สำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้รับการตรวจสอบแล้ว
มท 123829

การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในชั้นเรียนฟิสิกส์

นางสาวสิรินทร กิ่งชา

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RATTANAKOSIN MAHASARAKHAM UNIVERSITY
สำนักวิทยบริการฯ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
วันรับ
วันลงทะเบียน 15 มี.ค. 2561
เลขทะเบียน 253164
เลขเรียกหนังสือ 2507 ส317ก 2561
ค.2

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตรศึกษา
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
พ.ศ. 2561

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

ใบอนุมัติวิทยานิพนธ์

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

เรื่อง : การจัดการเรียนรู้ตามแบบสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในชั้นเรียนฟิสิกส์

ผู้วิจัย : นางสาวสิรินทร กิ่งชา

ได้รับอนุมัติเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตรศึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ว่าที่ ร.ท.ดร.ณัฏฐชัย จันทชุม)
คณบดีคณะครุศาสตร์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สนิท ตีเมืองซ้าย)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมบัติ ฤทธิเดช) ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อนุสรณ์ แสงประจักษ์) กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ต้นสกุล ศานติบูรณ์) กรรมการ

(อาจารย์ ดร.ปนัดดา แทนสุโพธิ์) กรรมการ

ใบอนุมัติวิทยานิพนธ์
บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

เรื่อง : การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในชั้นเรียนฟิสิกส์

ผู้วิจัย : นางสาวสิรินทร กิ่งชา

ได้รับอนุมัติเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตรศึกษา

_____ คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สนิท ตีเมืองซ้าย)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

_____ ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมบัติ ฤทธิเดช)

_____ กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อนุสรณ์ แสงประจักษ์)

_____ กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ต้นสกุล ศานติบูรณ์)

_____ กรรมการ
(อาจารย์ ดร.ปนัดดา แทนสุโพธิ์)

ชื่อเรื่อง : การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในชั้นเรียนฟิสิกส์

ผู้วิจัย : นางสาวสิรินทร กิ่งชา

ปริญญา : ครุศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตรศึกษา)
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ต้นสกุล ศานติบูรณ์
อาจารย์ ดร.ปนัดดา แทนสุโพธิ์

ปีการศึกษา : 2560

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีจุดประสงค์ 1) เพื่อจัดการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 2) เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 75 3) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 75 และ 4) เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนเทศบาลวัดสระทอง อำเภอเมือง จังหวัดร้อยเอ็ด ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม จำนวน 33 คน เครื่องมือวิจัยได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา วิชาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีค่าความยากง่าย (p) ตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.65 ค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.31 ถึง 0.94 ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.93 และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ มีค่าความยากง่าย (p) ตั้งแต่ 0.35 ถึง 0.75 ค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.80 ความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.94 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน Independent *t*-test for one Sample สหสัมพันธ์เชิงเส้นและพหุคูณของเพียร์สัน และค่าสหสัมพันธ์ของสัมประสิทธิ์การพยากรณ์ ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้ 1) ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษา มีค่าประสิทธิภาพ (E_1/E_2) เท่ากับ 77.07/76.97 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 75/75 ที่กำหนดไว้ 2) ค่าคะแนนเฉลี่ยของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ 75 และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) ค่าคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน สูงกว่าเกณฑ์ 75 และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 4) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับ

มหาวิทยาลัยมหาสารคาม MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน มีความความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกัน และร้อยละ 31 ของกลุ่มตัวอย่างพบว่าการจัดการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษามีส่วนส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์การเรียน โดยมีความสัมพันธ์ทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 (ค่า $R^2 = 0.3121$)

คำสำคัญ : สะเต็มศึกษา ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และรายวิชาฟิสิกส์

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

_____ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

Title : Learning Management with the STEM Education Method for Encouraging Science Process Skills and Learning Achievements of Secondary Students at the 10th Grade Level in Physics Class

Author : Miss.Sirinthon Kingcha

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

Advisors : Assistant Professor Dr. Toansakul Santiboon Major Advisor
Dr. Panadda Tansupo Co-advisor

Year : 2017

ABSTRACT

The purposes of this research study were 1) to develop learning activity management with the STEM Education method instructional lesson plans with the efficiency (E_1/E_2) at the determining criteria as 75/75 2) to compare between students' scientific process skills and the criteria of 75-percent. 3) to compare between students' later learning achievements and the criteria of 75-percent and 4) to associated between students' scientific process skills and their later learning achievements, Research administrations, which a sample with the Cluster Random Sampling technique. Using instructional 1) STEM lesson plan in the field of physics on projectile motion. 2) Scientific Process Skill Test with discriminating ranging (r) 0.20-0.65 difficulties, power ranging (p) 0 . 31-0 . 94, and reliability of 0.93. 3) Learning Achievement Test with discriminating ranging (r) 0.20-0.80 difficulties, power ranging (p) 0 .35-0 .75, and reliability of 0.94. Statistically significant with the average mean, percentage, standard deviation, independent *t*-test for one sample, simple correlation, multiple correlation, standardized regression weight validity, and coefficient predictive value were analyzed. The results of these research findings have revealed as 1) The results have found that the efficiency of the processing performance and the performance results (E_1/E_2) of the STEM indicated that of 77.07/76.97, which was higher than standardized criteria of 75/75. 2) Average mean score of scientific process skills of their post-test was higher than 75- percent with the STEM instructional method were differentiated that evidence of statistically significant at the .05 level. 3) Average mean score of learning

achievements of their post-test was higher than 75- percent with the STEM instructional method were differentiated that evidence of statistically significant at the .05 level. and 4) Associations between students' encouragements of their science process skills and their later learning achievements .The coefficient predictive value indicated that 31% that was contributed to enhance the science process skills and the achievements and had a statistically significant at the .01 level (R^2 = 0.3121), relatively.

Keywords: STEM Education method, science process skills, learning achievements, and physics class

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

_____ Major Advisor

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลืออย่างสูงยิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ต้นสกุล ศานติบูรณ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก อาจารย์ ดร.ปนัดดา แทนสุโพธิ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรรณวิไล ชมชิด อาจารย์ประจำสาขา ที่กรุณาให้คำปรึกษา ข้อเสนอแนะและตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องจนสำเร็จเรียบร้อย และขอบขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมบัติ ฤทธิเดช ประธานกรรมควบคุมวิทยานิพนธ์และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อนุสรณ์ แสงประจักษ์ ผู้ทรงคุณวุฒิ ที่ให้คำแนะนำ ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะ ตรวจสอบและแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ขอขอบพระคุณอาจารย์เฉลิมวุฒิ ศุภสุข อาจารย์ภูริต ควินรัมย์ คุณครูขนิษฐา วีรธนศิลป์ คุณครูภรัญญู เพ็งธีรภัทร คุณครูจิราพร จุฬพงศ์ ที่เป็นผู้เชี่ยวชาญ พิจารณาตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ขอขอบคุณผู้บริหารโรงเรียน คุณครูชวัลนุช ครองสนั่น และคณะครู โรงเรียนเทศบาลวัดสระทอง จังหวัดร้อยเอ็ด ที่ให้ความอนุเคราะห์ช่วยเหลือ อำนวยความสะดวกให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ต่อการวิจัย และขอบใจนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/2 4/1 และ 4/2 ที่ให้ความร่วมมืออย่างดียิ่ง

ขอขอบพระคุณพ่อเสถียร กิ่งชา คุณแม่ลัดดา กิ่งชา พร้อมทั้งครอบครัวที่เป็นแรงผลักดันและให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยเสมอมา คุณค่าและประโยชน์ของการศึกษางานวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยขอน้อมบูชาพระคุณบิดา มารดาและอาจารย์ที่ให้การศึกษา อบรมสั่งสอน ให้สติปัญญา ความรู้และคุณธรรม เป็นเครื่องชี้นำการดำเนินชีวิตที่ดีงาม

นางสาวสิรินทร กิ่งชา

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

สารบัญ

หัวเรื่อง **หน้า**

บทคัดย่อ ..... ค

ABSTRACT ..... ฆ

กิตติกรรมประกาศ ..... จ

สารบัญ ..... ฉ

สารบัญตาราง ..... ซ

สารบัญภาพ ..... ฎ

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย 4

1.3 สมมติฐานการวิจัย 4

1.4 ขอบเขตการวิจัย 5

1.5 คำนิยามศัพท์เฉพาะ 6

1.6 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย 7

บทที่ 2 การทบทวนวรรณกรรม 9

2.1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551 9

2.2 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ 15

2.3 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษา 18

2.4 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 25

2.5 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 32

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 35

บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย 40

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 40

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 41

3.3 การสร้างและคุณภาพเครื่องมือ 41

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

หัวเรื่อง **หน้า**

3.4 การดำเนินการวิจัย 48
3.5 วิเคราะห์ผลการทดลอง 49
3.6 การเก็บรวบรวมข้อมูล 49
3.7 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล 50
บทที่ 4 ผลการวิจัย 51
4.1 สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล 51
4.2 ลำดับขั้นที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล 52
4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 52
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายและข้อเสนอแนะ 60
5.1 สรุปผลการวิจัย 60
5.2 อภิปรายผลการวิจัย 61
5.3 ข้อเสนอแนะ 63
บรรณานุกรม 65
ภาคผนวก 71
ภาคผนวก ก แผนการจัดกาเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา 71
ภาคผนวก ข แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 131
ภาคผนวก ค แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 140
ภาคผนวก ฆ ตัวอย่างแบบประเมินเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 150
ภาคผนวก ง การหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 160
ภาคผนวก จ ภาพประกอบการจัดการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา 178
ภาคผนวก ฉ หนังสือแต่งตั้งผู้เชี่ยวชาญในการวิจัย 183
การเผยแพร่ผลงานวิจัย 189
ประวัติผู้วิจัย 190

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาคผนวก ก

แผนการจัดการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

แผนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ **รายวิชา ว31201 ฟิสิกส์ (เพิ่มเติม)**

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 **ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559**

หน่วยการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง การเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ

เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ **เวลา 12 ชั่วโมง**

วันที่...../...../..... **ชั้น ม. 4/2**

---

1. มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

- **วิทยาศาสตร์ (S)**

สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่

มาตรฐานที่ ว 4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่างๆ ของวัตถุในธรรมชาติ มาใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐานที่ ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ไขปัญหารู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้น ส่วนใหญ่มีรูปแบบแน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลาสั้น ๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

- **เทคโนโลยี (T)**

สาระที่ 3 เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร

มาตรฐาน ง 3.1 เข้าใจเห็นคุณค่าและใช้กระบวนการเทคโนโลยีสารสนเทศในการสืบค้นข้อมูล การเรียนรู้การสื่อสาร การแก้ปัญหา การทำงาน และอาชีพอย่างมีประสิทธิภาพ ประสิทธิผลและมีคุณธรรม

- **วิศวกรรมศาสตร์ (E)**

การบูรณาความรู้ทางด้านวิศวกรรมศาสตร์สำหรับระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานจะเกี่ยวกับการออกแบบ (Design) วางแผน (Planning) การแก้ปัญหา (Problem Solving) การใช้องค์ความรู้จากศาสตร์ต่างๆ มาสร้างสรรค์ผลงานภายใต้ข้อจำกัดหรือเงื่อนไข (Constraints and Criteria) ที่กำหนด

- **คณิตศาสตร์ (M)**

สาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

ตัวชี้วัด

ว 4.2 ม.4-6/2 สังเกตและอธิบายการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ แบบวงกลม และแบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย

ว 4.2 ม.4-6/3 อภิปรายผลการสืบค้นและประโยชน์ เกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ แบบวงกลม และแบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย

ว 8.1 ม.4-6/1 ตั้งคำถามที่อยู่บนพื้นฐานของความรู้และความเข้าใจ หรือจากประเด็นที่เกิดขึ้นในขณะนั้นที่สามารถทำการสำรวจตรวจสอบหรือศึกษาค้นคว้าได้อย่างครอบคลุมและเชื่อถือได้

ว 8.1 ม.4-6/2 สร้างสมมติฐานที่มีทฤษฎีรองรับ หรือคาดการณ์สิ่งที่จะพบ หรือสร้างแบบจำลอง หรือสร้างรูปแบบ เพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ

ว 8.1 ม.4-6/4 เลือกวัสดุ เทคนิควิธี อุปกรณ์ที่ใช้ในการสังเกต การวัด การสำรวจตรวจสอบอย่างถูกต้อง ทั้งทางกว้างและลึกในเชิงปริมาณและคุณภาพ

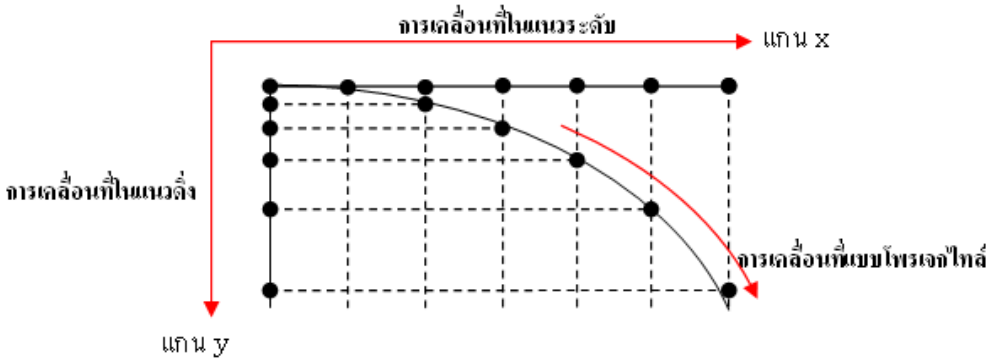
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ว 8.1 ม.4-6/5 รวบรวมข้อมูลและบันทึกผลการสำรวจสอบความเป็นไปได้ ความเหมาะสม หรือความผิดพลาดของข้อมูล

ว 8.1 ม.4-6/9 นำผลของการสำรวจตรวจสอบที่ได้ทั้งวิธีการและองค์ความรู้ที่ได้ไปสร้างคำถามใหม่ นำไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่และในชีวิตจริงๆ

2. สาระสำคัญ

โพรเจกไทล์ **(Projectile)** หมายถึง วัตถุที่ขว้างหรือยิงออกไป โดยจะสังเกตได้ว่ามีแนวการ เคลื่อนที่เป็นวิถีโค้ง โดยในบทเรียนจะถือว่าแรงต้านของอากาศน้อยมากจนไม่ต้องนำมาคิด การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์เป็นการเคลื่อนที่ใน 2 มิติ คือ เคลื่อนที่ในแนวระดับและแนวดิ่งพร้อมกัน ในแนวดิ่งเป็นการเคลื่อนที่ที่มีความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงโลก ในขณะที่แนวราบ ไม่มีความเร่ง ดังภาพที่ ก.1



ภาพที่ ก.1 การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ในแนวระดับด้วยความเร็วคงตัว (ไม่มีความเร่ง a = 0) คำนวณการกระจัด S_x ได้จากสมการ $S_x = v_x t$

โดย v_x แทนความเร็วในแนวระดับ มีหน่วยเป็นเมตรต่อวินาที และ t แทนเวลา มีหน่วยเป็นวินาที

การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ในแนวดิ่งเป็นการตกแบบเสรี มีความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก (g) คำนวณความเร็วในแนวดิ่ง v_y ที่ตำแหน่งใด ๆ ได้จาก

$$v = u + at$$

เนื่องจากความเร็วต้นในแนวดิ่งเป็นศูนย์ (u= 0) จะได้

$$v_y = gt$$

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

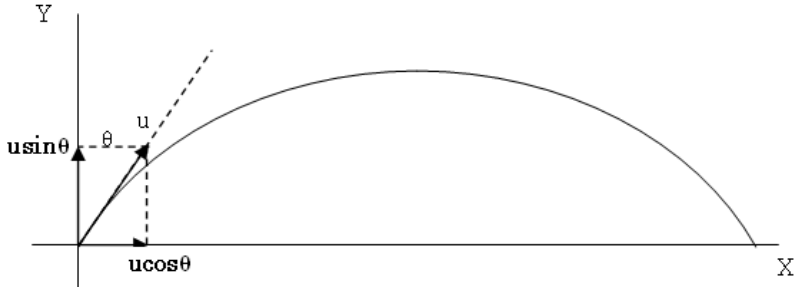
ส่วนการกระจัดในแนวดิ่ง S_y หาได้จากสมการ

$$S = ut + \frac{1}{2}at^2$$

เนื่องจากความเร็วต้นในแนวดิ่งเป็นศูนย์ (u= 0) จะได้

$$S = \frac{1}{2}gt^2$$

การวิเคราะห์ที่ผ่านมาเกิดจากการเคลื่อนที่ด้วยความเร็วต้นในแนวระดับ ($u_y = 0, u_x = u$) ถ้าหากความเร็วต้นทำมุม θ กับแนวระดับ ($u_y \neq 0, u_x \neq 0$) เช่น การพุ่งแหลน จะได้รูปแบบการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ดังภาพที่ ก.2



ภาพที่ ก.2 รูปแบบการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

พิจารณาการเคลื่อนที่ในแนวระดับ คำนวณการกระจัดในแนวระดับ S_x ได้จาก

$$S_x = (u\cos\theta)t$$

โดย u แทนความเร็วต้นของวัตถุ หน่วยเป็นเมตรต่อวินาที และ θ เป็นมุมที่ความเร็วต้นกระทำกับแนวระดับ หน่วยเป็นองศา

เนื่องจากการเคลื่อนที่ในแนวดิ่งจะมีทั้งทิศขึ้นและลง จึงมีการกำหนดเครื่องหมายในการคำนวณ ถ้าพิจารณาช่วงเวลา t ที่วัตถุเคลื่อนที่ขึ้นจนกระทั่งตกถึงพื้นระดับ โดยมีความเร็วต้นเป็น $+u\sin\theta$ ความเร่งเป็น –g และการกระจัดเป็นศูนย์

จากสมการ $$S = ut + \frac{1}{2}at^2$$

จะได้ สมการของการกระจัดแนวดิ่งเป็น

$$S_y = (u\sin\theta)t - \frac{1}{2}gt^2$$

เมื่อแทนค่าการกระจัดเป็นศูนย์จะได้ เวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่ขึ้นจนกระทั่งตกถึงพื้นระดับเป็น

$$t = \frac{2u\sin\theta}{g}$$

เนื่องจากช่วงเวลา t นี้เป็นช่วงเวลาเดียวกันกับที่วัตถุเคลื่อนที่ในแนวระดับ ดังนั้น เราสามารถคำนวณระยะทางในแนวระดับหรือระยะตกของวัตถุ ได้จาก

$$S_x = (u\cos\theta)t \quad \Rightarrow \quad S_x = (u\cos\theta)\frac{2u\sin\theta}{g} \quad \Rightarrow \quad S_x = \frac{u^2\sin 2\theta}{g}$$

จากสมการ สรุปได้ว่าระยะตกจะมีผลจากมุมของความเร็วต้นที่ทำกับแนวระดับ ซึ่งมุมที่ทำให้ได้ระยะสูงสุดคือ $\theta = 45^o$

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

การบูรณาการตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education)

S (Science) : สามารถทดลองและอธิบายลักษณะการเคลื่อนที่และปริมาณต่าง ๆ ในการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

T (Technology) : สามารถกำหนดปัญหาความต้องการและรวบรวมข้อมูลความรู้ที่ต้องใช้ในการสร้างเครื่องยิงโพรเจกไทล์ เพื่อหาวิธีการออกแบบและสร้างเครื่องยิงโพรเจกไทล์ที่มีประสิทธิภาพ สามารถยิงได้ไกลและมีความแม่นยำ โดยใช้ต้นทุนการสร้างต่ำ

E (Engineering) : การออกแบบและสร้างเครื่องยิงโพรเจกไทล์ที่มีประสิทธิภาพ สามารถยิงได้ไกลมีความแม่นยำ โดยใช้ต้นทุนการสร้างต่ำ

M (Mathematics) : การคำนวณเกี่ยวกับทิศทาง มุมที่ใช้ยิงวัตถุ ความเร็วต้น ที่ใช้ในการออกแบบเครื่องยิงโพรเจกไทล์ที่มีประสิทธิภาพ สามารถยิงได้ไกลและมีความแม่นยำ รวมถึงการคำนวณต้นทุนการสร้างเครื่องยิงโพรเจกไทล์ ที่ใช้ต้นทุนการสร้างต่ำ

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

1) อธิบายและอภิปรายเกี่ยวกับความหมายและลักษณะการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ได้ (K)

2) หาปริมาณต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ได้ (K)

3) ทดลองและอภิปรายเกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ของวัตถุได้ (P)

4) ทดลองและอธิบายเกี่ยวกับความเร็วต้นและมุมในการยิงวัตถุแบบโพรเจกไทล์ได้ (P)

5) สามารถออกแบบการประดิษฐ์และปฏิบัติกิจกรรม เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ได้ (P)

6) มีความตั้งใจ ใฝ่เรียนรู้ในการทำกิจกรรม มีความรับผิดชอบ และสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ (A)

4. สาระการเรียนรู้

1) ด้านความรู้ (K)

1.1) เข้าใจและอธิบายลักษณะของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

1.2) เข้าใจและคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

2. ด้านทักษะ / กระบวนการ / กระบวนการคิด (P)

2.1) การสังเกต

2.2) ทักษะการตั้งสมมติฐาน

2.3) ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร

2.4) การวัดและการจำแนก

2.5) การออกแบบการทดลอง

2.6) การบันทึกผลการทดลอง

2.7) การตีความหมาย และลงสรุปข้อมูล

3. ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)

3.1) ความตั้งใจ

3.2) การร่วมกิจกรรม

3.3) การรับฟังความคิดเห็นผู้อื่น

3.4) การทำงานร่วมกับผู้อื่น

5. กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (ใช้วิธีการสอนรูปแบบ STEM)

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา (Identify a Challenge)

ครั้งที่ 1 (เวลา 1 ชั่วโมง)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

1.1 กิจกรรมนำเข้าสู่บทเรียน

1) ครูสาธิตการปล่อยลูกบอลในแนวดิ่งและขว้างลูกบอลไปในแนวระดับ ให้นักเรียนสังเกตการเคลื่อนที่ของลูกบอล

2) ครูนำอภิปรายซักถามในประเด็นต่อไปนี้

- แนวการเคลื่อนที่ของลูกบอลที่นักเรียนสังเกตเห็น แตกต่างกันอย่างไร (แนวคำตอบ ลูกบอลที่ตกในแนวดิ่ง จะเคลื่อนที่เป็นเส้นตรง ส่วนลูกบอลที่ขว้างออกไปในแนวระดับ จะเคลื่อนที่เป็นเส้นโค้ง)

- นักเรียนคิดว่าเพราะเหตุใด ลูกบอลหรือวัตถุจึงเคลื่อนที่เป็นเส้นตรงหรือเส้นโค้ง (แนวคำตอบ ลูกบอลที่ตกในแนวดิ่ง จะเคลื่อนที่เป็นเส้นตรงแนวดิ่งลงพื้นด้วยความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก ส่วนลูกบอลที่ขว้างออกไปในแนวระดับ จะเคลื่อนที่เป็นเส้นโค้งเนื่องจากมีแรงที่ขว้างออกไปเป็นความเร็วต้นในแนวระดับเกิดขึ้นพร้อมกับความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลกในแนวดิ่งทำให้วัตถุค่อย ๆ ตกลงมาเป็นเส้นโค้ง)

- ในชีวิตประจำวัน เราสังเกตเห็นการเคลื่อนที่ของวัตถุใดบ้างที่แนวการเคลื่อนที่เป็นแนวโค้ง (แนวคำตอบ ยิงกระสุนจากปืนใหญ่ วิถีการเคลื่อนที่ของลูกเทนนิส แนวเคลื่อนที่ของลูกบาสเกตบอลที่กำลังลอยเข้าสู่ห่วง สายน้ำที่กำลังพุ่งออกจากหัวฉีดออกจากท่อน้ำดับเพลิงหรือน้ำพุ ลูกบอลที่ถูกเตะลอยไปในอากาศ หรือการทุ่มลูกเหล็กของนักกีฬาทุ่มน้ำหนัก)

3) ครูกล่าวเพิ่มเติมว่า เมื่อเราขว้างลูกบอลขึ้นไปในอากาศโดยทำมุมกับแนวระดับทำให้เส้นทางการเคลื่อนที่ของลูกบอลเป็นแนวโค้ง เรียกลักษณะการเคลื่อนที่แบบนี้ว่าการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ และเรียกวัตถุที่เคลื่อนที่ลักษณะนี้ว่า โพรเจกไทล์

1.2 กิจกรรมระบุปัญหา

1) ครูจัดให้นักเรียนแบ่งกลุ่มทำกิจกรรม โดยแบ่งกลุ่มแบบคละเพศและความสามารถกลุ่มละ 4-6 คน โดยกลุ่มนี้เป็นกลุ่มร่วมกันทำกิจกรรมไปจนกระทั่งดำเนินการตามแผนการจัดการเรียนรู้เสร็จสิ้น

2) ครูยกตัวอย่างสถานการณ์ที่ใช้ประโยชน์จากการใช้หลักการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ในชีวิตประจำวัน โดยนำเสนอวีดิทัศน์เรื่อง Spinfire Pro 2 Tennis Ball Machine - On Court [จาก https://youtu.be/TwzURDFo02o] เนื้อหาเป็นการนำเสนอเครื่องยิงลูกเทนนิสสำหรับซ้อมรับลูกเสิร์ฟสำหรับนักกีฬาหรือเพื่อออกกำลังกาย

ภาพที่ ก.3 วีดิทัศน์ เรื่อง Spinfire Pro 2 Tennis Ball Machine On Court, โดย Tennis Warehouse Australia,2011.

3) ครูตั้งคำถามเพื่อให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นจากการรับชมวีดิทัศน์ นักเรียนแต่ละกลุ่มมีความคิดเห็นอย่างไรเกี่ยวกับสถานการณ์ที่ครูกำหนดขึ้นต่อไปนี้

3.1) สถานการณ์: “ถ้าสมมุติว่าเพื่อนนักเรียนในกลุ่มคนหนึ่งเป็นนักกีฬาเทนนิส จำเป็นต้องให้นักเรียนช่วยเป็นคู่ฝึกซ้อมเพื่อการแข่งขันกีฬาเทนนิสระดับชาติ นักเรียนจะมีวิธีการช่วยเป็นคู่ฝึกซ้อมกีฬาเทนนิสเพื่อนอย่างไร” (แนวคำตอบ โยนหรือขว้างลูกเทนนิสตีโต้ตอบกับเพื่อนนักกีฬา หรือตามแนวคิดของนักเรียน)

3.2) ครูถามนักเรียนต่อไปว่า “กรณีที่จะช่วยให้นักเรียนไม่ต้องออกกำลังลงฝึกซ้อมกับเพื่อนด้วยตนเอง หรือต้องออกแรงเหนื่อยเกินไปเพื่อเป็นคู่ฝึกซ้อมให้เพื่อนนักกีฬานักเรียนจะมีวิธีหรือใช้อุปกรณ์ใดเพื่อเป็นเครื่องทุ่นแรงได้บ้าง” (แนวคำตอบ สร้างเครื่องยิงลูกเทนนิส ให้เพื่อนตีโต้กับกระดานแข็ง หรือตามแนวคิดของนักเรียน)

4) ครูตั้งโจทย์ปัญหา “จากคำตอบของนักเรียน ถ้านักเรียนต้องการสร้างเครื่องยิงลูกเทนนิส นักเรียนต้องมีความรู้เรื่องใดบ้าง และปรึกษากันเพื่อร่างการออกแบบและสร้างเครื่องยิงลูกเทนนิส ที่มีประสิทธิภาพและใช้ต้นทุนการสร้างต่ำ” และแล้วร่วมกันทำกิจกรรมที่ 1 เรื่อง หลักการที่ควรรู้ จากนั้นให้แต่ละกลุ่มส่งตัวแทนมานำเสนอผลงานจากกิจกรรมที่ 1 หน้ากระดาน (แนวคำตอบ การเคลื่อนที่แนวโค้ง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ การเคลื่อนที่แนวตรงและดิ่ง แรง คานน้ำหนัก โมเมนตัม แรงโน้มถ่วง ความดันหรือตามแนวคิดของนักเรียน)

5) ครูแนะนำให้แต่ละกลุ่มไปศึกษาความรู้พื้นฐานในการสร้างเครื่องยิงลูกเทนนิสเพิ่มเติม เพื่อร่วมกิจกรรมการเรียนในครั้งต่อไป

ขั้นที่ 2 ค้นหาและศึกษาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง (Explore Ideas)

ครั้งที่ 2 (เวลา 2 ชั่วโมง)

เรื่อง ความหมายและลักษณะการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

1) ครูตั้งคำถามเพื่อเชื่อมโยงถึงประเด็นที่เราต้องศึกษา จากที่นักเรียนแต่ละกลุ่มได้บันทึกไว้ในกิจกรรมที่ 1 เรื่อง หลักการที่ควรรู้ ที่นำไปสู่การสร้างเครื่องยิงลูกเทนนิส เพื่อให้นักเรียนได้ค้นคว้าหาความรู้ โดยใช้แนวคำถามจากคำถามก่อนทำกิจกรรม “สำหรับการยิงลูกเทนนิสนั้น ลักษณะการเคลื่อนที่ของลูกเทนนิสที่เราต้องยิงเป็นอย่างไร” (แนวคำตอบ การเคลื่อนที่แนวโค้ง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ การเคลื่อนที่แนวตรงและดิ่งพร้อมกัน หรือตามแนวคิดของนักเรียน)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

2) ครูให้นักเรียนเข้ากลุ่มร่วมกันศึกษาในใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ความหมายและลักษณะการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ โดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม ปฏิบัติกิจกรรมการทดลอง ซึ่งมีครูเป็นผู้คอยแนะนำในการทำกิจกรรม ให้นักเรียนส่งตัวแทนกลุ่มละ 1-2 คน มารับใบกิจกรรมและอุปกรณ์การทำกิจกรรมจากครูด้านหน้าห้องเรียน

3) ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการทดลอง สำรวจ รวบรวมและจัดทำข้อมูลที่เป็นไปได้ เมื่อได้ผลแล้วให้บันทึกลงในใบกิจกรรมของกลุ่ม เพื่อเตรียมใบกิจกรรมของแต่ละกลุ่มที่บันทึกผลเสร็จแล้วนำเสนอบริเวณที่กำหนดไว้ และร่วมกับทุกกลุ่มอภิปรายผลการทำกิจกรรมต่อไป

4) ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลจากการตอบคำถามในใบบันทึกกิจกรรม ดังนี้

เหรียญมีลักษณะการเคลื่อนที่เป็นเส้นโค้งแบบพาราโบลาลงสู่พื้น เรียกการเคลื่อนที่แบบนี้ว่าการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ (Projectile Motion) ซึ่งหมายถึง วัตถุที่ขว้างหรือยิงออกไป โดยจะสังเกตได้ว่ามีแนวการ เคลื่อนที่เป็นวิถีโค้ง ซึ่งในบทเรียนจะถือว่าแรงต้านของอากาศน้อยมากจนไม่ต้องนำมาคิด การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์เป็นการเคลื่อนที่ใน 2 มิติ คือเคลื่อนที่ในแนวระดับและแนวดิ่งพร้อมกัน ในแนวดิ่งเป็นการเคลื่อนที่ ที่มีความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงโลก ในขณะที่แนวราบไม่มีความเร่ง

ครั้งที่ 3 (เวลา 2 ชั่วโมง)

เรื่อง ปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

1) ครูตั้งคำถามเพื่อเชื่อมโยงถึงประเด็นที่เราต้องศึกษาที่จะนำไปสู่การสร้างเครื่องยิงลูกเทนนิส เพื่อให้นักเรียนได้ค้นคว้าหาความรู้ โดยใช้แนวคำถามจากคำถามก่อนทำกิจกรรม "ในการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ มีปริมาณใดที่เกี่ยวข้องบ้าง (แนวคำตอบ มุมที่ยิง ความเร็วต้น น้ำหนักของวัตถุ แรงต้านอากาศหรือตามแนวคิดของนักเรียน)

2) ครูให้นักเรียนเข้ากลุ่มร่วมกันศึกษาในใบกิจกรรมที่ 3 เรื่อง ปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ โดยให้ นักเรียนเข้ากลุ่มร่วมกันทำกิจกรรมศึกษาความรู้ จากนั้นแยกออกเป็นอีก 2 กลุ่มย่อย (กลุ่มละ 2-3 คน)

กลุ่มที่ 1 ศึกษาความรู้เบื้องต้นและลักษณะเกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์เพิ่มเติม

กลุ่มที่ 2 ศึกษาปริมาณต่าง ๆ ที่ควรทราบของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

3) ให้นักเรียนกลับมารวมกันอีกครั้ง และร่วมกันอภิปราย สรุปเนื้อหาที่ตนเองรับผิดชอบในแต่ละกลุ่ม แล้วร่วมกันศึกษาตัวอย่างการหาปริมาณการเคลื่อนที่ของโพรเจกไทล์แนวระดับ และตอบคำถามท้ายกิจกรรม แล้วนำไปติดนำเสนอเพื่อนกลุ่มอื่นในบริเวณที่กำหนด เพื่อร่วมกันอภิปรายผลการทำกิจกรรม

4) ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเดินชมผลงานการศึกษาของกลุ่มอื่น แล้วช่วยกันตรวจคำตอบ ของเพื่อนกลุ่มอื่น (ที่ไม่ใช่กลุ่มของตนเอง) และสามารถเขียนเสนอแนะหรือติชมลงในใบงานของแต่ละกลุ่มได้

5) ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายจากผลงานนักเรียนและเฉลยคำถามท้ายบทร่วมกัน

6) ครูแนะนำเพิ่มเติมเกี่ยวกับการให้คำปรึกษานอกเวลาเรียน สามารถให้นักเรียนรวมกลุ่มพบผู้เชี่ยวชาญหรือครูประจำวิชา เพื่อขอปรึกษาข้อมูลเพิ่มเติม ความรู้เรื่องที่จำเป็นอื่นๆ หรือเทคนิคที่จำเป็นต่อการออกแบบและสร้างเครื่องยิงลูกเทนนิสได้โดยใช้ใบขอรับคำปรึกษา เพื่อรับคำปรึกษาในแต่ละครั้ง

ขั้นที่ 3 วางแผนและพัฒนา (Plan and Develop)

ครั้งที่ 4 (เวลา 2 ชั่วโมง)

1) ครูทบทวนถึงสถานการณ์จากชั่วโมงที่ 1 ปัญหาคือ “ถ้าสมมติว่าเพื่อนนักเรียนในกลุ่มคนหนึ่งเป็นนักกีฬาเทนนิส จำเป็นต้องให้นักเรียนช่วยเป็นคู่ฝึกซ้อมเพื่อการแข่งขันกีฬาระดับชาติ นักเรียนจะมีวิธีการช่วยเป็นคู่ฝึกซ้อมกีฬาเทนนิสเพื่อนอย่างไร” พร้อมทั้งทบทวนสิ่งที่นักเรียนต้องออกแบบและสร้างนั้นคือ เครื่องยิงลูกเทนนิส

2) ครูชี้แจงการพิจารณาการออกแบบและสร้างเครื่องยิงลูกเทนนิสของแต่ละกลุ่ม โดยมีหัวข้อในการพิจารณา 5 หัวข้อ คือ

- ยิงได้แรงมากที่สุดหรือได้ระยะไกลที่สุด
- ยิงมีความแม่นยำตรงเป้าหมายที่กำหนด
- มีความสวยงาม มีรูปทรง ขนาด น้ำหนักเครื่องยิงมีความสมดุลกับวัตถุที่ยิง (ลูกเทนนิส)
- ต้นทุนต่ำแต่คุ้มค่าและวัสดุที่ใช้คงทนเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

3) ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มระดมความคิด แสดงความคิดเห็นถึงความรู้ที่จะใช้ในการออกแบบและเพื่อหาข้อสรุปในการออกแบบที่จะสร้างเครื่องยิงลูกเทนนิส โดยเปิดโอกาสให้

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

นักเรียนแต่ละกลุ่มได้สืบค้นเพื่อรวบรวมข้อมูลต่างๆ ที่จำเป็นสำหรับการแก้ไขปัญหาหรือสถานการณ์ตามเงื่อนไขที่กำหนด (อนุญาตให้ใช้โทรศัพท์หรือคอมพิวเตอร์ของนักเรียนได้สืบค้นข้อมูลจากอินเตอร์เน็ตได้ หรือใช้เทคโนโลยีมาใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในการออกแบบชิ้นงาน)

4) เมื่อนักเรียนได้ข้อมูลมาแล้ว ต้องช่วยกันวิเคราะห์ และต้องสรุปองค์ความรู้ที่ได้จากการสืบค้นข้อมูลและช่วยกันวิเคราะห์เพื่อประกอบการตัดสินใจเลือกใช้วัสดุและอุปกรณ์เพื่อให้ได้ผลงานตามการพิจารณาผลงานของครู เรื่องต้นทุนต่ำแต่คุ้มค่าและวัสดุที่ใช้คงทนเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม (ในขั้นนี้ ครูควรให้คำแนะนำแก่นักเรียนอย่างเอาใจใส่ แต่นักเรียนต้องเป็นผู้เลือกวัสดุและอุปกรณ์ที่จะใช้ในการสร้างและออกแบบชิ้นงานเพื่อใช้แก้ปัญหาพร้อมเหตุผลเองทั้งหมด)

5) นักเรียนวางแผนและออกแบบเครื่องยิงลูกเทนนิส พร้อมทั้งระบุรายการวัสดุและจำนวนที่ใช้ เพื่อคำนวณหาต้นทุน ลงในใบกิจกรรมที่ 4 เรื่อง การออกแบบเครื่องยิงลูกเทนนิส

6) ในขณะที่นักเรียนกำลังช่วยกันออกแบบชิ้นงาน โดยครูให้คำแนะนำกับนักเรียนว่าอาจปรับปรุงจากชิ้นงานเดิมที่นักเรียนที่ออกแบบไว้ก่อนหน้านี้ได้ (เพราะจากครั้งก่อนหน้านี้ นักเรียนเก็บข้อมูลไว้แล้วทำให้ทราบว่าตัวชิ้นงานที่นักเรียนสร้างขึ้นมานั้นมีจุดบกพร่องตรงไหนบ้าง)

ครั้งที่ 5 (เวลา 2 ชั่วโมง)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

1) เมื่อนักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันระดมความคิด เพื่อวางแผนการสร้างชิ้นงานที่แต่ละกลุ่มออกแบบไว้ ตามที่ระบุไว้ในใบกิจกรรมที่ 4 ให้นำกระดาษที่ออกแบบชิ้นงานนั้นมาแลกกับวัสดุอุปกรณ์ตามจำนวนที่แต่ละกลุ่มได้ระบุและออกแบบไว้ แล้วทำการสร้างชิ้นงานตามแบบ

2) ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มลงมือสร้างเครื่องยิงลูกเทนนิส โดยใช้วัสดุตามที่ได้ออกแบบไว้ ทั้งนี้นักเรียนทุกกลุ่มต้องเก็บเศษวัสดุเหลือใช้ เพื่อนำไปประเมินความคุ้มค่าของวัสดุที่ใช้ไป

ขั้นที่ 4 ทดสอบและประเมินผล (Test and Evaluate)

ครั้งที่ 6 (เวลา 1 ชั่วโมง)

1) ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทดสอบเครื่องยิงลูกเทนนิส ที่สร้างขึ้นว่ามีความสอดคล้องตามแบบที่ออกแบบไว้หรือไม่ และสามารถใช้งานได้หรือไม่ และเป็นไปตามเกณฑ์พิจารณาหรือไม่ ตามใบกิจกรรมที่ 5 (ตอนที่ 1)

2) หากผลการทดสอบพบว่าเครื่องยิงลูกเทนนิส ไม่สอดคล้องตามแบบที่ออกแบบไว้ใช้งานไม่ได้ หรือมีข้อบกพร่องที่ควรปรับปรุงแก้ไข ให้นักเรียนบันทึกลงในกิจกรรมที่ 5 เพื่อเป็นข้อมูลที่นำไปสู่การปรับปรุงแก้ไขเครื่องยิงลูกเทนนิส ต่อไป

3) นักเรียนวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากขั้นทดสอบว่าควรปรับปรุง แก้ไขเครื่องยิงลูกเทนนิส ในส่วนใด ควรปรับปรุงอย่างไร จนกระทั่งเครื่องยิงลูกเทนนิส ที่สร้างขึ้นมีความสอดคล้องตามที่ออกแบบไว้ และใช้งานได้รวมทั้งเป็นไปตามเกณฑ์ให้คะแนนที่ครูระบุไว้

ขั้นที่ 5 นำเสนอผลลัพธ์ และแนวทางการปรับปรุงผลงาน (Present the Solution)

ครั้งที่ 7 (เวลา 2 ชั่วโมง)

1) ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอเครื่องยิงลูกเทนนิส ตามใบกิจกรรมที่ 5 (ตอนที่ 2) กลุ่มละ 5 นาที มี 2 ลำดับการทดสอบคือยิงให้ได้ระยะไกลที่สุด และยิงให้ตรงเป้าหมาย โดยครูใช้กล่องกระดาษขนาดเป็นเป้าในการยิงทดสอบความแม่นยำ (ขนาดกว้าง 30 ซม. ยาว 30 ซม. และสูง 20 ซม.)

2) ครูและนักเรียนสรุปผลการนำเสนอเครื่องยิงลูกเทนนิสของนักเรียนแต่ละกลุ่ม พร้อมแนะนำเพิ่มเติมเกี่ยวกับผลงานนักเรียน และสรุปการจัดการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา

3) นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติม ในการเครื่องยิงลูกเทนนิส โดยนักเรียนมีวิธีที่สามารถปรับปรุงและพัฒนาไปสู่การแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้หรือไม่ เช่น การส่งวัตถุระยะไกล การพัฒนาด้านการกีฬาชนิดอื่น เช่น ปิงปอง เบสบอล ตะกร้อ เป็นต้น

6. สื่ออุปกรณ์และแหล่งเรียนรู้

1. ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง หลักการที่ควรรู้
2. ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ความหมายและลักษณะการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์
3. ใบกิจกรรมที่ 3 เรื่อง ปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

4. ใบกิจกรรมที่ 4 เรื่อง การออกแบบเครื่องยิงลูกเทนนิส
5. ใบกิจกรรมที่ 5 เรื่อง เครื่องยิงลูกเทนนิส
6. ใบความรู้ เรื่อง ความหมายและลักษณะการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์
7. หนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551, พิมพ์ที่โรงพิมพ์ สกสค. ลาดพร้าว, 2556.
8. สืบค้นจาก http://www.vcharkarn.com/lesson/1123

   http://www.rmutphysics.com/physics/oldfront/circular-motion/projectile/pro4.htm

   https://youtu.be/TwzURDFo02o

   www.youtube.com/watch?v=QOuRkjZ18f0

   www.youtube.com/watch?v=ipC5vknPfA8

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

7. **กระบวนการวัดและประเมินผลการเรียนรู้**

รายการประเมิน	**เครื่องมือ**	**วิธีประเมิน**	**เกณฑ์การประเมิน**
1) อธิบายและอภิปรายเกี่ยวกับความหมายและลักษณะการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ได้	- ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ความหมายและลักษณะการเคลื่อนที่แบบ โพรเจกไทล์	- ตรวจใบกิจกรรม	ผ่านเกณฑ์การประเมินร้อยละ 60
2) หาปริมาณต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ได้	- คำถามท้ายใบกิจกรรมที่ 3 เรื่อง ปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แบบ โพรเจกไทล์		
3) ทดลองและอภิปรายเกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ของวัตถุได้	-ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ความหมายและลักษณะการเคลื่อนที่แบบ โพรเจกไทล์	- แบบประเมินทักษะในการปฏิบัติทดลอง	ผ่านเกณฑ์การวัดประเมินระดับคุณภาพ 2 ขึ้นไป
4) ทดลองและอธิบายเกี่ยวกับความเร็วต้นและมุมในการยิงวัตถุแบบโพรเจกไทล์ได้	-ใบกิจกรรมที่ 5 เรื่อง เครื่องยิงลูกเทนนิส	- แบบประเมินกิจกรรม STEM	
5) สามารถออกแบบการประดิษฐ์และปฏิบัติกิจกรรม เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ได้	-ใบกิจกรรมที่ 4 เรื่อง การออกแบบเครื่องยิงลูกเทนนิส -ใบกิจกรรมที่ 5 เรื่อง เครื่องยิงลูกเทนนิส -ชิ้นงาน STEM	- แบบประเมินกิจกรรม STEM - แบบประเมินชิ้นงาน STEM	
6) มีความตั้งใจ ใฝ่เรียนรู้ในการทำกิจกรรม มีความรับผิดชอบ และสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้	- สังเกตพฤติกรรมใน ระหว่างที่นักเรียนทำ กิจกรรม	- แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของรองผู้อำนวยการสถานศึกษา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นายธรรมวัจน์ วิลัยพิศ)

ตำแหน่งรองผู้อำนวยการสถานศึกษา

...../...../.....

ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของผู้อำนวยการสถานศึกษา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ลงชื่อ.....

(ดร.ประวิทย์ โอวาทกานนท์)

ตำแหน่งผู้อำนวยการสถานศึกษา

...../...../.....

ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของครูพี่เลี้ยง

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นางสาวชวัลนุช ครองสนั่น)

ตำแหน่ง ครู

...../...../.....

บันทึกท้ายแผน

1. ผลการเรียนรู้

มัธยมศึกษาปีที่ 4/2

.....

.....

.....

2. ปัญหา / อุปสรรค

มัธยมศึกษาปีที่ 4/2

.....

.....

.....

3.ข้อเสนอแนะ / แนวทางการแก้ไข

มัธยมศึกษาปีที่ 4/2

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นางสาวสิรินทร กิ่งชา)

นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู

...../...../.....

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

แบบบันทึกคะแนนรายบุคคล

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/2

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 การเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ

แผนการจัดการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/2

เลขที่	ชื่อ-สกุล	รายการประเมิน			คะแนนรวม (70)
		กิจกรรม (70)	แบบประเมินทักษะในการปฏิบัติทดลอง (ผ่าน, ไม่ผ่าน)	คุณลักษณะอันพึงประสงค์ (ผ่าน / ไม่ผ่าน)	
1	นายธนกฤต หามะฤทธิ์				
2	นายจรูญโรจน์ ณะตะวัน				
3	นายชายโยดม โนนน้อย				
4	นายนวมินทร์ ถาวร				
5	นายกิตติพิชญ์ สุกใส				
6	นายวิชญ์พล เกิดไพโรจน์				
7	นายศุภสิน อนุไพร				
8	นายสิทธิโชค โสมาเกตุ				
9	นายกฤตพล สุรินทร์				
10	นางสาวมัตติกา ดวงละคร				
11	นางสาวสุธารินี สารฤทธิ์				
12	นางสาวปาริฉัตร อัตโน				
13	นางสาวสุทธิดา ศรีคันธะรักษ์				
14	นางสาวดลพร สันติทวีฤกษ์				
15	นางสาวเจริยากุล วิสูงเร				
16	นางสาวอารยา แสนเสนยา				

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

แบบบันทึกคะแนนการทำกิจกรรม

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 การเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ

แผนการจัดการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

เลขที่	ชื่อ – สกุล	คะแนนกิจกรรม					คะแนนรวม (70)
		ที่ 1 (10)	ที่ 2 (10)	ที่ 3 (10)	ที่ 4 (20) STEM	ที่ 5 (20) STEM	
1	นายธนกฤต หามะฤทธิ์						
2	นายจรูญโรจน์ ณะตะวัน						
3	นายชายโยดม โนนน้อย						
4	นายนวมินทร์ ถาวร						
5	นายกิตติพิชญ์ สุกใส						
6	นายวิชญ์พล เกิดไพโรจน์						
7	นายศุภสิน อนุไพร						
8	นายสิทธิโชค โสมาเกตุ						
9	นายกฤตพล สุรินทร์						
10	นางสาวมัตติกา ดวงละคร						
11	นางสาวสุธารินี สารฤทธิ์						
12	นางสาวปาริฉัตร อัตโน						
13	นางสาวสุทธิดา ศรีคันธะรักษ์						
14	นางสาวดลพร สันติทวีฤกษ์						
15	นางสาวเจริยากุล วิสูงเร						
16	นางสาวอารยา แสนเสนยา						
17	นางสาวมุกมณี ทองดี						
18	นางสาวกิ่งกาญจน์ วงค์หนองหว้า						
19	นางสาวพรรณิภา พลเศษ						
20	นางสาวกรรณิกา อึ้งทวีพร						
21	นางสาวกชพรรณ บุญชุม						

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

เกณฑ์การให้คะแนนการตรวจใบบันทึกกิจกรรม (กิจกรรมที่ 1 และ 2)

1. ตารางบันทึกผลการทดลอง 5 คะแนน

1.1 บันทึกถูกต้องทั้งหมด ได้ 5 คะแนน

1.2 บันทึกถูกต้องบ้าง ได้ 3 คะแนน

1.3 บันทึกไม่ถูกต้อง ได้ 0 คะแนน

2. สรุปหรืออภิปรายผลการทดลอง 5 คะแนน

2.1 สรุปถูกต้องชัดเจน ได้ 5 คะแนน

2.2 สรุปไม่ชัดเจน ครุมเครือ ได้ 3 คะแนน

2.3 สรุปไม่ถูกต้อง ได้ 0 คะแนน

คะแนนเต็ม 10 คะแนน

เกณฑ์การให้คะแนนการตรวจคำถามท้ายกิจกรรม (กิจกรรมที่ 3)

ข้อที่	เกณฑ์การประเมิน	เกณฑ์คะแนนรวม
1-5	- เติมคำตอบถูกต้อง	2 คะแนน
	- เติมคำตอบถูกมากกว่าครึ่ง	1.5 คะแนน
	- เติมคำตอบถูกครึ่งหนึ่ง	1 คะแนน
	- เติมคำตอบถูกน้อยกว่าครึ่ง	0.5 คะแนน
	- เติมคำตอบไม่ถูกต้อง	0 คะแนน
	คะแนนรวม	**10**

เกณฑ์การให้ผ่าน: ได้คะแนนร้อยละ 60 ขึ้นไป

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

แบบประเมินทักษะในการปฏิบัติทดลอง

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/2

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 การเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ

แผนการจัดการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

คำชี้แจง ให้ผู้สอนประเมินจากการสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนในการปฏิบัติกิจกรรมในใบกิจกรรมโดยให้ระดับคะแนนลงในตารางที่ตรงกับพฤติกรรมของผู้เรียน

เกณฑ์การให้คะแนน 3 = ดี 2 = พอใช้ 1 = ต้องปรับปรุง

เกณฑ์การประเมิน คะแนนเต็ม 12 คะแนน มากกว่า 8 คะแนน ประเมินผ่าน

เลขที่	ชื่อ – สกุล	รายการประเมิน				รวม 12 คะแนน	สรุปผลการประเมิน	
		การดำเนินกิจกรรม(3)	การปฏิบัติกิจกรรม (3)	ความคล่องแคล่วในการทำกิจกรรม (3)	การนำเสนอกิปราย (3)		ผ่าน √	ไม่ผ่าน ×
1	นายธนกฤต หามะฤทธิ์							
2	นายจรูญโรจน์ ณะตะวัน							
3	นายชายโยดม โนนน้อย							
4	นายนวมินทร์ ถาวร							
5	นายกิตติพิชญ์ สุกใส							
6	นายวิชญ์พล เกิดไพโรจน์							
7	นายศุภสิน อนุไพร							
8	นายสิทธิโชค โสมาเกตุ							
9	นายกฤตพล สุรินทร์							
10	นางสาวมัตติกา ดวงละคร							
11	นางสาวสุธารินี สารฤทธิ์							
12	นางสาวปาริฉัตร อัตโน							

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

เกณฑ์การประเมินทักษะการปฏิบัติทดลอง

ประเด็นที่ประเมิน	ระดับคะแนน		
	ระดับ 3	ระดับ 2	ระดับ 1
1. วิธีดำเนินกิจกรรม	กำหนดวิธีการขั้นตอนถูก ต้อง เลือกใช้เครื่องมือวัสดุอุปกรณ์ในการทำกิจกรรมที่เหมาะสม	กำหนดวิธีการขั้นตอนการทดลองถูกต้อง เลือกใช้เครื่องมือวัสดุอุปกรณ์ในการทดลองไม่เหมาะสม	กำหนดวิธีการทดลองและขั้นตอนไม่ถูกต้อง ต้องให้ความช่วยเหลือ
2. การปฏิบัติกิจกรรม	ดำเนินการทำกิจกรรมเป็นขั้นตอน และใช้อุปกรณ์ได้ถูกต้องเหมาะสม	ดำเนินการทำกิจกรรมเป็นขั้นตอนและใช้อุปกรณ์ ได้ถูกต้องถ้าให้คำแนะนำ	ต้องให้ความช่วยเหลือในการทำกิจกรรม และการใช้อุปกรณ์
3. ความคล่องแคล่วในการทำกิจกรรม	มีความคล่องแคล่วในการดำเนินการทำกิจกรรม และการใช้อุปกรณ์ดำเนินการทำกิจกรรมได้อย่างปลอดภัยและเสร็จทันเวลา	มีความคล่องแคล่วในการดำเนินการทำกิจกรรม แต่ต้องให้คำแนะนำเรื่องการใช้อุปกรณ์	ทำการทดลองไม่ทันตามเวลาที่กำหนด เนื่องจากขาดความคล่องแคล่วในการดำเนินการทำกิจกรรม
4. การนำเสนอและอภิปรายการทำกิจกรรม	บันทึกผลการทดลองและสรุปผลการทดลองถูกต้อง และนำเสนอได้เป็นขั้นตอนที่ชัดเจน	บันทึกผลการทดลองและสรุปผลการทดลองถูกต้อง แต่การนำเสนอยังไม่เป็นขั้นตอนที่ชัดเจน	ต้องให้คำชี้แนะในการบันทึกผลการทดลอง สรุปผลการทดลอง และการนำเสนอจึงสามารถทำกิจกรรมได้

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

แบบประเมินใบบันทึกกิจกรรม STEM

เรื่อง การออกแบบและสร้างเครื่องยิงลูกเทนนิส

กลุ่มที่..... ชื่อกลุ่ม.....

สมาชิกในกลุ่ม

1..... เลขที่..... ชั้น ม...../.....

2..... เลขที่..... ชั้น ม...../.....

3..... เลขที่..... ชั้น ม...../.....

4..... เลขที่..... ชั้น ม...../.....

เกณฑ์การประเมินมีดังนี้ คะแนนเต็ม 20 คะแนน กำหนดเกณฑ์การตัดสินแบ่งเป็นระดับคุณภาพดังนี้

ระดับ 3 คะแนนรวม 15-20 คะแนน หมายถึง ดีมาก

ระดับ 2 คะแนนรวม 8-14 คะแนน หมายถึง ดี

ระดับ 1 คะแนนรวม ต่ำกว่า 8 คะแนน หมายถึง ควรปรับปรุง

คำชี้แจง : ให้ผู้สอนเขียนเครื่องหมาย ลงในช่องคะแนน

รายการประเมิน	**คะแนน**				**คะแนนที่ได้**
	4	**3**	**2**	**1**	
1. การวางแผนกำหนดขั้นตอนการทำงาน เพื่อนำไปแก้ไขถานการณ์ได้					
2. การวางแผนจัดเตรียมอุปกรณ์เครื่องมือ					
3. การออกแบบเชิงวิศวกรรม					
4. การสังเกต ศึกษา ทดลอง รวบรวมข้อมูล บันทึกข้อมูล					
5. การวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปความรู้					
รวมคะแนนที่ได้ (คะแนนเต็ม 20)					
สรุปผลการประเมินตามเกณฑ์ในระดับ					

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นางสาวสิรินทร กิ่งชา)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

เกณฑ์การวัดและประเมินผลแบบประเมินกิจกรรม STEM

รายการประเมิน	ระดับคะแนน			
	4	3	2	1
1. การวางแผนกำหนดขั้นตอนการทำงาน เพื่อนำไปแก้ไสถานการณ์ได้	ระบุภาระงานและขั้นตอนการทำงานชัดเจน การทำงานทั้งหมดสอดคล้องกับการนำไปแก้ไขสถานการณ์ได้อย่างครบถ้วนสมบูรณ์	ระบุภาระงานได้บ้าง แต่ไม่ครบถ้วนทุกขั้นตอน การทำงานที่กำหนดส่วนใหญ่เหมาะสม ดีแผนการทำงานโดยรวมสอดคล้องกับการนำไปแก้ไขสถานการณ์ได้	ระบุภาระงานและขั้นตอนการทำงานได้น้อยมาก ขั้นตอนการทำงาน บางส่วนไม่เหมาะสมแผนการทำงาน นำไปแก้ไขสถานการณ์ได้เป็นส่วนน้อย	ระบุภาระงานและขั้นตอนการทำงานไม่ได้ ต้องได้รับความช่วยเหลือจึงจะวางแผนงานได้
2. การวางแผนจัดเตรียมอุปกรณ์เครื่องมือ	เลือกวัสดุที่เลือกใช้เหมาะสมกับชิ้นงานที่สร้าง คุ่มค่า หรือคงทน มีความสอดคล้องกับปัญหาหรือความต้องการนำไปสร้าง ได้จริง	เลือกวัสดุที่เลือกใช้เหมาะสมกับชิ้นงานที่สร้าง แต่ไม่คุ่มค่าหรือคงทน มีความสอดคล้องกับปัญหาหรือความต้องการนำไปสร้างได้จริง	เลือกวัสดุที่เลือกใช้ไม่เหมาะสมกับชิ้นงานที่สร้าง ไม่คุ่มค่าหรือคงทน แต่มีความสอดคล้องกับปัญหาหรือความต้องการนำไปสร้างได้จริง	ไม่สามารถเลือกวัสดุที่เหมาะสมกับชิ้นงานได้ไม่คุ่มค่าหรือคงทน ไม่สอดคล้องกับปัญหาหรือความต้องการนำไปสร้างได้จริง
3. การออกแบบเชิงวิศวกรรม	มีการใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม มีการสืบค้นข้อมูลและแสดงถึงการใช้ข้อมูล มาเป็นพื้นฐานการตัดสินใจในการออกแบบ	มีการใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม มีการสืบค้นข้อมูล แต่ไม่ได้นำมาใช้เป็นพื้นฐานการตัดสินใจใน การออกแบบ	มีการใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม แต่ขาดการสืบค้นข้อมูล	ขาดการใช้การออกแบบทางวิศวกรรม และออกแบบเครื่องยิงไม่ได้เลย

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

รายการประเมิน	ระดับคะแนน			
	4	3	2	1
4. การสังเกต ศึกษา ทดลอง รวบรวมข้อมูล บันทึกข้อมูล	สังเกต ศึกษา ทดลอง รวบรวมข้อมูลอย่างถูกต้องครบถ้วนตามแผนที่วางไว้ บันทึกข้อมูลอย่างต่อเนื่อง	สังเกต ศึกษา ทดลอง รวบรวมข้อมูลอย่างถูกต้องครบถ้วนตามแผนที่วางไว้ บันทึกข้อมูลอย่างต่อเนื่อง และแก้ปัญหาการทำงานได้ด้วยตนเองเป็นส่วนใหญ่ ต้องได้รับคำแนะนำเพียงเล็กน้อย	สังเกต ศึกษา ทดลอง รวบรวมข้อมูลตามแผนที่วางไว้ บันทึกข้อมูลอย่างต่อเนื่องและแก้ปัญหาการทำงานได้ด้วยตนเองเป็นบางส่วน ต้องได้รับคำแนะนำเพียงบางส่วน	สังเกต ศึกษา ทดลอง รวบรวมข้อมูลตามแผนที่วางไว้ บันทึกข้อมูลอย่างต่อเนื่อง และแก้ปัญหาการทำงานด้วยตนเองไม่ได้ ต้องได้รับคำแนะนำตลอดเวลา
5. การวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปความรู้	จำแนก แยกแยะข้อมูล เปรียบเทียบความเหมือนความต่าง เรียงลำดับวิเคราะห์เหตุผล สรุปความรู้ ได้อย่างชัดเจน สมบูรณ์ ครบถ้วน	จำแนก แยกแยะข้อมูล เปรียบเทียบความเหมือนความต่าง เรียงลำดับวิเคราะห์เหตุผล สรุปความรู้ได้ แต่ไม่สมบูรณ์ครบถ้วน	จำแนก แยกแยะข้อมูล เปรียบเทียบความเหมือนความต่าง เรียงลำดับวิเคราะห์เหตุผล สรุปความรู้ได้เป็นบางส่วน และต้องได้รับคำชี้แนะในบางส่วน	จำแนก แยกแยะข้อมูล เปรียบเทียบความเหมือนความต่าง เรียงลำดับวิเคราะห์เหตุผล สรุปความรู้ได้น้อยมาก และต้องได้รับคำชี้แนะตลอดเวลา

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

แบบประเมินชิ้นงาน

ชื่อชิ้นงาน.....

สมาชิกในกลุ่ม

1..... เลขที่..... ชั้น ม...../.....

2.....เลขที่..... ชั้น ม...../.....

3.....เลขที่.....ชั้น ม...../.....

4.....เลขที่..... ชั้น ม...../.....

เกณฑ์การประเมินมีดังนี้ คะแนนเต็ม 20 คะแนน กำหนดเกณฑ์การตัดสินแบ่งเป็นระดับคุณภาพดังนี้

ระดับ 3 คะแนนรวม 15-20 คะแนน หมายถึง ดีมาก

ระดับ 2 คะแนนรวม 8-14 คะแนน หมายถึง ดี

ระดับ 1 คะแนนรวม ต่ำกว่า 8 คะแนน หมายถึง ควรปรับปรุง

คำชี้แจง : ให้ผู้สอนเขียนเครื่องหมาย □ลงในช่องคะแนน

รายการประเมิน	**คะแนน**				**คะแนนที่ได้**
	4	**3**	**2**	**1**	
1. ความสำเร็จของชิ้นงาน					
2. เวลาที่ใช้					
3. ต้นทุนวัสดุในการสร้างเครื่องยิงลูกเทนนนิส					
4. การนำเสนอชิ้นงาน					
5. การออกแบบเชิงวิศวกรรม					
รวมคะแนนที่ได้ (คะแนนเต็ม 20)					
สรุปผลการประเมินตามเกณฑ์ในระดับ					

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นางสาวสิรินทร กิ่งชา)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

เกณฑ์การให้คะแนน

รายการประเมิน	ระดับคะแนน			
	4	3	2	1
1. ความสำเร็จของชิ้นงาน	มีความสวยงาม มีรูปทรง ขนาด น้ำหนักเครื่องยิงมีความสมดุลกับวัตถุที่ยิง (ลูกเทนนิส) สร้างสรรค์	มีรูปทรง ขนาด น้ำหนักเครื่องยิงมีความสมดุลกับวัตถุที่ยิง (ลูกเทนนิส)	มีรูปทรง ขนาด น้ำหนักเครื่องยิงไม่ค่อยมีความสมดุลกับวัตถุที่ยิง (ลูกเทนนิส)	ไม่ความสวยงาม ไม่สมดุล ใช้งานไม่ได้ ไม่มีการวางแผนออกแบบ
2. เวลาที่ใช้	ทำชิ้นงานเสร็จทันเวลา ที่กำหนด	ทำชิ้นงานเลยเวลาที่กำหนด ไม่เกิน 30 นาที	ทำชิ้นงานเลยเวลาที่ กำหนด ไม่เกิน 1 ชั่วโมง	ทำชิ้นงานไม่สำเร็จ
3. ต้นทุนการผลิต	ต้นทุนต่ำ คุ้มค่าและวัสดุที่ใช้คงทนเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม	ต้นทุนต่ำ คุ้มค่าและวัสดุที่ใช้คงทน	ต้นทุนต่ำ ไม่คุ่มค่าวัสดุที่ใช้ไม่ค่อยคงทน	ต้นทุนสูงเกินไป ไม่คุ้มค่า และวัสดุที่ใช้ไม่คงทน
4. การนำเสนอชิ้นงาน	สามารถนำเสนอ ผลงานได้อย่างน่าสนใจ มีการอธิบายหลักการ และอธิบายเหตุผลในการเลือกใช้วัสดุต่างๆ ให้เข้าใจง่าย	สามารถนำเสนอผลงาน มีการอธิบายหลักการ และ อธิบายเหตุผลในการเลือกใช้วัสดุต่างๆ	สามารถนำเสนอผลงานได้ มีการอธิบายหลักการ แต่ไม่อธิบายเหตุผลในการเลือกใช้วัสดุต่าง ๆ	ไม่สามารถนำเสนอ ผลงานได้ ไม่มีการอธิบายหลักการ ไม่อธิบายเหตุผลในการเลือกใช้วัสดุต่าง ๆ
5. การออกแบบเชิงวิศวกรรม	มีการใช้กระบวนการ ออกแบบทางวิศวกรรม มีการสืบค้นข้อมูลและแสดงถึงการใช้ข้อมูล มาเป็นพื้นฐานการตัดสินใจในการออกแบบ ยิงได้ไกลและแม่นยำ	มีการใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม มีการสืบค้นข้อมูล แต่ ไม่ได้นำมาใช้เป็นพื้นฐานการตัดสินใจใน การออกแบบ ยิงได้ไกลและแม่นยำ	มีการใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม แต่ขาดการสืบค้นข้อมูล ยิงได้ระยะไม่ไกล	ขาดการใช้การออกแบบทางวิศวกรรม และใช้เครื่องยิงไม่ได้เลย

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

แบบประเมิน คุณลักษณะอันพึงประสงค์

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/2

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 การเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ

แผนการจัดการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

คำชี้แจง: ให้ผู้สอนประเมินจากการสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนในการปฏิบัติกิจกรรมโดยให้ระดับคะแนนลงในตารางที่ตรงกับพฤติกรรมของผู้เรียน

เกณฑ์การให้คะแนน 3 = ดี 2 = พอใช้ 1 = ต้องปรับปรุง

เกณฑ์การประเมิน คะแนนเต็ม 12 คะแนน มากกว่า 8 คะแนน ประเมินผ่าน

เลขที่	ชื่อ – สกุล	รายการประเมิน				รวม 12 คะแนน	สรุปผลการประเมิน	
		ตั้งใจเรียน (3)	มีความรับผิดชอบ (3)	รับฟังความคิดเห็น (3)	ทำงานร่วมกับผู้อื่น (3)		ผ่าน √	ไม่ผ่าน ×
1	นายธนกฤต หามะฤทธิ์							
2	นายจรูญโรจน์ ณะตะวัน							
3	นายชายโยดม โนนน้อย							
4	นายนวมินทร์ ถาวร							
5	นายกิตติพิชญ์ สุกใส							
6	นายวิชญ์พล เกิดไพโรจน์							
7	นายศุภสิน อนุไพร							
8	นายสิทธิโชค โสมาเกตุ							
9	นายกฤตพล สุรินทร์							
10	นางสาวมัตติกา ดวงละคร							
11	นางสาวสุธารินี สารฤทธิ์							
12	นางสาวปาริฉัตร อัตโน							
13	นางสาวสุทธิดา ศรีคันธะรักษ์							

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

เกณฑ์การประเมินลักษณะอันพึงประสงค์

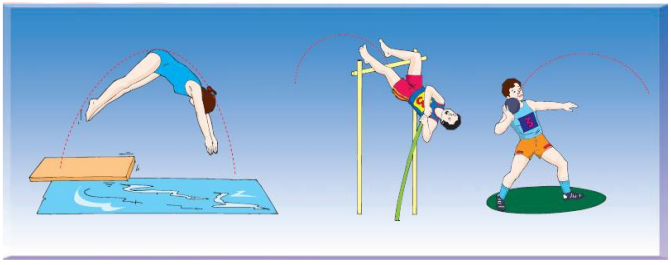
ประเด็นที่ประเมิน	ระดับคะแนน		
	ระดับ 3	ระดับ 2	ระดับ 1
1. ความตั้งใจ	ใส่ใจในงานและตั้งใจทำงานที่ได้รับมอบหมายอย่างเต็มที่	ใส่ใจในงานและตั้งใจทำงานที่ได้รับมอบหมายเป็นบางช่วง	ไม่ใส่ใจในงานและไม่ตั้งใจทำงานที่ได้รับมอบหมาย
2. ความรับผิดชอบ	มีความรับผิดชอบกระตือรือร้นให้ความสนใจในการทำงานอย่างเต็มที่ปฏิบัติงานตามที่ได้รับมอบหมายได้สมบูรณ์	มีความรับผิดชอบ ให้ความสนใจในการทำงานตามบทบาทหน้าที่ปฏิบัติงานตามที่ได้รับมอบหมายได้บางส่วน	ไม่มีความรับผิดชอบขาดความกระตือรือร้นไม่สนใจในการทำงานไม่ปฏิบัติงานตามที่ได้รับมอบหมาย
3. รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น	ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นดีมาก	ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นพอสมควร	ไม่ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น
4. การทำงานร่วมกับผู้อื่น	มีการแบ่งหน้าที่ วางแผนการปฏิบัติงานสื่อสารภายในกลุ่มชัดเจน ช่วยเหลือซึ่งกันและกันเป็นอย่างดี	ให้ความสำคัญการทำงานร่วมกับคนอื่นภายในกลุ่มบ้าง การสื่อสารภายในกลุ่มไม่ค่อยชัดเจน ช่วยเหลือกันเป็นบางครั้ง	ไม่สนใจเพื่อนสมาชิก ปลีกตัวทำงานคนเดียวไม่มีการสื่อสาร หรือโต้ตอบกับผู้อื่น

มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ใบความรู้
เรื่อง ความหมายและลักษณะการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

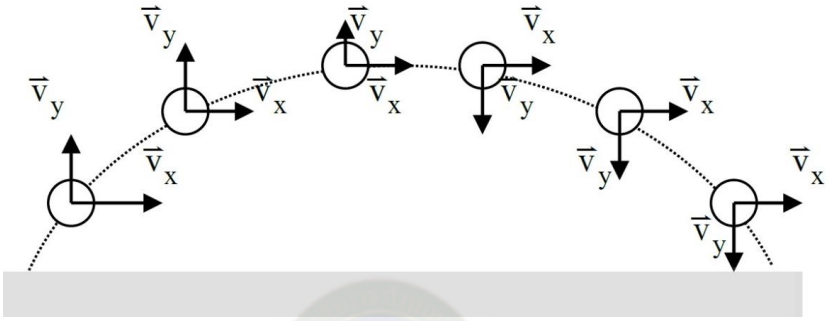
การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ภายใต้สนามโน้มถ่วงของโลก จะถูกแรงโน้มถ่วงของโลกดึงลงมาให้เคลื่อนที่เป็นแนวโค้ง ซึ่งเป็นการเคลื่อนที่สองแนวพร้อมกัน คือใน แนวราบและแนวดิ่ง โดยที่ การเคลื่อนที่ในแนวราบเป็นการเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ ส่วนการเคลื่อนที่ในแนวดิ่ง เป็นการเคลื่อนที่ด้วยความเร่ง หรือความหน่วง มีค่าเท่ากับ ค่า g ซึ่งทำให้เวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่ราบและแนวดิ่งจึงมีค่าเท่ากัน

การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ (Projectile Motion) เป็นการเคลื่อนของวัตถุอย่างอิสระอีกรูปแบบหนึ่ง มีแนวการเคลื่อนที่เป็นวิถีโค้ง ซึ่งเป็นการเคลื่อนที่สองมิติ โดยวัตถุที่เคลื่อนที่แบบ โพรเจกไทล์จะมีแรงกระทำต่อวัตถุในสองทิศทาง คือ แรงกระทำในแนวดิ่งอันเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก และแรงลัพธ์ในแนวระดับเป็นศูนย์ ทำให้วัตถุมีความเร็วคงที่ ส่วนแรงกระทำในแนวดิ่ง คือ แรงดึงดูดของโลกซึ่งจะทำให้วัตถุเคลื่อนที่ลงในแนวดิ่งด้วยความเร่งคงตัว โดยการเคลื่อนที่ทั้งสอง แนวจะเกิดขึ้นพร้อม ๆ กัน ส่งผลให้แนวทางการเคลื่อนที่ของวัตถุเป็นแนวโค้ง ซึ่งเรียกว่า การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ การกระทำหลายอย่างที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน เช่น การขวางวัตถุใด ๆ ออกไปไกล ๆ จะพบว่าวัตถุจะค่อย ๆ ลดระดับลงจนตกลงสู่พื้น การโยนลูกส้มโอ แตงโม และลูกมะพร้าวของชาวสวน หรือการเล่นกีฬาหลายชนิด เช่น การขว้างลูกบอลในอากาศในแนวเอียงทำมุมกับแนวระดับ การเตะฟุตบอล การเล่นวอลเล่ย์บอล การตีเทนนิส การเล่นบาสเกตบอล ดังภาพ แนวการเคลื่อนที่ของวัตถุต่าง ๆ ที่กล่าวมาแล้ว จะเป็นแนวโค้งทั้งสิ้น



ภาพที่ ก.4 การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ในชีวิตประจำวัน

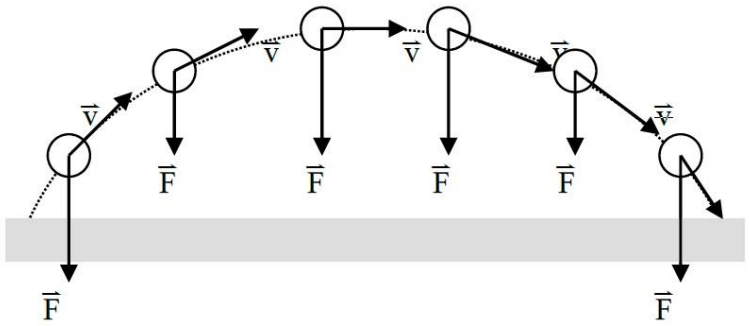
การเคลื่อนที่ของวัตถุต่าง ๆ จากข้างบนนี้ ความเร็วของวัตถุสามารถแยกออกได้ 2 แนวคือความเร็วในแนวดิ่ง และความเร็วในแนวระดับ โดยที่ความเร็วในแนวดิ่งจะเปลี่ยนไปตลอดเวลา และจะมีค่าเป็นศูนย์เมื่อวัตถุนั้นอยู่ที่ตำแหน่งสูงสุด ของแนวการเคลื่อนที่ ส่วนความเร็วในแนวระดับจะคงตัวตลอดการเคลื่อนที่ เท่ากับความเร็วต้น (ในแนวระดับ) ที่จุดเริ่มต้น ดังภาพ



ภาพที่ ก.5 การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์สองแนวตั้งฉากกันและเกิดในเวลาเดียวกัน

ดังนั้นถ้าวัตถุเริ่มเคลื่อนที่ ด้วยความเร็วต้น (ในแนวระดับ) มีค่ามาก ก็จะเคลื่อนที่ไปได้ไกล แนวการเคลื่อนที่ในลักษณะนี้ จะเป็นเส้นโค้งแบบพาราโบลา และเรียกการเคลื่อนที่แบบนี้ว่าการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ (Projectile Motion)

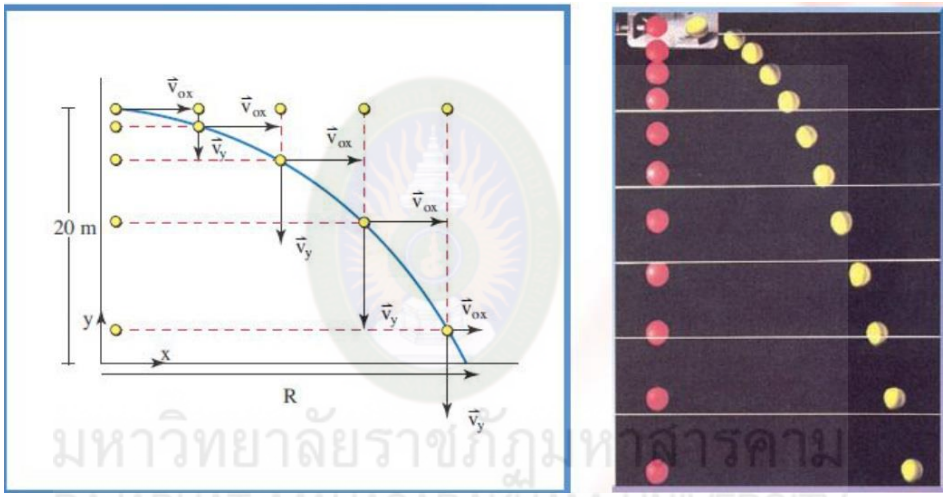
สาเหตุที่ทำให้แนวการเคลื่อนที่เป็นแนวโค้งแบบโพรเจกไทล์นี้ เป็นเพราะแรงเนื่องจากสนามโน้มถ่วงของโลก กระทำต่อวัตถุนั้นในทิศทำมุมกับทิศความเร็วลัพธ์ของวัตถุ ดังภาพ



ภาพที่ ก.6 มุมกับทิศความเร็วลัพธ์ของวัตถุที่เคลื่อนที่ในสนามโน้มถ่วงของโลก

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

เช่น การทดลองดีดเหรียญ พบว่าเมื่อปล่อยเหรียญสองอันพร้อมกันจากระดับความสูงเท่ากัน เหรียญ A จะเคลื่อนที่อย่างอิสระในแนวดิ่ง ส่วนเหรียญ B จะเคลื่อนที่อย่างอิสระแบบโพรเจกไทล์ เพราะเหรียญ B ได้รับแรงในแนวระดับจากการปัดไม้บรรทัด ทำให้มีความเร็วในแนวระดับ และเมื่อพ้นขอบโต๊ะ เหรียญ B จะถูกแรงดึงดูดของโลกกระทำในแนวดิ่งด้วยความเร่งคงที่ 9.8 เมตร/วินาที^{2} ในขณะที่ความเร่งในแนวระดับเป็นศูนย์ จึงทำให้ความเร็วในแนวระดับเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ และตกลงสู่พื้นเป็นแนวโค้งแบบโพรเจกไทล์ และจากการทดลองพบว่าเหรียญทั้งสองตกถึงพื้นพร้อมกัน โดยเหรียญ A จะเกิดการกระจัดในแนวดิ่ง ส่วนเหรียญ B จะเกิดการกระจัดทั้งแนวดิ่งและแนวระดับ พร้อม ๆ กัน ดังภาพ



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาพที่ ก.7 การเคลื่อนที่ของวัตถุสองชิ้นพร้อมกันในแนวดิ่งและแนวโค้งโพรเจกไทล์

และจากการเปรียบเทียบการเคลื่อนที่ของวัตถุทั้งสอง พบว่าวัตถุที่ตกในแนวดิ่ง มีการกระจัดในแนวดิ่งเพียงแนวเดียว ส่วนวัตถุที่เคลื่อนที่ในแนวโค้งโพรเจกไทล์ จะมีการกระจัดทั้งแนวดิ่งและแนวระดับไปพร้อม ๆ กัน และช่วงเวลาเท่ากัน วัตถุทั้งสองจะมีการกระจัดในแนวดิ่ง เท่ากันตลอดการเคลื่อนที่ และตกถึงพื้นพร้อมกัน ซึ่งอธิบายได้ว่าในแนวดิ่งวัตถุทั้งสองถูกแรง ดึงดูดของโลกกระทำเพียงแรงเดียว ดังนั้นจึงมีความเร่งในแนวดิ่งเท่ากับค่า g คือ 9.8 เมตร/ วินาที^{2}

จากการศึกษาเกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ พบว่า การกระจัดในแนวระดับส่วนแนวดิ่งจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับมุมของความเร็วต้นที่กระทำต่อแนวระดับมุมที่ทำให้วัตถุเคลื่อนที่ในแนว ระดับมีการกระจัดมากที่สุด คือ มุม 45 องศา

อภิปรายก่อนการทำกิจกรรม

"ถ้าสมมุติว่าเพื่อนนักเรียนในกลุ่มคนหนึ่งเป็นนักกีฬาเทนนิส จำเป็นต้องให้นักเรียนช่วยเป็นคู่ฝึกซ้อมเพื่อการแข่งขันกีฬาระดับชาติ นักเรียนจะมีวิธีการช่วยเป็นคู่ฝึกซ้อมกีฬาเทนนิสเพื่อนอย่างไร"

"ถ้านักเรียนต้องการสร้างเครื่องยิงลูกเทนนิส นักเรียนต้องมีความรู้เรื่องใดบ้าง ในการออกแบบและสร้างเครื่องยิงลูกเทนนิส ที่มีประสิทธิภาพและใช้ต้นทุนที่ต่ำ"

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ใบกิจกรรมที่ 1
เรื่อง หลักการที่ควรรู้

<u>คำชี้แจง</u> : ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 5-6 คน แล้วให้แต่ละกลุ่มร่วมกันปรึกษากันโดยมีประเด็นคำถามต่อไปนี้ "ถ้านักเรียนต้องการสร้างเครื่องยิงลูกเทนนิส นักเรียนต้องมีความรู้เรื่องใดบ้าง และอุปกรณ์หรือวัสดุหลักที่ใช้สร้างควรจะใช้อะไรบ้าง ในการออกแบบและสร้างเครื่องยิงลูกเทนนิส ที่มีประสิทธิภาพและใช้ต้นทุนที่ต่ำ”

สมาชิก

1..... เลขที่..... ชั้น ม...../.....

2.....เลขที่..... ชั้น ม...../.....

3.....เลขที่.....ชั้น ม...../.....

4..... เลขที่..... ชั้น ม...../.....

1. ถ้านักเรียนต้องการสร้างเครื่องยิงลูกเทนนิส นักเรียนต้องมีความรู้เบื้องต้นเรื่องใดบ้าง ?

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

2. อุปกรณ์หรือวัสดุหลักที่ใช้สร้างควรจะใช้อะไรบ้าง ในการออกแบบและสร้างเครื่องยิงลูกเทนนิสที่มีประสิทธิภาพและใช้ต้นทุนที่ต่ำ”

3. จงออกแบบและวาดภาพโครงร่างเครื่องยิงลูกเทนนิส ที่มีประสิทธิภาพและใช้ต้นทุนที่ต่ำ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ใบกิจกรรมที่ 2

เรื่อง ความหมายและลักษณะการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

การทดลอง : เพื่อศึกษาลักษณะการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

จุดประสงค์

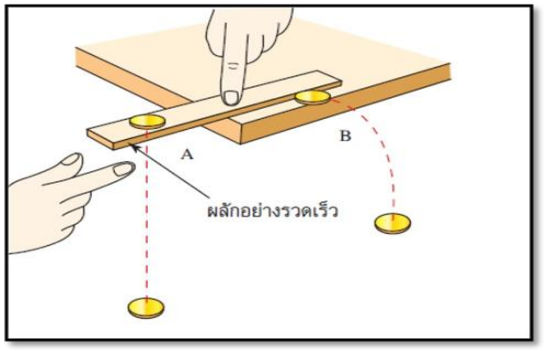
1. อธิบายและอภิปรายเกี่ยวกับความหมายและลักษณะการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ได้
2. ทดลองและอภิปรายเกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ของวัตถุได้

วัสดุอุปกรณ์

1. เหรียญสิบ	จำนวน 2 เหรียญ
2. ไม้บรรทัดยาว (แข็ง)	จำนวน 1 อัน

วิธีการทดลอง

1. ให้นักเรียนจัดรูปแบบกิจกรรม ดังภาพ โดยให้เหรียญหนึ่งวางบนโต๊ะ อีกเหรียญวางที่ปลายไม้บรรทัด
2. ออกแรงผลักไม้บรรทัดเข้าหาตนเองอย่างรดเร็ว สังเกตการณ์เคลื่อนที่ของเหรียญทั้งสอง บันทึกผลการทดลอง
3. ทำการทดลองซ้ำเดิม แต่ให้ออกแรงมากกว่าเดิม สังเกตการณ์ตกของเหรียญครั้งที่ 2 บันทึกผลการทดลอง



ภาพที่ ก.8 การเคลื่อนที่ของเหรียญในลักษณะโพรเจกไทล์

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ใบบันทึกกิจกรรมที่ 2

เรื่อง ความหมายและลักษณะการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

สมาชิกในกลุ่ม

1. ..... 2. .....

3. ..... 4. .....

5. ..... 6. .....

จุดประสงค์การทดลอง

จุดประสงค์

1. อธิบายและอภิปรายเกี่ยวกับความหมายและลักษณะการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ได้
2. ทดลองและอภิปรายเกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ของวัตถุได้

คำถามจากการทำกิจกรรม

1. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มวาดเส้นทางการเคลื่อนที่ของเหรียญทั้งสอง

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

2. เหรียญทั้งสองตกถึงพื้นพร้อมกันหรือไม่ ทราบได้อย่างไร

.....

.....

.....

3. ออกแรงเคาะไม้บรรทัดเพิ่มมากขึ้น ผลจะเป็นอย่างไร

.....

.....

4. นักเรียนจะสามารถสรุปลักษณะการเคลื่อนที่ของเหรียญในกิจกรรมนี้ได้อย่างไร

.....

.....

.....

5. ลักษณะการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ หมายความว่าอย่างไร

.....

.....

.....

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

อภิปรายผล

.....

.....

.....

.....

ผลที่ได้จากการทำกิจกรรม

.....

.....

ใบกิจกรรมที่ 3 : ศึกษาใบความรู้
เรื่อง ปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

ชื่อ - สกุล ..... กลุ่ม ..... ชั้น ..... เลขที่ .....

จุดประสงค์ของกิจกรรม

1. อธิบายและอภิปรายเกี่ยวกับความหมายและลักษณะการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ได้
2. หาปริมาณต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ได้
3. อธิบายเกี่ยวกับความเร็วต้นและมุมในการยิงวัตถุแบบโพรเจกไทล์ได้

วิธีการทำกิจกรรม

1. นักเรียนเข้ากลุ่มร่วมกันทำกิจกรรมศึกษาความรู้
2. จากนั้นแยกออกเป็นอีก 2 กลุ่มย่อย (กลุ่มละ 2-3 คน)
3. กลุ่มที่ 1 ศึกษาความรู้เบื้องต้นและลักษณะเกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์เพิ่มเติม

กลุ่มที่ 2 ศึกษาปริมาณต่าง ๆ ที่ควรทราบของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

4. นักเรียนกลับมารวมกันอีกครั้ง และ ร่วมกันอภิปราย สรุปเนื้อหาที่ตนเองรับผิดชอบในแต่ละกลุ่ม แล้วร่วมกันศึกษาตัวอย่างการหาปริมาณการเคลื่อนที่ของโพรเจกไทล์แนวระดับ
5. ตอบคำถามท้ายกิจกรรม แล้วนำไปติดบริเวณที่กำหนด
6. นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันตรวจคำตอบของเพื่อนกลุ่มอื่น (ที่ไม่ใช่กลุ่มของตนเอง)
7. บริหารจัดการเวลาให้ทัน ตามที่กำหนด

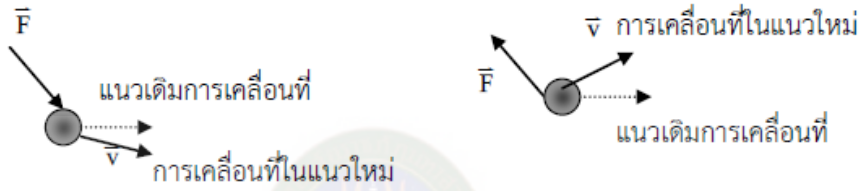
ความรู้เบื้องต้นและลักษณะเกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

การเคลื่อนที่ของวัตถุใดๆ จะมีการเคลื่อนที่เปลี่ยนแปลง ก็ต่อเมื่อมีแรงที่ไม่เป็นกับศูนย์มากระทำต่อวัตถุ ดังนี้

1. ทิศของแรงที่มากระทาต่อวัตถุ มีทิศในแนวเดียวกับการเคลื่อนที่ ผลทำให้แนวการเคลื่อนที่นั้นอยู่ในแนวเดิมเป็นเส้นตรง (1 มิติ) โดยการเคลื่อนที่ของวัตถุจะเร็วขึ้น เมื่อแรงนั้นมี

ทิศเดียวกับทิศการเคลื่อนที่และจะช้าลง เมื่อแรงนั้นมีทิศตรงข้ามกับทิศการเคลื่อนที่ ดังภาพที่ ก.9

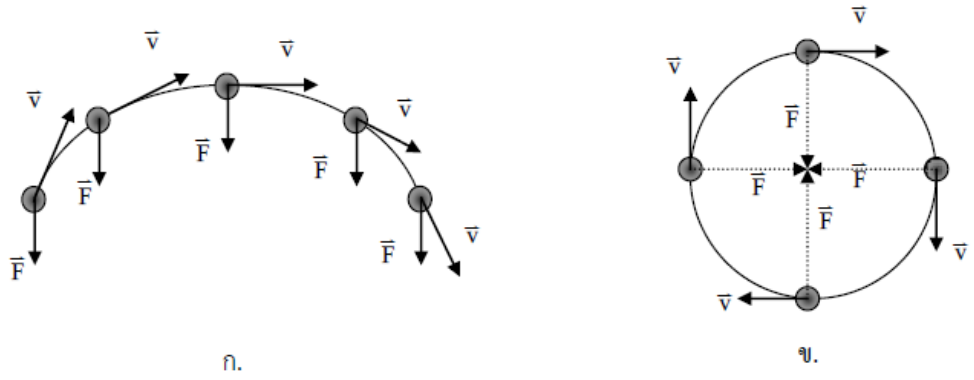
ภาพที่ ก.9 แรงที่มีแนวเดียวกับการเคลื่อนที่



ภาพที่ ก.10 แรงที่มีแนวทำมุมกับการเคลื่อนที่ขณะใดขณะหนึ่ง

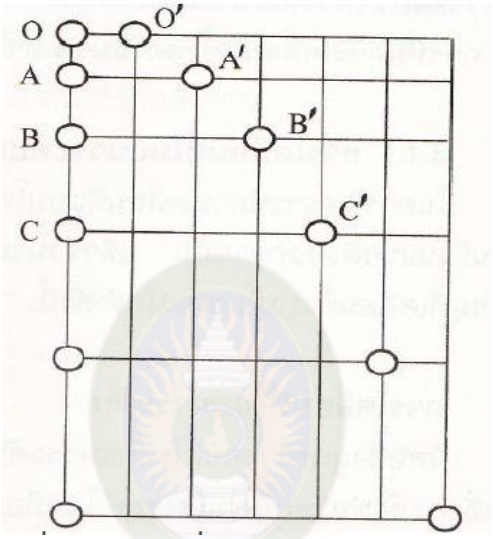
2. ทิศของแรงที่มากระทำต่อวัตถุ มีทิศทำมุมกับแนวการเคลื่อนที่ ผลทำให้แนวการเคลื่อนที่เปลี่ยนไปจากเดิม ดังภาพที่ ก.10 หรือแนวการเคลื่อนที่เป็นแนวโค้ง เมื่อแรงนั้นกระทำต่อวัตถุตลอดเวลาที่เคลื่อนที่ดังภาพที่ ก.11 การเคลื่อนที่ในลักษณะนี้เป็นการเคลื่อนที่ใน 2 มิติ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



ภาพที่ ก.11 แรงมีแนวทำมุมกับการเคลื่อนที่ตลอดเวลา

ในที่นี้เราจะกล่าวถึงการเคลื่อนที่ใน แนวโค้ง (2 มิติ) ที่แรงใด ๆ กระทำต่อวัตถุใน แนวทำมุมใด ๆ กับแนวการเคลื่อนที่ตลอดเวลา ดังภาพที่ ก.12. เช่น การขว้างวัตถุทำมุมใด ๆ กับ แนวระดับหรือขว้างจากยอดตึก หรือหน้าผา ขณะที่วัตถุเคลื่อนที่จะมีแรงดึงดูดของโลก กระทำต่อวัตถุนั้นตลอดเวลา โดยการเคลื่อนที่ นั้นจะได้ระยะทั้งในแนวระดับและในแนวดิ่ง แนวการเคลื่อนที่นั้นจะมีลักษณะเป็นแนวโค้ง แบบพาราโบลา เราเรียกการเคลื่อนที่นี้ว่า **"การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์"**



ภาพที่ ก.12 การเคลื่อนที่ของวัตถุที่ตกในแนวดิ่งอิสระกับ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

วัตถุที่ถูกดีดออกไปในแนวระดับ ให้เคลื่อนที่พร้อมกันจากจุดเดียวกัน

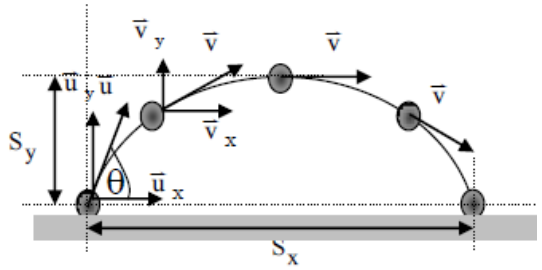
การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ นี้จะประกอบไปด้วยการเคลื่อนที่ 2 แนวตั้งฉากกันและกัน และเกิดขึ้นในเวลาเดียวกัน คือการเคลื่อนที่ในแนวระดับและการเคลื่อนที่ในแนวดิ่ง โดยแสดงให้เห็นจากการทดลองเกี่ยวกับการตกของวัตถุ พร้อมกับการดีดให้วัตถุนั้นกระเด็นออกไปพร้อมกันจากจุดเดียวกัน ซึ่งอยู่จากที่สูงจากพื้นระดับหนึ่ง ดังภาพที่ ก.12 พบว่า

1. วัตถุที่ตกในแนวดิ่ง มีการกระจัดในแนวดิ่งเพียงแนวเดียว ส่วนวัตถุที่ถูกดีด มีการกระจัดทั้งใน แนวดิ่งและในแนวระดับ

2. วัตถุทั้งสองมีการกระจัดในแนวดิ่งเท่ากัน เพราะตกถึงพื้นพร้อมกัน และเวลาที่ใช้เท่ากัน

3. วัตถุทั้งสองถูกแรงดึงดูดของโลกกระทำเพียงแรงเดียว (ไม่คิดแรงต้านของอากาศ) มีความเร่ง ในแนวดิ่งเท่ากันคือ

ปริมาณต่างๆ ที่ควรทราบในการเคลื่อนที่ แบบโพรเจกไทล์ ภาพที่ ก.13 การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ประกอบด้วยการเคลื่อนที่ 2 แนวที่เป็นอิสระต่อกัน จึงแยกคำนวณออกเป็น



ภาพที่ ก.13 ปริมาณต่าง ๆ ในการเคลื่อนที่ 2 แนว คือ

1. **ในแนวระดับ** จะไม่มีแรงใดๆ มากระทำ แบบโพรเจกไทล์ขณะเคลื่อนที่ จึงทำให้วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว สมการที่เกี่ยวข้องคือ

$$s_x = u_x t$$

2. **ในแนวดิ่ง** จะมีแรงดึงดูดของโลกกระทำตลอด การเคลื่อนที่ของวัตถุนั้นสมการที่เกี่ยวข้อง (เคลื่อนที่ด้วยความเร่ง g) คือ

$$v_y = u_y + gt$$

$$s_y = u_y t + \frac{1}{2} g t^2$$

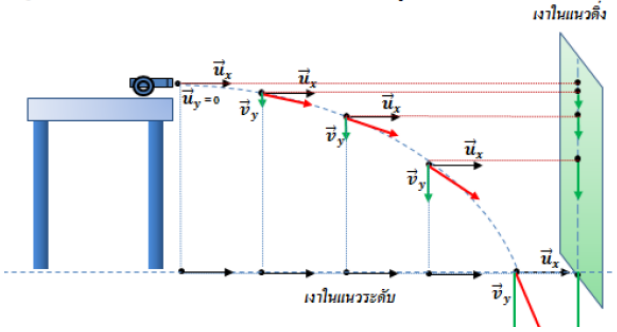
$$v_y^2 = u_y^2 + 2 g s_y$$

$$s_y = \left(\frac{u_y + v_y}{2} \right) t$$

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

เมื่อ s_x คือ การกระจัดในแนวระดับ
s_y คือ การกระจัดในแนวดิ่ง
u_x คือ ความเร็วต้นในแนวระดับ
u_y คือ ความเร็วต้นในแนวดิ่ง
v_x คือ ความเร็วใดๆในแนวระดับ
v_y คือ ความเร็วใดๆ ในแนวดิ่ง
t คือ เวลาในการเคลื่อนที่
θ คือ มุมที่ทำกับแนวระดับ

การแก้ปัญหาการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ (เมื่อความเร็วต้นอยู่ในแนวระดับเพียงอย่างเดียว)



ภาพที่ ก.14 การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ เมื่อความเร็วต้นอยู่ในแนวระดับ

การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์เป็นการเคลื่อนที่ของวัตถุในแนวเส้นโค้งพาราโบลา ถ้าไม่คิดแรง ต้านอากาศ การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ประกอบด้วยการเคลื่อนที่แนวระดับกับแนวดิ่งที่เป็นอิสระต่อกัน โดยแนวระดับวัตถุไม่มีแรงมากระทำ จึงเป็นการเคลื่อนที่ที่มีความเร็วคงตัว ส่วนแนวดิ่งเป็นการเคลื่อนที่ภายใต้แรงโน้มถ่วงเพียงแรงเดียว หรือการตกอิสระ ซึ่งมีความเร่งคงตัว g

1. การเคลื่อนที่แนวระดับ วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ จะใช้สมการ

$$s_x = u_x t$$

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

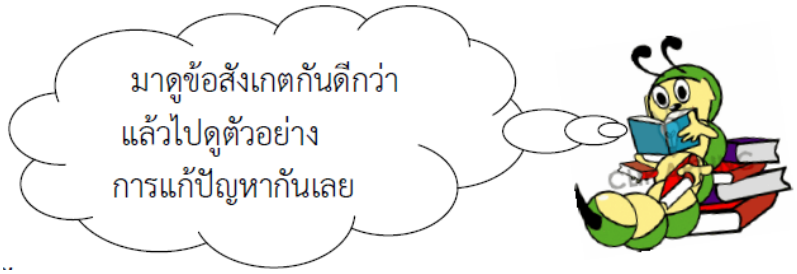
2. การเคลื่อนที่แนวดิ่ง วัตถุเคลื่อนที่ภายใต้แรงโน้มถ่วงซึ่งมีทิศทางและขนาดคงที่ด้วยความเร่งคงที่ g ใช้สมการ

$$v_y = u_y + gt$$

$$s_y = u_y t + \frac{1}{2} g t^2$$

$$v_y^2 = u_y^2 + 2 g s_y$$

$$s_y = \left(\frac{u_y + v_y}{2} \right) t$$



ข้อสังเกต

1. เวลาจะเป็นตัวเชื่อมระหว่างสมการการเคลื่อนที่แกน x และแกน y
2. ความเร็วที่จุดใดๆ มีทิศสัมผัสกับเส้นโค้งของการเคลื่อนที่
3. ความเร็วที่จุดใดๆ แตกได้ 2 แนว คือ v_x และ v_y
4. ในกรณีนี้จะได้ว่า ความเร็วต้นในแนวดิ่ง หรือ $u_y = 0$
5. การแทนเครื่องหมายของปริมาณเวกเตอร์ทุกตัว เพื่อแสดงทิศทาง ดังนี้

   เวกเตอร์มีทิศตามแกน + X ให้มีเครื่องหมายเป็น +

   เวกเตอร์มีทิศตามแกน - X ให้มีเครื่องหมายเป็น -

   เวกเตอร์มีทิศตามแกน + Y ให้มีเครื่องหมายเป็น +

   เวกเตอร์มีทิศตามแกน - Y ให้มีเครื่องหมายเป็น -

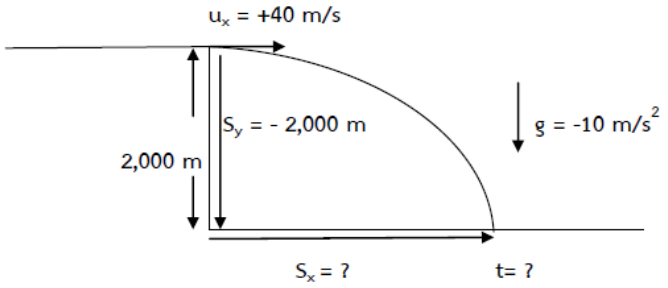
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตัวอย่างที่ 1 ทหารยิงปืนใหญ่ที่หน้าผาสูง 2,000 เมตร ทำให้ลูกปืนมีความเร็วที่ปลายกระบอกปืน 40 เมตรต่อวินาที ตามแนวระดับ(กำหนด g = 10 m/s^2) อยากทราบว่า

ก. นานเท่าใดลูกปืนจึงตกถึงพื้น

ข. ลูกปืนตกห่างจากจุดยิงในแนวระดับกี่เมตร

วิธีทำ ทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา วาดรูปและพิจารณาตัวแปรตามที่กำหนดมาให้



จากโจทย์ ทราบ u_x= +40 m/s (ค่าคงที่) , s_y= -2000 m , u_x= 0 , g = -10 m/s^2

ต้องการหา t = ? , s_x = ?

ก. โจทย์ต้องการหาค่า เวลา t ในการเคลื่อนที่ ซึ่งต้องหาจากแนวดิ่ง

จากสมการ $$s_y = u_y t + \frac{1}{2} g t^2$$

แทนค่า $$-2000 = (0)t + \frac{1}{2}(-10)t^2$$

ดังนั้น t = 20 s

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ดังนั้น ลูกปืนใช้เวลาลอยอยู่ในอากาศนาน 20 วินาที ก่อนกระทบพื้น

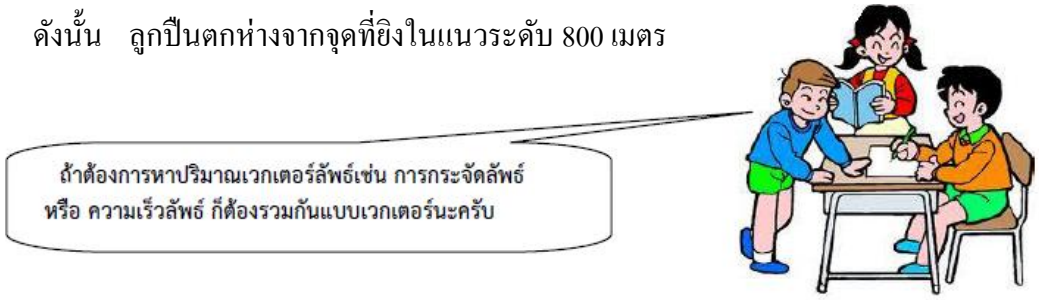
ข. โจทย์ต้องการหาค่าระยะทางในแนวระดับ (S_x)

เนื่องจากรู้เวลาจากการเคลื่อนที่ในแนวดิ่งแล้ว ดังนั้น เวลาที่จะได้การกระจัดเป็น S_x ก็ใช้เวลาเท่ากันด้วย คือ 20 วินาที

จากสมการ $$s_x = u_x t$$

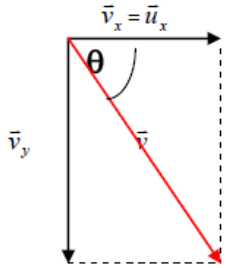
$$s_x = (+40)(20) = +800 \text{ m}$$

ดังนั้น ลูกปืนตกห่างจากจุดที่ยิงในแนวระดับ 800 เมตร



การหาการกระจัดลัพธ์และความเร็วลัพธ์ของวัตถุซึ่งเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

1. ความเร็ววัตถุ $(\bar{v})$ ของวัตถุที่เคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ คือ ความเร็วลัพธ์ที่ได้จากผลรวมของความเร็วในแนวระดับ $(\bar{v}_x)$ กับความเร็วในแนวดิ่ง $(\bar{v}_y)$ เช่น การหาความเร็วขณะตกถึงพื้นนำมาวาดเป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ดังนี้



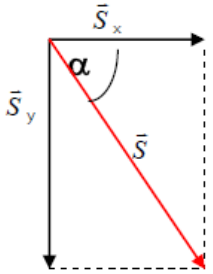
$$|\vec{v}|^2 = |\vec{u}_x|^2 + |\vec{v}_y|^2$$

ขนาดความเร็ว $v = \sqrt{u_x{}^2 + v_y{}^2}$

ทิศทำมุม $\theta = tan^{-1}\frac{v_y}{u_x}$ กับแนวระดับ

2. การกระจัด $(\bar{s})$ ของวัตถุที่เคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ คือ ผลรวมของการนำการกระจัดในแนวระดับ $(\bar{s}_x)$ กับการกระจัดในแนวดิ่ง $(\bar{s}_y)$ เช่น การกระจัดของวัตถุขณะตกพื้น ดังนี้

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



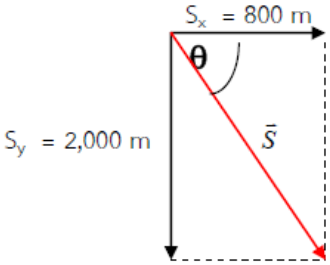
$$|\vec{S}|^2 = |\vec{S}_y|^2 + |\vec{S}_x|^2$$

ขนาดการกระจัด $|S| = \sqrt{S_y{}^2 + S_x{}^2}$

ทิศทำมุม $\alpha = tan^{-1}\frac{S_y}{S_x}$ กับแนวระดับ

ตัวอย่างที่ 2 จากตัวอย่างที่ 1 จงหาการกระจัดลัพธ์และความเร็วลัพธ์ขณะลูกปืนกระทบพื้น

วิธีทำ จากตัวอย่างที่ 1 ทราบการกระจัดของลูกปืนในแกน X ขณะกระทบพื้น $(\bar{s}_x)$ = +800 เมตรและการกระจัดของลูกปืนในแนวแกน Y ขณะกระทบพื้น $(\bar{s}_y)$ = -2000 เมตร ดังนั้น การกระจัดลัพธ์ $(\bar{s})$ ขณะลูกปืนกระทบพื้น หาจากการรวมเวคเตอร์ $(\bar{s}_x)$ กับ $(\bar{s}_y)$ ดังภาพ



ค่าของ $s = \sqrt{s_x^2 + s_y^2} = \sqrt{(800)^2 + (200)^2} = 2154.07$ m

หามุม θ จาก $\tan\theta = \dfrac{s_y}{s_x} = \dfrac{200}{800} = 2.5$

$\theta = \tan^{-1} 2.5$ กับแนวระดับ ดังภาพ

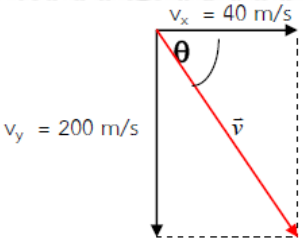
สำหรับ ค่าของความเร็วลัพธ์ขณะกระทบพื้น $(\bar{v})$ หาได้จากการรวมเวคเตอร์ $(\bar{v}_x)$ กับ $(\bar{v}_y)$

ขณะกระทบพื้น $\bar{v}_x$ = +40 m/s หา $\bar{v}_y$ เมื่อรู้ t = 20 s

จากสมการ $v_y = u_y + gt$

แทนค่า $v_y = 0 + (-10)(20) = 200$ m/s (ทิศดิ่งลงสู่พื้น)

หา $V_{ลัพธ์}$ ด้วยการรวมเวคเตอร์ความเร็วในแต่ละแกนขณะกระทบพื้น ดังภาพ



ค่าของ $v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{(40\text{m/s})^2 + (200\text{m/s})^2} = 203.96\text{m/s}$

หามุม θ จาก $\tan\theta = \dfrac{v_y}{v_x} = \dfrac{200\text{m/s}}{40\text{m/s}} = 5$

$\therefore$ ในขณะที่ลูกปืนกระทบพื้น การกระจัดลัพธ์เท่ากับ 2,154.07 m มีทิศทำมุม $\theta = \tan^{-1} 2.5$ กับแนวระดับ ดังภาพ และความเร็วลัพธ์เท่ากับ 203.96 m/s มิทิศทำมุม $\theta = \tan^{-1} 5$ องศากับแนวระดับ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

คำถามท้ายกิจกรรมที่ 3 (10 คะแนน)

กำหนดค่า g ที่ใช้ในการคำนวณเท่ากับ 10 m/s^2

1 . ในการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ มีความเร่งในแนวระดับ และแนวดิ่ง เป็นเท่าไร (2 คะแนน)

.....

.....

2. ความเร่งลัพธ์ของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ มีค่าเท่าไร มีทิศทางอย่างไร (2 คะแนน)

.....

.....

3. ก้อนหินก้อนหนึ่งถูกขว้างออกจากหน้าผาในแนวระดับ ด้วยความเร็วต้น 10 เมตร/วินาที ก้อนหินตก ถึงพื้นดินในเวลา 8 วินาที ก้อนหินจะตกห่างจากจุดขว้างในแนวระดับเท่าใด (2 คะแนน)

.....

.....

.....

4. ลูกบอลลูกหนึ่งกลิ้งลงมาจากโต๊ะซึ่งสูง 1.25 เมตร ถ้าลูกบอลตกกระทบพื้นตรงจุดที่ห่างจากขอบโต๊ะ ตามแนวระดับ 4.0 m ความเร็วของลูกบอลขณะหลุดจากขอบโต๊ะมีค่าเท่าใด (2 คะแนน)

.....

.....

.....

5. ขว้างวัตถุจากหน้าผาสูง 500 เมตร โดยขว้างออกไปในแนวระดับด้วยความเร็วต้น 20 เมตร/วินาที นานเท่าไรก้อนหินจึงจะตกถึงพื้น และตกห่างจากจุดขว้างในแนวระดับเท่าไร (2 คะแนน)

.....

.....

.....

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

เรื่อง ปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

คำถามท้ายกิจกรรมที่ 3 (10 คะแนน)

เกณฑ์การให้คะแนน ถ้าตอบผิด ให้ 0 แต่ถ้าตอบถูก ได้ใจความตามเฉลย ได้คะแนนตามที่วงเล็บถ้าไม่แน่ใจให้นักเรียนถามครูผู้สอน

1. ในการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ มีความเร่งในแนวระดับ และแนวดิ่ง เป็นเท่าไร (2 คะแนน)

แนวการตอบ ความเร่งในแนวระดับเป็น 0 เนื่องความเร็วในแนวระดับคงที่ (1 คะแนน) ความเร่งในแนวดิ่งเป็นความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก ประมาณ 9.8 หรือ 10 เมตรต่อวินาที^{2} (1 คะแนน)

2. ความเร่งลัพธ์ของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ มีค่าเท่าไร มีทิศทางอย่างไร (2 คะแนน)

แนวการตอบ ความเร่งลัพธ์เกิดจากการรวมเวกเตอร์ความเร่งทั้งสองแกนเข้าด้วยกันแต่ความเร่งตามแนวระดับเป็นศูนย์ ดังนั้น ความเร่งลัพธ์จึงเกิดจากความเร่งตามแนวดิ่งเท่านั้น จึงมีค่าเท่ากับ ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก ประมาณ 9.8 หรือ 10 เมตรต่อวินาที^{2} (1 คะแนน) มีทิศดิ่งลงสู่พื้นโลก (1 คะแนน)

3. ก้อนหินก้อนหนึ่งถูกขว้างออกจากหน้าผาในแนวระดับ ด้วยความเร็วต้น 10 เมตร/วินาที ก้อนหินตกถึงพื้นดินในเวลา 8 วินาที ก้อนหินจะตกห่างจากจุดขว้างในแนวระดับเท่าใด (2 คะแนน)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

แนวการตอบ จากโจทย์กำหนด $\bar{u}_x = +10$ m/s , t = 8 s หาค่า $\bar{s}_x$ =?

ใช้สมการ $s_x = u_x t$

แทนค่า $\bar{s}_x = (+10)(8) = 80$ **m**

ดังนั้น ก้อนหินจะตกห่างจากจุดขว้างในแนวระดับ 80 เมตร

4. ลูกบอลลูกหนึ่งกลิ้งลงมาจากโต๊ะ ซึ่งสูง 1.25 เมตร ถ้าลูกบอลตกกระทบพื้นตรงจุดที่ห่างจากขอบโต๊ะตามแนวระดับ 4.0 m ความเร็วของลูกบอลขณะหลุดจากขอบโต๊ะมีค่าเท่าใด (2 คะแนน)

แนวการตอบ จากโจทย์กำหนด $\bar{s}_x = +4.0$ m , $\bar{s}_y = -1.25$ m , $\bar{u}_y = 0$, g = -10 m/s^2

ต้องการหา $\bar{u}_x$ **= ?** ดังนั้น ต้องหาเวลา t จากการเคลื่อนที่ในแนวดิ่งก่อน

จากสมการ $s_y = u_y t + \frac{1}{2} g t^2$

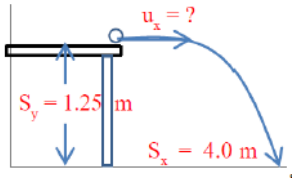
แทนค่า $-1.25 = (0)t + \frac{1}{2}(-10)t^2$

แก้สมการได้ค่า t = 0.5 ซึ่งเป็นเวลาของการเคลื่อนที่ในแนวระดับด้วย

ดังนั้น หา $\bar{u}_x$ จากสมการ $s_x = u_x t$

แทนค่า $+4 = \bar{u}_x(0.5)$

$\bar{u}_x = +8$ m/s



ดังนั้น ความเร็วของลูกบอลขณะหลุดจากขอบโต๊ะมีค่า 8 เมตรต่อวินาที

5. ขว้างวัตถุจากหน้าผาสูง 500 เมตร โดยขว้างออกไปในแนวระดับด้วยความเร็วต้น 20 เมตร/วินาที นานเท่าไรก้อนหินจึงจะตกถึงพื้น และตกห่างจากจุดขว้างในแนวระดับเท่าไร

(2 คะแนน)

แนวการตอบ จากโจทย์กำหนด $\bar{s}_y$ = -500 m , $\bar{u}_y = 0$, $\bar{u}_x$ = +20 m/s , g = -10 m/s^2

ต้องการหา $\bar{s}_x$ และ t = ? ดังนั้น ต้องหาเวลา t จากการเคลื่อนที่แนวดิ่ง

จากสมการ $s_y = u_y t + \frac{1}{2} g t^2$

แทนค่า $-500 = (0)t + \frac{1}{2}(-10)t^2$

แก้สมการได้ค่า t = 10 s ซึ่งเป็นเวลาของการเคลื่อนที่ในแนวระดับด้วย

ดังนั้นหา $\bar{s}_x$ จากสมการ $s_x = u_x t$

แทนค่า $s_x = (+20)(10)$

จะได้ $\bar{s}_x = +200$ m

ดังนั้น นาน 10 วินาที ก้อนหินจึงจะตกถึงพื้น และตกห่างจากจุดขว้างในแนวระดับเท่ากับ 200 เมตร

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ใบกิจกรรมที่ 4 (STEM)
เรื่อง การออกแบบเครื่องยิงลูกเทนนิส

สมาชิกในกลุ่ม

1..... .เลขที่..... ชั้น ม...../.....

2.....เลขที่..... ชั้น ม...../.....

3.....เลขที่.....ชั้น ม...../.....

4..... เลขที่..... ชั้น ม...../.....

****

จุดประสงค์

1. เพื่อสามารถออกแบบการประดิษฐ์และปฏิบัติกิจกรรม เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ได้

คำชี้แจง

1. จากสถานการณ์จากชั่วโมงที่ 1 ปัญหาคือ "ถ้าสมมุติว่าเพื่อนนักเรียนในกลุ่มคนหนึ่งเป็นนักกีฬาเทนนิส จำเป็นต้องให้นักเรียนช่วยเป็นคู่ฝึกซ้อมเพื่อการแข่งขันกีฬาระดับชาติ นักเรียนจะมีวิธีการช่วยเป็นคู่ฝึกซ้อมกีฬาเทนนิสเพื่อนอย่างไร" ให้นักเรียนเข้ากลุ่มร่วมกันทำกิจกรรมเพื่อออกแบบการสร้างเครื่องยิงลูกเทนนิสของแต่ละกลุ่มและบันทึกลงในใบกิจกรรมที่ 4

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

2. การพิจารณาการออกแบบและสร้างเครื่องยิงลูกเทนนิสของแต่ละกลุ่ม โดยมีหัวข้อในการพิจารณา 5 หัวข้อ คือ

- ยิงระยะไกลที่สุด
- ยิงมีความแม่นยำตรงเป้าหมายที่กำหนด
- มีความสวยงาม มีรูปทรง ขนาด น้ำหนักเครื่องยิงมีความสมดุลกับวัตถุที่ยิง (ลูกเทนนิส)
- ต้นทุนต่ำแต่คุ้มค่าและวัสดุที่ใช้แข็งแรง คงทนเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

3. อนุญาตให้ใช้โทรศัพท์ของนักเรียนได้สืบค้นข้อมูลจากอินเตอร์เน็ตได้ หรือใช้เทคโนโลยีมาใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในการออกแบบชิ้นงาน

4. พยายามตรงต่อเวลาในการทำกิจกรรมตามที่กำหนดไว้

มาตั้งชื่อชิ้นงานกันเถอะ

.....

ภาพแสดงการออกแบบชิ้นงาน

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

แบบบันทึกรายการอุปกรณ์

กลุ่มที่.....ชื่อชิ้นงาน.....

ลำดับที่	รายการ	ราคา (บาท)	จำนวน (ชิ้น)	รวมเป็นเงิน (บาท)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

เพราะเหตุใดจึงเลือกใช้วัสดุเหล่านี้ ?

ลำดับที่	รายการ	เพราะเหตุใดจึงเลือกใช้วัสดุเหล่านี้

วิธีการ/ขั้นตอนการสร้างชิ้นงาน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

คำถามท้ายกิจกรรม

1. มีปัจจัยใดบ้างที่มีผลต่อการสร้างเครื่องยิงลูกเทนนิส ที่มีการยิงได้ระยะไกลสุด และแม่นยำสุด

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

2. เครื่องยิงลูกเทนนิสที่ดีและมีประสิทธิภาพของนักเรียน ควรมีลักษณะอย่างไร

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

3. นักเรียนใช้งบประมาณทั้งหมดเท่าใด พิจารณาแล้วต้นทุนต่ำแต่คุ้มค่าและวัสดุที่ใช้คงทนเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม หรือไม่ อย่างไร

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

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

4. นักเรียนมีอุปสรรคในการออกแบบและสร้างเครื่องยิงลูกเทนนิสหรือไม่ อย่างไร

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

ใบกิจกรรมที่ 5 (STEM)
เรื่อง เครื่องยิงลูกเทนนิส

สมาชิกในกลุ่ม

1..... .เลขที่..... ชั้น ม...../.....

2.....เลขที่..... ชั้น ม...../.....

3.....เลขที่.....ชั้น ม...../.....

4..... เลขที่..... ชั้น ม...../.....

****

จุดประสงค์ประสงค์

1. เพื่อสามารถออกแบบการประดิษฐ์และปฏิบัติกิจกรรม เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ได้

คำชี้แจง

1. จากสถานการณ์จากชั่วโมงที่ 1 ปัญหาคือ "ถ้าสมมุติว่าเพื่อนนักเรียนในกลุ่มคนหนึ่งเป็นนักกีฬาเทนนิส จำเป็นต้องให้นักเรียนช่วยเป็นคู่ฝึกซ้อมเพื่อการแข่งขันกีฬาระดับชาติ นักเรียนจะมีวิธีการช่วยเป็นคู่ฝึกซ้อมกีฬาเทนนิสเพื่อนอย่างไร" ให้นักเรียนเข้ากลุ่มร่วมกันทำกิจกรรมสร้างเครื่องยิงลูกเทนนิสของแต่ละกลุ่มและบันทึกลงในใบกิจกรรมที่ 4

2. แต่ละกลุ่มนำรายการอุปกรณ์ที่ออกแบบไว้ ตามที่ระบุไว้ในใบกิจกรรมที่ 4 มาแลกกับวัสดุอุปกรณ์ตามจำนวนที่แต่ละกลุ่มได้ระบุและออกแบบ แล้วทำการสร้างชิ้นงานตามแบบ

3. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มลงมือสร้างเครื่องยิงลูกเทนนิส โดยใช้วัสดุตามที่ได้ออกแบบไว้ เพื่อทำการทดลองและบันทึกผลลงในใบกิจกรรมของกลุ่มเพื่อนำเสนอผลงานและร่วมกันอภิปราย

4. ทั้งนี้นักเรียนทุกกลุ่มต้องเก็บเศษวัสดุเหลือใช้ เพื่อนำไปประเมินความคุ้มค่าของวัสดุที่ใช้ไป และพยายามตรงต่อเวลาในการทำกิจกรรมตามที่กำหนดไว้

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

วิธีทำกิจกรรม (ตอนที่ 1)

1. จัดตั้งอุปกรณ์ยิงให้อยู่ในตำแหน่งยิงที่ครูกำหนด พร้อมรับลูกเทนนิสจากครูและจัดอุปกรณ์การเตรียมในการทดสอบ ถ่ายภาพเครื่องยิงลูกเทนนิสติดในใบกิจกรรมที่ 5

2. จัดว่างลูกเทนนิสที่จะทำการยิงที่ครูกำหนด ทำการทดลองยิงที่มุมของการยิง 15 องศา วัดระยะห่างจากจุดยิงไปยังจุดที่ลูกเทนนิสตก บันทึกผลลงในตารางบันทึกผล

3. ทำการทดลองยิงที่มุม 30 45 และ 60 องศา ตามลำดับ วัดระยะห่างจากจุดยิงไปยังจุดที่เทนนิสตก บันทึกผลการทดลองลงในตารางบันทึกผลการทดลอง

ภาพถ่ายเครื่องยิงลูกเทนนิส

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางบันทึกผลการทดลอง

ครั้งที่	มุมในการยิง (องศา)	ระยะตก (เมตร)
1		
2		
3		
4		

- **มุมในการยิงใดที่จะทำให้ลูกเทนนิสตกได้ไกลที่สุด เพราะเหตุใด**

.....

.....

.....

.....

- **นักเรียนต้องการแก้ไขหรือปรับปรุงเครื่องยิงลูกเทนนิสหรือไม่ ถ้ามีจะแก้ไขเพิ่มหรือเติมส่วนใด**

.....

.....

.....

วิธีทำกิจกรรม (ตอนที่ 2)

1. นักเรียนออกแบบโดยใช้เครื่องยิงลูกเทนนิสที่กลุ่มได้สร้าง ทดลองยิงอีกครั้งโดยพิจารณาการยิงให้ระยะไกลที่สุด ทำการยิงทดลองแล้วบันทึกผล

2. นักเรียนออกแบบโดยใช้เครื่องยิงลูกเทนนิสที่กลุ่มได้สร้าง ทดลองยิงโดยพิจารณาการยิงให้ตรงเป้าหมายที่ครูกำหนดโดย ทำการยิงทดลองแล้วบันทึกผล

การทดสอบประสิทธิภาพ

ตารางบันทึกผล

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

รายการ	ทดสอบ		
	ครั้งที่ 1 (m)	ครั้งที่ 2 (m)	เฉลี่ย (m)
1. ยิงได้ไกลสุด			
2. ยิงตรงเป้าหมาย ***ถ้าตรงใส่เครื่องหมาย (√)**			

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

อภิปรายผล

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ผลที่ได้จากการทำกิจกรรม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

สรุปการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

สรุปการทำกิจกรรมสร้างเครื่องยิงลูกเทนนิส ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education)

ชื่อ..... ชั้น ..... เลขที่ .....

- **ให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับสิ่งที่นักเรียนได้รับจาการทำกิจกรรมสร้างเครื่องยิงลูกเทนนิส ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) ทั้ง 4 ด้านดังต่อไปนี้**

วิทยาศาสตร์ (Science: S)

……

……

……

……

เทคโนโลยี (Technology: T)

……

……

……

……

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering: E)

……

……

……

……

คณิตศาสตร์ (Mathematic: M)

……

……

……

……

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

2.1 การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) 23
ก.1 การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ 74
ก.2 รูปแบบการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ 75
ก.3 วีดิทัศน์ เรื่อง Spinfire Pro 2 Tennis Ball Machine On Court 78
ก.4 การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ในชีวิตประจำวัน 100
ก.5 การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์สองแนวตั้งฉากกันและเกิดในเวลาเดียวกัน 101
ก.6 มุมกับทิศความเร็วลัพธ์ของวัตถุที่เคลื่อนที่ในสนามโน้มถ่วงของโลก 101
ก.7 การเคลื่อนที่ของวัตถุสองชิ้นพร้อมกันในแนวดิ่งและแนวโค้งโพรเจกไทล์ 102
ก.8 การเคลื่อนที่ของเหรียญในลักษณะโพรเจกไทล์ 106
ก.9 แรงที่มีแนวเดียวกับการเคลื่อนที่ 110
ก.10 แรงที่มีแนวทำมุมกับการเคลื่อนที่ขณะใดขณะหนึ่ง 110
ก.11 แรงมีแนวทำมุมกับการเคลื่อนที่ตลอดเวลา 110
ก.12 การเคลื่อนที่ของวัตถุที่ตกในแนวดิ่งอิสระกับ วัตถุที่ถูกดีดออกไปในแนวระดับ ให้เคลื่อนที่พร้อมกันจากจุดเดียวกัน 111
ก.13 ปริมาณต่าง ๆ ในการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ 112
ก.14 การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ เมื่อความเร็วต้นอยู่ในแนวระดับ 113
จ.1 การจัดการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ในขั้นค้นหาและศึกษาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง เรื่อง ความหมายและลักษณะการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ 179
จ.2 การจัดการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ในขั้นค้นหาและศึกษาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง เรื่อง ปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ 179
จ.3 การจัดการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ในขั้นวางแผนและพัฒนา 180

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาพที่ **หน้า**

จ.4 การจัดการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ในขั้นทดสอบและประเมินผล ช่วงทดสอบชิ้นงาน 180

จ.5 การจัดการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ในขั้นทดสอบและประเมินผล ช่วงประเมินและปรับปรุงชิ้นงาน 181

จ.6 การจัดการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ในขั้นนำเสนอผลลัพธ์และหาแนวทางปรับปรุงผลงาน กลุ่ม 1 181

จ.7 การจัดการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ในขั้นนำเสนอผลลัพธ์และหาแนวทางปรับปรุงผลงาน กลุ่ม 2 182

จ.8 การจัดการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ในช่วงสรุปผลการทำกิจกรรม 182

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

กระแสโลกาภิวัตน์และความเปลี่ยนแปลงของโลกที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว ทั้งด้านวิทยาการ สังคม เศรษฐกิจ ฐานความรู้ และความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีสารสนเทศ ส่งผลทำให้แต่ละประเทศต้องร่วมมือและพึ่งพาอาศัยกัน ในการดำรงชีวิตปัจจุบันจำเป็นต้องมีการติดต่อสื่อสาร พร้อมกับมีความร่วมมือในการปฏิบัติภารกิจและแก้ปัญหาต่าง ๆ ร่วมกัน มากขึ้น ซึ่งกล่าวได้ว่าสังคมโลกในยุคปัจจุบัน เต็มไปด้วยข้อมูลข่าวสาร ทำให้ต้องคิด วิเคราะห์ แยกแยะ และตัดสินใจที่รวดเร็ว เพื่อให้ทันกับสถานการณ์ในสังคมที่มีความสลับซับซ้อน สิ่งเหล่านี้นำไปสู่สภาวการณ์ของการแข่งขันทางสังคมอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ และเป็นแรงผลักดันสำคัญ ที่ทำให้หลายประเทศต้องปฏิรูปการศึกษา เนื่องจากคุณภาพของ การจัดการศึกษานั้น เป็นตัวบ่งชี้ที่สำคัญประการหนึ่งสำหรับการเตรียมความพร้อมพลเมือง ในประเทศที่จะก้าวเข้าสู่ศตวรรษที่ 21 เพื่อให้มีศักยภาพในการแข่งขันในเวทีโลก ดังนั้นประเทศที่จะอยู่รอดได้หรือคงความได้เปรียบ ก็คือประเทศที่มีอำนาจทางความรู้และเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (Learning Society) (กระทรวงศึกษาธิการ, 2555,น. 3) วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ มีบทบาทสำคัญยิ่งในปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคน ทั้งในชีวิตประจำวัน และการงานอาชีพต่าง ๆ ตลอดจนเทคโนโลยี เครื่องมือเครื่องใช้และผลผลิตต่าง ๆ ที่มนุษย์ได้ใช้ เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงาน เหล่านี้ล้วนเป็นผลของความรู้วิทยาศาสตร์ที่ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่น ๆ ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์นั้นช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิธีคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิจารณ์ ทำให้มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบหรือ หาข้อเท็จจริงโดยใช้หลักการและกฎเกณฑ์ในขณะที่ทำการทดลอง ทำให้ผู้เรียนมีการฝึกฝน ทั้งในด้านปฏิบัติและพัฒนาความคิดไปด้วยหรือเรียกว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เช่น การฝึกสังเกต บันทึกข้อมูล หาความสำคัญของตัวแปรต้น ตั้งสมมุติฐาน ทำการทดลอง และสรุปผล เป็นต้น แล้วตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลาย และมีประจักษ์พยานที่สามารถตรวจสอบได้ และเนื่องด้วยวิชาวิทยาศาสตร์ได้มีการส่งเสริมให้ผู้เรียนมีสมรรถนะที่สำคัญ 5 ประการ ประกอบด้วย ความสามารถในการสื่อสาร ความสามารถใน การคิด ความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการใช้

มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา
PHRANAKHON RAJABHAT UNIVERSITY

ทักษะชีวิต และความสามารถในการใช้เทคโนโลยี (กระทรวงศึกษาธิการ, 2552, น. 4-5) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนเป็นสำคัญบนพื้นฐานความเชื่อว่า ทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้เต็มศักยภาพ ดังนั้นทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาและเรียนรู้ด้านวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อให้มีความรู้ ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์และมีคุณธรรม (สำนักคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2552, น. 92)

การพัฒนาคุณภาพการจัดการศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์นั้น ถ้ามีการจัดการเรียนรู้ที่ดีแล้วย่อมทำให้เกิดการเรียนรู้ที่สมบูรณ์กับผู้เรียน การจัดการเรียนการเรียนรู้ในปัจจุบันนี้ ควรมุ่งเน้นส่งเสริมให้มีความรู้ ทั้งในวิชาหลัก เนื้อหาและทักษะการเรียนรู้ โดยเน้นให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง และสามารถนำความรู้ไปใช้เชื่อมโยงในชีวิตประจำวันได้จริง ซึ่งมีหลายแนวคิดนำมาพัฒนาการจัดการเรียนรู้เพื่อให้สอดคล้องกับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 หนึ่งในนั้นคือ การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) หรือที่เรียกสั้น ๆ ว่า STEM หมายถึง แนวทางการจัดการศึกษาที่บูรณาการความรู้ใน 4 สาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ วิศวกรรม เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ โดยมุ่งเน้นที่จะพัฒนาทักษะที่สำคัญในศตวรรษที่ 21 ให้กับผู้เรียน ท้าทายความคิดและเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็น เน้นการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง รวมทั้งการพัฒนากระบวนการหรือเชื่อมโยงนำไปสู่ผลผลิตใหม่ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตและการทำงาน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555) นอกจากนี้ การจัดการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา ยังเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ไม่เน้นเพียงการท่องจำทฤษฎี หรือกฎทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ แต่เป็นการสร้างความเข้าใจในทฤษฎีหรือกฎเหล่านั้น ผ่านการปฏิบัติให้เห็นจริง ควบคู่กับการพัฒนาทักษะ การคิด การตั้งคำถาม การแก้ปัญหา การหาข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อค้นพบใหม่ๆ พร้อมทั้งนำไปใช้หรือบูรณาการกับชีวิตประจำวันได้ ทำให้ความรู้นั้นมีความหมายต่อผู้เรียน ทำให้เห็นคุณค่าของการเรียนนั้น ๆ แล้วสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้ ซึ่งจะเพิ่มการพัฒนาผู้เรียน นำไปสู่การทำงานจริงและสามารถสร้างความแข่งแกร่งให้กับประเทศทางด้านเศรษฐกิจและสังคมได้ต่อไปได้

ในปัจจุบันประเทศไทย โดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้ดำเนินการพัฒนาโครงการสะเต็มศึกษา เพื่อแก้ไขปัญหานักเรียนไทยไม่เข้าใจบทเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์อย่างแท้จริง ปัญหาการเรียนแบบท่องจำ ส่งผลทำให้ลืมบทเรียน ที่เรียนไปแล้ว ซึ่งสาเหตุอาจมาจากนักเรียนไม่เข้าใจว่าบทเรียนนั้นนำไปใช้เชื่อมโยงหรือนำไปใช้ประโยชน์อย่างไรในชีวิตประจำวัน ดังนั้นสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จึงส่งเสริมการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เพราะเชื่อว่าสามารถช่วยให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

มาใช้ประโยชน์ สามารถเชื่อโยงและเกิดความรู้คงทนได้ นอกจากนี้ยังมีการส่งเสริมของรัฐมนตรีว่าการกระทรวงศึกษาธิการ ที่ได้ลงนามในคำสั่งแต่งตั้งคณะกรรมการนโยบายการจัดการเรียนการสอนสะเต็มศึกษาในสถานศึกษา โดยตระหนักถึงความสำคัญของสะเต็มศึกษาและกำหนดให้เป็นโครงการสำคัญด้านหลักสูตรและกระบวนการเรียนรู้ตามจุดเน้น 6 ยุทธศาสตร์ของกระทรวงศึกษาธิการ เพื่อส่งเสริมการพัฒนาหลักสูตรการจัดการเรียนการสอนสะเต็มศึกษาในสถานศึกษาและสามารถเป็นนวัตกรรมการจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำหรับสร้างคนไทยรุ่นใหม่และรองรับการพัฒนาทรัพยากรบุคคลของประเทศอย่างเหมาะสม

การจัดการเรียนการสอนในกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ในช่วงชั้นที่ 4 ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีความพยายามที่จะพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ที่หลากหลาย เพื่อให้เกิดทักษะการเรียนรู้และผลการเรียนรู้ที่สูงขึ้น อย่างไรก็ตามปัจจุบันยังมีการจัดการสอนที่เน้นบรรยายอยู่เป็นส่วนมาก เนื่องจากอุปกรณ์ สื่อการสอนไม่เพียงพอ และยากต่อการเตรียมการสอนจึงส่งผลถึงการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนยังไม่เป็นที่พอใจ พร้อมทั้งรายวิชาฟิสิกส์ ถูกมองว่าเป็นวิชาที่ยาก น่าเบื่อ และเมื่อเรียนผ่านไปแล้วไม่สามารถนำไปประยุกต์หรือเชื่อมโยงไปใช้ในชีวิตประจำวันได้เท่าที่ควร (ศุภากร พวงยอด, 2559, น. 3) และเนื่องจากการเรียนรู้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย รายวิชาฟิสิกส์ที่เป็นส่วนเนื้อหาสาระที่ประกอบด้วย ความรู้ ทักษะและจิตพิสัย ต้องใช้ระยะเวลาที่ต้องฝึกฝนและมีขั้นตอนกระบวนการพัฒนา จึงไม่สามารถทำให้ถึงเกณฑ์ระดับสูงได้ในห้องเรียนจึงอนุโลมให้ตั้งเกณฑ์ความพอใจที่เป็นระดับต่ำสุดคือไม่ต่ำกว่า 75/75 และเป็นเกณฑ์ในกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ของระบบการสอนในโรงเรียนของไทยโดยทั่วไป (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2520, น. 135-143) ดังนั้นแล้วผู้สอนจึงควรมีการจัดกระบวนการและวิธีที่หลากหลาย เช่น การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการที่ใช้องค์ความรู้ที่หลายแขนงรวมกัน โดยผู้สอนต้องคำนึงถึงวิธีการเรียนรู้ ความสนใจ เน้นการจัดการเรียนรู้ตามสภาพจริง การเรียนรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้ร่วมกัน การเรียนรู้จากธรรมชาติ การเรียนรู้จากการปฏิบัติจริงและการเรียนรู้แบบบูรณาการ (ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์, 2552, น. 4)

จากรายงานผลอันเป็นที่พอใจของการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการด้วยสะเต็มศึกษาที่สามารถบูรณาการวิชาทั้ง 4 สาขาวิชา ในการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษาองค์ประกอบสำคัญของการเรียนการสอน 2 ด้าน คือ ด้านบริบท (Context) ซึ่งเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของผู้เรียนเองและด้านเนื้อหา (Content) ที่เกี่ยวข้องกับความรู้หลัก นอกจากนี้ผู้เรียนยังได้ลงมือปฏิบัติจริง ได้ทำงานเป็นกลุ่ม อภิปราย และสื่อสารเพื่อนำเสนอผลงาน ซึ่งได้สอดคล้องตามทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการได้เป็นอย่างดี โดยส่งผลให้เป็นผู้เรียนมีความกระตือรือร้น รู้สึกสนุก พึงพอใจและอยากเข้ามามีส่วนในการทำกิจกรรมเพิ่มขึ้น ช่วยลดช่องว่าง

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ของผลสัมฤทธิ์ให้แคบลง มองเห็นประโยชน์ของเทคโนโลยีและวิศวกรรมสามารถนำมาใช้แก้ปัญหา จนสามารถถ่ายโอนความรู้ ทักษะและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สู่การแก้ปัญหาในชีวิตจริงที่เผชิญหน้าและประยุกต์ใช้กับปัญหาใหม่ ๆ ที่เกิดขึ้นในอนาคตได้ (กษมาพร เข็มสันเทียะ, 2557) ผู้วิจัยจึงมีความประสงค์จัดการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษาขึ้น ในชั้นเรียนวิชาฟิสิกส์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ เพื่อเป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหาการจัดการเรียนการสอน อันจะส่งผลให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และนำไปสู่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่สูงขึ้นต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

1.2.1 เพื่อจัดการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษาในรายวิชาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75

1.2.2 เพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ในรายวิชาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การจัดการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษากับเกณฑ์ร้อยละ 75

1.2.3 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน ในรายวิชาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4โดยใช้การจัดการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษากับเกณฑ์ร้อยละ 75

มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
MAHASARAKHAM UNIVERSITY

1.2.4 เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน โดยการจัดการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา ในรายวิชาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

1.3 สมมติฐานการวิจัย

1.3.1 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ในรายวิชาฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์โดยใช้การจัดการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษาหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 ขึ้นไป

1.3.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ในรายวิชาฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์โดยใช้การจัดการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75

1.3.3 ผลการวิเคราะห์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ในรายวิชาฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์โดยใช้การจัดการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิต

1.4 ขอบเขตการวิจัย

1.4.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.4.1.1 ประชากรในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนเทศบาลวัดสระทอง จำนวน 2 ห้องเรียน คือ ห้อง 4/1 จำนวน 32 คน และ 4/2 จำนวน 33 คน รวมนักเรียนจำนวน 65 คน

1.4.1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/2 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนเทศบาลวัดสระทอง จำนวน 33 คน ซึ่งดำเนินการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษา ในรายวิชาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

1.4.2 ขอบเขตด้านเนื้อหา

ในการวิจัยในครั้งนี้ได้ใช้การจัดการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา ในรายวิชาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ซึ่งอยู่ในเนื้อหาหน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง การเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551 ในกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่ มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุในธรรมชาติ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ ไปใช้ ประโยชน์ ตัวชี้วัด ว 4.2 ม.4-6/2 สังเกตและอธิบายการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ แบบวงกลม และแบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย และ ว 4.2 ม.4-6/3 อภิปรายผลการสืบค้นและประโยชน์เกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ แบบวงกลม และแบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย รวมทั้งสาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มาตรฐาน ว 8.1 ใช้ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยา

ศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่า วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

1.4.3 ขอบเขตด้านเวลา

ในการวิจัยในครั้งนี้ได้ใช้เวลาในการดำเนินการจัดการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา จำนวน 4 สัปดาห์ ใช้เวลา 12 ชั่วโมง ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559

1.4.4 ตัวแปรที่ใช้ศึกษา

1.4.4.1 ตัวแปรอิสระ (Independent Variable)

การจัดการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา รายวิชาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

1.4.4.2 ตัวแปรตาม (Dependent Variables)

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในรายวิชาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การจัดการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน รายวิชาฟิสิกส์ หน่วยที่ 4 การเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การจัดเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

“การจัดการเรียนรู้” หมายถึง กิจกรรมของบุคคลซึ่งมีหลักและเหตุผล เป็นกิจกรรมที่บุคคลได้ใช้ความรู้ของตนเอง อย่างสร้างสรรค์ เพื่อสนับสนุนให้ผู้อื่นเกิดการเรียนรู้อย่างมีความสุข ดังนั้น การจัดการเรียนรู้ จึงเป็นกิจกรรมที่ประกอบด้วย 4 ด้าน คือ ด้านหลักสูตร (Curriculum) ด้านการจัดการเรียนรู้ (Instruction) ด้านการวัดผล (Measuring) และด้านการประเมินผลการจัดการเรียนรู้ (Evaluating)

“การเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา (STEM Education)” หมายถึง รูปแบบการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นให้เกิดการบูรณาการเนื้อหาและทักษะทางด้านวิชาวิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) มาผสมผสานกัน เพื่อพัฒนาให้ผู้เรียนเกิดทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 ที่เน้นให้ผู้เรียนใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ซึ่งเป็นขั้นตอนของการแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการ โดยมีขั้นตอนหลัก ๆ

ประกอบด้วย 5 ขั้น คือ ขั้นการระบุปัญหา ขั้นการค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง ขั้นการวางแผนพัฒนา ขั้นการทดสอบและประเมินผล และขั้นการนำเสนอผลลัพธ์

“ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้” หมายถึง เกณฑ์คุณภาพด้านกระบวนการและผลผลิตของการจัดการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาความรู้ความสามารถของผู้เรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามเกณฑ์ 75/75 (E_1/E_2) ดังนี้

75 ตัวแรก (E_1) หมายถึง ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของผู้เรียนทุกคนที่ได้จากการประเมินการตอบคำถามท้ายกิจกรรม ใบกิจกรรมที่ทำระหว่างเรียนทุกกิจกรรม และประเมินชิ้นงาน โดยต้องได้ค่าเฉลี่ยคะแนนร้อยละ 75 ขึ้นไป

75 ตัวหลัง (E_2) หมายถึง ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของผู้เรียนทุกคนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน โดยต้องได้ค่าเฉลี่ยคะแนนร้อยละ 75 ขึ้นไป ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง กระบวนการค้นคว้าทดลอง เพื่อหาข้อเท็จจริง หลักการและกฎเกณฑ์ ในขณะที่ทำการทดลอง ผู้ทดลองมีการฝึกฝนทั้งในด้านปฏิบัติและพัฒนาความคิดไปด้วย ในงานวิจัยฉบับนี้ใช้ทักษะขั้นผสมหรือบูรณาการ (Integrated Science Process Skills) ซึ่งจัดทำเป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ ที่มีความเหมาะสมกับการเรียนรู้ของนักเรียนในช่วงชั้นที่ 4 (มัธยมศึกษาตอนปลาย) โดยมีทั้งหมด 5 ทักษะ ประกอบด้วย ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการทดลอง และทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

“ผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้” หมายถึง มวลความรู้ ความเข้าใจ หรือความสามารถทั้งหมดที่สามารถวัดออกมาเป็นคะแนน หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา อันจะส่งผลให้ทราบว่าผู้เรียนได้บรรลุตามจุดประสงค์การเรียนรู้หรือผลการเรียนรู้ที่คาดหวังได้หรือไม่ ซึ่งวัดได้โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ตามเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ในแผนการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา รายวิชาฟิสิกส์เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

1.6 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1.6.1 ผลการวิจัยในครั้งนี้จะเป็นประโยชน์ต่อครูผู้สอน นักวิชาการ อาจารย์หรือผู้ที่สนใจทั่วไป อาจจะนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาไปพัฒนาการเรียนการสอนให้เหมาะสม

ตามความต้องการของผู้เรียน ทั้งในชั้นเรียนหรือเป็นจัดกิจกรรมสอนเสริมได้ และสามารถใช้รูปแบบการสอนดังกล่าวไปประยุกต์ใช้ทั้งในกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์และสาระวิชาอื่น ๆ ได้

1.6.2 ผลการวิจัยในครั้งนี้สามารถเป็นข้อมูลเบื้อต้นในการนำไปใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงหรือพัฒนาการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์หรือหรือเชื่อมโยงรูปแบบการสอนอื่น ๆ กับสะเต็มศึกษาได้

1.6.3 ผู้วิจัยมีโอกาสเพิ่มพูนความรู้ทางวิชาการ ทั้งด้านการเรียนการสอน การวิจัย สื่อการสอน อุปกรณ์ช่วยการเรียนการสอน และอื่น ๆ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บทที่ 2
การทบทวนวรรณกรรม

ในการวิจัยเรื่อง การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในชั้นเรียนฟิสิกส์ ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551
2. แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้
3. แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องการจัดการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา
4. แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
5. แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

ในการวิจัยฉบับนี้ อ้างอิงหลักการทางด้านวิชาการจากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 นี้ ที่จัดทำขึ้นสำหรับท้องถิ่น และสถานศึกษาได้นำไปใช้เป็นกรอบและทิศทางในการจัดทำหลักสูตรสถานศึกษา และจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาเด็กและเยาวชนไทยทุกคน ในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานให้มีคุณภาพด้านความรู้และทักษะที่จำเป็น สำหรับการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลง และแสวงหาความรู้เพื่อพัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่อง ตลอดชีวิต (กระทรวงศึกษาธิการ, 2552, น. 5)

2.1.1 มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดที่กำหนดไว้ในหลักสูตรนี้ ช่วยทำให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องในทุกระดับเห็นผลคาดหวังที่ต้องการในการพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนที่ชัดเจน ซึ่งจะสามารถช่วยให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องในระดับท้องถิ่นและสถานศึกษาร่วมกันพัฒนาหลักสูตรได้อย่างมั่นใจ ทำให้การจัดทำหลักสูตรในระดับสถานศึกษามีคุณภาพและมีความเป็นเอกภาพยิ่งขึ้น ก่อให้เกิดความชัดเจนเรื่องการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ และช่วยแก้ปัญหาการเทียบโอนระหว่างสถานศึกษา การพัฒนาหลักสูตรในทุกระดับตั้งแต่ระดับชาติจนกระทั่งถึงสถานศึกษาควรต้องสะท้อนคุณภาพตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดที่กำหนดไว้ในหลักสูตรแกนกลาง

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

การศึกษา ขั้นพื้นฐาน รวมทั้งเป็นกรอบทิศทางในการจัดการศึกษาทุกรูปแบบ และครอบคลุมผู้เรียนทุกกลุ่มเป้าหมายในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน (กระทรวงศึกษาธิการ, 2552, น. 5)

2.1.2 วิสัยทัศน์ของหลักสูตร

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนทุกคน ซึ่งเป็นกำลังของชาติให้เป็นมนุษย์ที่มีความสมดุลทั้งด้านร่างกาย คุณธรรม มีความรู้และทักษะพื้นฐาน รวมทั้งเจตคติที่จำเป็นต่อการศึกษาต่อ การประกอบอาชีพและการศึกษาตลอดชีวิต โดยมุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญบนพื้นฐานความเชื่อว่า ทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้เต็มตามศักยภาพ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2552, น. 6)

2.1.3 จุดหมายของหลักสูตร

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้เป็นคนดีมีปัญญา มีความสุข มีศักยภาพในการศึกษาต่อและประกอบอาชีพ จึงกำหนดเป็นจุดหมายเพื่อให้เกิดกับผู้เรียนเมื่อจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน ดังนี้ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์ เห็นคุณค่าของตนเอง มีวินัยและปฏิบัติตนตามหลักธรรมของพระพุทธศาสนา หรือศาสนาที่ตนนับถือ ยึดหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง มีความรู้ ความสามารถในการสื่อสาร การคิดการแก้ปัญหา การใช้เทคโนโลยีและมีทักษะชีวิต มีสุขภาพกายและสุขภาพจิตที่ดีมีสุขนิสัย และรักการออกกำลังกาย มีความรักชาติ มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและพลโลกยึดมั่นในวิถีชีวิตและการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุขมีจิตสำนึกในการอนุรักษ์วัฒนธรรมและภูมิปัญญาไทย การอนุรักษ์และพัฒนาสิ่งแวดล้อมมีจิตสาธารณะที่มุ่งทำประโยชน์และสร้างสิ่งที่ดีงามในสังคม และอยู่ร่วมกันในสังคมอย่างมีความสุข

2.1.4 สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

ในการพัฒนาผู้เรียนตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งเน้นพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพตามมาตรฐานที่กำหนด ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะสำคัญและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ โดยสมรรถนะสำคัญของผู้เรียนตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานมุ่งให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะสำคัญ 5 ประการ ดังนี้

2.1.4.1 ความสามารถในการสื่อสาร เป็นความสามารถในการรับและส่งสารมีวัฒนธรรม ในการใช้ภาษาถ่ายทอดความคิด ความรู้ความเข้าใจ ความรู้สึก และทัศนะของตนเอง เพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารและประสบการณ์อันจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาตนเองและสังคม รวมทั้งการเจรจาต่อรอง เพื่อขจัดและลดปัญหาความขัดแย้งต่าง ๆ การเลือกรับหรือไม่รับข้อมูลข่าวสารด้วยหลักเหตุผลและความถูกต้อง ตลอดจนการเลือกใช้วิธีการสื่อสาร ที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่มีต่อตนเองและสังคม

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

2.1.4.2 ความสามารถในการคิด เป็นความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิด อย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่การสร้าง องค์ความรู้หรือสารสนเทศเพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเองและสังคมได้อย่างเหมาะสม

2.1.4.3 ความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ ที่เผชิญได้อย่างถูกต้องเหมาะสมบนพื้นฐานของหลักเหตุผล คุณธรรมและข้อมูลสารสนเทศ เข้าใจความสัมพันธ์และการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ต่าง ๆ ในสังคม แสวงหาความรู้ ประยุกต์ความรู้มาใช้ในการป้องกันและแก้ไขปัญหา และมีการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบ ที่เกิดขึ้นต่อตนเอง สังคมและสิ่งแวดล้อม

2.1.4.4 ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต เป็นความสามารถในการนำกระบวนการต่าง ๆ ไปใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวัน การเรียนรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้อย่างต่อเนื่องการทำงานและ การอยู่ร่วมกันในสังคมด้วยการสร้างเสริมความสัมพันธ์อันดีระหว่างบุคคล การจัดการปัญหาและความขัดแย้งต่าง ๆ อย่างเหมาะสม การปรับตัวให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงของสังคมและสภาพแวดล้อม และการรู้จักหลีกเลี่ยงพฤติกรรมไม่พึงประสงค์ที่ส่งผลกระทบต่อตนเองและผู้อื่น

2.1.4.5 ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี เป็นความสามารถในการเลือก และใช้ เทคโนโลยีด้านต่าง ๆ และมีทักษะกระบวนการทางเทคโนโลยี เพื่อการพัฒนาตนเองและสังคมในด้านการเรียนรู้ การสื่อสาร การทำงาน การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ถูกต้อง เหมาะสม และมีคุณธรรม

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

2.1.5 มาตรฐานการเรียนรู้

ในส่วนของการกำหนดในมาตรฐานการเรียนรู้ของหลักสูตรต่อการพัฒนาต้องคำนึงถึงหลักพัฒนาการทางสมองและพหุปัญญา หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน ซึ่งกำหนดให้ผู้เรียนเรียนรู้ 8 กลุ่มสาระการเรียนรู้ ได้แก่ ภาษาไทย คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม สุขศึกษาและพลศึกษา ศิลปะ การงานอาชีพและเทคโนโลยี และภาษาต่างประเทศ ซึ่งในแต่ละกลุ่มสาระการเรียนรู้ ได้กำหนดมาตรฐานการเรียนรู้เป็นเป้าหมายสำคัญของการพัฒนาคุณภาพผู้เรียน มาตรฐาน การเรียนรู้ระบุสิ่งที่ผู้เรียน พึงรู้ ปฏิบัติได้ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์เมื่อจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน นอกจากนั้นมาตรฐานการเรียนรู้ยังเป็นกลไกสำคัญในการขับเคลื่อนพัฒนาการศึกษาทั้งระบบ เพราะมาตรฐานการเรียนรู้จะสะท้อนให้ทราบว่าต้องการอะไร จะสอนอย่างไร และประเมินอย่างไร รวมทั้งเป็นเครื่องมือในการตรวจสอบเพื่อการประกันคุณภาพการศึกษาโดยใช้ระบบการประเมินคุณภาพภายในและการประเมินคุณภาพภายนอก ซึ่งรวมถึง การทดสอบระดับเขตพื้นที่การศึกษา และการทดสอบระดับชาติ ระบบการตรวจสอบเพื่อประกันคุณภาพดังกล่าวเป็นสิ่งสำคัญที่ช่วยสะท้อนภาพการจัด

การศึกษาว่าสามารถพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพตามที่มาตรฐานการเรียนรู้กำหนดเพียงใด (กระทรวงศึกษาธิการ, 2552, น. 23-33)

2.1.6 มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาปี พ.ศ. 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ และการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย เหมาะสมกับระดับชั้น โดยได้กำหนดสาระสำคัญที่สอดคล้องในรายวิชาฟิสิกส์ไว้ดังนี้ แรงและการเคลื่อนที่ ธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง แรงนิวเคลียร์ การออกแรงกระทำต่อวัตถุ การเคลื่อนที่ของวัตถุ แรงเสียดทาน โมเมนต์การเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน พลังงาน พลังงานกับการดำรงชีวิตการเปลี่ยนรูปพลังงาน สมบัติและปรากฏการณ์ของแสง เสียง และวงจรไฟฟ้า คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า กัมมันตภาพรังสีและปฏิกิริยานิวเคลียร์ ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงานการอนุรักษ์พลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา และจิตวิทยาศาสตร์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2552, น. 78-79)

2.1.7 คุณภาพผู้เรียนเมื่อจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

เนื่องจากการวิจัยในครั้งนี้มุ่งศึกษากับกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6) โดยหลักสูตรแกนกลางกำหนดคุณภาพของผู้เรียนที่เกี่ยวข้องกับในการวิจัยฉบับนี้และรายวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนที่จบช่วงชั้นจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ควรจะมีคุณภาพดังต่อไปนี้

2.1.7.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณที่เกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ สมบัติของคลื่นกล คุณภาพของเสียงและการได้ยิน สมบัติ ประโยชน์และโทษของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า กัมมันตภาพรังสีและพลังงานนิวเคลียร์

2.1.7.2 เข้าใจกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลกและปรากฏการณ์ทางธรณีที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

2.1.7.3 เข้าใจการเกิดและวิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซี เอกภพและความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศ

2.1.7.4 เข้าใจความสัมพันธ์ของความรู้วิทยาศาสตร์ที่มีผลต่อการพัฒนาเทคโนโลยี ประเภทต่าง ๆ และการพัฒนาเทคโนโลยีที่ส่งผลให้มีการคิดค้นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ก้าวหน้า ผลของเทคโนโลยีต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

มหาวิทยาลัยมหาสารคาม MAHASARAKHAM UNIVERSITY

2.1.7.5 ระบุปัญหา ตั้งคำถามที่จะสำรวจตรวจสอบ โดยมีการกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่างๆ สืบค้นข้อมูลจากหลายแหล่ง ตั้งสมมติฐานที่เป็นไปได้หลายแนวทาง ตัดสินใจเลือกตรวจสอบสมมติฐานที่เป็นไปได้

2.1.7.6 วางแผนการสำรวจตรวจสอบเพื่อแก้ปัญหาหรือตอบคำถาม วิเคราะห์เชื่อมโยงความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆ โดยใช้สมการทางคณิตศาสตร์หรือสร้างแบบจำลองจากผลหรือความรู้ที่ได้รับจากการสำรวจตรวจสอบ

2.1.7.7 สื่อสารความคิด ความรู้จากผลการสำรวจตรวจสอบโดยการพูด เขียน จัดแสดง หรือใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

2.1.7.8 อธิบายความรู้และใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการดำรงชีวิต การศึกษา หาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงงานหรือสร้างชิ้นงานตามความสนใจ

2.1.7.9 แสดงถึงความสนใจ มุ่งมั่น รับผิดชอบ รอบคอบและซื่อสัตย์ในการสืบเสาะ หาความรู้ โดยใช้เครื่องมือและวิธีการที่ให้ได้ผลถูกต้องเชื่อถือได้

2.1.7.10 ตระหนักในคุณค่าของความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ใช้ในชีวิตประจำวัน การประกอบอาชีพ แสดงถึงความชื่นชม ภูมิใจ ยกย่อง อ้างอิงผลงาน ชิ้นงานที่เป็นผลจากภูมิปัญญาท้องถิ่นและการพัฒนาเทคโนโลยีที่ทันสมัย

2.1.7.11 แสดงความซาบซึ้ง ห่วงใย มีพฤติกรรมเกี่ยวกับการใช้และรักษาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างรู้คุณค่า เสนอตัวเองร่วมมือปฏิบัติกับชุมชนในการป้องกัน ดูแลทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของท้องถิ่น

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

2.1.7.12 แสดงถึงความพอใจ และเห็นคุณค่าในการค้นพบความรู้ พบคำตอบหรือแก้ปัญหาได้

2.1.7.13 ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ แสดงความคิดเห็นโดยมีข้อมูลอ้างอิงและเหตุผลประกอบ เกี่ยวกับผลของการพัฒนาและการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมีคุณธรรมต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่

มาตรฐาน ว 4.1

คำอธิบายสาระที่ 4 มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม

ตัวชี้วัดชั้นปีและช่วงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6

สำหรับตัวชี้วัดชั้นปีและช่วงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 มีดังนี้ 1) ทดลองและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับ การเคลื่อนที่ของวัตถุในสนามโน้มถ่วง และอธิบายการนำความรู้ ไปใช้ประโยชน์ 2) ทดลองและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับการเคลื่อนที่ของอนุภาคในสนามไฟฟ้า และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ 3) ทดลองและอธิบายความ สัมพันธ์ระหว่างแรงกับการเคลื่อนที่ของอนุภาคในสนาม แม่เหล็ก และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ 4) วิเคราะห์และอธิบายแรงนิวเคลียร์และแรงไฟฟ้าระหว่างอนุภาคในนิวเคลียส

มาตรฐาน ว 4.2

คำอธิบายสาระที่ 4 มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุในธรรมชาติ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัดชั้นปีและช่วงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6

1. อธิบายและทดลองความ สัมพันธ์ระหว่างการกระจัด เวลา ความเร็ว ความเร่งของการเคลื่อนที่ในแนวตรง

2. สังเกตและอธิบายการเคลื่อนที่ แบบโพรเจกไทล์ แบบวงกลม และแบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย

3. อภิปรายผลการสืบค้นและ ประโยชน์เกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ แบบวงกลม และแบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ในการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษากับกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่ มาตรฐาน 4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุในธรรมชาติ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ ตามตัวชี้วัดที่ 2. สังเกตและอธิบายการเคลื่อนที่ แบบโพรเจกไทล์ แบบวงกลม และแบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย และ3. อภิปรายผลการสืบค้นและประโยชน์เกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ แบบวงกลม และ แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย ช่วงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 กับกลุ่มตัวอย่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/2 ภาคเรียน ที่ 2/2559 ในรายวิชาฟิสิกส์ หน่วยที่ 4 การเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ โดยกำหนดรูปแบบของการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 ด้วยกรอบของการจัดการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ จำนวน 12 ชั่วโมง ตามหลัก เป้าหมาย จุดหมาย วิสัยทัศน์ และคุณลักษณะที่พึงประสงค์ตามกำหนดไว้ในหลักสูตร แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้

2.2 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้

การจัดการเรียนรู้ที่ดีย่อมทำให้เกิดการเรียนรู้ที่ดี ผู้สอนจึงเป็นผู้ที่มีบทบาทสำคัญในการที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ ผู้สอนที่สอนอย่างมีหลักการมีความรู้และมีทักษะจะช่วยให้ผู้เรียนเรียนอย่างมีความหมายและมีคุณค่า โดยเฉพาะอย่างยิ่งในปัจจุบันนี้ กระบวนการเรียนรู้ไม่ได้จำกัดว่าต้องเกิดขึ้นเฉพาะในห้องเรียนเท่านั้น ดังนั้นการจัดการเรียนรู้หรือที่เรียกกันว่า การจัดการเรียนรู้จึงเป็นสิ่งที่สำคัญอย่างยิ่งที่ผู้สอนจะต้องเรียนรู้ให้เข้าใจและนำไปปฏิบัติได้อย่างถูกต้องและสัมฤทธิ์ผล (คู่มือการจัดระบบการสอนโดยยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลางการเรียนรู้, 2553, น. 1)

มีผู้ศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้ในทัศนะต่าง ๆ ดังนี้

สุมน อมรวิวัฒน (2533, น. 460) อธิบายความหมายของการจัดการเรียนรู้ไว้ว่า การจัดการเรียนรู้ คือสถานการณ์อย่างหนึ่งที่มีสิ่งต่อไปนี้เกิดขึ้น ได้แก่

1. มีความสัมพันธ์และมีปฏิสัมพันธ์เกิดขึ้นระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน ผู้เรียนกับผู้เรียน ผู้เรียนกับสิ่งแวดล้อม และผู้สอนกับผู้เรียนกับสิ่งแวดล้อม
2. ความสัมพันธ์และมีปฏิสัมพันธ์นั้นก่อให้เกิดการเรียนรู้และประสบการณ์ใหม่
3. ผู้เรียนสามารถนำประสบการณ์ใหม่นั้นไปใช้ได้

วิชัย ประสิทธิ์วุฒิเวช (2542, น. 255) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้เป็นกระบวนการที่มีระบบระเบียบครอบคลุมการดำเนินงานตั้งแต่การวางแผนการจัดการเรียนรู้จนถึงการประเมินผล

นอกจากนั้นยังมีผู้ให้ความหมาย ของการจัดการเรียนรู้ไว้อีกหลายทัศนะ เช่น

การจัดการเรียนรู้ คือ การจัดสถานการณ์ สภาพการณ์หรือกิจกรรมการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้มีประสบการณ์ อันก่อให้เกิดการเรียนรู้ได้ง่าย ซึ่งจะส่งผลให้ผู้เรียนมีความเจริญงอกงามและพัฒนาการทั้งทางกายและทางสมอง อารมณ์และสังคม

การจัดการเรียนรู้ คือ การอบรมผู้เรียนโดยการจัดกิจกรรม อุปกรณ์และการแนะแนวให้กับผู้เรียน

การจัดการเรียนรู้ คือ การช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และความสามารถในการนำความรู้นั้นไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

การจัดการเรียนรู้ คือ การจัดสรรประสบการณ์ที่เลือกสรรแล้วเป็นอย่างดีให้กับผู้เรียน

จากความหมายของการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวผู้วิจัยได้สรุปความหมาย การจัดการเรียนรู้หมายถึง กิจกรรมของบุคคลซึ่งมีหลักและเหตุผล เป็นกิจกรรมที่บุคคลได้ใช้ความรู้ ของตนเองอย่างสร้างสรรค์ เพื่อสนับสนุนให้ผู้อื่นเกิดการเรียนรู้และอย่างมีความสุข ดังนั้น การจัดการเรียนรู้จึงเป็นกิจกรรมที่ประกอบด้วย 4 ด้าน คือ

1. ด้านหลักสูตร (Curriculum) หมายถึง การศึกษาจุดมุ่งหมายของการศึกษาความเข้าใจในจุดประสงค์รายวิชาและการตั้งจุดประสงค์การจัดการเรียนรู้ที่ชัดเจน ตลอดจนการเลือกเนื้อหาได้เหมาะสม สอดคล้องกับท้องถิ่น

2. ด้านการจัดการเรียนรู้ (Instruction) หมายถึง การเลือกวิธีสอนและเทคนิคการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสม เพื่อช่วยให้ผู้เรียนบรรลุถึงจุดประสงค์การเรียนรู้ที่วางไว้

3. ด้านการวัดผล (Assessment) หมายถึง การเลือกวิธีการวัดผลที่ เหมาะสมและสามารถ วิเคราะห์ผลได้

4. ด้านการประเมินผลการจัดการเรียนรู้ (Evaluation) หมายถึง ความสามารถในการประเมินผลของการจัดการเรียนรู้ทั้งหมดได้

ปัจจัยสำคัญในสภาพการเรียนรู้ ในสภาพการเรียนรู้ต่าง ๆ ย่อมประกอบด้วย ปัจจัยที่สำคัญ 3 ประการด้วยกันคือ ตัวผู้เรียน (Learner) เหตุการณ์หรือสถานการณ์ที่เป็นตัวเร้า (Stimulus Situation) และการกระทำหรือการตอบสนอง (Action หรือ Response)

ธนพงษ์ ไชยลาโภ (2553, น. 49) กล่าวถึงลำดับขั้นในกระบวนการเรียนรู้ มูลลีย์ (George J. Mouly) กำหนดลำดับขั้นในกระบวนการเรียนรู้ไว้ 7 ขั้น ประกอบด้วย

1. เกิดแรงจูงใจ (Motivation) เมื่อใดก็ตามที่อินทรีย์เกิดความต้องการหรืออยู่ในภาวะ ที่ขาดสมดุลก็จะมีแรงขับ (Drive) หรือแรงจูงใจ (Motive) เกิดขึ้นผลักดันให้เกิดพฤติกรรมเพื่อหาสิ่งที่ขาดไปนั้นมาให้ร่างกายที่อยู่ในภาวะที่พอดี แรงจูงใจมีผลให้แต่ละคนไวต่อการสัมผัสสิ่งเร้าแตกต่างกันเป็นสิ่งที่จะกำหนดทิศทางและความเข้มของพฤติกรรมและเป็นสิ่งจำเป็นเบื้องต้นสำหรับการเรียนรู้

2. กำหนดเป้าประสงค์ (Goal) เมื่อมีแรงจูงใจเกิดขึ้นแต่ละบุคคลก็จะกำหนดเป้าประสงค์ที่จะก่อให้เกิดความพึงพอใจ เป้าประสงค์จึงเป็น ผลบั้นปลายที่อินทรีย์แสวงหา ซึ่งบางครั้งอาจจะชัดเจน บางครั้งอาจจะเลื่อนลอย บางครั้งอาจกำหนดขึ้น เพื่อสนองความต้องการทางสรีระ หรือบางครั้งเพื่อสนองความต้องการทางสังคม

3. เกิดความพร้อม (Readiness) คนแต่ละคนมีขีดความสามารถที่จะรับ และความต้องการพื้นฐานเพื่อที่จะเสาะแสวงหาความพอใจ หรือหาสิ่งที่จะสนอง ความต้องการได้จำกัดและแตกต่างกันไปตามสภาพความพร้อมของแต่ละบุคคล เช่น เด็กทารก ซึ่งมีความเจริญทางสรีระยังไม่มากก็จะไม่พร้อมที่จะเรียนรู้วิธีการหาอาหารด้วยตนเองได้ เด็กที่ร่างกายอ่อนแอ หรือมีความบกพร่องของอวัยวะบางส่วน ก็จะไม่พร้อมในการเล่นกีฬาบางอย่างได้ กล่าวได้ว่าสภาพความพร้อมในการเรียนของบุคคลนั้นจะต้องอยู่กับองค์ประกอบอื่น ๆ หลายประการ เช่น ความเจริญเติบโตของโครงสร้างทางร่างกาย การจูงใจ ประสบการณ์ด้วย เป็นต้น

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

4. มีอุปสรรค (Obstacle) อุปสรรคจะเป็นสิ่งขวางกั้นระหว่างพฤติกรรมที่เกิดจากแรงจูงใจกับเป้าประสงค์ ถ้าหากไม่มีอุปสรรค์ หรือสิ่งกีดขวางเราก็จะไปถึงเป้าประสงค์ได้โดยง่าย ซึ่งเราก็ถือว่าสภาพการณ์เช่นนี้ ไม่ได้ช่วยให้เกิดความต้องการที่จะแก้ปัญหาและเรียนรู้ ตรงกันข้ามการที่เราไม่สามารถไปถึงเป้าหมายได้จะก่อให้เกิดความเครียด และจะเกิดความพยายามที่จะหาวิธีการแก้ปัญหาซึ่งจะทำให้เกิด การเรียนรู้ขึ้น

5. การตอบสนอง (Response) เมื่อบุคคลมีแรงจูงใจ มีเป้าประสงค์ เกิดความพร้อมและเผชิญกับอุปสรรคเข้าก็จะมีพฤติกรรมต่าง ๆ เกิดขึ้น พฤติกรรมนั้นอาจเริ่มด้วยการตัดสินใจเกิดอาการตอบสนองที่เหมาะสมทดลองทำแล้วปรับปรุงแก้ไขการตอบสนองนั้นให้แก้ปัญหาได้ดีที่สุด ซึ่งแนวทางของ การตอบสนองอาจมุ่งสู่เป้าประสงค์โดยตรงหรือโดยทางอ้อมอย่างใดอย่างหนึ่ง

6. การเสริมแรง (Reinforcement) การเสริมแรงก็หมายถึง การได้รางวัลหรือให้สิ่งเร้าที่ ก่อให้เกิดความพอใจ ซึ่งปกติผู้เรียนจะได้รับ หลังจากที่ตอบสนองแล้ว ตัวเสริมแรงไม่จำเป็นต้องเป็นสิ่งของ หรือวัตถุที่มองเห็นได้เสมอไป เพราะความสำเร็จ ความรู้ ความก้าวหน้าก็เป็นตัวเสริมแรงได้เช่นเดียวกัน

7. การสรุปความเหมือน (Generalization) หลังจากที่ผู้เรียนสามารถตอบสนองหรือหาวิธีการที่จะมุ่งสู่เป้าประสงค์ได้แล้ว เขาก็อาจจะประสงค์ใช้กับปัญหา หรือสถานการณ์ ที่จะพบในอนาคตได้นั้นก็แสดงว่า ผู้เรียนเกิดความสามารถที่จะสรุปความ เหมือนระหว่างสถานการณ์การเรียนรู้ที่มีมาก่อน กับปัญหาหรือสถานการณ์ที่เพิ่งจะพบใหม่ ซึ่งเป็นการขยายขอบเขตของพฤติกรรม

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

2.3 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษา

ในการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยจะดำเนินการจัดการเรียนรู้ด้วยนวัตกรรมที่กำลังเป็นนโยบายของรัฐบาล กระทรวงศึกษาที่การ และสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีด้วยการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบของสะเต็มศึกษา ซึ่งจะกล่าวรายละเอียดใน 2 หัวข้อย่อยดังต่อไปนี้

2.3.1 ประวัติความเป็นมาของรูปแบบการจัดการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา

จากที่ Sanders (2000) ได้เขียนรายงานประวัติความเป็นมาของการจัดรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาไว้พอสังเขปดังต่อไปนี้ ในช่วงทศวรรษ 1990 มูลนิธิวิทยาศาสตร์แห่งชาติ (The National Science Foundation (NSF)) ได้กำหนดคำย่อของ “Science, Mathematics, Engineering and Technology” ว่า SMET ต่อมาปี ค.ศ. 1993 มีรายงานการประเมินมาตรฐาน

ความสามารถทางวิทยาศาสตร์ของชาวอเมริกัน (Benchmarks for Science Literacy) และรายงานถึงความสำคัญของรูปแบบของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่เป็นจุดเริ่มต้นของความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ที่ผู้เกี่ยวข้องต้องให้ความสำคัญ

La Porte and Sanders (1995) ได้มีการนำรูปแบบการจัดการศึกษาตามแนวทางของเทคโนโลยีการศึกษา ใช้ทั่วไปในสหรัฐอเมริกา หลักสูตรนี้ได้เชื่อมโยงเข้าหาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ เพื่อบูรณาการในการจัดการเรียนรู้ร่วมกัน เรียกว่า “TSM Connections” โดยเน้นการจัดการเรียนรู้ในระดับประถมศึกษา

The National Science Education Standards (1996) ได้ผลักดันแนวคิดการนำวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีใช้เต็มรูปแบบ ด้วยความสามารถในการออกแบบ นำไปสู่การพัฒนาทางวิทยาศาสตร์ ควบคู่กับการประชาสัมพันธ์ความสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาอย่างกว้างขวางในสหรัฐอเมริกา จึงมีการจัดการศึกษารูปแบบดังกล่าว ตั้งแต่ระดับชั้นประถมศึกษาถึงมัธยมศึกษาตอนปลาย

National Council of Teachers of Mathematics รายงานว่าในระหว่างปี ค.ศ. 1989-2000 มีหน่วยงานและองค์กรต่าง ๆ ได้ทำการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน และให้ข้อเสนอแนะว่าครูควรยึดหลักการเรียนรู้ด้วยศาสตร์ทั้ง 4 สาขา คือทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ไม่ควรเลือกประเมินเฉพาะในส่วนของวิทยาศาสตร์หรือคณิตศาสตร์เท่านั้น โดยนักเทคโนโลยีทางการศึกษา อาจให้ความร่วมมือทั้งด้านแนวคิดการแนะนำ หรือการออกแบบกับนักเรียน และต้องผลิตนักเทคโนโลยีทางการศึกษานอกจากผลิตเพียงเฉพาะบัณฑิตวิทยาศาสตร์หรือคณิตศาสตร์ เพราะการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษาต้องมีองค์ประกอบทั้ง หลักการ การบูรณาการแนวคิดใหม่ ๆ วิธีการ เครื่องมือสนับสนุนกิจกรรมการเรียนการสอน และหลักสูตร เป็นต้น ดังนั้นสถานศึกษาจึงต้องมีความพร้อมของการเปิดโอกาสให้บุคลากรที่มีความชำนาญหลาย ๆ สาขา เข้ามามีบทบาทจัดการศึกษาในรูปแบบใหม่ด้วย จึงจะสามารถนำกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาให้ประสบความสำเร็จได้อย่างมีประสิทธิภาพ

National Council of Teachers of Mathematics รายงานว่า ต่อมาปี ค.ศ. 2001 สหรัฐอเมริกาประกาศลงในพระราชบัญญัติให้สถานศึกษาจัดการศึกษาตามรูปแบบของสะเต็มศึกษา สำหรับผู้ที่ขาดโอกาสทางการศึกษาเป็นกลุ่มเป้าหมาย ปี ค.ศ. 2003 คำว่า SMET ได้ถูกท้วงติงว่าคำย่อไม่เหมาะสม เพราะมีความหมายว่า เขม่า (SMUT) คำย่อจึงเปลี่ยนเป็น STEM เพื่อสื่อถึงความหมายใหม่ที่มีความสัมพันธ์ต่อกัน

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

Bruning (2004) ได้มีนักการศึกษาเสนอทฤษฎีขั้นพื้นฐานระหว่างวิทยาศาสตร์และสะเต็มศึกษาว่า สะเต็มศึกษาสามารถสร้างทักษะทางพุทธพิสัยและทักษะพิสัย จากการบูรณาการทางอารมณ์ของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี รวมทั้งผู้เรียนยังเกิดปฏิสัมพันธ์กับบุคคลอื่นอย่างมีระบบ การพัฒนาความรู้ วิสัยทัศน์ และความเชี่ยวชาญเฉพาะด้านเกิดขึ้น ด้วยการฝึกปฏิบัติอย่างต่อเนื่องและมีความร่วมมืออย่างสม่ำเสมอ จึงเชื่อว่าการบูรณาการการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบของสะเต็มศึกษา ส่งผลการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงจากศาสตร์ทางวิทยาศาสตร์ ไปสู่ศาสตร์อื่น ๆ ได้

Friedman (2005) สถาบันการศึกษาในระดับอุดมศึกษา ได้จัดโครงการนำรูปแบบการจัดการเรียนการสอนด้วยสะเต็มศึกษามาใช้อย่างแพร่หลาย โดยเริ่มตั้งแต่ปี ค.ศ. 2005 จากสหรัฐอเมริกาสู่การศึกษาในประเทศจีน และอินเดีย และมีแนวคิดว่าสะเต็มศึกษาเป็นสัญลักษณ์ของการเปลี่ยนแปลงของการจัดการศึกษาในยุคโลกาภิวัฒน์

Sanders and Wells (2005) เชื่อว่า สะเต็มศึกษาอาจจะมีรูปแบบในการจัดการเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสมกับศาสตร์ทางด้านอื่น เช่น ทางธุรกิจ อุตสาหกรรม หรือศาสตร์อื่น ๆ ได้ ด้วยการบูรณาการวิธีการหรือรูปแบบให้มีความเหมาะสม เรียกว่า การบูรณาการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา (Integrative STEM Education)

ความกังวลเกี่ยวกับอักษร T (T หรือ Technology) ถ้านำไปใช้ในการศึกษาจะถูกบิดเบือนหรือมีความครุมเครือไปหรือไม่ อย่างไร ในเวลาต่อมามูลนิธิวิทยาศาสตร์แห่งชาติ ได้กำหนดความหมายให้ชัดเจนว่า STEM มีองค์ประกอบ 4 ส่วน ให้มีการกำหนดกรอบของความหมายว่า หมายถึง วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ และ ถูกนำไปจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเต็มรูปแบบเป็นครั้งแรกในระดับอุดมศึกษา ที่สถาบันเทคโนโลยีเวอร์จิเนีย โดยกำหนดขึ้นเป็นหลักสูตรในการจัดการศึกษา เพื่อจะพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ปี ค.ศ. 2009 มีการปฏิรูปรูปแบบของการจัดการเรียนรู้ด้วยการการบูรณาการ ทั้ง ครูเทคโนโลยี ครูวิทยาศาสตร์ วิศวกร และนักคณิตศาสตร์เข้ามามีส่วนร่วมในการจัดการศึกษาตามรูปแบบของสะเต็มศึกษา ในปี ค.ศ. 2009 ผลของการเปลี่ยนแปลงนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ของสะเต็มศึกษาเป็นปัจจัยที่นำพาไปสู่การเปลี่ยนแปลงทางการศึกษาอย่างไร้ขอบเขตและไร้พรมแดนที่เกิดขึ้น เกิดการเปลี่ยนแปลงทางการศึกษาในยุคโลกาภิวัตน์ นำไปสู่การรับรู้รูปแบบของการจัดการเรียนรู้สมัยใหม่และพัฒนาสู่ประเทศต่าง ๆ ทำให้แต่ละประเทศมีการตื่นตัว พยายามศึกษารูปแบบของการจัดการเรียนรู้ ผ่านการฝึกอบรม ผ่านการทดลอง จนมั่นใจว่าจะสามารถประยุกต์ใช้กับการจัดการเรียนการสอนในประเทศของตนได้

การส่งเสริมให้ผู้บริหารสถานศึกษา นักการศึกษา นักหลักสูตร และครูวิทยาศาสตร์ต้องมีส่วนรับรู้ถึงบริบทของสะเต็มศึกษา ให้มีความเข้าใจถ่องแท้ของบริบทของเนื้อหาวิชาที่จะ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

สามารถดำเนินการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาได้ ต้องเพิ่มการเชื่อมโยงศาสตร์ทั้ง 4 สาขา ต้องสามารถสืบเสาะหาแนวทางทั้งการออกแบบเทคโนโลยี แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ การร่วมมือกันเป็นทีมของนักเรียน บริบทของปัญหาที่ต้องสืบค้น และสภาพแวดล้อมของการเรียนรู้ เป็นต้น นักการศึกษาต้องเข้าใจในบริบทของนักเรียน วางแนวทางที่นักเรียนสามารถจะแก้ไขปัญหาด้วยตัวเอง เช่น การทดสอบ การเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ การออกแบบ การเลือกแนวทางในการแก้ไขปัญหา เป็นต้น เป้าหมายหลักที่นักเรียนควรตระหนักและถือเป็นปัจจัยสำคัญต่อแนวทางแก้ไขข้อสงสัยของนักเรียน ต้องมองว่าอะไรคือปัญหาพื้นฐาน สิ่งใดที่เป็นเทคโนโลยีที่นำพาไปสู่การแก้ไขปัญหานั้น ออกแบบงานเช่นไร ใช้กระบวนการทางคณิตศาสตร์เช่นไรบ้าง นำมาสนับสนุนรวมทั้งครูควรมีแนวคิดสร้างความยั่งยืนในความรู้ของเนื้อหาที่ต้องการสื่อถึงผู้เรียนเช่นไรบ้าง

ผลจากการศึกษาของนักการศึกษาที่นำรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาชี้ให้เห็นว่า การประยุกต์ความรู้คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ตั้งแต่เยาว์วัยสามารถทำให้ผู้เรียนถ่ายโอนความรู้และความสามารถของตนเองไปสู่การประยุกต์ นักเรียนจะเข้าใจถึงสภาพแวดล้อม การอ้างอิง แหล่งทรัพยากร วัสดุอุปกรณ์ เครื่องมือ และถึงแม้ว่าการดำเนินกิจกรรมดังกล่าวเกิดขึ้นในโรงเรียนก็ตาม แต่นักเรียนสามารถทำกิจกรรมการเรียนรู้เหมือนว่าตนเองอยู่สังคมภายนอก และมีการปรับตัวทำกิจกรรมที่สอดคล้องกับวัฒนธรรมการแข่งขันในยุคโลกาภิวัฒน์ ภายใต้กฎระเบียบในการปฏิบัติตนเสมือนมืออาชีพในศตวรรษที่ 21 ต่อไป (Friedman, 2005)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

2.3.2 หลักการสอนแบบสะเต็มศึกษา

มนตรีจุฬา วัฒนทล (2556, น. 3) อธิบายว่า สะเต็มศึกษา (STEM Education) เป็นแนวทางใหม่ในการจัดการศึกษาในรายวิชา วิทยาศาสตร์ที่เน้นในการบูรณาการการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีโดยเริ่มตั้งแต่การศึกษาขั้นพื้นฐานระดับอุดมศึกษาอาชีวศึกษาไปจนถึงการศึกษาตลอดชีวิตเพื่อให้คนไทยมีความรู้และทักษะ ในการสร้างสรรค์สิ่งใหม่ ๆ เพื่อประกอบอาชีพในด้านวิชาชีพทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในยุคประชาคมอาเซียน พรทิพย์ ศิริภัทราชัย. (2556, น. 50) ให้ความความหมาย “สะเต็มศึกษา” (STEM Education) คือ การสอนแบบบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา (Interdisciplinary Integration) ระหว่างสาขาวิชาต่าง ๆ ได้แก่ วิชาวิทยาศาสตร์ (Science, S) เทคโนโลยี (Technology, T) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering, E) และ คณิตศาสตร์ (Mathematics, M) โดยนำจุดเด่นของธรรมชาติตลอดจนวิธีการสอนของแต่ละสาขาวิชา มาผสมผสานกันอย่างลงตัว เพื่อให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้แต่ละแขนงวิชามาใช้ในการแก้ไขปัญหา ค้นคว้าไปจนถึงการพัฒนาสิ่งต่าง ๆ ในสถานการณ์โลกปัจจุบัน

อภิสิทธิ์ ธงไชย (2556, น. 15-18) วิศวกรรมศาสตร์ในสะเต็มศึกษา หมายถึง การออกแบบ (Design) วางแผน (Planning) การแก้ปัญหา (Problem Solving) การใช้องค์ความรู้จากศาสตร์ต่าง ๆ มาสร้างสรรค์ผลงานภายใต้ข้อจำกัดหรือเงื่อนไข (Constraints and Criteria) ที่กำหนดกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม (Engineering Design Process) เป็นการนำเอาองค์ความรู้โดยเฉพาะวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้เพื่อสร้างสรรค์ผลงานและเชื่อมโยงกับโลกความเป็นจริง

สะเต็มศึกษาเป็นการบูรณาการความรู้ในด้านวิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematic) โดยมีรายละเอียดประกอบด้วย

1. วิทยาศาสตร์ (S) เน้นเกี่ยวกับความเข้าใจในธรรมชาติ โดยใช้วิธีการสอนวิทยาศาสตร์ด้วยกระบวนการสืบเสาะ (Inquiry-based Science Teaching) กิจกรรมการสอนแบบแก้ปัญหา (Scientific Problem-Based Activities)

2. เทคโนโลยี (T) เป็นวิชาที่เกี่ยวกับกระบวนการ แก้ปัญหา ปรับปรุง พัฒนาสิ่งต่าง ๆ หรือกระบวนการต่าง ๆ เพื่อตอบสนองความต้องการของคนเรา โดยผ่านกระบวนการทำงานทางเทคโนโลยี

3. วิศวกรรมศาสตร์ (E) เป็นวิชาที่ว่าด้วยการคิด สร้างสรรค์ พัฒนานวัตกรรมต่าง ๆ ให้กับนักศึกษาโดยใช้ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี

4. คณิตศาสตร์ (M) เป็นวิชาที่ไม่ได้หมายถึงการนับจำนวนเท่านั้น แต่เกี่ยวกับองค์ประกอบอื่นที่สำคัญ คือ กระบวนการคิดคณิตศาสตร์ (Mathematical Thinking) ซึ่งได้แก่ การเปรียบเทียบ การจำแนกหรือจัดกลุ่ม การจัดแบบรูป และการบอกรูปร่างและคุณสมบัติ

การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษามีลักษณะ สำคัญคือ เป็นการสอนที่เน้นการบูรณาการ ช่วยนักเรียนสร้างความเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาวิชาทั้ง 4 กับชีวิตประจำวันและการทำอาชีพ เน้นการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 เน้นท้าทายความคิดของนักเรียน และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น และความเข้าใจที่สอดคล้องกับเนื้อหาทั้ง 4 วิชา (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555)

การจัดการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษาเป็นการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ซึ่งมีรูปแบบการจัดการสอนเป็นการฝึกให้คิดและวางแผน โดยใช้กระบวนการอย่างเป็นขั้นตอนที่ครอบคลุม 3 ด้านได้แก่

1. ด้านเจตคติ (Attitude) ผู้สอนจะต้องสร้างให้ผู้เรียนมีความใฝ่รู้ ใฝ่เรียน อยากรู้ อยากเห็น อยากค้นคว้า

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

2. ด้านทักษะกระบวนการ (Process Skills) ฝึกให้ผู้เรียนมีกระบวนการคิดอย่างเป็นระบบ ฝึกการสังเกต ฝึกตั้งคาถามเพื่อนามาสู่ปัญหา ฝึกตั้งสมมติฐาน ฝึกการวางแผนออกแบบการทดลอง ฝึกทดลอง เก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อนำไปวิเคราะห์ สรุปผล และนำเสนอ

3. ด้านความรู้ (Knowledge) ผู้เรียนจะเกิดองค์ความรู้ในสิ่งที่ได้ศึกษา

หลักสำคัญในการสอนโดยใช้สะเต็มศึกษา ประกอบด้วย

1. กิจกรรมมีการบูรณาการ ทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์

2. ผู้สอนทำการทบทวนความรู้ที่ผ่านมา เพื่อสร้างความสนใจนำไปสู่เนื้อหาในการสอน โดยผู้สอนทำการใช้คำถามที่กระตุ้นให้ฝึกการคิด ไม่ควรเป็นคำถามที่เป็น 2 ตัวเลือก เช่น ใช่หรือไม่ใช่ ถูกหรือผิด มีหรือไม่มี เป็นต้น การทบทวนความรู้นี้เพื่อนำไปสู่ปัญหาหรือกิจกรรมการสอน

3. การจัดกลุ่มผู้เรียนให้เหมาะสมกับพื้นฐานผู้เรียน โดยใช้วิธีผสมเพื่อให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็นและมีส่วนร่วมในกิจกรรม

4. ใบกิจกรรมอาจกำหนดเป็นสถานการณ์หรือการทดลอง พร้อมทั้งเตรียมอุปกรณ์ที่ใช้ในกิจกรรมให้แก่ผู้เรียน

5. ผู้สอนจะต้องทำหน้าที่ให้คำปรึกษาในแต่ละกลุ่ม โดยไม่ตอบคำถาม แต่ใช้คำถามชี้นำจนกระทั่งผู้เรียนได้แนวทางการแก้ปัญหาหรือคำตอบ ไม่ควรอยู่กับที่เพียงตำแหน่งเดียว

6. ผู้สอนทำหน้าที่สรุปอีกครั้ง หลังจากทุกกลุ่มนำเสนอกิจกรรมแล้ว เพื่อให้ผู้เรียนมีความเข้าใจเพิ่มมากขึ้น พร้อมดึงเนื้อหาเข้าสู่การนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

7. ผู้สอนเพิ่มเติมความรู้ โดยการใช้คำถามหรือการอธิบายเพิ่มเติม

8. ผู้สอนแจกกระดาษให้ผู้เรียนเพื่อถามถึงความรู้ที่ได้รับ จากการเรียนมีอะไรบ้างที่มีประโยชน์

9. มีการประเมินผลจากกิจกรรมของผู้เรียน

การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาในการวิจัยนี้ ใช้การจัดการเรียนรู้ประกอบด้วยขั้นตอน 5 ขั้นเพื่อส่งเสริมกระบวนการเรียนรู้ ดังภาพ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาพที่ 2.1 การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education)

1. การระบุปัญหา (Identify a Challenge) เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนทำความเข้าใจในสิ่งที่เป็นปัญหาในชีวิตประจำวัน และจำเป็นต้องหาวิธีการหรือสร้างสิ่งประดิษฐ์ (Innovation) เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว

2. การค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง (Explore Ideas) เป็นการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาและประเมินความเป็นไปได้ ความคุ้มทุน ข้อดี ข้อด้อย และความเหมาะสมเพื่อเลือกแนวคิดหรือวิธีการที่เหมาะสมที่สุด

3. การวางแผนพัฒนา (Plan and Develop) เป็นขั้นที่ผู้เรียนต้องกำหนดขั้นตอนย่อยในการทำงาน กำหนดเป้าหมายและระยะเวลาในการดำเนินการให้ชัดเจน รวมทั้งออกแบบและพัฒนาต้นแบบ (Prototype) ของผลผลิต เพื่อใช้ในการทดสอบแนวคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหา

4. การทดสอบและประเมินผล (Test and Evaluate) เป็นขั้นตอนทดสอบและประเมินการใช้งานต้นแบบเพื่อแก้ปัญหา โดยผลอาจนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาผลลัพธ์ให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหามากขึ้น

5. การนำเสนอผลลัพธ์ (Present the Solution) หลังการพัฒนา ปรับปรุง ทดสอบและประเมินวิธีการแก้ปัญหาหรือผลลัพธ์จนมีประสิทธิภาพตามที่ต้องการแล้ว ผู้เรียนต้องนำเสนอผลลัพธ์ โดยออกแบบวิธีการนำเสนอข้อมูลที่เข้าใจง่ายและน่าสนใจ

สื่อการสอนและแหล่งเรียนรู้ในการจัดการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิคสะเต็มศึกษานั้นสามารถใช้สื่อประกอบการเรียนรู้ได้ เช่น เอกสารประกอบการสอน และหนังสือ Power Point ใบกิจกรรม ห้องสมุด อินเทอร์เน็ต และวัสดุ อุปกรณ์ในการฝึกปฏิบัติ เป็นต้น

พรรณวิไล ชมชิด (2557, น. 121-122) กล่าวว่าสำหรับการนำกิจกรรมสะเต็มไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนสามารถดำเนินการได้ 3 แนวทาง ประกอบด้วย

1. จัดกิจกรรมสอดแทรกไปตามเนื้อหาที่เกี่ยวข้องของแต่ละรายวิชาภายในคาบเรียน ซึ่งกิจกรรมสะเต็มที่จะนำเข้าไปสอดแทรกในคาบเรียนนั้น มักจะเป็นกิจกรรมที่มีจำนวนชั่วโมงที่เหมาะสมที่สามารถจัดกิจกรรมได้เสร็จสิ้นภายในคาบเรียน โดยผู้สอนแต่ละรายวิชาอาจพิจารณาจากตัวชี้วัดของกิจกรรมนั้น ๆ เป็นเกณฑ์ หรือพิจารณาจากจุดประสงค์ของกิจกรรมก็ได้ว่าเกี่ยวข้องกับเนื้อหาใดบ้างจากนั้นเมื่อถึงคาบของการเรียนการสอนในเนื้อหานั้น ๆ ก็สามารถนำกิจกรรม สะเต็มเข้าไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนได้

2. จัดกิจกรรมไว้ในรายวิชาเลือกเสรีของกลุ่มวิชาต่าง ๆ โดยการสอนในรูปแบบนี้อาจทำได้ในรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับการแก้โจทย์ปัญหาเป็นพิเศษ หรือการทำโครงงาน เป็นต้น รูปแบบการสอนโดยวิธีนี้เหมาะสมสำหรับกิจกรรมสะเต็มที่ต้องใช้ระยะเวลาในการดำเนินกิจกรรมค่อนข้างมากหรือมีความซับซ้อนและยาก และมีข้อดีที่ทางผู้สอนสามารถจัดหาอาจารย์ ที่ปรึกษาให้แก่ผู้เรียนได้ครอบคลุมในเนื้อหาที่เกี่ยวข้องเพื่อให้คำแนะนำในการแก้ปัญหาหรือออกแบบและสร้างชิ้นงานของผู้เรียนได้

3. จัดกิจกรรมไว้ในกลุ่มกิจกรรมนอกห้องเรียนต่าง ๆ เช่น ชุมชน ชมรม หรือค่าย ซึ่งรูปแบบการจัดกิจกรรมแบบนี้ มักเป็นกิจกรรมที่มีหัวข้อหรือหัวเรื่องเกี่ยวข้องกับการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ เช่น ปัญหาสิ่งแวดล้อม การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม การสร้างนวัตกรรมที่สามารถใช้ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ของส่วนรวม การจัดกิจกรรมโดยวิธีนี้ มีข้อดีที่ผู้เรียนสามารถ ทำกิจกรรมได้ตลอดเวลาและต่อเนื่อง

กล่าวโดยสรุป การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเป็นการสอนโดยบูรณาการสอนใน 4 รายวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและวิธีการทางวิศวกรรมศาสตร์ ผ่านทางกิจกรรมหรือโครงการ เพื่อตอบสนองความต้องการหรือแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันของผู้เรียน ครูสามารถนำการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาไปใช้โดยสอดแทรกตามเนื้อหาวิชา จัดเป็นวิชาเลือกเสรีหรือจัดเป็นกิจกรรมนอกห้องเรียนต่าง ๆ เป็นต้น ซึ่งข้อดีของการจัดการเรียนรู้

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตามแนวทางสะเต็มศึกษานั้น สิ่งสำคัญคือ การมีชิ้นงานหรือได้นวัตกรรมใหม่ ซึ่งนวัตกรรมในที่นี้จะหมายถึง การทำสิ่งต่าง ๆ ด้วยวิธีใหม่เกิดขึ้น ทั้งแนวคิดการผลิต กระบวนการ รวมทั้งการพัฒนาต่อยอดให้ได้ผลลัพธ์หรือเปลี่ยนแปลงไปในเชิงบวก ผลผลิตเพิ่มขึ้นและดีมากยิ่งขึ้น

2.4 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2.4.1 ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

คำว่า “ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Science Process Skills)” ได้มีนักการศึกษาให้ความหมายไว้หลายทัศนะ ดังเช่น

วรรณทิพา รอดแรงค้า (2540, น. 157) ได้อธิบายว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการใช้กระบวนการต่างๆ เช่น การสังเกต การวัด การจำแนกประเภท การพยากรณ์ เป็นต้น อย่างคล่องแคล่วถูกต้องและแม่นยำ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2544, น. 1) ให้ความหมายทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า เป็นพฤติกรรมที่เกิดจากการปฏิบัติและการฝึกฝนความคิดอย่างมีระบบ ซึ่งก่อให้เกิดความงอกงามทางสติปัญญา

ปวีณา ชาลีเครือ (2553) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้ทักษะการสังเกต การวัด การจำแนกประเภท การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา การคำนวณ การจัดกระทำ และการสื่อความหมายข้อมูลการลงความคิดเห็นจากข้อมูล การพยากรณ์ การตั้งสมมติฐาน การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลอง การตีความหมายข้อมูล และการลงข้อสรุป

จากความหมายและแนวคิดเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่ได้กล่าวไว้สรุป ได้ว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง กระบวนการค้นคว้าทดลอง เพื่อหาข้อเท็จจริง หลักการและกฎเกณฑ์ ในขณะที่ทำการทดลอง ผู้ทดลองมีการฝึกฝนทั้งในด้านปฏิบัติและพัฒนาความคิดไปด้วย เช่น การฝึกสังเกต บันทึกข้อมูล หาความสำคัญของ ตัวแปรต้น ตั้งสมมุติฐาน และทำการทดลอง ซึ่งพฤติกรรมที่เกิดจากการปฏิบัติการฝึกฝน ความนึกคิดอย่างเป็นระบบ โดยการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เหมาะสำหรับ นักเรียนชั้นอนุบาลจนถึงชั้นประถมศึกษา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555, น. 1-16) ได้กำหนดกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ 13 ทักษะ ประกอบด้วย ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้น

พื้นฐาน (Basic Science Process Skills) 8 ทักษะ และขั้นผสมหรือขั้นบูรณาการ (Integrated Science Process Skills) 5 ทักษะ ดังนี้

1. ทักษะการสังเกต (Observation Skill)
2. ทักษะการวัด (Measurement Skill)
3. ทักษะการคำนวณ (Using Numbers Skill)
4. ทักษะการจำแนก (Classification Skill)
5. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา (Space/Space Relation-Ship and Space/Time Relationship Skill)
6. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (Organizing Data and Communication Skill)
7. ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล (Inferring Skill)
8. ทักษะการพยากรณ์ (Prediction Skill)

ทักษะขั้นผสมหรือบูรณาการ (Integrated Science Process Skills) มี 5 ทักษะ

1. ทักษะการตั้งสมมติฐาน (Indentifying and Controlling Variables Skill)
2. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Formulating Hypotheses Skill)
3. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (Defining Variables Operationally Skill)
4. ทักษะการทดลอง (Experiment Skill)
5 ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (Interpreting Data and Making Conclusion Skill)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

พรรณวิไล ชมชิด (2557) อธิบายกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะ ดังนี้

1. ทักษะการสังเกต หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวกาย เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือเหตุการณ์ โดยมีจุดประสงค์ที่จะหาข้อมูลซึ่งเป็นรายละเอียดของสิ่งนั้น ๆ โดยไม่ใส่ความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไป การสังเกตเป็นกระบวนการหลักที่จะนำไปสู่การค้นพบทางวิทยาศาสตร์ข้อมูลที่ได้จากการสังเกต มี 3 ประเภท ประเภทแรกคือ ข้อมูลเชิงคุณภาพ เป็นข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะและคุณสมบัติประจำตัวของสิ่งของที่สังเกตรูปร่าง กลิ่น รส เสียง และความรู้สึกจากการสัมผัส ประเภทที่สอง ข้อมูลเชิงปริมาณ เป็นข้อมูลที่บอกรายละเอียดเกี่ยวกับปริมาณ และประเภทสุดท้ายคือข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลง เป็นข้อมูลที่ได้จากการสังเกตปฏิสัมพันธ์ของสิ่งนั้นกับสิ่งอื่น นอกจากนี้การได้ข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงบางอย่างสามารถกระทำได้ ด้วยการทดลอง โดยเก็บข้อมูล

ระยะก่อนและหลังการทดลอง หรือขณะทำการทดลอง สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้เสนอข้อควรระวังในการสังเกตไว้ ดังเช่น ควรจดบันทึกไว้ทุกครั้ง ควรแยกเป็นข้อสั้น ๆ เพื่อตรวจสอบง่าย อย่าใส่ความรู้เดิม หรือการคาดคะเนลงไปด้วย ต้องเป็นการสังเกตที่ตรงไปตรงมา

2. ทักษะการวัด หมายถึง การเลือกและการใช้เครื่องมือทำการวัดปริมาณสิ่งของต่าง ๆ ออกเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสมและถูกต้อง โดยมีหน่วยกำกับเสมอ และจะต้องมีจุดมุ่งหมายในการวัดว่า จะวัดอะไร วัดทำไม จะใช้อะไรวัด และวัดอย่างไร

3. ทักษะการใช้ตัวเลข (การคำนวณ) หมายถึง การนำเอาตัวเลขที่ได้จากการวัด การสังเกตการทดลอง และจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำให้เกิดค่าใหม่ เช่น การบวก การลบ การคูณ การหาร การหาค่าเฉลี่ย การยกกำลัง เป็นต้น เพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีความหมายซึ่งจะนำไปใช้ประโยชน์ในการตีความหมายและลงข้อสรุปต่อไป ตัวเลขที่นำมาคำนวณโดยทั่วไปเป็นตัวเลขที่ได้จากการใช้เครื่องมือต่าง ๆ วัดหาค่าปริมาณของสิ่งหนึ่ง เช่น ความยาว น้ำหนัก ปริมาตร อุณหภูมิ หรือเวลา

4. ทักษะการจำแนกประเภท หมายถึง การจำแนกหรือจัดจำพวกวัตถุหรือเหตุการณ์ออกเป็นประเภทต่าง ๆ โดยมีเกณฑ์ในการจำแนกหรือจัดจำพวก เกณฑ์ที่ใช้อาจพิจารณาจากลักษณะที่เหมือนกัน แตกต่างกัน หรือสัมพันธ์กันอย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้ การกำหนดเกณฑ์อาจทำได้ โดยการกำหนดขึ้นเองหรือมีผู้อื่นกำหนดให้ การจำแนกประเภทอาจ ทำได้หลายรูปแบบทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่กำหนด เช่น การแบ่งประเภทสิ่งของ เกณฑ์ที่ใช้มักเป็น สี ขนาด รูปร่าง ลักษณะผิว วัสดุที่ใช้ทำ ราคาหรือการนำไปใช้ ส่วนพวกสิ่งที่มีชีวิตมักจะใช้เกณฑ์ลักษณะของเซลล์โครงสร้างและรูปร่าง อาหาร ลักษณะที่อยู่อาศัย การสืบพันธุ์ ประโยชน์ เป็นต้น

5. ทักษะการใช้ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา โดยสเปส หมายถึง ที่ว่างหรืออวกาศ สเปสของวัตถุ หมายถึง ทางที่วัตถุนั้นครองที่หรือกินอยู่และมีรูปร่างลักษณะเช่นเดียวกับวัตถุนั้น โดยทั่วไปแล้วสเปสของวัตถุจะมี 3 มิติ คือ ความกว้าง ความยาว และความสูง (หรือความหนา) ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสของวัตถุ ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างมิติ 3 มิติ กับ 2 มิติ ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่งความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุกับเวลา ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุ กับเวลาหรือความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนขนาด หรือปริมาณของวัตถุกับเวลา อาจกล่าว โดยภาพรวมได้ว่า การใช้ความสัมพันธ์เกี่ยวกับสเปส หมายถึง ความสามารถในการระบุความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งต่อไปนี้ คือ ความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติ กับ 3 มิติ สิ่งที่อยู่หน้ากระจกเงากับภาพที่ปรากฏในกระจกเงาว่าจะเป็นซ้ายขวาของกันและกันอย่างไร ตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

หนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง และการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลาหรือสเปสของวัตถุที่เปลี่ยนไปกับเวลา

6. ทักษะการสื่อความหมายของข้อมูล การสื่อความหมาย หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำเสียใหม่ โดยอาศัยวิธีการต่าง ๆ เช่น การจัดลำดับ การจัดหมู่ หรือการคำนวณหาค่าใหม่ ทั้งนี้เพื่อให้ง่ายต่อการนำไปใช้และหรือให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลนั้น ๆ ดีขึ้น การสื่อความหมายข้อมูล สามารถนำข้อมูลที่ได้จัดกระทำแล้วมาเสนอและแสดงให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้นได้ดีขึ้น โดยการนำเสนอ ได้หลายรูปแบบ เช่นโดยการพูดปากเปล่าหรือเล่าให้ฟัง โดยการเขียนเป็นรายงาน โดยเขียนเป็นตาราง แผนภูมิ แผ่นภาพ แผนผัง วงจร กราฟ แผนสถิติ สมการหรือการใช้สัญลักษณ์ และโดยวิธีผสมผสานหลายวิธีตามความเหมาะสม

7. ทักษะการลงความคิดเห็น หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกตวัตถุหรือปรากฏการณ์ไปสัมพันธ์กับความรู้หรือประสบการณ์เดิม เพื่อลงข้อสรุปหรืออธิบายปรากฏการณ์หรือวัตถุนั้น

8. ทักษะการพยากรณ์ หมายถึง การทำนายหรือการคาดคะเนสิ่งที่จะเกิดขึ้นล่วงหน้า โดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากการสังเกตหรือปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ ความรู้ที่เป็น ความจริง หลักการ กฎหรือทฤษฎีที่มีอยู่แล้วในเรื่องนั้น ๆ มาช่วยทำนายหรือคาดคะเน การพยากรณ์อาจทำได้ 2 แบบ คือ การพยากรณ์ในขอบเขตของข้อมูล และการพยากรณ์ภายนอกขอบเขตของข้อมูล

9. ทักษะการตั้งสมมติฐาน หมายถึง การคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนที่จะทำการทดลอง โดยอาศัยการสังเกต ความรู้ ประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน คำตอบที่คิดล่วงหน้านี้ยังไม่ทราบหรือเป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีมาก่อน สมมติฐานหรือคำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้ามักเป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตาม ซึ่งอาจผิดหรือถูกก็ได้

10. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การกำหนดความหมายและขอบเขตของคำต่าง ๆ ในสมมติฐานที่ต้องการทดลองให้เข้าใจตรงกัน และสามารถสังเกตหรือวัดได้ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือสามารถกำหนดความหมายและขอบเขตของคำหรือตัวแปรต่าง ๆ ให้สังเกตและวัดได้

11. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร หมายถึง การชี้บ่งตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมในสมมติฐานหนึ่ง ๆ

ตัวแปรต้น คือ สิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่าง ๆ หรือสิ่งที่เราต้องการทดลองดูว่า เป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตัวแปรตาม คือ สิ่งที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งที่เป็นสาเหตุเปลี่ยนไป ตัวแปรตามหรือสิ่งที่เป็นผลจะเปลี่ยนตามไปด้วย

ตัวแปรที่ต้องควบคุม คือ สิ่งอื่น ๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่มีผลต่อการทดลองด้วย ซึ่งจะต้องควบคุมให้เหมือน ๆ กัน มิเช่นนั้นอาจทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ ชี้บ่งและกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมได้

12. ทักษะการทดลอง หมายถึง กระบวนการปฏิบัติการ เพื่อหาคำตอบของสมมติฐานที่ตั้งไว้ หรือความสามารถในการดำเนินการตรวจสมมติฐานโดยการทดลอง โดยเริ่มตั้งแต่การออกแบบ การทดลอง การปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนที่ออกแบบไว้ ตลอดจนการใช้วัสดุอุปกรณ์ได้อย่างถูกต้องและการบันทึกผลการทดลอง

13. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป หมายถึง การตีความหมายหรือการบรรยายลักษณะเพื่อสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด การแปรความหมายข้อมูลจึงจัดเป็นกระบวนการขั้นสุดยอดหรือขั้นสุดท้ายของกระบวนการวิทยาศาสตร์ การทดลองใด ๆ แม้ว่าจะออกแบบการทดลอง ทำการทดลองอย่างรัดกุม ได้ข้อมูลจากการทดลองอย่างละเอียด แต่ถ้าขาดกระบวนการขั้นนี้ก็จะไม่สามารถสรุปผลการทดลอง ตอบรับ หรือตอบปฏิเสธสมมติฐานได้ เพราะการแปรความหมายข้อมูล เป็นการมองข้อมูลในทุกแง่ทุกมุม การพิจารณาถึงความหนักแน่นของหลักฐานที่สนับสนุนหรือขัดแย้ง การดึงเอาประสบการณ์ ความรู้และหลักการคิดหาเหตุผลมาเป็นเครื่องมือในการตีความหมายแล้วจึงลงเป็นข้อสรุปต่อไป

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

กล่าวโดยสรุปคือ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งได้อธิบายทั้ง 13 ทักษะนี้เป็นหัวใจสำคัญของนักวิทยาศาสตร์ เพราะว่าเป็นแหล่งที่จะทำให้ค้นพบข้อมูล ความรู้ต่าง ๆ ดังนั้นจำเป็นอย่างยิ่งที่ครูผู้สอนจะต้องกระตุ้นทักษะต่าง ๆ เหล่านี้ให้เกิดแก่ผู้เรียน เพื่อจะนำไปสู่การเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์

2.4.2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2544, น. 1-16) ได้จัดประเภทของลักษณะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 2 ประเภท จำนวน 13 ทักษะ ได้แก่ 1) ทักษะกระบวนการขั้นพื้นฐานประกอบด้วย ทักษะการสังเกต ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการวัด ทักษะการคำนวณทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา ทักษะการจัดกระทำข้อมูล และสื่อความหมาย ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล และทักษะการพยากรณ์ รวมแล้ว 8 ทักษะ และ 2) ทักษะกระบวนการขั้นบูรณาการประกอบด้วย ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ทักษะการตีความหมาย

ข้อมูลและลงข้อสรุปและทักษะการทดลอง รวม 5 ทักษะ ซึ่งทั้ง 13 ทักษะนี้เป็นพื้นฐานในการพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนสำหรับรายละเอียดของแต่ละทักษะ โดยการวิจัย เรื่อง การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในชั้นเรียนวิชาฟิสิกส์นี้ ผู้วิจัยได้ทำการวัดเฉพาะทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ จึงได้อธิบายทักษะกระบวนการขั้นบูรณาการ 5 ทักษะที่ผู้วิจัยใช้ ดังนี้

1. ทักษะการตั้งสมมติฐาน (Formulation Hypothesis Skill) โดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2544, น. 55) ได้ให้ความหมายการตั้งสมมติฐาน ก็คือ การคาดคะเนคำตอบล่วงหน้าก่อนที่จะทำการทดลอง โดยอาศัยหลักการสังเกตความรู้ และประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน คำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้าไม่จำเป็นต้องถูกต้องเสมอไป อาจเป็นจริงทั้งหมด หรืออาจเป็นจริงบางส่วน หรือไม่เป็นจริงทั้งหมดก็ได้ ซึ่งจะทราบได้ภายหลังการทดลองหาคำตอบ เพื่อสนับสนุนหรือคัดค้านสมมติฐานที่ตั้งไว้ สมมติฐานจะเขียนเป็นข้อความบอกเล่าที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น (ตัวแปรอิสระ) กับตัวแปรตาม และกำหนดพฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการตั้งสมมติฐาน แระการแรกคือ หาคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลอง โดยอาศัยการสังเกตความรู้ และประสบการณ์ประสบการณ์เดิมร่วมกัน ประการที่สองคือ สร้างหรือแสดงให้เห็นวิธีสนับสนุนสมมติฐาน และไม่สนับสนุนสมมติฐานออกจากกันได้

2. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Operationally Skill) สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2544, น. 56) ได้ให้ความหมายการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการว่า หมายถึง การกำหนดความหมาย และขอบเขตของคำต่าง ๆ (ที่อยู่ในสมมติฐานที่ต้องการทดลองให้เข้าใจตรงกัน และสามารถสังเกตหรือวัดได้) ต้องใช้ภาษาที่รัดกุมชัดเจน และระบุการกระทำในการทดสอบ และสิ่งที่สามารถสังเกตได้ และกำหนดพฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการดังนี้ กำหนดความหมายและขอบเขตของคำหรือตัวแปรต่าง ๆ ให้สังเกตและ วัดได้ สามารถแยกนิยามเชิงปฏิบัติการออกจากนิยามทั่วไปได้ และสุดท้ายสามารถชี้บ่งตัวแปรหรือคำที่ต้องใช้ในนิยามเชิงปฏิบัติการได้

3. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying and Controlling Variables Skill) สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2544, น. 56) ได้ให้ความหมายเกี่ยวกับการกำหนดและควบคุมตัวแปรคือ ชี้บ่งและกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตามและตัวแปรที่ต้องควบคุมได้ โดยตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุม มีความหมาย ดังนี้ กำหนดตัวแปร หมายถึง การชี้บ่งตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องการควบคุมในสมมติฐานหนึ่ง ๆ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตัวแปรต้น คือ สิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่าง ๆ หรือสิ่งที่เราต้องการทดลองดูว่าเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่

ตัวแปรตาม คือ สิ่งที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งที่เป็นสาเหตุเปลี่ยนไป ตัวแปรตามหรือสิ่งที่เป็นผลจะเปลี่ยนตามไปด้วย

ตัวแปรที่ต้องควบคุม คือ สิ่งอื่น ๆ ที่นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่มีผลต่อการทดลอง ซึ่งต้องควบคุมให้เหมือนกัน มิเช่นนั้นอาจทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน

การควบคุมตัวแปร หมายถึง การควบคุมสิ่งอื่น ๆ นอกเหนือจากตัวแปรอิสระที่จะทำให้การทดลองคลาดเคลื่อน ถ้าหากว่าไม่ควบคุมให้เหมือน ๆ กัน

4. ทักษะการทดลอง (Experimention Skill) สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2544, น. 71-72) ได้กำหนดกิจกรรม การแสดงออกเป็น 4 ด้าน คือ 1) การวางแผนการทดลอง เพื่อกำหนดวิธีการทดลอง อุปกรณ์ หรือสารเคมีที่ใช้ในการทดลอง 2) การปฏิบัติการทดลอง 3) ความคล่องแคล่วในการทำการทดลอง 4) การนำเสนอการทดลอง โดยการบันทึกผลการทดลองและเขียนรายงานการทดลอง ซึ่งเป็นผลจากการสังเกต การวัด และอื่น ๆ นอกจากนี้ยังได้กำหนดพฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการทดลอง ได้แก่ กำหนดวิธีการการทดลองได้ถูกต้องเหมาะสม โดยคำนึงถึงตัวแปรต้นตัวแปรตามและตัวแปรที่ต้องควบคุมด้วย ระบุอุปกรณ์และสารเคมีที่ต้องใช้ในการทดลองได้ ปฏิบัติการทดลองและใช้อุปกรณ์ได้ถูกต้องเหมาะสม และบันทึกผลการทดลองได้คล่องแคล่วและถูกต้อง

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

5. ทักษะการตีความหมายและลงสรุปข้อมูล (Interpreting Data and Conclusion Skill) สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2544, น. 59) ได้ให้ความหมายเกี่ยวกับการให้ความหมายข้อมูลและลงสรุปว่า หมายถึง การแปลความหมาย หรือการบรรยายลักษณะคุณลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ ซึ่งการตีความหมายข้อมูลในบางครั้ง อาจต้องใช้ทักษะอื่น ๆ ด้วย เช่น ทักษะการสังเกต ทักษะการคำนวณ แล้วสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด และได้กำหนดพฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงสรุป คือ แปลความหมายหรือบรรยายลักษณะสมมติของข้อมูลที่มีอยู่ได้ และบอกความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีอยู่ได้

2.5 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.5.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ดังนี้

ศุภพงศ์ คล้ายคลึง (2548, น. 27) ได้กล่าวไว้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลสำเร็จที่เกิดจากพฤติกรรมการกระทำกิจกรรมของแต่ละบุคคล ที่ต้องอาศัยความพยายามอย่างมากทั้ง 20 องค์ประกอบ ที่เกี่ยวข้องกับสติปัญญาและองค์ประกอบที่ไม่ใช่สติปัญญา ซึ่งสามารถสังเกตและวัดได้ด้วยเครื่องมือทางจิตวิทยาหรือแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านต่าง ๆ โดยประเภทของความรู้ทางวิทยาศาสตร์สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้กำหนดความมุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสตร์ไว้ ดังนี้

1. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในหลักการและทฤษฎีขั้นพื้นฐานของวิชาวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในลักษณะ ขอบเขต และวงจำกัดของวิทยาศาสตร์
3. เพื่อเกิดทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้า และคิดค้นทางวิทยาศาสตร์
4. เพื่อให้เกิดเจตคติทางวิทยาศาสตร์
5. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี

ปวีณา ชาลีเครือ (2553) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถทางสติปัญญา (Cognitive Domain) และพอจะกล่าวได้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือ ผลสำเร็จ ของการเรียนรู้ที่ประเมินเป็นระดับความสามารถนั้นเอง และวิลสันได้จำแนกพฤติกรรมของผู้เรียนที่พึงประสงค์ทางพุทธิพิสัย (Cognitive Domain) โดยอ้างอิงลำดับชั้นของพฤติกรรม ด้านพุทธิพิสัยตามกรอบแนวคิดของ บลูม (Blooms Taxonomy) ไว้เป็น 4 ระดับ ได้แก่ 1) ความรู้-ความจำ 2) ความเข้าใจ 3) การนำไปใช้ และ 4) การวิเคราะห์

จากความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังกล่าวผู้วิจัยสามารถ สรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ หมายถึง มวลความรู้ ความเข้าใจ หรือความสามารถทั้งหมดที่สามารถวัดออกมาเป็นคะแนน หลังจากได้รับการกิจกรรมการเรียนการสอนรูปแบบสะเต็มศึกษา อันจะส่งผลให้ทราบว่าผู้เรียนได้บรรลุตามจุดประสงค์การเรียนรู้หรือผลการเรียนรู้ที่คาดหวังได้หรือไม่ ซึ่งวัดได้โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ตามเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ในแผนการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ จำนวน 4 ข้อประกอบด้วย

1. อธิบายและอภิปรายเกี่ยวกับความหมายและลักษณะการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

2. หาปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

3. ทดลองและอภิปรายเกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ของวัตถุ

4. ทดลองและอธิบายเกี่ยวกับความเร็วต้นและมุมในการยิงวัตถุแบบโพรเจกไทล์

2.5.2 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2544) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สรุปได้ดังนี้

1. วิเคราะห์หลักสูตรและสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร การสร้างแบบทดสอบควรเริ่มต้นด้วยการวิเคราะห์หลักสูตรและสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร เพื่อวิเคราะห์เนื้อหาสาระและพฤติกรรมที่ต้องการจะวัด ซึ่งเป็นการระบุจำนวนข้อสอบและพฤติกรรมที่ต้องการวัดไว้

2. กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้เป็นพฤติกรรมที่เป็นผลการเรียนรู้ที่ครูมุ่งหวังให้เกิดกับนักเรียน ซึ่งครูจะต้องกำหนดไว้ล่วงหน้าสำหรับเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนและสร้างข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์

3. กำหนดชนิดของข้อสอบและศึกษาวิธีสร้างโดยการศึกษาตารางวิเคราะห์หลักสูตรและจุดประสงค์การเรียนรู้ ผู้ออกข้อสอบต้องพิจารณาและตัดสินใจเลือกใช้ชนิดของข้อสอบที่จะใช้วัดว่าจะใช้แบบใดโดยต้องเลือกให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้และเหมาะสมกับวัยของนักเรียน แล้วศึกษาวิธีเขียนข้อสอบชนิดนั้นให้มีความรู้ความเข้าใจในหลักและวิธีการเขียนข้อสอบ

4. เขียนข้อสอบผู้ออกข้อสอบลงมือเขียนข้อสอบตามรายละเอียดที่กำหนดไว้ในตารางวิเคราะห์หลักสูตรและให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยอาศัยหลักและวิธีการเขียนข้อสอบที่ได้ศึกษามาแล้วในขั้นที่ 3

5. ตรวจทานข้อสอบเพื่อให้ข้อสอบที่เขียนไว้แล้วในขั้นที่ 4 มีความถูกต้องตามหลักวิชามีความสมบูรณ์ครบถ้วนตามรายละเอียดที่กำหนดไว้ในตารางวิเคราะห์หลักสูตร ผู้ออกข้อสอบต้องพิจารณาทบทวนตรวจทานข้อสอบอีกครั้งก่อนที่จะจัดพิมพ์และนำไปใช้ต่อไป

6. จัดพิมพ์แบบทดสอบฉบับทดลอง เมื่อตรวจทางข้อสอบเสร็จแล้วให้พิมพ์ข้อสอบทั้งหมด จัดทำเป็นแบบทดสอบฉบับทดลองโดยมีคำชี้แจงหรือคำอธิบายวิธีตอบแบบทดสอบและจัดวางรูปแบบการพิมพ์ให้เหมาะสม

7. ทดสอบและวิเคราะห์ข้อสอบการทดลองสอบและวิเคราะห์ข้อสอบเป็นวิธีการตรวจคุณภาพของแบบทดสอบก่อนนำไปใช้จริง โดยนำแบบทดสอบไปทดลองสอบกับกลุ่ม ที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันกับกลุ่มที่ต้องการสอนจริง แล้วนำผลการสอบมาวิเคราะห์และปรับปรุงข้อสอบให้มีคุณภาพ โดยสภาพการปฏิบัติจริงของการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในโรงเรียนมักไม่ค่อย

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

มีการทดลองสอบและวิเคราะห์ข้อสอบ ส่วนใหญ่นำแบบทดสอบไปใช้ทดสอบแล้วจึงวิเคราะห์ข้อสอบเพื่อปรับปรุงข้อสอบและนำไปใช้ในครั้งต่อ ๆ ไป

8. จัดทำแบบทดสอบฉบับจริงจากผลการวิเคราะห์ข้อสอบ หากพบว่าข้อสอบ ข้อใดไม่มีคุณภาพหรือมีคุณภาพไม่ดีอาจจะต้องตัดทิ้งหรือปรับปรุงแก้ไขข้อสอบให้มีคุณภาพดีขึ้นแล้วจึงจัดทำเป็นแบบทดสอบฉบับจริงที่จะนำไปทดสอบกับกลุ่มเป้าหมายต่อไป

2.5.3 คุณภาพของเครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2544) ได้กล่าวถึงคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ที่ดี ซึ่งสรุปได้ดังนี้

1. ความตรง (Validity) เป็นคุณภาพของแบบทดสอบที่สามารถวัดได้อย่างถูกต้องตรงกับสาระและจุดประสงค์การเรียนรู้ได้แก่ความตรงเชิงเนื้อหา ความตรงเชิงโครงสร้างและความตรงเชิงทฤษฎี

2. ความเที่ยง (Reliability) หมายถึง คุณสมบัติที่จะทำให้นักเรียนได้บรรลุวัตถุประสงค์ของแบบทดสอบที่มีความเที่ยงสูง คือ แบบทดสอบที่สามารถทำหน้าที่วัดสิ่งที่ต้องการวัดได้อย่างถูกต้องตามความมุ่งหมาย

3. ความเป็นปรนัย (Objectivity) เป็นคุณสมบัติของข้อสอบ ซึ่งต้องมีหลักเกณฑ์ถูกต้องตามหลักวิชาและเป็นที่ยอมรับ ซึ่งได้แก่ ความชัดเจนของข้อคำถาม คำถามที่ดีต้องอ่านแล้วเข้าใจตรงกันการตรวจให้คะแนนตรงกัน เฉลยตรงกัน และการแปลความหมายของคะแนนตรงกัน

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

4. ความยากง่ายของข้อสอบ (Difficulty) ข้อสอบในแต่ละข้อจะต้องไม่ยากหรือง่ายเกินไป ข้อสอบที่มีความยากง่ายปานกลางเป็นข้อสอบที่ดี เพราะช่วยแปลความหมายของคะแนน ได้ดี

5. อำนาจจำแนก (Discrimination) คือ สามารถแยกเด็กออกเป็นประเภทได้ทุกระดับตั้งแต่อ่อนสุดถึงเก่งสุด

6. ความยุติธรรม (Fairness) เป็นแบบทดสอบที่ให้ความเสมอภาคเท่าเทียมกันที่ผู้สอบจะทำข้อสอบได้ตามความสามารถจริงของเขาในวิชานั้นๆซึ่งลักษณะที่สำคัญ คือต้องไม่มีความลำเอียงเข้าข้างกลุ่มใด และไม่เปิดโอกาสให้คนเก่งหรือคนอ่อนเดาข้อสอบได้

7. ความลึก (Search) เป็นแบบทดสอบที่ให้ผู้สอบได้คิดค้นคำตอบด้านความสามารถในระดับสติปัญญาที่อยู่ในขั้นสูง ไม่ควรถามแต่เพียงความรู้ความจำเท่านั้น ควรถามเพื่อ วัดความเข้าใจ กระบวนการ และถามลึกถึงขั้นการนำไปใช้ การวิเคราะห์การสังเคราะห์และการประเมินผล

8. นักเรียนอ่านคำถามแล้วต้องเข้าใจชัดเจนว่าครูถามถึงอะไรหรือให้คิดอะไร

9. คำถามยั่วยุ (Exemplary) เป็นข้อสอบที่มีลักษณะท้าทายชวนให้คิดต่อ นักเรียนสอบแล้วมีความอยากรู้เรื่องราวให้กว้างขวางยิ่งขึ้น

10. ประสิทธิภาพ (Efficiency) สามารถให้คะแนนได้เที่ยงตรงมากที่สุด โดยใช้เวลาแรงงาน เงินทองน้อยที่สุดสรุปได้ว่า เครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดี จะต้องมีคุณภาพ มีความเที่ยงตรง มีความเป็นปรนัย มีความยากง่าย และอำนาจจำแนก มาใช้ในการวัดผลประเมินผล ในการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยจึงได้หาคุณภาพของเครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ได้เครื่องมือที่มีประสิทธิภาพ สามารถวัดผลประเมินผลได้ตรงวัตถุประสงค์ จากการศึกษาหลักการและแนวคิดของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ที่กล่าวมาข้างต้น ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจะต้องมีเครื่องมือที่ใช้วัดความรู้ ความสามารถของนักเรียนหลัง จากที่ได้เรียนผ่านไปแล้ว ซึ่งถ้ามีเครื่องมือดีและมีคุณภาพ ส่งผลให้ข้อมูลที่ได้ตรงตามความเป็นจริงมากที่สุด เพราะสามารถวัดในสิ่งที่ต้องการวัด และสามารถจำแนก นักเรียนเก่งและนักเรียนอ่อน จากกันได้

ในการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้นำไปเป็นแนวทางในการสร้างข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

2.6.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องภายในประเทศ

นุศรา เอี่ยมนวรัตน์ (2542) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้ชุดกิจกรรมสิ่งแวดล้อม แบบยั่งยืนกับการสอนโดยครูเป็นผู้สอน ผลปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมส่งเสริมสิ่งแวดล้อมแบบยั่งยืนกับการสอนโดยครูเป็นผู้สอนแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และเจตคติต่อสิ่งแวดล้อมของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมสิ่งแวดล้อมแบบยั่งยืนกับการสอน โดยครูเป็นผู้สอนแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ปวีณา ชาลีเครือ (2553) ได้ทำการศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนมัธยมประชานิเวศน์ สำนักงานเขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 ซึ่งได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random

Sampling) สุ่มมา 1 ห้องเรียน โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม (Sampling Unit) เป็นจำนวนนักเรียน 40 คน ใช้เวลาในการทดลอง 18 คาบ ดำเนินการสอน โดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการ แบบแผนการทดลองเป็นแบบ One Group Pretest-Posttest Design) การวิเคราะห์ข้อมูลใช้วิธีทางสถิติ *t*-Test for Dependent Samples ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนที่ได้รับการจัด การเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

นงนุช เอกตระกูล (2557) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ STEM Education กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนอัสสัมชัญธนบุรี เขตบางแค กรุงเทพมหานคร ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 1 ห้องเรียน มีนักเรียนรวมทั้งหมด 53 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (Simple Random Sampling) โดยสุ่มมา 1 ห้อง จาก 8 ห้อง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้แบบ STEM Education เรื่อง ไฟฟ้า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ การวิเคราะห์ข้อมูลใช้การวิเคราะห์คะแนนเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยใช้ t-Test for Dependent Sample ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้วิทยาการจัดการเรียนรู้แบบ STEM Education มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกัน และนักเรียนที่ได้รับการสอน โดยใช้วิทยาการจัดการเรียนรู้แบบ STEM Education มีความสามารถในการคิดแก้ปัญหา แตกต่างกัน

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

นาตยา ช่วยชูเชิด (2557) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปี การศึกษา 2552 จำนวน 47 คน ดำเนินการทดลองโดยมีแบบแผนการวิจัยแบบกลุ่มเดียว มีการทดสอบก่อนและหลังการทดลอง (One Group Pretest-Posttest Design) เครื่องมือที่ใช้ ในการวิจัยประกอบด้วย ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และแบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ การวิเคราะห์ข้อมูลใช้ค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่า *t* (*t*-Test) ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์

มีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทาง วิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จำรัส อินทลาภาพร (2558) ได้รายงานการวิจัย เรื่อง แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาสำหรับผู้เรียนระดับประถมศึกษา วิธีดำเนินการวิจัยมี 2 ขั้นตอน คือ 1. ศึกษาแนว คิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษาจากการสังเคราะห์เอกสารและงานวิจัย 2. จัดประชุมสนทนากลุ่ม (Focus Group Discussion) ผลการวิจัยพบว่าในการจัดการเรียนรู้และการประเมิน ผลตามแนวสะเต็มศึกษาผู้สอนควรปฏิบัติ คือ ศึกษาสาระสำคัญของสาระวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ การงานอาชีพและเทคโนโลยีและกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมในลักษณะของการบูรณาการ จัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาด้วยตนเองก่อนที่จะจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน จัดการเรียนรู้ที่เน้นปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) จัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (Project-Based Learning) จัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม และวัด และประเมินผลการเรียนรู้ตามสภาพจริง (Authentic Assessment)

พลศักดิ์ แสงพรมศร (2558) ได้ดำเนินการวิจัยเรื่องการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูง และเจตคติต่อการเรียนเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษากับแบบปกติ กับกลุ่มตัวอย่าง นักเรียนโรงเรียนพยัคฆภูมิวิทยาคาร อำเภอพยัคฆภูมิพิสัย จังหวัดมหาสารคาม จำนวน 2 ห้องเรียน 100 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูง และเจตคติต่อการเรียนเคมี หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูง และเจตคติต่อการเรียนเคมีสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

2.6.2 งานวิจัยที่เกี่ยวของในต่างประเทศ

Bybee (2010) ทำการศึกษาวิจัยเรื่อง ความก้าวหน้าของสะเต็มศึกษา วิสัยทัศน์ 2020 (Advancing STEM Education : A 2020 Vision) โดยเกริ่นถึงความเป็นมาของสะเต็มศึกษาว่าเกิดขึ้นในช่วงทศวรรษที่ 1990 จากหน่วยงานของมูลนิธิวิทยาศาสตร์ของชาติ (The National Science Foundation (NSF)) คำว่าสะเต็ม (STEM) เป็นคำย่อจากคำ 4 คำ ได้แก่ Science, Technology, Engineering and Mathematics วัตถุประสงค์ของการวิจัย เพื่อดำเนินการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบของโปรแกรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษากับกลุ่มตัวอย่าง เป็นกรรมกรก่อสร้าง ในโรงงานอุตสาหกรรม จำนวน 30 คน แล้วจัดกิจกรรมส่งเสริมให้กรรมกรสร้างสิ่งประดิษฐ์หรือผลิตภัณฑ์ที่สามารถบูรณาการจากอุปกรณ์และเครื่องมือต่าง ๆ จากโรงงาน ผู้วิจัยพยายามให้กลุ่มตัวอย่างให้มี

ความเข้าใจต่อการใช้ทักษะทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ผ่านการฝึกฝนตามนโยบายของโรงงานจนประสบความสำเร็จ เป็นที่พึงพอใจต่อคนงาน ผู้บริหาร และบุคคลอื่นที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยได้เสนอแนะว่า การจัดการศึกษาตามวรรณกรรมและกระบวนการของสะเต็มศึกษา รัฐจะต้องกำหนดเป็นนโยบายหรือวาระแห่งชาติ มีโครงการรองรับผ่านกระบวนการฝึกฝนจนเกิดความรู้และความชำนาญซึ่งเชื่อว่าจะเป็นวิสัยทัศน์ใหม่ที่มีผลต่อความเจริญก้าวหน้าต่อการศึกษาในยุค 2020 ต่อไป

Scott (2012) ได้ศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้บูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมและคณิตศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมในสหรัฐอเมริกา มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาบทบาทของ STEM ในโรงเรียนมัธยม 10 แห่งทั่วสหรัฐอเมริกา เพื่อเตรียมความพร้อมแก่นักเรียนสำหรับเข้าทำงานในสาขาที่เกี่ยวข้องกับ STEM ในหลาย ๆ โรงเรียนได้มีการออกแบบแผนและดำเนินการนำไปใช้แล้ว แต่อีกหลาย ๆ แห่งยังอยู่ในขั้นดำเนินการวางแผนอยู่เลย จากการศึกษาชี้ให้เห็นว่านักเรียนที่สมัครใจเข้าร่วมห้องเรียน STEM มีความสามารถในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ดีกว่าเด็กนักเรียนระดับเดียวกันแต่ไม่ได้เข้าร่วมและนักเรียนกลุ่มที่เข้าร่วมนี้ยังให้บอกอีกว่า หากได้รับโอกาสและการสนับสนุนส่งเสริมให้สามารถเรียนรู้ที่ที่จะแก้ปัญหาที่พบเจอในชีวิตและฝึกงานจริงหรือให้รับผิดชอบทำโครงงานขึ้นมาสักชิ้น เพื่อใช้ขอสำเร็จการศึกษาพวกเขาก็สามารถสำเร็จการศึกษาขั้นพื้นฐานได้อย่างแน่นอน

Corbett (2013) ได้นำเสนอการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ STEM EDA (STEM Explore, Discover and Apply) ในกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม สำหรับนักเรียนที่เรียน STEM ใน Middle School โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัย คือ นักเรียนในระดับ Grade 6 (Explore) Grade 7 (Discover) and Grade 8 (Apply) ซึ่งใช้เวลาในการเรียนแต่ละเรื่อง 3 สัปดาห์ ซึ่งผลจากการวิจัยการใช้ Engineering Design Process โดยใช้ STEM EDA ทำให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้และแก้ปัญหาโดยใช้กระบวนการคิดอย่างเป็นระบบ

Tseng (2013) ได้ศึกษาเจตคติต่อการบูรณาการวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมและคณิตศาสตร์ (STEM) ในการเรียนรู้แบบโครงงาน โดยงานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาเจตคติก่อนและหลังจากได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐานที่บูรณาการ STEM เครื่องมือที่ใช้เป็นแบบสอบถามและแบบสัมภาษณ์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยนี้คือ ผู้ที่เริ่มทำงานใหม่ในสถาบันเทคโนโลยีในไต้หวัน จำนวน 5 แห่ง รวม 30 คน ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยโครงงานเป็นฐานมีเจตคติต่อวิศวกรรมเปลี่ยนไปอย่างมีนัยสำคัญ จากการสัมภาษณ์เกือบทั้งหมดแสดงให้เห็น ถึงความสำคัญของ STEM คือ ความรู้ ทักษะและประสบการณ์ทางด้าน STEM จะเป็นประโยชน์ในการประกอบอาชีพในอนาคต

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

สามารถนำมาใช้เพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นได้จริง สามารถสร้างโลกที่มีสิ่งอำนวยความสะดวกเพิ่มมากขึ้น สามารถแสดงให้เห็นถึงความหมายของการเรียนรู้และ อยากที่จะเรียนรู้เพิ่มขึ้น และส่งผลต่อเจตคติในการประกอบอาชีพที่เกี่ยวข้องกับ STEM ในภายหลังเพิ่มขึ้นด้วย

จากการศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า ผลการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษาส่งผลทำให้นักเรียนเรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติจริง สามารถแสวงหาความรู้จากงานวิจัยหรือเอกสารด้วยตัวเอง ทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการทำกิจกรรม ส่งผลทำให้ระดับผลการเรียนของนักเรียนในวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มสูงขึ้น ลดช่องว่างของผลสัมฤทธิ์ให้แคบลง มองเห็นประโยชน์ของเทคโนโลยีและวิศวกรรม และสามารถนำมาใช้แก้ปัญหา มีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์และสนใจเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น มีเจตคติที่ดีต่อการประกอบอาชีพที่ในสาขาเกี่ยวข้องกับ STEM ส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถถ่ายโอนความรู้ ทักษะและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การมองภาพรวมขององค์ความรู้ เกิดกระบวนการคิดเป็นขั้นตอน คิดเป็นระบบมากขึ้น สามารถมองหาเหตุผลที่เกิดจากการเชื่อมโยงนำการแก้ปัญหาในชีวิตจริงที่เผชิญหน้าและประยุกต์ใช้กับปัญหา ใหม่ ๆ ที่เกิดขึ้นในโลกปัจจุบัน

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในชั้นเรียนฟิสิกส์ ได้ดำเนินการตามลำดับ ดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ
4. การดำเนินการวิจัย
5. วิเคราะห์ผลการทดลอง
6. การเก็บรวบรวมข้อมูล
7. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

3.1.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนเทศบาลวัดสระทอง จำนวน 2 ห้องเรียน คือ ห้อง 4/1 จำนวน 32 คน และ 4/2 จำนวน 33 คน รวมนักเรียนจำนวน 65 คน

3.1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/2 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนเทศบาลวัดสระทอง จำนวน 33 คน ซึ่งดำเนินการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษา ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.2.1 แผนการจัดการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 รายวิชาฟิสิกส์ เวลาเรียนจำนวน 4 สัปดาห์ 12 ชั่วโมง ซึ่งเป็นเนื้อหาในหน่วยการเรียนรู้ที่ 4 การเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ

3.2.2 แบบทดสอบวัดทักษะทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ 5 ขั้น ซึ่งมีเนื้อหาตามแผนการจัดการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 รายวิชาฟิสิกส์ โดยเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ

3.2.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ออกข้อสอบตามเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ในแผนการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 รายวิชาฟิสิกส์ ซึ่งเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

3.3 การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ

3.3.1 แผนการจัดการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด
ROJAPAT ROI ET RAJABHASARAKHAM UNIVERSITY

โดยแผนการจัดการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ผู้วิจัยดำเนินการสร้างตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. ศึกษาแนวการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษาจากการอบรม รวมทั้ง ขอคำแนะนำจากอาจารย์ที่ปรึกษาพร้อมทั้งสอบถามผู้เชี่ยวชาญ

2. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษาและกำหนดขั้นตอนการสอน ตามขั้นตอนการจัดการเรียนรูปแบบสะเต็มศึกษา

3. ศึกษารายละเอียดของเนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยจากมาตรฐานการเรียนรู้ในช่วงชั้น ที่ 4 (มัธยมศึกษาปีที่ 4-6) และสาระการเรียนรู้สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551

4. ศึกษาเนื้อหาและหลักสูตรวิทยาศาสตร์ของโรงเรียนเทศบาลวัดสระทอง อำเภอเมือง จังหวัดร้อยเอ็ด จุดมุ่งหมายของหลักสูตรตามสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 รายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม ภาคเรียนที่ 2/2559 ซึ่งมีทั้งหมด 4 หน่วยการเรียนรู้ โดยทำการเลือก ในหน่วยการเรียนรู้ที่ 4 การเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบ โพรเจกไทล์ นำมา

วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหา สาระการเรียนรู้ สาระสำคัญ และผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง เพื่อนำไปกำหนดเป็นรายละเอียดในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้

5. ดำเนินการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การเคลื่อนที่ แบบโพรเจกไทล์ โดยวิเคราะห์เนื้อหาเรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ โดยแบ่งกิจกรรมของแผนการจัดการเรียนรู้ออกเป็น 5 กิจกรรม ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1

วิเคราะห์กิจกรรมการจัดการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา

กิจกรรมการจัดการเรียนรู้	จำนวนชั่วโมง
ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง หลักการที่ควรรู้	1
ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ความหมายและลักษณะการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์	2
ใบกิจกรรมที่ 3 เรื่อง ปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์	2
ใบกิจกรรม STEM ที่ 4 เรื่อง การออกแบบเครื่องยิงลูกเทนนิส	4
ใบกิจกรรม STEM ที่ 5 เรื่อง เครื่องยิงลูกเทนนิส	3
รวม	12

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

6. ระบุแนวคิดโดยพิจารณาเนื้อหาว่าในแต่ละกิจกรรมการเรียนรู้ต้องการให้นักเรียนมีแนวคิดอะไรบ้าง

7. กำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของแต่ละกิจกรรมการเรียนรู้

8. กำหนดกิจกรรมวัสดุ/สื่อประกอบการเรียนในแต่ละกิจกรรมการเรียนรู้และลำดับกิจกรรมให้สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

9. กำหนดการวัดและประเมินผลในแต่ละกิจกรรมการเรียนรู้

10. สร้างแผนการจัดการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ จำนวน 1 แผน เวลาเรียน 12 ชั่วโมง สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่ หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 การเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ซึ่งมีขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 5 ขั้น คือ การระบุปัญหา การค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง การวางแผนพัฒนา การทดสอบและประเมินผล และการนำเสนอผลลัพธ์

11. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ ความเหมาะสมของสื่อ

การสอนตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องอื่น ๆ และปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ตามคำแนะนำของอาจารย์ ที่ปรึกษา

12. นำแบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา (ภาคผนวก ฆ) และแผนการจัดการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษาให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน พิจารณาตรวจสอบความเหมาะสมกระบวนการจัดการเรียนรู้และความถูกต้องของภาษาที่ใช้ ประกอบด้วย

12.1 อาจารย์เฉลิมวุฒิ ศุภสุข วุฒิการศึกษา ค.ม. การศึกษาวิทยาศาสตร์ ตำแหน่ง อาจารย์ประจำสาขา มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด ผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหาและนวัตกรรม

12.2 อาจารย์ภูริต ควินรัมย์ วุฒิการศึกษา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ตำแหน่ง อาจารย์ประจำสาขา มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด ผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหาและนวัตกรรม

12.3 คุณครูขนิษฐา วีรธนศิลป์ วุฒิการศึกษา วิทยาศาสตร์ศึกษา (ศษ.ม.)ตำแหน่ง ครู ชำนาญการพิเศษ โรงเรียนสุวรรณภูมิวิทยาลัย จังหวัดร้อยเอ็ด ผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหาและนวัตกรรม

12.4 คุณครูภรัญญู เพ็งธีรภัทร วุฒิการศึกษา กศ.ม. วิจัยและประเมินผลการศึกษา ตำแหน่งครู ชำนาญการพิเศษ โรงเรียนเทศบาลวัดสระทอง จังหวัดร้อยเอ็ด ผู้เชี่ยวชาญทางด้านการวัดและประเมินผล

12.5 คุณครูจิราพร จุฬุพงศ์ วุฒิการศึกษา กศ.ม. หลักสูตรและการสอนตำแหน่ง ครู ชำนาญการ โรงเรียนเทศบาลวัดสระทอง จังหวัดร้อยเอ็ด ผู้เชี่ยวชาญทางด้านหลักสูตรและการเรียนการสอน

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

โดยใช้แบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับตามวิธีการของลิเคร์ท (Likert)ซึ่งเป็นแบบประเมินชนิดเลือกแสดงความคิดเห็น 6 ด้าน จำนวน 22 รายการ โดยแบ่งเป็น 5 ระดับ ดังนี้

ให้ 5 หมายถึง มีความสอดคล้อง/เหมาะสมมากที่สุด
ให้ 4 หมายถึง มีความสอดคล้อง/ เหมาะสมมาก
ให้ 3 หมายถึง มีความสอดคล้อง/ เหมาะสมปานกลาง
ให้ 2 หมายถึง มีความสอดคล้อง/เหมาะสมน้อย
ให้ 1 หมายถึง มีความสอดคล้อง/เหมาะสมน้อยที่สุด

13. นำผลการประเมินที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยเพื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์ ดังนี้

เหมาะสมมากที่สุด	4.51-5.00 คะแนน
เหมาะสมมาก	3.51-4.50 คะแนน
เหมาะสมปานกลาง	2.51-3.50 คะแนน
เหมาะสมน้อย	1.51-2.00 คะแนน
เหมาะสมน้อยที่สุด	1.00-1.50 คะแนน

โดยพิจารณาค่าเฉลี่ยระดับความสอดคล้องมีเหมาะสมมากขึ้นไป

14. นำกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญไปหาค่าความสอดคล้อง เหมาะสม (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา วิชาฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ มีค่าเท่ากับ 4.8 อยู่ในระดับคุณภาพเหมาะสมมากที่สุด (ภาคผนวก ง) แล้วจัดพิมพ์ฉบับสมบูรณ์ เพื่อใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

3.3.2 แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

ผู้วิจัยได้เลือกใช้แบบทดสอบวัดทักษะทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการที่เหมาะสมกับการเรียนรู้ในช่วงชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ในเนื้อหา เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ โดยใช้ดำเนินการสร้าง ตามลำดับขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาค้นคว้าจากตำรา เอกสาร วารสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

2. สร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการโดยสร้างข้อสอบให้ครอบคลุมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ประกอบด้วย 5 ทักษะ ได้แก่ ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการทดลอง และทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป
โดยทำการสร้างข้อสอบเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ ชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ต้องการใช้จริงจำนวน 20 ข้อ ซึ่งใช้เนื้อหา เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

3. นำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา และปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

4. นำแบบประเมินแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่านชุดเดิม ตรวจสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อหา เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างเนื้อหากับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ โดยพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้องมีค่า 0.50 ขึ้นไป ซึ่งมีเกณฑ์การประเมิน ดังนี้

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

+1 หมายถึง สอดคล้อง/เหมาะสม

0 หมายถึง ไม่แน่ใจ

-1 หมายถึง ไม่สอดคล้อง/ไม่เหมาะสม

5. นำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่เลือกและปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาที่ 5/2 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 20 คน ที่ผ่านการเรียนเนื้อหาเรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์มาแล้ว

6. นำคะแนนที่ได้จากการทดลองใช้ (Try Out) มาวิเคราะห์ข้อสอบเพื่อหาค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) เป็นรายข้อ ซึ่งมีเกณฑ์การประเมิน ดังตารางที่ 3.2 แล้วคัดเลือกข้อสอบที่มีความยากตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.65 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.31 ถึง 0.94 (ภาคผนวก ง) ไว้ใช้

ตารางที่ 3.2

เกณฑ์ค่าคะแนนที่ใช้แปลผลค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r)

ค่าความยากง่าย (p)			ค่าอำนาจจำแนก (r)		
ต่ำสุด	สูงสุด	แปลผล	ต่ำสุด	สูงสุด	แปลผล
0.00	0.19	ยาก	<0	0.09	ไม่ดี
0.20	0.39	ค่อนข้างยาก	0.10	0.19	ปรับปรุง
0.40	0.60	ปานกลาง	0.20	0.29	พอใช้
0.61	0.80	ค่อนข้างง่าย	0.30	0.39	ดี
0.81	1.00	ง่าย	0.40	1.00	ดีมาก

หมายเหตุ. ปรับปรุงจาก *การวัดผลการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 9), โดย สมนึก ภัททิยธนี, 2556, มหาสารคาม, ภาควิชาวิจัยและพัฒนาการศึกษา คณะการศึกษาศาสตร์ มหาวิทยามหาสารคาม.

7. นำแบบทดสอบที่คัดเลือกแล้วทั้งหมดมาหาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ โดยการคำนวณจากสูตรของโลเวทท์ (Lovett) ได้ค่าค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.93 (ภาคผนวก ง)

8. นำแบบทดสอบที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพแล้วมาจัดพิมพ์ เพื่อนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัยและเก็บรวบรวมข้อมูลมาวิเคราะห์ต่อไป

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

3.3.3 แบบทดสอบวัดวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

ผู้วิจัยดำเนินการสร้างเครื่องมือตามขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวัดและประเมินผล วิธีสร้างแบบทดสอบ การเขียนข้อสอบกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

2. ศึกษาผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ รายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ จากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 เพื่อวิเคราะห์ออกข้อสอบตามเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา มี 4 ข้อดังตารางที่ 3.3

3. สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ ต้องการใช้จริงจำนวน 30 ข้อ โดยให้มีความความสัมพันธ์กันระหว่างเนื้อหาและจุดประสงค์ในแผนการจัดการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา

ตารางที่ 3.3

ตารางวิเคราะห์จุดประสงค์และสัดส่วนจำนวนข้อสอบ

จุดประสงค์การเรียนรู้	ออกข้อสอบ (ข้อ)	ใช้จริง
1. อธิบายและอภิปรายเกี่ยวกับความหมายและลักษณะการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์	9	7
2. หาปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์	10	7
3. ทดลองและอภิปรายเกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ของวัตถุ	6	4
4. ทดลองและอธิบายเกี่ยวกับความเร็วต้นและมุมในการยิงวัตถุแบบโพรเจกไทล์	15	12
รวม	40	30

มหาวิทยาลัยมหาสารคาม MAHASARAKHAM UNIVERSITY

4. นำแบบประเมินแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่านชุดเดิม เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อสอบและจุดประสงค์ การเรียนรู้ ซึ่งมีเกณฑ์การประเมิน ดังนี้

--- +1 หมายถึง สอดคล้อง/เหมาะสม

--- 0 หมายถึง ไม่แน่ใจ

--- -1 หมายถึง ไม่สอดคล้อง/ไม่เหมาะสม

5. นำผลการประเมินที่ได้มาวิเคราะห์ เพื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้อง ระหว่างข้อสอบแต่ละข้อกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC) ซึ่งพิจารณาค่าความสอดคล้องระหว่างเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ที่มีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 0.50 ถึง 1.00 ซึ่งเป็นข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาที่ใช้ได้

6. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาที่ 5/2 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 30 คน ที่ผ่านการเรียนเรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์มาแล้ว

7. นำคะแนนที่ได้จากการทดลองใช้ (Try Out) มาวิเคราะห์ข้อสอบเพื่อหาค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) เป็นรายข้อ โดยคัดเลือกข้อสอบที่มีความยากตั้งแต่ 0.35 ถึง 0.75 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.80 (ภาคผนวก ง)ไว้ใช้ ซึ่งมีเกณฑ์การประเมิน ดังตาราง ที่ 3.2 ตารางเกณฑ์ค่าคะแนนที่ใช้แปลผลค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) เช่นกันกับแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

8. นำข้อสอบที่ได้คัดเลือกแล้วจากการทดลองใช้ (Try Out) ไว้มาคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น (Reliability Coefficient) โดยใช้สูตรของโลเวทท์ (Lovett) มีค่าเท่ากับ 0.94

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

9. นำแบบทดสอบที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพแล้วมาจัดพิมพ์ เพื่อนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัยและเก็บรวบรวมข้อมูลมาวิเคราะห์ต่อไป (ภาคผนวก ค)

3.4 การดำเนินการวิจัย

3.4.1 แบบแผนการดำเนินการทดลอง

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Design) มีรูปแบบการทดลองที่ใช้แบบกลุ่มเดียว วัดผลหลังการทดลองหรือเก็บรวบรวมข้อมูลหลังการทดลอง (One-Shot Case Study) ดังตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4

แบบแผนการดำเนินการวิจัยโดยใช้กระบวนการวิจัยเบื้องต้นรูปแบบการทดลองที่ใช้แบบกลุ่มเดียว วัดผลหลังการทดลองหรือเก็บรวบรวมข้อมูลหลังการทดลอง (One-Shot Case Study)

กลุ่ม	Treatment	Post-Test
ทดลอง	X	O

X หมายถึง การทดลองสอนโดยจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

O หมายถึง ทดสอบหลังการทดลอง (Post-Test)

3.4.2 ขั้นตอนการดำเนินการทดลอง

3.4.2.1 ในงานวิจัยนี้ใช้กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/2 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนเทศบาลวัดสระทอง จำนวน 33 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) เพื่อดำเนินการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษา

3.4.2.2 ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนจัดการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559

3.4.2.3 เมื่อดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเรียบร้อยแล้วทำการประเมินด้วยแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

3.4.2.4 เก็บรวบรวมข้อมูลและนำผลที่ได้จากแบบทดสอบทั้งสองมาตรวจและวิเคราะห์เปรียบเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 75 และวิเคราะห์ค่าสถิติทดสอบที

3.4.2.5 นำผลการศึกษาและผลการรวมรวมข้อมูลมาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

3.5 วิเคราะห์ผลการทดลอง

3.5.1 วิเคราะห์ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ วัดจากผลการทำกิจกรรมและชิ้นงานในแผนการจัดการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษาและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน โดยการหาค่าประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75

3.5.2 วิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ โดยนำร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 75

3.5.3 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ โดยนำร้อยละของคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากทั้งสองแบบทดสอบมาหาความสัมพันธ์ตามสถิติทดสอบสมมติฐานในการวิจัยนี้

3.6 การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.6.1 ผู้วิจัยได้ทำความเข้าใจกับนักเรียนเกี่ยวกับขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับขั้นตอนที่ผู้วิจัยกำหนดไว้

3.6.2 ดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่ หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 การเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ จำนวน 1 แผน เวลาเรียนทั้งหมด 4 สัปดาห์ รวบทั้งหมด 12 ชั่วโมง

3.6.3 เมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้ตามกำหนดแล้ว ทำการทดสอบหลังเรียนโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/2 จำนวน 33 คน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างแล้วนำผลการทดสอบมาตรวจให้คะแนน

3.6.4 นำผลคะแนนจากการตรวจ ที่ได้มาวิเคราะห์ โดยใช้วิธีการทางสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐานและวิเคราะห์ผลหาค่าความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่อไป

3.7 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้สถิติการวิเคราะห์ข้อมูลดังต่อไปนี้

3.7.1 สถิติพื้นฐานที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ย (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

3.7.2 สถิติใช้ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

1. หาค่าดัชนีความสอดคล้องของการจัดการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยพิจารณาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) (สมบัติ ท้ายเรือคำ, 2553, น. 105)

2. การหาคุณภาพแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ได้แก่

หาค่าความยาก (p) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (บุญชม ศรีสะอาด, 2545)

หาค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้วิธีของเบรนแนน (Brennan) (สมนึก ภัททิยธนี, 2556, น.214)

หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยใช้สูตรของโลเวทท์ (Lovett) แบบวัดอิงเกณฑ์ทั้งฉบับ (สมนึก ภัททิยธนีม 2556, น. 214)

3.7.3 สถิติทดสอบสมมติฐานการวิจัย ประกอบด้วย สถิติทดสอบที สหสัมพันธ์เชิงเส้นของเพียร์สัน (Simple Correlation) สหสัมพันธ์พหุคูณของเพียร์สัน (Multiple Correlation) และค่าสหสัมพันธ์ของสัมประสิทธิ์การพยากรณ์ (Efficiency Predictive Value)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บทที่ 4
ผลการวิจัย

การวิเคราะห์ข้อมูลการวิจัย เรื่อง การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในชั้นเรียนฟิสิกส์ ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
2. ลำดับขั้นที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

เพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกันในการนำเสนอข้อมูล ผู้วิจัยได้กำหนดความหมายของสัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลดังต่อไปนี้

N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
$\bar{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ย (Mean)
S.D.	แทน	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)
E_1	แทน	ประสิทธิภาพของกระบวนการ
E_2	แทน	ประสิทธิภาพของผลลัพธ์
df	แทน	ชั้นแห่งความเป็นอิสระ (Degree of Freedoms)
t	แทน	สถิติทดสอบที่ใช้ในการพิจารณาความมีนัยสำคัญทางสถิติ (*t*-Test)
r	แทน	สหสัมพันธ์เชิงเส้นของเพียร์สัน (Simple Correlation)
R	แทน	สหสัมพันธ์พหุคูณของเพียร์สัน (Multiple Correlation)
R^2	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์ของการพยากรณ์ (Efficiency Predictive Value)
*	แทน	ระดับนัยสำคัญทางสถิติ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

4.2 ลำดับขั้นในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพแผนการจัดการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษาในรายวิชาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในรายวิชาฟิสิกส์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กับเกณฑ์ร้อยละ 75

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้หลังเรียน รายวิชาฟิสิกส์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กับเกณฑ์ร้อยละ 75

ตอนที่ 4 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์การเรียนหลังเรียน โดยจัดการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพแผนการจัดการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษาในรายวิชาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75

ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งผู้วิจัยได้นำคะแนนมาวิเคราะห์โดยใช้สถิติพื้นฐาน เพื่อหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และร้อยละของคะแนน ปรากฏผลดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1

คะแนนจากใบกิจกรรมและชิ้นงานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในแผนการจัดการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

เลขที่	ใบกิจกรรม 1 (10)	ใบกิจกรรม 2 (10)	ใบกิจกรรม 3 (10)	ใบงาน STEM (20)	ชิ้นงาน (20)	รวม 70 คะแนน
1	7	7	8	17	16	55
2	7	7	8	17	16	55
3	7	7	8	17	16	55
4	7	7	8	17	16	55
5	7	7	8	17	16	55
6	7	7	8	17	16	55
7	8	7.5	7	14	14	50.5
8	7	7	8	17	16	55
9	8	8	8	15	13	52
10	8	8	8	15	15	54
11	7	8.5	9	16	17	57.5
12	8	8	8	15	13	52
13	8	8	8	15	15	54
14	8	8	8	15	15	54
15	8	8	8	15	13	52
16	7	8.5	9	16	17	57.5
17	8	8	8	15	15	54
18	8	7.5	7	14	14	50.5
19	8	8	8	15	13	52
20	8	8	8	15	15	54
21	7	8.5	9	16	17	57.5
22	8	8	8	15	15	54
23	8	8	8	15	15	54

(ต่อ)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

เลขที่	ใบกิจกรรม 1 (10)	ใบกิจกรรม 2 (10)	ใบกิจกรรม 3 (10)	ใบงาน STEM (20)	ชิ้นงาน (20)	รวม 70 คะแนน
24	8	7.5	7	14	14	50.5
25	8	8	8	15	13	52
26	8	8	8	15	13	52
27	7	8.5	9	16	17	57.5
28	8	7.5	7	14	14	50.5
29	7	8.5	9	16	17	57.5
30	7	8.5	9	16	17	57.5
31	8	7.5	7	14	14	50.5
32	8	7.5	7	14	14	50.5
33	7	8.5	9	16	17	57.5
รวม	250	257.5	265	510	498	1780.5
$\bar{X}$	7.57	7.80	8.03	15.45	15.09	53.95
S.D.	0.50	0.53	0.64	1.03	1.42	2.44
ร้อยละ	75.75	78.03	80.30	77.27	75.45	77.07

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ 4.1 พบว่า นักเรียนได้คะแนนจากการทำใบกิจกรรมและชิ้นงานในระหว่างกระบวนการวิจัยที่ใช้แผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ โดยมีคะแนนเฉลี่ย 53.95 จากคะแนนเต็ม 70 คะแนน คิดเป็นร้อยละเท่ากับ 77.07

ตารางที่ 4.2

คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน โดยใช้เรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

คะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (คะแนนเต็ม 30 คะแนน)	จำนวนนักเรียน	คะแนนรวม
16	1	16
18	1	18
20	1	20
22	1	22
23	17	391
24	5	120
25	7	175
รวม	33	762
คะแนนเฉลี่ย ($\bar{X}$) = 23.09	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน S.D. = 1.90	
ร้อยละของคะแนนเฉลี่ย = 76.97	ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) = 76.97	

จากตารางที่ 4.2 พบว่า นักเรียนจำนวน 33 คน ได้คะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน โดยใช้เรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 23.09 จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน คิดเป็นร้อยละเท่ากับ 76.97

ตารางที่ 4.3

ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามเกณฑ์ 75/75

คะแนน	คะแนนเต็ม	จำนวนนักเรียน	$\bar{X}$	S.D.	ร้อยละ
ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1)	70	33	53.95	2.44	77.07
ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2)	30	33	23.09	1.90	76.97
ประสิทธิภาพของแผนกิจกรรมการเรียนรู้ (E_1 / E_2) = 77.07/76.97					

จากตารางที่ 4.3 พบว่าประสิทธิภาพของตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้มีประสิทธิภาพ (E_1/E_2) มีค่าเท่ากับ 77.07/76.97 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 75/75

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ในรายวิชาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การจัดการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา กับเกณฑ์ร้อยละ 75 ดังนี้

ตารางที่ 4.4

คะแนนแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนโดยใช้เรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

คะแนนวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (คะแนนเต็ม 20 คะแนน)	จำนวนนักเรียน	คะแนนรวม
12	2	24
13	1	13
14	1	14
15	13	195
16	9	144
17	6	102
18	1	18
รวม	33	510
คะแนนเฉลี่ย ($\bar{X}$) = 15.42	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน S.D. = 1.34	
ร้อยละของคะแนนเฉลี่ย = 77.27		

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

จากตารางที่ 4.4 พบว่า นักเรียนจำนวน 33 คน ได้คะแนนจากการทำแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน โดยใช้การจัดการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 15.45 จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน คิดเป็นร้อยละเท่ากับ 77.27

ตารางที่ 4.5

ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสถิติทดสอบที (One-Sample t-Test) ในการเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษาในรายวิชาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กับเกณฑ์ร้อยละ 75

ตัวแปร	N	คะแนนเต็ม	$\overline{X}$	S.D.	df	*t*
คะแนนหลังเรียน	33	20	15.42	1.35	32	1.81*

หมายเหตุ. * คือ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 4.5 พบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่เรียนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษาในรายวิชาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 15.42 ค่าสถิติทดสอบที เท่ากับ 1.81 ซึ่งพบว่า นักเรียน มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้หลังเรียนรายวิชาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษาระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กับเกณฑ์ร้อยละ 75

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ 4.6

ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสถิติทดสอบที (One-Sample t-Test) ในการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์การเรียนหลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษาในรายวิชาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กับเกณฑ์ร้อยละ 75

ตัวแปร	N	คะแนนเต็ม	$\overline{X}$	S.D.	df	*t*
คะแนนหลังเรียน	33	30	23.09	1.91	32	1.78*

หมายเหตุ. * คือ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 4.6 พบว่า ผลสัมฤทธิ์การเรียนหลังเรียนที่เรียนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา ในรายวิชาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 23.09 ค่าสถิติทดสอบที เท่ากับ 1.78 ซึ่งพบว่า นักเรียน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน สูงกว่าเกณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 4 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์การเรียนหลังเรียนโดยจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน โดยจัดการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เป็นการเปรียบเทียบค่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วยสถิติในการวิเคราะห์ประกอบด้วยการวิเคราะห์แนวโน้มของสองตัวแปลด้วยสหสัมพันธ์เชิงเส้นเพียร์สัน วิเคราะห์ค่าทิศทางของแนวโน้มโดยควรจะมีค่าสูงกว่า 0.50 ด้วยสถิติสัมพันธ์พหุคูณของเพียร์สัน วิเคราะห์ค่าความเที่ยงมาตรฐานของความถดถอยของสองตัวแปลคือ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนด้วยสถิต Standardized Regression Weight Validity (β) และวิเคราะห์ค่าค่าพยากรณ์ความสัมพันธ์ของด้วยสถิติ Efficiency Predictive Value (R^2) ผลการวิเคราะห์ปรากฏในตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7

ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์การเรียนหลังเรียนโดยใช้จัดการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ข้อมูล	$\overline{X}$ (คะแนนหลังเรียน)	S.D.	Simple correlation (r)	Standardized Regression Weight Validity (β)	Multiple Correlation (R)	Efficiency Predictive Value (R^2)
ทักกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	15.42	1.35	0.39**	0.55**	0.55**	0.31**
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	23.09	1.91				

หมายเหตุ. ** คือ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตารางที่ 4.7 ผลการวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์การเรียนหลังเรียนโดยจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่าในการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เท่ากับ 15.42 และค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีค่าเท่ากับ 23.09

ค่าความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนโดยจัดการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยสถิติสหสัมพันธ์เชิงเส้นของเพียร์สันพบว่าค่า r เท่ากับ 0.39 และความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน มีความสัมพันธ์กันทางสถิติ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

วิเคราะห์ความถดถอยด้วยค่ามาตรฐานของความเที่ยงของสองตัวแปร ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์การเรียน มีแนวโน้มในทิศทางเดียวกัน ตรงกับค่า β เท่ากับ 0.55 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าความสัมพันธ์ของสองตัวแปรดังกล่าว มีความสัมพันธ์กันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

เพื่อประเมินแนวโน้มของความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยสถิติ สหสัมพันธ์พหุคูณของเพียสัน (R) พบว่าค่า R เท่ากับ 0.55 แสดงให้เห็นว่าค่า R ดังกล่าวนี้สูงกว่าค่ามาตรฐานของการวิจัยสากลที่ยอมรับที่ระดับ 0.50 ผลการวิจัยจึงมีความน่าเชื่อถือของความสัมพันธ์กันระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์การเรียน

เมื่อพิจารณาคาดคะเนหรือพยากรณ์ของความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยสถิติค่าสัมประสิทธิ์ของการพยากรณ์ (R^2) พบว่าค่า R^2 เท่ากับ 0.31 แสดงถึงนักเรียนในกลุ่มตัวอย่างที่ใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ร้อยละ 31 มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยสรุปได้ว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เพิ่มขึ้นส่งผลทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้นอย่างแท้จริง ส่วนจำนวนกลุ่มเป้าหมายที่เหลืออาจมีปัจจัยอื่น ซึ่งผู้วิจัยไม่สามารถหาคำตอบในบริบทนี้

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บทที่ 5
สรุป อภิปราย และข้อเสนอแนะ

การวิจัย เรื่อง การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในชั้นเรียนฟิสิกส์ มีลำดับขั้นตอนการสรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ ดังต่อไปนี้

1. สรุปผลการวิจัย
2. อภิปรายผลการวิจัย
3. ข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 แผนการจัดการเรียนรู้เรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ประกอบด้วย ขั้นการระบุปัญหา ขั้นการค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง ขั้นการวางแผนพัฒนา ขั้นการทดสอบและประเมินผล และขั้นการนำเสนอผลลัพธ์ ซึ่งมีประสิทธิภาพ 77.07/76.97 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 75/75 ที่กำหนดไว้

5.1.2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียน ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีค่าสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 ซึ่งความแตกต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับเกณฑ์ มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนดไว้

5.1.3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ที่เรียนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีค่าสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 และความแตกต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนและเกณฑ์มีความแตกต่างกันทางสถิติ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนดไว้

5.1.4 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน โดยจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีความสัมพันธ์ทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

จากการวิจัย เรื่อง การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในชั้นเรียนฟิสิกส์ สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

5.2.1 แผนการจัดการเรียนรู้เรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพ 77.07/76.97 หมายความว่า ผู้เรียนมีคะแนนเฉลี่ยจากการปฏิบัติกิจกรรมระหว่างเรียน ได้แก่ คะแนนในการทำใบกิจกรรม และชิ้นงานที่เก็บระหว่างการเรียนรู้ คิดเป็นร้อยละ 77.07 และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คิดเป็นร้อยละ 76.97 แสดงว่า ผลการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษาที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) และประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือร้อยละ 75 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เนื่องจากการวิจัยได้ดำเนินการตามแนวทางการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 และกับมาตรา 24 ของพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 ที่ระบุให้หน่วยงานทางการศึกษาดำเนินการจัดเนื้อหาและกิจกรรมให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะ กระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์ และการประยุกต์ความรู้มาใช้เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหาที่เกิด การจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เรียน จากประสบการณ์จริง ฝึกการปฏิบัติ ให้ทำได้ คิดเป็น ทำเป็น (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2544, น. 9) ผู้วิจัยจึงจัดทำแผนจัดการเรียนรู้เรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นการระบุปัญหา ขั้นการค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง ขั้นการวางแผนพัฒนา ขั้นการทดสอบและประเมินผล และขั้นการนำเสนอผลลัพธ์ โดยแผนการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วยสาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล และสื่อการเรียนรู้ ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยผู้เรียนเกิดการตั้งคำถาม วางแผน ลงมือกระทำ มีการสรุปและสะท้อนผลการเรียนรู้ ทำให้สามารถพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถด้านต่าง ๆ ของนักเรียนได้เป็นอย่างดี โดยสองคล้องกับ รพีพรรณ เพียรเสมอ (2550, น. 121) พบว่า การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาฟิสิกส์ เรื่อง แรง มวลและการเคลื่อนที่ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโดยวัฏจักรการเรียนรู้ (4MAT) และตามคู่มือครู ผลการวิจัยพบว่า แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ (4MAT) มีประสิทธิภาพ 79.96/81.78 และปรเมศวร์ วงศ์ชาชม (2559, น. 129-135) พบว่า การพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณและศึกษาเจตคติที่มีต่อกิจกรรมของนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 5 โดยใช้กลวิธีสะเต็มศึกษา

ร่วมกับการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน ในรายวิชาฟิสิกส์ มีแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานมีประสิทธิภาพเท่ากับ 94.93/44.55 และ 98.14/80.00 ตามลำดับ

5.2.2 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในรายวิชาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การจัดการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา กับเกณฑ์ร้อยละ 75 พบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการหลังเรียนของนักเรียน มีค่าสูงกว่าเกณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เป็นการฝึกให้ผู้เรียนรู้จักวิธีคิด การตั้งคำถาม การหาข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูลใหม่ที่ค้นพบ มีการบูรณาการความรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และสาขาต่าง ๆ (มนตรี จุฬาวัฒนทล, 2556, น. 16) ทำให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการค้นหาข้อเท็จจริงตามหลักวิทยาศาสตร์ โดยในการวิจัยเน้นหนักในทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ได้แก่ ทักษะตั้งสมมติฐาน ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการทดลองและ ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป สอดคล้องกับงานวิจัยของ พลศักดิ์ แสงพรมศรี (2558, น.75) ได้ทำการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและเจตคติต่อการเรียนวิชาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังจากที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษากับแบบปกติ พบว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

5.2.3 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้หลังเรียนรายวิชาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กับเกณฑ์ร้อยละ 75 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียนมีค่าสูงกว่าเกณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเป็นการฝึกให้ผู้เรียนรู้จักวิธีคิด การตั้งคำถาม การหาข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูลใหม่ ที่ค้นพบ มีการบูรณาการความรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และสาขาต่าง ๆ (มนตรี จุฬาวัฒนทล, 2556, น. 16) ทำให้นักเรียนเกิดทักษะประสบการณ์การเรียนรู้ด้วยตนเอง ซึ่งส่งผลให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหามากยิ่งขึ้น ทำให้นักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจในระยะยาว และส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น สอดคล้องกับ ทิศนา แขมมณี (2540, น.70) และสอดคล้องกับการวิจัยของ พลศักดิ์ แสงพรมศรี (2553, น. 75) ได้ทำการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษากับแบบปกติ ผลปรากฏว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5.2.4 นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา มีความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01 ทั้งนี้เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเป็นการฝึกให้ผู้เรียนรู้จักวิธีการคิดตั้งคำถาม แก้ปัญหา สร้างทักษะการสืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ข้อค้นพบใหม่ ๆ นำองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์มาบูรณาการ เพื่อแก้ไขปัญหา (มนตรี จุฬาวัฒนทล, น. 2556, น. 16) มีการสำรวจตรวจสอบ การคิดอย่างมีเหตุผลในเชิงตรรกะ เกิดทักษะของการเรียนรู้ (สุพรรณี ชาญประเสริฐ, 2557, น. 4) ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของวรรณทิพา รอดแรงค้าและ จิต นวนแก้ว (2542, น. 3) ที่กล่าวไว้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นทักษะทางสติปัญญา (Intellectual Skills) ที่นักวิทยาศาสตร์และผู้ที่นำวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาแก้ปัญหาใช้ในการศึกษาค้นคว้า สืบเสาะหาความรู้ และการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ส่งผลให้นักเรียนมีกระบวนการคิดอย่างมีเหตุผลในเชิงตรรกะ ผลจากการเรียนโดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาทำให้เกิดพัฒนาการทางด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ส่งผลทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนดีขึ้นได้

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้

5.3.1.1 ขั้นวางแผนและพัฒนา ซึ่งเป็นขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษา ที่ต้องบูรณาการความรู้ในการออกแบบทางวิศวกรรม และเทคโนโลยี เพื่อสร้างชิ้นงานขึ้น เป็นขั้นที่ยังไม่เคยเกิดขึ้นในห้องเรียน ทำให้ผู้เรียนไม่มีความมั่นใจในการทำปฏิบัติกิจกรรม การออกแบบเลือกวัสดุ อุปกรณ์ในการสร้างชิ้นงาน ดังนั้นครูผู้สอนควรดูแล ให้คำแนะนำในการปฏิบัติกิจกรรม

5.3.1.2 ในการจัดการเรียนรู้กิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษา เป็นกิจกรรม ที่ต้องลงมือปฏิบัติจริง ทำให้ต้องใช้เวลามากในการปฏิบัติกิจกรรม ส่งผลให้การจัดกิจกรรม เกิดความล่าช้า บางครั้งต้องนัดทำกิจกรรมเพิ่มเติมนอกเวลาเรียน หรือใช้การติดตามผลการสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมจากสื่อหรือผู้ให้คำปรึกษา ครูผู้สอนสามารถยืดหยุ่น ปรับเวลาให้เหมาะสมสอดคล้อง ในการทำกิจกรรมได้

5.3.2 ข้อเสนอแนะเพื่อทำการวิจัยครั้งต่อไป

5.3.2.1 ควรพัฒนาการวิจัยหรือนำการจัดการเรียนรู้เรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษาไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาอื่น ๆ นอกจากรายวิชาฟิสิกส์ เช่น เคมี ชีววิทยา ทั้งที่เป็นการจัดการเรียนในห้องเรียนหรือเป็นกิจกรรมเสริม เพื่อพัฒนาการเรียนการสอนให้ผู้เรียนเข้าใจได้ลงมือปฏิบัติ และจะสามารถเชื่อมโยงการเรียนในห้องเรียนกับชีวิตประจำวันได้ง่ายยิ่งขึ้น

5.3.2.2 ควรมีการศึกษาตัวแปรอื่น ๆ เพิ่มเติม เช่น ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในข้ออื่น ๆ ความฉลาดทางสังคม หรือความพึงพอใจต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้ เป็นต้น

5.3.2.3 ควรมีการจัดการเรียนรู้เรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษา ในรายวิชาที่สอนเพื่อพัฒนาอาชีพหรือเพื่อการทำงาน ในระดับอาชีวศึกษาและอุดมศึกษา ในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับการลงมือปฏิบัติงาน การเรียนรู้เพื่อพัฒนาอาชีพ หรือการอธิบายเหตุการณ์ในชีวิตประจำวัน เพื่อให้ประยุกต์ใช้กับการทำงานจริงและการใช้ชีวิตประจำวันได้ ดีขึ้น

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บรรณานุกรม

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บรรณานุกรม

กระทรวงศึกษาธิการ. (2552). *แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551* (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพ ฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2555). *แนวทางการจัดการเรียนการสอนในโรงเรียนมาตรฐานสากล ฉบับปรับปรุง*. กรุงเทพ ฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

กษมาพร เข็มสันเทียะ. (2557). โครงงานปั้นข้าวจี่ฝีมือหนู. *รายงานผลการจัดประสบการณ์การเรียนรู้บูรณาการวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีในระดับประถมวัย ตามแนวทางสะเต็มศึกษา*. กรุงเทพ ฯ : สถาบันส่งเสริมการสอน วิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยี.

คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์. (2544). กรุงเทพ ฯ: กระทรวงศึกษาธิการ.

คู่มือการจัดระบบการสอนโดยยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลางการเรียนรู้. (2553). มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์.

จำรัส อินทลาภาพร. (2558).การศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาสำหรับผู้เรียนระดับประถมศึกษา. *Veridian E-Journal, Silpakorn University,* 8 (1), 62(74).

ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2520). *ระบบสื่อการสอน*.กรุงเทพ ฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย หน้า 135-143.

ชัยรัตน์ สุทธิรัตน์. (2552). *80 นวัตกรรมการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ*. กรุงเทพ ฯ: แดเน็กซ์อินเตอร์คอร์เปอร์เรชั่น.

ทิศนา แขมมณี. (2540). *การคิดและการสอนเพื่อพัฒนากระบวนการคิด*. กรุงเทพ ฯ: โครงการพัฒนาการเรียนการสอน สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติสำนักนายกรัฐมนตรี.

ธนพงษ์ ไชยลาโภ. (2553). *สื่อบทเรียนออนไลน์ : การออกแบบเพื่อการผลิต สื่อปฏิสัมพันธ์และมัลติมีเดีย Online Learning Development : Design for Interactive and Multimedia Production* (รายงานการวิจัย). กรุงเทพ ฯ: วิทยาลัยนวัตกรรมสื่อสาร สังคม มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. หน้า 49-51.

นงนุช เอกตระกูล. (2557). *การพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบ STEM เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและ ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (CPS) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6* (รายงานวิจัยทางการศึกษา). กรุงเทพ ฯ: โรงเรียนอัสสัมชัญธนบุรี.

มหาวิทยาลัยมหาสารคาม MAHASARAKHAM UNIVERSITY

นุศรา เอี่ยมนวรัตน์. (2542). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้ชุดกิจกรรมสิ่งแวดล้อมแบบยั่งยืนกับการสอนโดยครูเป็นผู้สอน*.ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต (การมัธยมศึกษา). บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

นาตยา ช่วยชูเชิด. (2557). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการคิดแก้ปัญหา ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์. *วารสารศรีนครินทรวิโรฒวิจัยและพัฒนา (สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์).*

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

ปรเมศวร์ วงศ์ชาชม. (2559). การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด สะเต็มศึกษาร่วมกับโครงงานเป็นฐาน. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, ปีที่ 10* (ฉบับพิเศษ กันยายน 2559), 129-135.

ปวีณา ชาลีเครือ. (2553). *การศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ*.ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

พิชิต ฤทธิ์จรูญ. (2544). แนวทางการวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้. *บทบาทครูกับการวิจัยในชั้นเรียน*. กรุงเทพ ฯ: พริกหวาน กราฟฟิค จำกัด.

พรทิพย์ ศิริภัทราชัย. (2556). STEM Education กับการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21. *วารสารนักบริหาร Executive Journal. 3(2)*: 49-56. สืบค้นเมื่อ 29 ตุลาคม 2557, จาก http://www.bu.ac.th/knowledgecenter/executive_journal/april_june_13/pdf/aw07.pdf

พรรณวิไล ชมชิด. (2557). *พฤติกรรมการสอนวิทยาศาสตร์ เล่มที่ 1*. มหาสารคาม: ตักสิลาการพิมพ์.

พลศักดิ์ แสงพรมศร.(2558). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูงและเจตคติต่อการเรียนเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษากับแบบปกติ. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม*.

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

มนตรี จุฬาวัฒนทล. (2556). การศึกษาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมและ คณิตศาสตร์ หรือ “สะเต็ม”. *สมาคมครูวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และ เทคโนโลยีแห่งประเทศไทย*, ปีที่ 19 (มกราคม-ธันวาคม 2556), 3-14.

รพีพรรณ เพียรเสมอ. (2550). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง แรง มวล และการเคลื่อนที่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโดยวัฏจักร การเรียนรู้ (4MAT) และตามคู่มือครู*. ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

วรรณทิพา รอดแรงค้า. (2540). *คอนสตรัคติวิซึม (CONSTRVCTIVISM)*. กรุงเทพ ฯ:ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วรรณทิพา รอดแรงค้า และจิต นวนแก้ว (2542). *การพัฒนาการคิดของนักเรียนด้วยกิจกรรมทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพ ฯ: สำนักพิมพ์ บริษัทเดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แมเนจเม้นท์ จำกัด.

วิชัย ประสิทธิวุฒิเวชช์. (2542). *การพัฒนาหลักสูตรสานต่อที่ท้องถิ่น*. กรุงเทพ ฯ: เลิฟแอนด□ลิพเพรส.

ศุภพงศ์ คล้ายคลึง. (2548). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะการทดลองโดยใช้ชุดปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์*. ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพ ฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ศุภากร พวงยอด. (2559). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบเน้นประสบการณ์ประกอบชุดกิจกรรมที่มีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการเรียนวิชาฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.(ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต), *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม* .

สมนึก ภัททิยธนี. (2556). *การวัดผลการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 9). มหาสารคาม: ภาควิชาวิจัย และพัฒนาการศึกษา คณะการศึกษาศาสตร์ มหาวิทยามหาสารคาม.

สมบัติ ท้ายเรือคำ. (2553). *วิธีการทางสถิติสำหรับการวิจัย*. มหาสารคาม: ภาควิชาวัดผลและวิจัยการศึกษาคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2544). *การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน*. กรุงเทพ ฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2544). *ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). *การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน*. กรุงเทพ ฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

สุพรรณี ชาญประเสริฐ. (2557). สะเต็มศึกษากับการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21. *วารสารสถาบันส่งเสริมการ สอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 186, 3-5.

อภิสิทธิ์ ธงไชย. (2556). สะเต็มศึกษากับการพัฒนาการศึกษาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ในประเทศสหรัฐอเมริกา. *สมาคมครู วิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย*, ปีที่ 19 (มกราคม– ธันวาคม),15-18.

Bruning, R. H., Schraw, J. G., Norby, M. M., and Ronning, R. R. (2004). *Cognitive psychology and instruction. Columbus*, OH: Pearson.

Bybee, B. W. (2010). Advancing STEM Education: *A 2020 Vision. Technology and Engineering Teacher*, 70 (30-35).

Corbett, K. (2013). STEM Explore, Discover, *Apply-Elective Courses that Use the Engineering Design Process to Foster Excitement for STEM in Middle School Students. National Integrated Cyber Education Research Center*. Retrieved September 24, 2016, from http://scholar.google.com

Friedman Y. (2005). The world is flat. *A brief history of the twenty-first century*. New York: Farrar, Straus and Giroux.

International Technology Education Association. (1996). *Technology for all Americans: A rationale and structure for the study of technology*. Reston, VA:Author.

La Porte, J. and Sanders, M. (1995). Technology, science, *mathematics integration. In E. Martin (Ed.), Foundations of technology education: Yearbook #44 of the council on technology teacher education. Peoria*, IL: Glencoe/ McGraw-Hill.

National Council of Teachers of Mathematics. (1989). *Curriculum and evaluation standards for school mathematics*. Reston, VA: Author.

National Council of Teachers of Mathematics. (2000). *Principles and standards for school mathematics. Reston*, VA: Author.

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

Sanders, M. E. and Binderup, K. (2000). *Integrating technology education across the curriculum. A monograph. Reston*. VA: International Technology Education Association.

Scott, C. (2012). An Investigation of Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) Focused High School in the U.S.. *Journal of STEM Education*, 13(5), 30-39.

TN. Sanders, M. and Wells, J. (2005, September 15). STEM graduate education/research collaborator. *Paper presented to the Virginia Tech faculty*. Virginia Tech.

Tseng, K., Chang, C., Lou, S. and Chen, W. (2011). Attitudes toward science, technology, engineering and mathematics (STEM) in a project-based learning (PjBL) environment. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 23 (87-102).

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาคผนวก ข

แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

วิชา ฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559

โรงเรียนเทศบาลวัดสระทอง

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบก่อนเรียนชุดนี้มี 1 ตอน

ตอนที่ 1 แบบทดสอบเกี่ยวกับความรู้ เรื่อง **การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์**

แบบปรนัย 20 ข้อ

จำนวนหน้า 6 หน้า จำนวนแผ่น 3 แผ่น

2. ให้เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดในแต่ละข้อ แล้วเขียนเครื่องหมาย X ทับตัวอักษรหน้าคำตอบ 1 2 3 หรือ 4 ในกระดาษคำตอบ

3. ถ้าต้องการเปลี่ยนคำตอบให้ทำเครื่องหมาย = ทับคำตอบเดิม ดังนี้ ~~X~~ แล้วจึงเขียนเครื่องหมาย X ทับตัวอักษรที่เป็นคำตอบใหม่

4. เวลาที่ใช้ในการทดสอบ **60 นาที** คะแนนเต็ม **20 คะแนน**

5. อนุญาตให้นักเรียนใช้เครื่องคิดเลขได้ **แต่ไม่สามารถเครื่องมือสื่อสารใด ๆ ทั้งสิ้น**

6. ห้ามนักเรียนทุจริตการสอบไม่ว่ากรณีใดๆ หากฝ่าฝืนจะปรับให้ได้คะแนน **0** ในการสอบครั้งนี้

7. แบบทดสอบนี้ใช้วัดผลการเรียนรู้ที่คาดหวังดังนี้

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHA SARAKHAM UNIVERSITY

ชื่อ – นามสกุล ..... ชั้น ม. 4/……. เลขที่..... ว/ด/ป ที่สอบ

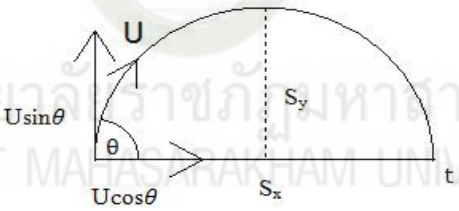
คำชี้แจง *ข้อสอบมีทั้งหมด 20 ข้อ 20 คะแนน*

ให้นักเรียน*เลือกคำตอบที่ถูกต้องเพียงข้อเดียว*

<u>สถานการณ์ที่ 1</u>

นายแดงเป็นนักกีฬาพุ่งแหลน ทำการแข่งขันกีฬาระดับจังหวัด โดยแดงมีโอกาสพุ่งแหลนทั้งหมด 3 ครั้ง ซึ่งเขาทำการพุ่งแหลนโดยออกแรงขว้างมากที่สุดทุกครั้งที่ขว้าง(ออกแรงเท่ากันทุกครั้ง) ซึ่งสามารถวาดแนวการพุ่งแหลนของเขาได้ดังรูป ในแต่ละครั้งเขาใช้มุมในการพุ่งแหลนที่ต่างกันออกไป

ดังนั้นเพื่อชัยชนะเขาจะต้องพุ่งแหลนให้ได้ระยะที่ไกลมากที่สุด เขาควรออกแบบการพุ่งแหลนในลักษณะใด



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

(ใช้สถานการณ์นี้ตอบคำถามข้อ 1-10)

ทักษะตั้งสมมติฐาน

1) จากความรู้เรื่องการเคลื่อนที่โพรเจกไทล์ ข้อใดเหมาะสมที่จะตั้งเป็นสมมติฐานการทดลองจากสถานการณ์ที่ 1 **มากที่สุด**

1. ทุกๆ มุมของการพุ่งแหลนกับแนวระดับทำให้วัตถุไปได้ไกลสุด
2. นายแดงไม่จำเป็นจะต้องพุ่งแหลนทำมุม 45 องศา
3. นายแดงจะต้องพุ่งแหลน ทำมุมเท่าใดกับแนวระดับ จึงจะตกไกลจากจุดพุ่งมากที่สุด
4. ที่มุมเอียง 45 องศากับแนวระดับ นายแดงจะพุ่งแหลนตกไกลจากจุดพุ่งมากที่สุด

ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ

2) จากสถานการณ์ที่ 1 ข้อใดกำหนดนิยาม S_x ได้เหมาะสม**มากที่สุด**

1. เป็นขนาดหรือระยะการเคลื่อนที่ของการพุ่งแหลนในแนวระดับ
2. เป็นขนาดหรือระยะการเคลื่อนที่ของการพุ่งแหลนในแนวดิ่ง
3. เป็นขนาดความเร็วต้นการเคลื่อนที่การพุ่งแหลนในแนวระดับ
4. เป็นช่วงเวลาในการเคลื่อนที่ทั้งหมด

3) จากสถานการณ์ที่ 1 ข้อใดกำหนดนิยาม S_y ได้เหมาะสม**มากที่สุด**

1. เป็นขนาดหรือระยะการเคลื่อนที่การพุ่งแหลนในแนวระดับ
2. เป็นขนาดหรือระยะการเคลื่อนที่การพุ่งแหลนในแนวดิ่ง
3. เป็นขนาดความเร็วต้นการเคลื่อนที่การพุ่งแหลนในแนวระดับ
4. เป็นช่วงเวลาในการเคลื่อนที่ทั้งหมด

ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร

4) จากสถานการณ์ที่ 1 ควรกำหนดตัวแปรต้น ตรงตามข้อใดต่อไปนี้

1. แรงต้านอากาศ
2. ความแข็งแรงของนักกีฬา
3. มุมที่แดงพุ่งแหลนกับแนวระดับ
4. ระยะทางที่แดงพุ่งแหลนได้

5) จากสถานการณ์ที่ 1 ควรกำหนดตัวแปรตาม ตรงตามข้อใดต่อไปนี้

1. แรงต้านอากาศ
2. ความแข็งแรงของนักกีฬา
3. มุมที่แดงพุ่งแหลนกับแนวระดับ
4. ระยะทางที่แดงพุ่งแหลนได้

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

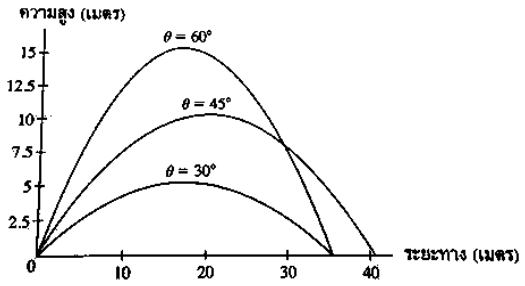
ทักษะการทดลอง

6) ถ้านำสถานการณ์ที่ 1 มาออกแบบเป็นการทดลองโยนวัตถุที่โรงเรียนนักเรียนจำเป็นต้องทดลองและบันทึกผลเพื่อให้ได้ค่าใดบ้าง

1. มุมการโยนวัตถุกับระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ไปตกพื้นได้
2. มุมการโยนวัตถุกับเวลาที่วัตถุเคลื่อนที่ไปตกพื้นได้
3. มุมการโยนวัตถุกับแรงต้านอากาศ
4. มุมการโยนวัตถุกับความเร็วต้น

ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

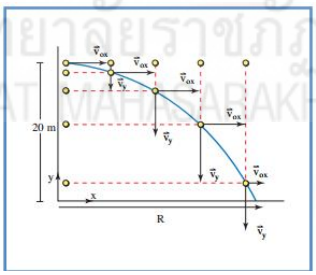
7) กราฟแสดงระยะการเคลื่อนที่ของวัตถุที่ขว้างออกไปด้วยอัตราเร็วคงตัวค่าหนึ่งในมุมที่แตกต่างกัน จากกราฟแดงจะต้องพุ่งแหลน ทำมุมกับแนวระดับตามข้อใดจึงจะทำให้แหลนเคลื่อนที่ได้ระยะไกลจากจุดพุ่ง**มากที่สุด**



1. ทำมุมเอียง 30 องศา กับแนวระดับ
2. ทำมุมเอียง 70 องศา กับแนวระดับ
3. ทำมุมเอียง 60 องศา กับแนวระดับ
4. ทำมุมเอียง 45 องศา กับแนวระดับ

<u>สถานการณ์ที่ 2</u>

ดำต้องการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการเคลื่อนที่แนวดิ่งกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ เขาจึงออกแบบทำการทดลองปล่อยเหรียญหนึ่งตกแบบอิสระ และอีกเหรียญเพิ่มแรงแนวระดับผลักออกไป โดยที่ดำอยากทราบว่าการเคลื่อนที่อิสระในแนวดิ่งและแนวโค้งโพรเจกไทล์ของเหรียญ ที่ตกจากความสูงในระดับเท่ากันนั้น เหรียญจะมีลักษณะการเคลื่อนที่ตกอย่างไร มีปริมาณอะไรที่แตกต่างกันหรือไม่ ซึ่งดำได้รูปผลการทดลองดังนี้



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

(ใช้สถานการณ์นี้ตอบคำถามข้อ 11-20)

ทักษะตั้งสมมติฐาน

8) จากความรู้เรื่องการเคลื่อนที่โพรเจกไทล์ ข้อใดเหมาะสมที่จะตั้งเป็นสมมติฐานการทดลองจากสถานการณ์ที่ 2 **มากที่สุด**

1. เมื่อปล่อยเหรียญทั้ง 2 พร้อมกันด้วยความสูงเท่ากันการเคลื่อนที่วัตถุแนวดิ่งและแบบโพรเจกไทล์จะตกถึงพื้นพร้อมกัน
2. ในการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ การเคลื่อนที่ในแนวดิ่งจะขึ้นกับความเร็วในแนวระดับ
3. ความเร็วการเคลื่อนที่ของเหรียญในแนวดิ่งจะเท่ากับความเร็วในแนวราบ

4. ความเร็วการเคลื่อนที่ของเหรียญในแนวระดับเท่ากับศูนย์

ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ

9) จากสถานการณ์ที่ 2 ข้อใดกำหนดนิยาม v_y ได้เหมาะสม**มากที่สุด**

1. เป็นความเร็วที่ใช้เคาะเหรียญในแนวระดับ
2. เป็นความเร็วที่ใช้เคาะเหรียญในแนวดิ่ง
3. เป็นการกระจัดการเคลื่อนที่ของเหรียญในแนวระดับ
4. เป็นช่วงเวลาในการเคลื่อนที่ทั้งหมด

10) จากสถานการณ์ที่ 2 ควรกำหนดตัวแปรตาม ตรงตามข้อใดต่อไปนี้

1. เวลาที่เหรียญตกลงพื้น
2. ความสูงของโต๊ะ
3. ความเร็วต้นที่ใช้เคาะเหรียญ
4. น้ำหนักของเหรียญ

11) จากสถานการณ์ที่ 2 ควรกำหนดตัวแปรควบคุม ตรงตามข้อใดต่อไปนี้

1. เวลาที่เหรียญตกลงพื้น
2. ความสูงของโต๊ะ
3. ความเร็วต้นที่ใช้ปล่อยเหรียญ
4. น้ำหนักของเหรียญ

คำตอบที่ถูกต้องคือ

1. เฉพาะข้อ 1
2. ข้อ 1, 2 และ 3
3. ข้อ 3 และ 4
4. ข้อ 2, 3 และ 4

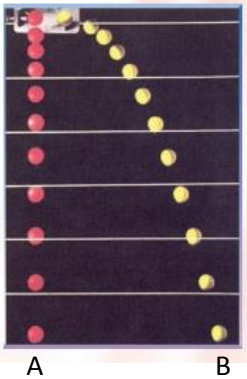
ทักษะการทดลอง

12) ในสถานการณ์ที่ 2 ถ้าออกแบบการทดลองโดยที่ดำเพิ่มแรงผลักเหรียญมากขึ้นนั้น ดำต้องการที่จะสังเกตผลที่สอดคล้องกับข้อใด

1. ลักษณะการเคลื่อนที่ของเหรียญ การกระจัดและเวลาที่เคลื่อนที่
2. ลักษณะการเคลื่อนที่ของเหรียญ การกระจัดและความเร็วต้นในการเคลื่อนที่
3. ลักษณะการเคลื่อนที่ของเหรียญ การกระจัดและมุมในการเคลื่อนที่
4. การกระจัด เวลา และมุมในการเคลื่อนที่

ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

จงใช้แผนภาพแสดงการเคลื่อนที่อิสระในแนวดิ่งและแนวโค้งโพรเจกไทล์ของเหรียญที่ตกจากความสูงในระดับเท่ากัน ตอบคำถามต่อไปนี้



A B

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

13) จากแผนภาพการตกของเหรียญทั้ง 2 เป็นไปตามข้อใด

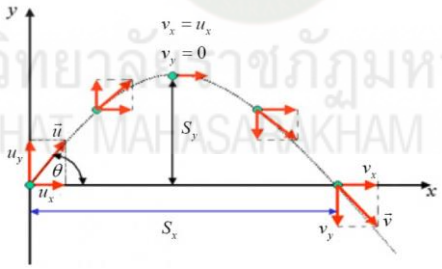
1. เหรียญ A ตกถึงพื้นก่อนเหรียญ B
2. เหรียญ A ตกถึงพื้นหลังเหรียญ B
3. การตกของเหรียญทั้ง 2 เกิดขึ้นไม่พร้อมกัน
4. เหรียญทั้ง 2 ตกถึงพื้นพร้อมกัน

14) จากแผนภาพและสถานการณ์ที่ 2 การสรุปผลการทดลอง**ข้อใดไม่เป็นจริง**

1. เหรียญ A และ B เริ่มเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วแนวดิ่งเท่ากัน
2. เหรียญ A และ B ตกถึงพื้นพร้อมกัน
3. การเคาะเหรียญ A และ B แรงขึ้น ระยะทางแนวราบขอแต่ละเหรียญจะต่างกัน
4. ในการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ การเคลื่อนที่ในแนวดิ่งไม่ขึ้นกับความเร็วแนวราบ

<u>สถานการณ์ที่ 3</u>

นายรักชาติประดิษฐ์ปืนของเล่นที่ใช้สปริงเป็นตัวดีดส่งแรง เขาทดลองยิงเล่นจำนวน 5 ครั้ง แต่ละครั้งขายืดสปริงปืนด้วยแรงแตกต่างกัน ซึ่งสามารถวาดแนวการเคลื่อนที่ของลูกปืนได้ดังรูป ผลของแรงที่ยิงได้แต่ละครั้ง ส่งผลให้มุมในการเคลื่อนที่ได้แตกต่างกันออกไปด้วย



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

(ใช้สถานการณ์นี้ตอบคำถามข้อ 21-30)

ทักษะตั้งสมมติฐาน

15) จากความรู้เรื่องการเคลื่อนที่โพรเจกไทล์ ข้อใดเหมาะสมที่จะตั้งเป็นสมมติฐานการทดลองจากสถานการณ์ที่ 3 **มากที่สุด**

1. ความเร็วต้นส่งผลให้การยิงโพรเจกไทล์เคลื่อนที่ไปแนวระดับที่ต่างกันโดยมุม 45 องศาที่ปืนกระทำกับแนวระดับให้กระสุนไปได้ไกลสุด
2. ความเร็วต้นส่งผลให้การยิงโพรเจกไทล์เคลื่อนที่ไปแนวระดับที่ต่างกันโดยมุม 75 องศาที่ปืนกระทำกับแนวระดับให้กระสุนไปได้ไกลสุด
3. นายรักชาติต้องยิงปืนใหญ่ทำมุม 45 องศา กับแนวระดับกับแนวระดับ

4. นายรักชาติต้องยิงปืนใหญ่ทำมุม 75 องศา กับแนวระดับกับแนวระดับ

ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ

16) จากสถานการณ์ที่ 3 ข้อใดกำหนดนิยาม S_x ได้เหมาะสม**มากที่สุด**

1. เป็นความเร็วต้นที่ใช้ยิงในแนวระดับ
2. เป็นความเร็วต้นที่ใช้ยิงในแนวดิ่ง
3. เป็นการกระจัดการเคลื่อนที่ของกระสุนในแนวระดับ
4. เป็นช่วงเวลาในการเคลื่อนที่ทั้งหมด

17) จากสถานการณ์ที่ 3 ข้อใดกำหนดนิยาม θ ได้เหมาะสม**มากที่สุด**

1. มุมที่ปืนยิงกระทำกับแนวดิ่ง
2. มุมที่ปืนยิงกระทำกับแนวระดับ
3. เป็นความเร็วต้นที่ใช้ยิงในแนวระดับ
4. เป็นการกระจัดการเคลื่อนที่ของกระสุนในแนวระดับ

ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร

18) จากสถานการณ์ที่ 3 ควรกำหนดตัวแปรต้นหรือตัวแปรอิสระ ตรงตามข้อใดต่อไปนี้

1. ความเร็วต้น 2. ความสูงของกระสุนปืน
3. การกระจัดแนวระดับ 4. เวลาที่วัตถุเคลื่อนที่

ทักษะการทดลอง

19) ในสถานการณ์ที่ 3 สามารถนำผลการยิงทั้ง 5 ครั้งมานำออกแบบเสนอกราฟความสัมพันธ์ตามข้อใดเหมาะสมที่สุด

1. ความเร็วต้นและการกระจัดแนวระดับ 2. ความเร็วต้นและมุมการยิง
3. มุมการยิงและการกระจัดแนวระดับ 4. ไม่มีข้อใดถูก

ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

20) จากแผนภาพและสถานการณ์ที่ 3 ข้อใดสรุปผลการทดลองเป็นจริง

1. รักชาติต้องการยิงกระสุน 75 องศากับแนวระดับ กระสุนจะไปได้ไกลสุด
2. ความเร็วต้นส่งผลให้การยิงโพรเจกไทล์เคลื่อนที่ไปแนวระดับที่ต่างกันโดยมุม 45 องศาที่ปืนกระทำกับแนวระดับให้กระสุนไปได้ไกลสุด
3. ความเร็วต้นไม่ส่งผลให้การยิงโพรเจกไทล์เคลื่อนที่ไปแนวระดับ
4. ในการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ การเคลื่อนที่ในแนวดิ่งไม่ขึ้นกับความเร็วแนวราบ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม MAHASARAKHAM RAJABHAT UNIVERSITY

☺☺☺☺☺☺☺☺☺☺☺☺☺☺☺☺☺☺☺☺

เฉลย แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
วิชา ฟิสิกส เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

ข้อ	เฉลยข้อที่
1	4
2	1
3	2
4	3
5	4
6	1
7	4
8	1
9	2
10	1
11	4
12	1
13	4
14	1
15	1
16	3
17	2
18	1
19	1
20	2

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาคผนวก ค

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิชา ฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559
โรงเรียนเทศบาลวัดสระทอง

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบก่อนเรียนชุดนี้มี 1 ตอน

ตอนที่ 1 แบบทดสอบเกี่ยวกับความรู้ เรื่อง **การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์**
แบบปรนัย 30 ข้อ

จำนวนหน้า 7 หน้า จำนวนแผ่น 4 แผ่น

2. ให้เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดในแต่ละข้อ แล้วเขียนเครื่องหมาย X ทับตัวอักษรหน้าคำตอบ 1 2 3 หรือ 4 ในกระดาษคำตอบ

3. ถ้าต้องการเปลี่ยนคำตอบให้ทำเครื่องหมาย = ทับคำตอบเดิม ดังนี้ ~~X~~ แล้วจึงเขียนเครื่องหมาย X ทับตัวอักษรที่เป็นคำตอบใหม่

4. เวลาที่ใช้ในการทดสอบ **90 นาที** คะแนนเต็ม **30 คะแนน**

5. อนุญาตให้นักเรียนใช้เครื่องคิดเลขได้ **แต่ไม่สามารถเครื่องมือสื่อสารใด ๆ ทั้งสิ้น**

6. ห้ามนักเรียนทุจริตการสอบไม่ว่ากรณีใดๆ หากฝ่าฝืนจะปรับให้ได้คะแนน **0** ในการสอบครั้งนี้

7. แบบทดสอบนี้ใช้วัดผลการเรียนรู้ที่คาดหวังดังนี้

สถาบันวิทยบริการ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ชื่อ – นามสกุล ..... ชั้น ม. 4/……. เลขที่..... ว/ค/ป ที่สอบ

คำชี้แจง ***ข้อสอบมีทั้งหมด 30 ข้อ 30 คะแนน***

ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องเพียงข้อเดียว

จุดประสงค์การเรียนรู้ที่ 1. อธิบายและอภิปรายเกี่ยวกับความหมายและลักษณะการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

1) การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ มีแนวการเคลื่อนที่ตรงกับข้อใด

1. แนวเส้นตรง 2. แนวโค้งพาราโบลา 3. แนววงกลม 4. แนวโค้งไฮเปอร์โบลา

2) การยิงวัตถุไปในอากาศในแนวที่เอียงไปจากแนวดิ่ง ส่งผลทำให้วัตถุมีการเคลื่อนที่ตรงกับข้อใด

1. การเคลื่อนที่เป็นแนวตรง 2. การเคลื่อนที่เป็นวงกลม
3. การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ 4. การเคลื่อนที่แนวโค้งแบบกลับไปกลับมา

3) ข้อใดเป็นตัวอย่างของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

1. เล่นชิงช้า 2. วิ่งแข่งขัน 3. ชู๊ตลูกบาสเกตบอล 4. นั่งรถไฟเหาะตีลังกา

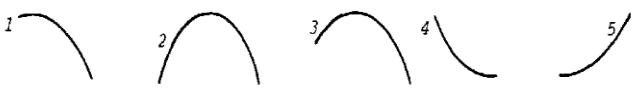
4) แรงที่กระทำต่อวัตถุ ภายหลังจากเริ่มเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์คือแรงในข้อใด

1. แรงดึงดูดระหว่างมวล 2. แรงโน้มถ่วงของโลก
3. แรงสู่ศูนย์กลางของการเคลื่อนที่ 4. แรงหนีศูนย์กลางของการเคลื่อนที่

5) เพราะเหตุใดเมื่อขว้างวัตถุออกไปในแนวราบ แต่ปรากฏว่าวัตถุเคลื่อนที่เป็นทางโค้ง

1. วัตถุหนักเกินไป
2. วัตถุมีความเร็วต้นในแนวดิ่ง
3. วัตถุถูกโลกดึงดูดให้มีความเร็วแนวระดับและแนวดิ่งเพิ่มขึ้น
4. วัตถุถูกโลกดึงดูดให้มีความเร็วแนวดิ่งเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ในขณะที่มีความเร็วแนวระดับ

6) รูปใดแสดงการเคลื่อนที่แบบโปรเจกไทล์ภายใต้สนามโน้มถ่วงของโลก



1. รูป 1 เท่านั้น 2. รูป 1 และ 2 เท่านั้น

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

3. รูป 1 , 2 และ 3 เท่านั้น 4. รูป 1, 2, 3 และ 5

7) ข้อใดต่อไปนี้เป็นลักษณะของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ (Projectile motion)

1. เป็นการเคลื่อนที่แนวโค้ง
2. เป็นการเคลื่อนที่ ที่มีความเร็วคงที่ในแนวระดับ
3. เป็นการเคลื่อนที่ ที่มีความเร่งคงที่ในแนวดิ่ง
4. ถูกทุกข้อ

จุดประสงค์การเรียนรู้ที่ 2. หาปริมาณต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

8) วัตถุที่ตกแบบเสรีกับวัตถุที่เคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์
จากที่ระดับความสูงเท่ากัน ข้อใดกล่าว**ถูกต้อง**

1. เวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่ของทั้งสองกรณี ไม่เท่ากัน
2. เวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่ของทั้งสองกรณี เท่ากันเสมอ
3. ความเร่งของการเคลื่อนที่ของทั้งสองกรณี เท่ากันเสมอ
4. ความเร็วต้นของการเคลื่อนที่ทั้งสองกรณี เท่ากันเสมอ

9) ข้อใดกล่าวเกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ของวัตถุได้**ถูกต้อง**

1. วัตถุมีค่าความเร็วในแนวระดับไม่มีโอกาสเท่ากับค่าความเร็วในแนวดิ่งเลย
2. วัตถุมีความเร็วในแนวระดับมากกว่าความเร็วในแนวดิ่ง เสมอ
3. วัตถุมีความเร็วในแนวดิ่งคงที่และความเร็วในแนวระดับเปลี่ยนแปลงอย่างคงที่ตลอดเวลา
4. วัตถุมีความเร็วในแนวระดับคงที่และความเร็วในแนวดิ่งเปลี่ยนแปลงอย่างคงที่ตลอดเวลา

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

10) การเคลื่อนที่ของถุงทรายหลังจากที่ถูกปัดให้หล่นจากขอบโต๊ะ ปริมาณในข้อใดที่มีค่าเท่ากัน

1. ความเร็วต้นของการเคลื่อนที่ทั้งในแนวระดับและแนวดิ่ง
2. ความเร่งในแนวระดับและแนวดิ่ง
3. เวลาในการเคลื่อนที่ของแนวระดับและแนวดิ่ง
4. การกระจัดในการเคลื่อนที่ของแนวระดับและแนวดิ่ง

11) นักฟุตบอลเตะลูกโทษในการแข่งขัน ข้อใดกล่าว**ถูกต้อง**เกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของฟุตบอล

1. ความเร็วของฟุตบอลที่จุดสูงสุดมีค่าเท่ากับศูนย์
2. ขณะใกล้กระทบพื้นขนาดความเร็วในแนวระดับมีค่าน้อยกว่าความเร็วในแนวระดับตอนที่ยิง
3. ความเร่งในแนวระดับตอนใกล้กระทบพื้นมีค่าเท่ากับศูนย์
4. ความเร่งในแนวดิ่งขณะใกล้กระทบพื้นมีค่าเท่ากับความเร่งในแนวระดับ

12) ลูกบอลถูกขว้างจากหน้าผาสูง 180 เมตร ด้วยความเร็ว 20 เมตร/วินาที ตามแนวระดับ อยากทราบว่าลูกบอลตกถึงพื้นด้วยอัตราเร็วในแนวดิ่งกี่เมตรต่อวินาที

1. 60 2. 80 3. 120 4. 160

13) ขว้างลูกบอลในแนวระดับ ด้วยความเร็วต้น 20 เมตร/วินาที จากหน้าต่างของตึกแห่งหนึ่ง ซึ่งสูงจากพื้นดิน 40 เมตรลูกบอลจะตกห่างจากตึกแห่งนี้มีค่าตรงกับข้อใด

1. 56.57 เมตร 2. 57.72 เมตร 3. 58.63 เมตร 4. 59.14 เมตร

14) เครื่องบินบังคับวิทยุ บินด้วยความเร็ว 12 เมตร/วินาที ในแนวระดับ ที่ระดับความสูง 80 เมตร ปรากฏว่าแบตเตอรี่หลุดจากเครื่องบินและตกลงสู่พื้นดิน ข้อใดกล่าว**ถูกต้อง**

1. แบตเตอรี่ใช้เวลาลอยในอากาศ 8 วินาที
2. ค่าความเร็วในแนวดิ่งเท่ากับค่าความเร็วในแนวระดับ
3. ค่าความเร็วในแนวดิ่งน้อยกว่าค่าความเร็วในแนวระดับ
4. ค่าความเร็วในแนวดิ่งมากกว่าค่าความเร็วในแนวระดับ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

จุดประสงค์การเรียนรู้ที่ 3. ทดลองและอภิปรายเกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ของวัตถุ

15) วัตถุชนิดเดียวกัน 2 ก้อน มวลไม่เท่ากัน วัตถุ A ถูกขว้างออกไปในแนวระดับ ส่วนวัตถุ B ถูกปล่อยให้ตกลงในแนวดิ่งพร้อมๆกัน ณ ระดับความสูงเดียวกัน ถ้าไม่คิดแรงต้านทาน ของอากาศ จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้

1. วัตถุ A และ B ถึงพื้นพร้อมกัน
2. ขณะตกถึงพื้น วัตถุ A มีอัตราเร็วสูงกว่าวัตถุ B
3 .ขณะตกถึงพื้น วัตถุ A มีอัตราเร็วเท่ากับวัตถุ B

ข้อความใด**ถูกต้อง**

1. ข้อ 1 , 2 และ 3 2. ข้อ 1 , 3 3. ข้อ 2 , 3 4. ข้อ 1, 2

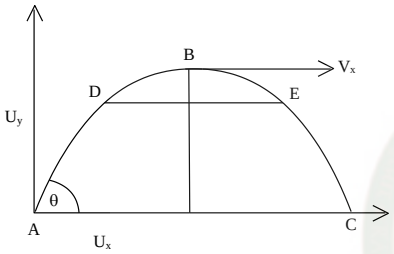
16) ลูกบอลชนิดเดียวกัน ลูก A และ B ลูกบอล A ถูกขว้างออกไปในแนวราบ และ ลูกบอล B ปล่อยให้ ตกลงในแนวดิ่งที่ระดับความสูงเดียวกัน เมื่อไม่คิดแรงต้านของอากาศจงพิจารณาข้อความต่อไปนี้

1. A ตกถึงพื้นก่อน B 2. ตกถึงพื้นพร้อมกัน
3. A มีอัตราเร็วสูงกว่า B 4. B มีอัตราเร็วสูงกว่า A

ข้อความใดถูกต้อง

1. ข้อ 1. ถูก 2. ข้อ 1. และ 3 ถูก
3. ข้อ 2. และ 3. ถูก 4. ข้อ 2. และ 4. ถูก

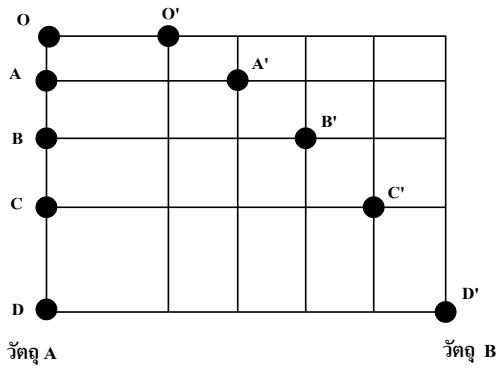
17) ถ้าขว้างวัตถุในทิศทำมุม θ กับแนวระดับด้วยอัตราเร็วต้น u ดังรูป ข้อใดกล่าว**ไม่ถูกต้อง**



1. ความเร็วแนวราบของวัตถุที่จุด A, B, C เท่ากัน
2. ความเร็วในแนวดิ่งของวัตถุที่ A และ C มีขนาดเท่ากันแต่ทิศตรงข้าม
3. ช่วงเวลาจากจุด A ถึง B จะเท่ากับจุด B ถึง C และจะเท่ากับจุด A ถึง C
4. อัตราเร็วของวัตถุ ณ จุด D และ E ที่สูงเท่ากันย่อมเท่ากัน

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

18) วัตถุ A และ B ถูกโยนออกจากจุดเดียวกันดังรูปโดยวัตถุ A เคลื่อนที่ในแนวดิ่ง ส่วนวัตถุ B เคลื่อนที่แบบโปรเจกไทล์ ข้อใดกล่าวถูกต้อง



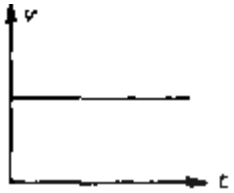
1. วัตถุ A ตกถึงพื้นดินก่อนวัตถุ B
2. อัตราเร็วขณะใดขณะหนึ่งในแนวดิ่งของวัตถุ A ไม่เท่ากับวัตถุ B

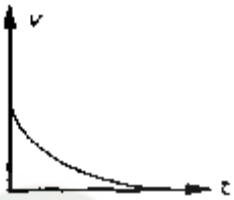
3. สำหรับวัตถุ B ที่เคลื่อนที่แบบโปรเจกไทล์นั้น ที่ตำแหน่ง A’ B’ C’ D’ วัตถุมีความเร็วตามแนวระดับคงตัวและเท่ากันด้วย

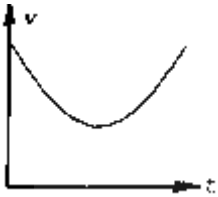
4. เมื่อเวลาเท่ากันการกระจัดของวัตถุ A ย่อมเท่ากับวัตถุ B

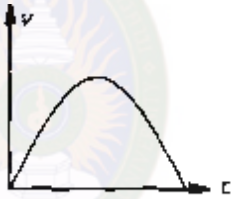
จุดประสงค์การเรียนรู้ที่ 4. ทดลองและอธิบายเกี่ยวกับความเร็วต้นและมุมในการยิงวัตถุแบบโพรเจกไทล์

19) เมื่อยิงวัตถุด้วยอัตราเร็ว u ทำมุมเงย θ กราฟในข้อใดแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเร็ว v กับเวลา t ได้**ถูกต้อง**

1. 

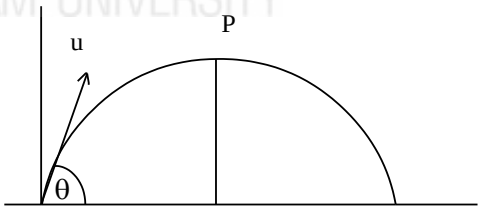
2. 

3. 

4. 

20) โพรเจกไทล์มีความเร็วต้น u ในทิศทำมุม θ กับแนวราบ และขึ้นไปได้ตำแหน่งสูงสุดที่จุด P ในเวลา t วินาที ถ้าไม่คิดแรงต้านของอากาศ จงพิจารณาตำแหน่ง P ซึ่งเป็นจุดสูงสุดของการเคลื่อนที่

1. การกระจัดในแนวราบเท่ากับ $U\cos\theta \cdot t$
2. ความเร่งมีค่าเป็นศูนย์
3. อัตราเร็วเท่ากับ $U\cos\theta$
4. การกระจัดในแนวดิ่งเท่ากับ $U\sin\theta \cdot t$



ข้อใดกล่าว**ถูกต้อง**

1. 1 และ 3 2. 1 และ 4 3. 1, 2 และ 3 4. 2, 3 และ 4

21) ในการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ มุม θ ระหว่างแรงกระทำกับทิศทางการเคลื่อนที่ ควรมีค่าตรงตามข้อใด

1. $0 \le \theta < 90^\circ$ 2. $\theta = 90^\circ$
3. $90^\circ \le \theta \le 180^\circ$ 4. $0 < \theta < 180^\circ$

22) วัตถุเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ด้วยอัตราเร็วต้น U ทำมุม θ กับแนวระดับ ที่จุดสูงสุด อัตราเร็วของวัตถุมีค่าตรงกับข้อใด

1. 0
2. $U\cos\theta$
3. $U\sin\theta$
4. U

23) เมื่อขว้างลูกหินด้วยความเร็วต้น 20 เมตร/วินาที พบว่าก้อนหินนี้ตกถึงพื้นราบด้วยความเร็วที่ทำมุม 60° กับแนวดิ่ง หินก้อนนี้จะขึ้นได้สูงสุดเท่าใด

1. 5 m
2. 10 m
3. 15 m
4. 20 m

24) เบ็กแฮมเตะลูกบอลทำมุม 35° กับแนวระดับปรากฏว่าลูกบอลตกไกล 50 เมตร ถ้าต้องการยิงลูกบอลให้ตกได้ไกลกว่าเดิม มุมยิงลูกบอลควรมีค่ากี่องศา

1. 45
2. 55
3. 65
4. 75

25) ยิงกระสุนปืนใหญ่จากเชิงเขาที่เอียง 30 องศากับแนวระดับ ด้วยความเร็ว 60 เมตร/วินาที ทำมุม 60 องศากับแนวระดับ ปรากฏว่ากระสุนไปตกบนเนินเขา จงหาว่าจุดที่กระสุนตกอยู่สูงจากพื้นระดับกี่เมตร

1. 120 เมตร
2. $120\sqrt{3}$ เมตร
3. 240 เมตร
4. $240\sqrt{3}$ เมตร

26) ปัดลูกบอลให้เคลื่อนที่ไปตามพื้นโต๊ะซึ่งสูง 80 เซนติเมตร ปรากฏว่าลูกบอลกระทบพื้นห่างจากโต๊ะ ในแนวราบ 160 เซนติเมตร ลูกบอลกระทบพื้นในทิศทางทำมุมกี่องศากับแนวราบ

1. 30°
2. 37°
3. 45°
4. 53°

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

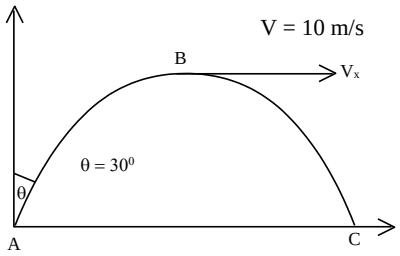
27) ชายคนหนึ่งเตะฟุตบอลจากพื้นดินด้วยความเร็วต้น 10 เมตร/วินาที ในทิศทำมุม 60° กับแนวระดับ จงหาความเร็วที่จุดสูงสุด มีค่าเท่ากับข้อใด

1. 0 เมตร/วินาที
2. 5 เมตร/วินาที
3. $5\sqrt{3}$ เมตร/วินาที
4. 10 เมตร/วินาที

28) นักเรียนขว้างก้อนหินจากหอคอยสูง 60 เมตร ทำมุมเงย 53° กับแนวระดับ ด้วยความเร็ว 25 เมตรต่อวินาที ก้อนหินจะตกห่างจากฐานหอคอยเป็นระยะทางเท่าใด

1. 50 เมตร
2. 90 เมตร
3. 80 เมตร
4. 70 เมตร

29) ขว้างวัตถุด้วยความเร็ว 10 เมตรต่อวินาที ทำมุม 30 องศากับแนวดิ่ง เมื่อขึ้นถึงจุดสูงสุดวัตถุมีความเร็วเท่าไร



1. 5 เมตร/วินาที
2. $5\sqrt{3}$ เมตร/วินาที
3. 10 เมตร/วินาที
4. $10\sqrt{3}$ เมตร/วินาที

30) นักกีฬาจะต้องพุ่งแหลน ทำมุมเท่าใดกับแนวระดับ จึงจะตกไกลจากจุดพุ่ง**มากที่สุด**

1. ทำมุมเอียง 30 องศา กับแนวระดับ
2. ทำมุมเอียง 70 องศา กับแนวระดับ
3. ทำมุมเอียง 60 องศา กับแนวระดับ
4. ทำมุมเอียง 45 องศา กับแนวระดับ

☺☺☺☺☺☺☺☺☺☺☺☺☺☺☺☺☺☺☺

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

เฉลย แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิชา ฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

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

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาคผนวก ฆ

ตัวอย่างแบบประเมินเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

แบบประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้

แบบแสดงความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา
เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

คำชี้แจง ขอให้ท่านผู้เชี่ยวชาญได้กรุณาแสดงความคิดเห็นของท่านที่มีต่อแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา โดยใส่เครื่องหมาย (/) ลงในช่องความคิดเห็นที่เห็นว่าถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียวเท่านั้น พร้อมเขียนข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ในการนำไปพิจารณาปรับปรุงต่อไป

แบบประเมินเป็นชนิดเลือกแสดงความคิดเห็น 6 ด้าน จำนวน 22 รายการ โดยแบ่งเป็น 5 ระดับ ดังนี้

ให้ 5 หมายถึง มีความ/เหมาะสมมากที่สุด
ให้ 4 หมายถึง มีความสอดคล้อง/เหมาะสมมาก
ให้ 3 หมายถึง มีความสอดคล้อ/เหมาะสมปานกลาง
ให้ 2 หมายถึง มีความสอดคล้อง/ เหมาะสมน้อย
ให้ 1 หมายถึง มีความสอดคล้อง/เหมาะสมน้อยที่สุด

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

รายการ	5	4	3	2	1
1. จุดประสงค์การเรียนรู้					
1.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้					
1.2 สอดคล้องกับพฤติกรรมการเรียนรู้					
1.3 สามารถวัด/ประเมินผลได้					
2. สาระการเรียนรู้					
2.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้					
2.2 เหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน					
3. สื่อ/แหล่งเรียนรู้					
3.1 เหมาะสมกับวัยและความสามารถของผู้เรียน					
3.2 เหมาะสมกับเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนรู้					
4. เนื้อหา					
4.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้					
4.2 เรียงลำดับกิจกรรมได้เหมาะสม					
4.3 สอดคล้องกับตัวชี้วัด					
4.4 เหมาะสมกับเวลาที่สอน					
4.5 การบูรณาการความรู้ด้านสะเต็มศึกษา					
5.กิจกรรมการเรียนรู้					
5.1 สอดคล้องจุดประสงค์ และการวัดและประเมินผล					
5.2 สอดคล้องเหมาะสมกับเนื้อหา					
5.3 เหมาะสมกับวัยและความสามารถของผู้เรียน					
5.4 ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการวางแผนในการทำงาน					
5.5 ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีการนำเทคโนโลยีมาใช้ในการออกแบบชิ้นงาน					
5.6 ชิ้นงานสามารถเชื่อมโยงการนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้					
5.7 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม					

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
MAHASARAKHAM UNIVERSITY

รายการ	5	4	3	2	1
6. การวัดและประเมินผล					
6.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้					
6.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้					
6.3 ใช้เครื่องมือวัดผลได้เหมาะสม					

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้เชี่ยวชาญ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

แบบประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วิชาฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

คำชี้แจง

1. การประเมินแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อวิเคราะห์หาค่า IOC แบ่งคุณลักษณะที่ต้องการประเมินดังนี้

1.1 ความชัดเจนของคำถาม

1.3 ความสอดคล้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2. เมื่อท่านได้ตรวจสอบแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ครบถ้วนแล้ว โปรดกรุณาประเมินความสอดคล้องระหว่างเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง +1, 0 หรือ -1 ที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด

+1 หมายถึง สอดคล้อง/เหมาะสม

0 หมายถึง ไม่แน่ใจ

-1 หมายถึง ไม่สอดคล้อง/ไม่เหมาะสม

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

3. สร้างข้อสอบจำนวน 30 ข้อ ใช้จริงจำนวน 20 ข้อ ดังนี้ โดยสอดคล้องและครอบคลุมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ 5 ขั้น ดังนี้

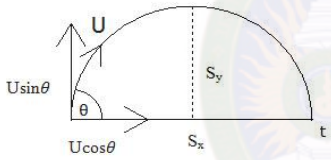
1) ทักษะการตั้งสมมติฐาน (Indentifying and controlling variables)

2) ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Formulating hypotheses)

3) ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (Defining variables operationally)

4) ทักษะการทดลอง (Experimenting)

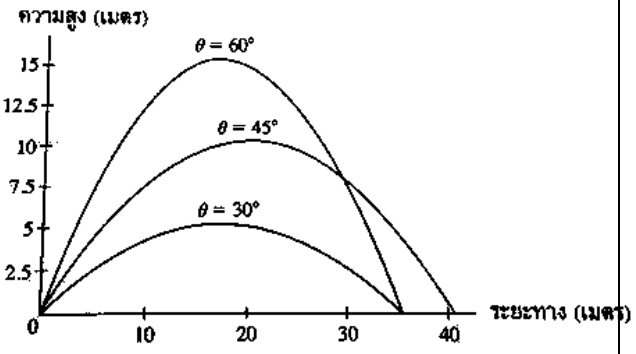
5) ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (Interpreting data and making conclusion)

แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการ	ระดับการพิจารณา			คำแนะนำ
	+1	0	-1	
<u>สถานการที่ 1</u> นายแดงเป็นนักกีฬาพุ่งแหลน ทำการแข่งขันกีฬาระดับจังหวัด โดยมีโอกาสพุ่งแหลน 3 ครั้ง เขาทำการพุ่งแหลนโดยออกแรงขว้างมากที่สุดแทบจะเท่ากันทุกครั้งที่ขว้าง ซึ่งสามารถวาดแนวการพุ่งแหลนของเขาได้ดังรูป โดยแต่ละครั้งเขาพุ่งแหลนโดยใช้มุมในการเคลื่อนที่ต่างกันออกไป เพื่อชัยชนะเขาต้องการที่จะพุ่งแหลนให้ได้ระยะที่ไกลที่สุด ดังนั้นจากความรู้เรื่องการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์เขาควรพุ่งแหลนในลักษณะใด  (ใช้สถานการณ์นี้ตอบคำถามข้อ 1-10)				
ทักษะตั้งสมมติฐาน 1) จากความรู้เรื่องการเคลื่อนที่โพรเจกไทล์ ข้อใดเหมาะสมที่จะตั้งเป็นสมมติฐานการทดลองจากสถานการณ์ที่ 1 <u>มากที่สุด</u> 1. มุม 45 องศากับแนวระดับกับแนวระดับทำให้วัตถุไปได้ไกลสุด 2. นายแดงต้องพุ่งแหลนทำมุม 45 องศา กับแนวระดับกับแนวระดับ 3. นายแดงจะต้องพุ่งแหลน ทำมุมเท่าใดกับแนวระดับ จึงจะตกไกลจากจุดพุ่งมากที่สุด **4. ที่มุมเอียง 45 องศา นายแดงจะพุ่งแหลนตกไกลจากจุดพุ่งมากที่สุด**				
ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ 2) จากสถานการณ์ที่ 1 นักเรียนควรกำหนดนิยาม S_x ให้เหมาะสมมากที่สุดดังข้อใดต่อไปนี้				

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม MAHASARAKHAM RAJABHAT MAHAVIDYALAM UNIVERSITY

แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการ	ระดับการพิจารณา			คำแนะนำ
	+1	0	-1	
1. เป็นขนาดหรือระยะการเคลื่อนที่การพุ่งแหลนในแนวระดับ 2. เป็นขนาดหรือระยะการเคลื่อนที่การพุ่งแหลนในแนวดิ่ง 3. เป็นขนาดความเร็วต้นการเคลื่อนที่การพุ่งแหลนในแนวระดับ 4. เป็นช่วงเวลาในการเคลื่อนที่ทั้งหมด				
3) จากสถานการณ์ที่ 1 นักเรียนควรกำหนดนิยาม S_y ให้เหมาะสมมากที่สุดดังข้อใดต่อไปนี้ 1. เป็นขนาดหรือระยะการเคลื่อนที่การพุ่งแหลนในแนวระดับ **2. เป็นขนาดหรือระยะการเคลื่อนที่การพุ่งแหลนในแนวดิ่ง** 3. เป็นขนาดความเร็วต้นการเคลื่อนที่การพุ่งแหลนในแนวระดับ 4. เป็นช่วงเวลาในการเคลื่อนที่ทั้งหมด				
4) จากสถานการณ์ที่ 1 นักเรียนควรกำหนดนิยาม t ให้เหมาะสมมากที่สุดดังข้อใดต่อไปนี้ 1. เป็นขนาดหรือระยะการเคลื่อนที่การพุ่งแหลนในแนวระดับ 2. เป็นขนาดหรือระยะการเคลื่อนที่การพุ่งแหลนในแนวดิ่ง 3. เป็นขนาดความเร็วต้นการเคลื่อนที่การพุ่งแหลนในแนวระดับ **4. เป็นช่วงเวลาในการเคลื่อนที่ทั้งหมด**				
ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร 5) จากสถานการณ์ที่ 1 การกำหนดตัวแปรต้น คือข้อใดต่อไปนี้ 1. แรงต้านอากาศ 2. ความแข็งแรงของนักกีฬา **3. มุมที่แดงพุ่งแหลนกับแนวระดับ** 4. ระยะทางที่พุ่งแหลนได้				
6) จากสถานการณ์ที่ 1 การกำหนดตัวแปรตาม คือข้อใดต่อไปนี้ 1. แรงต้านอากาศ 2. ความแข็งแรงของนักกีฬา 3. มุมที่แดงพุ่งแหลนกับแนวระดับ **4. ระยะทางที่แดงพุ่งแหลนได้**				
7) จากสถานการณ์ที่ 1 การกำหนดตัวแปรควบคุม คือข้อใดต่อไปนี้				

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการ	ระดับการพิจารณา			คำแนะนำ
	+1	0	-1	
1. แรงต้านอากาศขณะนั้น 2. ความแข็งแรงของนักกีฬาพุ่งแหลน **3. ความเร็วต้นที่ใช้พุ่งแหลน** 4. เวลากำหนดการแข่งขัน				
ทักษะการทดลอง 8) ถ้านำสถานการณ์ที่ 1 มาออกแบบเป็นการทดลองโยนวัตถุที่โรงเรียนนักเรียนจะต้องทดลองและบันทึกผลเพื่อให้ได้ค่าใดบ้างเป็นอย่างน้อย **1. มุมการโยนวัตถุกับระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ไปตกพื้นได้** 2. มุมการโยนวัตถุกับเวลาที่วัตถุเคลื่อนที่ไปตกพื้นได้ 3. มุมการโยนวัตถุกับแรงต้านอากาศ 4. มุมการโยนวัตถุกับความเร็วต้น				
9) นักเรียนคิดว่าควรใช้อุปกรณ์ใดที่มีความเหมาะสมมากที่สุดในการวัดระยะที่วัตถุเคลื่อนที่ไปตกพื้นได้ 1. ไม้บรรทัด 2. สายวัดตัว **3. ตลับเมตร** 4. ไม้เมตร				
ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป 10) กราฟแสดงระยะการเคลื่อนที่ของวัตถุที่ขว้างออกไปด้วยอัตราเร็วคงตัวค่าหนึ่งในมุมที่แตกต่างกัน  จากกราฟแดงจะต้องพุ่งแหลน ทำมุมกับแนวระดับตรงกับข้อใดจึงจะตกไกลจากจุดพุ่งมากที่สุด 1. ทำมุมเอียง 30 องศา กับแนวระดับ 2. ทำมุมเอียง 70 องศา กับแนวระดับ				

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการ	ระดับการพิจารณา			คำแนะนำ
	+1	0	-1	
3. ทำมุมเอียง 60 องศา กับแนวระดับ **4. ทำมุมเอียง 45 องศา กับแนวระดับ**				

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

แบบประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิชาฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

คำชี้แจง

1. การประเมินแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพื่อวิเคราะห์หาค่า IOC แบ่งคุณลักษณะที่ต้องการประเมินดังนี้

1.1 ความชัดเจนของคำถาม

1.2 ความสอดคล้องกับพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านความรู้-ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้และการวิเคราะห์

1.3 ความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

2. เมื่อท่านได้ตรวจสอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ครบถ้วนแล้ว โปรดกรุณาประเมินความสอดคล้องระหว่างเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง +1, 0 หรือ -1 ที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด

+1 หมายถึง สอดคล้อง/เหมาะสม

0 หมายถึง ไม่แน่ใจ

-1 หมายถึง ไม่สอดคล้อง/ไม่เหมาะสม

3. สร้างข้อสอบจำนวน 40 ข้อ ใช้จริงจำนวน 30 ข้อ ดังนี้ โดยสอดคล้องและครอบคลุมกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ดังนี้

1. อธิบายและอภิปรายเกี่ยวกับความหมายและลักษณะการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์
2. หาปริมาณต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์
3. ทดลองและอภิปรายเกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ของวัตถุ
4. ทดลองและอธิบายเกี่ยวกับความเร็วต้นและมุมในการยิงวัตถุแบบโพรเจกไทล์

จุดประสงค์/แบบทดสอบ	ความสอดคล้อง			คำแนะนำ
	+1	0	-1	
1. อธิบายและอภิปรายเกี่ยวกับความหมายและลักษณะ การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์				
1) การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ มีแนวการเคลื่อนที่ตรงกับข้อใด 1. แนวเส้นตรง **2. แนวโค้งพาราโบลา** 3. แนววงกลม 4. แนวโค้งไฮเปอร์โบลา				
2) การยิงวัตถุไปในอากาศในแนวที่เอียงไปจากแนวดิ่ง ส่งผลทำให้วัตถุมีการเคลื่อนที่ตรงกับข้อใด 1. การเคลื่อนที่เป็นแนวตรง 2. การเคลื่อนที่เป็นวงกลม **3. การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์** 4. การเคลื่อนที่แนวโค้งแบบกลับไปกลับมา				
3) ข้อใดเป็นลักษณะการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ 1. การหมุนของพัดลม **2. การเหวี่ยงลูกบอลลงในสนาม** 3. การเคลื่อนที่ของกระสุนปืน 4. การเคลื่อนที่ของดวงจันทร์รอบโลก				
4) ข้อใดเป็นตัวอย่างของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ 1. เล่นชิงช้า 2. วิ่งแข่งขัน **3. ชู้ตลูกบาสเกตบอล** 4. นั่งรถไฟเหาะตีลังกา				
5) ข้อสรุปใด เป็นการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ **1. การเคลื่อนที่ของลูกเทนนิส** 2. การกลิ้งของลูกบอลบนพื้นลื่น 3. เครื่องร่อนขณะร่อนลงสู่พื้นดิน 4. เครื่องบินขณะบินขึ้นจากสนามบิน				

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาคผนวก ง

การหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ ง.1

ผลการพิจารณาประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

รายการประเมิน	ผลการประเมินผู้เชี่ยวชาญ					รวม	IOC	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	4	5			
1. จุดประสงค์การเรียนรู้								
1.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4	5	5	5	5	24	4.8	มากที่สุด
1.2 สอดคล้องกับพฤติกรรมการเรียนรู้	4	5	5	5	5	24	4.8	มากที่สุด
1.3 สามารถวัด/ประเมินผลได้	4	5	5	5	5	24	4.8	มากที่สุด
2. สาระการเรียนรู้								
2.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5	5	25	5	มากที่สุด
2.2 เหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน	5	5	5	5	5	25	5	มากที่สุด
3. สื่อ/แหล่งเรียนรู้								
3.1 เหมาะสมกับวัยและความสามารถของผู้เรียน	5	5	5	5	5	25	5	มากที่สุด
3.2 เหมาะสมกับเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	4	4	5	23	4.6	มากที่สุด
4. เนื้อหา								
4.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4	5	5	5	5	24	4.8	มากที่สุด
4.2 เรียงลำดับกิจกรรมได้เหมาะสม	5	5	5	4	5	24	4.8	มากที่สุด
4.3 สอดคล้องกับตัวชี้วัด	4	5	5	4	5	23	4.6	มากที่สุด
4.4 เหมาะสมกับเวลาที่สอน	4	5	5	4	5	23	4.6	มากที่สุด
4.5 การบูรณาการความรู้ด้านสะเต็มศึกษา	5	5	5	5	5	25	5	มากที่สุด
5. กิจกรรมการเรียนรู้								
5.1 สอดคล้องจุดประสงค์ และการวัดและประเมินผล	5	5	5	5	5	25	5	มากที่สุด
5.2 สอดคล้องเหมาะสมกับเนื้อหา	4	5	5	5	5	24	4.8	มากที่สุด
5.3 เหมาะสมกับวัยและความสามารถของผู้เรียน	4	5	5	5	5	24	4.8	มากที่สุด
5.4 ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการวางแผนในการทำงาน	5	5	5	5	5	25	5	มากที่สุด

(ต่อ)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ ง.1 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผลการประเมินผู้เชี่ยวชาญ					รวม	IOC	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	4	5			
5.5 ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีการนำเทคโนโลยีมาใช้ในการออกแบบชิ้นงาน	4	5	4	5	5	23	4.6	มากที่สุด
5.6 ชิ้นงานสามารถเชื่อมโยงการนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้	5	5	5	5	5	25	5	มากที่สุด
5.7 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม	5	5	5	5	5	25	5	มากที่สุด
6. การวัดและประเมินผล								
6.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4	4	5	5	5	23	4.6	มากที่สุด
6.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5	5	25	5	มากที่สุด
6.3 ใช้เครื่องมือวัดผลได้เหมาะสม	5	5	5	5	5	25	5	มากที่สุด
รวม	97	109	107	106	109	528	105.6	
เฉลี่ย	4.4	4.9	4.9	4.8	4.9	24	4.8	
					4.8			
ระดับคุณภาพ	เหมาะสมมากที่สุด							

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ ง.2

ผลการประเมินความสอดคล้องรายข้อของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
2	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
3	0	0	0	1	1	2	0.4	ใช้ไม่ได้
4	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
5	1	0	1	0	0	2	0.4	ใช้ไม่ได้
6	1	1	1	0	1	4	0.8	ใช้ได้
7	1	0	1	1	1	4	0.8	ใช้ได้
8	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
9	1	1	1	0	1	4	0.8	ใช้ได้
10	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
11	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
12	0	1	1	1	1	4	0.8	ใช้ได้
13	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
14	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
15	0	1	1	1	1	4	0.8	ใช้ได้
16	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
17	1	1	1	-1	0	2	0.4	ใช้ไม่ได้
18	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
19	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
20	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
21	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
22	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
23	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้

(ต่อ)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ ง.2 (ต่อ)

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
24	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
25	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
26	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
27	1	0	1	1	1	4	0.8	ใช้ได้
28	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
29	1	0	1	1	1	4	0.8	ใช้ได้
30	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
31	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
32	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
33	1	1	1	0	1	4	0.8	ใช้ได้
34	1	0	1	1	1	4	0.8	ใช้ได้
35	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
36	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
37	1	0	1	1	1	4	0.8	ใช้ได้
38	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
39	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
40	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ ง.3

ผลการวิเคราะห์ค่า IOC ค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ข้อที่	IOC	p	r	ผลการพิจารณา			หมายเหตุ
				IOC	ค่า p	ค่า r (จำแนก)	
1	1	0.75	0.47	ใช้ได้	ค่อนข้างง่าย	ดีมาก	ใช้จริง
2	1	0.65	0.33	ใช้ได้	ค่อนข้างง่าย	ดี	ใช้จริง
3	0.4	0.55	0.20	ใช้ไม่ได้	ปานกลาง	พอใช้	ไม่ได้ใช้จริง
4	1	0.65	0.60	ใช้ได้	ค่อนข้างง่าย	ดีมาก	ใช้จริง
5	0.4	0.85	0.33	ใช้ไม่ได้	ง่าย	ดี	ไม่ได้ใช้จริง
6	0.8	0.70	0.40	ใช้ได้	ค่อนข้างง่าย	ดีมาก	ใช้จริง
7	0.8	0.60	0.80	ใช้ได้	ปานกลาง	ดีมาก	ใช้จริง
8	1	0.55	0.47	ใช้ได้	ปานกลาง	ดีมาก	ใช้จริง
9	0.8	0.35	0.47	ใช้ได้	ค่อนข้างยาก	ดีมาก	ใช้จริง
10	1	0.45	-0.73	ใช้ได้	ปานกลาง	ไม่ดี	ไม่ได้ใช้จริง
11	1	0.75	0.47	ใช้ได้	ค่อนข้างง่าย	ดีมาก	ใช้จริง
12	0.8	0.50	-0.13	ใช้ได้	ปานกลาง	ไม่ดี	ไม่ได้ใช้จริง
13	1	0.45	0.07	ใช้ได้	ปานกลาง	ไม่ดี	ไม่ได้ใช้จริง
14	1	0.60	0.80	ใช้ได้	ปานกลาง	ดีมาก	ใช้จริง
15	0.8	0.65	0.60	ใช้ได้	ค่อนข้างง่าย	ดีมาก	ใช้จริง
16	1	0.55	0.73	ใช้ได้	ปานกลาง	ดีมาก	ใช้จริง
17	0.4	0.55	0.73	ใช้ไม่ได้	ปานกลาง	ดีมาก	ไม่ได้ใช้จริง
18	1	0.55	0.73	ใช้ได้	ปานกลาง	ดีมาก	ใช้จริง
19	1	0.60	0.80	ใช้ได้	ปานกลาง	ดีมาก	ใช้จริง
20	1	0.55	0.20	ใช้ได้	ปานกลาง	พอใช้	ใช้จริง
21	1	0.60	0.80	ใช้ได้	ปานกลาง	ดีมาก	ใช้จริง
22	1	0.50	0.67	ใช้ได้	ปานกลาง	ดีมาก	ใช้จริง

(ต่อ)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ ง.3 (ต่อ)

ข้อที่	IOC	p	r	ผลการพิจารณา			หมายเหตุ
				IOC	ค่า p	ค่า r (จำแนก)	
23	1	0.35	0.47	ใช้ได้	ค่อนข้างยาก	ดีมาก	ใช้จริง
24	1	0.60	0.53	ใช้ได้	ปานกลาง	ดีมาก	ใช้จริง
25	1	0.55	0.47	ใช้ได้	ปานกลาง	ดีมาก	ใช้จริง
26	1	0.40	0.27	ใช้ได้	ปานกลาง	พอใช้	ใช้จริง
27	0.8	0.45	0.07	ใช้ได้	ปานกลาง	ไม่ดี	ไม่ได้ใช้จริง
28	1	0.30	0.13	ใช้ได้	ค่อนข้างยาก	ปรับปรุง	ไม่ได้ใช้จริง
29	0.8	0.55	-0.60	ใช้ได้	ปานกลาง	ไม่ดี	ไม่ได้ใช้จริง
30	1	0.50	0.40	ใช้ได้	ปานกลาง	ดีมาก	ใช้จริง
31	1	0.75	0.47	ใช้ได้	ค่อนข้างง่าย	ดีมาก	ใช้จริง
32	1	0.55	0.47	ใช้ได้	ปานกลาง	ดีมาก	ใช้จริง
33	0.8	0.65	0.33	ใช้ได้	ค่อนข้างง่าย	ดี	ใช้จริง
34	0.8	0.10	-0.13	ใช้ได้	ยาก	ไม่ดี	ไม่ได้ใช้จริง
35	1	0.70	0.40	ใช้ได้	ค่อนข้างง่าย	ดีมาก	ใช้จริง
36	1	0.50	0.40	ใช้ได้	ปานกลาง	ดีมาก	ใช้จริง
37	0.8	0.70	0.40	ใช้ได้	ค่อนข้างง่าย	ดีมาก	ใช้จริง
38	1	0.60	0.53	ใช้ได้	ปานกลาง	ดีมาก	ใช้จริง
39	1	0.75	0.47	ใช้ได้	ค่อนข้างง่าย	ดีมาก	ใช้จริง
40	1	0.65	0.60	ใช้ได้	ค่อนข้างง่าย	ดีมาก	ใช้จริง

หมายเหตุ. ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.92

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ ง.4

ผลการวิเคราะห์ค่า IOC ค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่คัดเลือกแล้ว ด้วยการจัดการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ข้อที่	IOC	p	r	ผลการพิจารณา			หมายเหตุ
				IOC	ค่า p	ค่า r (จำแนก)	
1	1	0.75	0.47	ใช้ได้	ค่อนข้างง่าย	ดีมาก	ใช้จริง
2	1	0.65	0.33	ใช้ได้	ค่อนข้างง่าย	ดี	ใช้จริง
3	1	0.65	0.60	ใช้ได้	ค่อนข้างง่าย	ดีมาก	ใช้จริง
4	0.8	0.70	0.40	ใช้ได้	ค่อนข้างง่าย	ดีมาก	ใช้จริง
5	0.8	0.60	0.80	ใช้ได้	ปานกลาง	ดีมาก	ใช้จริง
6	1	0.55	0.47	ใช้ได้	ปานกลาง	ดีมาก	ใช้จริง
7	0.8	0.35	0.47	ใช้ได้	ค่อนข้างยาก	ดีมาก	ใช้จริง
8	1	0.75	0.47	ใช้ได้	ค่อนข้างง่าย	ดีมาก	ใช้จริง
9	1	0.60	0.80	ใช้ได้	ปานกลาง	ดีมาก	ใช้จริง
10	0.8	0.65	0.60	ใช้ได้	ค่อนข้างง่าย	ดีมาก	ใช้จริง
11	1	0.55	0.73	ใช้ได้	ปานกลาง	ดีมาก	ใช้จริง
12	1	0.55	0.73	ใช้ได้	ปานกลาง	ดีมาก	ใช้จริง
13	1	0.60	0.80	ใช้ได้	ปานกลาง	ดีมาก	ใช้จริง
14	1	0.55	0.20	ใช้ได้	ปานกลาง	พอใช้	ใช้จริง
15	1	0.60	0.80	ใช้ได้	ปานกลาง	ดีมาก	ใช้จริง
16	1	0.50	0.67	ใช้ได้	ปานกลาง	ดีมาก	ใช้จริง
17	1	0.35	0.47	ใช้ได้	ค่อนข้างยาก	ดีมาก	ใช้จริง
18	1	0.60	0.53	ใช้ได้	ปานกลาง	ดีมาก	ใช้จริง
19	1	0.55	0.47	ใช้ได้	ปานกลาง	ดีมาก	ใช้จริง
20	1	0.40	0.27	ใช้ได้	ปานกลาง	พอใช้	ใช้จริง
21	1	0.50	0.40	ใช้ได้	ปานกลาง	ดีมาก	ใช้จริง
22	1	0.75	0.47	ใช้ได้	ค่อนข้างง่าย	ดีมาก	ใช้จริง

(ต่อ)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ ง.4 (ต่อ)

ข้อที่	IOC	p	r	ผลการพิจารณา			หมายเหตุ
				IOC	ค่า p	ค่า r (จำแนก)	
23	1	0.55	0.47	ใช้ได้	ปานกลาง	ดีมาก	ใช้จริง
24	0.8	0.65	0.33	ใช้ได้	ค่อนข้างง่าย	ดี	ใช้จริง
25	1	0.70	0.40	ใช้ได้	ค่อนข้างง่าย	ดีมาก	ใช้จริง
26	1	0.50	0.40	ใช้ได้	ปานกลาง	ดีมาก	ใช้จริง
27	0.8	0.70	0.40	ใช้ได้	ค่อนข้างง่าย	ดีมาก	ใช้จริง
28	1	0.60	0.53	ใช้ได้	ปานกลาง	ดีมาก	ใช้จริง
29	1	0.75	0.47	ใช้ได้	ค่อนข้างง่าย	ดีมาก	ใช้จริง
30	1	0.65	0.60	ใช้ได้	ค่อนข้างง่าย	ดีมาก	ใช้จริง

หมายเหตุ. ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.94

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ ง.5

ผลการประเมินความสอดคล้องรายข้อ ของแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1	0	1	1	1	1	4	0.8	ใช้ได้
2	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
3	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
4	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
5	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
6	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
7	-1	0	1	1	1	2	0.4	ใช้ไม่ได้
8	0	1	1	0	1	3	0.6	ใช้ได้
9	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
10	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
11	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
12	-1	1	1	1	1	3	0.6	ใช้ได้
13	0	1	1	1	1	4	0.8	ใช้ได้
14	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
15	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
16	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
17	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
18	0	1	1	-1	1	2	0.4	ใช้ไม่ได้
19	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
20	-1	1	1	1	1	3	0.6	ใช้ได้
21	1	1	-1	1	1	3	0.6	ใช้ได้
22	1	0	1	1	1	4	0.8	ใช้ได้

(ต่อ)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ ง.5 (ต่อ)

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
23	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
24	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
25	1	1	-1	1	1	3	0.6	ใช้ได้
26	1	1	-1	1	1	3	0.6	ใช้ได้
27	1	1	-1	1	1	3	0.6	ใช้ได้
28	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
29	0	1	-1	0	1	1	0.2	ใช้ไม่ได้
30	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ ง.6

ผลการวิเคราะห์ค่า IOC ค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้วยการจัดการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ข้อที่	IOC	p	r	ผลการพิจารณา			หมายเหตุ
				IOC	ค่า p	ค่า r (จำแนก)	
1	0.8	0.50	0.59	ใช้ได้	ปานกลาง	ดีมาก	ใช้จริง
2	1	0.55	0.53	ใช้ได้	ปานกลาง	ดีมาก	ใช้จริง
3	1	0.55	0.53	ใช้ได้	ปานกลาง	ดีมาก	ใช้จริง
4	1	0.15	0.61	ใช้ได้	ยาก	ดีมาก	ไม่ได้ใช้จริง
5	1	0.65	0.41	ใช้ได้	ค่อนข้างง่าย	ดีมาก	ใช้จริง
6	1	0.60	0.47	ใช้ได้	ปานกลาง	ดีมาก	ใช้จริง
7	0.4	0.40	0.71	ใช้ไม่ได้	ปานกลาง	ดีมาก	ไม่ได้ใช้จริง
8	0.6	0.60	0.47	ใช้ได้	ปานกลาง	ดีมาก	ใช้จริง
9	1	0.75	-0.10	ใช้ได้	ค่อนข้างง่าย	ไม่ดี	ไม่ได้ใช้จริง
10	1	0.65	0.41	ใช้ได้	ค่อนข้างง่าย	ดีมาก	ใช้จริง
11	1	0.20	0.94	ใช้ได้	ค่อนข้างยาก	ดีมาก	ใช้จริง
12	0.6	0.85	0.18	ใช้ได้	ง่าย	ปรับปรุง	ไม่ได้ใช้จริง
13	0.8	0.40	0.71	ใช้ได้	ปานกลาง	ดีมาก	ใช้จริง
14	1	0.20	0.94	ใช้ได้	ค่อนข้างยาก	ดีมาก	ใช้จริง
15	1	0.45	0.65	ใช้ได้	ปานกลาง	ดีมาก	ใช้จริง
16	1	0.40	0.31	ใช้ได้	ปานกลาง	ดี	ใช้จริง
17	1	0.55	0.14	ใช้ได้	ปานกลาง	ปรับปรุง	ไม่ได้ใช้จริง
18	0.4	0.85	0.18	ใช้ไม่ได้	ง่าย	ปรับปรุง	ไม่ได้ใช้จริง
19	1	0.45	0.65	ใช้ได้	ปานกลาง	ดีมาก	ใช้จริง
20	0.6	0.35	0.76	ใช้ได้	ค่อนข้างยาก	ดีมาก	ใช้จริง
21	0.6	0.60	0.47	ใช้ได้	ปานกลาง	ดีมาก	ใช้จริง
22	0.8	0.95	-0.33	ใช้ได้	ง่าย	ไม่ดี	ไม่ได้ใช้จริง

(ต่อ)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ ง.6 (ต่อ)

ข้อที่	IOC	p	r	ผลการพิจารณา			หมายเหตุ
				IOC	ค่า p	ค่า r (จำแนก)	
23	1	0.65	0.41	ใช้ได้	ค่อนข้างง่าย	ดีมาก	ใช้จริง
24	1	0.60	0.47	ใช้ได้	ปานกลาง	ดีมาก	ใช้จริง
25	0.6	0.30	0.82	ใช้ได้	ค่อนข้างยาก	ดีมาก	ใช้จริง
26	0.6	0.85	0.18	ใช้ได้	ง่าย	ปรับปรุง	ไม่ได้ใช้จริง
27	0.6	0.85	0.18	ใช้ได้	ง่าย	ปรับปรุง	ไม่ได้ใช้จริง
28	1	0.35	0.76	ใช้ได้	ค่อนข้างยาก	ดีมาก	ใช้จริง
29	0.2	0.95	0.06	ใช้ไม่ได้	ง่าย	ไม่ดี	ไม่ได้ใช้จริง
30	1	0.40	0.71	ใช้ได้	ปานกลาง	ดีมาก	ใช้จริง

หมายเหตุ. ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.90

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ ง.7

ผลการวิเคราะห์ค่า IOC ค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่คัดเลือกแล้ว ด้วยการจัดการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ข้อที่	IOC	p	r	ผลการพิจารณา			หมายเหตุ
				IOC	ค่า p	ค่า r (จำแนก)	
1	0.8	0.50	0.59	ใช้ได้	ปานกลาง	ดีมาก	ใช้จริง
2	1	0.55	0.53	ใช้ได้	ปานกลาง	ดีมาก	ใช้จริง
3	1	0.55	0.53	ใช้ได้	ปานกลาง	ดีมาก	ใช้จริง
4	1	0.65	0.41	ใช้ได้	ค่อนข้างง่าย	ดีมาก	ใช้จริง
5	1	0.60	0.47	ใช้ได้	ปานกลาง	ดีมาก	ใช้จริง
6	0.6	0.60	0.47	ใช้ได้	ปานกลาง	ดีมาก	ใช้จริง
7	1	0.65	0.41	ใช้ได้	ค่อนข้างง่าย	ดีมาก	ใช้จริง
8	1	0.20	0.94	ใช้ได้	ค่อนข้างยาก	ดีมาก	ใช้จริง
9	0.8	0.40	0.71	ใช้ได้	ปานกลาง	ดีมาก	ใช้จริง
10	1	0.20	0.94	ใช้ได้	ค่อนข้างยาก	ดีมาก	ใช้จริง
11	1	0.45	0.65	ใช้ได้	ปานกลาง	ดีมาก	ใช้จริง
12	1	0.40	0.31	ใช้ได้	ปานกลาง	ดี	ใช้จริง
13	1	0.45	0.65	ใช้ได้	ปานกลาง	ดีมาก	ใช้จริง
14	0.6	0.35	0.76	ใช้ได้	ค่อนข้างยาก	ดีมาก	ใช้จริง
15	0.6	0.60	0.47	ใช้ได้	ปานกลาง	ดีมาก	ใช้จริง
16	1	0.65	0.41	ใช้ได้	ค่อนข้างง่าย	ดีมาก	ใช้จริง
17	1	0.60	0.47	ใช้ได้	ปานกลาง	ดีมาก	ใช้จริง
18	0.6	0.30	0.82	ใช้ได้	ค่อนข้างยาก	ดีมาก	ใช้จริง
19	1	0.35	0.76	ใช้ได้	ค่อนข้างยาก	ดีมาก	ใช้จริง
20	1	0.40	0.71	ใช้ได้	ปานกลาง	ดีมาก	ใช้จริง

หมายเหตุ. ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.93

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ ง.8

คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน โดยใช้เรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

เลขที่	คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (คะแนนเต็ม 30 คะแนน)
1	16
2	25
3	23
4	23
5	23
6	20
7	25
1	18
9	23
10	24
11	23
12	24
13	25
14	23
15	23
16	24
17	23
18	23
19	23
20	23
21	25
22	23
23	24

(ต่อ)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ ง.8 (ต่อ)

เลขที่	คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (คะแนนเต็ม 30 คะแนน)
24	25
25	23
26	23
27	23
28	22
29	24
30	23
31	25
32	25
33	23
รวม	762
$\bar{x}$	23.09
S.D.	1.90
ร้อยละ	76.97

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ ง.9

คะแนนแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนโดยใช้เรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

เลขที่	คะแนนแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์(คะแนนเต็ม 20 คะแนน)
1	12
2	16
3	15
4	17
5	15
6	12
7	17
1	15
9	18
10	15
11	16
12	16
13	16
14	15
15	17
16	15
17	17
18	15
19	16
20	13
21	16
22	15
23	15

(ต่อ)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ ง.9 (ต่อ)

เลขที่	คะแนนแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์(คะแนนเต็ม 20 คะแนน)
24	15
25	16
26	15
27	17
28	15
29	15
30	14
31	16
32	17
33	15
รวม	510
$\bar{x}$	15.45
S.D.	1.34
ร้อยละ	77.27

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาคผนวก จ

ภาพประกอบการจัดการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาพที่ จ.1 การจัดการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ในขั้นค้นหาและศึกษาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง เรื่อง ความหมายและลักษณะการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

ภาพที่ จ.2 การจัดการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ในขั้นค้นหาและศึกษาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง เรื่อง ปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

ภาพที่ จ.3 การจัดการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ในขั้นวางแผนและพัฒนา

ภาพที่ จ.4 การจัดการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ในขั้นทดสอบและประเมินผล ช่วงทดสอบชิ้นงาน

ภาพที่ จ.5 การจัดการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ในขั้นทดสอบและประเมินผล ช่วงประเมินและปรับปรุงชิ้นงาน

ภาพที่ จ.6 การจัดการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ในขั้นนำเสนอผลลัพธ์และหาแนวทางปรับปรุงผลงาน กลุ่ม 1

ภาพที่ จ.7 การจัดการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ในขั้นนำเสนอผลลัพธ์และหาแนวทางปรับปรุงผลงาน กลุ่ม 2

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

ภาพที่ จ.8 การจัดการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ในช่วงสรุปผลการทำกิจกรรม

ภาคผนวก ฉ

หนังสือแต่งตั้งผู้เชี่ยวชาญในการวิจัย

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ที่ ศธ ๐๕๔๐.๐๒/ว ๔๑๖๕

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม
๔๔๐๐๐

๒๘ พฤศจิกายน ๒๕๕๙

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

เรียน อาจารย์เฉลิมวุฒิ ศุภสุข

ด้วย นางสาวสิรินทร กิ่งชา รหัสประจำตัว ๕๘๘๐๑๐๕๐๐๑๑๗ นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาศาสตรศึกษา รูปแบบการศึกษาในเวลาราชการ ศูนย์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กำลังทำวิทยานิพนธ์ **เรื่อง"การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ ในชั้นเรียนฟิสิกส์"** เพื่อให้การวิจัยดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย บรรลุตามวัตถุประสงค์

มหาวิทยาลัยฯ จึงขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาการวิจัย เพื่อ

☐ ตรวจสอบความถูกต้องด้านเนื้อหา ภาษา

☐ ตรวจสอบด้านการวัดและประเมินผล

☐ ตรวจสอบด้านสถิติ การวิจัย

☐ อื่นๆ ระบุ.....

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่านด้วยดี

ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์สุทัศน์ แก้วคำ)
รองคณบดี รักษาการแทนคณบดี คณะครุศาสตร์
ปฏิบัติราชการแทนอธิการบดี

สาขาวิชาวิทยาศาสตรศึกษา
โทรศัพท์ ๐๔๓-๗๒๒๑๑๘ ต่อ ๑๐
www.edurmu.org

ที่ ศธ ๐๕๔๐.๐๒/ว ๔๑๖๕

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม
๔๔๐๐๐

๒๘ พฤศจิกายน ๒๕๕๙

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย
เรียน อาจารย์ภูริต ควินรัมย์

ด้วย นางสาวสิรินทร กิ่งชา รหัสประจำตัว ๕๘๘๐๑๐๕๐๐๑๑๗ นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาศาสตรศึกษา รูปแบบการศึกษาในเวลาราชการ ศูนย์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กำลังทำวิทยานิพนธ์ **เรื่อง "การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ ในชั้นเรียนฟิสิกส์"** เพื่อให้การวิจัยดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย บรรลุตามวัตถุประสงค์

มหาวิทยาลัยฯ จึงขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องเนื้อหาการวิจัยเพื่อ

- ☐ ตรวจสอบความถูกต้องด้านเนื้อหา ภาษา
- ☐ ตรวจสอบด้านการวัดและประเมินผล
- ☐ ตรวจสอบด้านสถิติ การวิจัย
- ☐ อื่นๆ ระบุ.....

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่านด้วยดี ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์สุทัศน์ แก้วคำ)
รองคณบดี รักษาการแทนคณบดีคณะครุศาสตร์
ปฏิบัติราชการแทนอธิการบดี

สาขาวิชาวิทยาศาสตรศึกษา
โทรศัพท์ ๐๔๓-๗๒๑๓๘ ต่อ ๑๐
www.edurmu.org

ที่ ศธ ๐๕๔๐.๐๒/ว ๔๑๖๕

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม
๔๔๐๐๐

๒๘ พฤศจิกายน ๒๕๕๙

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย
เรียน คุณครูชนิษฐา วีรธนศิลป์

ด้วย นางสาวสิรินทร กิ่งขา รหัสประจำตัว ๕๘๘๐๑๐๕๐๐๑๑๗ นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาศาสตรศึกษา รูปแบบการศึกษาในเวลาราชการ ศูนย์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง **"การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ ในชั้นเรียนฟิสิกส์"** เพื่อให้การวิจัยดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย บรรลุตามวัตถุประสงค์

มหาวิทยาลัยฯ จึงขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องเนื้อหาการวิจัยเพื่อ

☐ ตรวจสอบความถูกต้องด้านเนื้อหา ภาษา
☐ ตรวจสอบด้านการวัดและประเมินผล
☐ ตรวจสอบด้านสถิติ การวิจัย
☐ อื่นๆ ระบุ.....

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่านด้วยดี ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์สุทัศน์ แก้วคำ)
รองคณบดี รักษาการแทนคณบดีคณะครุศาสตร์
ปฏิบัติราชการแทนอธิการบดี

สาขาวิชาวิทยาศาสตรศึกษา
โทรศัพท์ ๐๔๓-๗๒๑๑๘ ต่อ ๑๐
www.edurmu.org

ที่ ศธ ๐๕๔๐.๐๒/ว ๔๑๖๕

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม
๔๔๐๐๐

๒๘ พฤศจิกายน ๒๕๕๙

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย
เรียน คุณครูภรัญญู เพ็งธิรภัทร

ด้วย นางสาวสิรินทร กิ่งชา รหัสประจำตัว ๕๘๘๐๑๐๕๐๐๑๓๗ นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาศาสตรศึกษา รูปแบบการศึกษาในเวลาราชการ ศูนย์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กำลังทำวิทยานิพนธ์ **เรื่อง"การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ ในชั้นเรียนฟิสิกส์"** เพื่อให้การวิจัยดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย บรรลุตามวัตถุประสงค์

มหาวิทยาลัยฯ จึงขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาการวิจัย เพื่อ

☐ ตรวจสอบความถูกต้องด้านเนื้อหา ภาษา
☐ ตรวจสอบด้านการวัดและประเมินผล
☐ ตรวจสอบด้านสถิติ การวิจัย
☐ อื่นๆ ระบุ.....

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่านด้วยดี ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์สุทัศน์ แก้วคำ)
รองคณบดี รักษาราชการแทนคณบดี คณะครุศาสตร์
ปฏิบัติราชการแทนอธิการบดี

สาขาวิชาวิทยาศาสตรศึกษา
โทรศัพท์ ๐๔๓-๗๒๒๑๑๘ ต่อ ๑๐
www.edurmu.org

ที่ ศธ ๐๕๔๐.๐๒/ว ๔๑๖๕

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม
๔๔๐๐๐

๒๘ พฤศจิกายน ๒๕๕๙

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย
เรียน คุณครูจิราพร จุฬุพงศ์

ด้วย นางสาวสิรินทร กิ่งชา รหัสประจำตัว ๕๘๘๐๑๐๕๐๐๑๑๗ นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาศาสตรศึกษา รูปแบบการศึกษาในเวลาราชการ ศูนย์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง **"การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ ในชั้นเรียนฟิสิกส์"** เพื่อให้การวิจัยดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย บรรลุตามวัตถุประสงค์

มหาวิทยาลัยฯ จึงขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องเนื้อหาการวิจัยเพื่อ

- ☐ ตรวจสอบความถูกต้องด้านเนื้อหา ภาษา
- ☐ ตรวจสอบด้านการวัดและประเมินผล
- ☐ ตรวจสอบด้านสถิติ การวิจัย
- ☐ อื่นๆ ระบุ.....

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่านด้วยดี ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์สุทัศน์ แก้วคำ)
รองคณบดี รักษาการแทนคณบดีคณะครุศาสตร์
ปฏิบัติราชการแทนอธิการบดี

สาขาวิชาวิทยาศาสตรศึกษา
โทรศัพท์ ๐๔๓-๗๒๑๑๘ ต่อ ๑๐
www.edurmu.org

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ สกุล	นางสาวสิรินทร กิ่งชา
วัน เดือน ปี เกิด	18 กรกฎาคม 2534
ที่อยู่ปัจจุบัน	บ้านเลขที่ 90 หมู่บ้านจอมพล หมู่ 2 ตำบลนิเวศน์ อำเภอธวัชบุรี จังหวัดร้อยเอ็ด 45170
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2557	ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.) สาขาวิชาฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
พ.ศ. 2560	ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต (ค.ม.) สาขาวิชาวิทยาศาสตรศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY