สำนักวิทยบริการฯ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม วิทยานิพนธ์ งานวิจัย

การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อพัฒนาแบบจำลองทางความคิด เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

นางสาวปิยธิดา ฤทธิรณ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

MTX 126768

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตรศึกษา
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
พ.ศ. 2562

ใบอนุมัติวิทยานิพนธ์

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

ง : การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อพัฒนาแบบจำลองทางความคิด
เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ัย : นางสาวปิยธิดา ฤทธิรณ

ได้รับอนุมัติเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตรศึกษา

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

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

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพศาล วรคำ)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

ประธานกรรมการ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพศาล วรคำ)

กรรมการ
องศาสตราจารย์ ดร.ประสาท เนืองเฉลิม)

กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรรณวิไล ดอกไม้)

กรรมการ

กรรมการ

ชื่อเรื่อง : การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อพัฒนาแบบจำลองทางความคิด เรื่องการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
ผู้วิจัย : นางสาวปิยธิดา ฤทธิรณ
ปริญญา : ครุศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตรศึกษา)
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตรจารย์ ดร.ต้นสกุล ศานติบูรณ์
ผู้ช่วยศาสตรจารย์ ดร.เนตรชนก จันทร์สว่าง
ปีการศึกษา : 2562

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) เพื่อพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ วิชาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 90/90 (2) เพื่อศึกษาแบบจำลองทางความคิดด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน วิชาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ และ (3) เพื่อศึกษาเจคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์โดยจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 24 คน ดำเนินการจัดการเรียนรู้ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 ใช้การเลือกกลุ่มเป้าหมาย เครื่องมือวิจัยประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน แบบวัดแบบจำลองทางความคิดเรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ และแบบวัดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ ใบกิจกรรม วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติ ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ร้อยละ และการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา

ผลการวิจัยพบว่า (1) การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาฟิสิกส์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ มีประสิทธิภาพ 90.13/87.87 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดให้ 90/90 (2) ผลการศึกษาแบบจำลองทางความคิดหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน วิชาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ พบว่านักเรียนมีแบบจำลองทางความคิด 3 ประเภท ซึ่งนักเรียนใช้ในการบรรยายและอธิบายปรากฏการต่างๆ ในทั้งระดับมหภาคและระดับจุลภาคได้ ทำให้นักเรียนสามารถพัฒนาแบบจำลองทางความคิดเรื่องการเคลื่อนที่แบบ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

โพรเจกไทล์ที่สอดคล้องกับแบบจำลองวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้น และ (3) ผลการศึกษาเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานพบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับสูง ($\overline{X}$= 3.53, S. = 0.62)

คำสำคัญ : การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน แบบจำลองทางความคิด การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

_____อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

Title : The Development of Grade-10 Students' Mental Model on Projectile Motion through Model-Based Learning Activities

Author : Miss Piyatida Rittiron

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

Advisors : Assistant Professor Dr.Toansakul Santiboon
Assistant Professor Dr.Natchanok Jansawang

Year : 2019

ABSTRACT

The purposes of the research were to (1) develop lesson plans on Projectile Motion through Model-Based Learning (MBL.) in order to meet the hypothetical efficiency criterion of 90/90 percent; (2) explore mental models of the students on Projectile motion through MBL; and (3) Explore students' Science-Related attitudes through MBL. The participants were 24 tenth grade students in the first semester of 2018 academic year, selected by purposive sampling. The research instruments were lesson of Model-Based Learning Activities, Projectile Motion Mental Model Survey (PMMS) and Science-Related attitudes test, student work sheet. Data were analyzed by Mean, Percentage, and content analysis

The research findings showed that (1) the developed a lesson plan on Projectile Motion through MBL had efficiency of 91.13/87.87 percent that was higher than the hypothetical efficiency criterion of 90/90 percent; (2) The students Mental model on Projectile Motion after learning through MBL Activities revealed 3 mental models which support students in describing and explaining phenomena on micro and macro level and promoted their mental model on

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

Projectile Motion to be more consistent with the scientific models; and (3) The results of student' Science-Related attitudes through model-based learning in all aspects were at high level ($\overline{X}$= 3.53, S=0.62)

Keywords: Model-based Learning, Mental Model, Projectile Motion

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

_____ Major Advisor

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ต้นสกุล ศานติบูรณ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เนตรชนก จันทร์สว่าง อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรรณวิไล ดอกไม้ ประธานสาขาวิชาวิทยาศาสตรศึกษา ที่กรุณาให้แนวคิดให้คำปรึกษา ให้กำลังใจและตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์เล่มนี้เสร็จสมบรูณ์ และผู้แทนบัณฑิตวิทยาลัย ที่กรุณาให้แนวคิด ให้คำปรึกษาแนะนำและตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์เล่มนี้ให้สมบรูณ์

ขอขอบพระคุณคณาจารย์สาขาวิทยาศาสตรศึกษาทุกท่าน ที่กรุณาให้คำแนะนำและดูแลด้านการศึกษา ขอขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์ในการตรวจเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ตลอดจนให้คำแนะนำและให้ข้อเสนอแนะต่างๆ อันเป็นประโยชน์ในการจัดทำวิจัยให้มีความสมบรูณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการโรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาภรณราชวิทยาลัย บุรีรัมย์ ที่ใช้เป็นตัวอย่างแหล่งข้อมูลวิจัยที่กรุณาให้ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยในโรงเรียน ขอขอบพระคุณอาจารย์สาขาฟิสิกส์ทั้ง 2 ท่านที่คอยให้คำชี้แนะและขอขอบคุณนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ใช้เป็นกลุ่มศึกษาที่ให้ความร่วมมือในการวิจัยครั้งนี้

ขอขอบคุณพระคุณคณาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชา ขอขอบคุณเพื่อน ๆ สาขาวิทยาศาสตรศึกษาทุกท่านที่ช่วยเหลือ ให้คำแนะนำและให้กำลังใจตลอดระยะเวลาในการศึกษา และขอขอบพระคุณความเมตตาของคุณพ่อ คุณแม่ พี่สาว ที่ให้ความรัก ความเอาใจใส่ และกำลังใจเสมอมา ตลอดจนผู้ที่เป็นกำลังใจในการทำวิจัยทุกท่านที่ไม่ได้กล่าวถึงได้ครบถ้วน จนกระทั่งงานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

นางสาวปิยธิดา ฤทธิรณ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

สารบัญ

หัวเรื่อง **หน้า**

บทคัดย่อ ..... ค

ABSTRACT ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ช

สารบัญ .... ฌ

สารบัญตาราง .... ฎ

สารบัญภาพ .... ฐ

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 6

1.3 ขอบเขตการวิจัย 6

1.4 นิยามศัพท์เฉพาะ 8

1.5 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย 10

บทที่ 2 การทบทวนวรรณกรรม 11

2.1 หลักสูตรโรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค 11

2.2 แบบจำลอง 20

2.3 เจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ 33

2.4 บริบทในโรงเรียน 41

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 44

บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย 54

ระยะที่ 1 การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ 54

ระยะที่ 2 การทดลองใช้แผนการจัดการเรียนรู้ 60

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

หัวเรื่อง **หน้า**

บทที่ 4 ผลการวิจัย 74
4.1 สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล 74
4.2 ขั้นตอนในการวิเคราะห์ข้อมูล 74
4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 75
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ 117
5.1 สรุปผลการวิจัย 117
5.2 อภิปรายผลการวิจัย 118
5.3 ข้อเสนอแนะ 123
บรรณานุกรม 124
ภาคผนวก 133
ภาคผนวก ก ตัวอย่างแผนจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน 134
ภาคผนวก ข แบบประเมินเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลวิจัย 159
ภาคผนวก ค คุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 169
ภาคผนวก ง คะแนนแบบวัดแบบจำลองทางความคิดหลังเรียน 181
ภาคผนวก จ หนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญ 184
การเผยแพร่ผลงานวิจัย 190
ประวัติผู้วิจัย 191

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 โครงสร้างเนื้อหารายวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน ว 30101 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 17
2.2 เกณฑ์ประเมินแบบจำลองทางความคิด เรื่องการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ (Rubrics) .. 32
3.1 เวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานของแผนการจัดการเรียนรู้ ในหน่วยการเรียนรู้เรื่อง การเคลื่อนที่ใน 2 มิติ..... 56
3.2 สาระสำคัญ 4 หัวข้อย่อยในเรื่องการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ 62
3.3 เกณฑ์ประเมินแบบจำลองทางความคิด เรื่องการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ (Rubrics) 65
3.4 วิเคราะห์เนื้อหาองค์ประกอบของเจตคติและน้ำหนักในแบบวัดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ 66
3.5 แบบจำลองทางความคิดและคำอธิบายคำตอบของนักเรียนในเรื่องการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์..... 69
4.1 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ในการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานศึกษาจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน 76
4.2 ผลการหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ตามเกณฑ์ 90/90..... 79
4.3 ร้อยละ โดยเฉลี่ยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีแบบจำลองทางความคิดเรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์อยู่ในแต่ละประเภทของแบบจำลอง..... 81
4.4 จำนวนนักเรียนที่ให้แบบจำลองทางความคิดประเภทต่างๆของแนวคิดย่อยเรื่องความสัมพันธ์ของปริมาณที่เกี่ยวข้องของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ (ข้อที่1) 86
4.5 จำนวนนักเรียนที่ให้แบบจำลองทางความคิดประเภทต่างๆของแนวคิดย่อยเรื่องความสัมพันธ์ของการกระจัดในแนวดิ่งกับการกระจัดในแนวระดับของแบบโพรเจกไทล์ (ข้อที่ 2) 90
4.6 จำนวนนักเรียนที่ให้แบบจำลองทางความคิดประเภทต่างๆของแนวคิดย่อยเรื่องความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่ของวัตถุที่มีความเร็วต้นและการกระจัดของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ (ข้อที่ 3)..... 94

ตารางที่ **หน้า**

4.7 จำนวนนักเรียนที่ให้แบบจำลองทางความคิดประเภทต่างๆของแนวคิดย่อยเรื่อง การออกแบบแบบจำลองที่สามารถอธิบายการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ (ข้อที่ 4)..... 97
4.8 จำนวนนักเรียนที่ให้แบบจำลองทางความคิดประเภทต่างๆของแนวคิดย่อยเรื่อง ความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่ของวัตถุที่มีความเร็วต้นและการกระจัดของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ (ข้อที่ 5)..... 101
4.9 การเปรียบเทียบแบบจำลองก่อนและหลังเรียนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานของแนวคิดย่อยเรื่อง ความสัมพันธ์ของปริมาณที่เกี่ยวข้องของการเคลื่อนที่ แบบโพรเจกไทล์ (ข้อที่ 1)..... 105
4.10 การเปรียบเทียบแบบจำลองก่อนและหลังเรียนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ของแนวคิดย่อยเรื่อง การเคลื่อนที่ในแนวดิ่งและแนวระดับของแบบโพรเจกไทล์ (ข้อที่ 2)..... 106
4.11 การเปรียบเทียบแบบจำลองก่อนและหลังเรียนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ของแนวคิดย่อยเรื่อง ความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่ของวัตถุที่มีความเร็วต้นและการกระจัดของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ (ข้อที่ 3)..... 108
4.12 การเปรียบเทียบแบบจำลองก่อนและหลังเรียนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ของแนวคิดย่อยเรื่อง การออกแบบแบบจำลองที่สามารถอธิบายการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ (ข้อที่ 4)..... 110
4.13 การเปรียบเทียบร้อยละแบบจำลองก่อนและหลังเรียนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ของแนวคิดย่อยเรื่อง ความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่ของวัตถุที่มีความเร็วต้นและการกระจัดของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ (ข้อที่ 5)..... 112
4.14 เปรียบเทียบเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน..... 115

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

2.1 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนโดยใช้แบบจา ลองเป็นฐาน ที่มา
: Buckley *et al*. (2004) 29

2.2 ความสัมพันธ์ขององค์ประกอบเจตคติ ปรับปรุงจาก (Triands, 1971)..... ...37

4.1 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน : ประเภทที่ M 1.1 การตกของเหรียญ 87

4.2 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน : ประเภทที่ M 1.2 การตกของเหรียญ 88

4.3 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน : ประเภทที่ M 1.3 การตกของเหรียญ 89

4.4 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน : ประเภทที่ M2.1 การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ 91

4.5 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน : ประเภทที่ M 2.2 การทดลองเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ 92

4.6 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน: ประเภทที่ M 2.3 การทดลองเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ . 93

4.7 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน: ประเภทที่ M 3.1 การหาความเร็วเพื่อทำแต้มในแข่งขัน
บาสเกตบอล 95

4.8 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน: ประเภทที่ M 3.2 การหาความเร็วเพื่อทำแต้มในแข่งขัน
บาสเกตบอล 95

4.9 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน: ประเภทที่ M 3.3 การหาความเร็วเพื่อ
ทำแต้มในแข่งขันบาสเกตบอล 96

4.10 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน: ประเภทที่ M 4.1 การออกแบบชุดยิงโพรเจกไทล์ 98

4.11 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน: ประเภทที่ M 4.2 การออกแบบชุดยิงโพรเจกไทล์ 99

4.12 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน: ประเภทที่ M 4.3 การออกแบบชุดยิงโพรเจกไทล์ 100

4.13 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน: ประเภทที่ M 5.1 เรื่อง ความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่ของวัตถุ
ที่มีความเร็วต้นและการกระจัดของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ 102

4.14 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน: ประเภทที่ M 5.2 เรื่อง ความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่ของวัตถุ
ที่มีความเร็วต้นและการกระจัดของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ 102

4.15 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน: ประเภทที่ M 5.3 เรื่อง ความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่ของวัตถุ
ที่มีความเร็วต้นและการกระจัดของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ 103

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

วิทยาศาสตร์ มีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งในการดำรงชีวิตของมนุษย์ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เป็นกระบวนการสำคัญที่จะทำให้เกิดการพัฒนาวิธีคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์วิจารณ์ มีทักษะ ที่สำคัญในการค้นคว้าความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับ ธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างขึ้น รวมถึงการนำความรู้ไปใช้ตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประจักษ์พยานตรวจสอบได้ สืบเนื่องจากปัจจุบันโลกมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วทั้งด้านเศรษฐกิจ สังคม การเมือง วัฒนธรรมรวมถึงการศึกษา จึงส่งผลให้การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ยุคปฏิรูปเน้นการคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหา เพิ่มการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และทักษะในการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21 เพื่อตอบรับกับการพัฒนากำลังคนให้มีศักยภาพสูงในการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันระดับนานาชาติ ดังนั้นหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551(ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) จึงจัดการศึกษาขั้นพื้นฐานที่ให้ความสำคัญต่อนโยบายและแนวคิดต้องสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม สภาพแวดล้อม และความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว ซึ่งการปรับปรุงหลักสูตรครั้งนี้ได้ลดความซ้ำซ้อนของเนื้อหา ยังคงหลักการและโครงสร้างเดิมของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้น พื้นฐาน พุทธศักราช 2551 โดยผู้สอนต้องจัดประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ให้ผู้เรียนได้ออกไปเผชิญการเปลี่ยนแปลงเรียนรู้ทักษะไปพร้อมๆกับทฤษฎีค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองโดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศอย่างมีประสิทธิภาพ (จริยา สุจารีกุล, 2550) การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ต้องบูรณาการศาสตร์ต่างๆ และบ่มเพาะเรื่องสิทธิ เสรีภาพและความเป็นพลเมืองตามระบอบประชาธิปไตย (ไพเราะ ทิพยทัศน์, 2553) ต้องอาศัยการคิดแก้ปัญหาร่วมกันกับทุกภาคส่วน คิดอย่างมีวิจารณญาณต่อผลกระทบที่ตามมาหลังจากนำนวัตกรรมไปใช้ และสิ่งสำคัญที่จะทำให้เกิดการเรียนรู้และต่อยอดสู่การพัฒนานวัตกรรมก็คือทักษะการสื่อสารอย่างสร้างสรรค์และมีประสิทธิภาพ ผู้สอนต้องเชื่อเป็นพื้นฐานว่าผู้เรียนทุกคนมีศักยภาพในการเรียนรู้ แต่ต้องได้รับการสนับสนุน ชี้แนะอย่างเหมาะสม ผู้เรียนแต่ละคนต้องสามารถประเมินความก้าวหน้าการเรียนรู้ของตนเองได้ ผู้สอนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงความสามารถและทักษะต่างๆ ผ่านกิจกรรมกลุ่ม คิด จินตนาการ ทดลอง ลงมือทำ อภิปราย และ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

สะท้อนคิดซึ่งสิ่งเหล่านี้จะช่วยให้ผู้เรียนรู้จักจดจำได้อย่างยาวนาน เรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อสามารถแก้ปัญหาตามวิถีทางแบบประชาธิปไตยมากขึ้น กล่าวได้ว่าการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในศตวรรษนี้ต้องพัฒนาทั้งความรู้และทักษะที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิต

ฟิสิกส์เป็นแขนงหนึ่งของวิทยาศาสตร์เปรียบเสมือนเครื่องมือหนึ่งที่จะนำไปสู่ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ ความสัมพันธ์กฎและทฤษฎีที่ใช้หลักการทางคณิตศาสตร์มาช่วยในการอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ (Pratontep, 2012) ซึ่งโจทย์ปัญหาฟิสิกส์เป็นสถานการณ์ที่สมมติขึ้น เกี่ยวกับสถานการณ์จริงในชีวิตประจำวัน ประกอบด้วยข้อความและตัวเลขที่นักเรียนจะแก้โจทย์ปัญหา ดังนั้น นักเรียนจะต้องใช้ความรู้หลักการทางฟิสิกส์เป็นฐานบวกกับการใช้ทักษะการคำนวณทางคณิตศาสตร์มาเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ของโจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์นั้น แต่จากปัญหาการเรียนการสอนรายวิชาฟิสิกส์ พบว่า นักเรียนจะใช้วิธีการเรียนรู้โดยใช้การฝึกทำโจทย์ที่มีการคำนวณเป็นหลักโดยไม่สนใจกฎและทฤษฎีทางฟิสิกส์ และเลือกใช้สมการในการแก้โจทย์ปัญหาโดยไม่ตรวจสอบหลักการและทฤษฎีว่าสัมพันธ์กันหรือไม่ ซึ่งเป็นการแก้โจทย์ปัญหาที่ไม่มีประสิทธิภาพ (Dufresne, Gerace and Leonard, 1997) ในขณะเดียวกันวิชาฟิสิกส์เป็นวิชายากแก่การทำความเข้าใจ เนื่องจากต้องทำความเข้าใจแนวคิดผ่านการใช้ตัวแทนหรือแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ซึ่งมีความเป็นนามธรรมสูง หนึ่งในปัญหาของการเรียนรู้ฟิสิกส์ คือ การทำให้นักเรียนอยู่ในวัยพัฒนาความเข้าใจเชิงนามธรรมสามารถเข้าใจหลักการ แนวคิด และทฤษฎีทางฟิสิกส์ได้ (Pratontep, 2012) และสามารถเขียนเชื่อมโยงคำศัพท์เฉพาะหรือคำจำกัดความในวิชาฟิสิกส์ที่ถูกต้อง (Meltzer, 2002)

จากการศึกษาโครงการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ (Program International Student Assessment; PISA) ผลการประเมินในปี พ.ศ. 2558 นักเรียนไทยได้คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 456 คะแนน อยู่ในระดับต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ย และต่ำกว่าคะแนนมาตรฐานที่ 500 คะแนน การประเมินสะท้อนถึงความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งเป็นสมรรถนะหนึ่งในการประเมิน (OECD, 2013) เช่นเดียวกันการประเมินในโครงการศึกษาแนวโน้มการจัดการศึกษาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์นานาชาติ (Trends in International Mathematics and Science Study; TIMSS) ที่ประเมินความสามารถในการใช้แบบจำลองเป็นหนึ่งในตัวชี้วัดความสามารถการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ ผลคะแนนทดสอบทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทยระหว่างปี พ.ศ. 2542 2550 2555 และ 2558 พบว่ามีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่อง ผลการทดสอบดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า นักเรียนไทยส่วนใหญ่มีความสามารถในวิชาวิทยาศาสตร์หรือมีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับต่ำกว่าค่าเฉลี่ย หรือมีความรู้ระดับพื้นฐานเท่านั้น และเมื่อวิเคราะห์การตอบคำถามของนักเรียน พบว่า นักเรียนทำข้อสอบแบบเขียนตอบได้ไม่ชัดเจน เขียนไม่ครบถ้วน

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

และไม่สามารถเขียนคำอธิบายได้ (IPST, 2016) ดังนั้นความสามารถในการสร้างหรือเขียนคำอธิบายของนักเรียนจึงควรได้รับการพัฒนา

ดังนั้นโรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาภรณราชวิทยาลัย บุรีรัมย์ ได้กำหนดนโยบายเป้าหมายในการพัฒนา เพื่อให้สอดคล้องกับเป้าหมายของหลักสูตรแกนการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) ซึ่งหลักสูตรโรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาคระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2560 มีภารกิจในการศึกษาค้นคว้า และดำเนินการจัดการศึกษาให้กับผู้มีความสามารถพิเศษด้านคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ทั้งในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น และตอนปลาย ในลักษณะของโรงเรียนประจำ เพื่อเป็นการกระจายโอกาสให้กับผู้มีความสามารถพิเศษ ที่มีกระจายอยู่ในทุกภูมิภาคของประเทศและเพื่อเป็นการเพิ่มโอกาสให้กับนักเรียนกลุ่มด้อยโอกาสและขาดแคลนทุนทรัพย์ ทั้งนี้เพื่อพัฒนานักเรียนผู้มีความสามารถพิเศษด้านคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์เหล่านั้นไปสู่ความเป็นนักวิจัย นักประดิษฐ์ นักคิดค้น ด้านคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี ที่มีความสามารถระดับสูงเยี่ยม เทียบเคียงกับนักวิจัยชั้นนำของนานาชาติ มีจิตวิญญาณมุ่งมั่นพัฒนาประเทศชาติ มีเจตคติที่ดีต่อเพื่อนร่วมโลกและธรรมชาติ สามารถสร้างองค์ความรู้ด้านคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีให้กับประเทศชาติ และสังคมไทยในอนาคต ช่วยพัฒนาประเทศชาติให้สามารถดำรงอยู่และแข่งขันได้ในประชาคมโลก เป็นสังคมผู้ผลิตที่มีมูลค่าเพิ่ม มากขึ้น สร้างสังคมแห่งคุณภาพและแข่งขันได้ และสังคมที่ยั่งยืน พอเพียงมีความสมานฉันท์เอื้ออาทรต่อกัน มุ่งเน้นจัดทำหลักสูตรการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนและกิจกรรมพัฒนาผู้เรียน ตามหลักสูตรฉบับนี้มุ่งเน้นเพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีสมรรถนะหรือความสามารถด้านต่างๆ เช่น ความสามารถในการคิด มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ คิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีวิจารณญาณ และคิดอย่างเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้หรือสารสนเทศเพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเองและสังคมได้อย่างเหมาะสมความสามารถในการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สามารถใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อหาคำตอบของปัญหาหรือสร้างองค์ความรู้ หรือประดิษฐ์คิดค้นสิ่งต่างๆ ด้านคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้อย่างชำนาญและสร้างสรรค์ (กลุ่มโรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค, 2561) จากนโยบายของโรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาภรณราชวิทยาลัย บุรีรัมย์ จะเห็นว่าโรงเรียนเน้นการจัดกิจกรรมการสอนและกิจกรรมพัฒนาผู้เรียนเพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีสมรรถนะทางด้านความสามารถในการคิด มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ คิดสร้างสรรค์ คิดสังเคราะห์ คิดอย่างมีวิจารณญาณ และคิดอย่างเป็นระบบ

การที่ผู้เรียนจะสามารถอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติโดยใช้กฎ หลักการ หรือทฤษฎีที่เกี่ยวข้องได้ ผู้เรียนจำเป็นต้องมีความเข้าใจมโนทัศน์ที่ถูกต้อง สามารถสร้างแบบจำลองทางความคิดที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์หรือการเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมและการเรียนรู้จากสิ่งใหม่

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ BURIRAM RAJABHAT UNIVERSITY

นั้นในการอธิบายปรากฏการณ์นั้นๆ ที่เรียกว่าการพัฒนาแบบจำลองทางความคิด สามารถทำได้โดยการจัดการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการสร้างแบบจำลองอย่างต่อเนื่อง (Shwart et al., 2007) กระบวนการสร้างแบบจำลองเป็นลักษณะสำคัญและเป็นขั้นตอนหนึ่งของการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน (Model-Based Learning; MBL) ซึ่งประกอบด้วยกิจกรรมที่สำคัญได้แก่ การพัฒนาการใช้ และการประเมินแบบจำลอง (Gobert and Buckley, 2000) การให้ผู้เรียนได้สร้างคำอธิบายจากการทดลอง ประสบการณ์หรือสถานการณ์ที่แตกต่างกัน จะช่วยสนับสนุนให้ผู้เรียนเข้าใจหลักการและข้อจำกัดต่างๆอย่างลึกซึ้ง (Chase et al., 2010) ซึ่งการจัดการเรียนรู้แบบ MBL เป็นรูปแบบที่หลากหลายเพื่อนำเสนอแนวคิด ร่วมกับการมีโอกาสได้เรียนรู้ร่วมกัน การอภิปรายร่วมกัน การมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนเพื่อให้ได้รับความรู้จากการเข้าใจสิ่งใหม่ ๆ ที่นำไปสู่การออกแบบสร้างแบบจำลอง ทำให้บทเรียนน่าสนใจและช่วยนักเรียนเข้าใจในบทเรียนได้ดีขึ้น (Yusuf, 2002) และแบบจำลองช่วยให้นักเรียนได้นำเสนอความคิดของตน แสดงออกในสิ่งที่เป็นรูปธรรมทำให้สามารถมองความคิดความอย่างเป็นระบบ (Windschitl, 2006) อย่างไรก็ตามการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มิได้มุ่งให้เรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หรือความรู้ทางวิทยาศาสตร์เท่านั้น แต่จุดมุ่งหมายที่สำคัญอีกประการหนึ่งที่ต้องการให้เกิดขึ้นกับผู้เรียนก็คือเกิดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์เพราะเมื่อผู้เรียนเกิดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ก็จะช่วยให้เรียนมีความเข้าใจและสามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมรอบตัวได้และช่วยให้ผู้เรียนรู้จักแสวงหาความรู้ได้ด้วยตนเอง การสร้างแบบจำลองเป็นทักษะกระบวนการหนึ่งในกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี [สสวท], 2548)

เมื่อพิจารณาสภาพการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์ในปัจจุบันพบว่า การจัดการเรียนรู้ของครูยังไม่สามารถพัฒนาแบบจำลองทางความคิดในวิชาฟิสิกส์และเจตคติต่อการเรียนฟิสิกส์ได้ดีเท่าที่ควร โดยพบว่าครูไม่ได้มุ่งเน้นการปลูกฝังกระบวนการเรียนรู้เท่าที่ควร แต่ให้ความสำคัญกับการสอนที่เน้นการบรรยายเพื่อถ่ายโอนความรู้ให้แก่นักเรียน เน้นการท่องจำสูตรให้ได้ และการแทนค่าในสมการให้ถูกต้อง จึงส่งผลให้ผู้เรียนไม่สามารถสร้างคำอธิบายในการตอบเชิงเหตุผลได้หรือคำตอบที่แสดงเหตุผลประกอบมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนรวมอยู่ด้วย (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2554) นอกจากนั้น (สไว บรรณาลัย, 2547) ยังกล่าวว่า การจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์ของครูที่เน้นการบรรยายให้นักเรียนท่องจำคำตอบและเน้นคำตอบเดียวมากกว่าที่จะเปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีโอกาสคิด วิเคราะห์ และค้นคว้าหาคำตอบด้วยวิธีการและสื่อที่หลากหลาย ทำให้นักเรียนขาดการเรียนรู้จากการปฏิบัติจริง ส่งผลให้นักเรียนรู้สึกเบื่อหน่ายขาดความกระตือรือร้นจึงส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ อีกทั้งยังเน้นการเรียนแบบ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

แข่งขันมากกว่าช่วยเหลือเกื้อกูลกัน ด้วยเหตุผลข้างต้นส่งผลให้ผู้เรียนมีเจตคติที่ไม่ดีต่อการเรียนฟิสิกส์

วิชาฟิสิกส์เป็นวิชาที่นักเรียนส่วนใหญ่มีความรู้สึกว่ายาก ทำให้นักเรียนมีเจตคติที่ไม่ดีต่อวิชาฟิสิกส์ ทั้งนี้เมื่อได้มาเรียนด้วยตนเองความรู้สึกต่อต้านจึงเกิดขึ้น นักเรียนบางคนไม่พยายามที่จะเรียนรู้วิชาฟิสิกส์เท่าที่ควร(พจนี มาลัยศรี, 2012) ซึ่งดังที่กล่าวเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์เป็นเสมือนตัวกำหนดความคิด การกระทำ การตัดสินใจในการปฏิบัติงานทางวิทยาศาสตร์ ลักษณะของเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ ควรมีคุณลักษณะเป็นบุคคลที่มีเหตุผล มีความอยากรู้อยากเห็น มีใจกว้าง มีความซื่อสัตย์และใจเป็นกลาง มีความเพียรพยายาม และมีความละเอียดรอบคอบ จึงจะทำให้บุคคลหรือผู้เรียนนั้นเป็นผู้มีความพร้อมที่จะร่วมดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ (พรรณวิไล ชมชิด, 2557) และแนวคิดเรื่องการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์เป็นเรื่องที่เข้าใจยากโดยแนวคิดเรื่องการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์เป็นการเคลื่อนที่ในแนวโค้งพาราโบลาประกอบด้วยแนวคิดย่อยเรื่องการเคลื่อนที่ในแนวดิ่งและแนวระดับ ซึ่งแนวคิดในเรื่องนี้เป็นแนวคิดสำคัญทางฟิสิกส์ที่ผู้เรียนต้องทำความเข้าใจ ซึ่งผู้เรียนไม่สามารถเข้าใจแนวคิดจาการอ่านหนังสือ ส่งผลให้ถูกตีความหมายในการวิเคราะห์โจทย์ปัญหาไม่ได้และไม่เข้าใจการสื่อความหมายของโจทย์ปัญหา ผู้วิจัยต้องการให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์และพร้อมที่จะเรียนรู้สิ่งใหม่ ๆ ซึ่งการจัดการเรียนรู้แบบ MBL เป็นการเรียนที่มีกิจกรรมที่สร้างสถานการณ์ที่น่าสนใจที่จะช่วงให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็นและได้แสดงความคิดในกลุ่มเพื่อนทำให้นักเรียนมีการพัฒนาตนเองเพื่อที่จะแสดงออกแบบจำลองทางความคิดเพื่อสร้างภาวะความเป็นผู้นำเป็นที่ยอมรับในกลุ่มเพื่อนและจะส่งผลต่อพฤติกรรมการใฝ่รู้ใฝ่เรียน เนื้อหาวิชาฟิสิกส์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ 4 แผน กำหนดเวลาเรียนรู้ 12 ชั่วโมง เพื่อพัฒนาแบบจำลองทางความคิดและเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนด้วย MBL ดังนั้นผลที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้จะเป็นข้อมูลในการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ให้กับครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ นักวิจัยด้านวิทยาศาสตรศึกษา และผู้ที่เกี่ยวข้องเพื่อใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อเป็นประโยชน์แก่นักเรียนต่อไป

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ วิชาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 90/90

1.2.2 เพื่อศึกษาแบบจำลองทางความคิดด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน วิชาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

1.2.3 เพื่อศึกษาเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

1.3 ขอบเขตการวิจัย

ระยะที่ 1: การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้

วัตถุประสงค์: เพื่อพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อพัฒนาแบบจำลองทางความคิด เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

1. กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นผู้เชี่ยวชาญในการประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานและแบบวัดแบบจำลองทางความคิด ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและการประเมินผล จำนวน 5 ท่าน

2. เนื้อหาสาระ

เนื้อหาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการแสดงออกของแบบจำลองทางความคิด ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษา ขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) จัดอยู่ในหน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ประกอบด้วย 4 หัวข้อย่อย ได้แก่ ความสัมพันธ์ของปริมาณที่เกี่ยวข้องของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ความสัมพันธ์ของปริมาณที่เกี่ยวข้องของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ การกระจัดของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่ของวัตถุที่มีความเร็วต้น

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

3. สถานที่

โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาภรณราชวิทยาลัย บุรีรัมย์ อำเภอสตึก จังหวัดบุรีรัมย์ สำนักนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 32

4. ช่วงเวลาในการวิจัย

ช่วงเวลาในการวิจัยที่ใช้ในการดำเนินศึกษาคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 เดือนพฤษภาคม ถึง เดือนมิถุนายน

ระยะที่ 2: การทดลองใช้แผนการจัดการเรียนรู้

1. วัตถุประสงค์

1.1 เพื่อพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ วิชาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 90/90

1.2 เพื่อศึกษาแบบจำลองทางความคิดด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน วิชาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

1.3 เพื่อศึกษาเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

2. กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/6 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาภรณราชวิทยาลัย บุรีรัมย์ อำเภอสตึก จังหวัดบุรีรัมย์ สำนักนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 32 จำนวน 1 ห้องเรียน รวม 24 คน

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

3. ตัวแปร

3.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

3.2 ตัวแปรตาม ได้แก่ แบบจำลองทางความคิด และเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์

4. เนื้อหาสาระ

เนื้อหาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการแสดงออกของแบบจำลองทางความคิด ตามหลักสูตรโรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2560 จัดอยู่ในในสาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่ มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่างๆ ของวัตถุในธรรมชาติ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้นำความรู้ไปใช้ประโยชน์และคำอธิบายรายวิชา ว 30101 วิชา ฟิสิกส์พื้นฐาน คือ ศึกษาเกี่ยวกับธรรมชาติของฟิสิกส์ ข้อมูลทางฟิสิกส์ หน่วยและการวิเคราะห์มิติ การระบุเลขนัยสำคัญ การวัดและการหาค่าความคลาดเคลื่อนจากการทดลองอย่างละเอียด ความสำคัญของปริมาณสเกลาร์ ปริมาณเวกเตอร์และการคำนวณเชิงเวกเตอร์ เพื่อประโยชน์ต่อการนำไปใช้กับการระบุตำแหน่ง การกระจัด

ระยะทาง ความเร็ว อัตราเร็ว ความเร่ง และอัตราเร่ง การเคลื่อนที่ในแนวตรงที่มีความเร่งคงที่และไม่คงที่โดย ใช้การวิเคราะห์กราฟ สมการการเคลื่อนที่ การเคลื่อนที่แบบสัมพัทธ์ แรงมวลและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน แรงโน้มถ่วง แรงเสียดทาน การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ และการเคลื่อนที่แบบวงกลม (กลุ่มโรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค. 2561)

5. สถานที่

โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาภรณราชวิทยาลัย บุรีรัมย์ อำเภอสตึก จังหวัดบุรีรัมย์ สำนักนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 32

6. ช่วงเวลาในการวิจัย

ช่วงเวลาในการวิจัยที่ใช้ในการดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้แก่ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 เดือนสิงหาคม ถึง เดือนกันยายน โดยใช้ระยะเวลา 3 คาบ/สัปดาห์ จำนวน 12 คาบ คาบละ 60 นาที รวมเวลา 4 สัปดาห์

1.4 นิยามศัพท์เฉพาะ

“การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน” หมายถึง กระบวนการเรียนรู้ที่เน้น การทำความเข้าใจและอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ โดยให้นักเรียนได้สร้างแบบจำลองทางความคิด เกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่ศึกษาและปรับปรุงแบบจำลองของปรากฏการณ์นั้นอย่างต่อเนื่อง ประกอบด้วย 5 ขั้น ดังนี้

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

1. ขั้นสร้างแบบจำลองทางความคิด (Produce Mental Model) ผู้สอนจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนสร้างแบบจำลองทางความคิดเกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่ศึกษาโดยนักเรียนรวบรวมข้อมูล ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์นั้น ๆ เข้าด้วยกัน จากนั้นทำการตรวจสอบข้อมูลแล้วจึงลงมือ สร้างแบบจำลอง

2. ขั้นแสดงออกแบบจำลอง (Express Model) นักเรียนแสดงออกแบบจำลองที่สร้างขึ้นใน รูปแบบต่าง ๆ เช่น สิ่งที่เป็นรูปธรรม ภาษา คำพูด สัญลักษณ์ รูปภาพ เป็นต้น เพื่อสื่อสารให้ผู้อื่น

3. ขั้นทดสอบแบบจำลอง (Test Model) นักเรียนนำแบบจำลองที่ผ่านการแสดงออกแล้วไป ใช้เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ที่ศึกษา

4. ขั้นประเมินแบบจำลอง (Evaluate Model) นักเรียนร่วมกันประเมินแบบจำลองหลังจากการทดสอบ ซึ่งอาจพบว่าแบบจำลองนั้นอาจถูกปฏิเสธเนื่องจากไม่สามารถใช้อธิบายปรากฏการณ์ที่ศึกษาได้ นักเรียนต้องกลับไปสร้างแบบจำลองใหม่ หรือถ้าพบว่าสามารถใช้อธิบาย

ปรากฏการณ์ที่ศึกษาได้แต่ไม่ดีพอนักเรียนต้องปรับปรุงและแก้ไขแบบจำลองเพื่อให้สามารถอธิบายปรากฏการณ์ได้ดีขึ้น

5. ขั้นขยายแบบจำลอง (Elaborate Model) นักเรียนนำแบบจำลองเดิมไปสร้างเพิ่มเติม หรือ นำไปรวมกับแบบจำลองอื่นเพื่อขยายแนวคิดให้กว้างขึ้น

“ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้” หมายถึง คุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่องการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยตั้งเกณฑ์ไว้ 90/90 มีความหมาย ดังนี้

90 ตัวแรก หมายถึง ค่าเฉลี่ยร้อยละ 90 ของคะแนนที่นักเรียนทั้งหมดทำได้จากการทำใบงาน ใบกิจกรรม และแบบวัดแบบจำลองทางความคิดระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

90 ตัวหลัง หมายถึง ค่าเฉลี่ยร้อยละ 90 ของคะแนนที่นักเรียนทั้งหมดทำได้จากการทำแบบวัดแบบจำลองทางความคิด เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

“แบบจำลองทางความคิด” หมายถึง ภาพวาด ภาษา สัญลักษณ์ หรือสิ่งที่นักเรียนสร้างขึ้นตามความคิดของตนเพื่อเป็นตัวแทนวัตถุ เหตุการณ์ แนวคิด กระบวนการ หรือระบบเพื่อนำมาอธิบายเหตุการณ์ทางธรรมชาติ โดยผู้วิจัยออกแบบเครื่องมือวัดแบบจำลองทางความคิด ประกอบด้วย 4 เรื่อง ได้แก่ ความสัมพันธ์ของปริมาณที่เกี่ยวข้องของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ความสัมพันธ์ของการกระจัดในแนวดิ่งกับการกระจัดในแนวระดับของโพรเจกไทล์ ความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่ของวัตถุที่มีความเร็วต้นและการกระจัดของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ การออกแบบแบบจำลองที่สามารถอธิบายการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ประเมินโดยใช้แบบทดสอบชนิดอัตนัย เป็นคำถามแบบปลายเปิด จำนวน 5 ข้อที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

“เจตคติ” หมายถึง ความรู้สึก ความคิดเห็นของบุคคลต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง หลังจากได้รับรู้ สัมผัสเกี่ยวข้องกับสิ่งนั้น อาจแสดงออกในลักษณะพึงพอใจ เห็นด้วย เรียกว่า เจตคติทางบวก หรือแสดงออกในลักษณะไม่พึงพอใจ ไม่ชอบ ไม่เห็นด้วย เรียกว่าเจตคติทางลบ เจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์แบ่งออกได้เป็น 5 ด้าน ดังนี้

1. ความคิดเห็นทั่วไปต่อวิชาวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความคิดและทัศนคติทั่วไปต่อวิชาวิทยาศาสตร์

2. การเห็นความสำคัญของวิชาวิทยาศาสตร์หมายถึง การเห็นความสำคัญและประโยชน์ของวิชาวิทยาศาสตร์

3. ความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้สึกสนใจและมีความกระตือรือร้นในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

4. ความนิยมชมชอบต่อวิชาวิทยาศาสตร์ หมายถึง การรู้ชื่นชอบและชื่นชมต่อวิชาวิทยาศาสตร์

5. การแสดงออกหรือการมีส่วนร่วมในกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับวิชาวิทยาศาสตร์หมายถึง การแสดงออกและการแสดงการมีส่วนร่วมในกิจกรรมต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับวิชาวิทยาศาสตร์

วัดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้ แบบวัดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ แบบมาตรประมาณค่า 5 ระดับ 5 ด้าน ทั้งหมด 20 ข้อ จำนวน 24 ชุด ใช้เวลาสอบ 30 นาที เป็นแบบอัตรนัย

1.5 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1.5.1 เป็นแนวทางในการพัฒนาแบบจำลองทางความคิดและพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานในเนื้อหาฟิสิกส์อื่น หรือเนื้อหาวิชาอื่น ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

1.5.2 เป็นแนวทางสำหรับครูผู้สอนในการปรับปรุงและพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีแบบจำลองทางความคิดในเชิงวิทยาศาสตร์มากขึ้น มีเจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์ และสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างเหมาะสม

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บทที่ 2
การทบทวนวรรณกรรม

ในการวิจัยเรื่อง การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อพัฒนาแบบจำลองทางความคิด เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้

1. หลักสูตรโรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาภรณราชวิทยาลัย ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย พ.ศ. 2560
2. แบบจำลอง
3. เจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์
4. บริบทของโรงเรียน
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 หลักสูตรโรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย พ.ศ. 2560

ในการจัดการเรียนการสอนนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายของโรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค (โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย) ทั้ง 12 โรงเรียน ได้พัฒนาหลักสูตรมาอย่างต่อเนื่อง ระยะเริ่มต้น ปีการศึกษา 2554-2556 ได้นำหลักสูตรของโรงเรียนมหิดลวิทยานุสรณ์ พุทธศักราช 2552 มาใช้เป็นหลักสูตรโรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค พุทธศักราช 2554 ระยะที่ 2 ปีการศึกษา 2557-2559 ใช้หลักสูตรปรับปรุงเรียกว่า หลักสูตรโรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาคระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2554 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2557) ซึ่งเมื่อใช้หลักสูตรดังกล่าวมาครบชั้นปีแล้ว โดยคำแนะนำทางวิชาการจากผู้ทรงคุณวุฒิและอนุกรรมการวิชาการในคณะกรรมการพัฒนาโรงเรียนจุฬาภรณให้เป็นโรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค ได้มีความเห็นชอบว่าการพัฒนาคุณภาพนักเรียนของระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายของกลุ่มโรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค (โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย) มีสัมฤทธิผลไม่แตกต่างจากโรงเรียนมหิดลวิทยานุสรณ์ จึงเห็นควรให้ใช้กรอบโครงสร้างหลักสูตรโรงเรียนมหิดลวิทยานุสรณ์พุทธศักราช 2560 มาจัดทำรายละเอียดหลักสูตรโรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค เพื่อให้มีความเหมาะสมสอดคล้องกับบริบทของโรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาคให้มากขึ้น โดยยังคงยึดหลักการของการจัดการศึกษาสำหรับผู้มีความสามารถพิเศษด้านคณิตศาสตร์ตามหลักสูตรเดิมเป็นหลัก เรียกหลักสูตรฉบับนี้ว่า “หลักสูตรหลักสูตรโรงเรียน

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

วิทยาศาสตร์ภูมิภาค ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2560" (กลุ่มโรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค, 2561)

2.1.1 สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนและกิจกรรมพัฒนาผู้เรียน ตามหลักสูตรฉบับนี้ มุ่งเน้นเพื่อพัฒนา ผู้เรียนให้มีสมรรถนะหรือความสามารถด้านต่างๆ ดังต่อไปนี้

2.1.1.1 ความสามารถในการสื่อสาร มีความสามารถในการรับและส่งสาร มีวัฒนธรรมในการใช้ภาษา สามารถถ่ายทอดความคิด ความรู้ความเข้าใจ ความรู้สึก และทัศนะของตนเอง เพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูล ข่าวสารและประสบการณ์ อันจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาตนเองและสังคมรวมทั้งการเจรจาต่อรองเพื่อขจัด และลดปัญหาความขัดแย้งต่างๆ มีความสามารถในการเลือกรับหรือไม่รับข้อมูลข่าวสารด้วยหลัก เหตุผล และความถูกต้อง ตลอดจนการเลือกใช้วิธีการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่จะมีต่อตนเองและสังคม

2.1.1.2 ความสามารถในการคิด มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ คิดสร้างสรรค์คิดอย่างมีวิจารณญาณ และคิดอย่างเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้หรือสารสนเทศเพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเองและสังคมได้อย่างเหมาะสม

2.1.1.3 ความสามารถในการแก้ปัญหา มีความสามารถในการแก้ปัญหา และเผชิญปัญหาได้อย่างถูกต้องเหมาะสมบนพื้นฐานของหลักเหตุผล หลักคุณธรรมบนข้อมูลสารสนเทศต่างๆ เข้าใจความสัมพันธ์ และการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ต่างๆในสังคม สามารถแสวงหาความรู้และประยุกต์ความรู้เพื่อใช้ในการป้องกันและแก้ไขปัญหามีการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อตนเองสังคมและสิ่งแวดล้อม

2.1.1.4 ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต มีความสามารถในการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรียนรู้อย่าง ต่อเนื่อง มีทักษะในการดำรงชีวิตทักษะการทำงาน และทักษะในการอยู่ร่วมกันในสังคม ทักษะการสร้างเสริม ความสัมพันธ์อันดีระหว่างบุคคล สามารถจัดการปัญหาและความขัดแย้งต่างๆได้อย่างเหมาะสม สามารถ ปรับตัวให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงของสังคม และสภาพแวดล้อม และรู้จักหลีกเลี่ยงการแสดงพฤติกรรม ไม่พึงประสงค์ที่จะส่งผลกระทบต่อตนเองและผู้อื่น

2.1.1.5 ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี มีความสามารถในการเลือกและใช้เทคโนโลยีด้านต่างๆ อย่างเหมาะสม ทั้งเพื่อการเรียนรู้ การสื่อสารการทำงาน และการแก้ปัญหาได้อย่างสร้างสรรค์ถูกต้อง เหมาะสมและมีคุณธรรม

2.1.1.6 ความสามารถในการทำงานเป็นทีม มีความสามารถในการเป็นทั้งผู้นำและผู้ตามที่ดี รู้จัก บทบาทและหน้าที่ของตนเอง สามารถปรับตัวเข้ากับสถานการณ์ใหม่ๆ และ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

สิ่งแวดล้อมใหม่ๆได้ สามารถ ทำงานร่วมกับผู้อื่นได้รู้จักสังเกตคนรอบข้างและเพื่อนร่วมงาน รู้จักใช้จุดดีและจุดแข็งของแต่ละคนให้เป็นประโยชน์ สามารถบริหารความขัดแย้งได้ มีจิตวิทยาในการทำงานร่วมกับคนอื่น

2.1.1.7 ความสามารถในการใช้ภาษาอังกฤษ สามารถใช้ภาษาอังกฤษในการคำนคว้าหาความรู้การเรียนการประชุมสัมมนา การเจรจาต่อรองและการทำงานร่วมกับชาวต่างชาติได้อย่างคล่องแคล่ว มีประสิทธิภาพสมวัยทั้งด้านการพูดการอ่าน และการเขียน

2.1.1.8 ความสามารถในการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สามารถใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อหาคำตอบของปัญหาหรือสร้างองค์ความรู้ หรือประดิษฐ์คิดค้นสิ่งต่างๆ ด้านคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้อย่างชำนาญและสร้างสรรค์

2.1.2 โครงสร้างหลักสูตร

หลักสูตรโรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค ระดับมัธยมศึกษาตอนปลายพุทธศักราช 2560 ได้จัดโครงสร้างให้มีลักษณะที่ยืดหยุ่น มีลักษณะเป็นหลักสูตรรายบุคคล (Customized Curriculum) จัดรายวิชา และกิจกรรมที่หลากหลายให้นักเรียนได้เลือกตามศักยภาพ ความถนัดและความสนใจ การจัดรายวิชาและกิจกรรมที่หลากหลายให้นักเรียนผู้มีศักยภาพสูงด้านคณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลายได้เลือกเรียน มีวัตถุประสงค์หลักสำคัญดังนี้

2.1.2.1 เพื่อให้นักเรียนได้มีโอกาสสำรวจความถนัดและความสนใจของตนเอง

2.1.2.2 เพื่อให้นักเรียนได้มีโอกาสพัฒนาตนเองอย่างเต็มศักยภาพในด้านที่ตนเองรัก ถนัดและสนใจ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

2.1.2.3 เพื่อให้นักเรียนได้เห็นความหลากหลาย เห็นคุณค่าและเห็นความสำคัญของคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่มีต่อการดำรงชีวิตและการประกอบอาชีพ

2.1.2.4 เพื่อให้นักเรียนได้เห็นความหลากหลาย เห็นคุณค่า และเห็นความสำคัญของการวิจัย ทางด้านคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่ปัจจุบันประเทศไทยยังมีผู้ประกอบอาชีพทางด้านนี้น้อยมาก จนทำให้ประเทศไทยต้องพึ่งพาองค์ความรู้และเทคโนโลยีจากต่างชาติเป็นจำนวนมาก ทำให้ผลิตภัณฑ์ต่างๆ ของประเทศไทยมีมูลค่า เมื่อเทียบกับผลิตภัณฑ์ต่างๆ ที่ประเทศไทยต้องสั่งเข้ามาใช้จากต่างชาติ ผลที่ตามมาคือประเทศชาติยากจนคนไทยจำนวนมากยังมีคุณภาพชีวิตที่ต่ำกว่าที่ควรจะเป็น โครงสร้างของหลักสูตรโรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2560 ประกอบด้วย

1) สาระการเรียนรู้พื้นฐาน

1.1) สาระการเรียนรู้พื้นฐาน

รายวิชาพื้นฐาน เป็นรายวิชาที่ให้ความรู้ทั่วไป ทักษะที่ใช้ในการเรียนรู้ละทักษะจำเป็นในการดำรงชีวิตและการอยู่ในสังคม รวมทั้งพื้นฐานทางการงานอาชีพและเทคโนโลยีที่เป็นเครื่องมือสำหรับ การศึกษาหาความรู้ต่อไป รายวิชาพื้นฐานตามหลักสูตรโรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2560 ประกอบด้วย รายวิชาในกลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทย สังคมศึกษา ศิลปะ สุขศึกษาและ พลศึกษา ภาษาต่างประเทศ คณิตศาสตร์ การงานอาชีพและเทคโนโลยีและวิทยาศาสตร์ จำนวน 43 รายวิชา รวม 43.0 หน่วยกิต ในการจัดการเรียนการสอนรายวิชาพื้นฐาน ครูผู้สอนต้องพิจารณาศักยภาพในการเรียนรู้ ของนักเรียนเป็น รายบุคคลด้วย หากนักเรียนคนใดมีศักยภาพและอัตราการเรียนรู้ที่สูงกว่านักเรียนทั่วๆ ไป ให้เป็นหน้าที่ของผู้สอนที่จะเพิ่มเติมรายละเอียดและความลึกซึ้งของเนื้อหา เพิ่มเติมกิจกรรมเพื่อพัฒนา กระบวนการคิดและการฝึกทักษะต่าง ๆ ของสาระการเรียนรู้พื้นฐานนั้น ๆ ได้ตามความเหมาะสม อาจมี การส่งเสริมเป็นรายบุคคลหรือกลุ่มย่อย มีการมอบหมายงาน สื่อ หรือเอกสารให้นักเรียนศึกษาค้นคว้าด้วย ตนเองโดยครูทำหน้าที่ให้คำปรึกษาและคำแนะนำ

2) สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม ซึ่งแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือสาระการเรียนรู้เพิ่มเติมกลุ่ม 1 และสาระการเรียนรู้เพิ่มเติมกลุ่ม 2

2.1) สาระการเรียนรู้เพิ่มเติมกลุ่ม 2

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

รายวิชาในสาระการเรียนรู้เพิ่มเติมกลุ่ม 2 เป็นรายวิชาเพิ่มเติมที่จัดให้นักเรียนได้เลือกเรียนตาม ความรัก ความถนัด และ ความสนใจ ส่งเสริมให้นักเรียนทุกคนได้พัฒนาตนเองอย่างเต็มศักยภาพ นักเรียนต้องเลือกเรียนรายวิชาเพิ่มเติม กลุ่ม 2 ไม่น้อยกว่า 4 หน่วยกิต

3) กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนซึ่งมีสาระและเป้าหมายทำนองเดียวกับ หลักสูตรแกนกลางการศึกษา ขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 แต่จัดให้ยืดหยุ่นมีลักษณะเป็นหลักสูตรรายบุคคลมากขึ้น

2.1.3 กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ : ฟิสิกส์

สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการ สืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม

ตัวชี้วัด 4.1.1 ทดลองและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับการเคลื่อนที่ของวัตถุในสนามโน้มถ่วงและ อธิบายการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

4.1.2 อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับการเคลื่อนที่ของอนุภาคในสนามไฟฟ้าและนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

4.1.3 อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับการเคลื่อนที่ของอนุภาคในสนามแม่เหล็กและนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

4.1.4 วิเคราะห์และอธิบายแรงนิวเคลียร์และแรงไฟฟ้าระหว่างอนุภาคในนิวเคลียส

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่างๆ ของวัตถุในธรรมชาติ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด 4.2.1 อธิบายและทดลองความสัมพันธ์ระหว่างการกระจัดเวลาความเร็ว ความเร่งของการเคลื่อนที่ในแนวตรง

4.2.2 สังเกตและอธิบาย สำรวจตรวจสอบการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์แบบวงกลมและ แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย

4.2.3 อภิปรายผลการสืบค้นและประโยชน*เกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์แบบวงกลมและแบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย

4.2.4 คำนวณปริมาณต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์แบบวงกลมและ แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายทั้งในรูปแบบของการใช้พีชคณิตกราฟหรือแคลคูลัส

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

4.2.5 อธิบายและทดลองเกี่ยวกับการชนใน 1 มิติ

4.2.6 อธิบายและทดลองเกี่ยวกับสมดุลการเคลื่อนที่

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหารู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความ เกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

ตัวชี้วัด 8.1.1 นำข้อมูลจากการสังเกต การสืบค้น การสำรวจตรวจสอบหรือการทดลอง มาใช้เป็นหลักฐาน หรือประจักษ์พยานอ้างอิง ในการตอบคำถามหรือสร้างคำอธิบายต่างๆ

8.1.2 เชื่อมโยง วิเคราะห์ สังเคราะห์ คำอธิบายหรือคำตอบของคำถามต่างๆ อย่างมีเหตุผล เพื่อไปสู่องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งอาจอยู่ในรูปของแนวความคิดหลัก หลักการ กฎหรือทฤษฎี

8.1.3 อธิบาย นำเสนอ เพื่อสื่อสารองค์ความรู้ไปยังผู้อื่นอย่างมีเหตุผลด้วยความรอบรู้เกี่ยวกับหลัก วิชาการที่เกี่ยวข้องอย่างรอบด้าน มีความรอบคอบที่จะนำความรู้ในสาขาต่างๆ มาพิจารณาให้เชื่อมโยงกัน นำเสนอข้อมูลด้วยความเป็นจริงด้วยวิธีการต่างๆ ได้อย่างน่าสนใจและเหมาะสม

สาระที่ 9 เพิ่มเติม มาตรฐาน ว 9.1 เข้าใจความสำคัญในการนำแคลคูลัสมาใช้อธิบายปรากฏการณ์ทางฟิสิกส์และนำแคลคูลัส มาแก้ปัญหาทางฟิสิกส์เบื้องต้น

ตัวชี้วัด 9.1.1 อธิบายการใช้เครื่องหมายทางวิทยาศาสตร์มีความรู้ทางพีชคณิตเรขาคณิตตรีโกณมิติแคลคูลัส เบื้องต้นและสามารถนำไปแก้ปัญหาทางฟิสิกส์อย่างง่าย

9.1.2 พิสูจน์ที่มาของสมการการเคลื่อนที่ในหนึ่งมิติด้วยความเร่งคงที่ด้วยพีชคณิตหรือแคลคูลัส

9.1.3 ใช้แคลคูลัสในการคำนวณหาปริมาณต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ในหนึ่งมิติที่มีความเร่งไม่คงที่

9.1.4 ใช้แคลคูลัสในการคำนวณหางานที่เกิดจากแรงไม่คงที่และแรงที่แปรตามการกระจัด

9.1.5 อธิบายกฎของเกาส์ในการคำนวณหาสนามไฟฟ้าเนื่องจากการกระจายของประจุไฟฟ้าอย่าง สม่ำเสมอ

9.1.6 อธิบายการหาสนามแม่เหล็กเนื่องจากลวดตรงและลวดโค้งที่มีกระแสไฟฟ้าสม่ำเสมอผ่านโดย ใช้กฎของบิโอต์-ซาวาต์และกฎของแอมแปร์

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

2.1.4 หน่วยการเรียนรู้ของรายวิชา

ในรายวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีหน่วยการเรียนรู้รายวิชาทั้งหมด 4 หน่วยการเรียนรู้ ดังนี้

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 ธรรมชาติของฟิสิกส์ การวัดความคลาดเคลื่อน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 การเคลื่อนที่ใน 1 มิติ

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 มวล แรง และกฎการเคลื่อนที่

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 การเคลื่อนที่ใน 2 มิติ

โดยผู้วิจัยได้เลือกหน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง การเคลื่อนที่ใน 2 มิติ มาใช้ในการวิจัยครั้งนี้ โดยแสดงโครงสร้างเนื้อหา รายวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน ว 30101 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1

โครงสร้างเนื้อหา รายวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน ว 30101 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

แผนการจัดการเรียนรู้	เรื่อง/เนื้อหา	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
1	การเคลื่อนที่แนวระดับและแนวดิ่งของโพรเจกไทล์	1. อธิบายความหมายของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ (K) 2. วิเคราะห์การเคลื่อนที่ในแนวดิ่งและการเคลื่อนที่ในแนวระดับออกจากกันได้ (K) 3. ทดลองเกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบ โพรเจก-ไทล์และสรุปได้ว่าแนวการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์เป็นเส้นโค้งพาราโบลา (P) 4. สร้างแบบจำลองเพื่อแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณต่าง ๆ ของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์โดยพิจารณาจากการเคลื่อนที่ในแนวดิ่งด้วยความเร่งคงตัวและการเคลื่อนที่ในแนวระดับด้วยความเร็วคงตัว (P) 5. นำเสนอและพัฒนาแบบจำลองเพื่ออธิบายความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณต่าง ๆ ของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ (P) 6. มีความตรงต่อเวลา มีความรับผิดชอบและมีความมุ่งมั่นอดทน (A)	3

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

(ต่อ)

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

แผนการจัดการเรียนรู้	เรื่อง/เนื้อหา	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
2	การกระจัดและความเร็วของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์	1. หาการกระจัดลัพธ์ขณะใดขณะหนึ่งของวัตถุซึ่งเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ (K) 2. หาความเร็วขณะใดขณะหนึ่งของวัตถุซึ่งเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ (K) 3. คำนวณหาปริมาณต่างๆของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ได้เมื่อกำหนดสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องได้ (P) 4. สร้างแบบจำลองเพื่ออธิบายการกระจัดและความเร็วขณะใดขณะหนึ่งของวัตถุซึ่งเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ (P)	3
2	การกระจัดและความเร็วของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์	5. นำเสนอและพัฒนาแบบจำลองเพื่ออธิบายความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณต่าง ๆ ของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ (P) 6. มีความตรงต่อเวลา มีความรับผิดชอบและมีความมุ่งมั่นอดทน (A)	
3	การเคลื่อนที่ของวัตถุที่มีความเร็วต้นทำมุมกับแนวระดับ	1. อธิบายความหมายของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ (K) 2. แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณต่างๆของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ โดยพิจารณาจากการเคลื่อนที่ในแนวดิ่งด้วยความเร่งคงตัวและการเคลื่อนที่ในแนวระดับด้วยความเร็วคงตัว (P) 3. สร้างและออกแบบเครื่องยิงโพรเจกไทล์ (P)	3

(ต่อ)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

แผนการจัดการเรียนรู้	เรื่อง/เนื้อหา	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
		4. นำเสนอและพัฒนาแบบจำลองเพื่ออธิบายความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณต่างๆ ของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ (P) 5. มีความตรงต่อเวลามีความรับผิดชอบและมีความมุ่งมั่นอดทน (A)	
4	การเคลื่อนที่ของวัตถุที่มีความเร็วต้นทำมุมกับแนวระดับ	1. อธิบายประโยชน์ที่ได้เกิดจากการเคลื่อนที่แบบไพรเจกไทล์ (K) 2. ออกแบบและพัฒนาชุดยิงแบบโพรเจก-ไทล์ที่ยิงได้ไกลที่สุด (P) 3. นำเสนอและจัดกิจกรรมแข่งขันการยิงวัตถุ (P) 4. มีความตรงต่อเวลา มีความรับผิดชอบและมีความมุ่งมั่นอดทน (A)	3
		รวม	12

หมายเหตุ. ปรับปรุงจาก *แผนการจัดการเรียนรู้และแผนการประเมินผลการเรียนรู้ ฉบับย่อ กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์* โดย กลุ่มโรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค, 2561, บุรีรัมย์ : โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาภรณราชวิทยาลัย บุรีรัมย์.

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

2.2 แบบจำลอง

2.2.1 ความหมายและความสำคัญของแบบจำลอง

แบบจำลองเป็นสิ่งที่สร้างขึ้นเพื่อเป็นตัวแทนหรือใช้อธิบายแทนในสิ่งๆนั้นโดยมีนักวิชาการและนักวิจัยหลายท่าน ได้ให้ความหมายของแบบจำลองที่แตกต่างกันดังนี้

ปาณิสรา ไม้รอดม (2557) ได้ให้ความหมายของแบบจำลองว่า แบบจำลองเป็นสิ่งที่สร้างขึ้นจากวัตถุประสงค์เฉพาะโดยใช้เป็นตัวแทนแนวคิดที่เป็นนามธรรม กระบวนการ หรือระบบ เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติ

อารยา ควัฒน์กุลม (2558) ให้ความหมายของแบบจำลองว่า เป็นภาพที่นักเรียนสะท้อนออกมาจากความคิดของตนเองโดยผ่านการให้เหตุผลที่ใช้ความรู้พื้นฐานเพื่อใช้ในการที่จะอธิบายหรือทำนายสถานการณ์ ปรากฏการณ์ต่างๆได้อย่างถูกต้อง

ปิยะนัฐ นันทการณ์ (2551)ได้ให้ความหมายของแบบจำลองไว้ว่าหมายถึง สิ่งที่ใช้อธิบายปรากฏการณ์เกี่ยวกับโลก ได้แก่ ทฤษฎี กฎ กระบวนการ แนวคิด และหลักการทำงาน ต่างๆของระบบโดยนำเสนอในรูปแบบต่างๆ เช่น วัสดุทรง 3 มิติ ภาพร่าง สมการ

Norman (1983, อ้างถึงใน ณัชธฤต เกื้อทาน, 2554) ได้ให้ความหมายของแบบจำลองความคิดว่าเป็นระบบเป้าหมายซึ่งประชาคมหรือแต่ละบุคคลสร้างขึ้นเพื่อพยายามใช้ในการเรียนรู้ แบบจำลองแนวคิด ซึ่งเป็นระบบที่สร้างโดยนักวิทยาศาสตร์หรือครูที่คิดว่ามีลักษณะที่เหมาะสมถูกต้อง มีความคงที่และสมบูรณ์ โดยแบบจำลองความคิดของแต่ละบุคคลที่สร้างขึ้นจะได้รับอิทธิพลมาจากประสบการณ์ของแต่ละบุคคลและสถานการณ์เป้าหมายหรือแนวคิดของนักวิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

จากการศึกษาความเห็นของนักวิชาการดังกล่าวข้างต้นสรุปว่าแบบจำลองหมายถึง สิ่งที่ได้รับการพัฒนาขึ้นเพื่ออธิบายหรือแสดงให้เห็นถึงองค์ประกอบสำคัญของเรื่องใดเรื่องหนึ่งให้เข้าใจได้ง่ายขึ้น เพื่อเป็นแนวทางในการดำเนินการอย่างใดอย่างหนึ่งต่อไป โดยแบบจำลองอย่างง่ายหรือย่อส่วนของปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่ผู้เสนอรูปแบบดังกล่าวได้ศึกษาและพัฒนาขึ้นมา เพื่อแสดงหรืออธิบายปรากฏการณ์ให้เข้าใจได้ง่ายขึ้น หรือในบางกรณีอาจจะใช้ประโยชน์ในการทำนายปรากฏการณ์ที่จะเกิดขึ้น ตลอดจนอาจใช้เป็นแนวทางในการดำเนินการอย่างใดอย่างหนึ่งต่อไป

2.2.2 ประเภทของแบบจำลอง

แบบจำลองมีหลากหลายประเภทโดยมีนักวิจัยหลายท่านได้เป็นประเภทของแบบจำลองดังนี้

Johnson-Laird (1983, อ้างถึงใน โพธิศักดิ์ โพธิเสน, 2558) ได้ทำการแบ่งประเภทของแบบจำลองได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ

1. แบบจำลองทางความคิดเชิงกายภาพ (Physical Model) จะเป็นตัวแทนของสิ่งที่เป็นรูปธรรมในโลก

2. แบบจำลองทางความคิดเชิงแนวคิด (Conceptual Mental Model) จะเป็นตัวแทนของสิ่งที่มีความเป็นนามธรรมนั่นคือแบบจำลองทั้งสองประเภทนี้เป็นตัวแทนของสิ่งใดๆ ในโลกที่มีจริงและมีในจินตนาการนั่นเอง

พรรณวิไล ชมชิด (2552) กล่าวว่าแบบจำลองที่นำมาใช้อธิบายสิ่งต่างๆ เพื่อให้ง่ายต่อการทำความเข้าใจมีหลายลักษณะ โดย Gilbert (2005) ได้จำแนกแบบจำลองออกเป็น 5 ประเภท คือ

1. แบบจำลองทางความคิด (Mental Model) เป็นแบบจำลองเฉพาะของแต่ละบุคคลที่สร้างขึ้นจากเหตุผลของบุคคลนั้น

2. แบบจำลองที่แสดงออก (Expressed Model) เป็นการนำเสนอแบบจำลองทางความคิดเพื่อสื่อสารให้ผู้อื่นรับรู้ โดยแบบจำลองที่นำมาใช้แสดงออกเพื่อนำเสนอสิ่งต่างๆให้เข้าใจง่ายขึ้น จำแนกเป็น 5 ลักษณะได้แก่

2.1 รูปธรรม (Concrete Model) เป็นแบบจำลองที่เป็นวัตถุในลักษณะสามมิติที่สามารถ สัมผัสได้ ถ้าแบบจำลองนั้นมีรูปร่างลักษณะเหมือนกับเป้าหมายแต่มีขนาดเล็กกว่า (ย่อส่วน) จึงเรียก แบบจำลองประเภทนี้ว่า Scale Model เช่น แบบจำลองพลาสติกของกระสวยอวกาศ เป็นต้น แต่ถ้าแบบจำลองนั้นมีรูปร่างลักษณะและสัดส่วนไม่เหมือนกับเป้าหมายแต่มีองค์ประกอบที่สามารถ อธิบายเป้าหมายได้ เรียกแบบจำลองประเภทนี้ว่า Functional Model เช่น แบบจำลองระบบสุริยะ เป็นต้น

2.2 คำพูด (Verbal Model) เป็นแบบจำลองที่ใช้คำพูดหรือข้อความในการบรรยาย อธิบาย หรือเปรียบเทียบข้อความต่าง ๆ ตัวอย่างเช่น คำพูดที่ว่า “หัวใจเปรียบเสมือนปั๊ม” เป็นต้น

2.3 คณิตศาสตร์ (Mathematical Model) เป็นแบบจำลองที่ใช้สัญลักษณ์แสดงความ สัมพันธ์เชิงปริมาณ ได้แก่ สัญลักษณ์พื้นฐาน *(=, <, >)* สูตรหรือสมการ เช่น สมการการเคลื่อนที่ของดาวเคราะห์ เป็นต้น

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

2.4 ภาพ (Visual or Diagrammatic Model) เป็นแบบจำลองที่มองเห็นได้ในลักษณะ สองมิติที่อยู่ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น กราฟ แผนภาพ พิมพ์เขียว ผังแนวคิด รูปภาพ ภาพเคลื่อนไหว เป็นต้น

2.5 ลักษณะท่าทาง (Gestural Model) เป็นแบบจำลองที่ใช้การเคลื่อน-ไหวส่วนต่าง ๆ ของร่างกายเพื่อจำลองถึงสถานการณ์ต่าง ๆ เช่น การเคลื่อนที่ของนักเรียนรอบคนลื่นเพื่อจำลองการ เคลื่อนที่ของดาวเคราะห์ในระบบสุริยะ เป็นต้น

3. แบบจำลองมติของกลุ่ม (Consensus Model) เป็นแบบจำลองที่ได้รับการยอมรับจากกลุ่มผู้ที่ศึกษาเรื่องนั้นๆ เช่น แบบจำลองที่ได้จากการลงมติของนักเรียนในชั้นเรียน

4. แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Model) เป็นแบบจำลองที่ได้ยอมรับจากประชาคมวิทยาศาสตร์ แบบจำลองแสดงปรากฏการณ์ข้างขึ้นข้างแรม

5. แบบจำลองประวัติศาสตร์ (Historical Model) เป็นแบบจำลองที่เคยได้รับการยอมรับจากประชาคมวิทยาศาสตร์ เช่น แบบจำลองอะตอมของโบร์

Suckling et al. (1978, Cited in Coll, 2006) แบ่งแบบจำลองอย่างกว้างๆ ได้ 2 ประเภท คือ

1. แบบจำลองทางกายภาพ (Physical Models) จะประกอบไปด้วย

1.1 แบบจำลองมาตรส่วน (Scale/Iconic Models) ซึ่งใช้แทนรูปแบบหรือลักษณะ ภายนอกของเป้าหมาย

1.2 แผนที่/แผนภาพ (Maps/Diagrams) เช่น แผนผังแสดงการเกิดปฏิกิริยาเคมีหรือกระบวนการเผาผลาญ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

1.3 สูตร (Formulae) เช่น สูตรเคมีต่างๆที่เป็นสัญลักษณ์แทนสารเคมีหรือกระบวนการทางเคมี เช่น น้ำเขียนแทนด้วย สูตรเคมี H_2O

1.4 แบบจำลองการเปรียบเทียบ (Analogue Models) ซึ่งเป็นแบบจำลองที่แสดง ถึงลักษณะชองเป้าหมายหนึ่งอย่างหรือมากกว่านั้น เช่น แบบจำลอง Ball-and-Stick หรือแบบจำลอง Space-Filling Molecular ในวิชาเคมี หรือแบบจำลองหัวใจในวิชาชีววิทยา เป็นต้น

2. แบบจำลองแนวคิดหรือสัญลักษณ์ (Conceptual-Symbolic Models) เป็นแบบจำลองที่ แสดงถึงสิ่งที่เกิดขึ้นภายในจิตใจหรือเป็นโครงสร้างทางความคิด ซึ่งจะประกอบไปด้วย

2.1 แบบจำลองเชิงประจักษ์ (Empirical Models) เป็นแบบ'จำลอง'ที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรต่างๆ ที่สามารถสังเกตได้ เช่น แบบจำลองร่างกายของมนุษย์

2.2 แบบจำลองทางทฤษฎี (Theoretical Models) เป็นแบบจำลองที่ใช้แทนปรากฏการณ์ที่เป็นนามธรรม เช่น แรงหรือพันธะทางเคมี

2.3 แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Models) ประกอบไปด้วยสมบัติ

ทางกายภาพ เช่น ความหนาแน่น หรือกระบวนการทางกายภาพ และสมการทางคณิตศาสตร์

2.4 แบบจำลองมาตรฐาน (Standard Models) เป็นการลอกเลียนแบบในกระบวนการบางอย่าง เช่น แบบจำลองของกระบวนการหายใจ

2.5 แบบจำลองแม่แบบ (Archetype Models) เป็นการสร้างแบบจำลองเพื่อใช้อธิบาย ปรากฏการณ์บางอย่าง

Gilbert (2005) ได้แบ่งแบบจำลองออกเป็น 5 ประเภทตามลักษณะการมีส่วนร่วมของบุคคล

1. แบบจำลองทางความคิด (Mental Model) คือ แบบจำลองหรือภาพในสมองที่มีลักษณะเฉพาะของแต่ละบุคคล

2. แบบจำลองที่แสดงออก (Expressed Model) คือแบบจำลองทางความคิดที่มีการนำเสนอหรือแสดงออกให้ผู้อื่นรับรู้ ซึ่งอาจจะแสดงออกในรูปแบบของ คำพูด ภาพวาด หรือลักษณะ ท่าทาง เป็นต้น

3. แบบจำลองมติของกลุ่ม (Consensus Model) คือแบบจำลองที่ได้รับการยอมรับจาก ภายในกลุ่มผู้ซึ่งศึกษาเรื่องนั้นๆ อาจจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับผลการทดลองหรือประสบการณ์ของแต่ละกลุ่ม

4. แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Model) คือแบบจำลองที่ได้รับการทดสอบ อย่างเป็นทางการ มีการยอมรับจากมติประชาคมวิทยาศาสตร์และมีการเผยแพร่ในวารสารต่างๆ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

5. แบบจำลองประวัติศาสตร์ (Historical Model) คือแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ในอดีต ที่เคยได้รับการยอมรับจากประชาคมวิทยาศาสตร์

Boulter and Buckley (2000) แบ่งแบบจำลองออกเป็น 5 ประเภทตามลักษณะการแสดงออกของแบบจำลอง ดังนี้

1. รูปธรรม (Concrete Model) เป็นแบบจำลองที่สามารถสัมผัสได้สร้างเป็นสามมิติ ถ้า แบบจำลองนั้นมีลักษณะเหมือนกับเป้าหมายแต่มีสัดส่วนเล็กกว่าจะเรียกแบบจำลองประเภทนี้ว่า Scale Model เช่น แบบจำลองอะตอมพลาสติก แต่ถ้าแบบจำลองนั้นมีลักษณะและสัดส่วนไม่เหมือน เป้าหมายแต่มีหน้าที่การทำงานที่สามารถอธิบายเป้าหมายได้ เรียกแบบจำลองประเภทนี้ว่า functional model เช่น แบบจำลองระบบสุริยะ เป็นต้น

2. คำพูด (Verbal Model) เป็นแบบจำลองที่ใช้คำพูดหรือคำอธิบายในการบรรยายข้อความรู้ต่างๆ กับลักษณะที่แสดงออก เช่น คำพูดในการอธิบายการทำงานของเซลล์เหมือนกับโรงงาน เป็นต้น

3. คณิตศาสตร์ (Mathematical Models) เป็นแบบจำลองที่ใช้สัญลักษณ์แสดงความสัมพันธ์เชิงปริมาณ เช่น สัญลักษณ์หรือสมการคณิตศาสตร์

4. ภาพ (Visual or Diagrammatic Models) เป็นแบบจำลองที่สามารถมองเห็นได้ในสอง มิติ เช่น กราฟ แผนภาพ รูปภาพ หรือภาพเคลื่อนไหว เป็นต้น

5. ลักษณะท่าทาง (Gestural Models) เป็นแบบจำลองที่ใช้การเคลื่อนไหวของร่างกาย เพื่อจำลองถึงสถานการณ์ต่างๆ เช่น การเดินขึ้นบันไดของนักเรียนเปรียบเทียบกับการเปลี่ยนแปลงพลังงานของอิเล็กตรอนเป็นต้น

จากการศึกษาความคิดเห็นของนักวิชาการดังกล่าวข้างต้น สรุปว่า การแบ่งประเภทของแบบจำลองขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ในการอธิบายแบบจำลองนั้นๆรวมถึงวิธีหรือกระบวนการที่จะนำแบบจำลองไปใช้งาน

2.2.3 แบบจำลองทางความคิด

2.2.3.1 ความหมายและลักษณะแบบจำลองทางความคิด

นักการศึกษาและนักวิจัยหลายท่านได้ให้ความหมายของแบบจำลองทางความคิดที่แตกต่างกันไว้ดังนี้

Johnson-Laird (1983, cited in Greca and Moreira, 2000) ได้ให้ความหมายของ แบบจำลองทางความคิดว่าเป็นโครงสร้างของการรับรู้ในระดับพื้นฐาน โดยมีการสร้างแนวคิดหรือ ความรู้ขึ้นภายในสมองของผู้เรียน

Norman (1983) และ Gentner and Stevens (1983) อ้าง ใน Harrison and Treagust (1996) ให้ความหมายของแบบจำลองทางความคิดว่า เป็นการสร้างองค์ ความรู้ภายในความคิดของบุคคลนักเรียนแต่ละคนจะสร้างแนวคิดและความรู้ต่าง ๆ เหล่านี้เพื่อใช้ทำความเข้าใจเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติและเพื่อที่จะอธิบายทำนายในปรากฏการณ์ธรรมชาตินั้น โดยนักเรียนแต่ละคนจะสร้างแบบจำลองทางความคิดขึ้นมานั้น เกิดจากความเข้าใจและ ประสบการณ์เดิมของตน

Vosniadou (1994) อธิบายว่าแบบจำลองทางความคิด คือ ตัวแทนของความคิด หรือ ตัวแทนในการเปรียบเทียบที่สร้างขึ้นเฉพาะแต่ละบุคคล ซึ่งพยายามที่จะอธิบายปรากฏการณ์ทาง ธรรมชาติที่ไม่สามารถอธิบายหรือบรรยายปรากฏการณ์นั้นๆได้โดยตรง

แบบจำลองทางความคิด (Mental Model) จึงหมายถึง แบบแผนทางความคิด ความเชื่อทัศนคติ จากการสั่งสมประสบการณ์กลายเป็นกรอบความคิดที่ทำให้บุคคลนั้นๆ มีความสามารถในการทำความเข้าใจ วินิจฉัย ตัดสินใจในเรื่องต่างๆ ได้อย่างเหมาะสม สิ่งเหล่านี้ถือเป็นพื้นฐานของวุฒิภาวะ (Emotional Quotient, EQ) การตระหนักถึงกรอบแนวคิดของตนเอง ทำให้เกิดความ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

กระจ่างกับรูปแบบ ความคิด ความเชื่อ ที่มีผลต่อการตัดสินใจและการกระทำของตน และเพียร พัฒนารูปแบบความคิดความเชื่อให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของโลก ไม่ยึดติดกับความเชื่อเก่าๆ ที่ล้าสมัย และสามารถที่จะบริหารปรับเปลี่ยน กรอบความคิดของตน ทำความเข้าใจได้ ซึ่งสอดคล้องกับความคิดในเชิงการรื้อปรับระบบงาน (Reengineering)

2.2.3.2 ประเภทของแบบจำลองทางความคิด

นักการศึกษาและนักวิจัยได้แบ่งประเภทของแบบจำลองทางความคิดโดยใช้หลักเกณฑ์ที่ แตกต่างกัน ดังต่อไปนี้

Johnson-Laird (1983, Cited in Coll and Treagust, 2001) ได้แบ่งแบบจำลองทาง ความคิดออกเป็นแบบจำลองทางความคิดทางกายภาพ (Physical Mental Model) ซึ่งจะแสดง ลักษณะการสร้างความคิดในสิ่งที่เป็นกายภาพและเป็นรูปธรรม ส่วนแบบจำลองทางความคิดเชิง แนวคิด (Conceptual Mental Model) จะแสดงลักษณะการสร้างความคิดเกี่ยวกับแนวคิด มี ลักษณะเป็นแบบจำลองที่เป็นนามธรรม

Boulter and Buckley (2000) แบ่งประเภทของแบบจำลองทางความคิดตามขั้นตอนของ การเป็นตัวแทน มี 2 ประเภท คือ แบบจำลองทางความคิดภายใน (Internal Model) และ แบบจำลองทางความคิดภายนอกหรือแบบจำลองแสดงออก (Expressed Model or External Model) เช่น สิ่งที่เป็นรูปธรรม สัญลักษณ์ ภาพ ลักษณะท่าทาง และคำพูด เป็นต้น

Norman (1983 Cited in Coll, 1999) แบ่งแบบจำลองทางความคิดโดยใช้ผู้สร้างเป็นเกณฑ์ ดังนี้ แบบจำลองทางความคิดของนักวิทยาศาสตร์ (Scientist's Model) แบบจำลองทางความคิด ของครู (Teacher's Model) แบบจำลองทางความคิดของนักเรียน (Student's Model) นอกจากนี้ Norman (1983) ยังใช้เกณฑ์การมีส่วนร่วมของกลุ่มสังคม ในการแบ่งประเภทของแบบจำลองทาง ความคิดออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่ แบบจำลองทางความคิดเฉพาะบุคคล (Individual Model) แบบจำลองทางความคิดของกลุ่ม (Consensus Or Social Model) และแบบจำลองทางคิดทาง ประวัติศาสตร์ (Historical Model)

Young (1983 Cited in Park, 2006) ได้แบ่งแบบจำลองทางความคิดออกเป็น 4 ประเภท ได้แก่ แบบจำลองผลงาน (Performance Model) แบบจำลองการเรียนรู้ (Learning Model) แบบจำลองการให้เหตุผล (Reasoning Model) และแบบจำลองการออกแบบ (Design Model) ทั้งนี้แบบจำลองทางความคิดในแต่ละประเภทขึ้นอยู่กับมุมมองของแต่ละบุคคล

จากข้างต้นจะเห็นได้ว่าแบบจำลองทางความคิดนั้นสามารถจำแนกได้หลายประเภททั้งนี้ ขึ้นอยู่กับหลักเกณฑ์ที่ใช้ในการแบ่ง เพราะฉะนั้นเพื่อให้สอดคล้องกับความหมายที่กล่าวไว้ข้างต้น แบบจำลองทางความคิดในความหมายของผู้วิจัยเป็นตัวแทนของความคิด ซึ่ง

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

เกิดขึ้นภายในสมองของ แต่ละบุคคล นักเรียนจะสร้างแนวคิดหรือความรู้ต่างๆ เพื่อใช้อธิบายหรือบรรยายปรากฏการณ์ทาง ธรรมชาติ ดังนั้นประเภทของแบบจำลองทางความคิดในงานวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ แบบจำลองทางความคิดภายใน (Internal Model) ซึ่งเป็นตัวแทนของความคิดที่นักเรียนแต่ละคนสร้างขึ้น และแบบจำลองทางความคิดภายนอกหรือแบบจำลองแสดงออก (Expressed Model or External Model) เป็นสิ่ง ที่นักเรียนแสดงออกมา อาจจะเป็นคำพูด สัญลักษณ์ ลักษณะท่าทาง ภาพเคลื่อนไหว หรือสิ่งที่เป็น รูปธรรม เป็นต้น

2.2.3.3 แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานนั้นเป็นการจัดกิจกรรมที่จะทำให้ผู้เรียนได้เกิดทักษะรวมถึงทำให้ผู้เรียนได้เข้าใจในบทเรียนที่เป็นนามธรรม ซึ่งจะทำให้เห็นเป็นรูปธรรมมากยิ่งขึ้น โดยมีนักวิจัยได้ให้ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ดังนี้

ณัชธฤต เกื้อทาน (2554) การเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานซึ่งมีลำดับขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นสร้างแบบจำลอง (Generation phase) เป็นขั้นตอนที่ให้นักเรียนแต่ละคนสร้างแบบจำลองขึ้นมาจากแบบจำลองความคิดของนักเรียน โดยครูใช้คาถามหรือสถานการณ์กระตุ้นเพื่อให้นักเรียนแสดงแบบจำลองความคิดออกมามากที่สุด

2. ขั้นประเมินแบบจำลอง (Evaluation Phase) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนนำแบบจำลองที่สร้างขึ้นในขั้นตอนแรกไปทดลองใช้ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง โดยในขั้นตอนนี้ครูอาจจะใช้ยุทธวิธีต่าง ๆ เช่น การสร้างแบบจำลอง ทดลอง อุปมาอุปไมย การใช้เหตุการณ์ที่ขัดแย้งกัน ภาพเคลื่อนไหวจากคอมพิวเตอร์หรือใช้ข้อมูลจากสื่อประกอบ

3. ขั้นปรับปรุงแก้ไขแบบจำลอง (Revise Phase) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนจะต้องกลับมาประเมินแบบจำลองที่สร้างขึ้นในขั้นตอนแรกอีกครั้งหนึ่งเพื่อพัฒนาแบบจำลองให้เป็นแบบจำลองมติของกลุ่ม (Consensus Model) โดยในขั้นนี้นักเรียนจะมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกันรวมทั้งครูอาจให้ความรู้เพิ่มเติมกับนักเรียนในบางประเด็น

4. ขั้นขยายแบบจำลอง (Elaboration Phase) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนนาแบบจำลองที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขแล้วไปใช้ในการทำนายหรืออธิบายข้อมูลหรือสถานการณ์อื่น ๆ ที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน ในขั้นนี้ครูอาจจะชี้ให้นักเรียนได้เห็นถึงของเขตและข้อจากัดของแบบจำลอง

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ชัยยนต์ ศรีเชียงหา (2554) ได้เสนอการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองไว้ทั้งหมด 5 ขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นสร้างแบบจำลองทางความคิด (Produce Mental Model) ผู้สอนจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนสร้างแบบจำลองทางความคิดเกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่ศึกษา โดยนักเรียนรวบรวมข้อมูล ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์นั้น ๆ เข้าด้วยกัน จากนั้นทำการตรวจสอบข้อมูลแล้วจึงลงมือ สร้างแบบจำลอง

2. ขั้นแสดงออกแบบจำลอง (Express Model) นักเรียนแสดงออกแบบจำลองที่สร้างขึ้นใน รูปแบบต่าง ๆ เช่น สิ่งที่เป็นรูปธรรม ภาษา คำพูด สัญลักษณ์ รูปภาพ เป็นต้น เพื่อสื่อสารให้ผู้อื่น

3. ขั้นทดสอบแบบจำลอง (Test Model) นักเรียนนำแบบจำลองที่ผ่านการแสดงออกแล้วไป ใช้เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ที่ศึกษา

4. ขั้นประเมินแบบจำลอง (Evaluate Model) นักเรียนร่วมกันประเมินแบบจำลองหลังจาก การทดสอบ ซึ่งอาจพบว่าแบบจำลองนั้นอาจถูกปฏิเสธเนื่องจากไม่สามารถใช้อธิบายปรากฏการณ์ที่ ศึกษาได้ นักเรียนต้องกลับไปสร้างแบบจำลองใหม่ หรือล้าพบว่าสามารถใช้อธิบายปรากฏการณ์ที่ ศึกษาได้แต่ไม่ดีพอนักเรียนต้องปรับปรุงและแก้ไขแบบจำลองเพื่อให้สามารถอธิบายปรากฏการณ์ได้ดีขึ้น

5. ขั้นขยายแบบจำลอง (Elaborate Model) นักเรียนนำแบบจำลองเดิมไปสร้างเพิ่มเติมหรือ นำไปรวมกับแบบจำลองอื่นเพื่อขยายแนวคิดให้กว้างขึ้น

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ฮามีด๊ะ มูสอ (2558) ได้สรุปขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานได้ดังนี้

ขั้นที่ 1 ตอนสนองต่องานที่ได้รับ โดยครูจะต้องกระตุ้นให้นักเรียนได้แสดงความรู้เดิมเกี่ยวกับแนวคิดเรื่องที่ศึกษาออกมา ซึ่งครูอาจจะใช้คำถามหรือใช้สถานการณ์ในการกระตุ้น

ขั้นที่ 2 การสร้างแบบจำลองเริ่มต้น ครูสนับสนุนให้ผู้เรียนรวบรวมข้อมูลต่างๆที่เป็นความรู้เดิมและข้อมูลใหม่ที่ได้รับเข้าด้วยกัน จากนั้นตรวจสอบข้อมูลหรือจัดกระทำข้อมูล แล้วลงมือสร้างแบบจำลองที่เป็นตัวแทนของปรากฏการณ์ขึ้นมา

ขั้นที่ 3 นำไปใช้และประเมิน ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้นำแบบจำลองที่สร้างขึ้นไปใช้และอธิบายปรากฏการณ์ที่ศึกษา จากนั้นให้นักเรียนประเมินว่าแบบจำลองที่สร้างขึ้นสามารถอธิบายแนวคิดที่เป็นปรากฏการณ์ที่ศึกษานั้นได้หรือไม่ หรือมีความ

สอดคล้องเหมาะสมเพียงใด ซึ่งในขั้นตอนนี้ครูจะต้องพยายามใช้คำถามที่ให้นักเรียนสามารถประเมินได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

ขั้นที่ 4 การปรับปรุง แก้ไขแบบจำลอง หลังจากาประเมินแบบจำลงแล้ว หากพบว่าแบบจำลองที่สร้างขึ้นดังกล่าวไม่สามารถอธิบายปรากฏการณ์ที่ศึกษาได้ดีพอ แบบจำลองนั้นจะถูกปฏิเสธ ดังนั้นนักเรียนจะต้องกลับไปสร้างแบบจำลองใหม่ในขั้นที่ 2โดยต้องทำการตรวจสอบข้อมูลใหม่และศึกษาข้อมูลอย่างละเอียดมากขึ้น แต่ถ้าแบบจำลองที่สร้างขึ้นนำไปใช้อธิบายปรากฏการณ์ที่ศึกษาได้แต่ยังไม่ดีพอ อาจจะทีการปรับปรังและแก้ไขแบบจำลองนั้นให้ดียิ่งขึ้น

ขั้นที่ 5 ขยายแบบจำลอง ผู้เรียนนำแบบจำลองไปสร้างเพิ่มเติม หรือนำไปรวมกับแบบจำลองอื่น เพื่อขยายแนวคิดให้กว้างขึ้น เพราะแนวคิดบางอย่างอาจจะแบบจำลองอย่างเดียวอธิบายได้ไม่ดีพอ

จากการศึกษาข้างต้น ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยจะใช้การจัดการสอนโดยใช้แบบจำลองของ ชัยยนต์ ศรีเชียงหา (2554) โดยทำการปรับปรุง มีขั้นสอนดังนี้

1. ขั้นสร้างแบบจำลองทางความคิด (Produce Mental Model) การใช้สถานการณ์ที่น่าสนใจสามารถกระตุ้นให้นักเรียนสร้างแบบจำลองทางความคิดเกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่ศึกษา

2. ขั้นแสดงออกแบบจำลอง (Express Model) การใช้คำถามครอบคลุมความรู้เดิมและความรู้พื้นฐานเป็นสิ่งที่จำเป็นในการสร้างแบบจำลองทางความคิดของนักเรียน

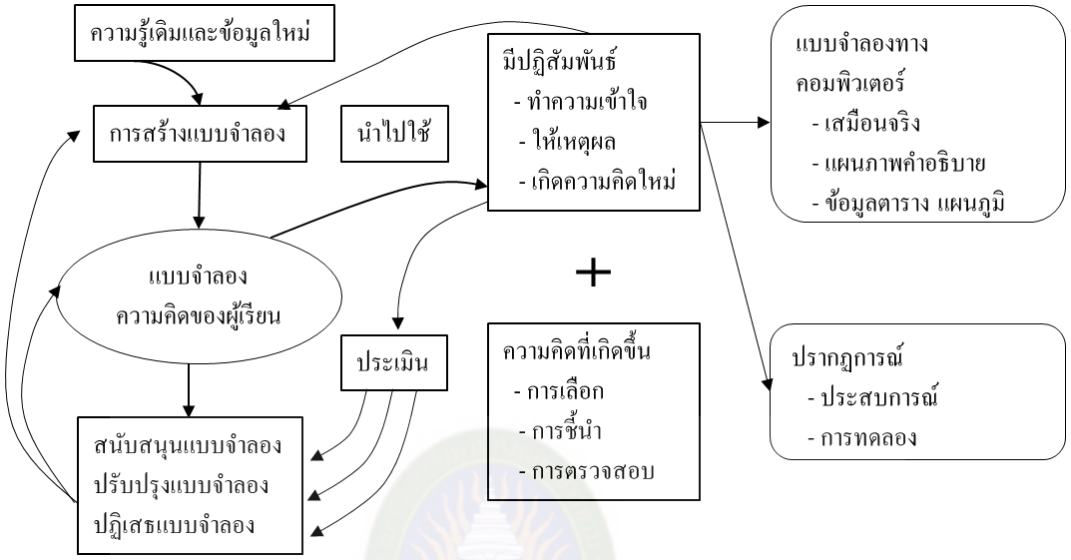
3. ขั้นทดสอบแบบจำลอง (Test Model) การเน้นกิจกรรมที่ช่วงให้นักเรียนได้ทดสอบแบบจำลองร่วมกับการใช้คำถามที่ให้นักเรียนสามารถประเมินได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

4. ขั้นประเมินแบบจำลอง (Evaluate Model) การตรวจสอบแบบจำลอง แต่ถ้าแบบจำลองที่สร้างขึ้นไม่สามารถอธิบายปรากฏการณ์ที่ศึกษาได้ต้องการปรับปรุงแก้ไขแบบจำลองให้ดียิ่งขึ้น

5. ขั้นขยายแบบจำลอง (Elaborate Model) แก้ไขเพิ่มเติมหรือนำไปรวมกับแบบจำลองอื่นเพื่อขยายแนวคิดให้กว้างขึ้น

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

Buckley et al., (2004) ได้เสนอขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลอง เป็นฐานไว้เป็นวัฏจักรซึ่งแสดงดังภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนโดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ปรับปรุงจาก (*Model-Based Teaching And Learning With Biological : What Do They Learn? How Do They Learn? How Do We Know?*, โดย Buckley et al, 2004, Massachusetts.

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

จากกรอบแนวคิดของการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ซึ่งเริ่มต้นจากการกระตุ้นให้ ผู้เรียนสร้างแบบจำลองทางความคิดและแสดงออกแบบจำลองออกมาแล้วนำแบบจำลองไปใช้ในการ อธิบาย ทำความเข้าใจหรือให้เหตุผลเกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่ศึกษา จากนั้นนักเรียนประเมินแบบจำลองเพื่อดูว่าแบบจำลองที่สร้างขึ้นสามารถอธิบายปรากฏการณ์ที่ศึกษาได้หรือไม่ มีการสนับสนุน ปรับปรุงหรือปฏิเสธแบบจำลองหากไม่สามารถอธิบายปรากฏการณ์ที่ศึกษานั้นๆ ได้เมื่อ นักเรียนปรับปรุงแก้ไขแบบจำลองให้มีความเหมาะสมแล้วจึงนำแบบจำลองไปอธิบายปรากฏการณ์ที่ ศึกษาเพื่อขยายแนวคิดให้กว้างขึ้น

2.2.3.4 การใช้แบบวัดแบบจำลองทางความคิด

จากการศึกษางานวิจัยพบว่าสามารถวัดได้หลากหลาย วิธีการใช้ในการวัดแบบจำลองทางความคิด ได้แก่

1) การแก้ปัญหา (Problem Solving) เป็นการวัดทางอ้อม แบบจำลองทางความคิดเป็นการเข้าใจรากฎการณ์ทางธรรมชาติ การหาข้อสรุป และการทำนายของแต่ละคนนั้น ดังนั้นแต่ละคนก็จะมีแบบจำลองทางความคิดที่แตกต่างกันในการที่จะแก้ปัญหาในเรื่องเดียวกัน ดังนั้นจึงสามารถวัดแบบจำลองทางความคิดได้จากผลที่ได้จากการแก้ปัญหา (Jonassen and Cho, 2008)

2) ภาษา (Verbal Report) เป็นการวัดโดยตรง ซึ่งการวัดแบบจำลองทางความคิดโดยใช้ภาษาสามารถวัดได้โดยการสัมภาษณ์ การอธิบาย (Khan, 2007; Jonassen and Cho, 2008)

3) การวาดรูป (Drawing) เป็นภาษาแบบหนึ่งแต่เป็นภาษาที่ไม่ได้พูด แต่อาจจะทำให้เกิดความเข้าใจผิดในการดีความ ดังนั้นจึงควรมีการอธิบายเพิ่มเติมในสิ่งที่วาด (Jonassen And Cho, 2008)

4) การเขียนแผนผังความคิด (Concept Map) โดยจะสามารถวัดแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนได้โดยพิจารณาจากแนวคิดแต่ละแนวคิดที่มีความเชื่อมโยงกัน Chang (2007)

การวัดแบบจำลองทางความคิดเป็นวิธีที่ทำให้ทราบแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนว่า สอดคล้องกับแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์หรือไม่ รวมถึงทำให้ทราบว่าแบบจำลองทางความคิดของ นักเรียนเกี่ยวกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เรื่องนั้นเป็นอย่างไร ซึ่งจากการศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับวิธีการ และเครื่องมือที่ใช้ในการวัดแบบจำลองทางความคิดของนักเรียน พบว่าสามารถทำได้หลายวิธี ทั้งใช้ การสัมภาษณ์ (Harrison and Treagust, 1996, Khan, 2007, Jonassen and Cho, 2008, Park and Light, 2009) การใช้แบบวัดแบบจำลองทางความคิด (ศุภกาญจน์ รัตนกร, 2552; ณัชธฤต เกื้อทาน และคณะ, 2554, ฮามิด๊ะ มูสอ, 2555) ซึ่งโดยส่วนใหญ่จะเป็นแบบข้อคำถามปลายเปิด (Open-End) ทั้งนี้เพื่อให้นักเรียนได้เขียนเหตุผลอธิบายและคิดหาเหตุผลในการตอบคำถาม

ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกใช้การแบบวัดแบบจำลองทางความคิดเป็นข้อคำถามแบบ ปลายเปิด ให้นักเรียนอธิบายคำตอบจากสถานการณ์ที่กำหนดให้หรือวาดภาพประกอบคำอธิบาย โดยแบบวัดแบบจำลองทางความคิดนี้ผู้วิจัยสร้างขึ้นจากการศึกษาแบบแนวคิดที่คลาดเคลื่อน เรื่อง การเคลื่อนที่แบบต่างๆ งานวิจัยของวศิน คล้ายบรรเลง(2559) พร้อมกับ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

เปรียบเทียบกับสาระมาตรฐานการจัดการเรียนรู้แบบเรียนและคู่มือครู ในรายวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)

แบบจำลองทางความคิดและแนวคิดเรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ตามการจัดการเรียนรู้ของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ (2551) ซึ่งได้กำหนดไว้ในมาตรฐานการเรียนรู้ว่า นักเรียนจะต้องเข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้นำความรู้ไปใช้ประโยชน์ ซึ่งนักเรียนจะได้เรียน แบบจำลองทางความคิด เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยเนื้อหาเรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ประกอบด้วย 4 เรื่อง คือ การเคลื่อนที่ในแนวดิ่งและแนวระดับของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ความสัมพันธ์ของปริมาณที่เกี่ยวข้องของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่ของวัตถุที่มีความเร็วต้นและการกระจัดของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ การประยุกต์แบบจำลองทางความคิดจากการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

จากงานวิจัยของ Prescott and Mitchermore (2005) ในเรื่องการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ เมื่อยิงวัตถุออกไปในแนวระดับ แล้วให้นักเรียนเลือกเส้นทางการเคลื่อนที่ของวัตถุเมื่อถูกยิงออกมาในแนวระดับถึงแม้ว่านักเรียนประมาณ 85% ตอบถูกว่ามีเส้นทางการเคลื่อนที่เป็นพาราโบลา แต่ยังมีอีกหลายคำถามที่แสดงให้เห็นว่านักเรียนยังมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนอยู่ เช่น เมื่อให้นักเรียนคาดการณ์การเคลื่อนที่ของลูกบอล 2 ลูก โดยลูกแรกให้กลิ้งตกลงที่ยอดหน้าผาและในช่วงเวลาเดียวกันก็ล่อยลูกบอลลูกที่สองให้ตกลงที่ความสูงเท่ากันกับลูกบอลลูกแรก นักเรียนส่วนใหญ่ (40%) ตอบว่าลูกบอลลูกที่สูงที่ถูกปล่อยจะเคลื่อนที่ในเส้นทางที่สั้นกว่าทำให้ตกลงถึงพื้นก่อน แบะเมื่อให้เปรียบเทียบการยิงกระสุนปืนในแนวระดับด้วยอัตราเร็วต่างกัน คำตอบที่ผิดส่วนใหญ่ (ร้อยละ38%) บอกว่ากระสุนที่เคลื่อนทีเร็วกว่ากว่าจะอยู่ในอากาศได้นานกว่า ซึ่งนักเรียนบางคนมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนว่าถ้าวัตถุเคลื่อนที่ช้า แรงโน้มถ่วงออกแรงกระทำต่อวัตถุได้เร็วกว่าวัตถุที่เคลื่อนที่เร็วกว่า ซึ่งสาเหตุเกิดจากนักเรียนส่วนมากจะลองจินตนาการว่าจะเกิดอะไรขึ้นในแต่ละปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ ที่กำหนดให้ ซึ่งนักเรียนไม่สามารถแยกแยะได้ว่าสิ่งใดบ้างที่เหมือนหรือแตกต่างกันในการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ในสถานการณ์ที่ต่างกัน

2.2.3.5 การประเมินแบบจำลองทางความคิด

เก็บรวบรวมข้อมูลหลังจากที่นักเรียนเรียนเนื้อหา เรื่องการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ เมื่อได้ข้อมูลจึงนำมาวิเคราะห์เชิงเนื้อหาด้วยวิธีอุปนัยโดยมีขั้นตอนการวิเคราะห์ดังนี้

1) การวิเคราะห์แบบจำลองทางความคิดของนักเรียนในเรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ดังนี้

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

1.1) นำแบบวัดแบบจำลองทางความคิดที่นักเรียนตอบแล้วมาแบ่งกลุ่มตามหัวข้อจะแบ่งย่อยได้ทั้งหมด 4 หัวข้อ คือ 1) ความสัมพันธ์ของปริมาณที่เกี่ยวข้องของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ 2) การเคลื่อนที่แนวดิ่งและแนวระดับของโพรเจกไทล์ 3) การกระจัดของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ 4) ความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่ของวัตถุที่มีความเร็วต้น

1.2) สร้างเกณฑ์ประเมินแบบแบบจำลองทางความคิด เรื่องการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ เกณฑ์การให้คะแนนในแต่ละหัวข้อของข้อคำถาม คือ คะแนนเต็ม 15 คะแนนประกอบด้วยข้อคำถาม 5 ข้อ รายละเอียดดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2

เกณฑ์ประเมินแบบจำลองทางความคิด เรื่องการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ (Rubrics)

ประเภทแบบจำลอง	เกณฑ์การประเมิน
3	นักเรียนแสดงแบบจำลองทางความคิดและอธิบายเหตุผลได้สอดคล้องบางส่วนกับความเข้าใจเกี่ยวกับแบบจำลองเชิงวิทยาศาสตร์เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์
2	นักเรียนแสดงแบบจำลองทางความคิดและอธิบายเหตุผลได้สอดคล้องบางส่วนกับความเข้าใจเกี่ยวกับแบบจำลองเรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ และมีอย่างน้อย 1 แบบจำลองที่ไม่สอดคล้องกับความเข้าใจเกี่ยวกับแบบจำลองเชิงวิทยาศาสตร์เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์
1	นักเรียนแสดงแบบจำลองทางความคิดและอธิบายเหตุผลไม่สอดคล้องกับความเข้าใจเกี่ยวกับแบบจำลองเชิงวิทยาศาสตร์เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์
ไม่แสดงแบบจำลอง	นักเรียนไม่เขียนข้อมูลใดๆ ที่แสดงแบบจำลองทางความคิดเรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ หรือเขียนลักษณะทวนคำถามหรือแบบจำลองที่ไม่เกี่ยวข้องกับแบบจำลองเรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

1.3 จัดกลุ่มนักเรียนตามเกณฑ์ในข้อ 1.2 จะได้คำตอบแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนออกมาเป็น 3 ประเภท

1.4 เมื่อจัดประเภทของแบบจำลองทางความคิดได้แล้วนำไปหาความเชื่อมั่นระหว่างผู้ประเมิน (Inter-Rater Reliability: IRR) โดยพิจารณาดัชนีความเห็นพ้องของผู้ประเมิน (Rater agreement Index: RAI) (ไพศาล วรคำ. 2559)

2.3. เจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์

2.3.1 ความหมายของเจตคติและเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์

เจตคติหมายถึง ความรู้สึก ความคิดเห็น ความเชื่อของบุคคลต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง หลังจากได้รับรู้ สัมผัส เกี่ยวข้องกับสิ่งนั้น อาจแสดงออกในลักษณะพึงพอใจ เห็นด้วย เรียกว่า เจตคติทางบวก หรือแสดงออกในลักษณะไม่พึงพอใจ ไม่ชอบ ไม่เห็นด้วย เรียกว่าเจตคติทางลบ (จีรนันท์ บุญเรือน, 2544; ยุพิน เกตุดี, 2550; ประอรพรรณ บางนกแขวก,2554;พัชรินทร์ ศรีพล,2556) เจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้สึก ความคิดเห็น ความเชื่อของบุคคลต่อวิชาวิทยาศาสตร์ซึ่งแสดงออกมาในลักษณะพึงพอใจ เห็นด้วย ชอบเรียน เรียกกว่า เจตคติทางบวกต่อวิชาวิทยาศาสตร์ หรือแสดงออกในลักษณะที่ไม่พึงพอใจ ไม่ชอบเรียน ไม่เห็นด้วย เรียกว่า เจตคติทางลบต่อวิชาวิทยาศาสตร์ (สมฤทัย จืนด้วง, 2542; วิภา เกียรธนะบำรุง, 2558, ยุพิน เกตุดี,2550)

เจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์แบ่งออกได้เป็น 5 ด้าน ดังนี้ (วิชาญ เลิศลพ, 2543)

1. ความคิดเห็นทั่วไปต่อวิชาวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความคิดและทัศนคติทั่วไปต่อวิชาวิทยาศาสตร์

2. การเห็นความสำคัญของวิชาวิทยาศาสตร์หมายถึง การเห็นความสำคัญและประโยชน์ของวิชาวิทยาศาสตร์

3. ความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้สึกสนใจและมีความกระตือรือร้นในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

4. ความนิยมชมชอบต่อวิชาวิทยาศาสตร์ หมายถึง การรู้ชื่นชอบและชื่นชมต่อวิชาวิทยาศาสตร์

5. การแสดงออกหรือการมีส่วนร่วมในกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับวิชาวิทยาศาสตร์ หมายถึง การแสดงออกและการแสดงการมีส่วนร่วมในกิจกรรมต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับวิชาวิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

2.3.2 องค์ประกอบของเจตคติ

นพมาศ ธีรเวคิน (2542) กล่าวถึงองค์ประกอบเจตคติ ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ส่วนคือ

1. ความเชื่อและความคิด หมายถึง ความเชื่อหรือความไม่เชื่อ ความคิดและความรู้โดยบุคคลจะต้องมีความรู้ และความเชื่อหรือความเข้าใจต่อสิ่งเร้าก่อนจึงจะเกิดเจตคติได้

2. ความชอบหรือความรู้สึก จะเกี่ยวข้องกับอารมณ์เช่น ความรัก ความชอบหรือความไม่ชอบและความเกลียดชัง ในขั้นนี้จะเป็นเจตคติที่มีทิศทาง แล้วทำให้เปลี่ยนแปลงค่อนข้างยากองค์ประกอบด้านนี้จัดเป็นองค์ประกอบที่นักจิตวิทยานิยมมากที่สุดในการวัดเจตคติของบุคคล

3. การกระทำหรือการแสดงพฤติกรรม เป็นส่วนที่เกี่ยวข้องกับความพร้อมที่จะแสดงพฤติกรรม ซึ่งเป็นแนวโน้มที่บุคคลจะมีพฤติกรรมโต้ตอบสิ่งเร้าโดยทั่วไปมักมีความสัมพันธ์ที่สอดคล้องกับสององค์ประกอบแรก

ศักดิ์ สุนทรเสณี (2531) กล่าวว่าเจตคติเป็นระบบที่มีลักษณะมั่นคงอันหนึ่ง ประกอบด้วยองค์ประกอบ 3 ประการคือ

