่างโรงเรียนในกลุ่มประชากรที่กว้างขึ้น

4.4.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ครูสร้าง เป็นแบบทดสอบที่ครูใช้เป็นเครื่องมือสำหรับการเรียนโดยเฉพาะ คือ ใช้วัดความก้าวหน้าเกี่ยวกับผลการเรียนของนักเรียน ใช้ค้นหาข้อบกพร่องของระบบการเรียนการสอน หรือใช้ในการตัดสินเป้าหมายของหลักสูตรในแต่ละหน่วยการสอนว่า ได้บรรลุตามที่คาดหวังไว้หรือไม่ และใช้ในการตัดสินผลการเรียนของนักเรียน

สมนึก ภัททิยธนี (2546, หน้า 73-76) ได้อธิบายว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ครูสร้าง มี 6 แบบ ดังนี้

1. ข้อสอบแบบอัตนัย หรือความเรียง (Subjective or essay test) เป็นข้อสอบที่มีเฉพาะคำถามแล้วให้นักเรียนเขียนตอบอย่างเสรีเขียนบรรยายตามความรู้ และข้อคิดเห็นของแต่ละคน

2. ข้อสอบแบบถูก-ผิด (True- false test) เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบที่มี 2 ตัวเลือก แต่ตัวเลือกดังกล่าวเป็นแบบคงที่ และมีความหมายตรงข้ามกัน เช่น ถูก-ผิด, ใช่-ไม่ใช่, จริง-ไม่จริง, เหมือนกัน-ต่างกัน

3. ข้อสอบแบบเติมคำ (Completion test) เป็นข้อสอบที่ประกอบไปด้วยประโยคหรือข้อความที่ยังไม่สมบูรณ์แล้วให้นักเรียนเติมคำหรือประโยค หรือข้อความลงในช่องว่างที่เว้นไว้นั้นเพื่อให้มีใจความสมบูรณ์และถูกต้อง

4. ข้อสอบแบบตอบสั้น (Short answer test) ข้อสอบประเภทนี้คล้ายกับข้อสอบแบบเติมคำ แต่แตกต่างกันที่ข้อสอบแบบตอบสั้นเขียนเป็นประโยคคำถามสมบูรณ์ คำตอบที่ต้องการจะสั้นและกะทัดรัดได้ใจความที่สมบูรณ์ ไม่ใช่เป็นการบรรยายแบบข้อสอบอัตนัยหรือความเรียง

5. ข้อสอบแบบจับคู่ (Matching test) เป็นข้อสอบเลือกตอบชนิดหนึ่งจะมีคำหรือข้อความแยกจากกันเป็น 2 ชุด ซึ่งแต่ละชุดมีความสัมพันธ์กันโดยให้นักเรียนจับคู่ความสัมพันธ์ให้ถูกต้อง

6. ข้อสอบแบบเลือกตอบ (Multiple choice test) คำถามแบบเลือกตอบโดยทั่วไปจะประกอบไปด้วย 2 ตอน คือ ตอนนำหรือคำถาม (Stem) กับตอนเลือก (Choice) ในตอนเลือกนี้จะประกอบไปด้วยตัวเลือกที่เป็นคำตอบถูก และตัวเลือกที่เป็นตัวลวงจะมีคำถามที่กำหนดให้นักเรียนพิจารณาแล้วหาตัวเลือกที่ถูกที่สุดเพียงตัวเลือกเดียว

บรรดล สุขปิติ (2542, หน้า 7- 12) กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีหลายประเภทขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่ใช้ในการจำแนก ดังนี้

1. จำแนกตามลักษณะการสร้าง แบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ

1.1 แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเอง (Teacher Made Tests) เป็นแบบทดสอบที่ครูผู้สอนสร้างขึ้นมาใช้ในห้องเรียนเอง เพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนเป็นครั้ง ๆ มักเป็นแบบทดสอบที่ครอบคลุมเนื้อหาเฉพาะตามหลักสูตรเนื้อหานั้น ๆ โดยทั่วไปแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเองจะมี 2 ชนิด คือ แบบทดสอบที่ใช้วัดการเรียนการสอน (Formative Test) เพื่อตรวจสอบความก้าวหน้าของผู้เรียน นำผลมาใช้เพื่อปรับปรุงการสอนของครู และการปรับปรุงการเรียนของผู้เรียนอีกชนิด คือ แบบทดสอบที่ใช้วัดผลการเรียนการสอน (Summative Tests) เพื่อนำผลไปใช้ในการสรุปรวบยอด หรือตัดสินผลการเรียนจากแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเองในการสร้างอาจไม่ได้มีการพิจารณาตรวจสอบคุณภาพมากนัก ว่าแบบทดสอบมีคุณภาพหรือไม่อย่างไร การตรวจให้คะแนนและแปลผลมักทำการเปรียบเทียบผลเฉพาะกลุ่มที่สอบด้วยกันหรือเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่ผู้สอนกำหนดไว้

1.2 แบบทดสอบมาตรฐาน (Standardize Tests) เป็นแบบทดสอบที่มีมาตรฐาน 3 ประการ คือ ประการแรก มาตรฐานในการดำเนินการสร้าง คือ ผ่านกระบวนการตรวจสอบคุณภาพ และพัฒนาตรวจสอบคุณภาพจนเป็นที่น่าเชื่อถือได้ มักออกแบบให้ครอบคลุมเนื้อหาสาระกว้าง ๆ ที่สอนในหลักสูตรนั้น เพื่อให้สามารถใช้ได้กับสถาบันการศึกษาทั่ว ๆ ไป ประการที่สอง มาตรฐานในการดำเนินการสอบ คือ มีคู่มือในการดำเนินการสอบไม่ว่านำไปใช้ที่ใด หรือมีผู้ดำเนินการสอบก็ปฏิบัติเหมือนกัน และประการที่สาม มาตรฐานในการให้คะแนนหรือความหมายของคะแนนไม่ว่าใครให้คะแนนก็ผลเหมือนกัน มีเกณฑ์เปรียบเทียบที่เป็นมาตรฐานที่เรียกว่า เกณฑ์ปกติ (Norms) สำหรับการแปลความหมายของคะแนนของผู้เข้าสอบ

2. จำแนกตามเกณฑ์ที่ใช้ในการแปลความหมายของคะแนน แบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ

2.1 แบบทดสอบอิงเกณฑ์ (Criterion Referenced Test) เป็นแบบทดสอบที่มุ่งวัดระดับความรู้ของผู้เรียนว่ามีความรู้ความสามารถอะไรบ้าง แบบทดสอบอิงเกณฑ์จึงสร้างให้ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ที่สำคัญของการเรียนรู้ที่ต้องการให้เกิดแก่ผู้เรียน โดยนำคะแนนที่ได้จากการสอบไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์ (Absolute Standard) แล้วแปลความหมายในเชิงความรอบรู้ในเนื้อหาที่เรียกว่า ผู้เรียนอยู่ในระดับที่ถือว่ารอบรู้ในเนื้อหานั้น ๆ หรือไม่

2.2 แบบทดสอบอิงกลุ่ม (Norms Referenced Tests) เป็นแบบทดสอบที่มุ่งเปรียบเทียบความสามารถของผู้เรียนในกลุ่มด้วยกันเอง จำแนกผู้เรียนเป็นกลุ่ม ๆ ตามระดับความสามารถ ข้อสอบอิงกลุ่มจึงสร้างขึ้นมาเพื่ออธิบายว่าผู้เรียนคนนั้น ๆ เก่ง หรืออ่อนกว่าคนอื่น ๆ เท่าไร ดังนั้น แบบทดสอบประเภทนี้จึงต้องสร้างให้มีคุณสมบัติในการจำแนกผู้เรียนได้ดี

3. จำแนกตามลักษณะการตรวจให้คะแนน แบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ

3.1 แบบทดสอบอัตนัย (Subjective Test) เป็นแบบทดสอบที่การตรวจให้คะแนนจะขึ้นอยู่กับความรู้สึกความคิดเห็นของผู้ตรวจเป็นสำคัญ ผู้ตรวจต่างคนอาจให้คะแนนไม่ตรงกันหรือไม่สอดคล้องกัน ลักษณะการให้คะแนนจึงไม่คงที่ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับอารมณ์ของผู้ตรวจและช่วงเวลาในการตรวจ จุดเด่นของข้อสอบชนิดนี้ คือ ในแต่ละข้อคำถามสามารถวัดความรู้ความสามารถได้หลาย ๆ ด้าน และมีจุดมุ่งหมายให้ผู้ตอบตอบยาว ๆ ผู้ตอบมีโอกาสแสดงความสามารถ ความรู้สึก และความคิดเห็นได้เต็มที่ นอกจากนี้สามารถวัดด้านการเขียนได้ ลักษณะคำถามต้องการให้ผู้ตอบได้บูรณาการแนวคิด และประเมินแนวคิดที่เห็นว่าเหมาะสมกับสถานการณ์นั้น ๆ ข้อสอบอัตนัยเหมาะสำหรับใช้วัดความสามารถทางสมองขั้นสูงมากกว่าที่จะใช้วัดความสามารถทางสมองขั้นต่ำ

3.2 แบบทดสอบปรนัย (Objective Test) เป็นแบบทดสอบที่มีการตรวจให้คะแนนแบบมีกฎเกณฑ์ตายตัว ใครตรวจก็ให้คะแนนตรงกัน ตรวจกี่ครั้งก็ให้คะแนนตรงกัน แบบทดสอบชนิดนี้มัก เรียกว่า แบบทดสอบที่ถูกเป็นหนึ่ง ผิดเป็นศูนย์ หมายความว่า ตอบถูกจะได้คะแนน และตอบผิดจะไม่ได้คะแนน ข้อสอบถามให้ผู้ตอบตอบในขอบเขตที่จำกัดมีการกำหนดคำตอบมาให้ล่วงหน้า หรือไม่กำหนดคำตอบมาให้แต่ตอบสั้น ๆ คำถามแต่ละข้อวัดความสามารถเรื่องใดเรื่องหนึ่งเพียงเรื่องเดียว ผู้ตอบไม่มีโอกาสแสดงความคิดเห็นได้อย่างกว้างขวางเหมือนแบบทดสอบแบบอัตนัย ซึ่งแบบทดสอบแบบปรนัยแบ่งได้เป็น 4 ประเภท ดังนี้

3.2.1 ข้อสอบปรนัยแบบถูกผิด (True -False) ลักษณะข้อสอบประกอบด้วยข้อความ หรือประโยคที่ต้องการให้ผู้ตอบตัดสิน เพื่อเลือกคำตอบที่เป็นไปได้สองอย่างว่าข้อความ

หรือประโยคที่กำหนดมาให้นั้น ถูกหรือผิด ใช่หรือไม่ใช่ จริงหรือเท็จ หรือสามารถดัดแปลงให้สามารถอยู่ในรูปแบบอื่นได้อีก เช่น รูปแบบการจำแนกข้อเท็จจริงออกจากความคิดเห็น คือ ถ้าข้อความใดเป็นจริงให้ตอบ “ถูก” ถ้าข้อความใดเป็นเท็จให้ตอบ “ผิด” แต่ถ้าข้อความใดตัดสินไม่ได้ว่าเป็นจริงหรือเท็จ ให้ตอบว่าเป็น “ความคิดเห็น” นอกจากนี้ยังมีรูปแบบที่ต้องแก้ไขในส่วนที่ผิดให้ถูกต้องโดยให้ตอบกา หรือขีดเส้นใต้ส่วนที่ผิดให้ถูกต้อง ข้อสอบแบบถูกผิดสามารถนำไปใช้วัดพฤติกรรมการเรียนรู้ขั้นความรู้ ความจำ โดยเฉพาะที่เกี่ยวข้องกับความจริง หรือนิยามหลักการต่าง ๆ ความเข้าใจในหลักการและการนำไปใช้ รวมถึงความสามารถในการแก้ปัญหาเกี่ยวกับโจทย์ทางคณิตศาสตร์ได้ นอกจากนี้ยังใช้วัดความสัมพันธ์ในเชิงเหตุผล โดยพิจารณาว่าคำที่ขีดเส้นใต้ในประโยค หรือข้อความที่เกี่ยวข้องกันมีความเป็นเหตุเป็นผลกันหรือไม่ จะเห็นได้ว่าเป็นข้อสอบที่ใช้วัดความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหาต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดี สร้างง่าย และสามารถสร้างคำถามได้หลายข้อ ซึ่งช่วยให้ครอบคลุมที่กำหนด แต่ข้อสอบประเภทนี้มีข้อจำกัด คือ ผู้สอบมีโอกาสสูงในการเดาคำตอบให้ถูก และเป็นข้อสอบที่มีแนวโน้มว่าจะวัดเรื่อง เล็ก ๆ น้อย ๆ และวัดในเรื่องที่ไม่เกี่ยวข้องในพฤติกรรมการเรียนรู้ที่สำคัญ

3.2.2 ข้อสอบปรนัยแบบจับคู่ (Matching) เป็นข้อสอบปรนัยประเภทหนึ่งที่ให้ผู้ตอบจับคู่ระหว่างคำหรือข้อความ ประกอบด้วย 2 สดมภ์ สดมภ์หนึ่งมักอยู่ทางซ้ายมือเป็นกลุ่มของคำถามอาจเป็นคำ ข้อความ วลี ประโยค อีกสดมภ์หนึ่งอยู่ทางขวามือเป็นกลุ่มของคำตอบอาจเป็นคำ จำนวน หรือสัญลักษณ์ ลักษณะของข้อสอบแบบจับคู่สดมภ์ทางซ้ายมือกับสดมภ์ทางขวามือเป็นการจับคู่ของสิ่งที่มีความเกี่ยวข้องสอดคล้องหรือสัมพันธ์กัน ข้อสอบแบบจับคู่เหมาะสำหรับวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ ขั้นความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ซึ่งเป็นเรื่องราวที่มีความเกี่ยวข้องกัน ข้อดีของข้อสอบประเภทนี้ คือ เหมาะสมสำหรับเนื้อหาที่ต้องการถามความจำเกี่ยวกับบุคคล เวลา สถานที่ เหตุการณ์ การกระทำ เป็นข้อสอบที่สร้างง่ายใช้สะดวก สร้างความสนใจให้ผู้สอบใช้พื้นที่ในการสร้างหรือเขียนน้อย เป็นการประหยัด และผู้ตอบมีโอกาสเดาได้น้อย แต่มีข้อจำกัด คือ เอาไปใช้ได้ในเนื้อหาที่มีขอบเขตจำกัดวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ ขั้นความรู้ ความจำเป็นส่วนใหญ่ ถ้าหากเนื้อหาและคำตอบถ้าสร้างไม่ดีจะเดาได้

3.2.3 ข้อสอบปรนัยแบบเติม (Completion) หรือเติมคำตอบสั้น (Short Answer) ข้อสอบประเภทนี้จัดอยู่ในข้อสอบปรนัย เนื่องจากเป็นข้อสอบที่มีคำตอบถูกต้องตายตัว ใครตรวจก็ให้คะแนนที่ตรงกัน ข้อสอบลักษณะนี้ผู้สอบต้องคิด และสร้างคำตอบขึ้นมาเอง แต่เป็นการเติมคำหรือตอบเพียงสั้น ๆ เช่น เป็นคำ วลี จำนวน สัญลักษณ์ ความแตกต่างของข้อสอบแบบเติมคำและแบบคำตอบสั้นอยู่ที่ประเด็นคำถาม คือ ข้อสอบแบบเติมคำ คำถามเป็นประโยคที่ไม่สมบูรณ์เว้นช่องว่างให้ไว้เติม เพื่อทำให้ใจความของประโยคสมบูรณ์ ส่วนข้อสอบแบบตอบสั้น คำถามสั้น

เหมาะสมสำหรับวัดความรู้ ความจำ ได้แก่ ความรู้ความจำเกี่ยวกับศัพท์ ความจริงเฉพาะ หรือข้อเท็จจริง หลักการ และกฎเกณฑ์ต่าง ๆ รวมทั้งวิธีดำเนินการ ซึ่งสามารถวัดได้ดีกว่าข้อสอบปรนัยชนิดอื่น ๆ ข้อสอบประเภทนี้สามารถวัดผลการเรียนรู้ในขั้นที่สูงกว่าความจำ ได้แก่ การตีความข้อมูลอย่างง่าย ๆ เช่น แผนภูมิ กราฟ รูปภาพต่าง ๆ ตลอดจนความสามารถในการแก้ปัญหาในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ได้ ข้อดีของข้อสอบชนิดนี้ คือ ลดการเดา สร้างง่าย รวดเร็ว สามารถสร้างได้ครอบคลุมเนื้อหา และเหมาะสมสำหรับการวัดแก้ปัญหาข้อสอบ ประเภทนี้มีข้อจำกัด คือ วัดพฤติกรรมการเรียนรู้ในขอบเขตที่จำกัด ซึ่งไม่เหมาะสมสำหรับการวัดพฤติกรรมที่ซับซ้อน หากคำถามไม่ชัดเจนจะทำให้คำตอบเป็นไปได้หลายอย่าง และมีความเป็นปรนัยในการตรวจให้คะแนนน้อยกว่าข้อสอบปรนัยแบบอื่น ๆ

3.2.4 ข้อสอบปรนัยแบบเลือกตอบ (Multiple Choice) หรือข้อสอบแบบหลายตัวเลือก เป็นข้อสอบที่ให้ผู้ตอบเลือกคำตอบจากตัวเลือกที่กำหนดให้ ข้อสอบแบบนี้ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนที่เป็นตัวคำถาม และส่วนที่เป็นคำตอบหรือตัวเลือก โดยทั่วไปส่วนที่เป็นคำถามจะมีรูปแบบการถาม 2 ลักษณะ คือ เป็นรูปแบบการถามโดยตรง และถามในลักษณะเป็นข้อความที่ไม่สมบูรณ์ ในส่วนของคำตอบหรือตัวเลือกแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ ตัวเลือกที่เป็นคำตอบถูกเรียกว่า ตัวคำตอบ (Answer หรือ Key) ซึ่งมี 1 ตัวเลือก ส่วนที่เหลือเป็นตัวเลือกที่ผิด หรือเรียกว่าตัวเลือกลวง (Distracters)

ข้อสอบปรนัยแบบเลือกตอบ มีข้อดีหลายประการด้วยกัน กล่าวคือ

1. วัดความสามารถ หรือพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนได้กว้างและลึกตั้งแต่ความสามารถทางสมองขั้นต่ำ ได้แก่ ขั้นความรู้ ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ ไปจนถึงขั้นซับซ้อน หรือความสามารถทางสมองขั้นสูง ได้แก่ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า

2. สามารถวัดได้ครอบคลุมในเนื้อหาที่ต้องการจะวัด และสามารถวัดได้อย่างหลากหลาย เนื่องจากเปิดโอกาสให้ผู้สอนสามารถสุ่มเนื้อหาที่ต้องการวัดมาออกข้อสอบได้ตามความต้องการ

3. ช่วยให้แบบทดสอบมีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาได้ดี เนื่องจากสามารถออกข้อสอบให้ครอบคลุมพฤติกรรมการเรียนรู้ได้หลายด้านและออกได้จำนวนหลายข้อ

4. มีความเป็นปรนัยในการให้คะแนน

5. ใช้เวลาในการตรวจข้อสอบน้อย

6. เหมาะสำหรับการสอบที่มีผู้สอบจำนวนมาก

7. คะแนนที่ได้จากการสอบมีความเชื่อมั่นมากกว่าแบบทดสอบชนิดอื่น ๆ เนื่องจากว่าข้อสอบชนิดนี้สามารถลดการตอบถูกโดยการเดาลดลงได้ สามารถพัฒนาไปเป็นแบบทดสอบมาตรฐานและเป็นที่นิยมมาก

อย่างไรก็ตามข้อสอบปรนัยแบบเลือกตอบมีข้อจำกัดเช่นกัน กล่าวคือ

1. เปิดโอกาสให้ผู้ตอบเดาได้

2. ข้อสอบออกยากและเสียเวลาในการออกข้อสอบมาก เนื่องจากต้องเขียนตัวลวงที่ผิดแต่ให้มีท่าว่าถูก เพื่อให้เป็นตัวลวงที่ดี

3. ผู้ออกข้อสอบต้องมีความรู้ความสามารถในการออกข้อสอบจริง ๆ จึงจะสามารถวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ขั้นสูงได้

4. ผู้ออกข้อสอบต้องมีความรอบรู้ในเนื้อหานั้น ๆ ประกอบกับมีความรู้ในเรื่องวิธีการเขียนข้อสอบเป็นอย่างดี

5. ไม่เหมาะสำหรับการวัดความคิดสร้างสรรค์ การเสนอแนวคิดตลอดจนทักษะในการเขียน และการวัดการปฏิบัติต่าง ๆ

6. สิ้นเปลืองงบประมาณมากกว่าการออกข้อสอบชนิดอื่น ๆ

กล่าวโดยสรุป แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบ่งได้หลายประเภท ขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่ใช้ในการจำแนก เช่น ตามลักษณะการสร้างแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ แบบทดสอบมาตรฐาน ซึ่งสร้างจากผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหา และด้านวัดผลการศึกษา มีการหาคุณภาพเป็นอย่างดี ส่วนอีกประเภทหนึ่ง คือ แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้น เพื่อใช้ในการทดสอบในชั้นเรียน ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยมุ่งสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้แบบทดสอบปรนัยแบบเลือกตอบ เนื่องจากว่าข้อสอบดังกล่าวเป็นแบบทดสอบมีข้อดีหลายประการ ดังที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น ซึ่งสามารถกล่าวได้ว่าแบบทดสอบแบบปรนัยจัดเป็นแบบทดสอบที่ดี

การคิดวิเคราะห์

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาความหมายของการคิดวิเคราะห์ ซึ่งผู้วิจัยขอนำเสนอเอกสารที่เกี่ยวข้องกับความหมายการคิดวิเคราะห์ ดังนี้

5.1 ความหมายของการคิดวิเคราะห์

การคิดวิเคราะห์เป็นพื้นฐานของการคิดขั้นสูงทุกประเภท โดยการคิดวิเคราะห์เป็นความสามารถทางสมองเป็นการใช้เหตุผล ซึ่งนักการศึกษาและนักจิตวิทยาได้ทำการศึกษาและให้นิยามไว้ดังนี้

ดิวอี้ (Dewey, 1933 อ้างถึงใน ชำนาญ เอี่ยมสำอาง, 2539, หน้า 51) ให้ความหมายการคิดวิเคราะห์ไว้ว่า “เป็นการคิดอย่างใคร่ครวญ ไตร่ตรอง โดยอธิบายขอบเขตการคิดวิเคราะห์ว่าเป็นการคิดที่เริ่มต้นจากสถานการณ์ที่ยุ่งยาก และสิ้นสุดด้วยสถานการณ์ที่มีความชัดเจน”

บลูม (Bloom, 1956) ให้ความหมายการคิดวิเคราะห์ไว้ว่า “เป็นการแยกแยะเพื่อหาส่วนย่อยของเหตุการณ์ เรื่องราว หรือเนื้อหาต่าง ๆ ว่าประกอบด้วยอะไร มีความสำคัญอย่างไร อะไรเป็นเหตุ อะไรเป็นผล และที่เป็นอย่างนั้น อาศัยหลักการอะไร”

มาร์ซาโน (Marzano, 2001) ให้ความหมายการคิดวิเคราะห์ไว้ว่า “เป็นกิจกรรมที่ต้องใช้เหตุผลเป็นการคิดอย่างลุ่มลึกและหลากหลาย มีการคิดพิจารณาข้อมูลอย่างละเอียดถี่ถ้วนรอบด้าน และมีเหตุผลจนสามารถสรุปจนตกผลึกเป็นความรู้ใหม่”

กู๊ด (Good, 1973, p. 680) ให้ความหมายการคิดวิเคราะห์ไว้ว่า “เป็นการคิดอย่างรอบคอบตามหลักของการประเมินและมีหลักฐานอ้างอิง เพื่อหาขอสรุปที่น่าจะเป็นไปได้ ตลอดจนพิจารณาองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องทั้งหมด และใช้กระบวนการตรรกวิทยาได้อย่างถูกต้อง สมเหตุสมผล”

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2546, หน้า 25) ให้ความหมายการคิดวิเคราะห์ไว้ว่า “เป็นการสืบค้นข้อเท็จจริง เพื่อตอบคำถามเกี่ยวกับบางสิ่งบางอย่าง โดยการตีความ การจำแนกแยกแยะ และการทำความเข้าใจกับองค์ประกอบของสิ่งนั้น และองค์ประกอบอื่น ๆ ที่สัมพันธ์กัน รวมทั้งเชื่อมโยงความสัมพันธ์เชิงเหตุผลและผลที่ไม่ขัดแย้งกัน”

ลักขณา สริวัฒน์ (2549, หน้า 69) ให้ความหมายการคิดวิเคราะห์ไว้ว่า “เป็นการแยกแยะส่วนย่อย ๆ ของเหตุการณ์ เรื่องราว หรือเนื้อเรื่องต่าง ๆ ว่าประกอบด้วยอะไร มีจุดมุ่งหมายหรือประสงค์ต่อสิ่งใด และส่วนย่อย ๆ ที่สำคัญนั้นแต่ละเหตุการณ์เกี่ยวพันกันอย่างไรบ้าง และเกี่ยวพันโดยอาศัยหลักการใด เพื่อให้เกิดความชัดเจน และความเข้าใจจนสามารถนำไปสู่การตัดสินใจได้อย่างถูกต้อง”

วัชรา เล่าเรียนดี (2560, หน้า 33) ให้ความหมายการคิดวิเคราะห์ไว้ว่า “การแสดงออกด้วยคำพูด หรือพฤติกรรมการปฏิบัติที่บ่งบอกถึงความรู้ความเข้าใจในเรื่องต่าง ๆ อย่างละเอียดทุกแง่ทุกมุมโดยการอธิบายเหตุผล ระบุความคิดรวบยอด ระบุปัญหา”

จากการศึกษาความหมายของการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์ ดังกล่าวข้างต้นสามารถสรุปได้ว่าเป็นการจำแนก แจกแจง หรือจัดหมวดหมู่องค์ประกอบต่าง ๆ ของสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือเรื่องใดเรื่องหนึ่ง และหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผลระหว่างองค์ประกอบเหล่านั้น เพื่อค้นหาสาเหตุที่แท้จริงของสิ่งที่เกิดขึ้น โดยอาศัยข้อมูล ข้อเท็จจริง ความรู้ มาเป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์จนสามารถสรุป หรือพิจารณาตัดสิน และอาจบอกได้ว่ามีแนวโน้มไปในทางใด โดยการคิดวิเคราะห์ที่ต้องการ

ให้เกิดขึ้นสามารถทำได้โดยใช้วิธีการเทคนิคที่หลากหลาย เช่น คำถาม สถานการณ์ เป็นต้น ซึ่งจะช่วยในการกระตุ้นให้เกิดการคิดวิเคราะห์ในเรื่องนั้น ๆ

5.2 ประเภทของการคิดวิเคราะห์

สามารถจัดแบ่งประเภทของการคิดวิเคราะห์ได้ 2 ประเภท ดังนี้

5.2.1 การคิดวิเคราะห์ตามแนวคิดของบลูม

บลูม (Bloom, 1956 อ้างถึงใน ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ, 2556, หน้า 74-77) ได้จำแนกการคิดวิเคราะห์ได้ ดังนี้

1. การคิดวิเคราะห์ความสำคัญ หรือเนื้อหาของสิ่งต่าง ๆ (Analysis of Element) หมายถึง การแยกแยะได้ว่า สิ่งใดจำเป็น สิ่งใดสำคัญ สิ่งใดมีบทบาทมากที่สุด ประกอบด้วย

1.1 วิเคราะห์ชนิด หมายถึง การวินิจฉัยว่าสิ่งนั้น เหตุการณ์นั้น ๆ จัดเป็นชนิดใด ลักษณะใด เพราะเหตุใด

1.2 วิเคราะห์สิ่งสำคัญ หมายถึง การวินิจฉัยว่า สิ่งใดสำคัญ สิ่งใดไม่สำคัญ เป็นการค้นหาสาระสำคัญ ข้อความหลัก ข้อสรุป จุดเด่น จุดด้อย ของสิ่งต่าง ๆ เช่น

- สาระสำคัญของเรื่องนี้คืออะไร
- ควรตั้งชื่อเรื่องนี้ว่าอะไร
- สิ่งใดสำคัญที่สุด สิ่งใดมีบทบาทมากที่สุดจากสถานการณ์นี้

1.3 วิเคราะห์เลศนัย หมายถึง การแยกแยะ หรือการมุ่งค้นหาสิ่งที่แอบแฝงซ่อนเร้น หรืออยู่เบื้องหลังจากสิ่งที่เห็น ซึ่งมิได้บ่งบอกตรง ๆ แต่มีร่องรอยของความจริงซ่อนเร้นอยู่ในข้อความ เรื่องราว วัตถุสิ่งของ เหตุการณ์และการกระทำ หรือเหตุการณ์ใดเหตุการณ์หนึ่ง

2. การคิดวิเคราะห์ความสัมพันธ์ (Analysis of Relationship) หมายถึง การค้นหาความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ ว่ามีอะไรสัมพันธ์กัน สัมพันธ์เชื่อมโยงกันอย่างไร สัมพันธ์กันมากน้อยเพียงใด สอดคล้องหรือขัดแย้งกัน

3. การคิดวิเคราะห์เชิงหลักการ (Analysis of Organizational Principles) หมายถึง การค้นหาโครงสร้างระบบ เรื่องราว สิ่งของ และการทำงานต่าง ๆ ว่าสิ่งเหล่านั้นดำรงอยู่ได้ในสภาพเช่นนั้น เนื่องจากอะไร มีอะไรเป็นแกนหลัก มีหลักการอย่างไร มีเทคนิคอะไร มีสิ่งใดเป็นตัวเชื่อมโยง การคิดวิเคราะห์หลักการเป็นการวิเคราะห์ที่ถือว่ามีความสำคัญที่สุด การที่จะวิเคราะห์เชิงหลักการได้ดีจะต้องมีความรู้ ความสามารถในการวิเคราะห์องค์ประกอบและวิเคราะห์ความสัมพันธ์จะทำให้สามารถสรุปเป็นหลักการได้ ประกอบด้วย

3.1 วิเคราะห์โครงสร้าง หมายถึง ความสามารถในการวิเคราะห์เรื่องราวและสิ่งต่าง ๆ ว่ามีสิ่งใดเป็นตัวเชื่อมโยงสิ่งย่อย ๆ เหล่านั้นเข้ามาเป็นรูปเดียวกัน

3.2 การวิเคราะห์หลักการ หมายถึง การแยกแยะเพื่อค้นหาความจริงของสิ่งต่าง ๆ โดยอาศัยความรู้เดิม แล้วสรุปเป็นคำตอบหลัก

5.2.2 การคิดวิเคราะห์ตามแนวคิดของมาร์ซาโน

มาร์ซาโน (Marzano, 2001 อ้างถึงใน ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ, 2556, หน้า 77-82) ได้จำแนกการคิดวิเคราะห์ได้ ดังนี้

1. การจัดจำแนกเปรียบเทียบ (matching) คือ การสังเกต และจำแนกแยกแยะรายละเอียดของสิ่งต่าง ๆ หรือเหตุการณ์ที่เหมือนหรือแตกต่างกันออกเป็นส่วน ๆ อย่างมีหลักเกณฑ์ และเข้าใจง่ายแล้วเปรียบเทียบ ระบุยกตัวอย่าง ระบุลักษณะความเหมือนความต่าง และจัดกลุ่มของสิ่งต่าง ๆ หรือเหตุการณ์ได้ โดยเริ่มจากระดับง่ายแบบนามธรรมไปสู่ขั้นซับซ้อนที่เป็นนามธรรม ดังนี้

1) การบอกสิ่งที่ต้องการจะวิเคราะห์

2) ระบุลักษณะหรือคุณสมบัติเพื่อจำแนก หรือแยกแยะสิ่งที่ต้องการวิเคราะห์

3) ระบุว่าได้ว่าสิ่งนั้น ๆ เหมือนหรือต่างกันอย่างไร

4) สรุปได้อย่างถูกต้องเหมาะสมว่าสิ่งต่าง ๆ มีความเหมือนและแตกต่างกัน

2. การจัดกลุ่ม (classification) คือ ความสามารถในการใช้ความรู้เพื่อการจัดกลุ่ม จัดลำดับ จัดประเภทของสิ่งต่าง ๆ โดยใช้คุณลักษณะ หรือคุณสมบัติของสิ่งนั้น ๆ อย่างมีหลักการหรือหลักเกณฑ์

3. การวิเคราะห์ข้อผิดพลาด (error analysis) คือ การระบุข้อผิดพลาด หรือความสัมพันธ์ และไม่สัมพันธ์กันของสิ่งต่าง ๆ โดยเชื่อมโยงความสัมพันธ์สู่การสรุปอย่างสมเหตุสมผล ระบุสิ่งที่ไม่ถูกต้อง หรือไม่เหมาะสมในสถานการณ์ต่าง ๆ การใช้ความรู้เดิมผสมผสานกับความรู้ใหม่ไปสู่การสรุป และยกตัวอย่างประกอบได้อย่างมีเหตุผลจากความรู้ที่มีอยู่เดิมมีข้อมูลหรือหลักฐานในการสนับสนุนจนพิจารณาได้ว่าเป็นจริง โดยมีองค์ประกอบสำคัญ ดังนี้

1) ความรู้เดิมเป็นความรู้ที่ถูกต้อง และเป็นจริงมีการยอมรับกันทั่วไป

2) ความรู้จากผู้รู้ หรือผู้เชี่ยวชาญ

3) ความรู้จากหลักฐานที่มีอยู่เป็นหลักฐานที่น่าเชื่อถือ สามารถหาข้อมูลมาสนับสนุนความคิด

4) ข้อมูลได้รับการพิสูจน์ หรือทดลองใช้แล้วเป็นจริง

5) ข้อมูลอื่น ๆ ที่พิจารณาว่าเป็นจริงนำมาสนับสนุนให้ความคิดได้รับการยอมรับ

4. การสรุปหลักการ (generalizing) คือ การนำความรู้เดิมเป็นข้อมูลเพื่อไปสู่ความรู้หรือหลักการใหม่ ประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ หรือนำไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน โดยสามารถนำไปใช้ได้อย่างเหมาะสมและถูกต้อง โดยใช้การให้เหตุผลสรุปเป็นหลักการดังนี้

1) การให้เหตุผลเชิงอุปนัย (inductive) เป็นการให้เหตุผล หรือการคิดจากข้อมูลที่เป็นตัวอย่าง หรือรายละเอียดแล้วสามารถสรุปเป็นหลักการ แนวคิด ทฤษฎี หรือเกิดเป็นความรู้ใหม่

2) การให้เหตุผลเชิงนิรนัย (deductive) เป็นการให้เหตุผล หรือการคิดที่เริ่มจากข้อสรุปแล้วนำไปสู่รายละเอียด หรือการยกตัวอย่าง

5. การนำไปใช้ (specifying) คือ การนำความรู้ หรือหลักการไปใช้เพื่อการทำนายสถานการณ์ที่จะเกิดขึ้นได้ในอนาคตได้อย่างเจาะจง มีความรู้เข้าใจเหตุการณ์ ระบุรายละเอียดในเหตุการณ์นั้น ๆ และบอกสิ่งที่จะเกิดขึ้นต่อไปได้ เป็นการประยุกต์ความรู้ใหม่จากหลักการเดิมที่มีอยู่ คาดเดา ทำนายสิ่งที่จะเกิดขึ้นในอนาคต รู้ว่าอะไรจริงหรือไม่จริง สามารถปรับเปลี่ยนวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม

จากการประมวลแนวคิดของบลูมและมาร์ซาโน จะเห็นได้ว่า ทั้งสองแนวคิดมีความคล้ายคลึงกัน โดยที่บลูมได้นำเสนอในรูปหลักการอย่างกว้าง ๆ แต่มาร์ซาโนจะแสดงให้เห็นรูปของกิจกรรมและทักษะในการนำไปใช้ในการปฏิบัติ ซึ่งสามารถสรุปได้ ดังตารางที่ 2-6

ตารางที่ 2-6 การเปรียบเทียบแนวคิดการคิดวิเคราะห์ของบลูมและมาร์ซาโน (ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ, 2556)

ทักษะการคิดวิเคราะห์	
แนวคิดของบลูม	**แนวคิดของมาร์ซาโน**
1.การวิเคราะห์ความสำคัญหรือวิเคราะห์เนื้อหา	1. การจัดจำแนกเปรียบเทียบ 2. การจัดกลุ่ม
2. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์	3. การวิเคราะห์ข้อผิดพลาด
3. การวิเคราะห์หลักการ	4. การสรุปหลักการ 5. การนำไปใช้

5.3 องค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2546, หน้า 26-30) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์ประกอบไปด้วย 4 องค์ประกอบ ดังนี้

5.3.1 ความสามารถในการตีความ

การคิดวิเคราะห์สิ่งต่าง ๆ ได้เกิดจากการทำความเข้าใจกับข้อมูลที่ปรากฏเริ่มต้นจากการที่เราจำเป็นต้องพิจารณาข้อมูลที่ได้รับเพื่อให้เกิดความเข้าใจด้วยการตีความ

การตีความ (interpretation) หมายถึง การพยายามทำความเข้าใจ และให้เหตุผลแก่สิ่งที่เราต้องการจะวิเคราะห์ เพื่อแปลความหมายที่ไม่ปรากฏโดยตรง เป็นข้อมูลที่ซ่อนแฝงอยู่ กล่าวคือ ตัวข้อมูลไม่ได้บอกโดยตรง แต่จะต้องทำความเข้าใจที่มากเกินกว่าสิ่งที่ปรากฏในข้อมูล การจะตีความให้ดีได้เพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่คนแต่ละคนใช้เป็นมาตรฐานในการตีความประกอบกับความสามารถในการเชื่อมโยงความสัมพันธ์เชิงเหตุผลเป็นมาตรฐานในการตัดสิน การตีความของแต่ละคนนั้นจะแตกต่างกันไปตามความรู้ ประสบการณ์ ภูมิหลัง และค่านิยมของแต่ละบุคคล

5.3.2 ความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่จะวิเคราะห์

ข้อมูลความรู้เป็นปัจจัยสำคัญมากต่อประสิทธิภาพในการคิดวิเคราะห์ การที่จะคิดวิเคราะห์ได้ดีนั้น จำเป็นต้องมีความรู้ความเข้าใจพื้นฐานในเรื่องนั้น เพราะความรู้จะช่วยในการกำหนดขอบเขตของการวิเคราะห์ แจกแจง และจำแนกได้ว่าเรื่องนั้นเกี่ยวข้องกับอะไร มีองค์ประกอบย่อย ๆ อะไรบ้าง มีกี่หมวดหมู่ จัดลำดับความสำคัญอย่างไร มีเรื่องใดเกี่ยวข้องเชื่อมโยงสัมพันธ์กัน และรู้ว่าอะไรเป็นสาเหตุก่อให้เกิดอะไร

การวิเคราะห์จะไม่สมเหตุสมผล และไม่มีคุณภาพ ถ้าหากไม่มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องนั้น โดยจำเป็นต้องใช้ความรู้ที่เกี่ยวข้องเข้ามาเป็นองค์ประกอบในการคิด ถ้าหากขาดความรู้ก็ไม่สามารถวิเคราะห์เหตุผลได้ว่าเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น

5.3.3 ช่างมอง ช่างสังเกต ช่างสงสัย และช่างถาม

นักคิดเชิงวิเคราะห์จะต้องมีองค์ประกอบทั้งสามนี้ร่วมด้วย คือ ต้องเป็นคนที่ช่างมองและสังเกต สามารถค้นพบความผิดปกติที่ซ่อนอยู่ท่ามกลางสิ่งที่ดูอย่างผิวเผินแล้วเหมือนไม่มีอะไรผิดปกติเกิดขึ้น ต้องเป็นคนที่ช่างสงสัย เมื่อเห็นความผิดปกติแล้วไม่ละเลยไป แต่หยุดพิจารณาขบคิดไตร่ตรอง และต้องการสืบสาวราวเรื่องเพื่อหาคำตอบ และต้องเป็นคนช่างถาม ชอบตั้งคำถามกับตัวเองและคนรอบข้างเกี่ยวกับสิ่งที่เกิดขึ้น เพื่อนำไปสู่การคิดเกี่ยวกับเรื่องนั้นต่อไป การตั้งคำถามจะนำไปสู่การสืบค้นความจริง และเกิดความชัดเจนในประเด็นที่ต้องการวิเคราะห์

ขอบเขตคำถามที่เกี่ยวข้องกับการคิดวิเคราะห์ จะยึดหลักการตั้งคำถามโดยใช้หลัก 5W 1H คือ ใคร (Who) ทำอะไร (What) ที่ไหน (Where) เมื่อไหร่ (When) เพราะเหตุใด (Why) เพราะอะไร (How) อย่างไร

คำถามเหล่านี้อาจไม่จำเป็นต้องใช้ทุกข้อ เพราะการตั้งคำถามมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้เกิดความชัดเจนครอบคลุม และตรงประเด็นที่เราต้องการสืบค้นจึงต้องเลือกใช้คำถามให้ตรงประเด็น

5.3.4 ความสามารถในการหาความเชื่อมโยง ความสัมพันธ์เชิงเหตุผล

นักคิดวิเคราะห์จะต้องมีความสามารถในการหาความเชื่อมโยง สัมพันธ์เชิงเหตุผล สามารถค้นหาคำตอบได้ว่าสิ่งที่คิดมีความเกี่ยวข้องกับเรื่องใด และเกี่ยวข้องอย่างไร เช่น

- สาเหตุที่ก่อให้เกิดเหตุการณ์นี้
- อะไรเป็นสาเหตุให้เกิดสิ่งนี้
- เรื่องนั้นเชื่อมโยงกับเรื่องนี้ได้อย่างไร
- เรื่องนี้มีใครเกี่ยวข้องบ้าง เกี่ยวข้องกันอย่างไร
- เมื่อเกิดเรื่องนี้จะส่งผลกระทบอย่างไรบ้าง
- องค์ประกอบใดบ้างที่นำไปสู่สิ่งนั้น
- วิธีการขั้นตอนทำให้เกิดสิ่งนี้
- สิ่งนี้ประกอบด้วยอะไรบ้าง
- แนวทางการแก้ไขปัญหามีอะไรบ้าง
- ถ้าทำเช่นนี้จะเกิดอะไรขึ้นอนาคต

การคิดวิเคราะห์จึงมุ่งหมายให้มีการคิดอย่างมีเหตุผลเชื่อมโยงกับเรื่องที่เกิดขึ้นช่วยให้รู้ถึงข้อเท็จจริง รู้เหตุผลเบื้องหลังของสิ่งที่เกิดขึ้น เข้าใจความเป็นมาของเหตุการณ์ต่าง ๆ เข้าใจว่าเรื่องนั้นมีองค์ประกอบอะไรบ้าง เข้าใจว่าอะไรเป็นอะไร ทำให้ได้ข้อเท็จจริงที่เป็นฐานของความรู้ในการนำไปใช้ประโยชน์ในการตัดสินใจ ประเมินและตัดสินใจเรื่องต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง

สุวิทย์ มูลคำ (2547, หน้า 17) ได้กล่าวถึง การคิดวิเคราะห์มีองค์ประกอบที่สำคัญ 3 ประการ ดังนี้

1. สิ่งที่กำหนดให้ หมายถึง สิ่งสำเร็จรูปที่กำหนดให้วิเคราะห์ เช่น วัตถุ สิ่งของ เรื่องราว เหตุการณ์ หรือปรากฏต่าง ๆ เป็นต้น

2. หลักการ หรือกฎเกณฑ์ หมายถึง ข้อกำหนดสำหรับใช้แยกแยะส่วนประกอบของสิ่งที่กำหนดให้ เช่น เกณฑ์ในการจำแนกสิ่งที่มีความเหมือนกันหรือแตกต่างกัน หลักเกณฑ์ในการหาลักษณะความสัมพันธ์เชิงเหตุผลอาจจะเป็นลักษณะความสัมพันธ์ที่ความคล้ายคลึงหรือขัดแย้งกัน เป็นต้น

3. การค้นหาความจริง หรือความสำคัญ หมายถึง การพิจารณาส่วนประกอบของสิ่งที่กำหนดให้ตามหลักการ หรือกฎเกณฑ์ ทำการรวบรวมประเด็นที่สำคัญเพื่อหาข้อสรุป

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2548, หน้า 52) กล่าวว่า องค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์มีองค์ประกอบ 4 ประการดังนี้

1. การตีความ ความเข้าใจ และให้เหตุผลแก่สิ่งที่ต้องการวิเคราะห์เพื่อแปลความของสิ่งนั้นขึ้นกับความรู้ประสบการณ์และค่านิยม

2. การมีความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่จะวิเคราะห์

3. การช่างสังเกต สงสัย ช่างถาม ขอบเขตของคำถาม ที่เกี่ยวข้องกับการคิดเชิงวิเคราะห์จะยึดหลัก 5 W 1 H คือ ใคร (Who) อะไร (What) ที่ไหน (Where) เมื่อไร (When) ทำไม (Why) อย่างไร (How)

4. การหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผล (คำถาม) ค้นหาคำตอบได้ว่า อะไรเป็นสาเหตุให้เรื่องนั้นเชื่อมกับสิ่งนี้ได้อย่างไร เรื่องนี้ใครเกี่ยวข้อง เมื่อเกิดเรื่องนี้ส่งผลกระทบอย่างไร มีองค์ประกอบใดบ้างที่นำไปสู่สิ่งนั้น มีวิธีการขั้นตอนการทำให้เกิดสิ่งนี้อย่างไร มีแนวทางแก้ไขปัญหาอย่างไรบ้าง ถ้าทำเช่นนี้จะเกิดอะไรขึ้นในอนาคต ลำดับเหตุการณ์นี้ดูว่าเกิดขึ้นได้อย่างไร เขาทำสิ่งนี้ได้อย่างไร สิ่งนี้เกี่ยวข้องกับสิ่งที่เกิดขึ้นได้อย่างไร

จากการศึกษาองค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์ สามารถสรุปได้ว่า องค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์จะต้องประกอบไปด้วย ความสามารถในการตีความ มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่จะวิเคราะห์ มีความช่างสังเกต ช่างสงสัย และช่างถาม และมีความสามารถในการหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผล โดยทุกองค์ประกอบมีความสัมพันธ์เกี่ยวเนื่องกัน เป็นปัจจัยสำคัญที่จะทำให้สามารถวิเคราะห์สิ่งต่าง ๆ ได้

5.4 ลักษณะของการคิดวิเคราะห์

คอทเทรล (Conttrel, 1999 อ้างถึงใน วัชรา เล่าเรียนดี, 2554, หน้า 11) ได้กล่าวถึงลักษณะของการคิดวิเคราะห์ไว้ ดังนี้

1. พิจารณารายละเอียดจากหลายมุมมองได้
2. ตรวจสอบความถูกต้องโดยละเอียดรอบคอบได้
3. ตรวจสอบการเรียงลำดับข้อความที่เป็นเหตุเป็นผลได้
4. มองหาเหตุผล หลักฐาน ข้อมูล และการลงสรุปที่เป็นไปได้
5. เปรียบเทียบความคิดเห็นในเรื่องเดียวกันจากหลาย ๆ คนได้
6. สามารถมองเห็น และอธิบายได้ว่าทำไมบุคคลต่าง ๆ จึงสรุปอะไรได้ตรงกัน
7. สามารถเสนอข้อโต้แย้ง แสดงความคิดเห็นให้เหตุผลได้

8. สามารถตรวจสอบข้อมูล หรือสมมุติฐานที่แฝงเร้นได้

9. สามารถตรวจสอบได้ว่าเรื่องที่อ่าน เรื่องที่ฟัง มีความจงใจให้ผู้อ่านคล้อยตามหรือไม่

สุวิทย์ มูลคำ (2547, หน้า 23-24) ได้กล่าวถึง ลักษณะของการคิดวิเคราะห์สามารถจำแนกเป็น 3 ลักษณะดังนี้

1. การวิเคราะห์ส่วนประกอบ เป็นความสามารถในการหาส่วนประกอบที่สำคัญของสิ่งของหรือเรื่องราวต่าง ๆ เช่น การวิเคราะห์ส่วนประกอบของพืช สัตว์ ข่าว ข้อความ หรือเหตุการณ์ เป็นต้น

2. การวิเคราะห์หลักการ เป็นความสามารถในหาความสัมพันธ์ของส่วนสำคัญต่าง ๆ โดยการระบุความสัมพันธ์ระหว่างความคิด ความสัมพันธ์ในเชิงเหตุผลหรือความแตกต่างระหว่างข้อโต้แย้งที่เกี่ยวข้องและไม่เกี่ยวข้อง

3. การวิเคราะห์หลักการ เป็นความสามารถในการหาหลักความสัมพันธ์ส่วนสำคัญในเรื่องนั้น ๆ ว่าสัมพันธ์กันอยู่โดยอาศัยหลักการใด เช่น การให้ผู้อ่าน และรูปแบบของภาษาที่ใช้ เป็นต้น

ไพฑูรย์ สินลารัตน์ (2557, หน้า 24) ได้กล่าวถึง ลักษณะของการคิดวิเคราะห์ สามารถจำแนกเป็น 3 ลักษณะดังนี้

1. มีความสามารถในการจับประเด็นและเรื่องราวต่าง ๆ ได้ดี

2. สามารถจำแนกแยกแยะองค์ประกอบของสิ่งนั้น

3. จัดหมวดหมู่ของสิ่งที่แยกออกมาได้

4. มองเห็นความสัมพันธ์ และความสำคัญของรายละเอียดต่าง ๆ ได้ดี

5. มีความสามารถในการสรุป และประยุกต์ใช้สิ่งที่สรุปได้

วัชรา เล่าเรียนดี (2554, หน้า 12) ได้กล่าวถึง ลักษณะของการคิดวิเคราะห์ไว้ ดังนี้

1. ระบุปัญหา ให้นิยาม ระบุความคิดรวบยอด บอกสาเหตุที่มาของปัญหาต่าง ๆ ได้

2. อธิบายปัญหา นิยามปัญหา องค์ประกอบของปัญหา และกำหนดสมมติฐานได้หลากหลาย พร้อมระบุเหตุผลได้

3. จำแนกองค์ประกอบสำคัญที่เกี่ยวข้องกับปัญหา หรือความคิดรวบยอดได้

4. บอกเหตุผลได้ว่า ทำไมปัญหา หรือความคิดรวบยอดมีความจำเป็นที่ต้องมีการแก้ไข

5. ศึกษา ค้นคว้า ดำเนินการ และจัดลำดับความสำคัญของสาระข้อมูลได้

6. เลือกปัญหา หรือความคิดรวบยอดที่จำเป็นและสำคัญที่ต้องเร่งแก้ไขอย่างเหมาะสม

7. ตรวจสอบ จำแนก และจัดการกับข้อมูลที่ศึกษาได้

8. บอกวิธีการดำเนินการ วิธีการแสวงหาข้อมูลต่าง ๆ ได้

9. เสนอวิธีการแก้ปัญหาได้หลาย ๆ วิธี

10. กำหนดเกณฑ์ การเลือกปัญหาและการประเมินผลสำเร็จของงานได้

จากการศึกษาลักษณะของการคิดวิเคราะห์ สามารถสรุปได้ว่า ลักษณะการคิดวิเคราะห์ดังกล่าวจำเป็นต้องมีฝึกฝนให้ผู้เรียน ยอมรับ เข้าใจ มองเห็นความสำคัญ ซึ่งจะต้องพัฒนาอย่างต่อเนื่อง รวมทั้งหาความสัมพันธ์และความเชื่อมโยงของสิ่งต่าง ๆ ว่าเกี่ยวพันกันอย่างไร อะไรเป็นสาเหตุ ส่งผลกระทบต่อกันอย่างไร อาศัยหลักการใด จนได้ความคิดเพื่อนำไปสู่การสรุป การประยุกต์ใช้ ทำนายหรือคาดการณ์สิ่งต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง

5.5 กระบวนการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมการคิดวิเคราะห์

การพัฒนาผู้เรียนให้มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์นั้นผู้สอนจะต้องมีกระบวนการเข้าไปฝึกให้ผู้เรียนได้คิดวิเคราะห์ ซึ่งกระบวนการคิดวิเคราะห์มีดังนี้

1. กำหนดปัญหา หรือสิ่งที่นักเรียนสนใจจะวิเคราะห์ ว่ามีปัญหาอะไรที่น่าสนใจ มีขอบเขตที่จะศึกษาวิเคราะห์อย่างไร แค่ไหน กำหนดสิ่งที่สนใจศึกษาขึ้นมา

2. กำหนดจุดมุ่งหมายของการวิเคราะห์ว่าต้องการวิเคราะห์เพื่ออะไร เช่น เพื่อหาสาเหตุ เพื่อหาข้อสรุป เพื่อหาแนวทางแก้ไข เป็นต้น

3. กำหนดแนวทางในการวิเคราะห์ โดยศึกษาทฤษฎี หลักการ กฎเกณฑ์ที่จะใช้ในการวิเคราะห์

4. ดำเนินการวิเคราะห์ โดยนักเรียนฝึกวิเคราะห์โดยใช้กระบวนการในขั้นที่ 1-3 เป็นกรอบในการวิเคราะห์

5. สรุปผล และนำเสนอผลการวิเคราะห์ ซึ่งอาจสรุปในรูปแบบต่าง ๆ ที่ให้ผู้เรียนได้คิดเอง แต่ต้องแสดงให้เห็นถึงการวิเคราะห์ให้เห็นตามแนวทาง หรือเกณฑ์ที่กำหนดไว้แล้วจึงนำเสนอผลการวิเคราะห์ โดยการนำเสนอด้วยวิธีการต่าง ๆ ที่น่าสนใจ ตามวิธีการที่นักเรียนได้คิดเอง เช่น การแสดงละคร การจัดนิทรรศการ การจัดทำเอกสารเผยแพร่ เป็นต้น

เพ็ญศรี จันทร์ดวง (2545, หน้า 90) ได้อธิบายถึงขั้นตอนของการคิดวิเคราะห์ไว้ 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. กำหนดขอบเขต หรือนิยามของสิ่งที่กำลังจะวิเคราะห์ให้ชัดเจนก่อนว่าจะวิเคราะห์อะไร

2. กำหนดจุดมุ่งหมายให้ชัดเจนว่าจะวิเคราะห์ไปเพื่ออะไร

3. พิจารณาหลักความรู้ หรือทฤษฎีที่เกี่ยวข้องว่าจะใช้หลักการใดมาทำการวิเคราะห์

4. ใช้หลักความรู้ให้ตรงกับเรื่องที่จะวิเคราะห์เป็นกรณี และจะต้องรู้ว่าควรจะวิเคราะห์อย่างไร

5. สรุป และรายงานผลการวิเคราะห์ให้เป็นระเบียบ และมีความชัดเจนการจัดการเรียนรู้เพื่อสร้างเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์

สำนักงานการศึกษา (2549, หน้า 10) ได้กล่าวว่า การจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมพัฒนาการทางความคิดของผู้เรียนนั้น กิจกรรมการเรียนการสอนควรมีลักษณะที่เป็นรูปธรรม เช่น การใช้เกม การเรียนโดยค้นพบ เป็นต้น การสอนจำเป็นต้องอาศัยกระบวนการแก้ปัญหา ซึ่งผู้สอนจะต้องมีความยืดหยุ่นและมีความรู้อย่างยิ่ง นอกจากนี้ผู้สอนควรดำเนินการจัดกิจกรรมเพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ ดังนี้

1. ก่อนเริ่มจัดกิจกรรม ผู้สอนควรจัดเตรียมกิจกรรมการเรียนรู้ล่วงหน้าเพื่อให้ผู้เรียนเกิดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับ กลวิธี กฎ และขั้นตอนการดำเนินการแก้ปัญหาที่ใช้ทักษะการคิดวิเคราะห์

2. ระหว่างจัดกิจกรรม ผู้สอนมีบทบาทชักชวนให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันแลกเปลี่ยนประสบการณ์ การปฏิบัติกิจกรรมกับเพื่อน ๆ กลุ่มอื่นโดยนำเสนอว่ากลุ่มของตนมีแนวคิด ความรู้สึก การวิเคราะห์วิจารณ์ การดำเนินงาน และผลงานของตน พร้อมทั้งรับฟังความคิดเห็นของเพื่อนกลุ่มอื่น

3. หลังปฏิบัติกิจกรรม ผู้สอนควรกระตุ้นให้ผู้เรียนร่วมกันอธิบายและสรุปเกี่ยวกับประสิทธิภาพของกลวิธีที่ใช้ และการปฏิบัติตามกฎ หรือกลวิธีทางเลือกต่าง ๆ เพื่อนำไปสู่การประยุกต์ใช้ในอนาคต

สุวัฒน์ วิวัฒนานนท์ (2550, หน้า 58-60) ได้เสนอเทคนิคการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการคิดไว้ดังนี้

1. เทคนิคการใช้คำถาม เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนใช้ความคิดในลักษณะต่าง ๆ มากขึ้นกว่าเดิม ผู้สอนทำความเข้าใจการคิดในลักษณะต่าง ๆ และตั้งคำถามเพื่อให้ผู้เรียนคิดในลักษณะนั้น ๆ เช่น คิดคล่อง คิดหลากหลาย คิดละเอียด คิดชัดเจน คิดอย่างมีเหตุผล คิดถูกทาง คิดลึกซึ้ง คิดกว้างและไกล

2. การระดมสมอง เพื่อช่วยให้ได้ความคิดจำนวนมาก มาใช้ในการคิดแบบต่าง ๆ เช่น การคิดแก้ปัญหา การคิดวิเคราะห์ ผู้สอนชี้แจงปัญหาอย่างละเอียด และให้สมาชิกคิดวิธีแก้ปัญหา โดยไม่มีการวิพากษ์วิจารณ์ความคิดทั้งของตนเองและผู้อื่นพยายามหาคำตอบที่แปลกแตกต่างกันออกไปเพื่อให้ได้คำตอบมากที่สุด

3. เทคนิคการใช้สมุดบันทึกและแผ่นป้ายนิเทศ เพื่อช่วยในการรวบรวมข้อมูลและแนวทางแก้ปัญหา ทำให้การคิดแก้ปัญหามีความรอบคอบและละเอียดยิ่งขึ้น

4. เทคนิคการใช้หมวกความคิดหกใบ (De Bono) เพื่อใช้ให้มีการคิดในแง่มุมที่หลากหลาย และช่วยให้การคิดมีความรอบคอบมากขึ้น ผู้สอนให้ผู้เรียนแสดงความคิดเห็น 6 แบบ ตามความหมายของสีหมวก ได้แก่ สีขาวแทนความคิดที่เป็นกลางไม่มีอคติ สีแดงแทนความคิดที่เป็นความรู้สึก และอารมณ์ต่าง ๆ ทั้งทางบวกและลบ สีดำแทนความคิดในด้านลบ สีเหลืองแทนความคิดด้านบวก สีเขียวแทนความคิดสร้างสรรค์ ความคิดใหม่ ๆ เป็นไปได้ สีน้ำเงินแทนการควบคุมกลุ่มให้ดำเนินการคิดไปได้ด้วยดี

จากการศึกษากระบวนการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ สามารถสรุปได้ว่า กระบวนการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ได้มีรูปแบบและเทคนิควิธีการที่หลายหลาก โดยผู้สอนจะใช้คำถามที่ทำให้ผู้เรียนนั้นเกิดข้อสงสัยขึ้นมา หรือเกิดปัญหาขึ้นอยู่ตลอดเวลา เพื่อที่จะทำให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการคิดตลอดเวลา หรือมอบหมายงานต่าง ๆ ก็สามารถทำให้เกิดการเสริมสร้างความสามารถด้านคิดวิเคราะห์ของผู้เรียนได้ โดยผู้สอนควรเลือกรูปแบบการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับเนื้อหา และให้สอดคล้องกับศักยภาพของผู้เรียนจึงจะสามารถเสริมสร้างความสามารถทางด้านการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี

5.6 การวัดและประเมินความสามารถการคิดวิเคราะห์

ทิศนา แขมมณี (2550, หน้า 169) ได้ให้แนวทางในการวัดและประเมินความสามารถการคิดไว้เป็น 2 แนวทาง ดังนี้

1. วัดโดยใช้แบบวัดมาตรฐาน และพัฒนาเป็นการวัดความสามารถของสมองสู่การวัดผลสัมฤทธิ์บุคลิกภาพ ความถนัด และความสามารถในด้านต่าง ๆ รวมถึงความสามารถในการคิดจากการสังเกต การเปรียบเทียบ การคิดคล่อง เป็นต้น

แบบวัดมาตรฐานที่ใช้สำหรับวัดความสามารถในการคิด แบ่งเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1.1 แบบวัดการคิดทั่วไป มุ่งวัดให้ครอบคลุมความสามารถในการคิดอยู่บนพื้นฐานของการใช้ความรู้ทั่วไป ส่วนใหญ่เป็นแบบเลือกตอบ

1.2 แบบวัดความสามารถในการคิดลักษณะเฉพาะ มุ่งวัดความสามารถในการคิดเฉพาะแบบที่แสดงถึงลักษณะของการคิด เช่น การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การประเมินข้อมูลที่ได้

2. วัดจากการปฏิบัติจริง เป็นการวัดทักษะการคิดซับซ้อนในการปฏิบัติงาน ความร่วมมือในการแก้ปัญหา และการประเมินตนเอง สำหรับเทคนิคการวัดอาจใช้การสังเกต สภาพงานที่ปฏิบัติ เช่น จากการเขียนเรียงความ การแก้ปัญหาในสถานการณ์ การรวบรวมงานในแฟ้มสะสมงาน

5.7 ประโยชน์ของการคิดวิเคราะห์

สุวิทย์ มูลคำ (2547, หน้า 39) ได้อธิบายถึงประโยชน์ของการคิดวิเคราะห์ไว้ดังนี้

5.7.1 ช่วยให้เข้าใจข้อเท็จจริง รู้เหตุผลเบื้องหลังของสิ่งที่เกิดขึ้น เข้าใจความเป็นมาเป็นไปของเหตุการณ์ต่าง ๆ รู้ว่าเรื่องนั้นมีองค์ประกอบอะไรบ้างทำให้ได้ข้อเท็จจริงที่เป็นฐานความรู้ในการนำไปใช้ในการตัดสินใจแก้ปัญหา การประเมิน และการตัดสินใจเรื่องต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง

5.7.2 ช่วยให้สำรวจความสมเหตุสมผลของข้อมูลที่ปรากฏ และไม่ด่วนสรุปตามอารมณ์ ความรู้สึกหรืออคติ แต่สืบค้นตามหลักและเหตุผล ข้อมูลที่เป็นจริง

5.7.3 ช่วยให้ไม่ด่วนสรุปสิ่งใดง่าย ๆ แต่สื่อสารตามความเป็นจริง ขณะเดียวกันจะช่วยให้ไม่หลงเชื่อข้ออ้างที่เกิดจากตัวอย่างเพียงอย่างเดียว แต่พิจารณาเหตุผล และปัจจัยเฉพาะในแต่ละกรณีได้

5.7.4 ช่วยในการพิจารณาสาระสำคัญอื่น ๆ ที่ถูกบิดเบือน ทำให้สามารถมองได้อย่างครบถ้วนในแง่มุมอื่น ๆ ที่มีอยู่

5.7.5 ช่วยพัฒนาการสังเกต หาความแตกต่างของสิ่งที่ปรากฏพิจารณาตามความสมเหตุสมผลของสิ่งที่เกิดขึ้นก่อนที่จะตัดสินสรุปสิ่งใดลงไป

5.7.6 ช่วยฝึกการหาเหตุผลที่สมเหตุสมผลให้กับสิ่งที่เกิดขึ้น ณ เวลานั้น โดยไม่พึ่งพิงอคติที่ก่อตัวอยู่ในความทรงจำ ทำให้สามารถประเมินสิ่งต่าง ๆ ได้อย่างสมจริง

5.7.7 ช่วยประมาณความน่าจะเป็น โดยสามารถใช้ข้อมูลพื้นฐานที่เรามีวิเคราะห์ร่วมกับปัจจัยอื่น ๆ ของสถานการณ์ ณ เวลานั้น อันจะช่วยในการคาดการณ์ความน่าจะเป็นได้สมเหตุสมผลมากกว่า

จากการศึกษาประโยชน์ของทักษะการคิดวิเคราะห์ดังกล่าวข้างต้น สามารถสรุปได้ว่าการคิดวิเคราะห์ช่วยให้รู้ข้อเท็จจริง ช่วยให้ไม่ด่วนสรุปสิ่งได้ง่ายๆ ช่วยในการพิจารณาสาระสำคัญอื่น ๆ ช่วยพัฒนาความเป็นคนช่างสังเกต ช่วยหาเหตุผลที่สมเหตุสมผล และช่วยประมาณการความน่าจะเป็น และช่วยให้เกิดความรู้ที่แท้จริง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกในประเทศและต่างประเทศ ดังนี้

6.1 งานวิจัยในประเทศ

ศิริพร มโนพิเชฐวัฒนา (2547) ได้วิจัยเพื่อพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบบูรณาการที่เน้นผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการเรียนรู้แบบเชิงรุก เรื่อง ร่างกายมนุษย์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 101 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 51 คน และกลุ่มควบคุม 50 คน โดยกลุ่มทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบบูรณาการที่เน้นผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้แบบเชิงรุก ส่วนกลุ่มควบคุมจะสอนด้วยวิธีปกติ ในส่วนเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียน แบบวัดสังคมมิติ ซึ่งผลการวิจัยพบว่า 1) รูปแบบการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบบูรณาการที่เน้นผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้แบบเชิงรุก เรื่อง ร่างกายมนุษย์ อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมมาก 2) นักเรียนมีความคิดเห็นว่ากิจกรรมการเรียนการสอน และขั้นตอนการเรียนการสอนมีความเหมาะสม 3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 70) และปฏิสัมพันธ์ในการทำงานร่วมกันของนักเรียนมีการพัฒนาที่ดีขึ้น 4) นักเรียนกลุ่มทดลองมีความคงทนในการเรียนรู้ กล่าวคือ คะแนนผลการทดสอบภายหลังเรียน 2 สัปดาห์ไม่แตกต่างจากหลังจบการเรียนทันที

วันเพ็ญ คำเทศ (2549) ศึกษาพัฒนาการทางความสามารถในการเขียนอนุเฉทและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาของนักเรียนกลุ่มที่เรียนชีววิทยา โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้เชิงรุกของเลสไล ดี ฟิงค์ กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสตรีสมุทรปราการ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2549 จำนวน 2 ห้องเรียน โดยกำหนดให้เป็นกลุ่มทดลอง จำนวน 40 คน เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนรู้เชิงรุกของเลสไล ดี ฟิงค์ และกลุ่มควบคุม จำนวน 40 คน เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบประเมินความสามารถในการเขียนอนุเฉท และแบบสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ซึ่งผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนกลุ่มที่เรียนชีววิทยาโดยใช้รูปแบบการเรียนรู้เชิงรุกของเลสไล ดี ฟิงค์ มีคะแนนเฉลี่ยพัฒนาการสัมพัทธ์ทางความสามารถในการเขียนอนุเฉท ในแต่ละช่วงพัฒนาการแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) นักเรียนกลุ่มที่เรียนชีววิทยาโดยใช้รูปแบบการเรียนรู้เชิงรุกของเลสไล ดี ฟิงค์ มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 75.05 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือ ร้อยละ 70 และ 3) นักเรียนกลุ่มที่เรียนชีววิทยาโดยใช้รูปแบบการเรียนรู้เชิงรุกของเลสไล ดี ฟิงค์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

พรรณิภา กิจเอก (2550, หน้า 79-81) ได้ศึกษาผลการใช้กิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุกต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติต่อวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จังหวัดปทุมธานี กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนปทุมวิไล จังหวัดปทุมธานี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549 จำนวน 103 คน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มทดลอง จำนวน 50 คน ทำการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก และกลุ่มควบคุม จำนวน 53 คน ทำการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติใช้ระยะเวลา 10 สัปดาห์ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แผนการจัดการเรียนรู้เชิงรุก แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบวัดเจตคติ ซึ่งผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติที่มีต่อวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

วทัญญู วุฒิวรรณ์ (2553, หน้า 73-75) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เชิงรุก ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียนโดยการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เชิงรุกสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียนโดยการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เชิงรุกสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

ยุวดี ใจเดี่ยว (2553) ศึกษาการพัฒนาความเข้าใจและความคงทนของความรู้เรื่อง ความดันและพลศาสตร์ของไหล โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553 จำนวน 43 คน โรงเรียนพังเคนพิทยา อำเภอนาตาล จังหวัดอุบลราชธานี ซึ่งได้มาโดยวิธีการเลือกแบบเจาะจง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบเชิงรุกที่จัดขึ้นประกอบด้วย เรื่อง ความดัน หลักของแบร์นูลลี การประยุกต์ใช้หลักของแบร์นูลลี เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบทดสอบวัดความเข้าใจ แบบวัดเจตคติต่อการเรียนรายวิชาฟิสิกส์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นที่ระดับนัยสำคัญ .05 และมีความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยเท่ากับ .69 อยู่ในระดับปานกลาง นักเรียนมีความรู้ที่คงทนที่ระดับนัยสำคัญ .05 และมีเจตคติต่อการเรียนรายวิชาฟิสิกส์ในระดับดี

ศราวุฒิ ขันคำหมื่น (2553) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยเปรียบเทียบความคงทนการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่อง สภาพสมดุล ระหว่างการเรียนรู้เชิงรุกกับการเรียนแบบเดิม กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ห้องเรียนพิเศษคณิตศาสตร์วิทยาศาสตร์ จำนวน 74 คน เป็นกลุ่มทดลอง จำนวน 39 คน และกลุ่มควบคุม จำนวน 35 คน รูปแบบการเรียนรู้เชิงรุกในงานวิจัยนี้ได้ประยุกต์ใช้การเรียนรู้แบบจับคู่ร่วมคิด และห้องปฏิบัติการแห่งการค้นพบ

(Discovery lads) ด้วยวงจรการเรียนรู้แบบ PODS (Predict-Observe-Discuss-Synthesis) เครื่องมือในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก และแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลการวิจัย พบว่า รูปแบบการเรียนรู้เชิงรุกนี้ทำให้นักเรียนมีความสนใจในการเรียนเพิ่มขึ้น โดยกลุ่มนักเรียนที่ได้เรียนรู้เชิงรุกมีความสนใจในระดับปานกลาง ส่วนกลุ่มที่เรียนแบบเดิมมีความสนใจในระดับต่ำ นอกจากนี้นักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้เชิงรุกมีความคงทนในการเรียนรู้สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้แบบเดิมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จึงแสดงให้เห็นว่าการเรียนรู้เชิงรุกช่วยพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ดีกว่าการเรียนรู้แบบเดิม

ดวงใจ บุตรดี (2556) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการเสริมสร้างความเข้าใจ เรื่อง โมเมนตัมและการชน โดยการเรียนรู้เชิงรุกมีจุดมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน และศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง โมเมนตัมและการชน ซึ่งผลการวิจัยปรากฏว่า คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนเพิ่มขึ้นจากคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนร้อยละ 19.85 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สัญจกร ทองเรือง (2557) ได้ศึกษาการพัฒนาแนวคิดและทักษะการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง งานและพลังงาน โดยใช้ใบกิจกรรมเชิงรุก ซึ่งในใบกิจกรรมเชิงรุกประกอบด้วยสถานการณ์ตรวจสอบแนวคิด แนวคิดหลัก กราฟไดอะแกรม ตัวอย่างการคำนวณ และแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหา กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเคียนซาพิทยาคม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 23 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ใบกิจกรรมเชิงรุก แผนการจัดการเรียนรู้โดยอาศัยแนวคิดการจดคำบรรยาย แบบทดสอบวัดความเข้าใจแนวคิด เรื่อง งานและพลังงาน ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่าเฉลี่ย ค่าร้อยละ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทดสอบค่าที และ normalized gain ซึ่งผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียน เรื่อง งานและพลังงาน โดยใช้ใบกิจกรรมเชิงรุก มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีความก้าวหน้าทางการเรียนรายชั้นเฉลี่ยของแบบทดสอบแบบปรนัยเท่ากับ 0.31 อยู่ในระดับปานกลาง (medium gain) และมีความก้าวหน้าทางการเรียนรายชั้นเฉลี่ยของแบบทดสอบแบบอัตนัยเท่ากับ 0.22 อยู่ในระดับต่ำ (low gain) แสดงว่า การใช้ใบกิจกรรมเชิงรุกช่วยพัฒนาแนวคิดและทักษะการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง งานและพลังงาน ของนักเรียนได้

ชลาธร วิเชียรรัตน์ (2558) ได้ทำการวิจัยเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีและการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมี เรื่อง อนุพันธ์ของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ และศึกษาเจตคติต่อวิชาเคมีหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนพนัสพิทยาคาร จังหวัดชลบุรี โดยกลุ่มที่ 1 จำนวน 42 คน สอนด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก

และกลุ่มที่ 2 จำนวน 45 คน สอนด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ ในส่วนเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก 2) แผนการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิชาเคมี 4) แบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมี 5) แบบวัดเจตคติต่อวิชาเคมี ซึ่งผลการวิจัยพบว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) การคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียน หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 4) การคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีของนักเรียนหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 5) เจตคติต่อวิชาเคมีหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกอยู่ในระดับดี

ฟาตีฮะห์ อุตส่าห์ราชการ (2558) ได้ศึกษารูปแบบการเรียนการสอนแบบ Active Learning เพื่อพัฒนาแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า ประสิทธิภาพชุดการสอน เรื่อง คลื่นไหวสะเทือน โดยรูปแบบการเรียนรู้แบบกระตือรือร้น ชุดที่ 1 เรื่อง คลื่นกลและชนิดของคลื่น มีประสิทธิภาพ เท่ากับ 75/76 ชุดที่ 2 เรื่อง คลื่นกับโครงสร้างของโลก มีประสิทธิภาพเท่ากับ 76/77 ซึ่งสูงกว่าร้อยละ75/75 ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ และจากการวิเคราะห์คะแนนแบบทดสอบ ผลจากวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยชุดการสอน เรื่อง คลื่นไหวสะเทือน โดยรูปแบบการเรียนรู้แบบกระตือรือร้นมีผลสัมฤทธิ์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

รณรงค์ ขันแข็ง (2559) ได้สร้างบทเรียนบูรณาการแบบสอดแทรก เรื่อง เวกเตอร์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้เชิงรุก ซึ่งได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และศึกษาประสิทธิผลการเรียนรู้ด้านทักษะการเชื่อมโยง กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนรุ่งอรุณ จำนวน 21 คน ซึ่งได้จากการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ 1) บทเรียนบูรณาการแบบสอดแทรก เรื่อง เวกเตอร์ 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เวกเตอร์ ที่ออกแบบให้สามารถใช้วัดทักษะในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ควบคู่ไปด้วยได้ ซึ่งผลการวิจัยพบว่า 1) ประสิทธิภาพของบทเรียนมีค่าเท่ากับ 65.95/72.28 สูงกว่าเกณฑ์ 60/60 ที่กำหนดไว้ 2) คะแนนหลังเรียนสูงขึ้นกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 3) คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนมีค่าร้อยละ 72.28 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ที่ระดับ .01 และ 4) ประสิทธิผลการเรียนรู้ด้านทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สุดารัตน์ เกียรติจรุงพันธ์ (2559) ศึกษาการเกิดมโนทัศน์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก (Active learning) กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 34 คน โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา จังหวัดชลบุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้เชิงรุก แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ซึ่งผลการวิจัยพบว่า 1) มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก (Active learning) สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก (Active learning) สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จุฑามาศ บุญทวี (2560) ศึกษาการพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบกระตือรือร้นวิชาชีววิทยา เรื่อง การสืบพันธุ์และการเจริญเติบโตของสัตว์ ที่มีประสิทธิภาพกำหนดเกณฑ์ 75/75 ศึกษาค่าดัชนีประสิทธิผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 75 เปรียบเทียบการคิดอย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียนและหลังเรียน และศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบกระตือรือร้น กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/2 จำนวนนักเรียน 34 คน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนท่าขอนยางพิทยาคม อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้ 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 3) แบบทดสอบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และ 4) แบบสอบถามความพึงพอใจ ผลการวิจัยพบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนแบบกระตือรือร้นมีประสิทธิภาพ (E/E) เท่ากับ 78.08/77.65 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์กำหนดไว้ ค่าดัชนีประสิทธิผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีค่าเท่ากับ 0.5590 นักเรียนที่เรียนโดยใช้แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบกระตือรือร้นมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 การคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนสูงขึ้นกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบกระตือรือร้นโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด

ลัดดาวัลย์ สาระภัย (2560) ได้ศึกษาการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและพฤติกรรมการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์แสง โดยใช้การเรียนรู้แบบกระตือรือร้น กลุ่มตัวอย่าง

เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 17 คน โดยวิธีการเลือกแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling) โรงเรียนรังษีวิทยากร อำเภอน้ำยืน กลุ่มโรงเรียนพระปริยัติธรรมแผนกสามัญศึกษา กลุ่ม 9 สำนักงานพระพุทธศาสนาแห่งชาติ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้ 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 3) แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ 4) แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบกระตือรือร้น ซึ่งผลการวิจัยพบว่า 1) การจัดการเรียนรู้แบบกระตือรือร้น เรื่อง การสังเคราะห์แสง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีประสิทธิภาพ (E,E) เท่ากับ 77.90/77.94 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (70/70) 2) นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเรียนรู้แบบกระตือรือร้น เรื่อง การสังเคราะห์แสง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนคิดเป็นร้อยละ 77.94 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 70) 3) นักเรียนมีพฤติกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การสังเคราะห์แสง โดยใช้การเรียนรู้แบบกระตือรือร้น โดยรวมเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 2.70, *SD* = 0.08) 4) มีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยรวมมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.58 , *SD* = 0.33)

6.2 งานวิจัยต่างประเทศ

จูส และลินน์ (Joos & Lynn, 2007) ได้ทำการศึกษาโดยใช้การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เชิงรุกแทนการสอนแบบบรรยายในวิชาชีววิทยาขั้นสูง ประเทศสหรัฐอเมริกา โดยทั้งก่อนและหลังการทดลองจะต้องมีคำถาม และมีการออกแบบการทดลองที่ครอบคลุมหัวข้อที่จะเรียน ประเมินผลการศึกษาจากการเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน รวมทั้งหาจุดเด่นและข้อจำกัดของการเรียนด้วยวิธีการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบเชิงรุก ผลการศึกษาพบว่า หลังจากการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบเชิงรุก นักเรียนเกิดมโนทัศน์ทางวิชาวิทยาศาสตร์ที่หลากหลาย ทั้งนี้การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์อย่างกระตือรือร้นสามารถนำข้อดีและข้อจำกัดของกิจกรรมทดลองมาอภิปราย และแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ซึ่งทำการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

โคเมีย และไรอัน (Comla & Ryan, 2006) ได้ศึกษาเกี่ยวกับกิจกรรมที่ใช้ในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การใช้บทละคร การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เชิงรุก การเรียนรู้จากการเคลื่อนไหว การเรียนจากสัญลักษณ์ การเรียนจากการเล่น การเรียนโดยใช้บทบาททางสังคม และการศึกษาทางกายภาพ ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มสูงขึ้น 2) นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้น แสดงให้เห็นว่า การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เชิงรุกมีระดับสูงขึ้นทางด้านปฏิสัมพันธ์ทางสังคม ความสามารถในการแก้ปัญหา การทำงานกลุ่ม การระดมพลังสมอง ความสัมพันธ์ในห้องเรียนดีขึ้น และทักษะทางด้านเจตคติของนักเรียนพบว่านักเรียนเรียนรู้ด้วยความสนุกสนาน

อะคิโนกลู และแทนโดแกน (Akinoglu & Tandogan, 2006) จากมหาวิทยาลัยมาร์มารา อิสตันบูล ประเทศตุรกี ศึกษาผลที่เกิดจากการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เชิงรุกในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เจตคติทางวิทยาศาสตร์ และความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง คือ นักเรียนเกรด 7 โรงเรียนรัฐบาลในอิสตันบูล ประเทศตุรดี ดำเนินการทดลองโดยใช้กลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ตัวแปรตาม คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ และความคิดรวบยอด เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองมี 3 ประเภท คือ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบแบบปลายเปิด และแบบทดสอบวัดเจตคติทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ผลการทดลองพบว่า การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์อย่างกระตือรือร้นมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 เจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มควบคุมหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์อย่างเชิงรุกดีขึ้น มีเจตคติทางบวกต่อวิชาวิทยาศาสตร์ มีความกล้าแสดงออก และแสดงความคิดเห็นเพิ่มมากขึ้น ความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ใช้คำถามปลายเปิดเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง พบว่านักเรียนกลุ่มควบคุมหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เชิงรุกมีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่มากขึ้น สามารถนำความรู้ที่ได้จากการเรียนมาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันดียิ่งขึ้น

โซโกเลิฟ และบลังก์ (Sokolove & Blunck, 2008) จากมหาวิทยาลัยแมรี่แลนด์ ได้ศึกษาการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เชิงรุก โดยเปรียบเทียบวิธีสอนแบบดั้งเดิมในวิชาชีววิทยา วัตถุประสงค์ในการวิจัย เพื่อให้การจัดการเรียนสอนวิทยาศาสตร์ในห้องเรียนที่ใหญ่ให้มีความตื่นเต้น สนุกสนาน และสามารถดึงความสนใจของนักเรียนให้เกิดความกระตือรือร้น และเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระหว่างการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เชิงรุกกับวิธีสอนแบบดั้งเดิม ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เชิงรุกมีคะแนนเฉลี่ยสะสมสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบดั้งเดิมอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 ทั้งนี้ทำให้นักเรียนเกิดแรงกระตุ้น ความสนใจ อยากรู้ และมีความตั้งใจเรียนเพิ่มมากขึ้นเมื่อเรียนด้วยวิธีการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เชิงรุก

จากการศึกษางานวิจัยทั้งภายในประเทศและนอกประเทศที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก ดังกล่าวข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกจะส่งผลให้นักเรียนมีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น และช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะการคิดวิเคราะห์ที่สูงขึ้น โดยการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกจะทำให้การเรียนรู้น่าสนใจมากขึ้น มีความกระตือรือร้นและมีความกล้าแสดงออก ผู้เรียนสามารถแสดงความคิดเห็นได้มากยิ่งขึ้น ทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้

จากประสบการณ์โดยตรงและจากการลงมือปฏิบัติกิจกรรม ฝึกให้ผู้เรียนได้ใช้ความคิดและเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ตามสภาพจริง นอกจากนี้การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกยังช่วยให้นักเรียนมีความรับผิดชอบร่วมกันในการเรียนรู้ และผู้เรียนสามารถเรียนรู้ผ่านกิจกรรมต่าง ๆ ได้อย่างหลากหลายมากขึ้นอีกด้วย

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย
2. รูปแบบการวิจัย
3. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง
4. การสร้างและการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
5. วิธีดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การวิเคราะห์ข้อมูล
7. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โรงเรียนดาราสมุทร ศรีราชา ปีการศึกษา 2563 จำนวน 2 ห้องเรียน จำนวน 90 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/2 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โรงเรียนดาราสมุทร ศรีราชา ปีการศึกษา 2563 จำนวน 1 ห้องเรียน โดยการสุ่มห้องเรียนด้วยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) จำนวน 44 คน และเป็นห้องเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคละกันประกอบไปด้วยนักเรียนที่มีระดับสติปัญญาสูง ปานกลาง และต่ำ

รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งการทดลอง ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดวิเคราะห์ ดำเนินการทดลองตามแบบแผนการวิจัยแบบ One Group Pretest-Posttest Design (สมโภชน์ อเนกสุข, 2559) ซึ่งมีแบบแผนการทดลอง ดังนี้

ตารางที่ 3-1 แบบแผนการทดลองแบบ One-Group Pretest-Posttest Design

กลุ่ม	สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
E	O_1	X_1	O_2

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง

E แทน กลุ่มทดลอง

O_1 แทน การทดสอบก่อนเรียนของกลุ่มตัวอย่าง

O_2 แทน การทดสอบหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่าง

X_1 แทน การสอนโดยใช้การจัดการเรียนการสอนแบบเชิงรุก

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย

1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์
3. แบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์

การสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก เรื่อง งานและพลังงาน มีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

1.1 ศึกษาสาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในหลักสูตรสถานศึกษา โรงเรียนดาราสมุทร ศรีราชา โดยอ้างอิงตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

1.2 ศึกษาแนวทางและวิธีการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อกำหนดขั้นตอนการจัดกิจกรรม

1.3 วิเคราะห์เนื้อหา ผลการเรียนรู้ และสาระการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ จากกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พุทธศักราช 2562 โรงเรียนดาราสมุทร ศรีราชา โดยกำหนดเนื้อหา เรื่อง งานและพลังงาน แบ่งเป็นเนื้อหา 6 เรื่อง ใช้เวลาในการวิจัย 18 คาบ โดยทดสอบก่อนเรียนและทดสอบหลังเรียน จำนวน 4 คาบ และดำเนินการทดลองจำนวน 14 คาบ คาบละ 50 นาที ดังรายละเอียดในตารางที่ 3-2

ตารางที่ 3-2 การวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่อง งานและพลังงาน

แผนการจัดการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก	เวลา (คาบ)
1	วิเคราะห์และคำนวณงานของแรงคงตัว จากสมการและพื้นที่ใต้กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับตำแหน่งรวมทั้งอธิบายและคำนวณกำลังเฉลี่ย	1. ความหมายของงาน 2. องค์ประกอบของการเกิดงาน 3. งานเนื่องจากแรงคงตัว 4. งานเนื่องจากแรงไม่คงตัว	1. อธิบายความหมายของงานในวิชาฟิสิกส์ 2. วิเคราะห์และคำนวณงานของแรงคงตัวจากสมการและพื้นที่ใต้กราฟระหว่างแรงกับตำแหน่ง 3. อธิบายความหมายของงานที่มีค่าเป็นบวก เป็นลบ หรือเป็นศูนย์ 4. วิเคราะห์และคำนวณงานของแรงไม่คงตัวจากพื้นที่ใต้กราฟระหว่างแรงกับตำแหน่ง	- การเรียนรู้แบบแผนผังความคิด	2
2	วิเคราะห์และคำนวณงานของแรงคงตัว จากสมการและพื้นที่ใต้กราฟ	1. กำลัง 2. กำลังเฉลี่ย	1. อธิบายความหมายของกำลังและกำลังเฉลี่ย 2. คำนวณกำลังเฉลี่ย	- การเรียนรู้แบบวิเคราะห์วิดีโอ	2

ตารางที่ 3-2 (ต่อ)

แผนการจัดการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก	เวลา (คาบ)
	ความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับตำแหน่ง รวมทั้งอธิบายและคำนวณกำลังเฉลี่ย			- การเรียนรู้แบบแผนผังความคิด	
3	อธิบายและคำนวณพลังงานจลน์ พลังงานศักย์ พลังงานกล ทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานจลน์ ความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานศักย์โน้มถ่วง ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของแรงที่ใช้ดึงสปริงกับระยะที่สปริงยืดออก และความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานศักย์ยืดหยุ่น รวมทั้งอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างงานของแรงลัพธ์ และพลังงานจลน์ และคำนวณงานที่เกิดขึ้นจากแรงลัพธ์	1. พลังงานจลน์	1. อธิบายความหมายและคำนวณพลังงานจลน์ 2. ทดลองเพื่ออธิบายความสัมพันธ์ระหว่างงานของแรงลัพธ์กับพลังงานจลน์ 3. อธิบายและประยุกต์ใช้ทฤษฎีบทงาน-พลังงานจลน์ในการแก้ปัญหา	-การทดลอง	2

ตารางที่ 3-2 (ต่อ)

แผนการจัดการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก	เวลา (คาบ)
4	อธิบายและคำนวณพลังงานจลน์ พลังงานศักย์ พลังงานกล ทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานจลน์ ความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานศักย์โน้มถ่วง ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของแรงที่ใช้ดึงสปริงกับระยะที่สปริงยืดออก และความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานศักย์ยืดหยุ่น รวมทั้งอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างงานของแรงลัพธ์และพลังงานจลน์ และคำนวณงานที่เกิดขึ้นจากแรงลัพธ์	1. พลังงานศักย์ 2. พลังงานศักย์โน้มถ่วง 3. พลังงานศักย์ยืดหยุ่น 4. พลังงานกล	1. อธิบายความหมายและคำนวณพลังงานศักย์โน้มถ่วง 2. ทดลองเพื่ออธิบายความสัมพันธ์ระหว่างงานของแรงลัพธ์กับพลังงานศักย์ 3. อธิบายความหมายละคำนวณพลังงานศักย์ยืดหยุ่น 4. ทดลองเพื่ออธิบายความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของแรงที่ใช้ดึงสปริงกับระยะที่สปริงยืดออกและความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานศักย์ยืดหยุ่น 5. อธิบายความหมายและคำนวณพลังงานกล	-การทดลอง	4

ตารางที่ 3-2 (ต่อ)

แผนการจัดการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก	เวลา (คาบ)
5	อธิบายกฎการอนุรักษ์พลังงานกล รวมทั้งวิเคราะห์และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ของวัตถุในสถานการณ์ต่าง ๆ โดยใช้กฎการอนุรักษ์พลังงานกล	1.กฎการอนุรักษ์พลังงาน	1. อธิบายความหมายของแรงอนุรักษ์ 2. จำแนกแรงอนุรักษ์กับแรงไม่อนุรักษ์ 3. วิเคราะห์และอภิปรายเพื่อสรุปเกี่ยวกับกฎการอนุรักษ์พลังงานกล 4. จำแนกสถานการณ์ที่มีการอนุรักษ์พลังงานกลกับสถานการณ์ที่ไม่มีการอนุรักษ์พลังงานกล 5. ประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องแรงอนุรักษ์และกฎการอนุรักษ์พลังงานกลในการแก้ปัญหา	- เดินชมแลกเปลี่ยนเรียนรู้	2

ตารางที่ 3-2 (ต่อ)

แผนการจัดการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก	เวลา (คาบ)
6	อธิบายการทำงานประสิทธิภาพและการได้เปรียบเชิงกลของเครื่องกลอย่างง่ายบางชนิดโดยใช้ความรู้เรื่อง งานและสมดุลกล รวมทั้งคำนวณประสิทธิภาพ และการได้เปรียบเชิงกล	1. เครื่องกล 2. การได้เปรียบเชิงกล 3. ประสิทธิภาพของเครื่องกล	1. อธิบายความหมายและคำนวณประสิทธิภาพของเครื่องกลอย่างง่าย 2. อธิบายการทำงานของเครื่องกลอย่างง่ายโดยใช้ความรู้เรื่องงานและสมดุลกล 3. อธิบายความหมายและคำนวณการได้เปรียบเชิงกลของเครื่องกลอย่างง่าย	- การเรียนรู้แบบร่วมมือ - การเรียนรู้แบบวิเคราะห์วิดีโอ -เกม	2
				รวม	14

1.4 ดำเนินการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์เพิ่มเติมโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยให้ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง จำนวน 6 แผน ทั้งหมด 14 คาบ ซึ่งโครงสร้างของแผนการจัดการเรียนรู้แต่ละแผน ประกอบด้วย

1.4.1 ผลการเรียนรู้

1.4.2 จุดประสงค์การเรียนรู้

1.4.3 สาระสำคัญ

1.4.4 สาระการเรียนรู้ (เนื้อหา)

1.4.5 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งประกอบได้ดังนี้

1.4.5.1 ขั้นเร้าความสนใจ

1.4.5.2 ขั้นจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1.4.5.3 ขั้นอภิปรายและสรุป

1.4.5.4 ขั้นไตร่ตรองสะท้อนคิด

1.4.6 สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

1.4.7 การวัดและประเมินผล

1.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสร็จแล้วเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบเพื่อพิจารณาส่วนประกอบต่าง ๆ ของแผนการจัดการเรียนรู้รวมทั้งความสอดคล้องระหว่างสาระการเรียนรู้ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้และเวลาเรียนการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก รวมถึงเครื่องมือการประเมินตามสภาพจริง และสื่อการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นและนำไปแก้ไขปรับปรุง

1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน ด้านการสอนวิทยาศาสตร์ และด้านการวัดประเมินผล เพื่อตรวจสอบและประเมินค่าความเหมาะสมของเนื้อหา และกิจกรรม ซึ่งองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ สาระสำคัญ ผลการเรียนรู้ เนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนและการวัดและประเมินผลของแผนการจัดการเรียนรู้ในการประเมินความเหมาะสมโดยใช้แบบสอบถามแบบมาตราส่วนประกอบค่า (Rating scale) 5 ระดับ ซึ่งกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนเป็นแบบการจัดอันดับคุณภาพ โดยมีรายละเอียดและเกณฑ์ในการประเมินดังนี้

การประเมินความเหมาะสม ใช้เปรียบเทียบกับมาตราในแบบสอบถาม โดยนำคำตอบของผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านให้ค่าน้ำหนักเป็นคะแนน ดังนี้

คะแนน 5 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

คะแนน 4 หมายถึง เหมาะสมมาก

คะแนน 3 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

คะแนน 2 หมายถึง เหมาะสมน้อย

คะแนน 1 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

การแปลความหมายค่าเฉลี่ยคะแนนนำมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ซึ่งใช้แนวคิดของพื้นที่ใต้โค้งปกติ (ไชยยศ เรืองสุวรรณ, 2548, หน้า 138) ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.50 – 5.00 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.50 – 4.49 หมายถึง เหมาะสมมาก

ค่าเฉลี่ย 2.50 – 3.49 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.50 – 2.49 หมายถึง เหมาะสมน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.49 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

การกำหนดเกณฑ์ค่าเฉลี่ยของความเหมาะสม คือ ถ้าค่าเฉลี่ยของความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญตั้งแต่ 3.50 ขึ้นไป และมีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.00 (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2543 หน้า 117) จะถือว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีคุณภาพเหมาะสมในเบื้องต้น สำหรับในงานวิจัยนี้พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก มีค่าเฉลี่ยระดับความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้อยู่ระหว่าง 4.20-4.27 ซึ่งถือว่ามีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก (ดังภาคผนวก ข หน้า 143-154)

1.7 ดำเนินการปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญในประเด็นที่ยังไม่ผ่านเกณฑ์ และนำแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง งานและพลังงาน ไปเข้าตรวจสอบจริยธรรมต่อไป

1.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง งานและพลังงาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ผ่านการปรับปรุงจากข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญไปทดลองใช้ (Try out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 จำนวน 46 คน โรงเรียนดาราสมุทร ศรีราชา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอนด้วยตนเอง เพื่อตรวจสอบความเป็นไปได้ ความถูกต้อง ความเหมาะสม และบันทึกปัญหาข้อบกพร่องต่าง ๆ ที่พบแล้วนำมาแก้ไขและปรับปรุงก่อนนำไปใช้จริง

1.9 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการทดลองใช้แล้วมาปรับปรุงแก้ไข และจัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปทดลองใช้จริงกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/2 จำนวน 44 คน โรงเรียนดาราสมุทร ศรีราชา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 ต่อไป

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

2.1 ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จากเอกสาร เทคนิคการวัดผล และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.2 ศึกษาหลักสูตร จุดประสงค์การเรียนรู้ และสาระการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง งานและพลังงาน

2.3 สร้างตารางวิเคราะห์ข้อสอบโดยวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย 6 ด้าน ตามรูปแบบของบลูม และคณะฉบับปรับปรุง (Bloom, 2001 อ้างถึงใน พิศิษฐ ตัณฑวณิช, 2557) ได้แก่ 1) การจำ 2) ความเข้าใจ 3) การปรับใช้ 4) การวิเคราะห์ 5) การประเมิน และ 6) การสร้างสรรค์ มีรายละเอียดดังตารางที่ 3-3

ตารางที่ 3-3 การกำหนดจำนวนแบบทดสอบที่ต้องการให้สอดคล้องระหว่างสาระการเรียนรู้กับจุดประสงค์การเรียนรู้

สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ (ข้อ)						
		การจำ	ความเข้าใจ	การปรับใช้	การวิเคราะห์	การประเมิน	การสร้างสรรค์	รวม	นำไปใช้จริง
- ความหมายของงาน - องค์ประกอบของการเกิดงาน - งานเนื่องจากแรงคงตัว - งานเนื่องจากแรงไม่คงตัว	1. อธิบายความหมายของงานในวิชาฟิสิกส์	2 (1)	2 (1)					4	2
	2. วิเคราะห์และคำนวณงานของแรงคงตัวจากสมการและพื้นที่ใต้กราฟระหว่างแรงกับตำแหน่ง			2 (1)				2	1

ตารางที่ 3-3 (ต่อ)

สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ (ข้อ)							
		การจำ	ความเข้าใจ	การปรับใช้	การวิเคราะห์	การประเมิน	การสร้างสรรค์	รวม	นำไปใช้จริง
	3. อธิบายความหมายของงานที่มีค่าเป็นบวก เป็นลบ หรือเป็นศูนย์				2 (1)			2	1
	4. วิเคราะห์และคำนวณงานของแรงไม่คงตัวจากพื้นที่ใต้กราฟระหว่างแรงกับตำแหน่ง			2 (1)				2	1
- กำลัง - กำลังเฉลี่ย	5. อธิบายความหมายของกำลังและกำลังเฉลี่ย	2 (1)				2 (1)		4	2
	6. คำนวณกำลังเฉลี่ย			2 (1)				2	1
- พลังงานจลน์	7. อธิบายความหมายและคำนวณพลังงานจลน์	2 (1)		2 (1)				4	2
	8. ทดลองเพื่ออธิบายความสัมพันธ์ระหว่างงานของแรงลัพธ์กับพลังงานจลน์					2 (1)		2	1
	9. อธิบายและประยุกต์ใช้ทฤษฎีบทงาน-พลังงานจลน์ในการแก้ปัญหา						2 (1)	2	1

ตารางที่ 3-3 (ต่อ)

สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ (ข้อ)						
		การจำ	ความเข้าใจ	การปรับใช้	การวิเคราะห์	การประเมิน	การสร้างสรรค์	รวม / นำไปใช้จริง
- พลังงานศักย์ - พลังงานศักย์โน้มถ่วง - พลังงานศักย์ยืดหยุ่น - พลังงานกล	10. อธิบายความหมายและคำนวณพลังงานศักย์โน้มถ่วง		2 (1)	2 (1)				4 / 2
	11. ทดลองเพื่ออธิบายความสัมพันธ์ระหว่างงานของแรงลัพธ์กับพลังงานศักย์				2 (1)			2 / 1
	12. อธิบายความหมายและคำนวณพลังงานศักย์ยืดหยุ่น	2 (1)		2 (1)				4 / 2
	13. ทดลองเพื่ออธิบายความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของแรงที่ใช้ดึงสปริงกับระยะที่สปริงยืดออกและความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานศักย์ยืดหยุ่น						2 (1)	2 / 1
	14. อธิบายความหมายและคำนวณพลังงานกล		2 (1)	2 (1)				4 / 2
- กฎการอนุรักษ์พลังงาน	15. อธิบายความหมายของแรงอนุรักษ์		2 (1)					2 / 1

ตารางที่ 3-3 (ต่อ)

สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ (ข้อ)						
		การจำ	ความเข้าใจ	การปรับใช้	การวิเคราะห์	การประเมิน	การสร้างสรรค์	รวม / นำไปใช้จริง
	16. จำแนกแรงอนุรักษ์กับแรงไม่อนุรักษ์				2 (1)			2 / 1
	17. วิเคราะห์และอภิปรายเพื่อสรุปเกี่ยวกับกฎการอนุรักษ์พลังงานกล				2 (1)			2 / 1
	18. จำแนกสถานการณ์ที่มีการอนุรักษ์พลังงานกลกับสถานการณ์ที่ไม่มีการอนุรักษ์พลังงานกล		2 (1)					2 / 1
	19. ประยุกต์ใช้ความรู้ เรื่อง แรงอนุรักษ์และกฎการอนุรักษ์พลังงานกลในการแก้ปัญหา			2 (1)				2 / 1
- เครื่องกล - การได้เปรียบเชิงกล - ประสิทธิภาพของเครื่องกล	20. อธิบายความหมายและคำนวณประสิทธิภาพของเครื่องกลอย่างง่าย		2 (1)	2 (1)				4 / 2
	21. อธิบายการทำงานของเครื่องกลอย่างง่ายโดยใช้ความรู้เรื่องงานและสมดุลกล		2 (1)					2 / 1

ตารางที่ 3-3 (ต่อ)

สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ (ข้อ)							
		การจำ	ความเข้าใจ	การปรับใช้	การวิเคราะห์	การประเมิน	การสร้างสรรค์	รวม	นำไปใช้จริง
	22. อธิบายความหมายและคำนวณการได้เปรียบเชิงกลของเครื่องกลอย่างง่าย		2 (1)	2 (1)				4	2
	รวม	**8 (4)**	**16 (8)**	**20 (10)**	**8 (4)**	**4 (2)**	**4 (2)**	**60**	**30**

หมายเหตุ : ตัวเลขที่อยู่ในวงเล็บ หมายถึง จำนวนข้อของแบบทดสอบที่ต้องการใช้จริง
ตัวเลขที่ไม่ได้อยู่ในวงเล็บ หมายถึง จำนวนข้อของแบบทดสอบที่สร้างขึ้น

2.4 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ (Multiple choice) 4 ตัวเลือก จำนวน 60 ข้อ ต้องการใช้จริง 30 ข้อ ให้ครอบคลุมกับเนื้อหา และจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยให้มีสัดส่วนจำนวนข้อในแต่ละจุดประสงค์การเรียนรู้ตรงตามตารางวิเคราะห์ มีรายละเอียดดังตารางที่ 3-3

2.5 นำแบบทดสอบวัดผลฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมและความสอดคล้องของสาระการเรียนรู้กับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้กับพฤติกรรมที่ต้องการวัดของข้อคำถามในแต่ละข้อ รวมทั้งความเหมาะสมของภาษาที่ใช้แล้วจึงนำเสนอแนะไปปรับปรุงแก้ไขให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

2.6 นำแบบทดสอบวัดผลฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน ด้านเนื้อหาฟิสิกส์ และด้านการวัดประเมินผล เพื่อตรวจสอบและประเมินค่าความเหมาะสมและความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบเป็นรายข้อกับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยใช้แบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น (สมโภชน์ อเนกสุข, 2559, หน้า 108) ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

+ 1 เมื่อแน่ใจว่าแบบทดสอบตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัด
0 เมื่อไม่แน่ใจว่าแบบทดสอบตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัด
-1 เมื่อแน่ใจว่าแบบทดสอบไม่ตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัด

2.7 นำแบบทดสอบวัดผลฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ที่ได้รับการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญมาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) แล้วพิจารณาเลือกแบบทดสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่าหรือเท่ากับ .50 ขึ้นไป (สมโภชน์ อเนกสุข, 2559, หน้า 108) ซึ่งถือว่าเป็นแบบทดสอบที่มีความสอดคล้องและความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) แต่หากมีค่าต่ำกว่าผู้วิจัยจะต้องดำเนินการปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญเพื่อให้ได้แบบทดสอบที่มีคุณภาพมากขึ้น สำหรับในงานวิจัยนี้ พบว่า ผลการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ มีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.60-1.00 สามารถนำไปใช้ได้ (ดังภาคผนวก ข หน้า 155-157)

2.8 จัดพิมพ์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ที่ปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้วตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ จากนั้นนำไปเข้าตรวจสอบจริยธรรม เมื่อผ่านการตรวจสอบจริยธรรมเรียบร้อยแล้วนำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ไปทดลองใช้ (Try out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 จำนวน 46 คน โรงเรียนดาราสมุทร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ซึ่งผ่านการเรียน เรื่อง งานและพลังงานมาแล้ว เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ

2.9 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ มาตรวจสอบให้คะแนน โดยให้คะแนน สำหรับข้อที่ตอบถูก 1 คะแนน และให้ 0 คะแนน สำหรับข้อที่ตอบผิดหรือไม่ตอบหรือตอบเกิน 1 คำตอบในข้อเดียวกัน แล้วนำมาวิเคราะห์คะแนนรายข้อเพื่อหาค่าความยากและค่าอำนาจจำแนก โดยแบ่งกลุ่มสูงกลุ่มต่ำด้วยเทคนิค 50 % แล้วคัดเลือกแบบทดสอบที่มีค่าความยากง่าย (p) ตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.80 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20 ถึง 1.00 (สมนึก ภัททิยธนี, 2549, หน้า 229)

2.10 ดำเนินการคัดเลือกข้อสอบจำนวน 30 ข้อ ที่มีค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกตามเกณฑ์ที่กำหนด โดยคำนึงถึงความครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้และโครงสร้างของข้อสอบที่กำหนด สำหรับในงานวิจัยนี้ พบว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์มีค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.24-0.67 และค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.22-0.61 (ดังภาคผนวก ค หน้า 161-163)

2.11 นำแบบทดสอบที่คัดเลือกไว้จำนวน 30 ข้อ มาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับแบบอิงเกณฑ์ ตามวิธีของโลเวทท์ (Lovett Method) (สมนึก ภัททิยธนี, 2553, หน้า 229) สำหรับในงานวิจัยนี้ พบว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์มีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.93 (ดังภาคผนวก ค หน้า 164)

2.12 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 30 ข้อ ที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขแล้วและจัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปทดลองใช้จริงกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/2 จำนวน 44 คน โรงเรียนดาราสมุทร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563

3. แบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ในวิชาฟิสิกส์ มีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

3.1 ศึกษาทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์ เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์

3.2 กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน โดยทำการวิเคราะห์เนื้อหาองค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์ และจำนวนข้อสอบในแบบทดสอบ ซึ่งคำถามจะครอบคลุมองค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน โดยแบ่งออกเป็น 5 ด้าน ดังนี้

3.2.1 การจัดจำแนกเปรียบเทียบ (matching)

3.2.2 การจัดกลุ่ม (classification)

3.2.3 การวิเคราะห์ข้อผิดพลาด (error analysis)

3.2.4 การสรุปหลักการ (generalizing)

3.2.5 การนำไปใช้ (specifying)

ตารางที่ 3-4 วิเคราะห์องค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์ และจำนวนข้อสอบในแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์

องค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์	**จำนวนข้อทดสอบ (ข้อ)**	**จำนวนข้อทดสอบที่ใช้จริง (ข้อ)**
1. การจัดจำแนกเปรียบเทียบ	6	4
2. การจัดกลุ่ม	6	4
3. การวิเคราะห์ข้อผิดพลาด	6	4
4. การสรุปหลักการ	6	4
5. การนำไปใช้	6	4
รวม	**30**	**20**

3.3 สร้างแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์แบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ นำไปใช้จริง จำนวน 20 ข้อ ซึ่งครอบคลุมกับองค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์ทั้ง 5 ด้าน

3.4 นำแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องของข้อคำถามการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์ ความชัดเจนของข้อคำถาม เนื้อหาที่เหมาะสม และนำข้อเสนอแนะไปปรับปรุงแก้ไขให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

3.5 นำแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอนเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ และด้านการวัดประเมินผล เพื่อประเมินค่าความเหมาะสมและความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบแต่ละข้อ โดยใช้แบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนน (สมโภชน์ อเนกสุข, 2559, หน้า 108) ดังนี้

+1 เมื่อแน่ใจว่าแบบทดสอบตรงกับองค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์

0 เมื่อไม่แน่ใจว่าแบบทดสอบกับองค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์

-1 เมื่อแน่ใจว่าแบบทดสอบไม่ตรงกับองค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์

3.6 นำแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์ที่ได้รับการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญ มาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่าหรือเท่ากับ .50 ขึ้นไป (สมโภชน์ อเนกสุข, 2559, หน้า 108) ซึ่งถือว่าเป็นแบบทดสอบที่มีความสอดคล้อง (Content validity) แต่หากมีค่าต่ำกว่าผู้วิจัยจะต้องดำเนินการปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญเพื่อให้ได้แบบทดสอบที่มีคุณภาพมากขึ้น สำหรับในงานวิจัยนี้ พบว่า ผลการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญของแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์ มีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.60-1.00 สามารถนำไปใช้ได้ (ดังภาคผนวก ข หน้า 158-159)

3.7 จัดพิมพ์แบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์ ที่ปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้วตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ จากนั้นนำไปเข้าตรวจสอบจริยธรรม เมื่อผ่านการตรวจสอบจริยธรรมเรียบร้อยแล้ว นำแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์ไปทดลองใช้ (Try out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 จำนวน 46 คน โรงเรียนดาราสมุทร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ซึ่งผ่านการเรียน เรื่อง งานและพลังงาน มาแล้ว เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ

3.8 นำแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์ มาตรวจสอบให้คะแนน โดยให้คะแนนสำหรับข้อที่ตอบถูก 1 คะแนน และให้ 0 คะแนน สำหรับข้อที่ตอบผิดหรือไม่ตอบ

หรือตอบเกิน 1 คำตอบในข้อเดียวกัน แล้วนำมาวิเคราะห์คะแนนรายข้อเพื่อหาค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนก โดยแบ่งกลุ่มสูงกลุ่มต่ำด้วยเทคนิค 50 % แล้วคัดเลือกแบบทดสอบที่มีค่าความยากง่าย (p) ตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.80 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20 ถึง 1.00 (สมนึก ภัททิยธนี, 2549, หน้า 229)

3.9 ดำเนินการคัดเลือกข้อสอบจำนวน 20 ข้อ ที่มีค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกตามเกณฑ์ที่กำหนด โดยคำนึงถึงความครอบคลุมองค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์และโครงสร้างข้อสอบที่กำหนด สำหรับในงานวิจัยนี้ พบว่า แบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์มีค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.39-0.78 และค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.26-0.74 (ดังภาคผนวก ค หน้า 165-166)

3.10 นำแบบทดสอบที่คัดเลือกไว้จำนวน 20 ข้อ มาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับแบบอิงเกณฑ์ตามวิธีของโลเวทท์ (Lovett Method) (สมนึก ภัททิยธนี, 2553, หน้า 229) สำหรับในงานวิจัยนี้ พบว่า แบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์มีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.89 (ดังภาคผนวก ค หน้า 167)

3.11 นำแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 20 ข้อ ที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขแล้วและจัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปทดลองใช้จริงกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/2 จำนวน 44 คน โรงเรียนดาราสมุทร ศรีราชา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563

วิธีดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ก่อนการเรียนการสอนครูผู้สอนแนะนำและชี้แจงขั้นตอนการทำกิจกรรม และบทบาทของผู้เรียนในการจัดการเรียนการสอน และอธิบายเกณฑ์การให้คะแนน

2. ทดสอบก่อนเรียน (Pretest) โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ แบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์ ที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพ ปรับปรุงและแก้ไขแล้ว

3. ดำเนินการทดลอง โดยใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้เนื้อหาคือ เรื่อง งานและพลังงาน จำนวน 14 คาบ คาบละ 50 นาทีซึ่งผู้วิจัยเป็นผู้สอนเอง

4. เมื่อสิ้นสุดการสอนตามกำหนดแล้วจึงทำการทดสอบหลังเรียน (Posttest) กับผู้เรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ และแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์ (ฉบับเดิม)

5. นำผลคะแนนที่ได้จากการตรวจแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์และแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์ มาวิเคราะห์โดยวิธีการทางสถิติด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อทดสอบสมมติฐานต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 วิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน ที่ได้รับการสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก (Active learning) ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้ Dependent sample t-test

2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 วิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน ที่ได้รับการสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก (Active learning) หลังเรียนกับเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 70 โดยใช้ One sample t-test

3. เปรียบเทียบการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 วิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน ที่ได้รับการสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก (Active learning) ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้ Dependent sample t-test

4. เปรียบเทียบการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 วิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน ที่ได้รับการสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก (Active learning) หลังเรียนกับเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 70 โดยใช้ One sample t-test

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติพื้นฐาน

1.1 หาค่าเฉลี่ยของคะแนน ($\bar{x}$) โดยใช้สูตร (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2549, หน้า 73)

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

เมื่อ $\bar{x}$ แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนน

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

1.2 หาค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) โดยใช้สูตร (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2549, หน้า 73)

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

เมื่อ S แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\sum X^2$ แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละด้านยกกำลังสอง

$(\sum X)^2$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

2. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ

2.1 หาความเที่ยงตรงของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์และแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์ โดยใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (*IOC*) (สมโภชน์ อเนกสุข, 2559, หน้า 108)

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์

$\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.2 หาค่าความยากง่าย (P) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์และแบบทดสอบการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์ (สมโภชน์ อเนกสุข, 2559, หน้า 124)

หาค่าความยากง่าย (P) คำนวณได้จากสูตร

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

เมื่อ P แทน ค่าความยากง่าย

R แทน จำนวนคนที่ตอบข้อนั้นถูก

N แทน จำนวนคนที่ทำข้อนั้นทั้งหมด

2.3 หาค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์และแบบทดสอบการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์โดยใช้เทคนิค 50 % (สมโภชน์ อเนกสุข, 2559, หน้า 118)

หาค่าอำนาจจำแนก (D_c หรือ r) คำนวณได้จากสูตร

$$D_c = \frac{R_u}{N_u} - \frac{R_I}{N_I}$$

เมื่อ D_c แทน ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ

R_u แทน จำนวนผู้สอบที่ตอบถูกในกลุ่มสูง

R_I แทน จำนวนผู้สอบที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ

N_u แทน จำนวนผู้สอบในกลุ่มสูง

N_I แทน จำนวนผู้สอบในกลุ่มต่ำ

2.4 หาความเชื่อมั่นแบบอิงเกณฑ์ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์และแบบทดสอบการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์ โดยใช้ของโลเวทท์คำนวณได้จากสูตร (ไพศาล วรคำ, 2555, หน้า 292)

$$r_{cc} = 1 - \frac{k\sum X - \sum X^2}{(k-1)\sum (X-C)^2}$$

เมื่อ r_{cc} แทน ค่าประมาณความเชื่อมั่นแบบอิงเกณฑ์

k แทน จำนวนข้อสอบของแบบทดสอบ

C แทน คะแนนเกณฑ์หรือคะแนนจุดตัด

X แทน คะแนนรวมของผู้สอบแต่ละคน

3. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

3.1 ใช้สถิติการทดสอบทีแบบสองกลุ่มที่ไม่เป็นอิสระจากกัน (Dependent Sample t-test) เพื่อทดสอบสมมติฐานที่เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดวิเคราะห์ ก่อนเรียนและหลังเรียน (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2549, หน้า 104)

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

เมื่อ t แทน ค่าที่ใช้พิจารณาการแจกแจงของค่า t

D แทน ผลต่างของคะแนนก่อนสอบและหลังสอบ

$\sum D$ แทน ผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนนการสอบก่อน-หลังเรียน

ΣD^2 แทน ผลรวมยกกำลังสองของความแตกต่างระหว่างคะแนนการสอบก่อนเรียน-หลังเรียน

n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

3.2 ใช้สถิติการทดสอบทีแบบกลุ่มเดียว (One sample t-test) เพื่อทดสอบสมมติฐานที่เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และการคิดวิเคราะห์หลังเรียนกับเกณฑ์ (สมโภชน์ อเนกสุข, 2553, หน้า 111)

$$t = \frac{\bar{x} - \mu}{\frac{S}{\sqrt{n}}} \quad \text{และ} \quad df = n\text{-}1$$

เมื่อ n แทน จำนวนตัวอย่าง

$\bar{x}$ แทน ค่าเฉลี่ยที่หาได้จากกลุ่มตัวอย่าง

μ แทน ค่าเฉลี่ยหรือค่าคงที่ของประชากร

S แทน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีการนำเสนอผลการวิจัย ดังนี้

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อสื่อความหมายในการเสนอผลการวิจัยให้เข้าใจตรงกัน ดังนี้

n	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
$\bar{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ย
SD	แทน	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
t	แทน	ค่าสถิติในการแจกแจงแบบที (*t*-test)
df	แทน	ระดับแห่งความเป็นอิสระ (Degrees of freedom)
p	แทน	ค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อน
*	แทน	นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

1. ผลการเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 วิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน ที่ได้รับการสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก (Active learning) ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

2. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 วิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน ที่ได้รับการสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก (Active learning) หลังเรียนเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70

3. ผลการเปรียบเทียบคะแนนการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 วิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน ที่ได้รับการสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก (Active learning) ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

4. ผลการเปรียบเทียบการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 วิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน ที่ได้รับการสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก (Active learning) หลังเรียนเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ผลการเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 วิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน ที่ได้รับการสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก (Active learning) ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน แสดงดังตารางที่ 4-1

ตารางที่ 4-1 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 วิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน ที่ได้รับการสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก (Active learning) ก่อนเรียนและหลังเรียน (คะแนนเต็ม 30 คะแนน)

พฤติกรรมการเรียนรู้	*n*	คะแนนเต็ม	ก่อนเรียน			หลังเรียน			*df*	*t*	*P* (1-tailed)
			$\bar{X}$	*SD*	ร้อยละ	$\bar{X}$	*SD*	ร้อยละ			
การจำ	44	4	0.93	0.93	23.25	3.36	0.61	84.00	43	14.56*	.000
ความเข้าใจ	44	8	2.02	1.30	25.25	6.02	1.05	75.25	43	18.14*	.000
การปรับใช้	44	10	2.82	1.45	28.20	7.43	1.61	74.30	43	16.58*	.000
การวิเคราะห์	44	4	1.02	0.93	25.50	2.89	0.97	72.25	43	10.72*	.000
การประเมิน	44	2	0.66	0.64	33.00	1.41	0.62	70.50	43	6.63*	.000
การสร้างสรรค์	44	2	0.61	0.62	30.50	1.55	0.55	77.50	43	7.83*	.000
ภาพรวม	**44**	**30**	**8.07**	**2.45**	**26.90**	**22.66**	**1.94**	**75.53**	**43**	**38.72***	**.000**

*$p < .05$

จากตารางที่ 4-1 พบว่า ในภาพรวมคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก เรื่อง งานและพลังงาน มีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน ($\bar{X}$ = 8.07, *SD* = 2.45) และหลังเรียน ($\bar{X}$ = 22.66, *SD* = 1.94) เมื่อนำผลการวิเคราะห์มาเปรียบเทียบ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1

เมื่อพิจารณาพฤติกรรมการเรียนรู้ในแต่ละด้าน ได้แก่ 1) การจำ 2) ความเข้าใจ 3) การปรับใช้ 4) การวิเคราะห์ 5) การประเมิน และ 6) การสร้างสรรค์ พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทุกด้านของพฤติกรรมการเรียนรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ด้วยเช่นกัน โดยด้านการจำ (ร้อยละ = 84.00) มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละสูงสุด รองลงมา คือ ด้านการสร้างสรรค์ (ร้อยละ = 77.50), ด้านความเข้าใจ (ร้อยละ = 75.25), ด้านการปรับใช้ (ร้อยละ = 74.30), ด้านการวิเคราะห์ (ร้อยละ = 72.25) และด้านการประเมิน (ร้อยละ = 70.50) ตามลำดับ

2. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 วิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน ที่ได้รับการสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก (Active learning) หลังเรียนเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 แสดงดังตารางที่ 4-2

ตารางที่ 4-2 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 วิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน ที่ได้รับการสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก (Active learning) หลังเรียนเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 (21 คะแนน จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน)

พฤติกรรมการเรียนรู้	***n***	**คะแนนเต็ม**	**คะแนนเกณฑ์ร้อยละ 70**	**หลังเรียน**		***df***	***t***	***P*** **(1-tailed)**
				$\bar{X}$	***SD***			
การจำ	44	4	2.8	3.36	0.61	43	6.10*	.000
ความเข้าใจ	44	8	5.6	6.02	1.05	43	2.69*	.005
การปรับใช้	44	10	7	7.43	1.61	43	1.78*	.041
การวิเคราะห์	44	4	2.8	2.89	0.97	43	0.59	.279
การประเมิน	44	2	1.4	1.41	0.62	43	0.10	.462
การสร้างสรรค์	44	2	1.4	1.55	0.55	43	1.76*	.043
ภาพรวม	**44**	**30**	**21**	**22.66**	**1.94**	**43**	**5.67***	**.000**

*$p < .05$

จากตารางที่ 4-2 พบว่า ในภาพรวมคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก เรื่อง งานและพลังงาน มีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน ($\bar{X}$ = 22.66, *SD* = 1.94) เมื่อนำผลการวิเคราะห์มาเปรียบเทียบกับ

เกณฑ์ร้อยละ 70 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2

เมื่อพิจารณาพฤติกรรมการเรียนรู้ในแต่ละด้านเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจำแนกตามพฤติกรรมการเรียนรู้หลังเรียน ดังนี้ ด้านการปรับใช้ ($\bar{X}$ = 7.43, *SD* = 1.61), ด้านความเข้าใจ ($\bar{X}$ = 6.02, *SD* = 1.05), ด้านการจำ ($\bar{X}$ = 3.36, *SD* = 0.61) และด้านการสร้างสรรค์ ($\bar{X}$ = 1.55, *SD* = 0.55) มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนพฤติกรรมการเรียนรู้หลังเรียนด้านการวิเคราะห์ ($\bar{X}$ = 2.89, *SD* = 0.97) และด้านการประเมิน ($\bar{X}$ = 1.41, *SD* = 0.62) มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ผลการเปรียบเทียบคะแนนการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 วิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน ที่ได้รับการสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก (Active learning) ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

ตารางที่ 4-3 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 วิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน ที่ได้รับการสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก (Active learning) ก่อนเรียนและหลังเรียน (คะแนนเต็ม 20 คะแนน)

องค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์	***n***	**คะแนนเต็ม**	**ก่อนเรียน**		**หลังเรียน**		***df***	***t***	***P*** **(1-tailed)**
			$\bar{X}$	***SD***	$\bar{X}$	***SD***			
การจัดจำแนกเปรียบเทียบ	44	4	1.66	0.83	2.84	1.10	43	5.80*	.000
การจัดกลุ่ม	44	4	1.11	0.92	2.82	0.97	43	8.55*	.000
การวิเคราะห์ข้อผิดพลาด	44	4	1.82	0.92	3.43	0.62	43	10.30*	.000
การสรุปหลักการ	44	4	1.77	1.10	3.57	0.55	43	10.15*	.000
การนำไปใช้	44	4	1.77	1.14	3.52	0.70	43	10.53*	.000
ภาพรวม	**44**	**20**	**8.14**	**2.72**	**16.18**	**2.04**	**43**	**16.72***	**.000**

*$p < .05$

จากตารางที่ 4-3 พบว่า ในภาพรวมคะแนนเฉลี่ยการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก เรื่อง งานและพลังงาน มีคะแนนเฉลี่ยการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียน ($\bar{X}$ = 8.14, *SD* = 2.72) และหลังเรียน ($\bar{X}$ = 16.18, *SD* = 2.04) เมื่อนำผล

การวิเคราะห์มาเปรียบเทียบ พบว่า การคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3

เมื่อพิจารณาองค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์ในแต่ละด้าน ได้แก่ 1) การจัดจำแนกเปรียบเทียบ 2) การจัดกลุ่ม 3) การวิเคราะห์ข้อผิดพลาด 4) การสรุปหลักการ และ 5) การนำไปใช้ พบว่า นักเรียนมีการคิดวิเคราะห์ทุกด้านหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ด้วยเช่นกัน โดยด้านการสรุปหลักการ ($\bar{X}$ = 3.57) มีคะแนนเฉลี่ยสูงสุด รองลงมา คือ ด้านการนำไปใช้ ($\bar{X}$ = 3.52), การวิเคราะห์ข้อผิดพลาด ($\bar{X}$ = 3.43), การจัดจำแนกเปรียบเทียบ ($\bar{X}$ = 2.84) และการจัดกลุ่ม ($\bar{X}$ = 2.82) ตามลำดับ

4. ผลการเปรียบเทียบการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 วิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน ที่ได้รับการสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก (Active learning) หลังเรียนเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70

ตารางที่ 4-4 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 วิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน ที่ได้รับการสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก (Active learning) หลังเรียนเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 (14 คะแนน จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน)

องค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์	***n***	**คะแนนเต็ม**	**คะแนนเกณฑ์ร้อยละ 70**	**หลังเรียน**		***df***	***t***	***P*** **(1-tailed)**
				$\bar{X}$	***SD***			
การจัดจำแนกเปรียบเทียบ	44	4	2.8	2.84	1.10	43	0.25	.403
การจัดกลุ่ม	44	4	2.8	2.82	0.97	43	0.12	.451
การวิเคราะห์ข้อผิดพลาด	44	4	2.8	3.43	0.62	43	6.71*	.000
การสรุปหลักการ	44	4	2.8	3.57	0.55	43	9.34*	.000
การนำไปใช้	44	4	2.8	3.52	0.70	43	6.86*	.000
ภาพรวม	**44**	**20**	**14**	**16.18**	**2.04**	**43**	**7.10***	**.000**

*$p < .05$

จากตารางที่ 4-4 พบว่า ในภาพรวมคะแนนเฉลี่ยการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก เรื่อง งานและพลังงาน มีคะแนนเฉลี่ยการคิดวิเคราะห์หลังเรียน ($\bar{X}$ = 16.18, *SD* = 2.04) เมื่อนำผลการวิเคราะห์มาเปรียบเทียบกับเกณฑ์

ร้อยละ 70 พบว่า การคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 4

เมื่อพิจารณาองค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์ในแต่ละด้านเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 พบว่า นักเรียนมีการคิดวิเคราะห์จำแนกตามองค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์หลังเรียน ดังนี้ ด้านการวิเคราะห์ข้อผิดพลาด ($\bar{X}$ = 3.43, *SD* = 0.62) ด้านการสรุปหลักการ ($\bar{X}$ = 3.57, *SD* = 0.55) และด้านการนำไปใช้ ($\bar{X}$ = 3.52, *SD* = 0.70) ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนองค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์ด้านการจัดจำแนกเปรียบเทียบ ($\bar{X}$ = 2.84, *SD* = 1.10), ด้านการจัดกลุ่ม ($\bar{X}$ = 2.82, *SD* = 0.97) มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

บทที่ 5
สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 วิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน ก่อนเรียนและหลังเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก (Active learning) 2) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 วิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน หลังเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก (Active learning) สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 70 3) ศึกษาการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 วิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน ก่อนเรียนและหลังเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก (Active learning) 4) ศึกษาการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 วิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน หลังเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก (Active learning) สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 70

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/2 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ โรงเรียนดาราสมุทร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 1 ห้องเรียน ได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) รวมทั้งสิ้น 44 คน โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม เพราะมีการจัดห้องเรียนแบบคละความสามารถทางการเรียน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก เรื่อง งานและพลังงาน จำนวน 6 แผน โดยมีค่าเฉลี่ยของความเหมาะสมอยู่ระหว่าง 4.20-4.27 ซึ่งถือว่ามีความเหมาะสมมาก 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.24-0.67 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.22-0.61 และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับแบบอิงเกณฑ์ตามวิธีของโลเวทท์ (Lovett Method) เท่ากับ 0.93 3) แบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.39-0.78 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.26-0.74 และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับแบบอิงเกณฑ์ตามวิธีของโลเวทท์ (Lovett Method) เท่ากับ 0.89

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-Experimental Research) โดยแบบแผนการทดลองที่ใช้ในงานวิจัย คือ แบบกลุ่มตัวอย่างเดียว ทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน (One group pretest-posttest design) วิเคราะห์ข้อมูลโดยเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและคะแนนการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้การทดสอบค่าทีกรณีสองกลุ่มไม่เป็นอิสระต่อกัน (Dependent sample t-test) และเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

และการคิดวิเคราะห์กับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้การทดสอบค่าทีแบบกลุ่มตัวอย่างกลุ่มเดียว (One sample t-test)

สรุปผลการวิจัย

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 วิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน ที่ได้รับการสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก (Active learning) หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 วิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน ที่ได้รับการสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก (Active learning) หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. การคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 วิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน ที่ได้รับการสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก (Active learning) หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. การคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 วิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน ที่ได้รับการสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก (Active learning) หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผลการทดลอง

จากการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีประเด็นการอภิปราย ดังนี้

1. นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก (Active learning) สูงกว่าก่อนเรียน และหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เป็นไปตามสมมติฐานข้อ 1 และ 2 ทั้งนี้เนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกเป็นกระบวนการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญโดยให้ผู้เรียนนั้นได้มีส่วนร่วมในการเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง ทำให้ผู้เรียนเกิดความกระตือรือร้นในการทำกิจกรรมต่าง ๆ และมีความหลากหลายของกิจกรรมมากขึ้น ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้นำวิธีการสอน เทคนิคการสอนที่เหมาะสมกับแผนการจัดการเรียนรู้มาสอดแทรกในขั้นการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก ซึ่งใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกจำนวนทั้งหมด 6 แผน ดังนี้ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง งาน (การเรียนรู้แบบแผนผังความคิด) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง กำลัง (การเรียนรู้แบบวิเคราะห์วิดีโอ และการเรียนรู้แบบแผนผังความคิด) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

เรื่อง พลังงานจลน์ (การทดลอง) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง พลังงานศักย์ (การทดลอง) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง กฎอนุรักษ์พลังงานกล (เดินชมแลกเปลี่ยนเรียนรู้) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง เครื่องกล (การเรียนรู้แบบร่วมมือ การเรียนรู้แบบวิเคราะห์วิดีโอ และเกม) ซึ่งเป็นกิจกรรมที่มีการจัดกลุ่มให้นักเรียนช่วยเหลือกัน และเป็นการแลกเปลี่ยนประสบการณ์โดยผ่านการพูด การเขียน การอภิปราย ช่วยกระตุ้นให้นักเรียนมีความสนใจในการเรียน สนุกกับการเรียน และการที่นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเองนั้นจะช่วยให้นักเรียนเข้าใจและจดจำได้นานขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของ จอห์นสันและจอห์นสัน (Johnson & Johnson, 1997, pp. 27-31 อ้างถึงใน บัญญัติ ชำนาญกิจ, 2549, หน้า 3) ที่ว่าการส่งเสริมให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ที่ได้ผลนั้นควรจัดกลุ่มเล็ก ๆ เพื่อให้สมาชิกทุกคนได้มีโอกาสช่วยเหลือกัน อภิปรายแลกเปลี่ยนความรู้ช่วยเหลือสมาชิกภายในกลุ่มให้เกิดการเรียนรู้ และช่วยให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นในการทำกิจกรรมเกิดการเรียนรู้ผ่านการลงมือปฏิบัติ ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของ Petty (2004, p. 1) ที่ว่าการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ให้โอกาสผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กันผู้สอนเป็นผู้สนับสนุนให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้มากกว่าการที่ผู้เรียนจะได้รับความรู้จากการบรรยายเพียงอย่างเดียว และสอดคล้องกับคำกล่าวของ Silberman (1996, p. 1) ที่ว่าการเรียนนั้นถ้านักเรียนเพียงได้ยินนักเรียนจะลืม ถ้านักเรียนได้เห็นนักเรียนจะจำได้ แต่ถ้านักเรียนได้ลงมือปฏิบัตินักเรียนจะเกิดความเข้าใจ ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Abhiyan (2008, p. 15) พบว่าการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกนั้นเป็นการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมต่าง ๆ เช่น การแสดงความคิดเห็น การนำเสนอ การลงมือทำ และทำให้ผู้เรียนสามารถจดจำความรู้ได้มากคิดเป็นร้อยละ 70-90 เมื่อเวลาผ่านไป 2 สัปดาห์ ซึ่งการลงมือปฏิบัติจริงจะช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และเข้าใจอย่างมีความหมาย ทำให้นักเรียนเกิดองค์ความรู้ที่คงทน และสอดคล้องกับการศึกษาของเชิดศักดิ์ ภักดีวิโรจน์ (2556, หน้า 173) เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก ที่กล่าวว่าเป็นการเรียนที่นักเรียนมีบทบาทในการสร้างความรู้ด้วยตนเองจากกิจกรรมการเรียนและการสื่อสารผ่านกิจกรรมที่ครูได้ออกแบบไว้ให้มีส่วนร่วมกับเพื่อนในชั้นเรียน ตลอดจนการแลกเปลี่ยนเรียนรู้เพื่อให้เกิดมวลความรู้และประสบการณ์ที่นักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ให้เกิดขึ้นได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ สุดารัตน์ เกียรติจรุงพันธ์ (2559) ที่ศึกษาการเกิดมโนทัศน์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก (Active learning) ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สอดคล้องกับงานวิจัยของนีรนุช พวงขาว (2558) ที่ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้

เชิงรุกร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ใช้การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก (Active learning) อันจะส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนดีขึ้น เนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมกิจกรรมในห้องเรียน ผู้เรียนได้ทำกิจกรรมที่หลากหลาย ซึ่งจะช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ ผู้เรียนต้องค้นคว้าหาความรู้ และทำความเข้าใจด้วยตนเอง หรือร่วมกับเพื่อน นักเรียนมีการพูดคุยแลกเปลี่ยนความคิดกับเพื่อนภายในกลุ่มแล้วสรุปเป็นความคิดรวบยอด โดยมีครูผู้สอนจะเป็นผู้ให้คำแนะนำและเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการจัดสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมกับการเรียนรู้ ทำให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการจัดการเรียนการสอนมากขึ้น

นอกจากนี้ผู้วิจัยได้จัดการเรียนสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก ซึ่งมีขั้นตอนที่สำคัญ 4 ขั้นตอน ดังนี้ 1) ขั้นเร้าความสนใจ 2) ขั้นจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 3) ขั้นอภิปรายและสรุป และ 4) ขั้นไตร่ตรองสะท้อนคิด พบว่า ในขั้นเร้าความสนใจนักเรียนนั้นมีความสนใจและความอยากรู้ อยากเห็น ต้องการค้นคว้าหาคำตอบในเรื่องที่สงสัยโดยครูผู้สอนจะกระตุ้นนักเรียนให้มีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้ผ่านคำถามที่ครูถามนักเรียน หรือสื่อต่าง ๆ เช่น รูปภาพ วิดีโอ โดยให้มีความเชื่อมโยงกับเหตุการณ์ หรือประสบการณ์ที่นักเรียนเคยพบเห็นในชีวิตประจำวัน ในขั้นจัดกิจกรรมการเรียนรู้พบว่า นักเรียนให้ความร่วมมือในการทำงานเป็นอย่างดี ทำให้นักเรียนกล้าทำกล้าคิด และกล้าแสดงออก โดยเฉพาะนักเรียนกลุ่มอ่อนมีความสนใจที่จะปฏิบัติกิจกรรมไปพร้อมกับเพื่อน ๆ นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าหาความรู้หาคำตอบผ่านกิจกรรมในห้องเรียน และนักเรียนมีการตอบคำถามผ่านใบกิจกรรมใบงาน ทำให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิดวิเคราะห์หาข้อมูลวางแผนร่วมกันในกลุ่มจากแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลาย เช่น ใบความรู้ หนังสือเรียน หรืออินเทอร์เน็ต เป็นต้น ทำให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกันในการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อน ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ ศราวุฒิ ขันคำหมื่น (2553) เกี่ยวกับการจัดการเรียนแบบเชิงรุก ที่กล่าวว่าการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกทำให้นักเรียนได้ใช้ศักยภาพด้านการคิดจากการประมวลความรู้เดิม และมีความกระตือรือร้นในการรับความรู้ใหม่จากการสังเกตผลการทดลอง การอภิปรายแลกเปลี่ยนรู้ผลการทดลองกับเพื่อนในชั้นเรียน และค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติมจากแหล่งเรียนรู้ด้วยตนเอง สามารถนำความรู้ที่ได้รับมาประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ใหม่ที่ครูสร้างขึ้นมาจึงทำให้เกิดความรู้ความเข้าใจมากขึ้น ในขั้นอภิปรายและสรุป เป็นขั้นที่ผู้วิจัยสังเกตเห็นพฤติกรรมของนักเรียน พบว่า นักเรียนมีการสะท้อนความคิดที่ได้จากการเรียนรู้ออกมา

ถ้าหากความคิดและความเข้าใจที่นักเรียนได้รับมีความคลาดเคลื่อน นักเรียนและครูผู้สอนจะร่วมกันอภิปรายและลงข้อสรุปในประเด็นนั้น ซึ่งจะเป็นการปรับโครงสร้างทางความรู้และปรับความคิดให้ถูกต้อง โดยสรุปความคิดรวบยอดจากสิ่งที่ได้จากการศึกษาค้นคว้า และในขั้นไตร่ตรองสะท้อนคิด เป็นขั้นที่นักเรียนนำความรู้ความคิดที่ได้รับจากการเรียนรู้ไปประยุกต์ใช้ โดยการที่ให้นักเรียนได้ทำแบบฝึกหัด และนักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้ไปปรับใช้ในชีวิตประจำวันสามารถคิดเชื่อมโยงความรู้เดิมไปสู่ความรู้ใหม่ได้ โดยครูจะประเมินจากการตอบคำถามของผู้เรียนเป็นรายบุคคลและเป็นกลุ่ม ซึ่งในขั้นนี้เมื่อมีการนำเกมเข้ามาช่วยประเมินนักเรียนจะช่วยให้นักเรียนมีความสนใจและมีความกระตือรือร้นอย่างมาก ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ ทิศนา แขมมณี (2554) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกเป็นกระบวนการเรียนการสอนอย่างหนึ่งที่เป็นการเรียนรู้ผ่านการปฏิบัติ หรือการลงมือทำ ซึ่งความรู้ที่เกิดขึ้นเป็นความรู้ที่ได้จากประสบการณ์ มีกระบวนการในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้มีโอกาสลงมือกระทำมากกว่าการฟังเพียงอย่างเดียว เช่น จัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้การเรียนรู้โดยการอ่าน การเขียน การโต้ตอบและการวิเคราะห์ปัญหา อีกทั้งให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการคิด ดังนั้น การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกจะช่วยให้นักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจ เรื่อง งานและพลังงาน โดยการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกมีการทำกิจกรรมที่มีความหลากหลาย ทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นมีความสนใจอยากที่จะเรียนรู้ และเมื่อนักเรียนทำงานเป็นกลุ่มจะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีการพูดคุยแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกันคอยช่วยเหลือกัน นอกจากนี้การที่นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเองจะทำให้นักเรียนเกิดความรู้และความเข้าใจอย่างถ่องแท้จนสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ จรรยารักษ์ กุลพ่วง (2558) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา และเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้นร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้แบบเชิงรุกสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 นอกจากนี้ผลการวิจัยยังสอดคล้องกับวันเพ็ญ คำเทศ (2549) ที่ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่สอนโดยใช้รูปแบบการเรียนรู้เชิงรุกของเลสไล ดี ฟิงค์ พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 70

เมื่อพิจารณาพฤติกรรมการเรียนรู้ ด้านพุทธิพิสัย 6 ด้านได้แก่ 1) การจำ 2) ความเข้าใจ 3) การปรับใช้ 4) การวิเคราะห์ 5) การประเมิน และ 6) การสร้างสรรค์ ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ทุกด้าน

ของพฤติกรรมการเรียนรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยด้านการจำมีค่าเฉลี่ยร้อยละสูงที่สุด รองลงมา คือ ด้านการสร้างสรรค์ ด้านความเข้าใจ ด้านการปรับใช้ ด้านการวิเคราะห์ และด้านการประเมิน ตามลำดับ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกทำให้นักเรียนได้มีการลงมือปฏิบัติมากกว่าการฟังเพียงอย่างเดียว นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมจะช่วยให้นักเรียนจดจำได้ดี นอกจากนี้นักเรียนได้ร่วมกันทำงานเป็นกลุ่ม สมาชิกทุกคนภายในกลุ่มมีโอกาสอภิปรายแลกเปลี่ยนความรู้ความคิดเห็นอย่างเต็มที่ และจากกิจกรรมที่ครูผู้สอนออกแบบขึ้นมา ได้แก่ การเรียนแบบแผนผังความคิด การเรียนรู้ด้วยเกม การเดินชมแลกเปลี่ยนเรียนรู้ การทดลอง เป็นต้น ทำให้นักเรียนเกิดความสนใจอยากค้นคว้าและเรียนรู้มากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ บุหงา วัฒนะ (2546, หน้า 30-34) ที่กล่าวว่าการจัดการเรียนการสอนแบบเชิงรุกเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนได้เรียนอย่างมีความหมาย โดยการร่วมมือระหว่างนักเรียนด้วยกัน ครูต้องลดบทบาทในการสอนและการให้ความรู้แก่นักเรียนโดยตรง แต่ไปเพิ่มที่กระบวนการและกิจกรรม ทำให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้น ท้าทายความสามารถจากการทำกิจกรรมต่าง ๆ มากขึ้น และมีกิจกรรมที่หลากหลายไม่ว่าจะเป็นการแลกเปลี่ยนประสบการณ์โดยการพูด การเขียน และการอภิปรายกับเพื่อน ๆ

นอกจากนี้ผลการวิจัยยังพบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เช่นกัน โดยด้านการปรับใช้มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด รองลงมา คือ ด้านความเข้าใจ ด้านการจำ ด้านการสร้างสรรค์มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนพฤติกรรมการเรียนรู้หลังเรียนด้านการวิเคราะห์และด้านการประเมินมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกจะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีความตั้งใจและมีส่วนร่วมในการเรียนมากขึ้น ซึ่งมีกิจกรรมและมีสื่อการเรียนรู้ที่ช่วยกระตุ้นนักเรียน ทำให้นักเรียนรู้สึกสนุกสนานในกิจกรรมที่ครูผู้สอนได้จัดเตรียมไว้ นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้รับจากการลงมือปฏิบัติด้วยตนเองมาเชื่อมโยงปรับใช้ในวิชาฟิสิกส์ นอกจากนี้นักเรียนได้เรียนรู้การทำงานเป็นกลุ่ม ซึ่งเป็นกลุ่มที่คละความสามารถทางการเรียนมีทั้งนักเรียนระดับเก่ง ปานกลาง และอ่อน โดยสมาชิกภายในกลุ่มจะช่วยเหลือกัน อีกทั้งการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกช่วยกระตุ้นนักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนระดับอ่อนได้มีส่วนร่วมในการเรียน กล้าคิด กล้าแสดงความคิดเห็นมากขึ้น สอดคล้องกับแนวคิดของ บรุนเนอร์ (Bruner อ้างถึงใน สุรางค์ โค้วตระกูล, 2548, หน้า 214) ซึ่งกล่าวว่า การเรียนรู้ที่เกิดจากการลงมือกระทำช่วยทำให้เกิดการเรียนรู้ได้มากที่สุด และสอดคล้องกับงานวิจัยของ วทัญญู วุฒิวรรณ์ (2553, หน้า 74) ที่ทำการศึกษาผลการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เชิงรุกเพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

และความสามารถในการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์หลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุกสูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยการจัดการเรียนการสอนเชิงรุก พบว่า นักเรียนส่วนมากมีความสุข กระตือรือร้นในการเรียน และร่วมทำกิจกรรมต่าง ๆ ภายในห้องเรียน นักเรียนสามารถสื่อสารและทำงานร่วมกับเพื่อนได้ดี กล้าแสดงความคิดเห็นยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่นจึงส่งผลทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น และสอดคล้องกับงานวิจัยของ อรนุช บุญชู (2561, หน้า 74) ที่ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การจัดการเรียนรู้เชิงรุกแบบร่วมมือด้วยสถานการณ์ปัญหาวิชาชีววิทยา เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโต ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้เชิงรุกแบบร่วมมือด้วยสถานการณ์ปัญหาของนักเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. นักเรียนมีการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก (Active learning) สูงกว่าก่อนเรียน และหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เป็นไปตามสมมติฐานข้อ 3 และ 4 ทั้งนี้เนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรม ซึ่งครูผู้สอนได้ใช้คำถามกระตุ้นนักเรียนให้เกิดความสงสัย ต้องการค้นคว้าหาคำตอบ และทำให้นักเรียนสนใจเรียนมากขึ้น โดยคำถามที่ใช้ถามนักเรียนนั้นจะเป็นคำถามประเด็นเกี่ยวกับสถานการณ์ในชีวิตประจำวันที่นักเรียนคุ้นเคย ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนสามารถนึกถึงเหตุการณ์นั้นได้ เนื่องจากว่าเป็นการนำประสบการณ์เดิมมาเป็นพื้นฐานในการคิดและตอบคำถาม โดยครูจะสอดแทรกคำถามระหว่างการทำกิจกรรมที่ใช้การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก เพื่อให้นักเรียนได้ใช้การคิดวิเคราะห์ในการแสวงหาความรู้มากกว่าการสอนแบบบรรยายเพียงอย่างเดียว ทำให้การคิดวิเคราะห์ของนักเรียนสูงขึ้น และจากแนวคิดทฤษฎีการคิดวิเคราะห์ของมาร์ซาโนที่ส่งผลให้นักเรียนสามารถเกิดทักษะการคิดวิเคราะห์ทั้ง 5 ด้าน ได้แก่ 1) การจัดจำแนกเปรียบเทียบ 2) การจัดกลุ่ม 3) การวิเคราะห์ข้อผิดพลาด 4) การสรุปหลักการ 5) การนำไปใช้ โดยนักเรียนมีการสืบค้นหาข้อมูลในประเด็นที่น่าสงสัยด้วยตนเอง และมีการพูดคุยแลกเปลี่ยนความคิดกับเพื่อนภายในกลุ่มช่วยเหลือกันในการทำกิจกรรม นักเรียนเริ่มมีการปรับตัวในการเรียนมากขึ้น นักเรียนสนุกที่ได้ทำกิจกรรมร่วมกับเพื่อนในห้องเรียนจนทำให้นักเรียนมีความรู้สึกที่ดีต่อการเรียน ซึ่งการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกช่วยสร้างแรงจูงใจในการเรียนส่งผลให้นักเรียนมีการคิดวิเคราะห์ที่สูงขึ้น สอดคล้องกับแนวคิดของ จอห์น ดิวอี้ (ทิศนา แขมมณี, 2548, หน้า 14) ที่กล่าวว่า การคิดเกิดขึ้นได้จากการเสริมสร้างด้วยประสบการณ์เดิมเชื่อมกับประสบการณ์ใหม่ที่ถูกค้นพบด้วยการลงมือปฏิบัติ

เมื่อนักเรียนได้รับการกระตุ้นด้วยคำถามนักเรียนจะมีการสืบค้นหาข้อมูลด้วยตนเองจากสื่อและแหล่งการเรียนรู้ มีการอภิปรายแลกเปลี่ยนเรียนรู้ เพื่อหาข้อสรุปร่วมกันย่อมทำให้เกิดความคิดใหม่ ๆ และเป็นการสนับสนุนการสืบค้นองค์ความรู้ให้กว้างขวางมากยิ่งขึ้น และสอดคล้องกับแนวคิดของ สุขุมมาลย์ แสงกล้า (2551, หน้า 134) ที่กล่าวว่าการจัดการเรียนแบบเชิงรุกช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความรับผิดชอบในการเรียนของตนเองมีบทบาทในการตัดสินใจทั้งวิธีการและความต้องการที่จะเรียนรู้ สามารถรับรู้ว่าตนเองมีความสามารถและใช้ความสามารถนั้นทำงานอย่างไร ผู้เรียนต้องทำงานเป็นส่วนใหญ่ด้วยตนเอง การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกเป็นรูปแบบวิธีการเรียนรู้ที่ท้าทายความสามารถของผู้เรียน เพราะสนับสนุนส่งเสริมให้คิดเอง ทำเอง และสามารถแก้ปัญหาของตนเองได้จึงเท่ากับเป็นการเพิ่มขีดความสามารถในการจัดการตนเอง โดยเฉพาะอย่างยิ่งมีการจูงใจตนเองให้ประสบความสำเร็จในการเรียนรู้อย่างมีความหมาย และสนุกสนานไม่น่าเบื่อหน่าย ผู้เรียนสนใจมีความกระตือรือร้น ร่วมกันอภิปรายนำเสนอ และสรุปความคิดรวบยอด ทำให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ได้เป็นอย่างดี และสอดคล้องกับงานวิจัยของชลาธร วิเชียรรัตน์ (2558, หน้า 112) ที่ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี การคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมี และเจตคติต่อวิชาเคมี เรื่อง อนุพันธ์ของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่า การคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เมื่อพิจารณาองค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์ 5 ด้าน ได้แก่ 1) การจัดจำแนกเปรียบเทียบ 2) การจัดกลุ่ม 3) การวิเคราะห์ข้อผิดพลาด 4) การสรุปหลักการ 5) การนำไปใช้ นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก พบว่า นักเรียนมีการคิดวิเคราะห์ในวิชาฟิสิกส์ทุกด้านขององค์ประกอบการคิดวิเคราะห์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยด้านการสรุปหลักการมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด รองลงมา คือ ด้านการนำไปใช้ ด้านการวิเคราะห์ข้อผิดพลาด ด้านการจัดจำแนกเปรียบเทียบ และด้านการจัดกลุ่ม ตามลำดับ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกนั้นครูผู้สอนมุ่งเน้นให้นักเรียนเกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียนและระหว่างนักเรียนกับนักเรียน ทำให้บทบาทของครูผู้สอนเปลี่ยนไปจากเป็นผู้ให้ความรู้โดยการบรรยายมาเป็นผู้ให้คำแนะนำหรือให้คำปรึกษา เพื่อให้นักเรียนทุกคนได้มีส่วนร่วมในการเรียนช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการคิดวิเคราะห์ผ่านการทำกิจกรรมในห้องเรียน การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนทุกคนได้แสดงความคิดเห็น แลกเปลี่ยนความรู้กันระหว่างนักเรียนจนสามารถนำความรู้ที่ได้ไปสรุปเป็นความคิดรวบยอด ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิด

ของสเวลเลอร์ (Sweller, 2006) พบว่า การเรียนแบบเชิงรุกมีความเหมาะสมกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนมีความตื่นตัวกระตือรือร้นด้านการรู้คิดมากกว่าการฟังครูสอนในห้องเรียนและการท่องจำ ทำให้ได้การเรียนที่มีประสิทธิภาพสูง และสอดคล้องกับแนวคิดของศักดา ไชกิจภิญโญ (2548, หน้า 12-15) ที่กล่าวว่า การที่ผู้เรียนหาความหมายและทำความเข้าใจด้วยตนเองหรือร่วมกับเพื่อนในการสืบค้นหาคำตอบ ร่วมอภิปราย ร่วมนำเสนอ และสรุปความคิดรวบยอดร่วมกันเป็นการส่งเสริมการคิดวิเคราะห์

นอกจากนี้ผลการวิจัยยังพบว่า นักเรียนมีการคิดวิเคราะห์ในวิชาฟิสิกส์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เช่นกัน โดยด้านการสรุปหลักการ มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด รองลงมา คือ ด้านการนำไปใช้ ด้านการวิเคราะห์ข้อผิดพลาด มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนองค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์หลังเรียนด้านการจัดจำแนกเปรียบเทียบ และด้านการจัดกลุ่ม มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้เนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกช่วยให้นักเรียนได้มีการเชื่อมโยงความรู้เดิมเข้ากับความรู้ใหม่ผ่านการตอบคำถามในใบกิจกรรมใบงาน นักเรียนมีการสืบค้นหาข้อมูลด้วยตนเองส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการสังเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการอ่านเนื้อหาความรู้จากใบความรู้ และแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย นำข้อมูลที่ได้มาพูดคุยแลกเปลี่ยนกับเพื่อนในกลุ่ม หลังจากนั้นนักเรียนออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียนทำให้นักเรียนสามารถสรุปสิ่งที่ได้จากการเรียนรู้ส่งผลให้ด้านสรุปหลักการเป็นด้านที่นักเรียนทำได้ดีที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ อุษณีย์ เทพวรชัย (2542) ที่ว่าการจัดการเรียนแบบเชิงรุกจะเป็นลักษณะการเรียนการสอนที่ผู้เรียนมีอิสระทางด้านความคิดในการทำกิจกรรม และสามารถนำความรู้ หรือประสบการณ์เดิมมาเชื่อมโยงกับเรื่องที่เรียนจึงทำให้กลุ่มทดลองเกิดการคิดวิเคราะห์ที่สูงและสอดคล้องกับแนวคิดของ บรูเนอร์ (Bruner, 1961) ที่ว่าผู้เรียนเริ่มต้นเรียนรู้จากการกระทำจึงจะสามารถจินตนาการหรือคิดได้ เป็นการเรียนที่เน้นการพัฒนาทักษะความสามารถจากพื้นฐานความรู้เดิมเชื่อมความรู้ใหม่กับความรู้เดิมที่มีจากการปฏิบัติและความต้องการของผู้เรียนโดยผู้เรียนจะนึกถึงสิ่งที่กำลังปฏิบัติ ซึ่งเป็นการเรียนรู้ที่ท้าทายความรู้ความสามารถสอดคล้องกับแนวคิดของจรรยา ดาสา (2552, หน้า 72) ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกส่งเสริมการปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่นช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเชื่อมโยงแนวคิดที่มากขึ้นทำให้เรียนรู้ได้มากขึ้น การได้โต้ตอบความคิดเห็นของตนเองและการแลกเปลี่ยนเรียนรู้สิ่งที่ตนเองคิดกับผู้อื่นจะช่วยให้การเรียนรู้นั้นมีความหมายมากยิ่งขึ้น และสอดคล้องกับงานวิจัยของ สุขุมมาลย์ แสงกล้า (2551) ที่ทำการศึกษาการคิดวิเคราะห์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แบบกระตือรือร้น ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มทดลองที่เรียนรู้แบบกระตือรือร้นมีการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่า

ก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสอดคล้องงานวิจัยของ อุเทน ทักคุ้ม (2555, หน้า 120) ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและกระบวนการคิดวิเคราะห์ระหว่างการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบกระตือรือร้นกับการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ หน่วยการเรียนรู้ย่อย เรื่อง ระบบขับถ่ายกับการรักษาดุลยภาพของร่างกาย วิชาชีววิทยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบกระตือรือร้นมีกระบวนการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สอดคล้องกับงานวิจัยของ อุษณีย์ เทพวรชัย (2542, หน้า 190) ผลการวิจัยพบว่า หลังสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนเชิงรุกกับนักศึกษาพยาบาลในระดับปริญญาตรีของกลุ่มทดลองมีคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์และสรุปเหตุผลแตกต่างจากก่อนสอนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ ศิริชัย รุจิดามพ์ (2562, หน้า 103) ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีการคิดวิเคราะห์ เรื่อง ฮอร์โมนพืช หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนเชิงรุกสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะทั่วไปสำหรับงานวิจัย

1.1 การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกเป็นการจัดการเรียนการสอนที่มีเทคนิคการสอนที่หลากหลาย ส่งผลให้นักเรียนมีความสนใจและสนุกในการเรียน ครูผู้สอนจึงต้องศึกษาขั้นตอนการจัดการเรียนรู้และเป้าหมายให้มีความชัดเจน เลือกกิจกรรมให้มีความเหมาะสมกับนักเรียน โดยพิจารณาที่เนื้อหาวิชา สภาพแวดล้อมในห้องเรียน ระยะเวลาที่ทำกิจกรรม และบริบทของโรงเรียนที่สามารถปฏิบัติกิจกรรมนั้นได้ เพื่อให้เกิดประโยชน์สุงสุดต่อนักเรียน

1.2 ในการจัดกิจกรรมโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก ครูควรวางแผนระยะเวลาที่ทำกิจกรรมให้ดี เพราะบางขั้นที่จัดกิจกรรมค่อนข้างใช้เวลามาก ดังนั้นครูผู้สอนสามารถยืดหยุ่นเวลาในการทำกิจกรรมให้มีความเหมาะสมกับนักเรียนได้

1.3 ครูผู้สอนควรออกแบบและจัดเตรียมสื่อและแหล่งเรียนรู้ให้มีความพร้อม หากครูผู้สอนออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้สื่อเทคโนโลยีเพื่อช่วยในการสืบค้นหาข้อมูล หรือใช้ในการทำกิจกรรม ควรเลือกใช้สถานที่ให้เหมาะสมสำหรับการเชื่อมต่อเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

1.4 กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกนั้น ครูควรจัดกิจกรรมเป็นกลุ่มเพื่อให้นักเรียนได้มีการพูดคุย อภิปราย แลกเปลี่ยนความรู้ และช่วยเหลือซึ่งกันและกัน นอกจากนี้ครูควรใช้คำถามหรือสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันกระตุ้นนักเรียนเพื่อให้นักเรียนได้คิดและโต้ตอบคำถามได้มากขึ้น

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 จากการวิจัยครั้งนี้ พบว่า ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของค่าเฉลี่ยร้อยละผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของพฤติกรรมการเรียนรู้ ด้านการจำหลังเรียนมีค่าเฉลี่ยร้อยละมากที่สุด ซึ่งเป็นการแสดงให้เห็นถึงการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกช่วยส่งเสริมด้านการจำ ดังนั้น หัวข้อวิจัยในครั้งต่อไปควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในด้านความคงทนในการเรียนรู้ เนื่องจากว่าการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ นักเรียนได้แสวงหาความรู้จากการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้มาก เข้าใจในสิ่งที่เรียน และช่วยให้นักเรียนสามารถจดจำความรู้ได้นานยิ่งขึ้น

2.2 จากการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกในการวิจัยครั้งนี้ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของพฤติกรรมการเรียนรู้ ด้านการสร้างสรรค์มีค่าเฉลี่ยร้อยละสูงเป็นอันดับสอง นำไปสู่การวิจัยครั้งต่อไปในประเด็นที่ว่า อะไรเป็นสาเหตุที่ทำให้การสร้างสรรค์เพิ่มขึ้นเป็นอันดับสองจริงหรือไม่ที่ผลออกมาเป็นเช่นนั้น

2.3 จากการวิจัยครั้งนี้ พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของพฤติกรรมการเรียนรู้ ด้านการวิเคราะห์และด้านการประเมิน ไม่แตกต่างกันระหว่างหลังเรียนเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 นำไปสู่การวิจัยครั้งต่อไปในประเด็นที่ว่า อะไรเป็นสาเหตุที่ทำให้ด้านการคิดวิเคราะห์และด้านการประเมินไม่แตกต่างกัน เพราะเหตุใดถึงเป็นเช่นนั้น

2.4 จากการพิจารณาการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์ พบว่า คะแนนหลังเรียนมีการพัฒนาเพิ่มมากขึ้นกว่าก่อนเรียน จึงควรมีการศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกที่สอดคล้องกับทักษะที่สำคัญในยุคไทยแลนด์ 4.0 เช่น ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ทักษะความคิดสร้างสรรค์ ทักษะการแก้ปัญหา เพื่อพัฒนาให้นักเรียนเกิดทักษะในยุคไทยแลนด์ 4.0 เพราะเป็นทักษะที่จำเป็นสำหรับการรับมือต่อการเปลี่ยนแปลงของโลกและสังคมในปัจจุบันและอนาคต นอกจากนี้ยังเป็นสิ่งที่จำเป็นในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และสามารถนำทักษะต่าง ๆ ไปปรับใช้ในวิชาอื่น ๆ รวมถึงในชีวิตประจำวันของนักเรียนได้อีกด้วย

บรรณานุกรม

กระทรวงศึกษาธิการ. (2546). *การจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์.* กรุงเทพฯ: คุรุสภาลาดพร้าว.

กาญจนา ชูครุวงศ์. (2544). *เอกสารประกอบการสัมมนาเชิงปฏิบัติการขยายผล BFISTP และ RQSD โครงการอันเนื่องมาจากแนวพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี เพื่อนำรองการปฏิรูปการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา ระยะที่ 1 (ปี 2542-2544).* กรุงเทพฯ: ม.ป.ท.

กุณฑรี เพ็ชรทวีพรเดช. (2550). *สุดยอดวิธีสอนวิทยาศาสตร์นำไปสู่การจัดการเรียนรู้ของครูยุคใหม่.* กรุงเทพฯ: อักษรเจริญทัศน์.

กุลยา ตันติผลาชีวะ. (2543). การสอนเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ. *วารสารการศึกษาปฐมวัย*, *5*(3), 17-25.

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. (2546). *การคิดเชิงวิเคราะห์.* กรุงเทพฯ: ซัคเซสมีเดีย.

ขนิษฐา บุญภักดี. (2552). *การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาของนักศึกษาระดับปริญญาตรี คณะครุศาสตร์ อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.* วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต, สาขาวิชาครุศาสตร์เทคโนโลยี, คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

จรรยา ดาสา. (2552). เทคนิคในการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการเรียนเชิงรุก. *นิตยสาร สสวท*, *36*(163), 72-76.

จรรยารักษ์ กุลพ่วง. (2558). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาและเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้นร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้แบบเชิงรุกสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6.* วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.

จิตณรงค์ เอี่ยมสำอางค์. (2558). *Active Learning แนวทางในการจัดการเรียนรู้สำหรับผู้เรียนในยุคศตวรรษที่ 21.* เข้าถึงได้จาก http://chitnarongactivelearning.blogspot.com

จุฑามาศ บุญทวี. (2560). *การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาและการคิดอย่างมีวิจารณญาณโดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบกระตือรือร้น (Active Learning) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.* วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการเรียนการสอน, คณะครุศาสตร์, มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

ชลาธร วิเชียรรัตน์. (2558). *การศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกวิชาเคมี เรื่อง อนุพันธ์ของสารประกอบไฮโดรคาร์บอนสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6.* วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2552). *80 นวัตกรรมการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ*. กรุงเทพฯ: แดเน็กซ์.

ชำนาญ เอี่ยมสำอาง. (2539). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 วิชาสังคมศึกษา โดยการสอนแบบสืบสวนสอบสวนเชิงนิติศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการมัธยมศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

เชิดศักดิ์ ภักดีวิโรจน์. (2556). *ผลการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณและความเชื่อมั่นในตนเองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.* วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการมัธยมศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ไชยยศ เรืองสุวรรณ. (2548). *เทคโนโลยีการศึกษาทฤษฎีและการวิจัย*. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.

ไชยยศ เรืองสุวรรณ. (2553). *เทคโนโลยีการศึกษาทฤษฎีและการวิจัย*. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.

ณัฐพรหม อินทุยศ. (2553). *จิตวิทยาการศึกษา*. เพชรบูรณ์: สถาบันการพลศึกษา.

ณิรดา เวชญาลักษณ์. (2561). *หลักการจัดการเรียนรู้*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ดวงใจ บุตรดี. (2556). *การเสริมสร้างความเข้าใจ เรื่อง โมเมนตัมและการชน ด้วยการเรียนรู้เชิงรุก*. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.

ทิฏฺภัทรา สุดแก้ว. (2554). *การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนแบบสร้างองค์ความรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ผ่านเครือข่ายทางสังคมออนไลน์ เรื่อง ภูมิปัญญาท้องถิ่น*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ทิศนา แขมมณี. (2548). *ศาสตร์การสอน* (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: ด่านสุทธาการพิมพ์.

ทิศนา แขมมณี. (2550). *ศาสตร์การสอน* (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: ด่านสุทธาการพิมพ์.

ทิศนา แขมมณี. (2554). *ศาสตร์การสอนองค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ* (พิมพ์ครั้งที่ 16). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ทิศนา แขมมณี. (2560). *ศาสตร์การสอนองค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ* (พิมพ์ครั้งที่ 21). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นีรนุช พวงขาว. (2558). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.

นุชลี อุปภัย. (2555). *จิตวิทยาการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

บรรดล สุขปิติ. (2542). *การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์*. นครปฐม: สถาบันราชภัฏนครปฐม.

บัญญัติ ชำนาญกิจ. (2549). จึงจำเป็นต้องจัดการเรียนรู้แบบใฝ่รู้ในระดับอุดมศึกษา. *วารสารการจัดการความรู้ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์, 1*(1), 1-7.

บุญชม ศรีสะอาด. (2543). *การวิจัยเบื้องต้น*. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

บุญชม ศรีสะอาด. (2545). *การวิจัยเบื้องต้น* (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

บุญธรรม ผดุงศักดิ์ชัยกุล. (2562, 5 กุมภาพันธ์). ครูผู้สอนวิชาฟิสิกส์ โรงเรียนดาราสมุทร จังหวัดชลบุรี. สัมภาษณ์.

บุหงา วัฒนา. (2546). Active learning. *วารสารวิชาการ, 10*(9), 30-34.

ปนัดดา หัสปราบ. (2557). *รายงานการวิจัย เรื่อง แนวทางการนำผลการทดสอบทางการศึกษาไปใช้ในการพัฒนาคุณภาพผู้เรียน*. กรุงเทพฯ: สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์กรมหาชน).

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ. (2556). *การพัฒนาการคิด* (การพิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: เทคนิคพริ้นติ้ง.

ปรีชาญ เดชศรี. (2545). การเรียนรู้แบบ Active learning: ทำได้อย่างไร. *วารสารการศึกษาวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี, 30*(116), 53-33.

ไผท สิทธิสนุทร. (2543). การเรียนรู้ผ่านประสบการณ์. *สารปฏิรูป, 3*(28), 24-27.

ฝนทิพย์ พรมสอน. (2560). *การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีและการคิดอย่างมีวิจารณญาณโดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบกระตือรือร้น (Active Learning) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, คณะครุศาสตร์, มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

ฝ่ายบริหารหลักสูตรและงานวิชาการ. (2561). *หลักสูตรสถานศึกษา โรงเรียนดาราสมุทร*. ชลบุรี: ม.ป.ท.

พรรณิภา กิจเอก. (2550). *ผลการใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบกระตือรือร้นต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จังหวัดปทุมธานี*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, คณะครุศาสตร์, มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทร์เกษม.

พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2530). *การสร้างและพัฒนาแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทร์วิโรฒ.

พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2543). *วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมและสังคมศาสตร์*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทร์วิโรฒ.

พิชิต ฤทธิ์จรูญ. (2547). *ระเบียบวิธีการวิจัยทางสังคมศาสตร์* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: เฮ้าส์ ออฟ เคอร์มีสท์.

พิศิษฐ ตัณฑวณิช. (2557). แนวคิดการจำแนกพฤติกรรมการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์การจัดการศึกษาด้านพุทธพิสัยตามแนวคิดของบลูมและคณะปรับปรุง. *วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง, 3*(2), 19-24.

พิสิษฐ์ สุวรรณแพทย์. (2557). *การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนแบบผสมผสานโดยใช้ปัญหาเป็นฐานและการเรียนรู้แบบสืบสอนเพื่อเสริมสร้างความคาดหวังวิชาฟิสิกส์สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี*. วิทยานิพนธ์ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต, สาขาหลักสูตรและการสอน, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยศิลปากร.

เพ็ญศรี จันทร์ดวง. (2545*). วรรณลักษณ์วิจารณ์*. กรุงเทพฯ: ม.ป.ท.

ไพจิตร สะดวกการ. (2558). *การศึกษาผลการสอนคณิตศาสตร์ตามแนวคอนสตรัคติวิซึมที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาศึกษาตอนต้น*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, คณะครุศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ไพฑูรย์ สินลารัตน์. (2557). *คิดวิเคราะห์ สอนและสร้างได้อย่างไร*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์.

ไพศาล วรคำ. (2555). *การวิจัยทางการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 5). มหาสารคาม: ตักสิลาการพิมพ์.

ไพศาล หวังพานิช. (2526). *การวัดผลการศึกษา*. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.

ฟาตีฮะห์ อุตส่าห์. (2558). *รูปแบบการเรียนการสอนแบบ Active Learning เพื่อพัฒนาแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง คลื่นไหวสะเทือน*. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาฟิสิกส์ศึกษา, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.

ภพ เลาหไพบูลย์. (2542). *แนวการสอนวิทยาศาสตร์* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพาณิชย์.

ภัทรา นิคมานนท์. (2543). *การประเมินผลการเรียน*. กรุงเทพฯ: ทิพยวิสุทธิ์.

มนัส บุญประกอบ. (2544*). รายงานการวิจัยและพัฒนาเทคนิคการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวทางยกระดับคุณภาพวิทยาศาสตร์ศึกษา*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

ยุวดี ใจเดี่ยว. (2553). *การพัฒนาความเข้าใจและความคงทนของความรู้ เรื่อง ความดันและพลศาสตร์การไหล โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก*. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.

เยาวดี วิบูลย์ศรี. (2551). *การวัดผลและการสร้างแบบผลสัมฤทธิ์* (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

รณรงค์ ขันแข็ง. (2559). *การบูรณาการแบบสอดแทรก เรื่องเวกเตอร์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้เชิงรุก*. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2538). *เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2549). *เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

ลักขณา สริวัฒน์. (2549). *การคิด*. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.

ลักขณา สริวัฒน์. (2557). *จิตวิทยาสำหรับครู*. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.

ลัดดาวัลย์ สาระภัย. (2560). *การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและพฤติกรรมเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์แสง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบกระตือรือร้น (Active Learning)*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการเรียนการสอน, คณะครุศาสตร์, มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

วทัญญู วุฒิวรรณ์. (2553). *ผลการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เชิงรุกเพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.

วัชรา เล่าเรียนดี. (2554). *รูปแบบและกลยุทธ์การจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิด*. นครปฐม: มหาวิทยาลัยศิลปากร.

วัชรา เล่าเรียนดี. (2560). *กลยุทธ์การจัดการเรียนรู้เชิงรุกเพื่อพัฒนาการคิดและยกระดับคุณภาพการศึกษาสำหรับศตวรรษที่ 21*. นครปฐม: เพชรเกษมพริ้นติ้ง.

วันเพ็ญ คำเทศ. (2549). *ผลการเรียนการสอนชีววิทยาโดยใช้รูปแบบการเรียนรู้เชิงรุกของเลสไล ดี พิงค์ ที่มีต่อความสามารถในการเขียนอนุเฉทและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย.* วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์มหาบัณฑิต, สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์, คณะครุศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วิศาล เยาวพงศ์ศิริ. (2545). *พิชิตโรคอ้วนและเบาหวาน.* กรุงเทพฯ: ม.ป.ท.

ศราวุฒิ ขันคำหมื่น. (2553). *การประยุกต์ใช้รูปแบบการเรียนรู้เชิงรุก วิชาฟิสิกส์ เรื่อง สภาพสมดุล สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3.* วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาฟิสิกส์ศึกษา, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

ศักดา ไชกิจภิญโญ. (2548). สอนอย่างไรให้ Active Learning. *วารสารนวัตกรรมการเรียนการสอน*, *2*(2), 12-15.

ศิริชัย รุจิดามพ์. (2562). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาและการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนเชิงรุก เรื่อง ฮอร์โมนพืช.* วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.

ศิริพร มโนพิเชฐวัฒนา. (2547). *การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบบูรณาการที่เน้นผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ที่กระตือรือร้น เรื่อง ร่างกายมนุษย์.* วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. (2558-2561). *รายงานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6.* เข้าถึงได้จาก http//www.niets.or.th

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2552). *หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 1* (พิมพ์ครั้งที่ 8). กรุงเทพฯ: คุรุสภาลาดพร้าว.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2561). *หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 2* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ สกสค. ลาดพร้าว.

สมนึก ภัททิยธนี. (2546). *การวัดผลการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 4). กาฬสินธุ์: ประสานการพิมพ์

สมนึก ภัททิยธนี. (2549). *การวัดผลการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 5). กาฬสินธุ์: ประสานการพิมพ์

สมนึก ภัททิยธนี. (2553). *การวัดผลการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 7). กาฬสินธุ์: ประสานการพิมพ์

สมโภชน์ อเนกสุข. (2553). *วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์.* ชลบุรี: ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาประยุกต์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.

สมโภชน์ อเนกสุข. (2559). *การวิจัยทางการศึกษา.* ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.

สัญจกร ทองเรือง. (2557). *การใช้ใบกิจกรรมเชิงรุกเพื่อพัฒนาแนวคิดและทักษะการแก้โจทย์ปัญหาเรื่อง งานและพลังงาน.* วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.

สำนักงานการศึกษา. (2549). *เอกสารแนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 1.* กรุงเทพฯ: สำนักงานพระพุทธศาสนาแห่งชาติ.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2548). *ตัวชี้วัดการดำเนินงานโรงเรียนวิถีพุทธ.* กรุงเทพฯ: สำนักพัฒนานวัตกรรมการจัดการศึกษา.

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2547). *รายงานการสังเคราะห์รูปแบบการจัดกระบวนการเรียนรู้ของครูต้นแบบตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542.* นนทบุรี: แคนดิดมีเดีย.

สุขุมมาลย์ แสงกล้า. (2551). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดวิเคราะห์และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แบบกระตือรือร้นกับแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น.* วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

สุจินดา ขจรรุ่งศิลป์. (2542). การเรียนรู้โดยองค์รวม Active learning: *นิตยสารรักลูก, 17*(193), 121-124.

สุดารัตน์ เกียรติจรุงพันธ์. (2559). *การศึกษามโนทัศน์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 วิชาชีววิทยาเพิ่มเติม เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก.* วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.

สุรางค์ โค้วตระกูล. (2548). *จิตวิทยาการศึกษา.* กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุรางค์ โค้วตระกูล. (2553). *จิตวิทยาการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 9). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุวัฒน์ วิวัฒนานนท์. (2550). *ทักษะการอ่าน คิด วิเคราะห์ และเขียน*. นนทบุรี: ซีซีนอลลิดจ์ลิงคส์.

สุวิทย์ มูลคำ. (2547). *กลยุทธ์การสอนคิดวิเคราะห์.* กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.

อรนุช บุญชู. (2561). *ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การจัดการเรียนรู้เชิงรุกแบบร่วมมือด้วยสถานการณ์ปัญหา.* วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.

อัชรา เอิบสุขสิริ. (2556). *จิตวิทยาสำหรับครู*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อัมพิกา ภูเดช. (2541). การเรียนรู้เชิงปฏิบัติ (Active learning). *วารสารการศึกษาเอกชน, 72*(7), 57-58.

อัศวรัฐ นามะกันคำ. (2550). *การเปรียบเทียบความเข้าใจเชิงแนวคิดเรื่องวงจรไฟฟ้ากระแสตรงของนักเรียนสายสามัญกับนักเรียนสายอาชีพ*. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาการสอนฟิสิกส์, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

อุเทน ทักคุ้ม. (2555). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและกระบวนการคิดวิเคราะห์ระหว่างการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบกระตือรือร้นกับการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ หน่วยการเรียนรู้ย่อย เรื่อง ระบบขับถ่ายกับการรักษาดุลยภาพของร่างกายวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปี ที่ 4*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยนเรศวร.

อุษณีย์ เทพวรชัย. (2542). *การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนเชิงรุกทางการศึกษาพยาบาลในระดับปริญญาตรี*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต, สาขาวิชาอุดมศึกษา, คณะครุศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

Abhiyan, S. S. (2008). *Active learning methodology.* Tamil Nadu in Partnership with The School, Krishnamurti Foundation. India: Chennai.

Akinoglu, O., & Tandogan, R. O. (2006). *The effects of problem-base active learning in science education on* students' academic achievement, attitude and concept learning. Retrieved form http://www.ejmste.com/v3n1/EJMSTEv3n1_Akinoglu.

Bloom, B. S. (1956). *Taxonomy of Educational Objectives, the classification of educational goals – Handbook I*: *Cognitive Domain.* New York: McKay.

Bruner, J. S. (1961). The act of discovery. *Harvard Educational Review, 31,* 21–32.

Comla, A., & Ryan, C. (2006). *Creative movement: A powerful strategy to teach science.* Retrieved from http://openlibrary.org/b/OL21549770M/Creative_movement_A_powerful_strategy_to_teach_science

Fink, L. D. (1999). *Active learning. Retrieved from http://www.hcc.hawaii.edu/intranet/committees/FacDevCom/guidebk/teachtip/active.htm*

Good, T. L., & Brophy, J. E. (1973). *Looking in Classroom* (4th ed.). New York: Harper and Row.

Hazzan, O., Lapidot, T., & Ragonis, N. (2004). *Guide to teaching computer science : An Activity-based Approach.* New York: Springer.

Joos, K. L., & Lynn, A. (2007). *Replacing lecture with active learning in an advanced placement biology couse*. Retrieved from http://dsme.msu.edu/bioabstacts.htm

Marzano, R. J. (2001). *Designing a New Taxonomy of Educational Objectives*. Thousand Oaks, Califonia: Corwin Press Inc.

Petty, G. (2004). *Active learning work : The evidence.* Retrieved from http://www/geoffpetty.com

Silberman, M. (1996). *Active learning.* Boston: Allyn & Bacon.

Sokolove, P. G., & Blunck, S. M. (2008). *Modeling best practices:* Active Learning vs. traditional lecture approach in introductory college biology. Retrieved from http://userpages.umbc. Edu/blunck/pdf.

Sweller, J. (2006). The worked example effect and human cognition. *Learning and Instruction*, *16*(2), 165-169.

Tileston, D. W. (2007). *Teaching Strategies for Active Learning: Five Essential for Your Teaching*. U.S.A.: Corwin Press.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

- รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ
- สำเนาหนังสือขอความอนุเคราะห์

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมพงษ์ ปั้นหุ่น	อาจารย์ประจำภาควิชาการวิจัยและจิตวิทยาประยุกต์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นพมณี เชื้อวัชรินทร์	อาจารย์ประจำภาควิชาการจัดการเรียนรู้ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
3. รองศาสตราจารย์ ดร.บุญฤทธิ์ ครุนวการ	อาจารย์ประจำภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
4. นายบุญธรรม ผดุงศักดิ์ชัยกุล	อาจารย์ผู้สอนวิชาฟิสิกส์ โรงเรียนดาราสมุทร อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี
5. นางสาวกิ่งกมล เกลี้ยงแก้ว	อาจารย์ผู้สอนวิชาฟิสิกส์ ครูชำนาญการ โรงเรียนชัยบุรีพิทยา จังหวัดสุราษฎร์ธานี

(สำเนา)

ส่วนงาน คณะศึกษาศาสตร์ ภาควิชาการจัดการเรียนรู้ โทร ๒๐๒๙, ๒๐๖๙
ที่ อว ๘๑๑๘/ว. ๐๑๕๘ วันที่ ๒๒ มกราคม พ.ศ. ๒๕๖๓
เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือในการทำวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมพงษ์ ปั้นหุ่น

ด้วยนางสาวหงส์จิรา เอียดหนู นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ วิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก” โดยอยู่ในความควบคุมดูแลของ ดร.ศรัณย์ ภิบาลชนม์ ประธานกรรมการ ขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการสร้างเครื่องมือเพื่อการวิจัย ในการนี้ คณะศึกษาศาสตร์ ได้พิจารณาแล้วเก็นว่าท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัยของนิสิตในครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

(ลงชื่อ) เชษฐ์ ศิริสวัสดิ์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชษฐ์ ศิริสวัสดิ์)
รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

(สำเนา)

ส่วนงาน คณะศึกษาศาสตร์ ภาควิชาการจัดการเรียนรู้ โทร ๒๐๒๙, ๒๐๖๙
ที่ อว ๘๑๑๘/ว. ๐๑๕๘ วันที่ ๒๒ มกราคม พ.ศ. ๒๕๖๓
เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือในการทำวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นพมณี เชื้อวัชรินทร์

ด้วยนางสาวหงส์จิรา เอียดหนู นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ วิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก” โดยอยู่ในความควบคุมดูแลของ ดร.ศรัณย์ ภิบาลชนม์ ประธานกรรมการ ขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการสร้างเครื่องมือเพื่อการวิจัย ในการนี้ คณะศึกษาศาสตร์ ได้พิจารณาแล้วเก็นว่าท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัยของนิสิตในครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

(ลงชื่อ) เชษฐ์ ศิริสวัสดิ์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชษฐ์ ศิริสวัสดิ์)
รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

(สำเนา)

ส่วนงาน คณะศึกษาศาสตร์ ภาควิชาการจัดการเรียนรู้ โทร ๒๐๒๙, ๒๐๖๙
ที่ อว ๘๑๑๘/ว. ๐๑๕๘ วันที่ ๒๒ มกราคม พ.ศ. ๒๕๖๓
เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือในการทำวิจัย

เรียน รองศาสตราจารย์ ดร.บุญฤทธิ์ ครุนวการ

ด้วยนางสาวหงส์จิรา เอียดหนู นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ วิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก” โดยอยู่ในความควบคุมดูแลของ ดร.ศรัณย์ ภิบาลชนม์ ประธานกรรมการ ขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการสร้างเครื่องมือเพื่อการวิจัย ในการนี้ คณะศึกษาศาสตร์ ได้พิจารณาแล้วเก็นว่าท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัยของนิสิตในครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

(ลงชื่อ) เชษฐ์ ศิริสวัสดิ์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชษฐ์ ศิริสวัสดิ์)
รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

(สำเนา)

ที่ อว ๘๑๑๘ / ว. ๐๑๐๐ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
๑๖๙ ถ.ลงหาดบางแสน ต.แสนสุข
อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๒๒ มกราคม ๒๕๖๓

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน นายบุญธรรม ผดุงศักดิ์ชัยกุล

สิ่งที่ส่งมาด้วย เค้าโครงย่อวิทยานิพนธ์ และเครื่องมือเพื่อการวิจัย จำนวน ๑ ชุด

ด้วยนางสาวหงส์จิรา เอียดหนู นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ วิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก” โดยอยู่ในความควบคุมดูแลของ ดร.ศรัณย์ ภิบาลชนม์ ประธานกรรมการ ขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการสร้างเครื่องมือเพื่อการวิจัย ในการนี้ คณะศึกษาศาสตร์ ได้พิจารณาแล้วเก็นว่าท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัยของนิสิตในครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ
(ลงชื่อ) เชษฐ์ ศิริสวัสดิ์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชษฐ์ ศิริสวัสดิ์)
รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์ ปฏิบัติการแทน
ผู้รักษาการแทนอธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

ภาควิชาการจัดการเรียนรู้
โทรศัพท์ ๐-๓๘๓๙-๓๔๘๖, ๐-๓๘๑๐-๒๐๖๙
โทรสาร ๐-๓๘๓๙-๓๔๘๕
ผู้วิจัย ๐๖๑-๕๑๙๑๖๔๕

(สำเนา)

ที่ อว ๘๑๑๘ / ว. ๐๑๐๐ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
๑๖๙ ถ.ลงหาดบางแสน ต.แสนสุข
อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๒๒ มกราคม ๒๕๖๓

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน นางสาวกิ่งกมล เกลี้ยงแก้ว

สิ่งที่ส่งมาด้วย เค้าโครงย่อวิทยานิพนธ์ และเครื่องมือเพื่อการวิจัย จำนวน ๑ ชุด

ด้วยนางสาวหงส์จิรา เอียดหนู นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ วิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก” โดยอยู่ในความควบคุมดูแลของ ดร.ศรัณย์ ภิบาลชนม์ ประธานกรรมการ ขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการสร้างเครื่องมือเพื่อการวิจัย ในการนี้ คณะศึกษาศาสตร์ ได้พิจารณาแล้วเก็นว่าท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัยของนิสิตในครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ
(ลงชื่อ) เชษฐ์ ศิริสวัสดิ์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชษฐ์ ศิริสวัสดิ์)
รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์ ปฏิบัติการแทน
ผู้รักษาการแทนอธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

ภาควิชาการจัดการเรียนรู้
โทรศัพท์ ๐-๓๘๓๙-๓๔๘๖, ๐-๓๘๑๐-๒๐๖๙
โทรสาร ๐-๓๘๓๙-๓๔๘๕
ผู้วิจัย ๐๖๑-๕๑๙๑๖๔๕

(สำเนา)

ที่ อว ๘๑๓๗ /๗๒๓ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
๑๖๙ ถ.ลงหาดบางแสน ต.แสนสุข
อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๑๔ ตุลาคม ๒๕๖๓

เรื่อง ขออนุญาตเก็บข้อมูลเพื่อหาคุณภาพเครื่องมือวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนดาราสมุทร

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. เอกสารรับรองจริยธรรมของมหาวิทยาลัยบูรพา
๒. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย (หาคุณภาพ)

ด้วยนางสาวหงส์จิรา เอียดหนู รหัสนิสิต ๖๑๙๑๐๐๘๑ หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ วิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก โดยมี ดร.ศรัณย์ ภิบาลชนม์ เป็นประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ และเสนอโรงเรียนท่านในการหาคุณภาพจากเครื่องมือวิจัยนั้น

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา จึงขออนุญาตให้นิสิตดังรายนามข้างต้นดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔/๑ แผนการเรียนที่เน้นวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์แบบปกติ ภาคเรียนที่ ๒ ปีการศึกษา ๒๕๖๓ จำนวน ๑ ห้องเรียน รวม ๔๖ คน ระหว่างวันที่ ๓๐ พฤศจิกายน พ.ศ. ๒๕๖๓ ถึงวันที่ ๔ ธันวาคม พ.ศ. ๒๕๖๓ ทั้งนี้ สามารถติดต่อนิสิตดังรายนามข้างต้น ได้ที่เบอร์โทร ๐๖๑-๕๑๘๑๖๔๕

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ
(ลงชื่อ) นุจรี ไชยมงคล
(รองศาสตราจารย์ ดร.นุจรี ไชยมงคล)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย ปฏิบัติการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา
โทร ๐๓๘ ๒๗๐ ๐๐๐ ต่อ ๗๐๗, ๗๐๕
E-mail: grd.buu@go.buu.ac.th

(สำเนา)

ที่ อว ๘๑๓๗ / ๗๒๔ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
๑๖๙ ถ.ลงหาดบางแสน ต.แสนสุข
อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๑๔ ตุลาคม ๒๕๖๓

เรื่อง ขออนุญาตเก็บข้อมูลเพื่อดำเนินการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนดาราสมุทร

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. เอกสารรับรองจริยธรรมของมหาวิทยาลัยบูรพา
๒. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ด้วยนางสาวหงส์จิรา เอียดหนู รหัสนิสิต ๖๑๕๑๐๐๘๑ หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ วิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก โดยมี ดร.ศรัณย์ ภิบาลชนม์ เป็นประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ และเสนอโรงเรียนท่านในการเก็บข้อมูลเพื่อดำเนินการวิจัยนั้น

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา จึงขออนุญาตให้นิสิตดังรายนามข้างต้น ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔/๒ แผนการเรียนที่เน้นวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์แบบปกติ ภาคเรียนที่ ๒ ปีการศึกษา ๒๕๖๓ จำนวน ๑ ห้องเรียน รวม ๔๔ คน ระหว่างวันที่ ๘ ธันวาคม พ.ศ. ๒๕๖๓ ถึงวันที่ ๖ มกราคม พ.ศ. ๒๕๖๔ ทั้งนี้ สามารถติดต่อนิสิตดังรายนามข้างต้น ได้ที่เบอร์โทร ๐๖๑-๕๑๕๑๖๔๕

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ
(ลงชื่อ) นุจรี ไชยมงคล
(รองศาสตราจารย์ ดร.นุจรี ไชยมงคล)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย ปฏิบัติการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา
โทร ๐๓๘ ๒๗๐ ๐๐๐ ต่อ ๗๐๗, ๗๐๕
E-mail: grd.buu@go.buu.ac.th

ภาคผนวก ข

การตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- การวิเคราะห์ค่าความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก
- การวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (*IOC*) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์
- การวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (*IOC*) ของแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์

การวิเคราะห์ค่าความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก

ตารางที่ ข-1 แสดงผลการประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง งาน

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ค่าเฉลี่ย	*SD*	ระดับความเหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1. ด้านสาระสำคัญ								
1.1 ความถูกต้อง	4	3	4	5	5	4.20	0.84	มาก
1.2 ภาษาที่ใช้ชัดเจนเข้าใจง่าย	3	3	4	4	5	3.80	0.84	มาก
2. ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้								
2.1 ระบุพฤติกรรมที่สามารถวัดและประเมินได้ชัดเจน	4	3	5	5	5	4.40	0.89	มาก
2.2 ข้อความชัดเจน เข้าใจง่าย	4	3	5	5	4	4.20	0.84	มาก
3. ด้านสาระการเรียนรู้								
3.1 ใจความถูกต้อง	5	3	5	5	5	4.60	0.89	มากที่สุด
3.2 เนื้อหาเหมาะสมกับเวลา	4	3	5	4	5	4.20	0.84	มาก
3.3 เหมาะสมกับระดับผู้เรียน	4	3	5	5	5	4.40	0.89	มาก
4. ด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้								
4.1 เรียงลำดับกิจกรรมได้เหมาะสม	4	3	5	5	5	4.40	0.89	มาก
4.2 เหมาะสมกับเวลา	4	3	5	4	5	4.20	0.84	มาก
4.3 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม	4	3	5	5	5	4.40	0.89	มาก

ตารางที่ ข-1 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ค่าเฉลี่ย	*SD*	ระดับความเหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
5. ด้านสื่อและแหล่งเรียนรู้								
5.1 สื่อความหมายได้ชัดเจน เข้าใจง่าย	4	3	5	5	5	4.40	0.89	มาก
5.2 เร้าความสนใจของผู้เรียน	4	3	5	5	5	4.40	0.89	มาก
5.3 ช่วยประหยัดเวลาในการสอน	4	3	5	4	4	4.00	0.71	มาก
6. ด้านการวัดผลและประเมินผล								
6.1 วัดได้ครอบคลุมเนื้อหาสาระ	4	3	5	5	5	4.40	0.89	มาก
6.2 ใช้เครื่องมือวัดผลได้เหมาะสม	3	2	5	4	5	3.80	1.30	มาก
	ภาพรวม					**4.25**	**0.89**	**มาก**

จากตารางที่ ข-1 แสดงผลการประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง งาน พบว่าค่าความเหมาะสมเฉลี่ยเท่ากับ 4.25 และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.89 ซึ่งถือว่าเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีความเหมาะสมมาก

ตารางที่ ข-2 แสดงผลการประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง กำลัง

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ค่าเฉลี่ย	*SD*	ระดับความเหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1. ด้านสาระสำคัญ								
1.1 ความถูกต้อง	4	3	4	5	5	4.20	0.84	มาก
1.2 ภาษาที่ใช้ชัดเจนเข้าใจง่าย	4	3	4	5	5	4.20	0.84	มาก
2. ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้								
2.1 ระบุพฤติกรรมที่สามารถวัดและประเมินได้ชัดเจน	4	3	5	5	5	4.40	0.89	มาก
2.2 ข้อความชัดเจน เข้าใจง่าย	4	3	5	5	5	4.40	0.89	มาก
3. ด้านสาระการเรียนรู้								
3.1 ใจความถูกต้อง	4	3	5	4	5	4.20	0.84	มาก
3.2 เนื้อหาเหมาะสมกับเวลา	4	3	5	5	5	4.40	0.89	มาก
3.3 เหมาะสมกับระดับผู้เรียน	4	3	5	4	5	4.20	0.84	มาก
4. ด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้								
4.1 เรียงลำดับกิจกรรมได้เหมาะสม	4	3	5	5	5	4.40	0.89	มาก
4.2 เหมาะสมกับเวลา	5	3	5	5	5	4.60	0.89	มากที่สุด
4.3 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม	4	3	5	4	5	4.20	0.84	มาก

ตารางที่ ข-2 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ค่าเฉลี่ย	*SD*	ระดับความเหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
5. ด้านสื่อและแหล่งเรียนรู้								
5.1 สื่อความหมายได้ชัดเจน เข้าใจง่าย	4	3	5	4	5	4.20	0.84	มาก
5.2 เร้าความสนใจของผู้เรียน	3	3	5	4	5	4.00	1.00	มาก
5.3 ช่วยประหยัดเวลาในการสอน	3	3	5	5	5	4.20	1.10	มาก
6. ด้านการวัดผลและประเมินผล								
6.1 วัดได้ครอบคลุมเนื้อหาสาระ	4	3	5	4	4	4.00	0.71	มาก
6.2 ใช้เครื่องมือวัดผลได้เหมาะสม	4	2	5	5	5	4.20	1.30	มาก
	ภาพรวม					**4.25**	**0.91**	**มาก**

จากตารางที่ ข-2 แสดงผลการประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง กำลัง พบว่าค่าความเหมาะสมเฉลี่ยเท่ากับ 4.25 และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.91 ซึ่งถือว่าเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีความเหมาะสมมาก

ตารางที่ ข-3 แสดงผลการประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง พลังงานจลน์

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ค่าเฉลี่ย	*SD*	ระดับความเหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1. ด้านสาระสำคัญ								
1.1 ความถูกต้อง	5	3	4	5	5	4.40	0.89	มาก
1.2 ภาษาที่ใช้ชัดเจนเข้าใจง่าย	4	3	4	5	5	4.20	0.84	มาก
2. ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้								
2.1 ระบุพฤติกรรมที่สามารถวัดและประเมินได้ชัดเจน	4	3	5	5	5	4.40	0.89	มาก
2.2 ข้อความชัดเจน เข้าใจง่าย	4	3	5	5	5	4.40	0.89	มาก
3. ด้านสาระการเรียนรู้								
3.1 ใจความถูกต้อง	4	3	5	5	4	4.20	0.84	มาก
3.2 เนื้อหาเหมาะสมกับเวลา	4	3	5	5	5	4.40	0.89	มาก
3.3 เหมาะสมกับระดับผู้เรียน	4	3	5	5	5	4.40	0.89	มาก
4. ด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้								
4.1 เรียงลำดับกิจกรรมได้เหมาะสม	4	3	5	4	5	4.20	0.84	มาก
4.2 เหมาะสมกับเวลา	4	3	5	5	5	4.40	0.89	มาก
4.3 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม	4	3	5	5	5	4.40	0.89	มาก

ตารางที่ ข-3 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ค่าเฉลี่ย	*SD*	ระดับความเหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
5. ด้านสื่อและแหล่งเรียนรู้								
5.1 สื่อความหมายได้ชัดเจน เข้าใจง่าย	4	3	5	3	5	4.00	1.00	มาก
5.2 เร้าความสนใจของผู้เรียน	3	3	5	5	5	4.20	1.10	มาก
5.3 ช่วยประหยัดเวลาในการสอน	3	3	5	4	5	4.00	1.00	มาก
6. ด้านการวัดผลและประเมินผล								
6.1 วัดได้ครอบคลุมเนื้อหาสาระ	4	3	5	5	5	4.40	0.89	มาก
6.2 ใช้เครื่องมือวัดผลได้เหมาะสม	3	2	5	5	5	4.00	1.41	มาก
ภาพรวม						**4.27**	**0.95**	**มาก**

จากตารางที่ ข-3 แสดงผลการประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง พลังงานจลน์ พบว่าค่าความเหมาะสมเฉลี่ยเท่ากับ 4.27 และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.95 ซึ่งถือว่าเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีความเหมาะสมมาก

ตารางที่ ข-4 แสดงผลการประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง พลังงานศักย์

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ค่าเฉลี่ย	*SD*	ระดับความเหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1. ด้านสาระสำคัญ								
1.1 ความถูกต้อง	5	3	4	4	5	4.20	0.84	มาก
1.2 ภาษาที่ใช้ชัดเจนเข้าใจง่าย	4	3	4	5	5	4.20	0.84	มาก
2. ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้								
2.1 ระบุพฤติกรรมที่สามารถวัดและประเมินได้ชัดเจน	4	3	5	4	5	4.20	0.84	มาก
2.2 ข้อความชัดเจน เข้าใจง่าย	4	3	5	4	5	4.20	0.84	มาก
3. ด้านสาระการเรียนรู้								
3.1 ใจความถูกต้อง	5	3	5	4	5	4.40	0.89	มาก
3.2 เนื้อหาเหมาะสมกับเวลา	4	3	5	4	5	4.20	0.84	มาก
3.3 เหมาะสมกับระดับผู้เรียน	4	3	5	3	5	4.00	1.00	มาก
4. ด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้								
4.1 เรียงลำดับกิจกรรมได้เหมาะสม	4	3	5	4	5	4.20	0.84	มาก
4.2 เหมาะสมกับเวลา	4	3	5	5	5	4.40	0.89	มาก
4.3 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม	4	3	5	5	4	4.20	0.84	มาก

ตารางที่ ข-4 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ค่าเฉลี่ย	*SD*	ระดับความเหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
5. ด้านสื่อและแหล่งเรียนรู้								
5.1 สื่อความหมายได้ชัดเจน เข้าใจง่าย	4	3	5	5	5	4.40	0.89	มาก
5.2 เร้าความสนใจของผู้เรียน	3	3	5	5	5	4.20	1.10	มาก
5.3 ช่วยประหยัดเวลาในการสอน	3	3	5	5	5	4.20	1.10	มาก
6. ด้านการวัดผลและประเมินผล								
6.1 วัดได้ครอบคลุมเนื้อหาสาระ	4	3	5	4	5	4.20	0.84	มาก
6.2 ใช้เครื่องมือวัดผลได้เหมาะสม	4	2	5	4	5	4.00	1.22	มาก
ภาพรวม						**4.21**	**0.92**	**มาก**

จากตารางที่ ข-4 แสดงผลการประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง พลังงานศักย์ พบว่าค่าความเหมาะสมเฉลี่ยเท่ากับ 4.21 และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.92 ซึ่งถือว่าเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีความเหมาะสมมาก

ตารางที่ ข-5 แสดงผลการประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง กฎอนุรักษ์พลังงานกล

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ค่าเฉลี่ย	*SD*	ระดับความเหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1. ด้านสาระสำคัญ								
1.1 ความถูกต้อง	5	3	4	4	5	4.20	0.84	มาก
1.2 ภาษาที่ใช้ชัดเจนเข้าใจง่าย	4	3	4	5	5	4.20	0.84	มาก
2. ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้								
2.1 ระบุพฤติกรรมที่สามารถวัดและประเมินได้ชัดเจน	4	3	5	5	4	4.20	0.84	มาก
2.2 ข้อความชัดเจน เข้าใจง่าย	4	3	5	5	5	4.40	0.89	มาก
3. ด้านสาระการเรียนรู้								
3.1 ใจความถูกต้อง	4	3	5	4	5	4.20	0.84	มาก
3.2 เนื้อหาเหมาะสมกับเวลา	4	3	5	4	5	4.20	0.84	มาก
3.3 เหมาะสมกับระดับผู้เรียน	4	3	5	5	5	4.40	0.89	มาก
4. ด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้								
4.1 เรียงลำดับกิจกรรมได้เหมาะสม	4	3	5	4	5	4.20	0.84	มาก
4.2 เหมาะสมกับเวลา	4	3	5	4	5	4.20	0.84	มาก
4.3 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม	4	3	5	3	5	4.00	1.00	มาก

ตารางที่ ข-5 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ค่าเฉลี่ย	*SD*	ระดับความเหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
5. ด้านสื่อและแหล่งเรียนรู้								
5.1 สื่อความหมายได้ชัดเจน เข้าใจง่าย	4	3	5	4	5	4.20	0.84	มาก
5.2 เร้าความสนใจของผู้เรียน	3	3	5	4	5	4.00	1.00	มาก
5.3 ช่วยประหยัดเวลาในการสอน	3	3	5	5	5	4.20	1.10	มาก
6. ด้านการวัดผลและประเมินผล								
6.1 วัดได้ครอบคลุมเนื้อหาสาระ	4	3	5	4	5	4.20	0.84	มาก
6.2 ใช้เครื่องมือวัดผลได้เหมาะสม	4	2	5	5	5	4.20	1.30	มาก
ภาพรวม						**4.20**	**0.91**	**มาก**

จากตารางที่ ข-5 แสดงผลการประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง กฎอนุรักษ์พลังงานกล พบว่าค่าความเหมาะสมเฉลี่ยเท่ากับ 4.20 และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.91 ซึ่งถือว่าเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีความเหมาะสมมาก

ตารางที่ ข-6 แสดงผลการประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง เครื่องกล

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ค่าเฉลี่ย	*SD*	ระดับความเหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1. ด้านสาระสำคัญ								
1.1 ความถูกต้อง	5	3	4	5	5	4.40	0.89	มาก
1.2 ภาษาที่ใช้ชัดเจนเข้าใจง่าย	4	3	4	5	5	4.20	0.84	มาก
2. ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้								
2.1 ระบุพฤติกรรมที่สามารถวัดและประเมินได้ชัดเจน	5	3	5	5	5	4.60	0.89	มากที่สุด
2.2 ข้อความชัดเจน เข้าใจง่าย	4	3	5	4	5	4.20	0.84	มาก
3. ด้านสาระการเรียนรู้								
3.1 ใจความถูกต้อง	4	3	5	5	4	4.20	0.84	มาก
3.2 เนื้อหาเหมาะสมกับเวลา	4	3	5	4	5	4.20	0.84	มาก
3.3 เหมาะสมกับระดับผู้เรียน	4	3	5	4	5	4.20	0.84	มาก
4. ด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้								
4.1 เรียงลำดับกิจกรรมได้เหมาะสม	4	3	5	5	5	4.40	0.89	มาก
4.2 เหมาะสมกับเวลา	4	3	5	4	4	4.00	0.71	มาก
4.3 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม	4	3	5	5	4	4.20	0.84	มาก

ตารางที่ ข-6 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ค่าเฉลี่ย	*SD*	ระดับความเหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
5. ด้านสื่อและแหล่งเรียนรู้								
5.1 สื่อความหมายได้ชัดเจน เข้าใจง่าย	4	3	5	5	5	4.40	0.89	มาก
5.2 เร้าความสนใจของผู้เรียน	3	3	5	4	5	4.00	1.00	มาก
5.3 ช่วยประหยัดเวลาในการสอน	4	3	5	4	4	4.00	0.71	มาก
6. ด้านการวัดผลและประเมินผล								
6.1 วัดได้ครอบคลุมเนื้อหาสาระ	4	3	5	5	5	4.40	0.89	มาก
6.2 ใช้เครื่องมือวัดผลได้เหมาะสม	4	2	5	5	5	4.20	1.30	มาก
	ภาพรวม					**4.24**	**0.88**	**มาก**

จากตารางที่ ข-6 แสดงผลการประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง เครื่องกล พบว่า ค่าความเหมาะสมเฉลี่ยเท่ากับ 4.24 และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.88 ซึ่งถือว่าเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีความเหมาะสมมาก

การวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (*IOC*) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์

ตารางที่ ข-7 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (*IOC*) ระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้และพฤติกรรมการเรียนรู้ที่ต้องการวัดของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

จุดประสงค์ข้อที่	ข้อสอบ	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					$\sum R$	*IOC*
	ข้อที่	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		$(\sum R/N)$
1	1	1	1	1	1	1	5	1.00
	2	1	1	1	1	1	5	1.00
	3	1	1	1	1	1	5	1.00
	4	1	1	1	1	1	5	1.00
2	5	1	1	1	1	1	5	1.00
	6	1	1	1	1	1	5	1.00
3	7	1	1	1	1	1	5	1.00
	8	1	1	1	1	1	5	1.00
4	9	1	1	1	1	1	5	1.00
	10	1	1	1	1	1	5	1.00
5	11	1	1	1	1	1	5	1.00
	12	1	0	1	1	1	4	0.80
	13	1	1	1	1	1	5	1.00
	14	1	1	1	1	1	5	1.00
6	15	1	1	1	1	1	5	1.00
	16	1	1	1	1	1	5	1.00
7	17	1	0	1	1	1	4	0.80
	18	1	1	1	1	1	5	1.00
	19	1	1	1	1	1	5	1.00
	20	1	1	1	1	1	5	1.00
8	21	1	1	0	1	1	4	0.80
	22	1	1	0	1	1	4	0.80

ตารางที่ ข-7 (ต่อ)

จุดประสงค์ข้อที่	ข้อสอบข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					$\sum R$	*IOC* $(\sum R/N)$
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
9	23	1	1	1	1	1	5	1.00
	24	1	1	0	1	1	4	0.80
10	25	0	0	1	1	1	3	0.60
	26	1	0	0	1	1	3	0.60
	27	1	1	1	1	1	5	1.00
	28	1	1	1	1	1	5	1.00
11	29	1	1	1	1	1	5	1.00
	30	1	1	0	1	1	5	0.80
12	31	1	0	1	0	1	3	0.60
	32	1	1	1	1	1	5	1.00
	33	1	1	1	1	1	5	1.00
	34	1	1	1	1	1	5	1.00
13	35	1	1	1	1	1	5	1.00
	36	1	1	1	1	1	5	1.00
14	37	1	1	1	0	1	4	0.80
	38	1	1	1	0	1	4	0.80
	39	1	1	0	1	1	4	0.80
	40	1	1	1	1	1	5	1.00
15	41	1	1	1	-1	1	3	0.60
	42	1	1	1	0	1	4	0..80
16	43	1	1	1	-1	1	3	0.60
	44	1	1	1	1	1	5	1.00
17	45	1	1	1	0	1	4	0.80
	46	1	1	1	1	1	5	1.00
18	47	1	1	1	1	1	5	1.00
	48	1	1	1	0	1	4	0.80
19	49	1	1	0	1	1	4	0.80
	50	1	1	0	1	1	4	0.80

ตารางที่ ข-7 (ต่อ)

จุดประสงค์ข้อที่	ข้อสอบข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					$\sum R$	*IOC* ($\sum R/N$)
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
20	51	1	1	1	1	1	5	1.00
	52	1	1	1	1	1	5	1.00
	53	1	1	1	1	1	5	1.00
	54	1	1	1	1	1	5	1.00
21	55	1	1	1	1	1	5	1.00
	56	1	1	0	0	1	3	0.60
22	57	1	1	1	1	1	5	1.00
	58	1	1	1	1	1	5	1.00
	59	1	1	1	1	1	5	1.00
	60	1	1	1	1	1	5	1.00

หมายเหตุ : การวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้อง (*IOC*) ระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้และพฤติกรรมการเรียนรู้ที่ต้องการวัดของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ที่สามารถนำมาใช้ได้มีค่า *IOC* มากกว่าหรือเท่ากับ 0.50 ขึ้นไป

จากตารางผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (*IOC*) ระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้และพฤติกรรมการเรียนรู้ที่ต้องการวัดของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน พบว่า ค่าดัชนีความสอดคล้อง (*IOC*) อยู่ระหว่าง 0.60-1.00

การวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (*IOC*) ของแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์

ตารางที่ ข-8 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (*IOC*) ระหว่างข้อคำถามกับองค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์ที่ต้องการวัดของแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

องค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์	ข้อสอบข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					$\sum R$	*IOC* $(\sum R/N)$
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1. การจัดจำแนกเปรียบเทียบ	3	1	1	1	1	1	5	1.00
	9	1	1	1	1	1	5	1.00
	14	1	1	1	1	1	5	1.00
	15	1	1	0	1	1	4	0.80
	16	1	1	1	1	1	5	1.00
	20	1	1	1	0	1	4	0.80
2. การจัดกลุ่ม	4	1	1	1	1	1	5	1.00
	5	1	1	0	1	1	4	0.80
	23	1	1	1	-1	1	3	0.60
	24	1	1	1	1	1	5	1.00
	27	1	1	1	1	1	5	1.00
	30	1	1	1	1	1	5	1.00
3. การวิเคราะห์ข้อผิดพลาด	2	1	1	1	1	1	5	1.00
	8	1	1	1	1	1	5	1.00
	11	1	1	1	0	1	4	0.80
	13	1	1	1	1	1	5	1.00
	18	1	1	0	0	1	3	0.60
	21	1	1	1	1	1	5	1.00
4. การสรุปหลักการ	1	0	1	1	1	1	4	0.80
	10	1	1	1	1	1	5	1.00
	12	1	1	1	1	1	5	1.00
	17	1	1	1	1	1	5	1.00
	25	1	1	1	-1	1	3	0.60
	26	1	1	1	1	1	5	1.00

ตารางที่ ข-8 (ต่อ)

องค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์	ข้อสอบข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					$\sum R$	*IOC* ($\sum R/N$)
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
5. การนำไปใช้	6	1	1	1	1	1	5	1.00
	7	1	1	1	1	1	5	1.00
	19	1	1	1	1	1	5	1.00
	22	1	1	1	1	0	4	0.80
	28	1	1	1	1	1	5	1.00
	29	1	1	1	-1	1	3	0.60

หมายเหตุ : การวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้อง (*IOC*) ระหว่างข้อคำถามกับองค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์ที่ต้องการวัดของแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์ที่สามารถนำมาใช้ได้มีค่า *IOC* มากกว่าหรือเท่ากับ 0.50 ขึ้นไป

จากตารางผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (*IOC*) ระหว่างข้อคำถามกับองค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์ที่ต้องการวัดของแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน พบว่า ค่าดัชนีความสอดคล้อง (*IOC*) อยู่ระหว่าง 0.60-1.00

ภาคผนวก ค

การทดลองใช้และหาคุณภาพเครื่องมือ

- การวิเคราะห์ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์
- การวิเคราะห์ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์

การวิเคราะห์ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์

ตารางที่ ค-9 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (*p*) และค่าอำนาจจำแนก (*r*) รายข้อของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (จำนวน 60 ข้อ)

ข้อ	*p*	*r*	แปลผล	นำไปใช้จริงข้อที่
1	0.59	0.57	ใช้ได้	1
2	0.63	0.48	ใช้ได้	-
3	0.35	0.26	ใช้ได้	-
4	0.57	0.35	ใช้ได้	2
5	0.43	0.61	ใช้ได้	3
6	0.35	0.00	ตัดทิ้ง	-
7	0.26	0.17	ตัดทิ้ง	-
8	0.35	0.35	ใช้ได้	4
9	0.43	0.52	ใช้ได้	5
10	0.17	0.17	ตัดทิ้ง	-
11	0.50	0.30	ใช้ได้	6
12	0.37	0.30	ใช้ได้	-
13	0.63	0.48	ใช้ได้	7
14	0.24	0.13	ตัดทิ้ง	-
15	0.50	0.57	ใช้ได้	8
16	0.76	0.48	ใช้ได้	-
17	0.30	0.35	ใช้ได้	9
18	0.72	0.30	ใช้ได้	-
19	0.39	0.52	ใช้ได้	10
20	0.63	0.04	ตัดทิ้ง	-
21	0.39	0.43	ใช้ได้	11
22	0.43	0.09	ตัดทิ้ง	-

ตารางที่ ค-9 (ต่อ)

ข้อ	*P*	*r*	แปลผล	นำไปใช้จริงข้อที่
23	0.70	0.00	ตัดทิ้ง	-
24	0.50	0.30	ใช้ได้	12
25	0.59	0.57	ใช้ได้	13
26	0.26	0.09	ตัดทิ้ง	-
27	0.48	0.52	ใช้ได้	14
28	0.63	0.22	ใช้ได้	-
29	0.37	0.30	ใช้ได้	15
30	0.13	-0.09	ตัดทิ้ง	-
31	0.39	0.26	ใช้ได้	16
32	0.83	0.00	ตัดทิ้ง	-
33	0.13	0.00	ตัดทิ้ง	-
34	0.35	0.43	ใช้ได้	17
35	0.24	0.22	ใช้ได้	18
36	0.52	0.17	ตัดทิ้ง	-
37	0.70	0.09	ตัดทิ้ง	-
38	0.41	0.39	ใช้ได้	19
39	0.52	0.43	ใช้ได้	20
40	0.35	0.17	ตัดทิ้ง	-
41	0.41	0.39	ใช้ได้	21
42	0.17	0.09	ตัดทิ้ง	-
43	0.43	-0.09	ตัดทิ้ง	-
44	0.48	0.26	ใช้ได้	22
45	0.17	0.09	ตัดทิ้ง	-
46	0.67	0.22	ใช้ได้	23
47	0.41	0.22	ใช้ได้	24
48	0.30	0.43	ใช้ได้	-

ตารางที่ ค-9 (ต่อ)

ข้อ	*p*	*r*	แปลผล	นำไปใช้จริงข้อที่
49	0.39	0.26	ใช้ได้	-
50	0.41	0.30	ใช้ได้	25
51	0.46	0.22	ใช้ได้	-
52	0.67	0.30	ใช้ได้	26
53	0.26	0.09	ตัดทิ้ง	-
54	0.41	0.22	ใช้ได้	27
55	0.67	0.57	ใช้ได้	28
56	0.78	0.35	ใช้ได้	-
57	0.35	-0.09	ตัดทิ้ง	-
58	0.57	0.26	ใช้ได้	29
59	0.37	0.22	ใช้ได้	30
60	0.59	0.04	ตัดทิ้ง	-

หมายเหตุ : การวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (*p*) และค่าอำนาจจำแนก (*r*) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ที่สามารถนำมาใช้ได้มีค่าความยากง่าย (*p*) ตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.80 และค่าอำนาจจำแนก (*r*) ตั้งแต่ 0.20 ถึง 1.00 และในการตัดข้อสอบบางส่วนที่มีค่าความยากง่าย (*p*) และค่าอำนาจจำแนก (*r*) ทิ้งนั้น เนื่องจากผู้วิจัยต้องการข้อสอบที่ครอบคลุมพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัยและจำนวนข้อสอบเพียง 30 ข้อ ตามที่ได้กำหนดไว้

จากตารางวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (*p*) และค่าอำนาจจำแนก (*r*) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ที่คัดเลือกมา 30 ข้อ มีค่าความยากง่าย (*p*) อยู่ระหว่าง 0.24-0.67 และค่าอำนาจจำแนก (*r*) อยู่ระหว่าง 0.22-0.61 และเมื่อนำมาคำนวณหาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับแบบอิงเกณฑ์ตามวิธีของโลเวทท์ (Lovett Method) เท่ากับ 0.93

โดยสามารถคำนวณหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบแบบอิงเกณฑ์ตามวิธีของโลเวทท์ (Lovett Method) ดังนี้

$$r_{cc} = 1 - \frac{k\sum x_i - \Sigma x_i^2}{(k-1)\sum(x_i - C)^2}$$

เมื่อ r_{cc} แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ

k แทน จำนวนข้อสอบของแบบทดสอบทั้งฉบับ

x_i แทน คะแนนของนักเรียนแต่ละคน

$\sum x_i$ แทน ผลรวมของคะแนนทุกคน

$\sum x_i^2$ แทน ผลทั้งหมดของคะแนนแต่ละคนยกกำลังสอง

C แทน คะแนนเกณฑ์หรือจุดตัดของแบบทดสอบ

แทนค่าลงในสูตร $r_{cc} = 1 - \frac{k\sum x_i - \Sigma x_i^2}{(k-1)\sum(x_i - C)^2}$

$$r_{cc} = 1 - \frac{(30 \times 645) - 10783}{(30-1) \times 3979}$$

$$r_{cc} = 1 - \frac{8567}{115391}$$

$$r_{cc} = 1 - 0.07$$

$$r_{cc} = 0.93$$

การวิเคราะห์ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์

ตารางที่ ค-10 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (*p*) และค่าอำนาจจำแนก (*r*) รายข้อของแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (จำนวน 30 ข้อ)

ข้อ	*p*	*r*	แปลผล	นำไปใช้จริงข้อที่
1	0.78	0.09	ตัดทิ้ง	-
2	0.67	0.57	ใช้ได้	1
3	0.59	0.39	ใช้ได้	2
4	0.13	0.00	ตัดทิ้ง	-
5	0.43	0.35	ใช้ได้	3
6	0.41	0.39	ใช้ได้	4
7	0.15	-0.13	ตัดทิ้ง	-
8	0.59	0.57	ใช้ได้	5
9	0.63	0.65	ใช้ได้	6
10	0.65	0.52	ใช้ได้	7
11	0.39	0.35	ใช้ได้	8
12	0.50	0.30	ใช้ได้	9
13	0.26	0.00	ตัดทิ้ง	-
14	0.57	0.35	ใช้ได้	10
15	0.52	0.43	ใช้ได้	11
16	0.37	0.22	ใช้ได้	-
17	0.57	0.52	ใช้ได้	12
18	0.54	0.30	ใช้ได้	-
19	0.30	0.26	ใช้ได้	-
20	0.30	0.00	ตัดทิ้ง	-
21	0.48	0.43	ใช้ได้	13
22	0.78	0.35	ใช้ได้	14

ตารางที่ ค-10 (ต่อ)

ข้อ	*P*	*r*	แปลผล	นำไปใช้จริงข้อที่
23	0.65	0.35	ใช้ได้	15
24	0.41	0.30	ใช้ได้	16
25	0.59	0.74	ใช้ได้	17
26	0.15	-0.04	ตัดทิ้ง	-
27	0.22	-0.09	ตัดทิ้ง	-
28	0.48	0.26	ใช้ได้	18
29	0.67	0.48	ใช้ได้	19
30	0.48	0.43	ใช้ได้	20

หมายเหตุ : การวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (*p*) และค่าอำนาจจำแนก (*r*) ของแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์ ที่สามารถนำมาใช้ได้มีค่าความยากง่าย (*p*) ตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.80 และค่าอำนาจจำแนก (*r*) ตั้งแต่ 0.20 ถึง 1.00 และในการตัดข้อสอบบางส่วนที่มีค่าความยากง่าย (*p*) และค่าอำนาจจำแนก (*r*) ทิ้งนั้น เนื่องจากผู้วิจัยต้องการข้อสอบที่ครอบคลุมองค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์และจำนวนข้อสอบเพียง 20 ข้อ ตามที่ได้กำหนดไว้

จากตารางวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (*p*) และค่าอำนาจจำแนก (*r*) ของแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์ที่คัดเลือกมา 20 ข้อ มีค่าความยากง่าย (*p*) อยู่ระหว่าง 0.39-0.78 และค่าอำนาจจำแนก (*r*) อยู่ระหว่าง 0.26-0.74 และเมื่อนำมาคำนวณหาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับแบบอิงเกณฑ์ตามวิธีของโลเวทท์ (Lovett Method) เท่ากับ 0.89

โดยสามารถคำนวณหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบแบบอิงเกณฑ์ตามวิธีของโลเวทท์ (Lovett Method) ดังนี้

$$r_{cc} = 1 - \frac{k\sum x_i - \sum x_i^2}{(k-1)\sum(x_i - C)^2}$$

เมื่อ r_{cc} แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ

k แทน จำนวนข้อสอบของแบบทดสอบทั้งฉบับ

x_i แทน คะแนนของนักเรียนแต่ละคน

$\sum x_i$ แทน ผลรวมของคะแนนทุกคน

$\sum x_i^2$ แทน ผลทั้งหมดของคะแนนแต่ละคนยกกำลังสอง

C แทน คะแนนเกณฑ์หรือจุดตัดของแบบทดสอบ

แทนค่าลงในสูตร $r_{cc} = 1 - \frac{k\sum x_i - \sum x_i^2}{(k-1)\sum(x_i - C)^2}$

$$r_{cc} = 1 - \frac{(20\times509) - 6801}{(20-1)\times1585}$$

$$r_{cc} = 1 - \frac{3379}{30115}$$

$$r_{cc} = 1 - 0.11$$

$$r_{cc} = 0.89$$

ภาคผนวก ง

การทดสอบสมมติฐานการวิจัยทางสถิติ

- คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก
- การคำนวณหาค่า *t*-test โดยใช้โปรแกรม SPSS ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์
- คะแนนการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก
- การคำนวณหาค่า *t*-test โดยใช้โปรแกรม SPSS ของแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์

คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก

ตารางที่ ง-11 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนและหลังเรียน (คะแนนเต็ม 30)

คนที่	ก่อนเรียน							หลังเรียน						
	การจำ (4)	การเข้าใจ (8)	การปรับใช้ (10)	การวิเคราะห์(4)	การประเมิน (2)	การสร้างสรรค์ (2)	ภาพรวม (30)	การจำ (4)	การเข้าใจ (8)	การปรับใช้ (10)	การวิเคราะห์(4)	การประเมิน (2)	การสร้างสรรค์ (2)	ภาพรวม (30)
1	1	2	5	1	1	1	11	3	7	8	4	1	2	25
2	1	2	3	1	1	1	9	3	7	8	3	1	1	23
3	2	0	4	1	0	1	8	3	6	9	3	1	2	24
4	2	1	2	2	0	0	7	3	5	9	1	1	0	19
5	2	3	2	2	0	1	10	3	7	7	4	2	1	24
6	1	4	2	1	1	0	9	3	5	9	4	1	2	24
7	1	2	2	2	1	1	9	4	6	7	4	1	1	23
8	2	1	1	1	0	1	6	3	6	6	3	1	2	21
9	4	1	4	1	1	1	12	4	6	9	2	2	1	24
10	0	3	0	1	1	0	5	4	5	6	2	1	1	19
11	0	3	4	0	1	1	9	4	8	7	2	1	1	23
12	1	1	3	0	1	1	7	3	5	5	3	2	2	20
13	1	4	3	3	1	0	12	3	5	6	4	2	1	21
14	1	3	3	2	1	0	10	2	7	7	2	2	1	21
15	0	4	4	2	0	0	10	4	6	6	4	1	2	23
16	1	1	3	2	1	1	9	4	5	10	3	1	1	24
17	0	2	3	1	0	0	6	3	7	4	4	2	1	21
18	1	1	2	1	0	0	5	3	5	4	4	1	2	19

ตารางที่ ง-11 (ต่อ)

คนที่	ก่อนเรียน							หลังเรียน						
	การจำ (4)	การเข้าใจ (8)	การปรับใช้ (10)	การวิเคราะห์(4)	การประเมิน (2)	การสร้างสรรค์ (2)	ภาพรวม (30)	การจำ (4)	การเข้าใจ (8)	การปรับใช้ (10)	การวิเคราะห์(4)	การประเมิน (2)	การสร้างสรรค์ (2)	ภาพรวม (30)
19	0	2	3	1	1	1	8	3	6	4	3	2	2	20
20	2	1	1	2	2	1	9	4	7	8	3	2	1	25
21	0	2	3	0	1	1	7	3	4	8	3	2	2	22
22	0	2	5	0	1	0	8	4	7	8	2	2	1	24
23	1	2	3	3	2	1	12	3	6	9	3	2	2	25
24	3	0	4	0	1	0	8	4	3	8	3	2	2	22
25	1	3	2	0	0	2	8	3	5	8	3	2	1	22
26	0	2	1	1	1	1	6	4	8	5	1	2	1	21
27	0	3	4	1	1	1	10	3	7	6	2	1	2	21
28	1	0	1	3	1	0	6	4	5	7	4	2	2	24
29	2	2	3	0	0	0	7	3	7	8	4	1	2	25
30	1	2	3	2	1	2	11	4	5	9	3	2	2	25
31	2	4	3	0	0	1	10	3	7	9	1	0	2	22
32	0	1	0	0	0	2	3	4	6	5	3	1	2	21
33	0	2	6	0	2	0	10	4	6	8	2	2	2	24
34	1	2	3	0	0	1	7	4	5	9	4	2	1	25
35	2	2	3	1	1	0	9	4	7	7	1	1	2	22
36	0	2	1	0	0	1	4	2	6	7	4	0	2	21
37	1	0	1	1	0	0	3	3	6	7	2	2	1	21
38	0	4	4	2	0	1	11	3	7	9	4	1	2	26
39	0	1	4	1	1	0	7	4	7	10	2	1	1	25
40	0	0	4	1	0	1	6	4	5	8	3	2	2	24

ตารางที่ ง-11 (ต่อ)

คนที่	ก่อนเรียน							หลังเรียน						
	การจำ (4)	การเข้าใจ (8)	การปรับใช้ (10)	การวิเคราะห์(4)	การประเมิน (2)	การสร้างสรรค์ (2)	ภาพรวม (30)	การจำ (4)	การเข้าใจ (8)	การปรับใช้ (10)	การวิเคราะห์(4)	การประเมิน (2)	การสร้างสรรค์ (2)	ภาพรวม (30)
41	1	2	6	2	2	0	13	3	6	7	4	1	2	23
42	1	3	3	0	0	0	7	4	6	8	2	0	2	22
43	0	1	3	0	0	0	4	3	7	10	3	1	2	26
44	1	6	0	0	0	0	7	2	6	8	2	2	1	21
$\bar{X}$	**0.93**	**2.02**	**2.82**	**1.02**	**0.66**	**0.61**	**8.07**	**3.36**	**6.02**	**7.43**	**2.89**	**1.41**	**1.55**	**22.66**
SD	**0.93**	**1.30**	**1.45**	**0.93**	**0.64**	**0.62**	**2.45**	**0.61**	**1.05**	**1.61**	**0.97**	**0.62**	**0.55**	**1.94**

การคำนวณหาค่า *t*-test โดยใช้โปรแกรม SPSS ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์

ตารางที่ ง-12 การทดสอบค่า t-test ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนและหลังเรียน (คะแนนเต็ม 30) โดยใช้โปรแกรม SPSS

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	Posttest	22.6591	44	1.94031	.29251
	Pretest	8.0682	44	2.45326	.36984

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	Posttest & Pretest	44	.371	.013

Paired Samples Test

		Paired Differences		
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	Posttest - Pretest	14.59091	2.49947	.37681

Paired Samples Test

		Paired Differences		t	df	Sig (2-tailed)
		95% Confidence Interval of the Difference				
		Lower	Upper			
Pair 1	Posttest - Pretest	13.83100	15.35082	38.722	43	.000

ตารางที่ ง-13 การทดสอบค่า t-test ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนและหลังเรียน ซึ่งแสดงพฤติกรรมการเรียนรู้แยกเป็นรายด้าน โดยใช้โปรแกรม SPSS

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	การจำ (ก่อนเรียน)	.9318	44	.92504	.13946
	การจำ (หลังเรียน)	3.3636	44	.61345	.09248
Pair 2	ความเข้าใจ (ก่อนเรียน)	2.0227	44	1.30275	.19640
	ความเข้าใจ (หลังเรียน)	6.0227	44	1.04522	.15757
Pair 3	การปรับใช้ (ก่อนเรียน)	2.8182	44	1.45111	.21876
	การปรับใช้ (หลังเรียน)	7.4318	44	1.60519	.24199
Pair 4	การวิเคราะห์ (ก่อนเรียน)	1.0227	44	.92733	.13980
	การวิเคราะห์ (หลังเรียน)	2.8864	44	.96968	.14618
Pair 5	การประเมิน (ก่อนเรียน)	.6591	44	.64495	.09723
	การประเมิน (หลังเรียน)	1.4091	44	.62201	.09377
Pair 6	การสร้างสรรค์ (ก่อนเรียน)	.6136	44	.61817	.09319
	การสร้างสรรค์ (หลังเรียน)	1.5455	44	.54792	.08260

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	การจำ (ก่อนเรียน) & การจำ (หลังเรียน)	44	.004	.981
Pair 2	ความเข้าใจ (ก่อนเรียน) & ความเข้าใจ (หลังเรียน)	44	.239	.119
Pair 3	การปรับใช้ (ก่อนเรียน) & การปรับใช้ (หลังเรียน)	44	.274	.072
Pair 4	การวิเคราะห์ (ก่อนเรียน) & การวิเคราะห์ (หลังเรียน)	44	.262	.086
Pair 5	การประเมิน (ก่อนเรียน) & การประเมิน (หลังเรียน)	44	.298	.050
Pair 6	การสร้างสรรค์ (ก่อนเรียน) & การสร้างสรรค์ (หลังเรียน)	44	.087	.573

ตารางที่ ง-13 (ต่อ)

Paired Samples Test

		Paired Differences		
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	การจำ (ก่อนเรียน) & การจำ (หลังเรียน)	-2.43182	1.10806	.16705
Pair 2	ความเข้าใจ (ก่อนเรียน) & ความเข้าใจ (หลังเรียน)	-4.00000	1.46271	.22051
Pair 3	การปรับใช้ (ก่อนเรียน) & การปรับใช้ (หลังเรียน)	-4.61364	1.84537	.27820
Pair 4	การวิเคราะห์ (ก่อนเรียน) & การวิเคราะห์ (หลังเรียน)	-1.86364	1.15317	.17385
Pair 5	การประเมิน (ก่อนเรียน) & การประเมิน (หลังเรียน)	-.75000	.75097	.11321
Pair 6	การสร้างสรรค์ (ก่อนเรียน) & การสร้างสรรค์ (หลังเรียน)	-.93182	.78940	.11901

Paired Samples Test

		Paired Differences		t	df	Sig (2-tailed)
		95% Confidence Interval of the Difference				
		Lower	Upper			
Pair 1	การจำ (ก่อนเรียน) - การจำ (หลังเรียน)	-2.76870	-2.09494	-14.558	43	.000
Pair 2	ความเข้าใจ (ก่อนเรียน) - ความเข้าใจ (หลังเรียน)	-4.44471	-3.55529	-18.140	43	.000
Pair 3	การปรับใช้ (ก่อนเรียน) - การปรับใช้ (หลังเรียน)	-5.17468	-4.05259	-16.584	43	.000
Pair 4	การวิเคราะห์ (ก่อนเรียน) - การวิเคราะห์ (หลังเรียน)	-2.21423	-1.51304	-10.720	43	.000
Pair 5	การประเมิน (ก่อนเรียน) - การประเมิน (หลังเรียน)	-.97832	-.52168	-6.625	43	.000
Pair 6	การสร้างสรรค์ (ก่อนเรียน) - การสร้างสรรค์ (หลังเรียน)	-1.17182	-.69182	-7.830	43	.000

ตารางที่ ง-14 การทดสอบค่า t-test ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ หลังเรียน เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 (21 คะแนน จากคะแนนเต็ม 30) เรื่อง งานและพลังงาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้โปรแกรม SPSS

One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Posttest	44	22.6591	1.94031	.29251

One-Sample Test

	Test Value = 21					
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
Posttest	5.672	43	.000	1.65909	1.0692	2.2490

ตารางที่ ง-15 การทดสอบค่า t-test ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ หลังเรียน เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 เรื่อง งานและพลังงาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งแสดงพฤติกรรมการเรียนรู้แยกเป็นรายด้าน โดยใช้โปรแกรม SPSS

One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
การจำ	44	3.3636	.61345	.09248

One-Sample Test

	Test Value = 2.8					
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
การจำ	6.095	43	.000	.56364	.3771	.7501

ตารางที่ ง-15 (ต่อ)

One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
ความเข้าใจ	44	6.0227	1.04522	.15757

One-Sample Test

	Test Value = 5.6					
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
ความเข้าใจ	2.683	43	.010	.42273	.1049	.7405

One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
การปรับใช้	44	7.4318	1.60519	.24199

One-Sample Test

	Test Value = 7					
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
การปรับใช้	1.784	43	.081	.43182	-.0562	.9198

One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
การวิเคราะห์	44	2.8864	.96968	.14618

ตารางที่ ง-15 (ต่อ)

One-Sample Test

	Test Value = 2.8					
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
การวิเคราะห์	.591	43	.558	.08636	-.2084	.3812

One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
การประเมิน	44	1.4091	.62201	.09377

One-Sample Test

	Test Value = 1.4					
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
การประเมิน	.097	43	.923	.00909	-.1800	.1982

One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
การสร้างสรรค์	44	1.5455	.54792	.08260

One-Sample Test

	Test Value = 1.4					
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
การสร้างสรรค์	1.761	43	.085	.14545	-.0211	.3120

คะแนนการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก

ตารางที่ ง-16 คะแนนการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนและหลังเรียน (คะแนนเต็ม 20)

	ก่อนเรียน						หลังเรียน					
คนที่-	การจัดจำแนกเปรียบเทียบ (4)	การจัดกลุ่ม (4)	การวิเคราะห์ข้อผิดพลาด (4)	การสรุปหลักการ (4)	การนำไปใช้ (4)	ภาพรวม (20)	การจัดจำแนกเปรียบเทียบ (4)	การจัดกลุ่ม (4)	การวิเคราะห์ข้อผิดพลาด (4)	การสรุปหลักการ (4)	การนำไปใช้ (4)	ภาพรวม (20)
1	2	0	3	0	0	5	4	3	4	4	2	17
2	2	1	2	4	2	11	4	3	3	4	3	17
3	1	0	3	1	0	5	3	2	4	3	3	15
4	0	1	1	2	1	5	4	2	4	3	3	16
5	2	2	2	0	2	8	3	2	4	3	4	16
6	1	1	1	0	0	3	3	3	3	2	3	14
7	0	1	2	0	1	4	2	2	4	3	3	14
8	1	0	2	3	1	7	2	0	4	3	3	12
9	2	1	3	0	0	6	4	3	3	3	3	16
10	2	0	1	3	0	6	2	3	3	4	4	16
11	3	3	4	3	3	16	1	3	3	3	4	14
12	2	0	2	3	1	8	1	1	2	4	3	11
13	1	2	2	2	2	9	3	3	4	3	4	17
14	1	1	2	1	2	7	1	2	4	4	2	13
15	1	1	2	2	1	7	3	2	4	4	4	17
16	2	1	2	3	0	8	4	4	4	3	4	19
17	3	3	0	0	1	7	3	1	2	4	3	13

ตารางที่ ง-16 (ต่อ)

คนที่	ก่อนเรียน						หลังเรียน					
	การจัดจำแนกเปรียบเทียบ (4)	การจัดกลุ่ม (4)	การวิเคราะห์ข้อผิดพลาด (4)	การสรุปหลักการ (4)	การนำไปใช้ (4)	ภาพรวม (20)	การจัดจำแนกเปรียบเทียบ (4)	การจัดกลุ่ม (4)	การวิเคราะห์ข้อผิดพลาด (4)	การสรุปหลักการ (4)	การนำไปใช้ (4)	ภาพรวม (20)
18	1	3	0	3	3	10	2	3	4	3	3	15
19	2	2	2	1	2	9	4	4	3	4	4	19
20	2	0	3	1	2	8	3	3	4	4	2	16
21	1	2	1	2	3	9	3	2	3	4	4	16
22	1	1	2	2	2	8	2	4	4	3	4	17
23	1	0	2	2	3	8	2	2	3	4	4	15
24	3	1	2	1	2	9	4	2	3	4	4	17
25	1	1	2	1	0	5	4	3	4	4	4	19
26	3	1	0	0	2	6	4	3	3	4	4	18
27	2	0	3	3	3	11	4	3	3	4	4	18
28	2	1	2	1	4	10	3	4	3	3	4	17
29	1	0	2	2	1	6	3	3	3	3	3	15
30	3	1	3	3	3	13	4	4	4	4	4	20
31	2	0	1	1	2	6	4	3	4	3	4	18
32	1	1	3	2	1	8	4	3	4	4	2	17
33	1	1	2	2	3	9	3	3	2	4	4	16
34	2	2	2	2	3	11	2	3	3	4	4	16
35	2	3	2	3	4	14	4	3	3	4	4	18
36	2	1	0	2	3	8	1	4	3	3	4	15
37	3	2	2	2	2	11	1	4	4	4	4	17
38	0	1	2	1	2	6	2	1	3	4	4	14

ตารางที่ ง-16 (ต่อ)

คนที่	ก่อนเรียน						หลังเรียน					
	การจัดจำแนกเปรียบเทียบ (4)	การจัดกลุ่ม (4)	การวิเคราะห์ข้อผิดพลาด (4)	การสรุปหลักการ (4)	การนำไปใช้ (4)	ภาพรวม (20)	การจัดจำแนกเปรียบเทียบ (4)	การจัดกลุ่ม (4)	การวิเคราะห์ข้อผิดพลาด (4)	การสรุปหลักการ (4)	การนำไปใช้ (4)	ภาพรวม (20)
39	2	1	2	3	2	10	3	3	3	3	2	14
40	2	1	1	1	0	5	4	4	3	4	4	19
41	1	1	2	2	2	8	1	4	4	4	4	17
42	2	0	0	3	2	7	2	4	4	3	4	17
43	1	1	2	2	2	8	4	4	4	4	4	20
44	3	3	1	3	3	13	1	2	4	4	4	15
$\bar{X}$	**1.66**	**1.11**	**1.82**	**1.77**	**1.77**	**8.14**	**2.84**	**2.82**	**3.43**	**3.57**	**3.52**	**16.18**
SD	**0.83**	**0.92**	**0.92**	**1.10**	**1.14**	**2.72**	**1.10**	**0.97**	**0.62**	**0.55**	**0.70**	**2.04**

การคำนวณหาค่า *t*-test โดยใช้โปรแกรม SPSS ของแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์

ตารางที่ ง-17 การทดสอบค่า t-test ของแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนและหลังเรียน (คะแนนเต็ม 20) โดยใช้โปรแกรม SPSS

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	Posttest	16.1818	44	2.03770	.30719
	Pretest	8.1364	44	2.71594	.40944

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	Posttest & Pretest	44	.121	.432

Paired Samples Test

		Paired Differences		
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	Posttest - Pretest	8.04545	3.19123	.48110

Paired Samples Test

		Paired Differences		t	df	Sig (2-tailed)
		95% Confidence Interval of the Difference				
		Lower	Upper			
Pair 1	Posttest - Pretest	7.07523	9.01568	16.723	43	.000

ตารางที่ ง-18 การทดสอบค่า t-test ของแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์
เรื่อง งานและพลังงาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนและหลังเรียน
ซึ่งแสดงองค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์แยกเป็นรายด้าน โดยใช้โปรแกรม SPSS

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	การจัดจำแนกเปรียบเทียบ (ก่อนเรียน)	1.6591	44	.83369	.12568
	การจัดจำแนกเปรียบเทียบ (หลังเรียน)	2.8409	44	1.09848	.16560
Pair 2	การจัดกลุ่ม (ก่อนเรียน)	1.1136	44	.92046	.13876
	การจัดกลุ่ม (หลังเรียน)	2.8182	44	.97104	.14639
Pair 3	การวิเคราะห์ข้อผิดพลาด (ก่อนเรียน)	1.8182	44	.92190	.13898
	การวิเคราะห์ข้อผิดพลาด (หลังเรียน)	3.4318	44	.62497	.09422
Pair 4	การสรุปหลักการ (ก่อนเรียน)	1.7727	44	1.09680	.16535
	การสรุปหลักการ (หลังเรียน)	3.5682	44	.54550	.08224
Pair 5	การนำไปใช้ (ก่อนเรียน)	1.7727	44	1.13841	.17162
	การนำไปใช้ (หลังเรียน)	3.5227	44	.69846	.10530

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	การจัดจำแนกเปรียบเทียบ (ก่อนเรียน) & การจัดจำแนกเปรียบเทียบ (หลังเรียน)	44	.041	.792
Pair 2	การจัดกลุ่ม (ก่อนเรียน) & การจัดกลุ่ม (หลังเรียน)	44	.024	.879
Pair 3	การวิเคราะห์ข้อผิดพลาด (ก่อนเรียน) & การวิเคราะห์ข้อผิดพลาด (หลังเรียน)	44	.139	.367
Pair 4	การสรุปหลักการ (ก่อนเรียน) & การสรุปหลักการ (หลังเรียน)	44	.104	.501
Pair 5	การนำไปใช้ (ก่อนเรียน) & การนำไปใช้ (หลังเรียน)	44	.358	.017

ตารางที่ ง-18 (ต่อ)

Paired Samples Test

		Paired Differences		
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	การจัดจำแนกเปรียบเทียบ (ก่อนเรียน) & การจัดจำแนกเปรียบเทียบ (หลังเรียน)	-1.18182	1.35153	.20375
Pair 2	การจัดกลุ่ม (ก่อนเรียน) & การจัดกลุ่ม (หลังเรียน)	-1.70455	1.32208	.19931
Pair 3	การวิเคราะห์ข้อผิดพลาด (ก่อนเรียน) & การวิเคราะห์ข้อผิดพลาด (หลังเรียน)	-1.61364	1.03914	.15666
Pair 4	การสรุปหลักการ (ก่อนเรียน) & การสรุปหลักการ (หลังเรียน)	-1.79545	1.17294	.17683
Pair 5	การนำไปใช้ (ก่อนเรียน) & การนำไปใช้ (หลังเรียน)	-1.75000	1.10232	.16618

Paired Samples Test

		Paired Differences		t	df	Sig (2-tailed)
		95% Confidence Interval of the Difference				
		Lower	Upper			
Pair 1	การจัดจำแนกเปรียบเทียบ (ก่อนเรียน) & การจัดจำแนกเปรียบเทียบ (หลังเรียน)	-1.59272	-.77091	-5.800	43	.000
Pair 2	การจัดกลุ่ม (ก่อนเรียน) & การจัดกลุ่ม (หลังเรียน)	-2.10649	-1.30260	-8.552	43	.000
Pair 3	การวิเคราะห์ข้อผิดพลาด (ก่อนเรียน) & การวิเคราะห์ข้อผิดพลาด (หลังเรียน)	-1.92956	-1.29771	-10.301	43	.000
Pair 4	การสรุปหลักการ (ก่อนเรียน) & การสรุปหลักการ (หลังเรียน)	-2.15206	-1.43885	-10.154	43	.000
Pair 5	การนำไปใช้ (ก่อนเรียน) & การนำไปใช้ (หลังเรียน)	-2.08514	-1.41486	-10.531	43	.000

ตารางที่ ง-19 การทดสอบค่า t-test ของแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์ หลังเรียนเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 (14 คะแนน จากคะแนนเต็ม 20) เรื่อง งานและพลังงาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้โปรแกรม SPSS

One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Posttest	44	16.1818	2.03770	.30719

One-Sample Test

	Test Value = 14					
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
Posttest	7.102	43	.000	2.18182	1.5623	2.8013

ตารางที่ ง-20 การทดสอบค่า t-test ของแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์ หลังเรียนเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 เรื่อง งานและพลังงาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งแสดงองค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์แยกเป็นรายด้าน โดยใช้โปรแกรม SPSS

One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
การจัดจำแนกเปรียบเทียบ	44	2.8409	1.09848	.16560

One-Sample Test

	Test Value = 2.8					
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
การจัดจำแนกเปรียบเทียบ	.247	43	.806	.04091	-.2931	.3749

ตารางที่ ง-20 (ต่อ)

One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
การจัดกลุ่ม	44	2.8182	.97104	.14639

One-Sample Test

	Test Value = 2.8					
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
การจัดกลุ่ม	.124	43	.902	.01818	-.2770	.3134

One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
การวิเคราะห์ข้อผิดพลาด	44	3.4318	.62497	.09422

One-Sample Test

	Test Value = 2.8					
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
การวิเคราะห์ข้อผิดพลาด	6.706	43	.000	.63182	.4418	.8218

One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
การสรุปหลักการ	44	3.5682	.54550	.08224

ตารางที่ ง-20 (ต่อ)

One-Sample Test

	Test Value = 2.8					
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
การสรุปหลักการ	9.341	43	.000	.76818	.6023	.9340

One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
การนำไปใช้	44	3.5227	.69846	.10530

One-Sample Test

	Test Value = 2.8					
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
การนำไปใช้	6.864	43	.000	.72273	.5104	.9351

ภาคผนวก จ

เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

- ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก เรื่อง งานและพลังงาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์
- แบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์

(ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ รายวิชา ฟิสิกส์ 2 (ว 31202) สาระวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม
เรื่อง งาน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563
ผู้สอน นางสาวหงส์จิรา เอียดหนู จำนวนเวลาที่สอน 2 คาบ (100 นาที) จำนวน 1.5 หน่วยกิต

---

1. ผลการเรียนรู้

วิเคราะห์ และคำนวณงานของแรงคงตัว จากสมการและพื้นที่ใต้กราฟสัมพันธ์ระหว่างแรงกับการกระจัด รวมทั้งอธิบายและคำนวณกำลังเฉลี่ย

2. สาระสำคัญ

งาน ความหมายทางฟิสิกส์ หมายถึง การที่แรง ($\vec{F}$) มากระทำต่อวัตถุแล้ววัตถุเคลื่อนที่ตามแนวแรงได้การกระจัด ($\vec{S}$) งานเป็นปริมาณสเกลาร์มีหน่วยในระบบ SI เป็นจูล (J) งานหาได้จากผลคูณของแรงที่กระทำต่อวัตถุกับการกระจัดที่วัตถุเคลื่อนที่ได้ตามแนวแรงนั้น เมื่อวัตถุเคลื่อนที่ตามทิศของแรงที่มากระทำจะได้งานเป็นบวก งานที่ทำโดยแรงนั้นจะมีค่า $W = Fs$ และเมื่อวัตถุเคลื่อนที่ในทิศตรงกันข้ามกับทิศของแรงที่มากระทำจะทำให้วัตถุเคลื่อนที่ช้าลง ซึ่งจะได้งานเป็นลบ แต่ถ้าแรงที่กระทำต่อวัตถุมีทิศทางทำมุม θ กับการกระจัด งานที่ทำโดยแรงนั้นจะมีค่า $W = Fs\cos\theta$ นอกจากนี้งานสามารถหาได้จากพื้นที่ใต้กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรง และการกระจัด ซึ่งนักเรียนจะต้องศึกษา เรื่อง งาน เพื่อเป็นพื้นฐานในการศึกษาต่อระดับอุดมศึกษา ตลอดจนสามารถนำความรู้ เรื่อง งาน ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 ด้านความรู้ (พุทธิพิสัย / K)

3.1.1 นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของงานทางฟิสิกส์ และระบุหน่วยของงานทางฟิสิกส์ได้

3.1.2 นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของงานที่มีค่าเป็นบวก เป็นลบ หรือเป็นศูนย์ได้

3.2 ด้านทักษะกระบวนการ (ทักษะพิสัย / P)

3.2.1 นักเรียนสามารถคำนวณงานจากสมการและพื้นที่ใต้กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับการกระจัดได้

3.3 ด้านเจตคติและคุณลักษณะ (จิตพิสัย / A)

3.3.1 นักเรียนมีวินัย

3.3.2 นักเรียนมีความสนใจใฝ่เรียนรู้

3.3.3 นักเรียนมีความมุ่งมั่นในการทำงาน

3.3.4 นักเรียนทำงานกลุ่มแบบร่วมมือร่วมใจ

4. สาระการเรียนรู้

1. ความหมายของงาน

งาน (work) ตามความหมายทางฟิสิกส์ หมายถึง ผลจากการกระทำของแรงต่อวัตถุ และทำให้วัตถุเคลื่อนที่ตามแนวแรงที่กระทำต่อวัตถุ งานเป็นปริมาณสเกลาร์มีหน่วยในระบบ SI เป็นจูล (J)

2. องค์ประกอบของการเกิดงาน

องค์ประกอบของการเกิดงานมีดังนี้

- แรงที่กระทำต่อวัตถุ ($\vec{F}$)
- การกระจัดของวัตถุ ($\vec{S}$)
- ทิศทางการเคลื่อนที่ของวัตถุ

3. การคำนวณหางาน

- งานสามารถหาได้จากผลคูณของแรงที่กระทำต่อวัตถุกับการกระจัดที่วัตถุเคลื่อนที่ได้ตามแนวแรงนั้น

- แรงทำมุมกับแนวการเคลื่อนที่ของวัตถุ สามารถหาได้จากผลคูณระหว่างขนาดของแรงองค์ประกอบในแนวการเคลื่อนที่กับขนาดการกระจัดของวัตถุที่เกิดขึ้นในช่วงที่แรงนี้กระทำ ซึ่งได้ตามสมการนี้ $W = Fs \cos \theta$ เมื่อ θ คือมุมระหว่างทิศทางของแรงคงตัวที่กระทำกับทิศทางการเคลื่อนที่ของวัตถุ กรณีที่งานเป็นบวก ลบ และเป็นศูนย์ โดยพิจารณาแรงที่ทำมุมกับการเคลื่อนที่ของวัตถุ ดังนี้

กรณีที่วัตถุเคลื่อนที่ตามทิศของแรงที่มากระทำ งานที่ทำโดยแรงนั้นจะสามารถหาได้จาก $W = Fs \cos\theta$ โดย ($\theta = 0^\circ$) จะมีงานเป็นบวก

กรณีเมื่อวัตถุเคลื่อนที่ในทิศตรงกันข้ามกับทิศของแรงที่มากระทำจะทำให้วัตถุเคลื่อนที่ช้าลง จะสามารถหาได้จาก $W = Fs \cos\theta$ โดย ($\theta = 180^\circ$) จะมีงานเป็นลบ

กรณีเมื่อมีแรงที่มากระทำอยู่ในทิศตั้งฉากกับการเคลื่อนที่ของวัตถุ ($\theta = 90^{\circ}$) จะสามารถหาได้จาก $W = Fs\cos\theta$ โดย ($\theta = 90^{\circ}$) งานจะไม่เกิดขึ้น หรืออาจกล่าวได้ว่ามีค่าเป็นศูนย์

- การหางานนอกจากสมการนั้น ยังสามารถหางานได้จากพื้นที่ใต้กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงและการกระจัด

5. กิจกรรมการเรียนรู้

การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก (Active Learning)

ขั้นที่ 1 ขั้นเร้าความสนใจ

1.1 ครูสนทนาพูดคุยกับนักเรียนโดยใช้คำถามดังนี้

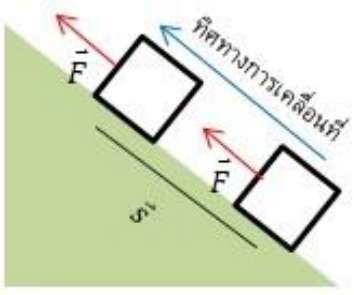
- นักเรียนเคยทำงานบ้างไหม (เคย/ไม่เคย)

- นักเรียนเคยทำงานอะไรกันมาบ้าง สุ่มนักเรียนให้ยกตัวอย่างงานที่นักเรียนเคยทำ (ซักผ้า รีดผ้า กวาดบ้าน ล้างจาน ถูพื้น เป็นต้น)

- นักเรียนคิดว่า การเตะตะกร้อ เป็นการทำงานในชีวิตประจำวันหรือไม่ เพราะเหตุใด (ไม่ เพราะเป็นการออกกำลังกาย)

- นักเรียนคิดว่าความหมายของงานโดยทั่วไปกับความหมายของงานทางฟิสิกส์มีความแตกต่างกันหรือไม่อย่างไร โดยให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายตามความเข้าใจของนักเรียน (แนวคำตอบ: แตกต่างกัน งานโดยทั่วไป หมายถึง การประกอบอาชีพหรือการกระทำภารกิจต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน หรือการใช้สมองในการกระทำสิ่งต่าง ๆ ส่วนงานในทางฟิสิกส์จะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อมีแรงมากระทำต่อวัตถุ แล้วทำให้วัตถุมีการกระจัด โดยปริมาณงานที่ทำขึ้นกับแรงและการกระจัด)

1.2 ครูให้นักเรียนพิจารณารูปภาพที่ครูกำหนด หลังจากนั้นครูตั้งคำถามให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย ดังนี้



รูปที่ 1

รูปที่ 2

- นักเรียนคิดว่ารูปภาพทั้งสองที่ครูกำหนดให้เกิดงานทางฟิสิกส์หรือไม่

- นักเรียนทราบได้อย่างไรว่ากิจกรรมใดบ้างเกิดงานทางฟิสิกส์อธิบายด้วยหลักการใด ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นตามความเข้าใจของตนเองได้อย่างเต็มที่ โดยที่ครูยังไม่เฉลยคำตอบ

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นพบ (Exploration Phase)

2.1 ครูให้แบ่งกลุ่มนักเรียน กลุ่มละ 6 - 7 คน ที่มีความสามารถคละกัน

2.2 ครูแจกใบความรู้ เรื่อง งาน ให้แก่นักเรียน และให้นักเรียนศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมที่เกี่ยวข้องกับงานทางฟิสิกส์จากหนังสือเรียน สสวท. และอินเทอร์เน็ต

2.3 ครูแจกใบกิจกรรม เรื่อง งาน และกระดาษปรู๊ฟ ให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม

2.4 หลังจากนั้นครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันทำกิจกรรม โดยให้นักเรียนภายในกลุ่มร่วมกันวางแผนในการค้นหาคำตอบของคำถาม จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่มพร้อมตอบคำถามในใบกิจกรรม เรื่อง งาน และให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำ mind mapping สรุป เรื่อง งาน จากการที่ได้เรียนรู้ผ่านใบกิจกรรม เรื่อง งาน โดยให้นักเรียนภายในกลุ่มแสดงความคิดเห็นร่วมกัน

ขั้นที่ 3 ขั้นอภิปรายและสรุป

3.1 หลังจากที่นักเรียนทุกกลุ่มทำกิจกรรมเสร็จแล้วให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอโดยนำข้อมูลจากการตอบคำถามจากใบกิจกรรมเรื่อง งาน และนำ mind mapping ของกลุ่มตนเองมานำเสนอ

3.2 เมื่อนักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอเสร็จแล้วครูร่วมอภิปรายคำตอบจากใบกิจกรรมเรื่อง งาน เพื่อให้นักเรียนแต่ละกลุ่มมีความเข้าใจที่ถูกต้องไปในทิศทางเดียวกัน

ขั้นที่ 4 ขั้นไตร่ตรองสะท้อนคิด

ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยคำตอบของคำถามที่ถามนักเรียนในขั้นที่ 1 ดังนี้

4.1 นักเรียนคิดว่ารูปภาพทั้งสองที่ครูกำหนดให้เกิดงานทางฟิสิกส์หรือไม่ (แนวคำตอบ: การลากวัตถุขึ้นตามพื้นเอียงนั้นมีงานเกิดขึ้นเนื่องจากแรงขนานกับการเคลื่อนที่ของวัตถุ ส่วนการยกของแล้วเดินไปข้างหน้านั้นไม่เกิดงานทางฟิสิกส์ เนื่องจากแรงที่ใช้ในการยกของมีทิศตั้งฉากกับการเคลื่อนที่)

4.2 นักเรียนทราบได้อย่างไรว่ากิจกรรมใดบ้างเกิดงานทางฟิสิกส์อธิบายด้วยหลักการใด (แนวคำตอบ: การเกิดงานในทางฟิสิกส์จะเกิดขึ้นได้ในกรณีที่ทิศทางของแรงและการกระจัดอยู่ในแนวเดียวกัน ส่วนงานที่ไม่เกิดขึ้นเนื่องจากทิศทางของแรงและการกระจัดตั้งฉากกัน ตามสมการ $W = FS\cos\theta$ เมื่อ $\theta = 90^0$)

4.3 หลังจากนั้นครูให้นักเรียนยกตัวอย่างเกี่ยวกับงานทางฟิสิกส์ที่สามารถพบเห็นได้ในชีวิตประจำวัน (แนวคำตอบ: การกดแป้นพิมพ์โน้ตบุ๊ก, การใช้มือหมุนพวงมาลัยรถยนต์, การยกของ, การวิ่ง, การเข็นรถเข็น, เป็นต้น)

4.4 ครูให้ความรู้เพิ่มเติมกับนักเรียน ถ้าแรงที่มากระทำต่อวัตถุมีมากกว่าหนึ่งแรง งานรวมที่เกิดขึ้นกับวัตถุใด ๆ สามารถหาได้จาก ผลรวมของงานหรือผลคูณของแรงลัพธ์กับการกระจัดตามทิศทางของแรงลัพธ์นั้น ๆ จากสมการ $W_{tot} = \Sigma W = (\Sigma F)S\cos\theta$

4.5 ครูแจกใบงาน เรื่อง งาน และแบบฝึกหัด เรื่อง งาน ให้นักเรียนแต่ละคน หลังจากนั้นให้นักเรียนลงมือทำใบงาน เรื่อง งาน และแบบฝึกหัด เรื่อง งาน ในระหว่างนี้ครูจะคอยเป็นผู้ชี้แนะและคอยส่งเสริมวิธีการเรียนรู้ให้นักเรียนได้เรียนรู้ได้ด้วยตนเอง

4.6 เมื่อนักเรียนทำใบงานและแบบฝึกหัด เรื่อง งาน เสร็จแล้ว ครูและนักเรียนจะร่วมกันเฉลยคำตอบจากใบงาน เรื่อง งาน และแบบฝึกหัด เรื่อง งาน

6. อุปกรณ์/ สื่อ/ แหล่งการเรียนรู้

1. โปรแกรมนำเสนองาน Power Point เรื่อง งาน
2. หนังสือเรียนวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 2 สสวท.
3. ใบความรู้ เรื่อง งาน
4. ใบกิจกรรม เรื่อง งาน
5. ใบงาน เรื่อง งาน
6. แบบฝึกหัด เรื่อง งาน
7. อุปกรณ์ที่ใช้ทำการสาธิต เรื่อง งาน
    7.1 หนังสือ
8. อุปกรณ์ที่ใช้ทำกิจกรรม เรื่อง งาน
    8.1 กระดาษปรู๊ฟ
    8.2 ปากกาเมจิก
9. เฉลยใบกิจกรรม เรื่อง งาน
10. เฉลยใบงาน เรื่อง งาน
11. เฉลยแบบฝึกหัด เรื่อง งาน
12. แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์

7. การวัดและประเมินผล

สิ่งที่ต้องการวัด	วิธีการวัด	เครื่องมือที่ใช้	เกณฑ์การประเมิน
1. ด้านความรู้ (K) - นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของงานทางฟิสิกส์และระบุหน่วยของงานทางฟิสิกส์ได้ - นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของงานที่มีค่าเป็นบวก เป็นลบ หรือเป็นศูนย์ได้	- การตอบคำถาม - ตรวจจากการตอบคำถามในใบงาน เรื่อง งาน	- คำถามในกิจกรรมการเรียนรู้ - เฉลยใบงาน เรื่อง งาน	- นักเรียนมีคะแนน ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 70 ของคะแนนทั้งหมด
2. ทักษะกระบวนการ (P) - นักเรียนสามารถคำนวณงานจากสมการ และพื้นที่ใต้กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับการกระจัดได้	- ตรวจจากการตอบคำถามในแบบฝึกหัด เรื่อง งาน	- เฉลยแบบฝึกหัด เรื่อง งาน	- นักเรียนมีคะแนนไม่ต่ำกว่าร้อยละ 70 ของคะแนนทั้งหมด
3. คุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A) - นักเรียนมีวินัย - นักเรียนมีความสนใจใฝ่เรียนรู้ - นักเรียนมีความมุ่งมั่นในการทำงาน - นักเรียนทำงานกลุ่มแบบร่วมมือร่วมใจ	- ตรวจจากแบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	- แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	- นักเรียนมีคะแนนอยู่ในระดับดีขึ้นไป

บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ (ผลการจัดการเรียนรู้, ปัญหาอุปสรรค, แนวทางแก้ไข)

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

ลงชื่อ……ผู้สอน

……/……../……..

มหาวิทยาลัยบูรพา BURAPHA UNIVERSITY

แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์

คำชี้แจง : ให้ครูสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียน แล้วทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างที่ตรงกับระดับคะแนน

คุณลักษณะอันพึงประสงค์	รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ			
		4	3	2	1
1. มีวินัย	1. มีความรับผิดชอบในการทำงาน				
	2. ทำงานเสร็จและส่งตามเวลาที่กำหนด				
	3. เข้าเรียนตรงต่อเวลา				
2. ใฝ่เรียนรู้	1. ตั้งใจเรียน				
	2. มีการซักถามเมื่อมีข้อสงสัย				
3. มุ่งมั่นในการทำงาน	1. มีความอดทน และไม่ย่อท้อต่ออุปสรรคเพื่อให้งานสำเร็จ				
4. ทำงานกลุ่มแบบร่วมมือร่วมใจ	1. มีส่วนร่วมในการทำงานกลุ่ม				
รวม					

ลงชื่อ……ผู้ประเมิน

……/……..…/……..

เกณฑ์การให้คะแนน

รายการประเมิน	คะแนน	คำอธิบายคุณภาพ
มีความรับผิดชอบในการทำงาน	4	ทำงานที่ได้รับมอบหมายดี มีความถูกต้อง ครบถ้วน 90-100 % ของจำนวนชิ้นงาน
	3	ทำงานที่ได้รับมอบหมายดี มีความถูกต้อง 80-89 % ของจำนวนชิ้นงาน
	2	ทำงานที่ได้รับมอบหมายดี มีความถูกต้อง 60-79 % ของจำนวนชิ้นงาน
	1	ทำงานที่ได้รับมอบหมายดี มีความถูกต้อง 50-59 % ของจำนวนชิ้นงาน

เกณฑ์การให้คะแนน (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนน	คำอธิบายคุณภาพ
ทำงานเสร็จและส่งตามเวลาที่กำหนด	4	ทำงานเสร็จและส่งตามเวลาที่กำหนดสม่ำเสมอ (90-100 %)
	3	ทำงานเสร็จและส่งตามเวลาที่กำหนดบ่อยครั้ง (80-89 %)
	2	ทำงานเสร็จและส่งตามเวลาที่กำหนดบางครั้ง (60-79 %)
	1	ทำงานเสร็จและส่งตามเวลาที่กำหนดน้อยครั้ง (50-59 %)
เข้าเรียนตรงต่อเวลา	4	เข้าเรียนตรงเวลาสม่ำเสมอ (90-100 %)
	3	เข้าเรียนตรงเวลาบ่อยครั้ง (80-89 %)
	2	เข้าเรียนตรงเวลาบางครั้ง (60-79 %)
	1	เข้าเรียนตรงเวลาน้อยครั้ง (50-59 %)
ตั้งใจเรียน	4	มีความกระตือรือร้นในการเรียนดีสม่ำเสมอ (90-100 %)
	3	มีความกระตือรือร้นในการเรียนดีบ่อยครั้ง (80-89 %)
	2	มีความกระตือรือร้นในการเรียนดีบางครั้ง (60-79 %)
	1	มีความกระตือรือร้นในการเรียนดีน้อยครั้ง (50-59 %)
มีการซักถามเมื่อมีข้อสงสัย	4	มีการซักถามเมื่อมีข้อสงสัยอย่างสม่ำเสมอ (90-100 %)
	3	มีการซักถามเมื่อมีข้อสงสัยอย่างบ่อยครั้ง (80-89 %)
	2	มีการซักถามเมื่อมีข้อสงสัยอย่างบางครั้ง (60-79 %)
	1	มีการซักถามเมื่อมีข้อสงสัยอย่างน้อยครั้ง (50-59 %)
ความอดทนและไม่ย่อท้อต่ออุปสรรคเพื่อให้งานสำเร็จ	4	ทำใบกิจกรรมการเรียนรู้ ใบงาน และแบบฝึกหัด เรื่อง งาน ได้ถูกต้องครบถ้วน(90-100%)
	3	ทำใบกิจกรรมการเรียนรู้ ใบงาน และแบบฝึกหัด เรื่อง งาน ได้ถูกต้อง (80-89 %)
	2	ทำใบกิจกรรมการเรียนรู้ ใบงาน และแบบฝึกหัด เรื่อง งาน ได้ถูกต้อง (60-79 %)
	1	ทำใบกิจกรรมการเรียนรู้ ใบงาน และแบบฝึกหัด เรื่อง งาน ได้ถูกต้อง (50-59 %)

เกณฑ์การให้คะแนน (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนน	คำอธิบายคุณภาพ
มีส่วนร่วมใน	4	ให้ความร่วมมือในการทำงานกลุ่มสม่ำเสมอ (90-100 %)
การทำงานกลุ่ม	3	ให้ความร่วมมือในการทำงานกลุ่มบ่อยครั้ง (80-89 %)
	2	ให้ความร่วมมือในการทำงานกลุ่มบางครั้ง (60-79 %)
	1	ให้ความร่วมมือในการทำงานกลุ่มน้อยครั้ง (50-59 %)

เกณฑ์การประเมิน (เต็ม 28 คะแนน)

คะแนน 22 - 28 หมายถึง ดีมาก

คะแนน 15 - 21 หมายถึง ดี

คะแนน 8 - 14 หมายถึง พอใช้

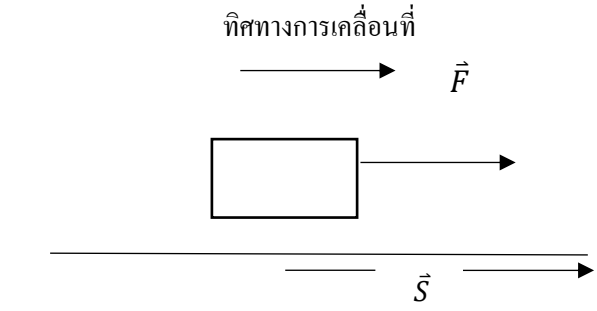
คะแนน 1 - 7 หมายถึง ปรับปรุง

ใบความรู้ เรื่อง งาน

ในชีวิตประจำวันมนุษย์มักจะเรียกการทำกิจกรรมต่าง ๆ ว่าการทำงาน แต่การทำงานในวิชาฟิสิกส์จะมีความหมายแตกต่างไปเพราะงานในวิชาฟิสิกส์จะขึ้นกับแรงและการกระจัด เมื่อมีแรงมากระทำต่อวัตถุแล้ววัตถุมีการเคลื่อนที่ไปในทิศทางเดียวกับทิศของแรงที่มากระทำถือว่าแรงนั้นทำให้เกิดงาน แต่ถ้าแรงที่มากระทำมีทิศทางตั้งฉากกับทิศทางการเคลื่อนที่ของวัตถุถือว่าแรงนั้นไม่ทำให้เกิดงาน

งาน (work) ในวิชาฟิสิกส์ หมายถึง **ผลของการออกแรงกระทำต่อวัตถุแล้วทำให้วัตถุเคลื่อนที่ไปตามแนวแรง** ซึ่งเท่ากับผลคูณระหว่างขนาดของแรงที่กระทำต่อวัตถุกับขนาดของการกระจัดที่วัตถุเคลื่อนที่ไปตามแนวแรง โดยงานเป็นปริมาณสเกลาร์ มีหน่วยเป็นนิวตัน·เมตร (N·m) แต่ภายหลังได้ตั้งหน่วยนี้เป็น จูล (Joule; J) ซึ่งเป็นหน่วยอนุพันธ์ในระบบเอสไอ เพื่อเป็นเกียรติแก่ James Presscott Joule ผู้ที่ศึกษาเกี่ยวกับพลังงานความร้อน และการเปลี่ยนรูปของพลังงานศักย์และพลังงานจลน์

กรณีที่ 1 แรงทิศเดียวกับการกระจัด



งานที่ทำคือ W = F.s

จากกรณีที่ 1 เมื่อออกแรงผลักวัตถุบนพื้นทำให้วัตถุเคลื่อนที่ไปตามแนวแรงได้การกระจัด s สามารถเขียนสมการได้ว่า

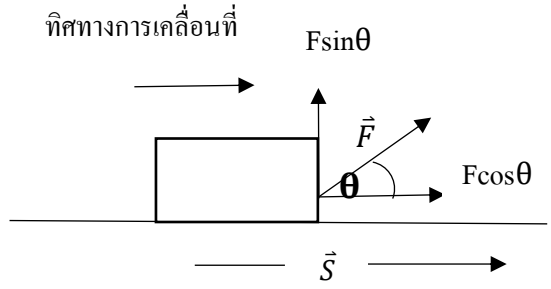
$$W = F \cdot s \qquad \text{…….. (1)}$$

เมื่อ W = งานที่ทำได้ มีหน่วยเป็น จูล (J)

F = ขนาดของแรงที่กระทำต่อวัตถุ มีหน่วยเป็น นิวตัน (N)

S = ขนาดของการกระจัดที่วัตถุเคลื่อนที่ได้ มีหน่วยเป็น เมตร (m)

กรณีที่ 2 แรงทำมุมกับกระจัด



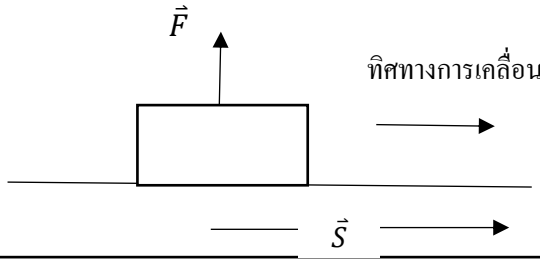
งานที่ทำคือ W = Fcosθ.S

W = FScosθ

จากกรณีที่ 2 เมื่อออกแรงผลักวัตถุบนพื้นทำมุมกับการกระจัด สามารถเขียนสมการได้ว่า

$$\mathbf{W = F \cdot s \cos\theta} \qquad \text{…….. (2)}$$

กรณีที่ 3 แรงตั้งฉากกับการกระจัด



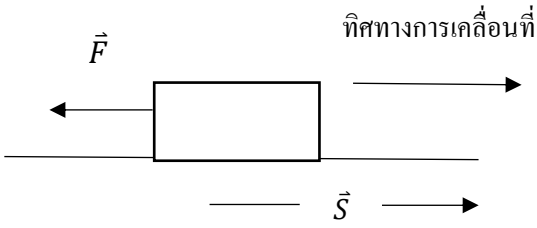
งานที่ทำคือ W = 0

จากกรณีที่ 3 เมื่อแรงที่มากระทำอยู่ในทิศตั้งฉากกับทิศทางการเคลื่อนที่จะไม่เกิดงาน สามารถเขียนสมการได้ว่า

$W = F \cdot s \cos\theta$ เมื่อมุมเท่ากับ 90^0 จะได้ว่า

$$\mathbf{W = F \cdot s \cos 90^0 = 0}$$

กรณีที่ 4 แรงตรงข้ามกับการกระจัด



งานที่ทำคือ W = มีค่าติดลบ

จากกรณีที่ 4 เมื่อแรงมากระทำต่อวัตถุอยู่ในทิศตรงกันข้ามกับการเคลื่อนที่ จะเกิดงานที่มีค่าเป็นลบ เช่น งานของแรงเสียดทาน เป็นต้น สามารถเขียนสมการได้ว่า

$$W = F \cdot s \cos\theta$$

$W = F \cdot s \cos 180^0 = F \cdot S\ (-1)$ เมื่อมุมเท่ากับ 180^0 จะได้ว่า

$$W = -FS$$

ข้อสังเกตจากสมการที่ 2

เมื่อ $0° \leq \theta < 90°$ cos θ เป็นบวก (+) งาน (W) ก็เป็นบวก (+) เกิดงานตามแนวแรงที่กระทำ

เมื่อ $\theta = 90°$ cos θ เป็นศูนย์ (0) งาน (W) ไม่เกิด

เมื่อ $90° < \theta \leq 180°$ cos θ เป็นลบ (-) งาน (W) ก็เป็นลบ (-) เกิดงานที่ตรงกันข้ามกับแรงที่กระทำ

สรุป งานเป็นปริมาณสเกลาร์ จึงเป็นได้ทั้งบวกและลบ

งานที่เป็นบวก คือ งานอันเนื่องจากแรงที่กระทำให้วัตถุเคลื่อนที่ ได้แก่ งานเนื่องจากแรงที่เรากระทำกับวัตถุ

งานที่เป็นลบ คืองานอันเนื่องจากแรงต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุ ได้แก่ งานเนื่องจากแรงเสียดทาน

ตัวอย่างที่ 1 ออกแรง 20 นิวตัน ในแนวขนานกับพื้นลื่น ลากวัตถุไปได้ไกล 5 เมตร จงหางานของแรงที่กระทำ

วิธีทำ โจทย์กำหนดให้ F = 20 N, S = 5 m, W = ?

จากสมการ $W = F \cdot s$

$W = (20)(5)$

$W = 100$ J

ดังนั้น งานของแรงที่มากระทำต่อวัตถุมีค่าเท่ากับ 100 จูล

ตัวอย่างที่ 2 ออกแรง 40 นิวตัน ดึงวัตถุที่วางบนพื้นราบเกลี้ยงในแนวทำมุม 60 องศา กับแนวระดับ เมื่อวัตถุเคลื่อนที่ไปตามพื้นราบได้ไกล 10 เมตร งานของแรงที่ดึงวัตถุมีขนาดเท่าใด

วิธีทำ โจทย์กำหนด F = 40 N, $\theta = 60^0$, S = 10 m, W =?

จากสมการ $W = FS\cos\theta$

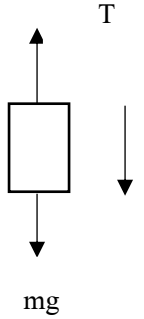
$W = (40)(10)\cos 60^0 = 400\left(\frac{1}{2}\right)$

$W = 200$ J

ดังนั้น งานของแรงที่ดึงวัตถุมีขนาดเท่ากับ 200 จูล

ตัวอย่างที่ 3 นำเส้นเชือกเล็ก ๆ ผูกวัตถุมวล 5 กิโลกรัมแล้วหย่อนลงจากที่สูง 20 เมตร ด้วยความเร่งคงที่ 0.5 m/s^2 จงหางานของแรงตึงในเส้นเชือกเมื่อหย่อนวัตถุลงมาในระยะทาง 10 เมตร

วิธีทำ โจทย์กำหนดให้ m = 5 kg, S = 10 m, $\vec{a} = 0.5$ m/s^2, W =?



จากสมการ $W = FS$

$W = -TS$

หา T จาก $\sum F = ma$

$mg - T = ma$

$5(10) - T = (5)(0.5)$

$50 - T = 2.5$

$50 - 2.5 = T$

$T = 47.5$ N

นำ T แทนลงในสมการที่ 1 จะได้ว่า

$W = -(47.5)(10)$

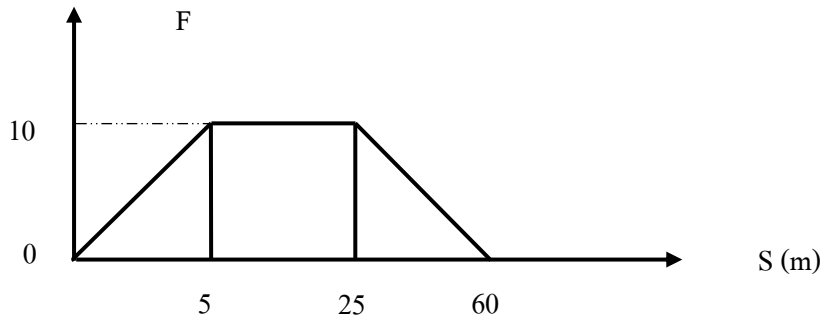
$W = -475$ J

ดังนั้น งานของแรงตึงในเส้นเชือกเมื่อหย่อนวัตถุลงมาในระยะทาง 10 เมตร มีค่าเท่ากับ -475 จูล

การหางานด้วยวิธีคำนวณจากพื้นที่ใต้กราฟ

W = พื้นที่ใต้กราฟ F กับ s

ตัวอย่างที่ 1 จงหางานเนื่องจากความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับการกระจัด ดังรูป



วิธีทำ หางานจากพื้นที่ใต้กราฟ

W = พื้นที่ใต้กราฟ F กับ s

W = พ.ท.สี่เหลี่ยมคางหมู

W = $\frac{1}{2}$ x ผลบวกด้านคู่ขนาน x สูง

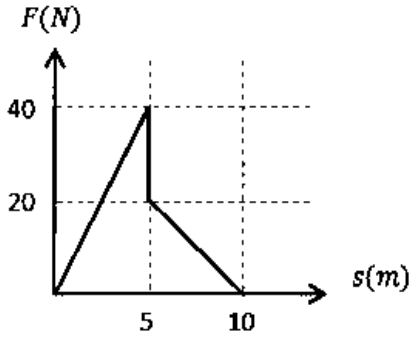
W = $\frac{1}{2}$ x (20+60) x10

W = $\frac{800}{2}$

W = 400 J

ดังนั้นงานเนื่องจากความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับการกระจัดมีค่าเท่ากับ 400 จูล

ตัวอย่างที่ 2 แรง F กระทำกับวัตถุแสดงดังกราฟ งานที่เกิดขึ้นในระยะ 10 เมตร จะเป็นกี่จูล



วิธีทำ W = พื้นที่ใต้กราฟ F กับ s

$W = \left(\frac{1}{2} \times 5 \times 40\right) + \left(\frac{1}{2} \times 5 \times 20\right)$

W = 100 + 50

W = 150 J

ดังนั้น งานที่เกิดขึ้นเป็น 150 จูล

ใบกิจกรรม เรื่อง งาน

กลุ่มที่.....

สมาชิกในกลุ่ม 1).....ห้อง.....เลขที่.....

2).....ห้อง.....เลขที่.....

3).....ห้อง.....เลขที่.....

4).....ห้อง.....เลขที่.....

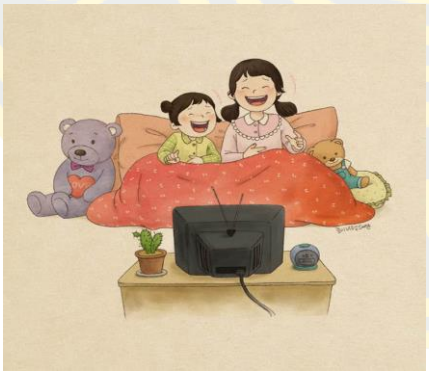
5).....ห้อง.....เลขที่.....

6).....ห้อง.....เลขที่.....

7).....ห้อง.....เลขที่.....

<u>คำชี้แจง</u> ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

1. ให้นักเรียนพิจารณาภาพ และทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องสี่เหลี่ยมว่าภาพใดบ้างเกิดงาน หรือไม่เกิดงาน พร้อมระบุเหตุผล

ภาพที่กำหนดให้	เกิดงาน	ไม่เกิดงาน	เหตุผล
1.1 	☐	☐	....
1.2	☐	☐	....

ภาพที่กำหนดให้	เกิดงาน	ไม่เกิดงาน	เหตุผล
1.3	☐	☐	....
1.4	☐	☐	....
1.5	☐	☐	....
1.6	☐	☐	....

2. ให้นักเรียนอธิบายความสัมพันธ์ของการเกิดงานกับแรง การกระจัด และการเคลื่อนที่

.....

.....

.....

.....

3. ออกแรงยกถุงให้เคลื่อนที่ขึ้นเป็นระยะทางต่างกัน งานที่ทำในแต่ละกรณีเท่ากันหรือไม่

.....

.....

.....

.....

.....

4. นักท่องเที่ยวแบกเป้ไว้บนหลัง เดินในแนวระดับได้ไกล 200 เมตร งานที่ทำในการแบกเป้เป็นเท่าใด

.....

.....

.....

.....

.....

ใบงาน เรื่อง งาน

ชื่อ – สกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

<u>คำชี้แจง</u> ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

1. ความหมายของงานทางฟิสิกส์ หมายถึงอะไร

.....

.....

.....

2. งานเป็นปริมาณเวกเตอร์หรือสเกลาร์ และหน่วยของงานในระบบ SI มีหน่วยเป็นอะไร

.....

.....

3. เพราะเหตุใดงานมีหน่วยเป็นจูล (J)

.....

.....

.....

4. ถ้ามีแรงมากระทำให้วัตถุเคลื่อนที่ เราจะหางานได้จากสมการอะไร

.....

.....

5. ถ้าแรงที่กระทำให้วัตถุไม่อยู่ในแนวเดียวกับการเคลื่อนที่เราจะหางานได้จากสมการอะไร

.....

.....

6. งานมีค่าเป็นบวก งานมีค่าเป็นลบ และงานมีค่าเป็นศูนย์มีความหมายทางฟิสิกส์ว่าอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

7. ถ้ามีแรงหลายแรงมากระทำให้วัตถุเคลื่อนที่ เราจะหางานได้อย่างไร

……

……

……

8. นักเรียนคิดว่าองค์ประกอบของงานทางฟิสิกส์มีอะไรบ้าง

……

……

9. นักเรียนสามารถหางานจากกราฟได้อย่างไร

……

……

……

10. ในการหางานจากกราฟระหว่างขนาดของแรงกับขนาดของการกระจัด ถ้าแรงที่กระทำต่อวัตถุมีค่าเพิ่มขึ้นหรือลดลงอย่างสม่ำเสมอจะหาพื้นที่ได้อย่างไร

……

……

……

……

แบบฝึกหัด เรื่อง งาน

ชื่อ……ชั้น……เลขที่……

คำชี้แจง : จงแสดงวิธีคำนวณจากโจทย์ที่กำหนดให้ต่อไปนี้

1. เมื่อออกแรง 60 นิวตัน ผลักตู้หนังสือให้เคลื่อนที่ไปในระยะทาง 10 เมตร งานที่เกิดขึ้นมีค่าเท่าใด

……

……

……

……

……

2. ชายคนหนึ่งออกแรง 100 นิวตัน ดึงสปริงหลังจากนั้นเพิ่มแรงดึงเป็น 500 นิวตัน ทำให้สปริงยืดออกจากตำแหน่งเดิม 1.2 เมตร งานที่ใช้ดึงสปริงครั้งนี้มีค่าเท่ากับกี่จูล

……

……

……

……

……

……

……

3. วัวตัวหนึ่งออกแรง 125 นิวตัน ลากเลื่อนไปบนพื้นราบ โดยแนวแรงทำมุม 30 องศากับพื้น จงหางานเนื่องจากแรง เมื่อเลื่อนเคลื่อนที่ไปตามพื้นราบเป็นระยะทาง 0.50 กิโลเมตร

……

……

……

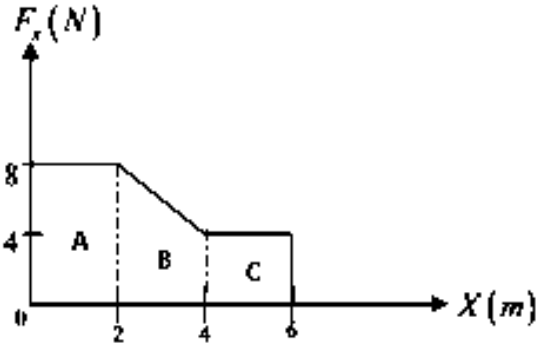
……

……

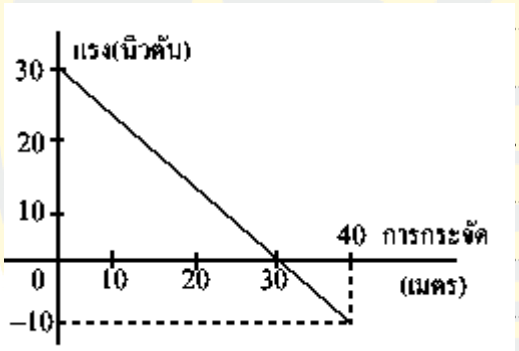
……

……

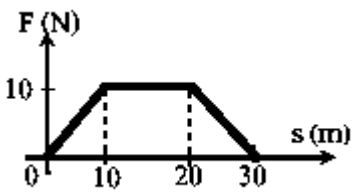
4. ถ้าแรง F_x เปลี่ยนตามระยะทาง x ดังรูป อยากทราบว่างานทั้งหมดที่ทำ โดยแรงดังกล่าวเป็นระยะทาง 6 เมตรนั้นจะมีค่าเป็นกี่จูล



5. แรงกระทำต่อวัตถุหนึ่ง เมื่อนำค่าแรงที่กระทำต่อวัตถุในแนวขนานกับการเคลื่อนที่มาเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับการกระจัดได้ดังรูป จงหางานที่เกิดขึ้นเมื่อการกระจัดเป็น 40 เมตร



6. จากรูปวัตถุถูกกระทำด้วยแรง F ทำมุม 37o กับแนวระดับ ขนาดของแรง F เปลี่ยนแปลงตามการกระจัดในแนวราบดังกราฟ จงหางานเนื่องจากแรง F ในการทำให้วัตถุเคลื่อนที่ได้ 30 เมตร



(เฉลย) ใบกิจกรรม เรื่อง งาน

กลุ่มที่.....

สมาชิกในกลุ่ม 1).....ห้อง.....เลขที่.....

2).....ห้อง.....เลขที่.....

3).....ห้อง.....เลขที่.....

4).....ห้อง.....เลขที่.....

5).....ห้อง.....เลขที่.....

6).....ห้อง.....เลขที่.....

7).....ห้อง.....เลขที่.....

<u>คำชี้แจง</u> ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

1. ให้นักเรียนพิจารณาภาพ และทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องสี่เหลี่ยมว่าภาพใดบ้างเกิดงานหรือไม่เกิดงาน พร้อมระบุเหตุผล

ภาพที่กำหนดให้	เกิดงาน	ไม่เกิดงาน	เหตุผล
1.1	☐	☑	*เหตุผล ไม่เกิดงาน เนื่องจากไม่มีการออกแรงทำให้ไม่มีการกระจัดเกิดขึ้นหรือไม่มีการเคลื่อนที่*
1.2	☑	☐	*เหตุผล เกิดงาน เนื่องจากทิศทางของแรงที่ใช้ในการวิ่งไปข้างหน้าขนานกับทิศทางการเคลื่อนที่*

ภาพที่กำหนดให้	เกิดงาน	ไม่เกิดงาน	เหตุผล
1.3	☐	☑	เหตุผล ไม่เกิดงาน เนื่องจากทิศทางของแรงที่ใช้ในการยกของมีทิศทางตั้งฉากกับทิศทางการเคลื่อนที่
1.4	☑	☐	เหตุผล เกิดงาน เนื่องจากทิศทางของแรงที่ใช้ในการปีนหน้าผาขนานกับทิศทางการเคลื่อนที่
1.5	☑	☐	เหตุผล เกิดงาน เนื่องจากทิศทางของแรงที่ใช้ในดึงกล่องและแรงผลักกล่องขนานกับทิศทางการเคลื่อนที่ของกล่อง
1.6	☑	☐	เหตุผล เกิดงาน เนื่องจากทิศทางของแรงที่ใช้ในการเข็นรถขนานกับทิศทางการเคลื่อนที่

2. ให้นักเรียนอธิบายความสัมพันธ์ของการเกิดงานกับแรง การกระจัด และการเคลื่อนที่

งานเป็นผลคูณระหว่างแรงกับการกระจัด ซึ่งมีทิศทางขนานกัน หากแรงและการกระจัดของการเคลื่อนที่สวนทางกัน งานที่ได้จะมีค่าเป็นลบ ในทางตรงกันข้าม ถ้าหากแรงและระยะทางของการเคลื่อนที่มีทิศทางเดียวกัน งานที่ได้จะมีค่าเป็นบวก

3. ออกแรงยกถุงให้เคลื่อนที่ขึ้นเป็นระยะทางต่างกัน งานที่ทำในแต่ละกรณีเท่ากันหรือไม่

งานที่ทำอาจจะเท่าหรือไม่เท่ากันก็ได้เพราะงานในการยกวัตถุด้วยอัตราเร็วสม่ำเสมอขึ้นกับความสูงในแนวดิ่งของวัตถุที่เปลี่ยนไป โดยไม่ขึ้นกับเส้นทางการเคลื่อนที่ หากระยะทางต่างกันแต่ความสูงในแนวดิ่งเปลี่ยนไปเท่ากัน งานก็จะเท่ากัน

4. นักท่องเที่ยวแบกเป้ไว้บนหลัง เดินในแนวระดับได้ไกล 100 เมตร งานที่ทำในการแบกเป้เป็นเท่าใด

งานในในการแบกเป้ของนักท่องเที่ยวเป็นศูนย์ เพราะการเดินในแนวระดับ ความสูงในแนวดิ่งไม่เปลี่ยนแปลง เนื่องจากแรง (น้ำหนักของเป้) มีทิศทางลงและการกระจัดมีทิศทางตั้งฉากกับแรงจะได้ $W = Fs \cos 90^\circ = 0$

(เฉลย) ใบงาน เรื่อง งาน

ชื่อ – สกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

<u>คำชี้แจง</u> ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

1. ความหมายของงานทางฟิสิกส์ หมายถึงอะไร

ผลของการออกแรงกระทำต่อวัตถุแล้วทำให้วัตถุเคลื่อนที่ไปตามแนวแรง ซึ่งเท่ากับผลคูณระหว่างขนาดของแรงที่กระทำต่อวัตถุกับขนาดของการกระจัดที่วัตถุเคลื่อนที่ไปตามแนวแรง

2. งานเป็นปริมาณเวกเตอร์หรือสเกลาร์ และหน่วยของงานในระบบ SI มีหน่วยเป็นอะไร

งานเป็นปริมาณสเกลาร์ และมีหน่วยเป็นนิวตัน·เมตร หรือจูล

3. เพราะเหตุใดงานมีหน่วยเป็นจูล (J)

จูล (joule) เป็นหน่วยเอสไอของงานหรือพลังงาน ใช้ชื่อนี้เพื่อเป็นเกียรติแก่นักฟิสิกส์ที่ชื่อ เจมส์ เพรสคอตต์ จูล เป็นผู้ค้นพบธรรมชาติของความร้อนและความสัมพันธ์กับพลังงานกล ซึ่งก่อให้เกิดหลักการอนุรักษ์พลังงาน

4. ถ้ามีแรงมากระทำให้วัตถุเคลื่อนที่ เราจะหางานได้จากสมการอะไร

$W = Fs$

5. ถ้าแรงที่กระทำให้วัตถุไม่อยู่ในแนวเดียวกับการเคลื่อนที่เราจะหางานได้จากสมการอะไร

$W = Fscos\theta$

6. งานมีค่าเป็นบวก งานมีค่าเป็นลบ และงานมีค่าเป็นศูนย์มีความหมายทางฟิสิกส์ว่าอย่างไร

- งานที่เกิดจากแรง F มีค่าเป็นบวก เมื่อแรง F อยู่ในทิศทางเดียวกับทิศของการกระจัด

- งานที่เกิดจากแรง F มีค่าเป็นลบ เมื่อแรง F อยู่ในทิศตรงข้ามกับทิศของการกระจัด เช่น งานเนื่องจากแรงเสียดทาน f

- งานที่เกิดจากแรง F มีค่าเป็นศูนย์ เนื่องจากมุมระหว่างทิศทางของแรงกระทำกับแนวเคลื่อนที่ทำมุม $\theta = 90^0$ ทำให้ไม่เกิดงาน

7. ถ้ามีแรงหลายแรงมากระทำให้วัตถุเคลื่อนที่ เราจะหางานได้อย่างไร

$W_{tot} = \Sigma W = (\Sigma \vec{F})S$

8. นักเรียนคิดว่าองค์ประกอบของงานทางฟิสิกส์มีอะไรบ้าง

แรงที่กระทำต่อวัตถุ ($\vec{F}$) การกระจัดที่วัตถุเคลื่อนที่ ($\vec{s}$) และทิศทางการเคลื่อนที่ของวัตถุ

9. นักเรียนสามารถหางานจากกราฟได้อย่างไร

สามารถหางานได้จากพื้นที่ใต้กราฟระหว่างแรงในทิศเดียวกับการเคลื่อนที่ และขนาดของการกระจัด

10. ในการหางานจากกราฟระหว่างขนาดของแรงกับขนาดของการกระจัด ถ้าแรงที่กระทำต่อวัตถุมีค่าเพิ่มขึ้นหรือลดลงอย่างสม่ำเสมอ จะหาพื้นที่ได้อย่างไร

หางานได้จากพื้นที่ใต้กราฟระหว่างแรงเฉลี่ยกับการกระจัด โดยแรงเฉลี่ยหาจาก

$$\text{แรงเฉลี่ย} = \frac{\text{แรงที่ตำแหน่งเริ่ม} + \text{แรงที่ตำแหน่งปลาย}}{2}$$

(เฉลย) แบบฝึกหัด เรื่อง งาน

คำชี้แจง : จงแสดงวิธีคำนวณจากโจทย์ที่กำหนดให้ต่อไปนี้

1. เมื่อออกแรง 60 นิวตัน ผลักตู้หนังสือให้เคลื่อนที่ไปในระยะทาง 10 เมตร งานที่เกิดขึ้นมีค่าเท่าใด

วิธีทำ *จากโจทย์กำหนด* $\vec{F} = 60\ N,\ \vec{S} = 10\ m,\ W = ?$

จากสมการ $W = FS$

$W = (60)(10)$

$W = 600\ J$

ดังนั้น งานที่เกิดขึ้นมีค่าเท่ากับ 600 จูล

2. ชายคนหนึ่งออกแรง 100 นิวตัน ดึงสปริง หลังจากนั้นเพิ่มแรงดึงเป็น 500 นิวตัน ทำให้สปริงยืดออกจากตำแหน่งเดิม 1.2 เมตร งานที่ใช้ดึงสปริงครั้งนี้มีค่าเท่ากับกี่จูล

วิธีทำ *จากโจทย์กำหนด* $\vec{F}_1 = 100\ N,\ \vec{F}_2 = 500\ N,\ \vec{S} = 1.2\ m,\ W = ?$

ขั้น 1 เนื่องจากแรงเพิ่มขึ้นอย่างสม่ำเสมอ จึงต้องหาแรงเฉลี่ยก่อน

จาก $\vec{F}_{\text{เฉลี่ย}} = \frac{\vec{F}_1 + \vec{F}_2}{2} = \frac{100+500}{2} = 300\ N$

ขั้นที่ 2 หางานของแรงเฉลี่ย

จาก $W = (F_{\text{เฉลี่ย}})(S) = (300)(1.2) = 360\ J$

ดังนั้น งานที่ใช้ดึงสปริงครั้งนี้มีค่าเท่ากับ 360 จูล

3. วัวตัวหนึ่งออกแรง 125 นิวตัน ลากเลื่อนไปบนพื้นราบ โดยแนวแรงทำมุม 30 องศากับพื้น จงหางานเนื่องจากแรงนี้เมื่อเลื่อนเคลื่อนที่ไปตามพื้นราบเป็นระยะทาง 0.50 กิโลเมตร

วิธีทำ *จากโจทย์กำหนด* $\vec{F} = 125\ N, \theta = 30^0,\ S = 0.50\ km,\ W = ?$

จากสมการ $W = FS\cos\theta$

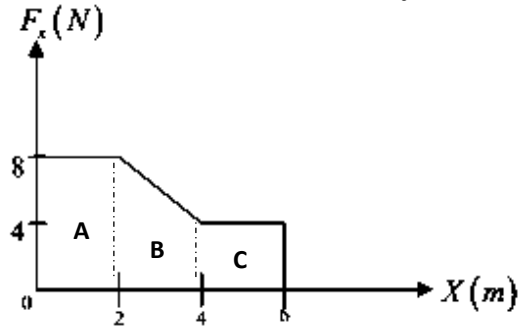
$W = (125)(0.5x10^3)(\cos 30^0)$

$W = (125)(0.5x10^3)(\frac{\sqrt{3}}{2})$

$W = 5.4x10^4\ J$

ดังนั้น งานเนื่องจากวัวออกแรงลากเลื่อนมีค่าเท่ากับ $5.4\ x10^4$ *จูล*

4. ถ้าแรง F_x เปลี่ยนตามระยะทาง x ดังรูป อยากทราบว่างานทั้งหมดที่ทำโดยแรงดังกล่าวเป็นระยะทาง 6 เมตรนั้นจะมีค่าเป็นกี่จูล



จาก W = พื้นที่ใต้กราฟ

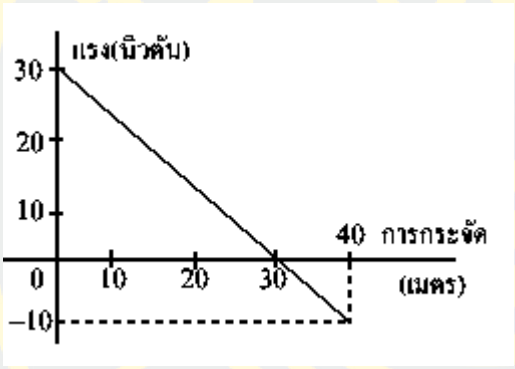
W = พื้นที่ $A+B+C$

$W = (2)(8) + \frac{1}{2}(8+4)(2) + (2)(4)$

$W = 36$ J

ดังนั้นงานทั้งหมดมีค่าเท่ากับ 36 จูล

5. แรงกระทำต่อวัตถุหนึ่ง เมื่อนำค่าแรงที่กระทำต่อวัตถุในแนวขนานกับการเคลื่อนที่มาเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับการกระจัดได้ดังรูป จงหางานที่เกิดขึ้นเมื่อการกระจัดเป็น 40 เมตร



จาก W = พื้นที่ใต้กราฟ

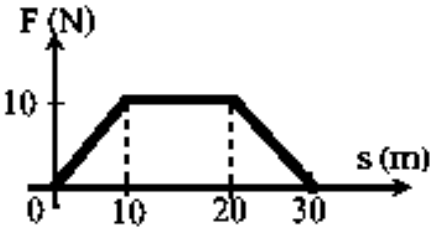
W = พื้นที่ด้านบน+พื้นที่ด้านล่าง

$W = \frac{1}{2}(30)(30) + \frac{1}{2}((10)(-10)$

$W = 400$ J

ดังนั้นงานที่เกิดขึ้นมีค่าเท่ากับ 400 จูล

6. จากรูปวัตถุถูกกระทำด้วยแรง F ทำมุม 37^o กับแนวระดับ ขนาดของแรง F เปลี่ยนแปลงตามการกระจัดในแนวราบดังกราฟ จงหางานเนื่องจากแรง F ในการทำให้วัตถุเคลื่อนที่ได้ 30 เมตร



จาก $W = FS\cos\theta$

W = (พื้นที่ใต้กราฟ)$(\cos 37^0)$

$W = (\frac{1}{2})$ (ผลบวกด้านคู่ขนาน x สูง)$(\frac{4}{5})$

$W = (\frac{1}{2}$ [30+10] [10]) $(\frac{4}{5}))$

$W = 160$ J

ดังนั้นงานที่ทำนั้นมีค่าเท่ากับ 160 จูล

(ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ รายวิชา ฟิสิกส์ 2 (ว 31202) สาระวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม
เรื่อง เครื่องกล ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563
ผู้สอน นางสาวหงส์จิรา เอียดหนู จำนวนเวลาที่สอน 2 คาบ (100 นาที) จำนวน 1.5 หน่วยกิต

---

1. ผลการเรียนรู้

อธิบายการทำงาน ประสิทธิภาพ และการได้เปรียบเชิงกลของเครื่องกลอย่างง่ายบางชนิด โดยใช้ความรู้เรื่อง งาน และสมดุลกล รวมทั้งคำนวณประสิทธิภาพ และการได้เปรียบเชิงกล

2. สาระสำคัญ

เครื่องกล เป็นเครื่องมือที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการทำงาน โดยอาศัยหลักการของงานและพลังงาน โดยงานที่ให้กับเครื่องกลจะมีค่าเท่ากับผลรวมของงานที่ได้รับจากเครื่องกลกับงานของความเสียดทาน โดยเครื่องกลที่มีประสิทธิภาพสูงจะสูญเสียงานเนื่องจากแรงเสียดทานน้อย และเครื่องกลจะไม่ผ่อนงาน แต่สามารถผ่อนแรงได้ซึ่งเรียกว่า การได้เปรียบเชิงกล การใช้เครื่องผ่อนแรงในการทำงาน โดยยึดหลักให้งานแก่เครื่องกลน้อย แต่เครื่องกลสามารถทำงานออกมาได้มาก เช่น เครื่องผ่อนแรง ล้อและเพลา คานดีดคานงัด เป็นต้น นักเรียนต้องศึกษาเรื่อง เครื่องกล เพื่อเป็นพื้นฐานในการศึกษาต่อในระดับอุดมศึกษา ตลอดจนสามารถนำความรู้เรื่อง เครื่องกล ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ด้านความรู้ (K)

1.1 นักเรียนสามารถบอกความหมายของประสิทธิภาพ และการได้เปรียบเชิงกลของเครื่องกลอย่างง่ายได้

1.2 นักเรียนสามารถอธิบายการทำงานของเครื่องกลอย่างง่ายโดยใช้ความรู้เรื่องงานและสมดุลกลได้

2. ด้านทักษะกระบวนการ (P)

2.1 นักเรียนสามารถคำนวณหาประสิทธิภาพ และการได้เปรียบเชิงกลของเครื่องกลอย่างง่ายได้

3. ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)

3.1 นักเรียนมีวินัย

3.2 นักเรียนมีความสนใจใฝ่เรียนรู้

3.3 นักเรียนมีความมุ่งมั่นในการทำงาน

3.4 นักเรียนทำงานกลุ่มแบบร่วมมือร่วมใจ

4. สาระการเรียนรู้

เครื่องกล (machines) คือ เครื่องมือที่สร้างขึ้นมาเพื่อช่วยอำนวยความสะดวกในการทำงาน โดยเครื่องกลอย่างง่ายมี 6 ประเภท ประกอบด้วย รอก คาน พื้นเอียง ล้อและเพลา สกรู และลิ่ม

ในเครื่องกลทุกชนิด จะพิจารณาแรงด้วยกัน 2 ชนิด คือ แรงพยายาม และแรงต้านทาน โดยแรงพยายาม เป็นแรงที่ให้กับเครื่องกล และแรงต้านทาน เป็นแรงเนื่องจากน้ำหนักของวัตถุ

การได้เปรียบเชิงกล

การได้เปรียบเชิงกล (mechanical advantage; M.A.) คือ อัตราส่วนระหว่างแรงที่ได้รับจากเครื่องกลต่อแรงที่ให้กับเครื่องกล บ่งบอกว่า เครื่องกลชนิดนี้ช่วยผ่อนแรงได้มากน้อยแค่ไหน

$$\mathbf{M.A. = F_2 / F_1}$$

เมื่อ F_1 คือ แรงที่ให้กับเครื่องกล มีหน่วยเป็น นิวตัน (N)

F_2 คือ แรงที่ได้รับจากเครื่องกล มีหน่วยเป็น นิวตัน (N)

การได้เปรียบเชิงกลเท่ากับ 1 (M.A. = 1) แสดงว่าแรงที่ให้กับเครื่องกล มีค่าเท่ากับ แรงที่ได้รับจากเครื่องกล ($F_2 = F_1$) เครื่องกลนี้จะไม่ช่วยผ่อนแรง

การได้เปรียบเชิงกลมากกว่า 1 (M.A. > 1) แสดงว่าแรงที่ให้กับเครื่องกล มีค่าน้อยกว่าแรงที่ได้รับจากเครื่องกล ($F_2>F_1$) เครื่องกลนี้จะช่วยผ่อนแรง

การได้เปรียบเชิงกลน้อยกว่า 1 (M.A. < 1) แสดงว่าแรงที่ให้กับเครื่องกลมีค่ามากกว่าแรงที่ได้รับจากเครื่องกล ($F_2< F_1$) เครื่องกลนี้จะไม่ช่วยผ่อนแรง

ประสิทธิภาพของเครื่องกล

ประสิทธิภาพของเครื่องกล (Efficiency of machines; E_{ff}) คือ ความสามารถในการทำงานของเครื่องกล โดยเครื่องกลที่มีประสิทธิภาพการทำงานสูงย่อมดีกว่าเครื่องกลประเภทเดียวกันที่มีประสิทธิภาพการทำงานต่ำกว่า นิยมคิดเป็นเปอร์เซ็นต์

$$\mathbf{E_{ff} = (งานที่ได้รับจากเครื่องกล/งานที่ให้กับเครื่องกล) \times 100\%}$$

5. กิจกรรมการเรียนรู้

การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก (Active Learning)

ขั้นที่ 1 ขั้นเร้าความสนใจ

1.1 ครูกระตุ้นถามนักเรียนว่าในชีวิตประจำวันนักเรียนได้พบเห็นสิ่งอำนวยความสะดวกอะไรบ้าง (แนวคำตอบ: กรรไกรตัดกระดาษ ช้อน ตะเกียบ ขวาน ฯลฯ)

1.2 ครูถามนักเรียนเกี่ยวกับคำว่า เครื่องกล ว่านักเรียนเคยได้ยินคำนี้หรือไม่ และให้นักเรียนให้ความหมายของเครื่องกลตามที่นักเรียนเข้าใจ (แนวคำตอบ: เครื่องกล คือ อุปกรณ์ที่ช่วยผ่อนแรง หรืออำนวยความสะดวกในการทำงาน)

1.3 ครูใช้รูปกาต้มน้ำ 2 รูป ซึ่งครูตั้งคำถามว่ามีกาต้มน้ำอยู่ 2 ใบใส่น้ำเท่ากันให้พลังงานไฟฟ้าเท่ากัน เวลาผ่านไป 10 นาที กาใบที่ 1 เดือดก่อนใบที่ 2 ถามว่ากาต้มน้ำใบไหนมีประสิทธิภาพมากกว่ากัน (กาต้มน้ำใบที่ 1 มีประสิทธิภาพสูงกว่าใบที่ 2 เพราะว่าใช้เวลาในการทำงานน้อยกว่า)

- ในทำนองเดียวกันประสิทธิภาพของเครื่องกลก็คือ ความสามารถในการทำงานของเครื่องกล เครื่องกลที่มีประสิทธิภาพสูง ย่อมดีกว่าเครื่องกลประเภทเดียวกันที่มีประสิทธิภาพต่ำกว่าประสิทธิภาพของเครื่องกลหาได้จาก (ประสิทธิภาพของเครื่องกล คือ งานที่ได้รับจากเครื่องกลต่องานที่ให้กับเครื่องกล)

1.4 ครูตั้งคำถามให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย โดยมีคำถามดังนี้

- นักเรียนทราบหรือไม่ว่า ประเภทของเครื่องกลแบ่งออกเป็นกี่ประเภทได้แก่อะไรบ้าง

- พื้นเอียงจัดเป็นเครื่องกลหรือไม่ อย่างไร

- นักเรียนจะมีวิธีการอธิบายการทำงานของเครื่องกลได้อย่างไร

ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นตามความเข้าใจของตนเองได้อย่างเต็มที่โดยที่ครูยังไม่เฉลยคำตอบให้นักเรียน

ขั้นที่ 2 ขั้นจัดกิจกรรมการเรียนรู้

2.1 ครูให้แบ่งกลุ่มนักเรียน กลุ่มละ 6 - 7 คน ที่มีความสามารถคละกัน ซึ่งแต่ละกลุ่มประกอบไปด้วยคนเรียนเก่ง ปานกลาง อ่อน กลุ่มนี้เรียกว่า กลุ่มบ้าน (Home Group) ช่วยกันศึกษาเครื่องกลอย่างง่าย ซึ่งนักเรียนทุกคนภายในกลุ่มจะได้รับใบความรู้ เรื่อง เครื่องกล

2.2 ครูให้สมาชิกนักเรียนแต่ละกลุ่มนับ 1 – 6 เมื่อนับถึง 6 แล้ว คนต่อไปเริ่มนับ 1 -6 ใหม่จนครบทุกคน

2.3 ครูให้นักเรียนคนที่นับ 1 - 6 ของแต่ละกลุ่มออกมารวมกันเป็นกลุ่มใหม่ เรียกกลุ่มนี้ว่า กลุ่มผู้เชี่ยวชาญ

- กลุ่มผู้เชี่ยวชาญกลุ่มที่ 1 จะประกอบไปด้วยสมาชิกนักเรียนคนที่นับ 1 ของทุกกลุ่ม ศึกษาหัวข้อเรื่อง รอก
- กลุ่มผู้เชี่ยวชาญกลุ่มที่ 2 จะประกอบไปด้วยสมาชิกนักเรียนคนที่นับ 2 ของทุกกลุ่ม ศึกษาหัวข้อเรื่อง คาน
- กลุ่มผู้เชี่ยวชาญกลุ่มที่ 3 จะประกอบไปด้วยสมาชิกนักเรียนคนที่นับ 3 ของทุกกลุ่ม ศึกษาหัวข้อเรื่อง พื้นเอียง
- กลุ่มผู้เชี่ยวชาญกลุ่มที่ 4 จะประกอบไปด้วยสมาชิกนักเรียนคนที่นับ 4 ของทุกกลุ่ม ศึกษาหัวข้อเรื่อง ลิ่ม
- กลุ่มผู้เชี่ยวชาญกลุ่มที่ 5 จะประกอบไปด้วยสมาชิกนักเรียนคนที่นับ 5 ของทุกกลุ่ม ศึกษาหัวข้อเรื่อง สกรู
- กลุ่มผู้เชี่ยวชาญกลุ่มที่ 6 จะประกอบไปด้วยสมาชิกนักเรียนคนที่นับ 6 ของทุกกลุ่ม ศึกษาหัวข้อเรื่อง ล้อกับเพลา

2.4 สมาชิกในกลุ่มผู้เชี่ยวชาญกลับไปยังกลุ่มบ้าน (Home Group) หลังจากนั้นครูแจกใบกิจกรรม เรื่อง เครื่องกล ให้นักเรียนทุกกลุ่ม โดยสมาชิกแต่ละคนจะนำความรู้ที่ได้มาจากการทำหน้าที่เป็นผู้เชียวชาญแต่ละเรื่องมาถ่ายทอดความรู้ให้เพื่อนในกลุ่มบ้านได้เรียนรู้ร่วมกันจบครบทุกหัวข้อ หลังจากนั้นให้นักเรียนช่วยกันทำใบกิจกรรมเรื่อง เครื่องกล

ขั้นที่ 3 ขั้นอภิปรายและสรุป

3.1 หลังจากที่นักเรียนทุกกลุ่มทำกิจกรรมเสร็จแล้วครูสุ่มตัวแทนนักเรียนออกมานำเสนอโดยนำข้อมูลจากการตอบคำถามจากใบกิจกรรมเรื่อง เครื่องกล

3.2 ในขณะที่นักเรียนอภิปรายหน้าชั้นเรียน ครูตั้งสุ่มถามนักเรียนเกี่ยวกับเรื่องที่นักเรียนอภิปราย โดยครูตั้งคำถามดังนี้

- คานเป็นอย่างไร จงยกตัวอย่าง (แนวคำตอบ: คานเป็นเครื่องกลที่มีจุดหมุนเพื่อทวีคูณแรงเชิงกล เช่น ค้อนงัดตะปู กรรไกร ตะเกียบ)
- การใช้ค้อนงัดตะปูสัมพันธ์กับกฎการอนุรักษ์พลังงานอย่างไร (แนวคำตอบ: งานที่ให้กับค้อนเท่ากับงานที่ได้รับจากค้อน)
- พื้นเอียงสัมพันธ์กับกฎการอนุรักษ์พลังงานอย่างไร (แนวคำตอบ: งานที่ใช้ในการดึงวัตถุเท่ากับงานที่ใช้ในการยกวัตถุขึ้นในแนวดิ่ง)

- ลิ่มสัมพันธ์กับกฎการอนุรักษ์พลังงานอย่างไร (แนวคำตอบ: งานที่ให้กับลิ่มเท่ากับงานที่ได้จากลิ่ม)

- สกรูสัมพันธ์กับกฎการอนุรักษ์พลังงานอย่างไร (แนวคำตอบ: งานที่ใช้หมุนสกรูหนึ่งรอบเท่ากับงานที่ใช้ในการยกวัตถุขึ้นในแนวดิ่งระยะหนึ่งเกลียว)

- ล้อกับเพลาสัมพันธ์กับกฎการอนุรักษ์พลังงานอย่างไร (แนวคำตอบ: งานที่ให้กับล้อเท่ากับงานที่ได้จากเพลา)

3.3 เมื่อนักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอเสร็จแล้วครูร่วมอภิปรายคำตอบจากใบกิจกรรม เรื่อง เครื่องกล เพื่อให้นักเรียนแต่ละกลุ่มมีความเข้าใจที่ถูกต้องไปในทิศทางเดียวกัน

3.4 ครูให้นักเรียนทุกคนทำแบบทดสอบย่อย เรื่อง เครื่องกล ผ่านเกม quizizz เป็นการสอบเดี่ยว นักเรียนที่ได้คะแนนมากที่สุดจะได้รับรางวัลจากครู

ขั้นที่ 4 ขั้นไตร่ตรองสะท้อนคิด

4.1 ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยคำตอบของคำถามที่ถามนักเรียนในขั้นที่ 1 ดังนี้

- นักเรียนทราบหรือไม่ว่า ประเภทของเครื่องกลแบ่งออกเป็นกี่ประเภทได้แก่อะไรบ้าง (แนวคำตอบ 6 ประเภท ได้แก่ รอก คาน พื้นเอียง ล้อและเพลา สกรู และลิ่ม)

- พื้นเอียงจัดเป็นเครื่องกลหรือไม่ อย่างไร (แนวคำตอบ: พื้นเอียงเป็นเครื่องกลที่มีอยู่ทั่วไป เช่น ถนนที่ขึ้นและลงจากภูเขา บันไดบ้าน ทางลาดบริเวณขอบถนน หากไม่มีสิ่งเหล่านี้การนำวัตถุ เช่น รถยนต์ สิ่งของ หรือแม่กระทั่งตัวเราเอง ขึ้นไปยังตำแหน่งที่สูง หรือต่ำกว่าจากเดิมก็อาจต้องใช้แรงดึงมาก)

- นักเรียนจะมีวิธีการอธิบายการทำงานของเครื่องกลได้อย่างไร (แนวคำตอบ: การทำงานของเครื่องกลสามารถนำหลักการของงาน และหลักการของสมดุลกล มาอธิบายการทำงานของเครื่องกลได้)

4.2 ครูเปิดภาพยนตร์สารคดีสั้น เรื่อง เครื่องกล จาก Twig ซึ่งเป็นแหล่งเรียนรู้ออนไลน์หลังจากนั้นครูและนักเรียนทำการอภิปรายร่วมกัน

4.3 ครูแจกใบงาน เรื่อง เครื่องกล และแบบฝึกหัด เรื่อง เครื่องกลให้นักเรียนแต่ละคน หลังจากนั้นให้นักเรียนลงมือทำใบงาน เรื่อง เครื่องกล และแบบฝึกหัด เรื่อง เครื่องกล ในระหว่างนี้ครูจะคอยเป็นผู้ชี้แนะและคอยส่งเสริมวิธีการเรียนรู้ให้นักเรียนได้เรียนรู้ได้ด้วยตนเอง

4.4 เมื่อนักเรียนทำใบงาน เรื่อง เครื่องกล และแบบฝึกหัด เรื่อง เครื่องกล เสร็จแล้วครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยคำตอบจากใบงาน เรื่อง เครื่องกล และแบบฝึกหัด เรื่อง เครื่องกล

6. อุปกรณ์/ สื่อ/ แหล่งการเรียนรู้

1. โปรแกรมนำเสนองาน Power Point เรื่อง เครื่องกล
2. หนังสือเรียนวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม สสวท.
3. ใบความรู้ เรื่อง เครื่องกล
4. ใบกิจกรรม เรื่อง เครื่องกล
5. ใบงาน เรื่อง เครื่องกล
6. แบบฝึกหัด เรื่อง เครื่องกล
7. เกม quizizz เรื่อง เครื่องกล
8. ภาพยนตร์สารคดีสั้นจาก Twig เรื่อง เครื่องกล
9. เฉลยใบกิจกรรม เรื่อง เครื่องกล
10. เฉลยใบงาน เรื่อง เครื่องกล
11. เฉลยแบบฝึกหัด เรื่อง เครื่องกล
12. อินเทอร์เน็ต
13. แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์

7. การวัดและประเมินผล

สิ่งที่ต้องการวัด	วิธีการวัด	เครื่องมือที่ใช้	เกณฑ์การประเมิน
1. ด้านความรู้ (K) - นักเรียนสามารถบอกความหมายของประสิทธิภาพและการได้เปรียบเชิงกลของเครื่องกลอย่างง่ายได้ - นักเรียนสามารถอธิบายหลักการทำงานของเครื่องกลอย่างง่ายได้	- การตอบคำถาม - ตรวจจากการตอบคำถามในใบงาน เรื่อง เครื่องกล	- คำถามในกิจกรรมการเรียนรู้ - ใบเฉลยใบงาน เรื่อง เครื่องกล	- นักเรียนมีคะแนน ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 70 ของคะแนนทั้งหมด

สิ่งที่ต้องการวัด	วิธีการวัด	เครื่องมือที่ใช้	เกณฑ์การประเมิน
2. ทักษะกระบวนการ (P) - นักเรียนสามารถคำนวณหาประสิทธิภาพ และการได้เปรียบเชิงกลของเครื่องกลอย่างง่ายได้	- ตรวจจากการตอบคำถามในแบบฝึกหัด เรื่อง เครื่องกล	- เฉลยแบบฝึกหัด เรื่อง เครื่องกล	- นักเรียนมีคะแนนไม่ต่ำกว่าร้อยละ 70ของคะแนนทั้งหมด
3. คุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A) - นักเรียนมีวินัย - นักเรียนมีความสนใจใฝ่เรียนรู้ - นักเรียนมีความมุ่งมั่นในการทำงาน - นักเรียนทำงานกลุ่มแบบร่วมมือร่วมใจ	- ตรวจจากแบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	- แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	- นักเรียนมีคะแนนอยู่ในระดับดีขึ้นไป

บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ (ผลการจัดการเรียนรู้, ปัญหาอุปสรรค, แนวทางแก้ไข)

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

ลงชื่อ……ผู้สอน

……/……..…/……..

แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์

คำชี้แจง : ให้ครูสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียน แล้วทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างที่ตรงกับระดับคะแนน

คุณลักษณะอันพึงประสงค์	รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ			
		4	3	2	1
1. มีวินัย	1. มีความรับผิดชอบในการทำงาน				
	2. ทำงานเสร็จและส่งตามเวลาที่กำหนด				
	3. เข้าเรียนตรงต่อเวลา				
2. ใฝ่เรียนรู้	1. ตั้งใจเรียน				
	2. มีการซักถามเมื่อมีข้อสงสัย				
3. มุ่งมั่นในการทำงาน	1. มีความอดทน และไม่ย่อท้อต่ออุปสรรคเพื่อให้งานสำเร็จ				
4. ทำงานกลุ่มแบบร่วมมือร่วมใจ	1. มีส่วนร่วมในการทำงานกลุ่ม				
รวม					

ลงชื่อ……ผู้ประเมิน

……/……..…/……..

เกณฑ์การให้คะแนน

รายการประเมิน	คะแนน	คำอธิบายคุณภาพ
มีความรับผิดชอบในการทำงาน	4	ทำงานที่ได้รับมอบหมายดี มีความถูกต้อง ครบถ้วน 90-100 % ของจำนวนชิ้นงาน
	3	ทำงานที่ได้รับมอบหมายดี มีความถูกต้อง 80-89 % ของจำนวนชิ้นงาน
	2	ทำงานที่ได้รับมอบหมายดี มีความถูกต้อง 60-79 % ของจำนวนชิ้นงาน
	1	ทำงานที่ได้รับมอบหมายดี มีความถูกต้อง 50-59 % ของจำนวนชิ้นงาน

เกณฑ์การให้คะแนน (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนน	คำอธิบายคุณภาพ
ทำงานเสร็จและส่งตามเวลาที่กำหนด	4	ทำงานเสร็จและส่งตามเวลาที่กำหนดสม่ำเสมอ (90-100 %)
	3	ทำงานเสร็จและส่งตามเวลาที่กำหนดบ่อยครั้ง (80-89 %)
	2	ทำงานเสร็จและส่งตามเวลาที่กำหนดบางครั้ง (60-79 %)
	1	ทำงานเสร็จและส่งตามเวลาที่กำหนดน้อยครั้ง (50-59 %)
เข้าเรียนตรงต่อเวลา	4	เข้าเรียนตรงเวลาสม่ำเสมอ (90-100 %)
	3	เข้าเรียนตรงเวลาบ่อยครั้ง (80-89 %)
	2	เข้าเรียนตรงเวลาบางครั้ง (60-79 %)
	1	เข้าเรียนตรงเวลาน้อยครั้ง (50-59 %)
ตั้งใจเรียน	4	มีความกระตือรือร้นในการเรียนดีสม่ำเสมอ (90-100 %)
	3	มีความกระตือรือร้นในการเรียนดีบ่อยครั้ง (80-89 %)
	2	มีความกระตือรือร้นในการเรียนดีบางครั้ง (60-79 %)
	1	มีความกระตือรือร้นในการเรียนดีน้อยครั้ง (50-59 %)
มีการซักถามเมื่อมีข้อสงสัย	4	มีการซักถามเมื่อมีข้อสงสัยอย่างสม่ำเสมอ (90-100 %)
	3	มีการซักถามเมื่อมีข้อสงสัยอย่างบ่อยครั้ง (80-89 %)
	2	มีการซักถามเมื่อมีข้อสงสัยอย่างบางครั้ง (60-79 %)
	1	มีการซักถามเมื่อมีข้อสงสัยอย่างน้อยครั้ง (50-59 %)
ความอดทนและไม่ย่อท้อต่ออุปสรรคเพื่อให้งานสำเร็จ	4	ทำใบกิจกรรมการเรียนรู้ ใบงาน และแบบฝึกหัด เรื่อง เครื่องกล ได้ถูกต้องครบถ้วน(90-100%)
	3	ทำใบกิจกรรมการเรียนรู้ ใบงาน และแบบฝึกหัด เรื่อง เครื่องกล ได้ถูกต้อง (80-89 %)
	2	ทำใบกิจกรรมการเรียนรู้ ใบงาน และแบบฝึกหัด เรื่อง เครื่องกล ได้ถูกต้อง (60-79 %)
	1	ทำใบกิจกรรมการเรียนรู้ ใบงาน และแบบฝึกหัด เรื่อง เครื่องกล ได้ถูกต้อง (50-59 %)

เกณฑ์การให้คะแนน (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนน	คำอธิบายคุณภาพ
มีส่วนร่วมใน	4	ให้ความร่วมมือในการทำงานกลุ่มสม่ำเสมอ (90-100 %)
การทำงานกลุ่ม	3	ให้ความร่วมมือในการทำงานกลุ่มบ่อยครั้ง (80-89 %)
	2	ให้ความร่วมมือในการทำงานกลุ่มบางครั้ง (60-79 %)
	1	ให้ความร่วมมือในการทำงานกลุ่มน้อยครั้ง (50-59 %)

เกณฑ์การประเมิน (เต็ม 28 คะแนน)

คะแนน 22 - 28 หมายถึง ดีมาก

คะแนน 15 - 21 หมายถึง ดี

คะแนน 8 - 14 หมายถึง พอใช้

คะแนน 1 - 7 หมายถึง ปรับปรุง

ใบความรู้ เรื่อง เครื่องกล

เครื่องกลเป็นเครื่องมือที่สร้างขึ้นเพื่อช่วยเหลือ หรืออำนวยความสะดวกในการทำงาน การประดิษฐ์เครื่องกลแต่ละประเภทนั้นมักคำนึงถึงความสะดวกสบายของผู้ใช้งาน โดยผู้ใช้งานจะพิจารณาจากประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องกล และการได้เปรียบเชิงกลของเครื่องกลนั้น ๆ

การทำงานของเครื่องกลเป็นไปตามกฎการอนุรักษ์พลังงาน การทำงานของเครื่องกลเพื่อเปลี่ยนจากพลังงานรูปหนึ่งเป็นพลังงานอีกรูปหนึ่งนั้นจะไม่สามารถเปลี่ยนได้หนึ่งร้อยเปอร์เซ็นต์ เนื่องจากมีการสูญเสียพลังงานอื่นที่ไม่ต้องการ โดยเครื่องกลอย่างง่าย มี 6 ประเภท ประกอบด้วย รอก คาน พื้นเอียง ลิ่ม สกรู และล้อกับเพลา ซึ่งในการศึกษาเครื่องกลจะพิจารณาถึงแรงพยายาม (F_{in}) และแรงต้านทาน (F_{out}) โดยแรงพยายามนั้นเป็นแรงที่ให้กับเครื่องกล และแรงต้านทานเป็นแรงเนื่องจากน้ำหนักของวัตถุ

1. ประสิทธิภาพของเครื่องกล

ประสิทธิภาพของเครื่องกล (efficiency of machines; Eff) เป็นความสามารถในการทำงานของเครื่องกล โดยเครื่องกลที่มีประสิทธิภาพการทำงานสูงย่อมดีกว่าเครื่องกลประเภทเดียวกันที่มีประสิทธิภาพการทำงานต่ำกว่า ซึ่งหาได้จาก

$$\text{Eff} = \frac{\text{กำลังที่ได้รับจากเครื่องกล}}{\text{กำลังที่ให้กับเครื่องกล}}$$

ในทางอุดมคติการถ่ายโอนพลังงานจะไม่มีการสูญเสียพลังงาน แต่ในทางปฏิบัตินั้นจะมีการสูญเสียพลังงานไปบ้าง ประสิทธิภาพของเครื่องกลหรือเครื่องใช้ไฟฟ้าต่าง ๆ จึงมีประสิทธิภาพน้อยกว่า 1 หรือน้อยกว่า 100 เปอร์เซ็นต์ การหาประสิทธิภาพของเครื่องกลยังสามารถหาได้จาก

$$\text{Eff} = \frac{\text{งานที่ได้รับจากเครื่องกล } (W_{out})}{\text{งานที่ให้กับเครื่องกล } (W_{in})} \times 100\%$$

2. หลักการของงานกับเครื่องกล

เครื่องกลช่วยให้เราใช้แรงน้อยลง หรือช่วยผ่อนแรงซึ่งการผ่อนแรงของเครื่องกลนั้นพิจารณาจาก**การได้เปรียบเชิงกล** (mechanical advantage; M.A.) ของเครื่องกล สามารถคำนวณการได้เปรียบเชิงกลจากอัตราส่วนระหว่างขนาดของแรงที่ได้จากเครื่องกล (แรงต้านทาน) ต่อขนาดของแรงที่ให้กับเครื่องกล (แรงพยายาม) ดังสมการ

$$\text{M.A.} = \frac{F_{out}}{F_{in}}$$

M.A. คือ การได้เปรียบเชิงกล

F_{out} คือ แรงที่ได้จากเครื่องกล มีหน่วยเป็น นิวตัน (N)

F_{in} คือ แรงที่ให้กับเครื่องกล มีหน่วยเป็น นิวตัน (N)

ถ้าหากการได้เปรียบเชิงกลมีค่าเท่ากับ 1 (M.A. = 1) แสดงว่าแรงที่ได้จากเครื่องกล มีค่าเท่ากับแรงที่ให้กับเครื่องกล เครื่องกลนี้จะไม่ช่วยผ่อนแรงแต่ช่วยอำนวยความสะดวก

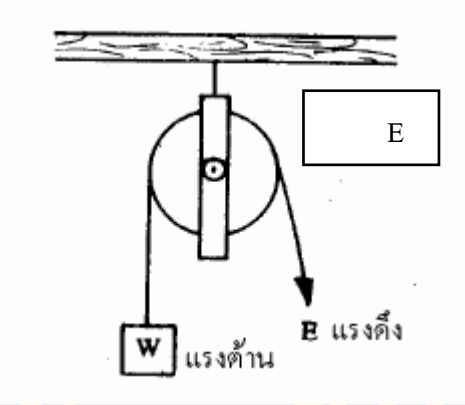
ถ้าหากการได้เปรียบเชิงกลมีค่ามากกว่า 1 (M.A. > 1) แสดงว่าแรงพยายามมีค่าน้อยกว่าแรงต้านทาน เครื่องกลนี้ จะช่วยผ่อนแรง

ถ้าหากการได้เปรียบเชิงกลมีน้อยกว่า 1 (M.A. < 1) แสดงว่าแรงพยายามมีค่า มากกว่าแรงต้านทาน เครื่องกลนี้จะไม่ช่วยผ่อนแรง

3. ประเภทของเครื่องกล

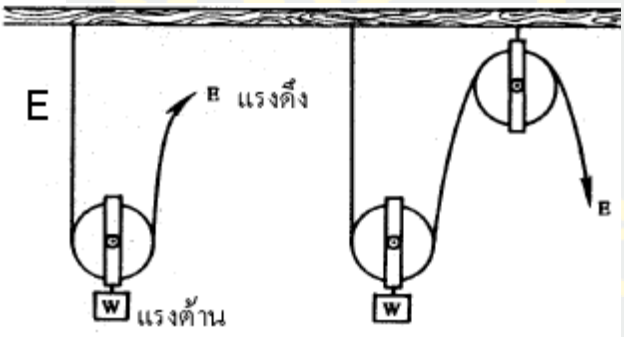
3.1 รอก คือ เครื่องกลที่ช่วยอำนวยความสะดวกหรือช่วยผ่อนแรงในการทำงาน แบ่งเป็นระบบรอกเดี่ยว และระบบรอกพวง มีลักษณะเป็นล้อหมุนได้รอบตัวและมีเชือกพาดล้อสำหรับยกและปล่อยวัตถุซึ่งระบบรอกเดี่ยวจะประกอบด้วยรอกเดี่ยวตายตัว และรอกเดี่ยวเคลื่อนที่

3.1.1 รอกเดี่ยวตายตัว เป็นรอกที่ตรึงติดอยู่กับที่ ใช้เชือกหนึ่งเส้นพาดรอบล้อ โดยปลายข้างหนึ่งผูกติดกับวัตถุ ปลายอีกข้างหนึ่งใช้สำหรับดึง เมื่อดึงวัตถุขึ้นในแนวดิ่ง แรงที่ใช้ดึงจะมีค่าเท่ากับน้ำหนักของวัตถุ รอกเดี่ยวตายตัวไม่ช่วยผ่อนแรงแต่สามารถอำนวยความสะดวกในการทำงาน ตัวอย่างเช่น การชักธงชาติขึ้นสู่ยอดเสา การลำเลียงวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการก่อสร้างขึ้นที่สูง



รูปที่ 1 รอกเดี่ยวตายตัว

3.1.2 รอกเดี่ยวเคลื่อนที่ เป็นรอกที่เคลื่อนที่ได้ขณะที่ใช้งาน วัตถุผูกติดกับตัวรอก ใช้เชือกหนึ่งเส้นพาดรอบล้อโดยปลายข้างหนึ่งผูกติดกับเพดาน ปลายอีกข้างหนึ่งใช้สำหรับดึง เมื่อดึงวัตถุขึ้นในแนวดิ่งแรงที่ใช้ดึงมีค่าเท่ากับครึ่งหนึ่งของน้ำหนักของวัตถุ รอกเดี่ยวเคลื่อนที่เป็นเครื่องกลที่ช่วยผ่อนแรง



รูปที่ 2 รอกเดี่ยวเคลื่อนที่

คำนวณจากสมการ $E = \frac{W}{2}$

เมื่อ E คือ แรงพยายาม หรือแรงดึง หน่วยเป็นนิวตัน (N)

W คือ แรงต้านทาน หรือน้ำหนักของวัตถุ หน่วยเป็นนิวตัน (N)

ตัวอย่าง จงหาการได้เปรียบเชิงกลของรอกเดี่ยวเคลื่อนที่

<u>วิธีทำ</u> จากสมการการได้เปรียบเชิงกล $M.A. = \frac{F_{out}}{F_{in}}$

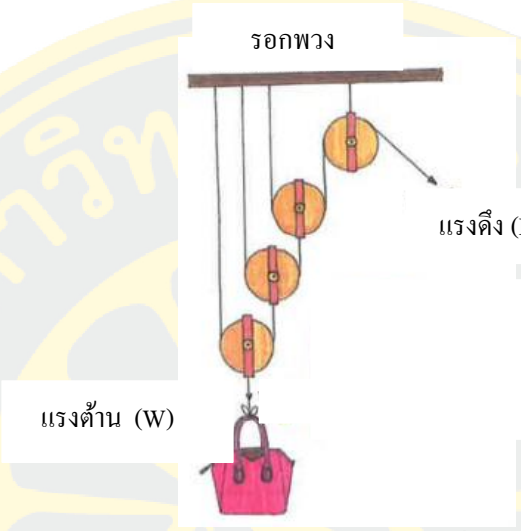
$M.A. = \frac{W}{E}$

$M.A. = \frac{W}{\frac{W}{2}} = 2$

ดังนั้น การได้เปรียบเชิงกลของรอกเดี่ยวเคลื่อนที่ เท่ากับ 2

3.1.3 รอกพวง

รอกพวงระบบที่ 1 ประกอบด้วยรอกเดี่ยวเคลื่อนที่มากกว่า 1 ตัว โดยจะมีเชือกคล้องหนึ่งเส้นในรอกแต่ละตัว ปลายเชือกข้างหนึ่งผูกติดกับเพดาน อีกข้างหนึ่งผูกกับรอกตัวถัดไป ปลายเชือกของรอกตัวสุดท้ายใช้ดึง สำหรับวัตถุจะผูกกับรอกตัวสุดท้าย



รูปที่ 3 รอกพวงระบบที่ 1

ที่มา: ภัทรมน วงศ์สังข์ และณัฐดนัย โสภาลดาวัลย์. (2561). *สรุปเข้มฟิสิกส์ ม.ต้น*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ คาร์เปเดียมเมอร์.

คำนวณจากสมการ $$E = \frac{W}{2^n}$$

เมื่อ E คือ แรงพยายาม หรือแรงดึง หน่วยเป็นนิวตัน (N)

W คือ แรงต้านทาน หรือน้ำหนักของวัตถุ หน่วยเป็นนิวตัน (N)

n คือ จำนวนรอกเดี่ยวเคลื่อนที่

ตัวอย่าง รอกพวงระบบที่ 1 มีรอกเดี่ยวเคลื่อนที่ 3 ตัว ใช้ยกของหนัก 10 กิโลกรัม จะต้องออกแรงเท่าใด

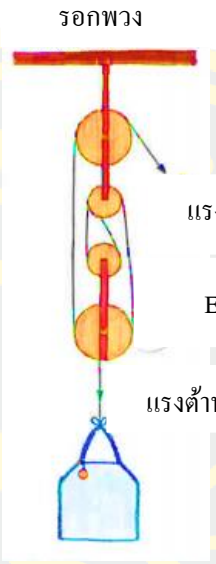
<u>วิธีทำ</u> โจทย์กำหนดให้ n = 3 ตัว, W = mg = (10)(9.8) = 98 N, E = ?

จากสมการ $E = \frac{W}{2^n}$

$E = \frac{98}{2^3} = \frac{98}{8} = 12.25$ N

ดังนั้นออกแรงยกของเท่ากับ 12.25 นิวตัน

รอกพวงระบบที่ 2 ประกอบด้วยรอก 2 ตับ ตับบนจะติดกับเพดาน วัตถุจะติดกับรอกตัวล่างของตับล่างใช้เชือกเส้นเดียวคล้องรอกทุกตัวตามรูปที่ 4 โดยปลายเชือกจะผูกกับรอกตัวล่างของตับบน หรือตับบนสุดของตับล่างปลายอีกข้างใช้ดึง



รูปที่ 4 รอกพวงระบบที่ 2

ที่มา: ภัทรมน วงศ์สังข์ และณัฐดนัย โสภาลดาวัลย์. (2561). *สรุปเข้มฟิสิกส์ ม.ต้น*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ คาร์เปเดียมเมอร์.

คำนวณจากสมการ $$E = \frac{W}{n}$$

เมื่อ E คือ แรงพยายาม หรือแรงดึง หน่วยเป็นนิวตัน (N)

W คือ แรงต้านทาน หรือน้ำหนักของวัตถุ หน่วยเป็นนิวตัน (N)

n คือ จำนวนรอกเดี่ยวเคลื่อนที่

ตัวอย่าง รอกพวงระบบที่ 2 มีรอกเดี่ยวเคลื่อนที่ 5 ตัว ออกแรงยกวัตถุด้วยรอกนี้ 15 นิวตัน จงหาน้ำหนักของวัตถุ

<u>วิธีทำ</u> โจทย์กำหนดให้ n = 5 ตัว, E = 15 N, W =?

จากสมการ $E = \frac{W}{n}$

จะได้ว่า $W = (E)(n)$

$= (15)(5) = 75$ นิวตัน

สามารถหาน้ำหนักได้จาก $W = mg$

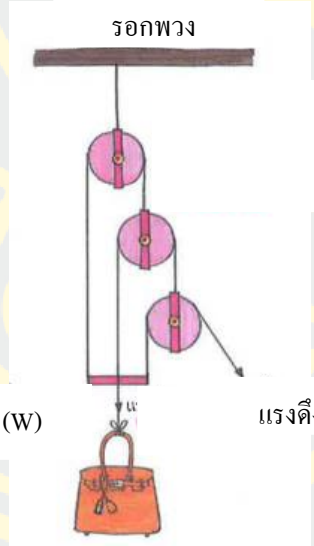
จะได้ว่า $m = \frac{w}{g}$

$= \frac{75}{9.8}$

$= 7.65$ kg

ดังนั้นน้ำหนักของวัตถุมีค่าเท่ากับ 7.65 กิโลกรัม

รอกพวงระบบที่ 3 ประกอบด้วยรอกเดี่ยวตายตัว 1 ตัว ตัวอื่น ๆ เป็นรอกเดี่ยวเคลื่อนที่แต่ละตัวจะมีเชือกคล้องปลายข้างหนึ่งของรอกทุกตัวผูกติดกับคานตรง โดยวัตถุจะผูกกับคานนี้ ปลายอีกข้างผูกกับรอกตัวถัดไป ปลายของรอกตัวสุดท้ายใช้สำหรับดึง



รูปที่ 5 รอกพวงระบบที่ 3

ที่มา: ภัทรมน วงศ์สังข์ และณัฐดนัย โสภาลดาวัลย์. (2561). *สรุปเข้มฟิสิกส์ ม.ต้น*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ คาร์เปเดียมเมอร์.

คำนวณจากสมการ $E = \frac{W}{2^{n-1}}$

ตัวอย่าง จงหาการได้เปรียบเชิงกลของรอกพวงระบบที่ 3 ที่มีรอกเดี่ยวเคลื่อนที่จำนวน 6 ตัว

<u>วิธีทำ</u> จากสมการการได้เปรียบเชิงกล $\text{M.A.} = \frac{F_{out}}{F_{in}}$

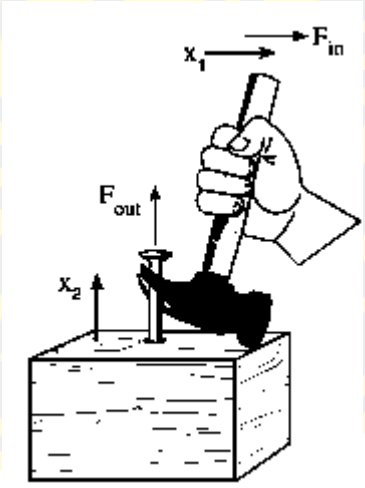
$$\text{M.A.} = \frac{W}{E}$$

$$\text{M.A.} = \frac{W}{\frac{W}{2^{6-1}}}$$

$$\text{M.A.} = 2^{6-1} = 32$$

ดังนั้น การได้เปรียบเชิงกลของรอกพวงระบบที่ 3 มีค่าเท่ากับ 32

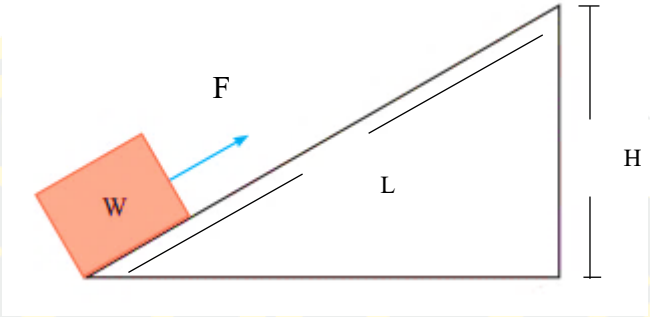
3.2 คาน คือ เครื่องกลที่ใช้กันทั่วไปเป็นวัตถุแข็งแกร่งที่หมุนรอบจุดหมุนได้เมื่อมีแรงภายนอกมากระทำ เช่น ค้อนงัดตะปู กรรไกร ตะเกียบ คีมตัดลวด รถเข็นทราย เป็นต้น เมื่อพิจารณาค้อนงัดตะปู ดังรูปที่ 6 จะเห็นว่าแรง F_{in} กระทำต่อด้ามค้อนซึ่งมีการกระจัด x_1 ทำให้ค้อนส่งแรง F_{out} กระทำต่อตะปูให้เคลื่อนออกมีการกระจัด x_2 ถ้าไม่มีการสูญเสียพลังงาน จะได้ว่างานที่ให้กับค้อนเท่ากับงานที่ได้รับจากค้อน ซึ่งเป็นไปตามกฎการอนุรักษ์พลังงาน



รูปที่ 6 ค้อนออกแรงงัดตะปู

ที่มา: สุโกสินทร์ ทองรัตนาศิริ, มนต์อมร ปรีชารัตน์ และสุธิษา เละเซ็น. (2561). *หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ ฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เล่ม 2.* กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ อักษรเจริญทัศน์ อจท จำกัด.

3.3 พื้นเอียง คือ เครื่องกลที่ช่วยอำนวยความสะดวกและช่วยผ่อนแรงในการขนย้ายสิ่งของขึ้นหรือลงยานพาหนะ มีลักษณะเป็นไม้กระดานยาวเรียบใช้สำหรับพาดบนที่สูงเพื่อขนย้ายวัตถุขึ้นสู่ที่สูงโดยการลากหรือการผลัก ดังรูปที่ 7 ถ้าไม่มีการสูญเสียพลังงาน จะได้ว่างานที่ใช้ดึงวัตถุเท่ากับงานที่ใช้ในการยกวัตถุขึ้นในแนวดิ่ง ซึ่งเป็นไปตามกฎการอนุรักษ์พลังงาน



รูปที่ 7 พื้นเอียงช่วยผ่อนแรงในการขนย้ายสิ่งของ

ที่มา: สุโกสินทร์ ทองรัตนาศิริ, มนต์อมร ปรีชารัตน์ และสุธิษา เละเซ็น. (2561). *หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ ฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เล่ม 2.* กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ อักษรเจริญทัศน์ อจท จำกัด.

คำนวณจากสมการ $WH = EL$

เมื่อ E คือ แรงพยายาม หรือแรงดึง หน่วยเป็นนิวตัน (N)

W คือ แรงต้านทาน หรือน้ำหนักของวัตถุ หน่วยเป็นนิวตัน (N)

H คือ ความสูงของพื้นเอียง (m)

L คือความยาวของพื้นเอียง (m)

ตัวอย่าง พื้นเอียงมีความสูง 3 เมตร และมีความยาว 9 เมตร จงหาการได้เปรียบเชิงกลของพื้นเอียง

วิธีทำ โจทย์กำหนดให้ H = 3 m, L = 9 m, M.A. = ?

$$\text{M.A.} = \frac{F_{out}}{F_{in}}$$

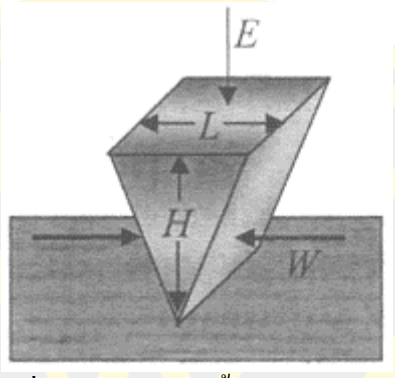
$$\text{M.A.} = \frac{W}{E}$$

$$\text{M.A.} = \frac{L}{H}$$

$$\text{M.A.} = \frac{9}{3} = 3$$

ดังนั้นการได้เปรียบเชิงกลของพื้นเอียงมีค่าเท่ากับ 3

3.4 ลิ่ม คือ เครื่องกลที่ช่วยผ่อนแรงมีลักษณะคล้ายขวานใช้สำหรับตอกลงในเนื้อวัตถุ เพื่อให้เนื้อวัตถุแยกออกจากกัน ดังรูปที่ 8 ถ้าไม่มีการสูญเสียพลังงาน จะได้ว่างานที่ให้กับลิ่มเท่ากับงานที่ได้จากลิ่ม ซึ่งเป็นไปตามกฎการอนุรักษ์พลังงาน



รูปที่ 8 ลิ่มช่วยแยกเนื้อไม้ออกจากกัน

คำนวณจากสมการ $(E)(H) = (W)(L)$

เมื่อ E คือ แรงพยายาม หรือแรงดึง หน่วยเป็นนิวตัน (N)

W คือ แรงต้านทาน หรือน้ำหนักของวัตถุ หน่วยเป็นนิวตัน (N)

H คือ ความยาวของลิ่ม (m)

L คือ ความกว้างของลิ่ม (m)

ตัวอย่าง หัวขวานมีลักษณะเป็นลิ่มหนา 5 เซนติเมตร ยาว 4 เซนติเมตร ออกแรงฟันไม้ที่มีแรงต้าน 500 นิวตัน จะต้องออกแรงฟันไม้เท่าไร

<u>วิธีทำ</u> โจทย์กำหนดให้ L = 0.05 m, H = 0.04 m, W = 500 N, E =?

คำนวณจากสมการ $(E)(H) = (W)(L)$

$$E = \frac{(W)(L)}{H}$$

$$E = \frac{(500)(0.05)}{0.04}$$

$$E = 625 \text{ N}$$

ดังนั้นออกแรงขวานฟันไม้เท่ากับ 625 นิวตัน

3.5 สกรู คือ เครื่องกลที่ช่วยผ่อนแรง มีลักษณะคล้ายบันไดเวียนวนรอบแกนอันหนึ่ง ใช้สำหรับยกวัตถุหนัก ๆ ขึ้นสูง ๆ โดยแรงพยายามเคลื่อนที่เป็นวงกลมขณะที่แรงต้านทานเคลื่อนที่ขึ้นลงในแนวดิ่ง ดังรูปที่ 9 ถ้าไม่มีการสูญเสียพลังงาน จะได้ว่างานที่ใช้หมุนสกรูหนึ่งรอบเท่ากับงานที่ใช้ในการยกวัตถุขึ้นในแนวดิ่งได้ระยะ 1 เกลียว ซึ่งเป็นไปตามกฎการอนุรักษ์พลังงาน

รูปที่ 9 สกรูมีลักษณะคล้ายบันไดเวียนวนรอบแกนอันหนึ่ง

คำนวณจากสมการ $(W)(P) = (E)(2\pi R)$

เมื่อ E คือ แรงพยายาม หรือแรงดึง หน่วยเป็นนิวตัน (N)

W คือ แรงต้านทาน หรือน้ำหนักของวัตถุ หน่วยเป็นนิวตัน (N)

P คือ ระยะห่างของ 1 ช่วงเกลียว (m)

R คือ รัศมีของการหมุน (m)

ตัวอย่าง ปากกาตัวหนึ่งแกนเกลียวมีระยะห่างของเกลียว 5 มิลลิเมตร ส่วนด้ามือหมุนปากกามีรัศมี 220 มิลลิเมตร จากจุดศูนย์กลางแกนเกลียว ออกแรงหมุน 50 นิวตัน จงหาแรงต้านทาน

วิธีทำ โจทย์กำหนด P = 0.005 m, R = 0.220 m, E = 50 N, W =?

คำนวณจากสมการ $(W)(P) = (E)(2\pi R)$

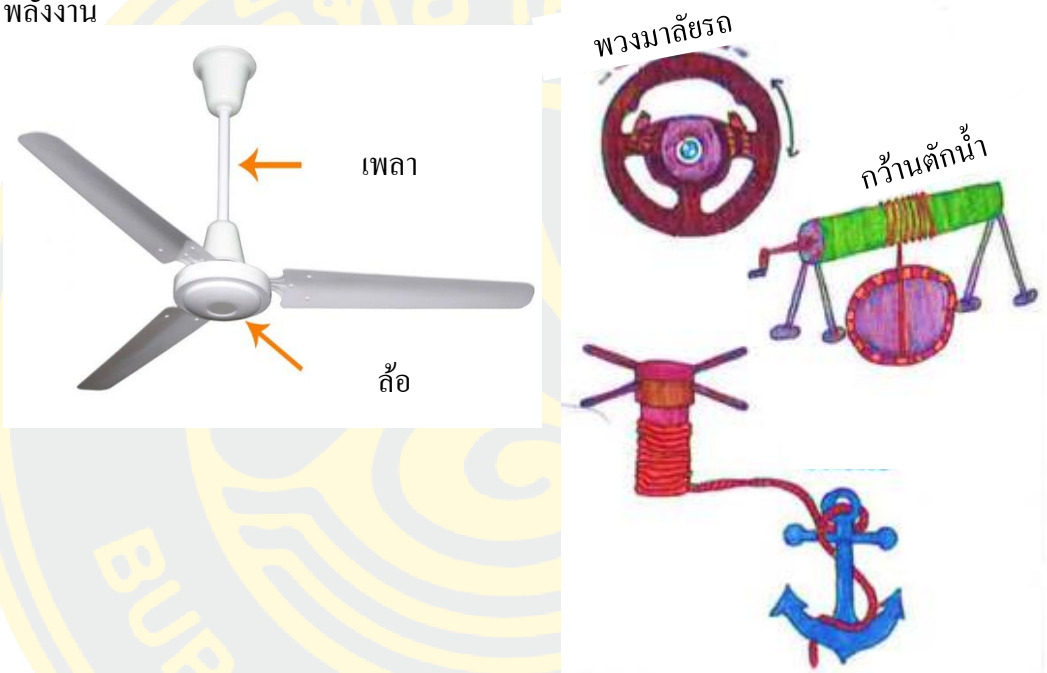
$$W = \frac{(E)(2\pi R)}{P}$$

$$= \frac{(50)(2)(3.14)(0.220)}{0.005}$$

$$= 13{,}816 \text{ N}$$

ดังนั้นแรงต้านทานมีค่าเท่ากับ 13,816 นิวตัน

3.6 ล้อกับเพลา คือ เครื่องกลที่ช่วยผ่อนแรง ประกอบด้วยวัตถุทรงกระบอก 2 ชิ้นติดกัน วัตถุชิ้นใหญ่เรียกว่า ล้อ วัตถุชิ้นเล็กเรียกว่า เพลา ใช้เชือก 2 เส้นสำหรับพันรอบล้อเส้นหนึ่ง และอีกเส้นหนึ่งพันรอบเพลาโดยพันไปคนละทางกัน ให้ปลายข้างหนึ่งของเชือกที่พันรอบเพลาผูกติดกับวัตถุ ส่วนปลายอีกข้างหนึ่งของเชือกที่พันรอบล้อใช้สำหรับออกแรงดึง ดังรูปที่ 10 ถ้าไม่มีการสูญเสียพลังงานจะได้ว่างานที่ให้กับล้อเท่ากับงานที่ได้จากเพลา ซึ่งเป็นไปตามกฎการอนุรักษ์พลังงาน



รูปที่ 10 ล้อกับเพลา ประกอบด้วยวัตถุทรงกระบอก 2 ชิ้นติดกัน

คำนวณจากสมการ $(E)(R) = (W)(r)$

เมื่อ E คือ แรงพยายาม หรือแรงดึง หน่วยเป็นนิวตัน (N)

W คือ แรงต้านทาน หรือน้ำหนักของวัตถุ หน่วยเป็นนิวตัน (N)

R คือ รัศมีของล้อ (m)

R คือ รัศมีของเพลา (m)

ตัวอย่าง กว้านยกน้ำหนักมีเพลาขนาด 30 เซนติเมตร มือหมุนยาว 40 เซนติเมตร ยกของหนัก 50 กิโลกรัม ต้องออกแรงหมุนกี่นิวตัน

<u>วิธีทำ</u> โจทย์กำหนด R = 0.4 m, r = 0.3 m, W = 500 N, E =?

คำนวณจากสมการ (E)(R) = (W)(r)

$$E = \frac{(W)(r)}{R}$$

$$= \frac{(500)(0.3)}{0.4}$$

$$= 367.5 \text{ N}$$

ดังนั้นออกแรงหมุนมีค่าเท่ากับ 367.5 นิวตัน

ใบกิจกรรม เรื่อง เครื่องกล

กลุ่มที่.....

สมาชิกในกลุ่ม 1).....ห้อง.....เลขที่.....

2).....ห้อง.....เลขที่.....

3).....ห้อง.....เลขที่.....

4).....ห้อง.....เลขที่.....

5).....ห้อง.....เลขที่.....

6).....ห้อง.....เลขที่.....

7).....ห้อง.....เลขที่.....

<u>คำชี้แจง</u> ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

1. ประสิทธิภาพของเครื่องกลอย่างง่ายคืออะไร สามารถหาได้อย่างไร

……

……

……

……

……

2. การได้เปรียบเชิงกลของเครื่องกลอย่างง่ายสามารถหาได้อย่างไร

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

3. จงบอกความหมายของเครื่องกล

……

……

……

……

……

……

……

……

4. ให้นักเรียนสรุปความรู้ที่ได้จากการที่เพื่อนอภิปรายหน้าชั้นเรียนลงในตาราง

หัวข้อ	**สรุป**
รอก	

หัวข้อ	สรุป
คาน	
พื้นเอียง	

หัวข้อ	สรุป
ลิ่ม	
สกรู	

หัวข้อ	สรุป
ล้อกับเพลา	

มหาวิทยาลัยบูรพา BURAPHA UNIVERSITY

ใบงาน เรื่อง เครื่องกล

ชื่อ – สกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

<u>คำชี้แจง</u> ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

1. ประสิทธิภาพของเครื่องกลและการได้เปรียบเชิงกลของเครื่องกลแตกต่างกันอย่างไร

.....

.....

.....

2. เครื่องกลอย่างง่ายประกอบด้วยอะไรบ้าง

.....

.....

3. ค่าของการได้เปรียบเชิงกลของเครื่องกลสามารถบอกอะไรบ้าง จงอธิบายอย่างละเอียด

.....

.....

.....

.....

4. ค่าการได้เปรียบเชิงกลของรอกเดี่ยวตายตัวกับรอกเดี่ยวเคลื่อนที่เหมือนกันหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

5. ถ้านักเรียนต้องการเคลื่อนย้ายวัตถุขนาดใหญ่ขึ้นที่สูง จะเคลื่อนย้ายขึ้นไปโดยออกแรงน้อยที่สุดได้อย่างไร

.....

.....

.....

6. ที่ตัดเล็บ มีด ไม้กวาด กรรไกรตัดหญ้า อุปกรณ์หรือเครื่องมือ เหล่านี้ เป็นเครื่องกลอย่างง่าย หรือไม่ ถ้าเป็นจัดอยู่ในประเภทใด

……

……

……

……

……

7. ยกตัวอย่างเครื่องกลอย่างง่ายที่เคยใช้ หรือใช้เป็นประจำในชีวิตประจำวันมา 3 อย่าง พร้อม หลักการ

……

……

……

……

……

……

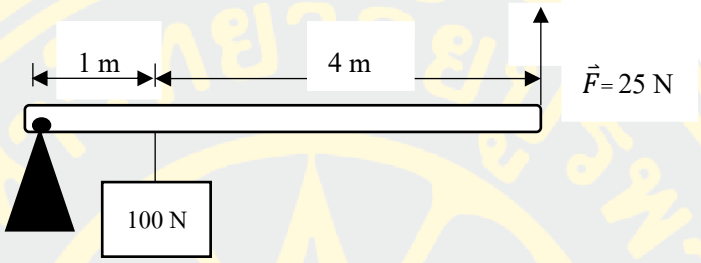
……

แบบฝึกหัด เรื่อง เครื่องกล

ชื่อ – สกุล……ชั้น……เลขที่……

คำชี้แจง : จงแสดงวิธีคำนวณจากโจทย์ที่กำหนดให้ต่อไปนี้

1. จากรูป



ก. จงหาการได้เปรียบเชิงกลของคานเบา

……

……

……

……

……

……

……

ข. คานมีประสิทธิภาพเท่าใด

……

……

……

……

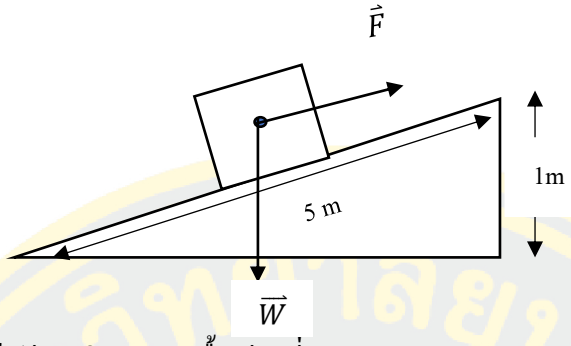
……

……

……

……

2. จากรูป



ก. จงหาการได้เปรียบเชิงกลของพื้นเอียงที่ยาว 5 เมตร สูง 1 เมตร

……

……

……

……

……

……

……

……

ข. ถ้าวัตถุมีน้ำหนัก 200 นิวตัน ถูกแรง $\vec{F}$ ขนาด 50 นิวตันกระทำให้เคลื่อนที่ไปตามพื้นเอียง จงหาประสิทธิภาพของพื้นเอียง

……

……

……

……

……

……

……

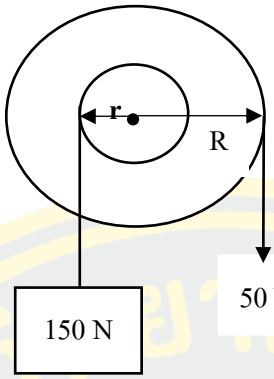
……

……

……

……

3. จากรูป



ก. จงหาการได้เปรียบเชิงกลของล้อกับเพลา

……

……

……

……

……

……

……

……

……

ข. ถ้าล้อกับเพลาไม่มีความฝืด และล้อมีรัศมี 0.3 เมตร เพลามีรัศมีเท่าใด

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

(เฉลย) ใบกิจกรรม เรื่อง เครื่องกล

กลุ่มที่.....

สมาชิกในกลุ่ม 1).....ห้อง.....เลขที่.....

2).....ห้อง.....เลขที่.....

3).....ห้อง.....เลขที่.....

4).....ห้อง.....เลขที่.....

5).....ห้อง.....เลขที่.....

6).....ห้อง.....เลขที่.....

7).....ห้อง.....เลขที่.....

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

1. ประสิทธิภาพของเครื่องกลอย่างง่ายคืออะไร สามารถหาได้อย่างไร

ประสิทธิภาพของเครื่องกล (efficiency of machines; Eff) เป็นความสามารถในการทำงานของเครื่องกล โดยเครื่องกลที่มีประสิทธิภาพการทำงานสูงย่อมดีกว่าเครื่องกลประเภทเดียวกันที่มีประสิทธิภาพการทำงานต่ำกว่า โดยหาได้จากสมการต่อไปนี้

ประสิทธิภาพของเครื่องกล = (งานที่ได้รับจากเครื่องกล / งานที่ให้กับเครื่องกล) ×100%

ในทางอุดมคติการถ่ายโอนพลังงานจะไม่มีการสูญเสียพลังงาน แต่ในทางปฏิบัตินั้นจะมีการสูญเสียพลังงานไปบ้าง ประสิทธิภาพของเครื่องกลหรือเครื่องใช้ไฟฟ้าต่าง ๆ จึงมีประสิทธิภาพน้อยกว่า 1 หรือน้อยกว่า 100 เปอร์เซ็นต์

2. การได้เปรียบเชิงกลของเครื่องกลอย่างง่ายสามารถหาได้อย่างไร

การได้เปรียบเชิงกลของเครื่องกล*สามารถหาได้จากอัตราส่วนระหว่างขนาดของแรงที่ได้จากเครื่องกล (F_{out}) ต่อขนาดของแรงที่ให้กับเครื่องกล (F_{in}) บ่งบอกว่าเครื่องกลชนิดนี้ช่วยผ่อนแรงได้มากน้อยแค่ไหน ซึ่งสามารถเขียนเป็นสมการแสดงความสัมพันธ์ได้ดังนี้*

$$M.A. = F_{out} / F_{in}$$

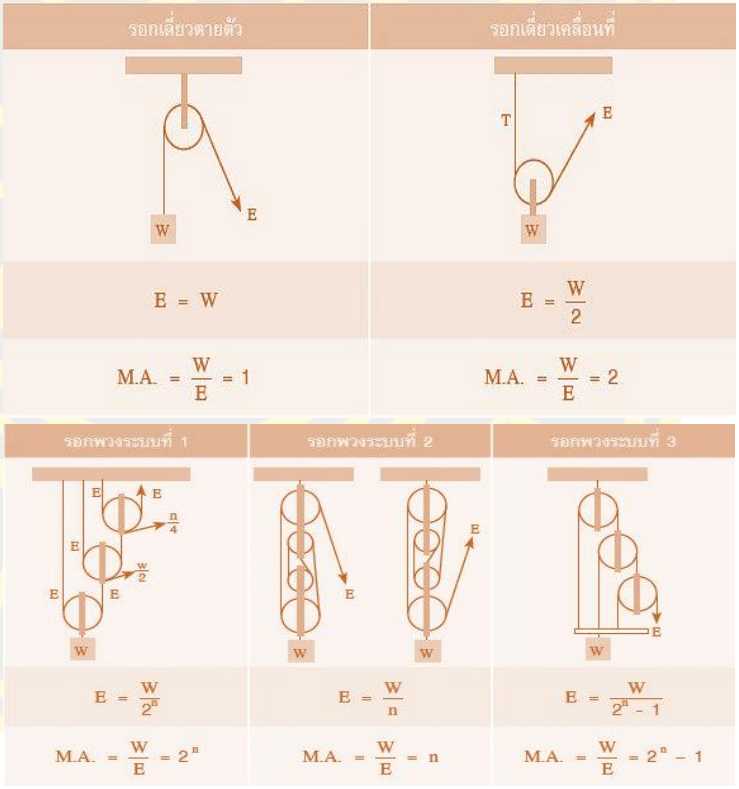
หรือหาได้จากอัตราส่วนระหว่างระยะทางที่เราออกแรงทำงาน (S_{in}) ต่อระยะทางของงานที่ได้หรือ (S_{out}) ซึ่งสามารถเขียนเป็นสมการแสดงความสัมพันธ์ได้ดังนี้

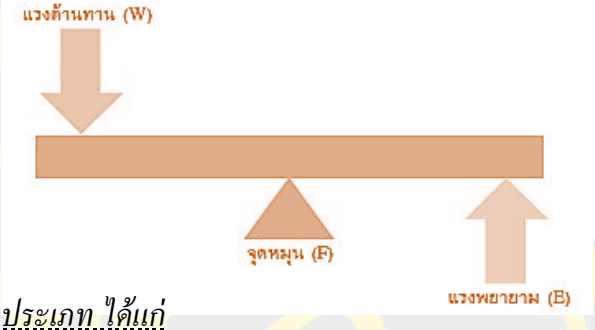
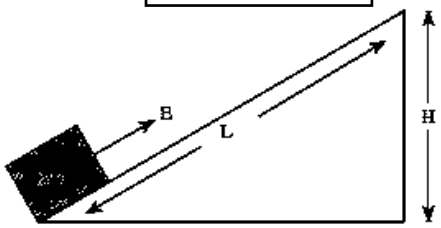
$$M.A. = S_{in} / S_{out}$$

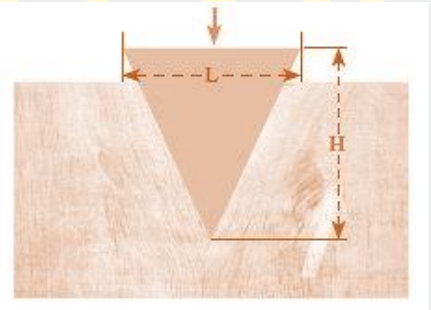
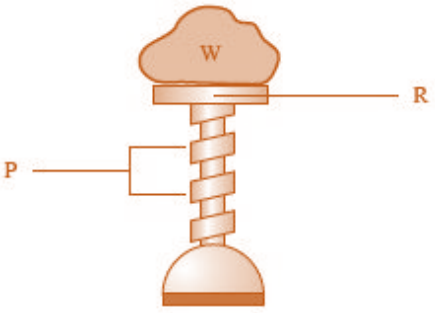
3. จงบอกความหมายของเครื่องกล

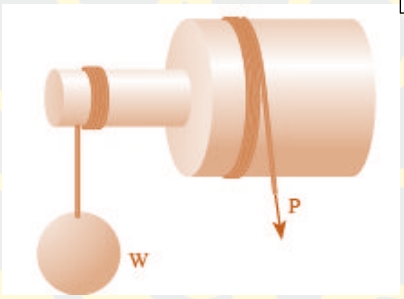
เครื่องกลเป็นอุปกรณ์ที่ช่วยให้ทำงานสะดวกขึ้น หรือช่วยผ่อนแรงในการทำงาน เช่น งานในการยกของหนัก เครื่องกลจะช่วยยกโดยใช้แรงที่ยกน้อยลง เป็นต้น

4. ให้นักเรียนสรุปความรู้ที่ได้จากการที่เพื่อนอภิปรายหน้าชั้นเรียนลงในตาราง

หัวข้อ	สรุป
รอก	*รอก คือ เครื่องกลที่ช่วยอำนวยความสะดวกหรือช่วยผ่อนแรงในการทำงาน แบ่งได้ 2 ระบบ คือ ระบบรอกเดี่ยวและระบบรอกพวง* 

หัวข้อ	สรุป
คาน	คาน คือ เครื่องกลชนิดหนึ่งที่มีลักษณะแข็ง เป็นแท่งยาว ใช้ดีดหรืองัดวัตถุให้เคลื่อนที่รอบจุดหมุน มี 3 ส่วน ประกอบด้วย แรงพยายาม (E) แรงต้านทาน (W) และจุดหมุน (F)  คานมี 3 ประเภท ได้แก่ - คานอันดับที่ 1 เป็นคานที่มีจุดหมุนอยู่ระหว่างแรงพยายามและแรงต้านทาน - คานอันดับที่ 2 เป็นคานที่มีแรงต้านทานอยู่ระหว่างแรงพยายามและจุดหมุน - คานอันดับที่ 3 เป็นคานที่มีแรงพยายามอยู่ระหว่างจุดหมุนและแรงต้านทาน
พื้นเอียง	พื้นเอียง คือ เครื่องกลที่ช่วยอำนวยความสะดวกและช่วยผ่อนแรงในการขนย้ายสิ่งของขึ้นหรือลงจากยานพาหนะ มีลักษณะเป็นไม้กระดานยาวเรียบใช้สำหรับพาดบนที่สูงเพื่อขนย้ายวัตถุขึ้นสู่ที่สูงโดยการลากหรือการผลัก ดังภาพ สามารถแสดงการคำนวณได้ ดังสมการ $E \times L = W \times H$ $M.A. = \frac{L}{H}$ 

หัวข้อ	สรุป
ลิ่ม	ลิ่ม คือ เครื่องกลที่ช่วยผ่อนแรง มีลักษณะคล้ายขวาน ใช้สำหรับตอกลงในเนื้อวัตถุเพื่อให้เนื้อวัตถุแยกออกจากกัน ดังภาพ สามารถแสดงการคำนวณได้ ดังสมการ $E \times H = W \times L$ $M.A. = \frac{W}{E} \chi \frac{H}{L}$ 
สกรู	สกรู คือ เครื่องกลที่ช่วยผ่อนแรง มีลักษณะคล้ายบันไดเวียนวนรอบแกนอันหนึ่งใช้สำหรับยกวัตถุหนัก ๆ ขึ้นสูง ๆ โดยแรงพยายามเคลื่อนที่เป็นวงกลม ขณะที่แรงต้านทานเคลื่อนที่ขึ้นลงในแนวดิ่ง ดังภาพ สามารถแสดงการคำนวณได้ ดังสมการ E x 2πR = W x P $M.A. = \frac{W}{E} \chi \frac{2\pi R}{P}$ 

หัวข้อ	สรุป
ล้อกับเพลา	*ล้อกับเพลา คือ เครื่องกลที่ช่วยผ่อนแรง ประกอบด้วยวัตถุทรงกระบอก 2 ชิ้นติดกัน วัตถุชิ้นใหญ่เรียกว่าล้อ วัตถุชิ้นเล็กเรียกว่าเพลา ใช้เชือก 2 เส้น สำหรับพันรอบล้อเส้นหนึ่ง และอีกเส้นหนึ่งพันรอบเพลา โดยพันไปคนละทางกัน ให้ปลายข้างหนึ่งของเชือกที่พันรอบเพลาผูกติดกับวัตถุ ส่วนปลายอีกข้างหนึ่งของเชือกที่พันรอบล้อใช้สำหรับออกแรงดึง ดังภาพ สามารถแสดงการคำนวณได้ ดังสมการ* E x 2πR = W x 2πr  M.A. = $\frac{W}{E} \chi \frac{R}{r}$

(เฉลย) ใบงาน เรื่อง เครื่องกล

ชื่อ – สกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

<u>คำชี้แจง</u> ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

1. ประสิทธิภาพของเครื่องกลและการได้เปรียบเชิงกลของเครื่องกลแตกต่างกันอย่างไร

ประสิทธิภาพของเครื่องกลเป็นการเปรียบเทียบงานที่ได้จากเครื่องกลต่องานที่ทำให้แก่เครื่องกล ส่วนการได้เปรียบเชิงกลเป็นการเปรียบเทียบแรงที่ได้จากเครื่องกลต่อแรงที่ใส่ให้เครื่องกล

2. เครื่องกลอย่างง่ายประกอบด้วยอะไรบ้าง

เครื่องกลอย่างง่าย มีทั้งหมด 6 ประเภท ประกอบด้วย คาน รอก พื้นเอียง ลิ่ม สกรู และล้อกับเพลา

3. ค่าของการได้เปรียบเชิงกลของเครื่องกลสามารถบอกอะไรบ้าง จงอธิบายอย่างละเอียด

ถ้าค่าการได้เปรียบเชิงกลเท่ากับ 1 แสดงว่าเครื่องกลนี้ไม่ช่วยผ่อนแรงแต่ช่วยอำนวยความสะดวก
ถ้าค่าการได้เปรียบเชิงกลมีค่ามากกว่า 1 แสดงว่าเครื่องกลนี้ช่วยผ่อนแรง
ถ้าค่าการได้เปรียบเชิงกลมีค่าน้อยกว่า 1 แสดงว่าเครื่องกลนี้ไม่ช่วยผ่อนแรง

4. ค่าการได้เปรียบเชิงกลของรอกเดี่ยวตายตัวกับรอกเดี่ยวเคลื่อนที่เหมือนกันหรือไม่ อย่างไร

ไม่เหมือนกัน ถ้าเป็นรอกเดียวตายตัวจะมีค่าได้เปรียบเชิงกลเท่ากับ 1 แต่ถ้าเป็นรอกเดี่ยวเคลื่อนที่จะมีค่าได้เปรียบเชิงกลเท่ากับ 2

5. ถ้านักเรียนต้องการเคลื่อนย้ายวัตถุขนาดใหญ่ขึ้นที่สูง จะเคลื่อนย้ายขึ้นไปโดยออกแรงน้อยที่สุดได้อย่างไร

ใช้ระบบรอกเข้ามาช่วยยก โดยหลักการของรอกเดี่ยวเคลื่อนที่ ถ้าไม่มีการสูญเสียพลังงานซึ่งเป็นไปตามกฎการอนุรักษ์พลังงาน นั่นคือ ออกแรงเพียงครึ่งหนึ่งของน้ำหนักวัตถุเท่านั้น

6. ที่ตัดเล็บ มีด ไม้กวาด กรรไกรตัดหญ้า อุปกรณ์หรือเครื่องมือเหล่านี้เป็นเครื่องกลอย่างง่ายหรือไม่ ถ้าเป็นจัดอยู่ในประเภทใด

ที่ตัดเล็บเป็นเครื่องกลอย่างง่ายประเภทคาน มีดเป็นเครื่องกลอย่างง่ายประเภทลิ่ม ไม้กวาดเป็นเครื่องกลอย่างง่ายประเภทคาน และกรรไกรตัดหญ้าเป็นเครื่องกลอย่างง่ายประเภทคาน

7. ยกตัวอย่างเครื่องกลอย่างง่ายที่เคยใช้ หรือใช้เป็นประจำในชีวิตประจำวันมา 3 อย่าง พร้อมหลักการ

1. บันได จัดเป็นเครื่องกลอย่างง่ายประเภทพื้นเอียง

2. มีดมีคมและของแหลม เช่น มีดที่ใช้ในการทำอาหาร อาวุธปลายแหลมสำหรับล่าสัตว์ เป็นเครื่องกลอย่างง่ายประเภทลิ่ม

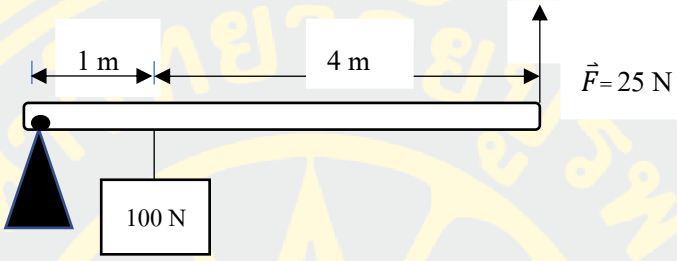
3. ยานพาหนะ เช่น รถจักรยานที่มีระบบเกียร์ ซึ่งเป็นเครื่องกลอย่างง่ายประเภทล้อกับเพลา

(เฉลย) แบบฝึกหัด เรื่อง เครื่องกล

ชื่อ – สกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

คำชี้แจง : จงแสดงวิธีคำนวณจากโจทย์ที่กำหนดให้ต่อไปนี้

1. จากรูป



ก. จงหาการได้เปรียบเชิงกลของคานเบา

วิธีทำ *ให้ r เป็นระยะจากตำแหน่งที่ออกแรงพยายามไปถึงจุดหมุน และ R เป็นระยะจากตำแหน่งที่มีแรงต้านกระทำต่อคานไปถึงจุดหมุน*

จะได้ว่า การได้เปรียบเชิงกลของคาน $M.A. = \frac{R}{r}$

$= \frac{5}{1}$

$= 5$

ตอบ *การได้เปรียบเชิงกลของคานเท่ากับ 5*

ข. คานมีประสิทธิภาพเท่าใด

วิธีทำ *ประสิทธิภาพของเครื่องกล* $= \frac{\text{งานที่ได้รับจากเครื่องกล}}{\text{งานที่ให้กับเครื่องกล}}$

งานที่ได้รับจากเครื่องกล $W_{out} = (100N)(1m) = 100\ J$

งานที่ให้กับเครื่องกล $W_{in} = (25N)(5m) = 125J$

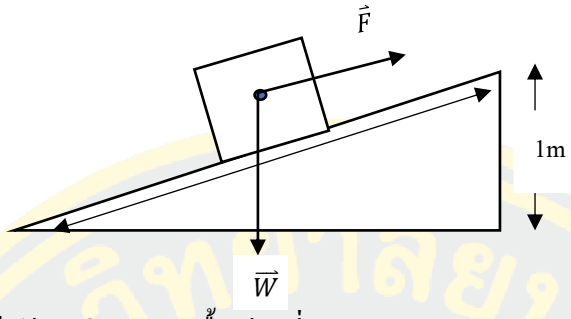
ดังนั้น

ประสิทธิภาพของคาน $= \frac{100}{125} \times 100\%$

$= 80\ \%$

ตอบ *คานมีประสิทธิภาพ 80 %*

2. จากรูป



ก. จงหาการได้เปรียบเชิงกลของพื้นเอียงที่ยาว 5 เมตร สูง 1 เมตร

วิธีทำ *ให้ L เป็นระยะตามแนวพื้นเอียง และ H เป็นความสูงของพื้นเอียง*

การได้เปรียบเชิงกลของพื้นเอียง $M.A. = \frac{L}{H}$

$= \frac{5}{1}$

$= 5$

ตอบ *การได้เปรียบเชิงกลของพื้นเอียงนี้เท่ากับ 5*

ข. ถ้าวัตถุมีน้ำหนัก 200 นิวตัน ถูกแรง $\vec{F}$ ขนาด 50 นิวตันกระทำให้เคลื่อนที่ไปตามพื้นเอียง จงหาประสิทธิภาพของพื้นเอียง

วิธีทำ *ประสิทธิภาพของเครื่องกล* $= \frac{\text{งานที่ได้รับจากเครื่องกล}}{\text{งานที่ให้กับเครื่องกล}}$

งานที่ได้รับจากเครื่องกล $W_{out} = (200N)(1m) = 200\ J$

งานที่ให้กับเครื่องกล $W_{in} = (50N)(5m) = 250\ J$

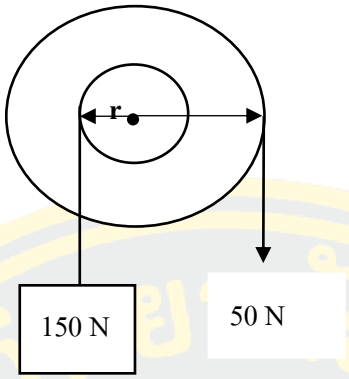
ดังนั้น

ประสิทธิภาพของพื้นเอียง $= \frac{200}{250} \times 100\%$

$= 80\%$

ตอบ *ประสิทธิภาพของพื้นเอียงเท่ากับ 80%*

3. จากรูป



ก. จงหาการได้เปรียบเชิงกลของล้อกับเพลา

วิธีทำ *ให้ F_1 เป็นแรงที่ให้กับล้อ และ F_2 เป็นแรงต้านของวัตถุ*

การได้เปรียบเชิงกลของล้อกับเพลา $M.A. = \frac{F_2}{F_1}$

$= \frac{150\ N}{50\ N}$

$= 3$

ตอบ *การได้เปรียบเชิงกลของล้อกับเพลาชุดนี้ 3*

ข. ถ้าล้อกับเพลาไม่มีความฝืด และล้อมีรัศมี 0.3 เมตร เพลามีรัศมีเท่าใด

วิธีทำ *ถ้าล้อไม่มีความฝืด สามารถพิจารณาได้ว่า* $\frac{F_2}{F_1} = \frac{R}{r}$

โดย $\overrightarrow{F_2}$ เป็นน้ำหนักของวัตถุ $\overrightarrow{F_1}$ เป็นแรงที่ให้กับล้อ R เป็นรัศมีของล้อ และ r เป็นรัศมีของเพลา

แทนค่า จะได้

$\frac{150N}{50N} = \frac{0.3\ m}{r}$

$r = 0.1\ m$

ตอบ *เพลามีรัศมี 0.1 เมตร*

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์
เรื่อง งานและพลังงาน

ชื่อ-นามสกุล……เลขที่……..ชั้น……..

วิชาฟิสิกส์ 2 (รหัสวิชา ว 31202)

คำชี้แจง

1. ข้อสอบเป็นแบบปรนัย จำนวน 30 ข้อ
2. ให้นักเรียนเขียนชื่อ – นามสกุล ชั้น เลขที่ ลงในกระดาษคำตอบให้ชัดเจน
3. ข้อสอบเป็นชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ให้นักเรียนเลือกตอบข้อที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว และให้นักเรียนทำเครื่องหมาย (X) ทับตัวเลือก ก ข ค และ ง เพียงข้อเดียวให้ตรงกับตัวเลือกที่ต้องการลงในกระดาษคำตอบ
4. ห้ามนำข้อสอบและกระดาษคำตอบออกจากห้องสอบ
5. ใช้เวลาในการทำข้อสอบ 50 นาที

****

1. งานทางฟิสิกส์มีความหมายตรงกับข้อใด

ก. ผลคูณระหว่างขนาดของแรงและขนาดการกระจัดตามแนวแรง

ข. ผลต่างระหว่างขนาดของแรงและขนาดการกระจัดตามแนวแรง

ค. ผลคูณระหว่างขนาดของแรงและขนาดระยะทางตามแนวแรง

ง. ผลต่างระหว่างขนาดของแรงและขนาดระยะทางตามแนวแรง

2. กรณีในข้อใดต่อไปนี้ไม่เกิดงานในความหมายทางฟิสิกส์

ก. ยกของจากพื้นขึ้นไปไว้บนโต๊ะ

ข. เดินจากชั้นล่างขึ้นชั้นบน

ค. กรรมกรเดินแบกกระสอบข้าวสารไปตามถนนราบ

ง. เข็นรถให้เคลื่อนที่ไปข้างหน้า

3. ถ้ามาลีออกแรงเพิ่มขึ้นสม่ำเสมอจาก 0 ถึง 10 นิวตัน ทำให้วัตถุเคลื่อนที่ไปตามแนวแรงนั้นได้ระยะทาง 10 เมตร จะได้งานกี่จูล

ก. 15 จูล

ข. 30 จูล

ค. 46 จูล

ง. 50 จูล

4. งานในข้อใดต่อไปนี้อธิบายถึงความหมายของงานที่มีค่าเป็นลบได้ชัดเจนมากที่สุด

ก. งานในการยกวัตถุขึ้น

ข. งานในการยกวัตถุลง

ค. งานในการยกวัตถุเดินไปตามพื้นราบ

ง. งานเนื่องจากแรงโน้มถ่วง เมื่อวัตถุตกอย่างอิสระ

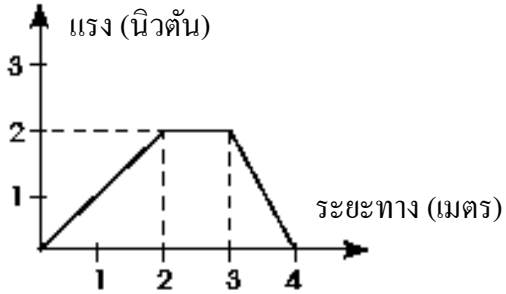
5. จากภาพ เป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ งานทั้งหมดที่กระทำในช่วงระยะทางการเคลื่อนที่จาก 0 ถึง 4 เมตร จะมีขนาดเท่าใด

ก. 0 จูล

ข. 5 จูล

ค. 10 จูล

ง. 20 จูล



6. ข้อใดต่อไปนี้คือความหมายของกำลัง

ก. ผลคูณของแรงกับระยะทาง ค. ปริมาณงานที่ทำได้ในเวลาทั้งหมด

ข. ปริมาณแรงที่ใช้ในหนึ่งหน่วยเวลา ง. ปริมาณงานที่ทำได้ในหนึ่งหน่วยเวลา

7. ข้อใดต่อไปนี้สรุปถูกเกี่ยวกับกำลัง

ก. เวลาแปรผันตรงกับกำลัง ค. งานที่เกิดขึ้นแปรผันตรงกับกำลัง

ข. แรงที่กระทำแปรผกผันกับกำลัง ง. น้ำหนักของวัตถุแปรผันตรงกับกำลัง

8. นักกายกรรมหนัก 750 นิวตัน ไต่เชือกด้วยความเร็วคงตัว ซึ่งสูง 5 เมตร ในเวลา 25 วินาที จงหากำลังที่นักกายกรรมใช้ในการไต่เชือก

ก. 150 วัตต์ ข. 300 วัตต์ ค. 450 วัตต์ ง. 500 วัตต์

9. พลังงานจลน์ของวัตถุจะมีค่ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณใด

ก. น้ำหนักของวัตถุ

ข. ความเร็วของวัตถุยกกำลังสอง

ค. ขนาดของแรงที่กระทำต่อวัตถุ

ง. ความสูงจากตำแหน่งอ้างอิงไปยังวัตถุ

10. รถยนต์คันหนึ่งมีมวล 1 ตัน แล่นไปบนถนนด้วยความเร็ว 10 เมตรต่อวินาที จงหาพลังงานจลน์ของรถยนต์คันนี้

ก. 10,000 จูล ข. 30,000 จูล ค. 50,000 จูล ง. 70,000 จูล

11. จากการทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานจลน์ ข้อใดสรุปถูกต้อง

ก. งานของแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุทำให้เกิดพลังงานจลน์

ข. งานของแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุทำให้พลังงานจลน์ของวัตถุเพิ่มขึ้น

ค. งานของแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุทำให้พลังงานจลน์ของวัตถุลดลง

ง. งานของแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุมีค่าเท่ากับพลังงานจลน์ที่เปลี่ยนไป

12. กล่องใบหนึ่งมีมวล 2 กิโลกรัม ไถลบนพื้นราบด้วยความเร็วต้น 2 เมตรต่อวินาที เมื่อไถลไปได้ไกล 1 เมตรก็หยุดนิ่ง แรงเสียดทานที่พื้นกระทำต่อกล่องในช่วงการเคลื่อนที่จนหยุดนิ่งเป็นเท่าใด

ก. 1 จูล ข. 2 จูล ค. 3 จูล ง. 4 จูล

13. ข้อใดกล่าวถึงพลังงานศักย์โน้มถ่วง ได้ถูกต้องที่สุด

ก. พลังงานสะสมของวัตถุที่มีความสูงจากระดับอ้างอิง

ข. พลังงานศักย์โน้มถ่วงจะมีค่ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความสูงของวัตถุจากระดับอ้างอิง

ค. พลังงานศักย์โน้มถ่วงจะมีค่ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับมวลของวัตถุ

ง. พลังงานศักย์โน้มถ่วงขึ้นอยู่กับมวลของวัตถุ และความสูงจากระดับอ้างอิง

14. ลูกมะพร้าวมวล 2 กิโลกรัม อยู่บนต้นสูง 5 เมตร พลังงานศักย์โน้มถ่วงของลูกมะพร้าวมีค่าเท่าใด

ก. 10 จูล ข. 50 จูล ค. 100 จูล ง. 200 จูล

15. งานของแรงลัพธ์และพลังงานศักย์โน้มถ่วงมีความสัมพันธ์กันอย่างไร

ก. งานที่เกิดจากแรงลัพธ์มีค่ามาก ส่งผลให้วัตถุมีพลังงานศักย์โน้มถ่วงมาก

ข. งานที่เกิดจากแรงลัพธ์มีค่าน้อย ส่งผลให้วัตถุมีพลังงานศักย์โน้มถ่วงมาก

ค. งานที่เกิดจากแรงลัพธ์มีค่ามาก ส่งผลให้วัตถุมีพลังงานศักย์โน้มถ่วงน้อย

ง. งานที่เกิดจากแรงลัพธ์ไม่ได้ส่งผลต่อพลังงานศักย์โน้มถ่วง

16. ข้อใดกล่าวผิดเกี่ยวกับพลังงานศักย์ยืดหยุ่น

ก. พลังงานศักย์ยืดหยุ่นเป็นพลังงานที่สะสมในวัตถุที่มีความยืดหยุ่น

ข. พลังงานศักย์ยืดหยุ่นจะมีค่ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับขนาดแรงที่ดึงสปริง

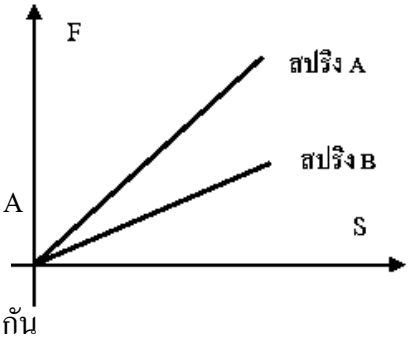
ค. วัตถุที่มีความยืดหยุ่นจะมีพลังงานศักย์ยืดหยุ่นสะสมอยู่ภายในตลอดเวลา

ง. ไม่มีข้อใดกล่าวผิด

17. สปริงตัวหนึ่ง เมื่อแขวนด้วยวัตถุมวล 2 กิโลกรัม ยืดออก 5 เซนติเมตร ค่านิจของสปริงมีค่าเท่าใด

ก. 100 N/m ข. 200 N/m ค. 300 N/m ง. 400 N/m

18. จากรูปเมื่อยืดสปริงสองเส้น ปรากฏว่าความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับระยะทางที่สปริงยืดออกเป็นดังกราฟด้านล่าง นักเรียนคิดว่าข้อใดกล่าวถูกต้อง



ก. ค่านิจของสปริง A มากกว่า B

ข. เมื่อออกแรงเท่าๆ กัน สปริง A ยืดได้มากกว่าสปริง B

ค. เมื่อดึงสปริงออกเป็นระยะเท่าๆ กัน พลังงานศักย์ของสปริง A น้อยกว่าสปริง B

ง. เมื่อออกแรงเท่าๆ กัน พลังงานศักย์ของสปริงทั้งสองมีค่าเท่ากัน

19. เมื่อวัตถุตกลงมาจากที่สูงจนกระทบพื้น ข้อใดกล่าวถูกต้อง

ก. ผลรวมของพลังงานจลน์และพลังงานศักย์ทุกตำแหน่งมีค่าเท่ากัน

ข. พลังงานจลน์ที่ลดลงเปลี่ยนเป็นพลังงานศักย์ที่เพิ่มขึ้น

ค. พลังงานศักย์มีค่าสูงสุดเมื่อวัตถุตกถึงพื้น

ง. กล่าวถูกต้องทุกข้อ

20. มวล A ขนาด 10 กิโลกรัม อยู่สูงจากพื้นโลก 1 เมตร กับมวล B ขนาด 5 กิโลกรัม อยู่สูงจากพื้นโลก 1.5 เมตร อัตราส่วนของพลังงานศักย์ของ A และ B เป็นเท่าไร

ก. 4:3 ข. 3:4 ค. 1:2 ง. 2:1

21. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับกฎการอนุรักษ์พลังงาน

ก. พลังงานรวมของมวลมีค่าคงที่ ถ้ามีแรงภายนอกมากระทำ

ข. พลังงานไม่มีการสูญหาย แต่มีการเปลี่ยนรูปแบบของพลังงาน

ค. พลังงานไม่สามารถเปลี่ยนเป็นงานเนื่องจากแรงเสียดทาน

ง. ข้อ ก. และ ข. กล่าวถูกต้อง

22. แรงเสียดทานเป็นแรงไม่อนุรักษ์เพราะเหตุใด

ก. แรงเสียดทานไม่ขึ้นอยู่กับเส้นทางที่วัตถุเคลื่อนที่

ข. แรงเสียดทานขึ้นอยู่กับเส้นทางที่วัตถุเคลื่อนที่

ค. แรงเสียดทานเป็นแรงที่ทำให้งานที่ทำในเส้นทางปิดมีค่าเท่ากับ 0

ง. ข้อ ก. และ ค. กล่าวถูกต้อง

23. ในการยิงหนังสะติ๊ก เมื่อดึงหนังสะติ๊กให้ยืดออกเพื่อปล่อยกระสุนมีการเปลี่ยนแปลงเกี่ยวกับงานและพลังงานอย่างไรตามกฎอนุรักษ์พลังงาน

1) งานเปลี่ยนเป็นพลังงานจลน์

2) งานเปลี่ยนพลังงานศักย์ยืดหยุ่น

3) พลังงานศักย์ยืดหยุ่นเปลี่ยนเป็นพลังงานจลน์

ข้อใดถูกต้องและเป็นไปตามลำดับขั้นตอน

ก. ข้อ 1)

ข. ข้อ 1) และ 2)

ค. ข้อ 2) และ 3)

ง. ข้อ 1) และ 3)

24. เครื่องปรับอากาศ เป็นการใช้ประโยชน์จากการเปลี่ยนรูปพลังงานในข้อใด

ก. พลังงานกล --> พลังงานไฟฟ้า

ข. พลังงานความร้อน --> พลังงานไฟฟ้า

ค. พลังงานไฟฟ้า --> พลังงานความร้อน

ง. พลังงานไฟฟ้า --> พลังงานกล

25. ถ้าความเร็วต้นของน้ำที่ฉีดขึ้นในแนวดิ่งมีค่าเท่ากับ 8 เมตร/วินาที จงหาความสูงของน้ำที่พุ่งขึ้นไปในอากาศ

ก. 5.0 เมตร ข. 3.2 เมตร ค. 1.5 เมตร ง. 1.0 เมตร

26. เครื่องกลที่มีประสิทธิภาพ 65% มีความหมายตรงกับข้อใด

ก. เมื่อป้อนพลังงานเข้าไปให้ 65 จูล จะได้พลังงาน 35 จูล

ข. เมื่อป้อนพลังงานเข้าไปให้ 100 จูล จะได้พลังงาน 35 จูล

ค. เมื่อป้อนพลังงานเข้าไปให้ 35 จูล จะได้พลังงาน 65 จูล

ง. เมื่อป้อนพลังงานเข้าไปให้ 100 จูล จะได้พลังงาน 65 จูล

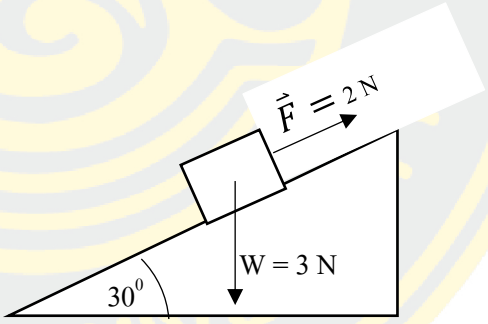
27. จงหาประสิทธิภาพของพื้นเอียง

ก. 35%

ข. 65%

ค. 75%

ง. 90%



28. ข้อใดหมายถึงหน้าที่ของเครื่องกล

ก. อนุรักษ์พลังงาน

ข. ถ่ายโอนหรือเปลี่ยนรูปพลังงาน

ค. ลดการใช้พลังงาน

ง. ผ่อนแรงหรืออำนวยความสะดวกในการทำงาน

29. เครื่องยนต์ที่มีการได้เปรียบเชิงกล = 0.9 หมายความว่าอย่างไร

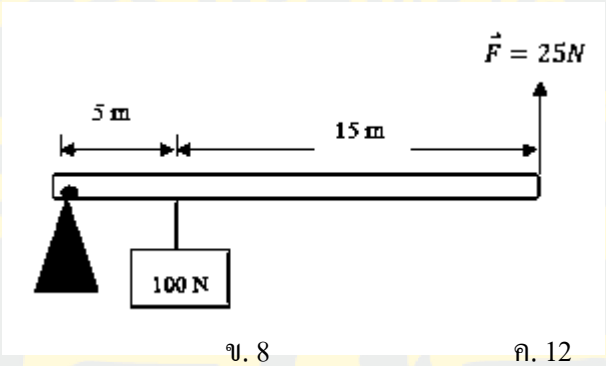
ก. เมื่อออกแรงพยายาม 1.0 เครื่องกลสามารถยกวัตถุหนัก 0.9 ได้

ข. เมื่อออกแรงพยายาม 0.9 เครื่องกลสามารถยกวัตถุหนัก 1.0 ได้

ค. เมื่อออกแรงพยายาม 0.9 เครื่องกลสามารถยกวัตถุหนัก 0.9 ได้

ง. เมื่อออกแรงพยายาม 0.9 เครื่องกลสามารถยกวัตถุหนัก 0.1 ได้

30. จงหาการได้เปรียบเชิงกลของคานเบา



ก. 4 ข. 8 ค. 12 ง. 16

เฉลยแบบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
เรื่อง งานและพลังงาน

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

แบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์
เรื่อง งานและพลังงาน

ชื่อ-นามสกุล……เลขที่……..ชั้น……..

วิชาฟิสิกส์ 2 (รหัสวิชา ว 31202)

คำชี้แจง

1. ข้อสอบเป็นแบบปรนัย จำนวน 20 ข้อ
2. ให้นักเรียนเขียนชื่อ – นามสกุล ชั้น เลขที่ ลงในกระดาษคำตอบให้ชัดเจน
3. ข้อสอบเป็นชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ให้นักเรียนเลือกตอบข้อที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว และให้นักเรียนทำเครื่องหมาย (X) ทับตัวเลือก ก ข ค และ ง เพียงข้อเดียวให้ตรงกับตัวเลือกที่ต้องการลงในกระดาษคำตอบ
4. ห้ามนำข้อสอบและกระดาษคำตอบออกจากห้องสอบ
5. ใช้เวลาในการทำข้อสอบ 50 นาที

****

ให้นักเรียนอ่านข้อความที่กำหนดให้แล้วตอบคำถามข้อ 1-2

เมื่อมนุษย์มีการกล่าวถึง งาน โดยทั่วไปในชีวิตประจำวันมักจะหมายถึง การประกอบอาชีพ หรือการกระทำภารกิจต่าง ๆ ที่ต้องใช้ความพยายามเพื่อรับค่าตอบแทน หรือ การใช้สมองในการที่ทำให้เกิดการกระทำนั้น ๆ ขึ้นมา เช่น การยกของขึ้นรถ การจัดทำเอกสาร การทำความสะอาดบ้าน ปัด กวาด เช็ด ถู แต่ความหมายของงานในวิชาฟิสิกส์จะมีความหมายแตกต่างไป เพราะงานในวิชาฟิสิกส์เกิดขึ้นเมื่อมีแรงมากระทำต่อวัตถุแล้ววัตถุมีการเคลื่อนที่ไปในทิศทางเดียวกับทิศของแรงที่มากระทำถือว่าแรงนั้นทำให้เกิดงาน แต่ถ้าแรงที่มากระทำมีทิศทางตั้งฉากกับทิศทางการเคลื่อนที่ของวัตถุถือว่าแรงนั้นไม่ทำให้เกิดงาน

1. เหตุผลใดคือเงื่อนไขสำคัญที่ทำให้เกิดงานทางฟิสิกส์
   ก. การได้รับค่าตอบแทน
   ข. การออกแรงกระทำกับวัตถุ
   ค. การเคลื่อนที่ของวัตถุ
   ง. การที่แรงมากระทำต่อวัตถุแล้วทำให้วัตถุเคลื่อนที่ได้ตามแนวแรง
2. ในกรณีใดต่อไปนี้ **ไม่มี**งานเกิดขึ้นตามความหมายในวิชาฟิสิกส์
   ก. เชอรีนหิวกระเป๋าเดินขึ้นบันได
   ข. ริชชี่แบกกระสอบเดินตามแนวราบ
   ค. ขวัญเดินแนวราบเข็นรถขายส้มตำ
   ง. อารยาแบกของแล้วปีนขึ้นภูเขา

ให้นักเรียนอ่านข้อความที่กำหนดให้แล้วตอบคำถามข้อ 3-6

งานทางฟิสิกส์หาได้จากผลคูณของแรงที่กระทำต่อวัตถุกับการกระจัดที่วัตถุเคลื่อนที่ได้ตามแนวแรงนั้น เมื่อวัตถุเคลื่อนที่ตามทิศของแรงที่มากระทำจะได้งานเป็นบวก งานที่ทำโดยแรงนั้นจะมีค่า $W = Fs$ และเมื่อวัตถุเคลื่อนที่ในทิศตรงกันข้ามกับทิศของแรงที่มากระทำจะทำให้วัตถุเคลื่อนที่ช้าลงซึ่งจะได้งานเป็นลบ แต่ถ้าแรงที่กระทำต่อวัตถุมีทิศทางทำมุม θ กับการกระจัด งานที่ทำโดยแรงนั้นจะมีค่า $W = Fs\cos\theta$ จากข้อมูลข้างต้น ถ้าหากในช่วงที่หนึ่ง นนท์ออกแรง 10 นิวตัน ผลักกล่องไม้มวล 1 กิโลกรัม ให้เคลื่อนที่ไปตามพื้นราบได้ระยะทาง 5 เมตร โดยใช้เวลา 30 วินาที ช่วงที่สอง นนท์ออกแรง 10 นิวตัน ยกกล่องไม้ขึ้นในแนวดิ่งแล้วเดินไปตามพื้นราบได้ระยะทาง 4 เมตร โดยใช้เวลา 20 วินาที และช่วงที่สาม นนท์แบกกล่องไม้ขึ้นบันไดสูง 3 เมตร โดยใช้เวลา 10 วินาที

3. สถานการณ์ในช่วงใดที่เกิดงาน

ก. ช่วงที่หนึ่ง

ข. ช่วงที่สองและช่วงที่สาม

ค. ช่วงที่หนึ่งและช่วงที่สอง

ง. ช่วงที่หนึ่งและช่วงที่สาม

4. สถานการณ์ในช่วงใดที่ได้งานมากที่สุด

ก. ช่วงที่หนึ่ง

ข. ช่วงที่สอง

ค. ช่วงที่สาม

ง. ช่วงที่หนึ่งและช่วงที่สาม

5. ข้อใดเป็นเงื่อนไขสำคัญที่ทำให้งานมีค่าเป็นลบ

ก. แรงมีทิศขึ้น

ข. งานเนื่องจากแรงดึงติดลบเสมอ

ค. แรงดึงมีขนาดเท่ากับน้ำหนักของวัตถุ

ง. แรงดึงมีทิศตรงกันข้ามกับการเคลื่อนที่ของวัตถุ

6. ข้อใดคือการจำแนกองค์ประกอบของการเกิดงาน

ก. แรงที่กระทำต่อวัตถุ ($\vec{F}$)

ข. ระยะทางของวัตถุ (S)

ค. ทิศทางการเคลื่อนที่ของวัตถุ

ง. ถูกทั้งข้อ ก และ ค

ให้นักเรียนอ่านข้อความที่กำหนดให้แล้วตอบคำถามข้อ 7-9

ถ้าเด็กหญิงสองคน มีน้ำหนักเท่ากันวิ่งขึ้นเนินเขา เด็กทั้งสองคนทำงานเท่ากัน ($W = mgh$) แต่ถ้าเด็กคนที่หนึ่ง วิ่งขึ้นเนินเขาในเวลาที่สั้นกว่าเด็กคนที่สอง เด็กทั้งสองคนก็ยังคงทำงานเท่ากัน ซึ่งในความเป็นจริงเด็กคนที่หนึ่งจะวิ่งขึ้นเนินเขาในเวลาที่สั้นกว่าได้นั้นย่อมใช้พละกำลังสูงกว่า เพื่อให้เห็นความแตกต่างจึงได้กำหนดอัตราการทำงาน เรียกว่า กำลัง เพื่อบ่งบอกความสามารถในการทำงานในหนึ่งหน่วยเวลา ($P = W/t$)

7. ข้อใดต่อไปนี้สามารถสรุปเงื่อนไขที่สำคัญที่ทำให้มีการกำหนดอัตราการทำงาน ที่เรียกว่า “กำลัง”

ก. เด็กทั้งสองคนน้ำหนักเท่ากัน

ข. เด็กทั้งสองคนทำงานเท่ากัน

ค. เด็กคนที่หนึ่งมีพละกำลังมากกว่าเด็กคนที่สอง

ง. เพื่อบ่งบอกความสามารถในการทำงานในหนึ่งหน่วยเวลา

8. จากสถานการณ์ข้างต้นถ้าต้องการให้กำลังมีค่ามาก เราควรทำงานอย่างไร

ก. ทำงานให้ดีที่สุด เพราะงานที่ดีย่อมทำให้กำลังมีค่ามาก

ข. ทำงานให้เร็วที่สุด เพราะใช้เวลาน้อยกำลังก็จะมีค่ามาก

ค. ทำงานให้ได้มากที่สุด เพราะงานมีค่ามากกำลังจะมีค่ามากด้วย

ง. ทำงานโดยใช้แรงมากที่สุด เพราะแรงมากจะส่งผลให้กำลังมากด้วย

9. ข้อใดสรุปได้ถูกต้องเกี่ยวกับกำลัง

ก. กำลังเป็นการทำงานอีกอย่างหนึ่ง

ข. กำลังเป็นอัตราการทำงานในหนึ่งหน่วยเวลา

ค. เด็กสองคนน้ำหนักเท่ากัน วิ่งขึ้นเนินเขาย่อมทำงานได้เท่ากัน

ง. ใช้เวลาในการทำงานน้อยย่อมใช้กำลังมากกว่าใช้เวลาในการทำงานมาก

ให้นักเรียนอ่านข้อความที่กำหนดให้แล้วตอบคำถามข้อ 10-11

พลังงาน คือ “ความสามารถในการทำงาน” ทุกสิ่งทุกอย่างในโลกนี้ต่างก็มีพลังงานด้วยกันทั้งสิ้น พลังงานปรากฏอยู่ในหลายรูปแบบที่แตกต่างกัน เช่น พลังงานไฟฟ้า พลังงานเคมี พลังงานความร้อน พลังงานจลน์ พลังงานศักย์ พลังงานลม พลังงานนิวเคลียร์ เป็นต้น ในชีวิตประจำวันของมนุษย์ล้วนเกี่ยวข้องกับพลังงานและการใช้พลังงานตลอดเวลา เช่น การเดินทางไปทำงานของทุกคนต้องใช้พลังงาน ถ้าเดินทางโดยรถยนต์ก็ต้องใช้พลังงานจากน้ำมัน ถ้าเดินทางโดยรถไฟฟ้าก็จะใช้พลังงานจากกระแสไฟฟ้า ถ้าเดินเท้าไปในที่ต่าง ๆ ก็ใช้พลังงานเคมีในร่างกาย ดังนั้น สรุปได้ว่าไม่มีการทำงานใดเลยที่ไม่ใช้พลังงาน

10. การเดินเท้า และวิ่งออกกำลังกาย เราใช้พลังงานในรูปแบบใด

ก. พลังงานไฟฟ้า

ข. พลังงานจลน์

ค. พลังงานความร้อน

ง. พลังงานเคมี

11. รถยนต์ที่จอดอยู่นิ่งๆบนเนินสูงๆ อยู่ในภาวะที่พร้อมจะเคลื่อนที่ไหลลงมาจากเนินสูงได้เอง นักเรียนคิดว่ามีพลังงานชนิดใดอยู่ในเหตุการณ์นี้

ก. พลังงานจลน์

ข. พลังงานศักย์

ค. พลังงานความร้อน

ง. พลังงานแปรรูป

ให้นักเรียนอ่านข้อความที่กำหนดให้แล้วตอบคำถามข้อ 12

ในชีวิตประจำวันจะมีการเปลี่ยนแปลงรูปแบบของพลังงานอยู่ตลอดเวลา เช่น หลอดไฟเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานแสง หม้อหุงข้าวเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานความร้อน พัดลมเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานกล รถยนต์เปลี่ยนพลังงานความร้อนเป็นพลังงานกล แบตเตอรี่เปลี่ยนพลังงานเคมีเป็นพลังงานไฟฟ้า ไดนาโมเปลี่ยนพลังงานกลเป็นพลังงานไฟฟ้า เซลล์แสงอาทิตย์เปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานไฟฟ้า สิ่งของตกจากโต๊ะเปลี่ยนพลังงานศักย์ให้เป็นพลังงานจลน์ แม้กระทั่งเด็กชายแดงยกเก้าอี้จากชั้นล่างขึ้นไปชั้นบนก็สามารถเกิดการเปลี่ยนรูปพลังงานได้เช่นกัน เป็นต้น ซึ่งเป็นไปตามกฎการอนุรักษ์พลังงาน

12. ข้อใดสรุปได้ถูกต้องเกี่ยวกับกฎอนุรักษ์พลังงาน

ก.พลังงานไม่สามารถสูญหายได้ แต่สามารถเปลี่ยนรูปได้

ข.พลังงานคือผลคูณระหว่างแรงและระยะทาง

ค.พลังงานที่ตำแหน่งใด ๆ ไม่จำเป็นต้องเท่ากัน

ง.พลังงานมีการสูญหาย และเกิดขึ้นมาใหม่ได้

ให้นักเรียนอ่านข้อความที่กำหนดให้แล้วตอบคำถามข้อ 13

การเคลื่อนที่แบบเสรีของวัตถุภายใต้สนามโน้มถ่วงของโลกโดยไม่มีแรงภายนอกมากระทำ พลังงานกลของวัตถุ ณ ตำแหน่งใด ๆ ย่อมมีค่าคงเดิมเสมอ เมื่อวัตถุตกลงพลังงานศักย์โน้มถ่วงจะลดลงค่าที่ลดลงจะเปลี่ยนไปเป็นพลังงานจลน์เพิ่มขึ้นทุกขณะ ถ้าเราขว้างวัตถุไปจากพื้นดินเป็นโพรเจกไทล์ทุก ๆ ช่วงที่วัตถุเคลื่อนที่ทั้งขาขึ้น และขาลงจะมีพลังงานกล คือ พลังงานศักย์โน้มถ่วงและพลังงานจลน์รวมกันทุกขณะจะคงตัวตลอดการเคลื่อนที่ ทั้งนี้การเคลื่อนที่ดังกล่าวเป็นการเคลื่อนที่ในสนามแรงโน้มถ่วงของโลก และในการเคลื่อนที่นี้แรงของสนามโน้มถ่วงจะทำงานตลอดเวลา แต่จะไม่ทำให้พลังงานกลเปลี่ยนสนาม เช่น สนามแรงโน้มถ่วงนี้จัดว่าเป็นสนามอนุรักษ์ หรือแรงอนุรักษ์เป็นสนามที่ทำให้พลังงานกลรวมมีค่าคงตัว

13. “การตกของวัตถุจะทำให้พลังงานกลรวมมีค่าคงที่เสมอ” นักเรียนคิดว่าข้อความนี้ถูกต้องหรือไม่อย่างไร

ก. ไม่เห็นด้วย เพราะอาจมีแรงภายนอกกระทำต่อวัตถุ เช่น แรงต้านอากาศ

ข. ไม่เห็นด้วย เพราะแรงโน้มถ่วงอาจมีการเปลี่ยนแปลงตามระดับความสูง

ค. เห็นด้วยเพราะพลังงานจลน์และพลังงานศักย์ไม่มีการเปลี่ยนแปลง

ง. เห็นด้วย เพราะแรงโน้มถ่วงที่กระทำเป็นแรงอนุรักษ์

ให้นักเรียนอ่านข้อความที่กำหนดให้แล้วตอบคำถามข้อ 14-16

ลิ่มเป็นเครื่องกลชนิดหนึ่งเป็นรูปสามเหลี่ยม ด้านหนึ่งหนาเป็นสันและค่อย ๆ บางลงส่วนอีกด้านหนึ่งเป็นด้านที่มีคม โดยใช้ด้านที่มีคมตอกลงวัตถุเพื่อให้วัตถุแยกออก การใช้ลิ่มหากต้องการออกแรงน้อยจะต้องใช้ลิ่มที่มีลักษณะแหลมมากและหัวลิ่มต้องแคบมาก เครื่องกลชนิดนี้มีหลักการทำงานคล้ายกันกับพื้นเอียง แต่มีส่วนที่ตรงข้ามตรงกันข้ามกับพื้นเอียง คือ พื้นเอียงจะอยู่กับที่ส่วนวัตถุจะเคลื่อนที่ แต่ถ้าหากเป็นลิ่มนั้น ลิ่มจะเป็นตัวเคลื่อนที่โดยที่วัตถุจะอยู่กับที่ อุปกรณ์ที่ใช้หลักการของลิ่มในชีวิตประจำวันมีมากมาย เช่น ขวาน เข็ม ตะปู มีด เป็นต้น

14. ลิ่มมีประโยชน์อย่างไร

ก. เคลื่อนย้ายวัตถุ

ข. ยกวัตถุขึ้นที่สูง

ค. ยึดวัตถุให้แน่น

ง. แยกวัตถุออกจากกัน

15. เครื่องมือใดใช้หลักการทำงานเหมือนกับลิ่ม

ก. ตะปูเกลียว เพราะเจาะเข้าไปในเนื้อวัตถุ

ข. สิ่ว เพราะทำให้ไม้แตกหรือแยกออกจากกัน

ค. ที่เปิดขวดน้ำอัดลม เพราะทำให้ฝาขวดแยกออกจากขวดน้ำ

ง. ประแจขันนอต เพราะแยกนอตตัวผู้และนอตตัวเมียออกจากกัน

16. ถ้าจะกล่าวว่า “เสียมที่ใช้ในการขุดมีหลักการทำงานเหมือนกับลิ่ม” นักเรียนคิดว่าถูกต้องหรือไม่อย่างไร

ก. ถูกต้อง เพราะปลายเสียมมีลักษณะแหลมคมเหมือนกับลิ่ม

ข. ถูกต้อง เพราะเสียมใช้เสียบในดินเพื่อให้ดินแยกออกจากกัน

ค. ไม่ถูกต้อง เพราะเสียมไม่มีลักษณะเป็นสามเหลี่ยมเหมือนกับลิ่ม

ง. ไม่ถูกต้อง เพราะเสียมใช้สำหรับงัด ซึ่งมีหลักการทำงานเหมือนกับคาน

ให้นักเรียนอ่านข้อความที่กำหนดให้แล้วตอบคำถามข้อ 17

ในการทำงานของเครื่องกลทุกชนิดไม่ว่าจะเป็นเครื่องกลอย่างง่าย หรือเครื่องกลสมัยใหม่ที่มีความซับซ้อน เราจะต้องให้งานหรือพลังงานแก่เครื่องกล แล้วเครื่องกลจึงจะทำงานให้แก่เรา พลังงานที่เราให้แก่เครื่องกลจำนวนมากมักจะมีการสูญเสียไปเมื่อเครื่องกลทำงาน คำว่า “สูญเสีย” ไม่ได้หมายความว่าพลังงานนั้นสูญหาย แต่หมายความว่าพลังงานได้เปลี่ยนรูปไปเป็นอีกรูปหนึ่งที่เราไม่ต้องการ เช่น ส่วนใหญ่หลอดไฟจะเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานความร้อนแทนที่จะเป็นแสง เครื่องยนต์เปลี่ยนพลังงานเคมีที่สะสมในน้ำมันให้เป็นพลังงานความร้อนเป็นส่วนมากแทนที่จะเป็นพลังงานที่ใช้ในการขับเคลื่อนพาหนะ

17. ข้อใดเป็นการทำให้เครื่องกลสูญเสียพลังงาน ขณะที่เครื่องกลทำงาน

ก. พลังงานที่ให้แก่เครื่องกลมีการสูญหาย

ข. เครื่องกลมีการดูดซับพลังงานบางส่วนไว้

ค. เครื่องกลมีความร้อนเกิดขึ้นขณะที่ทำงาน

ง. เครื่องกลเปลี่ยนรูปพลังงานไปเป็นอีกรูปหนึ่งที่เราไม่ต้องการ

ให้นักเรียนอ่านข้อความที่กำหนดให้แล้วตอบคำถามข้อ 18

แรงอนุรักษ์เป็นแรงที่เมื่อมีแรงภายนอกทำงานต้านกับแรงอนุรักษ์ งานที่เกิดจากแรงภายนอกจะไม่ขึ้นอยู่กับเส้นทางการเคลื่อนที่ แต่ขึ้นอยู่กับจุดเริ่มต้นและจุดสุดท้ายเท่านั้น แรงอนุรักษ์ ได้แก่ แรงโน้มถ่วง แรงไฟฟ้า แรงแม่เหล็ก และแรงสปริง ดังนั้นเมื่อยกวัตถุจากชั้นล่างขึ้นไปวางที่ชั้นดาดฟ้าไม่ว่าจะเคลื่อนย้ายวัตถุตามเส้นทางใดก็จะทำงานเท่ากัน เมื่อแรงภายนอกที่ทำงานต้านกับแรงอนุรักษ์แล้ววัตถุจะเคลื่อนที่กลับมาอยู่ที่เดิม งานของแรงภายนอกและงานของแรงอนุรักษ์จะมีค่าเป็นศูนย์

18. การโยนลูกบอลขึ้นไปในอากาศจนกระทั่งลูกบอลตกลงมายังจุดที่โยนมีแรงอนุรักษ์เกิดขึ้นเพราะเหตุใด

ก. ลูกบอลมีการเคลื่อนที่ไม่ครบรอบ

ข. ผลรวมของงานที่เกิดขึ้นทั้งหมดมีค่าเป็นศูนย์

ค. แรงเนื่องจากความโน้มถ่วงของโลกมีค่าไม่เท่ากับศูนย์

ง. ความโน้มถ่วงของโลกขึ้นกับเส้นทางที่วัตถุเคลื่อนที่

ให้นักเรียนอ่านข้อความที่กำหนดให้แล้วตอบคำถามข้อ 19-20

เครื่องกล (machines) เป็นเครื่องมือที่สร้างขึ้นมาเพื่อช่วยอำนวยความสะดวกในการทำงาน โดยนักฟิสิกส์ได้จัดประเภทของเครื่องกลอย่างง่ายไว้ 6 ชนิด ประกอบด้วย รอก คาน พื้นเอียง ล้อและเพลา สกรู และลิ่ม ในเครื่องกลทุกชนิด จะพิจารณาแรงด้วยกัน 2 ชนิด คือ แรงพยายามและแรงต้านทาน โดยแรงพยายามเป็นแรงที่ให้กับเครื่องกล และแรงต้านทานเป็นแรง เนื่องจากน้ำหนักของวัตถุ เครื่องกลอย่างง่ายจะช่วยอำนวยความสะดวกให้แก่มนุษย์ตั้งแต่ยุคเริ่มมีอารยธรรมจนกระทั่งทุกวันนี้เครื่องกลมีความสลับซับซ้อนมากขึ้นก็สืบทอดโดยตรง มาจากเครื่องมือที่ใช้เมื่อหลายพันปีมาแล้วที่ใช้ในการตัดต้นไม้สร้างที่หลบภัย และก่อสร้างพิรามิด เป็นต้น

19. ข้อใดต่อไปนี้เป็นประโยชน์ของเครื่องกลอย่างง่าย

ก. ช่วยผ่อนงานให้แก่มนุษย์

ข. ช่วยผ่อนแรงในการทำงานของมนุษย์

ค. สร้างความลำบากในการทำงานของมนุษย์

ง. ทำให้พื้นฐานแนวคิดในการพัฒนาเครื่องกลเกิดความล้าสมัย

20. ในการยกหรือเคลื่อนย้ายวัตถุขนาดใหญ่ สังเกตเห็นว่าจะนำไม้มาสอดด้านข้างวัตถุแล้วออกแรงงัดวัตถุขึ้น จัดว่าเป็นเครื่องกลอย่างง่ายชนิดใด

ก. พื้นเอียง เพราะขณะที่สอดต้องเอียงไม้

ข. คาน เพราะต้องใช้ไม้อีกตัวหนึ่งรองไม้ที่ใช้งัด

ค. ล้อและเพลา เพราะไม้ที่ใช้สอดมีลักษณะกลม

ง. ลิ่ม เพราะออกแรงงัดให้วัตถุแยกหรือยกวัตถุขึ้น

เฉลยแบบแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์
เรื่อง งานและพลังงาน

1. ง	11. ข
2. ข	12. ก
3. ง	13. ก
4. ก	14. ง
5. ง	15. ข
6. ง	16. ข
7.ง	17. ง
8. ข	18. ข
9. ข	19. ข
10. ข	20. ก

มหาวิทยาลัยบูรพา BURAPHA UNIVERSITY