1. องค์ประกอบทางด้านการรู้ เป็นเรื่องของการรู้ของบุคคลในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง อาจเป็นการรับรู้เกี่ยวกับวัตถุ สิ่งของ บุคคล หรือเหตุการณ์ต่างๆ ว่ารู้สิ่งต่างๆ ดังกล่าวนั้นได้อย่างไร รู้ในทางที่ดีหรือไม่ดี ทางบวกหรือทางลบ ซึ่งจะก่อให้เกิดเจตคติขึ้น ถ้าเรารู้สิ่งใดสิ่งหนึ่งในทางที่ดีเราก็จะมีเจตคติต่อสิ่งนั้นในทางที่ดีและถ้ารู้สิ่งหนึ่งสิ่งใดในทางที่ไม่ดี เราก็จะมีเจตคติที่ไม่ดีต่อสิ่งนั้นถ้าเราไม่รู้สิ่งใดเลยเจตคติก็จะไม่เกิดขึ้นหรือไม่มีสิ่งใดในโลก เราก็จะไม่เกิดเจตคติต่อสิ่งใดเลย

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

2. องค์ประกอบด้านความรู้สึก เป็นองค์ประกอบทางด้านความรู้สึก ซึ่งถูกเร้าขึ้นจากการรับรู้นั้น เมื่อเราเกิดรับรู้สิ่งใดสิ่งหนึ่งแล้ว จะทำให้เกิดความรู้สึกดีและไม่ดี ถ้าเรารู้สึกต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งในทางที่ไม่ดี เราก็จะไม่ชอบหรือไม่พอใจต่อสิ่งนั้น ซึ่งความรู้สึกนี้จะทำให้เกิดเจตคติในทางใดทางหนึ่ง คือชอบหรือไม่ชอบ ความรู้สึกนี้เกิดขึ้นแล้วจะเปลี่ยนแปลงได้ยากมากไม่เหมือนกับความจริงต่างๆ ซึ่งจะเปลี่ยนแปลงได้ยากกว่าถ้ามาเหตุผลเพียงพอ

3. องค์ประกอบด้านแนวโน้มในเชิงพฤติกรรมหรือการกระทำในทางใดทางหนึ่ง คือพร้อมจะสนับสนุน ส่งเสริม ช่วยเหลือหรือในทางทำลาย ขัดขวาง ต่อสู้ เป็นต้น

ธีรวุฒนิ เอกะกุล (2549) องค์ประกอบของเจตคติเป็นสิ่งเชื่อมโยงไปยังมุมอื่นๆ อีก 2 ด้าน คือด้านแรกเชื่อมโยงไปยังนิยามของเจตคติ อีกด้านหนึ่งเชื่อมโยงไปยังประเด็นความสัมพันธ์ระหว่าง องค์ประกอบหรือความสัมพันธ์กับตัวแปรอื่นๆ นักจิตวิทยาได้เสนอองค์ประกอบของเจตคติไว้ 3 องค์ประกอบดังนี้

1. เจตคติมีองค์ประกอบเดียว คือ อารมณ์ความรู้สึกในทางชอบหรือไม่ ชอบที่บุคคลมีต่อที่หมายของเจตคติ นักจิตวิทยาที่สนับสนุนแนวคิดนี้ได้แก่ Bem, (1970) Fishbein and Ajen, (1975) Insko, (1976) Thurstone, (1959)

2. เจตคติมีสององค์ประกอบ แนวคิดนี้ระบุว่า เจตคติมีสององค์ประกอบคือ องค์ประกอบด้านปัญญาและองค์ประกอบด้านความรู้สึก นักจิตวิทยาที่สนับสนุนเจตคติสององค์ประกอบ ได้แก่ Katz, (1960) และRosenberg, (1956, 1960, 1965) ตามแนวคิดของโรเซนเบิร์ก องค์ประกอบด้านปัญญา หมายถึง กลุ่มของความเชื่อที่บุคคลมีต่อที่หมายของเจตคติจะเป็นตัวส่งเสริมหรือขวางการบรรจุถึงค่านิยมต่างๆของบุคคล ส่วนองค์ประกอบด้านความรู้สึกหมายถึง ความรู้สึกที่บุคคลมีเมื่อถูกกระตุ้นโดยที่หมายถึงหมายของเจตคติ โรเซนเบิร์กเห็นว่าอารมณ์ความรู้สึกทางบวกที่บุคคลมีต่อที่หมายของเจตคติ จะมีความสัมพันธ์กับความเชื่อ ที่ว่าที่หมายของเจตคตินั้นสัมพันธ์กับการบรรลุค่านิยมทางบวกและขัดขวางการบรรลุถึงค่านิยมทางลบของบุคคล ในการประกันอารมณ์ความรู้สึกทางลบที่บุคคลมีต่อที่หมายของเจตคติจะมีความสัมพันธ์ความเชื่อที่ว่าที่หมายของเจตคตินั้นสัมพันธ์กับการบรรลุถึงค่านิยม ทั้งทางลบและขัดขวางการบรรลุถึงค่านิยมทางบวกของบุคคล ส่วนเจตคติทางลบเล็กน้อยหรือบวกเล็กน้อยที่บุคคลมีต่อมีต่อที่หมายของเจตคติจะมีความสัมพันธ์กับความเชื่อที่ว่าที่หมายของเจตคติมีความสัมพันธ์กับค่านิยมที่มีความสัมพันธ์น้อยสำหรับบุคคลหรือหากสัมพันธ์กับค่านิยมที่สำคัญบุคคลจะมีความมั่นใจน้อยถึงความสัมพันธ์ว่าระหว่างที่หมายของเจตคติกับค่านิยมนั้นๆ

3. เจตคติที่มีสามองค์ประกอบ ในลักษณะนี้กำหนดไว้ 3 ประการซึ่งประกอบด้วย

3.1 องค์ประกอบด้านปัญญา มีส่วนประกอบย่อย คือด้านความเชื่อ ความรู้ความคิดและความคิดเห็นที่บุคคลมีต่อที่หมายของเจตคติ

3.2 องค์ประกอบด้านอารมณ์ความรู้สึก หมายถึงรู้สึกชอบ ไม่ชอบ หรือท่าทีที่ดี ไม่ดี ที่บุคคลมีต่อที่หมายของเจตคติ

3.3 องค์ประกอบด้านพฤติกรรมหมาย ถึงแนวโน้มหรือความพร้อมที่บุคคลจะปฏิบัติต่อที่หมายของเจตคติ

นักจิตวิทยาที่สนับสนุนการแบ่งเจตคติเป็น 3 องค์ประกอบ และมีอิทธิพลต่อการศึกษาด้านนี้ไม่น้อย คือ Kretch, Crutchfield; Pallachey, (1962) และ Triandis, (1971) นักจิตวิทยาเหล่านี้ได้นำคำนิยามเจตคติ โดยครอบคลุมองค์ประกอบ 3องค์ประกอบอย่างครอบครบถ้วนและเห็นว่าองค์ประกอบเหล่านี้ มีความสัมพันธ์ต่อกันและกันพอสมควร กล่าวคือเครทซ์และคณะได้ศึกษาพบว่าองค์ประกอบเหล่านี้มีความสัมพันธ์กันในระดับปานกลาง ถ้าหากองค์ประกอบทั้งสามไม่สัมพันธ์กัน

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

หรือสัมพันธ์กันในระดับต่ำ แต่ละองค์ประกอบอาจจะเป็นอิสระจากกัน หรือหากองค์ประกอบทั้งสามมีความสัมพันธ์กันในระดับสูงองค์ประกอบทั้งสามอาจเป็นสิ่งเดียวกัน

การที่บุคคลจะเกิดเจตคติต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใดสิ่งหนึ่งนั้นไม่ว่าจะเป็นทางบวกหรือลบ บุคคลนั้นจะต้องผสมผสานคนลักษณะย่อยหลายๆ อย่าง เช่น การรับรู้ การประเมินค่า ความซาบซึ้ง ความสนใจคุณลักษณะเหล่านี้จะรวมตัวกันขึ้นเป็นความรู้สึกและเจตคติของบุคคลนั้นๆ แต่อย่างไรก็ตามองค์ประกอบสำคัญที่สำคัญให้คนเราเกิดเจตคติขึ้นได้นั้นมีอยู่ 3 องค์ประกอบ ดังนี้

1. ความรู้ บุคคลใดจะมีเจตคติต่อสิ่งใดได้บุคคลนั้นจะต้องมีความรู้ ความเข้าใจสิ่งนั้นก่อน เพื่อใช้เป็นรายละเอียดสำหรับให้เหตุผลในการที่จะสรุปความเชื่อต่อไป

2. ความรู้สึก เป็นองค์ประกอบที่เกี่ยวกับความรู้สึกหรืออารมณ์ของบุคคลที่มีต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใดหลังจากรู้และเข้าใจสิ่งนั้นแล้ว กล่าวคือเมื่อบุคคลใดรู้และเข้าใจเรื่องใด จะสรุปเป็นความเห็นในรูปการประเมินผลว่าสิ่งนั้นเป็นที่พอใจหรือไม่ สำคัญหรือไม่ ดีหรือเลว ซึ่งเท่ากับเกิดอารมณ์หรือความรู้สึกต่อสิ่งนั้น

3. ความโน้มเอียงที่จะปฏิบัติ เป็นองค์ประกอบสุดท้ายที่รวมตัวมาจากความรู้และความรู้สึกที่มีต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใด จนทำให้เกิดความโน้มเอียง ที่จะปฏิบัติหรือตอบสนองต่อสิ่งนั้นในทิศทางที่สนับสนุน คล้อยตามหรือขัดแย้งตามความรู้สึกที่เป็นพื้นฐานนั้น

McGuire (1969) ได้จำแนกองค์ประกอบของเจตคติ ดังนี้

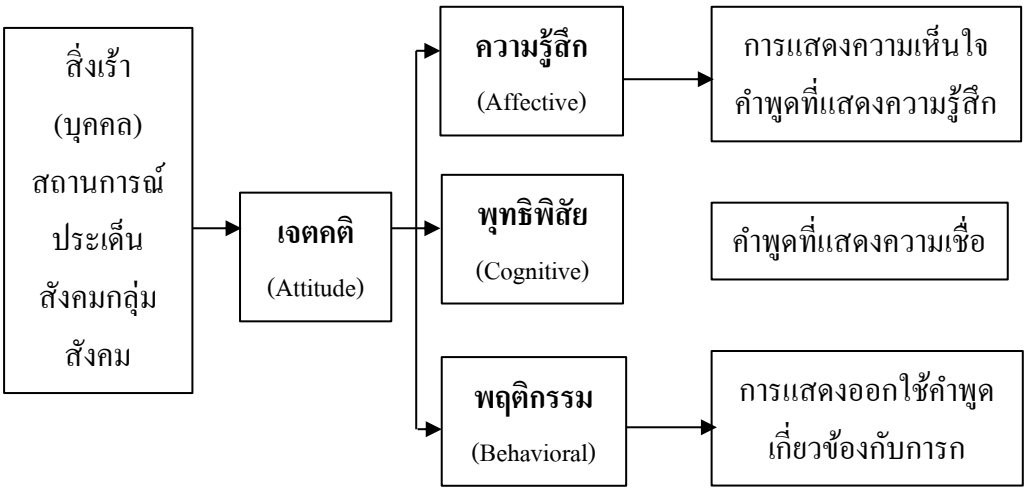
1. องค์ประกอบด้านพุทธิพิสัย (Cognitive Component) หมายถึง ความรู้ความเข้าใจที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง เป็นองค์ประกอบที่มนุษย์ใช้ในการคิด การรับรู้ การวินิจฉัยข้อมูลต่างๆ ซึ่งมีผลทำให้เกิดเจตคติและสามารถบอกได้ว่าสนใจ หรือไม่สนใจ ชอบหรือไม่ชอบ เป็นต้น

2. องค์ประกอบด้านความรู้สึก (Affective Component) หมายถึง ลักษณะทางอารมณ์ของแต่ละบุคคลที่แสดงออกต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง เช่น ความรัก ความโกรธ ความพอใจ และความไม่พอใจต่อสิ่งต่างๆ เป็นต้น

3. องค์ประกอบด้านพฤติกรรม (Behavioral Component) หมายถึง ความพร้อมที่จะทักที่จะกระทำอันเป็นผลสืบเนื่องมาจากความคิดที่เกิดขึ้น และแสดงความรู้สึกออกมาในรูปพฤติกรรมต่างๆ เช่น การยอมรับ การปฏิเสธ หรือเฉย ๆ ซึ่งการกระทำเหล่านี้สามารถสังเกตได้

Triandis (1971) ได้อธิบายสอดคล้องกับแนวคิดของแมคกายร์ซึ่งสรุปได้ว่า เจตคติมีองค์ประกอบ 3 ด้าน คือ ด้านพุทธิพิสัย ด้านความรู้สึก และด้านพฤติกรรมโดยองค์ประกอบของเจตคติทั้ง 3 ด้าน มีความสัมพันธ์กัน ซึ่งองค์ประกอบด้านพุทธิพิสัยและความรู้สึกเป็นพื้นฐานและจะส่งผลให้บุคคลแสดงพฤติกรรมออกมา สรุปดังภาพที่ 2

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



ภาพที่ 2.2 ความสัมพันธ์ขององค์ประกอบเจตคติ ปรับปรุงจาก *Attitude and Change*. โดย Triands, 1971, New York.

จากแนวคิดเกี่ยวกับองค์ประกอบของเจตคติที่กล่าวมาสรุปได้ว่า เจตคติมีองค์ประกอบ 3 ด้าน คือ ด้านพุทธิพิสัย ด้านความรู้สึก และด้านพฤติกรรม โดยองค์ประกอบทั้ง 3 ด้านมีความสัมพันธ์กัน เนื่องจากเมื่อบุคคลรับรู้จากสิ่งเร้าจะทำให้เกิดความรู้ความเข้าใจ ความสามารถคิดหรือเกิดความเชื่อ ที่ทำให้เกิดความรู้สึกและอารมณ์ต่อสิ่งนั้นจึงส่งผลให้เกิดแนวโน้มในการแสดงออกทางด้านพฤติกรรมต่อสิ่งต่างๆ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

2.3.3 การวัดประเมินผลเจตคติ

เจตคติเป็นคุณลักษณะภายในของบุคคล ที่ไม่สามารถวัดได้โดยตรง จึงเป็นการวัดโดยทางอ้อม ได้แก่ การสังเกตพฤติกรรม การสัมภาษณ์ การรายงานตนเอง การใช้แบบวัดเจตคติ เป็นต้น ทั้งนี้ประเภทของมาตรการวัดเจตคติมีหลายประเภท ซึ่งในที่นี้จะนำมากล่าวเพียง 3 รูปแบบ ได้แก่ 1) มาตรวัดแบบเทอร์สโตน 2) มาตรวัดแบบลิเคอร์ท และ3)มาตรวัดแบบออสกูด ซึ่งล้วนและอังคณา สายยศ, (2542) และชวลิต ชูกำแพง, (2549) กล่าวสอดคล้องกันเกี่ยวกับมาตรการวัดเจตคติทั้ง 3 รูปแบบ ไว้ดังนี้

เพื่อให้เห็นถึงลักษณะมาตรการวัดแบบเทอร์สโตนที่ชัดเจนผู้ศึกษาจึงได้นำเสนอวิธีการให้ได้มาซึ่งมาตรการวัดตามแนวคิดเทอร์สโตน มีรายละเอียด ดังนี้

2.3.3.1 มาตรการวัด หรือค่ามาตราประจำข้อ (Scale) ซึ่งเขียนแทนด้วยสัญญาลักษณ์ตัว S ตามแนวคิดของเทอร์สโตนหมายถึง ค่าน้ำหนักความรู้สึกของระดับความเป็นจริงของ

แต่ละข้อความในแบบวัดเจตคติที่สร้างขึ้น ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ระดับ เช่น เห็นด้วย ไม่เห็นด้วยชอบ ไม่ชอบ เป็นต้น

ในการกำหนดมาตราประจำข้อ (S) นั้นเทอร์สโตน ใช้วิธีการนำเอาค่าความถี่จากการประเมินระดับความเป็นจริงของแต่ละข้อความที่ให้ผู้เชี่ยวชาญไม่น้อยกว่า 30 ท่านพิจารณา มาคำนวณเป็นค่ามาตราประจำข้อ โดยการหาค่ามัธยัฐฐาน ซึ่งจะได้ค่ามาตราประจำ (S) ของแต่ละข้อความ ตามจำนวนมาตราที่กำหนดให้ผู้เชียวชาญพิจารณา เช่น ค่าตั้งแต่ 1-11 (กรณีกำหนด 11 มาตรา) ทั้งนี้ค่าประจำมาตราที่ได้นั้นจะมีความเชื่อมั่นมากน้อยเพียงใดนั้น จะต้องนำมาหาค่าการกระจายของระดับความคิดเห็นของผู้เชียวชาญ โดยใช้ค่าควอไทล์ Q) วัดการกระจาย ซึ่งยอมรับกันไม่เกิน 2.0 ค่าควอไทล์ยิ่งน้อยยิ่งดี แสดงว่าผู้เชี่ยวชาญเห็นสอดคล้องกันมาก จะทำให้ข้อความนั้นเชื่อถือได้มาก) จากนั้นข้อความที่ได้จะถูกนำมาจัดเรียงค่ามาตราประจำข้อจากน้อยไปมาก แล้วดึงเอาข้อความในแต่ละกลุ่ม ที่มีระดับความเชื่อมั่นสูงๆ กลุ่มละเท่าๆ กัน มาสลับกันโดยวิธีการสุ่ม เพื่อสร้างเป็นแบบวัดเจตคติ ซึ่งเมื่อผู้ทดสอบตอบเห็นด้วยในข้อที่ 1 และเห็นด้วยในข้อที่ 2ซึ่งการเห็นด้วยในข้อที่ 1 กับข้อที่ 2 ย่อมได้ค่ามาตราประจำข้อไม่เท่ากัน

ดังนั้นในการแปลผลระดับเจตคติตามแนวคิดของเทอร์สโตนนั้น จึงนำเอาค่ามาตราประจำข้อ (S) มาหาค่าเฉลี่ย แปลผลตามเกณฑ์เป็นช่วงๆ (กรณีกำหนด 11 มาตรา) ดังนี้

คะแนน	ความหมาย
1-3	มีเจตคติต่ำมาก
3-5	มีเจตคติต่ำ
5-7	มีเจตคติปานกลาง
7-9	มีเจตคติสูง
9-11	มีเจตคติสูงมาก

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ทั้งนี้ตัวเลขที่ซ้ำกันถือว่าเป็นขอบเขต ถ้าผู้ทดสอบได้คะแนนถึงขอบเขตบนก็ให้แปลผลอยู่ในกลุ่มบน จากที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นได้ว่า แบบวัดเจตคติของเทอร์สโตน เป็นแบบวัดที่สร้างได้ยากต้องอาศัยผู้เชียวชาญจำนวนมาก

ในการพิจารณาระดับความเป็นจริงของข้อความที่จะนำมาเป็นแบบวัด และในแบบวัดหนึ่งๆ ผู้ใช้จะไม่สามารถแปลค่าได้หากไม่รู้ค่ามาตราประจำข้อของแต่ละข้อคำถามในแบบวัดเจตคติฉบับนั้นๆ เพราะคำตอบที่ว่า เห็นด้วยข้อที่ 1 กับคำตอบที่ว่าเห็นด้วยในข้อที่ 2 มีน้ำหนักไม่เท่ากัน

2.3.3.2 สเกลมาตรการวัดแบบลิเคอร์ท ลิเคอร์ทสร้างเครื่องมือวัดเจตคติขึ้นครั้งแรกเมื่อค.ศ.1932 เป็นแบบวัดที่สร้างได้ง่ายกว่าแบบวัดเจตคติของเทอร์สโตน แบบวัดเจตคติของลิเคอร์ทมีลักษณะที่แตกต่างจากเทอร์สโตน คือมีการกำหนดค่าน้ำหนักความรู้สึกของแต่ละข้อความหลังจากการนำแบบวัดไปทดสอบแล้ว ข้อความอาจจะเป็นทางบวกทั้งหมดหรืออาจจะเป็นทางลบทั้งหมด หรือผสมกันก็ได้ แบบวัดเจตคติมีความเชื่อมั่นสูง และพัฒนาเพื่อวัดความรู้สึกได้หลายอย่างเพื่อให้เห็นถึงลักษณะของมาตรการวัดตามแนวคิดของลิเคอร์ท ผู้ศึกษาได้นำเสนอวิธีการให้ได้มาซึ่งมาตรการวัดแบบลิเคอร์ทดังนี้

มาตรการวัดแบบลิเคอร์ทเกิดจากกระบวนการตรวจสอบข้อความในแบบวัดเจตคติ ซึ่งเป็นการตรวจสอบขั้นแรกเพื่อดูความเหมาะสมของข้อความที่จะนำไปใช้วัดเจตคติตามเป้าหมายซึ่งแบ่งระดับการตอบออกมากกว่า 2ระดับ ซึ่งละเอียดกว่าเทอร์สโตน เช่น แบ่งเป็น 3 ระดับ (เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย) แบ่งเป็น 5 ระดับ (เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง) เป็นต้น ทั้งนี้อาจจะเป็นไปในลักษณะอื่นก็ได้ขึ้นอยู่กับข้อความที่แสดงความรู้สึกเช่น ปฏิบัติทุกครั้ง ปฏิบัติปานกลาง ไม่ปฏิบัติ เป็นต้น ซึ่งจากการศึกษาเอกสารวิชาการต่างๆเกี่ยวกับแบบวัดเจตคติตามแนวคิดของลิเคอร์ท พบว่าส่วนใหญ่นักวิชาการนิยม แบ่งน้ำหนักของข้อความออกเป็น 5 ระดับ ทั้งนี้การจะบอกได้ว่าข้อความข้อนี้จะมีน้ำหนักความรู้สึกระดับใดนั้นลิเคอร์ทใช้วิธีการคำนวณน้ำหนักข้อความ 3 วิธี คือ

1) วิธีหาน้ำหนักซิกมา (Sigma Deviate Weighting Method) ด้วยการหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากจุดกลางของพื้นที่ของแต่ละตัวเลือกที่มีอยู่

2) วิธีหาน้ำหนักคะแนนมาตรฐาน (Standard Score Weighting) ด้วยการหาคะแนนมาตรฐานที่จุดกลางของช่วงพอดี คล้ายเป็นคะแนนมาตรฐานเฉลี่ยของช่วงในตัวเลือกหนึ่งๆ

3) วิธีกำหนดน้ำหนักแบบพลการ (Arbitrary Weighting Method) เป็นการกำหนดโดยคิดว่าถ้ามากที่สุดให้ 5 ถัดมาเป็น 4 เป็น 3 จนถึง 1 หรือ 0 ตามลำดับ ทั้งนี้วิธีการหาค่าน้ำหนักระดับความรู้สึกของข้อความทั้ง 3 วิธีนี้ ให้ค่าน้ำหนักใกล้เคียงกัน มีความสัมพันธ์กันสูงมากถึง0.99ดังนั้นวิธีกำหนดน้ำหนักแบบพลการ (Arbitrary Weighting Method) จึงได้รับความนิยมและใช้มากที่สุด

ส่วนในการแปลผลระดับเจตคติตามแนวคิดของลิเคอร์ทนั้น นิยมแปลผลเป็นตัวเลขตามมาตรหรือระดับที่กำหนด ด้วยการนำจำนวนข้อไปหารคะแนนเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ใช้เกณฑ์การแปลคะแนนแบบวัด (กรณีกำหนด 5 ระดับ) ดังนี้

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

คะแนน	ความหมาย
4.51-5.00	มีเจตคติสูงมาก
3.51-4.50	มีเจตคติสูง
2.51-3.50	มีเจตคติปานกลาง
1.51-2.50	มีเจตคติต่ำ
1.00-1.50	มีเจตคติต่ำมาก

ดังจะเห็นได้ว่า มาตรการวัดเจตคติตามแนวคิดของลิเคอร์ทนั้นได้รับความนิยมเป็นอย่างมากในการสร้างแบบวัดเจตคติ เพราะสร้างได้ง่าย ไม่ต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญจำนวนมาก และวัดความรู้สึกได้หลายอย่าง ทั้งนี้มีข้อระวังในการแปลผลซึ่งต้องกลับค่ามาตราในกรณีที่เป็นข้อความทางลบก่อนเสมอเท่านั้น

2.3.3.3 สเกลมาตรการวัดแบบออสกูส

ออสกูด เป็นหัวหน้าคณะในการสร้างเครื่องมือวัดเจตคติแบบนัยจำแนก (SDS) หรือเทคนิคจำแนกความแตกต่างทางภาษา ขึ้นเมื่อปี ค.ศ. 1987 โดยอาศัยทฤษฎีและผลงานวิจัยเกี่ยวกับความหมายของคำในประโยคที่แสดงความรู้สึก โดยการใช้คำสั้นๆ แทนการใช้ประโยคยาวๆ ซึ่งให้ความหมายที่ไม่ต่างกันซึ่งคำคุณศัพท์ที่นำมาใช้อธิบายเป้าหมายที่ต้องการวัดนั้น จะประกอบด้วย 3 ด้าน คือ 1) ด้านการประเมินเป็นคุณศัพท์ที่สะท้อนการตัดสินคุณค่า 2) ด้านศักยภาพ เป็นคุณศัพท์ที่สะท้อนถึงพลังอำนาจ 3) ด้านกิจกรรม เป็นคุณศัพท์ที่สะท้อนถึงกิริยาอาการ ดังนั้นแบบวัดเจตคติตามแนวคิดของออสกูดจึงมีลักษณะเป็นการใช้คำคุณศัพท์ 2 คำที่มีความหมายตรงข้ามกัน ให้ผู้ทดสอบตัดสินใจถ่วงน้ำหนักไปในมาตราใดก็ขีดตอบมาตรานั้นๆ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

เพื่อให้เห็นถึงลักษณะของมาตรการวัดตามแนวคิดของออสกูด ผู้ศึกษาได้นำเสนอวิธีการให้ได้มาซึ่งมาตรการวัดแบบออสกูด ดังนี้

มาตรการวัดตามแนวคิดของออสกูดเกิดจาก การนำเอาคำคุณศัพท์ตรงข้ามแต่ละคู่ ที่ผ่านการพิจารณาเห็นชอบจากผู้เชียวชาญเกินครึ่งหนึ่งของจำนวนผู้เชียวชาญทั้งหมดมาสร้างเป็นมาตรวัดความรู้สึกต่อเป้าเจตคติ หรือที่เรียกว่า มโนภาพ โดยอาศัยการวิเคราะห์องค์องค์ประกอบ ซึ่งมาตรการวัดแบบออสกูดนี้เรียกว่า มาตราแบบ 2 ขั้ว ทั้งนี้อาจจะกำหนดเป็น 3 ระดับ 4 ระดับ หรือ 7 ระดับก็ได้ตามความต้องการ (เดิมกำหนด 7 ระดับ) ซึ่งอาจจะกำหนดให้ค่ามากในคำคุณศัพท์ที่เป็นทางบวก และกำหนดให้ค่าน้อยในคำคุณศัพท์ที่เป็นทางลบ

ในส่วนของการให้คะแนนเมื่อผู้ทดสอบตัดสินใจถ่วงน้ำหนักในระดับช่วงใดช่วงหนึ่งระหว่างคำคุณศัพท์ที่ตรงข้ามกันนั้น ซึ่งถ้าตัดสินใจถ่วงน้ำหนักในช่องที่ติดกับคำคุณศัพท์เชิงบวกจะให้คะแนน 7 และในช่องถัดไปจะเป็น 6 5 4 3 2 และ 1 สำหรับช่วงที่ติด

คำคุณศัพท์ทางลบ จากนั้นจะให้เอาคะแนนของทุกข้อมารวมกันก็ แล้วหาค่าเฉลี่ย ได้เป็นคะแนนเจตคติของแต่ละคนหรือแต่ละฉบับ ทั้งนี้สามารถแปลผลโดยการนำเสนอแบบเส้นภาพ

จากการศึกษามาตรวัดเจตคติผู้วิจัยใช้มาตรวัดมาตรการวัดแบบลิเคอร์ทเกิดจากกระบวนการตรวจสอบข้อความในแบบวัดเจตคติ ซึ่งเป็นการตรวจสอบขั้นแรกเพื่อดูความเหมาะสมของข้อความที่จะนำไปใช้วัดเจตคติตามเป้าหมาย แบ่งเป็น 5 ระดับ (เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง) ส่วนในการแปลผลระดับเจตคติตามแนวคิดของลิเคอร์ทนั้น นิยมแปลผลเป็นตัวเลขตามมาตรหรือระดับที่กำหนด ด้วยการนำจำนวนข้อไปหารคะแนนเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ใช้เกณฑ์การแปลคะแนนแบบวัด (กรณีกำหนด 5 ระดับ)

2.4 บริบทในโรงเรียน

2.4.1 ประวัติความเป็นมาของโรงเรียน

โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาภรณราชวิทยาลัย บุรีรัมย์ เป็นหนึ่งในจำนวน 12 โรงที่จัดตั้งขึ้น เนื่องในวโรกาสที่สมเด็จพระเจ้าลูกเธอเจ้าฟ้าจุฬาภรณวลัยลักษณ์อัครราชกุมารี ทรงพระชนมายุครบ 3 รอบ เมื่อวันที่ 4 กรกฎาคม 2536 ด้วยสำนึกในพระมหากรุณาธิคุณ ที่ทรงมีต่องาน ด้านวิทยาศาสตร์และสิ่งแวดล้อมรวมทั้งการพัฒนา คุณภาพชีวิตของประชากร ประกอบกับภาวะที่ชาติต้องการบุคลากรที่มีความรู้ ความสามารถทางด้าน วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อมไปช่วยพัฒนาโครงการต่างๆ ของรัฐ กรมสามัญศึกษาจึงได้จัดตั้ง โรงเรียนเพื่อปลูกฝังและส่งเสริม พร้อมทั้งให้โอกาสแก่เยาวชนที่มีความสนใจ มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและ สิ่งแวดล้อม ได้ฝึกฝนด้านนี้เป็นพิเศษตั้งแต่วัยเยาว์ โดยขอพระราชทานพระราชานุญาตขนานนามว่า “จุฬาภรณราชวิทยาลัย” และใช้นามภาษาอังกฤษว่า “Princess Chulabhorn’s Science High School”

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

โรงเรียนดำเนินการรับนักเรียนครั้งแรกเมื่อวันที่ 1 มีนาคม 2537 เปิดรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 1 และชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 4 ชั้นละ 1 ห้องเรียน เปิดเรียนวันแรกเมื่อวันที่ 26 พฤษภาคม 2537 ซึ่งในขณะนั้นอาคารเรียน และอาคารประกอบต่างๆ อยู่ระหว่าง ดำเนินการก่อสร้างจึงใช้สถานที่เรียนชั่วคราวที่สถาบันราชภัฏบุรีรัมย์ และย้ายมาเรียนที่สถานที่ปัจจุบัน เมื่อวันที่ 3 มิถุนายน 2538

โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย บุรีรัมย์ ได้รับบริจาคที่ดิน จำนวน 42 ไร่ 19 ตารางวา ตามโฉนดเลขที่ 24212, 31105, 31106, 31107 จากอดีต ฯพณฯ ท่าน พรเทพ เตชะไพบูลย์ เพื่อใช้เป็นสถานที่จัดตั้งโรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย บุรีรัมย์ ประจำเขต การศึกษา 11 โดยมี นายอุทัย

นิวัตินุวงศ์ รักษาการผู้ดูแลเป็นคนแรก โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย บุรีรัมย์ รับนักเรียนประเภทประจำทั้งหมด โดยรับนักเรียนในพื้นที่บริการ 6 จังหวัด ได้แก่ บุรีรัมย์ มหาสารคาม สุรินทร์ ชัยภูมิ นครราชสีมา ศรีสะเกษ

2.4.2 เหตุผลและความจำเป็นของการจัดการศึกษาสำหรับผู้มีความสามารถพิเศษด้านคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์

การศึกษาขั้นพื้นฐานเป็นสิทธิที่เด็กและเยาวชนทุกคนต้องได้รับอย่างต่อเนื่องให้สอดคล้องกับความสามารถ ความถนัดและความสนใจที่แตกต่างกันในแต่ละบุคคล รัฐและสังคมพึงจัดการศึกษาสาหรับ ผู้มีความสามารถพิเศษเพื่อให้ทุกคนได้รับการพัฒนาอย่างเต็มศักยภาพในทุกด้าน โดยไม่ลดทอนและสกัดกั้นความสามารถพิเศษด้านใดด้านหนึ่ง ทั้งนี้โดยมีครอบครัวและสังคมให้การดูแลส่งเสริมให้เป็นคนที่สมบูรณ์ ทั้งด้านสติปัญญาร่างกายจิตใจอารมณ์และสังคมเป็นคนดีมีคุณภาพควบคู่ไปกับความสามารถพิเศษที่มีอยู่ ตลอดจนสนับสนุนส่งเสริมให้นำความสามารถพิเศษนั้นๆ ไปพัฒนาองค์ความรู้ใหม่ๆให้กับสังคม และประเทศชาติ

แม้ว่าอุดมการณ์ดังกล่าวจะได้เคยปรากฏในเอกสารแนวทางหรือข้อเสนอแนะในการจัดการศึกษา ในหลายวาระด้วยกันแต่ในทางปฏิบัติการจัดการศึกษาสาหรับผู้มีความสามารถพิเศษยังไม่ได้รับการจัดอย่างกว้างขวางและครอบคลุม ปัจจุบันเด็กและเยาวชนที่มีความสามารถพิเศษส่วนใหญ่ยังได้รับการศึกษา ในลักษณะเดียวกันกับเด็กและเยาวชนปกติทั่วไป ซึ่งนอกจากจะไม่สามารถส่งเสริมให้พัฒนาได้อย่างเต็มศักยภาพแล้ว บางกรณี พฤติกรรมของเด็กและเยาวชนเหล่านี้ที่มีความแตกต่างจากเด็กปกติยังไม่เป็นที่ยอมรับของครูและโรงเรียน บางครั้งมีความรุนแรงถึงขั้นถูกปฏิเสธที่จะให้ศึกษาอยู่ในโรงเรียนต่อไป

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

จนกระทั่งเมื่อมีการประกาศใช้หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ในหลักสูตรดังกล่าวได้มีการกำหนดแนวทางในการจัดการศึกษาสำหรับกลุ่มเป้าหมายไว้เฉพาะดังนี้

การจัดการศึกษาบางประเภทสำหรับกลุ่มเป้าหมายเฉพาะ เช่น การศึกษาเฉพาะทาง การศึกษาสำหรับผู้ที่มีความสามารถพิเศษ การศึกษาทางเลือก การศึกษาสำหรับผู้ด้อยโอกาส การศึกษาตามอัธยาศัย สามารถนำหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานไปปรับใช้ตามความเหมาะสมกับสภาพของแต่ละกลุ่มเป้าหมาย

กรณีของการจัดการศึกษาให้แก่ผู้มีความสามารถพิเศษด้านคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มีเหตุผลที่สำคัญมากอีกประการ คือเป็นการพัฒนากำลังคนที่จะทำหน้าที่เป็นนักวิจัย นักประดิษฐ์ นักคิดค้น ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่มีศักยภาพสูงระดับนานาชาติซึ่งประเทศไทยยังขาดแคลนอยู่มากทำให้ มีผลงานทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่พัฒนาขึ้นใช้เองน้อยมาก

เมื่อเทียบกับประเทศอื่นๆ ผลที่ตามมาคือการเสียค่าใช้จ่ายมหาศาลในการนำวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเข้ามาใช้ในประเทศ

เพื่อให้ประเทศชาติสามารถดำรงอยู่และแข่งขันได้ในประชาคมโลก เป็นสังคมผู้ผลิตที่มีมูลค่าเพิ่มแทนการเป็นสังคมผู้บริโภค เป็นสังคมที่ใช้ปัญญาในการพัฒนาประเทศมากขึ้นแทนการใช้หยาดเหงื่อแรงกาย เช่น ในปัจจุบัน จึงมีความจำเป็นอย่างสูงสุดและรีบด่วนที่สุดที่ประเทศชาติต้องสร้างนักวิจัย และนักประดิษฐ์คิดค้นที่มีความสามารถสูงในปริมาณที่เพียงพอซึ่งจะต้องสร้างมาตั้งแต่เยาว์วัย

ดังนั้นการจัดการศึกษาให้แก่ผู้มีความสามารถพิเศษทางด้านคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์จึงไม่ใช่เป็นเพียงการดำเนินการเพื่อให้บุคคลได้รับโอกาสตามสิทธิเท่านั้น แต่ยังเป็นการตอบสนองความต้องการ ของประเทศชาติ เป็นการสร้างขุมกำลังทางวิชาการในด้านนี้อย่างเป็นรูปธรรม เยาวชนที่มีศักยภาพพิเศษเหล่านี้เมื่อได้รับการบ่มเพาะจนเกิดการพัฒนาถึงระดับสูงสุดแล้วภายภาคหน้าก็จะสามารถค้นคิดสิ่งอำนวยประโยชน์ให้แก่สังคมและประเทศชาติได้อย่างมหาศาล เป็นการสร้างสังคมแห่งภูมิปัญญาและการเรียนรู้ สังคมแห่งคุณภาพและแข่งขันได้ และสังคมที่ยั่งยืนพอเพียงมีความสมานฉันท์เอื้ออาทรต่อกัน

2.4.3 วิสัยทัศน์โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาภรณราชวิทยาลัย บุรีรัมย์

โรงเรียนวิทยาศาสตร์ที่จัดการศึกษาให้กับผู้มีความสามารถด้านคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาให้คุณภาพระดับเดียวกับโรงเรียนวิทยาศาสตร์ชั้นนำของนานาชาติ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

2.4.4 พันธกิจโรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย บุรีรัมย์

2.4.4.1 ส่งเสริมการใช้เทคโนโลยีด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีให้ผู้เรียนมีคุณภาพ

2.4.4.2 สนับสนุนกิจกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม มีระเบียบวินัย ยึดมั่นสถาบันพระมหากษัตริย์

2.4.4.3 สนับสนุนกิจกรรมตามโครงการพระราชดำริ

2.4.4.4 ประสานชุมชนอย่างทั่วถึง เพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการของท้องถิ่น

2.4.4.5 พัฒนาระบบการบริหารจัดการศึกษาให้ได้มาตรฐาน มุ่งสู่ผลสัมฤทธิ์ขององค์กร

2.4.5 เป้าประสงค์

2.4.5.1 โรงเรียนจัดกระบวนการเรียนการสอนด้านคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สามารถเป็นศูนย์ส่งเสริมด้านวิทยาศาสตร์ ได้เป็นอย่างดี

2.4.5.2 ผู้เรียนมีความรับผิดชอบ มีวินัย เห็นคุณค่าของตนเอง และปฏิบัติตามหลักธรรมของศาสนา

2.4.5.3 ผู้เรียนสามารถสืบค้นแหล่งเรียนรู้และภูมิปัญญาท้องถิ่นเพื่อนำมาประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์คุ้มค่า

2.4.5.4 โรงเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมตามความต้องการของท้องถิ่นได้อย่างทั่วถึง

2.4.5.5 ผู้เรียนสามารถคิด วิเคราะห์ สังเคราะห์ รักการอ่านเขียน และค้นคว้าทั้งภาษาไทยและภาษาต่างประเทศได้

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.5.1 งานวิจัยที่เกี่ยงข้องการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานภายในประเทศ

ณัฐพล หนูจินจิตร (2559) ได้ศึกษาการส่งเสริมแนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ เรื่องปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับดวงจันทร์ ด้วยการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับวิธีการถามคือสอน ผลการวิจัยพบว่า การส่งเสริมแนวคิดทางวิทยาศาสตร์หลังจากการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับวิธีการถามคือสอน เรื่องปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับดวงจันทร์ พบว่าผู้เรียนมีแนวคิดถูกต้อง (48.52%) และมีแนวคิดถูกต้องบางส่วน (38.70%) เพิ่มมากขึ้นกว่าก่อนการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับวิธีการถามคือสอนแต่พบผู้เรียนที่ยังมีแนวคิดถูกต้องบางส่วนกับแนวคิดคลาดเคลื่อน (11.67%) และแนวคิดคลาดเคลื่อนลดลง (1.11%) และหลังเรียนไม่มีผู้เรียนคนใดที่ไม่มีแนวคิด อย่างไรก็ตาม การที่ผู้เรียนยังมีแนวคิดคลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์อยู่นั้น อาจเป็นเพราะแนวคิดเรื่องน้ำขึ้นน้ำลง ซึ่งมีแนวคิดคลาดเคลื่อน 1.11% มีเนื้อหาเกี่ยวข้องกับแรงไทดัล ซึ่งเป็นแรงทางฟิสิกส์ที่มีความซับซ้อน ส่วนอุปราคา มีแนวคิดเคลื่อน 1.11% อาจเพราะมีความเกี่ยวข้องกับความสัมพันธ์ของระนาบใน 3 มิติ ระหว่างระนาบสุริยะวิถีและระนาบโคจรของดวงจันทร์และมุมมองของผู้สังเกตจากโลกซึ่งอาจทำให้ผู้เรียนไม่สามารถทำความเข้าใจได้ในเวลาอันสั้น

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ฮามีด๊ะ มูสอ (2555) ได้ศึกษาการพัฒนาแบบจำลองทางความคิดเรื่อง กรด-เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปี ที่ 5 ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานผลการวิจัยในระยะแรกพบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีแบบจำลองทางความคิดสอดคล้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน โดยเฉพาะแนวคิดเรื่องทฤษฎีกรด-เบส การไทเทรตกรด-เบส และสมบัติของสารละลายกรดและเบส ตามลำดับ สำหรับแนวคิดที่นักเรียนมีแบบจำลองทางความคิดคลาดเคลื่อนมากที่สุดได้แก่ แนวคิดเรื่องสารละลายอิเล็กโทรไลต์และอินดิเคเตอร์สำหรับกรด-เบส นอกจากนี้ยังพบว่าแนวคิดเรื่องทฤษฎีกรด-เบสและแนวคิดเรื่องการไทเทรตกรด-เบส ไม่มีนักเรียนคนใดที่มีแบบจำลองทางความคิดสอดคล้องกับ แบบจำลองเชิงวิทยาศาสตร์ ส่วนการวิจัย ในระยะที่สองพบว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำ ลองเป็นฐานมีขั้นการจัดกิจกรรม 5 ขั้น ได้แก่ ขั้นสร้างแบบจำลองทางความคิด ใช้คำถามปลายเปิดที่สามารถเชื่อมโยงความรู้ที่ได้รับกับความคิดเดิม และมีการสาธิตการทดลองหรือการสร้างสถานการณ์แล้ว ให้วาดภาพ ขั้น แสดงออกแบบจำลอง ควรให้อิสระในการนำเสนอแบบจำ ลองด้วยการวาดภาพ การใช้ลักษณะท่าทาง การใช้คำพูดและเน้นการใช้สิ่งของ ขั้น ทดสอบแบบจำลอง เน้นการทดลองที่มีการเปลี่ยนแปลงในระดับมหาภาคส่งเสริมให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง ขั้นประเมินแบบจำลอง เน้นการใช้คำถามเพื่อให้ร่วมกันอภิปราย มีการใช้สื่อที่หลากหลายเชื่อมโยงเคมีทั้ง 3 ระดับ คือ ระดับมหาภาค ระดับสัญลักษณ์และระดับจุลภาค และเน้นให้ทบทวนความรู้พื้นฐาน เพื่อนำไปสู่การปรับปรุงแบบจำลอง ขั้นขยายแบบจำลอง นำแบบจำลองที่ปรับปรุงมาใช้อธิบายโจทย์ใหม่ๆ หรือสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน นอกจากนี้ยังพบว่า หลังจากจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานแล้วนักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 46.0 มีแบบจำลองความคิดสอดคล้องบางส่วนในทุกแนวคิด ยกเว้นแนวคิดเรื่องทฤษฎีกรด-เบสและสารละลายบัฟเฟอร์ โดยนักเรียนส่วนใหญ่ในกลุ่มมีแบบจำลองทางความคิดสอดคล้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วนกับแบบจำลองเชิงวิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

โพธิศักดิ์ โพธิเสน (2558) ได้ศึกษาทดลองโดยการพัฒนาแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัย นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ของโรงเรียนสหขนาดใหญ่แห่งหนึ่งในกรุงเทพมหานครภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 เป็นนักนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์จำนวน 28 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย แบบวัดแบบจำลองทางความคิดเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี บันทึกหลังสอนผลการวิจัยพบว่า 1) แบบจำลองทางความคิดของนักเรียนในเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มแบบจำลองความคิดที่ถูกต้องสมบรูณ์ (ร้อยละ 45) และกลุ่มแบบจำลองความคิดที่สมบูรณ์แต่ถูกต้องบางส่วน (ร้อยละ 25) 2) แนวทางการสอนเพื่อพัฒนาแบบจำลองทางความเร็วเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้แก่ การใช้วีดีทัศน์แสดง

ให้เห็นการเปลี่ยนแปลงในระดับมหภาคและจุลภาคผ่านการอุปมา ทำให้นักเรียนมีแบบจำลองทางความคิดที่เป็นแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น การให้เวลาในการวางแผนการทดลองในเรื่องการหาอัตราการเกอดปฏิกิริยาเคมี ปฏิกิริยาดูด-คายความร้อน และปัจจัยที่ส่งผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี พร้อมทั้งนำเสนอร่วมกันในห้องจะทำให้นักเรียนทำการทดลองได้อย่างมีประสิทธิภาพและรวดเร็ว การจัดการเรียนรู้โดยลำดับจากนำเข้าสู่บทเรียนด้วยคำถามนักเรียนค้นหาคำตอบนักเรียนสร้างแบบจำลองนักเรียนอภิปรายเกี่ยวกับการจำลองและนักเรียนปรับปรุงแบบจำลองสามารถพัฒนาแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนในเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้ ครูผู้สอนควรใช้คำถามที่ท้าทายการตอบคำถามด้วยคำถาม และการสอนซักไซ้ไล่เรียงและการจัดการเรียนรู้ควรให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการสร้างหรือปฏิบัติด้วยตนเองเพื่อให้เกิดประสบการณ์ด้วยตนเอง

ภรทิพย์ สุภัทรชัยวงศ์ (2557) ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อพัฒนาแบบจำลองทางความคิด เรื่อง โครงสร้างอะตอมและความเข้าใจธรรมชาติของแบบจำลองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 29 คน จากโรงเรียนมัธยมศึกษาแห่งหนึ่ง เก็บรวบรวมข้อมูล โดยใช้แบบวัดแบบปลายเปิด เพื่อวัดความเข้าใจธรรมชาติของแบบจำลองซึ่งครอบคลุม 6 ประเด็น ได้แก่ ความหมาย ประเภท จุดประสงค์ การออกแบบและการสร้าง การเปลี่ยนแปลงและความหลากหลายของแบบจำลอง วิเคราะห์ ข้อมูลเชิงคุณภาพโดยอ่านคำตอบของนักเรียนอย่างละเอียดแล้วตีความเพื่อจำแนกกลุ่มคำตอบของนักเรียนตามแนวคิด ของ Grosslight และคณะ ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจที่ไม่สอดคล้องกับแนวคิดที่นักวิทยาศาสตร์ยอมรับ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับ ประเภท จุดประสงค์ และการออกแบบและการสร้างแบบจำลอง นักเรียนเข้าใจว่าแบบจำลองสร้างขึ้นมาเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ แต่ไม่สามารถทำนายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นได้ นอกจากนั้นยังพบว่า นักเรียนบางส่วนนำเอาประสบการณ์ในชีวิตประจำวันมาอธิบายประเภทของแบบจำลอง ว่าจะต้องเป็นวัตถุหรือสิ่งของเท่านั้นไม่ใช่ตัวอักษร จากผลการวิจัยขอเสนอแนะว่าครูวิทยาศาสตร์ควรจัดกิจกรรมการ เรียนรู้ที่ใช้แบบจำลองที่หลากหลายเพื่อให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายจุดเด่นและข้อจำกัดของแบบจำลองแต่ละชนิด ซึ่งจะทำให้นักเรียนเข้าใจธรรมชาติของแบบจำลองและนำไปสู่ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ต่อไป

กฤษณา โภคพันธ์ (2554) ได้ศึกษาการพัฒนาแนวคิดเรื่องดาราศาสตร์และอวกาศและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ผลการวิจัยพบว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องดาราศาสตร์และอวกาศโดยใช้แบบจำลองเป็นฐานพบว่านักเรียนมีการพัฒนาด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์ดังนี้นักเรียนส่วนใหญ่มี

มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ระดับเจตคติทางวิทยาศาสตร์ในระดับสูงนั่นคือมีนักเรียน 20 คนที่มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์อยู่ระหว่าง 80.00 - 100.00 แสดงว่านักเรียนกลุ่มนี้มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ในระดับสูงมาก ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 50.00 ของนักเรียนทั้งหมด จากการวิเคราะห์เจตคติทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 6 ด้านได้แก่ ความสนใจใฝ่รู้ ความซื่อสัตย์ ความมุ่งมั่นอดทน ความมีใจกว้าง ความคิดสร้างสรรค์ความสงสัยและกระตือรือร้น จากข้อมูลพบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ในด้านความสนใจใฝ่รู้ ความมุ่งมั่น อดทน ความคิดสร้างสรรค์และความซื่อสัตย์ อยู่ในระดับสูงมาก และในด้านความสงสัยกระตือรือร้นและมีใจกว้าง นักเรียนส่วนใหญ่มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ในระดับสูง เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง ดาราศาสตร์และอวกาศโดยใช้แบบจำลองเป็นฐานที่ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมทำกิจกรรมร่วมกับเพื่อนมีการแรกเปลี่ยนความรู้เรียนรู้ร่วมกันทำให้นักเรียนมีความสนใจมีความเข้าใจมีความรู้ในเนื้อหามีการพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์พัฒนาตนเองให้มีคุณและคุณลักษณะที่ดีและมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์

ชัยยนต์ ศรีเชียงหา (2554) ได้ศึกษาการพัฒนาแนวคิดเรื่อง สมดุลเคมีและเจตคติต่อวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานมีเจตคติต่อวิชาเคมีเพิ่มขึ้นในทุกๆด้านได้แก่ด้านเนื้อหาของวิชาเคมี ด้านกิจกรรมของวิชาเคมี ด้านคุณประโยชน์ของวิชาเคมี และด้านพฤติกรรมการแสดงออกเกี่ยวกับเคมี โดยพบว่านักเรียนมีเจตคติเพิ่มขึ้นมากที่สุดคือ ด้านกิจกรรมของวิชาเคมีและนักเรียนมีเจตคติน้อยที่สุด คือ ด้านเนื้อหาของวิชาเคมี ซึ่งสอดคล้องกับผลที่ได้จากการเขียนอสุทินของนักเรียนหลังเรียน ที่พบว่านักเรียนชอบและมีความสนุกสนานที่ได้ทำกิจกรรมที่หลากหลายด้วยตนเองได้แสดงความคิดเห็นและแลกเปลี่ยนความรู้กับเพื่อน ใช้สื่อการเรียนรู้หลากหลายที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้ในทั้งระดับมหภาคและระดับจุลภาค ทั้งนี้เนื่องจากรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานได้เน้นให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมที่หลากหลาย เช่น การทดลอง การสร้างแบบจำลอง การใช้กิจกรรมอุปมาอุปมัย ซึ่งเป็นกิจกรรมที่นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง

2.5.2 งานวิจัยที่เกี่ยงข้องการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานในต่างประเทศ

Rosaria (2009) ได้ศึกษาเรียนรู้วิธีการสร้างแบบจำลองสำหรับห้องเรียนวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับบทบาทที่สำคัญของครูในการส่งเสริมการพัฒนาทักษะการสร้างแบบจำลองของนักเรียน งานวิจัยแสดงให้เห็นว่าการสร้างแบบจำลองเป็นกระบวนการที่สำคัญในการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์สู่การประสบความสำเร็จ เพราะกระบวนการสร้างความเชื่อมโยงระหว่างวิทยาศาสตร์แบบจำลองและนักเรียน จากการวิเคราะห์วิธีการสร้างแบบจำลองจะใช้รูปแบบของการสร้างแบบจำลองเป็นแผนภาพ ซึ่งจะเป็นกรอบในการพัฒนากลยุทธ์ในการจัดการเรียนการสอนที่แสดง

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

แนวคิดที่เป็นนามธรรมในทางเคมีของนักเรียน โดยงานวิจัยนี้เป็นการจัดการเรียนการสอนเพื่อสร้างแบบจำลองเรื่องพันธะเคมี เพื่อตอบคำถามการวิจัยที่ว่าสิ่งที่ครูต้องทำเพื่อส่งเสริมการพัฒนาทักษะการสร้างแบบจำลองของนักเรียนพบว่า รูปแบบที่มีศักยภาพที่ดีสำหรับครูต้องประกอบด้วย การแสดงเหตุผลสำคัญการส่งเสริมกระบวนการคิดวิเคราะห์เปิดโอกาสและสนับสนุนความคิดเห็นของนักเรียน ในการดำเนินกิจกรรมในแต่ละครั้งต้องเน้น การทำงานร่วมกันระหว่างเพื่อนในชั้นทั้งการวางแผนแบบจำลอง การดำเนินงานสร้างแบบจำลอง และการประเมินผลกิจกรรมการสร้างแบบจำลองที่ใช้

Maia and Justi (2009) ได้ศึกษากระบวนการเรียนรู้เรื่องสมดุลเคมีของนักเรียนในห้องเรียนปกติจากการสอนโดยใช้แบบจำลอง เป็นฐานที่พัฒนาจาก “แบบจำลองและการสร้างแบบจำลอง (Model and Modelling)” โดยการจัด กิจกรรมการเรียนการสอนเริ่มต้นด้วยครูสาธิตการทดลองแล้วให้นักเรียนได้สังเกตการเปลี่ยนแปลง ที่เกิดขึ้นของปรากฏการณ์ที่ศึกษา และนำไปสู่การสร้างแบบจำลองทางความคิดและแสดงออก แบบจำลองเริ่มต้นเป็นรายกลุ่ม ต่อมาให้นักเรียนสังเกตการทดลองในสถานการณ์ใหม่เพื่อนำไปสู่ การเปลี่ยนแปลงแบบจำลองเริ่มต้นที่สร้างขึ้น ให้สามารถอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นได้ดีที่สุด และจัดให้มีการนำเสนอแบบจำลองที่สร้างเป็นจากสมาชิกในกลุ่มโดยการนำเสนอจะมีการอภิปราย การแลกเปลี่ยนความคิดเห็น การถกประเด็น การตอบคำถามระหว่างนักเรียนกับนักเรียน และนักเรียน กับครู ต่อมาก็ให้นักเรียนได้สังเกตการทดลองในสถานการณ์ใหม่เพื่อพิจารณาถึงขอบเขตและข้อจำกัด ของแบบจำลองที่ทางกลุ่มได้สร้างขึ้นและการปรับปรุงแบบจำลองให้เป็นที่ยอมรับซึ่งจากการศึกษา พบว่านักเรียนสามารถสร้างความ!ด้วยตนเองได้โดยการเรียน!ของนักเรียนเกิดจากการสื่อสารกัน ภายในห้องเรียน นักเรียนได้ใช้สิ่งที่เป็นรูปธรรมคำพูดและลักษณะท่าทางในระหว่างการทำกิจกรรม นอกจากนี้การเรียน!ของนักเรียนยังเกิดขึ้นจากการลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง การใช้คำถาม ของครู รวมทั้งการอภิปรายกันเกี่ยวกับแบบจำลองภายในห้องเรียน ส่งผลให้นักเรียนเกิดความเข้าใจ ในเรื่องสมดุลเคมียิ่งขึ้น

Khan (2008) ได้ศึกษาผลการใช้คอมพิวเตอร์จำลอง (Computer Simulation) ที่อาศัยหลักการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อพัฒนาความเข้าใจเรื่องหลักของเลอชาเตอลิเอของนักเรียน กิจกรรม Simulation ที่ใช้ประกอบด้วยการทำนายกลไกของปฏิกิริยาการเปลี่ยนแปลงของกราฟ มุมมองในระดับนาโน และการใช้อุปมาอุปมัย (Analogy) ที่เคลื่อนไหวโดยการจัดการเรียนการสอนที่เปิดโอกาให้นักเรียนได้สร้าง ประเมิน และปรับปรุงความรู้ของตนเองอยู่เสมอ จากการศึกษาพบว่ากิจกรมดังกล่าวช่วยให้นักเรียนสามารถเกิดการเรียนรู้ในแนวคิดทางเคมีได้ดีและมีความเข้าใจมากขึ้น

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

Harrison and De Jong (2005) ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ช่วยให้นักเรียนเกิดความสนุกสนานและมีความสนใจในการเรียนมากขึ้นแต่อย่างไรก็ตามยังพบว่าด้านที่นักเรียนมีเจตคติน้อยที่สุดคือด้านเนื้อหาของวิชาเคมีทั้งนี้เนื่องจากนักเรียนส่วนใหญ่มองว่าวิชาเคมีเป็นวิชาที่ยากต่อการทำความเข้าใจนักเรียนไม่สามารถประยุกต์ใช้แนวคิดหรือสัญลักษณ์ต่างๆทางเคมีกล่าวคือไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้จากระดับจุลภาคไปสู่ระดับมหภาคหรือจากระดับมหภาคไปสู่ระดับจุลภาคซึ่งส่งผลทำให้นักเรียนไม่สนใจในการศึกษาต่อทางด้านเคมีในอนาคตหรือระดับสูงต่อไป

Campbell et al. (2011)ได้ศึกษาผลลัพธ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยการจัดการเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน (Model Based Inquiry) การวิจัยมีจุดประสงค์เพื่อศึกษาวิธีการที่เหมาะสมของการเรียนแบบ BMI ที่ช่วยส่งเสริมสนับสนุนให้นักเรียนสืบสอบหาความรู้เพื่อพัฒนาความเข้าใจอย่างลึกซึ้งเกี่ยวกับแนวคิด และพัฒนากระบวนการทางวิทยาศาสตร์และธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้ดีขึ้นโดยการเปรียบเทียบการสอนแบบ MBI กับวิธีการสอนแบบสาธิต และการบรรยายแบบเดิม (Traditional Demonstration and Lecture: TDL)ในวิชาฟิสิกส์ของโรงเรียนมัธยมศึกษา 2 แห่งโดยมีกลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจำนวน 54 คน เป็นกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบ TDL จำนวน 26 คน และกลุ่มที่เรียนด้วย MBI จำนวน 28 คนโดยทั้งสองกลุ่มเรียนโดยครูคนเดียวกันที่มีประสบการณ์สอน 14 ปี เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่แบบสำรวจ The Physics, Attitude, Skills and Knowledge Survey (PASKS) เพื่อศึกษาผลลัพธ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในด้านต่างๆได้แก่ ด้านความเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์ ความเข้าใจธรรมของวิทยาศาสตร์ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน หลังเรียน และหลังจากการทดสอบหลังเรียน 1 เดือนผลการวิจัยพบว่าความเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์ ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน หลังเรียน และหลังจากการทดสอบหลังเรียนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยยะสำคัญ พบว่าคะแนนโดยรวมของกลุ่มที่เรียนด้วยการสอนแบบ MBI สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยยะสำคัญ และเมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า ด้านความเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์ ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ มีคะแนนสูงกว่าก่อนเรียน โดยเฉพาะในด้านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีคะแนนสูงขึ้นมากเมื่อทดสอบครั้งสุดท้ายหลังจากทดสอบหลังเรียนไป 1 เดือน

จากการศึกษางานวิจัยข้างต้น ผลการวิจัยมีความสอดคล้องกัน จึงสรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเป็นการจัดการเรียนรู้ที่สำคัญให้ผู้เรียนได้ค้นหาความรู้ตามความสามารถของตนเองด้วยการปฏิบัติจริง ได้เรียนรู้เกี่ยวกับสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริงและมีโอกาสได้ แลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อน ส่งเสริมการพัฒนาทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

และทำให้ผู้เรียนสามารถเห็นภาพเป็นรูปธรรมมากขึ้นจากเดิมที่เห็นเป็นเพียงนามธรรมทำให้ได้เข้าใจและเกิดทักษะต่างๆ รวมถึงกระบวนการคิด ได้อย่างดีดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาใน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อที่สร้างแบบจำลอง จัดระบบความสัมพันธ์ของสมองและมีความคิดสร้างสรรค์ ตลอดจนนักเรียนมีความสนใจวิทยาศาสตร์มากขึ้น มีเจตคติที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ และมีบทบาทในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้น

2.5.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องของแบบจำลองทางความคิดภายในประเทศ

ลฎาภา สุทธกูล (2556) ได้ศึกษาแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เกี่ยวกับแม่เหล็กและแรงแม่เหล็ก มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแบบจำลองทางความคิดเกี่ยวกับแม่เหล็กและแรงแม่เหล็ก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 17 คน ผลการวิจัยพบว่า แบบจำลองทางความคิดของนักเรียนที่ได้จากการสำรวจมี 4 ประเภท กล่าวคือ นักเรียนทุกคนสามารถบรรยายผลที่เกิดขึ้นได้ว่า เมื่อวัตถุที่มีสารแม่เหล็กถูกวางอยู่ใกล้แท่งแม่เหล็กจะมีแรงแม่เหล็กเกิดขึ้นระหว่างวัตถุนั้นกับแท่งแม่เหล็ก อย่างไรก็ตาม ไม่มีนักเรียนคนใดที่ใช้แนวคิดสนามแม่เหล็ก (Magnetic Field) .ในการอธิบายเกี่ยวกับการเกิดแรงแม่เหล็ก ในจำนวนนี้ มีนักเรียนเพียง 2 คน ที่ใช้แบบจำลองทางความคิดประเภทที่ 4 ซึ่งมีศักยภาพที่จะได้รับการพัฒนาเป็นแนวคิดสนามแม่เหล็ก (Ravanis et al., 2009) โดยนักเรียน 1 ใน 2 คนนี้เปรียบเทียบการเกิดแรงแม่เหล็กกับการเกิดแรงโน้มถ่วงของโลก การบรรยายและอธิบายการเกิดแรงแม่เหล็ก โดย 3ใน 4 ประเภทนี้ สอดคล้องกับผลการวิจัย Erickson (1994) อย่างไรก็ตาม มีแบบจำลองทางความคิด 1 ประเภท ที่ไม่ปรากฏในผลการวิจัยดังกล่าว บทความวิจัยนี้อภิปรายเกี่ยวกับความเป็นไปได้หนึ่งของการเกิดแบบจำลองประเภทนั้น และนำเสนอแนวทางการนำผลการวิจัยไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน

อิศรา ก้านจักร (2551) ได้ศึกษาเมนทอลโมเดลของผู้เรียนที่เรียนด้วยสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ที่ส่งเสริม เมนทอลโมเดลแบบผู้เชี่ยวชาญ กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี คณะศึกษาศาสตร์ ชั้นปีที่ 3 ปีการศึกษา 2551 จำนวน 9 คน โดยใช้รูปแบบการวิจัยก่อนการทดลองแบบกลุ่มเดียวทดสอบหลังเรียน วิเคราะห์ ข้อมูลเชิงคุณภาพจากการสัมภาษณ์เชิงลึกและจากการตอบภารกิจในขณะที่ เรียนด้วยวิธีการวิเคราะห์โปรโตคอล (Protocol Analysis) ตามกรอบแนวคิดลักษณะเมนทอลโมเดลของ Mayer (1992) ผลการวิจัยพบว่า ผู้เรียนสามารถสร้าง เมนทอลโมเดลแบบผู้เชี่ยวชาญที่ แทนความเข้าใจที่ มีลักษณะ (1) เป็นสิ่งแทนความเข้าใจเกี่ยวกับเรื่องราวหรือเหตุการณ์ต่างๆ ที่อธิบายในลักษณะของโมเดล (2) ความเข้าใจนั้นมีการอธิบายถึงความเปลี่ยนแปลงจากสิ่งที่ตนเองเข้าใจไปยังสิ ง อื่นๆ นั้นคือ สามารถเปลี่ยนแปลงกฎและกระบวนการไปสู่การแก้ปัญญาที่ เผชิญได้ในทันทีและ (3) สามารถอธิบายในลักษณะ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

เหตุผลที่แสดงให้เห็นถึงการแสดงออกที่ไม่ใช่อธิบายเพียงเฉพาะหลักการ ทฤษฎี แต่มีการเชื่อมโยงข้อเท็จจริง และกฎที่ได้เรียนรู้มากับสถานการณ์ต่างๆที่ เผชิญได้จากข้อค้นพบในการวิจัยครั้งนี้ พบว่าผู้เรียนสร้างเมนทอลโมเดลแบบผู้เชี่ยวชาญ อาจเนื่องจากการออกแบบสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ฯ ที่มีองค์ประกอบส่งเสริมการสร้างเมนทอลโมเดลโดนแบบผู้เชี่ยวชาญโดยเฉพาะสถานการณ์ปัญหาที่มีหลายระดับภารกิจที่ส่งเสริมการพัฒนาระดับความเชี่ยวชาญรวมทั้งมีธนาคารความรู้ที่ออกแบบโดยการแปลงเนื้อหาสาระความรู้ไปเป็นโมเดลเชิงมโนทัศน์ (Conceptual Models) ที่อธิบายเนื้อหาเหล่านั้นในลักษณะของโมเดลเชิงเหตุและผลด้วยรูปภาพ กราฟิก ฯลฯ ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนสามารถที่จะสร้างเมนทอลโมเดลได้ง่ายและมีประสิทธิภาพมากขึ้น รวมทั้งมีกรณีใกล้เคียงที่เป็นการนำเสนอประสบการณ์ในที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ทันทีทันใด

อิศรา ก้านจักร (2560) ได้ศึกษาเมนทอลโมเดลของผู้เรียนที่เรียนด้วยสิ่งแวดล้อมทางการเรียนบนเครือข่าย เรื่อง การเคลื่อนที่สำหรับผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งมีขั้นตอนการสร้างและพัฒนา 3 กระบวนการ คือ กระบวนการออกแบบ กระบวนการพัฒนาและกระบวนการประเมิน จากผลการวิจัยปรากฏว่าผู้เรียนสามารถสร้างเมนทอลโมเดลแบบผู้เชี่ยวชาญที่ใช้ในการทำความเข้าใจในเรื่องที่เรียนที่มีลักษณะสำคัญคือ (1) เป็นสิ่งแทนความเข้าใจเกี่ยวกับเรื่องราวหรือเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่อธิบายในลักษณะของโมเดลดังจะเห็นได้จากการตอบแบบสัมภาษณ์และสามารถเขียนเป็นรูปแบบโมเดล (2) ความเข้าใจนั้นมีการอธิบายถึงความเปลี่ยนแปลงจากสิ่งที่ตนเองเข้าใจไปยังสิ่งอื่น ๆ โดยสามารถเชื่อมโยง เปลี่ยนแปลงกฎและกระบวนการไปสู่การแก้ปัญญาที่เผชิญได้ในทันที (3) สามารถอธิบายในลักษณะเหตุผลที่แสดงให้เห็นถึงการแสดงออกที่ไม่ใช่อธิบายเพียงเฉพาะหลักการ ทฤษฎี แต่มีการเชื่อมโยงประยุกต์จากข้อเท็จจริงและกฎที่เรียนรู้มากับสถานการณ์ต่างๆที่เผชิญได้จากข้อค้นพบในการวิจัยครั้งนี้ที่พบว่าผู้เรียนสร้างเมนทอลโมเดลแบบผู้เชี่ยวชาญ อาจเนื่องมาจากการออกแบบสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้บนเครือข่ายฯ ที่มีองค์ประกอบส่งเสริมการสร้างเมนทอลโมเดลแบบผู้เชี่ยวชาญโดยเฉพาะสถานการณ์ปัญหาที่มีหลายระดับ ภารกิจที่ส่งเสริมการพัฒนาระดับความเชี่ยวชาญ จะนำเสนอรูปแบบของสถานการณ์ที่ได้จากเหตุการณ์จริง ซึ่งต้องให้ผู้เรียนได้มีการตัดสินใจ และจัดการกับสถานการณ์และบริบทที่กำหนดให้ในสถานการณ์นั้นต้องมีการนำเสนอสารสนเทศที่เกี่ยวข้องรวมทั้งการพิจารณาควบคู่กับบริบท (Context) เพื่อให้ผู้เรียนนำมาเป็นพื้นฐานในการตัดสินใจ รวมทั้งจะต้องมีการกำหนดเงื่อนไขที่ผู้เรียนจะต้องเลือกยุทธวิธีการภายใต้เงื่อนไขเวลาที่กำหนดที่เป็นลักษณะของผู้เชี่ยวชาญตามแนวคิดการพัฒนาผู้เชี่ยวชาญ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

2.5.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องของแบบจำลองทางความคิดในต่างประเทศ

Shepardson (2006) ได้ศึกษาแบบจำลองทางความคิด เรื่องสิ่งแวดล้อมของนักเรียนในสหรัฐอเมริกาจำนวน 25 ห้องเรียนที่มีความแตกต่างด้าน เพศ อายุ วัฒนธรรมและสภาพทางเศรษฐกิจ และสังคม โดยการใช้คำถามให้นักเรียนแสดงแบบจำลองทางความคิดโดยการวาดภาพแล้วนำมาวิเคราะห์แบบจำลองทางความคิดใน 4 ประเด็นคือ 1) สภาพแวดล้อมเป็นสถานที่ที่สัตว์และ พืช อาศัยอยู่ตามธรรมชาติ 2) สภาพแวดล้อมที่เป็นสถานที่รองรับสิ่งมีชีวิต 3) สภาพแวดล้อมได้รับผลกระทบโดยกิจกรรมของมนุษย์และ 4) สภาพแวดล้อมเป็นสถานที่ที่ทำให้พืชและมนุษย์มีชีวิตอยู่ได้ ผลการศึกษาพบว่านักเรียนส่วนใหญ่แสดงแบบจำลองทางความคิดประเด็นที่ 1 มากที่สุดและนักเรียนที่อาศัยอยู่ในเมืองใหญ่แสดงแบบจำลองทางความคิดในประเด็นที่ 3 ได้มากกว่านักเรียนที่อาศัยในแถบชานเมือง แสดงให้เห็นถึงอิทธิพลของสิ่งแวดล้อมและการเรียนรู้ผลต่อการแสดงแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนเพราะนักเรียนมีความแตกต่างทางวัฒนธรรมทางการศึกษาและประสบการณ์ส่วนตัวของแต่ละคนมีรูปแบบที่แตกต่างกัน ความซับซ้อนในการสร้างแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนขึ้นอยู่กับความซับซ้อนที่มีอยู่ในจิตรูปแบบการพัฒนาและการจัดรูปแบบของแบบจำลองทางความคิดซึ่งอาจได้รับการแก้ไขได้อย่างง่ายดายบนพื้นฐานของประสบการณ์ใหม่

Ayse and Ahmet (2013) ได้ทำการศึกษาแบบจำลองทางความคิดเกี่ยวกับลักษณะรูปร่างและแรงโน้มถ่วงของโลก โดยทำการศึกษาในกลุ่มนักเรียนระดับเกรด 5 และเกรด 8 จากโรงเรียนประถมในชุมชนที่ยากไร้ กลุ่มตัวอย่าง 105 คนหญิง 52 คน ชาย 53 คนโดยเก็บรวบรวมข้อมูลผ่านการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างซึ่งเป็นหนึ่งในวิธีการวิจัยเชิงคุณภาพ ในการเก็บรวบรวมข้อมูลพบว่า นักเรียนเกรด 5 และนักเรียนเกรด 8 มีแบบจำลองทางความคิดที่แตกต่างกันเกี่ยวกับรูปร่างของโลกและแรงโน้มถ่วง 7 ประเด็น ซึ่งหนึ่งในนั้นเป็นความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ และพบว่านักเรียนมีความเข้าใจในวิธีการทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับต่ำ 2 กลุ่ม เมื่อได้รับการพัฒนามีความเข้าใจเพิ่ม ดังนั้นเพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ และมีการเปลี่ยนแปลงรูปแบบทางความคิดทางวิทยาศาสตร์ให้ถูกต้อง เนื้อหาที่มีรูปแบบความคิดที่เป็นนามธรรมเหล่านี้ ควรจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้เป็นรูปธรรม โดยวิธีการหาวัสดุภาพและเสียงและรูปแบบอื่นๆ นอกจากนี้ควรมีการศึกษากับกลุ่มตัวอย่างเพิ่มมากขึ้น เพื่อให้เข้าใจสถานการณ์และเตรียมการแก้ปัญหาได้

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

Mehmet and Ayse (2014) ได้ศึกษาแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนเรื่องการขยายตัวและการหดตัวของวัสดุ กรณีศึกษาจากประชากรนักเรียนเกรด 7-12 จำนวน 155 คน ในใจกลางเมืองตุรกี รวบรวมข้อมูลโดยใช้คำถามปลายเปิดให้นักเรียนเขียนคำอธิบายหรือวาดภาพแสดงการขยายตัวและการหดตัวของวัสดุ แล้วนำไปดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลในขั้นตอนต่อมา ผลการวิจัยพบว่านักเรียนในเกรดต่ำมีแบบจำลองทางความคิดแบบพื้นฐานทั่วไป แต่พบแบบจำลองทางความคิดที่มีการสังเคราะห์ในนักเรียนเกรดสูง การวิเคราะห์ข้อมูลพบว่าการอธิบายของนักเรียนสามารถแสดงแบบจำลองทางความคิดได้ครอบคลุมมากกว่าการวาดภาพ เนื่องจากแบบเนื่องจากคำบางคำยากที่จะบรรยายออกมาเป็นการวาดภาพ การที่นักเรียนได้เกรดต่ำมีแบบจำลองทางความคิดที่สอดคล้องกับแนวคิดวิทยาศาสตร์น้อย และนักเรียนเกรดสูงมีแบบจำลองทางความคิดที่พัฒนาสอดคล้องกับแนวคิดวิทยาศาสตร์มากขึ้น เนื่องจากความแตกต่างเรื่องสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ ความแตกต่างที่เกิดขึ้นไม่ได้เป็นเพราะความล้มเหลวของตัวนักเรียนแต่เป็นเพราะนักเรียนไม่สามารถมองเห็นถึงกระบวนการขยายตัวและการหดตัวของวัสดุ การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างโมเลกุล ดังนั้นจึงควรจัดการสอนโดยใช้รูปแบบภาพและภาพเคลื่อนไหวแสดงกระบวนการสำหรับการใช้การจัดการเรียนรู้ในอนาคต

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องของแบบจำลองทางความคิดสามารถทำให้นักเรียนเข้าใจความสอดคล้องกับลักษณะการสร้างรูปแบบการทำความเข้าใจโดยใช้กระบวนการทำวามเข้าใจที่มีวิธีการหลากหลาย ซึ่งอาศัยคุณลักษณะของสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ที่สนองตอบต่อการสร้างความเข้าใจและสามารถอธิบายสิ่งที่ตนเองเข้าใจของระบบทางความคิดแล้วยังสามารถเปลี่ยนแปลงกฎกระบวนการไปสู่การแสดงออกที่ไม่ใช่เพียงเฉพาะหลักการแต่มีการเชื่อมโยงข้อเท็จจริงได้

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่องการจัดการเรียนรู้โดยแบบจำลองเป็นฐานเพื่อพัฒนาแบบจำลองทางความคิด เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้แบ่งการดำเนินการวิจัยออกเป็น 2 ระยะ ซึ่งผู้วิจัยขอนำเสนอขั้นตอนของการดำเนินการวิจัยตามลำดับดังนี้

ระยะที่ 1 การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้

ระยะที่ 2 การทดลองใช้แผนการจัดการเรียนรู้

ระยะที่ 1 การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้

1. วัตถุประสงค์

พัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อพัฒนาแบบจำลองทางความคิดเรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ และเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

2. กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ประเมินการสร้างแบบวัดแบบจำลองทางความคิดและประเมินการสร้างแบบวัดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและการประเมินผล จำนวน 5 ท่าน

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

แผนจัดการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกปีที่ 4 จำนวน 4 แผน รวมทั้งหมด 12 ชั่วโมง

4. การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือวิจัย

4.1 จุดประสงค์

4.1.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาวิเคราะห์และสังเคราะห์เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับเป็นแนวทางในการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อพัฒนาแบบจำลองทางความคิด

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

4.1.2 เพื่อทำการประเมินและตรวจสอบคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อพัฒนาแบบจำลองทางความคิด เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

5. วิธีการสร้างเครื่องมือ

5.1.1 การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้

5.1.1.1 ศึกษาเนื้อหาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ประกอบด้วย 4 ประเด็นหลัก คือ การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ การเคลื่อนที่แนวระดับและแนวดิ่งของโพรเจกไทล์ การกระจัดและความเร็วของโพรเจกไทล์ วัตถุที่มีความเร็วต้นทำมุมกับแนวระดับของโพรเจกไทล์ ใช้เวลาทั้งหมด 12 คาบ (60 นาทีต่อคาบ) รวมทั้งสิ้น 4 สัปดาห์ ซึ่งเนื้อหาครอบคลุมมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์: ฟิสิกส์ ตามหลักสูตรโรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2560 ในสาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่ มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่างๆ ของวัตถุในธรรมชาติ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้นำความรู้ไปใช้ประโยชน์และคำอธิบายรายวิชา ว 30101 วิชา ฟิสิกส์พื้นฐาน คือ ศึกษาเกี่ยวกับธรรมชาติของฟิสิกส์ ข้อมูลทางฟิสิกส์ หน่วยและการวิเคราะห์มิติ การระบุเลขนัยสำคัญ การวัดและการหาค่าความคลาดเคลื่อนจากการทดลองอย่างละเอียด ความสำคัญของปริมาณสเกลาร์ ปริมาณเวกเตอร์และการคำนวณเชิงเวกเตอร์ เพื่อประโยชน์ต่อการนำไปใช้กับการระบุตำแหน่ง การกระจัด ระยะทาง ความเร็ว อัตราเร็ว ความเร่งและอัตราเร่ง การเคลื่อนที่ในแนวตรงที่มีความเร่งคงที่และไม่คงที่โดย ใช้การวิเคราะห์กราฟ สมการการเคลื่อนที่ การเคลื่อนที่แบบสัมพัทธ์ แรงมวลและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน แรงโน้มถ่วง แรงเสียดทาน การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ และการเคลื่อนที่แบบวงกลม (กลุ่มโรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค, 2561)

5.1.1.2 ศึกษาหลักสูตรโรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายพุทธศักราช 2560 และเอกสารที่เกี่ยวข้องกับเรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

5.1.1.3 นำกรอบแนวคิดที่สร้างขึ้นให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบความถูกต้อง ความครบถ้วนของเนื้อหาและตรงตามมาตรฐานของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

5.1.1.4 ศึกษาตำรา เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อกำหนดขั้นตอนการจัดการเรียนรู้สำหรับการวิจัยครั้งนี้ ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นสร้างแบบจำลอง 2) ขั้นแสดงออกแบบจำลอง 3) ขั้นทดสอบแบบจำลอง 4) ขั้นประเมินแบบจำลอง 5) ขั้นขยายแบบจำลอง ซึ่งปรับปรุงมาจากแนวคิดของ (ชัยยนต์ ศรีเชียงหา, 2554) แล้วนำขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่สังเคราะห์ขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจความถูกต้อง

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

5.1.1.5 นำกรอบแนวคิดเรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานที่ผ่านการแก้ไขแล้วมากำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ รูปแบบของกิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ วิธีการวัดและประเมินผล จากนั้นจึงนำมาให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ตรวจสอบความเหมาะสมของจุดประสงค์การเรียนรู้ รูปแบบของกิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ วิธีการวัดและประเมินผลกับแนวคิดของเรื่องที่จะสอน และเวลาในการจัดการเรียนรู้

5.1.1.6 นำจุดประสงค์การเรียนรู้รูปแบบของกิจกรรมการเรียนรู้สื่อการเรียนรู้ วิธีการวัดและ ประเมินผลที่แก้ไขแล้วมาสร้างแผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 4 แผน โดยใช้เวลาสอนรวม 12 คาบ คาบละ 60 นาที ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3.1

เวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานของแผนการจัดการเรียนรู้ ในหน่วยการเรียนรู้เรื่อง การเคลื่อนที่ใน 2 มิติ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่	เรื่อง	เวลา (คาบ)
1	การเคลื่อนที่แนวระดับและแนวดิ่งของโพรเจกไทล์	3
2	การกระจัดและความเร็วของโพรเจกไทล์	3
3	วัตถุที่มีความเร็วต้นทำมุมกับแนวระดับของโพรเจกไทล์	3
4	Projectile motion Game	3
	รวม	12

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

5.1.1.7 ดำเนินการจัดการเขียนแผนการจัดการเรียนการสอน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยให้ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหาที่ใช้ในการสอน จำนวน 4 แผน

5.1.1.8 นำแผนการจัดการเรียนการสอนที่เขียนเสร็จแล้วเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อพิจารณาตรวจสอบส่วนประกอบต่างๆ ของแผน ความสัมพันธ์ระหว่างสาระการเรียนรู้สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาเวลาเรียน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และเครื่องมือการประเมินตามสภาพจริง และนำไปแก้ไขปรับปรุง

5.1.1.9 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์แล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ได้แก่

1) ผศ.ดร.วนิดา ผาระนัด คุณวุฒิ ปร.ด. สาขาวิชานวัตกรรมการออกแบบ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน และวิทยาศาสตรศึกษา

2) ผศ.ดร.สมานเอกพิมพ์ คุณวุฒิ ศษ.ด. หลักสูตรและการสอน อาจารย์ระจำคณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการเรียนการสอนและวิทยาศาสตรศึกษา

3) อาจารย์ ดร.กมล พลคำ คุณวุฒิ ปร.ด.เทคโนโลยีพลังงาน อาจารย์ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา

4) ผศ.ไพศาล เอกะกุล ศษ.ม. สาขาการวัดผลการศึกษา อาจารย์ประจำสาขาวิจัยและประเมินผลการศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและการประเมินผล

5) อาจารย์พจนี มาลัยศรี ค.ม.ฟิสิกส์ ครูชำนาญการ โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาภรณราชวิทยาลัย บุรีรัมย์ ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา

5.1.1.10 เพื่อประเมินความเหมาะสมองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนการสอน ได้แก่ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียน และการวัดประเมินผลของแผนการจัดการเรียนการสอน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ภาษาตลอดจนความสมบรูณ์ของแผนจัดการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน แล้วนำมาวิเคราะห์ความเหมาะสมและความสอดคล้องของคุณภาพแผน

5.1.1.11 สร้างแบบประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้สำหรับผู้เชี่ยวชาญ เป็นแบบมาตรประมาณค่า 5 ระดับ ตามวิธีของ Likert (ดูรายละเอียดภาคผนวก ข หน้า 160)

5.1.1.12 นำคะแนนที่ได้จากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ โดยใช้หลักเกณฑ์ประเมินและแปลความหมาย 5 ระดับ (Rating Scale) (บุญชม ศรีสะอาด, 2545) ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.51 – 5.00 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.51 – 4.50 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับมาก

ค่าเฉลี่ย 2.51 – 3.50 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.51 – 2.50 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.50 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับน้อยที่สุด

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

การกำหนดเกณฑ์ค่าเฉลี่ยของความเหมาะสม คือ ถ้าค่าเฉลี่ยของความเห็นผู้เชี่ยวชาญตั้งแต่ 3.50 ขึ้นไป และมีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.00 (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2543) จะถือว่าแผนการจัดการเรียนการสอนมีคุณภาพเหมาะสม

5.1.1.13 นำแผนการจัดการเรียนการสอน เรื่องการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ผ่านการประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญแล้ว นำไปทดลองใช้กับนักเรียนโรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาภรณราชวิทยาลัย จังหวัดบุรีรัมย์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 1 แผน โดยผู้วิจัยดำเนินการสอนด้วยตนเอง เพื่อตรวจสอบความเป็นไปได้ ความถูกต้อง ความเหมาะสม และบันทึกปัญหาข้อบกพร่องต่างๆ ที่พบ แล้วนำมาแก้ไขปรับปรุงก่อนนำไปใช้จริง

5.1.1.14 นำแผนการจัดการเรียนการสอนที่ผ่านการทดลองใช้แล้วมาปรับปรุงแก้ไข และจัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปทดลองใช้จริงกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาภรณราชวิทยาลัย บุรีรัมย์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 ต่อไป

6. การเก็บรวบรวมข้อมูล

6.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาวิเคราะห์และสังเคราะห์เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับเป็นแนวทางในการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อพัฒนาแบบจำลองทางความคิดเรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

6.2 ออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานจำนวน 4 แผน

6.3 ผู้วิจัยส่งเครื่องมือในการวิจัย เพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาประเมินคุณภาพความเหมาะสมของเครื่องมือ ประเมินการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

7. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ผลของงานวิจัยโดยทำการวิเคราะห์ข้อมูลของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อพัฒนาแบบจำลองทางความคิดเรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ประเมินค่าคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน โดยหาค่าเฉลี่ยแล้วเทียบกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้โดยใช้เกณฑ์แปลความหมาย

8. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

8.1 สถิติบรรยาย

8.1.1 การหาร้อยละ (Percentage: %) โดยใช้สูตร (ไพศาล วรคำ, 2559)

$$\text{ร้อยละ } (\%) = \frac{f}{N} \times 100 \qquad \textit{(3-1)}$$

เมื่อ f แทน ความถี่ของรายการที่สนใจ

N แทน จำนวนทั้งหมด

8.1.2 การหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Mean) โดยใช้สูตร (ไพศาล วรคำ, 2559)

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^{n} X_i}{n} \qquad \textit{(3-2)}$$

เมื่อ $\bar{X}$ แทน คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง

X_i แทน คะแนนของคนที่ i

n แทน จำนวนสมาชิกของกลุ่มตัวอย่าง

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

8.1.3 การหาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) (ไพศาล วรคำ, 2559)

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \qquad \textit{(3-3)}$$

เมื่อ S แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง

$\bar{X}$ แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง

X_i แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง

n แทน จำนวนสมาชิกของกลุ่มตัวอย่าง

ระยะที่ 2 การทดลองใช้แผนการจัดการเรียนรู้

1. วัตถุประสงค์

1.1 เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

1.2 เพื่อศึกษาแบบจำลองทางความคิดด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

1.3 เพื่อศึกษาเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

2. กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/6 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาภรณราชวิทยาลัย บุรีรัมย์ อำเภอสตึก จังหวัดบุรีรัมย์ สำนักนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 32 จำนวน 1 ห้องเรียน รวม 24 คน

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.1 แผนจัดการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกปีที่ 4 จำนวน 4 แผน รวมทั้งหมด 12 ชั่วโมง

3.2 แบบวัดแบบจำลองทางความคิดเรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ เป็นแบบวัดชนิดอัตนัย แบบปลายเปิด คลอบคลุม 4 หัวข้อย่อย ได้แก่ ความสัมพันธ์ของปริมาณที่เกี่ยวข้องของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์, ความสัมพันธ์ของปริมาณที่เกี่ยวข้องของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์, การกระจัดของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์, ความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่ของวัตถุที่มีความเร็วต้น จำนวน 5 ข้อ ใช้เวลาสอบ 90 นาที

3.3 แบบวัดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ 5 ด้าน ทั้งหมด 20 ข้อ จำนวน 24 ชุดใช้เวลาสอบ 30 นาที เป็นแบบปรนัย

4. การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือวิจัย

4.1 จุดประสงค์

4.1.1 เพื่อศึกษาผลของการใช้แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

4.1.2 เพื่อศึกษาแบบจำลองทางความคิดด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

4.1.3 เพื่อศึกษาเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

5. วิธีการสร้างเครื่องมือ

5.1 แบบวัดแบบจำลองทางความคิดเรื่องการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

ผู้วิจัยได้สร้างแบบวัดแบบจำลองทางความคิด เป็นแบบวัดชนิดอัตนัย แบบปลายเปิด คลอบคลุม 4 หัวข้อย่อย ความสัมพันธ์ของปริมาณที่เกี่ยวข้องของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์, ความสัมพันธ์ของปริมาณที่เกี่ยวข้องของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์, การกระจัดของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์,ความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่ของวัตถุที่มีความเร็วต้น จำนวน 5 ข้อ ใช้เวลาสอบ 90 นาที โดยมีขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพดังนี้

5.1.1 ศึกษาตามหลักสูตรโรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2560 ในสาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่ มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่างๆ ของวัตถุในธรรมชาติ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้นำความรู้ไปใช้ประโยชน์และคำอธิบายรายวิชา ว 30101 วิชา ฟิสิกส์พื้นฐาน คือ ศึกษาเกี่ยวกับธรรมชาติของฟิสิกส์ ข้อมูลทางฟิสิกส์ หน่วยและการวิเคราะห์มิติ การระบุเลขนัยสำคัญ การวัดและการหาค่าความคลาดเคลื่อนจากการทดลองอย่างละเอียด ความสำคัญของปริมาณ สเกลาร์ ปริมาณเวกเตอร์และการคำนวณเชิงเวกเตอร์ เพื่อประโยชน์ต่อการนำไปใช้กับการระบุตำแหน่ง การกระจัด ระยะทาง ความเร็ว อัตราเร็ว ความเร่ง และอัตราเร่ง การเคลื่อนที่ในแนวตรงที่มีความเร่งคงที่และไม่คงที่โดย ใช้การวิเคราะห์กราฟ สมการการเคลื่อนที่ การเคลื่อนที่แบบสัมพัทธ์ แรงมวลและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน แรงโน้มถ่วง แรงเสียดทาน การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ และการเคลื่อนที่แบบวงกลม และเอกสาร ตำรา ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับแบบจำลองทางความคิดและแนวคิดทางเลือกของนักเรียนในเรื่องแรง มวล และกฎการเคลื่อนที่ เพื่อรวบรวมเนื้อหาที่นักเรียนต้องศึกษาและจัดทำกรอบแนวคิดเรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ซึ่งประกอบด้วย 4 เรื่องของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ (ตารางที่ 3.2) แล้วนำมาใช้เป็นข้อมูลในการสร้างแบบวัดแบบจำลองทางความคิดเรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

5.1.2 ดำเนินการสร้างแบบแบบวัดแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนที่มีลักษณะเป็น คำถามปลายเปิดที่ให้นักเรียนวาดภาพและเขียนบรรยายพร้อมอธิบายเหตุผลประกอบในเรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ คำถามที่ใช้ในงานวิจัยนี้ คำถามส่วนใหญ่ เป็นคำถามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยปรับเปลี่ยนให้สอดคล้องกับหลักสูตรของโรงเรียนและบริบทของประเทศไทย

5.1.3 นำแบบวัดแบบจำลองทางความคิดเรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ที่สร้างขึ้นไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบและปรับปรุงข้อคำถาม จากนั้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

จำนวน 5 ท่าน ชุดเดิมตามข้อ 5.1.1.9 ในระยะที่ 1ได้แก่ผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหา ผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อการเรียนรู้ ผู้เชี่ยวชาญทางด้านการวัดและประเมินผล เพื่อตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาของแบบวัดแบบจำลองทางความคิด รวมถึงความเหมาะสม ของภาษาที่ใช้ในแต่ละข้อกับจัดประสงค์การเรียนรู้และนำมาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence : IOC) ได้ค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 1.00 (รายละเอียดภาคผนวก ค หน้า 173) ถือว่ามีความสอดคล้องในเกณฑ์ที่ยอมรับได้โดยผู้เชี่ยวชาญให้หาข้อเสนอแนะในเรื่องความเหมาะสมของเนื้อหา ภาษาที่ใช้ในการตั้งคำถาม

ตารางที่ 3.2

สาระสำคัญ 4 หัวข้อย่อยในเรื่องการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

หัวข้อเรื่อง	สาระสำคัญ	จำนวนข้อสอบ (ข้อ)
ความสัมพันธ์ของปริมาณที่เกี่ยวข้องของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์,	การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ (Projectile Motion) เป็นการเคลื่อนที่ของวัตถุในแนวเส้นโค้งพาราโบลาถ้าไม่คิดแรงต้านอากาศ การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ประกอบด้วยการเคลื่อนที่ในแนวดิ่งและแนวระดับที่เป็นอิสระต่อกัน การเคลื่อนที่แนวดิ่งเป็นการเคลื่อนที่ภายใต้แรงโน้มถ่วงของโลกเพียงแรงเดียวหรือการตกแบบเสรี ซึ่งมีความเร่งคงตัว g ส่วนการเคลื่อนที่แนวระดับไม่มีแรงกระทำ จึงเป็นการเคลื่อนที่ที่มีความเร็วคงตัว	3
การเคลื่อนที่แนวดิ่งและแนวระดับของโพรเจก-ไทล์	การเคลื่อนที่ในแนวระดับนี้นั้นเกิดเนื่องจากแรงส่งที่ใช้ในการยิงวัตถุออกมาครั้งเดียวดังนั้นแรงในแนวระดับภายหลังจากที่วัตถุเริ่มเคลื่อนที่แล้วจึงไม่มีส่งผลให้การเคลื่อนที่ในแนวระดับนี้ไม่มีความเร่งและทำให้ความเร็วในแนวระดับมีค่าคงที่ตลอดการเคลื่อนที่ความเร็วในแนวดิ่งนั้นจะมีค่าไม่คงที่เนื่องจากมีความเร่งอันเนื่องมาจากแรงโน้มถ่วงของโลกกระทำ	2

(ต่อ)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ 3.2 (ต่อ)

หัวข้อเรื่อง	สาระสำคัญ	จำนวนข้อสอบ (ข้อ)
	ต่อวัตถุทำให้ความเร็วในแนวดิ่งนี้มีค่าเปลี่ยนไปตลอดการเคลื่อนที่ คือมีค่าลดลงในการเคลื่อนที่ขาขึ้นจนกระทั่งถึงจุดสูงสุดจะมีความเร็วในแนวดิ่งเป็นศูนย์และเริ่มมีการเปลี่ยนทิศเป็นการเคลื่อนที่ขาลงที่จะมีความเร็วในแนวดิ่งซึ่งขณะนี้มีทิศลงเพิ่มขึ้นเรื่อยจนกระทบพื้น	
การกระจัดของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์	คือ ผลรวมของการนำการกระจัดในแนวระดับกับการกระจัดในแนวดิ่ง เช่น การกระจัดของวัตถุขณะตกถึงพื้น การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ (projectile-motion) เป็นการเคลื่อนที่ของวัตถุในวิถีโค้งพาราโบลา ทั้งนี้ความเร็วของวัตถุกับการกระจัดลัพธ์มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา โดยทิศของความเร็วมีทิศขนานกันกับทิศของเส้นสัมผัสความโค้ง	2
ความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่ของวัตถุที่มีความเร็วต้น	คือ ความเร็วลัพธ์ของ ที่ได้จากผลรวมของความเร็วในแนวระดับ กับความเร็วในแนวดิ่ง เช่น การหาความเร็วขณะตกถึงพื้นเดียวกัน อัตราเร็วของวัตถุมีความเร็วเท่ากัน และ ณ ตำแหน่งสูงสุด ความเร็วของวัตถุเท่ากับความเร็วในแนวระดับ	3

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

5.1.4 นำแบบวัดแบบจำลองทางความคิดที่ผ่านการตรวจสอบและประเมินผลปรับปรุงแก้ไขแล้ว จำนวน 10 ข้อ ไปทดลองใช้กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ของโรงเรียนแห่งหนึ่งสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 32 ในจังหวัดบุรีรัมย์ ปีการศึกษา 2561 จำนวน 24 คน ที่ผ่านการเรียนเนื้อหาเรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ เพื่อดูความชัดเจนของข้อคำถาม ความเหมาะสมของภาษา ระยะเวลาตลอดจนนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ โดยหาค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (D) โดยใช้วิธีของวิทนี้ย์และซาเบอร์ส (ไพศาล วรคำ, 2559) แล้วแบบวัดแบบจำลองทางความคิดที่มีความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.20- 0.80 และค่าอำนาจจำแนก (D) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป (พวงรัตน์ ทวีรัตน์ 2540)

5.1.5 คัดเลือกแบบวัดแบบจำลองทางความคิดจำนวน 5 ข้อ ที่มีค่าความยาก (p) อยู่ระหว่าง 0.27- 0.50 และค่าอำนาจจำแนก (D) อยู่ระหว่าง 0.55-1.00 ตามเกณฑ์ที่กำหนด โดยคำนึงถึงความครอบคลุมจุดมุ่งหมายการเรียนและโครงสร้างของข้อสอบที่กำหนด (รายละเอียดภาคผนวก ค หน้า 174)

5.1.6 นำแบบวัดแบบจำลองทางความคิดที่เลือกไว้จำนวน 5 ข้อ มาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบวัดแบบจำลองทางความคิด โดยใช้วิธีของวิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient Method) พบว่าแบบวัดแบบจำลองทางความคิด มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.80 (รายละเอียดภาคผนวก ค หน้า 175)

5.1.7 จัดพิมพ์แบบวัดแบบจำลองทางความคิด เรื่องการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ จำนวน 5 ข้อ เพื่อนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

5.1.8 สร้างเกณฑ์ประเมินแบบแบบจำลองทางความคิด เรื่องการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ เกณฑ์การให้คะแนนในแต่ละหัวข้อของข้อคำถาม คือ คะแนนเต็ม 15 คะแนน ประกอบด้วยข้อคำถาม 5 ข้อ รายละเอียดดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3

เกณฑ์ประเมินแบบจำลองทางความคิด เรื่องการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ (Rubrics)

คะแนน	เกณฑ์การประเมิน
3	นักเรียนแสดงแบบจำลองทางความคิดและอธิบายเหตุผลได้สอดคล้องบางส่วนกับความเข้าใจเกี่ยวกับแบบจำลองเชิงวิทยาศาสตร์เรื่องการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์
2	นักเรียนแสดงแบบจำลองทางความคิดและอธิบายเหตุผลได้สอดคล้องบางส่วนกับความเข้าใจเกี่ยวกับแบบจำลองเรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ และมีอย่างน้อย 1 แบบจำลองที่ไม่สอดคล้องกับความเข้าใจเกี่ยวกับแบบจำลองเชิงวิทยาศาสตร์เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์
1	นักเรียนแสดงแบบจำลองทางความคิดและอธิบายเหตุผลไม่สอดคล้องกับความเข้าใจเกี่ยวกับแบบจำลองเชิงวิทยาศาสตร์เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์
0	นักเรียนไม่เขียนข้อมูลใดๆ ที่แสดงแบบจำลองทางความคิดเรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ หรือเขียนลักษณะทวนคำถามหรือแบบจำลองที่ไม่เกี่ยวข้องกับแบบจำลองเรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

5.2 แบบวัดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์

5.2.1 ศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบวัดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์

5.2.2 เนื้อหาองค์ประกอบของเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์และน้ำนักในแบบวัดโดยมีเนื้อหาครอบคลุมองค์ประกอบของเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. ความคิดเห็นทั่วไปต่อวิชาวิทยาศาสตร์
2. การเห็นความสำคัญของวิชาวิทยาศาสตร์
3. ความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์
4. ความนิยมชมชอบต่อวิชาวิทยาศาสตร์
5. การแสดงออกหรือการมีส่วนร่วมในกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับวิชาวิทยาศาสตร์

ตารางที่ 3.4

วิเคราะห์เนื้อหาองค์ประกอบของเจตคติและน้ำหนักในแบบวัดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์

เนื้อหาองค์ประกอบของเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์	น้ำหนัก	ข้อคำถามเชิงนิมาน (Positive)	ข้อคำถามเชิงนิเสธ (Negative)	รวม
1. ความคิดเห็นทั่วไปต่อวิชาวิทยาศาสตร์	20	2	2	4
2. การเห็นความสำคัญของวิชาวิทยาศาสตร์	20	2	2	4
3. ความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์	20	2	2	4
4. ความนิยมชมชอบต่อวิชาวิทยาศาสตร์	20	2	2	4
5.การแสดงออกหรือการมีส่วนร่วมในกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับวิชา	20	2	2	4
รวม	100	10	10	20

5.2.3 สร้างแบบวัดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ตามวิธีการวัดของลิเคอร์ท (Likert) ซึ่งเป็นข้อคำถามที่มีลักษณะการตอบแบบมาตรประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับ ประกอบด้วยข้อคำถามเชิงนิมาน (Positive) และข้อคำถามเชิงนิเสธ (Negative) จำนวน 20 ข้อการให้คะแนนแต่ละข้อมีเกณฑ์ให้คะแนนโดยกำหนดดังนี้

ข้อคำถามเชิงนิมาน (Positive)

5 คะแนน เมื่อตอบว่าเห็นด้วยอย่างยิ่ง

4 คะแนน เมื่อตอบว่าเห็นด้วย

3 คะแนน เมื่อตอบว่าไม่แน่ใจ

2 คะแนน เมื่อตอบว่าไม่เห็นเห็นด้วย

1 คะแนน เมื่อตอบว่าไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

ข้อคำถามเชิงนิเสธ (Negative)

5 คะแนน เมื่อตอบว่าไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

4 คะแนน เมื่อตอบว่าไม่เห็นด้วย

3 คะแนน เมื่อตอบว่าไม่แน่ใจ

2 คะแนน เมื่อตอบว่าเห็นด้วย

1 คะแนน เมื่อตอบว่าเห็นด้วยอย่างยิ่ง

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

5.2.4 นำแบบวัดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์เสนอให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความถูกต้องและให้ข้อเสนอแนะเพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไข

5.2.5 นำแบบวัดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ที่ได้ทำการปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ชุดเดิมตามข้อ 5.1.1.9 ในระยะที่ 1 ทำการตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาเป็นรายข้อ แล้วนำผลการตรวจของผู้เชี่ยวชาญมาหาค่าดัชนีความสอดคล้องในการวิจัยนี้มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.60 ขึ้นไป (รายละเอียดภาคผนวก ค หน้า 176)

5.2.6 จัดพิมพ์แบบวัดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) จังหวัดมหาสารคาม ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน

5.2.7 นำแบบวัดเจตคติมาตรวจสอบให้คะแนนแล้วนำมาวิเคราะห์คะแนนรายข้อเพื่อหาค่าอำนาจจำแนกโดยการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (สมนึก ภัททิยธนี, 2549) แล้วคัดเลือกแบบทดสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป

5.2.8 นำแบบวัดเจตคติที่มีค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.36-0.79 ตามเกณฑ์ที่กำหนดมาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบวัดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟา (α Coefficient) ของครอนบาค (Cronbach (ไพศาล วรคำ, 2559) ยอมรับค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นตั้งแต่ 0.80 ว่ามีความเชื่อมั่นสูง ซึ่งแบบวัดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ในการวิจัยนี้มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.91 (รายละเอียดภาคผนวก ค หน้า 177)

5.2.9 จัดพิมพ์แบบวัดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ จำนวน 20 ข้อเพื่อนำไปใช้กับนักเรียนกลุ่มเป้าหมายต่อไป

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

6. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยในส่วนของผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานนั้น ผู้วิจัยรวบรวมข้อมูลในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 โดยนำข้อมูลที่ได้ระหว่างการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้กับกลุ่มเป้าหมาย

6.1 นำแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่องการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ไปทดลองใช้จริงกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาภรณราช-วิทยาลัย บุรีรัมย์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 24 คน นำมาหาค่าประสิทธิภาพ (E_1/E_2) ที่กำหนดไว้ 90/90

6.2 นำแบบวัดแบบจำลองทางความคิด เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ก่อนเรียน (Pre-test) และหลังเรียน (Post-test) ไปทดลองใช้จริงกับนักเรียนขั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/6

โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาภรณราชวิทยาลัย บุรีรัมย์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 24 คน นำผลการจัดกลุ่มประเภทแบบจำลองทางความคิดก่อนเรียน (Pre-test) และหลังเรียน (Post-test) มาวิเคราะห์หาค่าความแตกต่างเชิงเนื้อหา ดังนี้

1. ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 ผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้อมูลโดยจัดการเรียนการสอนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานกับกลุ่มตัวอย่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/6 โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาภรณราชวิทยาลัย บุรีรัมย์

2. ผู้วิจัยแนะนำตัวโดยชี้แจงวัตถุประสงค์ในการจัดการเรียนการสอนในครั้งนี้ พร้อมทั้งอธิบายบทบาทหน้าที่ของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน แล้วแจ้งให้นักเรียนเตรียมตัวเพื่อรับการวัดแบบจำลองทางความคิดก่อนเรียน

3. ก่อนดำเนินการสอนผู้วิจัยทำการวัดแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนโดยใช้แบบวัดแบบจำลองทางความคิดเรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ และทำการวัดเจตคติโดยใช้แบบวัดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ แล้วเก็บรวบรวมผลก่อนการจัดการเรียนรู้เพื่อนำไปวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป

4. ผู้วิจัยดำเนินการโดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 (ระหว่างเดือนสิงหาคมถึงกันยายน) จำนวน 4 แผน ใช้เวลารวมทั้งสิ้น 12 คาบ ซึ่งผู้วิจัยเป็นผู้ปฏิบัติการสอนด้วยต้นเอง

5. ก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ผู้วิจัยตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียนด้วยวิธีการต่างๆ เช่น การอภิปรายคำถามจากการทำใบกิจกรรม หรือ การศึกษาสถานการณ์จำลอง หรือภาพต่างๆ และในระหว่างการจัดการเรียนรู้ในผู้วิจัยได้ทำการวัดแบบจำลองทางความคิดของผู้เรียนในแผนที่ 1 แผนที่ 3 เพื่อนำไปทำการวิเคราะห์ในขั้นต่อไป

6. เมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบวัดแบบจำลองทางความคิดหลังจากที่ผ่านการเรียนเนื้อหา เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ โดยใช้แบบแบบวัดแบบจำลองทางความคิด เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ วิชาฟิสิกส์ โดยใช้แบบวัดแนวความคิดฉบับเดียวกัน และวัดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยใช้แบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ฉบับเดียวกัน แล้วเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อนำไปทำการวิเคราะห์ในขั้นต่อไป

7. รวบรวมคำตอบที่ได้จากแบบวัดแบบจำลองความคิดทั้งก่อนและหลังเรียน เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ของนักเรียนแต่ละคนมาวิเคราะห์เชิงเนื้อหาคำตอบรายข้อ โดยอ่านคำตอบของนักเรียนทีละข้ออย่างละเอียดเพื่อจัดกลุ่มความเข้าใจของนักเรียนที่มีลักษณะเหมือนหรือคล้ายคลึงกัน เพื่อจัดประเภทแบบจำลองทางความคิดของแต่ละเรื่อง

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

6.3 นำแบบวัดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/6 โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาภรณราชวิทยาลัย บุรีรัมย์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 24 คน มาหาค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S)

7. การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้นั้น ผู้วิจัยได้นำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจและวิเคราะห์แบบจำลองทางความคิดเรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์และเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์

7.1 ผู้วิจัยสร้างเกณฑ์ในการจัดกลุ่มแบบจำลองทางความคิดที่ศึกษาออกเป็น 3 ประเภท โดย หาความเชื่อมั่นระหว่างผู้ประเมิน (Inter-Rater Reliability: IRR) โดยพิจารณาดัชนีความเห็นพ้องของผู้ประเมิน (Rater agreement Index: RAI) (ไพศาล วรคำ, 2559) ของการจัดกลุ่มแบบจำลองทางความคิด โดยผู้วิจัยได้ให้ครูชำนาญการพิเศษ จำนวน 1 ท่าน ซึ่งมีความเชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ พิจารณาในการจัดกลุ่มประเภทแบบจำลองทางความคิดเพื่อหาดัชนีความสอดคล้องระหว่างผู้ประเมินจึงมีค่า 0.80 (รายละเอียดภาคผนวก ค หน้า 179) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าแบบวัดแบบจำลองทางความคิดฉบับนี้มีคุณภาพอยู่ในขั้นใช้ได้ ซึ่งเกณฑ์ที่ใช้ในการจัดกลุ่มแบบจำลองทางความคิดแสดงดังตารางที่ 3.5 แล้วนำข้อมูลที่ได้จากแบบวัดแบบจำลองทางความคิดเรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ของนักเรียนแต่ละคนมาจัดประเภทแบบจำลองเป็นกลุ่มแบบจำลองทางความคิด จากนั้นผู้วิจัยนำข้อมูลประเภทแบบจำลองทางความคิดที่ได้มาหาค่าความถี่และค่าร้อยละและเรียบเรียงนำเสนอในรูปแบบของตารางและความเรียง

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ 3.5

แบบจำลองทางความคิดและคำอธิบายคำตอบของนักเรียนในเรื่องการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

แบบจำลองทางความคิด	คำอธิบาย
รูปแบบที่ 1	นักเรียนอธิบายการเปลี่ยนแปลงของปรากฏการณ์ได้บางส่วนแต่ไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้ที่เกี่ยวข้องได้อย่างมีความหมาย หรือขัดแย้งกับข้อเท็จจริง
รูปแบบที่ 2	นักเรียนอธิบายการเปลี่ยนแปลงของสถานการณ์ได้ถูกต้อง คำอธิบายอาจมีส่วนที่ขัดแย้งกับข้อเท็จจริงทางวิทยาศาสตร์บ้างแต่มีความเกี่ยวข้องกับสถานการณ์
รูปแบบที่ 3	นักเรียนอธิบายการเปลี่ยนแปลงของสถานการณ์ได้ถูกต้องและมีความหมาย มีการเชื่อมโยงเข้ากับบริบทของคำถามได้อย่างมีความหมาย

7.2 การศึกษาเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยนำคะแนนของนักเรียนที่ได้จากการทำแบบวัดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์มาหาค่าร้อยละ เฉลี่ย ($\overline{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) จากนั้นแปลความหมายค่าเฉลี่ยเป็นระดับเจตคติตามแนวคิดของลิเคอร์ท (ชวลิต ชูกำแพง, 2548,) โดยใช้เกณฑ์ดังต่อไปนี้

คะแนน	ความหมาย
4.51-5.00	มีเจตคติสูงมาก
3.51-4.50	มีเจตคติสูง
2.51-3.50	มีเจตคติปานกลาง
1.51-2.50	มีเจตคติต่ำ
1.00-1.50	มีเจตคติต่ำมาก

7.3 จากนั้นนำข้อมูลมาวิเคราะห์ว่าก่อนเรียนและหลังเรียนมีเจตคติอยู่ในระดับใดโดยทำการเปรียบเทียบเป็นรายข้อ และรายด้าน ได้แก่ด้านความคิดเห็นทั่วไปต่อวิชาวิทยาศาสตร์ การเห็นความสำคัญของวิชาวิทยาศาสตร์ ความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์ ความนิยมชมชอบต่อวิชาวิทยาศาสตร์ การแสดงออกหรือการมีส่วนร่วมในกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับวิชาวิทยาศาสตร์แล้วเรียบเรียงนำเสนอในรูปตารางและความเรียง

8. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

8.1 สถิติบรรยาย

8.1.1 การหาร้อยละ (Percentage: %) โดยใช้สูตร (ไพศาล วรคำ, 2559)

$$\text{ร้อยละ } (\%) = \frac{f}{N} \times 100 \qquad (3\text{-}4)$$

เมื่อ f แทน ความถี่ของรายการที่สนใจ

N แทน จำนวนทั้งหมด

8.1.2 การหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Mean) โดยใช้สูตร (ไพศาล วรคำ, 2559)

$$\overline{X} = \frac{\sum_{i=1}^{n} X_i}{n} \qquad (3\text{-}5)$$

เมื่อ $\overline{X}$ แทน คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

X_i แทน คะแนนของคนที่ i

n แทน จำนวนสมาชิกของกลุ่มตัวอย่าง

8.1.3 การหาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) (ไพศาล วรคำ, 2559)

$$S=\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(X_i-\bar{X})^2}{n-1}} \qquad (3\text{-}6)$$

เมื่อ S แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง

$\bar{X}$ แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง

X_i แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง

n แทน จำนวนสมาชิกของกลุ่มตัวอย่าง

8.2 สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ

8.2.1 ค่าความเที่ยงตรง (Validity) ของแบบวัดการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ โดยการหาดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับองค์ประกอบของการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ตามแนวคิดของเทรฟฟิงเกอร์ (Index of Congruence : IOC) ใช้สูตรในการคำนวณ IOC และหาดัชนีความสอดคล้องโดยใช้สูตร ดังนี้ (ไพศาล วรคำ, 2559)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

$$IOC=\frac{\sum R}{n} \qquad (3\text{-}7)$$

เมื่อ *IOC* แทน ดัชนีความสอดคล้อง

R แทน เป็นคะแนนของระดับความสอดคล้องที่ผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนประเมินในแต่ละข้อ

n แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญที่ประเมินความสอดคล้องในข้อนั้น

โดยแปลงระดับความสอดคล้องเป็น คะแนน ดังนี้

สอดคล้อง มีคะแนนเป็น +1

ไม่แน่ใจ มีคะแนนเป็น 0

ไม่สอดคล้อง มีคะแนนเป็น -1

8.2.2 ค่าความยากของเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย แสดงดังนี้

8.2.2.1 การหาค่าระดับความยากของแบบวัดแบบจำลองทางความคิดเป็นรายข้อ โดยใช้สูตรของวิทนี้ย์และซาเบอร์ส (Whitney & Sabers.1970) (ไพศาล วรคำ, 2559)

$$p=\frac{S_H+S_L-2nX_{min}}{2n(X_{max}-X_{min})} \qquad (3\text{-}8)$$

เมื่อ p แทน ค่าดัชนีความยาก

S_H แทน ผลรวมคะแนนในกลุ่มสูง

S_L แทน ผลรวมคะแนนในกลุ่มต่ำ

n แทน จำนวนนักเรียนกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำ

X_{max} แทน คะแนนสูงสุดในข้อนั้น

X_{min} แทน คะแนนต่ำสุดในข้อนั้น

8.2.2.2 ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination: D) ของแบบวัดแบบจำลองทางความคิด โดยใช้วิธีวิทนี้ย์และซาเบอร์ส (Whitney & Sabers.1970) (ไพศาล วรคำ, 2559)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

$$D=\frac{S_H+S_L}{n(X_{max}-X_{min})} \qquad (3\text{-}9)$$

เมื่อ D แทน ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ

S_H แทน ผลรวมคะแนนในกลุ่มสูง

S_L แทน ผลรวมคะแนนในกลุ่มต่ำ

n แทน จำนวนนักเรียนกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำ

X_{max} แทน คะแนนสูงสุดในข้อนั้น

X_{min} แทน คะแนนต่ำสุดในข้อนั้น

8.2.2.3 หาค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ โดยการหาค่าสัมประสิทธ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (สมนึก ภัททิยธนี, 2549) *(3.10)*

8.2.3 ความเชื่อมั่นของเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย แสดงดังนี้

8.2.3.1 การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดแบบจำลองทางความคิดและแบบวัดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient Method) (ไพศาล วรคำ, 2559)

$$\alpha = \left(\frac{k}{k-1}\right)\left(1-\frac{\sum S_i^2}{S_t^2}\right) \qquad \textit{(3-11)}$$

เมื่อ α แทน สัมประสิทธิ์แอลฟา

k แทน จำนวนข้อคำถามหรือข้อสอบ

S_i^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนข้อที่ i

S_t^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนรวม t

8.2.3.2 การหาค่าความเชื่อมั่นระหว่างผู้ให้คะแนน (Inter-rater Reliability) โดยพิจารณาดัชนีความเห็นพ้องของผู้ประเมิน (Rater agreement Index: RAI) กรณีหลายพฤติกรรมหลายตัวอย่างสองผู้ประเมิน (ไพศาล วรคำ, 2559)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

$$\text{RAI}=1-\frac{\sum_{k-1}^{K}\sum_{n=1}^{N}\left|R_{1nk}-R_{2nk}\right|}{KN(I-1)} \qquad \textit{(3-12)}$$

เมื่อ RAI แทน ดัชนีความเห็นพ้องกันของผู้ประเมิน

R_{1nk} แทน คะแนนที่ได้จากผู้ประเมินคนที่ 1 ในพฤติกรรมที่ k ของตัวอย่างคนที่ n (n=1,2,3…,N)

R_{2nk} แทน คะแนนที่ได้จากผู้ประเมินคนที่ 2 ในพฤติกรรมที่ k ของตัวอย่างคนที่ n

I แทน จำนวนคะแนนทั้งหมดที่เป็นไปได้ (Scoring rubrics)

K แทน จำนวนพฤติกรรมบ่งชี้ทั้งหมด

N แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด

บทที่ 4
ผลการวิจัย

จากการวิจัยเรื่อง การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อพัฒนาแบบจำลองทางความคิด เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล
2. ขั้นตอนในการวิเคราะห์ข้อมูล
3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้กำหนดความหมายของสัญลักษณ์ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

$\bar{X}$ แทน ค่าเฉลี่ยเลขคณิต

S แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

N แทน จำนวนนักเรียน

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

4.2 ขั้นตอนในการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลผลการวิจัยออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิจัยระยะที่ 1

ผลศึกษาข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานและหาคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้

ตอนที่ 2 ผลการวิจัยระยะที่ 2

1. การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 90/90

2. การศึกษาแบบจำลองทางความคิดด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานวิชาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

3. การศึกษาเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ โดยจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 1 ผลการวิจัยระยะที่ 1

การศึกษาในระยะที่ 1 เป็นการศึกษาข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานและหาคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้

1. การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ กำหนดเนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ ซึ่งประกอบด้วยเนื้อ เรื่องการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ จำนวน 12 ชั่วโมง รวมทั้งสิ้น 4 แผนการจัดการเรียนรู้ โดยวิเคราะห์หลักสูตร คำอธิบายรายวิชา กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ เวลาเรียน กิจกรรมการเรียน และวิธีการวัดประเมินผล การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้วัตถุประสงค์และกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ซึ่งประกอบด้วยเนื้อหา เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ จำนวน 12 ชั่วโมง รวมทั้งสิ้น 4 แผนการจัดการเรียนรู้

2. การหาคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยการกำหนดเกณฑ์ค่าเฉลี่ยของความเหมาะสม คือ ถ้าค่าเฉลี่ยของความเห็นผู้เชี่ยวชาญตั้งแต่ 3.50 ขึ้นไป และมีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.00 พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2543) จะถือว่าแผนการจัดการเรียนการสอนมีคุณภาพเหมาะสม ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน พบว่าแผนการจัดการเรียนการสอนทุกแผนมีค่าเฉลี่ยของความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเท่ากับ 4.40 มีความเหมาะสมในระดับมาก และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.01 ดังตารางที่ 4.1

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ 4.1

ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ในการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ศึกษาจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน

รายการประเมิน	แผนการจัดการเรียนรู้				$\bar{X}$	S	แปลผล
	1	2	3	4			
1. จุดประสงค์การเรียนรู้							
1.1 สอดคล้องกับผลการเรียนรู้	4.40	4.40	4.40	4.40	4.40	0	เหมาะสมมาก
1.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้ (MBL)	4.40	4.40	4.40	4.40	4.40	0	เหมาะสมมาก
1.3 สามารถวัด/ประเมินผลได้	4.40	4.40	4.40	4.40	4.40	0	เหมาะสมมาก
2.สาระสำคัญ							
2.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.40	4.40	4.40	4.40	4.40	0	เหมาะสมมาก
2.2 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้ชัดเจน เข้าใจง่าย	4.40	4.40	4.40	4.40	4.40	0	เหมาะสมมาก
2.3 เหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4)	4.40	4.40	4.40	4.40	4.40	0	เหมาะสมมาก
3. เนื้อหา							
3.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4.40	4.40	4.40	4.40	4.40	0	เหมาะสมมาก
3.2 เรียงลำดับกิจกรรมได้เหมาะสม	4.40	4.40	4.40	4.40	4.40	0	เหมาะสมมาก
3.3 สอดคล้องกับผลการเรียนรู้	4.40	4.40	4.40	4.40	4.40	0	เหมาะสมมาก
3.4 เหมาะสมกับเวลาที่ทำการสอน	4.40	4.40	4.40	4.40	4.40	0	เหมาะสมมาก

(ต่อ)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

รายการประเมิน	แผนการจัดการเรียนรู้				$\bar{X}$	S	แปลผล
	1	2	3	4			
4. กิจกรรมการเรียนรู้							
4.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์และการวัดและประเมินผล	4.40	4.40	4.40	4.40	4.40	0	เหมาะสมมาก
4.2 สอดคล้องกับเนื้อหาและสาระการเรียนรู้	4.40	4.40	4.40	4.40	4.40	0	เหมาะสมมาก
4.3 เหมาะสมกับวัยและความสามารถของผู้เรียน	4.40	4.40	4.40	4.40	4.40	0	เหมาะสมมาก
4.4 ส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาแบบจำลองทางวามคิดในวิชาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์	4.40	4.40	4.40	4.40	4.40	0	เหมาะสมมาก
4.5 เร้าความสนใจให้ผู้เรียนกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้	4.40	4.20	4.40	4.40	4.35	0.09	เหมาะสมมาก
4.6 ส่งเสริมการทำงานร่วมกับผู้อื่น	4.40	4.40	4.40	4.40	4.40	0	เหมาะสมมาก
4.7 ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างกลุ่ม	4.40	4.40	4.40	4.40	4.40	0	เหมาะสมมาก
4.8 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรม	4.40	4.40	4.40	4.40	4.40	0	เหมาะสมมาก
5. สื่อ อุปกรณ์ และแหล่งการเรียนรู้							
5.1 เหมาะสมกับวัยและความสามารถของผู้เรียน	4.40	4.40	4.40	4.40	4.40	0	เหมาะสมมาก
5.2 เหมาะสมกับเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนรู้	4.40	4.40	4.40	4.40	4.40	0	เหมาะสมมาก
5.3 เร้าความสนใจต่อผู้เรียน	4.40	4.40	4.40	4.40	4.40	0	เหมาะสมมาก

(ต่อ)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

รายการประเมิน	แผนการจัดการเรียนรู้ 1	2	3	4	$\bar{X}$	S	แปลผล
6. การวัดและประเมินผล							
6.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.40	4.40	4.40	4.40	4.40	0	เหมาะสมมาก
6.2 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4.40	4.40	4.40	4.40	4.40	0	เหมาะสมมาก
6.3 เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินมีความหลากหลาย	4.40	4.40	4.40	4.40	4.40	0	เหมาะสมมาก
6.4 เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	4.20	4.40	4.40	4.40	4.35	0.09	เหมาะสมมาก
6.5 สามารถวัดและประเมินผลสิ่งที่ระบุไว้ได้	4.40	4.40	4.40	4.40	4.40	0	เหมาะสมมาก
รวม	4.39	4.39	4.40	4.40	4.40	0.01	เหมาะสมมาก

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

จากตารางสรุปได้ว่า การประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยโดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน (MBL) จำนวน 4 แผนการเรียนรู้ จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน พบว่าแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน (MBL) มีความเหมาะสมอยู่ในระดับเหมาะสมมากมีค่าเฉลี่ยระหว่าง 4.39-4.40

ตอนที่ 2 ผลการวิจัยระยะที่ 2

1. การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ วิชาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 90/90

การศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่องการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้มีประสิทธิภาพ 90/90 ซึ่งผู้วิจัยได้เสนอผลการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวข้างต้นในระยะที่ 1 และการหาประสิทธิภาพแผนการจัดการเรียนรู้ดังนี้

ผลการวิเคราะห์ค่าประสิทธิผลของกระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ศึกษาในรายวิชาฟิสิกส์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ดำเนินการจัดกิจกรรมของกระบวนการทั้งสิ้น 4 แผนการจัดการเรียนรู้ ประเมินการจัดการเรียนรู้ต่อนักเรียนประกอบด้วย นักเรียนทำใบงาน 4 ใบงาน 4 ใบกิจกรรม แบบวัดแบบจำลองทางความคิด 3 แบบวัด และทำแบบวัดแบบจำลองทางความคิด เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ จำนวน 5 ข้อ จากผลการทดลองหาประสิทธิภาพแผนการจัดการเรียนรู้ได้ผลการทดลองดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.2

ผลการหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ตามเกณฑ์ 90/90

ประสิทธิภาพ	คะแนนเต็ม	$\overline{X}$	S	ร้อยละ
ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1)	60	54.08	1.68	90.14
ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2)	15	13.18	1.53	87.87
ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้เท่ากับ 90.14/87.87				

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

จากตารางที่ 4.2 ผลการวิเคราะห์การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน พบว่าประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) ที่ได้จากนักเรียนทำใบงาน 4 ใบงาน ใบกิจกรรม 4 ใบกิจกรรม และแบบวัดแบบจำลองทางความคิดระหว่างแผน 3 แบบวัด (ภาคผนวก ค ตารางที่ ค.1 น.167) มีค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) เท่ากับ 54.08 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) เท่ากับ 1.68 เมื่อประเมินประสิทธิภาพของกระบวนการจัดการเรียนรู้ (E_1) พบว่าค่า E_1 เท่ากับ 90.14 (ภาคผนวก ค ตารางที่ ค.1 น.167) และประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) ที่ได้จากนักเรียนทำแบบวัดแบบจำลองทางความคิด เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ จำนวน 5 ข้อ พบว่ามีคะแนนเฉลี่ย ($\overline{X}$) เท่ากับ 13.18 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) เท่ากับ 1.53 เมื่อ

ประเมินประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) พบว่าค่า E_2 เท่ากับ 87.87) (ภาคผนวก ค ตารางที่ ค.1 น.167) จากผลการวิเคราะห์สรุปได้ว่าค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) และค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) เพื่อการเรียนรู้ด้วยรูปแบบเชิงรุกมีผลของ E_1/ E_2 เท่ากับ 90.14/87.87 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ที่ระดับ 90/90

2. การผลการศึกษาแบบจำลองทางความคิดด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบแบบจำลองเป็นฐาน วิชาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งแบ่งการนำเสนอผลการวิจัยออกเป็น 2 ข้อ ดังนี้

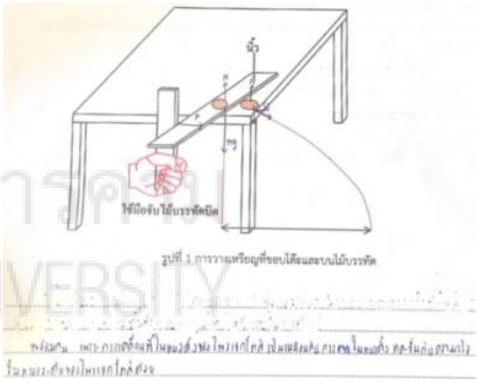
2.1 ผู้วิจัยมีวิธีการดำเนินการโดย นำคำตอบที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบวัดแบบจำลองทางความคิด เรื่องการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ของนักเรียนก่อนและหลังจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานมาวิเคราะห์คำตอบรายข้อ โดยอ่านคำตอบของนักเรียนทีละข้ออย่างละเอียดเพื่อจัดกลุ่มความเข้าใจของนักเรียนที่มีลักษณะเหมือนหรือคล้ายคลึงกัน จากการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากแบบวัดแนวความคิดของนักเรียน จำนวน 24 คน โดยใช้คำถามแบบปลายเปิด รวมทั้งสิ้น 5 ข้อ คลอบคลุม 4 หัวข้อย่อยของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ได้แก่ ความสัมพันธ์ของปริมาณที่เกี่ยวข้องของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์, ความสัมพันธ์ของปริมาณที่เกี่ยวข้องของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์, การกระจัดของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์, ความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่ของวัตถุที่มีความเร็วต้น

2.2 ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลแบบวัดแบบจำลองทางความคิดก่อนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่องการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ผู้วิจัยสามารถจัดกลุ่มแบบจำลองทางความคิดออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

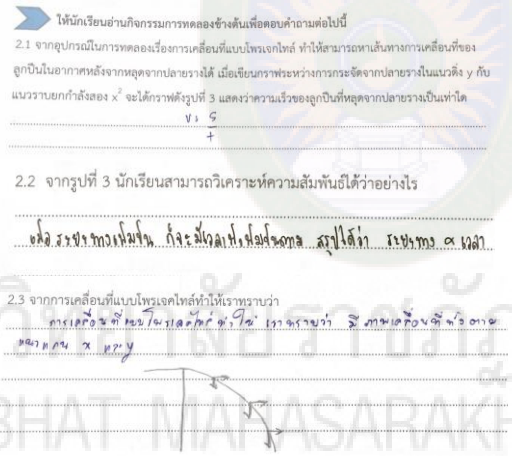
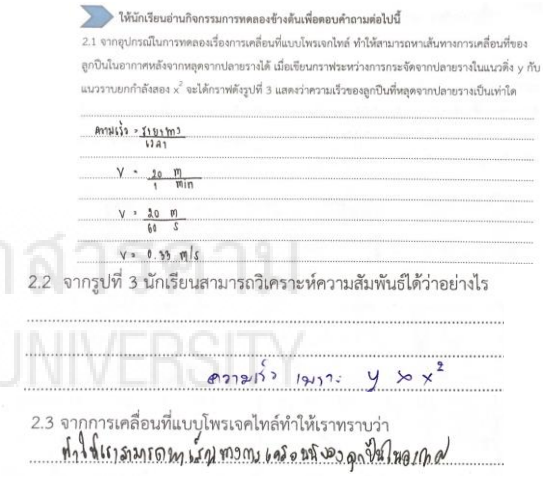
ตารางที่ 4.3

ร้อยละโดยเฉลี่ยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีแบบจำลองทางความคิดเรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์อยู่ในแต่ละประเภทของแบบจำลอง

เรื่อง	ประเภทแบบจำลองทางความคิด	
	ประเภทที่ 1 [ร้อยละ 58.33]	ประเภทที่ 2 [ร้อยละ 41.67]
1. ความสัมพันธ์ของปริมาณที่เกี่ยวข้องของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์	นักเรียนอธิบายการเคลื่อนที่ของเหรียญที่เกิดขึ้นได้ เช่น ตกถึงพื้นไม่พร้อมกัน การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ตกช้ากว่าการตกแบบเสรี แต่นักเรียนไม่ได้แสดงการเปลี่ยนของตัวแปรที่เกี่ยวข้องระหว่างการตกของเหรียญทั้งสองได้ รูปที่ 1 การวางเหรียญที่ขอบโต๊ะและบนไม้บรรทัด ไม่พร้อมกัน การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์จะตกช้า กว่าตกแบบเสรี	นักเรียนการเคลื่อนที่ของเหรียญที่เกิดขึ้นได้และมีการแสดงการเปลี่ยนของตัวแปรบางส่วนได้ เช่น การตกของเหรียญแบบอิสระและแบบโพรเจกไทล์ถึงพื้นพร้อมกัน และขึ้นกับวามเร็วในแนวระดับของโพรเจกไทล์ด้วย  รูปที่ 1 การวางเหรียญที่ขอบโต๊ะและบนไม้บรรทัด

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ 4.3 (ต่อ)

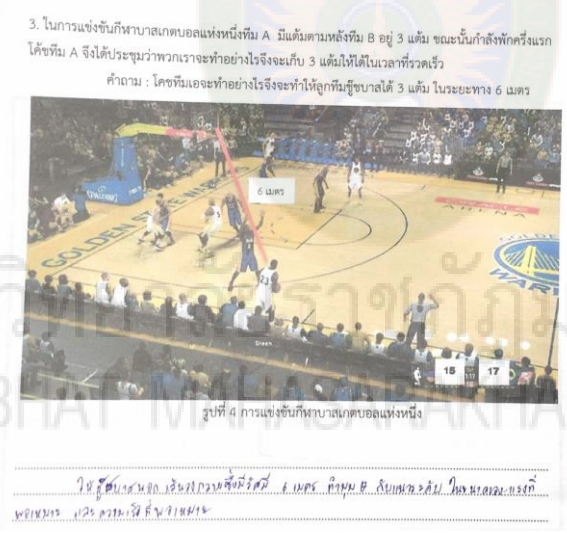
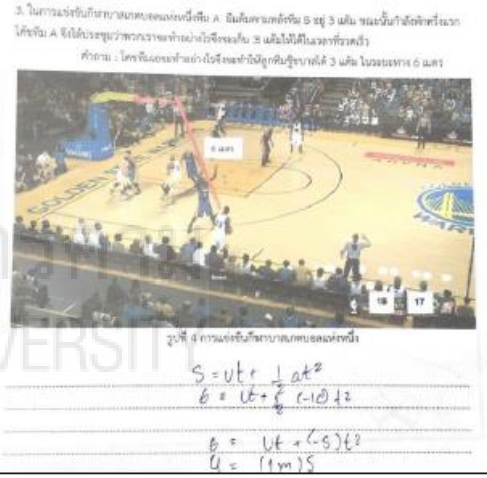
เรื่อง	ประเภทแบบจำลองทางความคิด	
	ประเภทที่ 1 [ร้อยละ 20.83]	ประเภทที่ 2 [ร้อยละ 75.00]
ความสัมพันธ์ของการกระจัดในแนวดิ่งกับการกระจัดในแนวระดับของแบบโพรเจกไทล์	นักเรียนสามารถวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของผลที่เกิดขึ้น เช่น ไม่สามารถหาความเร็วของลูกปืนที่ปล่อยจากรางการทดลองได้ และไม่สามารถอธิบายความสัมพันธ์ของกราฟการทดลองได้ 	นักเรียนวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของผลที่เกิดขึ้น เช่น ไม่สามารถหาความเร็วของลูกปืนที่ปล่อยจากรางการทดลองได้ แต่อย่างไรก็ตาม นักเรียนสามารถอธิบายความสัมพันธ์ของกราฟการทดลองได้ เช่น การกระจัดในแนวราบจะแปรผันกำลังสองกับการกระจัดในแนวดิ่ง 

(ต่อ)

หมายเหตุ : นักเรียนไม่แสดงแบบจำลองทางความคิด ร้อยละ 4.17

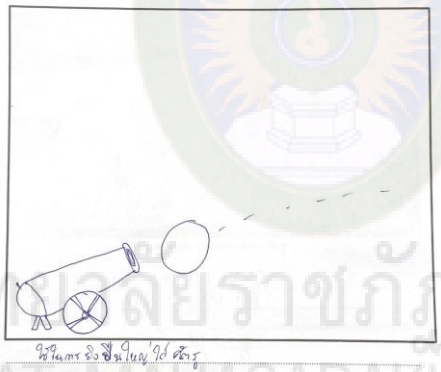
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ 4.3 (ต่อ)

เรื่อง	ประเภทแบบจำลองทางความคิด	
	ประเภทที่ 1 [ร้อยละ 58.30]	ประเภทที่ 2 [ร้อยละ 41.70]
3. ความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่ของวัตถุที่มีความเร็วต้นและการกระจัดของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์	นักเรียนอธิบายผลที่เกิดขึ้นได้ว่า การหาความเร็วจะขึ้นกับความสูงระยะห่าง โดยไม่มีการอธิบายเหตุผลใดๆ ที่สามารถสนับสนุนความสัมพันธ์ของความเร็วกับความสูง 	นักเรียนอธิบายผลที่เกิดขึ้นได้ว่า การทำ มุมกับแนวระดับในขนาดของแรงที่พอเหมาะและความเร็วที่พอเหมาะ ซึ่งไม่สามารถอธิบายความสัมพันธ์ของปริมาณที่เกี่ยวข้องได้ 

(ต่อ)

ตารางที่ 4.3 (ต่อ)

เรื่อง	ประเภทแบบจำลองทางความคิด	
	ประเภทที่ 1 [ร้อยละ 83.30]	ประเภทที่ 2 [ร้อยละ 4.20]
4. การออกแบบแบบจำลองที่สามารถอธิบายการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์	นักเรียนสามารถวาดภาพหรืออธิบายผลที่เกิดขึ้นคือนักเรียนวาดชุดยิงโพรเจกไทล์ โดยไม่ระบุเหตุผลการหลักการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ได้ 	นักเรียนสามารถวาดภาพหรืออธิบายผลที่เกิดขึ้นคือนักเรียนวาดชุดยิงโพรเจกไทล์ โดยระบุวิธีการใช้งานแต่ไม่สามารถอธิบายหลักการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ได้

(ต่อ)

หมายเหตุ : นักเรียนไม่แสดงแบบจำลองทางความคิด ร้อยละ 12.50

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ 4.3 (ต่อ)

เรื่อง	ประเภทแบบจำลองทางความคิด	
	ประเภทที่ 1 [ร้อยละ 62.50]	ประเภทที่ 2 [ร้อยละ 37.50]
5. ความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่ของวัตถุที่มีความเร็วต้นและการกระจัดของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์	นักเรียนสามารถวาดภาพหรืออธิบายผลที่เกิดขึ้นคือ นักเรียนวาดชุดยิงโพรเจกไทล์ โดยไม่ระบุเหตุผลการหลักการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ได้ รูปที่ 5 นักแตะยิงจุดโทษผ่านกำแพงคน	นักเรียนสามารถวาดภาพหรืออธิบายผลที่เกิดขึ้นคือ นักเรียนวาดชุดยิงโพรเจกไทล์ โดยระบุวิธีการใช้งานแต่ไม่สามารถอธิบายหลักการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ได้ รูปที่ 5 นักแตะยิงจุดโทษผ่านกำแพงคน

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

3. ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลแบบวัดแบบจำลองทางความคิดหลังเรียนเรื่องการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ผู้วิจัยสามารถจัดกลุ่มแบบจำลองทางความคิดออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

ตารางที่ 4.4

จำนวนนักเรียนที่ให้แบบจำลองทางความคิดประเภทต่างๆของแนวคิดย่อยเรื่อง ความสัมพันธ์ของปริมาณที่เกี่ยวข้องของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ (ข้อที่1)

แบบจำลองทางความคิด	ลักษณะแบบจำลองทางความคิด	จำนวนนักเรียน (คน)	ร้อยละ
ประเภทที่ M 1.1	นักเรียนสามารถอธิบายผลที่เกิดขึ้น เช่น การตกของเหรียญแบบอิสระและแบบโพรเจกไทล์ถึงพื้นพร้อมกัน และขึ้นกับความเร็วในแนวระดับของโพรเจกไทล์ด้วย	2	8.33
ประเภทที่ M 1.2	นักเรียนสามารถอธิบายผลที่เกิดขึ้น เช่น การตกของเหรียญแบบอิสระและแบบโพรเจกไทล์ “ถึงพื้นพร้อมกัน” เวลาที่ใช้เท่ากัน เหรียญถูกปัดด้วยแรงไม่เท่ากัน และระยะตกจะแตกต่างกัน	5	20.83
ประเภทที่ M 1.3	นักเรียนสามารถอธิบายผลที่เกิดขึ้น เช่น การตกของเหรียญแบบอิสระและแบบโพรเจกไทล์ “ถึงพื้นพร้อมกัน” เวลาที่ใช้ต่างกันน้อยมาก เนื่องจากแรงที่ปัดขนาดไม่เท่ากัน ส่งผลให้ระยะที่ตกแตกต่างกัน และการเคลื่อนที่ทั้ง2 แบบ ไม่ขึ้นกับความเร็วในแนวระดับ	17	70.83
	รวม	24	100

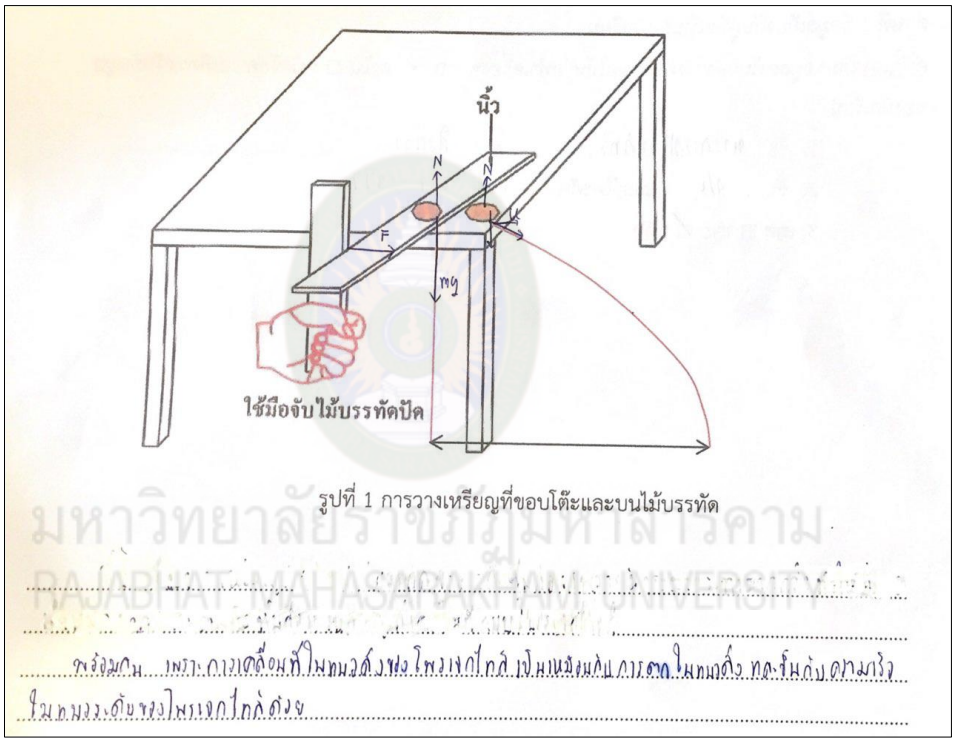
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

รายละเอียดของแบบจำลองทางความคิดแต่ละประเภทมีดังนี้

ประเภทที่ M 1.1

นักเรียนที่ใช้แบบจำลองทางความคิดประเภทที่ 1 สามารถบรรยายได้ว่า เหรียญตกถึงพื้นพร้อมกัน โดยเหรียญทั้งสองมีความเร็วต้นไม่เท่ากัน อย่างไรก็ตาม นักเรียนกลุ่มนี้ไม่สามารถอธิบายได้ว่า ทำไมความเร็วต้นถึงไม่เท่ากัน ไม่ได้กล่าวถึงแรงที่กระทำต่อเหรียญทั้งสองเหรียญ ข้างล่างเป็นตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในกลุ่มนี้

คำถาม : นักเรียนคิดว่า เหรียญทั้งสองเหรียญ จะตกถึงพื้นพร้อมกันหรือไม่ให้นักเรียนอธิบายถึงหลักการตกของเหรียญ พร้อมทั้งวาด Free body diagram ลงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 การวางเหรียญที่ขอบโต๊ะและบนไม้บรรทัด

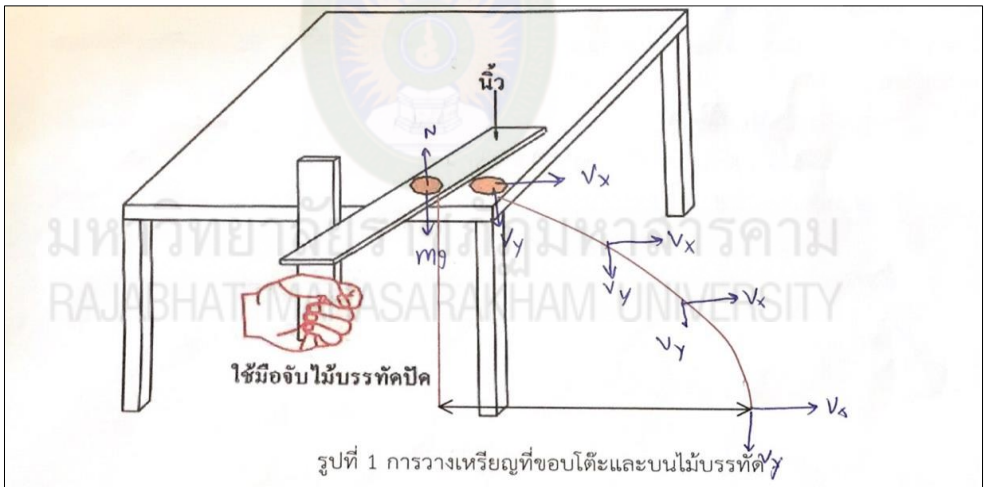
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาพที่ 4.1 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน : ประเภทที่ M 1.1 การตกของเหรียญ

ประเภทที่ M 1.2

เช่นเดียวกับนักเรียนที่ใช้แบบจำลองทางความคิดประเภทที่ 1 นักเรียนใช้แบบจำลองทางความคิดประเภทที่ 2 สามารถบรรยายได้ว่า เมื่อเหรียญทั้งสองเหรียญ จะตกถึงพื้นพร้อมกัน โดยเหรียญทั้งสองมีความเร็วต้นไม่เท่ากัน อยู่ในระดับต่างกัน แต่สิ่งที่สร้างความแตกต่างระหว่างนักเรียน 2 กลุ่มนี้ คือว่า นักเรียนที่ใช้แบบจำลองทางความคิดประเภทที่ 2 สามารถอธิบายเกี่ยวกับสาเหตุของเหรียญที่มีความเร็วระดับมาก จะตกไกลกว่า เหรียญที่ตกในแนวดิ่งแบบเสรีและเหรียญที่เคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ตกถึงพื้นพร้อมกันในทุกกรณี ช่วงเวลาตกถึงพื้นของ 2 เหรียญ มีค่าเท่ากันแต่สิ่ง อย่างไรก็ตาม นักเรียนกลุ่มนี้ไม่สามารถอธิบายได้ว่า ทำไมความเร็วต้นถึงไม่เท่ากัน ไม่ได้กล่าวถึงแรงที่กระทำต่อเหรียญทั้งสองเหรียญ และความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่ในแนวดิ่งและแนวระดับ ข้างล่างเป็นตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในกลุ่มนี้

คำถาม : นักเรียนคิดว่า เหรียญทั้งสองเหรียญ จะตกถึงพื้นพร้อมกันหรือไม่ให้นักเรียนอธิบายถึงหลักการตกของเหรียญ พร้อมทั้งวาด Free Body Diagram ลงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 การวางเหรียญที่ขอบโต๊ะและบนไม้บรรทัด

ตกถึงพื้นพร้อมกัน
เหรียญบนโต๊ะ : ที่ถูกปัดด้วยขนาดของแรงไม่เท่ากัน
เหรียญหนึ่งจะมีความเร็วเริ่มต้นในทางระดับต่างกัน
เหรียญที่มีความเร็วในแนวระดับมาก จะตกถึงพื้นไกลกว่า
เหรียญที่มีความเร็วน้อยกว่า

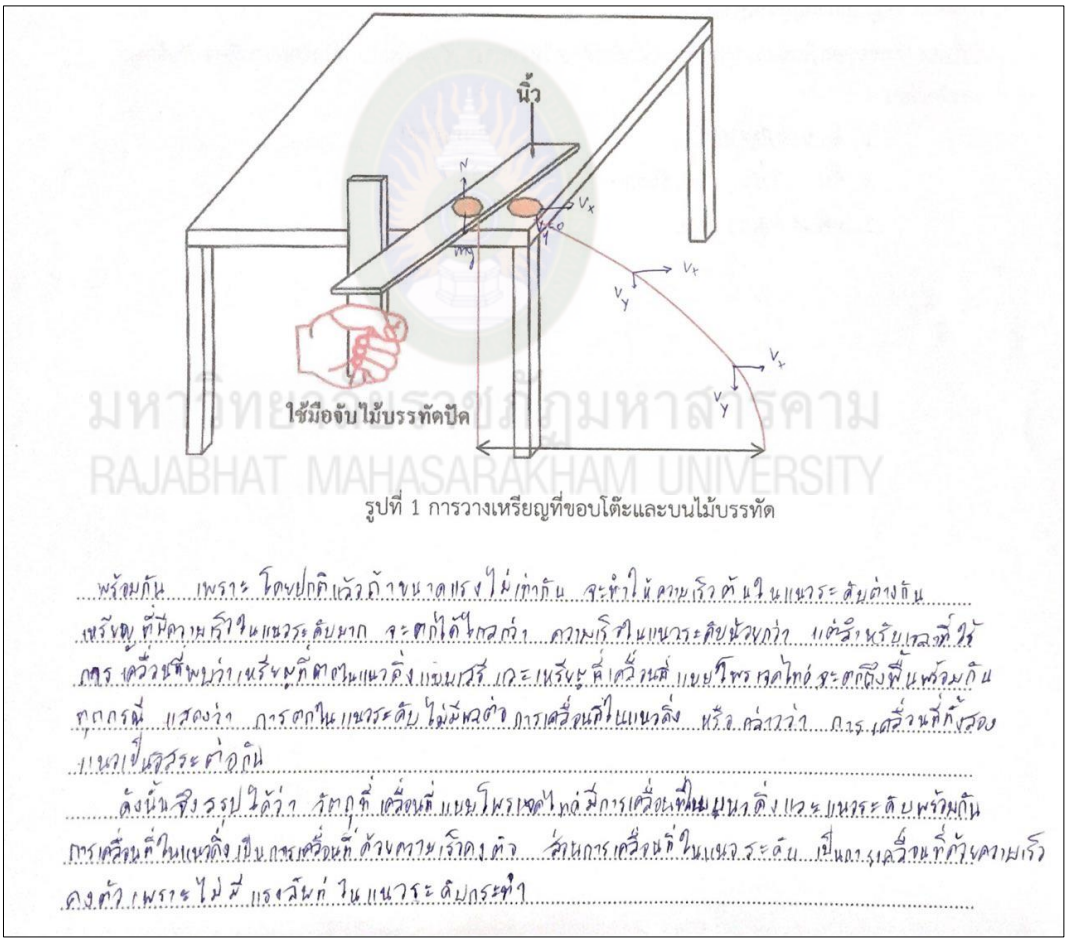
∴ การเคลื่อนที่ในแนวดิ่งของ Projectile
เป็นอิสระต่อกันกับตกในแนวดิ่ง ไม่ขึ้นกับความเร็วในแนวระดับ

ภาพที่ 4.2 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน : ประเภทที่ M 1.2 การตกของเหรียญ

ประเภทที่ M.1.3

เช่นเดียวกับนักเรียนที่ใช้แบบจำลองทางความคิดประเภทที่ 1 และ 2 นักเรียนใช้แบบจำลองทางความคิดประเภทที่ 3 สามารถบรรยายได้ว่า เมื่อเหรียญทั้งสองเหรียญ จะตกถึงพื้นพร้อมกัน ด้วยขนาดของแรงที่ไม่เท่ากัน แล้วผลที่เกิดขึ้นเป็นอย่างไร ความแตกต่างระหว่างนักเรียน 2 กลุ่มนี้คือว่า นักเรียนที่ใช้แบบจำลองทางความคิดประเภทที่ 3 ระบุอย่างชัดเจนว่าสาเหตุของการเคลื่อนที่ในแนวระดับไม่มีผลต่อการเคลื่อนที่ในแนวดิ่ง หรือกล่าวว่า การเคลื่อนที่ทั้งสองแนวเป็นอิสระต่อกัน (ซึ่งปรากฏในกรณีของนักเรียนที่ใช้แบบจำลองทางความคิดประเภทที่ 3) ข้างล่างเป็นตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในกลุ่มนี้

คำถาม : นักเรียนคิดว่า เหรียญทั้งสองเหรียญ จะตกถึงพื้นพร้อมกันหรือไม่ให้นักเรียนอธิบายถึงหลักการตกของเหรียญ พร้อมทั้งวาด Free body diagram ลงในรูปที่ 1



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

รูปที่ 1 การวางเหรียญที่ขอบโต๊ะและบนไม้บรรทัด

พร้อมกัน เพราะ โดยปกติแล้วถ้าขนาดแรงไม่เท่ากัน จะทำให้ความเร็วต้นในแนวระดับต่างกัน เหรียญที่มีความเร็วในแนวระดับมาก จะตกได้ไกลกว่า ความเร็วในแนวระดับน้อยกว่า แต่สิ่งหรียเลยที่ให้การเคลื่อนที่พบว่าเหรียญที่ตกในแนวดิ่งแบบฟรี และเหรียญที่เคลื่อนที่แบบโพรเจคไทล์จะตกถึงพื้นพร้อมกัน ดูกรณี แสดงว่า การตกในแนวระดับ ไม่มีผลต่อ การเคลื่อนที่ในแนวดิ่ง หรือ กล่าวว่า การเคลื่อนที่ทั้งสองแนวเป็นอิสระต่อกัน

ดังนั้นสรุปได้ว่า วัตถุที่เคลื่อนที่แบบโพรเจคไทล์มีการเคลื่อนที่ในแนวดิ่งและแนวระดับพร้อมกัน การเคลื่อนที่ในแนวดิ่งเป็นการเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว ส่วนการเคลื่อนที่ในแนวระดับ เป็นการเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว เพราะไม่มี แรงลัพธ์ ในแนวระดับกระทำ

ภาพที่ 4.3 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน : ประเภทที่ M 1.3 การตกของเหรียญ

ตารางที่ 4.5

จำนวนนักเรียนที่ให้แบบจำลองทางความคิดประเภทต่างๆของหัวข้อย่อยเรื่อง ความสัมพันธ์ของการกระจัดในแนวดิ่งกับการกระจัดในแนวระดับของแบบโพรเจกไทล์ (ข้อที่ 2)

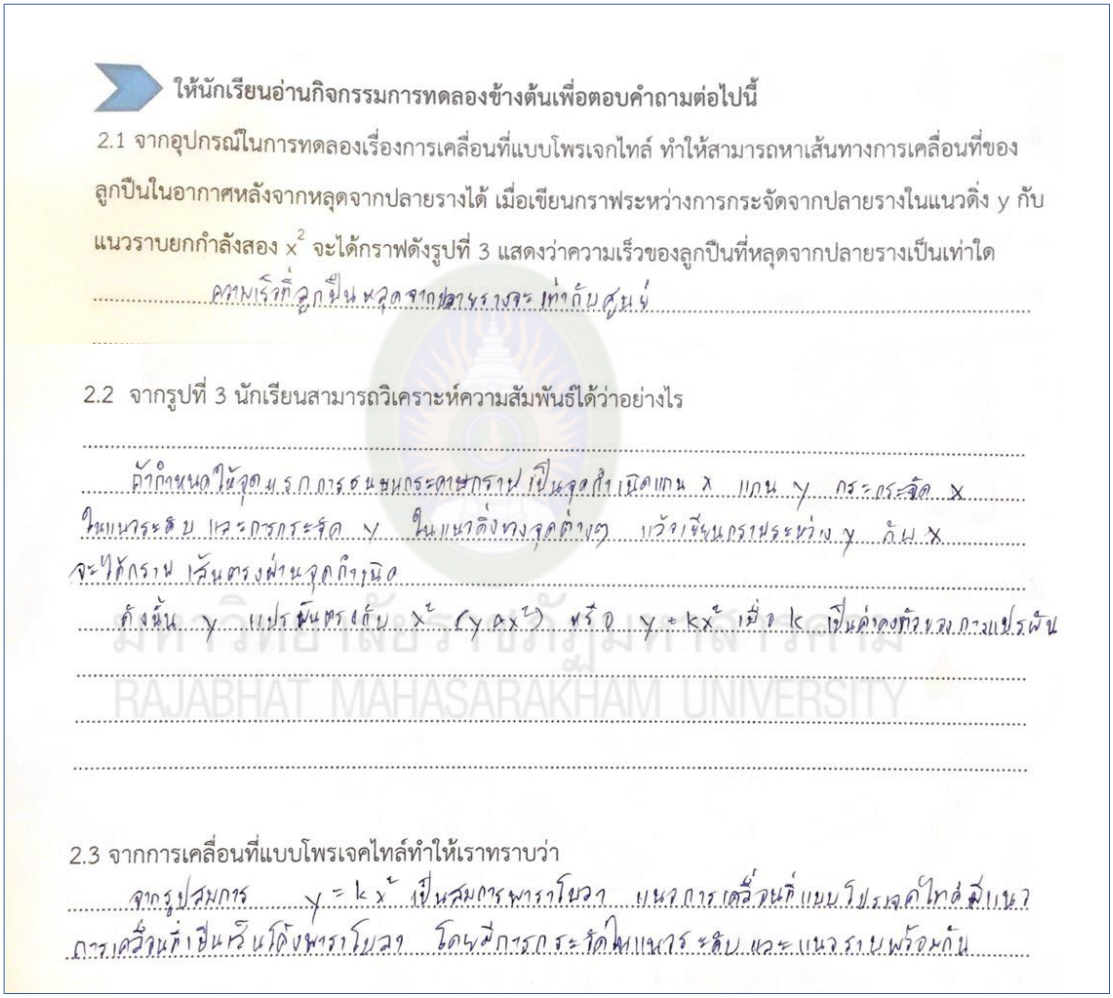
แบบจำลองทางความคิด	ลักษณะแบบจำลองทางความคิด	จำนวนนักเรียน (คน)	ร้อยละ
ประเภทที่ M 2.1	นักเรียนสามารถวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของผลที่เกิดขึ้น เช่น ไม่สามารถหาความเร็วของลูกปืนที่ปล่อยจากรางการทดลองได้ แต่อธิบายความสัมพันธ์จากกราฟระยะแนวดิ่งกับแนวระดับ ได้กราฟความสัมพันธ์แบบพาราโบลา	1	4.16
ประเภทที่ M 2.2	นักเรียนสามารถวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของผลที่เกิดขึ้น เช่น ไม่สามารถหาความเร็วของลูกปืนที่ปล่อยจากรางการทดลองจากความสัมพันธ์จากกราฟระยะแนวดิ่งกับแนวระดับได้ แต่สามารถสรุปกราฟความสัมพันธ์แบบพาราโบลา ผลจากการทดลองทดลองสอดคล้องกับทฤษฎีของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์บางส่วน	8	33.33
ประเภทที่ M 2. 3	นักเรียนสามารถวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของผลที่เกิดขึ้น เช่น หาความเร็วของลูกปืนที่ปล่อยจากรางการทดลองจากความสัมพันธ์จากกราฟระยะแนวดิ่งกับแนวระดับได้กราฟความสัมพันธ์แบบพาราโบลา ผลจากการทดลองสอดคล้องกับทฤษฎีของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ทุกกรณี	15	62.5
	รวม	24	100

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

รายละเอียดของแบบจำลองทางความคิดแต่ละประเภทมีดังนี้

ประเภทที่ M 2.1

นักเรียนที่ใช้แบบจำลองทางความคิดประเภทที่ 1 ไม่สามารถคำนวณหาความเร็วของลูกปืนที่หลุดจากปลายรางได้ อย่างไรก็ตาม นักเรียนกลุ่มนี้สามารถอธิบายความสัมพันธ์ของกราฟที่ได้จากการทดลองได้ แต่การอธิบายเหตุผลยังไม่ถูกต้องตามแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ข้างล่างเป็นตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในกลุ่มนี้



ให้นักเรียนอ่านกิจกรรมการทดลองข้างต้นเพื่อตอบคำถามต่อไปนี้

2.1 จากอุปกรณ์ในการทดลองเรื่องการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ทำให้สามารถหาเส้นทางการเคลื่อนที่ของลูกปืนในอากาศหลังจากหลุดจากปลายรางได้ เมื่อเขียนกราฟระหว่างการกระจัดจากปลายรางในแนวดิ่ง y กับแนวราบยกกำลังสอง x^2 จะได้กราฟดังรูปที่ 3 แสดงว่าความเร็วของลูกปืนที่หลุดจากปลายรางเป็นเท่าใด

ความเร็วที่ลูกปืนหลุดจากปลายรางจะเท่ากับศูนย์

2.2 จากรูปที่ 3 นักเรียนสามารถวิเคราะห์ความสัมพันธ์ได้ว่าอย่างไร

ถ้ากำหนดให้จุดแรกการอ่านกระดาษกราฟเป็นจุดกำเนิดแกน x แกน y กระกระจัด x ในแนวระดับ และการกระจัด y ในแนวดิ่งทางจุดต่างๆ แล้วเขียนกราฟระหว่าง y กับ x จะได้กราฟเส้นตรงผ่านจุดกำเนิด

ดังนั้น y แปรผันตรงกับ x^2 ($y \propto x^2$) หรือ $y = kx^2$ เมื่อ k เป็นค่าคงที่ของการแปรผัน

2.3 จากการเคลื่อนที่แบบโพรเจคไทล์ทำให้เราทราบว่า

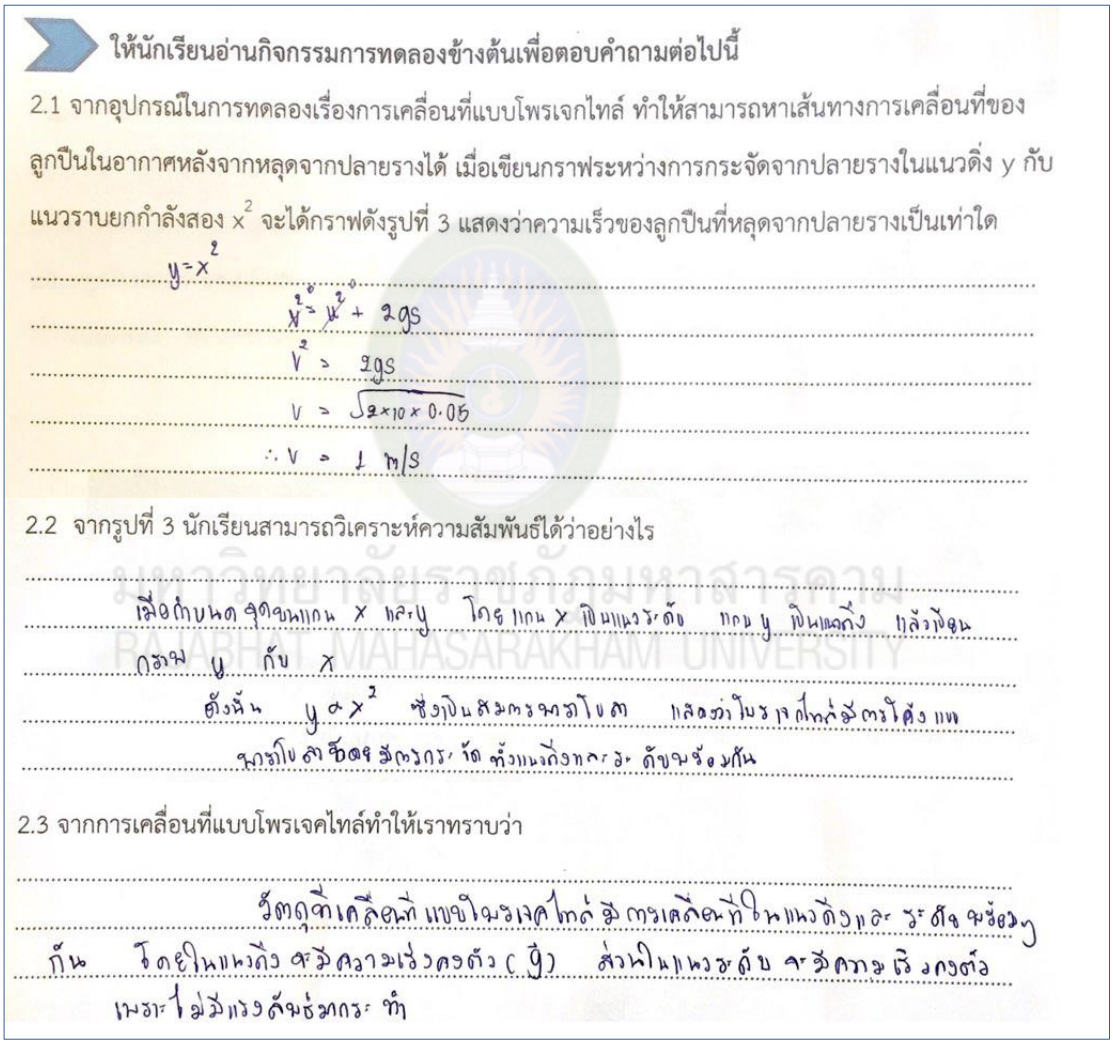
จากรูปสมการ $y = kx^2$ เป็นสมการพาราโบลา แนวการเคลื่อนที่แบบโปรเจคไทล์มีแนวการเคลื่อนที่เป็นรูปโค้งพาราโบลา โดยมีการกระจัดในแนวระดับและแนวราบพร้อมกัน

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาพที่ 4.4 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน : ประเภทที่ M 2.1การทดลอง เคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

ประเภทที่ M 2.2

เช่นเดียวกับนักเรียนที่ใช้แบบจำลองทางความคิดประเภทที่ 1 นักเรียนใช้แบบจำลองทางความคิดประเภทที่ 2 ไม่สามารถคำนวณความเร็วของลูกปืนที่หลุดจากรางได้ แต่สิ่งที่สร้างความแตกต่างระหว่างนักเรียน 2 กลุ่มนี้ คือว่า นักเรียนที่ใช้แบบจำลองทางความคิดประเภทที่ 2 สามารถอธิบายความสัมพันธ์ของกราฟการทดลองได้สอดคล้องกับแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ บางส่วน ข้างล่างเป็นตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในกลุ่มนี้


ให้นักเรียนอ่านกิจกรรมการทดลองข้างต้นเพื่อตอบคำถามต่อไปนี้

2.1 จากอุปกรณ์ในการทดลองเรื่องการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ทำให้สามารถหาเส้นทางการเคลื่อนที่ของลูกปืนในอากาศหลังจากหลุดจากปลายรางได้ เมื่อเขียนกราฟระหว่างการกระจัดจากปลายรางในแนวดิ่ง y กับแนวราบยกกำลังสอง x^2 จะได้กราฟดังรูปที่ 3 แสดงว่าความเร็วของลูกปืนที่หลุดจากปลายรางเป็นเท่าใด

$y = x^2$

$v^2 = u^2 + 2gs$

$v^2 = 2gs$

$v = \sqrt{2 \times 10 \times 0.05}$

$\therefore v = 1$ m/s

2.2 จากรูปที่ 3 นักเรียนสามารถวิเคราะห์ความสัมพันธ์ได้ว่าอย่างไร

เมื่อกำหนดจุดบนแกน x และ y โดยแกน x เป็นแนวระดับ แกน y เป็นแนวดิ่ง แล้วพิจารณา y กับ x

ดังนั้น $y \propto x^2$ ซึ่งเป็นสมการกราฟโพลา แสดงว่าโพรเจกไทล์มีการโค้งแบบกราฟโพลา ซึ่งมีการกระจัดทั้งแนวดิ่งและระดับขนานกัน

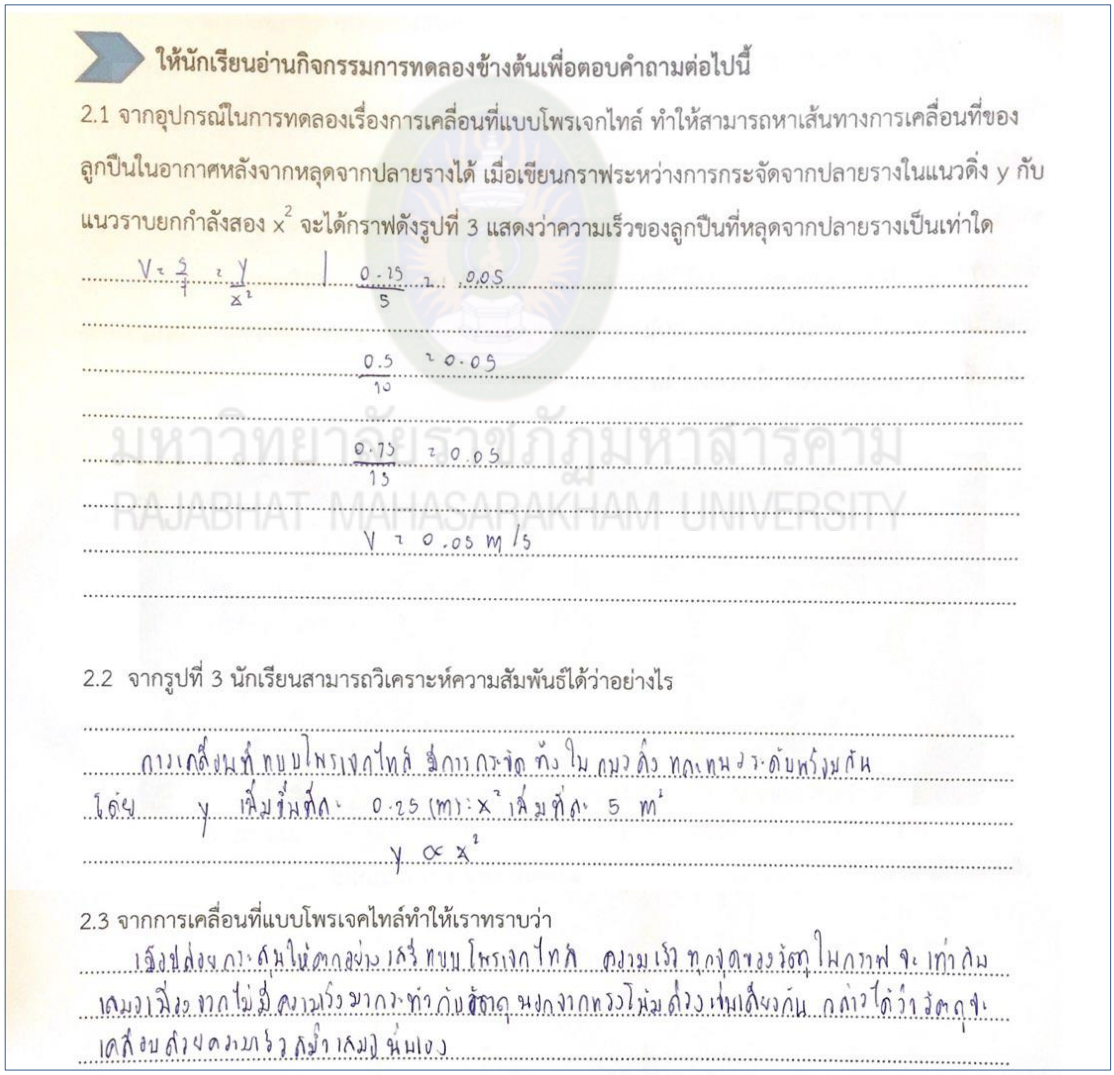
2.3 จากการเคลื่อนที่แบบโพรเจคไทล์ทำให้เราทราบว่า

วัตถุที่เคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์มีการเคลื่อนที่ในแนวดิ่งและระดับพร้อมๆ กัน โดยในแนวดิ่งจะมีความเร่งคงตัว (g) ส่วนในแนวระดับจะมีความเร็วคงตัว เพราะไม่มีแรงลัพธ์มากระทำ

ภาพที่ 4.5 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน : ประเภทที่ M 2.2 การทดลองเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

ประเภทที่ M 2.3

เช่นเดียวกับนักเรียนที่ใช้แบบจำลองทางความคิดประเภทที่ 1 และ 2 นักเรียนใช้แบบจำลองทางความคิดประเภทที่ 3 สามารถวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของกราฟที่ได้จากการทดลองได้ว่า การกระจัดในแนวระดับจะแปรผันกับการกระจัดกำลังสองของแนวดิ่ง ซึ่งเป็นความสัมพันธ์ของสมการกราฟพาราโบลา ความแตกต่างระหว่างนักเรียน 2 กลุ่มนี้คือว่า นักเรียนที่ใช้แบบจำลองทางความคิดประเภทที่ 3 สามารถคำนวณหาความเร็วจากความสัมพันธ์ของกราฟที่ได้จากการทดลองได้อย่างถูกต้องและระบุอย่างชัดเจนว่าการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์วัตถุจะเคลื่อนที่ด้วยความเร็วสม่ำเสมอ (ซึ่งปรากฏในกรณีของนักเรียนที่ใช้แบบจำลองทางความคิดประเภทที่ 3) ข้างล่างเป็นตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในกลุ่มนี้



ให้นักเรียนอ่านกิจกรรมการทดลองข้างต้นเพื่อตอบคำถามต่อไปนี้

2.1 จากอุปกรณ์ในการทดลองเรื่องการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ทำให้สามารถหาเส้นทางการเคลื่อนที่ของลูกปืนในอากาศหลังจากหลุดจากปลายรางได้ เมื่อเขียนกราฟระหว่างการกระจัดจากปลายรางในแนวดิ่ง y กับแนวราบยกกำลังสอง x^2 จะได้กราฟดังรูปที่ 3 แสดงว่าความเร็วของลูกปืนที่หลุดจากปลายรางเป็นเท่าใด

$V = \frac{y}{x^2}$ | $\frac{0.25}{5} = 0.05$

$\frac{0.5}{10} = 0.05$

$\frac{0.75}{15} = 0.05$

$V = 0.05$ m/s

2.2 จากรูปที่ 3 นักเรียนสามารถวิเคราะห์ความสัมพันธ์ได้ว่าอย่างไร

การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ มีการกระจัดทั้งในแนวดิ่ง และแนวราบด้วยกัน โดย y เพิ่มขึ้นทีละ 0.25 (m) : x^2 เพิ่มทีละ 5 m^2

$y \propto x^2$

2.3 จากการเคลื่อนที่แบบโพรเจคไทล์ทำให้เราทราบว่า

เมื่อปล่อยกระสุนให้ตกลงมาเรื่อยแบบโพรเจกไทล์ ความเร็วทุกจุดของวัตถุในกราฟจะเท่ากันเสมอ เพราะไม่มีความเร่งมากระทำกับวัตถุ นอกจากแรงโน้มถ่วงเท่านั้น กล่าวได้ว่าวัตถุจะเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่เสมอ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาพที่ 4.6 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน: ประเภทที่ M 2.3 การทดลองเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

ตารางที่ 4.6

จำนวนนักเรียนที่ให้แบบจำลองทางความคิดประเภทต่างๆของหัวข้อย่อยเรื่อง ความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่ของวัตถุที่มีความเร็วต้นและการกระจัดของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ (ข้อที่ 3)

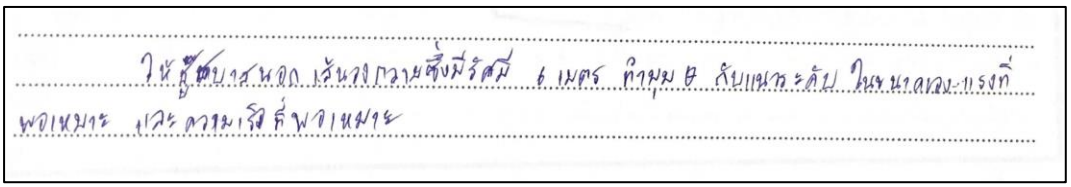
แบบจำลองทางความคิด	ลักษณะแบบจำลองทางความคิด	จำนวนนักเรียน (คน)	ร้อยละ
ประเภทที่ M 3.1	นักเรียนสามารถอธิบายผลที่เกิดขึ้นได้ว่า การหาความเร็วจะขึ้นกับความสูงระยะห่าง โดยไม่มีการอธิบายเหตุผลใดๆ เกี่ยวกับความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่ของวัตถุที่มีความเร็วต้นและการกระจัดของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์	1	4.16
ประเภทที่ M 3.2	นักเรียนสามารถอธิบายผลที่เกิดขึ้น เช่น การหาความเร็วได้นั้น ปัจจัยที่สัมพันธ์กับความเร็วต้นคือ เวลา และระยะการกระจัด	5	20.83
ประเภทที่ M 3.3	นักเรียนสามารถอธิบายผลที่เกิดขึ้น เช่น การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์จะเกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ในแนวดิ่งและแนวราบ ปัจจัยที่ส่งผลทำให้วัตถุมีความเร็วมากจะขึ้นกับขนาดขององศา ยิ่งมุมน้อยๆความเร็วก็จะมากและส่งผลต่อการกระจัดก็จะมากขึ้นตามไปด้วย จากความสัมพันธ์ $s \propto u$	18	75
	รวม	24	100

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

รายละเอียดของแบบจำลองทางความคิดแต่ละประเภทมีดังนี้

ประเภทที่ M 3.1

นักเรียนที่ใช้แบบจำลองทางความคิดประเภทที่ 1 การหาความเร็วจะขึ้นกับความสูงระยะห่าง โดยไม่มีการอธิบายเหตุผลใดๆ เกี่ยวกับความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่ของวัตถุที่มีความเร็วต้นและการกระจัดของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ข้างล่างเป็นตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในกลุ่มนี้

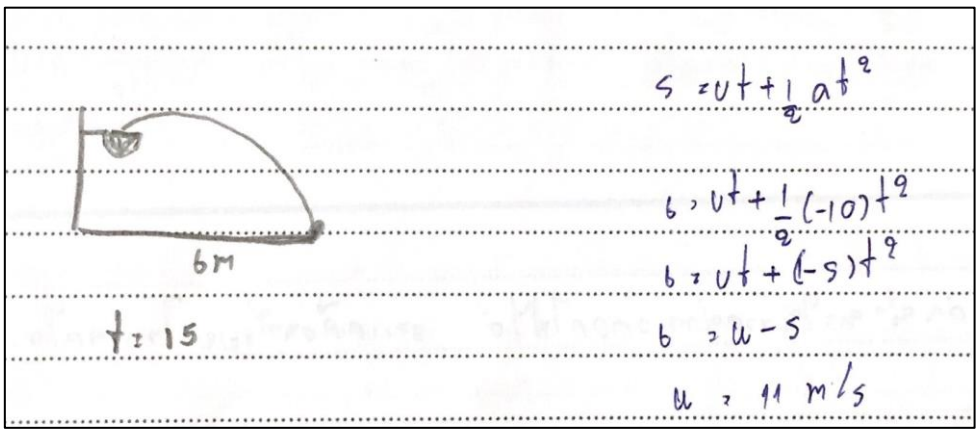


ภาพที่ 4.7 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน: ประเภทที่ M 3.1 การหาความเร็วเพื่อทำแต้มในแข่งขันบาสเกตบอล

ประเภทที่ M 3.2

เช่นเดียวกับนักเรียนที่ใช้แบบจำลองทางความคิดประเภทที่ 1 นักเรียนใช้แบบจำลองทางความคิดประเภทที่ 2 โดยไม่มีการอธิบายเหตุผลใดๆ เกี่ยวกับความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่ของวัตถุที่มีความเร็วต้นและการกระจัดของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ แต่สิ่งที่สร้างความแตกต่างระหว่างนักเรียน 2 กลุ่มนี้ คือว่า นักเรียนที่ใช้แบบจำลองทางความคิดประเภทที่ 2 สามารถนำสูตรที่ใช้หาความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางและความเร็วต้น ข้างล่างเป็นตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในกลุ่มนี้

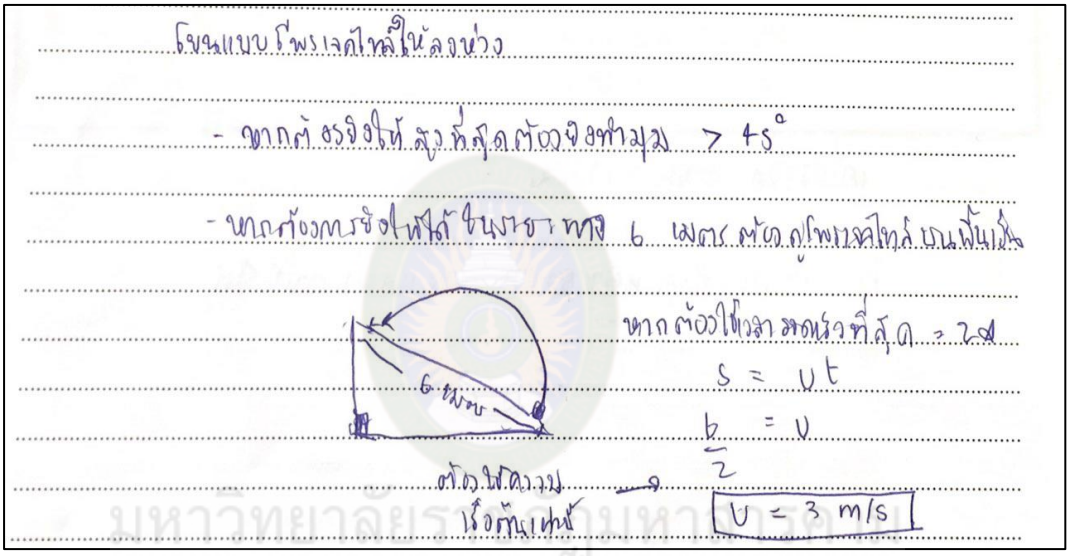
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



ภาพที่ 4.8 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน: ประเภทที่ M 3.2 การหาความเร็วเพื่อทำแต้มในแข่งขันบาสเกตบอล

ประเภทที่ M 3.3

นักเรียนใช้แบบจำลองทางความคิดประเภทที่ 3 สามารถวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของระยะทางกับความเร็วต้นได้ เช่นเดียวกับแบบจำลองทางความคิดประเภทที่ 2 ความแตกต่างระหว่างนักเรียน 2 กลุ่มนี้คือว่า นักเรียนที่ใช้แบบจำลองทางความคิดประเภทที่ 3 สามารถอธิบายความสัมพันธ์ความเร็วต้นและมุมที่ทำให้เกิดการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ได้ (ซึ่งปรากฏในกรณีของนักเรียนที่ใช้แบบจำลองทางความคิดประเภทที่ 3) ข้างล่างเป็นตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในกลุ่มนี้



ภาพที่ 4.9 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน: ประเภทที่ M 3.3 การหาความเร็วเพื่อทำแต้มในแข่งขันบาสเกตบอล

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ 4.7

จำนวนนักเรียนที่ให้แบบจำลองทางความคิดประเภทต่างๆของหัวข้อย่อยเรื่อง การออกแบบแบบจำลองที่สามารถอธิบายการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ (ข้อที่ 4)

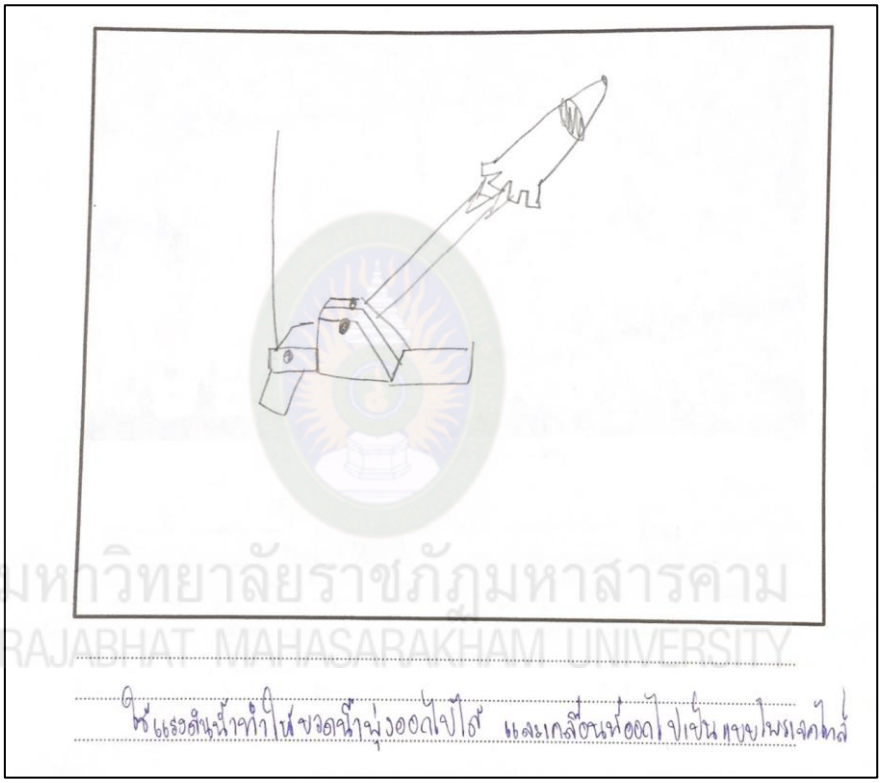
แบบจำลองทางความคิด	ลักษณะแบบจำลองทางความคิด	จำนวนนักเรียน (คน)	ร้อยละ
ประเภทที่ M 4.1	นักเรียนสามารถวาดภาพหรืออธิบายผลที่เกิดขึ้น คือ นักเรียนวาดชุดยิงโพรเจกไทล์ โดยระบุเหตุผลการอธิบายเพียงหลักการใช้งานของชุดยิงโพรเจกไทล์ อย่างไรก็ตามนักเรียนไม่สามารถอธิบายความสัมพันธ์ของปริมาณที่เกี่ยวข้องของเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ได้	1	4.16
ประเภทที่ M 4.2	นักเรียนสามารถวาดภาพหรืออธิบายผลที่เกิดขึ้น คือ นักเรียนวาดชุดยิงโพรเจกไทล์ โดยระบุเหตุผลบางสิ่งบางอย่างของชุดออกแบบ อย่างไรก็ตามนักเรียนไม่สามารถอธิบายความสัมพันธ์ของปริมาณที่เกี่ยวข้องของเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ได้	4	16.67
ประเภทที่ M 4.3	นักเรียนสามารถวาดภาพหรืออธิบายผลที่เกิดขึ้น คือ นักเรียนวาดชุดยิงโพรเจกไทล์ โดยระบุเหตุผลได้ว่าแบบจำลองที่สร้างขึ้นสามารถปรับรูปแบบการเคลื่อนที่ได้เพื่อสามารถคำนวณความเร็วต้นทำมุมกับแนวระดับและสามารถปรับความสูงของฐานแบบจำลองเพื่อนำไปสู่การคำนวณในแนวดิ่ง ซึ่งข้อมูลเหล่านี้จะนำไปสู่หลักการและความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์	19	79.17
	รวม	24	100

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

รายละเอียดของแบบจำลองทางความคิดแต่ละประเภทมีดังนี้

ประเภทที่ M 4.1

นักเรียนที่ใช้แบบจำลองทางความคิดประเภทที่ 1 นักเรียนวาดชุดยิงโพรเจกไทล์ โดยระบุเหตุผลการอธิบายเพียงหลักการใช้งานของชุดยิงโพรเจกไทล์ อย่างไรก็ตามนักเรียนไม่สามารถอธิบายความสัมพันธ์ของปริมาณที่เกี่ยวข้องของเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ได้ ข้างล่างเป็นตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในกลุ่มนี้

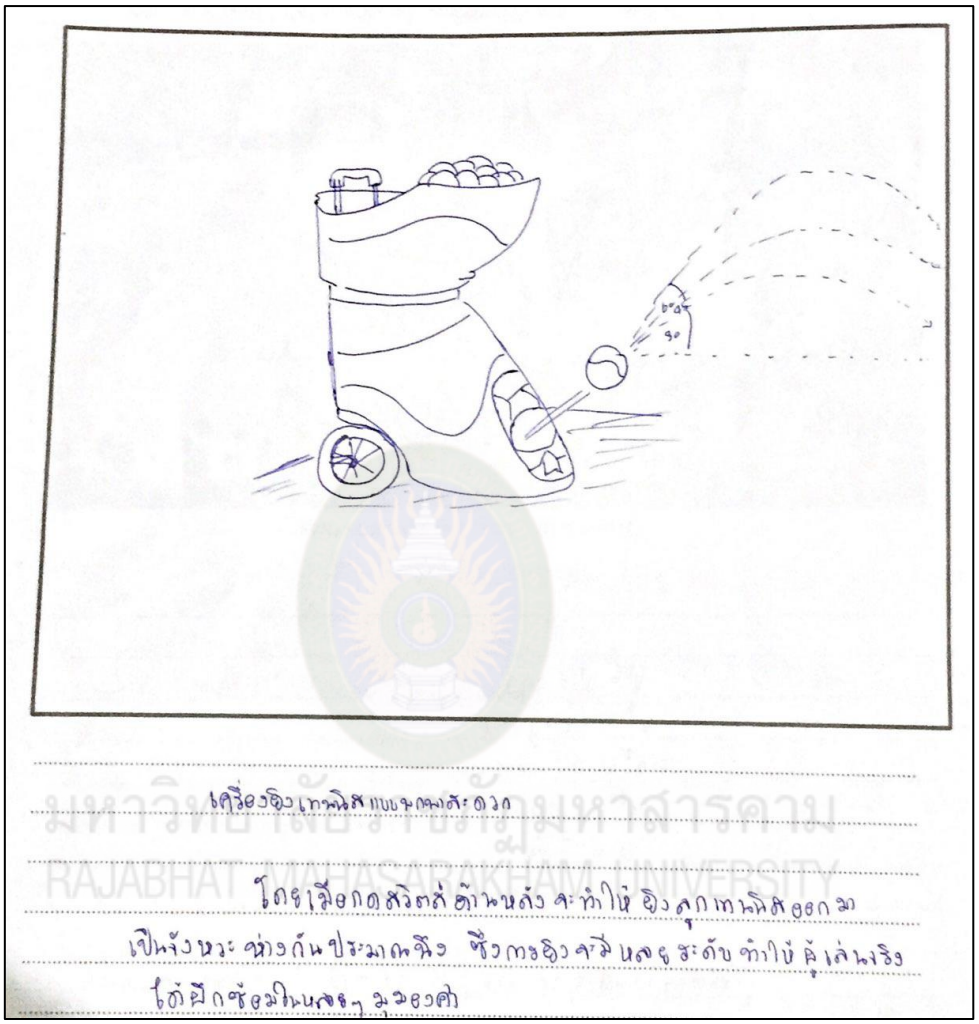


ภาพที่ 4.10 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน: ประเภทที่ M 4.1 การออกแบบชุดยิงโพรเจกไทล์

ประเภทที่ M 4.2

เช่นเดียวกับนักเรียนที่ใช้แบบจำลองทางความคิดประเภทที่ 1 นักเรียนใช้แบบจำลองทางความคิดประเภทที่ 2 โดยระบุเหตุผลบางสิ่งบางอย่างของชุดออกแบบ อย่างไรก็ตามนักเรียนไม่สามารถอธิบายความสัมพันธ์ของปริมาณที่เกี่ยวข้องของเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ได้ แต่สิ่งที่สร้างความแตกต่างระหว่างนักเรียน 2 กลุ่มนี้ คือว่า นักเรียนที่ใช้แบบจำลองทางความคิดประเภทที่ 2

สามารถนำหลักการทำมุมในการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์เป็นตัวทดสอบแนวการเคลื่อนที่ของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ข้างล่างเป็นตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในกลุ่มนี้

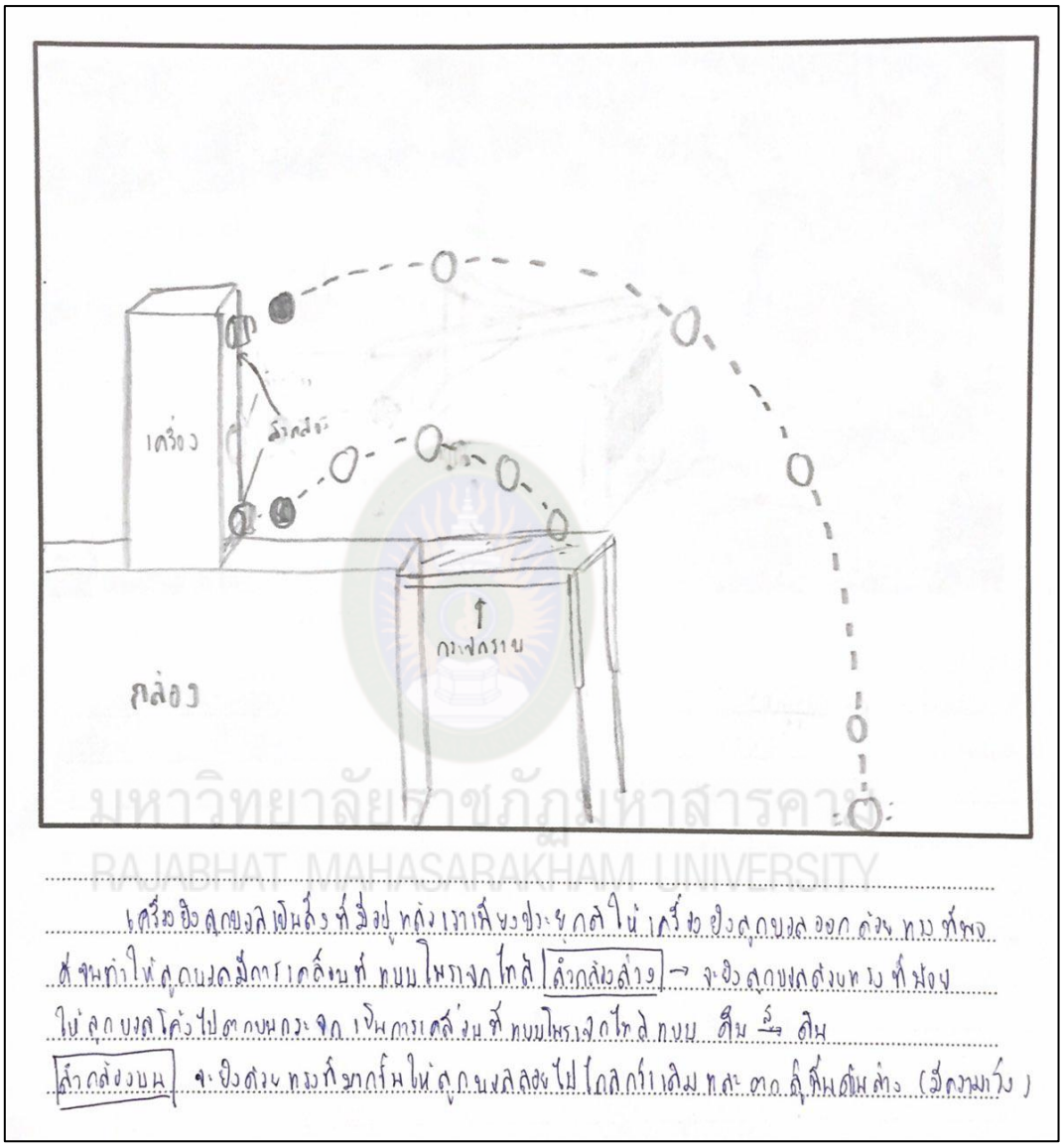


ภาพที่ 4.11 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน: ประเภทที่ M 4.2 การออกแบบชุดยิงโพรเจกไทล์

ประเภทที่ M 4.3

นักเรียนใช้แบบจำลองทางความคิดประเภทที่ 3 นักเรียนวาดชุดยิงโพรเจกไทล์ โดยระบุเหตุผลได้ว่าแบบจำลองที่สร้างขึ้นสามารถปรับรูปแบบการเคลื่อนที่ได้เพื่อสามารถคำนวณความเร็วต้นทำมุมกับแนวระดับและสามารถปรับความสูงของฐานแบบจำลองเพื่อนำไปสู่การคำนวณในแนวดิ่ง ซึ่งข้อมูลเหล่านี้จะนำไปสู่หลักการและความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ (ซึ่งปรากฏ

ในกรณีของนักเรียนที่ใช้แบบจำลองทางความคิดประเภทที่ 3) ข้างล่างเป็นตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในกลุ่มนี้



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาพที่ 4.12 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน: ประเภทที่ M 4.3 การออกแบบชุดยิงโพรเจกไทล์

ตารางที่ 4.8

จำนวนนักเรียนที่ให้แบบจำลองทางความคิดประเภทต่างๆของหัวข้อย่อยเรื่อง ความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่ของวัตถุที่มีความเร็วต้นและการกระจัดของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ (ข้อที่ 5)

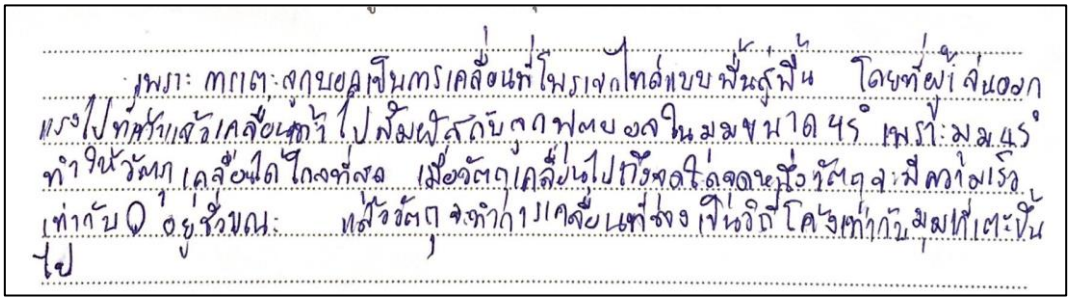
แบบจำลองทางความคิด	ลักษณะแบบจำลองทางความคิด	จำนวนนักเรียน (คน)	ร้อยละ
ประเภทที่ M 5.1	นักเรียนสามารถอธิบายผลที่เกิดขึ้นได้ว่าการเคลื่อนที่โพรเจกไทล์พื้นสู่พื้น จะต้องใช้แรงเพื่อเพิ่มความเร็วต้นและมุมที่กระทำกับพื้นเท่ากับ 45 องศากับแนวระดับ แต่ไม่มีการอธิบายเหตุผลใดๆ เกี่ยวกับความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่ของวัตถุที่มีความเร็วต้นและการกระจัดของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์	3	12.50
ประเภทที่ M 5.2	นักเรียนสามารถอธิบายผลที่เกิดขึ้น เช่น การหาความเร็วได้นั้น ปัจจัยที่สัมพันธ์กับความเร็วต้นคือ เวลา และระยะการกระจัด โดยสามารถนำความสัมพันธ์ของสูตรที่ใช้หาระยะการกระจัดสูงสุดนำมาอธิบายผลที่เกิดขึ้นแต่ยังไม่สามารถอธิบายองศาที่ทำกับพื้นมีความสัมพันธ์อย่างไรกับสูตร	5	20.83
ประเภทที่ M 5.3	นักเรียนสามารถอธิบายผลที่เกิดขึ้น เช่น การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์จะเกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ในแนวดิ่งและแนวราบ ปัจจัยที่ส่งผลทำให้วัตถุมีความเร็วมากจะขึ้นกับขนาดขององศา โดยสามารถนำความสัมพันธ์ของสูตรที่ใช้หาระยะการกระจัดสูงสุดนำมาอธิบายผลที่เกิดขึ้นและสรุปที่มาของความสัมพันธ์ได้	16	66.67
	รวม	24	100

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

รายละเอียดของแบบจำลองทางความคิดแต่ละประเภทมีดังนี้

นักเรียนที่ใช้แบบจำลองทางความคิดประเภทที่ 1 นักเรียนสามารถอธิบายเหตุผลว่าลูกบอลถูกแตะด้วยมุม θ ที่ทำกับพื้นสนามมีค่า 45 องศาที่ทำให้วัตถุตกไกลสุด และมีค่าแรงโน้มถ่วงกระทำกับ

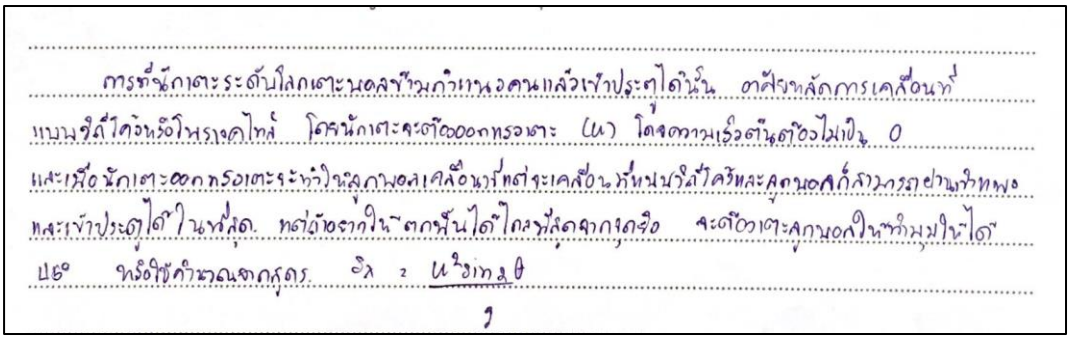
ลูกบอล เมื่อวัตถุเคลื่อนไปถึงจุดหนึ่งจะมีความเร็วเท่ากับ 0 อยู่ชั่วขณะ ทำให้วัตถุเคลื่อนที่เป็นวิถีโค้ง ซึ่งแบบจำลองประเภทที่ M 5.1 นักเรียนไม่สามารถอธิบายความสัมพันธ์ของปริมาณที่เกี่ยวข้องได้และความสัมพันธ์ของสมการที่ใช้ในการคำนวณหาความเร็วการกระจัดได้ ข้างล่างเป็นตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในกลุ่มนี้



ภาพที่ 4.13 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน: ประเภทที่ M 5.1 ความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่ของวัตถุที่มีความเร็วต้นและการกระจัดของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

ประเภทที่ M 5.2

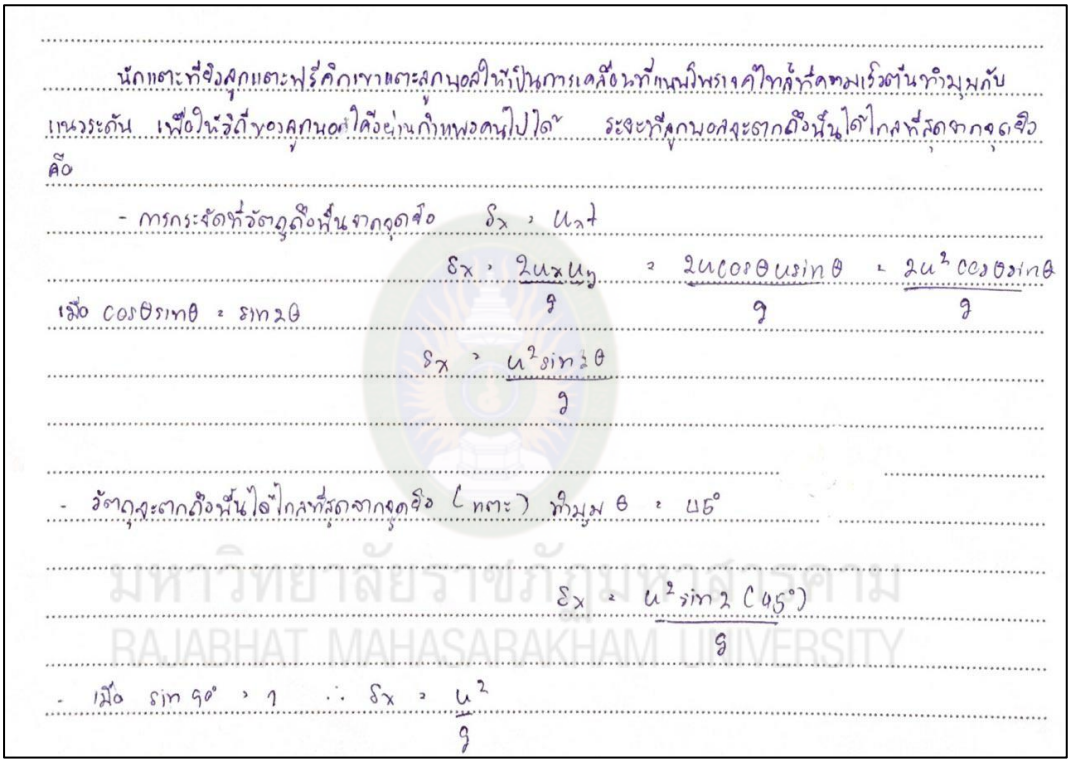
เช่นเดียวกับนักเรียนที่ใช้แบบจำลองทางความคิดประเภทที่ M 5.1 นักเรียนใช้แบบจำลองทางความคิดประเภทที่ 2 โดยไม่มีการอธิบายเหตุผลใดๆ เกี่ยวกับความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่ของวัตถุที่มีความเร็วต้นและการกระจัดของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ แต่สิ่งที่สร้างความแตกต่างระหว่างนักเรียน 2 กลุ่มนี้ คือว่า นักเรียนที่ใช้แบบจำลองทางความคิดประเภทที่ 2 สามารถนำสูตรที่ใช้หาความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางและความเร็วต้น ข้างล่างเป็นตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในกลุ่มนี้



ภาพที่ 4.14 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน: ประเภทที่ M 5.2 ความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่ของวัตถุที่มีความเร็วต้นและการกระจัดของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

ประเภทที่ M 5.3

นักเรียนใช้แบบจำลองทางความคิดประเภทที่ 3 นักเรียนสามารถนำความรู้ลักษณะการเคลื่อนที่ได้เพื่อสามารถคำนวณความเร็วต้นทำมุมกับแนวระดับ โดยนำเอาวามสัมพันธ์ของการกระจัดในแนวระดับกับความเร็วต้นมาอธิบายระยะการเตะของลูกบอลได้ (ซึ่งปรากฏในกรณีของนักเรียนที่ใช้แบบจำลองทางความคิดประเภทที่ 3) ข้างล่างเป็นตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในกลุ่มนี้



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาพที่ 4.15 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน: ประเภทที่ M 5.3 ความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่ของวัตถุที่มีความเร็วต้นและการกระจัดของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

จากการวิเคราะห์เชิงเนื้อหาโดยอ่านคำตอบของนักเรียนทีละข้ออย่างละเอียดเพื่อจัดกลุ่มความเข้าใจของนักเรียนที่มีลักษณะเหมือนหรือคล้ายคลึงกันในการตอบคำถามแบบวัดแบบจำลองทางความคิดนักเรียนส่วนใหญ่มีแบบจำลองทางความคิดที่แตกต่างกัน 3 ประเภท ซึ่งแต่ละประเภทมีความเข้าใจเนื้อของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ที่แตกต่างกันและแบบจำลองทางความคิดไม่สอดคล้องกับแบบจำลองวิทยาศาสตร์บางส่วน

4. ผู้วิจัยมีวิธีการดำเนินการโดยการเปรียบเทียบแบบจำลองทางความคิดระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

การเปรียบเทียบระหว่างแบบจำลองทางความคิดก่อนและหลังเรียนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ แสดงให้เห็นถึงส่วนที่คล้ายและส่วนที่แตกต่างกันของแบบจำลองทางความคิด ดังแสดงในตารางที่ 4.9 - 4.13

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ 4.9

การเปรียบเทียบแบบจำลองก่อนและหลังเรียนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ของหัวข้อย่อยเรื่อง ความสัมพันธ์ของปริมาณที่เกี่ยวข้องของการเคลื่อนที่ แบบโพรเจกไทล์ (ข้อที่ 1)

แบบจำลองทางความคิดก่อนเรียน	แบบจำลองทางความคิดหลังเรียน	ลักษณะสำคัญ (ก่อนเรียน) การบรรยาย/การอธิบาย	ลักษณะสำคัญ (หลังเรียน) การบรรยาย/การอธิบาย
ประเภทที่ 1.1 [58.33]	ประเภทที่ M 1.1 [8.33]	นักเรียนอธิบายผลที่เกิดขึ้น เช่น ตกถึงพื้นไม่พร้อมกัน การเคลื่อนที่แบบโพรเจก-ไทล์ตกช้ากว่าการตกแบบเสรี นักเรียนไม่สามารถอธิบายเหตุผลบางอย่างได้	นักเรียนอธิบายผลที่เกิดขึ้น เช่น การตกของเหรียญแบบอิสระและแบบโพรเจกไทล์ถึงพื้นพร้อมกัน และขึ้นกับความเร็วในแนวระดับของโพรเจกไทล์ด้วย
ประเภทที่ 1.2 [41.67]	ประเภทที่ M 1.2 [20.83]	นักเรียนสามารถอธิบายผลที่เกิดขึ้น เช่น ตกถึงพื้นพร้อมกัน สามารถอธิบายได้ว่าความเร็วในแนวระดับของโพรเจกไทล์และแนวดิ่งเท่ากัน แต่ไม่สามารถบอกความความสัมพันธ์ของระยะกับความเร็วได้	นักเรียนสามารถอธิบายผลที่เกิดขึ้น เช่น การตกของเหรียญแบบอิสระและแบบโพรเจก-ไทล์ “ถึงพื้นพร้อมกัน” เวลาที่ใช้เท่ากัน เหรียญถูกปัดด้วยแรงไม่เท่ากัน และระยะตกจะแตกต่างกัน
-	ประเภทที่ M 1.3 [70.83]	-	นักเรียนอธิบายผลที่เกิดขึ้น เช่น การตกของเหรียญแบบอิสระและแบบโพรเจกไทล์ “ถึงพื้นพร้อมกัน” เวลาที่ใช้ต่างกันน้อยมาก เนื่องจากแรงที่ปัดขนาดไม่เท่ากัน ส่งผลให้ระยะที่ตกแตกต่างกัน และการเคลื่อนที่ทั้ง2 แบบ ไม่ขึ้นกับความเร็วในแนวระดับ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ 4.10

การเปรียบเทียบแบบจำลองก่อนและหลังเรียนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ของหัวข้อย่อยเรื่อง การเคลื่อนที่ในแนวดิ่งและแนวระดับของแบบโพรเจกไทล์ (ข้อที่ 2)

แบบจำลองทางความคิดก่อนเรียน	แบบจำลองทางความคิดหลังเรียน	ลักษณะสำคัญ (ก่อนเรียน) การบรรยาย/การอธิบาย	ลักษณะสำคัญ (หลังเรียน) การบรรยาย/การอธิบาย
ประเภทที่ 2.1 [20.83]	ประเภทที่ M 2.1 [4.11]	นักเรียนวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของผลที่เกิดขึ้น เช่น ไม่สามารถหาความเร็วของลูกปืนที่ปล่อยจากรางการทดลองได้ และไม่สามารถอธิบายความสัมพันธ์ของกราฟการทดลองได้	นักเรียนวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของผลที่เกิดขึ้น เช่น ไม่สามารถหาความเร็วของลูกปืนที่ปล่อยจากรางการทดลองได้ แต่อธิบายความสัมพันธ์จากกราฟระยะแนวดิ่งกับแนวระดับได้กราฟความสัมพันธ์แบบพาราโบลา
ประเภทที่ 2.2 [75.00]	ประเภทที่ M 2.2 [33.33]	นักเรียนสามารถวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของผลที่เกิดขึ้น เช่น ไม่สามารถหาความเร็วของลูกปืนที่ปล่อยจากรางการทดลองได้ แต่อย่างไรก็ตาม นักเรียนสามารถอธิบายความสัมพันธ์ของกราฟการทดลองได้ เช่น การกระจัดในแนวราบจะแปรผันกำลังสองกับการกระจัดในแนวดิ่ง	นักเรียนสามารถวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของผลที่เกิดขึ้น เช่น ไม่สามารถหาความเร็วของลูกปืนที่ปล่อยจากรางการทดลองจากความสัมพันธ์จากกราฟระยะแนวดิ่งกับแนวระดับได้ แต่สามารถสรุปกราฟความสัมพันธ์แบบพาราโบลา ผลจากการทดลองทดลองสอดคล้องกับทฤษฎีของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์บางส่วน

(ต่อ)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ 4.10 (ต่อ)

แบบจำลองทางความคิดก่อนเรียน	แบบจำลองทางความคิดหลังเรียน	ลักษณะสำคัญ (ก่อนเรียน) การบรรยาย/การอธิบาย	ลักษณะสำคัญ (หลังเรียน) การบรรยาย/การอธิบาย
-	ประเภทที่ M 2.3 [62.50]	-	นักเรียนสามารถวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของผลที่เกิดขึ้น เช่น หาความเร็วของลูกปืนที่ปล่อยจากรางการทดลองจากความสัมพันธ์จากกราฟระยะแนวดิ่งกับแนวระดับ ได้กราฟความ สัมพันธ์แบบพาราโบลา ผลจากการทดลองสอดคล้องกับทฤษฎีของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ทุกกรณี
ไม่แสดงแบบจำลอง [4.17]	นักเรียนไม่แสดงแบบจำลองทางความคิด		-

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ 4.11

การเปรียบเทียบแบบจำลองก่อนและหลังเรียนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ของหัวข้อย่อยเรื่อง ความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่ของวัตถุที่มีความเร็วต้นและการกระจัดของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ (ข้อที่ 3)

แบบจำลองทางความคิดก่อนเรียน	แบบจำลองทางความคิดหลังเรียน	ลักษณะสำคัญ (ก่อนเรียน) การบรรยาย/การอธิบาย	ลักษณะสำคัญ (หลังเรียน) การบรรยาย/การอธิบาย
ประเภทที่ 3.1 [58.30]	ประเภทที่ M 3.1 [4.16]	นักเรียนสามารถอธิบายผลที่เกิดขึ้นได้ว่า การหาความเร็วจะขึ้นกับความสูงระยะห่าง โดยไม่มีการอธิบายเหตุผลใดๆ ที่สามารถสนับสนุนความสัมพันธ์ของความเร็วกับความสูง	นักเรียนสามารถอธิบายผลที่เกิดขึ้นได้ว่า การหาความเร็วจะขึ้นกับความสูงระยะห่าง โดยไม่มีการอธิบายเหตุผลใดๆ เกี่ยวกับความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่ของวัตถุที่มีความเร็วต้นและการกระจัดของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์
ประเภทที่ 3.2 [41.7]	ประเภทที่ M 3.2 [20.83]	นักเรียนอธิบายผลที่เกิดขึ้นได้ว่า การทำมุมกับแนวระดับในขนาดของแรงที่พอเหมาะและความเร็วที่พอเหมาะ ซึ่งไม่สามารถอธิบายความสัมพันธ์ของปริมาณที่เกี่ยวข้องได้	นักเรียนสามารถอธิบายผลที่เกิดขึ้น เช่น การหาความเร็วได้นั้น ปัจจัยที่สัมพันธ์กับความเร็วต้นคือ เวลา และระยะการกระจัด

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

(ต่อ)

ตารางที่ 4.11 (ต่อ)

แบบจำลองทางความคิดก่อนเรียน	แบบจำลองทางความคิดหลังเรียน	ลักษณะสำคัญ (ก่อนเรียน) การบรรยาย/การอธิบาย	ลักษณะสำคัญ (หลังเรียน) การบรรยาย/การอธิบาย
-	ประเภทที่ M 3.3 [75.00]	-	นักเรียนสามารถอธิบายผลที่เกิดขึ้น เช่น การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์จะเกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ในแนวดิ่งและแนวราบ ปัจจัยที่ส่งผลทำให้วัตถุมีความเร็วมากจะขึ้นกับขนาดขององศายิ่งมุมน้อยๆความเร็วก็จะมากและส่งผลต่อการกระจัดก็จะมากขึ้นตามไปด้วย จากความสัมพันธ์ $S \propto U$

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ 4.12

การเปรียบเทียบแบบจำลองก่อนและหลังเรียนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ของหัวข้อย่อยเรื่อง การออกแบบแบบจำลองที่สามารถอธิบายการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ (ข้อที่ 4)

แบบจำลองทางความคิดก่อนเรียน	แบบจำลองทางความคิดหลังเรียน	ลักษณะสำคัญ (ก่อนเรียน) การบรรยาย/การอธิบาย	ลักษณะสำคัญ (หลังเรียน) การบรรยาย/การอธิบาย
ประเภทที่ 4.1 [83.30]	ประเภทที่ M 4.1 [4.16]	นักเรียนสามารถวาดภาพหรืออธิบายผลที่เกิดขึ้นคือ นักเรียนวาดชุดยิงโพรเจก-ไทล์ โดยไม่ระบุเหตุผลการหลักการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ได้	นักเรียนสามารถวาดภาพหรืออธิบายผลที่เกิดขึ้น คือ นักเรียนวาดชุดยิงโพรเจกไทล์โดยระบุเหตุผลการอธิบายเพียงหลักการใช้งานของชุดยิงโพรเจกไทล์ อย่างไรก็ตามนักเรียนไม่สามารถอธิบายความสัมพันธ์ของปริมาณที่เกี่ยวข้องของเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ได้
ประเภทที่ 4.2 [4.20]	ประเภทที่ M 4.2 [16.67]	นักเรียนสามารถวาดภาพหรืออธิบายผลที่เกิดขึ้นคือ นักเรียนวาดชุดยิงโพรเจก-ไทล์ โดยระบุวิธีการใช้งานแต่ไม่สามารถอธิบายหลักการเคลื่อนที่แบบโพรเจก-ไทล์ได้	นักเรียนสามารถวาดภาพหรืออธิบายผลที่เกิดขึ้น คือนักเรียนวาดชุดยิงโพรเจกไทล์ โดยระบุเหตุผลบางสิ่งบางอย่างของชุดออกแบบ อย่างไรก็ตามนักเรียนไม่สามารถอธิบายความสัมพันธ์ของปริมาณที่เกี่ยวข้องของเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ได้

(ต่อ)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ 4.12 (ต่อ)

แบบจำลองทางความคิดก่อนเรียน	แบบจำลองทางความคิดหลังเรียน	ลักษณะสำคัญ (ก่อนเรียน) การบรรยาย/การอธิบาย	ลักษณะสำคัญ (หลังเรียน) การบรรยาย/การอธิบาย
-	ประเภทที่ M 4.3 [79.17]	-	นักเรียนสามารถวาดภาพหรืออธิบายผลที่เกิดขึ้น คือนักเรียนวาดชุดยิงโพรเจกไทล์ โดยระบุเหตุผลได้ว่าแบบจำลองที่สร้างขึ้นสามารถปรับรูปแบบการเคลื่อนที่ได้เพื่อสามารถคำนวณความเร็วต้นทำมุมกับแนวระดับและสามารถปรับความสูงของฐานแบบจำลองเพื่อนำไปสู่การคำนวณในแนวดิ่ง ซึ่งข้อมูลเหล่านี้จะนำไปสู่หลักการและความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์
ไม่แสดงแบบจำลอง [12.50]	-	นักเรียนไม่แสดงแบบจำลองทางความคิด	-

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ 4.13

การเปรียบเทียบร้อยละแบบจำลองก่อนและหลังเรียนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานของหัวข้อย่อยเรื่อง ความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่ของวัตถุที่มีความเร็วต้นและการกระจัดของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ (ข้อที่ 5)

แบบจำลองทางความคิดก่อนเรียน	แบบจำลองทางความคิดหลังเรียน	ลักษณะสำคัญ (ก่อนเรียน) การบรรยาย/การอธิบาย	ลักษณะสำคัญ (หลังเรียน) การบรรยาย/การอธิบาย
ประเภทที่ 5.1 [62.50]	ประเภทที่ M 5.1 [12.50]	นักเรียนอธิบายว่าเป็นการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ โดยจะมีระยะเริ่มต้นกับระยะสูงสุด เมื่อฟุตบอลอยู่ระดับสูงสุดโดยไม่สามารถอธิบายความสัมพันธ์ของการกระจัดกับความเร็วต้น	นักเรียนที่ใช้แบบจำลองทางความคิดประเภทที่ 1 นักเรียนสามารถอธิบายเหตุผลว่าลูกบอลถูกแตะด้วยมุม θ ที่ทำกับพื้นสนามมีค่า 45 องศาที่ทำให้วัตถุตกไกลสุด และมีค่าแรงโน้มถ่วงกระทำกับลูกบอล เมื่อวัตถุเคลื่อนไปถึงจุดหนึ่งจะมีความเร็วเท่ากับ 0 อยู่ชั่วขณะทำให้วัตถุเคลื่อนที่เป็นวิถีโค้ง ซึ่งแบบจำลองประเภทที่ M 5.1 นักเรียนไม่สามารถอธิบายความสัมพันธ์ของปริมาณที่เกี่ยวข้องได้และความสัมพันธ์ของสมการที่ใช้ในการคำนวณหาความเร็วการกระจัดได้
ประเภทที่ 5.2 [37.50]	ประเภทที่ M 5.2 [20.83]	นักเรียนบอกปริมาณที่กระทำกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ โดยมีแรงโน้มถ่วงมากระทำ วัตถุจะมีการ	นักเรียนที่ใช้แบบจำลองทางความคิดประเภทที่ M 5.1 นักเรียนใช้แบบจำลองทางความคิดประเภทที่ 2 โดยไม่มี

(ต่อ)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ 4.13 (ต่อ)

แบบจำลองทางความคิดก่อนเรียน	แบบจำลองทางความคิดหลังเรียน	ลักษณะสำคัญ (ก่อนเรียน) การบรรยาย/การอธิบาย	ลักษณะสำคัญ (หลังเรียน) การบรรยาย/การอธิบาย
		เคลื่อนที่ ในแนวแกน X และแกนโดยไม่สามารถอธิบายความสัมพันธ์ของการกระจัดกับความเร็วต้น	การอธิบายเหตุผลใดๆ เกี่ยวกับความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่ของวัตถุที่มีความเร็วต้นและการกระจัดของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ แต่สิ่งที่สร้างความแตกต่างระหว่างนักเรียน 2 กลุ่มนี้ คือว่า นักเรียนที่ใช้แบบจำลองทางความคิดประเภทที่ 2 สามารถนำสูตรที่ใช้หาความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางและความเร็วต้น
-	ประเภทที่ M 5.3 [66.67]	-	นักเรียนใช้แบบจำลองทางความคิดประเภทที่ 3 นักเรียนสามารถนำความรู้ลักษณะการเคลื่อนที่ได้เพื่อสามารถคำนวณความเร็วต้นทำมุมกับแนวระดับ โดยนำเอาวามสัมพันธ์ของการกระจัดในแนวระดับกับความเร็วต้นมาอธิบายระยะการเตะของลูกบอลได้ (ซึ่งปรากฏในกรณีของนักเรียนที่ใช้แบบจำลองทางความคิดประเภทที่ 3

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

เมื่อเปรียบแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเรื่องการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ นักเรียนสามารถสร้างแบบจำลองทางความคิดให้สอดคล้องกับแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ได้ดีขึ้น ซึ่งสังเกตได้จากนักเรียนมีการสร้างแบบจำลองที่หลากหลายอีกทั้งสามารถอธิบายเหตุผลที่สอดคล้องกับปริมาณที่เกี่ยวข้องได้และยังสามารถนำความรู้ที่ได้จากการจัดกิจกรรมมาใช้ในการอธิบายเหตุผลได้อย่างสมบรูณ์

4.3.2.3 การศึกษาเจตคติต่อวิชาวิชาวิทยาศาสตร์ โดยจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานของเรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ผู้วิจัยใช้แบบสอบถามวัดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์หลังเรียนเพื่อศึกษาผลของการใช้หน่วยการเรียนรู้ที่มีผลต่อเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ดังแสดงผลการศึกษาในตารางที่ 4.14 โดยใช้แบบสอบถามความพึงพอใจ รวม 20 ข้อ ซึ่งครอบคลุมประเด็นต่างๆทั้ง 5 ด้าน ลักษณะของแบบวัดมาตราส่วนประมาณค่ามี 5 ตัวเลือก 5 ระดับ คือมากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด

นำคำตอบที่นักเรียนตอบแบบวัดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ มารวมคะแนนและประเมินระดับเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยกำหนดคะแนนและเกณฑ์ ดังนี้

การให้คะแนนในการตอบตัวเลือกแต่ละข้อ กำหนดเกณฑ์ในการประเมิน ระดับคะแนนเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ ดังนี้

คะแนน	ความหมาย
4.51-5.00	มีเจตคติสูงมาก
3.51-4.50	มีเจตคติสูง
2.51-3.50	มีเจตคติปานกลาง
1.51-2.50	มีเจตคติต่ำ
1.00-1.50	มีเจตคติต่ำมาก

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ 4.14

เปรียบเทียบเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

ข้อความ	เจตคติของนักเรียน					
	ก่อนเรียน			หลังเรียน		
	$\bar{X}$	S.D.	ระดับเจตคติ	$\bar{X}$	S	ระดับเจตคติ
ความคิดเห็นทั่วไปต่อวิทยาศาสตร์						
1. วิชาวิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่น่าศึกษา ค้นคว้าทดลอง	3.63	0.94	สูง	4.46	0.51	สูงมาก
2. วิชาวิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่ทำให้ผู้เรียนวิตกกังวลใจ	2.79	1.02	ปานกลาง	3.17	1.01	ปานกลาง
3. วิชาวิทยาศาสตร์เป็นวิขาที่มีประโยชน์ต่อชีวิตประจำวัน	3.63	1.17	สูง	4.54	0.58	สูงมาก
4. วิชาวิทยาศาสตร์สามารถเรียนรู้และเข้าใจได้ง่าย	2.79	1.18	ปานกลาง	3.71	0.99	สูง
การเห็นความสำคัญของวิชาวิทยาศาสตร์						
5. การเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เป็นการสูญเปล่าที่ผู้เรียนไม่ได้ประโยชน์	4.13	0.90	ต่ำ	3.08	1.74	ปานกลาง
6. การเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่ไม่จำเป็นสำหรับนักเรียน	4.00	0.93	ต่ำ	3.38	1.69	ปานกลาง
7. การเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ทำให้เข้าใจสิ่งมีชีวิตและกระบวนการต่างๆ ของสิ่งมีชีวิต	3.71	0.86	สูง	4.54	0.51	สูงมาก
8. ข้าพเจ้าคิดว่าควรลดเวลาในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ให้น้อยลงและเพิ่มเวลาเรียนวิชาอื่นแทน	3.46	0.97	ปานกลาง	2.83	1.49	ปานกลาง
ความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์						
9. ข้าพเจ้าชอบใช้เวลาในการศึกษาหาความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์	3.17	1.01	ปานกลาง	4.04	0.62	สูง
10. ข้าพเจ้ารู้สึกเบื่อหน่ายเมื่อต้องเรียนวิชาวิทยาศาสตร์	3.33	1.01	ปานกลาง	2.88	1.36	ปานกลาง
11. ข้าพเจ้าจะกระตือรือร้นเมื่อเรียนวิชาวิทยาศาสตร์	2.96	0.91	ปานกลาง	3.92	1. 06	สูง

(ต่อ)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ 4.14 (ต่อ)

ข้อความ	เจตคติของนักเรียน					
	ก่อนเรียน			หลังเรียน		
	$\bar{X}$	S.D.	ระดับเจตคติ	$\bar{X}$	S	ระดับเจตคติ
12. ข้าพเจ้าไม่ชอบเรียนหรืออ่านเรื่องที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์	3.13	1.12	ปานกลาง	2.79	1.44	ปานกลาง
ความนิยมชมชอบต่อวิชาวิทยาศาสตร์						
13. ข้าพเจ้าจะรู้สึกดีมากถ้าไม่ต้องเรียนวิชาวิทยาศาสตร์	3.08	1.14	ปานกลาง	3.00	1.50	ปานกลาง
14. ข้าพเจ้าชอบพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์อยู่เสมอ	3.17	0.76	ปานกลาง	3.83	1.09	สูง
15. ข้าพเจ้าสนุกและชอบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์มากกว่าวิชาอื่นๆ	3.29	0.95	ปานกลาง	4.00	0.93	สูง
16. ข้าพเจ้าไม่สบายใจเมื่อเรียนหรือทำกิจกรรมที่เกี่ยวกับวิชาวิทยาศาสตร์	3.29	0.91	ปานกลาง	2.83	1.43	ปานกลาง
แสดงออกหรือการมีส่วนร่วมในกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับวิชา						
17.ข้าพเจ้าเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อนำไปใช้สอบเท่านั้น	2.96	1.04	ปานกลาง	2.96	1.30	ปานกลาง
18. ข้าพเจ้าทำการบ้านวิชาวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง	2.88	0.95	ปานกลาง	3.46	0.88	ปานกลาง
19. ถ้าได้รับมอบหมายให้ค้นคว้าเกี่ยวกับวิชาวิทยาศาสตร์ข้าพเจ้าจะพยายามหลักเลี่ยง	3.63	0.97	ต่ำ	2.96	1.42	ปานกลาง
20. ข้าพเจ้าชอบเข้าร่วมกิจกรรมที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์อยู่เสมอ	3.50	0.59	ปานกลาง	4.29	0.69	สูง
รวม	3.32	0.66	ปานกลาง	3.53	0.62	สูง

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

จากตารางที่ 4.14 จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลในแบบวัดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ พบว่าโดยภาพรวมแล้วนักเรียนมีเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{X}$= 3.32) และเมื่อนักเรียนได้เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน พบว่าโดยภาพรวมแล้วนักเรียนมีเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับสูง ($\bar{X}$=3.53)

บทที่ 5
สรุป อภิปราย และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อพัฒนาแบบจำลองทางความคิด เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยขอนำเสนอดังต่อไปนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อพัฒนาแบบจำลองทางความคิด เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาภรณราชวิทยาลัย บุรีรัมย์ จำนวน 24 คน ผลการสรุปการวิจัยมีดังต่อไปนี้

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

5.1.1 แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ในรายวิชาฟิสิกส์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ มีประสิทธิภาพของกระบวนการและประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_1/E_2) เท่ากับ 90.13/87.87 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ (90/90)

5.1.2 ผลการศึกษาแบบจำลองทางความคิดด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน วิชาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ นักเรียนมีแบบจำลองทางความคิด 3 ประเภทที่ใช้ในการบรรยายและอธิบายปรากฏการต่างๆ ในทั้งระดับมหภาคและระดับจุลภาคได้ ทำให้นักเรียนสามารถพัฒนาแบบจำลองทางความคิดเรื่องการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ที่สอดคล้องกับแบบจำลองวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้น

5.1.3 ผลการศึกษาเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ โดยจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ค่าเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์หลังเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 3.53 (S = 0.62) มีเจตคติในระดับสูง

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

การศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อพัฒนาแบบจำลองทางความคิด เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 อภิปรายผลการวิจัยได้ดังนี้

5.2.1 ระดับความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก และค่าประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานในรายวิชาฟิสิกส์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ เท่ากับ 90.13/87.87 นั่นคือ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานส่งผลให้นักเรียนในรายวิชาฟิสิกส์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ส่งผลให้นักเรียนมีแบบจำลองทางคิดระหว่างการจัดการเรียนรู้ร้อยละ 90.13 และนักเรียนมีแบบจำลองทางความคิดหลังเรียนร้อยละ 87.87 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 90/90 โดยสามารถพัฒนาแบบจำลองทางความคิดของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2556) กล่าวถึงการยอมรับประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ว่าหลังจากที่ทดลองภาคสนามไปแล้ว นำค่าประสิทธิภาพมาเทียบกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ เพื่อดูว่าสมควรที่จะยอมรับประสิทธิภาพหรือไม่ ในการยอมรับประสิทธิภาพให้ถือ ค่าความแปรปรวนที่ ±2.5% -± 5% หากค่าที่ได้สูงกว่าเกณฑ์ ±2.5 ให้ปรับเกณฑ์ขึ้นอีกหนึ่งขั้น จากค่าประสิทธิภาพ E_1/E_2 ของแผนการจัดการเรียนรู้นี้ พบว่าค่า E_1 มีความแปรปรวนที่ 2.13 ค่า E_2 มีความแปรปรวน + 0.13 ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพเท่ากับเกณฑ์และสามารถยอมรับได้ค่า E_1/E_2 นักเรียนมีพฤติกรรมมีการเปลี่ยนพฤติกรรมต่อเนื่องตามลำดับ เพราะสื่อหรือกระบวนการจัดการเรียนรู้ได้รับการออกแบบและพัฒนาอย่างมีประสิทธิภาพแล้ว ค่า E_1 และ E_2 ที่คำนวณได้มีค่าใกล้เคียงกันและห่างกันไม่เกินร้อยละ 5 (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2520) ทั้งนี้เนื่องจาก ผู้วิจัยได้สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ยึดตามทฤษฎีการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานของ (Buckley, et al., 2004) ได้ระบุขั้นตอนของการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานไว้เป็นวัฏจักร ซึ่งยังสอดคล้องกับนักการศึกษาท่านอื่นที่กล่าวว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานนั้นเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนได้สร้างและปรับปรุงแบบจำลองเพื่อทำความเข้าใจและอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆที่ศึกษาทั้งนี้กรอบแนวคิดและขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องเป็นวัฏจักรอีกด้วย (Maia and Justi, 2009) ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานนั้นทำให้ผู้เรียนได้เกิดทักษะรวมถึงทำให้ผู้เรียนได้เข้าใจบทเรียนที่เป็นนามธรรมให้เห็นเป็นรูปธรรมมากยิ่งขึ้น ซึ่งผลดังกล่าวเนื่องมาจากนักเรียนให้ความสนใจในกิจกรรมการเรียนมากยิ่งขึ้น ส่งผลให้นักเรียนมีผลการวัดแบบจำลองทางความคิดมีการ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

พัฒนาขึ้นอย่างน่าพอใจ ทั้งนี้เนื่องจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานให้ความสำคัญกับการใช้คำถามจนทำให้นักเรียนเกิดข้อสงสัยนำไปสู่ความสนใจที่จะลงมือปฏิบัติเพื่อแสวงหาความรู้ในการตอบคำถามทางวิทยาศาสตร์ อีกทั้งเป็นการตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียน มีการจัดกิจกรรมที่หลากหลายให้นักเรียนได้มีการลงมือปฏิบัติจริง เพื่อให้นักเรียนได้สังเกตผลที่เกิดขึ้น นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์แลกเปลี่ยนเรียนรู้ความคิดเห็นซึ่งกันและกัน ได้ตรวจสอบแนวคิดว่าเป็นแนวคิดที่ถูกต้องไม่มีความคลาดเคลื่อน นักเรียนได้ออกแบบและแสดงแบบจำลองที่ตนเองสร้างขึ้น จากนั้นสามารถขยายผลนำแบบจำลองนั้นไปใช้เป็นพื้นฐานในการเรียนในแนวคิดใหม่ได้ นอกจากนี้การจัดการเรียนรู้ยังใช้สื่อที่หลากหลาย เช่น การได้ทดลองใช้โปรแกรมจำลองสถานการณ์ การได้ทดลองสร้างแบบจำลองชุดยิงแบบโพรเจกไทล์ และการได้สร้างแบบจำลองทางความคิดในเชิงสัญลักษณ์และเชิงปริมาณ

5.2.2 จากการศึกษาแบบจำลองทางความคิดเรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า ก่อนเรียนสามารถจำแนกแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนออกมาได้ 2 ประเภท โดยที่นักเรียนส่วนใหญ่มีแบบจำลองประเภทที่ 1 ซึ่งประเภทที่ 1 เรียนแสดงแบบจำลองทางความคิดและอธิบายเหตุผลไม่สอดคล้องกับความเข้าใจเกี่ยวกับแบบจำลองเชิงวิทยาศาสตร์และเป็นแบบจำลองเชิงปรากฏการณ์ (Phenomenon Model) และบางส่วนมีแบบจำลองเชิงสัญลักษณ์ (Symbol Model) โดยแบบจำลองที่ไม่สอดคล้องกับความเข้าใจเชิงวิทยาศาสตร์มากที่สุดในหัวข้อย่อยเรื่อง การออกแบบแบบจำลองที่สามารถอธิบายการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์มากที่สุดและ ความสัมพันธ์ของปริมาณที่เกี่ยวข้องของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ เช่น นักเรียนไม่สามารถวิเคราะห์การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ได้ว่าเป็นแนวการเคลื่อนที่แยกการพิจารณาแนวดิ่ง (แกน Y) และแนวราบ (แกน X) ที่เป็นอิสระต่อกันได้ซึ่ง บอกมาเฉพาะการเคลื่อนที่ในแนวดิ่งหรือการเคลื่อนที่ในแนวราบอย่างใดอย่างหนึ่งและไม่สามารถสรุปความสัมพันธ์ของปริมาณที่เกิดขึ้นได้ว่ามีความเกี่ยวข้องกันอย่างไร เนื่องจากนักเรียนไม่สามารถสร้างแบบจำลองทางความคิดที่สอดคล้องกับแบบจำลองวิทยาศาสตร์ได้ สาเหตุเนื่องจากนักเรียนไม่มีความรู้เดิมในเรื่องเหล่านี้มาก่อน แต่หลังจากนักเรียนได้เรียนรู้จากการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานแล้ว พบว่านักเรียนสามารถสร้างแบบจำลองทางความคิดได้หลากหลาย โดยพบแบบจำลองทางความคิดทั้งหมด 3 ประเภท ซึ่งนักเรียนมีการแสดงแบบจำลองทางความคิดและอธิบายเหตุผลได้สอดคล้องบางส่วนกับความเข้าใจเกี่ยวกับแบบจำลองเชิงวิทยาศาสตร์ได้เพิ่มขึ้นในทุกหัวข้อย่อย เนื่องจากในกิจกรรมการเรียนรู้ได้ส่งเสริมให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมที่หลากหลาย ได้ลงมือ

มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ปฏิบัติจริง มีปฏิสัมพันธ์และแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน โดยการสร้างแบบจำลองทางความคิด (Mental Model)นั้นจะสะท้อนถึงความคิดความเข้าใจหรือการรับรู้ของบุคคลที่สร้างขึ้นจากการนำข้อมูลใหม่ที่ได้มาผนวกเข้ากับความรู้เดิม (Coll and Treagust, 2003) ซึ่งแบบจำลองทางความคิดเป็นส่วนสำคัญในการสร้างมโนมติทางการเรียนของนักเรียน (Glynn and Duit, 1995) ดังนั้น นักเรียนจะต้องสร้างแบบจำลองทางความคิดของตนเองขึ้นมาเพื่อทำความเข้าใจมโนมติที่สัมผัสไม่ได้และมองไม่เห็นให้สามารถเชื่อมโยงเข้ากับโลกในระดับมหภาคให้ได้ (Johnstone, 1993) ซึ่งกระบวนการสร้างสิ่งที่มองไม่เห็นให้มีความสมเหตุสมผลจึงเป็นเรื่องที่ค่อนข้างยาก อย่างไรก็ตาม แบบจำลองทางความคิดเป็นสิ่งที่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ กล่าวคือ เมื่อแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนไม่สามารถอธิบายปรากฏการณ์ในบริบทใหม่ได้ นักเรียนก็จะปรับปรุงแบบจำลองทางความคิดใหม่เพื่อให้เข้าสถานการณ์ใหม่ หรือเมื่อนักเรียนได้รับข้อมูลใหม่เข้ามา นักเรียนจะสกัดข้อมูลที่เป็นประโยชน์และใช้ในการปรับปรุงแบบจำลองทางความคิดเดิมให้สอดคล้องกับความเข้าใจหรือให้ถูกต้องมากที่สุดตามความคิดของนักเรียน (Glynn and Duit, 1995, KoZma and Russell, 1997: Yang,Andre and Greenbowe, 2003 อ้างใน ศักดิ์ศรี สุภาษ 2555) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Prescott และ (Mitchelmore, 2004) ที่พบว่าลักษณะการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์มีแบบจำลองความคิดที่คลาดเคลื่อนอาจเกิดจากประสบการณ์ในชีวิตประจำวัน นอกจากนี้แรงยังมีความสำคัญต่อการเคลื่อนที่เพราะเป็นการเคลื่อนที่ภายใต้แรงดึงของโลกเพียงอย่างเดียว วิถีการเคลื่อนที่เป็นโค้งพาราโบลา ซึ่งเกิดจากการเคลื่อนที่ทั้งแนวระดับและแนวดิ่งพร้อมกัน จึงเป็นหัวข้อยากในการทำความเข้าใจของนักเรียน ถึงแม้ว่านักเรียนจะเห็นปรากฏการณ์การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ในชีวิตประจำวันได้ง่าย เช่นการเคลื่อนที่ของลูกบอลที่ถูกแตะโด่ง การเคลื่อนที่ของลูกบาสเกตบอลที่ถูกโยนเข้าห่วง แต่การจัดการเรียนรู้ในห้องเรียนจำเป็นต้องเห็นทั้งปรากฏการณ์และข้อมูลเชิงตัวเลขเพื่อให้เข้าใจฟิสิกส์อย่างลึกซึ้ง (Wee et al., 2012) ดังนั้นลักษณะของการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานมีการสร้างสถานการณ์สนใจเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนสร้างแบบจำลองทางความคิดเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น ซึ่งการสร้างสถานการณ์ที่น่าสนใจประกอบกับการใช้คำถามจะช่วยให้นักเรียนเกิดความอยากรู้และลงมือสร้างแบบจำลองของตนเองหรือของกลุ่มซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ (สราวุธ แท่นจินดารัตน์, 2559) ที่พบว่าเมื่อจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะความรู้ที่ใช้แบบจำลองเป็นฐานช่วยพัฒนาแบบจำลองทางความคิด เรื่องพันธะโคเวเลนต์ของนักเรียนให้สอดคล้องกับแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์มากขึ้นโดยแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ควรเน้นการสร้างแบบจำลอง

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ที่หลากหลาย และเปิดโอกาสให้นักเรียนนำเสนอแบบจำลองทางความคิดออกมาในรูปวาด เพราะจะส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้เรียนรู้สิ่งที่เป็นรูปธรรมมากยิ่งขึ้น เนื่องจากการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์นั้นนักเรียนเข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แต่นักเรียนไม่สามารถเชื่อมโยงระหว่างสิ่งที่เป็นรูปธรรมและนามธรรมเข้าด้วยกันได้จึงส่งผลให้ผู้เรียนไม่สามารถวิเคราะห์โจทย์การคำนวณได้และแบบจำลองทางความคิดคลาดเคลื่อนเป็นส่วนมาก ดังนั้นการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานนั้นจะช่วยเน้นให้ผู้เรียนแสดงแบบจำลองทางความคิดของตนเองออกมาในรูปแบบ ภาพวาด สัญลักษณ์ หรือภาษา ซึ่งการแสดงออกแบบจำลองจะทำให้นักเรียนเกิดการเปรียบเทียบแบบจำลองของตนเองและของเพื่อนนักเรียนจะได้เห็นจุดเด่นและจุดด้อยนำไปสู่การแก้ไขแบบจำลองให้สามารถอธิบายปรากฏการณ์ที่ศึกษาได้ดียิ่งขึ้น (ชัยยนต์ ศรีเชียงหา, 2554) เพื่อช่วยจัดระบบความคิดของผู้เรียนให้เห็นภาพและเข้าใจวิชาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์มากยิ่งขึ้น

5.2.3 เจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ จากการวิจัยพบว่า เจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน โดยภาพรวมแล้วนักเรียนมีเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับสูง ($\overline{X}$= 3.53) ทั้งนี้เนื่องจากรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานได้เน้นให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมที่หลากหลาย เช่น การทดลอง การสร้างแบบจำลอง การทดสอบแบบจำลอง การใช้กิจกรรมอุปมาอุปมัย ซึ่งเป็นกิจกรรมที่นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง ได้ผลที่เกิดขึ้นจริง นักเรียนได้ทำกิจกรรมกลุ่มทำให้เกิดปฏิสัมพันธ์และการอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน นอกจากนี้การจัดการเรียนรู้ยังเน้นให้นักเรียนได้สร้างและแสดงออกแบบจำลองและประเมินแบบจำลองที่สร้าง ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนเกิดความสนุกสนาน สนใจที่จะเรียนรู้ จากลักษณะกิจกรรมดังกล่าวส่งผลทำให้นักเรียนเกิดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ที่สูงขึ้น จากผลการศึกษาดังกล่าวอาจมีสาเหตุมาจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ซึ่ง (สสวท, 2545) ได้กล่าวว่า เจตคติต่อวิทยาศาสตร์เป็นความรู้สึกของบุคคลต่อวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นผลจากการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยผ่านกิจกรรมที่หลากหลาย โดยสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานที่มีการจัดกิจกรรมที่หลากหลายให้นักเรียนได้มีการลงมือปฏิบัติจริง เพื่อให้นักเรียนได้สังเกตผลที่เกิดขึ้น นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์แลกเปลี่ยนเรียนรู้ความคิดเห็นซึ่งกันและกัน การจัดการเรียนที่มีกิจกรรมที่สร้างสถานการณ์ที่น่าสนใจที่จะช่วยให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็นและได้แสดงความคิดในกลุ่มเพื่อนทำให้นักเรียนมีการพัฒนาตนเองเพื่อที่จะแสดงออกแบบจำลองทางความคิดเพื่อสร้างภาวะความเป็นผู้นำเป็นที่ยอมรับในกลุ่มเพื่อน ทั้งนี้รวมถึงการจัดกิจกรรม

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

กลุ่มโดยจัดกลุ่มสมาชิกคละความสามารถ มีทั้งผู้เรียนที่เก่ง ปานกลาง และอ่อน ทำงานที่ได้รับมอบหมายร่วมกัน ผู้เรียนได้ปรึกษาช่วยเหลือซึ่งกันและกัน โดยผู้เรียนที่เก่งจะช่วยเหลืออธิบายบทเรียนให้เพื่อนในกลุ่มเข้าใจ ส่วนรู้ผู้เรียนที่ไม่เก่งก็พยายามทำความเข้าใจบทเรียน ทำให้ผู้เรียนเกิดความซาบซึ้งใจของสมาชิกในกลุ่มและมีความภาคภูมิใจในความสำคัญของตนว่าเป็นส่วนหนึ่งของกลุ่มทำให้ผู้เรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงเจตคติโดยที่ ล้วน (สายยศและอังคณา สายยศ, 2543) กล่าวว่าเจตคติเกิดจากการเรียนรู้ ซึ่งแปลว่าเจตคตินำมาสอนกันให้เกิดขึ้นได้เหมือนเป็นบทเรียนนั้นเอง ดังนั้นการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานช่วยสร้างเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ให้เพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ (ชัยยนต์ ศรีเชียงหา, 2554) ผลการวิจัยพบว่าหลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานนักเรียนมีเจคติต่อวิชาเคมีเพิ่มขึ้นในทุกๆด้าน ได้แก่ ด้านเนื้อหาของวิชาเคมี ด้านกิจกรรมของวิชาเคมี ด้านคุณประโยชน์ของวิชาเคมี และด้านพฤติกรรมการแสดงออกเกี่ยวกับเคมี โดยก่อนเรียนและหลังเรียนนักเรียนมีเจคติต่อวิชาเคมีอยู่ในระดับปานกลาง โดยพบว่าด้านที่นักเรียนมีเจคติเพิ่มขึ้นมากที่สุดคือด้านกิจกรรมของวิชาเคมี ทั้งนี้เนื่องจากรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานได้เน้นให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมที่หลากหลาย เช่น การทดลอง การสร้างแบบจำลอง จากกิจกรรมดังกล่าวส่งผลทำให้นักเรียนมีเจคติต่อวิชาเคมีเพิ่มขึ้น และสอดคล้องกับงานวิจัยของ (Harrion and De Jong, 2005) ที่พบว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานช่วยให้ผู้เรียนเกิดความสนุกสนานและมีความสนใจในการเรียนมมากขึ้น แต่อย่างไรก็ตามยังพบว่าด้านที่นักเรียนมีเจคติน้อยที่สุดคือ การเห็นความสำคัญของวิชาวิทยาศาสตร์ทั้งนี้เนื่องจากนักเรียนส่วนใหญ่มองว่าวิชาฟิสิกส์เป็นวิชาที่ยากต่อการทำความเข้าใจ นักเรียนไม่สามารถประยุกต์ใช้แนวคิดหรือสัญลักษณ์ต่างๆ ทางฟิสิกส์ กล่าวคือไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้จากระดับจุลภาคไปสู่ระดับมหาภาคหรือจากระดับมหาภาคไปสู่ระดับจุลภาค ซึ่งส่งผลทำให้นักเรียนไม่สนใจในการศึกษาต่อทางด้านฟิสิกส์ในอนาคตหรือในระดับสูงต่อไป ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ (Salta and Tzougraki, 2004) และ (ชัยยนต์ ศรีเชียงหา, 2554) ที่พบว่านักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานมีเจตคติต่อวิชาเคมีเพิ่มขึ้นในทุกๆด้านได้แก่ ด้านเนื้อหาของวิชาเคมี ด้านกิจกรรมของวิชาเคมี ด้านคุณประโยชน์ของวิชาเคมี และด้านพฤติกรรมการแสดงความเกี่ยวกับเคมี โดยพบว่านักเรียนมีเจตคติเพิ่มขึ้นมากที่สุดคือด้านกิจกรรมของวิชาเคมี และนักเรียนมีเจตคติน้อยที่สุด คือด้านเนื้อหาของวิชาเคมี ซึ่งสอดคล้องกับผลที่ได้จากการเขียนอนุทินของนักเรียนหลังเรียน ที่พบว่านักเรียนชอบและมีความสุขที่ได้ทำกิจกรรมที่หลากหลายด้วยตนเอง ได้แสดงความคิดเห็นและแลกเปลี่ยนความรู้

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

กับเพื่อน ใช้สื่อการเรียนรู้ที่หลากหลายที่เรียนการเชื่อมโยงความรู้ทั้งในระดับมหภาคและระดับจุลภาค

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้

5.3.1.1 ครูผู้สอนควรสร้างบรรยากาศให้สมองเตรียมพร้อมก่อนการจัดการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความพร้อมก่อนการเรียนรู้ และส่งเสริมบรรยากาศในการเรียนรู้

5.3.1.2 การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานจำเป็นต้องใช้กิจกรรมเป็นส่วนใหญ่ในการจัดการเรียนการสอนจึงทำให้เวลาที่ใช้ในการทำวิจัยไม่เพียงพอ ซึ่งควรจะปรับกิจกรรมการเรียนเพื่อกระชับเวลาในการทำกิจกรรมและไม่ส่งผลต่อการเก็บข้อมูล

5.3.2 ข้อเสนอแนะเพื่อทำการวิจัยครั้งต่อไป

5.3.2.1 ผลการวิจัยพบว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานสามารถพัฒนาแบบจำลองทางความคิด เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ได้ ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานในเนื้อหาฟิสิกส์อื่นๆ เช่น แม่เหล็กไฟฟ้า คลื่น เสียง เป็นต้น

5.3.2.2 การเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อศึกษาผลของการจัดกิจกรรมเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานที่มีผลต่อการเรียนรู้ ควรเปรียบเทียบกลุ่มตัวอย่างที่ผ่านการเรียนรู้มาแล้วเพื่อให้ได้ข้อมูลในเชิงลึกกว่านี้

5.3.2.3 ควรทำการวิจัยแบบจำลองทางความคิดเรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ โดยใช้คำถามปลายเปิดเพื่อให้อิสระในการแสดงแบบจำลองทางความคิด รวมทั้งควรมีการกำหนดการตอบของนักเรียนให้ครบคลุมแบบจำลองทางความคิดทั้งมหภาค จุลภาค และสัญลักษณ์

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาคผนวก

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาคผนวก ก

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ในการวิจัย

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

(ตัวอย่าง)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

รายวิชา รหัส ว30101 ชื่อวิชา ฟิสิกส์พื้นฐาน จำนวน 1.5 หน่วยกิจ

เวลาเรียน 3 ชั่วโมง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 การเคลื่อนที่ใน 2 มิติ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

มาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้การแก้ปัญหารู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอนสามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆเข้าใจว่าวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีสังคมและสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

ผลการเรียนรู้

มีความรู้ความเข้าใจและการคำนวณในเรื่องการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์และการเคลื่อนที่แบบวงกลมพร้อมทั้งสังเคราะห์ความรู้เพื่อประโยชน์ต่อการอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นได้

จุดประสงค์การเรียนรู้ (K-P-A)

1. อธิบายความหมายของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ (K)
2. วิเคราะห์การเคลื่อนที่ในแนวดิ่งและการเคลื่อนที่ในแนวระดับออกจากกันได้ (K)
3. ทดลองเกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์และสรุปได้ว่า แนวการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์เป็นเส้นโค้งพาราโบลา (P)
4. สร้างแบบจำลองเพื่อแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณต่าง ๆ ของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์โดยพิจารณาจากการเคลื่อนที่ในแนวดิ่งด้วยความเร่งคงตัวและการเคลื่อนที่ในแนวระดับด้วยความเร็วคงตัว (P)
5. นำเสนอและพัฒนาแบบจำลองเพื่ออธิบายความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณต่าง ๆ ของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ (P)

สาระสำคัญ

การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ (projectile motion) เป็นการเคลื่อนที่ของวัตถุในแนวเส้นโค้งพาราโบลา ถ้าไม่คิดแรงต้านอากาศ การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ประกอบด้วยการเคลื่อนที่ในแนวดิ่งและแนวระดับที่เป็นอิสระต่อกัน การเคลื่อนที่แนวดิ่งเป็นการเคลื่อนที่ภายใต้แรงโน้มถ่วงของโลกเพียงแรงเดียว หรือการตกแบบเสรี ซึ่งมีความเร่งคงตัว g ส่วนการเคลื่อนที่แนวระดับไม่มีแรงกระทา จึงเป็นการเคลื่อนที่ที่มีความเร็วคงตัว

สถาบันวิทยบริการ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

สาระการเรียนรู้

1. ด้านความรู้

1.1 การเคลื่อนที่แนวระดับและแนวดิ่งของโพรเจกไทล์

2. ด้านทักษะกระบวนการ

2.1 เขียนแผนผังมโนทัศน์เกี่ยวกับ การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์วางแผน ออกแบบทดลอง วิเคราะห์ อภิปราย พร้อมทั้งนำเสนอข้อสรุป

กระบวนการจัดการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างแบบจำลองทางความคิด (Produce Mental Model)

1.1 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มยืนเป็นวงกลมเล่นเกมส่งลูกบอล โดยการโยนต่อกันไปเรื่อย ๆ แล้วกลุ่มไหน ส่งผ่านมือได้มากที่สุดในเวลา 0.5 วินาที

1.2 ครูตั้งคำถาม

- ลูกบอลที่โยนในแต่ละครั้ง มีวิถีการเคลื่อนที่มีลักษณะใด ให้นักเรียนวาดรูปลงสมุด (วิถีโค้ง)
- เราได้ออกแรงกระทำต่อลูกบอลขณะโยนหรือไม่ (ออกแรง)
- ขณะที่ลูกบอลลอยในอากาศมีแรงกระทำต่อลูกบอลหรือไม่ ถ้ามีคือแรงอะไร (มีแรงดึงดูดของโลกมากระทำ)
- การเคลื่อนของลูกบอลขณะลอยในอากาศที่นี้เรียกว่าการเคลื่อนที่แบบใด (การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

1.3 นักเรียนทำใบงานที่ 1.1 ตรวจสอบความรู้พื้นฐาน

1.4 ครูเฉลยใบงาน พิจารณาร้อยละของนักเรียนที่ผ่านเป็นรายข้อ เพื่อทบทวนและส่งเสริมขณะจัดกิจกรรมการเรียนต่อไป

ขั้นที่ 2 ขั้นแสดงออกแบบจำลอง (express model)

2.1 ครูตั้งคำถาม

- ลูกบอลที่เราโยนจะตกใกล้หรือไกลขึ้นกับปริมาณใด (ไม่เฉลยคำตอบจนกว่าจะค้นหาคำตอบจากการทำกิจกรรม)
- ถ้าเราจะศึกษาการเคลื่อนที่ของลูกบอล เราจะศึกษาอย่างไร จึงจะง่ายที่สุด ร่วมกันอภิปรายจนได้ข้อสรุปว่า ศึกษาจากเงาของวัตถุขณะเคลื่อนที่ ซึ่งสามารถแยกออกกี่ระนาบ (2 ระนาบ คือเงาในแนวดิ่ง กับเงาในแนวระดับ)
- การเคลื่อนที่แนวราบกับการเคลื่อนที่แนวดิ่งมีปริมาณใดใช้ร่วมกัน (เวลา)

- การกระจัดแนวราบกับการกระจัดในแนวดิ่งสัมพันธ์กันอย่างไร (ไม่เฉลยคำตอบจนกว่าจะค้นหาคำตอบจากการทำกิจกรรม) ดังนั้นเราศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการกระจัดในแนวระดับกับการกระจัดในแนวดิ่งกัน

2.2 นักเรียนจัดกลุ่ม 6 กลุ่ม กลุ่มละ 4 คน โดยให้คละกันระหว่างนักเรียนที่ มีพื้นฐานความรู้เดิมในระดับเก่ง ปานกลางและอ่อน

2.3 เมื่อนักเรียนตอบคำถามข้างต้นแล้ว ให้แต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษาการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์และออกแบบการทดลองจากการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ (ใบกิจกรรมที่ 1.1) เพื่ออธิบายการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

2.4 จากการทดลองที่นักเรียนแต่ละกลุ่มออกแบบเพื่ออธิบายการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการกระจัดในแนวระดับกับการกระจัดในแนวดิ่งกัน

2.5 ให้ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายผลที่ได้จากการทดลองในชั้นเรียน

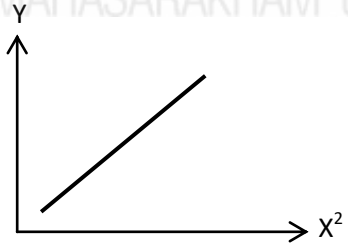
ขั้นที่ 3 ขั้นทดสอบแบบจำลอง (Test Model)

3.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายแบบจำลองของตนว่าเหมือนหรือแตกต่างจากแบบจำลองของเพื่อนที่นำเสนอหน้าห้องหรือไม่ จนได้ข้อสรุปว่า

3.1.1 จากกราฟ 1แสดงแนวการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์เป็นการเคลื่อนที่วิถีโค้ง

3.1.2 จากกราฟ 2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง y และ x^2 ดังกราฟ แสดงให้เห็นความสัมพันธ์ ว่า y แปรผันตรงกับ x^2

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



ภาพที่ 1 กราฟความสัมพันธ์การกระจัดในแนวดิ่ง y กับการกระจัดในแนวระดับยกกาลังสอง x2

y แปรผัน x^2

$y = kx^2$ เป็นสมการพาราโพลา

สรุป การกระจัดในแนวดิ่งกับการกระจัดแนวระดับมีความสัมพันธ์กันแบบพาราโบลา ดังนั้น การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์เป็นการเคลื่อนที่วิถีโค้งพาราโบลา

ขั้นที่ 4 ขั้นประเมินแบบจำลอง (evaluation model)

4.1 นักเรียนร่วมกันอภิปรายภายในกลุ่มเกี่ยวกับแบบจำลองของนักเรียนนั้นสามารถอธิบายการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ได้หรือไม่

4.2 นักเรียนร่วมกันระดมสมองพิจารณาโปรแกรมการทดลองเสมือนจริงที่ 1 เรื่องการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ดังภาพที่ 2 ครูตั้งคำถามว่าถ้าความเร็วคงตัวความสูงต่างกัน กรณีใดที่จะทำให้ลูกปืนตกไกลที่สุด (ไม่เฉลยคำตอบจนกว่าจะสาธิตเสร็จแล้วร่วมกันอภิปราย) ครูสุ่มนักเรียนมา 2 คน เพื่อมาทำการเลือกความสูงตามต้องการ โดยโปรแกรมสามารถปรับความเร็วต้นคงตัว มวล ความเร่ง วัตถุได้

ภาพที่ 2 การทดลองเสมือนจริงการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

ที่มา : file:///C:/Users/User/Downloads/projectile-motion_en.html

4.3 ให้นักเรียนอภิปรายว่าถ้าความเร็วคงตัวความสูงต่างกันระยะความสูงเท่าใดวัตถุจะเคลื่อนที่ตกไกลกว่ากัน (ระยะที่ตกถึงพื้นแปรผันตรงกับความสูง)

4.4 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายแล้วสรุปความรู้ที่ได้จากการทำแบบจำลอง

ขั้นที่ 5 ขั้นขยายแบบจำลอง (elaborate model)

5.1 นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายและสรุปพัฒนาการของแบบจำลองความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ โดยพิจารณาจากการเคลื่อนที่ในแนวดิ่งด้วยความเร่งคงตัว

5.2 จากนั้นครูนำเครื่องยิงเหรียญขึ้นมาบนโต๊ะและอธิบายวิธีใช้ หลังจากนั้นครูตั้งคำถาม (ไม่เฉลยคำตอบจนกว่าจะสาธิตเสร็จแล้วร่วมกันอภิปราย)

5.2.1 เหรียญทั้งสองจะมีลักษณะการเคลื่อนที่เหมือนหรือต่างกันอย่างไร

5.2.2 เหรียญทั้งสองตกถึงพื้นพร้อมกันหรือไม่

5.3 ตัวแทนนักเรียนสาธิตการยิงเหรียญ หลังจากนั้นครูถามคำถามตามข้อ 5.1.1 กับข้อ 5.1.2 อีกครั้งร่วมกันอภิปราย

5.3.1 เหรียญที่อยู่ด้านหน้าจะเคลื่อนที่ออกจากโต๊ะในแนวระดับ เมื่อหลุดจากขอบโต๊ะจะเคลื่อนที่โพรเจกไทล์ ส่วนเหรียญที่อยู่ด้านหลังจะเคลื่อนที่ตกลงในแนวดิ่ง

5.3.2 เหรียญทั้งสองตกถึงพื้นพร้อมกัน แสดงว่าเหรียญทั้งสองเหรียญใช้เวลาร่วมกัน

5.4 ความเร็วต้นของเหรียญทั้งสองแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร (เหรียญที่ตกในแนวดิ่งมีความเร็วต้นเป็นศูนย์ และเหรียญที่เคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์มีความเร็วในแนวระดับ)

5.5 ครูตั้งคำถาม ถ้าออกแรงยิงมากกว่าเดิม เหรียญทั้งสองตกถึงพื้นพร้อมกันหรือไม่ (พร้อมกัน) และเหรียญใช้เวลาในการลอยในอากาศเท่าการทดลองครั้งแรกหรือไม่ (เท่ากัน) เหรียญที่อยู่ด้านหน้าเครื่องยิงตกห่างจากขอบโต๊ะในแนวระดับเท่ากันหรือไม่ อย่างไร (ไม่เท่ากัน เหรียญที่ออกแรงยิงมากกว่าจะเคลื่อนที่ได้ไกลกว่า) สาเหตุใดที่ทาให้เหรียญอันที่ออกแรงยิงมากเคลื่อนที่ได้ไกลกว่า

5.6 นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาเพิ่มเติมจากอินเทอเน็ต การเคลื่อนที่ในแนวระดับและแนวดิ่งในการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ครูตั้งคำถาม สาเหตุใดที่ทำให้เหรียญอันที่ออกแรงยิงมากเคลื่อนที่ได้ไกลกว่า (วัตถุตกใกล้หรือไกลขึ้นอยู่กับความเร็วในแนวระดับกับเวลาที่ลอยในอากาศ) แล้วลงมือทำใบงานที่ 1.2

5.7 จากความสัมพันธ์ของแบบจำลองที่นักเรียนสร้างขึ้นมีการเปลี่ยนแปลงไปหรือไม่เมื่อมีการขยายแบบจำลองโดยให้นักเรียนทำแผนผังมโนทัศน์ (Concept Mapping) เรื่อง การเคลื่อนที่แนวระดับและแนวดิ่งของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ตามแบบวัดแบบจำลองที่ 1

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

วัสดุอุปกรณ์ และสื่อการเรียนรู้

1. ลูกบอล สี ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 เซนติเมตร
2. ชุดทดลองการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์
3. สถานการณ์การจำลองเสมือนจริง PhET
4. ใบงานที่ 1.1 ทบทวนความรู้พื้นฐาน
5. ใบงานที่ 1.2 สร้างสถานการณ์ วาดรูป สร้างโจทย์ปัญหาและวิธีการหาคำตอบ
6. ใบกิจกรรมที่ 1.1
7. แบบวัดแบบจำลองที่ 1

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

ผลการเรียนรู้	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การให้คะแนน
1.อธิบายความหมายของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ (K)	- ใบงานที่ 1.1 - ใบงานที่ 1.2	ผ่านเกณฑ์การวัดร้อยละ 90 ขึ้นไป
2. วิเคราะห์การเคลื่อนที่ในแนวดิ่งและการเคลื่อนที่ในแนวระดับออกจากกันได้ (K)	- ใบงานที่ 1.2	ผ่านเกณฑ์การประเมินในระดับดีมาก
3. ทดลองเกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์และสรุปได้ว่า แนวการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์เป็นเส้นโค้งพาราโบลา (P)	-ใบกิจกรรมที่ 1.1	ผ่านเกณฑ์การวัดร้อยละ 90 ขึ้นไป
4. สร้างแบบจำลองเพื่อแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณต่าง ๆ ของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์โดยพิจารณาจากการเคลื่อนที่ในแนวดิ่งด้วยความเร่งคงตัวและการเคลื่อนที่ในแนวระดับด้วยความเร็วคงตัว (P)	- แบบวัดแบบจำลองที่ 1 - แบบประเมินการสร้างแบบจำลอง	ผ่านเกณฑ์การประเมินในระดับดีมาก
5. นำเสนอและพัฒนาบบจำลองเพื่ออธิบายความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณต่าง ๆ ของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ (P)	- ประเด็นการซักถามและการอภิปรายในห้องเรียน - แบบประเมินการสร้างแบบจำลอง	ผ่านเกณฑ์การประเมินในระดับดี

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บันทึกหลังการสอน

ผลการจัดการเรียนการสอน

……

……

……

……

……

……

……

……

……

ปัญหา/ อุปสรรค

……

……

……

……

……

……

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

แนวทางแก้ไข

……

……

……

……

……

……

ลงชื่อ……(ผู้บันทึก)

(นางสาวปิยธิดา ฤทธิรณ)

……/……...../……..

ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของครูพี่เลี้ยง

……

……

……

……

(ลงชื่อ).....ครูพี่เลี้ยง

(……..)

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

ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

……

……

……

……

(ลงชื่อ).....หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้

(……)

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

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของรองฝ่ายบริหาร

……

……

……

……

.

(ลงชื่อ).....

(……)

รองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ

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

แบบประเมินเมินการสร้างแบบจำลอง

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/…… ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561

เลขที่	ชื่อ- สกุล	รายการประเมิน			รวม	สรุป	
		1 (4)	2 (4)	3 (4)		ผ่าน	ไม่ผ่าน
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ลงชื่อ ..... ผู้ประเมิน

(นางสาวปิยธิดา ฤทธิรณ)

วันที่ ...../...../.....

แบบประเมินการสร้างแบบจำลอง

รายการประเมิน

1. สรุปความรู้ได้ถูกต้อง ครบตรงประเด็น
2. การเชื่อมโยงความรู้ได้ถูกต้องตามลำดับขั้นความสัมพันธ์
3. มีความคิดสร้างสรรค์ในการเขียนผังความคิด

เกณฑ์การประเมินระดับคุณภาพ

รายการประเมิน	คำอธิบายระดับคุณภาพ			
	4 (ดีมาก)	3 (ดี)	2 (พอใช้)	1 (ปรับปรุง)
1. สรุปความรู้ได้ถูกต้อง ครบตรงประเด็น	สามารถสรุปความรู้ได้ครบและตรงประเด็นและถูกต้องทุกหัวข้อ	สามารถสรุปความรู้ได้ครบตรงประเด็นและมีความถูกต้องเป็นส่วนใหญ่	สรุปความรู้ไม่ครบทุกประเด็น	สรุปความรู้ไม่ถูกต้อง
2. การเชื่อมโยงความรู้ได้ถูกต้องตามลำดับขั้นความสัมพันธ์	สามารถเชื่อมโยงความรู้ได้ถูกต้องตามลำดับความสัมพันธ์	สามารถเชื่อมโยงความรู้ได้ และลำดับความ สัมพันธ์ได้ค่อนข้างครบ	สามารถเชื่อมโยงความรู้และลำดับความสัมพันธ์ได้บ้าง	สามารถเชื่อมโยงความรู้ได้ แต่ไม่เป็นไปตามลำดับความสัมพันธ์
3. มีความคิดสร้างสรรค์ในการเขียนผังความคิด	สามารถเขียนผังความคิดได้ในรูปแบบที่ถูกต้องและสวยงาม	สามารถเขียนผังความคิดได้ถูกต้องและมีข้อบกพร่องเพียงเล็กน้อย	สามารถเขียนผังความคิดได้ และมีข้อบกพร่องเป็นบางส่วน	สามารถเขียนผังความคิดได้ แต่ขาดรูปแบบและความสวยงาม

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

คะแนนตัดสินระดับคุณภาพ

คะแนน	คุณภาพ
10 - 12	ดีมาก
7 – 9	ดี
4 – 6	พอใช้
1 – 3	ควรปรับปรุง

แบบประเมินใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

คำชี้แจง ให้ผู้สอนประเมินจากการสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนในการปฏิบัติกิจกรรมโดยให้ระดับคะแนนลงในตารางที่ตรงกับพฤติกรรมของผู้เรียน

ลำดับที่	ชื่อ-สกุล	รายการประเมิน					คะแนนที่ได้ (15)	คะแนนเต็ม (5)
		วิธีดำเนินการทดลอง (3)	การปฏิบัติการทดลอง (3)	ความชำนาญขณะปฏิบัติการทดลอง (3)	การสรุปผลการทดลอง (3)	การตอบคำถามท้ายการทดลอง(3)		
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ลงชื่อ ..... ผู้ประเมิน

(นางสาวปิยธิดา ฤทธิรณ)

วันที่ ...../...../.....

เกณฑ์การประเมินในการปฏิบัติการทดลอง

รายการประเมิน	ระดับการให้คะแนน		
	3 = ดีมาก	2 = ดี	1 = ปรับปรุง
1. วิธีดำเนินการทดลอง	กำหนดวิธีการขั้นตอน เลือก ใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ได้อย่างเหมาะสม	กำหนดวิธีการ ขั้นตอน เลือก ใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ยังไม่เหมาะสม	ต้องให้ความช่วยเหลือบ้างในกำหนดวิธีการ ขั้นตอน เลือกใช้เครื่องมือและอุปกรณ์
2. การปฏิบัติการทดลอง	ปฏิบัติการทด ลองตามขั้นตอน และใช้อุปกรณ์ต่างๆ ได้ถูกต้อง	ปฏิบัติการทด ลองตามขั้นตอน และใช้อุปกรณ์ต่างๆ ได้ถูกต้องเมื่อได้รับคำแนะ นำบ้าง	ต้องได้รับคำ แนะนำมากๆในการปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอน และใช้อุปกรณ์ต่างๆ ได้ถูกต้อง
3. ความชำนาญในการปฏิบัติการทดลอง	มีความชำนาญในการปฏิบัติการทดลองใช้อุปกรณ์ได้อย่างถูกต้อง และเสร็จตามกำหนด เวลา	มีความชำนาญในการปฏิบัติ การทดลองใช้อุปกรณ์ แต่ต้องให้คำแนะนำจึงจะเสร็จตามกำหนดเวลา	ต้องให้ความช่วยเหลือในการปฏิบัติการทดลอง และการใช้อุปกรณ์ จึงจะเสร็จตามกำหนด เวลา
4. การสรุปผลการทดลอง	บันทึก และสรุป ผลการทดลองได้ถูกต้องและชัดเจน	บันทึก และสรุป ผลการทดลองถูกต้องบ้างแต่ยังไม่ชัดเจน	บันทึก และสรุป ผลการทดลองไม่ถูกต้องและไม่ชัดเจน
5. การตอบคำถามท้ายการทดลอง	ตอบได้ถูกต้องทั้งหมด	ตอบได้ถูกต้องแต่ไม่ครบทุกข้อคำถาม	ตอบได้แต่ยังไม่ถูกต้อง

เกณฑ์ที่ใช้ในการให้คะแนนจากการเปลี่ยนระดับ คือ

ดีมาก เท่ากับ 3 ได้คะแนนเท่ากับ 12-15 คะแนน

ดี เท่ากับ 2 ได้คะแนนเท่ากับ 7-11 คะแนน

ปรับปรุง เท่ากับ 1 ได้คะแนนเท่ากับ 0-6 คะแนน

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ใบงานที่ 1.1 ทบทวนความรู้พื้นฐาน

ชื่อ.....ชั้น ม. 4/.....เลขที่.....

1. ทบทวนความหมายและสัญลักษณ์ (ให้เติมคำในช่องว่าง) (1.5 คะแนน)

1.1 ระยะทาง คือ.....ใช้สัญลักษณ์.....เป็นปริมาณ.....

1.2 ระยะกระจัด คือ .....ใช้สัญลักษณ์.....เป็นปริมาณ.....

1. 3 อัตราเร็ว คือ .....ใช้สัญลักษณ์.....เป็นปริมาณ.....

1.4 ความเร็ว คือ .....ใช้สัญลักษณ์.....เป็นปริมาณ.....

1.5 อัตราเร่ง คือ .....ใช้สัญลักษณ์.....เป็นปริมาณ.....

1.6 ความเร่ง คือ .....ใช้สัญลักษณ์.....เป็นปริมาณ.....

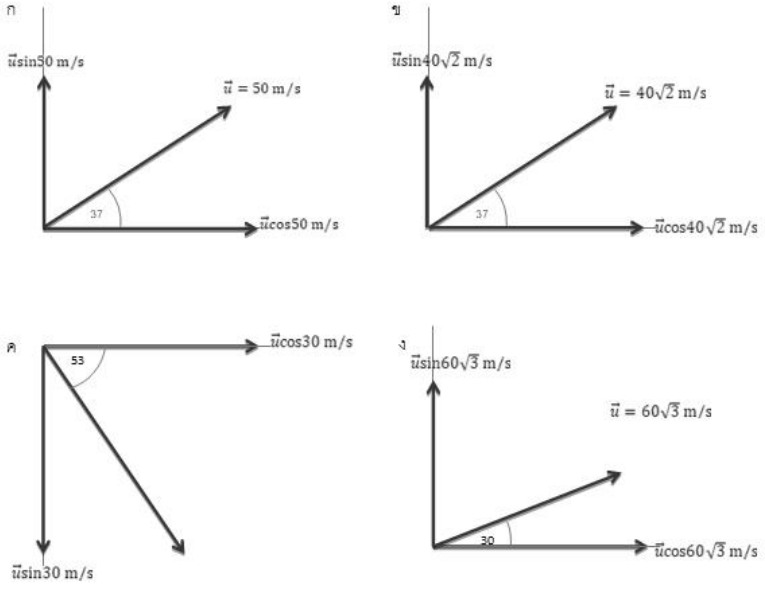
2. ทบทวนสูตร (ให้เติมสัญลักษณ์ตัวแปรให้สมบูรณ์) (2.5 คะแนน)

ความเร็วคงที่	ความเร่งคงที่	
	การเคลื่อนที่แนวระดับ	การเคลื่อนที่แนวดิ่งอิสระ (a=g)

3. ทบทวนการแตกความเร็วให้เป็นความเร็วประกอบในแนวแกน x และแกน y

(แยกเวกเตอร์ความเร็วให้อยู่ ในแนวดิ่งและแนวระดับ) (1 คะแนน)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



เกณฑ์การให้คะแนนการตรวจแบบประเมินใบงานที่ 1.1 เรื่อง ทบทวนความรู้พื้นฐาน

ข้อที่	ลักษณะคำตอบ	คะแนน
1 (1.1-1.6)	เขียนบรรยายได้ตรงประเด็น ความหมายถูกต้องตามข้อเท็จจริง	1.5 คะแนน
2	เขียนสูตรการคำนวณได้ถูกต้อง	2.5 คะแนน
3	แตกเวกเตอร์ถูกต้องตามองค์ประกอบ	1 คะแนน

เกณฑ์การผ่าน : ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 90 ขึ้นไป

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ใบกิจกรรมที่ 1.1

การทดลองเรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

รายชื่อสมาชิก

1.ชื่อ ..... ชั้น ม.4/..... เลขที่ .....
2. ชื่อ ..... ชั้น ม.4/..... เลขที่ .....
3. ชื่อ ..... ชั้น ม.4/..... เลขที่ .....
4. ชื่อ ..... ชั้น ม.4/..... เลขที่ .....

จุดประสงค์

1. เพื่อศึกษาลักษณะการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์
2. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งในแนวระดับและแนวดิ่ง

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. ชุดทดลองการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์	1	ชุด
1.1 รางอลูมิเนียม	1	ราง
1.2 แป้นไม้	1	แผ่น
1.3 กระดาษกราฟ	1	แผ่น
1.4 ลูกกลมโลหะ	1	ลูก
1.5 กระดาษคาร์บอน	1	แผ่น
1.6 เป้าแผ่นโลหะ	1	แผ่น

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

วิธีทำการทดลอง

1. จัดตั้งอุปกรณ์

ประกอบรางอลูมิเนียมเข้ากับแป้นไม้ดังภาพที่ 3 ก. ติดกระดาษกราฟเข้ากับแป้นไม้ ให้ด้านยาวของกระดาษกราฟอยู่ในแนวดิ่งและเส้นทึบในแนวดิ่งของกระดาษกราฟตรงกับปลายรางด้านล่างดังภาพที่ 3 ข. ติดกระดาษคาร์บอนกว้างประมาณ 2.5 เซนติเมตรเข้ากับแผ่นโลหะที่ใช้เป็นเป้า โดยให้ด้านที่เป็นคาร์บอนหันหน้าออก ใช้กระดาษขาวบางๆ ปิดทับกระดาษคาร์บอนอีกชั้นหนึ่งเอากระดาษกาวยึดกระดาษคาร์บอนและกระดาษขาวที่ปลายบนและปลายล่างให้ติดสนิทกับเป้า นำเป้าดังกล่าวไปเกี่ยวกับแป้นไม้ โดยให้เป้าอยู่ในแนวดิ่ง และกันด้านกระดาษขาวไปทางรางอลูมิเนียมดังภาพที่ 3 ข. กำหนดตำแหน่งที่จะปล่อยลูกกลมโลหะ บนรางอลูมิเนียมโดยใช้ปลายดินสอขีดทำเครื่องหมายไว้ ทุกๆ ครั้งที่ทาการทดลองจะต้องปล่อยลูกกลมโลหะ ณ ตำแหน่งที่ทำเครื่องหมายไว้นี้

ก. ติดกระดาษคาร์บอนและกระดาษขาว ข. วางรางอะลูมิเนียมในแนวระดับและ เข้ากับเป้าโลหะแล้วเกี่ยวกับแป้นไม้ ติดกระดาษกราฟบนแป้นไม้

ภาพที่ 3 การติดตั้งอุปกรณ์การทดลองเรื่องการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

2. หาเส้นทางการเคลื่อนที่

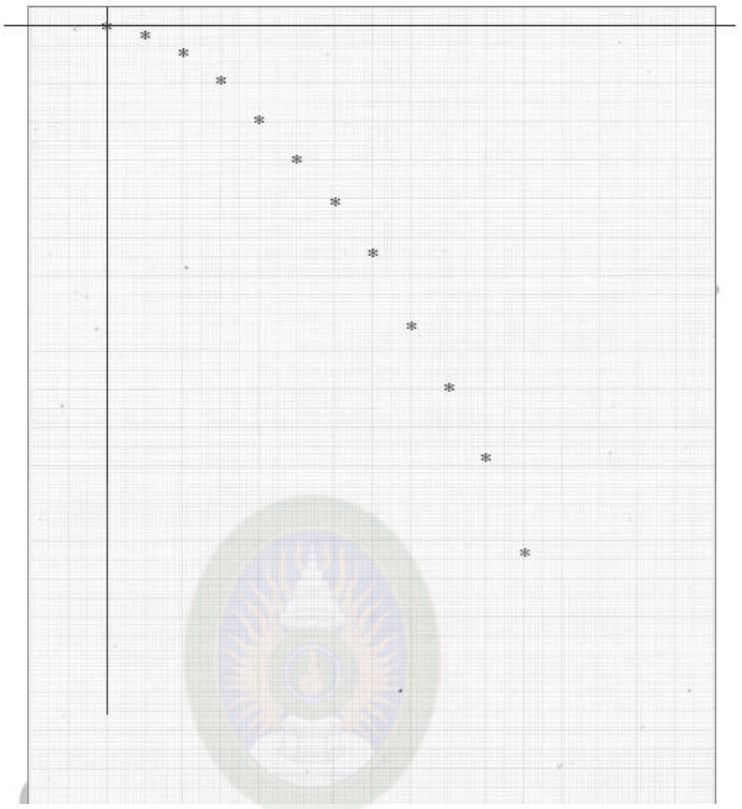
วางเป้าให้ชิดปลายรางอะลูมิเนียมด้านล่าง ให้ด้านยาวของเป้าทาบไปบนขอบเส้นทึบของกระดาษกราฟพอดี วางลูกกลมโลหะตรงตำแหน่งที่ทำเครื่องหมายไว้เอาไม้บรรทัดกั้นลูกกลมโลหะแล้วยกไม้บรรทัดออกอย่างเร็วปล่อยให้ลูกกลมโลหะกลิ้งตกตามรางเข้าชนกับเป้า จะเห็นตำแหน่งที่ลูกกลมโลหะชนกับเป้าเป็นจุดดำ ทำเครื่องหมายบนกระดาษกราฟให้ตรงกับจุดดำบนเป้าที่เกิดจากลูกกลมโลหะกระทบ ทำการทดลองซ้ำเหมือนเดิมโดยเลื่อนเป้าให้ห่างจากปลายรางด้านล่างครั้งละ 1 เซนติเมตร จนกระทั่งลูกกลมโลหะไม่กระทบเป้า หรือเป้าเลยจากแป้นไม้ออกไป จากผลการทดลองบนกระดาษกราฟ แสดงแนวการเคลื่อนที่ของลูกกลมโลหะซึ่งเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

3. เขียนกราฟ

กำหนดให้จุดบนกราฟจุดแรกซึ่งตรงกับจุดที่ลูกกลมโลหะกระทบเป้าเมื่อวางเป้าชิดปลายรางด้านล่างเป็นจุดกำเนิด ลากแกนนอนหรือแกน x และแกนยืนหรือแกน y จากกราฟที่วัดได้ วัดการกระจัดในแนวระดับ x และการกระจัดในแนวดิ่ง y ของจุดต่างๆ พร้อมทั้งหาค่ายกกำลังสองของการะกระจัดในแนวระดับ x^2 บันทึกผลการทดลองลงในตาราง เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง การกระจัดในแนวดิ่ง y และกำลังสองของการกระจัดในแนวระดับ x^2

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บันทึกผลการทดลอง



ภาพที่ 4 แสดงแนวการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

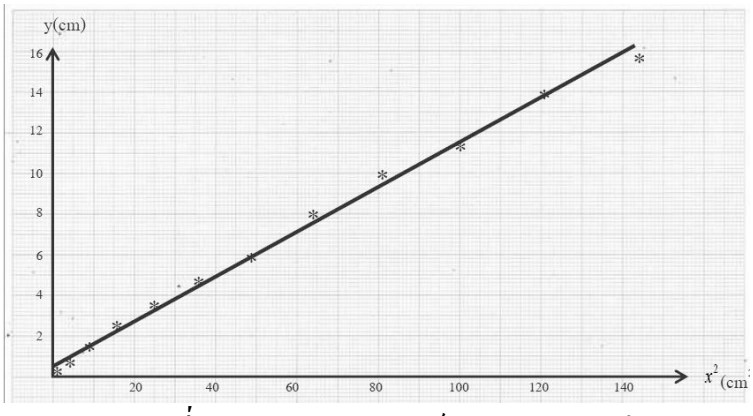
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ 1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ค่า x,y และ x^2

ที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
X (cm)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
y (cm)	0.25	0.65	1.45	2.5	3.5	4.65	5.9	7.9	9.45	11.3	13.85	15.45
X^2 (cm)	1	4	9	16	25	36	49	64	81	100	121	144

วิเคราะห์ผลการทดลอง

จากผลการทดลองตามตารางที่ 1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ค่า x, y และ x^2 สามารถนามาเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง ค่า y กับ x^2 โดยให้แกน y เป็นแกนตั้ง และแกน x^2 เป็นแกนนอน ได้ดังนี้



ภาพที่ 5 .แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง y กับ X^2

วิเคราะห์กราฟ

.....จากกราฟความสัมพันธ์ จะเห็นว่า $y \propto x^2$ หรือ $y=kx^2$ ซึ่งเป็นความสัมพันธ์ของกราพาราโบลา.....

ค่าความคลาดเคลื่อน

.....ค่าความคลาดเคลื่อน อาจเกิดจาก 1. ปล่อยลูกกลมเหล็กจากระดับความสูงเท่าเดิม เพื่อต้องการ ให้ความเร็วขณะหลุดออกจากรางอะลูมิเนียมมีค่าเท่ากัน, 2. การเขียนจุดจากเป้าไปลงบนกระดาษกราฟ สามารถทำให้ตำแหน่งที่ชนเปลี่ยนไปได้

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการทดลองการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ทำให้เราทราบว่า

1. การปล่อยลูกกลมเหล็กที่ตำแหน่งเดียวกันทุกครั้งที่ทำการทดลอง เพื่อให้ความเร็วของลูกกลมเหล็กหลุดจากปลายรางมีค่าเท่ากัน

2. แนวการเคลื่อนที่ของลูกกลมเหล็กที่ปรากฏบนกระดาษเป็นการเคลื่อนที่วิถีโค้ง

3. จากกราฟระหว่างการกระจัดในแนวดิ่งกับการกระจัดในแนวยกกำลังสอง x^2 ทำให้สรุปว่า $y \propto x^2$ หรือ $y=kx^2$ ซึ่งเป็นความสัมพันธ์ของกราฟพาราโบลา

คำถามท้ายการทดลอง

1. เพราะเหตุใดการทดลองนี้จึงต้องปล่อยลูกกลมโลหะจากตำแหน่งเดียวกันทุกครั้ง

.....เพื่อต้องการให้ความเร็วต้นขณะหลุดออจากรางมีความเร็วต้นเท่ากัน…….....

.....

2. แนวการเคลื่อนที่ของลูกกลมโลหะจากกระดาษกราฟบนแป้นไม้มีลักษณะอย่างไร

.....แนวการเคลื่อนที่ของลูกกลมเหล็กเป็นวิถีโค้ง……

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

3. จากกราฟระหว่างการกระจัดในแนวดิ่ง y กับกาลังสองของการกระจัดในแนวระดับ x^2 จะสรุปลักษณะการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ว่าเป็นแนวโค้งแบบใด

.....จากกราฟความสัมพันธ์ จะเห็นว่า $y \propto x^2$ หรือ $y=kx^2$ ซึ่งเป็นความสัมพันธ์ของกราฟพาราโบลา……..

4. ถ้าขว้างวัตถุออกไปด้วยความเร็วต้น ทำมุมกับแนวระดับ แนวการเคลื่อนที่จะเป็นอย่างไร

.....วิถีโค้งพาราโบลา.....

5. ค่าความเร็วในแนวดิ่งและแนวระดับที่ตำแหน่งต่างๆ ของโพรเจกไทล์เป็นอย่างไร

.....ความเร็วต้นในแนวดิ่งเปลี่ยนไปตามสนามแรงโน้มถ่วง ความเร็วในแนวระดับคงตัว……..

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ใบงานที่ 1.2

การแก้โจทย์ปัญหาการเคลื่อนที่แนวระดับและแนวดิ่งของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

คำชี้แจง เมื่อนักเรียนอ่านโจทย์แล้ว ให้เขียนรูปเส้นทางการเคลื่อนที่ของวัตถุ ในกรอบสี่เหลี่ยม และเขียนตัวแปรที่โจทย์กำหนดมาให้ แล้วจึงแสดงวิธีทำ

1.ก้อนหินก้อนหนึ่งถูกขว้างออกจากหน้าผาในแนวระดับด้วยความเร็วต้น 10 เมตร/วินาที ก้อนหินตกถึงพื้นดินในเวลา 8 วินาที ก้อนหินจะตกห่างจากจุดขว้างในแนวระดับเท่าใด

โจทย์กำหนด

วิธีทำ

.....

.....

2. ลูกบอลลูกหนึ่งกลิ้งลงมาจากโต๊ะซึ่งสูง 1.25 เมตร ถ้าลูกบอลตกกระทบพื้นตรงจุดที่ห่างจากขอบโต๊ะ ตามแนวระดับ 4.0 เมตร ความเร็วของลูกบอลขณะหลุดจากขอบโต๊ะมีค่าเท่าใด

โจทย์กำหนด

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

วิธีทำ

.....

.....

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

โจทย์กำหนด

วิธีทำ

.....

.....

เกณฑ์การให้คะแนนการตรวจแบบประเมินใบงานที่ 1.2 เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาการเคลื่อนที่แนวระดับและแนวดิ่งของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

ข้อที่	ระดับคะแนน / คุณภาพ		
	3	2	1
1-3	วิเคราะห์โจทย์ได้ตรง ประเด็น แสดงวิธีการคำนวณได้ชัดเจน ละเอียด ถูกต้อง	วิเคราะห์โจทย์ได้ แสดงวิธีการคำนวณได้ถูกต้อง	วิเคราะห์โจทย์ไม่ตรงประเด็น คำนวณไม่ถูกต้อง

เกณฑ์การผ่าน : ผ่านเกณฑ์การวัดประเมิน ระดับคุณภาพ 3 ขึ้นไป

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

แบบวัดแบบจำลองที่ 1 ผังมโนทัศน์ (Concept Mapping)
องค์ความรู้ เรื่อง การเคลื่อนที่แนวระดับและแนวดิ่งในการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

แบบประเมินแบบวัดแบบจำลองที่ 1 ผังมโนทัศน์ (Concept Mapping)องค์ความรู้
เรื่องการเคลื่อนที่แนวระดับและแนวดิ่งในการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

ชื่อ.....ชั้น ม. 4 /…....เลขที่.....

ผลการเรียนรู้ วิเคราะห์และอธิบายการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

คำสั่ง : ให้นักเรียนสรุปความรู้ที่เกี่ยวกับ การเคลื่อนที่แนวระดับและแนวดิ่งของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์เป็นแผนผังมโนทัศน์ (Concept Mapping)

องค์ความรู้ เรื่องการเคลื่อนที่แนวระดับและแนวดิ่งของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

เกี่ยวข้อง ในหัวข้อเรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

ให้งาน วันที่ .....

กำหนดส่ง วันที่ .....

ส่งงาน วันที่.....

ลำดับ	รายการ	น้ำหนักคะแนน			หมายเหตุ
		3	2	1	
1	ความเกี่ยวข้องกับจุดประสงค์และเนื้อหาสาระ				
2	ความสัมพันธ์ กับชีวิตประจำวัน				
3	รูปแบบ สามารถนาไปเป็นแบบอย่างได้				
4	ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์				
5	ความสะอาด เรียบร้อย				
รวม					

คะแนน

3 = ดีมาก

2 = ดี

1 = พอใช้

มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
MAHASARAKHAM UNIVERSITY

แบบประเมินคะแนนรายบุคคล

วิชา ฟิสิกส์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/6 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561

เลขที่	ชื่อ – สกุล	รายการประเมิน				รวมคะแนน 20 คะแนน	คะแนนเก็บ 5 (คะแนน)
		ใบงานที่ 1.1 (5)	ใบงานที่ 1.2 (5)	ใบกิจกรรมที่ 1.1 (5)	แบบวัดแบบจำลองที่.....(5)		
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ลงชื่อ ..... ผู้ประเมิน

(นางสาวปิยธิดา ฤทธิรณ)

วันที่ ...../...../.....

ภาคผนวก ข

แบบประเมินเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลวิจัย

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

(ตัวอย่าง)

แบบประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้

(สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การกระจัดและความเร็วของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

คำชี้แจง

แบบประเมินนี้จัดทำขึ้นเพื่อตรวจสอบคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน (MBL) เพื่อพัฒนาแบบจำลองทางความคิดและเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจคไทล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาภรณราชวิทยาลัย บุรีรัมย์ โปรดแสดงความคิดเห็นของท่านโดยทำเครื่องหมาย √ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านว่าความสอดคล้องต่อแผนการจัดการเรียนรู้ และขอความอนุเคราะห์ผู้เชี่ยวชาญบันทึกรายละเอียดในส่วนข้อเสนอแนะ เพื่อนำไปใช้ในการปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ต่อไป

เกณฑ์การให้คะแนนมีดังนี้

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

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

เกณฑ์การประเมิน

4.51-5.00 หมายถึง รายการประเมินที่มีความเหมาะสมมากที่สุด

3.51-4.50 หมายถึง รายการประเมินที่มีความเหมาะสมมาก

2.51-3.50 หมายถึง รายการประเมินที่มีความเหมาะสมปานกลาง

1.51-2.50 หมายถึง รายการประเมินที่มีความเหมาะสมน้อย

1.00-1.50 หมายถึง รายการประเมินที่มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
1.จุดประสงค์การเรียนรู้					
1.1 สอดคล้องกับตัวชี้วัด					
1.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้ (MBL)					
1.3 สามารถวัด/ประเมินผลได้					
2. สาระสำคัญ					
2.1 สอดคล้องกับจุดระสงค์การเรียนรู้					
2.2 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้ ชัดเจน เข้าใจง่าย					
2.3 เหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4)					
3. เนื้อหา					
3.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้					
3.2 เรียงลำดับกิจกรรมได้เหมาะสม					
3.3 สอดคล้องกับตัวชี้วัด					
3.4 เหมาะสมกับเวลาที่ทำการสอน					
4. กิจกรรมการเรียนรู้					
4.1 สอดคล้องจุดประสงค์ และการวัดและประเมินผล					
4.2 สอดคล้องกับเนื้อหาและสาระการเรียนรู้					
4.3 เหมาะสมกับวัยและความสามารถของผู้เรียน					
4.4 ส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาแบบจำลองทางความคิดในวิชาฟิสิกส์					
4.5 เร้าความสนใจให้ผู้เรียนกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้					
4.6 ส่งเสริมการทำงานร่วมกับผู้อื่น					
4.7 ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างกลุ่ม					
4.8 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรม					
5. สื่อ อุปกรณ์ และแหล่งการเรียนรู้					
5.1 เหมาะสมกับวัยและความสามารถของผู้เรียน					
5.2 เหมาะสมกับเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนรู้					

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
5.3 เร้าความสนใจต่อผู้เรียน					
6. การวัดและประเมินผล					
6.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้					
6.2 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้					
6.3 เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินมีความหลากหลาย					
6.4 เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้					
6.5 สามารถวัดและประเมินผลสิ่งที่ระบุไว้ได้					

ข้อเสนอแนะ

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้เชี่ยวชาญ

(ตัวอย่าง)

แบบวัดแบบจำลองทางความคิด เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจคไทล์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

แบบจำลองทางความคิด (mental model) หมายถึง แบบแผนทางความคิด ความเชื่อ ทัศนคติ จากการสั่งสมประสบการณ์กลายเป็นกรอบความคิดที่ทำให้บุคคลนั้นๆ มีความสามารถในการทำความเข้าใจ วินิจฉัย ตัดสินใจในเรื่องต่างๆ ได้อย่างเหมาะสม สิ่งเหล่านี้ถือเป็นพื้นฐานของวุฒิภาวะ (Emotional Quotient, EQ) การตระหนักถึงกรอบแนวคิดของตนเอง ทำให้เกิดความกระจ่างกับรูปแบบความคิด ความเชื่อ ที่มีผลต่อการตัดสินใจและการกระทำของตน และเพียรพัฒนารูปแบบความคิด ความเชื่อให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของโลก ไม่ยึดติดกับความเชื่อเก่าๆ ที่ล้าสมัย และสามารถที่จะบริหารปรับเปลี่ยน กรอบความคิดของตน ทำความเข้าใจได้ ซึ่งสอดคล้องกับความคิดในเชิงการรื้อปรับระบบงาน (Reengineering)

การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน หรือ Model Based Learning (MBL) เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องเพื่อสร้างแบบจำลองในการอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้น โดยเริ่มต้นด้วยการตรวจสอบความรู้เดิมเพื่อนำไปสู่การสร้างแบบจำลองทางความคิด (Mental model) ซึ่งเป็นแบบจำลองเริ่มต้นเกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่ศึกษา หลังจากนั้นผู้เรียนจึงแสดงออกแบบจำลอง (Model expression) โดยสามารถแสดงออกได้หลากหลายรูปแบบ เช่น สิ่งที่เป็นรูปธรรม ภาษา คำพูด สัญลักษณ์ หรือรูปภาพ ต่อมาผู้เรียนทำการทดสอบ (Test) และประเมิน (Evaluate) แบบจำลองที่สร้างขึ้นโดยการนำไปทดลองใช้ โดยในขั้นนี้นักเรียนอาจจะพบว่าแบบจำลองที่นักเรียนสร้างขึ้นถูกปฏิเสธ เนื่องจากอธิบายปรากฏการณ์ที่ศึกษาได้ไม่ดีพอ นักเรียนต้องกลับไปปรับปรุง (Revision) และแก้ไขแบบจำลองเพื่อให้สามารถอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆได้ดีขึ้น และสุดท้ายเป็นการขยายแบบจำลอง (Elaboration) โดยนักเรียนอาจนำแบบจำลองเดิมไปสร้างเพิ่มเติมหรือนำไปรวมกับแบบจำลองอื่นเพื่อขยายแนวคิดให้กว้างขึ้น

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

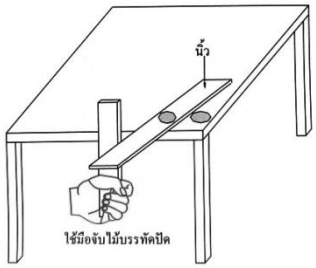
คำชี้แจง

แบบประเมินครั้งนี้ เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องกับจุดประสงค์ของการเรียนรู้ของแบบวัดแบบจำลองความคิด เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจคไทล์ ขอให้ท่านพิจารณาความสอดคล้องของแบบวัดแบบจำลองความคิดในแต่ละข้อในครั้งนี้แล้วทำเครื่องหมาย √ ข้อละ 1 ระดับ และขอความอนุเคราะห์ผู้เชี่ยวชาญโปรดบันทึกรายละเอียดในส่วนข้อเสนอแนะในหัวข้อที่ควรปรับปรุง โดยแต่ละข้อมีเกณฑ์การพิจารณา 3 ระดับ ดังนี้

+1 หมายถึง แน่ใจว่าแบบสำรวจสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าแบบสำรวจสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้หรือไม่

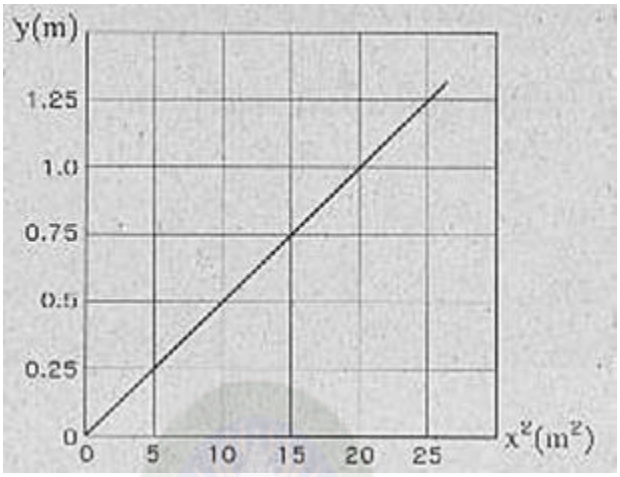
-1 หมายถึง แน่ใจว่าแบบสำรวจไม่มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

จุดประสงค์	ข้อคำถาม	คะแนนการพิจารณา		
		+1	0	-1
1. สามารถอธิบายและวิเคราะห์การเคลื่อนที่ในแนวดิ่งและแนวระดับของแนวการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ได้	1. นำเหรียญขนาดเท่ากันมา 2 เหรียญโดยวางเหรียญแรกไว้ที่ขอบโต๊ะ อีกเหรียญหนึ่งวางบนไม้บรรทัดที่วางราบและยื่นออกนอกขอบโต๊ะดังรูป 1 ใช้มือหนึ่งกดไม้บรรทัดที่อยู่บนโต๊ะ อีกมือหนึ่งจับไม้บรรทัดอีกอันหนึ่งให้อยู่ในแนวดิ่ง ใช้สันไม้บรรทัดในแนวดิ่งเคาะที่สันไม้บรรทัดที่วางอยู่บนโต๊ะ ให้เคลื่อนที่ไปในแนวระดับอย่างรวดเร็ว ทำให้เหรียญบนไม้บรรทัดตกแบบเสรี และเหรียญที่วางบนโต๊ะเคลื่อนที่ออกไปในแนวระดับจากขอบโต๊ะ ซึ่งเป็นการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ฟังเสียงที่เหรียญทั้งสองตกกระทบพื้น คำถาม : นักเรียนคิดว่า เหรียญทั้ง 2 เหรียญ จะตกถึงพื้นพร้อมกันหรือไม่ให้นักเรียนอธิบายถึงหลักการตกของเหรียญ พร้อมทั้งวาด Free body diagram ลงใน  ***ภาพที่ 1***			

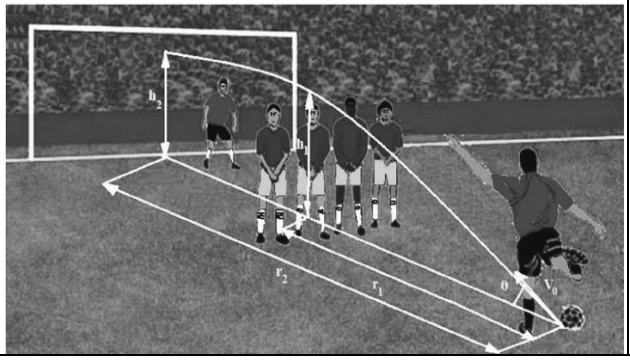
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

จุดประสงค์	ข้อคำถาม	คะแนนการพิจารณา		
		+1	0	-1
2. สามารถอธิบายความหมายและความสัมพันธ์ของปริมาณที่เกี่ยวข้องของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ได้	2. ในการทดลองเรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ดังรูปข้างล่างนี้เพื่อหาเส้นทางการเคลื่อนที่ นักเรียนวางเป้าให้ชิดปลายรางอะลูมิเนียมด้านล่าง ให้ด้านยาวของเป้าทาบไปบนขอบเส้นทึบของกระดาษกราฟพอดี วางลูกกลมโลหะตรงตำแหน่งที่ทำเครื่องหมายไว้เอาไม้บรรทัดกั้นลูกกลมโลหะแล้วยกไม้บรรทัดออกอย่างเร็วปล่อยให้ลูกกลมโลหะกลิ้งตกตามรางเข้าชนกับเป้า จะเห็นตำแหน่งที่ลูกกลมโลหะชนกับเป้าเป็นจุดดำ ทำเครื่องหมายบนกระดาษกราฟให้ตรงกับจุดดำบนเป้าที่เกิดจากลูกกลมโลหะกระทบ ทำการทดลองซ้ำเหมือนเดิมโดยเลื่อนเป้าให้ห่างจากปลายรางด้านล่างครั้งละ 1 เซนติเมตร จนกระทั่งลูกกลมโลหะไม่กระทบเป้าหรือเป้าเลยจากแป้นไม้ออกไป จากผลการทดลองบนกระดาษกราฟ แสดงแนวการเคลื่อนที่ของลูกกลมโลหะซึ่งเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ก. ติดกระดาษคาร์บอนและกระดาษขาว ข. วางรางอลูมิเนียมในแนวระดับเข้ากับเป้าโลหะแล้วเกี่ยวกับแป้นไม้และติดกรดากราฟบนแป้นไม้ ***ภาพที่ 2*** การติดตั้งอุปกรณ์การทดลองเรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์			

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

จุดประสงค์	ข้อคำถาม	คะแนนการพิจารณา		
		+1	0	-1
2. สามารถอธิบายความหมายและความสัมพันธ์ของปริมาณที่เกี่ยวข้องของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ได้	<u>ได้ผลการทดลองดังนี้</u>  ***ภาพที่ 3*** รูปเส้นทางการเคลื่อนที่ของลูกปืนในอากาศหลังจากหลุดจากปลายราง **ให้นักเรียนอ่านกิจกรรมการทดลองข้างต้นเพื่อตอบคำถามต่อไปนี้** 2.1 จากอุปกรณ์ในการทดลองเรื่องการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ทำให้สามารถหาเส้นทางการเคลื่อนที่ของลูกปืนในอากาศหลังจากหลุดจากปลายรางได้ เมื่อเขียนกราฟระหว่างการกระจัดจากปลายรางในแนวดิ่ง y กับแนวราบยกกำลังสอง x^2 จะได้กราฟดังรูปที่ 3 แสดงว่าความเร็วของลูกปืนที่หลุดจากปลายรางเป็นเท่าใด 2.2 จากรูปที่ 3 นักเรียนสามารถวิเคราะห์ความสัมพันธ์ได้ว่าอย่างไร 2.3 จากการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ทำให้เราทราบอะไรบ้าง			

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

จุดประสงค์	ข้อคำถาม	คะแนนการพิจารณา		
		+1	0	-1
3. สามารถอธิบายความสัมพันธ์การเคลื่อนที่ของวัตถุด้วยความเร็วต้นและการกระจัดของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ได้	3. ในการแข่งขันกีฬาบาสเกตบอลแห่งหนึ่งทีม A มีแต้มตามหลังทีม B อยู่ 3 แต้ม ขณะนั้นกำลังพักครึ่งแรก โคชทีม A จึงได้ประชุมว่าพวกเราจะทำอย่างไรจึงจะเก็บ 3 แต้มให้ได้ในเวลาที่รวดเร็ว คำถาม: โค้ชทีมเอจะทำอย่างไรจึงจะทำให้ลูกทีมชู๊ชบาสได้ 3 แต้มในระยะทาง 3 เมตร ***ภาพที่ 3*** การแข่งขันกีฬาบาสเกตบอลแห่งหนึ่ง			
4. สามารถสร้างและออกแบบเครื่องยิงแบบโพรเจกไทล์ได้	4. ให้นักเรียนออกแบบโมเดล 1 ชิ้น ที่สามารถอธิบายหลักการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ได้ครบทุกเรื่อง (ไม่จำเป็นต้องเป็นที่ใกล้ตัวนักเรียน สามารถนำเอาเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้ได้)			
5. สามารถอธิบายความสัมพันธ์การเคลื่อนที่ของวัตถุด้วยความเร็วต้นและการกระจัดของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ได้	5. ในการแข่งขันฟุตบอลโลกที่ผ่านมา นักเรียนสามารถอธิบายความสัมพันธ์ของปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ของลูกบอลที่นักแตะระดับโลกยิงข้ามกำแพงคนหน้าจุดโทษนั้นที่เป็นแนวการเคลื่อนที่แบบวิถีโค้งเข้าทำประตูได้อย่างไร 			

มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ข้อเสนอแนะ

……

……

……

……

……

ลงชื่อ .....

(.....)

ผู้เชี่ยวชาญ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาคผนวก ค
คุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ ค.1

ค่าระสิทธิภาพ E_1/E_2 ของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่องการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

เลขที่	ประสิทธิภาพของกระบวนการ											สัดส่วนคะแนนกระบวนการ ระหว่างการเรียน				คะแนนแบบวัดแบบจำลองทางความคิด
	แผนที่ 1				แผนที่ 2				แผนที่ 3		แผนที่ 4					
	ใบงาน	ใบงาน	ใบกิจกรรม	แบบวัดที่1	ใบกิจกรรม	ใบงาน	ใบงาน	แบบวัดที่ 2	ใบกิจกรรม	แบบวัดที่ 3	ใบกิจกรรม	ใบงาน	ใบกิจกรรม	แบบวัด	ผลรวม	
	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	10	20	25	15	60	15
												(33.33%)	(41.67%)	(25.00%)	(100%)	
1	5	5	5	5	4	5	5	4	5	4	10	31.67	36.67	23.33	91.67	11.33
2	5	5	5	5	4	5	3	4	5	4	9	28.33	36.67	21.67	86.67	10.33
3	4	4	5	4	4	5	5	4	5	4	10	28.33	36.67	23.33	88.33	14.00
4	4	5	5	5	4	5	5	3	5	4	10	28.33	36.67	23.33	88.33	14.00
5	5	5	4	5	4	5	4	4	5	4	10	30.00	35.00	23.33	88.33	14.00
6	5	5	5	5	4	5	3	4	4	4	10	28.33	36.67	21.67	86.67	14.00
7	5	4	5	4	4	5	4	3	4	4	10	26.67	36.67	21.67	85.00	14.00
8	5	5	4	4	5	5	4	4	5	4	10	31.67	40.00	20.00	91.67	12.33

(ต่อ)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ ค.1 (ต่อ)

เลขที่	ประสิทธิภาพของกระบวนการ											สัดส่วนคะแนนกระบวนการ ระหว่างการเรียน				คะแนนแบบวัดแบบจำลองทางความคิด
	แผนที่ 1				แผนที่ 2				แผนที่ 3		แผนที่ 4					
	ใบงาน	ใบงาน	ใบกิจกรรม	แบบวัดที่1	ใบกิจกรรม	ใบงาน	ใบงาน	แบบวัดที่ 2	ใบกิจกรรม	แบบวัดที่ 3	ใบกิจกรรม	ใบงาน	ใบกิจกรรม	แบบวัด	ผลรวม	
	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	10	20 (33.33%)	25 (41.67%)	15 (25.00%)	60 (100%)	15
9	5	5	5	4	5	5	4	5	4	5	9	31.67	38.33	23.33	93.33	13.00
10	5	5	5	4	5	4	3	5	5	5	10	28.33	41.67	23.33	93.33	11.67
11	5	5	5	4	5	4	5	5	4	5	9	31.67	38.33	23.33	93.33	8.00
12	4	5	4	4	5	5	5	5	4	5	9	31.67	36.67	23.33	91.67	13.00
13	5	4	5	4	5	5	5	5	4	5	9	31.67	38.33	23.33	93.33	14.67
14	5	2	5	4	5	4	5	4	5	5	10	26.67	41.67	21.67	90.00	14.00
15	5	5	4	4	5	4	5	4	4	5	9	31.67	36.67	21.67	90.00	14.00
16	5	5	5	4	5	4	3	4	4	4	9	28.33	38.33	20.00	86.67	12.67
17	5	5	5	3	5	3	5	5	5	5	10	30.00	41.67	21.67	93.33	13.67
18	5	4	5	4	5	4	5	4	4	5	9	30.00	38.33	21.67	90.00	13.67

(ต่อ)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ ค.1 (ต่อ)

เลขที่	ประสิทธิภาพของกระบวนการ											สัดส่วนคะแนนกระบวนการ ระหว่างการเรียน				คะแนนแบบวัดแบบจำลองทางความคิด
	แผนที่ 1					แผนที่ 2			แผนที่ 3		แผนที่ 4					
	ใบงาน	ใบงาน	ใบกิจกรรม	แบบวัดที่ 1	ใบกิจกรรม	ใบงาน	ใบงาน	แบบวัดที่ 2	ใบกิจกรรม	แบบวัดที่ 3	ใบกิจกรรม	ใบงาน	ใบกิจกรรม	แบบวัด	ผลรวม	
	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	10	20	25	15	60	15
												(33.33%)	(41.67%)	(25.00%)	(100%)	
19	5	5	5	3	5	4	5	4	4	5	9	31.67	38.33	20.00	90.00	14.67
20	5	5	5	4	5	4	5	3	5	5	10	31.67	41.67	20.00	93.33	13.67
21	4	5	5	5	5	4	3	4	4	4	9	26.67	38.33	21.67	86.67	14.67
22	5	5	5	5	5	4	4	4	5	5	10	30.00	41.67	23.33	95.00	14.67
23	5	5	5	5	5	4	3	4	4	5	9	28.33	38.33	23.33	90.00	12.67
24	5	5	5	3	5	3	4	4	4	5	9	28.33	38.33	20.00	86.67	13.67
					รวม							447	578	333	1,358	316.33
					ค่าเฉลี่ย							29.65	38.40	22.08	54.08	13.18
					S							1.80	1.95	1.30	1.68	1.53
					ร้อยละ										90.13	87.87

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ ค.2

ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบวัดแบบจำลองทางความคิด โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ						ค่าความสอดคล้อง IOC	แปลความหมาย
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	$\sum R$		
1	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
2	1	0	1	1	1	4	0.80	สอดคล้อง
3	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
4	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
5	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
6	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
7	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
8	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง
9	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
10	1	1	0	1	1	4	0.80	สอดคล้อง

จากตารางสรุปได้ว่า เมื่อนำแบบวัดแบบจำลองทางความคิด เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา โดยวิธีการหาค่าความสอดคล้อง IOC ผลการประเมินได้ค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.80-1.00 จากการคัดเลือกแบบวัดแบบจำลองทางความคิด ทั้งหมด 10 ข้อให้เหลือเพียง 5 ข้อ ในการที่จะนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

ตารางที่ ค.3

ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกแบบวัดแบบจำลองทางความคิด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ จำนวน 10 ข้อ

ข้อที่	ค่าความยาก (p)	แปลผล	อำนาจจำแนก (D)	แปลผล	แปลผลคุณภาพข้อสอบ
1	0.50	ใช้ได้	1.00	ใช้ได้	ใช้ได้
2	0.28	ใช้ได้	0.57	ใช้ได้	ใช้ได้
3	0.43	ใช้ได้	0.86	ใช้ได้	ใช้ได้
4	0.34	ใช้ได้	0.67	ใช้ได้	ใช้ได้
5	0.31	ใช้ได้	0.61	ใช้ได้	ใช้ได้
6	0.35	ใช้ได้	0.71	ใช้ได้	ใช้ได้
7	0.34	ใช้ได้	0.68	ใช้ได้	ใช้ได้
8	0.33	ใช้ได้	0.67	ใช้ได้	ใช้ได้
9	0.41	ใช้ได้	0.82	ใช้ได้	ใช้ได้
10	0.27	ใช้ได้	0.55	ใช้ได้	ใช้ได้

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

จาก การประเมินของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน พบว่าแบบทดสอบวัดแบบจำลองทางความคิดมีค่าความยาก (p) อยู่ระหว่าง 0.27-0.50 และค่าอำนาจจำแนก (D) อยู่ระหว่าง 0.55-1.00 ในการคัดเลือกแบบทดสอบวัดแบบจำลองทางความคิดทั้งหมด 10 ข้อ ให้เหลือเพียง 5 ข้อ เพื่อที่จะนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

ตารางที่ ค.4

วิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ จำนวน 10 ข้อ

Reliability Statistics		
Cronbach's Alpha	Cronbach's Alpha Based on Standardized Items	N of Items
.806	.759	10

ความเชื่อมั่นของ*แบบทดสอบวัดแบบจำลองทางความคิด*โดยใช้วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของ ครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient Mathod)

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

เมื่อ α เป็นสัมประสิทธิ์แอลฟา

k เป็นจำนวนข้อคำถามหรือข้อสอบ

S_i^2 เป็นความแปรปรวนของคะแนนข้อที่ i

S_t^2 เป็นความแปรปรวนของคะแนนรวม t

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ ค.5

ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างองค์ประกอบของเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์กับข้อคำถามของแบบวัดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์

องค์ประกอบของเจตคติ	ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	IOC
		คนที่ 1	คนที่ 1	คนที่ 1	คนที่ 1	คนที่ 1		
1. ความคิดเห็นทั่วไปต่อวิทยาศาสตร์	1	1	1	1	1	1	5	1.00
	2	1	1	1	0	1	4	0.80
	3	1	1	1	1	1	5	1.00
	4	1	1	1	1	1	1	1.00
2. การเห็นความสำคัญของวิชาวิทยาศาสตร์	5	1	1	1	0	1	4	0.80
	6	1	1	1	-1	1	3	0.60
	7	1	1	1	1	1	5	1.00
	8	1	1	1	-1	1	3	0.60
3. ความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์	9	1	1	1	0	1	4	0.80
	10	1	1	1	1	1	5	1.00
	11	1	1	1	1	1	5	1.00
	12	1	1	1	0	1	4	0.80
4. ความนิยมชมชอบต่อวิชาวิทยาศาสตร์	13	1	1	1	1	1	5	1.00
	14	1	1	0	1	1	4	0.80
	15	1	1	1	0	1	4	0.80
	16	1	1	1	0	1	4	0.80
5. แสดงออกหรือการมีส่วนร่วมในกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับวิชา	17	1	1	1	0	1	4	0.80
	18	1	1	1	1	1	5	1.00
	19	1	1	1	-1	1	3	0.60
	20	1	1	1	1	1	5	1.00

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ ค.6

การวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนก และความเชื่อมั่นของแบบวัดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์

Case Processing Summery

	N	%
Valid	24	100.0
Cases Excluded[a]	0	.0
Total	32	100.0

a. Listwise deletion based on all variables in the procedure

Reliability Statisties

Cronbach's Alpha	N **of Items**
0.913	20

Item-total statistics

Item	**Scale Mean if Item Deleted**	**Scale Variance if Item Deleted**	**Corrected Item-total Correlation**	**Cronbach's Alpha if Item Deleted**
1	74.5625	82.190	.652	.907
2	75.0313	85.386	.357	.913
3	74.3125	84.093	.393	.912
4	74.7500	80.581	.560	.909
5	73.8125	86.157	.423	.911
6	74.3125	81.641	.487	.911
7	74.2188	84.047	.522	.909
8	74.6250	81.339	.478	.911
9	74.5313	80.580	.713	.905
10	75.2188	81.080	.565	.908
11	74.8438	81.039	.724	.905

(ต่อ)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ ค.6(ต่อ)

Item-total statistics

Item	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item-total Correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted
12	74.6250	78.177	.679	.905
13	74.1250	82.242	.676	.906
14	75.3125	80.157	.787	.904
15	74.9063	78.797	.590	.908
16	74.1875	81.770	.619	.907
17	75.1250	80.371	.527	.910
18	75.1250	82.500	.416	.913
19	74.6250	80.823	.775	.904
20	75.0313	83.515	.514	.910

ความเชื่อมั่นของแบบวัดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ใช้วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient Mathod)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

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

เมื่อ α เป็นสัมประสิทธิ์แอลฟา

k เป็นจำนวนข้อคำถามหรือข้อสอบ

S_i^2 เป็นความแปรปรวนของคะแนนข้อที่ i

S_t^2 เป็นความแปรปรวนของคะแนนรวม t

ตารางที่ ค.7

การวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นระหว่างผู้ให้คะแนน (Inter-rater Reliability) โดยพิจารณาดัชนีความเห็นพ้องของผู้ประเมิน (Rater agreement Index: RAI)

นักเรียนคนที่	$\lvert R_{1nk}-R_{2nk}\rvert$				
	ข้อที่1	ข้อที2	ข้อที่3	ข้อที่4	ข้อที่5
1	0	0	0	1	0
2	1	1	1	0	1
3	0	0	0	0	0
4	0	1	1	0	0
5	1	0	1	1	0
6	0	0	0	0	1
7	0	1	0	1	0
8	1	1	0	1	1
9	0	1	1	0	0
10	1	0	1	1	0
11	1	1	1	0	0
12	1	0	0	1	1
13	0	0	1	1	1
14	0	0	0	0	1
15	0	1	1	0	1
16	0	1	0	1	0
17	0	1	1	0	0
18	1	1	0	1	0
19	1	0	0	0	1
20	0	0	1	1	1
21	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0
23	0	1	0	1	0
24	0	0	0	0	0

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ดัชนีความเห็นพ้องของผู้ประเมิน (Rater agreement Index: RAI) กรณีหลายพฤติกรรมหลายตัวอย่างสองผู้ประเมิน

$$RAI=1-\frac{\sum_{k-1}^{K}\sum_{n=1}^{N}\left|R_{1nk}-R_{2nk}\right|}{KN(I-1)}$$

$$\sum_{k-1}^{K}\sum_{n=1}^{N}\left|R_{1nk}-R_{2nk}\right|=49$$

ดังนั้น $$RAI=1-\frac{(49)}{120(3-1)}=.80$$

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาคผนวก ง

คะแนนแบบวัดแบบจำลองทางความคิดหลังเรียน

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ ง.1

คะแนนแบบวัดแบบจำลองทางความคิดก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

คนที่	คะแนนทดสอบแบบวัดแบบจำลองทางความคิด (คะแนนเต็ม 15 คะแนน)
1	11.33
2	10.33
3	14.00
4	14.00
5	14.00
6	14.00
7	14.00
8	12.33
9	13.00
10	11.67
11	8.00
12	13.00
13	14.67
14	14.00
15	14.00
16	12.67
17	13.67
18	13.67
19	14.67
20	13.67

(ต่อ)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ ง.1 (ต่อ)

คนที่	คะแนนทดสอบแบบวัดแบบจำลองทางความคิด (คะแนนเต็ม 15 คะแนน)
21	14.67
22	14.67
23	12.67
24	13.67
ค่าเฉลี่ย	13.18
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	1.53
ร้อยละ	87.87

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาคผนวก จ

หนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ที่ ศธ. ๐๕๔๐.๐๒/ว.๕๓๔๐

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม
๔๔๐๐๐

๑๐ สิงหาคม ๒๕๖๑

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย
เรียน นางสาวพจนี มาลัยศรี

ด้วย นางสาวปิยธิดา ฤทธิรณ รหัสประจำตัว ๖๐๘๐๑๐๕๐๐๑๐๖ นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาศาสตรศึกษา รูปแบบการศึกษาในเวลาราชการศูนย์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามกำลังทำวิทยานิพนธ์เรื่อง "การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อพัฒนาแบบจำลองทางความคิด เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจคไทล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ " เพื่อให้การวิจัยดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย บรรลุตามวัตถุประสงค์

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามจึงขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือวิจัย เพื่อ

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

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่านด้วยดี ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ขอแสดงความนับถือ

ว่าที่ร้อยโท

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ณัฏฐชัย จันทชุม)
คณบดีคณะครุศาสตร์ ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดี

สาขาวิทยาศาสตรศึกษา คณะครุศาสตร์
โทรศัพท์ / โทรสาร. ๐-๔๓๗๑-๓๒๐๖
www.edurmu.org

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
ที่ คศ. ๓๕๕/๒๕๖๑ ลงวันที่ ๑๐ สิงหาคม ๒๕๖๑
เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

.....

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ไพศาล เอกะกุล

ด้วย นางสาวปิยธิดา ฤทธิรณ รหัสประจำตัว ๖๐๘๐๑๐๕๐๐๑๐๖ นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาศาสตรศึกษา รูปแบบการศึกษาในเวลาราชการศูนย์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามกำลังทำวิทยานิพนธ์เรื่อง "การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อพัฒนาแบบจำลองทางความคิด เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจคไทล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔" เพื่อให้การวิจัยดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย บรรลุตามวัตถุประสงค์

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามจึงขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือวิจัย เพื่อ

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

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่านด้วยดี ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ว่าที่ร้อยโท
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ณัฏฐชัย จันทชุม)
คณบดีคณะครุศาสตร์

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
ที่ คศ. ๓๕๕/๒๕๖๑ ลงวันที่ ๑๐ สิงหาคม ๒๕๖๑
เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

.....

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วนิดา ผาระนัด

ด้วย นางสาวปิยธิดา ฤทธิรณ รหัสประจำตัว ๖๐๘๐๑๐๕๐๐๑๐๖ นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาศาสตรศึกษา รูปแบบการศึกษาในเวลาราชการศูนย์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามกำลังทำวิทยานิพนธ์เรื่อง "การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อพัฒนาแบบจำลองทางความคิด เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจคไทล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔" เพื่อให้การวิจัยดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย บรรลุตามวัตถุประสงค์

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามจึงขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือวิจัย เพื่อ

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

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่านด้วยดี ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ว่าที่ร้อยโท
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ณัฏฐชัย จันทชุม)
คณบดีคณะครุศาสตร์

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
ที่ คศ. ๓๕๕/๒๕๖๑ ลงวันที่ ๑๐ สิงหาคม ๒๕๖๑
เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

.....

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สมาน เอกพิมพ์

ด้วย นางสาวปิยธิดา ฤทธิรณ รหัสประจำตัว ๖๐๘๐๑๐๕๐๐๑๐๖ นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาศาสตรศึกษา รูปแบบการศึกษาในเวลาราชการศูนย์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามกำลังทำวิทยานิพนธ์เรื่อง "การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อพัฒนาแบบจำลองทางความคิด เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจคไทล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔" เพื่อให้การวิจัยดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย บรรลุตามวัตถุประสงค์

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามจึงขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือวิจัย เพื่อ

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

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่านด้วยดี ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ว่าที่ร้อยโท

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ณัฏฐชัย จันทชุม)
คณบดีคณะครุศาสตร์

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
ที่ คศ. ๓๕๕/๒๕๖๑ ลงวันที่ ๑๐ สิงหาคม ๒๕๖๑
เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

.....

เรียน ดร. กมล พลคำ

ด้วย นางสาวปิยธิดา ฤทธิรณ รหัสประจำตัว ๖๐๘๐๑๐๕๐๐๑๐๖ นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาศาสตรศึกษา รูปแบบการศึกษาในเวลาราชการศูนย์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามกำลังทำวิทยานิพนธ์เรื่อง "การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อพัฒนาแบบจำลองทางความคิด เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจคไทล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔" เพื่อให้การวิจัยดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย บรรลุตามวัตถุประสงค์

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามจึงขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือวิจัย เพื่อ

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

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่านด้วยดี ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ว่าที่ร้อยโท
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ณัฏฐชัย จันทชุม)
คณบดีคณะครุศาสตร์

การเผยแพร่ผลงานวิจัย

ปิยธิดา ฤทธิรณ, ต้นสกุล ศานติบูรณ์ และเนตรชนก จันทร์สว่าง (2562). การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อพัฒนาแบบจำลองทางความคิด เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. *การประชุมวิชาการระดับชาติ "การจัดการเทคโนโลยีและนวัตกรรม" ครั้งที่ 5.* (น. 50-57). มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ สกุล	นางสาวปิยธิดา ฤทธิรณ
วัน เดือน ปี เกิด	วันที่ 7 เดือนสิงหาคม พ.ศ.2536
ที่อยู่ปัจจุบัน	84 หมู่ 7 ตำบลศรีณรงค์ อำเภอชุมพลบุรี จังหวัดสุรินทร์ 32190
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2559	วิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.) ฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
พ.ศ. 2560	ครุศาสตรมหาบัณฑิต (ค.ม.) วิทยาศาสตรศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
รางวัลดีเด่น	
พ.ศ. 2559	ได้รับรางวัลระดับ ดีเด่น ในการนำเสนอผลงาน แบบโปสเตอร์ การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 2016 (NESTC 2016) ณ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY