

การพัฒนาความสามารถในการคิดเชิงผลิตภาพของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสตีมศึกษา

วิทยานิพนธ์

ของ

ปิยธิดา พลมาตย์

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์

มกราคม 2566

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

การพัฒนาความสามารถในการคิดเชิงผลิตภาพของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสตีมศึกษา

วิทยานิพนธ์
ของ
ปิยธิดา พลมาตย์

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์
มกราคม 2566
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

Developing Productive Thinking Ability of Mathayomsuksa 4 Students by using STEAM Education

Piyathida Polmart

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of Requirements

for Master of Education (Teaching of Science and Mathematics)

January 2023

Copyright of Mahasarakham University



คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของนางสาวปิยธิดา พลมาตย์ แล้วเห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(รศ. ดร. มนตรี วงษ์สะพาน)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(รศ. ดร. ประสาท เนืองเฉลิม)

.....กรรมการ
(ผศ. ดร. อุฤทธิ์ เจริญอินทร์)

.....กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก
(ผศ. ดร. เนตรชนก จันทร์สว่าง)

มหาวิทยาลัยอนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

.....
(รศ. ดร. ชวลิต ชูกำแพง)
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

.....
(รศ. ดร. กริสน์ ชัยมูล)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ชื่อเรื่อง การพัฒนาความสามารถในการคิดเชิงผลิตภาพของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสตีมศึกษา

ผู้วิจัย ปิยธิดา พลมาตย์

อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร. ประสาท เนืองเฉลิม

ปริญญา การศึกษามหาบัณฑิต **สาขาวิชา** การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์

มหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม **ปีที่พิมพ์** 2566

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อ 1) ศึกษาความสามารถในการคิดเชิงผลิตภาพของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 2) พัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามแนวทางสตีมศึกษา การวิจัยครั้งนี้ได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสตีมศึกษา กลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบรบือ จำนวน 36 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ แผนจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสตีมศึกษา แบบวัดความสามารถในการคิดเชิงผลิตภาพ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลวิจัยปรากฏดังนี้

1) นักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสตีมศึกษา ในการสอนระยะที่ 1 นักเรียนมีคะแนนการคิดเชิงผลิตภาพเฉลี่ย 6.17 คะแนน จากคะแนนเต็ม 12 คะแนน และมีค่าเฉลี่ยทั้งหมดร้อยละ 51.16 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยแต่ละองค์ประกอบดังนี้ (1) การวางแผน 2.17 คะแนน (2) การทำงานคล่องแคล่ว 2.09 (3) คุณภาพของผลงาน 1.91 คะแนน ในการสอนระยะที่ 2 นักเรียนมีคะแนนการคิดเชิงผลิตภาพเฉลี่ย 7.82 คะแนน จากคะแนนเต็ม 12 คะแนน และมีค่าเฉลี่ยทั้งหมดร้อยละ 65.16 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยแต่ละองค์ประกอบดังนี้ (1) การวางแผน 2.78 คะแนน (2) การทำงานคล่องแคล่ว 2.65 (3) คุณภาพของผลงาน 2.39 คะแนน

2) นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสตีมศึกษา ในการสอนระยะที่ 1 นักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 8 คน และไม่ผ่านเกณฑ์ 28 คน การสอนระยะที่ 2 การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสตีมศึกษาที่ได้พัฒนาปรับปรุงแก้ไขจากการสอนระยะที่ 1 นักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 19 คน และไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 17 คน

คำสำคัญ : สตีมศึกษา, ความสามารถในการคิดเชิงผลิตภาพ, ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

TITLE Developing Productive Thinking Ability of Mathayomsuksa 4 Students by using STEAM Education

AUTHOR Piyathida Polmart

ADVISORS Associate Professor Prasart Nuangchalerm , Ed.D.

DEGREE Master of Education **MAJOR** Teaching of Science and Mathematics

UNIVERSITY Mahasarakham University **YEAR** 2023

ABSTRACT

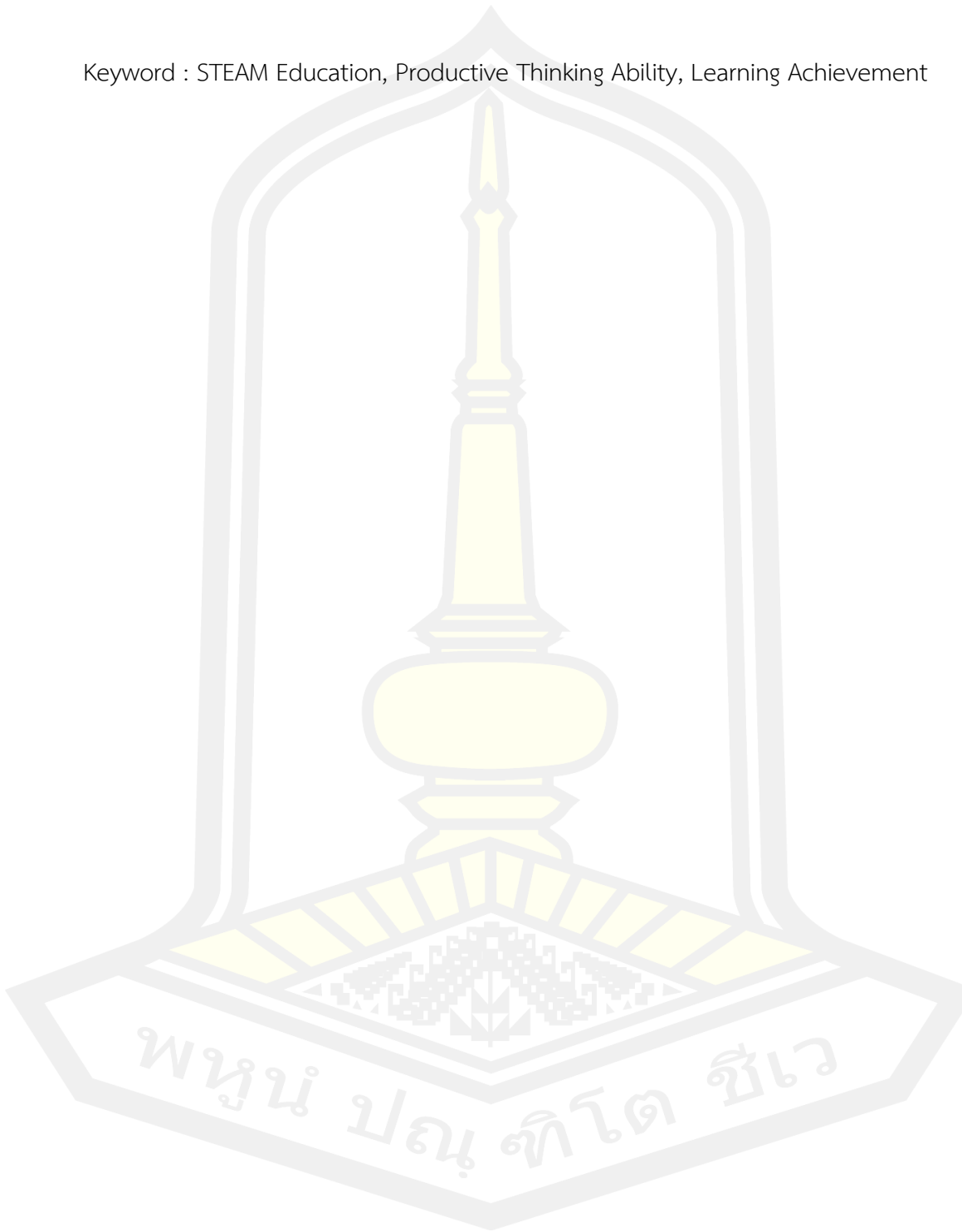
The objectives of this study aim 1) to develop productive thinking ability of Mathayomsuksa 4 students 2) to develop achievement of Mathayomsuksa 4 students by using STEAM Education. The target group in this study consisted of 36 Matayomsuksa 4 students attending in Borabu School. Research intruments were lesson plan, productive thinking ability test and achievement test. The data were analyzed by percentage, mean, and standard deviation. The results of research found that :

1) Teaching phase1 , The students had an average score of 6.17 in Productive Thinking Ability out of a full score of 12, and a total average of 51.16%. Students have average point for each component as follows: 1.) planning 2.17 point 2.) fluent of work 2.09 point 3.) quality of work 1.91 point. Teaching phase 2, The students had an average score of 7.82 in Productive Thinking Ability out of a full score of 12, and a total average of 65.16%. Students have average point for each component as follows: 1.) planning 2.78 point 2.) fluent of work 2.65 point 3.) quality of work 2.39 point.

2) Teaching phase1 , found that mean of the learning achievement of students were 8 students can pass 70 percentage of test and 28 students cannot pass criterion. Teaching phase 2, 19 students can pass 70 percentage of test and 17

students cannot pass criterion.

Keyword : STEAM Education, Productive Thinking Ability, Learning Achievement



กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลืออย่างสูงยิ่งจาก รองศาสตราจารย์ ดร.ประสาท เนืองเฉลิม อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก รองศาสตราจารย์ ดร. มนตรี วงษ์สะพาน ประธานกรรมการสอบ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อุฤทธิ์ เจริญอินทร์ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เนตรชนก จันทร์สว่าง กรรมการสอบ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างยิ่ง

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วราพร เอราวรรณ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วิทยา วรพันธุ์ นางปุณฑริกา น้อยนนท์ นางอัจฉรี สุวรรณนาคินทร์ นายสมจิต เมืองนาม ที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์ตรวจและแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการทำวิทยานิพนธ์ตลอดจนคำแนะนำต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้ ขอขอบพระคุณ ผู้อำนวยการโรงเรียนบรบือ อำเภอบรบือ จังหวัดมหาสารคาม ที่อนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ตลอดจนคณะอาจารย์โรงเรียนบรบือ ทุกท่านและนักเรียนที่เกี่ยวข้อง

ขอขอบพระคุณบิดา มารดา น้องพัสดุ นักร้องSarah.salola และเพื่อน ๆ ของผู้วิจัยที่คอยให้กำลังใจ ให้การสนับสนุนช่วยเหลือตลอดมา ซึ่งเป็นแรงผลักดันที่มีส่วนทำให้การทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี

คุณค่า และประโยชน์ของวิทยานิพนธ์เล่มนี้ผู้วิจัยขอมอบให้คุณบิดา มารดา และครูบาอาจารย์ที่คอยอบรมสั่งสอน ชี้นำให้เกิดการเรียนรู้ตลอดจนมีคุณธรรม จริยธรรม เพื่อนำทางชีวิตให้ไปสู่ความสำเร็จในอนาคต

ปิยธิดา พลมาตย์

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ฉ

กิตติกรรมประกาศ ..... ซ

สารบัญ ..... ฌ

สารบัญตาราง ..... ฏ

สารบัญภาพ ..... ฐ

บทที่ 1 1

บทนำ 1

ภูมิหลัง 1

ความมุ่งหมายการวิจัย 4

ความสำคัญของการวิจัย 4

ขอบเขตการวิจัย 4

กรอบแนวคิดการวิจัย 5

นิยามศัพท์เฉพาะ 6

บทที่ 2 8

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 8

บริบทโรงเรียนบรบือ 20

การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ 24

รูปแบบของการบูรณาการ 26

สตีมศึกษา (STEAM Education) 29

ความสามารถในการคิดเชิงผลิตภาพ 39

5.2 องค์ประกอบของการคิดเชิงผลิตภาพ 42
5.5 การวัดและการประเมินการคิดเชิงผลิตภาพ 47
6. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 54
7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 73
งานวิจัยในประเทศ 73
งานวิจัยต่างประเทศ 76
บทที่ 3 81
วิธีดำเนินการวิจัย 81
กลุ่มเป้าหมาย 81
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 81
การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือ 81
การเก็บรวบรวมข้อมูล 95
การวิเคราะห์ข้อมูล 96
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล 96
บทที่ 4 99
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 99
ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการคิดเชิงผลิตภาพของการสอนทั้ง 2 ระยะ 99
การสอนระยะที่ 1 99
การสอนระยะที่ 2 104
ตอนที่ 2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 109
การสอนระยะที่ 1 109
การสอนระยะที่ 2 113
บทที่ 5 117
สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 117

ความมุ่งหมายของการวิจัย 117
สรุปผล 117
อภิปรายผล 118
ข้อเสนอแนะ 123
บรรณานุกรม 125
ภาคผนวก 126
ภาคผนวก ก 136
ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสตีมศึกษา 136
ภาคผนวก ข 180
แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 180
ภาคผนวก ค 191
แบบวัดความสามารถในการคิดเชิงผลิตภาพ 191
ภาคผนวก ง 202
การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ 202
ภาคผนวก จ 213
ตัวอย่างผลงานนักเรียน 213
ภาคผนวก ฉ 219
ภาพกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสตีมศึกษา 219
ภาคผนวก ช 222
รายนามผู้เชี่ยวชาญและหนังสือแต่งตั้งผู้เชี่ยวชาญ 222
ประวัติผู้เขียน 230

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 นักเรียนโรงเรียนบรบือ ปีการศึกษา 2562 จำแนกตามระดับชั้น 22

ตารางที่ 2 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมและบทบาทของครูกับนักเรียน 38

ตารางที่ 3 แสดงคุณสมบัติ 7 ประการของคนคิดเชิงผลิตภาพ 45

ตารางที่ 4 คุณสมบัติของผู้สอนและผู้เรียนในเชิงผลิตภาพ 46

ตารางที่ 5 เกณฑ์ลักษณะ 7 ประการของผู้ที่มีความสามารถในการคิดเชิงผลิตภาพ 49

ตารางที่ 6 เกณฑ์การประเมินด้านการเป็นคนช่างสังเกต 51

ตารางที่ 7 ตัวอย่างเกณฑ์การประเมินแบบวัดความคิดเชิงผลิตภาพ 52

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย 5

ภาพที่ 2 พีระมิดแสดงองค์รวมของสตีมศึกษา 35

ภาพที่ 3 คะแนนเฉลี่ยของแต่ละองค์ประกอบของความสามารถในการคิดเชิงผลิตภาพของการสอน 103

ภาพที่ 4 คะแนนเฉลี่ยของแต่ละองค์ประกอบของความสามารถในการคิดเชิงผลิตภาพของการสอน 108

ภาพที่ 5 แสดงจำนวนนักเรียนในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในการสอนระยะที่ 1..... 112

ภาพที่ 6 แสดงจำนวนนักเรียนในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในการสอนระยะที่ 2..... 115

บทที่ 1
บทนำ

ภูมิหลัง

ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ผ่านมามีการสั่งสมและถ่ายทอดผ่านกระบวนการเรียนการสอน ที่มุ่งพัฒนาให้เป็นคนเก่ง เรียนรู้อย่างรอบด้าน แต่การเรียนรู้วิทยาศาสตร์เริ่มเปลี่ยนแปลงไปเป็นอย่างมาก ในช่วงต้นศตวรรษที่ 21 เนื่องด้วยบริบทของปัจจัยสนับสนุนการเรียนรู้เปลี่ยนแปลงสู่สังคมออนไลน์และโลกแห่งความรู้ที่ไร้พรมแดน ธรรมชาติการเรียนรู้ก็เปลี่ยนแปลงไปภายใต้เงื่อนไขของเวลาที่มีจำกัดมากขึ้น การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 จึงเป็นการเรียนรู้เพื่อรู้อย่างเท่าทันการเปลี่ยนแปลง ปรับเปลี่ยนผู้เรียนให้รู้จักปรับตัวแสวงหาความรู้ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วยทักษะที่จำเป็นมากขึ้น (ประสาท เนืองเฉลิม, 2558) ประกอบกับรัฐบาลได้ประกาศนโยบายไทยแลนด์ 4.0 มีเป้าหมายให้ประเทศไทยก้าวออกจากกับดักรายได้ปานกลาง และก้าวไปสู่ประเทศรายได้สูง โดยใช้นวัตกรรมทางเศรษฐกิจสังคมและการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ที่มีคุณภาพสูง การจัดการศึกษาในปัจจุบันจะต้องฝึกให้ผู้เรียนใช้ทักษะการคิดมากกว่าใช้ความจำ รวมถึงสามารถที่จะคิดวิเคราะห์มีเหตุมีผลสามารถที่จะเข้าใจเรียนรู้ได้ถูกทิศถูกทาง เพราะทุกวันนี้เรายังสื่อสารภาษาอังกฤษยังไม่คล่อง รวมไปถึงการที่มีครูที่เก่ง คือ สามารถสร้างนักเรียนที่เก่ง ไม่ได้เป็นครูที่มีความรู้เพียงอย่างเดียวเพราะครูเป็นรากฐานสำคัญของการปฏิรูปการศึกษาที่จะต้องแสวงหาความรู้ความคิดสร้างสรรค์ และส่งเสริมนวัตกรรมความสามารถทางปัญญาในการคิดและการสื่อสารที่กล่าวถึงเป็นสิ่งนามธรรมที่แสดงออกให้เป็นรูปธรรมได้ในรูปของผลผลิตในลักษณะต่าง ๆ สอดคล้องกับความคิดของ ไพฑูรย์ สินลารัตน์ (2559) ที่ว่าการคิดผลิตภาพ หรือคิดเชิงผลิตภาพ เป็นความคิดหนึ่งในปรัชญาการศึกษาเชิงสร้างสรรค์และผลิตภาพที่สอนให้ผู้เรียนต้องคิดสร้างสรรค์และมีผลผลิตพร้อมกัน โดยมี 3 องค์ประกอบ คือ 1) การวางแผน: มีการวางแผนในการสร้างผลงานเป็นขั้นตอนและนำไปปฏิบัติได้จริง 2) การทำงานที่คล่องแคล่ว: สามารถเลือกใช้ วัสดุ อุปกรณ์ ในการสร้างผลงานได้อย่างถูกต้องเหมาะสม โดยสามารถระบุรายละเอียดอุปกรณ์ที่ใช้ รวมทั้งคำนึงถึงความคงทนของชิ้นงานต่อการนำไปใช้ประโยชน์ 3) การสร้างผลงาน: ผลงานที่นักเรียนผลิตขึ้นตรงตามวัตถุประสงค์มีความแปลกใหม่ในทางบวกใช้ระโยชน์ได้จริงและสามารถนำไปประยุกต์ใช้เพื่อประโยชน์ต่อตนเองและสังคมได้

โรงเรียนบรบือ เปิดสอนทั้งระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นและระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ซึ่งวิชาฟิสิกส์เป็นสาขาหนึ่งของวิทยาศาสตร์ ที่จัดว่าเป็นพื้นฐานสำคัญของวิทยาศาสตร์ เป็นวิชาที่เกี่ยวข้องกับการใช้ชีวิตประจำวัน ซึ่งเป็นเรื่องใกล้ตัว และเป็นวิชาที่เน้นให้ผู้เรียนมีความสามารถใน

การคิดวิเคราะห์ คิดแก้ปัญหา คิดอย่างสร้างสรรค์ และสร้างสรรค์นวัตกรรมใหม่ ๆ ซึ่งจากที่ดิฉันไปฝึกประสบการณ์วิชาชีพนั้น ทำให้ทราบถึงปัญหาของตัวผู้เรียนจากการบันทึกแผนหลังการสอน โดยใช้กิจกรรมสะเต็มศึกษาในเรื่อง งานและพลังงาน พบว่าผู้เรียนไม่สามารถกำหนดประเด็นปัญหา ไม่กล้าคิด ไม่กล้าลงมือทำ จึงทำให้ไม่สามารถไปถึงขั้นสร้างนวัตกรรมได้ ซึ่งครูผู้สอนจะต้องเป็นคนพาดำเนินการให้ทุกขั้นตอน เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนกล้าคิด กล้าลงมือทำมากขึ้น โดยผลจากการฝึกประสบการณ์วิชาชีพนี้สอดคล้องกับผลการประเมิน SAR ของโรงเรียน จุดที่ควรพัฒนาคือ ผู้เรียนยังต้องเร่งพัฒนาด้านการนำเสนอ การอภิปรายและแลกเปลี่ยนเรียนรู้อย่างสมเหตุสมผล รวมถึงการสร้างนวัตกรรมและการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาตามสถานการณ์ได้อย่างเหมาะสม (ผลการประเมิน SAR โรงเรียนบรบือ ปี 2563) ซึ่งการที่จะสร้างนวัตกรรมได้นั้น ต้องเกิดจากความคิดสร้างสรรค์นับเป็นองค์ประกอบสำคัญของความคิดผลิตภาพ (Productive Thinking) ซึ่ง (ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2560) ได้กล่าวว่า ความคิดผลิตภาพเป็นความคิดเชิงรูปธรรมที่มีการคิดวิเคราะห์และความคิดสร้างสรรค์เป็นฐาน เป็นความคิดที่ไม่ได้เกิดขึ้นง่าย ๆ ต้องอาศัยการฝึกฝนผ่านการทำงานอย่างเป็นระบบและมีความมุ่งมั่นในการทำงานจนประสบความสำเร็จ และ นวลจิตต์ เชาวกีรติพงศ์ (2559) กล่าวถึงความคิดผลิตภาพว่า เป็นความสามารถทางสมองของบุคคลในการทำภาพที่เกิดขึ้นให้ออกมาเป็นสิ่งที่เป็นผลิตภาพ หรือเป็นรูปธรรมที่สามารถนำไปใช้แก้ปัญหา หรือไปทำประโยชน์ในงานต่าง ๆ ได้สอดคล้อง ไพฑูรย์ สินลารัตน์ (2559) ที่กล่าวว่า ผู้มีความคิดเชิงผลิตภาพจะเน้นการสร้างงานที่เป็นรูปธรรม คำนึงถึงผลผลิตเป็นหลัก มีวิธีการในการสร้างผลงานให้สำเร็จ สร้างคุณค่าของงานอยู่เสมอ ดังนั้น ความคิดผลิตภาพจึงสำคัญในยุคของการศึกษาไทย 4.0

การประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาร่วมกับสมาคมนานาชาติ (The International Association for the Evaluation of Educational Achievement หรือ IEA) ในโครงการ TIMSS 2015 (กระทรวงศึกษาธิการ, 2558) ในวิชาวิทยาศาสตร์โดยทำการศึกษากับกลุ่มตัวอย่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการประเมินพบว่า ประเทศไทยอยู่ลำดับที่ 26 จากประเทศที่เข้าร่วมโครงการทั้งหมด 34 ประเทศ และได้คะแนนวิทยาศาสตร์เฉลี่ย 456 คะแนนซึ่งคะแนนเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเปรียบเทียบกับคะแนนเฉลี่ยสูงสุดประมาณ 600 คะแนน จากผลการสำรวจพบว่าต่างประเทศได้มีการใช้คอมพิวเตอร์ระหว่างการเรียนการสอน และสอนผ่านกระบวนการสำรวจตรวจสอบความรู้ความเข้าใจในเนื้อหา โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเรียนการสอนที่เน้นให้นักเรียนได้คิด ปฏิบัติ และลงข้อสรุปจากข้อมูล หรือปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ โดยมีทรัพยากรสำหรับการทดลองทางวิทยาศาสตร์ที่หลากหลาย แล้วในปัจจุบันนี้ทุกประเทศให้ความสำคัญกับการใช้เทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้รวมอยู่ในหลักสูตร รวมถึงบูรณาการวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และวิศวกรรมศาสตร์ ตามแนวทางสะเต็มศึกษา และผลการการศึกษาขององค์การความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา (Organization for Economic Cooperation and Development,

OECD) หรือPISA (Program for International Students Assessment) จากผลการประเมินของโครงการ PISA ในปี 2558 พบว่าเด็กไทยกลุ่มอายุ 15 ปี มีผลการประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ต่ำกว่าค่าเฉลี่ยนานาชาติอย่างมีนัยสำคัญ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2559) จากการศึกษาข้อมูลผลการทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O - Net) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2562 และ 2563 ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ พบว่า มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 46.09 และ 45.97 ตามลำดับ (สำนักงานปลัดกระทรวงศึกษาธิการ) ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่าการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ทั้งสองปีมีคะแนนเฉลี่ยลดลง

จากปัญหาที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยได้ศึกษารูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เหมาะกับการพัฒนาการคิดเชิงผลิตภาพของนักเรียน พบว่า การจัดการเรียนรู้ควรมีลักษณะองค์รวมเน้นการบูรณาการสอดคล้องกับวิถีชีวิตของนักเรียน ขณะนี้ สสวท. ให้ความสนใจนวัตกรรมใหม่ด้านการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในโครงการ STEM Education เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ให้เกิดการบูรณาการกับศาสตร์อื่น ๆ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2556) STEM มาจากการบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา คือ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และ คณิตศาสตร์ โดยนำจุดเด่นของธรรมชาติ ตลอดจนวิธีการสอนของแต่ละสาขาวิชามาผสมผสานกัน เพื่อให้นักเรียนนำความรู้มาใช้ในการแก้ไขปัญหา การค้นคว้า และพัฒนาสิ่งต่าง ๆ ในสถานการณ์โลกในปัจจุบัน (พรทิพย์ ศิริภัทราชัย, 2556) ต่อมา Yakman (2008) กล่าวว่า การเรียนรู้บูรณาการแบบ STEM ยากต่อการเข้าใจ จึงมีการพัฒนาโมเดล STEAM ขึ้นมาจาก STEM เดิม โดยการปรับปรุงโครงสร้างการบูรณาการเพิ่มศิลปะเข้าไป เพื่อให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้และเข้าใจเนื้อหาในระดับลึกอย่างครอบคลุม และต้องการให้นักเรียนถ่ายทอดจินตนาการออกมา เพื่อนำไปสู่การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ Kim and Park (2012) กล่าวว่า การเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ที่เน้นความคิดเชิงวิชาการกับศิลปะที่เน้นความคิดเชิงสร้างสรรค์รวมกันอย่างลงตัว เน้นทำให้นักเรียนเชื่อมโยงความคิดได้อย่างมีเหตุผล และนำไปสู่ความคงทนในการเรียนรู้ โดยมีขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ดังนี้ 1) ขั้นระบุปัญหา (identify a challenge) 2) ขั้นรวบรวมแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (explore ideas) 3) ขั้นวางแผนและพัฒนา (plan and develop) 4) ขั้นทดสอบและประเมินผล (test and evaluate) 5) ขั้นนำเสนอผลลัพธ์ (present the solution) จะเห็นได้ว่าขั้นตอนการจัดกิจกรรมตามแนวทางสตีมศึกษานั้น มีขั้นตอนคล้ายและสัมพันธ์กันกับองค์ประกอบและความหมายของการคิดเชิงผลิตภาพ

จากเหตุผลและสภาพปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยจึงตระหนักถึงสภาพปัญหาและความจำเป็นในการพัฒนาความสามารถในการคิดเชิงผลิตภาพ ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะพัฒนาความสามารถในการคิดเชิงผลิตภาพของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสตีมศึกษา (STEAM

education) เพื่อเป็นประโยชน์สำหรับการนำไปใช้พัฒนาการจัดการเรียนรู้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และกลุ่มสาระอื่น ๆ ให้ดียิ่งขึ้นต่อไป

ความมุ่งหมายการวิจัย

1. เพื่อศึกษาความสามารถในการคิดเชิงผลิตภาพของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสตีมศึกษา

2. เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสตีมศึกษาให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70

ความสำคัญของการวิจัย

1. เพื่อเป็นแนวทางสำหรับครูผู้สอนในการพัฒนาการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสตีมศึกษา

2. เพื่อให้นักเรียนมีความสามารถในการคิดเชิงผลิตภาพและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์สูงขึ้น

ขอบเขตการวิจัย

กลุ่มเป้าหมาย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที 4/2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนบรบือ อำเภอบรบือ จังหวัดมหาสารคาม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 26 (มหาสารคาม) จำนวน 3 ห้องเรียน โดยเลือกกลุ่มเป้าหมายในการทำการวิจัยในครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 36 คน เลือกแบบเจาะจง โดยประเมินจากแบบบันทึกหลังการสอน และการสัมภาษณ์ครูพี่เลี้ยงซึ่งพบว่าผลการประเมินมีระดับต่ำ

ตัวแปรที่ศึกษา

นวัตกรรมที่ใช้ในการวิจัย : การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสตีมศึกษา

ตัวแปรที่ศึกษาในการวิจัย : การคิดเชิงผลิตภาพ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เนื้อหาวิชา

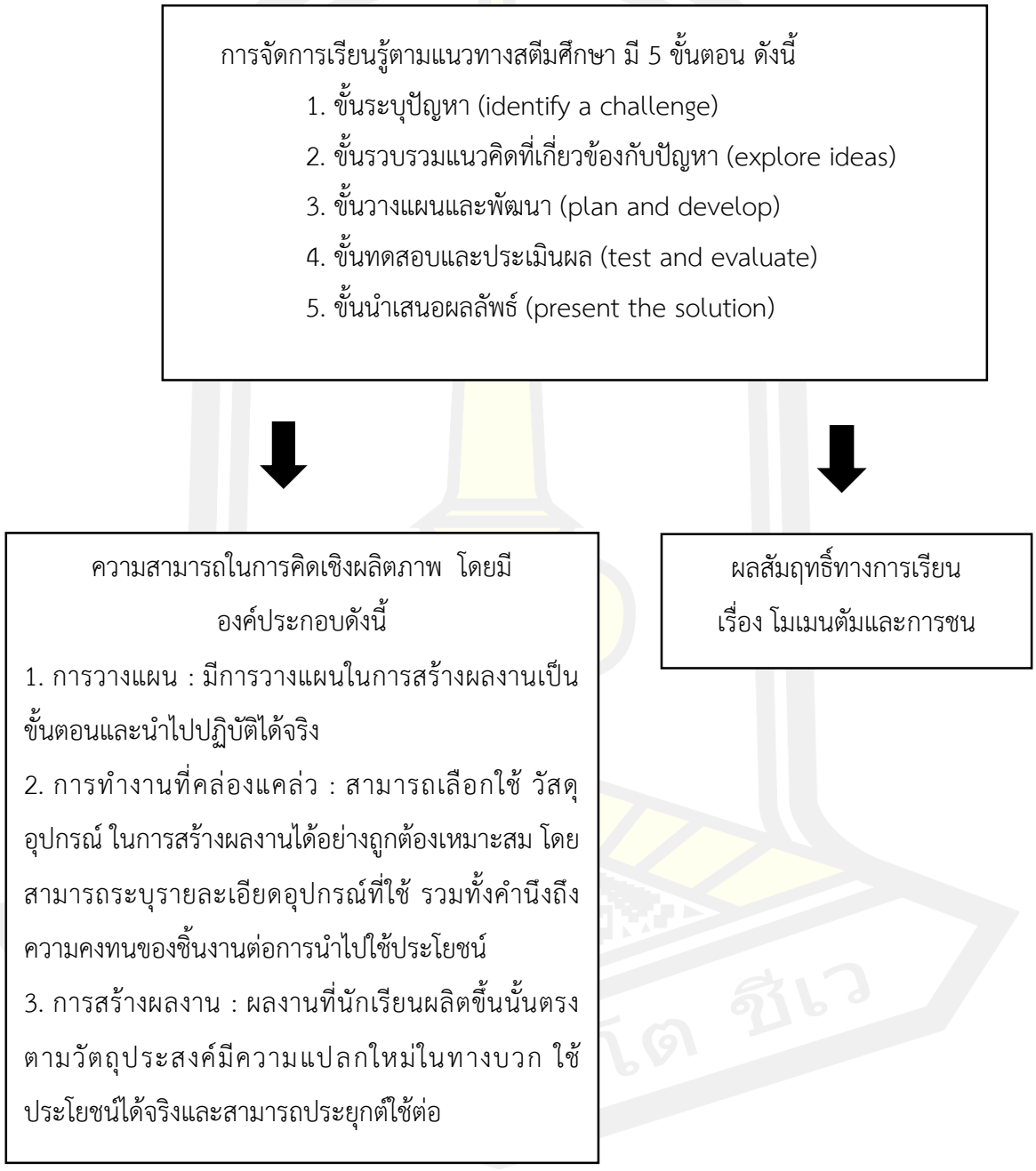
วิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 2 เรื่อง โมเมนตัมและการชน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560)

ระยะเวลาดำเนินการ

การวิจัยนี้ดำเนินในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564

กรอบแนวคิดการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เขียนกรอบแนวคิดในการวิจัย ดังนี้



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. สตีมศึกษา (STEAM education) กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM หมายถึง การนำศาสตร์ทั้ง 5 มาบูรณาการในการเรียนรู้เข้าด้วยกัน ได้แก่ S หมายถึง Science หรือ วิทยาศาสตร์ เป็นความรู้ ความจริงที่มีอยู่ในธรรมชาติรอบตัว ทั้งสิ่งมีชีวิตและไม่มีชีวิต สมบัติของสาร จำแนกชนิดส่วนประกอบ ประโยชน์ของสมบัติที่นำมาประกอบเป็นของเล่น ของใช้ ทดลอง พิสูจน์ เป็นการเรียนรู้เพื่อหาความจริงและนำไปใช้ T หมายถึง Technology หรือเทคโนโลยี/เทคโนโลยีสารสนเทศ การนำสิ่งที่อยู่รอบตัวมาใช้ประโยชน์ เช่น ความรู้ ความคิด เทคนิคกระบวนการ การสืบค้นข้อมูล เพื่อสร้างสรรค์พัฒนา หรือแก้ไขปัญหาในการทำงานและในชีวิตประจำวัน E หมายถึง Engineering หรือวิศวกรรมศาสตร์ การออกแบบ แก้ปัญหา และสร้างสรรค์สิ่งใหม่ ๆ ด้วยหลักการทางคณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ เพื่อแก้ไขปัญหาและอำนวยความสะดวกให้กับมนุษย์ A หมายถึง Arts หรือศิลปะศาสตร์/ศิลปกรรมศาสตร์ การใช้ศิลปะด้านต่าง ๆ ทัศนศิลป์ การใช้ภาษาในการสื่อสาร และการเขียน เพื่อช่วยให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ในการพัฒนา หรือแก้ไขปัญหาในการทำงานและในชีวิตประจำวัน M หมายถึง Mathematic หรือคณิตศาสตร์ การใช้สูตรวิธีการในการคำนวณ ปริมาณ รูปร่าง จำนวน ตัวเลข พื้นผิว เรขาคณิต โครงสร้าง เพื่อแก้ปัญหาและหาผลลัพธ์ โดยมี 5 ขั้นตอน

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา (identify a challenge) คือ เป็นขั้นทำความเข้าใจปัญหา หรือความท้าทาย วิเคราะห์เงื่อนไข หรือข้อจำกัดของสถานการณ์ เพื่อกำหนดขอบเขตของปัญหา ซึ่งจะนำไปสู่การสร้างชิ้นงาน หรือวิธีการในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 2 รวบรวมแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (explore ideas) คือ นักเรียนต้องรวบรวมข้อมูลและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการแก้ปัญหาความเหมาะสมกับเงื่อนไขและขอบเขตของปัญหาแล้วจึงเลือกแนวคิด หรือวิธีการที่เหมาะสมที่สุดและประเมินความเป็นไปได้ในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 วางแผนและพัฒนา (plan and develop) คือ เป็นขั้นที่หลังจากเลือกแนวคิดที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา นักเรียนต้องวางแผนและประยุกต์ใช้ข้อมูล ศึกษาแนวคิดที่เกี่ยวข้องเพื่อการออกแบบชิ้นงาน หรือวิธีการในการแก้ปัญหา และอาศัยความรู้ทางด้านศิลปะมาช่วยในการออกแบบอย่างสร้างสรรค์ และสวยงาม โดยคำนึงถึงทรัพยากร ข้อจำกัดและเงื่อนไขตามสถานการณ์ที่กำหนด นักเรียนต้องวาดแบบพัฒนาต้นแบบของผลผลิตเพื่อใช้ในการทดสอบแนวคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 4 ทดสอบและประเมินผล (test and evaluate) คือ เป็นขั้นทดสอบและประเมินการใช้งานต้นแบบเพื่อแก้ปัญหา ผลที่ได้จากการทดสอบและประเมินอาจถูกนำมาใช้ในการปรับปรุงและ

พัฒนาผลลัพธ์ให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหามากขึ้น การทดสอบและการประเมินผลสามารถเกิดขึ้นได้หลายครั้งในกระบวนการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 5 นำเสนอผลลัพธ์ (present the solution) คือ หลังจากการพัฒนาปรับปรุงและประเมินวิธีการแก้ปัญหา หรือผลลัพธ์จนมีประสิทธิภาพตามที่ต้องการแล้วผู้เรียนต้องนำเสนอผลลัพธ์นั้นต่อสาธารณชนโดยต้องออกแบบวิธีการนำเสนอข้อมูลที่เข้าใจง่ายและน่าสนใจ

3. ความสามารถในการคิดเชิงผลิตภาพ หมายถึง กระบวนการคิดที่มีวัตถุประสงค์มุ่งให้นักเรียนสร้างผลงาน ผลผลิต หรือชิ้นงานซึ่งเป็นกระบวนการทางสมองของคนที่ก่อรูปขึ้นอย่างเป็นขั้นตอนจากเห็นภาพนั้นในสมองและนำภาพนั้นออกมาเป็นรูปธรรมได้ รูปธรรมนี้อาจจะเป็นความคิดก็ได้ งานวิชาการก็ได้ สิ่งประดิษฐ์ต่าง ๆ ก็ได้ แต่ต้องเป็นรูปธรรมที่ชัดเจนสื่อต่อคนอื่นได้ ซึ่งผลผลิตนี้เกิดจากความคิดสร้างสรรค์ แปลกใหม่ และน่าสนใจ โดยความคิดผลิตภาพนี้ประกอบได้ด้วย 3 องค์ประกอบดังนี้

1.) การวางแผน : มีการวางแผนในการสร้างผลงานเป็นขั้นตอนและนำไปปฏิบัติได้จริง

2.) การทำงานที่คล่องแคล่ว : สามารถเลือกใช้ วัสดุ อุปกรณ์ ในการสร้างผลงานได้อย่างถูกต้องเหมาะสม โดยสามารถระบุรายละเอียดอุปกรณ์ที่ใช้ รวมทั้งคำนึงถึงความคงทนของชิ้นงานต่อการนำไปใช้ประโยชน์

3) การสร้างผลงาน : ผลงานที่นักเรียนผลิตขึ้นตรงตามวัตถุประสงค์มีความแปลกใหม่ในทางบวกใช้ประโยชน์ได้จริงและสามารถนำไปประยุกต์ใช้เพื่อประโยชน์ต่อตนเองและสังคมได้ ประเมินการคิดเชิงผลิตภาพโดยใช้ แบบวัดความสามารถในการคิดเชิงผลิตภาพ จำนวน 8 ข้อ มีลักษณะข้อสอบอัตนัยเชิงสถานการณ์

4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลที่เกิดจากกระบวนการเรียนรู้หรือจากประสบการณ์ที่ได้รับมาซึ่งทำให้นักเรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม ในด้านของทักษะ ความรู้ ความสามารถและสามารถวัดได้โดยการแสดงออกจากตัวนักเรียนเอง ในพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย แบ่งออกเป็น 4 ระดับ ความรู้ ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และ วิเคราะห์ โดยใช้แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โมเมนตัมและการชน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แบบปรนัย 4 ตัวเลือกจำนวน 30 ข้อ

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้

1. สาระสำคัญเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560)
2. บริบทของโรงเรียนบรบือ
3. การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ
4. สตีมศึกษา
5. ความสามารถในการคิดเชิงผลิตภาพ
6. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
    - 7.1 งานวิจัยในประเทศ
    - 7.2 งานวิจัยต่างประเทศ

สาระสำคัญเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560)

1. เป้าหมายของวิทยาศาสตร์

กระทรวงศึกษาธิการ (2560) กล่าวถึง การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเองมากที่สุดเพื่อให้ได้ทั้งกระบวนการ และความรู้จากวิธีการสังเกต การสำรวจตรวจสอบ การทดลอง แล้วนำผลที่ได้มาจัดระบบเป็นหลักการ แนวคิด และองค์ความรู้ การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงมีเป้าหมายที่สำคัญ ดังนี้

1) เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎี และกฎที่เป็นพื้นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์

2) เพื่อให้เข้าใจขอบเขตของธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์ และข้อจำกัดในการศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์

3) เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้า และคิดค้นทางเทคโนโลยี

4) เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีมวลมนุษย์และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพล และผลกระทบซึ่งกันและกัน

5) เพื่อนำความรู้ความเข้าใจในวิชาวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคม และการดำรงชีวิต

6) เพื่อพัฒนากระบวนการคิด และจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหา และการจัดการทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ

7) เพื่อให้เป็นผู้ที่มีจิตวิทยาศาสตร์มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

สรุปได้ว่า การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) มีเป้าหมายที่สำคัญ คือ เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจหลักการ ทฤษฎี กฎต่าง ๆ ที่เป็นพื้นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์ เข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางเทคโนโลยี มีทักษะในกาสื่อสาร มีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม เพื่อให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ไปใช้ในการอยู่ร่วมกันอย่างมีความสุขได้

2. เรียนรู้อะไรในวิทยาศาสตร์

กระทรวงศึกษาธิการ (2560) มุ่งหวังให้นักเรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ และแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย เหมาะสมกับระดับชั้นโดยกำหนดสาระสำคัญ ดังนี้

1) วิทยาศาสตร์ชีวภาพ เรียนรู้เกี่ยวกับ ชีวิตในสิ่งแวดล้อม องค์ประกอบของสิ่งมีชีวิตการดำรงชีวิตของมนุษย์และสัตว์ การดำรงชีวิตของพืช พันธุกรรม ความหลากหลายทางชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต

2) วิทยาศาสตร์กายภาพ เรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของสาร การเปลี่ยนแปลงของสาร การเคลื่อนที่ พลังงาน และคลื่น

3) วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ เรียนรู้เกี่ยวกับ องค์ประกอบของเอกภพ ปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ เทคโนโลยีอวกาศ ระบบโลก การเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยา กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ และผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

4) เทคโนโลยี

4.1 การออกแบบและเทคโนโลยี เรียนรู้เกี่ยวกับ เทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

4.2 วิทยาการคำนวณ เรียนรู้เกี่ยวกับการคิดเชิงคำนวณ การคิดวิเคราะห์แก้ปัญหาเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ประยุกต์ใช้ความรู้ด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สรุปได้ว่า การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) มุ่งหวังให้นักเรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยเน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะการค้นคว้า และสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงเหมาะสมกับระดับชั้นโดยกำหนดสาระสำคัญ สามารถประยุกต์ใช้ความรู้ ความสามารถในทุกด้านในการดำรงชีวิตบนโลกในยุกต์ศตวรรษที่ 21 ได้

3. สาระ และมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจความหลากหลายของระบบนิเวศ ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งไม่มีชีวิตกับสิ่งมีชีวิต และความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ การถ่ายทอดพลังงาน การเปลี่ยนแปลงแทนที่ในระบบนิเวศ ความหมายของประชากร ปัญหา และผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม แนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ และการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจสมบัติของสิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต การลำเลียงสารเข้า และออกจากเซลล์ ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสัตว์ และมนุษย์ที่ทำงานสัมพันธ์กัน ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของอวัยวะต่าง ๆ ของพืชที่ทำงานสัมพันธ์กันรวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 1.3 เข้าใจกระบวนการ และความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม สารพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ และวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตรวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของ สสารกับโครงสร้าง และแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคหลัก และธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุ ลักษณะ การเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุรวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลง และการถ่ายโอนพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสาร และพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ารวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจองค์ประกอบ ลักษณะ กระบวนการเกิด และวิวัฒนาการของเอกภพ กาแล็กซีดาวฤกษ์ และระบบสุริยะ รวมทั้งปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะที่ส่งผลต่อสิ่งมีชีวิต และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจองค์ประกอบ และความสัมพันธ์ของระบบโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลง ภายในโลก และบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย กระบวนการเปลี่ยนแปลง ลมฟ้าอากาศ และภูมิอากาศโลกรวมทั้งผลต่อสิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 4 เทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลง อย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้ และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์ และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสม โดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจ และใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงอย่างเป็นขั้นตอน และเป็นระบบใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ และการสื่อสารในการเรียนรู้ การทำงาน และการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทัน และมีจริยธรรม

สรุปได้ว่า หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) กำหนดสาระสำคัญในการเรียนวิทยาศาสตร์ไว้ 4 สาระ คือ สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ สาระที่ 4 เทคโนโลยี

4. คุณภาพของผู้เรียน

กระทรวงศึกษาธิการ (2560) ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) มีความคาดหวังคุณภาพของผู้เรียนเมื่อจบช่วงชั้นที่ 4 (มัธยมศึกษาปีที่ 4 - 6) โดยเมื่อผู้เรียนจบช่วงชั้นที่ 4 แล้วผู้เรียนควรจะมีความสามารถ ดังนี้

1) เข้าใจการลำเลียงสารเข้า และออกจากเซลล์กลไกการรักษาดุลยภาพของมนุษย์ ภูมิคุ้มกันในร่างกายของมนุษย์ และความผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกัน การใช้ประโยชน์จากสารต่าง ๆ ที่พืชสร้างขึ้น การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม วิวัฒนาการที่ทำให้เกิดความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต ความสำคัญ และผลของเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอต่อมนุษย์สิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

2) เข้าใจความหลากหลายของไบโอมในเขตภูมิศาสตร์ต่าง ๆ ของโลก การเปลี่ยนแปลงแทนที่ในระบบนิเวศ ปัญหา และผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม แนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ และการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม

3) เข้าใจชนิดของอนุภาคสำคัญที่เป็นส่วนประกอบในโครงสร้างอะตอม สมบัติบางประการของธาตุ การจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ ชนิดของแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค และสมบัติต่าง ๆ ของสารที่มีความสัมพันธ์กับแรงยึดเหนี่ยว พันธะเคมีโครงสร้าง และสมบัติของพอลิเมอร์การเกิดปฏิกิริยาเคมีปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี และการเขียนสมการเคมี

4) เข้าใจปริมาณที่เกี่ยวกับการเคลื่อนที่ ความสัมพันธ์ระหว่างแรง มวลและความเร่งผลของความเร่งที่มีต่อการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุ แรงโน้มถ่วง แรงแม่เหล็ก ความสัมพันธ์ระหว่างสนามแม่เหล็กและกระแสไฟฟ้า และแรงภายในนิวเคลียส

5) เข้าใจพลังงานนิวเคลียร์ความสัมพันธ์ระหว่างมวลและพลังงาน การเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า เทคโนโลยีด้านพลังงาน การสะท้อน การหักเห การเลี้ยวเบน และการรวมคลื่น การได้ยิน ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง สีกับการมองเห็นสีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า และประโยชน์ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

6) เข้าใจการแบ่งชั้น และสมบัติของโครงสร้างโลก สาเหตุ และรูปแบบการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณีที่สัมพันธ์กับการเกิดลักษณะธรณีสัณฐาน สาเหตุกระบวนการเกิดแผ่นดินไหว ภูเขาไฟระเบิด สึนามิ ผลกระทบแนวทางการเฝ้าระวัง และการปฏิบัติตนให้ปลอดภัย

7) เข้าใจผลของแรงเนื่องจากความแตกต่างของความกดอากาศ แรงคอริออลิสที่มีต่อการหมุนเวียนของอากาศ การหมุนเวียนของอากาศตามเขตละติจูด และผลที่มีต่อภูมิอากาศ ความสัมพันธ์ของการหมุนเวียนของอากาศ และการหมุนเวียนของกระแสน้ำผิวหน้าในมหาสมุทรและผลต่อลักษณะลมฟ้าอากาศ สิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม ปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก และแนวปฏิบัติเพื่อลดกิจกรรมของมนุษย์ที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก รวมทั้งการแปลความหมายสัญลักษณ์ลมฟ้าอากาศที่สำคัญจากแผนที่อากาศ และข้อมูลสารสนเทศ

8) เข้าใจการกำเนิดและการเปลี่ยนแปลงพลังงาน สสาร ขนาด อุณหภูมิของเอกภพ หลักฐานที่สนับสนุนทฤษฎีบิกแบง ประเภทของกาแล็กซีโครงสร้าง และองค์ประกอบของกาแล็กซีทางช้างเผือก กระบวนการเกิด และการสร้างพลังงาน ปัจจัยที่ส่งผลต่อความส่องสว่างของดาวฤกษ์

และความสัมพันธ์ระหว่างความส่องสว่างกับโชติมาตรของดาวฤกษ์ความสัมพันธ์ระหว่างสีอุณหภูมิผิว และสเปกตรัมของดาวฤกษ์วิวัฒนาการ และการเปลี่ยนแปลงสมบัติบางประการของดาวฤกษ์ กระบวนการเกิดระบบสุริยะ การแบ่งเขตบริวารของดวงอาทิตย์ลักษณะของดาวเคราะห์ที่เอื้อต่อการดำรงชีวิต การเกิดลมสุริยะ พายุสุริยะและผลที่มีต่อโลก รวมทั้งการสำรวจอวกาศ และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ

9) ระบุปัญหา ตั้งคำถามที่จะสำรวจตรวจสอบ โดยมีการกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ สืบค้นข้อมูลจากหลายแหล่ง ตั้งสมมติฐานที่เป็นไปได้หลายแนวทาง ตัดสินใจเลือกตรวจสอบสมมติฐานที่เป็นไปได้

10) ตั้งคำถามหรือกำหนดปัญหาที่อยู่บนพื้นฐานของความรู้ และความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ ที่แสดงให้เห็นถึงการใช้ความคิดระดับสูงที่สามารถสำรวจตรวจสอบหรือศึกษาค้นคว้าได้อย่างครอบคลุม และเชื่อถือได้สร้างสมมติฐานที่มีทฤษฎีรองรับหรือคาดการณ์สิ่งที่จะพบเพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ ออกแบบวิธีการสำรวจตรวจสอบตามสมมติฐานที่กำหนดไว้ได้อย่างเหมาะสมมีหลักฐานเชิงประจักษ์ เลือกวัสดุ อุปกรณ์ รวมทั้งวิธีการในการสำรวจตรวจสอบอย่างถูกต้องทั้งในเชิงปริมาณ และคุณภาพ และบันทึกผลการสำรวจตรวจสอบอย่างเป็นระบบ

11) วิเคราะห์แปลความหมายข้อมูล และประเมินความสอดคล้องของข้อสรุปเพื่อตรวจสอบกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ให้ข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงวิธีการสำรวจตรวจสอบ จัดกระทำข้อมูลและนำเสนอข้อมูลด้วยเทคนิควิธีที่เหมาะสม สื่อสารแนวคิด ความรู้จากผลการสำรวจตรวจสอบโดยการพูด เขียน จัดแสดงหรือใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจโดยมีหลักฐานอ้างอิงหรือมีทฤษฎีรองรับ

12) แสดงถึงความสนใจ มุ่งมั่น รับผิดชอบ รอบคอบ และซื่อสัตย์ ในการสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เครื่องมือและวิธีการที่ให้ได้ผลถูกต้อง เชื่อถือได้มีเหตุผลและยอมรับได้ว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์อาจมีการเปลี่ยนแปลงได้

13) แสดงถึงความพอใจและเห็นคุณค่าในการค้นพบความรู้พบคำตอบ หรือแก้ปัญหาได้ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์แสดงความคิดเห็นโดยมีข้อมูลอ้างอิง และเหตุผลประกอบเกี่ยวกับผลของการพัฒนา และการใช้วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีอย่างมีคุณธรรมต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

14) เข้าใจความสัมพันธ์ของความรู้วิทยาศาสตร์ที่มีผลต่อการพัฒนาเทคโนโลยีประเภทต่าง ๆ และการพัฒนาเทคโนโลยีที่ส่งผลให้มีการคิดค้นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ก้าวหน้าผลของเทคโนโลยีต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

15) ตระหนักถึงความสำคัญและเห็นคุณค่าของความรู้วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีที่ใช้ในชีวิตประจำวัน ใช้ความรู้ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีในการดำรงชีวิต

และการประกอบอาชีพ แสดงความชื่นชม ภูมิใจ ยกย่อง อ้างอิงผลงาน ชิ้นงานที่เป็นผลมาจากภูมิปัญญาท้องถิ่น และการพัฒนาเทคโนโลยีที่ทันสมัย ศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงงานหรือสร้างชิ้นงานตามความสนใจ

16) แสดงความซาบซึ้ง ห่วงใย มีพฤติกรรมเกี่ยวกับการใช้ และรักษาทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อมอย่างรู้คุณค่า เสนอตัวเองร่วมมือปฏิบัติกับชุมชนในการป้องกันดูแลทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของท้องถิ่น

17) วิเคราะห์แนวคิดหลักของเทคโนโลยี ได้แก่ ระบบทางเทคโนโลยีที่ซับซ้อนการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีความสัมพันธ์ระหว่างเทคโนโลยีกับศาสตร์อื่น โดยเฉพาะวิทยาศาสตร์หรือคณิตศาสตร์วิเคราะห์ เปรียบเทียบ และตัดสินใจเพื่อเลือกใช้เทคโนโลยีโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม เศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อม ประยุกต์ใช้ความรู้ทักษะ ทรัพยากรเพื่อออกแบบสร้างหรือพัฒนาผลงานสำหรับแก้ปัญหาที่มีผลกระทบต่อสังคมโดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมใช้ซอฟต์แวร์ช่วยในการออกแบบ และนำเสนอผลงาน เลือกใช้วัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือได้อย่างถูกต้องเหมาะสม ปลอดภัย รวมทั้งคำนึงถึงทรัพย์สินทางปัญญา

18) ใช้ความรู้ทางด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์สื่อดิจิทัล เทคโนโลยีสารสนเทศ และการสื่อสาร เพื่อรวบรวมข้อมูลในชีวิตจริงจากแหล่งต่าง ๆ และความรู้จากศาสตร์อื่น มาประยุกต์ใช้สร้างความรู้ใหม่ เข้าใจการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีที่มีผลต่อการดำเนินชีวิต อาชีพ สังคม วัฒนธรรม และใช้อย่างปลอดภัย มีจริยธรรม

สรุปได้ว่า หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) เน้นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนากระบวนการคิด ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ รวมถึง ความมุ่งมั่น รับผิดชอบ รอบคอบ และซื่อสัตย์ ในการสืบเสาะหาความรู้ ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ ใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมีคุณธรรมต่อสังคม และสิ่งแวดล้อม และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นและสามารถนำองค์ความรู้ที่ได้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้

5. วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม

กระทรวงศึกษาธิการ (2560) ได้จัดทำวิทยาศาสตร์เพิ่มเติมขึ้นสำหรับผู้เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ ที่จำเป็นต้องเรียนเนื้อหาใน สาระชีววิทยา เคมี ฟิสิกส์ และโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญและเพียงพอสำหรับการศึกษาต่อในระดับอุดมศึกษา ในด้านวิทยาศาสตร์ เพื่อประกอบวิชาชีพในสาขาที่ใช้วิทยาศาสตร์เป็นฐาน เช่น แพทย์ ทันตแพทย์ สัตวแพทย์ เทคโนโลยีชีวภาพ เทคนิคการแพทย์ วิศวกรรม สถาปัตยกรรม ฯลฯ โดยมีผลการเรียนรู้ ที่ครอบคลุมด้านเนื้อหา ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และทักษะแห่ง

ศตวรรษที่ 21 รวมทั้งจิตวิทยาศาสตร์ที่ผู้เรียนจำเป็นต้องมี วิทยาศาสตร์เพิ่มเติมนี้ ได้มีการปรับปรุงเพื่อให้มีเนื้อหาที่ทัดเทียมกับนานาชาติ เน้นกระบวนการคิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหา รวมทั้งเชื่อมโยงความรู้สู่การนำไปใช้ในชีวิตจริง สรุปได้ดังนี้

1) ลดความซ้ำซ้อนของเนื้อหาระหว่างตัวชี้วัดในรายวิชาพื้นฐาน และผลการเรียนรู้รายวิชาเพิ่มเติม เพื่อให้ผู้เรียนได้มีเวลาสำหรับการเรียนรู้ และทำปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น

2) ลดความซ้ำซ้อนของเนื้อหาระหว่างสาระชีววิทยา เคมี ฟิสิกส์ และโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ โดยมีการพิจารณาเนื้อหาที่มีความซ้ำซ้อนกัน แล้วจัดให้เรียนที่สาระใดสาระหนึ่ง เช่น

- เรื่องสารชีวโมเลกุล เดิมเรียนทั้งในสาระชีววิทยา เคมี ได้พิจารณาแล้วจัดให้เรียนในสาระชีววิทยา

- เรื่องปิโตรเลียม เดิมเรียนทั้งในสาระเคมี และโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ ได้พิจารณาแล้วจัดให้เรียนในสาระโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ

- เรื่องกฎของบอยล์ กฎของชาร์ล ไอโซโทปกัมตรังสี ได้พิจารณาแล้วจัดให้เรียนในสาระเคมี และเรื่องพลังงานนิวเคลียร์ จัดให้เรียนในสาระฟิสิกส์ เนื่องจากเดิมเนื้อหาเหล่านี้ทับซ้อนกันในสาระเคมีและฟิสิกส์

- เรื่องการทดลองของทอมสัน และการทดลองของมิลลิแกน เดิมเรียนทั้งในสาระเคมี และฟิสิกส์ ได้พิจารณาแล้วจัดให้เรียนในสาระเคมี

3) ลดความซ้ำซ้อนกันระหว่างระดับมัธยมศึกษาตอนต้น และระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เช่น

- เรื่องระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อมในสาระชีววิทยา ได้ปรับให้สาระการเรียนรู้ เนื้อหา และกิจกรรม มีความแตกต่างกันตามความเหมาะสมของระดับผู้เรียน

- เรื่องเทคโนโลยีอวกาศ การเกิดลม การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของโลก พายุ และมรสุม ได้มีการปรับให้สาระการเรียนรู้ เนื้อหา และกิจกรรม เรียนต่อเนื่องกันจากระดับมัธยมศึกษาตอนต้นไปสู่ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เพื่อไม่ให้ทับซ้อนกัน

4) ลดทอนเนื้อหาที่ยากเพื่อให้เหมาะสมกับกลุ่มของผู้เรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

5) มีการเพิ่มเนื้อหาด้านต่าง ๆ ที่มีความทันสมัย สอดคล้องต่อการดำรงชีวิตในปัจจุบัน และอนาคตมากขึ้น เช่น เรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อมใน สาระชีววิทยา เรื่องทักษะและความปลอดภัยในปฏิบัติการเคมีนวัตกรรมและการแก้ปัญหา ที่เน้นการบูรณาการในสาระเคมี เรื่องเทคโนโลยีด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม การสื่อสารด้วยสัญญาณดิจิทัลที่เหมาะสมกับสังคมและเศรษฐกิจดิจิทัลในปัจจุบัน รวมทั้งเนื้อหาเกี่ยวกับ การค้นคว้าวิจัยด้านฟิสิกส์อนุภาค เพื่อความสอดคล้องกับความก้าวหน้าของวิชาฟิสิกส์ในปัจจุบัน รวมทั้งเนื้อหาเกี่ยวกับการค้นคว้าวิจัยด้านฟิสิกส์อนุภาค เพื่อความสอดคล้องกับความก้าวหน้าของวิชาฟิสิกส์ในปัจจุบันวิทยาศาสตร์เพิ่มเติมนี้ถึงแม้ว่าสถานศึกษา สามารถจัดให้ผู้เรียนได้เรียนตามความเหมาะสมและตามจุดเน้นของสถานศึกษาในอนาคตข้างหน้า นอกจากมนุษย์จะต้องมีความเข้าใจเกี่ยวกับโลกที่ตัวเองอาศัยอยู่แล้วยังต้องพัฒนาตนเองเพื่อศึกษาข้อมูลต่าง ๆ ที่อยู่นอกโลกเพื่อข้อมูลเหล่านั้นกลับมาพัฒนาคุณภาพชีวิต ให้ดีขึ้น

สรุปได้ว่า กระทรวงศึกษาธิการจัดทำวิทยาศาสตร์เพิ่มเติมขึ้น เพื่อลดความซ้ำซ้อนของเนื้อหาระหว่างตัวชี้วัดในรายวิชาพื้นฐาน และผลการเรียนรู้รายวิชาเพิ่มเติม ในสาระชีววิทยา เคมี ฟิสิกส์และโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ โดยมีการพิจารณาเนื้อหาที่มีความซ้ำซ้อนกัน แล้วจัดให้เรียนที่สาระใดสาระหนึ่งได้มีการปรับปรุงเพื่อให้มีเนื้อหาที่ทัดเทียมกับนานาชาติเน้นกระบวนการคิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหา รวมทั้งเชื่อมโยงความรู้สู่การนำไปใช้ในชีวิตจริงพร้อมทั้งช่วยเปิดโอ กาสทางด้านอาชีพที่หลากหลายให้กับผู้เรียนเพราะในอนาคตข้างหน้า เพื่อนำข้อมูลมาใช้พัฒนาตนเองและพัฒนาการใช้ชีวิตในการอยู่ร่วมกับสังคมให้ดีขึ้นได้

5.1 เรียนรู้อะไรในวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม

กระทรวงศึกษาธิการ (2560) ได้จัดทำวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม ขึ้นเพื่อให้สถานศึกษาครูผู้สอน ตลอดจนหน่วยงานต่าง ๆ ได้ใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอน โดยวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม ผู้เรียนจะได้เรียนรู้สาระสำคัญ ดังนี้

1) ชีววิทยาเรียนรู้เกี่ยวกับการศึกษาชีววิทยาสารที่เป็นองค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต เซลล์ของสิ่งมีชีวิต พันธุกรรม และการถ่ายทอดวิวัฒนาการ ความหลากหลายทางชีวภาพ โครงสร้างและการทำงานของส่วนต่าง ๆ ในพืชดอกระบบ และการทำงานในอวัยวะต่าง ๆ ของสัตว์ และมนุษย์ สิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม

2) เคมี เรียนรู้เกี่ยวกับ ปริมาณสาร องค์ประกอบ และสมบัติของสาร การเปลี่ยนแปลงของสาร ทักษะและการแก้ปัญหาทางเคมี

3) ฟิสิกส์ เรียนรู้เกี่ยวกับ ธรรมชาติ และการค้นพบทางฟิสิกส์แรง และการเคลื่อนที่และพลังงาน

4) โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ เรียนรู้เกี่ยวกับโลก และกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยา ข้อมูลทางธรณีวิทยา และการนำไปใช้ประโยชน์การถ่ายโอนพลังงานความร้อนของโลก การเปลี่ยนแปลงลักษณะลมฟ้าอากาศกับการดำรงชีวิตของมนุษย์ โลกในเอกภพ และดาราศาสตร์กับมนุษย์

สรุปได้ว่า หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) กำหนดสาระสำคัญในการเรียนวิทยาศาสตร์เพิ่มเติมไว้ 4 สาระ คือ สาระที่ 1 ชีววิทยา สาระที่ 2 เคมี สาระที่ 3 ฟิสิกส์ สาระที่ 4 โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ

5.2 สาระวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม สาระชีววิทยา

กระทรวงศึกษาธิการ (2560) ได้กำหนดสาระวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม ขึ้นเพื่อให้สถานศึกษา ครูผู้สอนตลอดจนหน่วยงานต่าง ๆ ได้ใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอน โดยสาระวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม สาระฟิสิกส์ ผู้เรียนจะได้เรียนรู้สาระสำคัญ ดังนี้

1) เข้าใจธรรมชาติทางฟิสิกส์ ปริมาณและกระบวนการวัด การเคลื่อนที่แนวตรง แรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน กฎแรงโน้มถ่วงสากล แรงเสียดทานสมดุลกลของวัตถุ งานและกฎการอนุรักษ์พลังงานกล โมเมนตัมและกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม การเคลื่อนที่แนวโค้งรวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโชยน์

2) เข้าใจการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกส์อย่างง่าย ธรรมชาติของคลื่น เสียงและการได้ยิน ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสงและการเห็น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวกับแสง รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

3) เข้าใจแรงไฟฟ้าและกฎของคูลอมบ์ สนามไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้า ความจุไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และกฎของโอห์ม วงจรไฟฟ้ากระแสตรง พลังงานไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้า การเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า สนามแม่เหล็ก แรงแม่เหล็กที่กระทำกับประจุไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า การเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้าและกฎของฟาราเดย์ ไฟฟ้ากระแสสลับ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและการสื่อสาร รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

4) เข้าใจความสัมพันธ์ของความร้อนกับการเปลี่ยนอุณหภูมิและสถานะของสสาร สภาพยืดหยุ่นของวัสดุและมอดุลัสของยัง ความดันในของไหล แรงพยุง และหลักของอาร์คิมีดีส ความตึงผิวและแรงหนืดของของเหลว ของไหลอุดมคติ และสมการแบร์นูลลี กฎของแก๊ส ทฤษฎีจลน์ของแก๊สอุดมคติและพลังงานในระบบ ทฤษฎีอะคอมของโบว์ ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก ทวิภาวะของคลื่นและอนุภาค กัมมันตภาพรังสี แรงนิวเคลียร์ ปฏิกิริยานิวเคลียร์ พลังงานนิวเคลียร์ ฟิสิกส์อนุภาค รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

6. คำอธิบายรายวิชาและผลการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์

กระทรวงศึกษาธิการ (2560) ได้ให้คำอธิบายรายวิชาฟิสิกส์เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนดังนี้

วิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 1

ศึกษาการค้นหาความรู้ทางฟิสิกส์ ประวัติความเป็นมา รวมทั้งพัฒนาการของหลักการและแนวคิดทางฟิสิกส์ที่มีผลต่อการแสวงหาความรู้ใหม่และการพัฒนาเทคโนโลยี การวัดและการรายงานผลการวัดปริมาณทางฟิสิกส์ หลักการของกลศาสตร์ในเรื่อง การเคลื่อนที่ของวัตถุในแนวตรง แรง การหาแรงลัพธ์ของแรงที่ทำมุมต่อกัน การเขียนแผนภาพวัตถุอิสระ กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน กฎแรงโน้มถ่วงสากล แรงเสียดทานระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุคู่หนึ่ง ๆ ในกรณีที่วัตถุหยุดนิ่งและวัตถุเคลื่อนที่ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสืบค้นข้อมูล การสังเกต วิเคราะห์ เปรียบเทียบ อธิบาย อภิปราย และสรุป เพื่อให้เกิดความรู้ ความเข้าใจ มีความสามารถในการตัดสินใจ มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ในด้านการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ด้านการคิดแก้ปัญหา ด้านการสื่อสาร สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในชีวิตของตนเอง มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม

ผลการเรียนรู้

1) สืบค้น และอธิบายการค้นหาความรู้ทางฟิสิกส์ ประวัติความเป็นมา รวมทั้งพัฒนาการของหลักการและแนวคิดทางฟิสิกส์ที่มีผลต่อการแสวงหาความรู้ใหม่และการพัฒนาเทคโนโลยี

2) วัด และรายงานผลการวัดปริมาณทางฟิสิกส์ได้ถูกต้องเหมาะสม โดยนำความคลาดเคลื่อนในการวัดมาพิจารณาในการนำเสนอผล รวมทั้งแสดงผลการทดลองในรูปของกราฟ วิเคราะห์และแปลความหมายจากกราฟเส้นตรง

3) ทดลอง และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่ง การกระจัด ความเร็ว และความเร่ง ของการเคลื่อนที่ของวัตถุในแนวตรงที่มีความเร่งคงตัวจากกราฟและสมการ รวมทั้งทดลองหาค่าความเร่งโน้มถ่วงของโลก และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

4) อธิบายแรง รวมทั้ง ทดลองและอธิบายการหาแรงลัพธ์ของแรงสองแรงที่ทำมุมต่อกัน

5) เขียนแผนภาพวัตถุอิสระ ทดลองและอธิบายการกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันและการใช้กฎการเคลื่อนที่ของนิวตันกับสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุ รวมทั้ง คำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

6) อธิบายกฎความโน้มถ่วงสากลและผลของสนามโน้มถ่วงที่ทำให้วัตถุมีน้ำหนัก รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

7) วิเคราะห์ อธิบาย และคำนวณแรงเสียดทานระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุคู่หนึ่ง ๆ ในกรณีที่วัตถุหยุดนิ่งและวัตถุเคลื่อนที่ รวมทั้งทดลองหาสัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุ คู่หนึ่ง ๆ และนำความรู้เรื่องแรงเสียดทานไปใช้ในชีวิตประจำวัน

วิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 2

ศึกษาหลักการของกลศาสตร์ในเรื่อง สมดุลกลและเงื่อนไขที่ทำให้วัตถุหรือระบบอยู่ในสมดุลกลศูนย์กลางมวลของวัตถุและผลของศูนย์ถ่วงที่มีต่อเสถียรภาพของวัตถุ งาน พลังงาน ความสัมพันธ์ระหว่าง งานและพลังงานจลน์ ความสัมพันธ์ระหว่าง งานกับพลังงานศักย์โน้มถ่วง และความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของแรงที่ใช้ดึงสปริงกับระยะที่สปริงยืดออก แรงอนุรักษ์ กฎการอนุรักษ์พลังงาน กำลัง เครื่องกลอย่างง่าย ประสิทธิภาพและการได้เปรียบเชิงกลของเครื่องกลอย่างง่ายบางชนิด โมเมนตัม การชนกันของวัตถุหนึ่งมิติ การดล แรงดล และกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ และ การเคลื่อนที่แบบวงกลมในระนาบระดับ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสืบค้นข้อมูล การสังเกต การวิเคราะห์ เปรียบเทียบ อธิบาย อภิปราย และสรุป เพื่อให้เกิดความรู้ ความเข้าใจ มีความสามารถในการตัดสินใจ มีทักษะปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ในด้านการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ด้านการคิดและแก้ปัญหา ด้านการสื่อสาร สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ชีวิตของตนเอง มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม

ผลการเรียนรู้

1) อธิบายสมดุลกลของวัตถุ โมเมนต์และผลรวมของโมเมนต์ที่มีต่อการหมุน แรงคู่ควบและผลของแรงคู่ควบที่มีต่อสมดุลของวัตถุ เขียนแผนภาพวัตถุอิสระเมื่อวัตถุอยู่ในสมดุลกลและคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งทดลองและอธิบายสมดุลของแรงสามแรง

2) สังเกตและอธิบายสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุ เมื่อแรงที่กระทำต่อวัตถุผ่านศูนย์กลางมวลของวัตถุ และผลของศูนย์ถ่วงที่มีต่อเสถียรภาพของวัตถุ

3) วิเคราะห์ และคำนวณงานของแรงคงตัว จากสมการและพื้นใต้กราฟ

ความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับตำแหน่ง รวมทั้งอธิบายและคำนวณกำลังเฉลี่ย

4) อธิบายและคำนวณพลังงานจลน์ พลังงานศักย์ พลังงานกล ทดลองหาความสัมพันธ์ ระหว่างงานกับพลังงานจลน์ ความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานศักย์โน้มถ่วง ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของแรงที่ใช้ดึงสปริงกับระยะที่สปริงยืดออกและความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานศักย์ยืดหยุ่น รวมทั้งอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างงานของแรงลัพธ์และพลังงานจลน์ และคำนวณงานที่เกิดจากแรงลัพธ์

5) อธิบายกฎการอนุรักษ์พลังงานกล รวมทั้งวิเคราะห์ และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ของวัตถุในสถานการณ์ต่าง ๆ โดยใช้กฎการอนุรักษ์พลังงานกล

6) อธิบายการทำงาน ประสิทธิภาพและการได้เปรียบเชิงกลของเครื่องกลอย่างง่ายบางชนิดโดยใช้ความรู้ เรื่อง งานและสมดุลกล รวมทั้งคำนวณประสิทธิภาพและการได้เปรียบเชิงกล

7) อธิบายและคำนวณโมเมนตัมของวัตถุ และการดลจากสมการและพื้นที่ใต้กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงลัพธ์กับเวลา รวมทั้งอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงดลกับโมเมนตัม

8) ทดลอง อธิบายและคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการชนของวัตถุในหนึ่งมิติทั้งแบบยืดหยุ่น ไม่ยืดหยุ่น และการดีดตัวแยกจากกันในหนึ่งมิติซึ่งเป็นตามกฎอนุรักษ์โมเมนตัม

9) อธิบาย วิเคราะห์ และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์และทดลองการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

10) ทดลองและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงสู่ศูนย์กลาง รัศมีของการเคลื่อนที่ อัตราเร็วเชิงเส้น อัตราเร็วเชิงมุม และมวลของวัตถุในการเคลื่อนที่แบบวงกลมในระนาบระดับ รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และประยุกต์ใช้ความรู้การเคลื่อนที่แบบวงกลมในการอธิบายการโคจรของดาวเทียม

บริบทโรงเรียนบรบือ

ข้อมูลทั่วไป

โรงเรียนบรบือ ตั้งอยู่ถนนแจ้งสนิท เลขที่ 769 (745) ถนนแจ้งสนิท ตำบลบรบือ อำเภอบรบือ จังหวัดมหาสารคาม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 26 โทรศัพท์ 043-7710043-771050 E-mail : borabu@chaiyo.com

ที่ตั้ง อำเภอบรบือตั้งอยู่ทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ของตัวจังหวัด มีระยะห่างจากอำเภอเมืองมหาสารคาม ประมาณ 26 กิโลเมตร ขนาดพื้นที่ 1,050 ตารางกิโลเมตร ลักษณะภูมิประเทศเป็นลูกคลื่นลอนตื้นลาดชันขึ้นไปทางทิศตะวันออก ทิศตะวันตกของอำเภอเป็นที่ดอนสลับกับที่นา เนื้อที่ 34 ไร่ 2 งาน 60 ตารางวา

เปิดสอน ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 ถึงระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โปรแกรมที่เปิดสอนในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ได้แก่ แผนการเรียนทั่วไป และห้องเรียนพิเศษ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ได้แก่ แผนการเรียน วิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์ ห้องเรียนพิเศษ แผนการเรียน ศิลป์ – ภาษา แผนการเรียน ศิลป์ – ภาษาจีน และแผนการเรียน ทวิศึกษา ภาษาที่สองที่โรงเรียนเปิดสอน ได้แก่ ภาษาอังกฤษ และภาษาจีน ปัจจุบันปีการศึกษา 2562 เปิดทำการเรียนการสอนในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นและมัธยมศึกษาตอนปลาย ตามแผน 10-10-10 ทั้งสองระดับชั้น มีจำนวนนักเรียนทั้งสิ้น 1,761 คนโดยแยกเป็นนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 998 คน นักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 763 คน เป็นชาย จำนวน 260 คน เป็นหญิง จำนวน 503 คน มีบุคลากรทั้งสิ้น จำนวน 106 คน เป็นชาย จำนวน 33 คน เป็นหญิง จำนวน 73 คน บริหารโรงเรียนโดย นายจิระศักดิ์ ปราณีนิจ ผู้อำนวยการโรงเรียนบรบือ

ตราประจำโรงเรียน



ความหมายตราโรงเรียน

ตรีศูล ความรู้ คือ อาวุธ

ยอดยางคู่ ความเจริญงอกงาม

อักษรย่อ

ป.ร.

สีประจำโรงเรียน

ชมพู – ฟ้า

จุดเด่น จุดที่ควรพัฒนา และข้อแสนอแนะจากการติดตามตรวจสอบคุณภาพภายในของสถานศึกษาโดยสถานศึกษา หรือหน่วยงานต้นสังกัด

จุดเด่น

1. ผู้เรียนมีคุณธรรม จริยธรรม มีมารยาทที่ดี มีความรับผิดชอบ มีความซื่อสัตย์ รู้จักเสียสละ มีจิตอาสาช่วยเหลือผู้อื่น

2. ครูจบการศึกษาประดับปริญญาตรีทุกคน และครูส่วนใหญ่จบการศึกษาระดับปริญญาโท ครูทุกคนมีหัวใจในการบริการชุมชน ผู้ปกครอง อย่างเต็มใจ ครูมีคุณธรรม และครูได้รับการส่งเสริมสนับสนุนเข้ารับการอบรมสัมมนาเพื่อพัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่อง

3. ผู้บริหารมีความมุ่งมั่น และอุทิศตนในการทำงาน บริหารงานโดยยึดหลักธรรมาภิบาล และหลักการบริหารแบบมีส่วนร่วม โดยได้รับความร่วมมือจากคณะกรรมการสถานศึกษา องค์กรเอกชน ชุมชน ผู้ปกครอง อย่างต่อเนื่อง

ตารางที่ 1 นักเรียนโรงเรียนบรบือ ปีการศึกษา 2562 จำแนกตามระดับชั้น

ชั้นเรียน	จำนวนห้องเรียน		จำนวนนักเรียน		รวม
	ตามแผน	ตามที่จัด	ชาย	หญิง	
ม.1	10	10	186	194	380
ม.2	10	10	135	146	281
ม.3	10	9	135	202	337
รวม ม.ต้น	**30**	**28**	**456**	**542**	**998**
ม.4	10	9	92	187	279
ม.5	10	8	99	145	244
ม.6	10	9	69	171	240
รวม ม.ปลาย	**30**	**26**	**260**	**503**	**763**
รวมทั้งสิ้น	**60**	**54**	**716**	**1,045**	**1,761**

1. วิสัยทัศน์ (Vision)

โรงเรียนบรบือ มีระบบบริหารจัดการที่ทันสมัย เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพ บนพื้นฐานความพอเพียง เคียงคู่คุณธรรม ดำรงตนในสังคมโลก ได้อย่างมีความสุข

2. พันธกิจ (Mission)

1. ส่งเสริม สนับสนุนให้ผู้เรียนได้รับการพัฒนาอย่างเต็มตามศักยภาพ สู่ความเป็นพลโลก

2. ส่งเสริม สนับสนุนให้ผู้เรียนได้รับการพัฒนาคุณธรรม จริยธรรม น้อมนำหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง สู่การดำรงชีวิต

3. ส่งเสริม สนับสนุนให้ครูและบุคลากรทางการศึกษา ได้รับการพัฒนาอย่างมืออาชีพ

4. พัฒนาการบริหารจัดการทั้งระบบด้วยเทคโนโลยีที่ทันสมัย

3. เป้าประสงค์ (Goals)

1. นักเรียนมีคุณภาพและทักษะในการดำรงชีวิตในสังคมโลก

2. นักเรียนมีคุณธรรม จริยธรรมและดำรงชีวิตบนพื้นฐานของความพอเพียง

3. ครูและบุคลากรทางการศึกษามีทักษะ สามารถจัดกระบวนการเรียนรู้อย่างมืออาชีพ โรงเรียนมีกระบวนการบริหารและการจัดการที่ทันสมัย

จุดที่ควรพัฒนา

1. ผู้เรียนมีความรู้และทักษะที่จำเป็นตามหลักสูตรในระดับที่ไม่น่าพอใจ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำกว่าระดับดีในทุกกลุ่มสาระการเรียนรู้

2. การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของครูขาดการวิจัยเพื่อพัฒนาที่หลากหลาย

นักเรียนที่เป็นนักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการศึกษางานวิจัยในครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/2 เป็นห้องเรียนแผนวิทยาศาสตร์ - คณิตศาสตร์แบบปกติมีนักเรียนทั้งหมด 36 คน มีการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาฟิสิกส์ทั้งหมด 60 ชั่วโมงต่อเทอม หรือ 3 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ ได้รับการจัดการเรียนรู้ในวิชาฟิสิกส์แบบบรรยาย ใช้วิธีการสอนแบบท่องจำสูตร บรรยายความรู้ และฝึกทำโจทย์ปัญหาเป็นหลัก อีกทั้งขาดการทดลอง เนื่องจากอุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการไม่เพียงพอต่อความต้องการ รวมถึงนักเรียนไม่ค่อยมีส่วนร่วมในการทำงานเป็นกลุ่ม ขาดการฝึกกระบวนคิดและการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นการทำให้นักเรียนเล็งเห็นความสำคัญของวิชาฟิสิกส์น้อยลง ขาดโอกาสที่จะนำความรู้ทางด้านวิชาฟิสิกส์ไปประยุกต์ใช้ในการสร้างสรรค์นวัตกรรมเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ จากการสังเกตห้องเรียนพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีปัญหาในการระบุประเด็นปัญหา การค้นคว้าหาข้อมูล การวางแผน การแก้ปัญหา หรือมีปัญหาด้านการคิดเชิงผลิตภาพ เนื่องจากไม่มีการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการค้นคว้า การฝึกแก้ปัญหา การทดลอง และการสร้างชิ้นงานขึ้นมาเป็นรูปธรรมที่จะต้องอาศัยการคิดแบบเป็นเหตุเป็นผล การตัดสินใจ การวางแผน การทำงานเป็นกลุ่ม รวมไปถึงการพิจารณาไตร่ตรอง รวบรวมข้อมูล และเลือกใช้อย่างถูกต้อง ทำให้ผู้เรียนขาดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และการสร้างสรรค์นวัตกรรมใหม่ ๆ ดังนั้น ผู้วิจัย

จึงได้คัดเลือกนักเรียนกลุ่มนี้มาเป็นกลุ่มเป้าหมายในการพัฒนาความสามารถในการคิดเชิงผลิตภาพและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ

ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ

คำว่าบูรณาการตรงกับภาษาอังกฤษ “Integration” ได้มีผู้ให้ความหมายไว้โดยทั่วไปดังนี้

สายฝน ลี้รัตนาวลี (2540) ได้กล่าวถึงความหมายของการบูรณาการว่า เป็นขบวนการที่ทำให้บุคคลมีชีวิตอย่างสมบูรณ์หรือมีชีวิตที่สมดุลทุก ๆ ด้าน เป็นลักษณะของการสอนที่จะช่วยให้บุคคลเป็นผู้รอบรู้สามารถคิดได้อย่างกว้างขวางในหลายด้านและนำความรู้ที่ได้รับไปแก้ไขปัญหาความทุกข์ให้ลดน้อยลง หรือหมดไปทำให้เกิดความสมดุลในชีวิตซึ่งความสมดุลในชีวิตจะเกิดขึ้นได้เนื่องมาจากการที่เขารู้จักเผชิญและแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องและเหมาะสมครูจึงต้องเห็นความสำคัญที่จะต้องใช้กระบวนการที่จะช่วยให้เกิดความสมดุลของชีวิตเกิดความก้าวหน้าและความสุขสงบในสังคมซึ่งจะต้องอาศัยการเรียนการสอนที่จะต้องนำเอาความรู้จากแขนงวิชาต่าง ๆ มาเกี่ยวข้องเชื่อมโยงและผสมผสานกันให้กลมกลืนในการสอนและการเรียนรู้ที่จะทำให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ต่าง ๆ ไปใช้ประโยชน์ได้จริงในชีวิตประจำวัน

ทิศนา แขมมณี (2562) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ หมายถึง แนวคิดและแนวทางในการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างการจัดการศึกษากับการดำเนินชีวิตของมนุษย์ทั้งในด้านจุดมุ่งหมายเนื้อหาการจัดกิจกรรมตลอดจนการวัดผลประเมินผลโดยมีเป้าหมายสำคัญสูงสุดเพื่อการแก้ปัญหาและพัฒนาคุณภาพชีวิตเนื้อหาวิชาที่จัดต้องให้สัมพันธ์กับประสบการณ์และวิถีชีวิตจริงของผู้เรียนเพื่อให้ความรู้นั้น ๆ ไปใช้ประโยชน์ในสถานการณ์จริงได้การเรียนรู้แบบบูรณาการเน้นการส่งเสริมให้ผู้เรียนทำกิจกรรมร่วมกันมีการใช้ประสบการณ์ตรงมาแก้ปัญหาการเรียนรู้มีการสร้างสถานการณ์ที่เร้าความสนใจและผู้เรียนจะหาทางสนองความสนใจของตนเองจากความคิดลงมือปฏิบัติเป็นการสร้างประสบการณ์ให้

อรทัย มูลคำและคณะ (2543) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ หมายถึง การนำศาสตร์สาขาวิชาต่าง ๆ ที่มีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกันมาผสมผสานเข้ากันเพื่อประโยชน์ในการจัดหลักสูตรและการเรียนการสอน

กรมวิชาการ (2544) กล่าวว่า การบูรณาการเป็นการจัดการเรียนรู้โดยใช้ความรู้ความเข้าใจและทักษะในศาสตร์หรือวิชาต่าง ๆ มากกว่า 1 วิชาขึ้นไปรวมเข้าด้วยกันภายใต้เรื่องราวโครงการหรือกิจกรรมเดียวกันเพื่อแก้ปัญหา หรือแสวงหาความรู้ความเข้าใจในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง

ทองอยู่ แก้วไทรฮะ (2545) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ หมายถึง องค์รวมไม่แยกส่วนเป็นการมองสรรพสิ่งต่าง ๆ เป็นภาพรวมเป็นความสมบูรณ์ความสมดุลชีวิตทั้งหมดไม่แยก

ส่วนเป็นองค์รวมของชีวิตคนซึ่งจะต้องเกี่ยวข้องสัมพันธ์กับสรรพสิ่งต่าง ๆ และการเรียนรู้แบบบูรณาการเป็นการจัดประสบการณ์และสาระการเรียนรู้ต่าง ๆ ที่สัมพันธ์กันผสมผสานเข้าด้วยกันเพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการและวิถีชีวิตจริงของผู้เรียน

บูรชัย ศิริมหาสารคาม (2545) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ เป็นการสอนโดยใช้เรื่องใดเรื่องหนึ่ง หรือวิชาใดวิชาหนึ่งเป็นแกนหลักแล้วสอนให้เชื่อมโยงให้สัมพันธ์กับเรื่อง หรือวิชานั้น ๆ ที่เกี่ยวที่เกี่ยวข้องอย่างกลมกลืนเพื่อให้เหมาะสมกับการประยุกต์ใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง

สิริพัชร์ เจษฎาวิโรจน์ (2549) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ที่นำเนื้อหาสาระที่มีความสัมพันธ์และเกี่ยวข้องกันมารวมเป็นเรื่องเดียวกันเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และความเข้าใจที่เป็นองค์รวมได้และสามารถนำความรู้ไปปรับใช้ในชีวิตประจำวันได้

ชวนีย์ พงศาพิชญ์ (2551) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ที่นำเนื้อหาสาระที่มีความสัมพันธ์และเกี่ยวข้องกันมารวมเป็นเนื้อเรื่องเดียวกันเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และความเข้าใจที่เป็นองค์รวมได้และสามารถนำความรู้ไปปรับใช้ในชีวิตประจำวันได้

สุพจน์ แก้วบุดดี (2551) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่เน้นองค์รวมของเนื้อหามากกว่าองค์ความรู้ของแต่ละวิชาและเน้นถึงการเรียนรู้ของผู้เรียนซึ่งมีความสำคัญกว่าการบอกเนื้อหาของครู ทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และปฏิบัติกิจกรรม

พิศเพลิน เขียนหวาน และคณะ (2554) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ที่มีการผสมผสานของศาสตร์สาขาวิชาต่าง ๆ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความรู้ที่เป็นองค์รวมซึ่งเป็นประสบการณ์โดยตรงของผู้เรียนที่เน้นความสามารถ ความสนใจและความต้องการของผู้เรียน โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์และชีวิตประจำวัน ทำให้ผู้เรียนมีความสมบูรณ์ทั้งความรู้ ทักษะ คุณธรรมและจริยธรรม

จิราภรณ์ หนูสวัสดิ์ (2553) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ที่มีการเชื่อมโยงเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกันภายในรายวิชานั้น ๆ มาทำเป็นเรื่องเดียวกัน โดยจัดเป็นหน่วยการเรียนรู้แต่ละหน่วยการเรียนรู้ ต้องมีการจัดลำดับของเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนรู้อย่างเป็นระบบ เพื่อให้ผู้เรียนมีความเข้าใจในลักษณะองค์รวม สามารถนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหา และประยุกต์ใช้ในบริบทใหม่ได้

ดารุวรรณ วงศ์นิคม และสมศักดิ์ บุญสาธร (2555) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงเนื้อหาของแต่ละวิชาให้เป็นความรู้องค์รวมที่กลมกลืนกัน เพื่อให้ผู้เรียนได้ใช้ความคิด ประสบการณ์และความสามารถที่หลากหลายโดยเน้นการสอดแทรกความรู้เกี่ยวกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

จากความหมายดังกล่าวข้างต้นสรุปได้ว่า การสอนแบบบูรณาการ หมายถึง ความผสมผสานของเนื้อหากิจกรรมและกระบวนการให้มีความสัมพันธ์เชื่อมโยงเข้าเป็นหน่วยงานเข้าเป็นหน่วยเดียวกันอย่างสมดุลเพื่อทำให้เกิดการเรียนรู้ที่เหมาะสมนำไปสู่การแก้ปัญหาต่าง ๆ และเป็นการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียนตามความสนใจ ความสามารถ และความต้องการ โดยการ

เชื่อมโยงสาระการเรียนรู้ในศาสตร์สาขาต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน ทั้งนี้เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงปรับปรุงพฤติกรรมของผู้เรียน ทั้งทางด้านสติปัญญา (Cognitive) ทักษะ (Skill) และจิตใจ (Affective) สามารถนำความรู้และทักษะที่ได้ไปแก้ไขปัญหาด้วยตนเอง และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ได้จริงในชีวิตประจำวัน

รูปแบบของการบูรณาการ

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2546) ให้แนวคิดการแบ่งประเภทการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ เป็น 3 รูปแบบ ดังนี้ คือ

แบบที่ 1 จำแนกตามจำนวนผู้สอน มี 3 ลักษณะ คือ

1.1 การบูรณาการแบบผู้สอนคนเดียว ผู้สอนสามารถจัดการเรียนรู้โดยเชื่อมโยงสาระการเรียนรู้ต่าง ๆ กับหัวเรื่องที่สอดคล้องกันกับชีวิตจริง หรือสาระที่กำหนดขึ้นมาเชื่อมโยงสาระและกระบวนการเรียนรู้ทำให้ผู้เรียนได้ใช้ทักษะและกระบวนการเรียนรู้ไปแสวงหาความรู้ความจริงจากหัวข้อเรื่องที่กำหนด

1.2 การบูรณาการแบบคู่ขนาน มีผู้สอนตั้งแต่ 2 คนขึ้นไปร่วมกันจัดการเรียนการสอนโดยอาจยึดหัวข้อเกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่ง แล้วบูรณาการเชื่อมโยงแบบคู่ขนานกันไปภายใต้เรื่องเดียวกัน

1.3 การบูรณาการแบบสอนเป็นทีม ผู้สอนตั้งแต่ 2 คนขึ้นไป ร่วมกันคิดหัวข้อเรื่องหรือโครงการมาโดยใช้เวลาเรียนต่อเนื่องกัน อาจรวมจำนวนชั่วโมงของสาระการเรียนรู้ต่าง ๆ แบบมีเป้าหมายเดียวกัน

แบบที่ 2 จำแนกตามกลุ่มสาระการเรียนรู้ แบ่งเป็น 2 ลักษณะ ได้แก่

2.1 การบูรณาการภายในกลุ่มสาระการเรียนรู้ เป็นลักษณะการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มุ่งให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงแนวคิด ทักษะและความคิดรวบยอดของสาระการเรียนรู้สาระใดสาระหนึ่งนั่นเอง

2.2 การบูรณาการระหว่างกลุ่มสาระการเรียนรู้ เป็นลักษณะการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่นำเอาสาระการเรียนรู้จากหลายกลุ่มสาระมาเชื่อมโยงกันเพื่อจัดการเรียนรู้ภายใต้หัวข้อเรื่องเดียวกัน

กรมวิชาการ (2544) กล่าวถึงรูปแบบของการบูรณาการไว้ว่า การบูรณาการภายในวิชาเป็นการเชื่องโยงการเรียนรู้ระหว่างเนื้อหาในกลุ่มวิชาหรือรายวิชาเดียวกันเข้าด้วยกันเป็นการบูรณาการระหว่างวิชาถือว่าเป็นการบูรณาการที่มีประสิทธิภาพมีอยู่ 4 ลักษณะดังนี้

1. การบูรณาการแบบสอดแทรก (Infusion Instruction) เป็นการจัดการเรียนรู้โดยครูผู้สอนวิชาใดวิชาหนึ่งได้นำเนื้อหาของวิชาอื่น ๆ เข้ามาบูรณาการกับวิชาที่ตนสอนเป็นการวางแผนการสอน

และสอนโดยครูเพียงคนเดียวผู้สอนสามารถจัดการเรียนรู้ต่าง ๆ กับหัวข้อเรื่องสอดคล้องกับชีวิตจริง หรือสาระที่กำหนดขึ้นมา เช่น เรื่องน้ำพืช ผู้สอนสามารถเชื่อมโยงสาระและกระบวนการเรียนรู้ของกลุ่มสาระต่าง ๆ เช่น การอ่าน การเขียน การคิดคำนวณ การคิดวิเคราะห์ ทำให้ผู้เรียนได้ใช้ทักษะกระบวนการเรียนรู้ไปแสวงหาความจริงจากหัวข้อเรื่องที่กำหนด

2. การบูรณาการแบบคู่ขนาน (Parallel Instruction) เป็นการจัดการเรียนรู้โดยครูตั้งแต่สองคนขึ้นไปสอนต่างวิชากัน แต่วางแผนการสอนด้วยกันเพื่อรวมองค์ประกอบของหัวเรื่อง (Theme) ความคิดรวบยอด (Concept) หรือปัญหา (Problem) แล้วครูแยกสอนในแต่ละวิชาชิ้นงานที่ให้นักเรียนขึ้นอยู่กับครูในแต่ละวิชา แต่ทั้งหมดต้องสะท้อนถึงหัวเรื่องความคิดรวบยอดหรือปัญหาที่ระบุไว้ร่วมกัน

3. แบบสหวิทยาการ (Interdisciplinary Instruction) เป็นการสร้างหัวเรื่อง (Theme) ขึ้นมาแล้วนำเนื้อหาจากวิชาต่าง ๆ มาโยงสัมพันธ์กับหัวเรื่องนั้นซึ่งบางครั้งเราอาจจะเรียกวิธีบูรณาการแบบนี้ว่าสหวิทยาการแบบมีหัวข้อ (Thematic Interdisciplinary Studies) หรือการบูรณาการที่เน้นการนำไปใช้เป็นหลัก (Application- First Approach) การบูรณาการแบบสหวิทยาการเป็นการสร้างหัวเรื่องขึ้นมาแล้วนำเนื้อหาจากวิชาต่าง ๆ มาโยงสัมพันธ์กับหัวเรื่องที่กำหนดโดยที่การกำหนดหัวเรื่องต้องมีหลักการดังนี้

3.1 เป็นเรื่องที่ผู้เรียนสนใจและมีโอกาสได้เลือกเรียน

3.2 เป็นเรื่องที่สามารถโยงความสัมพันธ์ได้หลายวิชา หรือหลายกลุ่มประสบการณ์

3.3 เป็นเรื่องที่นักเรียนมีประสบการณ์เดิมอยู่แล้วและสอดคล้องกับชีวิตจริงและมีความหมายต่อผู้เรียน

3.4 เป็นเรื่องที่มีแหล่งความรู้ให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคิดอย่างหลากหลายและเชื่อมโยงความสัมพันธ์กับท้องถิ่นกับความรู้ที่เป็นสากล

3.5 เป็นเรื่องที่เหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้เรียนและส่งเสริมพัฒนาผู้เรียนอย่างรอบด้าน

3.6 การตั้งชื่อเรื่องต้องทันสมัยและน่าสนใจยั่วยุให้ผู้เรียนอยากรู้อยากเรียน

4. การบูรณาการแบบพหุวิทยาการ (Multidisciplinary Instruction) ครูหลายคนจากหลายวิชามาวางแผนร่วมกันเกี่ยวกับเรื่อง (Theme) ความคิดรวบยอด (Concept) หรือปัญหา (Problem) ครูแต่ละคนแยกกันสอนตามรายวิชา แต่มีการมอบหมายงานหรือโครงงานร่วมกันซึ่งจะเชื่องโยงสาขาวิชาต่าง ๆ เข้าด้วยกันและกำหนดว่าจะแบ่งโครงงานนั้นออกเป็นโครงงานย่อยให้ผู้เรียนปฏิบัติในแต่ละรายวิชาตามโครงงานย่อยนั้น

5. การบูรณาการแบบข้ามวิชา หรือร่วมกันสอนเป็นคณะ (Trans Disciplinary Instruction) วิธีการนี้ครูวิชาต่าง ๆ จะร่วมกันสอนเป็นคณะ หรือเป็นทีมมีการวางแผนปรึกษาหารือร่วมกันโดย

กำหนดหัวเรื่องความคิดรวบยอด (Concept) หรือปัญหา (Problem) ร่วมกันแล้วสอนเป็นคณะโดยผู้เรียนกลุ่มเดียวกัน

หลักการสำคัญที่ต้องคำนึงในการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2546) ได้เสนอแนะการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการไว้ดังนี้

1. การจัดการเรียนการสอนโดยเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางโดยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนการสอนอย่างกระตือรือร้นมีส่วนร่วมในกระบวนการการจัดการเรียนการสอน

2. การส่งเสริมให้นักเรียนได้ร่วมทำงานกลุ่มด้วยตนเองโดยการส่งเสริมให้มีกิจกรรมกลุ่มลักษณะต่าง ๆ หลากหลายในการเรียนการสอนและส่งเสริมให้ผู้เรียนมีโอกาสได้ลงมือทำกิจกรรมต่าง ๆ อย่างแท้จริงด้วยตนเอง

3. จัดประสบการณ์ต่าง ๆ แก่ผู้เรียนโดยให้ผู้เรียนมีโอกาสได้เรียนรู้จากสิ่งที่เป็นรูปธรรมเข้าใจง่ายตรงกับความเป็นจริงสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันอย่างได้ผลและส่งเสริมให้มีโอกาสได้ปฏิบัติจริงจนเกิดความสามารถและทักษะที่ติดเป็นนิสัย

4. จัดบรรยากาศในชั้นเรียนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึก กล้าคิด กล้าทำ โดยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีโอกาสที่จะแสดงออกซึ่งความรู้สึกนึกคิดของตนเองต่อสาธารณชน หรือเพื่อนร่วมชั้นทั้งนี้เพื่อสร้างเสริมความมั่นใจให้เกิดขึ้นในตัวผู้เรียน

5. เน้นการปลูกจิตสำนึกค่านิยมและจริยธรรมที่ถูกต้องดีงามให้ผู้เรียนสามารถจำแนกแยกแยะความถูกต้องดีงามและความเหมาะสมได้สามารถขจัดความขัดแย้งได้ด้วยผลมีความกล้าหาญทางจริยธรรมและแก้ปัญหาด้วยปัญญาและสามัคคี

ดังนั้นจากที่กล่าวมาข้างต้น การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในหลักสูตรแบบบูรณาการจะเน้นที่แนวคิดของประเด็นในปรากฏการณ์จริง ซึ่งต้องนำความรู้จากเนื้อหาวิชาต่าง ๆ มาประสานเชื่อมโยงกันและกันในลักษณะใหม่ โดยแบ่งประเภทของการบูรณาการออกเป็น 2 รูปแบบ คือ การบูรณาภายในวิชา (Interdisciplinary) เป็นการเชื่อมโยงการสอนระหว่างเนื้อหาวิชาในกลุ่มประสบการณ์ หรือรายวิชาเดียวกันเข้าด้วยกัน และการบูรณาการระหว่างวิชา (Interdisciplinary หรือ multidisciplinary) มี 4 รูปแบบ ดังนี้

1. การสอนบูรณาการแบบสอดแทรก เป็นการสอนในลักษณะที่ผู้สอนในวิชาหนึ่งสอดแทรกเนื้อหาวิชาอื่น ๆ ในการสอนของตน

2. การสอนบูรณาการแบบคู่ขนาน เป็นการสอนโดยผู้สอนตั้งแต่ 2 คนขึ้นไปร่วมวางแผนการสอนร่วมกันโดยมุ่งสอนหัวเรื่อง ความคิดรวบยอด หรือปัญหาเดียวกันแต่สอนต่างวิชากัน หรือต่างคนต่างสอน

3. การสอนบูรณาการแบบสหวิทยาการ เป็นการสอนบูรณาการแบบคู่ขนานแต่มีการมอบหมายงาน หรือโครงการร่วมกัน

4. การสอนแบบบูรณาการแบบข้ามวิชา หรือสอนเป็นคณะ เป็นการสอนที่ผู้สอนวิชาต่าง ๆ ร่วมกันสอนเป็นคณะ หรือเป็นทีมวางแผนปรึกษาร่วมกัน โดยกำหนดหัวเรื่อง ความคิดรวบยอด ปัญหาร่วมกันแล้วร่วมกันสอนผู้เรียนเป็นกลุ่มเดียว

สตีมศึกษา (STEAM Education)

ความหมายของ STEAM Education วิชาการทางการศึกษากล่าวถึงความหมายของ STEAM Education ที่สอดคล้องกันดังนี้

Yakman (2014) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบ STEAM พัฒนามาจากโมเดล STEM เดิม ซึ่งเป็นการบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชาประกอบด้วยศาสตร์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (S: Science) เทคโนโลยี (T: Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (E: Engineering) ศิลปะ (A: Arts) และคณิตศาสตร์ (M: Mathematics) ให้มีความสัมพันธ์เป็นหนึ่งเดียวทางด้านการสอนโดยการเพิ่มศิลปะเข้ามาเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างศิลปะ (เน้นการคิดเชิงสร้างสรรค์) และวิทยาศาสตร์ (เน้นการคิดเชิงวิชาการ) เพื่อนำไปสู่การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และเกิดความมั่นคงในการเรียนวิทยาศาสตร์ (Kim and Park, 2012)

Riley (2014) กล่าวว่า สตีมศึกษา คือ แนวคิดทางการศึกษา (Educational approach) สำหรับการเรียนรู้โดยใช้ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม ศิลปะ และคณิตศาสตร์ เพื่อนำทางผู้เรียนไปสู่การสืบสอบ การอภิปรายและการคิดวิเคราะห์ นอกจากนี้ยังอธิบายว่า สตีมศึกษาเป็นแนวคิดไม่ใช่หลักสูตรทางการศึกษาและมีลักษณะสำคัญต่อไปนี้ ได้แก่ ส่งเสริมให้มีการสืบสอบ การเรียนรู้ไม่จำเป็นต้องอยู่ในห้องเรียนตลอดเวลา มีการวางแผนแบบร่วมมือ ปรับสร้างบทเรียนที่เชื่อมโยงและมีการประเมินตามสภาพจริงกับทุกวิชาที่นำมาบูรณาการในบทเรียนผ่านผลงานที่แสดงออก

Ge et al. (2015) กล่าวว่า สตีมศึกษาเป็นการขยายแนวคิดบูรณาการข้ามรายวิชา (Cross-disciplinary approach หรือ Trans-disciplinary approach) ของแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) โดยการผนวกศิลปะศาสตร์ (Liberal arts) และมนุษย์ศาสตร์ (Humanities) เพิ่มเข้าไปนั้นเอง

ศูนย์สะเต็มศึกษาแห่งชาติ (2557) กล่าวว่า สตีมศึกษา คือ กรอบความคิดของการสอน (Framework for teaching) และเป็นหลักสูตรเน้นบริบทที่รายวิชาต่าง ๆ สามารถเชื่อมโยงและสนับสนุนซึ่งกันและกัน มีความเกี่ยวข้องกันในสภาพจริงภายใต้การศึกษาในระดับโรงเรียน ประกอบไปด้วย วิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม คณิตศาสตร์ และประเภทที่หลากหลายของศิลปะ

ยศวีร์ สายฟ้า (2555) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบ STEM ประกอบไปด้วยศาสตร์วิทยาศาสตร์เทคโนโลยีวิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ล้วนต่างมีความเป็นวิชาการสูงเน้นตรรกะการคำนวณทั้งวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์เน้นการใช้สมองซีกซ้ายมากและในความเป็นจริงคนเก่ง ๆ ที่ถนัดการใช้สมองซีกซ้ายย่อมจะต้องใช้สองซีกขวาในการคิดสร้างสรรค์ หรือการประดิษฐ์ผลงานออกมาโดยการนำศิลปศาสตร์เข้าไปผสมผสานเป็นการลดความเป็นวิชาการให้สมองซีกขวาได้ทำงานบ้างเพื่อให้เกิดความสมดุลระหว่างสมองซีกซ้ายและซีกขวา

วิสูตร โพธิ์เงิน (2560) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบ STEAM หมายถึง แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการที่เพิ่มเติมการนำศิลปะมาบูรณาการกับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เทคโนโลยีวิศวกรรมและคณิตศาสตร์

จำรัส อินทลาภาพร และคณะ (2558) กล่าวว่า STEM เป็นแนวคิดการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการใน 4 สาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์มีความหมายครอบคลุมถึงการเกษตรสิ่งแวดล้อมเศรษฐศาสตร์การศึกษา และการแพทย์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2559) กล่าวว่า สะเต็มศึกษาเป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่มีการบูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์รวมถึงการบูรณาการวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ วิศวกรรม เทคโนโลยี เพื่อให้ผู้เรียนเกิดทักษะที่จำเป็นเพื่อนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้กระตุ้นให้เกิดความสนใจในการสืบเสาะหาความรู้การสำรวจตรวจสอบการคิดอย่างมีเหตุมีผลในเชิงตรรกะรวมถึงทักษะของการเรียนรู้ หรือการทำงานแบบร่วมมือและประสบการณ์จากการเรียนรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริงเป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตและการประกอบอาชีพในอนาคต

หทัยภัทร ไกรวรรณ (2559) กล่าวว่า สตีมศึกษา หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยบูรณาการศาสตร์ 5 ศาสตร์ ได้แก่ S (Science) วิทยาศาสตร์ T (Technology) เทคโนโลยี E (Engineering) วิศวกรรมศาสตร์ A (Arts) ศิลปะและ M (Mathematics) คณิตศาสตร์นำมาบูรณาการในการจัดกิจกรรม ดังนี้ วิทยาศาสตร์ S (Science) หมายถึง การจัดกิจกรรมให้เด็กเรียนรู้ในสาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม สาระที่ 3 สารและสมบัติของสารสาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่และ สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ทักษะการสังเกต (Observing) ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล (Inferring) และทักษะการพยากรณ์ (Predicting) ขณะปฏิบัติกิจกรรม เทคโนโลยี T (Technology) หมายถึง การจัดกิจกรรมให้เด็กได้เลือกใช้อุปกรณ์ เครื่องมือต่าง ๆ ได้แก่ สายวัด ไม้บรรทัด กาว กรรไกร เทปใส ในการประดิษฐ์ผลงาน วิศวรรมศาสตร์ E (Engineering) หมายถึง การจัดกิจกรรมให้เด็กได้วางแผน ออกแบบ ผลงานตามคิดของตนเอง และประดิษฐ์ผลงานภายใต้เงื่อนไขที่กำหนดตลอดจนตรวจสอบและปรับปรุงผลงาน ศิลปะ A (Arts) หมายถึง การจัดกิจกรรมให้

เด็กได้ความรู้ด้านองค์ประกอบศิลป์ ได้แก่ สี พื้นผิว รูปร่าง/รูปทรงในการทำกิจกรรม การปั้น การฉีก ตัดปะ การประดิษฐ์ คณิตศาสตร์ M (Mathematics) หมายถึง การจัดกิจกรรมให้เด็กได้ความรู้เกี่ยวกับ จำนวน การวัด และเรขาคณิต ในสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ได้แก่ สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ สาระที่ 2 การวัด และสาระที่ 3 เรขาคณิต

ยศวีร์ สายฟ้า (2555) ได้กล่าวถึงประเภทของศาสตร์การสอนที่แยกย่อยลงไปนั้นประกอบด้วย ดังนี้

1. วิทยาศาสตร์ (S: Science) วิทยาศาสตร์มุ่งเน้นการปลูกฝังความรู้สึกสงสัยใคร่รู้ (Curiosity) ให้เกิดขึ้นกับนักเรียนเป็นสำคัญและส่งเสริมกระบวนการสืบสอบ (Investigation) ตลอดจนการทดลองสิ่งต่าง ๆ (Experiment) ก็เป็นกระบวนการสำคัญสำหรับการสอนวิทยาศาสตร์ การกระตุ้นกระบวนการคิด (Thinking Skill) สามารถทำได้จากการตั้งคำถามกับนักเรียนบ่อย ๆ สิ่งสำคัญ คือ ครูต้องมองว่าวิทยาศาสตร์ไม่ได้จำกัดอยู่ภายในห้องเรียน หรือตำราเท่านั้น แต่วิทยาศาสตร์นั้นคือประสบการณ์เรียนรู้ในทุก ๆ วัน (Everyday E Seriences) และนักเรียนจะมีวิธีการคิดในลักษณะของการตั้งสมมุติฐาน (Hypothesis) อยู่เสมอ

2. เทคโนโลยี (T:Technology) เครื่องมือ หรืออุปกรณ์ (Tool) เป็นเครื่องมือธรรมดาที่เป็นเครื่องใช้งานทั่วไปที่อำนวยความสะดวกแก่นักเรียนในการทำสิ่งต่าง ๆ ให้ลุล่วง เช่น ดินสอสี ไม้บรรทัด แว่นขยาย กรรไกร เป็นต้น

3. วิศวกรรมศาสตร์ (E:Engineering) เป็นกระบวนการที่เริ่มต้นมาจากการระบุปัญหา (Problem) จากนั้นจึงมุ่งเน้นไปที่กระบวนการคิดแก้ปัญหา (Problem Solving Thinking Skill) และทดลองวิธีการแก้ปัญหานักเรียนเป็นผู้ริเริ่มดำเนินการด้วยตนเอง

4. ศิลปะ (A:Arts) การเพิ่มศาสตร์ทางศิลปะ (Arts) เข้าไปใน STEM จะช่วยทำให้นักเรียนมีโอกาสได้ถ่ายทอด หรือประยุกต์ใช้แนวคิดสำคัญ (Concept) ด้วยความคิดสร้างสรรค์และมีจินตนาการมากยิ่งขึ้นนักเรียนสามารถสื่อสารความคิดของตนเองออกมาในรูปแบบของดนตรีและการเคลื่อนไหวการสื่อสารด้วยภาษาท่าทาง หรือการสื่อสารออกมาในรูปแบบของการวาดภาพหรือการสร้างโมเดลจำลอง

5. คณิตศาสตร์ (M:Mathematics) คณิตศาสตร์สำหรับนักเรียน หมายถึง กระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Thinking) ซึ่งประกอบด้วยการเปรียบเทียบการจำแนก/จัดกลุ่ม การจัดแปรรูป (Patterns) และการบอกรูปร่างและคุณสมบัติภาษาคณิตศาสตร์มีความสำคัญเพราะเวลานักเรียนถ่ายทอดความคิด หรือความเข้าใจความคิดรวบยอด (Concept) ทางคณิตศาสตร์ นักเรียนจะใช้ภาษาคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร เช่น มากกว่า น้อยกว่า เล็กกว่า ใหญ่กว่า การส่งเสริมการคิดคณิตศาสตร์ขั้นสูง (Higher-Level Math Thinking) ไม่ได้เกิดขึ้นจากการฝึกฝนอย่างหนักจาก

การทำแบบฝึกหัดในห้องเรียน แต่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันหรือจากการทำกิจกรรมการเล่นของนักเรียนได้เช่นกัน

วศิณีส์ อิศรเสนา ณ อยุธยา (2560) STEAM เป็นการจัดการเรียนการสอนที่เชื่อมโยงความรู้และบูรณาการความรู้ทั้ง 4 สาขาวิชา คือ วิทยาศาสตร์เทคโนโลยีวิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ เพื่อพัฒนาให้มนุษย์มีทักษะในศตวรรษที่ 21 บนพื้นฐานความรู้ความเข้าใจจัดการบูรณาการวิชาในการแก้ปัญหาความคิดสร้างสรรค์การสื่อสารการเป็นผู้นำและการทำงานร่วมกับผู้อื่นสามารถนำทักษะความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันเพื่อพัฒนาตนเองและพัฒนาประเทศในด้านเศรษฐกิจสังคมสาธารณสุขและความมั่นคงของประเทศ

จากที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า STEAM Education หมายถึง แนวคิด STEAM เป็นการบูรณาสาระความรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม ศิลปะ และภาษา เป็นการบูรณาการความรู้ที่เชื่อมโยงกันทำให้เกิดความคิดสร้างสรรค์เพื่อแก้ปัญหาโดยเริ่มจากใช้ความรู้เดิมร่วมกับความเข้าใจในการเรียนใหม่สร้างองค์ความรู้แล้วนำความรู้ที่ได้ไปใช้กับการวิเคราะห์ในการแก้ปัญหาทำให้เกิดการ สร้างสรรค์สิ่งใหม่เป็นการสอนที่ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติสืบค้นคิดแก้ปัญหาสร้างองค์ความรู้ใหม่โดยใช้ความรู้เดิมที่มีอยู่เชื่อมโยง 5 สาขาวิชา คือ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปะ และคณิตศาสตร์ เพื่อใช้แก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวัน หรือเป็นการสร้างนวัตกรรมใหม่ผ่านชิ้นงาน และเสริมสร้างการทำงานร่วมกัน

ประเภทศาสตร์การจัดการเรียนรู้บูรณาการแบบ STEAM Education

Yakman (2014) ได้กล่าวถึงศาสตร์การจัดการเรียนรู้บูรณาการแบบ STEAM ดังนี้

Science คือ ชีววิทยา เคมี ฟิสิกส์ อวกาศ เทคโนโลยีชีวภาพ ชีวการแพทย์

Technology คือการเกษตร ก่อสร้าง การสื่อสารข้อมูล การขนส่ง

Engineer คือ การบินและอวกาศ เกษตร สถาปัตยกรรม คอมพิวเตอร์ โยธา ไฟฟ้า สิ่งแวดล้อม ระบบอุตสาหกรรม วัสดุ หุ่นยนต์

Arts คือ ภาษา การเมือง จิตวิทยา สังคม ศาสนา

Mathematic คือ พีชคณิต แคลคูลัส การวิเคราะห์ข้อมูล ความน่าจะเป็น รูปทรงเรขาคณิต การแก้ไขปัญหา หลักทฤษฎี ตรีโกณมิติ

ยศวีร์ สายฟ้า (2555) ได้กล่าวถึงศาสตร์การจัดการเรียนรู้บูรณาการแบบ STEAM ไว้ดังนี้

Science คือ วิทยาศาสตร์มุ่งเน้นการปลูกฝังความรู้สึกสงสัยใคร่รู้ (Curiosity) ให้เกิดขึ้นกับนักเรียนเป็นสำคัญและส่งเสริมกระบวนการสืบสอบ (Investigation) ตลอดจนการทดลองสิ่งต่าง ๆ (Experiment) เป็นกระบวนการสำคัญสำหรับการสอนวิทยาศาสตร์การกระตุ้นกระบวนการคิด (Thinking Skill) สามารถทำได้จากการตั้งคำถามกับนักเรียนบ่อย ๆ สิ่งสำคัญ คือ ครูต้องมองว่า

วิทยาศาสตร์ไม่ได้จำกัดอยู่ในห้องเรียน หรือตำราเท่านั้น แต่วิทยาศาสตร์นั้น คือ ประสบการณ์เรียนรู้ทุก ๆ วัน (Everyday Experiences) และนักเรียนจะมีวิธีการคิดในลักษณะของการตั้งสมมติฐาน (Hypothesis) อยู่เสมอ

Technology คือ เครื่องมือ หรืออุปกรณ์ (Tool) แต่สำหรับนักเรียนแล้วเทคโนโลยีเป็นเครื่องมือธรรมดาที่เป็นเครื่องใช้สอยทั่วไปที่อำนวยความสะดวกแก่นักเรียนในการทำสิ่งต่างให้ลุล่วง เช่น ดินสอสีไม้ บรรทัด แว่นขยาย กรรไกร

Engineer เป็นกระบวนการที่เริ่มต้นมาจากการระบุปัญหา (Problem) จากนั้นจึงมุ่งเน้นไปที่กระบวนการคิดแก้ปัญหา (Problem Solving Thinking Skill) และทดลองวิธีการแก้ปัญหา (Trial) ทั้ง 3 กระบวนการนักเรียนเป็นผู้ริเริ่มดำเนินการด้วยตนเอง Arts เป็นการเพิ่มศาสตร์ทางศิลปะศาสตร์เข้าไปใน STEAM จะช่วยทำให้นักเรียนมีโอกาสได้ถ่ายทอด หรือประยุกต์ใช้แนวคิดสำคัญ (Concept) ด้วยความคิดสร้างสรรค์และมีจินตนาการมากยิ่งขึ้นนักเรียนสามารถสื่อสารความคิดของตนเองออกมาในรูปแบบของดนตรีและการเคลื่อนไหวการสื่อสารด้วยภาษาท่าทาง หรือการสื่อสารออกมาในรูปแบบของการวาดภาพ

Mathematic คือ คณิตศาสตร์สำหรับนักเรียน หมายถึง กระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์ซึ่งประกอบด้วยการเปรียบเทียบการจำแนก/จัดกลุ่มและการบอกรูปร่างและคุณสมบัติภาษาคณิตศาสตร์มีความสำคัญเพราะเวลานักเรียนถ่ายทอดความคิด หรือความเข้าใจความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์นักเรียนจะใช้ภาษาคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร เช่น มากกว่าน้อยกว่า เล็กกว่าใหญ่กว่า การส่งเสริมการคิดคณิตศาสตร์ขั้นสูงไม่ได้เกิดขึ้นจากการฝึกฝนอย่างหนักจากการทำแบบฝึกหัดในห้องเรียน แต่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน หรือการทำกิจกรรมการเล่นของนักเรียนได้เช่นกัน

วิสูตร โพธิ์เงิน (2560) ได้กล่าวถึง ศาสตร์การจัดการเรียนรู้บูรณาการแบบ STEAM ดังนี้ Science คือ ประวัติศาสตร์ธรรมชาติแนวคิดและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชีววิทยา ชีวเคมี เคมีธรณีวิทยา ฟิสิกส์ และอวกาศ เทคโนโลยีชีวภาพ และชีวการแพทย์

Technology คือ ธรรมชาติของเทคโนโลยีเทคโนโลยีกับสังคมการออกแบบประโยชน์จากเทคโนโลยีในโลกรวมถึงเทคโนโลยีการเกษตรการก่อสร้างการสื่อสารข้อมูลการแพทย์ไฟฟ้าและพลังงาน และการขนส่ง

Engineer คือ การใช้เหตุผลหลักการและการสร้างสรรค์บนพื้นฐานวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยใช้เทคโนโลยีในการสร้างสรรค์การบิน อวกาศการเกษตรสถาปัตยกรรมเคมีโยธาคอมพิวเตอร์ไฟฟ้าสิ่งแวดล้อมของเหลวอุตสาหกรรม ระบบวัสดุเครื่องจักรกลสินแร่นิวเคลียร์กองทัพเรือ และมหาสมุทรอาร์ต

Arts คือ การสื่อสารการสร้างความเข้าใจแนวคิดทัศนคติและขนบธรรมเนียมประเพณีที่ส่งต่อมาจากอดีตสู่ปัจจุบันและอนาคตทัศนศิลป์ดนตรีการเคลื่อนไหวร่างกาย/นาฏศิลป์การแสดงภาษาวรรณกรรมรวมทั้งการศึกษาประวัติศาสตร์ปรัชญาการเมืองจิตวิทยาสังคมวิทยาเทววิทยา

Mathematic คือ ตัวเลขและการปฏิบัติ (คำนวณ) พีชคณิตแคลคูลัสเรขาคณิตตรีโกณมิติการวิเคราะห์ข้อมูลความน่าจะเป็นการดำเนินการแก้ปัญหาการมีเหตุผลและหลักฐานทฤษฎี

ใช้แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education

Yakman (2014) ยังได้นำเสนอกรอบแนวคิด STEAM หรือพีระมิด STEAM ซึ่งแบ่งระดับขั้นของเนื้อหาและรูปแบบการใช้ได้ดังนี้ คือ

ขั้นที่ 1 จะเป็นเนื้อหาสาระที่เฉพาะเจาะจง (Content Specifc) ต่อมาด้วยจะเป็นการศึกษาที่อยู่หลังมัธยมศึกษาที่จะเฉพาะทางมากกว่าทุกลำดับชั้นของปิรามิด

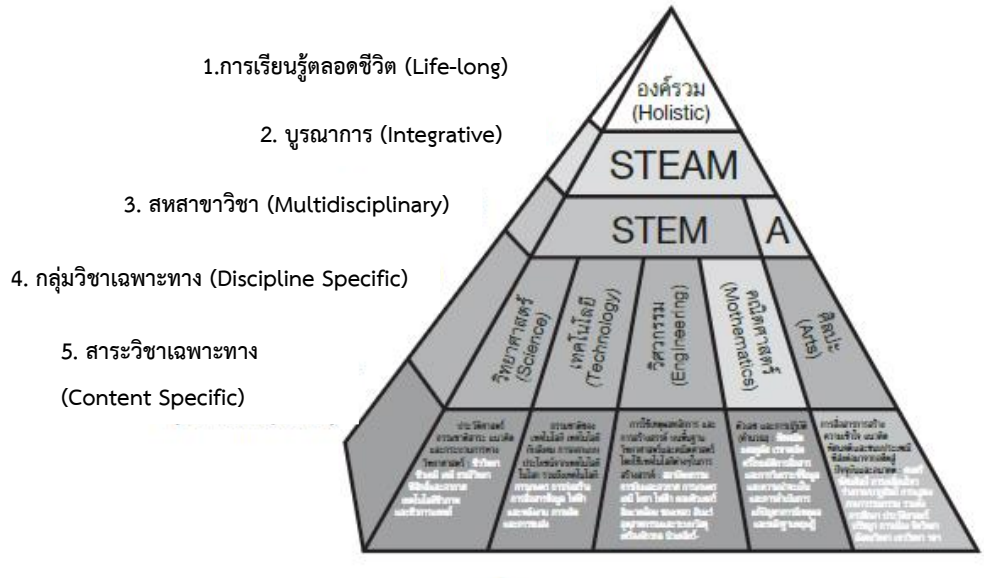
ขั้นที่ 2 เป็นกลุ่มองค์ความรู้ที่แบ่งตามศาสตร์ (Discipline Specific) เป็นการศึกษาขั้นพื้นฐานของศาสตร์ในแต่ละศาสตร์จะเป็นการศึกษาเน้นพื้นฐานของศาสตร์เหมาะสำหรับช่วงชั้นมัธยมศึกษา

ขั้นที่ 3 เป็นการเรียนรู้แบบสหสาขาวิชา (Multidisciplinary) เป็นการจัดการศึกษาที่มุ่งเน้นวิทยาศาสตร์ในเชิงการใช้แนวคิด STEM เพื่อสร้างผลงานโดยที่แยกศิลปะศาสตร์ออกอย่างชัดเจนหรือเป็นตัวเสริมแนวคิดหลักที่มักจะจัดกิจกรรมโดยการผ่านการกำหนดหัวเรื่อง/โปรเจ็คซึ่งทาง Yakman ได้นำเสนอว่าแนวทางในระดับชั้นเหมาะกับเด็กระดับชั้นมัธยมศึกษาในการปฏิบัติ

ขั้นที่ 4 บูรณาการ (Integrative) เป็นการเชื่อมโยงศาสตร์ทั้งแนวคิดของ STEM และ Arts เข้าด้วยกันโดยผ่านการลงมือทำเป็นผลงาน หรือเป็นหัวเรื่องที่ได้รับมอบหมายเป็นการบูรณาการ

เนื้อหาสาระและวิธีสอนที่ให้ Arts มีบทบาทไม่ยิ่งหย่อนไปกว่า STEM ซึ่งสามารถส่งเสริมให้เด็กมองเห็นภาพในเชิงองค์รวมของสิ่งที่มีอยู่ซึ่งเหมาะสำหรับเด็กประถมศึกษาจนถึงมัธยมศึกษา

ขั้นที่ 5 การศึกษาแบบองค์รวมตลอดชีวิตเป็นชั้นที่มุ่งเน้นแนวคิดการเรียนรู้ของคนทุกเพศทุกวัยที่สามารถเรียนรู้แบบองค์รวมได้ด้วยตัวเอง (Lifelong Holistic)



ภาพที่ 2 พีระมิดแสดงองค์รวมของสตีมศึกษา

ที่มา: วิสูตรโพธิ์เงิน, STEAM ศิลปะเพื่อสะเต็มศึกษา : การพัฒนาการรับรู้ความสามารถและแรงบันดาลใจให้เด็ก (วิสูตร โพธิ์เงิน, 2560)

การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM ในโรงเรียนทั่วโลกโดยได้มีการใช้อย่างแพร่หลาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเทศสหรัฐอเมริกาและประเทศสาธารณรัฐเกาหลีซึ่งประสบความสำเร็จในการจัดการศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้แนว STEAM เป็นอย่างดีที่ผู้เรียนได้เรียนรู้จากการทำงานในบริบทและสภาพแวดล้อมของผู้เรียนเป็นการส่งเสริมการคิดความสามารถที่หลากหลายสามารถจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้หลากหลายวิธีมุ่งสู่การมีวิชาการและทักษะการใช้ชีวิตควบคู่กันไปในความเป็นมาตรฐานการเรียนรู้จากของจริงการค้นหาสืบค้นเรียนรู้จากสภาพแวดล้อมและสิ่งใกล้ตัวในประเทศสหรัฐเกาหลี สตีมศึกษา กำหนดแนวทางการจัดการศึกษาไว้ไม่เพียงแค่เพียง แต่นำสาระวิชาวิทยาศาสตร์และศิลปะมาใช้สอนด้วยกันทั้งนั้น แต่กำหนดไว้เป็นวัตถุประสงค์ว่าเพื่อใช้ศิลปะมาส่งเสริมการรับรู้ความสามารถความเชื่อมั่นและความสนใจในวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้มากยิ่งขึ้นจึงสร้างแรงบันดาลใจและแรงจูงใจให้นักเรียนที่อยากจะประกอบอาชีพในด้านวิทยาศาสตร์มากขึ้น

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557) กล่าวว่า จุดเด่นของการจัดการเรียนรูปแบบสะเต็มศึกษา หรือสตีมศึกษา คือ การผนวกแนวคิดการออกแบบเชิงวิศวกรรม (Engineering Design Process) เข้ากับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์ศิลปะและเทคโนโลยีของผู้เรียนในขณะที่ทำกิจกรรมเพื่อพัฒนาความรู้ความเข้าใจและฝึกทักษะด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ ศิลปะ และเทคโนโลยี ผู้เรียนต้องมีโอกาสนำความรู้มาออกแบบชิ้นงาน หรือวิธีการเพื่อตอบสนองความต้องการ หรือแก้ปัญหาที่เกี่ยวของกับชีวิตประจำวันเพื่อให้ได้เทคโนโลยีซึ่งเป็นผลผลิตจาก

กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ดังนั้น ในการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาจึงนำกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมมาใช้เป็นฐานดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียนซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน โดยมีรายละเอียดในแต่ละขั้นตอน ดังนี้

1. การระบุปัญหา (identify a challenge) ขั้นตอนนี้เริ่มตนจากการที่ผู้แก้ปัญหาตระหนักถึงสิ่งที่เป็นปัญหาในชีวิตประจำวันและจำเป็นต้องหาวิธีการ หรือสร้างสิ่งประดิษฐ์ (innovation) เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าวในการแก้ปัญหาในชีวิตจริงบางครั้งคำถาม หรือปัญหาที่เราระบุอาจประกอบด้วยปัญหาย่อยในขั้นตอนของการระบุปัญหาผู้แก้ปัญหาต้องพิจารณาปัญหา หรือกิจกรรมย่อยที่ต้องเกิดขึ้นเพื่อประกอบเป็นวิธีการในการแก้ปัญหาใหญ่ด้วย

2. การค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวของ (explore ideas) หลังจากผู้แก้ปัญหาทำความเข้าใจปัญหาและสามารถระบุปัญหาย่อยขั้นตอนต่อไป คือ การรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวของกับการแก้ปัญหาดังกล่าวในการคันหาแนวคิดที่เกี่ยวของผู้แก้ปัญหาอาจมีการดำเนินการ ดังนี้

2.1 การรวบรวมข้อมูล คือ การสืบค้นว่าเคยมีใครหาวิธีแก้ปัญหาดังกล่าวนี้แล้วหรือไม่และหากมีเขาแก้ปัญหาอย่างไร และมีข้อเสนอแนะใดบ้าง

2.2 การค้นหาแนวคิด คือ การค้นหาแนวคิด หรือความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ หรือเทคโนโลยีที่เกี่ยวของและสามารถประยุกต์ในการแก้ปัญหาได้ในขั้นตอนนี้ผู้แก้ปัญหาควรพิจารณาแนวคิด หรือความรู้ทั้งหมดที่สามารถใช้แก้ปัญหาแล้วจดบันทึกแนวคิดไว้เป็นทางเลือก และหลังจากการรวบรวมแนวคิดเหล่านั้นแล้วจึงประเมินแนวคิดเหล่านั้นโดยพิจารณาถึงความเป็นไปได้ความคุ้มทุนข้อดีและจุดอ่อนและความเหมาะสมกับเงื่อนไขและขอบเขตของปัญหาแล้วจึงเลือกแนวคิด หรือวิธีการที่เหมาะสมที่สุด

3. การวางแผนและพัฒนา (plan and develop) หลังจากเลือกแนวคิดที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาขั้นตอนต่อไป คือ การวางแผนการดำเนินงานโดยผู้แก้ปัญหาต้องกำหนดขั้นตอนย่อยในการทำงานรวมทั้งกำหนดเป้าหมายและระยะเวลาในการดำเนินการแต่ละขั้นตอนย่อยให้ชัดเจนในขั้นตอนของการพัฒนาผู้แก้ปัญหาต้องวาดแบบและพัฒนาตนแบบ (prototype) ของผลผลิตเพื่อใช้ในการทดสอบแนวคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหา

4. การทดสอบและประเมินผล (test and evaluate) เป็นขั้นตอนทดสอบและประเมินการใช้งานตนแบบเพื่อแก้ปัญหาผลที่ได้จากการทดสอบและประเมินอาจถูกนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาผลลัพธ์ให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหามากขึ้นการทดสอบและประเมินผลสามารถเกิดขึ้นได้หลายครั้งในกระบวนการแก้ปัญหา

5. การนำเสนอผลลัพธ์ (present the solution) หลังจากการพัฒนาปรับปรุงทดสอบและประเมินวิธีการแก้ปัญหา หรือผลลัพธ์จนมีประสิทธิภาพตามที่ต้องการแล้วผู้แก้ปัญหาตองนำเสนอผลลัพธ์นั้นต่อสาธารณชนโดยต้องออกแบบวิธีการนำเสนอข้อมูลที่เข้าใจง่ายและน่าสนใจ

จากที่ผู้วิจัยกล่าวมาข้างต้น แนวทางจัดการเรียนรู้ตามแนวสตรีมศึกษา หมายถึง แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปะ และ คณิตศาสตร์ โดยศิลปะที่เพิ่มเข้าไปนั้น จะช่วยสนับสนุนให้เกิดบรรยากาศในการเรียนรู้ที่ดี และพัฒนาสมองทั้งสองซีกไปด้วยกัน สามารถทำให้ผู้เรียนได้พัฒนากระบวนคิด การแก้ปัญหา การทำงานเป็นกลุ่ม และสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริงในโลกยุคศตวรรษที่ 21 ที่เน้นการทำงานเป็น การอยู่ร่วมกัน รวมทั้งพัฒนากระบวนการสร้าง หรือผลิตนวัตกรรมใหม่ ๆ อย่างสร้างสรรค์ สตีมศึกษาไม่ใช่แค่ช่วยพัฒนาตนเองและคนรอบข้าง แต่ยังช่วยพัฒนาประเทศอีกด้วย โดยมี 5 ขั้นตอนในการจัดการเรียนการสอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นระบุปัญหา (identify a challenge) คือ เป็นขั้นทำความเข้าใจปัญหา หรือความท้าทาย วิเคราะห์เงื่อนไข หรือข้อจำกัดของสถานการณ์ เพื่อกำหนดขอบเขตของปัญหา ซึ่งจะนำไปสู่การสร้างชิ้นงาน หรือวิธีการในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 2 ขั้นรวบรวมแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (explore ideas) คือ นักเรียนต้องรวบรวมข้อมูลและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการแก้ปัญหาความเหมาะสมกับเงื่อนไขและขอบเขตของปัญหาแล้วจึงเลือกแนวคิด หรือวิธีการที่เหมาะสมที่สุดและประเมินความเป็นไปได้ในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ขั้นวางแผนและพัฒนา (plan and develop) คือ เป็นขั้นที่หลังจากเลือกแนวคิดที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา นักเรียนต้องวางแผนและประยุกต์ใช้ข้อมูล ศึกษาแนวคิดที่เกี่ยวข้องเพื่อการออกแบบชิ้นงาน หรือวิธีการในการแก้ปัญหา และอาศัยความรู้ทางด้านศิลปะมาช่วยในการออกแบบอย่างสร้างสรรค์ และสวยงาม โดยคำนึงถึงทรัพยากร ข้อจำกัดและเงื่อนไขตามสถานการณ์ที่กำหนด นักเรียนต้องวาดแบบ พัฒนาต้นแบบของผลผลิตเพื่อใช้ในการทดสอบแนวคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 4 ขั้นทดสอบและประเมินผล (test and evaluate) คือ เป็นขั้นทดสอบและประเมินการใช้งานต้นแบบเพื่อแก้ปัญหา ผลที่ได้จากการทดสอบและประเมินอาจถูกนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาผลลัพธ์ให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหามากขึ้น การทดสอบและการประเมินผลสามารถเกิดขึ้นได้หลายครั้งในกระบวนการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 5 ขั้นนำเสนอผลลัพธ์ (present the solution) คือ หลังจากการพัฒนาปรับปรุงและประเมินวิธีการแก้ปัญหา หรือผลลัพธ์จนมีประสิทธิภาพตามที่ต้องการแล้วผู้เรียนต้องนำเสนอผลลัพธ์นั้นต่อสาธารณชนโดยต้องออกแบบวิธีการนำเสนอข้อมูลที่เข้าใจง่ายและน่าสนใจ

ในการจัดการเรียนการสอนตามแนวทางสตรีมศึกษาครูควรจัดเตรียมกิจกรรมที่เหมาะสมกับบริบทนักเรียนโดยกิจกรรมการเรียนรู้จะต้องสอดคล้องกับเนื้อหาที่เรียน ความสามารถ และความสนใจของผู้เรียน ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 2 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมและบทบาทของครูกับนักเรียน

ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	บทบาทของครู	บทบาทของผู้เรียน
1.ระบุปัญหา (identify a challenge)	ครูสร้างสถานการณ์ในการเรียนรู้ให้นักเรียนผ่านสถานการณ์ปัญหา เพื่อนำไปสู่การสร้างชิ้นงาน หรือวิธีการในการแก้ปัญหา	นักเรียนวิเคราะห์เงื่อนไข หรือข้อจำกัดของสถานการณ์ปัญหาเพื่อกำหนดขอบเขตของปัญหาเพื่อนำไปสู่การสร้างชิ้นงาน หรือวิธีการในการแก้ปัญหา
2. ขั้นรวบรวมแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (explore ideas)	ครูส่งเสริมให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเพื่อแก้ปัญหาแนะนำการสืบค้นข้อมูลที่เชื่อถือได้	นักเรียนหาข้อมูลและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกันเพื่อแก้ปัญหา
3. ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design)	ครูคอยดูแลและส่งเสริมให้ใช้ความคิดสร้างสรรค์ สร้างชิ้นงานให้น่าสนใจและแปลกใหม่	นักเรียนนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีมาออกแบบนวัตกรรม เพื่อแก้ปัญหา
4.ขั้นทดสอบและประเมินผล (test and evaluate)	ครูสังเกตการทดสอบและประเมินการใช้งานของ ชิ้นงานของนักเรียน	นักเรียนทดสอบและประเมินการใช้งานของชิ้นงาน หรือวิธีการ
5.ขั้นนำเสนอผลลัพธ์ (present the solution)	ครูรับฟังความคิดเห็นในการนำเสนอของนักเรียน	นักเรียนเสนอแนวคิดและขั้นตอนการแก้ปัญหาของการสร้างชิ้นงาน หรือการพัฒนาวิธีการให้ผู้อื่นเข้าใจ

ความสามารถในการคิดเชิงผลิตภาพ

ความสำคัญและความหมายของการคิดเชิงผลิตภาพ (Productive or Product-Oriental Thinking)

แนวคิดเกี่ยวกับความคิดผลิตภาพได้ถูกเสนอ โดย (Otto Selz, 2560) นักจิตวิทยาชาวเยอรมันในต้นปี ค.ศ. 1930 แต่เป็นที่น่าเสียดายว่างานของ Otto Selz ไม่เป็นที่แพร่หลายเพราะเป็นช่วงที่นาซีและแนวคิดการต่อต้านชาวยิวกำลังได้รับความสนใจเมื่อไม่นานมานี้งานบางส่วนของ Otto Selz ได้รับการแปลเป็นภาษาอังกฤษต่อมา Tim Hurson ได้นำเสนอแนวคิดเกี่ยวกับ Productive Thinking Model ว่ามีความคิดสร้างสรรค์และความคิดเชิงวิพากษ์เป็นองค์ประกอบความคิดผลิตภาพเป็นความคิดที่ลึกซึ้งนำไปสู่การสร้างผลิตภัณฑ์หรือการบริการที่แตกต่างเพื่อตอบสนองต่อการท้าทายของสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไปทั้งนี้เพื่อให้บรรลุเป้าหมายด้านการเติบโตทางการตลาด

นวลจิตต์ เชาวกีรติพงศ์ (2559) ได้กล่าวว่า ความสามารถทางสมองของบุคคลในการทำภาพที่เกิดขึ้นให้ออกมาเป็นสิ่งที่เป็นผลิตภาพที่เป็นรูปธรรมที่สามารถนำไปใช้แก้ปัญหา หรือไปทำประโยชน์ในงานต่าง ๆ ได้ การคิดผลิตภาพมีขอบข่ายที่เกี่ยวข้องกับการคิดด้านอื่น ๆ ได้แก่ การคิดสังเคราะห์ การคิดจินตนาการ การคิดสร้างสรรค์ การคิดเชิงระบบ และความสามารถในการสื่อสาร สอดคล้องกับ ไพฑูรย์ สินลารัตน์ (2559) ที่กล่าวว่า ผู้มีความคิดเชิงผลิตภาพจะเน้นการสร้างงานที่เป็นรูปธรรมคำนึงถึงผลผลิตเป็นหลักมีวิธีการในการสร้างผลงานให้สำเร็จสร้างค่าของงานอยู่เสมอและมีสำนึกที่จะสร้างผลงานใหม่ ๆ ขึ้นมาทักษะที่จำเป็นของผู้มีความคิดผลิตภาพคือการสังเกตการคิดต่อเนื่อง การเห็นทางปรับปรุง ทักษะการปฏิบัติ และทักษะการประเมิน ดังนั้นความคิดผลิตภาพจึงมีความสัมพันธ์กับความคิดสร้างสรรค์กล่าวคือหากผู้มีความคิดสร้างสรรค์ได้แต่คิด แต่ไม่ลงมือทำความคิดสร้างสรรค์นั้นก็ไม่เกิดประโยชน์ การคิดผลิตภาพจึงเป็นส่วนผลักดันให้ความคิดสร้างสรรค์มีผลเป็นรูปธรรมและนำไปใช้ประโยชน์ได้จริง

ไพฑูรย์ สินลารัตน์ (2559) ได้กล่าวว่า การคิดเชิงผลิตภาพนั้น เป็นความคิดหนึ่งในปรัชญาการศึกษาเชิงสร้างสรรค์และผลิตภาพที่เสนอว่าการจัดการศึกษาในสังคมไทยปัจจุบันนี้นั้นควรต้องพัฒนาปรัชญาการศึกษาในเชิงที่สอนให้ผู้เรียนต้องคิดสร้างสรรค์และมีผลผลิตด้วยพร้อมกันไป (Creative and Productive Philosophy of Education) เพื่อแก้พฤติกรรมบริโภคนิยม (Consumerism) และปรับเปลี่ยนสังคมไทยให้เป็นสังคมผลผลิตนิยม (Productivism) มากขึ้น สังคมไทยจะไม่เป็นเมืองขึ้นทางความคิดของต่างประเทศและไม่เป็นประเทศที่ซื้ออย่างเดียวเป็นหลักใหญ่ ปรัชญาการศึกษาเชิงสร้างสรรค์และผลิตภาพนั้นได้กำหนดให้ผู้เรียนในปรัชญานี้มีลักษณะสำคัญ 4 ประการ คือ 1) มีจิตคิดวิเคราะห์ 2) จิตคิดสร้างสรรค์ 3) จิตคิดผลิตภาพ 4) จิตคิดรับผิดชอบแตกต่างไปจากการคิดอื่น ๆ อย่างมาก การคิดอย่างอื่น เช่น คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ มีลักษณะเป็นนามธรรมที่อยู่ในระบบคิดของแต่ละคนเป็นหลักการพิจารณาดูว่าคนแต่ละคนมีความคิดวิเคราะห์

สร้างสรรค์ หรือไม่จึงต้องอาศัยการวิเคราะห์ในเชิงรูปธรรมมาช่วยทำความเข้าใจ แต่ความคิดเชิงผลิตภาพแตกต่างกับความคิดดังกล่าวเพราะความคิดเชิงผลิตภาพเป็นความคิดในเชิงรูปธรรมการตัดสินใจว่าคนใดคนหนึ่งจะมีความคิดเชิงผลิตภาพหรือไม่ต้องดูว่าชั้นสุดท้ายแล้วคนนั้นมีผลงาน หรือมีผลผลิตหรือไม่

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2560) กล่าวว่า ความคิดผลิตภาพ เป็นความคิดเชิงรูปธรรม ซึ่งมีความคิดวิเคราะห์และคิดสร้างสรรค์เป็นฐาน เป็นความคิดที่ไม่ได้เกิดขึ้นง่าย ๆ ต้องอาศัยการฝึกฝนการทำงานอย่างเป็นระบบและมีความมุ่งมั่นในการทำงานจนประสบความสำเร็จ การสอนเพื่อส่งเสริมการคิดผลิตภาพนั้น ความสำเร็จของการจัดการเรียนรู้ จุดสำคัญอยู่ที่บทบาทของผู้สอนที่จะช่วยกระตุ้นและแรงบันดาลใจแก่ผู้เรียนให้คิดค้นสร้างสรรค์งานของตนเองออกมา ซึ่งผู้สอนต้องจัดการเรียนการสอนให้ผู้เรียนมีความจริงจังในการปฏิบัติงาน มีความตั้งใจ และอดทนมุ่งมั่นในการทำงานให้สำเร็จ นอกจากนี้บรรยากาศการเรียนรู้เป็นสิ่งสำคัญมากที่จะส่งผลต่อความสำเร็จของการจัดการเรียนรู้

Guilford (1956) ได้กล่าวว่า การคิดผลิตภาพประกอบด้วยความจำ 5 อย่างได้แก่

1. การรู้จักและการเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการตีความของสมองเมื่อเห็นสิ่งเร้าแล้วเกิดการรับรู้ เข้าใจสิ่งนั้นและบอกได้ว่าเป็นอะไร เช่น เมื่อเห็นของเล่นรูปร่างกลม ๆ ทำด้วยยาง ผิวเรียบ ก็บอกได้ว่าเป็นลูกฟุตบอล

2. การจำ หมายถึง ความสามารถของบุคคลที่เก็บสะสมความรู้ไว้แล้วสามารถระลึกออกมาได้เมื่อมีสิ่งเร้า เช่น การจำหมายเลขประจำตัว การท่องสูตรคูณ

3. การคิดแบบอเนกนัย หมายถึง เป็นกระบวนการทางสมองที่จะคิดได้หลายแง่มุมหลายทิศทาง คิดหาคำตอบโดยไม่จำกัดจำนวน ทำให้ได้ความคิดที่แปลกใหม่จากสิ่งเร้าที่กำหนดให้ ความคิดอเนกนัยเป็นความคิดที่ Guilford ได้อธิบายว่าเป็นความคิดสร้างสรรค์ (ความสามารถที่จะคิดได้ไม่เหมือนใคร หรือคิดในเรื่องหน่วยความสัมพันธ์กันให้เข้ากันได้) ความคล่องในการคิด (ความสามารถในการคิดคำตอบได้เป็นจำนวนมาก ซึ่งเกี่ยวข้องกับผลของการคิดในเรื่องหน่วยความสัมพันธ์ละระบบ) ความคิดยืดหยุ่น (ความพร้อมที่จะเปลี่ยนแนวทางหรือดัดแปลงข้อมูล) และความคิดละเอียดลออ (ความสามารถที่จะต่อเติมความคิดให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น)

4. การคิดแบบเอกนัย หรือความคิดแบบองค์รวม หมายถึง ความสามารถในการคิดหาคำตอบที่ดีที่สุดจากข้อมูล หรือสิ่งเร้าที่กำหนด และคำตอบที่ถูกต้องก็จะมีเพียงคำตอบเดียว เช่น การเลือกคำตอบในการทำข้อสอบแบบเลือกตอบ

5. การประเมิน หมายถึง ความสามารถสรุปโดยอาศัยกฎเกณฑ์ที่ดีที่สุด Yanuar Hery Murtianto (2019) กล่าวว่า การคิดเชิงผลิตภาพ คือ ความสามารถของบุคคลในการย้ำคิด ย้ำทำ หรือพิจารณาปัญหาจากหลายมุมมอง การคิด อย่างมีผลิตภาพ ในงานวิจัยนี้พัฒนาโดย

Marzano & McTighe และ ThinkX โดยแบ่งออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่ 1) การเรียนรู้แบบกำกับตนเอง 2) การมีวิจารณญาณในการคิด 3) การคิดเชิงสร้างสรรค์

จากความสำคัญและความหมายของการคิดผลิตภาพ หรือคิดเชิงผลิตภาพ (Productive or Product-Oriental Thinking) สามารถสรุปได้ว่า กระบวนการคิดที่มีวัตถุประสงค์มุ่งให้นักเรียนสร้างผลงาน ผลผลิต หรือชิ้นงานซึ่งเป็นกระบวนการทางสมองของคนที่ก่อรูปขึ้นอย่างเป็นขั้นตอน จากเห็นภาพนั้นในสมองและนำภาพนั้นออกมาเป็นรูปธรรมได้ รูปธรรมนี้อาจจะเป็นความคิดก็ได้ งานวิชาการก็ได้ สิ่งประดิษฐ์ต่าง ๆ ก็ได้ แต่ต้องเป็นรูปธรรมของความที่ชัดเจนสื่อต่อคนอื่นได้ซึ่งผลผลิตนี้เกิดจากความคิดสร้างสรรค์ แปลกใหม่และน่าสนใจ

5.1 สภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความคิดเชิงผลิตภาพ

ไพฑูรย์ สินลารัตน์ (2559) กล่าวว่า ผู้สอนควรจัดสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความคิดผลิตภาพ ดังต่อไปนี้

1. สร้างกฎ กติกา มารยาทในการเรียน ผู้สอนควรให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการสร้างข้อตกลงร่วมกัน เพื่อเป็นการสร้างความรับผิดชอบร่วมกันในการทำงานและการอยู่ร่วมกัน สร้างงานร่วมกัน

2. สร้างปฏิสัมพันธ์ในชั้นเรียนเชิงผลิตภาพที่ดี โดยสร้างปฏิสัมพันธ์ในสองส่วน คือ ส่วนแรก ปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียน โดยครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ซักถามอย่างเป็นกันเอง มีอิสระ มีความสบายใจในการเรียน บรรยากาศในการเรียนไม่ตึงเครียด ส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ โดยครูให้ความช่วยเหลือ ให้การยอมรับ และความสนใจในการทำงานของผู้เรียน ให้เวลาเพียงพอในการทำงาน นักเรียนได้ใช้ความคิดอย่างเต็มที่ มีส่วนร่วมในการอภิปรายร่วมกับผู้อื่น และเป็นการทำงานร่วมกันมากกว่าการแข่งขัน และส่วนที่สอง คือ ปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับนักเรียน ต้องเป็นไปด้วยความอบอุ่น นักเรียนสมัครสมานสามัคคี ช่วยเหลือกัน มีน้ำใจ เอื้อเฟื้อเผื่อแผ่ซึ่งกันและกัน ซึ่งจะทำให้เกิดการไว้วางใจ แบ่งปันกัน นำไปสู่กระบวนการคิดสิ่งใหม่ ๆ ด้วยกัน

3. สร้างความอิสระในการเรียนรู้ เป็นบรรยากาศที่ผู้เรียนได้มีโอกาสได้คิดได้ตัดสินใจเลือกสิ่งที่มีความหมายและมีคุณค่าในการทำงานโดยปราศจากความกลัววิตกกังวลซึ่งจะช่วยส่งเสริมจินตนาการ (imagination) เพื่อนำไปสู่ความคิดสร้างสรรค์ (Creative ideas) และนำไปสู่นวัตกรรมในที่สุด

4. ความสะดวกสบายในการเรียนรู้ โดยก่อนสอนผู้สอนควรจัดสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ในการเรียนที่น่าดูน่าอยู่น่าเรียนมีแสงสว่างพอเหมาะแก่การเรียนรู้มีเครื่องมือเครื่องใช้สะอาดมีสิ่งอำนวยความสะดวกที่เอื้อต่อการเรียนรู้ มีระเบียบในการหยิบใช้ และมีห้องเรียนอย่างเพียงพอยืดหยุ่นมีที่ว่างเพื่อใช้ในการทำกิจกรรมปรับสภาพห้องทำกิจกรรมได้หลากหลายเป็นรูปตัวยู ตัวที ตัวไอ หรือครึ่งวงกลมมีโอกาสซักถามแสดงความคิดเห็นได้มีมุมความรู้มุมสงบในการทำงาน ครูมีความเป็นกันเองไม่

เครียดนักเรียนรู้สึกปลอดภัยเหมือนอยู่บ้าน ความสะดวกสบายในการเรียนรู้โดยก่อนสอนผู้สอนควรจัดสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ในการเรียนที่น่าดูน่าอยู่ น่าเรียนมีแสงสว่าง

5. ใช้สื่อเทคโนโลยีส่งเสริมการเรียนรู้ โดยการส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ใช้เครือข่าย (network) จากการสื่อสารผ่านคอมพิวเตอร์ในการทำงานร่วมกับผู้อื่น ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนรู้ได้สร้างสรรค์งานร่วมกันในทุกที่ทุกเวลาที่ต้องการผ่านอุปกรณ์สื่อสารที่หลากหลายและทันสมัยได้อย่างรวดเร็วและง่ายดายทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ตลอดเวลาแบ่งปันการเรียนรู้เชิงผลิตภาพได้อย่างรวดเร็วและกว้างขวาง เช่น การนำผลงานที่พัฒนาขึ้นเผยแพร่ผ่าน YouTube ให้ผู้สนใจได้เข้ามาเรียนรู้เสนอแนะและประเมินซึ่งจะทำให้ชิ้นงานนั้นได้รับข้อเสนอแนะดี ๆ มากมายและผู้เรียนสามารถนำไปพัฒนางานได้ตรงกับความต้องการของสังคม

6. การหาแหล่งการเรียนรู้นอกห้องเรียน การเรียนรู้นอกห้องเรียนจะทำให้ผู้เรียนมีความตื่นตัวในการเรียนรู้มากขึ้นไม่ซ้ำซากจำเจกับห้องเรียนแบบเดิม ๆ เช่น การไปดูงานหรือทัศนศึกษาด้านนวัตกรรมใหม่ ๆ ทางด้านวิทยาศาสตร์ก็จะให้ผู้เรียนมองเห็นแนวคิดใหม่ ๆ ที่แตกต่างจากสิ่งที่เคยเห็นและเป็นแง่คิดในการสร้างสรรค์งานใหม่ต่อไปอีก ดังนั้นผู้สอนและผู้เรียนจึงควรร่วมกันคิดหาแหล่งเรียนรู้นอกห้องเรียนต่าง ๆ ที่สอดคล้องกับการเรียนการสอนตามหลักสูตรเพื่อนำมาใช้ในการกระตุ้นความสนใจในการเรียนรู้มากยิ่งขึ้น

7. การสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่ดี บรรยากาศการเรียนรู้ที่ดีมีผลต่อความสนใจในการเรียนรู้ทำให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจที่ดีในการเรียนรู้เพิ่มขึ้น เช่น บรรยากาศที่เอื้ออาทรต่อนักเรียน การสร้างบรรยากาศแห่งความสุขในการเรียนเป็นกันเองสร้างให้ผู้เรียนเกิดความพึงพอใจในการเรียนเพื่อส่งเสริมให้เขามีความอยากรู้อยากเห็นอยากพัฒนาชิ้นงานของตนเอง

จากแนวคิดที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า สภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความคิดผลิตภาพ ผู้สอนควรเตรียมสภาพแวดล้อมต่อการเรียนรู้ที่ดีให้ครบทุกประการ เพราะจะช่วยจูงใจและส่งเสริมให้ผู้เรียนได้มีโอกาสที่จะเกิดความคิดผลิตภาพ ได้ร่วมกันระดมความคิดเพื่อพัฒนาและสร้างสรรค์ชิ้นงานได้สำเร็จมากยิ่งขึ้น

5.2 องค์ประกอบของการคิดเชิงผลิตภาพ

ไพฑูรย์ สินลารัตน์ (2549) กล่าวถึงองค์ประกอบของการคิดเชิงผลิตภาพไว้ดังนี้

1. Situated Learning and Prepare Real Learning Context การเรียนรู้กับสภาพจริงหรือการเตรียมบริบทตามสภาพจริงโดยผู้สอนจะเป็นผู้เริ่มต้นด้วยการชี้แจงจุดมุ่งหมายของการเรียนแล้วนำเรื่องด้วยปัญหาต่าง ๆ (Problem-based Learning) ที่ครูหยิบยกขึ้นมาถามขั้นผู้เรียนว่าใครเห็นว่าเป็นปัญหา หรือไม่เป็นปัญหาอย่างไร หรืออาจจะหยิบยกประเด็นที่แม้ไม่เป็นปัญหา แต่ก็ควรจะทำให้ดีขึ้นได้ หรืออีกกรณีหนึ่งอาจจะเป็นประสบการณ์ข้อคิดของผู้เรียนเองที่เคยพบมาเคยคิดมา

ก่อน หรือได้ยินได้ฟังมา แต่อยากรู้เพิ่มเติม ฯลฯ ในขั้นตอนนี้ครูจะต้องพยายามและสังเกตว่าสิ่งที่นำมาให้เด็ก หรือให้คิดเองนั้นเป็นสิ่งที่ผู้เรียนสนใจจริง ๆ จึงจะทำให้การเรียนประสบความสำเร็จและได้ผลดี

2. Self-Directed Learning and cooperative Learning เมื่อได้ประเด็นเรื่องราว หัวข้อสิ่งของที่เราอยากรู้อยากทำแล้ว ครูจะให้ผู้เรียนคิดพิจารณาเองเพื่อให้ทุกคนชัดเจนในประเด็นของตนเองซึ่งอาจจะร่วมกันกำหนดจุดมุ่งหมายร่วมกันกำหนดเป้าหมายที่ผลลัพธ์ที่ต้องการได้อยากเห็นอะไรจากสิ่งที่คิดและเสนอกันนั้นในขั้นตอนนี้ครูต้องกระตุ้นให้เด็กคิดเองแล้วแลกเปลี่ยนกันอีกที่หนึ่ง การทดสอบแนวคิดในขั้นนี้ คือ การทดสอบจะสามารถชักจูง (Convince) ให้คนอื่นเขาเห็นตามได้หรือไม่ในขั้นตอนนี้ผู้เรียนควรจะได้รับการสอนให้คิดให้ตลอดว่าปัญหาที่ตั้งไว้แต่ต้นจะคิดแก้อย่างไร

3. Work-Based Learning and Collaborative Learning เมื่อปรับแก้โครงการจนเห็นภาพการดำเนินการชัดเจนแล้วขั้นตอนที่ 3 นี้ก็ คือ การลงมือทำและทำแบบร่วมมือในแนวคิด Collaborative-Based Learning ถือว่าการปฏิบัติงานไม่ว่างานอะไรต้องทำงานร่วมกันอยู่เสมอการลงมือทำร่วมกันจึงเป็นสำคัญเพราะในชีวิตจริงไม่มีการทำงานใดที่ทำคนเดียวการให้ผู้เรียนได้หาประสบการณ์ตรงจากที่วางแผนตั้งแต่ขั้นตอนก่อน

4. Assess-Based and Follow-up ขั้นตอนนี้ คือ การประเมินและติดตามดูว่าผู้เรียนทำได้ผลเพียงไรควรปรับปรุงอะไรบ้างการประเมินที่ต้องอาศัยคนนอกมาช่วยด้วยเมื่อประเมินแก้ไขแล้วก็ต้องติดตามทุกอย่างว่าได้แก้ไขจริงจังตามที่กำหนดไว้ หรือไม่เพียงใด

5. Linkage Stage and Market the Product เมื่อได้ผลเป็นผลิตผลแล้วต้องเชื่อมโยงกับเหตุการณ์ผู้ใช้จริงถ้าผู้ใช้เห็นด้วยและบอกได้ว่าใช้ได้แค่ไหนและจะเผยแพร่ได้แค่ไหน (Zhao, 2012) ในบางกรณีขั้นตอนนี้อาจจะนำไปสู่การจัดการเรื่องการขายต่อไปด้วยเหตุนี้การคิดผลิตภาพ หรือการคิดในเชิงผลิตภาพ (Productivity-based Thinking) จึงเป็นความจำเป็นของสังคมที่จะสร้างสรรค์สืบเนื่องและเชื่อมต่อสังคมให้ก้าวหน้าต่อไป

5.3 ขอบเขตของการคิดเชิงผลิตภาพ

ปัจจุบันสังคมไทยมีปัญหาด้านการคิดหลายอย่างซึ่งสะท้อนจากข่าวที่มีการนำเสนอในสื่อต่าง ๆ ปัญหาดังกล่าว ได้แก่

1) คิดผิด คือ การได้รับผลเสียจากการกระทำตามสิ่งที่คิดไว้ แต่ไม่เป็นตามที่ติดอาจเกิดจากการคิดไม่รอบคอบ

2) คิดไม่เป็น คือ การทำเลียนแบบความคิดของคนอื่นโดยไม่มีการดัดแปลงให้เหมาะสมกับตัวเอง หรือใช้ชีวิตอย่างเคยชินโดยไม่ต้องคิดอะไร

3) คิดแล้วไม่ทำ คือ การรับรู้และทำความเข้าใจกับสิ่งที่เป็นปัญหาจนมองเห็นสาเหตุที่มาที่ไปและผลกระทบต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น แต่ไม่มีการแก้ไขคงปล่อยให้เกิดความผิดพลาดซ้ำ ๆ อยู่เรื่อยถ้ามีการนำความคิดนั้นมาลงมือปฏิบัติอย่างจริงจังก็จะไม่เกิดปัญหาที่เคยเกิดแล้วได้อีกความผิดพลาดจากการคิดแล้วไม่ทำเป็นมีความเกี่ยวข้องกับการขาดความสามารถด้านการคิดผลิตภาพของคนไทย

จากองค์ประกอบความคิดเชิงผลิตภาพสามารถสรุปได้ว่า 1) การวางแผน: มีการวางแผนในการสร้างผลงานเป็นขั้นตอนและนำไปปฏิบัติได้จริง 2) การทำงานที่คล่องแคล่ว: สามารถเลือกใช้ วัสดุอุปกรณ์ ในการสร้างผลงานได้อย่างถูกต้องเหมาะสม โดยสามารถระบุรายละเอียดอุปกรณ์ที่ใช้รวมทั้งคำนึงถึงความคงทนของชิ้นงานต่อการนำไปใช้ประโยชน์ 3) การสร้างผลงาน: ผลงานที่นักเรียนผลิตขึ้นตรงตามวัตถุประสงค์มีความแปลกใหม่ในทางบวกใช้ประโยชน์ได้จริงและสามารถนำไปประยุกต์ใช้เพื่อประโยชน์ต่อตนเองและสังคมได้

โดยทั้ง 3 องค์ประกอบนี้ผู้สอนจะคอยดูแล ช่วยเหลือผู้เรียนระหว่างการทำงานตลอดจนเมื่อผู้เรียนได้ผลผลิต หรือชิ้นงาน เพื่อไม่ให้เกิดปัญหาด้านการคิด เช่น คิดผิด คิดไม่เป็น คิดแล้วไม่ทำ เพราะถ้าเกิดปัญหานี้ขึ้นจะทำให้ผู้เรียนไม่สามารถแปรรูปธรรมทางความคิดออกมาเป็นผลงานได้

5.4 ลักษณะของคนที่มีความสามารถในการคิดเชิงผลิตภาพ

ในทางการศึกษามีหลักในความเชื่อเกี่ยวกับมนุษย์อยู่ว่ามนุษย์มีความหลากหมาย คือ มีหลายประเภทแล้วแต่ความถนัดและสนใจของแต่ละบุคคลการทำความเข้าใจกับบุคคลแต่ละประเภทจึงต้องมีภาพเป้าหมายและภาพความคาดหวังที่ชัดเจนเราจึงจะเข้าใจลักษณะของคน ๆ นั้นและในขณะเดียวกันก็ส่งเสริมให้เขาพัฒนาตัวเขาเองให้มีลักษณะในแนวทางนั้นด้วย

ความคาดหวังต่อคนที่มีความคิดในเชิงผลิตภาพ หรือคนที่มุ่งเน้นต่อการสร้างผลงาน (Cutcome-Based, Product-Based) สร้างและผลิตสิ่งใหม่ ๆ อยู่เสมอไม่หยุดนิ่งต่อการสร้างการพัฒนาการลงมือทำเพื่อให้ผลผลิตใหม่ ๆ ออกมาเสมอบุคคลลักษณะนี้อาจจะไม่ใช้ชีวิตทั้งหมดเพื่อการคิดปรัชญาสร้างอย่างนักประดิษฐ์ในอดีตที่ทุ่มเททั้งชีวิตเพื่อการนี้ แต่อย่างน้อยจะใช้ชีวิตส่วนใหญ่อย่างไม่หยุดนิ่งเพื่อให้ได้มาซึ่งผลงานในแนวทางที่สนใจเชื่อ และอยากเห็น

บุคคลเหล่านี้จะต้องเป็นคนช่างสังเกตเรียนรู้และสงสัยในสิ่งแวดล้อมรอบตัวอยู่เสมอพร้อมทั้งมุ่งเน้นในสิ่งที่จะทำซึ่งรวม 7 ลักษณะดังนี้ (ไพฑูรย์ สินลารัตน์, 2559) ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงคุณสมบัติ 7 ประการของคนคิดเชิงผลิตภาพ

คุณสมบัติ 7 ประการของคนคิดเชิงผลิตภาพ
ช่างสังเกต
คิดต่อเนื่องได้
มองเห็นทางปรับปรุงแนวปฏิบัติ
เชื่อมโยงกับผลผลิต
คิดและทำด้วยพร้อมกันไป
มุ่งทำให้เสร็จ คิดให้ตลอด
พร้อมรับการทดสอบ/การประเมิน/และการตำหนิ

คุณสมบัติ 7 ประการของคนคิดเชิงผลิตภาพมีคำอธิบายเพิ่มเติมได้ ดังนี้

คุณลักษณะประการที่ 1 คือ จะต้องช่างสังเกตสิ่งรอบตัว ไม่ละเลยมองข้ามสิ่งที่สัมผัส จับต้องและมองเห็น เมื่อสังเกตเห็นแล้ว หรือเมื่อสัมผัสจับต้องแล้วนั้น จะทำให้เกิดการเรียนรู้ตามมาโดยจะฉุดคิด ฉุดเห็น และฉุดสัมผัสขึ้นได้ทันที แต่ถ้ามองข้ามไปก็จะไม่เรียนรู้อะไร การเรียนรู้จะทำให้คิดต่อ หรือสอนในในสิ่งที่เห็นซึ่งจะช่วยให้คิดต่อว่าจะทำอะไรต่อไป

คุณลักษณะประการที่ 2 คือ มีความคิดต่อเนื่อง เชื่อมโยง และนำไปสู่ประเด็นอื่นได้ สืบเนื่องจากข้อแรก เมื่อรู้จักสังเกตแล้วจะต้องมีความสัมพันธ์ต่อ คือ การคิดต่อเนื่องเพราะถ้าคิดต่อเนื่องแล้วทุกอย่างก็จะหยุดนิ่งแค่นั้น คนที่จะคิดในลักษณะที่จะผลิตอะไรได้นั้นจะต้อง คิดต่อเนื่องเชื่อมโยงและนำไปสู่ประเด็นอื่น ๆ ได้ ความคิดใหม่ ๆ จะเกิดขึ้น ความคิดที่ให้มีผลงานอะไรก็จะตามมา คนที่รู้จักสังเกตได้นั้นต้องฝึกฝนอยู่เสมอ ฝึกโดยคิดดูว่าเมื่อเราเห็นสิ่งนี้แล้วเราคิดอะไรต่อบ้างสิ่งที่เขาคิดต่อมีลักษณะอย่างไร ในข้อนี้จะเห็นได้ว่าการคิดผลิตภาพจะเชื่อมโยงกับความคิดสร้างสรรค์อยู่มาก เราอาจกล่าวได้ว่า ความคิดผลิตภาพเป็นส่วนต่อของความคิดสร้างสรรค์ก็ได้

คุณลักษณะประการที่ 3 คือ การมองเห็นแนวทางปฏิบัติ หรือแนวทางปรับปรุงมองเห็นขั้นตอนของการทำงานและมองเห็นว่าถ้าคิดถึงเรื่องนี้จะทำอย่างไรคุณสมบัติในข้อนี้ที่เห็นได้ชัดเจนและต้องการเน้นวิธีการ ปฏิบัติ หรือการลงมือทำ การที่มีข้อสังเกต ข้อสงสัย ในสิ่งรอบตัวแล้วมองต่อไปว่าข้อสงสัยนั้นน่าจะมีปัญหาอะไรและปัญหานั้นจะเกี่ยวข้องกับอะไรบ้าง การมองว่าเกี่ยวข้องกับอะไรนั้นจะนำไปสู่การมองเห็นว่าแล้วจะทำอย่างไรต่อไปอาจจะเลิกกิจกรรมนั้น หรือเพิ่มเติมให้มากขึ้น (ให้ดีพอหรือดีมาก) หรือปรับเปลี่ยนให้ดีขึ้นอย่าไร เป็นต้น คนที่จะคิดทำอะไรได้ดีนั้นจะมองเห็นเสมอว่าในเรื่องนี้ ประเด็นนี้ เราควรจะทำอย่างไรคุณลักษณะประการที่ 4 คือ เชื่อมโยงกับผลผลิต มองเห็นได้ชัดเจนว่าถ้าลงมือทำอย่างใดอย่างหนึ่งแล้วจะได้อะไรขึ้นมากกว่าได้ในที่นี้ไม่จำเป็นต้องเป็นรูปธรรม (Metter หรือ Product อย่างเดียว) แต่ต้องเป็นสิ่งที่สามารถเข้าใจ มองเห็นและจับต้องได้ เช่น ความคิด ค่านิยม ความสามารถในการสรุปเรียบเรียงขึ้นมาใหม่ก็ได้

คุณลักษณะประการที่ 5 คือ คิดแล้วลงมือทำทันทีไม่รีรอลังเล คุณลักษณะข้อนี้เป็นคุณลักษณะที่สำคัญของ คิดผลิตภาพ เพราะเป้าหมายสุดท้ายของคิดในเชิงผลิตภาพก็คือ การมีผลผลิต (Product) ออกมา ผลผลิตจะเป็นอะไรนั้นไม่ใช่ประเด็นสำคัญ หลักใหญ่ของการคิดผลิตภาพคือ ให้มีผล (Product) จากการกระทำซึ่งผล คือ จะเป็นแนวคิด (ที่ศึกษาจากการศึกษาค้นคว้าคิดต่อจัดลำดับความคิดใหม่) วิธีการ (ที่เกิดจากการได้วิเคราะห์พัฒนาขึ้นใหม่) ที่พิจารณาแล้วผลงานวิชาการ (เช่น ตำรา หนังสือ เอกสารต่าง ๆ) ผลิตภัณฑ์ใหม่ ๆ (ที่เกิดจากการค้นคว้า ทดลอง และได้ผลผลิตออกมาเป็นสิ่งของเป็นต้น)

คุณลักษณะประการที่ 6 คือ คิดให้ตลอด มุ่งทำงานให้เสร็จ คุณสมบัติข้อนี้สืบเนื่องจากข้อที่ 5 ที่จะต้องลงมือทำงานและคุณสมบัติที่ตามมา คือ ทำให้เสร็จ มีคนจำนวนไม่น้อยที่ลงมือทำแต่ไม่มีความมุ่งมั่นให้เสร็จ จึงทำให้คนคิดในเชิงผลิตภาพไม่สำเร็จสมบูรณ์ การฝึกคิดในลักษณะผลิตภาพนอกจากฝึกให้ทำงานแล้วยังต้องฝึกให้ทำงานให้เสร็จด้วยพร้อมกันไป

คุณลักษณะประการที่ 7 คือ พร้อมรับการทดสอบ ประเมินแม้ตำหนิผลงาน หรือผลผลิตที่สำเร็จสมบูรณ์ต้องพร้อมที่จะได้รับการทดสอบประเมินทั้งในเชิงของวิชาการและการนำไปใช้เพื่อให้ผลงานนั้นมีคุณค่าและนำไปใช้จริงโดยเฉพาะเมื่อเป็นชั้นเรียน ผู้สอนอาจไม่เชี่ยวชาญ หรือชำนาญในเรื่อง หรือผลผลิตที่นักเรียนทำขึ้น จึงต้องอาศัยคนนอกประเมินผู้เรียนจึงพร้อมที่จะรับการทดสอบและประเมินเพื่อนำมาปรับปรุงให้ดีขึ้นต่อไป

นอกจากคุณสมบัติ 7 ประการนี้แล้ว สมพร โกมารทัต (2557) ยังเสนอคุณสมบัติของผู้สอนและผู้เรียนในเชิงผลิตภาพไว้ ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 คุณสมบัติของผู้สอนและผู้เรียนในเชิงผลิตภาพ

คุณสมบัติของผู้สอน	บทบาทของผู้เรียน
1. เป็นผู้ประสานงาน 2. เป็นผู้อำนวยความสะดวก 3. เป็นผู้ชี้นำและชี้แนะ 4. เป็นผู้คิดกิจกรรรมให้ผู้เรียนตื่นตัวและกล้าแสดงออก 5. เป็นผู้กระตุ้นให้กล้าพูดกล้าถามกล้าทำและให้กำลังใจเมื่อผู้เรียนทำผิดพลาด 6. เป็นผู้สนับสนุนส่งเสริมและเติมเต็มศักยภาพของผู้เรียน 7. เป็นผู้แสวงหาโอกาสให้ผู้เรียนแสดงผลงาน 8. เป็นผู้แสวงหาความรู้อยู่ตลอดเวลา	1. เป็นผู้ปฏิบัติที่ดี (Good Practice) 2. เป็นผู้ที่มีความรับผิดชอบ (Responsible) 3. เป็นผู้มีความคิดดี (Positive Thinking) 4. เป็นผู้ใฝ่รู้ (Learning-Oriented) 5. เป็นผู้มีมนุษย์สัมพันธ์ (Sociable)

จากที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า คุณลักษณะของคนที่มีความสามารถในการคิดเชิงผลิตภาพ มีคุณสมบัติ 7 ประการ คือ 1. ช่างสังเกต 2. คิดต่อเนื่องได้ 3. มองเห็นทางปรับปรุงแนวปฏิบัติ 4 เชื่อมโยงกับผลผลิต 5. คิดและทำด้วยพร้อมกันไป 6. มุ่งทำให้เสร็จและ 7. พร้อมรับการทดสอบ/การประเมินและการตำหนิ

5.5 การวัดและการประเมินการคิดเชิงผลิตภาพ

การประเมินการคิดเชิงผลิตภาพนั้นสิ่งที่มีความสำคัญอีกประการหนึ่งในการวัดและประเมินในด้านนี้ คือ การกำหนดตัวผู้ให้ข้อมูลเกี่ยวกับความสามารถของผู้เรียนข้อมูลจากการวัดไม่ได้มาจากตัวผู้สอน แต่เพียงแห่งเดียวบางครั้งผู้วัดอาจต้องเก็บข้อมูลจากเพื่อนร่วมชั้น หรือเพื่อนที่ทำงานในกลุ่ม หรือจากผู้ที่นำผลงานไปใช้ เช่น การวัดการทำโครงงานสิ่งประดิษฐ์ ผู้วัดอาจเป็นครูผู้สอนซึ่งสามารถประเมินผลงานของผู้เรียนขณะเดียวกันก็อาจเก็บข้อมูลจากตัวผู้เรียนว่ามีความเข้าใจในเรื่องที่เสนอมากน้อยเพียงใดประเมินจากเพื่อนในการทำงานกลุ่มร่วมกัน

1. ประเมินการคิดเชิงผลิตภาพอยู่ในการเรียนการสอนปกติและงานการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนการประเมินการคิดเชิงผลิตภาพอยู่ในการเรียนการสอนปกติและงานการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เช่น ประเมินจากการทำงานจากการทำโครงงานของผู้เรียน การประเมินใช้ประเมินตามสภาพจริงใช้การสอน หรือให้ทำกิจกรรมและประเมินไปพร้อม ๆ กันผู้เรียนที่มีความสามารถในการคิดผลิตภาพจะสามารถทำความเข้าใจกับงานที่ได้รับคิดหาแนวทางในการทำงานจนได้งานที่เป็นผลสำเร็จออกมาครูอาจประเมินจากงานที่กำหนดให้ทำสังเกตการทำงานของผู้เรียนการลงมือทำงานในทันทีทำจนได้ผลงานส่งงานทันเวลาและผลงานมีคุณภาพ หรือประเมินจากการบ้านที่ให้ผู้เรียนทำผู้เรียนส่งการบ้านได้ตามกำหนด เวลาผลงานของการบ้านที่ส่งมีคุณภาพการประเมินในกิจกรรมปกติแบบนี้ช่วยให้ครูได้เห็นความสามารถของผู้เรียนในแต่ละคนว่ามีความสามารถอยู่ในระดับใดและควรให้การพัฒนาผู้เรียนคนใดในระดับใดการประเมินแบบนี้ช่วยพัฒนาผู้เรียนได้ตลอดภาคเรียน

2. ประเมินการคิดเชิงผลิตภาพโดยใช้เครื่องมือหรือแบบทดสอบประเมินการคิดเชิงผลิตภาพโดยเฉพาะการประเมินแบบนี้ต้องมีการสร้างแบบวัดความสามารถในการคิดเชิงผลิตภาพโดยเฉพาะ

2.1 หลักการและขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถทางการคิดเชิงผลิตภาพทฤษฎีเกี่ยวกับ “การคิดเชิงผลิตภาพ” เพื่อนำมาเป็นกรอบ หรือโครงสร้างของการคิดเชิงผลิตภาพเมื่อกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของโครงสร้างหรือองค์ประกอบของการคิดแล้วจะทำให้ได้ตัวชี้วัดหรือลักษณะพฤติกรรมเฉพาะที่เป็นรูปธรรมซึ่งสามารถบ่งชี้ถึงโครงสร้าง หรือองค์ประกอบการคิดเชิงผลิตภาพ แล้วจะทำให้ตัวชี้วัด หรือลักษณะพฤติกรรมเฉพาะที่เป็นรูปธรรมซึ่งสามารถบ่งชี้ถึงโครงสร้าง หรือองค์ประกอบของการคิดเชิงผลิตภาพจากนั้นจึงเขียนข้อความตามตัวชี้วัด หรือลักษณะเฉพาะของพฤติกรรมแต่ละองค์ประกอบของการคิดผลิตภาพนั้น ๆ

2.2 การพัฒนาแบบทดสอบความสามารถทางการคิดเชิงผลิตภาพมีขั้นตอนการดำเนินการสำคัญ ดังนี้

2.2.1 กำหนดจุดมุ่งหมายของแบบทดสอบสิ่งสำคัญของการสร้างแบบทดสอบก็คือ การกำหนดจุดมุ่งหมายซึ่งผู้พัฒนาแบบทดสอบจะต้องพิจารณาจุดมุ่งหมายของการนำแบบทดสอบไปใช้ว่าต้องการใช้วัดความสามารถทางการคิดเชิงผลิตภาพทั่ว ๆ ไป หรือต้องการวัดความสามารถทางการคิดผลิตภาพเฉพาะรายวิชา เช่น ในวิชาวิทยาศาสตร์หรือวิชาการงานพื้นฐานอาชีพ

2.2.2 กำหนดกรอบของการทดสอบและนิยามเชิงปฏิบัติการของการคิดเชิงผลิตภาพผู้พัฒนาแบบทดสอบควรศึกษาเอกสารแนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความสามารถทางการคิดผลิตภาพตามจุดมุ่งหมายที่ต้องการ

ตามนิยามความหมายของการคิดเชิงผลิตภาพได้ว่าเป็นกระบวนการทางสมองของคนที่ก่อรูปขึ้นอย่างเป็นขั้นตอนจากการเห็นภาพนั้นในสมองและนำภาพนั้นออกมาเป็นรูปธรรมได้รูปธรรมนี้อาจจะเป็นความคิดก็ได้งานวิชาการก็ได้สิ่งประดิษฐ์ต่าง ๆ ก็ได้ แต่ต้องเป็นรูปธรรมของความคิดที่ชัดเจนสื่อต่อคนอื่นได้ คุณลักษณะของคนที่มีความสามารถในการคิดเชิงผลิตภาพมีคุณสมบัติ 7 ประการ คือ ช่างสังเกต คิดต่อเนื่องได้ มองเห็นทางปรับปรุงแนวปฏิบัติเชื่อมโยงกับผลผลิต คิดและทำด้วยพร้อมกันไป มุ่งทำให้เสร็จและ พร้อมรับการทดสอบ/การประเมินและการตำหนิ

3. ประเมินการคิดเชิงผลิตภาพโดยการบูรณาการตัวชี้วัดการคิดเชิงผลิตภาพร่วมกับการประเมินผลในวิชาอื่นสามารถประเมินการคิดเข้าไปในการประเมินแต่ละวิชาได้หมดโดยไม่ต้องแยกการประเมินการคิดผลิตภาพออกมาโดยเฉพาะ และเป็นการสอดคล้องกับการการจัดการเรียนการสอนที่บูรณาการคิดเข้ากับวิชาต่าง ๆ หรือกลุ่มสาระการเรียนรู้ต่าง ๆ ที่เรียนด้วยวิชาหรือกลุ่มสาระที่สามารถประเมินการคิดผลิตภาพได้โดยตรง เช่น กลุ่มสาระการงานพื้นฐานอาชีพกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะเรื่องการสอนโครงงานตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ประเมินโครงงานจะสะท้อนการประเมินการคิดผลิตภาพอยู่ด้วย

4. แนวทางการประเมินความสามารถตามคุณสมบัติแต่ละด้านเกณฑ์คุณลักษณะ 7 ประการของผู้ที่มีความสามารถในการคิดเชิงผลิตภาพมีแนวทางในการประเมินได้ตามตารางที่ 5 ดังนี้

ตารางที่ 5 เกณฑ์ลักษณะ 7 ประการของผู้ที่มีความสามารถในการคิดเชิงผลิตภาพ

คุณลักษณะ	รายละเอียด	แนวทางการประเมิน
1. ช่างสังเกต	การรับรู้และการรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งโดยใช้ประสาทสัมผัสหลายด้าน เพื่อให้ได้รายละเอียดเกี่ยวกับสิ่งนั้น ๆ ทั้งในด้านปริมาณและคุณลักษณะ และรายงานข้อมูลตรงตามข้อมูลเชิงประจักษ์ โยงไม่ตีความ	ผู้เรียนสังเกตสิ่งที่กำหนดให้ ให้รายงานสิ่งที่สังเกตได้ ประเมินความสามารถในการสังเกตตามเกณฑ์การให้คะแนน (Scoring Rubrics)
2. คิดต่อเนื่อง	คิดในสิ่งที่สนใจศึกษาที่ตองการผลิตโดยไม่หยุดคิดเป็นการติดต่อเนื่องเชื่อมโยงไปสู่ผลงานหรือชิ้นงานที่จะผลิต	การสังเกตสิ่งของ หรือสิ่งที่ต้องการศึกษาให้คิดหาทางปรับปรุงสิ่งที่ศึกษาให้ดีขึ้น อาจเป็นสิ่งของเครื่องใช้และให้รายงานสิ่งที่คิดได้ตามลำดับความคิด ประเมินจากระดับความคิดที่ต่อเนื่อง
3. มองเห็นทางปรับปรุงแนวปฏิบัติ	คิดปรับปรุงสิ่งเดิม มีข้อสังเกต ข้อสงสัยในสิ่งรอบตัว แล้วมองต่อไปได้ว่าข้อสงสัยนั้นจะเกี่ยวข้องกับอะไรบ้างและคิดปรับเปลี่ยนให้ดีขึ้นกว่าเดิม	ให้ผู้เรียนเสนอ สิ่งประดิษฐ์ ชิ้นงานหรือสิ่งที่ต้องการทำ โดยสิ่งที่เสนอนั้นเป็นสิ่งที่มีคุณค่ามากกว่าสิ่งเดิมที่มีอยู่ ประเมินจากการวิเคราะห์สิ่งที่ต้องการทำวิเคราะห์ปัญหาเดิมที่มีอยู่และเสนอสิ่งใหม่ ที่ดีกว่าเดิมจากความชัดเจนในการวิเคราะห์งานที่ทำ
4. คิดเชื่อมโยงกับผลิต	คิดเชื่อมโยงจากความคิดนามธรรมไปสู่ความคิดรูปธรรมเป็นสิ่งที่สามารถเข้าใจ มองเห็น และจับต้องได้ เช่น ความคิดค่านิยม ความสามารถในการสรุปเรียบเรียงขึ้นใหม่ก็ได้	ให้ผลิตชิ้นงาน สิ่งประดิษฐ์ หรือสิ่งที่ต้องการทำ ให้ผู้เรียนกำหนดวัตถุประสงค์ของงานและรายงานการคิดที่ทำให้ได้ผลงาน ชิ้นงาน หรือสิ่งที่ต้องการทำ ประเมินจาก

ตารางที่ 5 เกณฑคุณลักษณะ 7 ประการของผู้ที่มีความสามารถในการคิดเชิงเผลิตภาพ (ต่อ)

คุณลักษณะ	รายละเอียด	แนวทางการประเมิน
		ความสามารถในการคิด ในการทำสิ่งที่ต้องการให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ ที่กำหนดไว้ได้ สามารถเชื่อมโยงจากแนวคิดไปสู่ผลงานที่ต้องการ
5. คิดแล้วทำ	ลงมือทำทันทีไม่รีรอลังเลทำให้ได้ผลผลิตจากการกระทำซึ่งผลอาจจะเป็นแนวคิดวิธีการชิ้นงานผลิตภัณฑ์ใหม่ ๆ	ให้ผลิตชิ้นงาน สิ่งประดิษฐ์ หรือสิ่งที่ต้องการทำประเมินจากการลงมือทำทันทีตั้งใจทำงาน
6. คิดให้ตลอด	คิดวางแผน คิดรายละเอียดของงาน มองเห็นภาพตั้งแต่ต้นจนจบ และคาดหวังในผลงานที่จะเกิดขึ้นแล้วลงมือทำ ทำจนสำเร็จได้ผลงาน หรือชิ้นงานออกมา	ให้ผลิตชิ้นงาน สิ่งประดิษฐ์หรือสิ่งที่ต้องการทำให้ผู้เรียนเสนอผลงานที่ทำได้ และรายงานกระบวนการคิดจนได้ผลงานออกมา ประเมินจากผลงานหรือชิ้นงานที่ทำได้ ดูคุณภาพประสิทธิภาพของงานและประเมินการคิดในทุกขั้นตอนตั้งแต่คิดวางแผนการทำงานขั้นตอนย่อยกระบวนการทำงานจนสำเร็จโดยดูลำดับความคิดที่ต่อเนื่อง ถูกต้องเหมาะสมในขั้นตอนย่อยต่าง ๆ
7. พร้อมรับการทดสอบ	ผลงาน หรือผลผลิตที่สำเร็จสมบูรณ์ต้องพร้อมที่จะได้รับการทดสอบประเมินทั้งในเชิงของวิชาและการนำไปใช้เพื่อให้ผลงานนั้นมีคุณค่าและนำไปใช้จริง ยอมรับในผลการประเมิน และพร้อมปรับปรุงงาน	ประเมินผลงานผู้เรียนพิจารณาในคุณภาพของผลงานประสิทธิภาพความเหมาะสม ความสวยงาม การใช้งานพิจารณาการปรับปรุงงานจากงานเดิมให้ดีขึ้นกว่าเดิม

ตารางที่ 6 เกณฑ์การประเมินด้านการเป็นคนช่างสังเกต

เกณฑการประเมินคุณภาพ (Rubric)

ขั้นตอนการสังเกต	ตัวบ่งชี้ทักษะการสังเกต	เกณฑ์การประเมินทักษะการสังเกต
1.รับรู้สิ่งที่สังเกต	1.มีความตั้งใจ สมาธิ และความเข้าใจในการสังเกต	1.ความตั้งใจ สมาธิ และความไวในการรับรู้ (มีมาก-น้อย)
2. ใช้ประสาทสัมผัสหลายทาง (หู ตา จมูก ลิ้น กาย) ในการรับรูและสำรวจสิ่งที่สังเกต	2. สามารถใช้ประสาทสัมผัสหลายทางในการรับรู้สำรวจสิ่งที่สังเกต	2. การใช้ประสาทสัมผัสในการรับรู (ใช้หลายทาง-ทางเดียว) ความละเอียดในการสังเกต (มีมาก-น้อย)
3. รวบรวมขอมูลการสังเกตทั้งด้าน คุณลักษณะและปริมาณ	3.สามารถรวบรวบข้อมูลการสังเกตได้ ทั้งด้านคุณลักษณะและปริมาณ	3.ลักษณะของข้อมูลการที่สังเกตได้ (มี ครบ-ไม่ครบ ทั้งด้านคุณลักษณะ & ปริมาณ) ความละเอียดของข้อมูล
4. รายงานข้อมูลการสังเกตตรงตามขอมูลเชิงประจักษ์	4.สามารถรายงานข้อมูลการสังเกตตรงตามข้อมูลเชิงประจักษ์	4.การรายงานข้อมูลที่สังเกต (รายงานตรงตามข้อมูลเชิงประจักษ์ ไม่ตรง)
5. รายงานข้อมูลการสังเกตโดยไม่ตีความข้อมูล	5. สามารถรายงานข้อมูลการสังเกตโดยไม่ตีความข้อมูล	5. การรายงานข้อมูลที่สังเกต (รายงานข้อมูลเชิงประจักษโดยไม่มีการตีความมีการตีความขอมูล)

ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์ (2560) กล่าวว่า แนวทางการประเมินความคิดผลิตภาพสามารถทำได้หลายแนวทาง ได้แก่

1. การประเมินความคิดผลิตภาพอยู่ในการเรียนการสอนปกติและงานการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเป็นการประเมินตามสภาพจริงโดยประเมินจากการสังเกตการณ์ทำงานของผู้เรียนการลงมือทำงานในทันทีทำจนได้ผลงานส่งได้ทันเวลา และคุณภาพของผลงานการประเมินในกิจกรรมปกติแบบนี้ช่วยให้ครูเห็นความสามารถของผู้เรียนแต่ละคนว่ามีความสามารถระดับใดและควรให้การช่วยเหลือพัฒนาผู้เรียนคนใดในระดับใดซึ่งจะช่วยพัฒนาผู้เรียนได้ตลอดภาคเรียน

2. การประเมินความคิดผลิตภาพโดยใช้เครื่องมือหรือแบบทดสอบประเมินความคิดผลิตภาพ โดยเฉพาะผู้สร้างเครื่องมือต้องมีความเข้าใจเกี่ยวกับทฤษฎีการคิดผลิตภาพเพื่อนำมาเป็นกรอบในการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการและองค์ประกอบของการคิดผลิตภาพการพัฒนาแบบทดสอบความสามารถทางการคิดผลิตภาพมีขั้นตอนการดำเนินงานที่สำคัญ ดังนี้

2.1) กำหนดจุดมุ่งหมายของแบบทดสอบว่าต้องการใช้วัดความสามารถทางการคิดผลิตภาพโดยทั่วไป หรือต้องการวัดความสามารถทางการคิดผลิตภาพเฉพาะรายวิชา เช่น ในวิชาวิทยาศาสตร์หรือวิชาการงานพื้นฐานอาชีพ

2.2) กำหนดกรอบของการทดลองและนิยามเชิงปฏิบัติการของความคิดผลิตภาพ ผู้พัฒนาแบบทดสอบควรศึกษาเอกสารแนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความสามารถทางความคิดผลิตภาพตามจุดมุ่งหมายที่ต้องการศึกษา

2.3) ประเมินผลงานหรือผลผลิตโดยอาจประเมินได้จากคุณลักษณะทั่วไปของสิ่งประดิษฐ์ความเหมาะสมในการออกแบบและการเลือกใช้วัสดุความคิดสร้างสรรค์คุณค่าของสิ่งประดิษฐ์ โดยใช้แบบวัดความสามารถในการคิดเชิงผลิตภาพของ ปราณี พงศ์สุพรรณ เมื่อนำมาปรับเป็นแบบวัด ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ตัวอย่างเกณฑ์การประเมินแบบวัดความคิดเชิงผลิตภาพ

รายการประเมินคุณภาพ	**ระดับคุณภาพ**			
	4 (ดีมาก)	**3 (ดี)**	**2 (พอใช้)**	**1 (ปรับปรุง)**
1. การวางแผน	การวางแผนในการสร้างผลงานเป็นขั้นตอนและนำไปปฏิบัติได้จริง	การวางแผนในการสร้างผลงานเป็นขั้นตอน แต่ต้องให้คำแนะนำเพื่อให้นำไปปฏิบัติได้จริง	ต้องให้คำแนะนำในการวางแผนการสร้างผลงานบ้าง และต้องให้คำแนะนำเพื่อนำไปปฏิบัติได้	ต้องให้คำแนะนำในการวางแผนการสร้างผลงานเป็นส่วนใหญ่และต้องให้คำแนะนำเพื่อให้นำไปปฏิบัติได้จริง
2. การทำงานคล่องแคล่ว	สามารถเลือกใช้วัสดุ อุปกรณ์ ในการสร้างผลงานได้อย่างถูกต้องเหมาะสม โดย	สามารถเลือกใช้วัสดุ อุปกรณ์ ระบุรายละเอียดอุปกรณ์ที่ใช้ รวมทั้งคำนึงถึง	ครูต้องแนะนำการเลือกใช้ วัสดุ อุปกรณ์ และระบุรายละเอียดอุปกรณ์ที่ใช้	ครูต้องแนะนำการเลือกใช้ วัสดุ อุปกรณ์ทุกครั้ง และ ระบุรายละเอียด

ตารางที่ 7 ตัวอย่างเกณฑ์การประเมินแบบวัดความคิดเชิงผลิตภาพ (ต่อ)

รายการประเมินคุณภาพ	ระดับคุณภาพ			
	4 (ดีมาก)	3 (ดี)	2 (พอใช้)	1 (ปรับปรุง)
	สามารถระบุรายละเอียดอุปกรณ์ที่ใช้รวมทั้งคำนึงถึงความคงทนของชิ้นงานต่อการนำไปใช้ประโยชน์	ความคงทนของชิ้นงานต่อการนำไปใช้ประโยชน์		อุปกรณ์ที่ใช้
3. คุณภาพผลงานของนักเรียน	สร้างผลงานที่ตรงตามวัตถุประสงค์ ผลงานมีความแปลกใหม่ในทางบวก ใช้ประโยชน์ได้จริง และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ เพื่อต่อตนเองและสังคมได้	สร้างผลงานที่ตรงตามวัตถุประสงค์ ผลงานมีลักษณะที่แตกต่างจากสิ่งของที่มีอยู่บ้าง ใช้ประโยชน์ได้จริงและสามารถประยุกต์ใช้ เพื่อประโยชน์ต่อตนเองและสังคมได้	สร้างผลงานที่ตรงตามวัตถุประสงค์โดยต้องให้คำแนะนำ ผลงานมีลักษณะที่แตกต่างจากสิ่งของที่มีอยู่บ้าง ใช้ประโยชน์ได้จริงและสามารถนำไปประยุกต์ใช้เพื่อประโยชน์ต่อตนเองและสังคมได้	สร้างผลงานที่ตรงตามวัตถุประสงค์โดยต้องให้คำแนะนำ ผลงานมีลักษณะที่ไม่แตกต่างจากสิ่งของที่มีอยู่ ใช้ประโยชน์ได้จริงและสามารถนำไปประยุกต์ใช้เพื่อประโยชน์ต่อตนเองและสังคมได้

(ที่มา: ปราณี พงษ์สุพรรณ.2561)

3. การประเมินความคิดผลิตภาพจากการบูรณาการตัวชี้วัดของการคิดผลิตภาพร่วมกับการประเมินผลในวิชาอื่น จากการศึกษาแนวคิดเกี่ยวกับความคิดผลิตภาพผู้วิจัยจึงประเมินความคิดผลิตภาพตามแนวทาง ดังต่อไปนี้

1. พัฒนาแบบทดสอบขึ้นเพื่อประเมินความคิดผลิตภาพก่อนเรียนและหลังเรียน

แล้วเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนความคิดผลิตภาพก่อนเรียนและหลังเรียนเป็นการประเมินความสำเร็จของหลักสูตร

2. ประเมินความคิดผลิตภาพระหว่างเรียนโดยการสังเกตการทำงานเดี่ยวการทำงานร่วมกับเพื่อน การสัมภาษณ์ การทำใบงานเป็นการประเมินความคิดผลิตภาพระหว่างเรียนและนำข้อมูลจากการประเมินมาพัฒนานักเรียน และปรับปรุงประสิทธิภาพการจัดการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยมีรายละเอียดในการประเมินคุณลักษณะที่องค์ประกอบของความคิดผลิตภาพ ได้แก่

2.1) การวางแผน : มีการวางแผนในการสร้างผลงานเป็นขั้นตอนและนำไปฏิบัติได้จริง

2.2) การทำงานที่คล่องแคล่ว สามารถเลือกใช้ วัสดุ อุปกรณ์ ในการสร้างผลงานได้อย่างถูกต้องเหมาะสม โดยสามารถระบุรายละเอียดอุปกรณ์ที่ใช้ รวมทั้งคำนึงถึงความคงทนของชิ้นงานต่อการนำไปใช้ประโยชน์

2.3) การสร้างผลงาน : ผลงานที่นักเรียนผลิตขึ้นตรงตามวัตถุประสงค์มีความแปลกใหม่ในทางบวกใช้ประโยชน์ได้จริงและสามารถนำไปประยุกต์ใช้เพื่อประโยชน์ต่อตนเองและสังคมได้

จากแนวคิดการวัดและการประเมินการคิดเชิงผลิตภาพที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปได้ว่าการวัดและการประเมินการคิดเชิงผลิตภาพนั้น การวัดไม่ได้มาจากตัวผู้สอนเพียงอย่างเดียว อาจจะต้องเก็บข้อมูลจากเพื่อนร่วมชั้น หรือเพื่อนที่ทำงานในกลุ่ม หรือจากผลงานของผู้เรียน โดยการประเมินจะใช้แบบวัดโดยประเมินตามองค์ประกอบของการคิดเชิงผลิตภาพ ผู้วิจัยจึงเลือกใช้แบบทดสอบอัตนัย ในรูปแบบสถานการณ์ เพื่อให้ผู้เรียนเขียนสะท้อนความคิดได้หลากหลายมุมมอง โดยจะมีการกำหนดองค์ประกอบของการประเมินให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ และประเมินผลงาน หรือผลผลิตโดยอาจประเมินได้จากคุณลักษณะทั่วไปของสิ่งประดิษฐ์ความเหมาะสมในการออกแบบและการเลือกใช้วัสดุความคิดสร้างสรรค์คุณค่าของสิ่งประดิษฐ์ โดยคำนึงถึงองค์ประกอบของการคิดเชิงผลิตภาพ

6. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

6.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

Good (1973) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้หรือทักษะอันเกิดจากการเรียนรู้ในวิชาต่าง ๆ ที่ได้เรียนมาแล้ว ซึ่งได้จากการทดสอบของครูผู้สอนหรือผู้รับผิดชอบในการสอนหรือทั้งสองอย่างร่วมกัน

บุญชม ศรีสะอาด (2545) กล่าวว่า ความหมายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ความเข้าใจ ทักษะ และสมรรถภาพทางสมองของนักเรียนที่ได้จากการเรียนรู้การศึกษาค้นคว้า อบรม การสั่งสอน หรือได้จากประสบการณ์ที่ได้รับจากทางโรงเรียน บ้าน และแหล่งอื่น ๆ

กระทรวงศึกษาธิการ (2545) ได้กล่าวถึงความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า หมายถึง ความสำเร็จหรือความสามารถในการกระทำใด ๆ ที่จะต้องอาศัยทักษะหรือก็ต้องอาศัยความรอบรู้ในวิชาใดวิชาหนึ่งโดยเฉพาะ

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2548) กล่าวไว้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหมายถึง ขนาดของความสำเร็จที่ได้จากกระบวนการเรียนการสอน

ชนินทร์ ชัยอินทิราภรณ์ และสุวิทย์ หิรัณยกาณฑ์ (2548) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง เป็นความสำคัญในด้านการเรียนรู้ ทักษะ สมรรถภาพด้านต่าง ๆ ชองสมองหรือมวลประสบการณ์ทั้งปวงของบุคคลที่ได้รับการเรียนรู้หรือผลงานที่ผู้เรียนได้จากการประกอบกิจกรรม

ศุภพงศ์ คล้ายคลึง (2548) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลสำเร็จที่เกิดจากพฤติกรรมการกระทำกิจกรรมของแต่ละบุคคลที่ต้องอาศัยความพยายามอย่างมาก ทั้งองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับสติปัญญาและองค์ประกอบที่ไม่ใช่สติปัญญาซึ่งสามารถสังเกตและวัดได้ด้วยเครื่องมือทางจิตวิทยา หรือแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านต่าง ๆ

ชวลิต ชูกำแพง (2551) ให้นิยามว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถ ในการเรียนรู้โดยพิจารณาจากคะแนนผลการเรียนรู้ที่วัดโดยใช้แบบทดสอบ

สุวิชา วันสุดล (2554) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ว่า หมายถึง ความรู้ความสามารถของนักเรียน ซึ่งวัดได้จากการตอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สามารถวัดได้ 4 ด้าน ดังนี้

1. ด้านความรู้ – ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เรียนมาแล้ว เป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับข้อเท็จจริง ความคิดรวบยอด ข้อตกลง หลักการ และทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

2. ด้านความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการอธิบายความหมาย การตีความ รวมไปถึงการขยายความจากความรู้ที่ได้เรียนมาโดยอาศัยข้อเท็จจริง ข้อตกลง หลักการ และทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

3. ด้านการนำไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ที่ได้เรียนมา และวิธีการต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในสถานการณ์ใหม่ที่ยังไม่เคยพบ หรือต่างจากที่เคยเรียนมาแล้ว โดยเฉพาะอย่างยิ่งการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

4. ด้านการวิเคราะห์ หมายถึง ผู้เรียนสามารถคิด หรือแยกแยะเรื่องราวสิ่งต่าง ๆ

ออกเป็นส่วนย่อย เป็นองค์ประกอบที่สำคัญได้และมองเห็นความสัมพันธ์ของส่วนที่เกี่ยวข้องกัน ความสามารถในการวิเคราะห์จะแตกต่างกันไปแล้วแต่ความคิดของแต่ละคน

ราชบัณฑิตยสถาน (2555) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลการเรียนรู้ที่วัดหรือเทียบจากเกณฑ์ที่กำหนด โดยใช้แบบทดสอบหรือเครื่องมืออื่นที่เหมาะสม ประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

จากความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนข้างต้น สรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์และความสามารถของนักเรียนที่ได้รับจากการจัดการเรียนการสอน ซึ่งวัดได้จากแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

2. แนวความคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ไพศาล หวังพานิช (2526) กล่าวว่า การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นการตรวจสอบระดับความสามารถหรือความสำเร็จในการเรียนของแต่ละบุคคล ซึ่งสามารถวัดได้ 2 แบบตามจุดมุ่งหมายและลักษณะวิชาที่สอบ ดังนี้

1. การวัดด้านปฏิบัติ เป็นการตรวจสอบระดับความสามารถในการปฏิบัติหรือทักษะของผู้เรียน โดยมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้แสดงความสามารถดังกล่าวในรูปการกระทำจริงให้ออกมาเป็นผลงานได้โดยใช้ข้อสอบภาคปฏิบัติ

2. การวัดด้านเนื้อหา เป็นการตรวจสอบความสามารถเกี่ยวกับเนื้อหาวิชาอันเป็นประสบการณ์การเรียนรู้ของผู้เรียน รวมถึงพฤติกรรมความสามารถในด้านต่าง ๆ สามารถวัดได้โดยใช้ข้อสอบสำหรับวัดผลสัมฤทธิ์

นิภา เมธธาวิชัย (2536) กล่าวว่า การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นวิธีการตรวจสอบว่านักเรียนมีพฤติกรรมตามจุดมุ่งหมายของการศึกษาที่ตั้งไว้เพียงใด ภายหลังจากที่ได้เรียนไปแล้ว โดยใช้แบบทดสอบ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546) ยึดแนวทางของ Klopfer (1985) วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ได้จากพฤติกรรม 4 ด้านเป็นหลักคือ ความรู้ ความเข้าใจ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ ซึ่งมุ่งหวังให้เกิด ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 3 ด้าน ดังนี้

1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ด้านพุทธิพิสัย

1.1) พฤติกรรมด้านความรู้ หมายถึง พฤติกรรมที่แสดงว่าผู้เรียนมีความจำในเรื่องต่าง ๆ ที่ได้รับรู้จากการค้นคว้าด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ไม่ว่าจะเป็นการอ่านหนังสือและการฟังจากคำบรรยาย

1.2) พฤติกรรมด้านความเข้าใจ หมายถึง พฤติกรรมที่แสดงว่าผู้เรียนได้ใช้ความรู้ที่สูงกว่าความรู้ความจำ

1.3) พฤติกรรมด้านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมที่ผู้เรียนแสวงหาความรู้และแก้ปัญหาด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีการดำเนินการโดยอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์

1.4) พฤติกรรมด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ หมายถึง พฤติกรรมที่นักเรียนนำความรู้ มโนทัศน์ หลักการ กฎ ทฤษฎี รวมทั้งวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ได้

2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ด้านจิตพิสัย การพิจารณาด้านจิตพิสัยของผู้เรียนที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์นั้น พิจารณาจากพฤติกรรม ด้านความรู้สึก อารมณ์ และระดับการยอมรับหรือปฏิเสธ แต่อย่างไรก็ตามมิได้รวมถึงพฤติกรรมด้านความรู้สึกทั้งหมดที่ควรจะเกิดขึ้นในตัวนักเรียนวิทยาศาสตร์

3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ด้านทักษะพิสัย เป็นผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่เน้นความชำนาญในการปฏิบัติและดำเนินงาน

กระทรวงศึกษาธิการ (2551) กล่าวว่า การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนควรวัดเพื่อวิเคราะห์ผู้เรียนก่อนเรียน และวัดความสำเร็จหลังเรียน ดังนี้

1) วิเคราะห์ผู้เรียนก่อนเรียน เป็นหน้าที่ของครูผู้สอนในแต่ละวิชา เพื่อตรวจสอบความรู้ ทักษะและความรู้ต่าง ๆ ของผู้เรียนโดยใช้วิธีการที่เหมาะสม แล้วนำผลการประเมินมาเตรียมผู้เรียนทุกคนให้มีความพร้อมและมีความรู้พื้นฐาน ซึ่งจะช่วยให้การจัดกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียนประสบความสำเร็จในการเรียนได้เป็นอย่างดี แต่จะไม่นำผลที่ได้ไปใช้ในการพิจารณาตัดสินผลการเรียนมีแนวปฏิบัติดังนี้

1.1) วิเคราะห์ความรู้ ทักษะที่เป็นพื้นฐานของเรื่องที่จะเรียนรู้

1.2) เลือกวิธีการและเครื่องมือสำหรับวัดความรู้และทักษะพื้นฐานอย่างเหมาะสมการใช้แบบทดสอบ การซักถาม การสอบถามผู้ที่เคยสอน การพิจารณาแฟ้มสะสมผลงาน เป็นต้น

1.3) ดำเนินการประเมินความรู้และทักษะพื้นฐานของผู้เรียน

1.4) นำผลการประเมินไปพัฒนาผู้เรียนให้มีความพร้อมที่จะเรียน เช่น จัดการเรียนรู้พื้นฐานสำหรับผู้ที่ต้องการความช่วยเหลือ และเตรียมแผนการจัดการเรียนรู้เพื่อสนับสนุนผู้เรียนที่มีความสามารถพิเศษ เป็นต้น

2) วัดความสำเร็จหลังเรียน เป็นการประเมินเพื่อมุ่งตรวจสอบความสำเร็จของผู้เรียนเป็นการวัดและประเมินผู้เรียนที่ได้เรียนจบแล้ว เพื่อตรวจสอบผลการเรียนรู้ตามตัวชี้วัด หรือ

ผลการเรียนรู้พัฒนาการของผู้เรียนเพื่อนำไปเปรียบเทียบกับผลการประเมินวิเคราะห์ตัวผู้เรียนก่อนเรียน ทำให้สามารถประเมินศักยภาพในการเรียนของผู้เรียน และประสิทธิภาพในการจัดการเรียนรู้ของผู้สอน ข้อมูลได้จากการวัดความสำเร็จของผู้เรียนภายหลังการเรียน สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการปรับปรุงวิธีการเรียนของผู้เรียน การพัฒนากระบวนการเรียนรู้ของผู้สอนหรือซ่อมเสริมผู้เรียนให้บรรลุตัวชี้วัด หรือผลการเรียนรู้ การประเมินความสำเร็จหลังเรียนนี้จะสอดคล้องกับการประเมินวิเคราะห์ผู้เรียนก่อนการเรียนการสอน หากใช้วิธีการและเครื่องมือชุดเดียวกัน หรือคู่ขนานกัน เพื่อดูพัฒนาการของผู้เรียนได้ชัดเจน

วนิดา ดีแป้น (2553) ได้กล่าวว่า การวัดและการประเมินผลการเรียน คือกระบวนการตรวจสอบผู้เรียนว่าได้พัฒนาไปถึงจุดหมายปลายทางของหลักสูตร และมีคุณลักษณะที่พึงประสงค์เป็นไปตามที่กำหนดหรือไม่ รวมทั้งเป็นสิ่งที่ทำให้ทราบว่าผู้เรียนเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากน้อยเพียงใด โดยการวัด และการประเมินผลการเรียนมีจุดประสงค์ คือ การจัดตำแหน่งเพื่อเป็นการวัดว่าผู้เรียนแต่ละคนมีความรู้หรือทักษะเพียงพอหรือไม่ ซึ่งจะทำให้ทราบจุดเด่นจุดด้อยของผู้เรียน เป็นการประเมินพัฒนาการของเด็ก แล้วนำไปทำนายเพื่อเป็นการแนะแนวทางในการประกอบอาชีพหรือศึกษาต่อ นำไปประเมินค่าซึ่งจะกระทำเมื่อการสอนสิ้นสุดลง

จากการศึกษาสรุปได้ว่า การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนพิจารณาถึงพฤติกรรมของการวัดที่สอดคลองกับจุดประสงคการเรียนรู และพฤติกรรมที่ตองการใหเกิดกับผู้เรียนซึ่งการวัดผลที่มีประสิทธิภาพ ตองวัดใหตรงตามจุดประสงคและครอบคลุมเนื้อหาที่ผู้เรียนได้เรียน สามารถวัดได้จากการใช้แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหรือกระบวนการที่ไม่ต้องใช้แบบทดสอบ เช่น การสังเกตจากงานที่ได้รับมอบหมาย จะเห็นว่าการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่นิยมใช้กันทั่วไปมักอยู่ในรูปแบบของคะแนนหรือเกรดที่ได้จากการเรียน

3 พฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย

Anderson and Krathwohl (2001) ได้ทบทวนและปรับปรุงอนุกรมวิธานของบลูม โดยใช้ชื่อว่า อนุกรมวิธานการเรียน การสอน และการประเมิน หรือที่เรียกสั้น ๆ ว่า อนุกรมวิธานที่ปรับปรุงมาจากบลูม (Revised Bloom’s Taxonomy) โดยการปรับปรุงอนุกรมวิธานของบลูมให้เป็นพลวัตมากยิ่งขึ้นโดยการเปลี่ยนแต่ละระดับของบลูมจากคำนามให้เป็นคำกิริยาเพื่อแสดงถึงกระบวนการของนักคิดเพื่อพัฒนาสติปัญญาด้านพุทธิพิสัยซึ่งได้แบ่งการเรียนรู้ออกเป็น 6 ระดับ ดังนี้

1) ระดับที่ 1 ระดับความรู้ที่เกิดจากความจำ (Knowledge) เป็นระดับที่นักเรียนสามารถจดจำหรือย้อนระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนรู้แล้วสามารถนำความรู้ที่อยู่ในความทรงจำออกมาได้ ตัวอย่างคำถามเพื่อประเมินความรู้ที่เกิดจากการจำ

2) ระดับที่ 2 ระดับความเข้าใจ (Comprehension) เป็นระดับที่นักเรียนสามารถสร้างคำอธิบาย สื่อสาร หรือแสดงให้เห็นความเข้าใจข้อเท็จจริง แนวคิด หรือความรู้ที่ได้เรียนซึ่งอาจ

ทำได้ด้วยวิธีการ ต่าง ๆ เช่น อธิบาย จำแนก เปรียบเทียบ สร้างแผนภูมิหรือแผนผังตัวอย่างคำถามเพื่อประเมินความเข้าใจ

3) ระดับที่ 3 ประยุกต์ใช้ (Apply) เป็นระดับที่นักเรียนสามารถลงมือทำหรือดำเนินการอย่างใดอย่างหนึ่งตามสถานการณ์ที่กำหนด โดยนำความรู้ที่เรียนมาใช้ประโยชน์ตัวอย่างคำถามเพื่อประเมินการประยุกต์ใช้

4) ระดับที่ 4 วิเคราะห์ (Analyze) เป็นระดับที่นักเรียนสามารถแจกแจง แยกแยะสิ่งของ วัตถุ เหตุการณ์ปรากฏการณ์ ระบบต่าง ๆ ออกเป็นองค์ประกอบหรือส่วนย่อย ๆ และพิจารณาความเกี่ยวข้องกันของส่วนย่อยแต่ละส่วน รวมถึงพิจารณาความเกี่ยวข้องของแต่ละส่วนย่อยกับสิ่งของ วัตถุ เหตุการณ์ ปรากฏการณ์ ระบบต่าง ๆ ที่ได้แยกแยะออกมาตัวอย่างคำถามเพื่อประเมินการวิเคราะห์

5) ระดับที่ 5 ประเมินค่า (Evaluate) เป็นระดับที่นักเรียนสามารถตัดสินคุณค่าโดยอาศัยเกณฑ์และมาตรฐานซึ่งอาจทำได้ด้วยวิธีวิพากษ์ (Criticize) ตรวจสอบ (Checking) ตัวอย่างคำถามเพื่อประเมินการประเมินค่า

6) ระดับที่ 6 สร้างสรรค์ (Create) เป็นระดับที่นักเรียนสามารถการนำส่วนย่อยต่าง ๆ หรือองค์ประกอบย่อย เข้ามาเชื่อมโยงกันเป็นภาพรวมของสิ่งของวัตถุ เหตุการณ์ ปรากฏการณ์ ระบบต่าง ๆ อย่างมีเหตุผล โดยผ่านการออกแบบ การวางแผน การสร้าง การผลิต การก่อให้เกิด (Generating) ตัวอย่างคำถามเพื่อประเมินการสร้างสรรค์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2560) กล่าวว่า ผลงานทางวิชาการของเบนจามิน บลูม (Benjamin S. Bloom) ที่มีชื่อ อนุกรมวิธานของบลูม (Blooms' Taxonomy) ซึ่งก็คือการจัดจำแนกการเรียนรู้ออกเป็น 3 ด้าน คือด้านพุทธิพิสัย (Cognitive Domain) ด้านทักษะพิสัย (Psychomotor Domain) และด้านจิตพิสัย (Affective Domain) สำหรับด้านพุทธิพิสัยนั้น บลูมได้แบ่งการเรียนรู้ออกเป็น 6 ระดับ ดังนี้

1. ความรู้ความจำ เป็นความสามารถในการระลึกได้ถึงเรื่องราวที่ผ่านมา และสามารถถ่ายทอดออกมาได้อย่างถูกต้อง เช่น นักเรียนสามารถบอกสูตรการหาพื้นที่สี่เหลี่ยมผืนผ้าได้ นักเรียนสามารถบรรยายขั้นตอนการตอนกิ่งได้ นักเรียนสามารถบ่งชี้โทษของบุหรี่ได้

2. ความเข้าใจ เป็นความสามารถในการผสมผสานความรู้ความจำแล้วถ่ายทอดออกมาในอีกลักษณะหนึ่งที่ไม่เหมือนเดิมโดยที่ความหมายเดิมไม่เปลี่ยนแปลงไป มี 3 ลักษณะ คือ การแปลความ การตีความ และการขยายความ เช่น นักเรียนสามารถแปลความบทร้อยกรองให้เป็นร้อยแก้วได้ นักเรียนอ่านแผนผังที่กำหนดให้ได้ นักเรียนคาดคะเนแนวโน้มของข้อมูลจากกราฟที่กำหนดให้ได้

3. การนำไปใช้ เป็นความสามารถนำความรู้ความจำและความเข้าใจไปใช้ แก้ปัญหาในสถานการณ์แปลก ๆ ใหม่ ๆ ได้ เช่น นักเรียนสามารถแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์เกี่ยวกับการคูณได้ นักเรียนสามารถใช้คำราชาศัพท์ได้เหมาะสมกับสถานการณ์

4. การวิเคราะห์ ความสามารถในการแยกแยะสิ่งต่าง ๆ ออกเป็นส่วนย่อย ๆ เพื่อค้นหาความจริงหรือความสำคัญที่แฝงอยู่ในสิ่งนั้น เช่น นักเรียนสามารถบอกสาเหตุสำคัญของปัญหามลภาวะเป็นพิษในปัจจุบันได้ นักเรียนสามารถตั้งชื่อเรื่องจากบทความที่กำหนดให้อ่านได้

5. การสังเคราะห์ ความสามารถในการรวบรวมสิ่งต่าง ๆ เข้าด้วยกันแล้วเกิดเป็นสิ่งใหม่ที่ดีขึ้นกว่าเดิม เช่น นักเรียนสามารถเขียนเรียงความได้ นักเรียนสามารถวางแผนการจัดแสดงละครได้

6. การประเมินค่า ความสามารถในการตัดสินคุณค่าสิ่งต่าง ๆ หรือเรื่องราวต่าง ๆ อย่างมีกฎเกณฑ์ เช่น นักเรียนสามารถตัดสินความน่าเชื่อถือจากข่าวที่กำหนดให้อ่านได้ นักเรียนสามารถเปรียบเทียบคุณภาพของอาหารจากการสังเกตการปฏิบัติการปรุงอาหารแต่ละครั้งได้

จากการศึกษาเอกสารข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า จากอนุกรมวิธานของบลูม (Blooms' Taxonomy) สามารถวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านพุทธิพิสัย สามารถแบ่งการเรียนรู้ออกเป็น 6 ระดับ ได้แก่ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนาความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีให้ดียิ่งขึ้น โดยวัดผลด้านพุทธิพิสัยในระดับความรู้ความจำ เข้าใจ นำไปใช้ และวิเคราะห์ เพื่อให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

4. ประเภทของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ (2543) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่าเป็นแบบทดสอบที่วัดความรู้ของนักเรียนไปแล้วมักเขียนเป็นคำถามให้นักเรียนตอบด้วยกระดาษและดินสอกับให้นักเรียนปฏิบัติจริง ซึ่งแบ่งแบบทดสอบประเภทนี้ได้ 2 พวก คือ

1. แบบทดสอบของครู หมายถึง ชุดของคำถามที่ครูสร้างขึ้น ซึ่งเป็นข้อคำถามที่เกี่ยวข้องกับความรู้ที่นักเรียนได้เรียนรู้ในห้องเรียนว่ามีความรู้แค่ไหนบกพร่องส่วนไหนจะได้ซ่อมเสริมหรือเป็นการวัดความพร้อมของนักเรียนที่จะเรียนใหม่ซึ่งขึ้นอยู่กับความต้องการของครู

2. แบบทดสอบมาตรฐาน หมายถึง แบบทดสอบที่สร้างขึ้นจากผู้เชี่ยวชาญในแต่ละสาขาหรือครูผู้สอนวิชานั้น แต่ผ่านการทดลองคุณภาพหลายครั้งจนกระทั่งมีคุณภาพดีพอ จึงสร้างเกณฑ์ปกติของแบบทดสอบนั้น สามารถใช้เป็นหลักและเปรียบเทียบผลเพื่อประเมินค่าของการสอนเรื่องใด ๆ ก็ได้แบบทดสอบมาตรฐานจะมีคู่มือดำเนินการสอบบอกถึงวิธีการสอบ และยังมีมาตรฐานในการแปลคะแนนด้วย ทั้งนี้แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นและแบบทดสอบมาตรฐานวิธีการในการสร้าง

ข้อคำถามเหมือนกันเป็นคำถามที่วัดเนื้อหาและพฤติกรรมที่สอนไปแล้ว จะเป็นพฤติกรรมที่สามารถตั้งคำถามได้ ซึ่งการจัดให้ครอบคลุมพฤติกรรมด้านต่าง ๆ ดังนี้

1. วัดด้านความรู้ความจำ
2. วัดด้านความเข้าใจ
3. วัดด้านการนำไปใช้
4. วัดด้านการคิดวิเคราะห์
5. วัดด้านการสังเคราะห์
6. วัดด้านการประเมินค่า

พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2546) ได้จัดประเภทแบบทดสอบไว้ 3 ประเภท ดังนี้

1. แบบปากเปล่า เป็นการทดสอบที่อาศัยการซักถามเป็นรายบุคคล ใช้ได้ผลดีถ้ามีผู้เข้าสอบจำนวนน้อย เพราะต้องใช้เวลามากถามได้ละเอียดเพราะสามารถโต้ตอบกันได้

2. แบบเขียนตอบ เป็นการทดสอบที่เปลี่ยนแปลงมาจากการสอบแบบปากเปล่า เนื่องจากจำนวนผู้เข้าสอบมากและมีจำนวนจำกัด แบ่งได้เป็น 2 แบบ คือ

2.1 แบบความเรียง หรืออัตนัย เป็นการสอบที่ให้ผู้ตอบได้รวบรวมเรียบเรียงคำพูดของตนเองในการแสดงทัศนคติ ความรู้สึก และความคิดได้อย่างอิสระภายใต้หัวเรื่องที่กำหนดให้เป็นข้อสอบที่สามารถวัดพฤติกรรมด้านการสังเคราะห์ได้อย่างดีแต่มีข้อเสียที่การให้คะแนนซึ่งอาจไม่เที่ยงตรงทำให้มีความเป็นปรนัยได้ยาก

2.2 แบบจำกัดคำตอบ เป็นข้อสอบที่มีคำตอบถูกใต้เงื่อนไขที่กำหนดให้อย่างจำกัดข้อสอบแบบนี้แบ่งออกเป็น 4 แบบ คือ แบบถูกผิด แบบเติมคำ แบบจับคู่ และแบบเลือกตอบ

3. แบบปฏิบัติ เป็นการทดสอบที่ผู้สอบได้แสดงพฤติกรรมออกมาโดยการกระทำหรือลงมือปฏิบัติจริง ๆ เช่น การทดสอบทางดนตรี ช่างกล พลศึกษา เป็นต้น

สมพร เชื้อพันธ์ (2547) กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบหรือชุดของข้อสอบที่ใช้วัดความสำเร็จหรือความสามารถในการทำกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนที่เป็นผลมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของครูผู้สอนว่าผ่านจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ตั้งไว้เพียงใด

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ประเภทที่ครูสร้างมีหลายแบบ แต่ที่นิยมใช้มี 6 แบบ ดังนี้

1. ข้อสอบอัตนัยหรือความเรียง (Subjective or Essay Test) เป็นข้อสอบที่มีเฉพาะคำถาม แล้วให้นักเรียนเขียนตอบอย่างเสรี เขียนบรรยายตามความรู้และเขียนข้อคิดเห็นของแต่ละคน

2. ข้อสอบแบบกาถูก - ผิด (True - False Test) คือข้อสอบแบบเลือกตอบที่มี 2

ตัวเลือกแต่ตัวเลือกดังกล่าวเป็นแบบคงที่และมีความหมายตรงกันข้าม เช่น ถูก - ผิด ใช่ - ไม่ใช่ จริง - ไม่จริง เหมือนกัน – ต่างกัน เป็นต้น

3. ข้อสอบแบบเติมคำ (Completion Test) เป็นข้อสอบที่ประกอบด้วยประโยค หรือข้อความที่ยังไม่สมบูรณ์แล้วให้ตอบเติมคำหรือประโยค หรือข้อความลงในช่องว่างที่เว้นไว้นั้นเพื่อให้มีใจความสมบูรณ์และถูกต้อง

4. ข้อสอบแบบตอบสั้นๆ (Short Answer Test) เป็นข้อสอบที่คล้ายกับข้อสอบ แบบเติมคำ แต่แตกต่างกันที่ข้อสอบแบบตอบสั้นๆเขียนเป็นประโยคคำถามสมบูรณ์ (ข้อสอบเติมคำเป็นประโยคหรือข้อความที่ยังไม่สมบูรณ์) แล้วให้ผู้ตอบเขียนตอบ คำตอบที่ต้องการจะสั้นและกะทัดรัดได้ใจความสมบูรณ์ไม่ใช่เป็นการบรรยายแบบข้อสอบอัตนัยหรือความเรียง

5. ข้อสอบแบบจับคู่ (Matching Test) เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบชนิดหนึ่งโดยมีค่าหรือข้อความแยกออกจากกันเป็น 2 แล้วให้ผู้ตอบเลือกจับคู่ว่าแต่ละข้อความในชุดหนึ่งจะคู่กับคำหรือข้อความใดในอีกชุดหนึ่งซึ่งมีความสัมพันธ์กันอย่างใดอย่างหนึ่งตามที่ผู้ออกข้อสอบกำหนดไว้

6. ข้อสอบแบบเลือกตอบ (Multiple Choice Test) คำถามแบบเลือกตอบโดยทั่วไปจะประกอบด้วย 2 ตอน คือ ตอนนำหรือคำถาม (Stem) กับตอนเลือก (Choice) ในตอนเลือกนั้นจะประกอบด้วยตัวเลือกที่เป็นคำตอบถูกและตัวเลือกลวง ปกติจะมีคำถามที่กำหนดให้พิจารณา แล้วหาตัวเลือกที่ถูกต้องมากที่สุดเพียงตัวเลือกเดียวจากตัวเลือกอื่น ๆ และคำถามแบบเลือกตอบที่ดีนิยมใช้ตัวเลือกที่ใกล้เคียงกัน

สมนึก ภัททิยธนี (2549) กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีหลายรูปแบบ แต่ที่นิยมใช้มี 6 รูปแบบ ได้แก่

1. ข้อสอบแบบอัตนัยหรือความเรียง (Subjective or Essay Test) เป็นข้อสอบที่มีเฉพาะคำถาม แล้วให้นักเรียนเขียนตอบแบบเสรีเขียนบรรยายตามความรู้และข้อคิดเห็นของแต่ละคน

2. ข้อสอบแบบกา ถูก ผิด (True False Test) คือ ข้อสอบแบบเลือกตอบที่มี2 ตัวเลือก แต่ตัวเลือกดังกล่าวเป็นแบบคงที่มีความหมายตรงกันข้าม เช่น ถูก – ผิด ใช่ - ไม่ใช่ จริง-ไม่จริง เหมือนกัน - ต่างกัน เป็นต้น

3. ข้อสอบแบบเติมคำ (Completion Test) เป็นข้อสอบที่ประกอบด้วยประโยค หรือข้อความที่ยังไม่สมบูรณ์แล้วให้ผู้ตอบเติมคำ หรือประโยค หรือข้อความลงในช่องว่างที่เว้นไว้นั้นเพื่อให้มีใจความสมบูรณ์และถูกต้อง

4. ข้อทดสอบแบบตอบสั้น ๆ (Short Answer Test) ข้อทดสอบประเภทนี้คล้ายกับ

ข้อสอบแบบเติมคำ แต่แตกต่างกันที่ข้อสอบแบบตอบสั้น ๆ เขียนเป็นประโยคคำถามสมบูรณ์ (ข้อสอบเติมคำเป็นประโยคหรือข้อความที่ยังไม่สมบูรณ์) แล้วให้ผู้ตอบเป็นคนเขียนตอบคำตอบที่ต้องการ จะสั้นและกะทัดรัดได้ใจความสมบูรณ์ไม่ใช่เป็นการบรรยายแบบข้อสอบอัตนัย

5. ข้อสอบแบบจับคู่ (Matching Test) เป็นข้อสอบเลือกตอบชนิดหนึ่ง โดยมีคำหรือ ข้อความแยกออกจากกันเป็น 2 ชุด แล้วให้ผู้ตอบเลือกจับคู่ว่าแต่ละข้อความในชุดหนึ่ง (ตัวยืน) จะคู่กับคำหรือข้อความใดในอีกชุดหนึ่ง (ตัวเลือก) ซึ่งมีความสัมพันธ์กันอย่างใดอย่างหนึ่งตามที่ผู้ออกข้อสอบกำหนดไว้

6. ข้อสอบแบบเลือกตอบ (Multiple Choice-Test) คำถามของข้อสอบประเภทแบบเลือกตอบ โดยทั่วไป ประกอบด้วย 2 ตอน คือ ตอนนำหรือตอนถาม (Stem) กับตอนเลือก (Choice) ในตอนเลือกจะประกอบด้วย ตัวเลือกที่เป็นคำตอบถูกและตัวเลือกที่เป็นตัวลวง ปกติจะมีคำถามที่กำหนดให้นักเรียนพิจารณา แล้วหาตัวเลือกที่ถูกต้องมากที่สุดเพียงตัวเลือกเดียวจากตัวเลือกอื่น ๆ และคำถามแบบเลือกตอบที่ดีนิยมใช้ตัวเลือกที่ใกล้เคียงกัน ดูเผิน ๆ จะเห็นว่าตัวเลือกถูกหมด แต่ความจริงมีน้ำหนักถูกมากน้อยต่างกัน

ชวลิต ชูกำแพง (2550) ได้จำแนกประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังนี้ แบบอัตนัย เป็นแบบทดสอบที่เขียนคำถามโดยกำหนดสถานการณ์หรือปัญหาในรูปใดรูปหนึ่งเพื่อให้ผู้ตอบได้แสดงความรู้ ความเข้าใจ ความคิดเห็นได้อย่างไม่จำกัด คำตอบของ ข้อสอบแบบอัตนัย มีลักษณะและปริมาณไม่แน่นอน การตอบข้อสอบแบบอัตนัยจึงต้องจัดระเบียบ คำตอบภายในเวลาที่กำหนดให้ ใช้สำนวนภาษาและแบบฉบับของตนเองเขียนตอบ เขียนคำตอบให้ ครอบคลุมอย่างสมบูรณ์และระมัดระวังการตรวจให้คะแนน ผู้ที่ตรวจต้องมีความรู้ในเนื้อหาวิชานั้น ต้องอาศัยทักษะและความพยายามในการอ่าน และทำใจให้เป็นกลางในการตรวจ

1. แบบเติมคำ เป็นลักษณะของแบบทดสอบที่เขียนประโยคหรือข้อความเป็นตอนนำไว้แล้วเว้นช่องว่างระหว่างข้อความหรือท้ายข้อความ สำหรับให้เติมคำหรือข้อความเพื่อให้ข้อความนั้นถูกต้องสมบูรณ์ การเว้นช่องว่างอาจจะเว้นที่ว่างให้เติมมากกว่าหนึ่งแห่ง

2. แบบเลือกตอบหลายตัวเลือก ประกอบด้วยส่วนที่เป็นคำถามและส่วนที่เป็นคำตอบ ส่วนคำถามเป็นข้อความปัญหาเขียนเป็นประโยคคำถาม ส่วนคำตอบให้เลือกเป็นตัวเลือกหลายตัวเลือก มีทั้งคำตอบถูกและคำตอบผิด เรียกว่าตัวลวง ข้อสอบแบบเลือกตอบจึงเป็นข้อสอบชนิดที่มีคำตอบกำหนดไว้ให้ก่อน แล้วผู้ตอบเลือกตอบตัวเลือกใดตัวเลือกหนึ่ง หรือหลายตัวเลือกแล้วแต่เงื่อนไขคำถาม

3. แบบถูกผิด ลักษณะของข้อสอบจะเขียนข้อความที่เป็นสถานการณ์ซึ่งมีทั้งถูกหรือผิดคละกันไป รูปแบบคำถามจำแนกเป็น แบบคำถามเดี่ยว แบบคำถามขยาย และแบบคำตอบผสมโดยให้พิจารณาว่าคำถามหรือข้อความนั้นถูกหรือผิด

5. แบบจับคู่ ลักษณะของข้อสอบประกอบด้วยคำถาม เขียนเป็นตัวยืนไว้ในสดมภ์ซ้ายมือโดยมีที่ว่างเว้นไว้หน้าข้อเพื่อให้ผู้ตอบเลือกหาคำตอบที่เขียนไว้ในสดมภ์ขวามือ รูปแบบคำถามสามารถจำแนกได้เป็น แบบหาความสัมพันธ์ แบบตัวเลือกคงที่ และแบบจัดเรียงลำดับ

ไพโรจน์ คะเชนทร์ (2556) ได้จัดประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเอง (Teacher made tests) และแบบทดสอบมาตรฐาน (Standardized tests) ซึ่งทั้ง 2 ประเภทจะถามเนื้อหาเหมือนกัน คือ ถามสิ่งที่ผู้เรียนได้รับจากการเรียนการสอน ซึ่งจัดกลุ่มพฤติกรรมได้ 6 ประเภท คือ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมิน

1. แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเป็นแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเองเพื่อใช้ในการทดสอบผู้เรียนในชั้นเรียน แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

1) แบบทดสอบปรนัย (Objective tests) ได้แก่ แบบถูก – ผิด (True-false) แบบจับคู่ (Matching) แบบเติมคำให้สมบูรณ์ (Completion) หรือแบบคำตอบสั้น (Short answer) และแบบเลือกตอบ (Multiple choices)

2) แบบอัตนัย (Essay tests) ได้แก่ แบบจำกัดคำตอบ (Restricted response items) และแบบไม่จำกัดความตอบ หรือ ตอบอย่างเสรี (Extended response items)

2. แบบทดสอบมาตรฐาน (Standardized tests) เป็นแบบทดสอบ ที่สร้างโดยผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ในเนื้อหา และมีทักษะการสร้างแบบทดสอบ มีการวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบทดสอบมีคำชี้แจงเกี่ยวกับการดำเนินการสอบ การให้คะแนนและการแปลผลมีความเป็นปรนัย (Objective) มีความเที่ยงตรง (Validity) และความเชื่อมั่น (Reliability) แบบทดสอบมาตรฐาน ได้แก่ California Achievement Test, Iowa Test of Basic Skills, Stanford Achievement Test และ the Metropolitan Achievement tests เป็นต้น

ไพศาล วรคำ (2551) ได้กล่าวถึงการจำแนกแบบทดสอบตามการตรวจให้คะแนน สามารถจำแนกได้ 3 ประเภทดังนี้

1) แบบทดสอบปรนัย (Objective Test) หมายถึง แบบทดสอบที่การตรวจให้คะแนนมีความเป็นปรนัยสูง กล่าวคือ ไม่ว่าจะให้บุคคลใดเป็นผู้ตรวจก็จะสามารถให้คะแนนได้ถูกต้องตรงกันเสมอ เช่น แบบทดสอบแบบเลือกตอบ แบบทดสอบแบบจับคู่ แบบทดสอบแบบถูก - ผิด เป็นต้น

2) แบบทดสอบอัตนัย (Subjective Test) หมายถึง แบบทดสอบที่การตรวจให้คะแนนมีความเป็นปรนัยต่ำ หรือคะแนนที่ได้จะขึ้นอยู่กับการพิจารณาของผู้ตรวจให้คะแนนแต่ละคน เช่น แบบทดสอบความเรียง แบบทดสอบเติมคำ เป็นต้น

3) แบบทดสอบอัตนัยประยุกต์ (Modified Subjective Test) หมายถึง แบบทดสอบที่ทำการปรับปรุงมาจากแบบทดสอบอัตนัย โดยการปรับวิธีการตรวจให้คะแนนให้มีความเป็นปรนัยมากขึ้น

สรุปได้ว่าแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบ่งออกได้หลายประเภทตามเกณฑ์การจำแนก จึงมีการสร้างแบบทดสอบหลากหลาย ได้แก่ ข้อสอบอัตนัยหรือความเรียงข้อสอบแบบกาถูกกาผิด ข้อสอบแบบเติมคำ ข้อสอบแบบตอบสั้น ๆ ข้อสอบแบบจับคู่ และข้อสอบแบบเลือกตอบ ในการวิจัยครั้งนี้เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โมเมนตัมและการชน ใช้แบบทดสอบแบบปรนัยเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

5. การสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์เรียนมีความจำเป็นอย่างยิ่ง ในการสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีหลักในการวางแผนออกข้อสอบดังนี้

Ebel, R. L. and Frisbie (1986) ได้กล่าวถึงการสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1. กำหนดจุดมุ่งหมายในการสอบ ในการเรียนการสอนอาจมีการสอบหลายครั้ง เช่น ทดสอบย่อยระหว่างเรียน ทดสอบรวมปลายภาคเรียน ทดสอบเพื่อวินิจฉัย ทดสอบเพื่อคัดเลือก เป็นต้น ครูจะต้องกำหนดว่าจะใช้แบบสอบเพื่อจุดมุ่งหมายใด เมื่อไร เพื่อจะได้ออกข้อสอบที่เหมาะสมสอดคล้องกับความต้องการ

2. กำหนดพฤติกรรมต่าง ๆ ที่ต้องการเน้น ในการสอบแต่ละครั้งครูจะต้องกำหนดว่าจะวัดพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย จิตพิสัยหรือทักษะพิสัย การทดสอบความสัมพันธ์กับจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอน จำนวนข้อสอบในเนื้อหาสาระแต่ละตอนจะต้องสัมพันธ์กับน้ำหนักความสำคัญและเนื้อหาในตอนนั้น ๆ วิธีการที่จะช่วยให้บรรลุจุดมุ่งหมายนี้คือ การจัดทำตารางวิเคราะห์หลักสูตร

3. เลือกรูปแบบข้อสอบ ประเภทของข้อสอบที่ใช้นั้นขึ้นอยู่กับจุดมุ่งหมายของการสอนและองค์ประกอบอื่น ๆ อีกหลายอย่าง เช่น พฤติกรรมที่ต้องการวัด ลักษณะเนื้อหาวิชาธรรมชาติของผู้สอบ เป็นต้น ข้อสอบแต่ละแบบจะมีลักษณะเด่นและลักษณะด้อยแตกต่างกันไป

4. เวลาที่ใช้ในการสอบ เวลาที่ใช้ในการสอบขึ้นอยู่กับจุดมุ่งมายในการสอบ เช่น ทดสอบย่อยหรือทดสอบรวม ระดับชั้นของผู้เรียน ธรรมชาติของวิชา โดยทั่วไปเวลาสอบที่มีความยาวจะมีค่าความเที่ยงของคะแนนสูงขึ้น

5. กำหนดจุดประสงค์ในการเรียนการสอนที่จะออกข้อสอบ ข้อสอบควรเป็นตัวแทนของสิ่งที่ได้สอบไปแล้ว แต่ในการสอบบางครั้งนั้น ไม่สามารถที่จะวัดได้ครบทุกจุดประสงค์ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องเลือกจุดประสงค์ที่สำคัญมาเป็นตัวแทนของสิ่งที่สอนไปแล้วมาสอบวัด

6. ตัดสินใจว่าข้อสอบควรมีความยากง่ายระดับใด ข้อสอบจะมีความยากง่ายระดับใด ขึ้นอยู่กับจุดมุ่งหมายของการใช้แบบสอบ ถ้าต้องการใช้แบบสอบเพื่อวินิจฉัยความบกพร่องของนักเรียน หรือถ้าเป็นแบบสอบที่ต้องการใช้ประเมินผลการเรียน ข้อสอบควรมีความยากง่ายปานกลาง เพื่อให้นักเรียนประมาณครึ่งหนึ่งตอบถูกและนักเรียนอีกครึ่งหนึ่งตอบผิด ทำให้ข้อสอบมีอำนาจจำแนกสูง

7. กำหนดวิธีการตอบแบบทดสอบของนักเรียน ในบางครั้งแบบทดสอบจะมีข้อสอบหลาย ๆ รูปแบบ เช่น ข้อสอบแบบเลือกตอบ ข้อสอบแบบเติม ข้อสอบแบบถูกผิด ข้อสอบแบบจับคู่ ข้อสอบแบบลงมือปฏิบัติหรือข้อสอบอัตนัย ครูจะต้องกำหนดลักษณะการตอบข้อสอบแต่ละแบบให้ชัดเจน เช่น ให้ให้ทำในตัวข้อสอบหรือให้ตอบในกระดาษคำตอบ โดยแยกเป็นตอนไม่ปะปนกัน ทั้งนี้ครูต้องกำหนดวิธีการตรวจข้อสอบไปพร้อม ๆ กันด้วย เช่น ตรวจด้วยมือหรือตรวจด้วยเครื่อง

8. กำหนดวิธีการจำแนกผลการทดสอบ เมื่อตรวจให้คะแนนเรียบร้อยแล้วจะแจกแจง และแปรความหมายคะแนนอย่างไร ใช้ระบบอิงเกณฑ์หรืออิงกลุ่ม เป็นต้น

บุญชม ศรีสะอาด (2545) กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบอิงเกณฑ์ดำเนินตามขั้นตอน ดังนี้

1. วิเคราะห์จุดประสงค์ เนื้อหาขั้นแรกจะต้องทำการวิเคราะห์ดูว่ามีหัวข้อเนื้อหาใดบ้างที่ต้องการให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ และที่จะต้องวัด แต่ละหัวข้อเหล่านั้นต้องการให้ผู้เรียนเกิดพฤติกรรมหรือสมรรถภาพอะไร กำหนดออกมาให้ชัดเจน

2. กำหนดพฤติกรรมย่อยที่จะออกข้อสอบ จากขั้นแรกพิจารณาต่อไปว่าจะวัดพฤติกรรมย่อยอะไรบ้าง อย่างละกี่ข้อ พฤติกรรมดังกล่าว คือ จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมนั้นเอง เมื่อกำหนดจำนวนข้อที่ต้องการจริงเสร็จแล้ว ต่อมาพิจารณาว่า จะต้องออกข้อสอบออกข้อสอบเกินไว้ข้อละกี่ข้อ ควรออกเกินไว้ไม่ต่ำกว่า 25% ทั้งนี้หลังจากที่นำไปทดลองใช้และวิเคราะห์หาคุณภาพของข้อสอบรายข้อแล้ว จะตัดข้อที่ไม่มีคุณภาพ ไม่เข้าเกณฑ์ออก ข้อสอบที่เหลือจะได้ไม่น้อยกว่าข้อสอบที่ต้องการจริง

3. กำหนดรูปแบบของข้อคำถามและศึกษาวิธีการเขียนข้อสอบ ขั้นตอนนี้จะเหมือนกับขั้นที่ 2 ของการวางแผนสร้างข้อสอบ เช่น ศึกษาหลักในการเขียนคำถามแบบนั้น ๆ ศึกษาวิธีการเขียนข้อสอบเพื่อจุดประสงค์ประเภทต่าง ๆ ศึกษาเทคโนโลยีในการเขียนข้อสอบของตน

4. เขียนข้อสอบลงมือเขียนข้อสอบตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ตามตารางที่กำหนด จำนวนข้อสอบของแต่ละจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมและใช้รูปแบบการเขียนตามที่ศึกษาในขั้นตอนที่ 3

5. ตรวจทานข้อสอบนำข้อสอบที่ได้เขียนไว้แล้วในขั้น 4 มาพิจารณาทบทวนอีก

ครั้งโดยพิจารณาความถูกต้องตามหลักวิชา แต่ละข้อวัดพฤติกรรมย่อยหรือจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ต้องการหรือไม่ ตัวถูกตัวลวงเหมาะเข้ากับเกณฑ์หรือไม่ทำการปรับปรุงให้เหมาะสมยิ่งขึ้น

6. ให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความเที่ยงตรงตามเนื้อหา นำจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมและข้อสอบที่วัดแต่ละจุดประสงค์ไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและด้านเนื้อหาจำนวนไม่ต่ำกว่า 3 คน พิจารณาว่าข้อสอบในแต่ละข้อวัดจุดประสงค์ที่ระบุไว้นั้นหรือไม่ ถ้ามีข้อที่ไม่เข้าเกณฑ์ควรพิจารณาปรับปรุงให้เหมาะสม เว้นแต่จะไม่สามารถปรับปรุงให้ดีขึ้นได้อย่างชัดเจน

7. พิมพ์แบบทดสอบฉบับทดลอง นำข้อสอบที่ผานการพิจารณาว่าเหมาะสมเข้าเกณฑ์ในขั้นที่ 6 มาพิมพ์เป็นแบบทดสอบ มีคำชี้แจงเกี่ยวกับแบบทดสอบ วิธีตอบ จัดวางรูปแบบการพิมพ์ให้เหมาะสม

8. ทดลองใช้ วิเคราะห์คุณภาพและปรับปรุง

9. พิมพ์แบบทดสอบฉบับจริง นำข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกเข้าเกณฑ์จากผลการวิเคราะห์ในขั้นที่ 8 มาพิมพ์เป็นแบบทดสอบฉบับจริงต่อไป โดยเน้นการพิมพ์ที่ประณีต มีความถูกต้อง คำชี้แจงที่ละเอียดแจ่มชัด ผู้อ่านเข้าใจง่าย

ศิริชัย กาญจนวาสี (2556) กล่าวถึง ขั้นตอนของการสร้างและพัฒนาแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายของการสอบโดยต้องสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของการเรียนรู้และจุดมุ่งหมายของหลักสูตร

2. ออกแบบการสร้างแบบทดสอบ เป็นการกำหนดรูปแบบ ขอบเขต และแนวทางการสร้าง เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อสอบที่มีคุณภาพประกอบด้วย

2.1 การวางแผนการทดสอบ ควรมีการทดสอบอย่างน้อย ภาคเรียนละ 2 ครั้ง

2.2 การกำหนดรูปแบบของแบบทดสอบ ได้แก่ แบบสอบอิงกลุ่ม แบบสอบข้อเขียน แบบสอบเสนอคำตอบ แบบสอบความเร็ว และแบบสอบเป็นกลุ่ม

2.3 การสร้างแผนผังการทดสอบ เพื่อให้จุดมุ่งหมายการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนการสอนและการสร้างแบบทดสอบมีความสัมพันธ์กัน

2.4 การสร้างผังข้อสอบ เพื่อเสนอรายละเอียดของการทดสอบแต่ละครั้งว่าจะวัดเนื้อหาอะไร และจะวัดจุดมุ่งหมายของการเรียนรู้อะไร ขอบเขตของเนื้อหาวิชาตลอดจนการกำหนดน้ำหนักความสำคัญหรือสัดส่วนข้อสอบสำหรับวัดพฤติกรรมที่ต้องการทดสอบแต่ละครั้ง

3. เขียนข้อสอบ โดยผู้เขียนจำเป็นต้องมีความรู้ในเนื้อหาวิชาเป็นอย่างดีและต้องมีความรู้ในเทคนิคการเขียน โดยมีลำดับขั้นตอนการเขียนดังนี้

3.1 กำหนดแบบแผนข้อสอบ

3.2 ร่างข้อสอบ

3.3 ทบทวนร่างข้อสอบโดยผู้เขียนข้อสอบและโดยผู้อื่น เช่น อาจารย์ผู้เชี่ยวชาญ เป็นต้น

3.4 บรรณาธิการข้อสอบ โดยการปรับปรุงข้อบกพร่อง รวมทั้งขัดเกลาข้อความ และภาษาให้เหมาะสมกับผู้เรียน

4. ทดลองใช้ข้อสอบและวิเคราะห์ข้อสอบ ควรระมัดระวังในการเลือกกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบข้อสอบ ไม่ควรใช้กลุ่มตัวอย่างที่แตกต่างจากกลุ่มเป้าหมายอย่างสุดขั้ว เมื่อทดลองใช้แล้ว นำมาวิเคราะห์และคัดเลือกข้อสอบ โดยการหาความยากง่ายและอำนาจจำแนกที่เหมาะสม นำข้อสอบมารวมกันเป็นแบบทดสอบ และทำการวิเคราะห์แบบทดสอบโดยการหาความเที่ยงและความตรง

5. นำแบบทดสอบไปใช้

6. วิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบ ด้านความเที่ยงและความตรง

7. ปรับปรุงแบบทดสอบ

จากการศึกษาสรุปได้ว่า การสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต้องมีการวางแผน คำนึงถึงศักยภาพของนักเรียนและสร้างให้สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของการเรียนรู้ จุดมุ่งหมายของหลักสูตรโดยการสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อวัดผลการเรียนรู้ของผู้เรียน และดำเนินการตามขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบ จนได้ทดสอบมีความเหมาะสมต่อการนำไปใช้

6. การหาคุณภาพของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ปราณี หลำเบ็ญสะ (2559) การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ครูผู้สอนต้องหาคุณภาพของเครื่องมือเพื่อเป็นการยืนยันว่าเครื่องมือดังกล่าวมีคุณภาพ ซึ่งการหาคุณภาพของเครื่องมือสามารถจำแนกเป็น 2 ลักษณะ คือ

1. การหาคุณภาพของเครื่องมือทั้งฉบับ

การวิเคราะห์ข้อสอบทั้งฉบับ เป็นการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือวัด เกี่ยวกับความเที่ยงตรง (Validity) และความเชื่อมั่น (Reliability) รายละเอียด ดังนี้

(1) ความเที่ยงตรง หมายถึง ความสามารถของเครื่องมือวัด ที่สามารถวัดได้ในสิ่งที่ต้องการวัด เป็นความสอดคล้องระหว่างผลการวัด กับสิ่งที่ต้องการวัด ความตรงที่ใช้ในการทดสอบจำแนกเป็น 3 ชนิด ได้แก่ ความตรงตามเนื้อหา ความตรงตามโครงสร้าง และ ความตรงตามเกณฑ์ที่เกี่ยวข้องโดยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ จะเกี่ยวข้องกับความตรงตามเนื้อหามากกว่าความตรงชนิดอื่น ๆ

การหาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) เป็นการหาค่าความ

เที่ยงตรงที่ให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาว่าข้อสอบหรือข้อคำถามแต่ละข้อวัดได้ตรงตามสิ่งที่ต้องการวัด เนื้อหาหรือวัตถุประสงค์การเรียนรู้มากน้อยเพียงใด โดยใช้เกณฑ์การประเมิน ดังนี้

ให้คะแนน +1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบวัดจุดประสงค์ / เนื้อหานั้น

ให้คะแนน 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อสอบวัดจุดประสงค์ / เนื้อหานั้น

ให้คะแนน -1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบไม่วัดจุดประสงค์ / เนื้อหานั้น

แล้วนำข้อมูลที่ได้จากการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ หาค่าความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามแต่ละข้อกับจุดประสงค์หรือเนื้อหา (Index of Item-Objective Congruence หรือ IOC) จากสูตร

$$\mathrm{IOC} = \frac{\Sigma R}{N}$$

เมื่อ ΣR แทน ผลรวมของคะแนนการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

เกณฑ์การตัดสินค่า IOC ถ้ามีค่า 0.50 ขึ้นไป แสดงว่า ข้อคำถามนั้นวัดได้ตรงจุดประสงค์หรือตรงตามเนื้อหานั้น แสดงว่า ข้อคำถามข้อนั้นใช้ได้

(2) ความเชื่อมั่น ความเชื่อมั่น หมายถึง ความคงที่ของคะแนนที่วัดได้แต่ละครั้ง วิธีการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทำได้หลายวิธีคือ

1. วิธีสอบซ้ำ
2. วิธีแบบทดสอบคู่ขนาน
3. วิธีหาความสอดคล้องภายใน แบ่งเป็น
   - 3.1 วิธีแบ่งครึ่งแบบทดสอบ
   - 3.2 วิธีหาจากสูตรคูเดอร์และริชาร์ดสัน
   - 3.3 วิธีหาจากสูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา

1. วิธีสอบซ้ำ

การหาความเชื่อมั่นโดยวิธีสอบซ้ำ เป็นการหาความสัมพันธ์ของคะแนนจากการทำแบบทดสอบฉบับเดียวกันสองครั้ง โดยทิ้งช่วงห่างให้เหมาะสม (ประมาณ 2 สัปดาห์) การหาความเชื่อมั่น โดยวิธีนี้เป็นการตรวจสอบความคงที่ของการแสดงออกของผู้สอบสองครั้งว่า จะมีความคงที่หรือไม่ วิธีการนี้มีจุดอ่อนที่ความแปรเปลี่ยนภายในตัวผู้สอบในระหว่างทิ้งช่วงการสอบ ดังนั้นการหาความเชื่อมั่นโดยวิธีนี้ควรนำไปใช้กับแบบทดสอบวัดคุณลักษณะที่ค่อนข้างจะคงที่ไม่แปรเปลี่ยนโดยง่าย

2. วิธีใช้แบบทดสอบคู่ขนาน

การหาความเชื่อมั่นโดยใช้วิธีแบบทดสอบคู่ขนาน เป็นการหาความสัมพันธ์ของคะแนนจากการนำแบบทดสอบ 2 ฉบับที่เทียบเท่ากันไปสอบกับบุคคลกลุ่มเดียวกัน วิธีการนี้มีจุดอ่อนที่ความเป็นคู่ขนานกันของแบบทดสอบ 2 ฉบับซึ่งสร้างได้ยาก

3. วิธีหาความสอดคล้องภายใน

3.1 วิธีแบ่งครึ่งแบบทดสอบ

การหาความเที่ยงโดยวิธีนี้เป็นการหาความสัมพันธ์ของคะแนนจากการใช้แบบทดสอบฉบับเดียวและสอบเพียงครั้งเดียว โดยนำผลการสอบมาแบ่งเป็นข้อมูล 2 ชุด โดยอาจแบ่งเป็นข้อคู่ - ข้อคี่ แบ่งเป็นครึ่งฉบับแรกครึ่งฉบับหลัง จากการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์จะได้สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบครึ่งฉบับ แล้วจึงนำไปปรับขยายเป็นสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของแบบทดสอบทั้งฉบับ จากสูตรของสเปียร์แมน บราวน์ (Spearman Brown) ดังนี้

$$R_{tt} = \frac{2r_{mm}}{1 + r_{mm}}$$

เมื่อ R_{tt} แทน ความเที่ยงของแบบทดสอบทั้งฉบับ

R_{mm} แทน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของแบบทดสอดครึ่งฉบับ

3.2 วิธีหาจากสูตรของคูเดอร์และริชาร์ดสัน

การหาความเที่ยงโดยวิธีนี้ เป็นการหาความสัมพันธ์ของคะแนนจากการใช้แบบทดสอบฉบับเดียวและสอบเพียงครั้งเดียวโดยนำผลการสอบมาคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ใช้สูตรของคูเดอร์และริชาร์ดสันซึ่งเป็นการหาความเที่ยงของแบบทดสอบที่มีระบบการให้คะแนนแบบ 0,1 (ผิด 0, ถูก 1) สูตรที่ใช้มี 2 สูตร คือ สูตร KR - 20 กับสูตร KR – 21 สูตร KR -20 ในกรณีที่ค่าความยากง่ายของข้อสอบแต่ละข้อไม่เท่ากัน

$$R_{KR-20} = \frac{K}{K-1}\left(1 - \frac{\Sigma pq}{S^2}\right)$$

เมื่อ R_{tt} แทน ความเที่ยงของแบบทดสอบ

K แทน จำนวนข้อสอบ

P แทน ความยากง่ายของข้อสอบแต่ละข้อ (สัดส่วนที่ตอบถูก)

q แทน สัดส่วนที่ตอบผิด (1-p)

S^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนรวมของแบบทดสอบ

$$s^2 = \frac{N\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}{N^2}$$

สูตร KR-21 ในกรณีที่ค่าความยากง่ายของข้อสอบทุกข้อเท่ากันหรือไม่แตกต่างกันมาก

$$R_{KP-21} = \frac{K}{K-1}\left(\frac{1 - \bar{X}(K - \bar{X})}{KS^2}\right)$$

เมื่อ Rt แทน ความเที่ยงของแบบทดสอบ

K แทน จำนวนข้อสอบ

X แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนนรวมของแบบทดสอบทั้งฉบับ

S^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนรวมของแบบทดสอบ

สูตร *KR* - 20 และ *KR* - 21 นี้ใช้ได้เฉพาะการหาความเที่ยงของแบบทดสอบที่ให้คะแนนแต่ละข้อเป็นแบบ 0 กับ 1 เท่านั้น สูตร *KR* - 21 ใช้ในกรณีข้อสอบทุกข้อมีค่าความยากเท่ากัน ซึ่งในทางปฏิบัติต้องพิจารณาเงื่อนไขที่เป็นจริงด้วย

$$\alpha = \frac{K}{K-1}(1 - \frac{\Sigma S^2}{S^z}1_t)$$

เมื่อ α แทน ความเที่ยงของแบบทดสอบ

S^2 แทน ความแปรปรวนของข้อสอบแต่ละข้อ

S^z แทน ความแปรปรวนของคะแนนรวมของแบบทดสอบ

K แทน จำนวนข้อสอบทั้งหมด

การหาค่าความเที่ยงโดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา สามารถหาได้โดยใช้ผลการสอบจากแบบทดสอบฉบับเดียวนำไปสอบกับบุคคลกลุ่มเดียว และนำไปใช้กันได้อย่างกว้างขวาง โดยไม่จำกัดเฉพาะแบบทดสอบที่ให้คะแนนแบบ 1 กับ 0

2.การวิเคราะห์หาคุณภาพของข้อสอบรายข้อ

การวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ เป็นการตรวจสอบคุณภาพของข้อสอบแต่ละข้อ โดยพิจารณาจากสมบัติที่สำคัญ 3 ประการ ได้แก่ความยาก อำนาจจำแนก และประสิทธิภาพของตัวลวง

2.1 ความยากของข้อสอบ

ความยากของข้อสอบ หมายถึง สัดส่วนของจำนวนผู้ที่ตอบข้อสอบได้ถูกต้องต่อจำนวนผู้ที่ตอบข้อสอบทั้งหมด หรือหมายถึงจำนวนร้อยละของผู้ตอบข้อสอบนั้น ๆ ถูก ตัวอย่าง เช่น ค่า p = 0.30 แสดงว่า จำนวนผู้ตอบ 100 คน มีผู้ที่ตอบข้อนั้น ๆ ถูก 30 คน ค่าความยากง่ายจะมีค่าระหว่าง 0 ถึง 1.00 สามารถหาได้จากสูตร

$$P = \frac{R_H - R_L}{N_H - N_L}$$

P แทน ความยากง่าย

R_H แทน จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มคะแนนสูง

R_L แทน จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มคะแนนต่ำ

N_H แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มคะแนนสูง

N_L แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มคะแนนต่ำ

ในการพิจารณาค่าความยากง่ายนั้น ถ้าข้อสอบมีค่าความยากง่ายสูง เช่น p = 0.95 แสดงว่ามีผู้ตอบถูกจำนวนมาก จึงถือว่าเป็นข้อสอบที่ง่าย แต่ในทางกลับกัน ถ้าข้อสอบมีผู้ตอบถูกน้อย เช่น p = 0.15 แสดงว่า เป็นข้อสอบที่ยาก ข้อสอบที่ดีจะมีระดับความยากง่าย เท่ากับ 0.5 ซึ่งจะทำให้เกิดค่าอำนาจการจำแนกสูงสุดและมีความเชื่อมั่นสูง อย่างไรก็ตามในการสอบวัดความรู้ผลการเรียนโดยทั่วไป มักนิยมให้มีข้อสอบที่มีระดับความยากง่ายในระดับต่าง ๆ ปะปนกันไป โดยจัดให้มีข้อสอบมีค่าความยากง่ายพอเหมาะ (p มีค่าใกล้เคียง 0.5) เป็นส่วนใหญ่รวมทั้งให้มีข้อสอบที่ค่อนข้างยากและค่อนข้างง่ายอีกจำนวนหนึ่ง แต่ถ้าเป็นการสอบแข่งขันเพื่อคัดเลือกผู้ที่มีความรู้ความสามารถควรมีสัดส่วนของข้อสอบที่ยากสูงขึ้นทั้งนี้ ข้อสอบที่ดีควรมีค่าความยากง่ายระหว่าง 0.20 – 0.80 ในข้อสอบประเภท 4 ตัวเลือก ส่วนข้อสอบประเภทถูก – ผิด ค่าความยากง่าย ควรอยู่ระหว่าง 0.60 - 0.70

เกณฑ์การแปลความหมายค่าความยากง่าย (p) ของข้อสอบ (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ, 2543)

ความยากง่ายของข้อสอบ (p)	ความหมาย
0.81 – 1.00	ง่ายมาก (ควรปรับปรุงหรือตัดทิ้ง)
0.60 – 0.80	ค่อนข้างง่าย (ดี)
0.40 – 0.59	ยากพอเหมาะ (ดีมาก)
0.20 – 0.39	ค่อนข้างยาก (ดี)
0 – 0.19	ยากมาก (ควรปรับปรุงหรือตัดทิ้ง)

2.2 อำนาจจำแนก (r) หมายถึง ความสามารถของข้อสอบในการจำแนกหรือแยกให้เห็นความแตกต่างระหว่างผู้สอบที่มีผลสัมฤทธิ์ต่างกัน เพื่อที่จะใช้พยากรณ์หรือบ่งชี้ความแตกต่างที่เห็นชัดในด้านความสามารถ เช่น จำแนกคนเก่งกับคนอ่อนจากกันได้ โดยถือว่าคนเก่งควรทำข้อสอบข้อนั้นได้ ส่วนผู้ที่อ่อนไม่ควรทำข้อสอบข้อนั้นได้ อำนาจจำแนกของข้อสอบ จะมีค่าตั้งแต่ - 1 ถึง +1 ค่าอำนาจจำแนกที่ดี ควรมีค่าตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป

$$r = \frac{R_H - R_L}{N_H \; or \; N_L}$$

r แทน ค่าอำนาจจำแนก

R_H แทน จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มคะแนนสูง

R_L แทน จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มคะแนนต่ำ

N_H แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มคะแนนสูง

N_L แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มคะแนนต่ำ

กรณีที่ค่า r ติดลบแสดงว่าข้อสอบข้อนั้นจำแนกกลับคนเก่งทำไม่ได้แต่คนอ่อนทำได้ถือว่าเป็นข้อสอบที่ไม่ดีควรตัดทิ้งนอกจากนี้อาจารย์ผู้สอนควรตรวจสอบการจัดการเรียนสอนของตนว่าเพราะเหตุใดผู้ที่เรียนเก่งจึงไม่เข้าใจในเรื่องที่สอน

เกณฑ์การแปลความหมายค่าอำนาจจำแนก (r) ของข้อสอบ

อำนาจจำแนกของข้อสอบ (r)	ความหมาย
0.60 – 1.00	อำนาจจำแนกดีมาก
0.40 – 0.59	อำนาจจำแนกดี
0.20 – 0.39	อำนาจจำแนกพอใช้
0.10 – 0.19	อำนาจจำแนกต่ำ (ควรปรับปรุงหรือตัดทิ้ง)
1.00 – 0.09	อำนาจจำแนกต่ำมาก (ควรปรับปรุงหรือตัดทิ้ง)

สรุปได้ว่า การหาคุณภาพของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนั้นเป็นการพิจารณาความเหมาะสมความถูกต้องของแบบทดสอบที่สร้างขึ้น โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อต้องการตรวจสอบคุณสมบัติและพัฒนาข้อสอบให้เป็นข้อสอบที่ดีตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ การวิเคราะห์ข้อสอบวิเคราะทั้งในด้านคุณภาพ ได้แก่ ความเที่ยงตรงของคำถาม และความเหมาะสมของแบบทดสอบและด้านปริมาณ ได้แก่ ความยาก อำนาจจำแนก ในการวิจัยครั้งนี้มีการใช้ทั้งด้านคุณภาพ และปริมาณ ได้แก่ ความเหมาะสม ค่าดัชนีความสอดคล้อง ค่าความเชื่อมั่น ความยาก และอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ

7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยในประเทศ

เจนจิรา สันติไพบูลย์ (2561) ได้ศึกษาทักษะกระบวนการของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM ร่วมกับการสอนเชิงผลิตภาพเพื่อศึกษาความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงานของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่3 โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM ร่วมกับการสอนเชิงผลิตภาพ 3) เพื่อศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ต่อกิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิด STEAM ร่วมกับการสอนเชิงผลิตภาพ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนอนุบาลเทศบาลอ้อมน้อย 2 ตำบลอ้อมน้อย อำเภอกระทุ่มแบน จังหวัดสมุทรสาคร ที่กำลังเรียนภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 ซึ่งผู้วิจัยได้มาจากการสุ่มแบบอาสาสมัคร (Volunteer Sampling) จำนวน 23 คน เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย คือ 1) แผนการจัดการเรียนรู้ 2) แบบประเมินทักษะกระบวนการ 3) แบบประเมินการสร้างสรรค์ผลงาน และ 4) แบบสอบถามความคิดเห็นแบบปลายเปิดของนักเรียน การวิเคราะห์ข้อมูลใช้ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลการประเมินทักษะกระบวนการ ของนักเรียนชั้น

ประถมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ ตามแนวคิด STEAM ร่วมกับการสอนเชิงผลิตภาพ มีเกณฑ์การประเมินอยู่ในระดับดี (ค่าเฉลี่ย = 3.43 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.37) 2) ความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงาน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้กิจกรรมการ เรียนรู้ตามแนวคิด STEAM ร่วมกับการสอนเชิงผลิตภาพ มีเกณฑ์การประเมินอยู่ในระดับดีมาก (ค่าเฉลี่ย = 3.59 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.44) 3) ความคิดเห็นของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ต่อกิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิด STEAM ร่วมกับการสอนเชิงผลิตภาพ นักเรียนมีความชื่นชอบในการเรียน และมีความต้องการที่จะเรียนในโอกาสต่อไปเป็นส่วนมาก

ธีระศักดิ์ ไชยสัตย์ (2561) ศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐานที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีและความสามารถในการคิดเชิงผลิตภาพของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมัธยมขยายโอกาสจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ พบว่าการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุมีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐานกับเกณฑ์ร้อยละ 70 และ 2) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดเชิงผลิตภาพของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐานกับเกณฑ์ร้อยละ 70 กลุ่มตัวอย่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 20 คน ของโรงเรียนธนาคารออมสินซึ่งอยู่ในกลุ่มโรงเรียนมัธยมขยายโอกาสจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ปีการศึกษา 2560 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ (1) แผนการจัดการเรียนรู้ที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานวิชาเคมีชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง อะตอมและโครงสร้างอะตอม (2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีและ (3) แบบประเมินทักษะและคุณลักษณะในการคิดเชิงผลิตภาพวิเคราะห์ข้อมูลโดยค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและการทดสอบค่าที่ผลการวิจัยพบว่า (1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐานสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ. 05 และ (2) ความสามารถในการคิดเชิงผลิตภาพของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐานสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ. 05

จารีพร ผลมูล (2558) ได้ศึกษาการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้บูรณาการแบบ STEAM สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กรณีศึกษา ชุมชนวังตะกอ จังหวัดชุมพรมูล ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และผ่านเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 65) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) จิตสำนึกอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ ผ่านเกณฑ์ระดับดี (เฉลี่ย 3.51) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 3) หน่วยการเรียนรู้มีประสิทธิภาพ 81.65/78.33 ตามเกณฑ์ 80/80 นักเรียนเกิด 66 ความคิดรวบยอด และเข้าใจเนื้อหาได้เร็วขึ้น สามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และฝึกฝนให้นักเรียนใช้เหตุผลในการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างการคิดเชิงสร้างสรรค์และการคิดเชิงวิชาการ ส่งผลให้

นักเรียนเกิดความคงทนในการเรียนวิทยาศาสตร์มากขึ้น มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อน และการจัดการเรียนรู้ด้วยหน่วยบูรณาการแบบสตีมส่งเสริมพัฒนาสมองซีกซ้ายและซีกขวาให้เกิดสมดุลนักเรียนเกิดความคงทนในการเรียนวิทยาศาสตร์ นักเรียนมีอิสระในการทำงานเป็นกลุ่มมีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้เกิดความสามัคคี และสามารถพัฒนาให้นักเรียนเกิดจิตสำนึกอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม เนื่องจากกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้ปฏิบัติลงมือทำ ทำให้นักเรียนได้เรียนรู้สิ่งแวดล้อมได้วิเคราะห์ปัญหาและส่งผลไปถึงการปฏิบัติตนที่ดีในการดูแลสิ่งแวดล้อม

นัสรินทร์ บือซา (2558) ได้ทำศึกษาการวิจัย เรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ความสามารถในการแก้ปัญหาและความ พึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหา ความรู้ 5 ขั้นตอน (5E) ดังนี้ 1) ขั้นการสร้างความสนใจ 2) ขั้นการสำรวจและค้นหา 3) ขั้นการอธิบายและลงข้อสรุป 4) ขั้นการขยายความรู้ 5) ขั้นการประเมิน ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 2) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (มีคะแนนพัฒนาการร้อยละ 41.03 อยู่ในระดับต้น ร้อยละ 30.77 อยู่ในระดับปานกลาง ร้อยละ 20.51 อยู่ในระดับสูง และ ร้อยละ 7.69 อยู่ในระดับสูงมาก 3) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา มีความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทาง 83 สถิติที่ระดับ .01 4) ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังการจัดการเรียนรู้อยู่ในระดับความพึงพอใจมาก

วิสูตร โพธิ์เงิน (2560) ได้ทำการวิจัยเรื่อง STEAM ศิลปะเพื่อสะเต็มศึกษา: การพัฒนาการรับรู้ความสามารถและแรงบันดาลใจให้เด็ก ผลการวิจัยพบว่า การนำ STEAM มาใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based) ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงในการแก้ไขปัญหาที่ส่งเสริมการวิเคราะห์ สังเคราะห์ ประเมินค่า และสร้างสรรค์ โดยมีความรู้ความเข้าใจกับสิ่งที่เกี่ยวข้องผ่านการเรียนรู้ตามแนวคิด STEM เพื่อค้นหาคำตอบ แนวทางการแก้ไขปัญหา หรือผลงานสร้างสรรค์ที่เป็นกระบวนการออกแบบ ซึ่งเป็นการเรียนรู้ที่บูรณาการสอดประสานวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม คณิตศาสตร์ โดยใช้ศิลปะเป็นสื่อกลางในการสร้างสรรค์จากความคิดมาเป็นของจริงใน รูปแบบงานศิลปะ สะท้อนถึงสิ่งที่ผู้เรียนคิดและสร้างสรรค์ออกมาเป็นรูปธรรมและอาจจะสามารถ แก้ไขปัญหาได้จริง ซึ่งสร้างความภูมิใจให้กับผู้เรียน ได้เห็นถึงความสำคัญของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ กับชีวิตจริง สร้างแรงจูงใจ และแรงบันดาลใจในการอยากเรียนในรายวิชาวิทยาศาสตร์

ปราณี พงษ์สุพรรณ (2562) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาหลักสูตรเสริมสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และความคิดผลิตภาพสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ผลวิจัยพบว่า 1) สภาพการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และความคิดผลิตภาพมีการจัด

ดำเนินการน้อย แนวทางการพัฒนาการจัดการศึกษาไทยควรปรับเปลี่ยนหลักสูตรและการสอนให้สอดคล้องกับเป้าหมาย 2) หลักสูตรนี้พัฒนาขึ้นตามแนวคิดสะเต็มศึกษามีองค์ประกอบดังนี้ (1) จุดมุ่งหมาย (2) สาระการเรียนรู้ (3) การนำไปใช้ (4) สร้างสรรค์ผลงาน (5) สรุปความรู้ (6) เสนอผลงาน ผลการประเมินคุณภาพของหลักสูตรและแผนการจัดการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ยระดับคุณภาพมากที่สุดและมากตามลำดับ

รพีพล อินสุพรรณ (2562) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ผลวิจัยพบว่า 1) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนมีคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 7 คน และไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 14 คน วงจรปฏิบัติการที่ 2 การจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่ได้พัฒนาปรับปรุงแก้ไขจากวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนมีคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 13 คน และไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 8 คน 2) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 5 คน และไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 16 คน วงจรปฏิบัติการที่ 2 การจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่ได้พัฒนาปรับปรุงแก้ไขจากวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 9 คน และไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 12 คน

งานวิจัยต่างประเทศ

Covington (1968) บทความเรื่อง องค์ประกอบทางอารมณ์ในการคิดผลิตภาพ กลยุทธ์การวิจัยและการประเมินผล ได้เขียนแนวทางใหม่สำหรับงานวิจัยอาจเป็นมากกว่าการสร้างความชัดเจนถึงบริบทที่แท้จริงของความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทางอารมณ์ และการแสดงออกทางความรู้ องค์ประกอบทางอารมณไม่ควรนำมาวัดผลแยก อย่างไรก็ตามรูปแบบของอารมณ์ควรกำหนดหน่วยของการทำนายถึงประสิทธิภาพของการแสดงออก ในรูปแบบของการเผชิญปัญหาควรทำแยกส่วนกันระหว่างการปฏิบัติทางอารมณ์ที่ไม่ต่อเนื่อง และความสามารถในการระบุตัวตนของแต่ละบุคคลประสิทธิภาพและความสามารถของนักเรียนถูกปรับใช้กลยุทธ์ ความรู้ ความเข้าใจที่หลากหลายที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการเผชิญปัญหาต่าง ๆ แล้วสามารถทำการทดสอบได้ แบบทดสอบคือ สิ่งที่สะท้อนถึงวิธีการจัดการ และประสิทธิภาพที่ถูกอธิบายไว้ก่อนหน้านี้ นอกจากนั้น ยังสามารถหลีกเลี่ยงความซับซ้อนต่าง ๆ ได้โดยกำหนดประเภทของผลลัพธ์ตามตัวชี้วัด ข้อมูลที่ใช้ใน

แบบทดสอบ ถูกปรับมาจากแง่มุมต่าง ๆ ของโจทย์ปัญหา ซึ่งจะถูกนำเสนอไว้ในรูปแบบของแบบทดสอบการเผชิญหน้ากับสถานการณ์ โดยตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กับการแสดงออกในลักษณะที่ซับซ้อนขึ้นอยู่กับส่วนของประเภทผลลัพธ์ที่แบ่งออกตามแต่ละตัวชี้วัด การอธิบายถึงทัศนคติที่มีต่อตนเองเป็นหน้าที่ของผู้ที่อยู่ในฐานะผู้แก้ปัญหา เครื่องมือในการประเมิน และสำรวจความสัมพันธ์ระหว่างปัญหา กับพระราชบัญญัติการแก้ปัญหาของบุคคลในการประเมินคุณค่าของนักคิดที่มีประสิทธิผล

Park and (2012) ได้ศึกษาผลของการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนบูรณาการแบบสะเต็มศึกษาในรายวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีต่อการรับรู้ความสามารถของตนเอง (Self-efficacy) ความสนใจในวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ในโรงเรียนประถมแห่งหนึ่งในประเทศเกาหลี ผลการศึกษาพบว่านักเรียนที่ได้เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนบูรณาการแบบสตีมศึกษาในรายวิชาวิทยาศาสตร์มีการรับรู้ความสามารถของตนเองมากขึ้นเมื่อเทียบกับก่อนเรียนนักเรียนมีความสนใจในวิทยาศาสตร์ทั้งด้านการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (Science learning) กิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ (Science activity) และอาชีพที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ (Science related jobs) และนักเรียนยังมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ที่สูงขึ้นด้วยอย่างมีนัยสำคัญ

Park and Yoo (2013) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนการสอนสตีมศึกษาที่มีวิทยาศาสตร์เป็นฐาน (Science-based STEAM) ในบทเรียน เรื่อง แสง ที่มีต่อแรงจูงใจความสนใจและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ประเทศเกาหลีผลการศึกษาพบว่านักเรียนที่ได้เรียนบทเรียน เรื่อง แสง ด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาในรายวิชาวิทยาศาสตร์มีแรงจูงใจในการเรียนมีความสนใจทางบวกโดยเฉพาะ ด้านความตั้งใจ (Attention) ความมั่นใจ (Confidence) และความพึงพอใจ (Satisfaction) ซึ่งแตกต่างจากผลการวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในภาพรวมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม แต่หากวิเคราะห์ผลเฉพาะด้านมีเพียงด้านเดียวที่ได้ผลการวัดสูงกว่า คือ ด้านความสามารถในการบูรณาการการสืบสอบ (Integrated inquiry ability)

Kim et al. (2014) ได้ศึกษาผลของการประยุกต์สตีมศึกษา (STEAM Education) กับบทเรียนวิทยาศาสตร์ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์และระดับความสนใจในวิทยาศาสตร์ (Interest levels) ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จากกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 3 โรงเรียนในประเทศเกาหลีใต้ แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 69 คน และกลุ่มควบคุม 72 คน เป็นระยะเวลา 18 คาบเรียนโดยใช้บทเรียนทั้งหมด 9 เรื่อง ได้แก่ เรื่องแสงกรดและเบส การเปลี่ยนฤดูกาล ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม แรงแม่เหล็ก การเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ สถานะแก๊ส พลังงานและหลักการเปลี่ยนแปลงพลังงาน และการสันดาปและการดับไฟ ผลการศึกษา พบว่านักเรียนที่ได้เรียนวิชา

วิทยาศาสตร์ด้วยบทเรียนวิทยาศาสตร์ที่ประยุกต์จากสะเต็มศึกษามีความคิดสร้างสรรค์และมีความสนใจในวิทยาศาสตร์มากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยการสอนแบบทั่วไป

Park (2016) ได้ศึกษาผลของการพัฒนาโปรแกรม STEAM Career Education ที่ใช้เทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมเสมือน (Virtual reality) ที่มีต่อความสนใจในอาชีพเกี่ยวกับเทคโนโลยีในอนาคตของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 และ 4 ในประเทศเกาหลีผลการศึกษาพบว่านักเรียนมีความสนใจและตระหนักในการทำอาชีพที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีในระดับสูงโดยมองว่าระดับความยากของการเรียนอยู่ในระดับที่เหมาะสมอีกทั้งมีความต้องการที่จะเรียนในโปรแกรมสตีมอีกในอนาคตและมองว่าโปรแกรมนี้ทำให้เห็นความเชื่อมโยงระหว่างวิชาเรียนอื่น ๆ ในโรงเรียนในระดับสูงอีกด้วย

Anwari (2015) ได้ศึกษาเกี่ยวกับรูปแบบการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยมี วัตถุประสงค์ศึกษารูปแบบของการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาทักษะอภิปัญญาและตรวจสอบกิจกรรมอภิปัญญาในการเรียนแบบสะเต็มศึกษา จากผลการศึกษาพบว่า ทักษะอภิปัญญาไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ในก่อนเรียนและหลังเรียน แต่อย่างไรก็ตามการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษาช่วยดึงดูดความสนใจในกิจกรรมอภิปัญญา ดังนั้นการดำเนินรูปแบบตามแนวทางสะเต็มศึกษาจะช่วยให้นักเรียนมีโอกาสเข้าใจถึงความสำคัญของการรวมกลุ่มแต่ละสาขาวิชามากขึ้นและเพิ่มความสนใจในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

Jeong and Kim (2015) ได้ทำการศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้สตีมศึกษาในกิจกรรมตรวจสอบภาวะโลกร้อน (STEAM program of climate change monitoring activity) ที่ใช้แนวคิด Six Structured inventive thinking (SSIT) ที่มีต่อเนื้อหาสาระและการรับรู้เกี่ยวกับสะเต็มศึกษา (STEAM content knowledge and perception) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ประเทศเกาหลีผลการศึกษาพบว่านักเรียนที่เรียนด้วยสตีมศึกษาโดยใช้กิจกรรมตรวจสอบภาวะโลกร้อนได้รับเนื้อหาสาระและการรับรู้เกี่ยวสะเต็มศึกษามากกว่านักเรียนที่เรียนในกลุ่มควบคุมที่ใช้การสอนแบบทั่วไป อีกทั้งนักเรียนหญิงยังมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และมีการรับรู้ทางบวกเกี่ยวกับสะเต็มศึกษาสูงมากกว่านักเรียนชายอีกด้วย

Ghanbari (2011) ได้ศึกษากรณีศึกษาของสองโปรแกรมการเรียนรู้ ได้แก่ (1) โปรแกรมศิลปะ-วิทยาศาสตร์ (Art Science Program) และ (2) โปรแกรมศิลปะ-เทคโนโลยี (Art Technology program) จากมหาวิทยาลัยแห่งหนึ่งในประเทศสหรัฐอเมริกาที่ใช้การบูรณาการศิลปะร่วมกับสะเต็มศึกษารวบรวมข้อมูลด้วยวิธีสัมภาษณ์ประสบการณ์การเรียนรู้ของนักศึกษาและศิษย์เก่าซึ่งผู้วิจัยได้แบ่งประเด็นการวิเคราะห์บทสัมภาษณ์ของทั้งสองโปรแกรมดังนี้โปรแกรมศิลปะ-วิทยาศาสตร์ประกอบด้วย (1) การเรียนรู้แบบร่วมมือ (Collaborative learning) (2) ความคงทนของความรู้ผ่านการปฏิบัติ (Retention through doing) และ (3) ความพึงพอใจในการเรียนรู้ (Enjoying learning) ในส่วนของโปรแกรมศิลปะ-เทคโนโลยีประกอบด้วย (1) การเรียนรู้แบบร่วมมือ

(Collaborative learning) (2) การมีอิทธิพลต่ออาชีพ (Influencing careers) (3) มุมมองที่กว้างขึ้น (Broadening student perspectives) ผลการวิเคราะห์บทสัมภาษณ์ พบว่าในโปรแกรมศิลปะ-วิทยาศาสตร์ผู้ให้สัมภาษณ์บ่งบอกว่าได้รับการเรียนรู้มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ผ่านทางการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Collaboration) อีกทั้งกิจกรรมต่าง ๆ ที่ได้ลงทำทำให้มีความคงทนของข้อมูลและความรู้มากกว่าการจำไปสอบและมีความพึงพอใจในการเรียนเป็นอย่างมากเนื่องจากมีความสนุกสนานและเป็นการเรียนวิทยาศาสตร์ที่ผ่อนคลายสำหรับโปรแกรมศิลปะ-เทคโนโลยีในภาพรวมของผู้ให้สัมภาษณ์มองว่าการเรียนรู้แบบร่วมมือเป็นประโยชน์เพราะทำให้สามารถเรียนรู้ความคิดของผู้อื่นเป็นโอกาสในการเตรียมตัวและฝึกหัดในการทำงานที่ตนเองสนใจในอนาคตและการได้ทำงานศิลปะทำให้มีความคิดที่กว้างขึ้นและได้ลองใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ใหม่ ๆ ที่ไม่เคยลองมาก่อน

Cox (2016) ได้ทำการศึกษาการใช้คณิตศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาใน วิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องพันธุศาสตร์ โดยเปรียบเทียบการจัดการเรียนการสอนแบบปกติ และการจัดการเรียนการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษา พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ เนื่องมาจากนักเรียนคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ช่วยให้ นักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้ดียิ่งขึ้น อีกทั้งยังเป็นการผสานความรู้จากหลายวิชาทำให้นักเรียนได้มีกระบวนการคิด และเข้าใจปัญหาได้มากยิ่งขึ้น

Yakman (2008) STEAM Education : an overview of creating a model of integrative education. เป็นการคิดค้นการเพิ่มตัว A (Arts) เข้าไปในการสอนแบบ STEM ซึ่งกลายมาเป็น STEAM มีออกแบบการเรียนรู้ที่หลากหลาย ซึ่งใช้ปัญหาเป็นฐานเน้นการบูรณาการโดยนำเสนอกรอบแนวคิดเป็นแบบปิรามิด แบ่งระดับของการเรียนรู้ออกเป็น 5 ขั้น และนำไปใช้กับนักเรียนในโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นและตอนปลาย นักเรียนมีความสนใจที่จะค้นหา ฝึกทักษะต่าง ๆ และเข้าใจการทำงานเป็นทีม สอนให้นักเรียนรู้จักการคิดอย่างสร้างสรรค์ ซึ่งเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้ความคิดสร้างสรรค์ในการแก้ปัญหา

SoonBeom Kwon (2011) ผลของการเรียนแบบร่วมมือกันของสตีม และความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา เพื่อพัฒนาการคิดสร้างสรรค์ในนักเรียนระดับ ประถมศึกษา โดยใช้การบูรณาการวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และศิลปะ ซึ่ง ศิลปะมีผลต่อการพัฒนาให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ เข้ามามีส่วนร่วมในการพัฒนานักเรียนให้เกิดการคิดอย่างสรรค์ (Yilip Kim, 2012) งานวิจัยเรื่อง The Effect of STEAM Education on Eleme notary School Student’s Creativity Improvement เป็นการศึกษาผล STEAM ของการศึกษาความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนระดับประถมศึกษาเกี่ยวกับการประดิษฐ์ในด้านการเพาะปลูก โดยใช้

นวัตกรรมและการประดิษฐ์ โดยใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ มาศึกษา และสร้างผลงานในด้านการเกษตร มีผลให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์

Maurina L. (2019) ได้ทำการศึกษา การคิดอย่างมีประสิทธิผลในการสนทนาการออกแบบของนักเรียนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมต้นในความท้าทายทางวิศวกรรมตามการออกแบบ จากการสร้างทฤษฎีการคิดอย่างมีประสิทธิผล เราจึงวิเคราะห์การสนทนาเกี่ยวกับการออกแบบของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผ่านคำถามการวิจัยต่อไปนี้ : นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ใช้โหมดการคิดที่แตกต่างกันอย่างไรเมื่อแก้ปัญหาความท้าทายตามการออกแบบในหน่วยวิทยาศาสตร์ ด้วยแนวทางกรณีศึกษาเชิงคุณภาพและเชิงพรรณนา เพื่อการคิดที่มีประสิทธิผล ผลลัพธ์ของเราบ่งชี้ว่านักเรียนใช้รูปแบบการคิดที่หลากหลาย มีส่วนร่วมในการสนทนาเกี่ยวกับการออกแบบในหน่วยการออกแบบตามหลักวิทยาศาสตร์ ในขณะที่นักเรียนวางแผนการออกแบบเบื้องต้น พวกเขาใช้หน่วยความจำทางปัญญา การคิดที่แตกต่างและการคิดเชิงประเมิน ไม่น่าแปลกใจเลยที่นักเรียนจำเป็นต้องจำข้อเท็จจริงทางวิทยาศาสตร์และตั้งสมมติฐานเมื่อเริ่มตัดสินใจในการออกแบบเมื่อนักศึกษาตัดสินใจในการออกแบบขั้นสุดท้ายและสื่อสารการออกแบบนี้ให้กับลูกค้า พวกเขาจึงใช้โหมดการคิดขั้นสูงมากขึ้น เนื่องจากพวกเขาประเมินและให้เหตุผลในการตัดสินใจออกแบบของพวกเขา การค้นพบนี้ให้ข้อมูลเชิงลึกเกี่ยวกับกลยุทธ์การสอนที่มีประสิทธิภาพสำหรับความสามารถในการผลิตและประสิทธิภาพเชิงแนวคิดที่สูงขึ้น

Murtianto (2019) ได้สำรวจประสิทธิภาพทางความคิดในการแก้ปัญหาเชิงพีชคณิตของนักเรียน เพื่อสำรวจประสิทธิภาพทางความคิดในการแก้ปัญหาเชิงพีชคณิต โดยงานวิจัยนี้ใช้จำนวน 4 รายวิชา เพื่อวัดประสิทธิภาพทางการคิดที่แตกต่างกัน ในส่วนแรกของแบบสอบถามจะเป็นคำถามเกี่ยวกับการกำกับตนเองในการเรียน ในส่วนที่ถัดมาใช้ในการทดสอบ และสัมภาษณ์ผู้ตอบแบบสอบถาม โดยวัดผลจากกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนที่มีวินัยในการกำกับตนเองในการเรียน การคิดเชิงวิเคราะห์ หรือการมีวิจารณญาณในการคิด และการมีความคิดเชิงสร้างสรรค์ โดยนักเรียนที่มีประสิทธิภาพทางความคิดจะมีลักษณะดังนี้ นักเรียนจะต้องระบุลักษณะของปัญหาที่พบได้ สามารถเขียนสิ่งที่พบให้ชัดเจนได้ และสามารถอธิบายในสิ่งที่ทราบอยู่แล้วรวมถึงอธิบายคำถามในเชิงลึกได้ มีความถูกต้องในการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ มีทักษะการคำนวณและเช็คความถูกต้องได้ นักเรียนเหล่านี้จะมีแนวความคิดที่เกิดขึ้นอย่างมากมาย และมีวิธีการจัดการปัญหาที่เกิดขึ้นหลากหลายวิธีเพื่อให้ได้มากซึ่งคำตอบที่มีรายละเอียด ความซับซ้อน รวมทั้งความชัดเจน ตามมาด้วยการได้ข้อสรุปที่ถูกต้อง

จากการศึกษางานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศจะเห็นได้ว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education เป็นการส่งเสริมนักเรียนด้านความคิดสร้างสรรค์สร้างนวัตกรรมใหม่ ๆ โดยใช้ความรู้ในด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม ศิลปะ นำมาบูรณาการ

สร้างสรรค์เป็นผลงาน และพบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ โดยใช้แนวคิด STEAM Education นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ที่ดีขึ้น มีการแก้ปัญหาได้ระดับที่เพิ่มขึ้น เพราะนักเรียนได้ฝึกแก้ปัญหา ฝึกการปฏิบัติ เป็นการเรียนรู้ที่มีความหมาย และคิดอย่างสร้างสรรค์ ซึ่งได้มาทั้ง นวัตกรรมหรือผลผลิตใหม่ ๆ นักเรียนมีความสนุกกับการเรียนและสามารถนำความรู้ที่ได้ไปปรับใช้ในชีวิตจริงและการทำงานในอนาคตได้

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยที่มุ่งเน้นศึกษาการคิดเชิงผลิตภาพทางการเรียนและพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสตีมศึกษา โดยมีขั้นตอนและวิธีการดำเนินงานดังรายละเอียดในหัวข้อดังนี้

1. กลุ่มเป้าหมาย
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือ
4. การเก็บข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล
6. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

กลุ่มเป้าหมาย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนบรบือ อำเภอบรบือ จังหวัดมหาสารคาม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 26 (มหาสารคาม) จำนวน 3 ห้องเรียน โดยเลือกกลุ่มเป้าหมายในการทำการวิจัยในครั้งนี้คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 36 คน เลือกแบบเจาะจง โดยประเมินจากแบบบันทึกหลังการสอน และการสัมภาษณ์ครูพี่เลี้ยงซึ่งพบว่าผลการประเมินมีระดับต่ำ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1.1 แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสตีมศึกษาเรื่อง โมเมนตัมและการชน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 8 แผนการเรียนรู้ รวมเวลาสอน 12 ชั่วโมง

1.2 แบบวัดการคิดเชิงผลิตภาพ แบบอัตนัย มีลักษณะข้อสอบเชิงสถานการณ์ 8 ข้อ

1.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน แบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือ

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างและหาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยโดยมีขั้นตอนดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสตีมศึกษา จำนวน 8 แผน รวมทั้งสิ้น 12 ชั่วโมงมีขั้นตอนดังนี้

1.1 ศึกษาทฤษฎีเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรการศึกษาแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

1.2 ศึกษาเนื้อหาบทเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 วิเคราะห์ มาตรฐานการเรียนรู้ตัวชี้วัดและสาระสำคัญของหน่วยการเรียนรู้เพื่อแบ่งเนื้อหาและนำเนื้อหามาออกแบบกิจกรรมภายในชั้นเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสตีมศึกษา ให้มีความสอดคล้องกับตัวชี้วัดและเหมาะสมกับเวลาที่ใช้ดำเนินการสอนดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมวิชาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและชน

แผนที่	**ผลการเรียนรู้**	**สาระการเรียนรู้**	**สาระสำคัญ**	**จุดประสงค์การเรียนรู้**	**เวลา (ชม.)**
1	อธิบายและคำนวณโมเมนตัมของวัตถุ และการดลจากสมการและพื้นที่ใต้กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงลัพธ์กับเวลา รวมทั้งอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงดลกับโมเมนตัม	โมเมนตัม	ปริมาณที่แสดงการเคลื่อนที่ของวัตถุที่มีมวลต่อกันโดยมีโมเมนตัมเป็นปริมาณเวกเตอร์มีค่าเท่ากับผลคูณระหว่างมวลและความเร็วของวัตถุถ้าวัตถุมีมวลขนาดเท่ากัน แต่เคลื่อนที่ด้วยความเร็วต่างกันโมเมนตัมของวัตถุก็จะต่างกัน เช่นเดียวกับวัตถุที่เคลื่อนที่ด้วยความเร็วเท่ากัน แต่มีมวลของวัตถุต่างกันโมเมนตัมก็จะต่างกันด้วย	1.นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของโมเมนตัมได้ 2. นักเรียนสามารถคำนวณหาโมเมนตัมได้ 3.นักเรียนรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย	2

ตารางที่ 8 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมวิชาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและชน (ต่อ)

แผนที่	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชม.)
2	อธิบายกราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงลัพธ์กับเวลาและคำนวณแรงลัพธ์ที่กระทำให้เกิดการเปลี่ยนโมเมนตัมได้ อธิบายโมเมนตัมของวัตถุและคำนวณโมเมวัตถุและคำนวณโมเมนตัมของวัตถุจากสมการได้	แรงและการเปลี่ยนโมเมนตัม	แรงที่กระทำต่อวัตถุมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัมโดยแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุใด ๆ จะมีค่าเท่ากับอัตราการเปลี่ยนโมเมนตัมของวัตถุนั้นเช่นในกรณีการออกแรงรับลูกฟุตบอลของผู้รักษาประตูฟุตบอลซึ่งเคลื่อนที่มาด้วยความเร็วที่แตกต่างกันหากผู้รักษาประตูต้องการหยุดลูกฟุตบอลให้หยุดนิ่งนั้นจะพบว่าการออกแรงรับลูกฟุตบอลในแต่ละครั้งจะต้องออกแรงรับต่างกัน	1.นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของแรงและการเปลี่ยนโมเมนตัมได้ 2. นักเรียนสามารถคำนวณหาแรงและการเปลี่ยนโมเมนตัมได้ 3.นักเรียนรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย	1
3	อธิบายและคำนวณโมมนตัม	การดล	แรงดล (impulsive force) คือ แรงที่กระทำต่อวัตถุใน	1.นักเรียนสามารถอธิบาย	2

ตารางที่ 8 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมวิชาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและชน (ต่อ)

แผนที่	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชม.)
	และแรงดลของวัตถุจากสมการได้		ช่วงเวลาสั้น ๆ การดล impulse) คือ โมเมนตัมที่เปลี่ยนแปลงไป และเป็นปริมาณเวกเตอร์ที่มีทิศทางเดียวกับแรงลัพธ์	ความหมายของการดลได้ 2.นักเรียนสามารถออกแบบชิ้นงานให้สอดคล้องกับหลักการดลได้ 3.นักเรียนสามารถคำนณหาแรงดลของวัตถุได้ 4.นักเรียนสามารประดิษฐ์ชิ้นงานได้ตรงตามเวลาที่กำหนด	
4	อธิบายและคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการชนกันของวัตถุในหนึ่งมิติทั้ง	การอนุรักษ์โมเมนตัม	กฎการอนุรักษ์โมเมนตัม คือ ผลรวมของโมเมนตัมก่อนชนของระบบเท่ากับโมเมนตัมหลังการชนของระบบการชนใน	1.นักเรียนสามารถอธิบายกฎการอนุรักษ์โมเมนตัมได้	1

ตารางที่ 8 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมวิชาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและชน (ต่อ)

แผนที่	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชม.)
	แบบยืดหยุ่นและไม่ยืดหยุ่น		สองมิติ คือ การชนกันของวัตถุที่มีแนวการเคลื่อนที่ของวัตถุก่อนและหลังชนทำมุมต่อกัน	2.นักเรียนสามารถคำนวณหาโมเมนตัมในระบบได้ 3.นักเรียนมีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย	
1	อธิบายและคำนวณการชนกันในหนึ่งมิติเป็นไปตามกฎอนุรักษ์โมเมนตัม	การชนของวัตถุใน 1 มิติ (ทดลองตอนที่ 1)	การชนในหนึ่งมิติ คือ การชนกันของวัตถุที่มีแนวเคลื่อนที่ของวัตถุทั้งก่อนชนและหลังชนอยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกัน	1.นักเรียนสามารถอธิบายโมเมนตัมและพลังงานจลน์จากการชนแบบยืดหยุ่นได้ 2.นักเรียนสามารถทดลองโมเมนตัมและพลังงานจลน์จากการชนแบบยืดหยุ่นได้ 3.นักเรียนมีความรับผิดชอบต่อ	1

ตารางที่ 8 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมวิชาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและชน (ต่อ)

แผนที่	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชม.)
				งานที่ได้รับมอบหมาย	
2	อธิบายและคำนวณการชนกันในหนึ่งมิติเป็นไปตามกฎอนุรักษ์โมเมนตัม	การชนของวัตถุใน 1 มิติ (ทดลองตอนที่ 2)	การชนในหนึ่งมิติ คือ การชนกันของวัตถุที่มีแนวเคลื่อนที่ของวัตถุทั้งก่อนชนและหลังชนอยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกัน	1.นักเรียนสามารถอธิบายผลรวมของโมเมนตัมและพลังงานจลน์จากการชนแบบไม่ยืดหยุ่นได้ 2.นักเรียนสามารถทดลองผลรวมของโมเมนตัมและพลังงานจลน์จากการชนแบบไม่ยืดหยุ่นได้ 3.นักเรียนมีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย	2
3	อธิบายและคำนวณการชนกันในหนึ่งมิติเป็นไปตามกฎอนุรักษ์โมเมนตัม	การชนของวัตถุใน 1 มิติ	การชนในหนึ่งมิติ คือ การชนกันของวัตถุที่มีแนวเคลื่อนที่ของวัตถุทั้งก่อนชนและหลังชนอยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกัน	1.นักเรียนสามารถอธิบายลักษณะการชนกันของวัตถุได้ 2.นักเรียสามารถคำนวณหาค่าปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับ	1

ตารางที่ 8 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมวิชาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและชน (ต่อ)

แผนที่	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชม.)
				การดีดตัวแยกออกจากกันของวัตถุได้ 3.นักเรียนสามารถออกแบบชิ้นงานให้สอดคล้องกับหลักการชนในหนึ่งมิติได้	
4	อธิบายและคำนวณการดีดตัวแยกจากกันในหนึ่งมิติซึ่งเป็นไปตามกฎการอนุรักษ์โมเมตัม	การดีดตัวแยกจากกันของวัตถุในหนึ่งมิติ	การระเบิดหรือการดีดตัว คือ การที่วัตถุหรือระบบวัตถุแยกออกจากกัน มวลของวัตถุจะคงที่โมเมนตัมมีค่าคงตัวแต่พลังงานจลน์ของระบบไม่คงตัวซึ่งเป็นไปตามกฎการอนรักษ์โมเมนตัม	1.นักเรียนสามารถอธิบายลักษณะดีดตัวแยกออจากกันของวัตถุได้ 2.นักเรียนสามารถคำนวณหาค่าปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องเกิดการดีดตัวแยกออกจากกันของวัตถุได้ 3.นักเรียนประดิษฐ์ชิ้นงานได้ตรงตามเวลา	2

ตารางที่ 8 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมวิชาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและชน (ต่อ)

แผนที่	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชม.)
รวม					12

1.3 ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสตีมศึกษา

1.4 ดำเนินการเขียนแผนการเรียนรู้ตามแนวทางสตีมศึกษาในเนื้อหาของ เรื่อง โมเมนตัมและการชน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยให้มีความสอดคล้องกับสาระการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ และระยะเวลา

1.5 นำแผนการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสมของเนื้อหา สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ เวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรม สื่อการเรียนรู้ รวมทั้งการวัดและประเมินผล แล้วนำแผนจัดการเรียนรู้มาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

1.6 นำแผนการเรียนรู้ที่ผ่านการตรวจสอบและปรับปรุงตามคำแนะนำจากอาจารย์ที่ปรึกษาพร้อมแบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ดังนี้

1.) ผศ.ดร.วราพร เอราวรรณ์ วุฒิการศึกษา ค.ด (การวัดผลและประเมินผลการวิจัย) ตำแหน่ง อาจารย์ประจำวิชาภาควิจัยและพัฒนาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล

2.) ผศ.ดร.วิทยา วรพันธุ์ วุฒิการศึกษา ปร.ด. (หลักสูตรและการสอน) ตำแหน่ง อาจารย์ประจำภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน

3.) นางปุณฑริกา น้อยนนท์ ตำแหน่งครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนบรบือ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 26 ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและการสอนฟิสิกส์

4.) นางอัจฉรี สุวรรณนาคินทร์ ตำแหน่งครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนบรบือ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 26 ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและการสอนฟิสิกส์

5.) นายสมจิต เมืองนาม วุฒิการศึกษา ค.ม. ตำแหน่งครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนบรบือ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 26 ผู้เชี่ยวชาญด้านวัดและประเมินผล

1.7 นำผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ของผู้เชี่ยวชาญมาหาค่าเฉลี่ยเทียบกับเกณฑ์ ซึ่งเป็นคะแนนที่คำนวณจากแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 อันดับ ตามวิธีของ

1. ลิเคอร์ท (Likert) และ พิจารณาระดับคุณภาพของกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545)

ค่าเฉลี่ย 4.51 – 5.00 หมายถึง มีคุณภาพดีมาก

ค่าเฉลี่ย 3.51 – 4.50 หมายถึง มีคุณภาพดี

ค่าเฉลี่ย 2.51 – 3.50 หมายถึง มีคุณภาพพอใช้

ค่าเฉลี่ย 1.51 – 2.50 หมายถึง มีคุณภาพค่อนข้างต่ำ

ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.50 หมายถึง มีคุณภาพต่ำมากหรือควรปรับปรุง

กำหนดคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญโดยค่าความเหมาะสมมีค่าเฉลี่ย 3.51 – 5.00 เป็นเกณฑ์ตัดสิน และถือเป็นกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ที่สามารถนำไปใช้ได้ พบว่าแผนจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นมีระดับความเหมาะสมจากคะแนนการประเมินเฉลี่ยของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่านแสดงดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 ผลการพิจารณาประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อแผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่	คะแนนเฉลี่ย	ระดับคุณภาพ
1	4.95	ดีมาก
2	4.96	ดีมาก
3	4.96	ดีมาก
4	5.00	ดีมาก
5	4.96	ดีมาก
6	4.98	ดีมาก
7	5.00	ดีมาก
8	5.00	ดีมาก

2. แบบวัดความสามารถในการคิดเชิงผลิตภาพ

แบบวัดความสามารถในการคิดเชิงผลิตภาพ เป็นแบบวัดความสามารถแบบอัตนัยเชิงสถานการณ์ 8 ข้อ โดยจะกำหนดรูปแบบของคำถามที่ใช้ในแต่ละข้อ ให้มีความสอดคล้องกับเนื้อหาที่เรียน ที่ผู้วิจัยต้องการจะวัดและประเมิน ในประเด็นพฤติกรรมความสามารถด้านการแก้ปัญหาแต่ละด้านของนักเรียนได้โดยใช้ทดสอบหลังจากสิ้นสุดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละ

ครั้งเพื่อเป็นการประเมินนักเรียนในด้านความสามารถในการคิดเชิงผลิตภาพ โดยมีขั้นตอนกระบวนการในการสร้างดังนี้

2.1 ศึกษาหลักสูตร สาระการเรียนรู้ คู่มือกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบวัดความสามารถในการคิดเชิงผลิตภาพ

2.2 สร้างนิยามบ่งชี้พฤติกรรมเกี่ยวกับความสามารถในการคิดเชิงผลิตภาพ ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดความคิดผลิตภาพ ดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 ตัวอย่างเกณฑ์การประเมินแบบวัดความคิดเชิงผลิตภาพ

รายการประเมินคุณภาพ	**ระดับคุณภาพ**			
	4 (ดีมาก)	**3 (ดี)**	**2 (พอใช้)**	**1 (ปรับปรุง)**
1. การวางแผน	การวางแผนในการสร้างผลงานเป็นขั้นตอนและนำไปปฏิบัติได้จริง	การวางแผนในการสร้างผลงานเป็นขั้นตอน แต่ต้องให้คำแนะนำเพื่อให้นำไปปฏิบัติได้จริง	ต้องให้คำแนะนำในการวางแผนการสร้างผลงานบ้าง และต้องให้คำแนะนำเพื่อนำไปปฏิบัติได้	ต้องให้คำแนะนำในการวางแผนการสร้างผลงานเป็นส่วนใหญ่และต้องให้คำแนะนำเพื่อให้นำไปปฏิบัติได้จริง
2. การทำงานคล่องแคล่ว	สามารถเลือกใช้วัสดุ อุปกรณ์ ในการสร้างผลงานได้อย่างถูกต้องเหมาะสม โดยสามารถระบุรายละเอียดอุปกรณ์ที่ใช้ รวมทั้งคำนึงถึงความคงทนของชิ้นงานต่อการนำไปใช้ประโยชน์	สามารถเลือกใช้วัสดุ อุปกรณ์ ระบุรายละเอียดอุปกรณ์ที่ใช้ รวมทั้งคำนึงถึงความคงทนของชิ้นงานต่อการนำไปใช้ประโยชน์	ครูต้องแนะนำการเลือกใช้ วัสดุ อุปกรณ์และระบุรายละเอียดอุปกรณ์ที่ใช้	ครูต้องแนะนำการเลือกใช้ วัสดุ อุปกรณ์ทุกครั้งและระบุรายละเอียดอุปกรณ์ที่ใช้

ตารางที่ 10 ตัวอย่างเกณฑ์การประเมินแบบวัดความคิดเชิงผลิตภาพ (ต่อ)

รายการประเมินคุณภาพ	ระดับคุณภาพ			
	4 (ดีมาก)	3 (ดี)	2 (พอใช้)	1 (ปรับปรุง)
3. คุณภาพผลงานของนักเรียน	สร้างผลงานที่ตรงตามวัตถุประสงค์ ผลงานมีความแปลกใหม่ในทางบวก ใช้ประโยชน์ได้จริง และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ เพื่อต่อตนเองและสังคมได้	สร้างผลงานที่ตรงตามวัตถุประสงค์ ผลงานมีลักษณะที่แตกต่างจากสิ่งของที่มีอยู่บ้าง ใช้ประโยชน์ได้จริงและสามารถประยุกต์ใช้ เพื่อประโยชน์ต่อตนเองและสังคมได้	สร้างผลงานที่ตรงตามวัตถุประสงค์โดยต้องให้คำแนะนำ ผลงานมีลักษณะที่แตกต่างจากสิ่งของที่มีอยู่บ้าง ใช้ประโยชน์ได้จริงและสามารถนำไปประยุกต์ใช้เพื่อ ประโยชน์ต่อตนเองและสังคมได้	สร้างผลงานที่ตรงตามวัตถุประสงค์โดยต้องให้คำแนะนำ ผลงานมีลักษณะที่ไม่แตกต่างจากสิ่งของที่มีอยู่ ใช้ประโยชน์ได้จริงและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ เพื่อประโยชน์ต่อตนเองและสังคมได้

(ที่มา: ปราณี พงษ์สุพรรณ.2561)

2.3 นำแบบวัดที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสม ในแบบวัดความสามารถในการคิดเชิงผลิตภาพ เพื่อพิจารณาความเหมาะสมและตรวจสอบความถูกต้อง ซึ่งแก้ไขในส่วนประโยคของสถานการณ์ คำสั่งในใบกิจกรรม อุปกรณ์การทดลอง และปรับปรุงสถานการณ์ปัญหาให้สอดคล้องกับเนื้อหามากขึ้น

2.4 นำแบบวัดที่ผ่านการตรวจสอบและปรับปรุงแล้ว เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบและจุดประสงค์การเรียนรู้ ซึ่งประกอบไปด้วยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน (ชุดเดิม)

2.5 นำแบบวัดไปหาค่าความสอดคล้องหรือดัชนีของความสอดคล้องกันระหว่างข้อคำถามแต่ละข้อกับจุดประสงค์ (Index of Item – Objective Congruence หรือ IOC) จากการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ (บุญชม ศรีสะอาด, 2553) ซึ่งใช้เกณฑ์ดังนี้

ให้คะแนน +1 เมื่อ แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้ตรงกับจุดประสงค์

ให้คะแนน 0 เมื่อ ไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้ตรงกับจุดประสงค์

ให้คะแนน -1 เมื่อ แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้ไม่ตรงกับจุดประสงค์

2.6 นำข้อมูลการหาค่าความสอดคล้อง หรือค่า IOC มาวิเคราะห์โดยเลือกแบบทดสอบข้อที่ผ่านเกณฑ์ 0.5 – 1.00 ให้เป็นข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ความเที่ยงตรงตามความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่วัด ผลปรากฏว่าค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามของแบบวัดความสามารถในการคิดเชิงผลิตภาพทุกฉบับมีค่า 1.00 สามารถนำไปใช้ได้

2.7 นำแบบวัดความสามารถในการคิดเชิงผลิตภาพที่ได้แก้ไขแล้วไปทดลองใช้ (Try-Out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/3 จำนวน 35 คน ซึ่งไม่ใช่นักเรียนกลุ่มตัวอย่าง เพื่อนำมาหาคุณภาพของข้อสอบ

2.8 นำผลทดสอบของนักเรียนที่ได้จากการทดลองใช้ (Try-Out) มาวิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบโดยใช้วิธีของ วิทนีย์ และซาเบอร์ส แล้วคัดข้อสอบเฉพาะข้อที่มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.2 - 1.00 และค่าความยาก ตั้งแต่ 0.20 - 0.80 ผลปรากฏว่าแบบทดสอบมีค่าอำนาจจำแนกอยู่ในช่วง 0.48 - 0.56 และค่าความยากอยู่ในช่วง 0.47 - 0.60

2.9 นำข้อสอบที่คัดเลือกไว้ มาหาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดความสามารถที่ได้สร้างขึ้นทั้ง โดยวิธีของครอนบาค (Cronbach) ในรูปสัมประสิทธิ์แอลฟา (α-Coefficient) (ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน, 2561) ผลปรากฏว่าค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบวัดความสามารถในการคิดเชิงผลิตภาพมีค่าเท่ากับ 0.71

2.10 ดำเนินการปรับปรุงแก้ไขข้อสอบตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญในเรื่องความเหมาะสมของคำถาม ความเหมาะสมของตัวเลือก และความเหมาะสมของเนื้อหา จากนั้นทำการจัดพิมพ์ข้อสอบที่สมบูรณ์เพื่อนำไปใช้กับนักเรียนกลุ่มเป้าหมายเพื่อเก็บข้อมูลต่อไป

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน

3.1 ศึกษา หลักการ เอกสารการวัดและประเมินผล กำหนดจุดมุ่งหมายของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.2 ศึกษาผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีตามหลักสูตรแกนกลางของโรงเรียนบรบือ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ วิชาฟิสิกส์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

3.3 สร้างตารางวิเคราะห์เนื้อหา ผลการเรียนรู้ และพฤติกรรมการเรียนรู้เพื่อเป็นข้อมูลในการสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและกำหนดจำนวนข้อสอบ ดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11 จำนวนข้อสอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ต้องการให้สอดคล้องกับเนื้อหาและจุดประสงค์เรียนรู้ในการสอน

เนื้อหา	จุดประสงค์	จำนวนข้อสอบ	
		ที่ออก	ที่ใช้จริง
1.โมเมนตัม	1. นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของโมเมนตัมได้ 2. นักเรียนสามารถคำนวณหาโมเมนตัมได้	10	5
2. แรงและการเปลี่ยนโมเมนตัม	1. นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของแรงและการเปลี่ยนโมเมนตัมได้ 2. นักเรียนสามารถคำนวณหาแรงที่เกิดจากการเปลี่ยนโมเมนตัมได้	10	5
3. การดล	1. นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของแรงดลและการดลได้ 2. นักเรียนสามารถคำนวณการดลและพื้นที่ใต้กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงลัพธ์กับเวลาได้	10	5
4. การอนุรักษ์โมเมนตัม	1. นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของกฎการอนุรักษ์โมเมนตัมได้ 2. นักเรียนสามารถคำนวณหาโมเมนตัมในระบบได้	8	5
5.การชนของวัตถุในหนึ่งมิติ	1. นักเรียนสามารถอธิบายลักษณะการชนกันของวัตถุได้ 2.นักเรียนสามารถคำนวณหาค่าปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องเกิดการชนกันได้	10	5
6.การดีดตัวแยกจากกันของวัตถุในหนึ่งมิติ	1. นักเรียนสามารถอธิบายลักษณะดีดตัวแยกออกจากกันของวัตถุได้ 2.นักเรียนสามารถคำนวณหาค่าปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องเกิดการดีดตัวแยกออกจากกันของวัตถุได้	10	5
รวม		58	30

3.4 จัดทำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โมเมนตัมและการชน แบบทดสอบที่เป็นแบบ ปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ใช้จริง 15 ข้อ

3.5 นำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ตรวจสอบความถูกต้อง ครบถ้วนของเนื้อหา การใช้ภาษา และสอดคล้องกับผลการเรียนรู้รวมทั้งความเหมาะสมของคำถามเกี่ยวกับประเด็นที่กำลังศึกษา

3.6 นำแบบทดสอบที่ผ่านการตรวจสอบและปรับปรุงแล้ว เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบและจุดประสงค์การเรียนรู้ ซึ่งประกอบไปด้วยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน (ชุดเดิม)

3.5 นำแบบทดสอบไปหาค่าความสอดคล้องหรือดัชนีของความสอดคล้องกันระหว่างข้อคำถามแต่ละข้อกับจุดประสงค์ (Index of Item – Objective Congruence หรือ IOC) จากการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ (บุญชม ศรีสะอาด, 2553) ซึ่งใช้เกณฑ์ดังนี้

ให้คะแนน +1 เมื่อ แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้ตรงกับจุดประสงค์

ให้คะแนน 0 เมื่อ ไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้ตรงกับจุดประสงค์

ให้คะแนน -1 เมื่อ แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้ไม่ตรงกับจุดประสงค์

3.6 นำข้อมูลการหาค่าความสอดคล้อง หรือค่า IOC มาวิเคราะห์โดยเลือกแบบทดสอบข้อที่ผ่านเกณฑ์ 0.5 – 1.00 ให้เป็นข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ความเที่ยงตรงตามความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับจุดประสงค์ของพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย อยู่ระหว่าง 0.6 - 1.00 สามารถนำไปใช้ได้

3.7 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่ได้แก้ไขแล้วไปทดลองใช้ (Try-Out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/3 จำนวน 35 คน ซึ่งไม่ใช่นักเรียนกลุ่มตัวอย่าง เพื่อนำมาหาคุณภาพของข้อสอบ

3.8 นำผลการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมาหาคุณภาพของแบบทดสอบโดยหาค่าความยาก (P) และค่าอำนาจจำแนก (B-index) เป็นรายข้อ เพื่อคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากตั้งแต่ 0.20 - 0.80 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 - 1.00 ไว้ใช้ โดยใช้วิธีของเบรนแนน (Brennan) คำนวณได้จากสูตร ดังนี้ (ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน, 2561) ผลปรากฏว่าแบบทดสอบ มีค่าความยาก อยู่ในช่วง 0.37 – 0.83 และอำนาจจำแนก อยู่ในช่วง 0.23 - 0.57

3.9 นำข้อสอบที่คัดเลือกไว้ จำนวน 15 ข้อ มาหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบโดยใช้วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟา (α-Coefficient) โดยใช้สูตร Binomial ของโลเวทท์ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2539) ผลปรากฏว่า ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ มีค่าเท่ากับ 0.78

3.10 ดำเนินการปรับปรุงแก้ไขข้อสอบตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญในเรื่องความ

เหมาะสมของคำถาม ความเหมาะสมของตัวเลือก และความเหมาะสมของเนื้อหา จากนั้นทำการจัดพิมพ์ข้อสอบที่สมบูรณ์เพื่อนำไปใช้กับนักเรียนกลุ่มเป้าหมายเพื่อเก็บข้อมูลต่อไป

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้แบ่งการดำเนินการเก็บข้อมูลออกเป็น 2 ระยะ ดังนี้

1. การสอนระยะที่ 1 ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสตีมศึกษา ดังนี้

แผนการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง โมเมนตัม

แผนการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง แรงและการเปลี่ยนโมเมนตัม

แผนการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การดลและแรงดล

แผนการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง การดลและแรงดลตอนที่ 2

โดยระหว่างการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้สังเกตพฤติกรรมของนักเรียนโดยใช้การบันทึกหลังการสอน เมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้ในการสอนระยะที่ 1 จากนั้น ผู้วิจัยได้เก็บข้อมูลโดยใช้แบบวัดความสามารถในการคิดเชิงผลิตภาพที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นข้อสอบอัตนัย รูปแบบสถานการณ์ จำนวน 4 ข้อ แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 15 ข้อ และบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้เมื่อสิ้นสุดการสอน ผู้วิจัยจึงนำข้อมูลที่ได้จากการเก็บข้อมูล การบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ และแบบวัดความสามารถในการคิดเชิงผลิตภาพ จากนั้นสรุปข้อมูลที่ได้นำไปปรับปรุงแก้ไขและพัฒนาเพื่อใช้ในการสอนครั้งถัดไป

2. การสอนระยะที่ 2 ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสตีมศึกษา ดังนี้

แผนการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง กฎการอนุรักษ์โมเมนตัม

แผนการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง การชนของวัตถุในหนึ่งมิติ(การชนแบบยืดหยุ่น)

แผนการเรียนรู้ที่ 7 เรื่อง การชนของวัตถุในหนึ่งมิติ (การชนแบบไม่ยืดหยุ่น)

แผนการเรียนรู้ที่ 8 เรื่อง การชนและการดีดตัวแยกจากกัน

โดยระหว่างการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้สังเกตพฤติกรรมของนักเรียนโดยใช้การบันทึกหลังการสอน เมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้ในการสอนระยะที่ 1 จากนั้น ผู้วิจัยได้เก็บข้อมูลโดยใช้แบบวัดความสามารถในการคิดเชิงผลิตภาพที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นข้อสอบอัตนัย รูปแบบสถานการณ์ จำนวน 4 ข้อ แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 15 ข้อ และบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้เมื่อสิ้นสุดการ

สอน ผู้วิจัยจึงนำข้อมูลที่ได้จากการเก็บข้อมูล การบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ และแบบวัดความสามารถในการคิดเชิงผลิตภาพ จากนั้นสรุปข้อมูลที่ได้นำไปปรับปรุงแก้ไขและพัฒนาเพื่อใช้ในการสอนครั้งถัดไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งออกเป็น 2 ส่วนดังนี้

1. การคิดเชิงผลิตภาพ การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ โดยวิเคราะห์ข้อมูลโดยสถิติได้ แก่ ค่าเฉลี่ย ร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าความยากง่าย อำนาจจำแนก และความเชื่อมั่นของข้อสอบ

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โมเมนตัมและการชน การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณเป็นการนำข้อมูลที่เก็บรวบรวมข้อมูลจากโดยวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติพื้นฐานในการวิเคราะห์ข้อมูล

1 แผนการจัดการเรียนรู้

ค่าเฉลี่ย (Mean) โดยใช้สูตร (บุญชม ศรีสะอาด, 2553)

$$\bar{X} = \frac{\sum R}{n}$$

เมื่อ $\bar{X}$ แทน ค่าเฉลี่ย

$\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมดในกลุ่ม

n แทน จำนวนคนในกลุ่ม

2. แบบวัดความสามารถในการคิดเชิงผลิตภาพ

หาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Validity) โดยใช้วิธีหาดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Obective Congruence) โดยใช้สูตร ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2553)

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้อง

R แทน ผลรวมความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

การหาอำนาจจำแนก (Discrimination Index) ของแบบวัดความสามารถในการคิดเชิงผลิตภาพ โดยหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อย่างง่ายระหว่างคะแนนรายข้อกับคะแนนรวม (Item Total Correlation) โดยใช้สูตร Ferguson (Ferguson, 1981) ดังนี้

$$r = \frac{n\sum xy - \sum x \sum y}{\sqrt{\left[n\sum x^2 - \left(\sum x\right)^2\right]\left[n\sum y^2 - \left(\sum y\right)^2\right]}}$$

เมื่อ r แทน ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนรายข้อกับคะแนนรวม

n แทน จำนวนคน

$\sum x$ แทน ผลรวมของคะแนนรายข้อ

$\sum y$ แทน ผลรวมของคะแนนรวมทุกข้อ

$\sum xy$ แทน ผลรวมของผลคูณระหว่างคะแนนรายข้อกับคะแนนรวมทุกข้อของทุกคน

$\sum x^2$ แทน ผลรวมของคะแนนรายข้อแต่ละตัวยกกำลังสอง

$\sum y^2$ แทน ผลรวมของคะแนนรวมทุกข้อแต่ละตัวยกกำลังสอง

การวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบวัด โดยวิธีของครอนบาค (Cronbach) ในรูปสัมประสิทธิ์แอลฟา (α-Coefficient) (ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน, 2561)

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

เมื่อ α แทน ความเชื่อมั่นแบบสัมประสิทธิ์แอลฟา

S_i^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนแต่ละข้อ

S_t^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนรวม

k แทน จำนวนข้อสอบในแบบทดสอบ

3. แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

หาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Validity) โดยใช้วิธีหาดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Obective Congruence) โดยใช้สูตร ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2553)

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้อง

R แทน ผลรวมความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

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

เมื่อ P แทน ค่าความยากของข้อสอบ

R แทน จำนวนคนตอบถูก

N แทน จำนวนคนทั้งหมด

การหาค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้วิธีของเบรนแนน (Brennan) คำนวณได้จากสูตร ดังนี้ (ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน, 2561)

$$B = \frac{U}{n_1} - \frac{L}{n_2}$$

เมื่อ B แทน ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ

U แทน จำนวนคนรอบรู้ (หรือสอบผ่านเกณฑ์) ตอบถูก

L แทน จำนวนคนไม่รอบรู้ (หรือสอบไม่ผ่านเกณฑ์) ตอบถูก

n_1 แทน จำนวนคนรอบรู้ (หรือสอบผ่านเกณฑ์)

n_2 แทน จำนวนคนไม่รอบรู้ (หรือสอบไม่ผ่านเกณฑ์)

การหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบของเกณฑ์ โดยใช้สูตร Binomial ของโลเวทท์ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2539)

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

เมื่อ r_{cc} แทน ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิงเกณฑ์

X_i แทน คะแนนสอบของนักเรียนแต่ละคน

k แทน จำนวนข้อสอบทั้งฉบับ

c แทน คะแนนเกณฑ์หรือจุดตัดของแบบทดสอบ

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาความสามารถในการคิดเชิงผลิตภาพของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสตีมศึกษา โดยมีกลุ่มเป้าหมายจำนวน 36 คน มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาความสามารถในการคิดเชิงผลิตภาพและพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสตีมศึกษา ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนบรบือ จังหวัดมหาสารคาม ผู้วิจัยมีการนำเสนอผลการดำเนินการวิจัยตามการสอนระยะที่ 1 และระยะที่ 2 ตามลำดับดังนี้

ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการคิดเชิงผลิตภาพและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในการสอนแต่ละครั้ง

1. ผลการดำเนินการสอนระยะที่ 1
2. ผลการดำเนินการสอนระยะที่ 2

ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการคิดเชิงผลิตภาพของการสอนทั้ง 2 ระยะ

งานวิจัยนี้ศึกษาความสามารถในการคิดเชิงผลิตภาพของนักเรียนให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ได้โดยการสอนระยะที่ 2 นักเรียนจะมีพัฒนาการที่เพิ่มขึ้นจากการสอนระยะแรก ซึ่งมีผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

ตอนที่ 1 ความสามารถในการคิดเชิงผลิตภาพ

การสอนระยะที่ 1

1. ผู้วิจัยได้วางแผนที่จะศึกษาความคิดเชิงผลิตภาพของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มเป้าหมายจำนวน 36 คน โดยดำเนินการดังนี้

1.1 วิเคราะห์ข้อมูลการคิดเชิงผลิตภาพของนักเรียนจากการสังเกตการณ์สอน การทำกิจกรรมในห้องเรียน บันทึกหลังการสอน และจากการสัมภาษณ์ครูพี่เลี้ยง พบว่านักเรียนจำนวน 36 คน ควรปรับปรุงความสามารถในการคิดเชิงผลิตภาพ

1.2 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดเชิงผลิตภาพ การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย และแผนจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสตีมศึกษา

1.3 ดำเนินการสร้างเครื่องมือในการวิจัยเพื่อทำการจัดกิจกรรมและเก็บข้อมูล ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสตีมศึกษา แบบวัดการคิดเชิงผลิตภาพ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2. ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสตีมศึกษา โดยการสอนระยะที่ 1 มีแผนจัดการเรียนรู้ดังนี้

แผนการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง โมเมนตัม

แผนการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง แรงและการเปลี่ยนโมเมนตัม

แผนการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การดลและแรงดล

แผนการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง การดลและแรงดลตอนที่ 2

3. หลังจากจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสตีมศึกษาด้วยแผนจัดการเรียนรู้ที่ 1 - 4 ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลการคิดเชิงผลิตภาพชองนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย ประกอบด้วยรายละเอียด ดังนี้

3.1 ผู้วิจัยนำเอาพฤติกรรมการคิดเชิงผลิตภาพที่ได้จากการ บันทึกหลังการสอนนำมาวิเคราะห์ผู้เรียน ดังนี้

1.จากการใช้แบบบันทึกหลังการสอนพบว่านักเรียนส่วนใหญ่ให้ความสนใจในกิจกรรมการเรียนการสอน เนื่องจากเป็นกิจกรรมที่แปลกใหม่และน่าสนใจ แต่พบว่าในขั้นตอนกำหนดสถานการณ์ของปัญหานักเรียนส่วนใหญ่กำหนดปัญหานั้น ๆ ได้แต่ยังไม่ชัดเจนเท่าที่ควร ครูผู้สอนต้องคอยให้คำแนะนำ ในขั้นตอนของการรวบรวมแนวคิด ทฤษฎี เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาจะใช้เวลามากเพราะนักเรียนต้องสืบค้นข้อมูล วางแผน และเลือกอุปกรณ์ในการแก้ปัญหาให้เหมาะสมกับสถานการณ์นั้น ๆ ในส่วนคุณภาพของผลงานนักเรียน มีความสวยงาม แต่ยังไม่แปลกใหม่และน่าสนใจเพราะโดยส่วนใหญ่นักเรียนจะทำตามต้นแบบที่มีนักเรียนยังไม่ค่อยกล้าใช้ความคิดสร้างสรรค์ของตนเองในการลงมือทำชิ้นงาน

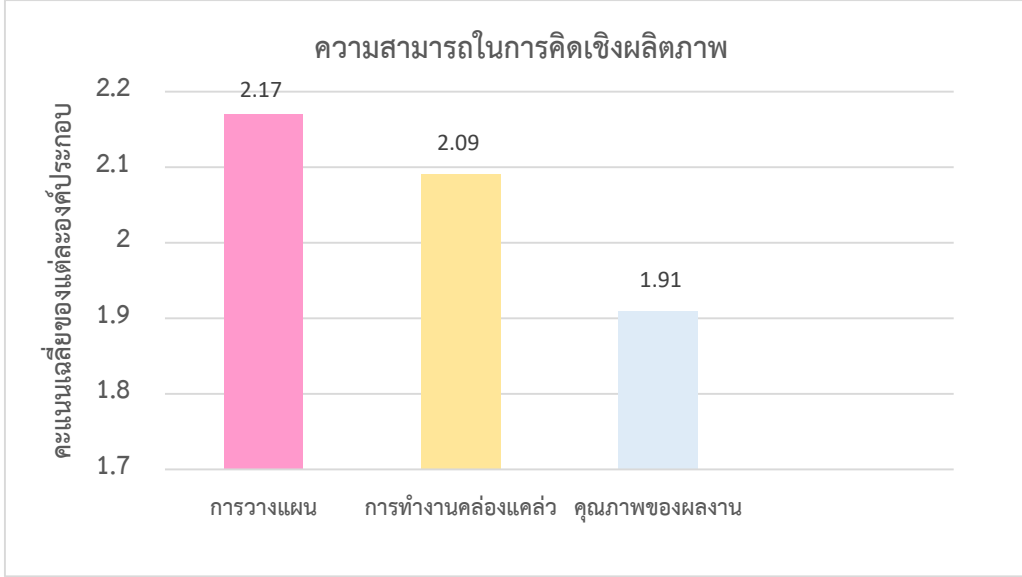
2. จากการใช้แบบวัดความสามารถในการคิดเชิงผลิตภาพที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยอ้างอิงหลักการวัดความสามารถในการคิดเชิงผลิตภาพ มีลักษณะเป็นแบบวัดข้อสอบอัตนัยในรูปแบบของสถานการณ์ จำนวน 4 สถานการณ์ พบว่านักเรียนได้คะแนนความคิดเชิงผลิตภาพเฉลี่ย 6.17 คะแนน จากคะแนนเต็ม 12 คะแนน และมีคะแนนเฉลี่ยทั้งหมดร้อยละ 51.16 โดยผลคะแนนจะแสดงในตารางที่ 12

ตารางที่ 12 ผลการทดสอบความสามารถในการคิดเชิงผลิตภาพของนักเรียนหลังการสอนระยะที่ 1

คนที่	การวางแผน (เต็ม 4 คะแนน)	การทำงานคล่องแคล่ว (เต็ม 4 คะแนน)	คุณภาพของผลงาน (เต็ม 4 คะแนน)	รวม 12 คะแนน	ร้อยละ
1	3.00	3.00	2.50	8.50	62.50
2	2.00	1.75	1.50	5.25	43.75
3	1.75	1.75	1.25	4.25	35.42
4	2.75	1.75	1.75	6.25	52.08
5	2.25	1.75	1.25	5.25	43.75
6	1.50	2.25	2.25	6.50	50.00
7	2.25	1.25	1.00	4.50	37.50
8	2.00	1.75	2.00	5.75	47.92
9	2.25	2.25	2.00	6.50	54.17
10	1.75	2.50	2.25	7.75	54.17
11	2.25	2.25	2.00	6.50	50.00
12	3.00	2.25	1.25	6.50	54.17
13	1.50	1.75	1.50	4.75	39.58
14	2.50	2.00	1.75	6.25	52.08
15	1.75	2.25	1.75	5.75	47.92
16	2.00	2.50	2.00	7.50	54.17
17	1.50	1.25	1.75	4.50	37.50
18	1.75	2.00	2.00	6.00	47.92
19	1.50	2.25	1.75	5.50	45.83
20	2.00	1.75	1.25	5.00	41.67
21	1.50	2.00	1.25	5.75	45.83
22	2.50	2.00	3.00	7.50	62.50
23	3.00	3.00	3.25	9.25	72.92

ตารางที่ 12 ผลการทดสอบความสามารถในการคิดเชิงผลิตภาพของนักเรียนหลังการสอนระยะที่ 1 (ต่อ)

คนที่	การวางแผน (เต็ม 4 คะแนน)	การทำงานคล่องแคล่ว (เต็ม 4 คะแนน)	คุณภาพของผลงาน (เต็ม 4 คะแนน)	รวม 12 คะแนน	ร้อยละ
24	3.00	2.50	2.25	7.75	64.58
25	1.75	2.25	1.75	5.75	47.92
26	2.25	2.00	2.00	6.25	52.08
27	2.50	2.25	1.75	6.25	56.25
28	2.75	2.00	1.50	6.25	52.08
29	1.75	2.00	2.25	6.00	50.00
30	3.00	3.00	3.00	9.00	75.00
31	2.50	3.00	3.00	8.50	70.83
32	2.00	1.50	1.50	5.00	41.67
33	3.00	2.50	2.25	7.75	64.58
34	2.00	1.50	1.25	4.75	39.58
35	1.75	2.00	2.00	6.00	47.92
36	2.00	2.00	1.50	5.50	45.83
เฉลี่ย	2.17	2.09	1.91	6.17	51.16
SD	0.49	0.47	0.55	1.23	



ภาพที่ 3 คะแนนเฉลี่ยของแต่ละองค์ประกอบของความสามารถในการคิดเชิงผลิตภาพของการสอนระยะที่ 1

จากภาพที่ 1 แสดงคะแนนเฉลี่ยของแต่ละองค์ประกอบของความสามารถในการคิดเชิงผลิตภาพโดยมี 3 องค์ประกอบ ดังนี้

1. การวางแผน นักเรียนได้คะแนนเฉลี่ย 2.17 คะแนน จากคะแนนเต็ม 4 คะแนน ซึ่งพบว่านักเรียนสามารถระบุปัญหาจากสถานการณ์ได้แต่ไม่สามารถหาวิธีการแก้ไขปัญหานั้น ๆ ได้ เนื่องจากขั้นตอนนี้นักเรียนต้องรวบรวบแนวคิดทฤษฎีต่าง ๆ รวบถึงหลักการทางคณิตศาสตร์ในการวางแผน ครูผู้สอนจึงต้องคอยชี้แนะและให้คำแนะนำนักเรียนจึงสามารถวางแผนการแก้ปัญหาของสถานการณ์ได้

2. การทำงานคล่องแคล่ว นักเรียนได้คะแนนเฉลี่ย 2.09 คะแนน จากคะแนนเต็ม 4 คะแนน ซึ่งในขั้นตอนนี้หลังจากที่นักเรียนวางแผนการแก้ปัญหาแล้ว นักเรียนสามารถกำหนด วัสดุ อุปกรณ์ ที่ใช้ในการผลิตได้แต่ยังไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ โดยมีครูผู้สอนต้องคอยชี้แนะ ซึ่งองค์ประกอบนี้นักเรียนสามารถวางแผนการแก้ไขปัญหาได้ในขั้นการวางแผนแล้ว

3. คุณภาพของผลงาน นักเรียนได้คะแนนเฉลี่ย 1.91 คะแนน จากคะแนนเต็ม 4 คะแนน ซึ่งในขั้นตอนนี้มีคะแนนเฉลี่ยต่ำสุด เนื่องจากนักเรียนส่วนใหญ่ไม่เคยออกแบบผลิตภัณฑ์จึงทำให้ผลงานของนักเรียนไม่แปลกใหม่เพราะนักเรียนส่วนใหญ่จะออกแบบตามสิ่งที่เคยพบเจอตามแบบที่เขามีมาก่อนแล้วเท่านั้น

4. จากการศึกษาแบบวัดการคิดเชิงผลิตภาพ แบบบันทึกหลังการสอน

และการวิเคราะห์ข้อมูลในการสอนครั้งที่ 1 ผู้วิจัยได้ทำการสรุปปัญหาและแนวทางแก้ไข้เพื่อนำไปพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในการสอนครั้งที่ 2 ดังตารางที่ 13

ตารางที่ 13 ปัญหาและแนวทางแก้ปัญหาของการสอนระยะที่ 1

ปัญหาที่พบ	แนวทางแก้ไข
<u>ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้</u> 1.) นักเรียนขาดการวิเคราะห์ประเด็นปัญหาเพื่อนำไปสู่การระบุปัญหา และขาดการสืบค้นข้อมูล การรวบรวมหลักการทฤษฎีที่ใช้ในการแก้ปัญหา รวมถึงการออกแบบผลงานยังมีความแปลกใหม่และน่าสนใจ	<u>ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้</u> 1. ผู้สอนควรฝึกกระบวนการวิเคราะห์ปัญหาอาจจะทำโดยการสอดแทรกข่าวในชีวิตประจำวันลงในการสอนเป็นประเด็นคำถามให้นักเรียนฝึกคิดและแก้ไขปัญหา ส่วนการออกแบบผลงาน ผู้สอนควรให้นักเรียนเริ่มจากการออกแบบสิ่งของใกล้ตัวและหา Youtube ที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่ใช้ประโยชน์ได้จริงให้นักเรียนดูบ่อย ๆ อาจจะเป็นช่วงระหว่างนักเรียนทำแบบฝึกหัด หรือเป็นขั้นตอนสร้างความสนใจเพื่อนำไปประยุกต์ใช้การสร้างชิ้นงานของตนเอง
<u>ด้านครูผู้สอน</u> 1. ผู้สอนไม่สามารถควบคุมเวลาในการทำกิจกรรมได้เท่าที่ควร	<u>ด้านครูผู้สอน</u> 1.ผู้สอนควรกำหนดเวลาและแจงรายละเอียดเวลากับนักเรียน

การสอนระยะที่ 2

1 ผู้วิจัยได้ทำการปรับปรุงและพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยมีปัญหาดังนี้

1.1 ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนขาดการวิเคราะห์ประเด็นปัญหาเพื่อนำไปสู่การระบุปัญหาของสถานการณ์ที่ผู้สอนกำหนด และการออกแบบผลิตภัณฑ์ยังไม่มีความแปลกใหม่และน่าสนใจรวมถึงไม่สามารถควบคุมเวลาในการทำกิจกรรมได้

1.2 ด้านบทบาทของครูผู้สอน ได้จัดสรรเวลาให้เหมาะสมกับกิจกรรม และในขั้นของการเสนอสถานการณ์การปัญหาผู้สอนได้ใช้วีดีทัศน์เพิ่มเติมเพื่อให้นักเรียนสามารถกำหนดประเด็นปัญหาได้และช่วยกระตุ้นความสนใจของนักเรียนได้เพิ่มขึ้น

2. ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสตีมศึกษา โดยการสอนระยะที่ 2 มีแผนจัดการเรียนรู้ดังนี้

แผนการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง กฎการอนุรักษ์โมเมนตัม

แผนการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง การชนของวัตถุในหนึ่งมิติ(การชนแบบยืดหยุ่น)

แผนการเรียนรู้ที่ 7 เรื่อง การชนของวัตถุในหนึ่งมิติ (การชนแบบไม่ยืดหยุ่น)

แผนการเรียนรู้ที่ 8 เรื่อง การชนและการดีดตัวแยกจากกัน

3. หลังจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสตีมศึกษาด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 - 8 ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลการคิดเชิงผลิตภาพโดยมีรายละเอียด ดังนี้

3.1 ผู้วิจัยนำเอาพฤติกรรมการคิดเชิงผลิตภาพของนักเรียนจากการบันทึกหลังการสอนมาวิเคราะห์ผลของการจัดกิจกรรม ผลปรากฏว่านักเรียนส่วนใหญ่สามารถระบุประเด็นปัญหาจากสถานการณ์ได้มากขึ้น มีความตั้งใจและสนุกกับการทำกิจกรรม สืบค้นข้อมูลด้วยตนเอง เลือกใช้อุปกรณ์ได้เหมาะสมมากขึ้น อีกทั้งสามารถทำงานได้ตรงตามเวลาที่ผู้สอนกำหนด ผลงานของนักเรียนมีความแปลกใหม่ และน่าสนใจ ในส่วนนักเรียนที่คะแนนยังต่างจากเดิมไม่มากนักนั้นนักเรียนอาจจะไม่ได้ช่วยเพื่อนในการคิดการลงมือทำ เพียงแต่ช่วยเพื่อนเขียนผลการทดลองเท่านั้น

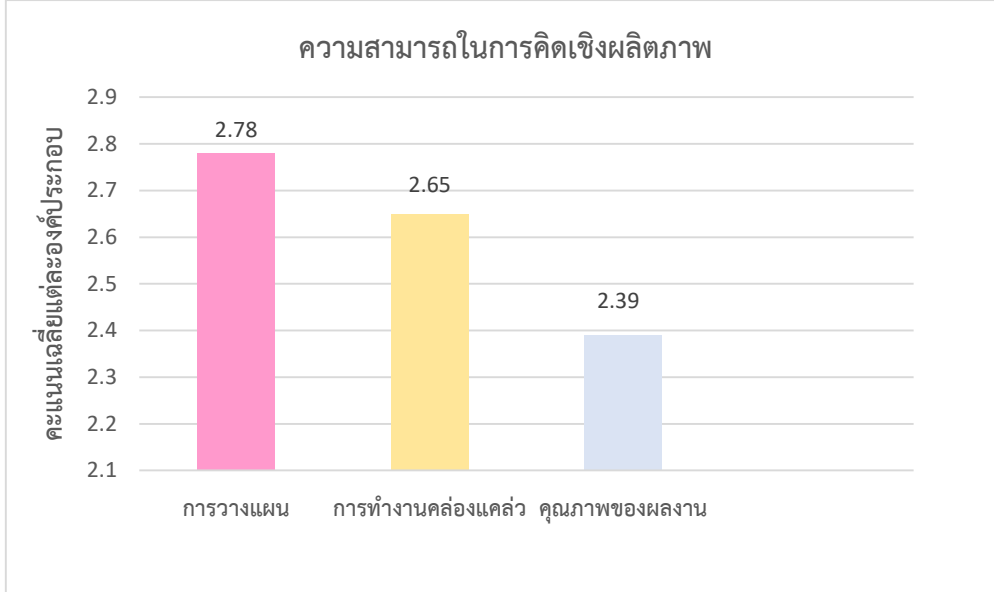
3.2 จากการใช้แบบวัดเพื่อวัดการคิดเชิงผลิตภาพของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย พบว่า นักเรียนได้คะแนนความคิดเชิงผลิตภาพเฉลี่ย 7.82 คะแนน จากคะแนนเต็ม 12 คะแนน และมีคะแนนเฉลี่ยทั้งหมดร้อยละ 65.16 คะแนน โดยผลคะแนนจะแสดงในตารางที่ 14

ตารางที่ 14 ผลการทดสอบความสามารถในการคิดเชิงผลิตภาพของนักเรียนหลังการสอนระยะที่ 2

คนที่	การวางแผน (เต็ม 4 คะแนน)	การทำงานคล่องแคล่ว (เต็ม 4 คะแนน)	คุณภาพของผลงาน (เต็ม 4 คะแนน)	รวม 12 คะแนน	ร้อยละ
1	3.75	3.00	2.00	8.75	72.92
2	3.25	2.75	2.50	8.50	70.83
3	2.00	1.75	2.25	6.00	50.00
4	2.75	3	2.25	8.00	66.67
5	2.50	2.25	2.75	7.50	62.50
6	3.00	2.25	2.25	7.50	62.50
7	2.25	2.00	2.25	6.50	54.17
8	2.75	2.75	2.25	7.75	64.58
9	2.25	3.00	2.25	7.50	62.50
10	3.75	3.25	3.50	10.5	87.50
11	3.00	2.75	2.50	8.25	68.75
12	2.75	3.00	2.00	7.75	64.58
13	2.50	2.00	2.25	6.75	56.25
14	2.50	2.00	2.00	6.50	54.17
15	2.50	3.00	2.50	8.00	66.67
16	4.00	3.25	2.50	9.75	81.25
17	2.25	3.00	2.25	7.50	62.50
18	2.50	2.25	2.25	7.00	58.33
19	2.75	2.75	2.25	7.75	64.58
20	2.50	2.50	2.50	7.50	62.50
21	3.00	1.25	2.00	6.25	52.08
22	3.50	3.00	3.00	9.50	79.17
23	3.25	3.25	3.00	9.50	79.17

ตารางที่ 14 ผลการทดสอบความสามารถในการคิดเชิงผลิตภาพของนักเรียนหลังการสอนระยะที่ 2 (ต่อ)

คนที่	การวางแผน (เต็ม 4 คะแนน)	การทำงานคล่องแคล่ว (เต็ม 4 คะแนน)	คุณภาพของผลงาน (เต็ม 4 คะแนน)	รวม 12 คะแนน	ร้อยละ
24	3.00	3.25	2.25	8.50	70.83
25	2.50	1.75	2.50	6.75	56.25
26	2.75	2.25	3.00	8.00	66.67
27	3.00	2.75	2.75	8.50	70.83
28	2.50	3.00	2.25	7.75	64.58
29	2.50	3.00	2.25	7.75	64.58
30	3.00	3.25	3.00	9.25	77.08
31	3.00	3.75	2.25	9.00	75.00
32	2.50	1.75	2.00	6.25	52.08
33	3.00	3.00	2.50	8.50	70.83
34	2.75	2.50	2.00	7.25	60.42
35	2.00	2.75	2.00	6.00	50.00
36	2.50	2.25	2.00	6.25	56.25
เฉลี่ย	2.78	2.65	2.39	7.82	65.16
SD	0.47	0.56	0.36	1.13	



ภาพที่ 4 คะแนนเฉลี่ยของแต่ละองค์ประกอบของความสามารถในการคิดเชิงผลิตภาพของการสอนระยะที่ 2

จากภาพที่ 4 แสดงคะแนนเฉลี่ยของแต่ละองค์ประกอบของความสามารถในการคิดเชิงผลิตภาพโดยมี 3 องค์ประกอบ ดังนี้

1. การวางแผน นักเรียนได้คะแนนเฉลี่ย 2.78 คะแนน จากคะแนนเต็ม 4 คะแนน ซึ่งพบว่า นักเรียนสามารถระบุประเด็นปัญหา หาสาเหตุ และวางแผนแก้ไขปัญหาสามารถอธิบายรายละเอียดของปัญหาได้ชัดเจนยิ่งขึ้นโดยส่วนใหญ่มีพัฒนาการที่ดีขึ้น นักเรียนบางส่วนที่คะแนนไม่ต่างจากเดิมมากนัก เป็นเพราะนักเรียนยังขาดการเรียงลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาความรู้และการสอบค้นข้อมูลยังไม่ตรงตามวัตถุประสงค์

2. การทำงานคล่องแคล่ว นักเรียนได้คะแนนเฉลี่ย 2.65 คะแนน จากคะแนนเต็ม 4 คะแนน นักเรียนส่วนมากสามารถเลือกใช้ วัสดุอุปกรณ์ ที่ใช้ในการสร้างผลงานได้เองและกำหนดรายละเอียดของอุปกรณ์ได้ชัดเจนยิ่งขึ้นโดยที่ครูผู้สอนไม่ต้องแนะนำ แต่ยังมีนักเรียนบางส่วนที่ครูต้องคอยชี้แนะ เช่น ในส่วนของ รูปทรง รูปร่าง นักเรียนจะเลือกใช้อุปกรณ์โดยไม่ค่อยคำนึงถึงการนำไปใช้งานจริง

3. คุณภาพของผลงาน นักเรียนได้คะแนนเฉลี่ย 2.39 คะแนน จากคะแนนเต็ม 4 คะแนน จากการที่นักเรียนได้ออกแบบผลิตภัณฑ์ในการสอนระยะที่ 1 จากการทำแบบวัดการคิดเชิงผลิตภาพพบว่านักเรียนมีคะแนนที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เนื่องจากนักเรียนสามารถสร้างผลงานได้ตรงตามวัตถุประสงค์และสามารถใช้ประโยชน์ได้เพียงแต่ขาดความแปลกใหม่และน่าสนใจ

4. จากการศึกษาแบบวัดการคิดเชิงผลิตภาพ แบบบันทึกหลังการสอน และการวิเคราะห์ข้อมูลในการสอนระยะที่ 2 พบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยที่มีแนวโน้มสูงขึ้น ผู้วิจัยจึงได้ทำการสรุปปัญหาและแนวทางแก้ไขเพื่อนำไปพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในโอกาสต่อไป ดังตารางที่ 15

ตารางที่ 15 ปัญหาและแนวทางแก้ปัญหาของการสอนระยะที่ 2

ปัญหาที่พบ	แนวทางแก้ไข
<u>ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้</u> 1. นักเรียนยังขาดการวางแผนเพื่อแก้ไขปัญหารวมถึงการเลือกใช้ อุปกรณ์ รวมถึงการกำหนดรายละเอียดของอุปกรณ์ที่ใช้ ยังต้องให้ครูผู้สอนช่วยชี้แนะ และชิ้นงานยังไม่ค่อยแปลกใหม่และน่าสนใจ	<u>ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้</u> 1. ครูผู้สอนจะต้องพัฒนาขั้นตอนการสอนโดยการสอดแทรกให้นักเรียนได้ฝึกปฏิบัติ ฝึกกระบวนการคิด โดยหากิจกรรมเพิ่มเติมใหม่ ๆ ที่น่าสนใจ เพื่อนำไปถึงการสร้างชิ้นงาน เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงผลิตต่อไป

จากการศึกษาพฤติกรรมการเรียนรู้ จากการทำกิจกรรม พบว่า นักเรียนมีความเข้าใจกระบวนการเรียนรู้ตามแนวทางสตีมศึกษา นักเรียนมีความสามารถในการระบุปัญหา การแก้ไขปัญหาโดยหาวิธีการต่าง ๆ การสืบค้นข้อมูลที่ถูกต้องและตรงตามวัตถุประสงค์ รวมถึงการออกแบบชิ้นงานที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้จริง จากการประเมินโดยใช้แบบวัดความสามารถในการคิดเชิงผลิตภาพ พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีคะแนนเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นจากการสอนครั้งที่ 1 จากคะแนนเฉลี่ย 51.16 เป็น 65.16 ในการสอนครั้งที่ 2

ตอนที่ 2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การสอนระยะที่ 1

1. ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยและศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย โดยการนำเสนอรายละเอียดผลของการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1.1 ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสตีมศึกษา โดยการสอนระยะที่ 1 แผนจัดการเรียนรู้ ดังนี้

แผนการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง โมเมนตัม

แผนการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง แรงและการเปลี่ยนโมเมนตัม

แผนการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การดลและแรงดล

แผนการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง การดลและแรงดลตอนที่ 2

1.2 หลังจากจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสตีมศึกษาด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 - 4 ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลการคิดเชิงผลิตภาพของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ขาดความเข้าใจหลักการทางฟิสิกส์ เนื่องจากนักเรียนส่วนมากจำสูตรโดยการท่องจำ ทำให้ไม่เข้าใจในเนื้อหา ทฤษฎีการทดลองที่นำมาซึ่งสูตรต่าง ๆ ทำให้นักเรียนไม่ชอบวิชาฟิสิกส์และมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ต่ำ แต่ในระหว่างการจัดกิจกรรมตามแนวทางสตีมศึกษาพบว่า นักเรียนมีความสนใจ กระตือรือร้นในการเรียน การทำโจทย์ ทำกิจกรรมรวมถึงได้ใช้กระบวนทำงานเป็นทีมอีกด้วย

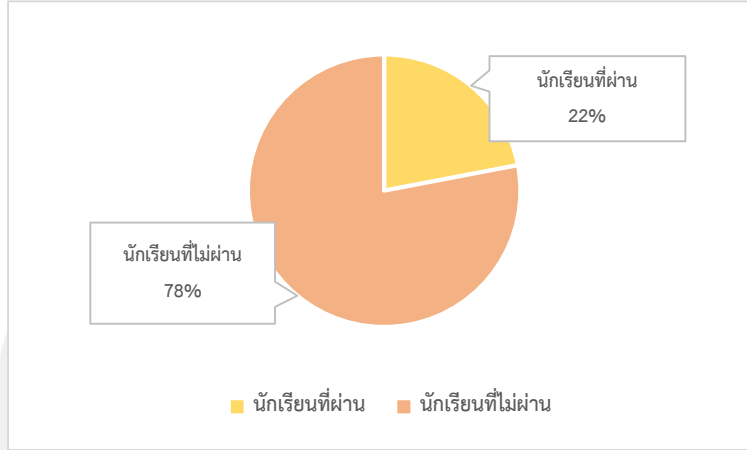
1.3 จากการใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยมีลักษณะเป็นแบบทดสอบเลือกตอบ แบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 15 ข้อ โดยผลคะแนนจะแสดงในตารางที่ 16

ตารางที่ 16 คะแนนผลสัมฤทธิ์นักเรียนกลุ่มเป้าหมายของการสอนระยะที่ 1

คนที่	คะแนนเต็ม (15 คะแนน)	ร้อยละ	เกณฑ์ผ่านร้อยละ 70
1	7	46.67	ไม่ผ่าน
2	4	26.67	ไม่ผ่าน
3	5	33.33	ไม่ผ่าน
4	8	53.33	ไม่ผ่าน
5	4	26.67	ไม่ผ่าน
6	6	40.00	ไม่ผ่าน
7	5	33.33	ไม่ผ่าน
8	7	46.67	ไม่ผ่าน
9	6	40.00	ไม่ผ่าน
10	11	73.33	ผ่าน
11	5	33.33	ไม่ผ่าน

ตารางที่ 16 คะแนนผลสัมฤทธิ์นักเรียนกลุ่มเป้าหมายของการสอนระยะที่ 1 (ต่อ)

คนที่	คะแนนเต็ม (15 คะแนน)	ร้อยละ	เกณฑ์ผ่านร้อยละ 70
12	8	53.33	ไม่ผ่าน
13	11	73.33	ผ่าน
14	8	53.33	ไม่ผ่าน
15	12	80.00	ผ่าน
16	6	40.00	ไม่ผ่าน
17	8	53.33	ไม่ผ่าน
18	5	33.33	ไม่ผ่าน
19	8	53.33	ไม่ผ่าน
20	7	46.67	ไม่ผ่าน
21	7	46.67	ไม่ผ่าน
22	10	66.67	ไม่ผ่าน
23	11	73.33	ผ่าน
24	13	86.67	ผ่าน
25	8	53.33	ไม่ผ่าน
26	5	33.33	ไม่ผ่าน
27	9	60.00	ไม่ผ่าน
28	11	73.33	ผ่าน
29	5	33.33	ไม่ผ่าน
30	11	73.33	ผ่าน
31	7	46.67	ไม่ผ่าน
32	7	46.67	ไม่ผ่าน
33	6	40.00	ไม่ผ่าน
34	8	53.33	ไม่ผ่าน
35	11	73.33	ผ่าน
36	9	60.00	ไม่ผ่าน
ค่าเฉลี่ย	7.75	51.67	



ภาพที่ 5 แสดงจำนวนนักเรียนในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในการสอนระยะที่ 1

จากภาพที่ พบว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสตีมศึกษา นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยรวมเฉลี่ยเท่ากับ 7.64 จากคะแนนเต็ม 15 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 50.93 และมีนักเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 8 คน

ตารางที่ 17 ปัญหาที่พบระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของการสอนระยะที่ 1

ปัญหาที่พบ	แนวทางแก้ไข
1. นักเรียนยังขาดทักษะการคำนวณ 2.นักเรียนไม่สามารถควบคุมเวลาที่ใช้ในการสอบได้	1. ผู้สอนควรปรับพฤติกรรมนักเรียนที่ไม่ชอบการคำนวณโดยการหากิจกรรมที่นักเรียนสนใจเข้าช่วย เช่น การแจกรางวัล การแบ่งกลุ่มแข่งขัน หรือ การเปลี่ยนบทบาทให้ผู้เรียนเป็นผู้สอนเพื่อน ๆ ในชั้นเรียน 2. ฝึกให้นักเรียนสร้างโจทย์ขึ้นเอง และให้สลับกันแก้โจทย์กับเพื่อน ๆ 3. ปรับกิจกรรมการเรียนการสอน โดยเน้นการถามตอบให้นักเรียนฝึกคิด คำนวณ ให้ทันเวลาที่ครูกำหนด

ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยการสังเกตนักเรียนระหว่างจัดกิจกรรม และจากการตรวจแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน พบว่า นักเรียนส่วนมากมีคะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ต่ำ เนื่องจากโจทย์อาจจะยากเกินไปและนักเรียนไม่ค่อย

สนใจ ตั้งใจทำข้อสอบ นักเรียนยังไม่สามารถเชื่อมโยงผลจากกิจกรรมไปยังหลักการทฤษฎีที่ใช้ในการทำข้อสอบ อีกทักษะขาดการคำนวณ คิดเลขช้า เป็นผลทำให้ทำข้อสอบไม่ทัน

การสอนระยะที่ 2

1. ครูผู้สอนได้เพิ่มเติมการยกตัวอย่างโจทย์ที่หลากหลายมากขึ้น รวมถึงให้นักเรียนฝึกการคำนวนโดยร่วมกันเฉลยโจทย์ และเพิ่มเวลาในขั้นตอนนี้เพื่อให้นักเรียนในกลุ่มช่วยกันแก้โจทย์ปัญหาได้ปรึกษากันมากขึ้น โดยครูจะควบคุมเวลาในการแก้โจทย์แต่ละข้อ

1.2 ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสตีมศึกษา ในการสอนระยะที่ 2 โดยมีแผนการเรียนรู้ ดังนี้

แผนการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง กฎการอนุรักษ์โมเมนตัม

แผนการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง การชนของวัตถุในหนึ่งมิติ (การชนแบบยืดหยุ่น)

แผนการเรียนรู้ที่ 7 เรื่อง การชนของวัตถุในหนึ่งมิติ (การชนแบบไม่ยืดหยุ่น)

แผนการเรียนรู้ที่ 8 เรื่อง การชนและการดีดตัวแยกจากกัน

1.3 หลังจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสตีมศึกษาด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 - 8 ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย จากการบันทึกหลังการสอน พบว่า นักเรียนมีความสนใจและตั้งใจในการทำกิจกรรมและสามารถแก้โจทย์ปัญหาที่ครูให้ได้มากขึ้น ส่วนนักเรียนบางส่วนที่คะแนนไม่ต่างจากเดิมมากนักเป็นเพราะนักเรียนมีพื้นฐานทางคณิตศาสตร์น้อย และไม่ชอบการคำนวณโดยผลคะแนนจะแสดงในตารางที่ 18

ตารางที่ 18 คะแนนผลสัมฤทธิ์นักเรียนกลุ่มเป้าหมายของการสอนระยะที่ 2

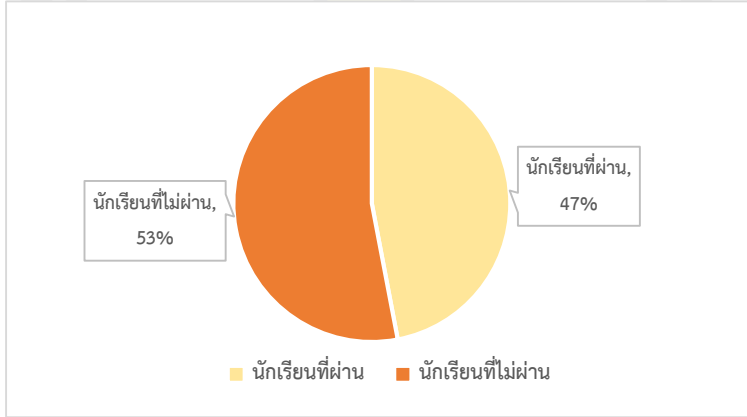
คนที่	คะแนนเต็ม (15 คะแนน)	ร้อยละ	เกณฑ์ผ่านร้อยละ 70
1	11	73.33	ผ่าน
2	8	53.33	ไม่ผ่าน
3	9	60.00	ไม่ผ่าน
4	11	73.33	ผ่าน

ตารางที่ 18 คะแนนผลสัมฤทธิ์นักเรียนกลุ่มเป้าหมายของการสอนระยะที่ 2 (ต่อ)

คนที่	คะแนนเต็ม (15 คะแนน)	ร้อยละ	เกณฑ์ผ่านร้อยละ 70
5	8	53.33	ไม่ผ่าน
6	9	60.00	ไม่ผ่าน
7	8	53.33	ไม่ผ่าน
8	9	60.00	ไม่ผ่าน
9	8	53.33	ไม่ผ่าน
10	12	80.00	ผ่าน
11	9	60.00	ไม่ผ่าน
12	13	86.67	ผ่าน
13	11	73.33	ผ่าน
14	10	66.67	ไม่ผ่าน
15	12	80.00	ผ่าน
16	10	66.67	ไม่ผ่าน
17	10	66.67	ไม่ผ่าน
18	9	60.00	ไม่ผ่าน
19	11	73.33	ผ่าน
20	10	66.67	ไม่ผ่าน
21	10	66.67	ไม่ผ่าน
22	14	93.33	ผ่าน
23	12	80.00	ผ่าน
24	12	80.00	ผ่าน
25	11	73.33	ผ่าน
26	9	60.00	ไม่ผ่าน
27	12	80.00	ผ่าน
28	13	86.67	ผ่าน
29	11	73.33	ผ่าน
30	12	80.00	ผ่าน

ตารางที่ 18 คะแนนผลสัมฤทธิ์นักเรียนกลุ่มเป้าหมายของการสอนระยะที่ 2 (ต่อ)

คนที่	คะแนนเต็ม (15 คะแนน)	ร้อยละ	เกณฑ์ผ่านร้อยละ 70
31	12	80.00	ผ่าน
32	11	73.33	ผ่าน
33	9	60.00	ไม่ผ่าน
34	11	73.33	ผ่าน
35	12	80.00	ผ่าน
36	10	66.67	ไม่ผ่าน
เฉลี่ย	10.53	70.19	



ภาพที่ 6 แสดงจำนวนนักเรียนในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในการสอนระยะที่ 2

จากภาพที่ 6 พบว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสตีมศึกษา นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยรวมเฉลี่ยเท่ากับ 10.53 จากคะแนนเต็ม 15 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 70.19 และมีนักเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 19 คน

ตารางที่ 19 ปัญหาที่พบระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของการสอนระยะที่ 2

ปัญหาที่พบ	แนวทางแก้ไข
1. นักเรียนบางส่วนยังคงทำข้อสอบไม่ทันและจำสูตรที่ใช้ในการคำนวนไม่ได้	1.ผู้สอนปรับโจทย์ในระหว่างการจัดการเรียนการสอนจากง่ายไปยาก

ตารางที่ 19 ปัญหาที่พบระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของการสอนระยะที่ 2 (ต่อ)

ปัญหาที่พบ	แนวทางแก้ไข
	2. ผู้สอนควรพยายามชี้ให้ผู้เรียนเห็นถึงประโยชน์ในการเรียน เพื่อสร้างแรงจูงใจให้ผู้เรียนมุ่งมั่นที่จะเรียนรู้ เพื่อนำความรู้ปรับใช้ในอนาคต 3. ผู้สอนควรหลีกเลี่ยงปัจจัยที่ทำให้เกิดความกลัว เช่น ผู้เรียนบางคนอายเพื่อนเมื่อทำโจทย์ผิดหรือบางคนตามเพื่อนหรือผู้สอนไม่ทัน ผู้สอนจึงต้องคอยสอบถามผู้นักเรียนสร้างบรรยากาศให้ผู้เรียนสบายใจพร้อมที่จะเรียนรู้ 4. ฝึกให้ผู้เรียน บริหารเวลาในการทำโจทย์พร้อมทั้งทบทวนคำตอบให้แน่ใจก่อนส่งข้อสอบ

ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยการสังเกตนักเรียนระหว่างจัดกิจกรรม และจากการตรวจแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน พบว่านักเรียนมีคะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่สูงขึ้นจากเดิมเนื่องจากนักเรียนมีความเข้าใจเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ กฎ ทฤษฎี นิยาม ต่าง ๆ มากขึ้น รวมถึงการควบคุมเวลาที่ใช้ในการทำข้อสอบ จากการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนพบว่ามีจำนวนนักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้นทุกคน แต่มีผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จากการสอนครั้งที่ 1 จำนวน 8 คน การสอนครั้งที่ 2 จำนวน 19 คน จากร้อยละ 51.67 เป็นร้อยละ 70.19 ในการสอนระยะที่ 2

บทที่ 5
สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการศึกษาความสามารถในการคิดเชิงผลิตภาพและพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสตีมศึกษา จำนวน 36 คน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ในการสอน 2 ระยะ ซึ่งผู้วิจัยขอนำเสนอผลการวิจัยดังต่อไปนี้

1. ความมุ่งหมายของการวิจัย
2. สรุปผล
3. อภิปรายผล
4. ข้อเสนอแนะ

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาความสามารถในการคิดเชิงผลิตภาพของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสตีมศึกษา
2. เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสตีมศึกษาให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70

สรุปผล

ผู้วิจัยได้สรุปผลการวิจัยตามความมุ่งหมายของการวิจัย ดังนี้

1. การศึกษาความสามารถในการคิดเชิงผลิตภาพของนักเรียน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสตีมศึกษา ในการสอนระยะที่ 1 นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการคิดเชิงผลิตภาพโดยรวมเฉลี่ย 6.17 จากคะแนนเต็ม 12 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 51.16 ในการสอนระยะที่ 2 การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสตีมศึกษาที่ได้พัฒนาปรับปรุงแก้ไขจากการสอนระยะที่ 1 นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการคิดเชิงผลิตภาพโดยรวมเฉลี่ย 7.82 จากแนนเต็ม 12 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 65.16 จะเห็นได้ว่านักเรียนมีคะแนนพัฒนาการที่ดีขึ้น

2. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสตีมศึกษา ในการสอนระยะที่ 1 นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยรวมเฉลี่ยเท่ากับ 7.64 จากคะแนนเต็ม 15 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 50.93 ผู้ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 8

คน ไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 28 คน ในการสอนระยะที่ 2 การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสตีมศึกษาที่ได้พัฒนาปรับปรุงแก้ไขจากการสอนระยะที่ 1 นักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยรวมเฉลี่ยเท่ากับ 10.53 จากคะแนนเต็ม 15 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 70.19 พบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 19 คน ไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 17 คน

อภิปรายผล

จากการวิจัย เรื่องการพัฒนาความสามารถในการคิดเชิงผลิตภาพของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสตีมศึกษา วิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม เรื่อง โมเมนตัมและการชน มีประเด็นที่นำมาอภิปรายดังนี้

1. การพัฒนาความสามารถในการคิดเชิงผลิตภาพของนักเรียน ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสตีมศึกษา พบว่า ในการสอนระยะที่ 1 นักเรียนมีคะแนนความคิดเชิงผลิตภาพร้อยละ 51.16 ในการสอนระยะที่ 2 นักเรียนมีคะแนนความคิดเชิงผลิตภาพร้อยละ 65.16 ซึ่งจากผลการวิจัยในครั้งนี้พบว่านักเรียนมีพัฒนาการด้านความคิดผลิตภาพสูงขึ้น เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสตีมศึกษาเป็นแนวทางการจัดการศึกษาที่เน้นบูรณาการ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปะและ คณิตศาสตร์ โดยการดำเนินกิจกรรมแบ่งเป็น 5 ขั้นตอนดังนี้ 1. ขั้นระบุปัญหา (identify a challenge) 2. ขั้นรวบรวมแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (explore ideas) 3. ขั้นวางแผนและพัฒนา (plan and develop) 4. ขั้นทดสอบและประเมินผล (test and evaluate) 5. ขั้นนำเสนอผลลัพธ์ (present the solution) โดยเน้นการนำความรู้ หลักการ แนวคิดมาใช้ในการแก้ไขปัญหา สร้างและออกแบบชิ้นงานที่แปลกใหม่และน่าสนใจ รวมถึงสามารถส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้นด้วย ในการจัดการเรียนรู้สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

การสอนระยะที่ 1 การคิดเชิงผลิตภาพของนักเรียนที่ผ่านการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสตีมศึกษา พบว่านักเรียนมีคะแนนการคิดเชิงผลิตภาพเฉลี่ยเท่ากับ 6.17 จากคะแนนเต็ม 12 คะแนน เนื่องจากนักเรียนส่วนใหญ่มีความสนใจในกิจกรรมที่แปลกใหม่และตั้งใจร่วมกันทำกิจกรรม มีความสนุกสนาน และการทำงานเป็นทีม โดยผู้สอนจัดสถานการณ์ต่าง ๆ กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ เข้าใจในปัญหา ซึ่งอาศัยความรู้พื้นฐานทางด้าน วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปะศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ซึ่งในขั้นระบุปัญหา ขั้นรวบรวมแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ผู้เรียนต้องศึกษาค้นคว้าในสาระวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปะศาสตร์ และคณิตศาสตร์ มาแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน ในขั้นวางแผนและพัฒนา ผู้เรียนได้นำหลักการ

ที่ได้ค้นคว้าจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ใช้ในการออกแบบชิ้นงานอย่างสร้างสรรค์ สวยงามตรงตามวัตถุประสงค์ที่ครูกำหนด และนำไปใช้ประโยชน์ได้ ส่วนในขั้นทดสอบและนำเสนอผลลัพธ์ ผู้เรียนต้องสรุปผลงานของตนเอง และนำเสนอโดยบูรณาการทั้ง 5 ศาสตร์ พร้อมกับปรับปรุงแก้ไขชิ้นงานของตนเอง จากการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสตีมศึกษามีแนวโน้มที่จะพัฒนาการคิดเชิงผลิตภาพของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายได้ แต่ยังมีนักเรียนที่ยังมีคะแนนต่ำ ซึ่งสาเหตุอาจเกิดจากระหว่างการจัดกิจกรรม นักเรียนยังไม่กล้าคิด กล้าลงมือปฏิบัติ ซึ่งนักเรียนส่วนน้อยที่สามารถระบุปัญหาความต้องการของสถานการณ์ได้ แต่ยังไม่ครบถ้วนชัดเจน และอาจจะเป็นเพราะตัวสถานการณ์ปัญหาที่นักเรียนไม่คุ้นชิน รวมถึงผลงานของนักเรียนยังไม่แปลกใหม่ และน่าสนใจเนื่องจากนักเรียนทำตามต้นแบบโดยไม่ปรับเปลี่ยนชิ้นงานจากความคิดใหม่ ๆ ของนักเรียน และมีนักเรียนบางส่วนไม่ค่อยช่วยเหลือเพื่อน คอยอาศัยเพื่อนในการส่งงานเท่านั้น

การสอนระยะที่ 2 เมื่อทำการปรับปรุงและพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสตีมศึกษาจากการสอนระยะที่ 1 พบว่านักเรียนมีคะแนนการคิดเชิงผลิตภาพเฉลี่ยเท่ากับ 7.82 จากคะแนนเต็ม 12 คะแนน จะเห็นได้ว่าผลคะแนนของนักเรียนเพิ่มสูงขึ้น อาจเป็นเพราะผู้วิจัยได้ปรับขั้นการสอน โดยในขั้นระบุปัญหา ผู้สอนเพิ่มเติมวีดีทัศน์เพื่อให้นักเรียนมองเห็นภาพมากขึ้น ได้ฝึกวิเคราะห์ และสังเคราะห์ข้อมูล เพื่อให้นักเรียนนำมาประยุกต์ใช้กับผลงานของตนเอง และได้เพิ่มกฎกติกา ระยะเวลาที่ใช้ในการทำกิจกรรม รวมถึงจัดหาสถานที่ที่เหมาะสมการการทำกิจกรรม เพื่อสร้างบรรยากาศแห่งการเรียนรู้ให้นักเรียนอย่างเต็มที่ ทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้น ตั้งใจทำกิจกรรมให้ความร่วมมือกับเพื่อนในกลุ่มมากขึ้น ส่งผลให้นักเรียนมีคะแนนการคิดเชิงผลิตภาพเพิ่มมากขึ้นด้วย จากการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสตีมศึกษามีแนวโน้มที่จะพัฒนาการคิดเชิงผลิตภาพของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายให้ดีขึ้น ส่งผลทำให้นักเรียนมีคะแนนพัฒนาการที่เพิ่มขึ้นจากการสอนระยะที่ 1 มีคะแนนเฉลี่ยแต่ละขั้นตอนสูงขึ้น ในส่วนของขั้นของการทำงานคล่องแคล่ว เป็นเพราะนักเรียนยังเลือกใช้อุปกรณ์ในการสร้างชิ้นงานไม่เหมาะสม ยังต้องมีผู้สอนคอยแนะนำ แต่ก็มีคะแนนที่เพิ่มขึ้นจากเดิม ในส่วนของคุณภาพของผลงานทั้งการสอนระยะที่ 1 และ 2 นั้น มีคะแนนต่ำเนื่องจากนักเรียน ไม่คุ้นเคยทำการสร้างผลงานทที่แปลกใหม่ ทำให้นักเรียนสร้างผลงานจากสิ่งที่เคยพบเห็นเป็นส่วนใหญ่ หรือลอกเลียนแบบจากอินเทอร์เน็ตเพียงเท่านั้น ทำให้ผลานไม่แปลกใหม่เท่าที่ควร ดังนั้นแนวทางจัดการเรียนรู้ตามแนวสตรีมศึกษา บูรณาการ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปะ และ คณิตศาสตร์ โดยศิลปะที่เพิ่มเข้าไปนั้น จะช่วยสนับสนุนให้เกิดบรรยากาศในการเรียนรู้ที่ดี และพัฒนาสมองทั้งสองซีกไปด้วยกัน สามารถทำให้ผู้เรียนได้พัฒนากระบวนคิด การแก้ปัญหา การทำงานเป็นกลุ่ม และสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริงในโลกยุคศตวรรษที่ 21 ที่เน้นการทำงานเป็นกลุ่ม การอยู่ร่วมกัน รวมทั้งพัฒนากระบวนการสร้าง หรือ ผลิต

นวัตกรรมใหม่ ๆ อย่างสร้างสรรค์ สตรีมศึกษาไม่ใช่แค่ช่วยพัฒนาตนเองและคนรอบข้างแต่ยังช่วยพัฒนาประเทศอีกด้วย

จากการอภิปรายผลในการสอนทั้ง 2 ระยะ ทำให้เห็นพัฒนาการการคิดเชิงผลิตภาพของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย ซึ่งการพัฒนาการคิดเชิงผลิตภาพของนักเรียนมีหลักการที่สามารถนำมาสนับสนุนได้ดังนี้ ไพฑูรย์ สินลารัตน์ (2559) กล่าวถึง การคิดเชิงผลิตภาพว่า ผู้มีความคิดเชิงผลิตภาพจะเน้นการสร้างงานที่เป็นรูปธรรม คำนึงถึงผลผลิตเป็นหลัก มีวิธีการในการสร้างผลงานให้สำเร็จสร้างค่าของงานอยู่เสมอโดยมี 3 องค์ประกอบ 1) การวางแผน : มีการวางแผนในการสร้างผลงานเป็นขั้นตอนและนำไปปฏิบัติได้จริง 2) การทำงานที่คล่องแคล่ว : สามารถเลือกใช้ วัสดุ อุปกรณ์ ในการสร้างผลงานได้อย่างถูกต้องเหมาะสม โดยสามารถระบุรายละเอียดอุปกรณ์ที่ใช้ รวมทั้งคำนึงถึงความคงทนของชิ้นงานต่อการนำไปใช้ประโยชน์ 3) การสร้างผลงาน : ผลงานที่นักเรียนผลิตขึ้นตรงตามวัตถุประสงค์มีความแปลกใหม่ในทางบวกใช้ประโยชน์ได้จริงและสามารถนำไปประยุกต์ใช้เพื่อประโยชน์ต่อตนเองและสังคมได้ ดังนั้น ความคิดผลิตภาพจึงเป็นทักษะสำคัญของพลเมืองในยุค 4.0 ที่จะนำสู่การสร้างผลผลิตเพื่อตอบสนองต่อการท้าทายของสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนไป หากพลเมืองของประเทศเป็นผู้มีความคิดผลิตภาพก็จะเป็นแรงขับให้ประเทศเกิดการพัฒนา ก้าวสู่การเป็นประเทศผู้ผลิตและเพิ่มศักยภาพของประเทศในการแข่งขันทางเศรษฐกิจสามารถก้าวข้ามผ่านกับดักของทักษะศตวรรษที่ 21 อีกทั้ง ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2560) ได้กล่าวถึงการคิดเชิงผลิตภาพว่า ความคิดผลิตภาพเป็นความคิดเชิงรูปธรรม ซึ่งมีความคิดวิเคราะห์และคิดสร้างสรรค์เป็นฐาน เป็นความคิดที่ไม่ได้เกิดขึ้นง่าย ๆ ต้องอาศัยการฝึกฝนการทำงานอย่างเป็นระบบและมีความมุ่งมั่นในการทำงานจนประสบความสำเร็จ การสอนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงผลิตภาพนั้น ความสำเร็จของการจัดการเรียนรู้จุดสำคัญอยู่ที่บทบาทของผู้สอนที่จะช่วยกระตุ้นและแรงบันดาลใจแก่ผู้เรียนให้คิดค้นสร้างสรรค์งานของตนเองออกมา ซึ่งผู้สอนต้องจัดการเรียนการสอนให้ผู้เรียนมีความจริงจังในการปฏิบัติงาน มีความตั้งใจ และอดทนมุ่งมั่นในการทำงานให้สำเร็จ นอกจากนี้บรรยากาศการเรียนรู้เป็นสิ่งสำคัญมากที่จะส่งผลต่อความสำเร็จของการจัดการเรียนรู้เป็นต้น

จากการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสตีมศึกษาพบว่า นักเรียนมีความสามารถในการคิดเชิงผลิตภาพเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง นักเรียนได้ฝึกคิด ฝึกการทำงานร่วมกัน รวมถึงการแก้ไขปัญหา หาแนวคิดใหม่ ๆ ในการออกแบบสร้างชิ้นงานเพื่อแก้ไขปัญหา ถือว่าเป็นความคิดขั้นสูง ที่สามารถนำไปใช้ในการใช้ชีวิตจริงได้ เพราะในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีการบูรณาการแนวคิดสตีมศึกษาเข้าไปในกิจกรรมการเรียนรู้ ได้แก่ S (Science) วิทยาศาสตร์ T (Technology) เทคโนโลยี E (Engineering) วิศวกรรมศาสตร์ A (Arts) ศิลปะและ M (Mathematics) คณิตศาสตร์ (หทัยภัทร

ไกรวรรณ, 2559) และจากการจัดการเรียนการสอนตามแนวทางสตีมศึกษาพบว่า นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง การทำงานเป็นทีม การช่วยเหลือซึ่งกันและกัน รวมถึงสามารถสร้างสรรค์แนวคิดให้เป็นชิ้นงานออกมา สอดคล้องกับ (ปราณี พงษ์สุพรรณ, 2562) ที่ได้พัฒนาหลักสูตรสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และความคิดผลิตภาพสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ผลปรากฏว่าผลประเมินคุณภาพของหลักสูตรและแผนการจัดการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ยระดับคุณภาพอยู่ในระดับมากที่สุดและมากตามลำดับ โดยคะแนนความคิดผลิตภาพเฉลี่ยก่อนเรียน 6.35 และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน 9.60 คะแนน จากคะแนนเต็ม 12 คะแนน พบว่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 นอกจากนี้การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสตีมศึกษายังทำให้ผู้เรียนเป็นบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์และความคิดเชิงผลิตภาพซึ่งเป็นเป้าหมายที่สำคัญของทุกประเทศ ช่วยให้ผ่อนคลายอารมณ์ สร้างนิสัยที่ดีในการทำงาน เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ค้นคว้า ทดลองด้วยตนเอง โดยครูเป็นผู้ให้ความช่วยเหลือกระตุ้นคำถามและเสนอแนะความคิดเห็น นักเรียนได้เรียนรู้หลักการทำงานในชีวิตจริงและหลักการทำงานของวิศวกรรมมากขึ้น นับได้ว่ากรจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสตีมศึกษานั้นเป็นแนวทางในการพัฒนาความคิดเชิงผลิตภาพของนักเรียน

2. การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสตีมศึกษา พบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในการสอนระยะที่ 1 มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 7.64 จากคะแนนเต็ม 15 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 50.93 และมีนักเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 8 คน ในการสอนระยะที่ 2 นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 10.36 จากคะแนนเต็ม 15 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 70.19 และมีนักเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 19 คน ซึ่งในการจัดการเรียนรู้ให้ส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนั้นอภิปรายผลได้ดังนี้

การสอนระยะที่ 1 มีการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์เนื้อหาเรื่อง 1.โมเมนตัม 2. แรงและการเปลี่ยนโมเมนตัม 3. การดลและแรงดล 4. การดลและแรงดลตอนที่ 2 จากการจัดกิจกรรมที่เน้นให้นักเรียนสืบค้นความรู้ด้วยตนเองผ่านกิจกรรมการเรียนรู้นั้น ในทุกท้ายชั่วโมงนักเรียนทุกคนต้องแก้โจทย์ปัญหา พบว่านักเรียนสามารถทำงานที่ได้รับมอบหมายได้สำเร็จสามารถแก้โจทย์ปัญหาที่ซับซ้อนได้บางส่วน แต่ส่วนใหญ่นักเรียนยังคงจำสูตรที่ใช้ในการคำนวนไม่ค่อยได้ รวมถึงการแก้สมการทางคณิตศาสตร์ยังไม่ถูกต้องสมบูรณ์ ครูผู้สอนจึงช่วยอธิบายขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาและสรุปสูตรต่าง ๆ และเสริมการแก้สมการให้นักเรียนกลับไปทบทวนเนื้อหาเพิ่มเติม และ ผู้สอนควรปรับพฤติกรรมนักเรียนที่ไม่ชอบการคำนวณโดยการหากิจกรรมที่นักเรียนสนใจเข้าช่วย เช่น การแจกรางวัล การแบ่งกลุ่มแข่งขัน หรือ การเปลี่ยนบทบาทให้ผู้เรียนเป็นผู้สอนเพื่อน ๆ ในชั้นเรียน รวมทั้งฝึกให้นักเรียนสร้างโจทย์ขึ้นเอง และให้สลับกันแก้โจทย์กับเพื่อน ๆ

การสอนระยะที่ 2 มีการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์เนื้อหาเรื่อง 5. กฎการอนุรักษ์โมเมนตัม 6.การชนของวัตถุในหนึ่งมิติ (การชนแบบยืดหยุ่น) 7. การชนของวัตถุในหนึ่งมิติ (การชนแบบไม่ยืดหยุ่น) 8. การชนและการดีดตัวแยกจากกัน กิจกรรมการเรียนรู้ในการสอนระยะที่ 2 มีลักษณะการจัดการเรียนรู้เช่นเดียวกันกับการสอนระยะที่ 1 แต่เพื่อพัฒนาให้ผลสัมฤทธิ์สูงขึ้นนั้น ผู้สอนปรับโจทย์ที่ให้นักเรียนโดยเชื่อมโยงให้เข้ากับบริบทของผู้เรียนมากขึ้น และเพิ่มระยะเวลาในขั้นตอนนี้เพื่อให้นักเรียนช่วยกันแก้โจทย์ปัญหาโดยครูคอยช่วยเหลือและให้คำแนะนำอย่างใกล้ชิด ใช้หลักการกลุ่มเพื่อให้เพื่อนช่วยเพื่อนในกลุ่มทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ที่เพิ่มขึ้น พยายามชี้ให้ผู้เรียนเห็นถึงประโยชน์ในการเรียน เพื่อสร้างแรงจูงใจให้ผู้เรียนมุ่งมั่นที่จะเรียนรู้ เพื่อนำความรู้ปรับใช้ในอนาคตควรหลีกเลี่ยงปัจจัยที่ทำให้เกิดความกลัว เช่น ผู้เรียนบางคนอายเพื่อนเมื่อทำโจทย์ผิดหรือบางคนตามเพื่อนหรือผู้สอนไม่ทัน ผู้สอนจึงต้องคอยสอบถามผู้นักเรียนสร้างบรรยากาศให้ผู้เรียนสบายใจพร้อมที่จะเรียนรู้พร้อมทั้งฝึกให้ผู้เรียน บริหารเวลาในการทำโจทย์พร้อมทั้งทบทวนคำตอบให้แน่ใจก่อนส่งข้อสอบ

การวิจัยในครั้งนี้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น สอดคล้องกับ (นราภรณ์ ชัยบัวแดง, 2561) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติต่อการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ผลวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 คะแนนสอบหลังเรียนโดยเฉลี่ย คิดเป็นร้อยละ 79.13 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด และมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิชาฟิสิกส์เรื่องไฟฟ้ากระแสอยู่ในระดับมากที่สุด และสอดคล้องกับ (ทิพวรรณ เมืองพิล, 2562) ได้ศึกษาทักษะการแก้ปัญหาตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่องงานละพลังงาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลวิจัยพบว่า ผลเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ร้อยละ 75 ผู้เรียนมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสอดคล้องกับ (พรทิพย์ สังเกต, 2564) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและเจตคติต่อวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ผลวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากการวิจัยจะเห็นได้ว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสตีมศึกษาสามารถส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน และยังส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงผลิตภาพ เพราะคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และการคิดเชิงผลิตภาพของนักเรียนในการสอนทั้ง 2 ระยะ มีพัฒนาการที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องซึ่งเป็นผลมาจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสตีมศึกษา ที่ทำให้นักเรียนมี

ความกล้าคิด กล้าลงมือทำ มีความสามารถในการสืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ สังเคราะห์ข้อมูลอย่างเป็นระบบ สามารถเข้าใจประเด็นปัญหา หาวิธีการแก้ไข นำไปสู่การสร้างสรรค์ชิ้นงานอย่างมีคุณภาพและสวยงาม ช่วยส่งเสริมการช่วยเหลือกันการทำงานเป็นทีม แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันระหว่างกลุ่ม ใช้เวลาในการทำกิจกรรมอย่างคุ้มค่ามากที่สุด พร้อมทั้งสามารถนำเสนอผลงานอย่างมีเหตุผลและน่าสนใจ ด้วยเหตุนี้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสตีมศึกษาจึงสามารถพัฒนาให้นักเรียนมีความสามารถในการคิดเชิงผลิตภาพ และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้นได้

ข้อเสนอแนะ

1.ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. เนื่องจากกิจกรรมการเรียนรู้เน้นให้นักเรียนทำกิจกรรมด้วยตนเอง ดังนั้น ควรมีการวางแผนในการใช้เวลาที่ใช้จัดกิจกรรมให้เหมาะสมกับลักษณะของกิจกรรมในแผนจัดการเรียนรู้ เนื่องจากในการจัดการเรียนรู้นักเรียนใช้เวลาในการสืบค้นข้อมูล ออกแบบ วางแผน สร้างและตรวจสอบชิ้นงานและ ครูผู้สอนควรจัดหาอุปกรณ์ที่หลากหลายเพื่อเป็นตัวเลือกให้นักเรียนได้สร้างสรรค์ชิ้นงานได้อย่างเต็มที่ และเตรียมแหล่งเรียนรู้ เว็บไซต์ วีดีทัศน์ต่าง ๆ ที่สามารถให้นักเรียนนำมาประยุกต์ใช้กับชิ้นงานของตนเองเพื่อลดเวลาให้การทำกิจกรรม

2. ก่อนจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทุกครั้งควรมีการศึกษาสภาพห้องเรียนที่จะใช้จัดกิจกรรมให้เหมาะสมกับกิจกรรมในแผนจัดการเรียนรู้ จัดเตรียมพื้นที่ให้เหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน

3. ในกรณีที่ต้องการพัฒนาการคิดเชิงผลิตภาพจำเป็นต้องใช้ความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์และวิศวกรรม ควรสร้างความเข้าใจที่ถูกต้องด้านเนื้อหา หลักการทางวิทยาศาสตร์และวิศวกรรม ให้นักเรียนมีความเข้าใจที่ถูกต้องก่อน เพราะถ้านักเรียนไม่เข้าใจก็ยากที่จะพัฒนาการคิดเชิงผลิตภาพได้ ซึ่งเป็นความคิดที่ต้องออกมาเป็นรูปธรรม หรือ ชิ้นงาน

4. ผู้สอนควรพัฒนากิจกรรมในขั้น ระบุปัญหาจากสถานการณ์ ควรหาสถานการณ์ที่น่าสนใจ และสามารถโยงเข้าชีวิตประจำวันที่ใกล้ตัวนักเรียนมากขึ้น เพื่อดึงดูดความสนใจของนักเรียน

5. ในการพัฒนาการคิดเชิงผลิตภาพและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จะต้องทำการพัฒนาอย่างต่อเนื่องควบคู่กันไป โดยผ่านกระบวนการทำกิจกรรม ใบงาน การทดลอง แบบฝึกหัด และต้องใช้เวลาในการพัฒนา

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยต่อไป

1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสตีมศึกษา ในขั้นสร้างความสนใจ ครูควรนำชิ้นงาน หรือ สิ่งประดิษฐ์มาให้นักเรียนดูเพื่อดึงดูดความสนใจพร้อมทั้งเป็นตัวอย่างในการสร้างชิ้นงานในชั่วโมงที่จัดการเรียนการสอน

2. ควรนำกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสตีมศึกษาไปใช้กับตัวแปรอื่น เช่น ความคิดสร้างสรรค์ซึ่งเป็นความคิดหนึ่งในการคิดเชิงผลิตภาพ

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

กรมวิชาการ. (2544). *หลักสูตรการเรียนการสอนแบบบูรณาการ*. โรงพิมพ์คุรุสภา. ลาดพร้าว.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2545). *การวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน*.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *การวัดและประเมินผลการเรียนรู้หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551*. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)*. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย. https://drive.google.com/file/d/1_ALwE9xuCL3Fjet3XI4gYjBj8p_1zLaA/view

จารีพร ผลมูล.(2558). การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้บูรณาการแบบ STEAM สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 : กรณีศึกษา ชุมชนวังตะกอ จังหวัดชุมพร. *วารสารวิจัย มข. มส. (บศ.) 3 (2)*, *3*(August), 13.

จำรัส อินทลาภาพร และคณะ. (2558). การศึกษาแนวทำการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาสำหรับผู้เรียนระดับประถมศึกษา. *วารสารวิชาการ Veridian E-Journal*, *8*(1), 61-73.

จิราภรณ์ หนูสวัสดิ์. (2553). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนแบบบูรณาการผ่านเว็บตามแนวทฤษฎีการขยายความคิด. *วารสารสารสนเทศ*, *2*, 1–7.

เจนจิรา สันติไพบูลย์. (2561). การจัดกิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิด STEAM ร่วมกับการสอนเชิงผลิตภาพเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการและความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงานของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3. *วารสารครุศาสตร จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย*, *46*(3), 69–85. https://www.ptonline.com/articles/how-to-get-better-mfi-results

ชวนีย์ พงศาพิชญ์. (2551). ความพึงพอใจของนักศึกษาต่อการเรียนการสอนแบบบูรณาการ. *วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ*, 63–69.

ชวลิต ชูกำแพง. (2550). *การประเมินการเรียนรู้*. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

ชวลิต ชูกำแพง. (2551). *การพัฒนาหลักสูตร มหาสารคาม*. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2560). *คิดผลิตภาพสอนและสร้างได้อย่างไร*.โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ดารุวรรณ วงศ์นิคม และสมศักดิ์ บุญสาธร. (2555). *การบริหารจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงวิทยาลัยการอาชีพฝางสังกัดสำนักงานคณะกรรมการอาชีวศึกษา*. วิทยาลัยการอาชีพฝาง เชียงใหม่.

ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน. (2561). *การวิจัยและพัฒนาทางการศึกษา.* ตักสิลาการพิมพ์.

ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์. (2560). *คิดผลิตภาพสอนและสร้างได้อย่างไร*. โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ทองอยู่ แก้วไทรฮะ. (2545). *ม.ป.ป.การจัดการเรียนรู้ แบบบูรณาการ.*

ทิพวรรณ เมืองพิล. (2562). *การศึกษาทักษะการแก้ปัญหาตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง งานและพลังงาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

ทิศนา แขมมณี. (2561). *ศาสตร์การสอน*. ศูนย์หนังสือแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ธีระศักดิ์ ไชยสัตย์. (2561). *ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีและความสามารถในการคิดเชิงผลิตภาพของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมัธยมขยายโอกาสจังหวัดประจวบคีรีขันธ์*. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

นราภรณ์ ชัยบัวแดง. (2561). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติต่อการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการเรียนรู้สะเต็มศึกษา*. มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.

นวลจิตต์ เชาวกีรติพงศ์. (2559). *คิดผลิตภาพสอนและสร้างได้อย่างไร* . โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

นัสรินทร์ บือซา. (2558). *ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ชีววิทยา ความสามารถในการแก้ปัญหาและความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5* .มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

นิภา เมธาวิชัย. (2536). *การประเมินผลการเรียน. พิมพ์ครั้งที่2*. พิศิษฐ์การพิมพ์.

บุญชม ศรีสะอาด. (2545). *การวิจัยเบื้องต้น*. สุรีวิยาสาส์น.

บุญชม ศรีสะอาด. (2553). *การวิจัยเบื้องต้น*. สุวีริยาสาส์น.

บูรชัย ศิริมหาสารคาม. (2545). การเรียนรู้แบบบูรณาการที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง. *วารสารวิชาการ*, 31–32.

ประสาท เนืองเฉลิม. (2558). แนวการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ในศตวรรษที่ 21. *วารสารพัฒนาการเรียน*

การสอน มหาวิทยาลัยรังสิต, *9*(1), 136–154.

ปราณี พงษ์สุพรรณ. (2562). การพัฒนาหลักสูตรเสริมสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และความคิดผลิตภาพ สำหรับนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 4. *วารสารครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย*, *1*(47), 219–239.

ปราณี หลำเบ็ญสะ. (2559). *การหาคุณภาพของเครื่องมือวัดและประเมินผล*. มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา. http://edu.yru.ac.th/evaluate/attach/1465551003_เอกสารประกอบการอบรม.pdf

พรทิพย์ ศิริภัทราชัย. (2556). STEM Education กับการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21. *วารสารนักบริหาร*, *33*(2), 49–56.

พรทิพย์ สังเกต. (2564). *ผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและเจตคติต่อวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา*. มหาวิทยาลัยบูรพา.

พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2546). *การสร้างและพัฒนาแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์*. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

พิมพันธ์ เดชะคุปต์. (2548). *การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ*. สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ.

พิศเพลิน เขียนหวาน และคณะ. (2554). *ผลการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสำหรับนักเรียนระดับการศึกษา ขั้นพื้นฐานของนักศึกษาหลกัสูตรประกาศนียบัตรบัณฑิตวิชาชีพครูปีการศึกษา 2553 วิทยาลัยราชพฤกษ์*. วิทยาลัยราชพฤกษ์.

ไพฑูรย์ สินลารัตน์. (2549). *การศึกษาเชิงสร้างสรรค์และผลิตภาพ*. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ไพฑูรย์ สินลารัตน์. (2559). *คิดผลิตภาพสอนและสร้างได้อย่างไร* . โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

ไพฑูรย์ สินลารัตน์. (2559). *ปรัชญาการศึกษาเชิงสร้างสรรค์และผลิตภาพ* . โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ไพโรจน์ คะเชนทร์. (2556). *การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน*. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร. http://www.wattoongpel.com/

ไพศาล วรคำ. (2551). *การวิจัยทางการศึกษา*. ดักสิลาการพิมพ์.

ไพศาล หวังพานิช. (2526). *วัดผลการศึกษา*. ไทยวัฒนาพานิช.

ยศวีร์ สายฟ้า. (2555). *การเสริมสร้างวิทย์เทคโนโลยีศิลปะและคณิตศาสตร์ด้วย STEAM Model*.

รพีพล อินสุพรรณ. (2562). *การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา*.มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

https://www.ptonline.com/articles/how-to-get-better-mfi-results

ราชบัณฑิตยสถาน. (2555). *พจนานุกรมศัพท์ศึกษาศาสตร์ ฉบับราชบัณฑิตยสถาน*. อรุณการพิมพ์.

โรงเรียนบรบือ. (2563). *ผลการประเมิน SAR โรงเรียนบรบือ ปี 2563* . โรงเรียนบรบือ.

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2539). *เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้*. ชมรมเด็ก.

ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ. (2543). *เทคนิคการวัดผลการเรียน*. สุวีริยาสาส์น.

วนิดา ดีแป้น. (2553). *ปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาษาอังกฤษของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ในโรงเรียนสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเลยโดยการวิเคราะห์พหุระดับ*. มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย.

วศิณีส์ อิศรเสนา ณ อยุธยา. (2560). *เรื่องน่ารู้เกี่ยวกับ STEM education*. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วิสูตร โพธิ์เงิน. (2560). STEAM ศิลปะเพื่อสะเต็มศึกษา: การพัฒนาการรับรู้ความสามารถและแรงบันดาลใจให้เด็ก. *วารสารคฤศาสตร์*, *45*(1), 1–15.

ศิริชัย กาญจนวาสี (. (2556). *ทฤษฎีการทดสอบของพวกเขา = ทฤษฎีการทดสอบแบบคลาสสิก*. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. https://www.car.chula.ac.th/display7.php?bib=b1944962

ศุภพงศ์ คล้ายคลึง. (2548). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และทักษะ การ ทดลองโดยใช้ชุดปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์*. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ศูนย์สะเต็มศึกษาแห่งชาติ. (2557). *สะเต็มศึกษาและการออกแบบเชิงวิศวกรรมศาสตร์*. http://www.stemedthailand.org

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2556). สะเต็มศึกษาประเทศไทยและทูตสะเต็ม (STEM Education Thailand and STEM Ambassadors). In *นิตยสาร สสวท.* (42,185,

pp. 14–18). http://physics.ipst.ac.th/wp-content/uploads/sites/2/2014/11/STEMEdu_IPSTMag185.pdf

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). *คู่มือการวัดผลประเมินผลวิทยาศาสตร์*. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2557). *สะเต็มศึกษา (STEM Education)*. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2559). *คู่มือหลักสูตรอบรมครูสะเต็ม ศึกษา*.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560). *กรอบการเรียนรู้และแนวทางจัดประสบการณ์การเรียนรู้บูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ในระดับประถมวัย*. โกโกพริ้นท์ (ไทยแลนด์).

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ. (2015). *สรุปผลการวิจัย PISA 2015*.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2558). *รายงานผลการวิจัยโครงการ TIMSS 2015* (1).

สมนึก ภัททิยธนี. (2549). การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ภาษาไทย ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีรูปแบบของข้อสอบเลือกตอบตามอัตราส่วนของจำนวนข้อสอบต่างกัน. *วารสานการวัดผลการศึกษา*, *16*, 1–7.

สมพร โกมารทัต. (2557). การเรียนรู้เชิงผลิตภาพ. *วารสารศึกษาศาสตร์หาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี*, *25*(3), 1–11.

สมพร เชื้อพันธ์. (2547). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่3 โดยใช้วิธีการจัดการเรียนการสอนแบบสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองกับการจัดการเรียนการสอนตามปกติ* .ราชภัฏพระนครศรีอยุธยา. https://dric.nrct.go.th/index.php?/Search/SearchDetail/158506

สายฝน ลี้รัตนาวลี. (2540). *การออกแบบหน่วยการเรียนการแบบบูรณาการเพื่อการสอนเป็นคณะและการเรียนรู้ปัญหาสิ่งแวดล้อมสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่*.

สำนักงานปลัดกระทรวงศึกษาธิการ. (2561). *ผลการทดสอบ o-net ระดับชาติ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6*. https://sp.moe.go.th/sp_2563/info/

สิริพัชร์ เจษฎาวิโรจน์. (2549). *การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ*. ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง. http://www.edu.ru.ac.th/images/edu_files/Integrated_Instruction.pdf

สุพจน์ แก้วบุดดี. (2551). *ผลการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการโดยสอดแทรกคุณธรรม จริยธรรม และการคิดอย่างเป็นระบบ วิชาพลศึกษา หัวข้อเรื่องโภชนาการสำหรับ การออกกำลังกายและการควบคุมน้ำหนัก* (ขอนแก่น, 1–12).

สุวิชา วันสุดล. (2554). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดย ใช้เทคนิคการสอนแบบ 4 MAT และการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบซิปปาปริญญานิพนธ์* มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. https://www.ptonline.com/articles/how-to-get-better-mfi-results

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ. (2546). *การบูรณาการหลักสูตรและการเรียนการสอนโดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ*. ที.พี.พริ้นท์.

หทัยภัทร ไกรวรรณ. (2559). การจัดประสบการณ์การเรียนรู้แบบสตีมศึกษาที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของเด็กปฐมวัย. *วารสารศึกษาศาสตร์ปริทัศน์*, *32*(1), 123–133.

หิรัณยกาณฑ์. (2548). *ปทานุกรม ศัพท์การศึกษา. Dictionary of Education.* รำไทยเพลส.

อรทัย มูลคำและคณะ. (2543). *Child Centred : Storyline Method :การบูรณาการหลักสูตรและการเรียนการสอนโดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ*. ภาพพิมพ์, หจก.

Anderson and Krathwohl. (2001). *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*.

Anwari. (2015). Implementation of authentic learning and assessment through STEM education approach to improve students' metacognitive skills. *K-12 STEM Education*, *1*(3), 123–136. http://www.k12stemeducation.in.th/journal/article/view/23/24

Covington, M. . (1968). *THE AFFECTIVE COMPONENTS OF PRODUCTIVE THINKING, STRATEGIES OF RESEARCH AND ASSESSMENT.* 1–10.

Cox. (2016). Using Mathematics and Engineering to Solve Problems in Secondary Level Biology. *Journal of STEM Education*, *1*(17), 22–30. https://eric.ed.gov/?id=EJ1096056

Ebel, R. L. & Frisbie, D. A. (1986). Essentials of educational measurement (4 thed.). *วารสารการวัดผลการศึกษา*.

Ferguson, G. A. (1981). *Statistical Analysis in Psychology and Education. 5 th.Ed.* Tokyam Mc Graw – Hill Book Company.

Ge et al. (2015). *Emerging Technologies for STEAM Education*. https://plato.stanford.edu/archives/%0Afall2020/entries/critical-thinking/

Ghanbari. (2011). Learning Across Disciplines: A Collective Case Study Of Two University Programs That Integrate The Arts With STEM. *International Journal of Education & the Arts*. http://www.ijea.org/v16n7/

Good. (1973). *Dictionary of Education (3 rd ed)*. McGraw-Hill.

Guilford. (1956). *Structure of intellect*. *53*(4).

Jeong & Kim. (2015). The Effect of a Climate Change Monitoring Program on Students' Knowledge and Perceptions of STEAM Education in Korea. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*.

Kim, Y., & Park, N. (2012). *The Effect of STEAM Education on Elementary School Student's Creativity Improvement.* 115–121.

Kim et al. (2014). Effect of STEAM Education Program Using Flexible Display. *International Journal of Information and Education Technology*.

Maurina L. (2019). Productive thinking in middle school science students' design conversations in a design-based engineering challenge. *International Journal of Technology and Design Education*, *30*(1), 67–81. https://doi.org/10.1007/s10798-

019-09498-5

Otto Selz. (2560). *Productive Thinking*.

Park. (2016). Teachers' perceptions and practices of STEAM education in South Korea. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, *12*(7), 1739–1753. https://doi.org/10.12973/eurasia.2016.1531a

Park & Shin. (2012). *Effects of science lesson applying STEAM Education on self-efficacy, interest, and attitude towards science. 1*(40), 132–146.

Park & Yoo. (2013). *The Effects of the Learning Motive, Interest and Science Process Skills using the 'Light' Unit on Science-based STEAM*. *238*.

Riley. (2014). *Institute for Arts Integration and STEAM*.

SoonBeom Kwon. (2011). The effects of convergence education based STEAM on elementary school students' creative personality. *Proceedings of the 19th International Conference on Computers in Education, ICCE 2011*, 783–785.

Yakman. (2014). *STEAM Education: an overview of creating a model of integrative Education*.www.iteaconnect.org/Conference/PATT/%0APATT19/Yakmanfinal19.pdf.

Yakman, G. (2008). STEAM Education: an overview of creating a model of integrative education. *STE@M Educational Model*, 28. https://www.academia.edu/8113795/STEAM_Education_an_overview_of_creating_a_model_of_integrative_education

Yanuar Hery Murtianto. (2019). Exploring student's Productive Thinking in Solving Algebra Problem. *TEM Journal*, *8*(4), 1 – 6. https://doi.org/10.18421/TEM84-41

Yilip Kim. (2012). *The Effect of STEAM Education on Elementary School Student's Creativity Improvement*. 115 – 121. https://www.researchgate.net/publication/288986941_The_Effect_of_STEAM_Education_on_Elementary_School_Student's_Creativity_Improvement

ภาคผนวก



ภาคผนวก ก
ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสตีมศึกษา

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

หน่วยการเรียนรู้ โมเมนตัมและการชน **กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**
เรื่อง โมเมนตัม **ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4**
เวลาเรียน 2 ชั่วโมง **ภาคเรียนที่ 2/2564**

1.ผลการเรียนรู้

อธิบายและคำนวณโมเมนตัมของวัตถุ และการดลจากสมการและพื้นที่ใต้กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงลัพธ์กับเวลา รวมทั้งอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงดลกับโมเมนตัม

2.สาระสำคัญ

ปริมาณที่แสดงการเคลื่อนที่ของวัตถุที่มีมวลต่อกัน โดยมีโมเมนตัมเป็นปริมาณเวกเตอร์มีค่าเท่ากับผลคูณระหว่างมวลและความเร็วของวัตถุ ถ้าวัตถุมีมวลขนาดเท่ากันแต่เคลื่อนที่ด้วยความเร็วต่างกัน โมเมนตัมของวัตถุก็จะต่างกัน เช่นเดียวกับวัตถุที่เคลื่อนที่ด้วยความเร็วเท่ากันแต่มีมวลของวัตถุต่างกันโมเมนตัมก็จะต่างกันด้วย ดังสมการ $\vec{p} = m\vec{v}$

3.จุดประสงค์การเรียนรู้

-ด้านความรู้ ความเข้าใจ

- นักเรียนสามารถอธิบายความหมายและลักษณะของโมเมนตัมได้ (K)

-ด้านทักษะกระบวนการ

- นักเรียนสามารถคำนวณหาปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับโมเมนตัมได้ (P)

-ด้านคุณลักษณะ

- นักเรียนมีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย (A)

4.สาระการเรียนรู้

- โมเมนตัม

5. กิจกรรม / กระบวนการจัดการเรียนรู้

จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสตีมศึกษา ดังนี้

5.1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)

5.5.1.นักเรียนทบทวนความรู้เกี่ยวกับเรื่อง ความเร็ว มวล และพลังงานจลน์ โดยให้นักเรียนร่วมกันตอบคำถาม โดยครูจะตั้งคำถามกับนักเรียนดังนี้

คำถามที่ 1 ปริมาณทางฟิสิกส์มีกี่ประเภท อะไรบ้าง

คำถามที่ 2 ความเร็ว หมายถึงอะไร (ขนาดของการกระจัดที่วัตถุเคลื่อนที่ได้ในหนึ่งหน่วยเวลา)

คำถามที่ 3 มวล หมายถึงอะไร (ปริมาณที่ต้านการเปลี่ยนสภาวะการเคลื่อนที่)

คำถามที่ 4 วัตถุที่มีมวลและเคลื่อนที่ด้วยความเร็วจะมีพลังงานกลเกิดขึ้นหรือไม่ พลังงานที่เกิดขึ้นเป็นพลังงานชนิดใด (มีพลังงานกลเกิดขึ้น คือพลังงานจลน์)

5.5.2 ครูให้สถานการณ์การเรียนรู้กับนักเรียนในกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนคิดแก้ปัญหาด้วยตนเอง โดยครูให้สถานการณ์ปัญหากับนักเรียนเพื่อนำไปสู่การสร้างนวัตกรรมมาแก้ปัญหาในอนาคตซึ่งเป็นไปตามการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสตีมศึกษาในชั่วโมงนี้เป็นการศึกษาและสืบค้นข้อมูลเพื่อแก้ปัญหา โดยครูให้สถานการณ์ ดังนี้

ในปัจจุบันอุตสาหกรรมอาหารต่าง ๆ ได้นำวัสดุหลากหลายชนิดมาใช้เพื่อทำหน้าที่เป็นวัสดุกันกระแทก แต่เนื่องจากในทุกสภาวะการขนส่ง ผลิตภัณฑ์จะต้องเผชิญกับการ ตก กระแทก และสั่นสะเทือนในรูปแบบที่ต่างกัน หรืออาจระหว่างการเคลื่อนย้ายไม่ว่าจะใช้แรงงานคนหรือรถก็ตาม หากนักเรียนเป็น พ่อค้า/แม่ค้าผลไม้สด แล้วต้องการลดต้นทุนโดยการออกแบบบรรจุภัณฑ์ขึ้นเอง เพื่อให้ผลไม้ไม่เน่าเสีย ไม่ช้ำ คงสภาพเดิมให้ได้ที่ดีที่สุดก่อนถึงมือผู้บริโภคโดยต้องคำนึงถึง รูปทรง รูปร่าง น้ำหนักของผลิตภัณฑ์ ความสวยงามและความคงทนตลอดจนเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมหากเป็นไปได้ควรนำกลับมาใช้ซ้ำได้

5.4.3 ครูให้นักเรียนศึกษาวิธีการผลิตบรรจุภัณฑ์ แล้วเขียนนำเสนอวิธีการ (สามารถระบุได้มากกว่า 1 วิธี)

5.4.4 ครูให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลจากอินเทอร์เน็ตและแหล่งการเรียนรู้ต่าง ๆ เพื่อรวบรวมแนวคิดที่เกี่ยวข้อง เพื่อมาทำความเข้าใจกับปัญหา

5.5.2 ครูยกตัวอย่างสถานการณ์เพิ่มเติมการพูดคุยถึงกีฬาที่นักเรียนเคยเล่นบางประเภท เช่น บาสเกตบอล ฟุตบอล จากนั้นครูตั้งคำถามกับนักเรียนโดยการให้นักเรียนลุกขึ้นยืนแล้วตอบคำถาม ถึงสถานการณ์

-สมมติคิมแตะลูกฟุตบอลและลูกตะกร้อส่งไปให้ซ่า นักเรียนคิดว่าคิมจะออกแรงแตะลูกไหนมากกว่ากัน

- นักเรียนคิดว่า ทำไมจึงเป็นลูกฟุตบอลที่ต้องออกแรงมากกว่า

- ถ้าคิมแตะลูกฟุตบอลด้วยแรงที่เพิ่มมากขึ้น นักเรียนคิดว่าซ่าจะต้องออกแรงในการรับลูกฟุตบอลเป็นอย่างไร

5.5.3 ครูตั้งปัญหาเพื่อนำเข้าสู่การทำกิจกรรม รับถุงทรายว่า " นักเรียนทราบหรือไม่ว่าการที่ออกแรงต่างกันเพื่อรับวัตถุนั้น จะขึ้นอยู่กับปริมาณใดบ้าง " จะให้นักเรียนลองทำกิจกรรมรับถุงทราย

5.2 ขั้นสำรวจและค้นคว้า (Exploration)

5.2.1 ครูแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 3 – 4 คน (จำนวน 4 กลุ่ม สุ่มโดยนับเลข 1 – 4 นักเรียนที่นับเลขเหมือนกันอยู่กลุ่มเดียวกัน แล้วให้นักเรียนแบ่งหน้าที่ภายในกลุ่มให้ชัดเจน เพื่อทำงานกลุ่มโดยที่สมาชิกในกลุ่มต้องมีหน้าที่ชัดเจน)

5.2.2 ครูแจกใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง โมเมนตัม และอุปกรณ์การทำกิจกรรม ประกอบด้วย (ถุงทราย และสายวัด)

5.2.3 ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม ทำกิจกรรมการรับถุงทราย (ครูอธิบายเพิ่มเติม : โดยให้ใช้มือขวาถือถุงทรายถุงหนึ่งอยู่เหนือมือซ้ายประมาณ 40 เซนติเมตร ปล่อยถุงทรายตกลงบนมือซ้าย โดยใช้มือซ้ายรับถุงทรายที่ตกลงมาให้หยุดนิ่งในมือโดยพยายามไม่ให้เคลื่อนที่ ทำการทดลองซ้ำโดยมือขวาอยู่เหนือมือซ้ายประมาณ 90 เซนติเมตร แล้วปล่อยถุงทรายถุงเดิม พร้อมกับบันทึกผลการทดลอง)

5.2.4 ครูให้นักเรียนทำการทดลองใหม่ โดยใช้มือขวารับถุงทราย 1 ถุง จากระดับที่อยู่เหนือมือซ้ายประมาณ 30 เซนติเมตร และใช้มือซ้ายรับถุงทรายให้หยุดนิ่งในมือโดยพยายามไม่ให้ถุงทรายเคลื่อนที่ แล้วทำการทดลองซ้ำอีกครั้ง แต่เปลี่ยนเป็นถุงทราย 2 ถุงมัดติดกัน โดยปล่อยถุงทรายที่ระยะความสูง 40 เซนติเมตร พร้อมกับบันทึกผลการทดลอง

5.2.5 ครูเดินดูนักเรียนพร้อมทั้งเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามเกี่ยวกับการทำกิจกรรมครั้งนี้

5.2.6 เมื่อทุกคนได้ทำการทดลองเสร็จสิ้นแล้ว นักเรียนร่วมกันบันทึกผลการทดลอง สรุปผลการทดลอง ตลอดทั้งปัญหาอุปสรรคที่เกิดขึ้นระหว่างการทดลอง

5.3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)

5.3.1 ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำข้อมูลที่ได้จากการบันทึกในใบกิจกรรม มาสรุปผลการทดลอง ตอบคำถามหลังการทดลอง และนำเสนอข้อสรุปของแต่ละกลุ่ม (นำเสนอโดยให้ตัวแทนกลุ่มออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียน)

5.3.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มเปรียบเทียบผลการทดลอง ว่ากลุ่มของตนแตกต่างหรือเหมือนกันอย่างไร ถ้าหากมีกลุ่มที่แตกต่างจากเพื่อนที่นำเสนอไปก็ให้กลุ่มนั้นออกมานำเสนอ

5.3.3 ครูตั้งคำถามเพื่อให้นักเรียนได้ร่วมกันคิด และหาคำตอบเกี่ยวกับความสัมพันธ์ที่เกิดจากการทดลอง เรื่อง โมเมนตัม ดังนี้

คำถามที่ 1 จากการทดลองตอนที่ 1 เมื่อนักเรียนปล่อยถุงทรายที่มีมวลเท่ากัน ตกจากที่สูงต่างกัน แรงที่ใช้รับและความเร็วเท่ากันหรือไม่ ถ้าไม่เท่ากันแรงที่ใช้รับและความเร็วกรณีใดมากกว่ากัน

(ถุงทรายที่ปล่อยจากระดับสูงกว่าจะมีความเร็วมากกว่าขณะกระทบมือ และแรงที่ใช้รับถุงทรายจากระดับสูงกว่ามีค่ามากกว่าด้วย)

คำถามที่ 2 จากการทดลองตอนที่ 2 เมื่อนักเรียนปล่อยถุงทรายที่มีมวลต่างกันตกจากที่สูงเท่ากัน แรงที่ใช้รับและความเร็วเท่ากันหรือไม่ ถ้าไม่เท่ากันแรงที่ใช้รับและความเร็วกรณีใดมากกว่ากัน

(ความเร็วที่กระทบมือจะเท่ากัน และแรงที่ใช้รับถุงทรายที่มีมวลมากจะมีค่ามากกว่าแรงที่ใช้รับถุงทรายที่มีมวลน้อย)

คำถามที่ 3 จากการทดลองทั้ง 2 ตอน นักเรียนสามารถอธิบายความสัมพันธ์ของแรงที่ใช้หยุดวัตถุที่กำลังเคลื่อนที่ได้อย่างไร

(แรงที่ใช้หยุดการเคลื่อนที่ของวัตถุนั้นจะขึ้นอยู่กับมวลและความเร็วของวัตถุ ซึ่งเมื่อค่าของมวลในวัตถุ(m) และความเร็ว (v) เปลี่ยน ค่าของโมเมนตัมก็จะเปลี่ยนไปตาม

5.3.4 ครูสุ่มนักเรียน โดยการให้นักเรียนลุกขึ้นยืนแล้วตอบคำถาม โดยมีครูและนักเรียน
คนอื่น ๆ คอยตรวจคำตอบและเพิ่มเติมให้สมบูรณ์

5.4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)

5.4.1 ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำองค์ความรู้ทั้งหมดที่ได้จากขั้นที่ 3 มาตอบคำถามในขั้นที่ 1 ที่ครูได้ถามไว้ “นักเรียนทราบหรือไม่ว่าการที่ออกแรงต่างกันเพื่อรับวัตถุนั้น จะขึ้นอยู่กับปริมาณใดบ้าง ” (ขึ้นอยู่กับมวลและความเร็วของวัตถุ)

5.4.2 ครูถามนักเรียนว่า “ ถ้าจะทำให้วัตถุที่กำลังเคลื่อนที่ให้หยุดนิ่ง แรงต้านที่กระทำต่อวัตถุที่มีโมเมนตัมมากกับโมเมนตัมน้อยจะแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร ”

(แตกต่างกัน คือ วัตถุที่มีโมเมนตัมมากจะต้องออกแรงต้านมากกว่าวัตถุที่มีโมเมนตัมน้อย)

5.4.3 จากที่ครูให้สถานการณ์การเรียนรู้กับนักเรียนในกิจกรรมการเรียนรู้ในขั้นแรกนั้น

ในปัจจุบันอุตสาหกรรมอาหารต่าง ๆ ได้นำวัสดุหลากหลายชนิดมาใช้เพื่อทำหน้าที่เป็นวัสดุกันกระแทก แต่เนื่องจากในทุกสภาวะการขนส่ง ผลิตภัณฑ์จะต้องเผชิญกับการ ตก กระแทก และสั่นสะเทือนในรูปแบบที่ต่างกัน หรืออาจระหว่างการเคลื่อนย้ายไม่ว่าจะใช้แรงงานคนหรือรถก็ตาม หากนักเรียนเป็น พ่อค้า/แม่ค้าผลไม้สด แล้วต้องการลดต้นทุนโดยการออกแบบบรรจุภัณฑ์ขึ้นเอง เพื่อให้ผลไม้ไม่เน่าเสีย ไม่ช้ำ คงสภาพเดิมให้ได้ที่ดีที่สุดก่อนถึงมือผู้บริโภคโดยต้องคำนึงถึง รูปทรง รูปร่าง น้ำหนักของผลิตภัณฑ์ ความสวยงามและความคงทนตลอดจนเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมหากเป็นไปได้ควรนำกลับมาใช้ซ้ำได้

5.4.4 ครูให้นักเรียนนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาจากที่ได้สืบค้นข้อมูลมาแล้ว โดยให้ตัวแทนกลุ่มยืนขึ้นแล้วอธิบาย ปัญหาและวิธีการแก้ปัญหา

5.4.6 ครูยกตัวอย่างโจทย์ปัญหา เรื่อง โมเมนตัม 1 ตัวอย่าง

- “ ลูกปืนมีมวล 4 kg ถูกยิงออกไปด้วยความเร็ว 500 m/s จงหาโมเมนตัมของลูกปืน”

(โมเมนตัมของลูกปืนมีค่าเท่ากับ 2,000 kg.m/s)

5.4.7 ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดการคำนวนในหนังสือเรียน ลงในสมุดเพื่อตรวจสอบความเข้าใจ

5.4.8 ครูสุ่มนักเรียน โดยการให้นักเรียนลุกขึ้นยืนแล้วตอบคำถาม หากคำตอบยังไม่ถูกต้องหรือไม่สมบูรณ์ ครูให้นักเรียนคนอื่น ๆ นำเสนอคำตอบเพิ่มเติมให้ถูกต้องสมบูรณ์

5.5 ขั้นประเมิน (Evaluation)

5.5.1 ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสอบถามในสิ่งที่ยังไม่เข้าใจ

5.5.2 ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบ เรื่อง โมเมนตัม 3 ข้อ เพื่อประเมินผลการเรียนรู้ (ทำรายบุคคล).

5.5.3 ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยคำตอบ ครูช่วยอธิบายเพิ่มเติมในข้อที่นักเรียนทำผิด

5.5.4 ครูชมเชยนักเรียนที่ทำคะแนนได้ดี และให้กำลังใจสำหรับนักเรียนที่คะแนนไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด

6. การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัดผล	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
ด้านพุทธิพิสัย (K) 1. นักเรียนสามารถอธิบายความหมายและลักษณะของโมเมนตัมได้ (K)	การทดสอบ	แบบทดสอบ	ตอบคำถามถูกร้อยละ 60 ขึ้นไป
ด้านทักษะพิสัย (P) 1. นักเรียนสามารถคำนวณหาปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับโมเมนตัมได้ (P)	ตรวจใบกิจกรรม	ใบกิจกรรม	ระดับดีขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์การประเมิน
ด้านจิตพิสัย (A) 1. นักเรียนมีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย (A)	สังเกตพฤติกรรมขณะเรียน	แบบบันทึกการเข้าเรียน	ระดับดีขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์การประเมิน

7. สื่อ อุปกรณ์ และแหล่งการเรียนรู้

7.1 สื่อ

- แบบทดสอบ เรื่อง โมเมนตัม
- ใบกิจกรรม เรื่อง โมเมนตัม

7.2 อุปกรณ์

- ถุงทราย
- สายวัด

8.เอกสารอ้างอิง

หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ ฟิสิกส์ เล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

9.บันทึกผลการจัดการเรียนรู้

ผลการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางสาวปิยธิดา พลมาตย์)

นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู

วันที่...../...../.....

ความคิดเห็นจากครูพี่เลี้ยง

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ครูพี่เลี้ยง

(นางอัจฉรี สุวรรณนาคินทร์)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ความคิดเห็นของหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นายภาณุวิชญ์ แสนคำภา)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ความคิดเห็นของรองผู้อำนวยการ/ฝ่ายวิชาการ

เนื่องจาก.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นายสมจิต เมืองนาม)

ผู้ช่วยผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ โรงเรียนบรบือ

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

แบบทดสอบที่ 1

หน่วยการเรียนรู้ โมเมนตัมและการชน **กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**

เรื่อง โมเมนตัม **ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4**

เวลา 10 นาที **ภาคเรียนที่ 2/2563**

ด้านพุทธิพิสัย (K) นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของโมเมนตัมได้

คำชี้แจง แบบทดสอบเป็นแบบปรนัย 4 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน

1. ข้อความใดต่อไปนี้มีโมเมนตัมน้อยที่สุด

1) ลูกวอลเลย์บอลกำลังถูกโยนขึ้นเพื่อเสิร์ฟ

2) รถบรรทุกขนาด 30 ตัน จอดเสียอยู่ข้างทาง

3) นักเรียนวิ่งเล่นอยู่ที่กลางสนาม

4) ลูกบาสกำลังกลิ้งอยู่บนห่วง

2. วัตถุที่มีโมเมนตัมจำเป็นต้องมีปริมาณใดต่อไปนี้

1) การดล

2) ความเร่ง

3) พลังงานศักย์

4) พลังงานจลน์

3. แรงที่ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัมขึ้นอยู่กับอะไรบ้าง

ก.มวล ข. ความเร็ว ค. เวลาที่ใช้ในการเปลี่ยนโมเมนตัม

1) ก , ข , ค

2) ข , ค

3) ก , ค

4) ก , ข

4. ข้อใดถูกต้อง

ก.โมเมนตัมเป็นปริมาณเวกเตอร์ มีทิศไปทางเดียวกับทิศทางความเร็ว

ข. โมเมนตัมเป็นปริมาณเวกเตอร์ มีทิศไปทางเดียวกับทิศการเคลื่อนที่

ค. โมเมนตัมเป็นปริมาณเวกเตอร์ มีหน่วยเป็น m/s

ง. โมเมนตัมเป็นปริมาณเวกเตอร์ เกิดจากมวลคูณความเร็วของวัตถุนั้น

1) ก

2) ค , ง

3) ก , ข , ค

4) ก ,ข , ค , ง

แบบประเมินแบบทดสอบ

เรื่อง โมเมนตัม

คำชี้แจง : ให้ผู้สอนประเมินจากแบบทดสอบ ของผู้เรียนโดยให้ระดับคะแนนลงในตารางที่ตรงกับพฤติกรรมของผู้เรียน

เลขที่	ชื่อ-สกุล	รวมคะแนน	การประเมิน	
			ผ่าน	ไม่ผ่าน

เกณฑ์การประเมินแบบทดสอบ

เรื่อง โมเมนตัม

ข้อเฉลย	คะแนน	
	ตอบถูก	ตอบผิด
1. 2	1	0
2. 4	1	0
3. 2	1	0
4. 3	1	0

ผ่านเกณฑ์ คะแนนไม่น้อยกว่าร้อยละ 60 ได้คะแนนตั้งแต่ 3 คะแนน ขึ้นไป

ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง โมเมนตัม

กลุ่มที่.....ชื่อกลุ่ม.....ห้อง.....

สมาชิกในกลุ่ม

1..... เลขที่.....

2..... เลขที่.....

3..... เลขที่.....

4..... เลขที่.....

5. ..... เลขที่.....

6. ..... เลขที่.....

วัตถุประสงค์การทดลอง

1. เพื่ออธิบายความหมายโมเมนตัมได้
2. เพื่อบอกความสัมพันธ์ของแรงที่ใช้หยุดวัตถุที่กำลังเคลื่อนที่ได้



อุปกรณ์การทดลอง

1. ถุงทราย
2. สายวัด

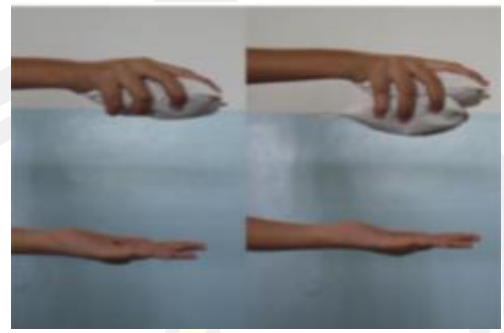
วิธีการทดลอง

ตอนที่ 1

1. ใช้มือขวาถือถุงทราย 1 ถุง อยู่เหนือมือซ้ายในแนวดิ่ง 40 เซนติเมตร แล้วปล่อยถุงทรายให้ตก ลงมาแบบเสรีบนมือซ้าย โดยที่มือซ้ายรับถุงทรายที่ตกลงมาให้หยุดนิ่งในมือ โดยพยายามไม่ให้เคลื่อนที่

2. ทำการทดลองเช่นเดียวกับข้อ 1 โดยให้ระดับมือขวาสูงกว่ามือซ้าย 90 เซนติเมตร แล้วปล่อยถุงทรายถุงเดิม

3. เปรียบเทียบแรงที่มือซ้ายรับถุงทราย เพื่อไม่ให้ถุงทรายเคลื่อนที่ในแต่ละครั้ง บันทึกผลการทดลองการออกแรงรับถุงทรายที่ความสูงต่างกัน



	ความสูง (s)	เวลาที่ใช้ในการรับถุงทราย (t)	ความเร็วของถุงทรายที่ตกถึงมือ	แรงที่มือรับถุงทราย
ถุงทราย 1 ถุง	40 cm			
ถุงทราย 1 ถุง	90 cm			

บันทึกผลการทดลอง

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ตอนที่ 2

1. ใช้มือขวาปล่อยถุงทราย 1 ถุง จากระดับที่อยู่เหนือมือซ้ายในแนวดิ่งประมาณ 40 เซนติเมตร แล้วปล่อยให้ถุงทรายตกลงบนมือซ้าย ใช้มือซ้ายรับถุงทรายที่ตกลงมาให้หยุดนิ่งในมือ โดยพยายามไม่ให้เคลื่อนที่

2. ทำการทดลองเช่นเดียวกับข้อ 1 แต่เพิ่มถุงทรายเป็น 2 ถุง มัดติดกัน ปล่อยถุงทรายที่ระยะความสูงประมาณ 40 เซนติเมตร เท่ากัน

3. เปรียบเทียบแรงที่มือซ้ายรับถุงทราย เพื่อไม่ให้ถุงทรายเคลื่อนที่ในแต่ละครั้ง บันทึกผลการทดลองการออกแรงรับถุงทรายที่มวลต่างกัน

<u>บันทึกผลการทดลอง</u>

	ความสูง (s)	แรงที่มือรับถุงทราย
ถุงทราย 1 ถุง	40 cm	
ถุงทราย 2 ถุง	40 cm	

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

<u>คำถามท้ายการทดลอง</u>

1. ความเร็วของถุงทรายที่มีมวลเท่ากัน ความสูงแตกต่างกันเกี่ยวข้องกับการออกแรงรับถุงทรายหรือไม่อย่างไร

.....

.....

.....

.....

2. มวลของถุงทรายที่มีความสูงเดียวกัน มวลต่างกันเกี่ยวข้องกับการออกแรงรับถุงทรายหรือไม่อย่างไร

.....

.....

.....

.....

3. แรงที่ใช้หยุดการเคลื่อนที่ของวัตถุ ขึ้นอยู่กับปริมาณใด

.....

.....

.....

.....

<u>คำถามชวนคิด</u>

ในปัจจุบันอุตสาหกรรมอาหารต่าง ๆ ได้นำวัสดุหลากหลายชนิดมาใช้เพื่อทำหน้าที่เป็นวัสดุกันกระแทก แต่เนื่องจากในทุกสภาวะการขนส่ง ผลิตภัณฑ์จะต้องเผชิญกับการ ตก กระแทก และสั่นสะเทือนในรูปแบบที่ต่างกัน หรืออาจระหว่างการเคลื่อนย้ายไม่ว่าจะใช้แรงงานคนหรือรถก็ตาม หากนักเรียนเป็น พ่อค้า/แม่ค้าผลไม้สด แล้วต้องการลดต้นทุนโดยการออกแบบบรรจุภัณฑ์ขึ้นเองเพื่อให้ผลไม้ไม่เน่าเสีย ไม่ช้ำ คงสภาพเดิมให้ได้ที่ดีที่สุดก่อนถึงมือผู้บริโภคโดยต้องคำนึงถึง รูปทรง รูปร่าง น้ำหนักของผลิตภัณฑ์ ความสวยงามและความคงทนตลอดจนเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมหากเป็นไปได้ควรนำกลับมาใช้ซ้ำได้

1. ให้นักเรียนศึกษาวิธีการผลิตบรรจุภัณฑ์ แล้วเขียนนำเสนอปัญหาของสถานการณ์ และวิธีการแก้ไขปัญหานี้ (สามารถระบุได้มากกว่า 1 วิธี)

แบบประเมินใบกิจกรรมที่ 1

คำชี้แจง : ให้ผู้สอนประเมินจากแบบทดสอบที่ 1 ของผู้เรียน โดยให้ระดับคะแนนลงในตารางที่ตรงกับพฤติกรรมของผู้เรียน

เลขที่	ชื่อ-สกุล	การปฏิบัติการทดลอง	การบันทึกผลการทำกิจกรรม	การสรุปผลการทดลอง	การนำเสนอผลการทดลอง	รวมคะแนน	เกณฑ์การประเมิน	
							ผ่าน	ไม่ผ่าน
1								
2								
3								
4								
5								

เกณฑ์การประเมิน

คะแนนตั้งแต่ 9 – 12 ผ่าน

0 - 4 = พอใช้

5 - 8 = ปานกลาง

9 - 12 = ดี

เกณฑ์การให้คะแนนแบบประเมินใบกิจกรรม

รายการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน			
	3	2	1	0
การปฏิบัติการทดลอง	ปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนที่กำหนดให้ถูกต้องทุกขั้นตอน	ปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนที่กำหนดให้ถูกต้องโดยครูเป็นผู้แนะนำ 1 ครั้ง	ปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนที่กำหนดให้ถูกต้องโดยครูเป็นผู้แนะนำ 2 ครั้ง	ไม่ปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนที่กำหนดให้
การบันทึกผลการทดลอง	บันทึกผลการทดลองได้ครบถ้วนและเป็นไปตามการผลทดลอง	บันทึกผลการทดลองได้ครบถ้วนแต่ไม่ไปตามการผลทดลอง	บันทึกผลการทดลองไม่ครบถ้วนและไม่เป็นไปตามผลการทดลอง	ไม่บันทึกผลการทดลอง
การสรุปผลการทดลอง	สรุปผลการทดลองได้ตรงตามผลการทดลอง	สรุปผลการทดลองได้ตรงตามผลการทดลอง โดยครูเป็นผู้แนะนำ	สรุปผลการทดลองได้ไม่ตรงตามผลการทดลอง	ไม่สรุปผลการทดลอง
การนำเสนอผลการทดลอง	นำเสนอผลการทดลองตามความเป็นจริง	นำเสนอผลการทดลองตามความเป็นจริง โดยครูเป็นผู้แนะนำ	นำเสนอผลการทดลองไม่เป็นไปตามความจริง	ไม่นำเสนอผลการทดลอง

เกณฑ์การให้คะแนน

3 คะแนน = ดี

2 คะแนน = ปานกลาง

1 คะแนน = พอใช้

0 คะแนน = ควรปรับปรุง

แบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรมนักเรียน

คำชี้แจง : ให้ผู้สอนประเมินจากการสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนในขณะปฏิบัติกิจกรรมโดยให้ระดับคะแนนลงในตารางที่ตรงกับพฤติกรรมของผู้เรียน

เลขที่	ชื่อ-สกุล	การทำงานร่วมกับผู้อื่นและการช่วยเหลือผู้อื่น	การรับฟังความคิดเห็นและการแสดงความคิดเห็น	การรับฟังความคิดเห็นและการแสดงความคิดเห็น	รวม (คะแนน)	การประเมิน	
						ผ่าน	ไม่ผ่าน
1							
2							
3							
4							
5							

เกณฑ์การให้คะแนนแบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรมนักเรียน

รายการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน			
	3	2	1	0
การทำงานร่วมกับผู้อื่นและการช่วยเหลือผู้อื่น	ให้ความร่วมมือและให้ความช่วยเหลือในการทำกิจกรรมกลุ่ม	ให้ความร่วมมือและให้ความช่วยเหลือในการทำกิจกรรมกลุ่ม แต่ต้องมีการตักเตือน 1 ครั้ง	ให้ความร่วมมือและให้ความช่วยเหลือในการทำกิจกรรมกลุ่ม แต่ต้องมีการตักเตือน 2 ครั้ง	ไม่ให้ความร่วมมือและไม่ให้ความช่วยเหลือในการทำกิจกรรมกลุ่ม
การรับฟังความคิดเห็นและการแสดงความคิดเห็น	รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นและกล้าแสดงความคิดเห็น	รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นและแสดงความคิดเห็นเมื่อถูกกระตุ้น	รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นแต่ไม่แสดงความคิดเห็นเมื่อถูกกระตุ้น	ไม่รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นและไม่กล้าแสดงความคิดเห็น
รับผิดชอบในงานที่ได้รับมอบหมาย	รับผิดชอบหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย	รับผิดชอบหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย แต่ต้องมีการเตือน 1 ครั้ง	รับผิดชอบหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย แต่ต้องมีการเตือน 2 ครั้ง	ไม่รับผิดชอบหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย

เกณฑ์การให้คะแนน

3 คะแนน = ดี

2 คะแนน = ปานกลาง

1 คะแนน = พอใช้

0 คะแนน = ควรปรับปรุง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

หน่วยการเรียนรู้ โมเมนตัมและการชน **กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**

เรื่อง แรงและการเปลี่ยนโมเมนตัม **ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4**

เวลาเรียน 1 ชั่วโมง **ภาคเรียนที่ 2/2564**

1.ผลการเรียนรู้

อธิบายกราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงลัพธ์กับเวลาและคำนวณแรงลัพธ์ที่กระทำให้เกิดการเปลี่ยนโมเมนตัมได้

2.สาระสำคัญ

โมเมนตัมเกิดขึ้นกับวัตถุที่มีความเร็ว หรืออีกนัยหนึ่งคือวัตถุที่มีพลังงานจลน์ ซึ่งอาจเกิดจากการเปลี่ยนรูปพลังงานนอกจากโมเมนตัมจะขึ้นกับมวลและความเร็วของวัตถุแล้ว แรงที่กระทำต่อวัตถุก็มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัม โดยแรงจะทำให้ความเร็วของวัตถุเปลี่ยนแปลงไป ซึ่งมีสมการแสดงดังนี้

$$\sum \vec{F} = \frac{m\vec{v} - m\vec{u}}{\Delta t} = \frac{\vec{P}_2 - \vec{P}_1}{\Delta t}$$

3.จุดประสงค์การเรียนรู้

-ด้านความรู้ ความเข้าใจ

- นักเรียนสามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงที่กระทำต่อวัตถุและการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัมได้ (K)

-ด้านทักษะกระบวนการ

- นักเรียนสามารถทำการทดลองที่เกี่ยวกับแรงและการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัมได้ (P)
- นักเรียนสามารถออกแบบและสร้างชิ้นงานในกิจกรรมการเรียนรู้ได้ (P)

-ด้านคุณลักษณะ

- นักเรียนมีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย (A)

4.สาระการเรียนรู้

- แรงและการเปลี่ยนโมเมนตัม

5. กิจกรรม / กระบวนการจัดการเรียนรู้

จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสตีม ศึกษา ดังนี้

5.1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)

5.5.1. นักเรียนทบทวนความรู้เกี่ยวกับเรื่อง มวล ความเร็ว โมเมนตัมและกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ *2* ของนิวตัน โดยให้นักเรียนร่วมกันตอบคำถาม โดยครูจะตั้งคำถามกับนักเรียนดังนี้

คำถามที่ 1 ความเร็ว หมายถึงอะไร (ขนาดของการกระจัดที่วัตถุเคลื่อนที่ได้ในหนึ่งหน่วยเวลา)

คำถามที่ 2 มวล หมายถึงอะไร (ปริมาณที่ต้านการเปลี่ยนสภาวะการเคลื่อนที่)

คำถามที่ 3 กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 กล่าวไว้ว่าอย่างไร (เมื่อแรงทีกระทำต่อวัตถุไม่เป็นศูนย์ วัตถุจะเคลื่อนที่ด้วยความเร่ง)

คำถามที่ 4 สมการความสัมพันธ์ของกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 ของนิวตัน เขียนได้อย่างไร ($\sum F = ma$)คำถามที่ 5 โมเมนตัมหมายถึงอะไร และขึ้นอยู่กับปริมาณใดบ้าง (ปริมาณที่แสดงการเคลื่อนที่ของวัตถุที่มีมวลต่างกัน โดยโมเมนตัมจะขึ้นอยู่กับมวลและความเร็วของวัตถุ)

5.5.2 จากสถานการณ์ที่ครูให้ในชั่วโมงที่แล้ว ดังนี้

ในปัจจุบันอุตสาหกรรมอาหารต่าง ๆ ได้นำวัสดุหลากหลายชนิดมาใช้เพื่อทำหน้าที่เป็นวัสดุกันกระแทก แต่เนื่องจากในทุกสภาวะการขนส่ง ผลิตภัณฑ์จะต้องเผชิญกับการ ตก กระแทก และสั่นสะเทือนในรูปแบบที่ต่างกัน หรืออาจระหว่างการเคลื่อนย้ายไม่ว่าจะใช้แรงงานคนหรือรถก็ตาม หากนักเรียนเป็น พ่อค้า/แม่ค้าผลไม้สด แล้วต้องการลดต้นทุนโดยการออกแบบบรรจุภัณฑ์ขึ้นเองเพื่อให้ผลไม้ไม่เน่าเสีย ไม่ช้ำ คงสภาพเดิมให้ได้ที่ดีที่สุดก่อนถึงมือผู้บริโภคโดยต้องคำนึงถึง รูปทรง รูปร่าง น้ำหนักของผลิตภัณฑ์ ความสวยงามและความคงทนตลอดจนเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมหากเป็นไปได้ควรนำกลับมาใช้ซ้ำได้

5.4.3 ถ้าหากนักเรียนเป็นพ่อค้า/แม่ค้าขายผลไม้ หากต้องการขนส่งผลไม้โดยไม่ให้เกิดการ ช้ำ และเน่าเสีย นักเรียนจะมีวิธีการออกแบบบรรจุภัณฑ์กันกระแทกอย่างไร โดยครูมีอุปกรณ์ ดังนี้

1. แผ่นโฟม หรือ ฟองน้ำ 2. ตลับเมตร 3.เคเบิ้ลไทน์ 4.สก็อตเทปใส 5. คัทเตอร์ หรือกรรไกร 6. กาวน้ำ

5.4.4 ในชั่วโมงนี้ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสืบค้นข้อมูล แนวคิดที่เกี่ยวข้อง วางแผนการสร้างชิ้นงาน จากอินเทอร์เน็ตและใบกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อแก้ปัญหาและสร้างนวัตกรรม จากสถานการณ์ปัญหาโดยมีครูคอยให้คำปรึกษาแก่นักเรียน

5.5.5 นำเข้าสู่บทเรียน จากการสุ่มเลือกนักเรียน 2 คน ออกมาหน้าชั้นเรียน เพื่อสาธิตการโยนลูกบอลโดยที่ให้ฝ่ายหนึ่งเป็นคนโยนลูกบอลและมีอีกฝ่ายหนึ่งรับลูกบอล หลังจากนั้นให้สลับฝ่ายกัน จากนั้นครูตั้งคำถามกับนักเรียนโดยการให้นักเรียนยกมือแล้วตอบคำถาม

5.5.6 ครูตั้งคำถามเพื่อนำเข้าสู่การทำกิจกรรม

คำถามที่ 1 ถ้านักเรียนโยนลูกบอลด้วยแรงที่น้อย ความเร็วของลูกบอลจะเป็นอย่างไร

คำถามที่ 2 ถ้านักเรียนโยนลูกบอลด้วยแรงที่มาก ความเร็วของลูกบอลจะเป็นอย่างไร

5.2 ขั้นสำรวจและค้นคว้า (Exploration)

5.2.1 ครูแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 3 – 4 คน จำนวน 4 กลุ่ม สุ่มโดยนับเลข 1 – 4 นักเรียนที่นับเลขเหมือนกันอยู่กลุ่มเดียวกัน แล้วให้นักเรียนแบ่งหน้าที่ภายในกลุ่มให้ชัดเจน เพื่อทำงานกลุ่มโดยที่สมาชิกในกลุ่มต้องมีหน้าที่ชัดเจน

5.2.2. ครูแจกใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง แรงและการเปลี่ยนโมเมนตัม โดยในการทำกิจกรรมการทดลองนักเรียนจะทำจากโปรแกรม phet

5.2.3 ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม ทำกิจกรรมโดยการเข้า Google และค้นหาคำว่า “โปรแกรม PHET” กดเข้าไปใน “PHET สถานการณ์จำลอง” เลือกวิชาฟิสิกส์ในสถานการณ์ “การเคลื่อนที่” จากนั้นกดเข้าไปในเรื่อง “แรงและการเคลื่อนที่ : พื้นฐาน” ให้นักเรียนเลือกโหมด “ความเร่ง” เมื่อเข้าไปในหน้าสถานการณ์จำลอง ให้นักเรียนเลือกมวล 50 กิโลกรัม และปรับค่าแรงอยู่ที่ 100 นิวตันทำการกดปุ่มเล่น ทำการทดลองซ้ำโดยการเปลี่ยนค่าแรงเป็น 150, 200 , 250 , 300 นิวตันตามลำดับ พร้อมกับบันทึกผลการทดลอง

5.2.4. ครูให้นักเรียนทำการทดลองใหม่ โดยการเลือกค่าแรงเป็น 150 นิวตัน และปรับค่ามวลอยู่ที่ 50 กิโลกรัมทำการกดปุ่มเล่น แล้วทำการทดลองซ้ำอีกครั้งแต่เปลี่ยนค่ามวลเป็น 100 , 150 , 200 , 250 นิวตัน ตามลำดับ พร้อมกับบันทึกผลการทดลอง

5.2.5 ครูเดินดูนักเรียนและคอยช่วยเหลือขณะทำกิจกรรม

5.2.6 เมื่อทุกคนได้ทำการทดลองเสร็จสิ้นแล้ว นักเรียนร่วมกันบันทึกผลการทดลอง สรุปผลการทดลอง ตลอดทั้งปัญหาอุปสรรคที่เกิดขึ้นระหว่างการทดลอง

5.3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)

5.3.1 ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำข้อมูลที่ได้จากการบันทึกในใบกิจกรรม มาสรุปผลการทดลอง และนำเสนอข้อสรุปของแต่ละกลุ่ม

5.3.2 ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำข้อมูลที่ได้จากการบันทึกในใบกิจกรรม มาสรุปผลการทดลอง และนำเสนอข้อสรุปของแต่ละกลุ่ม

5.3.3 ครูตั้งคำถามเพื่อให้นักเรียนได้ร่วมกันคิด และหาคำตอบเกี่ยวกับความสัมพันธ์ที่เกิดจากการทดลอง เรื่อง แรงและการเปลี่ยนโมเมนตัม ดังนี้

คำถามที่ 1 จากการทดลองตอนที่ 1 เมื่อนักเรียนกำหนดมวลเท่ากัน จะผลักด้วยแรงที่เพิ่มมากขึ้น 100 , 150 , 200 , 250 , 300 นิวตัน ตามลำดับ ความเร่งที่เกิดขึ้นจะเท่ากันหรือไม่ อย่างไร

(มวลเท่ากัน เคลื่อนที่ด้วยแรงที่เพิ่มมากขึ้น ความเร่งที่เกิดขึ้นก็จะมากตามแรงที่ใช้ในการเคลื่อนที่ จะเห็นว่าความเร่งจะแปรผันตรงกับแรง , $a \propto F$)

คำถามที่ 2 จากการทดลองตอนที่ 2 เมื่อนักเรียนกำหนดค่าแรงเท่ากัน ใช้ผลักมวล 50 , 100 , 150 , 200 , 250 กิโลกรัม ตามลำดับ ความเร่งที่เกิดขึ้นจะเท่ากันหรือไม่ อย่างไร

(ออกแรงเท่ากัน ผลักมวลที่เพิ่มมากขึ้น ความเร่งที่เกิดขึ้นจะน้อยลง จะเห็นว่าความเร่งนั้นแปรผกผันกับมวล , $a \propto \frac{1}{m}$)

คำถามที่ 3 จากการทดลองทั้ง 2 ตอน นักเรียนสามารถอธิบายความสัมพันธ์ได้อย่างไร

(เมื่อแรงกระทำกับมวล จะทำให้มวลเกิดความเร่งในทิศทางเดียวกันกับแรงที่มากระทำ ซึ่งขนาดของความเร่งจะแปรผันตรงกับขนาดแรงและแปรผกผันกับมวล , $F \propto ma$)

คำถามที่ 4 จากความสัมพันธ์ในการทดลองที่นักเรียนได้ทำ จะได้สมการกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 ของนิวตัน $\vec{F} = m\vec{a}$ โดยที่ความเร่ง (a) คือ อัตราการเปลี่ยนแปลงความเร็วในช่วงเวลาหนึ่ง ถ้าเขียนเป็นสมการจะได้เป็นอย่างไร ($\bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ หรือ $\bar{a} = \frac{\bar{v} - \bar{u}}{\Delta t}$)

คำถามที่ 5 เมื่อนำกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 ของนิวตัน $\vec{F} = m\vec{a}$ เมื่อ $\vec{a} = \frac{\vec{v}-\vec{u}}{\Delta t}$ ไปหาความสัมพันธ์ระหว่างแรงและการเปลี่ยนโมเมนตัม จะสามารถเขียนสมการใหม่ได้อย่างไร

(เมื่อนำ $\vec{a} = \frac{\vec{v}-\vec{u}}{\Delta t}$ แทนใน $\vec{F} = m\vec{a}$ จะสามารถเขียนสมการได้ $\vec{F} = \frac{m(\vec{v}-\vec{u})}{\Delta t}$ หรือ $\vec{F} = \frac{m\vec{v}-m\vec{u}}{\Delta t}$)

5.3.4 ครูชี้ให้นักเรียนทราบว่า กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 ของนิวตัว อาจกล่าวได้อีกแบบหนึ่งว่า แรงที่กระทำกับวัตถุใด ๆ จะเท่ากับอัตราการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัมของวัตถุนั้นทั้งขนาดและทิศทาง จะได้สมการ $\vec{F} = \frac{m\vec{v}-m\vec{u}}{\Delta t}$ ที่ใช้ในการคำนวณ โดยที่ $\Delta\vec{p}$ คืออัตราการเปลี่ยนโมเมนตัม ($m\vec{v} - m\vec{u}$) หรือจะเขียนเป็นสมการใหม่ $\vec{F} = \frac{\Delta\vec{p}}{\Delta t}$

5.4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)

5.4.1 ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำองค์ความรู้ทั้งหมดที่ได้จากขั้นที่ 3 มาตอบคำถามในขั้นที่ 1 ที่ครูได้ถามไว้

คำถามที่ 1 นักเรียนการโยนลูกบอลที่หยุดนิ่งให้เคลื่อนที่ออกไปด้วยความเร็วที่ต่างกัน จะส่งผลให้จะต้องออกแรงต่างกันอย่างไร

(โยนลูกบอลให้เคลื่อนที่ด้วยความเร็วมากต้องออกแรงมากกว่าการโยนลูกบอลให้เคลื่อนที่ด้วยความเร็วน้อย)

คำถามที่ 2 แรงที่กระทำต่อลูกบอล มีผลต่อการเปลี่ยนโมเมนตัมของลูกบอลหรือไม่อย่างไร

(แรงที่กระทำต่อลูกบอลมากจะทำให้โมเมนตัมของวัตถุเปลี่ยนแปลงมาก ดังนั้นแรงที่กระทำต่อวัตถุจะมีผลต่อการเปลี่ยนโมเมนตัมของวัตถุ)

5.4.2 จากสถานการณ์

ในปัจจุบันอุตสาหกรรมอาหารต่าง ๆ ได้นำวัสดุหลากหลายชนิดมาใช้เพื่อทำหน้าที่เป็นวัสดุกันกระแทก แต่เนื่องจากในทุกสภาวะการขนส่ง ผลิตภัณฑ์จะต้องเผชิญกับการ ตก กระแทก และสั่นสะเทือนในรูปแบบที่ต่างกัน หรืออาจระหว่างการเคลื่อนย้ายไม่ว่าจะใช้แรงงานคนหรือรถก็ตาม หากนักเรียนเป็น พ่อค้า/แม่ค้าผลไม้สด แล้วต้องการลดต้นทุนโดยการออกแบบบรรจุภัณฑ์ขึ้นเอง เพื่อให้ผลไม้ไม่เน่าเสีย ไม่ช้ำ คงสภาพเดิมให้ได้ที่ดีที่สุดก่อนถึงมือผู้บริโภคโดยต้องคำนึงถึง รูปทรง รูปร่าง น้ำหนักของผลิตภัณฑ์ ความสวยงามและความคงทนตลอดจนเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมหากเป็นไปได้ควรนำกลับมาใช้ซ้ำได้

5.4.3 ในชั่วโมงนี้ ครูให้นักเรียนออกแบบสิ่งประดิษฐ์ของกลุ่มตนเองโดยการวาดภาพเสมือนลงใน
ใบกิจกรรม

5.4.4 ครูให้นักเรียนนำเสนอ สิ่งที่ได้สืบค้น โดยแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียน

5.4.5 ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดการคำนวนในหนังสือเรียน ลงในสมุดเพื่อตรวจสอบความเข้าใจ

5.5 ขั้นประเมิน (Evaluation)

5.5.1 ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสอบถามในสิ่งที่ยังไม่เข้าใจ

5.5.2 ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบ เรื่อง แรงและการเปลี่ยนโมเมนตัม 4 ข้อ เพื่อประเมินผลการเรียนรู้ (ทำรายบุคคล).

5.5.3 ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยคำตอบ ครูช่วยอธิบายเพิ่มเติมในข้อที่นักเรียนทำผิด

5.5.4 ครูชมเชยนักเรียนที่ทำคะแนนได้ดี และให้กำลังใจสำหรับนักเรียนที่คะแนนไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด

6. การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัดผล	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
ด้านพุทธิพิสัย (K) 1.นักเรียนสามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงที่กระทำต่อวัตถุและการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัมได้ (K)	การทดสอบ	แบบทดสอบ	ตอบคำถามถูกร้อยละ 60 ขึ้นไป หรือ 7 คะแนนขึ้นไป
ด้านทักษะพิสัย (P) 1. นักเรียนสามารถทำการทดลองที่เกี่ยวกับแรงและการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัมได้ (P)	ตรวจใบกิจกรรม	ใบกิจกรรม	ระดับดีขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์การประเมิน
ด้านจิตพิสัย (A) 1. นักเรียนมีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย (A)	สังเกตพฤติกรรมขณะเรียน	แบบบันทึกการเข้าเรียน	ระดับดีขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์การประเมิน

7. สื่อ อุปกรณ์ และแหล่งการเรียนรู้

7.1 สื่อ

- แบบทดสอบ เรื่อง แรงและการเปลี่ยนโมเมนตัม
- ใบกิจกรรม เรื่อง แรงและการเปลี่ยนโมเมนตัม
- โปรแกรม phet

8.เอกสารอ้างอิง

หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ ฟิสิกส์ เล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

9.บันทึกผลการจัดการเรียนรู้

ผลการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางสาวปิยธิดา พลมาตย์)

นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู

วันที่...../...../.....

ความคิดเห็นจากครูพี่เลี้ยง

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ครูพี่เลี้ยง

(นางอัจฉรี สุวรรณนาคินทร์)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ความคิดเห็นของหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นายภาณุวิชญ์ แสนคำภา)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ความคิดเห็นของรองผู้อำนวยการ/ฝ่ายวิชาการ

เนื่องจาก.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นายสมจิต เมืองนาม)

ผู้ช่วยผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ โรงเรียนบรบือ

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ใบกิจกรรม เรื่อง แรงและการเปลี่ยนโมเมนตัม

กลุ่มที่.....ชื่อกลุ่ม.....ห้อง.....

สมาชิกในกลุ่ม

1. .....เลขที่..... 2. .....เลขที่.....

3. .....เลขที่..... 4. .....เลขที่.....

5. .....เลขที่..... 6. .....เลขที่.....

<u>คำชี้แจง</u> การเข้าใช้โปรแกรม PHET

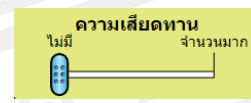
1. นักเรียนเข้า Google แล้วค้นหาคำว่า “ โปรแกรม PHET” กดเข้าไปใน “PHET สถานการณ์จำลองทาง ฟิสิกส์ ”
2. ทำเลือก “ วิชาฟิสิกส์ ”  จากนั้นเลือกสถานการณ์จำลอง “การเคลื่อนที่”
3. กดเข้าไปในเรื่อง “แรงและการเคลื่อนที่ : พื้นฐาน”



4.จากนั้นกดเลือกโหมด “ความเร่ง”

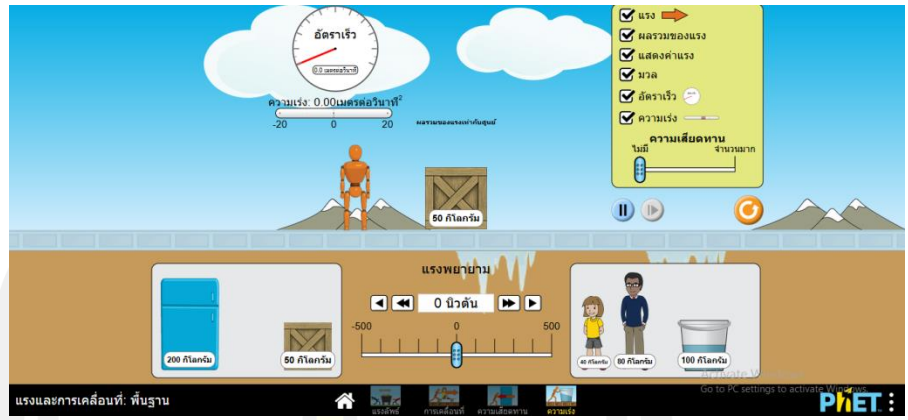


5. เมื่อเข้าไปในหน้าสถานการณ์จำลองแล้ว ให้นักเรียนกดถูกทั้งหมด แล้วกด  หยุดไว้



6. ตรงความเสียดทานให้ปรับไปที่ ไม่มี

7. เริ่มทำการทดลองและบันทึกผลการทดลอง



วิธีการทดลอง

ตอนที่ 1 : กรณีกำหนดมวลเท่ากัน 50 กิโลกรัม

1. ให้เลือกมวล 50 kg และปรับค่าแรงเป็น 100 N จากนั้นทำการกดเล่น พร้อมกับบันทึกผลการทดลอง

2. ทดลองซ้ำอีกครั้งโดยใช้มวล 50 kgเท่าเดิม แต่ทำการเปลี่ยนค่าแรงเป็น 150 , 200 , 250 , 300 N ตามลำดับ จากนั้นกดเล่น พร้อมกับบันทึกผลการทดลอง

3. เปรียบเทียบค่าแรงและความเร่ง เมื่อมวลมีการเคลื่อนที่

<u>บันทึกผลการทดลอง</u>

แรง (F) (N)	มวล (m) (kg)	ความเร่ง (a) (m/s^2)
100	50	
150	50	
200	50	
250	50	
300	50	

ตอนที่ 2 : กรณีกำหนดแรงเท่ากัน 150 N

1. ให้เลือกแรง 150 N และปรับค่ามวลเป็น 50 kg จากนั้นทำการกดเล่น พร้อมกับบันทึกผลการทดลอง

2. ทดลองซ้ำอีกครั้งโดยใช้แรง 150 N เท่าเดิม แต่ทำการเปลี่ยนค่ามวลเป็น 100 , 150 , 200 , 250 N ตามลำดับ จากนั้นกดเล่น พร้อมกับบันทึกผลการทดลอง

3. เปรียบเทียบค่ามวลและความเร่ง เมื่อมีการเคลื่อนที่

บันทึกผลการทดลอง

แรง (F) (N)	มวล (m) (kg)	ความเร่ง (a) (m/s^2)
150	50	
150	100	
150	150	
150	200	
150	250	

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

<u>แบบทดสอบที่ 1 เรื่อง แรงและการเปลี่ยนโมเมนตัม</u>

ชื่อ.....เลขที่.....

<u>คำชี้แจง : ให้นักเรียนเติมข้อความหรือความหมายลงในช่องว่างให้ถูกต้อง</u>

1. การเปลี่ยนโมเมนตัม หมายถึงอะไร

.....

.....

.....

.....

2. การเปลี่ยนโมเมนตัมมีทิศทางเดียวกับแรงหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

.....

3. แรงที่กระทำต่อวัตถุ มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัมของวัตถุหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

.....

4. แรงที่กระทำต่อวัตถุทำให้โมเมนตัมเปลี่ยน แรงดังกล่าวเกี่ยวข้องกับกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สองของนิวตันหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

.....

แบบทดสอบที่ 1

หน่วยการเรียนรู้ โมเมนตัมและการชน **กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**
เรื่อง แรงและการเปลี่ยนโมเมนตัม **ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4**
เวลา 10 นาที **ภาคเรียนที่ 2/2563**

ด้านพุทธิพิสัย (K) นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของแรงและการเปลี่ยนโมเมนตัมได้
คำชี้แจง แบบทดสอบเป็นแบบอัตนัย 4 ข้อ ข้อละ 3 คะแนน

1. แรงทำให้โมเมนตัมของวัตถุเปลี่ยนได้อย่างไร
   .....
   .....
   .....
   .....
2. การเปลี่ยนโมเมนตัมมีทิศทางเดียวกับแรงหรือไม่ อย่างไร
   .....
   .....
   .....
   .....
3. เมื่อขนาดความเร็วของวัตถุเพิ่ม การเปลี่ยนขนาดโมเมนตัมและการเปลี่ยนพลังงานจลน์ของวัตถุจะเป็นอย่างไร
   .....
   .....
   .....
   .....
4. วัตถุที่ตกแบบเสรีมีการเปลี่ยนโมเมนตัมหรือไม่ อย่างไร
   .....
   .....
   .....
   .....

ใบกิจกรรมที่ 2

ชื่อ-นามสกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

ชื่อ-นามสกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

ชื่อ-นามสกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

ชื่อ-นามสกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

ชื่อ-นามสกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

คำถามชวนคิด

ในปัจจุบันอุตสาหกรรมอาหารต่าง ๆ ได้นำวัสดุหลากหลายชนิดมาใช้เพื่อทำหน้าที่เป็นวัสดุกันกระแทก แต่เนื่องจากในทุกสภาวะการขนส่ง ผลิตภัณฑ์จะต้องเผชิญกับการ ตก กระแทก และสั่นสะเทือนในรูปแบบที่ต่างกัน หรืออาจระหว่างการเคลื่อนย้ายไม่ว่าจะใช้แรงงานคนหรือรถก็ตาม หากนักเรียนเป็น พ่อค้า/แม่ค้าผลไม้สด แล้วต้องการลดต้นทุนโดยการออกแบบบรรจุภัณฑ์ขึ้นเอง เพื่อให้ผลไม้ไม่เน่าเสีย ไม่ช้ำ คงสภาพเดิมให้ได้ที่ดีที่สุดก่อนถึงมือผู้บริโภคโดยต้องคำนึงถึง รูปทรง รูปร่าง น้ำหนักของผลิตภัณฑ์ ความสวยงามและความคงทนตลอดจนเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมหากเป็นไปได้ควรนำกลับมาใช้ซ้ำได้

หากนักเรียนเป็นพ่อค้า/แม่ค้าขายผลไม้ จะมีวิธีการออกแบบบรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับผลไม้สดอย่างไร โดยครูมีอุปกรณ์ให้ ดังนี้

1. แผ่นโฟม หรือ ฟองน้ำ 2. ตลับเมตร 3.เคเบิ้ลไทน์ 4.สก็อตเทปใส
5. คัทเตอร์ หรือ กรรไกร 6. กาวน้ำ

แบบประเมินแบบทดสอบ

เรื่อง แรงและการเปลี่ยนโมเมนตัม

คำชี้แจง : ให้ผู้สอนประเมินจากแบบทดสอบ ของผู้เรียนโดยให้ระดับคะแนนลงในตารางที่ตรงกับพฤติกรรมของผู้เรียน

เลขที่	ชื่อ-สกุล	รวมคะแนน	การประเมิน	
			ผ่าน	ไม่ผ่าน

พหุน ปณฑิโต ชีเว

เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบ

คะแนน	3 คะแนน	2 คะแนน	1 คะแนน	0 คะแนน
ข้อที่ 1	แรงทำให้ขนาดหรือทิศทางของโมเมนตัมอย่างใดอย่างหนึ่งเปลี่ยนแปลง หรือเปลี่ยนแปลงทั้งสองอย่างพร้อมกัน สอดคล้องสมการ $\sum F = \frac{\Delta P}{\Delta t} = p_f - p_i$ เนื่องจากแรงทำให้วัตถุเกิดความเร่ง หรือเปลี่ยนแปลงความเร็ว ตามกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน	แรงทำให้ขนาดหรือทิศทางของโมเมนตัมอย่างใดอย่างหนึ่งเปลี่ยนแปลง หรือเปลี่ยนแปลงทั้งสองอย่างพร้อมกัน สอดคล้องสมการ $\sum F = \frac{\Delta P}{\Delta t} = p_f - p_i$	แรงทำให้ขนาดหรือทิศทางของโมเมนตัมอย่างใดอย่างหนึ่งเปลี่ยนแปลงกัน สอดคล้องสมการ $\sum F = \frac{\Delta P}{\Delta t} = p_f - p_i$	ไม่มีร่องรอยการตอบคำถาม
ข้อที่ 2	โมเมนตัมของวัตถุที่เปลี่ยนแปลงเป็นปริมาณเวกเตอร์ที่มีทิศทางเดียวกับแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุ ตามสมการ $$\sum F = \frac{\Delta P}{\Delta t}$$	โมเมนตัมของวัตถุที่เปลี่ยนแปลงเป็นปริมาณเวกเตอร์ที่มีทิศทางเดียวกับแรงลัพธ์ตามสมการ $\sum F = \frac{\Delta P}{\Delta t}$	ตามสมการ $$\sum F = \frac{\Delta P}{\Delta t}$$	ไม่มีร่องรอยการตอบคำถาม
ข้อที่ 3	ทั้งขนาดของโมเมนตัมและพลังงานจลน์ของวัตถุเพิ่มขึ้น เพราะทั้งขนาดโมเมนตัมและพลังงานจลน์ของวัตถุขึ้นอยู่กับขนาดความเร็วของวัตถุ โดยสอดคล้องกับสมการ $p = mv$ และ $E_k = \frac{1}{2}mv^2$	ทั้งขนาดของโมเมนตัมและพลังงานจลน์ของวัตถุเพิ่มขึ้น เพราะทั้งขนาดโมเมนตัมและพลังงานจลน์ของวัตถุขึ้นอยู่กับขนาดความเร็วของวัตถุ	สมการ $p = mv$ และ $E_k = \frac{1}{2}mv^2$	ไม่มีร่องรอยการตอบคำถาม
ข้อที่ 4	การตกแบบเสรีมีแรงลัพธ์กระทำต่อวัตถุเท่ากับแรงโน้มถ่วงตลอดการเคลื่อนที่ ทำให้วัตถุมีความเร็วเปลี่ยน โมเมนตัมของวัตถุที่ตกแบบเสรี จึงมีการเปลี่ยนแปลง	การตกแบบเสรีมีแรงลัพธ์กระทำต่อวัตถุเท่ากับแรงโน้มถ่วงตลอดการเคลื่อนที่ ทำให้วัตถุมีความเร็วเปลี่ยน	การตกแบบเสรีมีแรงลัพธ์กระทำต่อวัตถุเท่ากับแรงโน้มถ่วงตลอดการเคลื่อนที่	ไม่มีร่องรอยการตอบคำถาม

เกณฑ์การประเมิน

คะแนนตั้งแต่ 7 ขึ้นไปผ่าน

0 - 4 = ควรปรับปรุง

5 - 8 = พอใช้

9 - 12 = ดี

แบบประเมินใบกิจกรรม

คำชี้แจง : ให้ผู้สอนประเมินจากใบกิจกรรมที่ 2 ของผู้เรียน โดยให้ระดับคะแนนลงในตารางที่ตรงกับพฤติกรรมของผู้เรียน

เลขที่	ชื่อ-สกุล	การปฏิบัติการทดลอง	การบันทึกผลการทำกิจกรรม	การสรุปผลการทดลอง	การนำเสนอผลการทดลอง	รวมคะแนน	เกณฑ์การประเมิน	
							ผ่าน	ไม่ผ่าน
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								

เกณฑ์การประเมิน

คะแนนตั้งแต่ 9 – 12 ผ่าน

0 - 4 = พอใช้

5 - 8 = ปานกลาง

9 - 12 = ดี

เกณฑ์การให้คะแนนแบบประเมินใบกิจกรรม

รายการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน			
	3	2	1	0
การปฏิบัติการทดลอง	ปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนที่กำหนดให้ถูกต้องทุกขั้นตอน	ปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนที่กำหนดให้ถูกต้องโดยครูเป็นผู้แนะนำ 1 ครั้ง	ปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนที่กำหนดให้ถูกต้องโดยครูเป็นผู้แนะนำ 2 ครั้ง	ไม่ปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนที่กำหนดให้
การบันทึกผลการทดลอง	บันทึกผลการทดลองได้ครบถ้วนและเป็นไปตามการผลทดลอง	บันทึกผลการทดลองได้ครบถ้วนแต่ไม่ไปตามการผลทดลอง	บันทึกผลการทดลองไม่ครบถ้วนและไม่เป็นไปตามผลการทดลอง	ไม่บันทึกผลการทดลอง
การสรุปผลการทดลอง	สรุปผลการทดลองได้ตรงตามผลการทดลอง	สรุปผลการทดลองได้ตรงตามผลการทดลอง โดยครูเป็นผู้แนะนำ	สรุปผลการทดลองได้ไม่ตรงตามผลการทดลอง	ไม่สรุปผลการทดลอง
การนำเสนอผลการทดลอง	นำเสนอผลการทดลองตามความเป็นจริง	นำเสนอผลการทดลองตามความเป็นจริง โดยครูเป็นผู้แนะนำ	นำเสนอผลการทดลองไม่เป็นไปตามความจริง	ไม่นำเสนอผลการทดลอง

เกณฑ์การให้คะแนน

3 คะแนน = ดี

2 คะแนน = ปานกลาง

1 คะแนน = พอใช้

0 คะแนน = ควรปรับปรุง

แบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรมนักเรียน

คำชี้แจง : ให้ผู้สอนประเมินจากการสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนในขณะปฏิบัติกิจกรรมโดยให้ระดับคะแนนลงในตารางที่ตรงกับพฤติกรรมของผู้เรียน

เลขที่	ชื่อ-สกุล	การทำงานร่วมกับผู้อื่นและการช่วยเหลือผู้อื่น	การรับฟังความคิดเห็นและการแสดงความคิดเห็น	การรับฟังความคิดเห็นและการแสดงความคิดเห็น	รวม (คะแนน)	การประเมิน	
						ผ่าน	ไม่ผ่าน
1							
2							
3							
4							
5							

เกณฑ์การประเมิน

คะแนนตั้งแต่ 4 - 9 ผ่านเกณฑ์

0 - 3 = พอใช้

4 - 6 = ปานกลาง

7 - 9 = ดี

เกณฑ์การให้คะแนนแบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรมนักเรียน

รายการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน			
	3	2	1	0
การทำงานร่วมกับผู้อื่นและการช่วยเหลือผู้อื่น	ให้ความร่วมมือและให้ความช่วยเหลือในการทำกิจกรรมกลุ่ม	ให้ความร่วมมือและให้ความช่วยเหลือในการทำกิจกรรมกลุ่ม แต่ต้องมีการตักเตือน 1 ครั้ง	ให้ความร่วมมือและให้ความช่วยเหลือในการทำกิจกรรมกลุ่ม แต่ต้องมีการตักเตือน 2 ครั้ง	ไม่ให้ความร่วมมือและไม่ให้ความช่วยเหลือในการทำกิจกรรมกลุ่ม
การรับฟังความคิดเห็นและการแสดงความคิดเห็น	รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นและกล้าแสดงความคิดเห็น	รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นและแสดงความคิดเห็นเมื่อถูกกระตุ้น	รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นแต่ไม่แสดงความคิดเห็นเมื่อถูกกระตุ้น	ไม่รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นและไม่กล้าแสดงความคิดเห็น
รับผิดชอบในงานที่ได้รับมอบหมาย	รับผิดชอบหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย	รับผิดชอบหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย แต่ต้องมีการเตือน 1 ครั้ง	รับผิดชอบหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย แต่ต้องมีการเตือน 2 ครั้ง	ไม่รับผิดชอบหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย

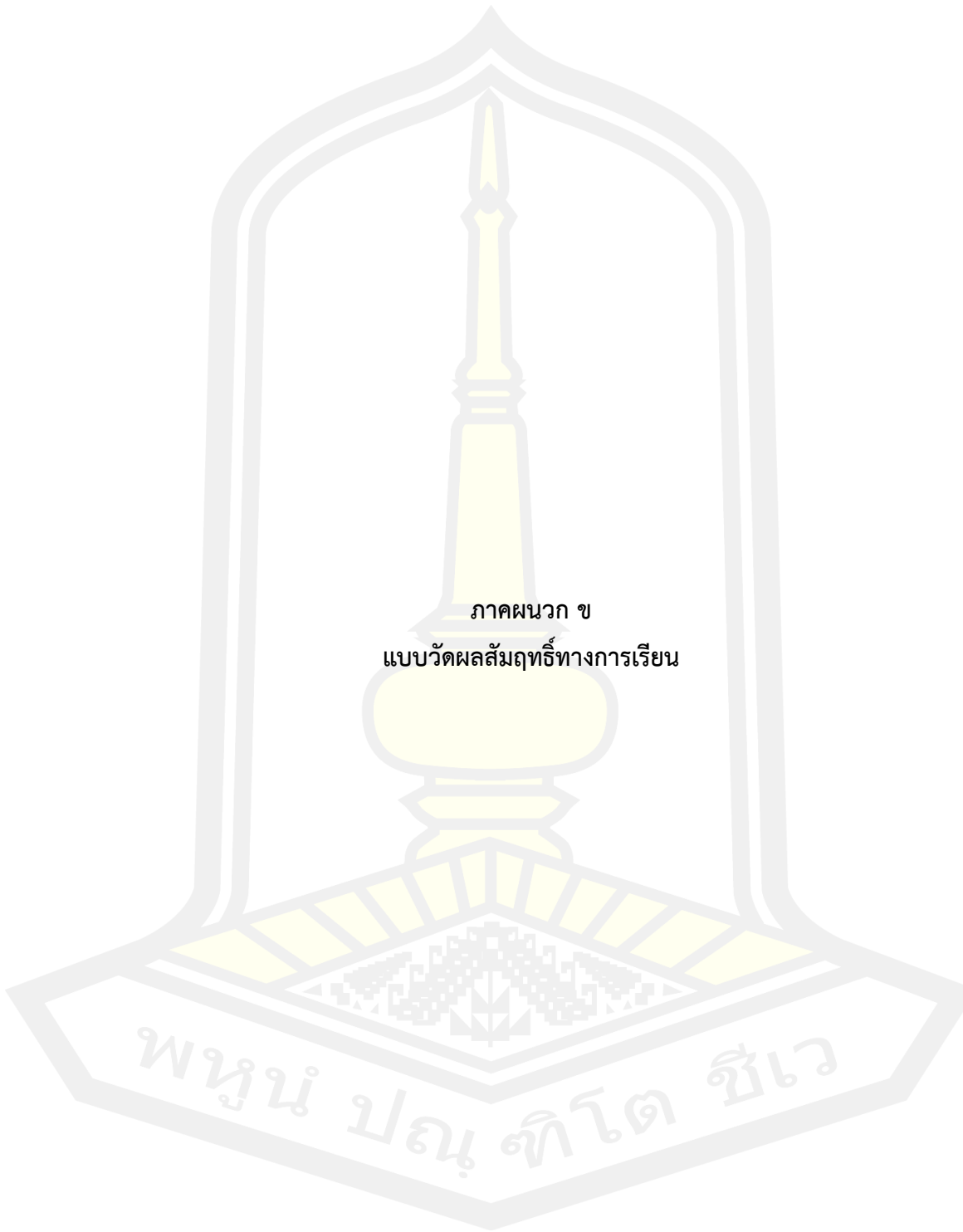
เกณฑ์การให้คะแนน

3 คะแนน = ดี

2 คะแนน = ปานกลาง

1 คะแนน = พอใช้

0 คะแนน = ควรปรับปรุง



ภาคผนวก ข
แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชุดที่ 1

เรื่อง แรงและการเปลี่ยนโมเมนตัม

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

<u>คำชี้แจง</u> ให้นักเรียนเลือกข้อที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดีย

1.โมเมนตัมและความเร็วมีทิศสัมพันธ์กันอย่างไร

ก. ทิศไปทางเดียวกัน

ข. ทิศตรงข้ามกัน

ค. ทิศตั้งฉากกัน

ง. ข้อ 1 และ ข้อ 2

2. เมื่อวัตถุตั้งแต่ 2 ก้อนขึ้นไปชนกัน ข้อความต่อไปนี้เป็นจริงเสมอ

ก. โมเมนตัมของวัตถุแต่ละก้อนไม่เปลี่ยนแปลง

ข. พลังงานจลน์ของวัตถุแต่ละก้อนไม่เปลี่ยนแปลง

ค. โมเมนตัมทั้งหมดไม่เปลี่ยนแปลง

ง. พลังงานจลน์ทั้งหมดเปลี่ยนแปลง

3. ข้อใดคือความหมายของโมเมนตัมของวัตถุ

ก. การพยายามรักษาสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุ

ข. การพยายามที่จะเคลื่อนที่ของวัตถุ

ค. การพยายามต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุ

ง. การพยายามเคลื่อนที่ด้วยความเร่งของวัตถุ

4. วัตถุมวล 2 กิโลกรัม ถูกปาลงมาจากตึกด้วยความเร็ว 10 เมตร/วินาที เมื่อเวลาผ่านไป 2 วินาที วัตถุจะมีโมเมนตัมเท่าใด

ก. 30 กิโลกรัม เมตร/วินาที ในทิศขึ้น

ข. 60 กิโลกรัม เมตร/วินาที ในทิศขึ้น

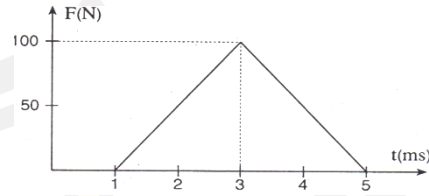
ค. 30 กิโลกรัม เมตร/วินาที ในทิศลง

ง. 60 กิโลกรัม เมตร/วินาที ในทิศลง

5. วัตถุที่กำลังเคลื่อนที่ต้องมีปริมาณใดต่อไปนี้

ก. ความเร่ง ข. การดล ค. พลังงานจลน์ ง. พลังงานศักย์

6.วัตถุก้อนหนึ่งถูกแรงกระทำดังกราฟ ทำให้โมเมนตัมเปลี่ยนไป จงหาแรงเฉลี่ยที่กระทำต่อวัตถุนั้นเป็นกี่นิวตัน



ก. 20 นิวตัน

ข. 30 นิวตัน

ค. 40 นิวตัน

ง. 50 นิวตัน

7. ลูกบอลตกกระทบพื้น แล้วสะท้อนกลับด้วยอัตราเร็วเท่าเดิม ลูกบอลมีปริมาณที่เปลี่ยนไป คือปริมาณใด

1. พลังงานจลน์
2. ความเร็ว
3. โมเมนตัม

ก. 1,2,3 ข. 2,3 ค. 1,3 ง. 1,2

8.ข้อใดกล่าวถูกต้อง

ก.โมเมนตัมมีหน่วยเป็น m/s

ข.โมเมนตัมเป็นปริมาณเวกเตอร์

ค.โมเมนตัม คือ ความพยายามหยุดการเคลื่อนที่

ง.โมเมนตัม คือ ผลคูณระหว่างมวลกับเวลาที่เคลื่อนที่

9. ถ้าวัตถุก้อนหนึ่งเพิ่มความเร็วเป็น 2 เท่า ข้อใดกล่าวถูกต้อง

ก. ความเร่งของวัตถุจะเพิ่มเป็น 2 เท่า

ข. พลังงานจลน์ของวัตถุจะเพิ่มเป็น 2 เท่า

ค.โมเมนตัมของวัตถุจะเพิ่มเป็น 2 เท่า

ง. พลังงานจลน์ของวัตถุจะเพิ่มเป็นไม่เปลี่ยนแปลง

10. เมื่อเราเหยียบคันเร่งเพื่อให้รถยนต์มีความเร็วเพิ่มขึ้นเป็นสองเท่า ปริมาณใดมีค่าเพิ่มขึ้นเป็นสองเท่า

ก. พลังงานศักย์ของรถยนต์

ข. พลังงานจลน์ของรถยนต์

ค. โมเมนตัมของรถยนต์

ง. ความเร่งของรถยนต์

11. มวลสองก้อน ก้อนหนึ่งหยุดนิ่ง เมื่อชนกันแล้วติดกันไปแสดงว่า

1. โมเมนตัมของระบบไม่เปลี่ยน
2. พลังงานจลน์ของระบบลดลง
3. ก้อนแรกที่นำหน้าจะมีความเร็วมากกว่า

ข้อความใดถูกต้อง

ก. ข้อ 1,2 และ 3 ข. ข้อ 1,3 ค. ข้อ 2,3 ง. ข้อ 1,2

12. วัตถุมวล 5 กิโลกรัม กำลังเคลื่อนที่ไปทางทิศตะวันออกด้วยความเร็ว 5 เมตร/วินาที อยากทราบว่าวัตถุนี้จะมีโมเมนตัมเท่าใด

ก. 20 กิโลกรัม เมตร/วินาที

ข. 25 กิโลกรัม เมตร/วินาที

ค. 30 กิโลกรัม เมตร/วินาที

ง. 35 กิโลกรัม เมตร/วินาที

13. รถยนต์คันหนึ่งมวล 1,200 กิโลกรัม กำลังเคลื่อนที่ด้วยโมเมนตัม 24,000 กิโลกรัมเมตร/วินาที อยากทราบว่ารถยนต์คันนี้ กำลังแล่นด้วยขนาดความเร็วเท่าใด

ก. 10 เมตร/วินาที

ข. 20 เมตร/วินาที

ค. 30 เมตร/วินาที

ง. 40 เมตร/วินาที

14. มนตรีแทงลูกสนุ๊กเกอร์มวล 100 กรัม ทำให้ลูกสนุ๊กมีความเร็ว 8 เมตร/วินาที ถ้าช่วงเวลาที่ไม้คิวกระทบลูกสนุ๊กเกอร์เป็น 0.01 วินาที จงหาแรงเฉลี่ยที่ไม้คิวกระทำต่อลูกสนุ๊ก

ก. 68 นิวตัน

ข. 70 นิวตัน

ค. 78 นิวตัน

ง. 80 นิวตัน

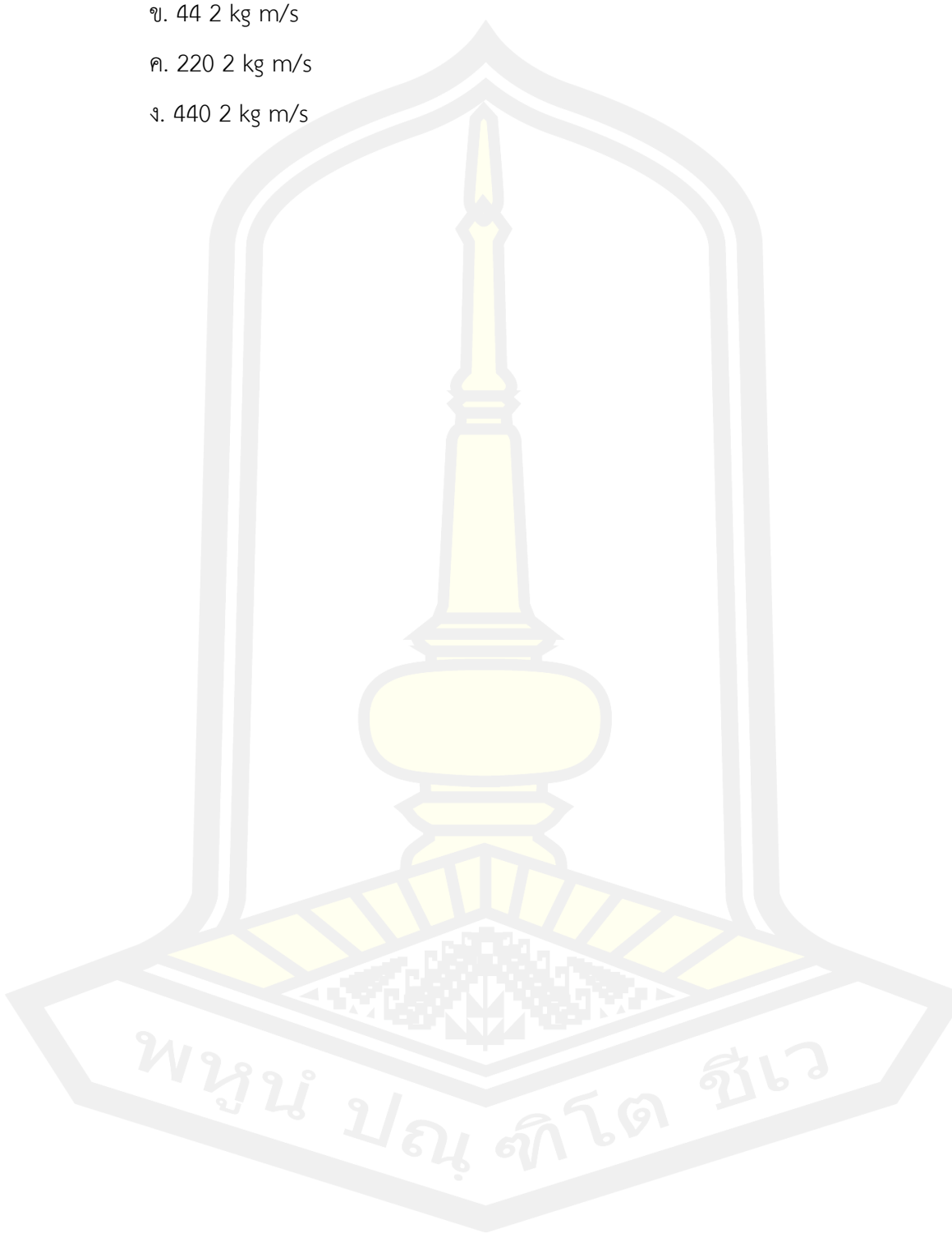
15. เดชาเตะบอลที่ลอยมาในอากาศด้วยความเร็ว 25 เมตร/วินาที หลังจากเดชาเตะลูกบอลทำให้ลูกบอลสะท้อนกลับแนวเดิมด้วยความเร็ว 30 เมตร/วินาที ถ้าลูกบอลมีมวล 800 กรัม จงหาขนาดของการดลของลูกบอล

ก. 22 kg m/s

ข. 44 2 kg m/s

ค. 220 2 kg m/s

ง. 440 2 kg m/s



เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เรื่อง เรื่อง แรงและการเปลี่ยนโมเมนตัม

ข้อ	ก	ข	ค	ง
	A	B	C	D
1	x			
2			x	
3	x			
4		x		
5		x		
6				x
7		x		
8		x		
9			x	
10			x	
11				x
12		x		
13		x		
14				x
15		x		

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชุดที่ 2

เรื่อง แรงและการเปลี่ยนโมเมนตัม

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

<u>คำชี้แจง</u> ให้นักเรียนเลือกข้อที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

1. การชนแบบยืดหยุ่นสมบูรณ์มีปริมาณใดที่คงที่

ก.พลังงานจลน์แต่ไม่ใช่โมเมนตัม

ข.โมเมนตัม แต่ไม่ใช่พลังงานจลน์

ค.ทั้งโมเมนตัมและพลังงานจลน์

ง.ไม่คงที่ทั้งพลังงานจลน์และโมเมนตัม

2. จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้ ข้อความใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับการชนของวัตถุแบบไม่ยืดหยุ่น

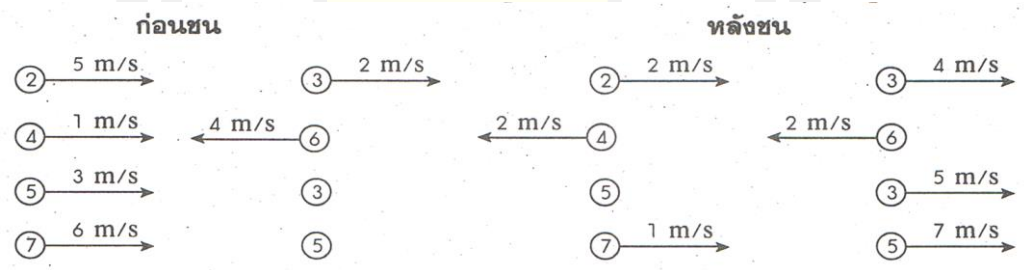
ก.พลังงานจลน์ก่อนชนเท่ากับพลังงานจลน์หลังชน

ข.พลังงานจลน์ก่อนชนน้อยกว่าพลังงานจลน์หลังชนสองเท่าเสมอ

ค.พลังงานจลน์ก่อนชนมากกว่าพลังงานจลน์หลังชน

ง.พลังงานจลน์ก่อนชนน้อยกว่าพลังงานจลน์หลังชน

3. จากรูป เป็นการชนของวัตถุ 2 ก้อน อยากทรายว่ารูปใดเป็นการชนแบบยืดหยุ่นสมบูรณ์



4. วัตถุหนึ่ง เมื่อระเบิดแตกออกเป็น 2 เสี่ยง จะพบว่า

ก. ทั้ง 2 เสี่ยงเคลื่อนที่ในทิศทางตรงกันข้าม ในบางครั้ง

ข. ทั้ง 2 เสี่ยงมีพลังงานจลน์เท่ากันเสมอ

ค. ทั้ง 2 เสี่ยงมีโมเมนตัมเท่ากันเสมอ

ง. ผลรวมโมเมนตัมของทั้ง 2 เสี่ยงต้องเท่ากับโมเมนตัมก่อนระเบิด

5. จงพิจารณาข้อความต่อไป ข้อความใดกล่าว **ถูกต้อง** เกี่ยวกับการชนของวัตถุ

ก. พลังงานจลน์ก่อนชนเท่ากับพลังงานจลน์หลังชน

ข. พลังงานรวมของระบบก่อนชนเท่ากับพลังงานรวมของระบบหลังการชน

ค. โมเมนตัมของระบบมีค่าคงตัว เมื่อแรงลัพธ์ที่กระทำต่อระบบไม่เป็นศูนย์

ง. กฎการอนุรักษ์โมเมนตัมใช้ไม่ได้กับวัตถุเดียว

6. ชายคนหนึ่งมีมวล 50 กิโลกรัม ยืนอยู่บนหัวเรือมวล 75 กิโลกรัม ถ้าชายคนนี้พุ่งตัวลงน้ำด้วยความเร็ว 6 เมตร/วินาที จงหาความเร็วของเรือหลังจากชายคนนี้พุ่งตัวลงน้ำ

ก. 4 เมตร/ วินาที

ข. -4 เมตร/วินาที

ค. 6 เมตร/วินาที

ง. -6 เมตร/วินาที

7. วัตถุมวล 6 กิโลกรัม เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 8 เมตร/วินาที เข้าชนวัตถุอีกอันหนึ่งมวล 4 กิโลกรัม ซึ่งวางอยู่นิ่งบนพื้นราบ หลังชนวัตถุมวล 6 กิโลกรัม หยุดนิ่ง จงหาว่ามวล 4 กิโลกรัม จะเคลื่อนที่ไปได้ไกลเท่าไรถ้าสัมประสิทธิ์ของความเสียดทานระหว่างมวล 4 กิโลกรัม และพื้นมีค่า 0.4

ก. 14 เมตร

ข. 16 เมตร

ค. 18 เมตร

ง. 20 เมตร

8. ใบบุญขว้างลูกบอลมวล m ด้วยความเร็ว v เข้าชนกับกำแพงในแนวตั้งฉากแล้วลูกบอลสะท้อนออกมาด้วยอัตราเร็วเป็น 2 เท่า ของอัตราเร็วก่อนชน จงหาการดลที่กำแพงกระทำต่อลูกบอลเป็นเท่าไร

ก. mv

ข. 2 mv

ค. 3mv

ง. 4mv

9. รถราง 2 คัน มวล 10 เมกะกรัม และ 20 เมกะกรัม ต่อติดกัน และกำลังมีความเร็ว 108 กิโลเมตร/ชั่วโมง เมื่อเบรกทันทีทั้ง 2 คัน จะเกิดแรงเบรก 20 กิโลนิวตัน กระทำระหว่างล้อรถแต่ละคันกับราง จงหาเวลาที่รถใช้เบรกจนหยุด

ก. 1.50 วินาที

ข. 17.5 วินาที

ค. 20.0 วินาที

ง. 22.5 วินาที

10. เครื่องบินขับไล่ไอพ่นมวล $6.6x10^3$ กิโลกรัม ใช้เวลาวิ่งบนทางวิ่ง 12 วินาที จากอยู่นิ่งจนมีความเร็ว 70 เมตร/วินาที ก็ทะยานขึ้นสู่อากาศได้ภายใต้การกระทำของแรงขับเคลื่อน$40x10^3$ นิวตัน จงหา แรงเสียดทานเฉลี่ยที่กระทำต่อเครื่องบินระหว่างวิ่งบนทางวิ่งให้คิดมวลของเครื่องบินคงที่

ก. $1.0x10^3$ นิวตัน

ข. $1.5x10^3$ นิวตัน

ค. $2.0x10^3$ นิวตัน

ง. $2.5x10^3$ นิวตัน

11. กันยาและมนตรีเป็นนักสเกตมีมวล 60 และ 40 กิโลกรัม ตามลำดับ วิ่งสวนทางกันบนพื้นที่ลื่นมากหลบกันไม่ทันชนแบบประสานงาติดกันไป ถ้ากันยาและมนตรีกำลังวิ่งมาด้วยความเร็ว 10 และ 5 เมตร/วินาที ตามลำดับ จงหาความเร็วหลังชนของนักสเกตทั้งสอง

ก. 0 เมตร/วินาที

ข. 2 เมตร/วินาที

ค. 4 เมตร/วินาที

ง. 6 เมตร/วินาที

12. วัตถุ A มวล 60 กิโลกรัม เคลื่อนที่เข้าชนวัตถุ B มวล 40 กิโลกรัม ซึ่งวิ่งไปทางเดียวกันด้วยความเร็ว 6 เมตร/วินาที และ 1 เมตร/วินาที ตามลำดับ เมื่อชนกันแล้ว วัตถุทั้งสองติดกันไป จงหาพลังงานที่สูญเสียไปในการชนครั้งนี้

ก. 300 จูล

ข. 500 จูล

ค. 700 จูล

ง. 900 จูล

13. วัตถุก้อนหนึ่งกำลังเคลื่อนที่ไปทางทิศเหนือด้วยความเร็ว 10 เมตร/วินาที เกิดระเบิดขึ้นเป็น 2 เสี่ยง โดยเสี่ยงแรกมีมวล 3 เท่าของเสี่ยงที่สองแล้วเคลื่อนที่ไปทางทิศเหนือด้วยความเร็ว 15 เมตร/วินาที อยากทราบว่าเสี่ยงที่สองเคลื่อนที่ไปทางใด มีความเร็วเท่าใด

ก. ไปทางเหนือ 5 เมตร/วินาทีใช

ข. ไปทางใต้ 5 เมตร/วินาที

ค. ไปทางเหนือ 4 เมตร/วินาที

ง. ไปทางใต้ 10 เมตร/วินาที

14. รถบรรทุกมวล 6,000 กิโลกรัม เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 15 เมตร/วินาที เข้าชนรถโดยสารมวล 4,000 กิโลกรัม ซึ่งเคลื่อนที่สวนทางมาด้วยความเร็ว 20 เมตร/วินาที ในแนวเส้นตรงเดียวกัน หลังชนปรากฏว่ารถทั้งสองติดกันไป จงหาความเร็วหลังชนของรถทั้งสอง

ก. 1 เมตร/วินาที

ข. 2 เมตร/วินาที

ค. 3 เมตร/วินาที

ง. 4 เมตร/วินาที

15. บอลมวล 2.5 กิโลกรัม เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 2 เมตร/วินาที เข้าชนมวล 5 กิโลกรัม ซึ่งอยู่นิ่ง ภายหลังชน บอลหยุดนิ่ง แต่กล่องเคลื่อนที่ต่อไปในทิศเดิม อยากทราบว่าเป็นการชนแบบยืดหยุ่นหรือไม่

ก. ไม่ยืดหยุ่น เพราะว่า $\sum E_k$ คงที่

ข. ไม่ยืดหยุ่น เพราะว่า $\sum E_k$ ลดลง

ค. ไม่ยืดหยุ่น เพราะว่า $\sum E_k$ เพิ่มขึ้น

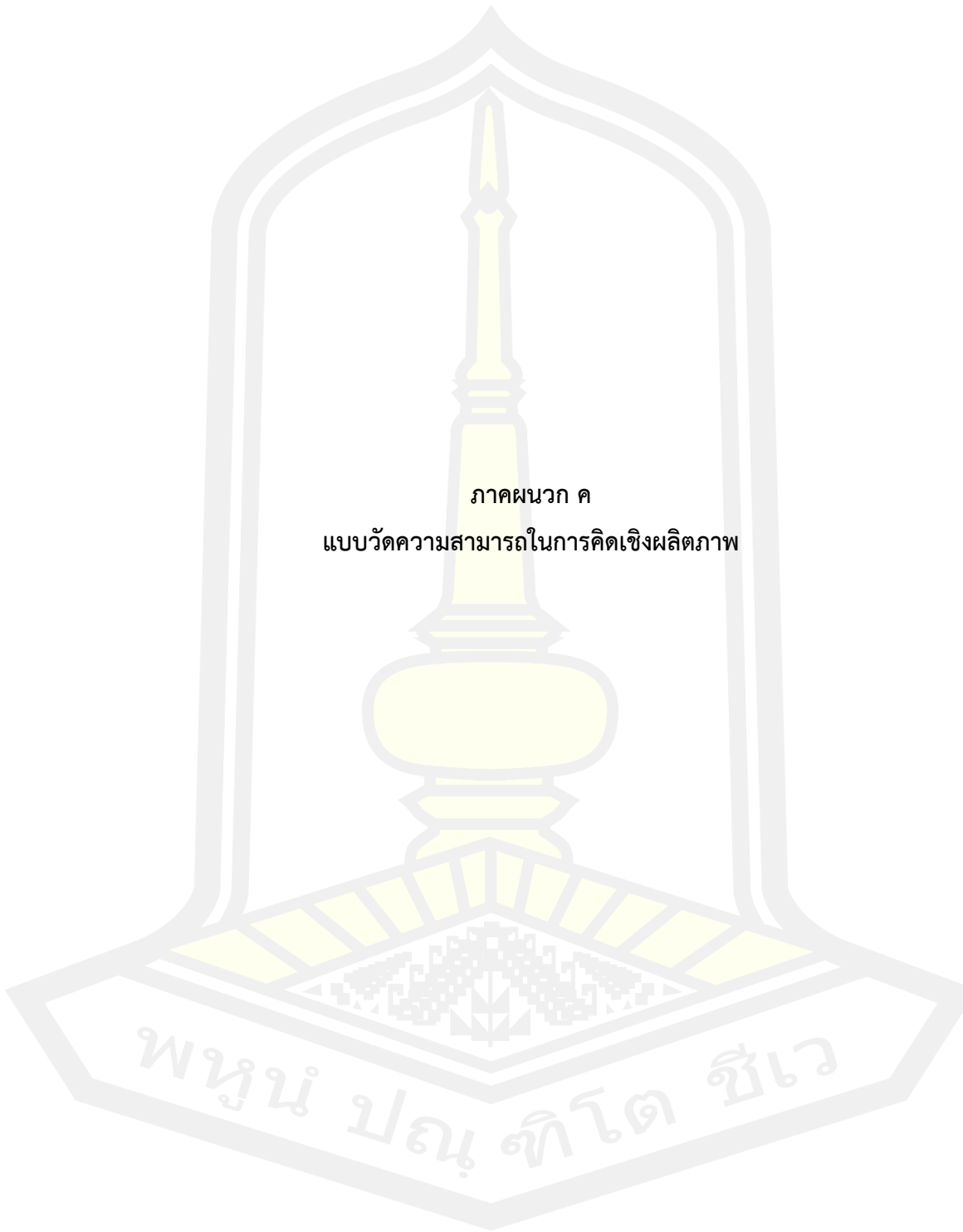
ง. ยืดหยุ่น เพราะว่า $\sum E_k$ คงที

เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เรื่อง เรื่อง แรงและการเปลี่ยนโมเมนตัม

ข้อ	ก	ข	ค	ง
	A	B	C	D
1			x	
2			x	
3				x
4				x
5		x		
6		x		
7			x	
8			x	
9				x
10		x		
11			x	
12	x			
13		x		
14	x			
15		x		

พหูน ปณฺฑิโต ชีเว



ภาคผนวก ค

แบบวัดความสามารถในการคิดเชิงผลิตภาพ

<u>แบบวัดความสามารถในการคิดเชิงผลิตภาพชุดที่ 3</u>

ชื่อ.....เลขที่.....ชั้น.....

สถานการณ์ที่ 3 ให้นักเรียนตอบคำถามโดยใช้สถานการณ์ต่อไปนี้

หากคุณแม่ของนักเรียนต้องไปจ่ายตลาด ต้องหิ้วของที่มีน้ำหนักมากและระยะไกลจากบ้าน ทำให้ไม่สะดวก เหนื่อย และปวดเหมื่อย นักเรียนมีวิธีการอย่างไรที่จะสร้างอุปกรณ์ที่ช่วยผ่อนแรงให้คุณแม่ไปจ่ายตลาดได้สะดวกสบายมากขึ้น ไม่ต้องหิ้วของหนักและลดการปวดเหมื่อย โดยมีเงื่อนไขวัสดุอุปกรณ์ดังนี้ 1. ท่ออะลูมิเนียม 2. ข้อต่อโครงสร้างอะลูมิเนียม 3.เครื่องเจาะอะลูมิเนียม 4. ผ้าหุ้มพลาสติกแข็ง 5. ผ้าใบหรือพลาสติกอ่อนชนิดหนา 6. ล้อรถเข็น 7. วัสดุตกแต่ง เช่น สติ๊กเกอร์ 8. ล้อ เพลา และลูกปืน

จากสถานการณ์ที่กำหนดให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. ปัญหาที่นักเรียนพบ คือปัญหาอะไร (ตอบให้ได้มากที่สุด)

.....

.....

.....

.....

2. วิธีการแก้ปัญหาที่พบแต่ละข้อจะทำอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ให้นักเรียนพิจารณาปัญหาแล้วตอบคำถามโดยพยายามเขียนเชื่อมโยงให้สมเหตุสมผล

1. ปัญหาที่นักเรียนสนใจคืออะไร (เลือกมา 1 ปัญหา)

.....

.....

.....

สาเหตุของปัญหาคืออะไร

.....

.....

.....

ปัญหาที่นักเรียนสนใจอาจส่งผลกระทบเรื่องใดได้บ้าง

.....

.....

.....

ให้นักเรียนบอกวิธีการแก้ปัญหาอย่างละเอียด

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ให้นักเรียนวางแผนแก้ปัญหาตามวิธีการที่นักเรียนระบุไว้ โดยตอบคำถามต่อไปนี้

1. จงวาดภาพสิ่งประดิษฐ์ที่นักเรียนจะใช้ในการแก้ปัญหา

สิ่งประดิษฐ์ชื่อ

.....

.....

มีจุดเด่น คือ

.....

.....

.....

.....

จงเขียนรายละเอียดในการวางแผนสร้างสิ่งประดิษฐ์ (องค์ประกอบที่ 1 การวางแผน)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

จงเขียนรายการ วัสดุ อุปกรณ์ ที่ใช้ในการประดิษฐ์ (องค์ประกอบที่ 2 การทำงานและการใช้อุปกรณ์)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

จงเขียนประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากสิ่งประดิษฐ์ที่สร้างขึ้น (องค์ประกอบที่ 3 การสร้างผลงาน ใช้ประโยชน์ได้จริง)

.....

.....

.....

<u>แบบวัดความสามารถในการคิดเชิงผลิตภาพชุดที่ 4</u>

ชื่อ.....เลขที่.....ชั้น.....

สถานการณ์ที่ 4 **ให้นักเรียนตอบคำถามโดยใช้สถานการณ์ต่อไปนี้**

ในช่วงเข้าฤดูฝนการเดินทางมาโรงเรียนของนักเรียนส่วนใหญ่ก็คงเป็นรถประจำทาง และ รถส่วนตัว นักเรียนเคยสังเกตสภาพถนนในขณะที่ฝนตก (ถนนเปียก พื้นถนนลื่น) และส่งผลต่อการเดินทาง หรืออาจเกิดอุบัติเหตุต่าง ๆ ได้หากไม่ระมัดระวัง ครูให้นักเรียนหาวิธีป้องกันหรือลดอุบัติเหตุดังกล่าว ว่ามีปัจจัยใดบ้าง (ไม่ขับเร็ว การเพิ่มแรงเสียดทาน สภาพความพร้อมของรถยนต์และผู้ขับขี่) จากนั้นให้นักเรียนสร้างรถที่สามารถเดินทางไปโรงเรียนที่สามารถผ่านถนนที่ชำรุดเป็นพื้นผิวขรุขระและเป็นหลุมเป็นบ่อที่ปากทางออกหมู่บ้านของนักเรียน โดยใช้เวลาน้อยที่สุดและพลังงานที่มีให้อย่างจำกัด (พลังงานจากแรงลมของลูกโป่ง 1 ลูก)





จากสถานการณ์ที่กำหนดให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. ปัญหาที่นักเรียนพบ คือปัญหาอะไร (ตอบให้ได้มากที่สุด)

.....

.....

.....

.....

2. วิธีการแก้ปัญหาที่พบแต่ละข้อจะทำอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

ให้นักเรียนพิจารณาปัญหาแล้วตอบคำถามโดยพยายามเขียนเชื่อมโยงให้สมเหตุสมผล

1. ปัญหาที่นักเรียนสนใจคืออะไร (เลือกมา 1 ปัญหา)

.....

.....

.....

สาเหตุของปัญหาคืออะไร

.....

.....

.....

.....

ปัญหาที่นักเรียนสนใจอาจส่งผลกระทบเรื่องใดได้บ้าง

.....

.....

.....

.....

ให้นักเรียนบอกวิธีการแก้ปัญหาอย่างละเอียด

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ให้นักเรียนวางแผนแก้ปัญหาตามวิธีการที่นักเรียนระบุไว้ โดยตอบคำถามต่อไปนี้

1. จงวาดภาพสิ่งประดิษฐ์ที่นักเรียนจะใช้ในการแก้ปัญหา

โดยมีอุปกรณ์ดังนี้ 1.ฟิวเจอร์บอร์ด 2.ขวดน้ำพลาสติก 3. ไม้เสียบลูกชิ้น 4. หนังยาง 5. หลอด 6.ฝาขวดน้ำพลาสติก 7.กระดุมเม็ดใหญ่ขนาด 3 cm 8. เทปกาว/กาวสองหน้า/กาวร้อน 9.กรรไกร 10. คัทเตอร์ 11.ตะปู 12. ลูกโป่ง

สิ่งประดิษฐ์ชื่อ

.....

.....

มีจุดเด่น คือ

.....

.....

.....

จงเขียนรายละเอียดในการวางแผนสร้างสิ่งประดิษฐ์ (องค์ประกอบที่ 1 การวางแผน)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

จงเขียนรายการ วัสดุ อุปกรณ์ ที่ใช้ในการประดิษฐ์ (องค์ประกอบที่ 2 การทำงานและการใช้อุปกรณ์)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

จงเขียนประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากสิ่งประดิษฐ์ที่สร้างขึ้น ขึ้น (องค์ประกอบที่ 3 การสร้างผลงานใช้ประโยชน์ได้จริง)

.....

.....

.....

.....

.....

เกณฑ์พิจารณาคะแนนความสามารถในการคิดเชิงผลิตภาพ

รายการประเมินคุณภาพ	ระดับคุณภาพ			
	4 (ดีมาก)	**3 (ดี)**	**2 (พอใช้)**	**1 (ปรับปรุง)**
1. การวางแผน	การวางแผนในการสร้างผลงานเป็นขั้นตอนและนำไปปฏิบัติได้จริง	การวางแผนในการสร้างผลงานเป็นขั้นตอน แต่ต้องให้คำแนะนำเพื่อให้นำไปปฏิบัติได้จริง	ต้องให้คำแนะนำในการวางแผนการสร้างผลงานบ้าง และต้องให้คำแนะนำเพื่อนำไปปฏิบัติได้	ต้องให้คำแนะนำในการวางแผนการสร้างผลงานเป็นส่วนใหญ่และต้องให้คำแนะนำเพื่อให้นำไปปฏิบัติได้จริง
2. การทำงานคล่องแคล่ว	สามารถเลือกใช้วัสดุ อุปกรณ์ในการสร้างผลงานได้อย่างถูกต้องเหมาะสม โดยสามารถระบุรายละเอียดอุปกรณ์ที่ใช้รวมทั้งคำนึงถึงความคงทนของชิ้นงานต่อการนำไปใช้ประโยชน์	สามารถเลือกใช้วัสดุ อุปกรณ์ระบุรายละเอียดอุปกรณ์ที่ใช้รวมทั้งคำนึงถึงความคงทนของชิ้นงานต่อการนำไปใช้ประโยชน์	ครูต้องแนะนำการเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์และระบุรายละเอียดอุปกรณ์ที่ใช้	ครูต้องแนะนำการเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ทุกครั้งและระบุรายละเอียดอุปกรณ์ที่ใช้

พหุน ปณฺฑิโต ชีเว

3. คุณภาพผลงานของนักเรียน	สร้างผลงานที่ตรงตามวัตถุประสงค์ ผลงานมีความแปลกใหม่ในทางบวก ใช้ประโยชน์ได้จริง และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ เพื่อต่อตนเองและสังคมได้	สร้างผลงานที่ตรงตามวัตถุประสงค์ ผลงานมีลักษณะที่แตกต่างจากสิ่งของที่มีอยู่บ้าง ใช้ประโยชน์ได้จริงและสามารถประยุกต์ใช้ เพื่อประโยชน์ต่อตนเองและสังคมได้	สร้างผลงานที่ตรงตามวัตถุประสงค์โดยต้องให้คำแนะนำ ผลงานมีลักษณะที่แตกต่างจากสิ่งของที่มีอยู่บ้าง ใช้ประโยชน์ได้จริงและสามารถนำไปประยุกต์ใช้เพื่อประโยชน์ต่อตนเองและสังคมได้	สร้างผลงานที่ตรงตามวัตถุประสงค์โดยต้องให้คำแนะนำ ผลงานมีลักษณะที่ไม่แตกต่างจากสิ่งของที่มีอยู่ ใช้ประโยชน์ได้จริง และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ เพื่อประโยชน์ต่อตนเองและสังคมได้



ภาคผนวก ง
การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

แบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 **หน่วยการเรียนรู้ โมเมนตัม**

และการชน **เรื่อง โมเมนตัม**

คำชี้แจง :ให้ท่านพิจารณาความเหมาะสมขององค์ประกอบในแผนการสอน และให้คะแนนตามระดับการประเมินดังนี้

ระดับการประเมิน : 5 หมายถึง มีความสอดคล้อง/เชื่อมโยง/ครอบคลุม/เหมาะสม **มากที่สุด**

4 หมายถึง มีความสอดคล้อง/เชื่อมโยง/ครอบคลุม/เหมาะสม **มาก**

3 หมายถึง มีความสอดคล้อง/เชื่อมโยง/ครอบคลุม/เหมาะสม **ปานกลาง**

2 หมายถึง มีความสอดคล้อง/เชื่อมโยง/ครอบคลุม/เหมาะสม **น้อย**

1 หมายถึง มีความสอดคล้อง/เชื่อมโยง/ครอบคลุม/เหมาะสม **น้อยที่สุด**

รายการประเมิน	ระดับการประเมิน					ข้อเสนอแนะ
	5	4	3	2	1	
1. สาระสำคัญ 1.1 ครอบคลุมจุดประสงค์และเนื้อหาสาระที่กำหนด						
1.2 สาระสำคัญมีความกะทัดรัด ได้ความชัดเจนสมบูรณ์						
1.3 สาระสำคัญสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดในหลักสูตร						
1.4 สาระสำคัญเหมาะสมวัยของผู้เรียน						
2. จุดประสงค์การเรียนรู้ 2.1 ระบุความสามารถของนักเรียนที่ต้องการพัฒนาได้						
2.2 สามารถประเมินผลได้						
2.3 จุดประสงค์เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน						
3. สาระการเรียนรู้ 3.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้						
3.2 บอกขอบข่ายของเนื้อหาที่จะให้นักเรียนที่เรียนรู้						
3.3 สาระการเรียนรู้มีความถูกต้อง						
4. การวัดและการประเมินผล 4.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้						

รายการประเมิน	ระดับการประเมิน					ข้อเสนอแนะ
	5	4	3	2	1	
4.2 สอดคล้องกับตัวชี้วัดและจุดประสงค์การเรียนรู้						
4.3 ใช้เครื่องมือวัดผลได้เหมาะสม						
5. กิจกรรมการเรียนรู้ 5.1 เร้าความสนใจของผู้เรียน						
5.2 เรียงลำดับกิจกรรมได้เหมาะสม						
5.3 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้						
5.4 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้						
5.5 กิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับเวลาที่กำหนดไว้						
5.6 กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความสามารถในการคิดเชิงผลิตภาพ						
5.7 กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาความรู้ด้วยตนเอง						
5.8 สาระสำคัญมีความสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดในหลักสูตร						
6. สื่อการเรียนการสอน 6.1 สื่อการเรียนการสอนสอดคล้องกับการเรียนรู้						
6.2 สื่อการเรียนการสอนเหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน						

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

ลงชื่อ.....

(.....)

(ผู้เชี่ยวชาญ)

ตารางที่ 20 ผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม (5)	ดัชนีความสอดคล้อง	สรุปผลการประเมิน
	1	2	3	4	5			
1	0	1	1	1	1	4	0.8	สอดคล้อง
2	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
3	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
4	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
5	0	1	1	1	1	4	0.8	สอดคล้อง
6	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
7	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
8	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
9	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
10	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
11	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
12	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
13	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
14	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
15	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
16	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
17	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
18	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
19	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
20	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
21	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
22	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
23	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง

ตารางที่ 20 ผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน (ต่อ)

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม (5)	ดัชนีความสอดคล้อง	สรุปผลการประเมิน
	1	2	3	4	5			
24	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
25	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
26	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
27	0	1	1	1	1	4	0.8	สอดคล้อง
28	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
29	0	0	1	1	1	3	0.6	สอดคล้อง
30	1	0	1	1	1	4	0.8	สอดคล้อง
31	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
32	0	1	1	1	1	4	0.8	สอดคล้อง
33	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
34	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
35	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
36	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
37	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
38	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
39	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
40	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง

ตารางที่ 21 ผลการวิเคราะห์ค่าอำนางจำแนกและค่าความยากง่ายของแบบทดสอบสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์เรื่อง โมเมนตัมและการขน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ข้อที่	ค่าความยากง่าย	แปลผล	ค่าอำนาจจำแนก	แปลผล	สรุปผล
1	0.49	ใช้ได้	0.29	ใช้ได้	ใช้ได้
2	0.83	ใช้ได้	0.34	ใช้ได้	ใช้ได้
3	0.71	ใช้ได้	0.29	ใช้ได้	ใช้ได้
4	0.49	ใช้ได้	0.40	ใช้ได้	ใช้ได้
5	0.54	ใช้ได้	0.40	ใช้ได้	ใช้ได้
6	0.66	ใช้ได้	0.06	ใช้ไม่ได้	ตัดทิ้ง
7	0.49	ใช้ได้	0.40	ใช้ได้	ใช้ได้
8	0.69	ใช้ได้	0.23	ใช้ได้	ใช้ได้
9	0.60	ใช้ได้	0.63	ใช้ได้	ใช้ได้
10	0.57	ใช้ได้	0.34	ใช้ได้	ใช้ได้
11	0.51	ใช้ได้	0.34	ใช้ได้	ใช้ได้
12	0.46	ใช้ได้	0.34	ใช้ได้	ใช้ได้
13	0.57	ใช้ได้	0.23	ใช้ได้	ใช้ได้
14	0.54	ใช้ได้	0.29	ใช้ได้	ใช้ได้
15	0.51	ใช้ได้	0.23	ใช้ได้	ใช้ได้
16	0.60	ใช้ได้	0.40	ใช้ได้	ใช้ได้
17	0.54	ใช้ได้	0.63	ใช้ได้	ใช้ได้
18	0.37	ใช้ได้	0.06	ใช้ไม่ได้	ตัดทิ้ง
19	0.54	ใช้ได้	0.40	ใช้ได้	ใช้ได้
20	0.51	ใช้ได้	0.57	ใช้ได้	ใช้ได้
21	0.71	ใช้ได้	0.29	ใช้ได้	ใช้ได้
22	0.69	ใช้ได้	0.57	ใช้ได้	ใช้ได้
23	0.63	ใช้ได้	0.34	ใช้ได้	ใช้ได้
24	0.60	ใช้ได้	0.40	ใช้ได้	ใช้ได้
25	0.57	ใช้ได้	0.11	ใช้ไม่ได้	ตัดทิ้ง

ตารางที่ 21 ผลการวิเคราะห์ค่าอำนางจำแนกและค่าความยากง่ายของแบบทดสอบสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์เรื่อง โมเมนตัมและการขน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (ต่อ)

ข้อที่	ค่าความยากง่าย	แปลผล	ค่าอำนาจจำแนก	แปลผล	สรุปผล
26	0.66	ใช้ได้	0.29	ใช้ได้	ใช้ได้
27	0.57	ใช้ได้	0.46	ใช้ได้	ใช้ได้
28	0.57	ใช้ได้	0.46	ใช้ได้	ใช้ได้
29	0.43	ใช้ได้	0.17	ใช้ไม่ได้	ต้ดทิ้ง
30	0.57	ใช้ได้	0.23	ใช้ได้	ใช้ได้
31	0.49	ใช้ได้	0.40	ใช้ได้	ใช้ได้
32	0.63	ใช้ได้	0.23	ใช้ได้	ใช้ได้
33	0.46	ใช้ได้	0.23	ใช้ได้	ใช้ได้
34	0.49	ใช้ได้	0.29	ใช้ได้	ใช้ได้
35	0.60	ใช้ได้	0.40	ใช้ได้	ใช้ได้
36	0.66	ใช้ได้	0.40	ใช้ได้	ใช้ได้
37	0.69	ใช้ได้	0.23	ใช้ได้	ใช้ได้
38	0.54	ใช้ได้	0.40	ใช้ได้	ใช้ได้
39	0.60	ใช้ได้	0.40	ใช้ได้	ใช้ได้
40	0.54	ใช้ได้	0.51	ใช้ได้	ใช้ได้

เลือกข้อสอบจำนวน 30 ข้อไปใช้จริง ซึ่งมีค่าความยากอยู่ในช่วง 0.37 – 0.83 และอำนาจจำแนก อยู่ในช่วง 0.23 - 0.57 ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ มีค่าเท่ากับ 0.78

ตารางที่ 22 ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสตีมศึกษา

รายการการประเมิน	ค่าเฉลี่ยความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อแผนการจัดการเรียนรู้							
	แผนที่ 1	แผนที่ 2	แผนที่ 3	แผนที่ 4	แผนที่ 5	แผนที่ 6	แผนที่ 7	แผนที่ 8
3.2 บอกขอบข่ายของเนื้อหาที่จะให้นักเรียนที่เรียนรู้	5	5	5	5	5	5	5	5
3.3 สาระการเรียนรู้มีความถูกต้อง	5	4.8	5	5	5	5	5	5
4. การวัดและการประเมินผล 4.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5	4.8	5	5	5	5	5	5
4.2 สอดคล้องกับตัวชี้วัดและจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5	5	5	5	5
4.3 ใช้เครื่องมือวัดผลได้เหมาะสม	4.8	5	5	5	5	5	5	5
5. กิจกรรมการเรียนรู้ 5.1 เร้าความสนใจของผู้เรียน	5	4.8	4.8	5	4.8	5	5	5
5.2 เรียงลำดับกิจกรรมได้เหมาะสม	4.8	5	5	5	4.8	5	5	5
5.3 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5	5	5	5	5
5.4 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5	5	5

ตารางที่ 22 ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสตีมศึกษา (ต่อ)

รายการการประเมิน	ค่าเฉลี่ยความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อแผนการจัดการเรียนรู้							
	แผนที่ 1	แผนที่ 2	แผนที่ 3	แผนที่ 4	แผนที่ 5	แผนที่ 6	แผนที่ 7	แผนที่ 8
5.5 กิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับเวลาที่กำหนดไว้	4.8	4.8	4.6	5	4.8	4.8	4.8	4.8
5.6 กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความสามารถในการคิดเชิงผลิตภาพ	4.8	5	5	5	5	5	5	5
5.7 กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาความรู้ด้วยตนเอง	4.8	5	5	5	5	5	5	5
5.8 สาระสำคัญมีความสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดในหลักสูตร	5	5	5	5	5	5	5	5
6. สื่อการเรียนการสอน 6.1 สื่อการเรียนการสอนสอดคล้องกับการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5	5	5
6.2 สื่อการเรียนการสอนเหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน	5	5	5	5	5	5	5	5
เฉลี่ยรวม	4.95	4.96	4.96	5	4.96	4.98	5	5
ผลการประเมิน	เหมาะสมมากที่สุด	เหมาะสมมากที่สุด	เหมาะสมมากที่สุด	เหมาะสมมากที่สุด	เหมาะสมมากที่สุด	เหมาะสมมากที่สุด	เหมาะสมมากที่สุด	เหมาะสมมากที่สุด

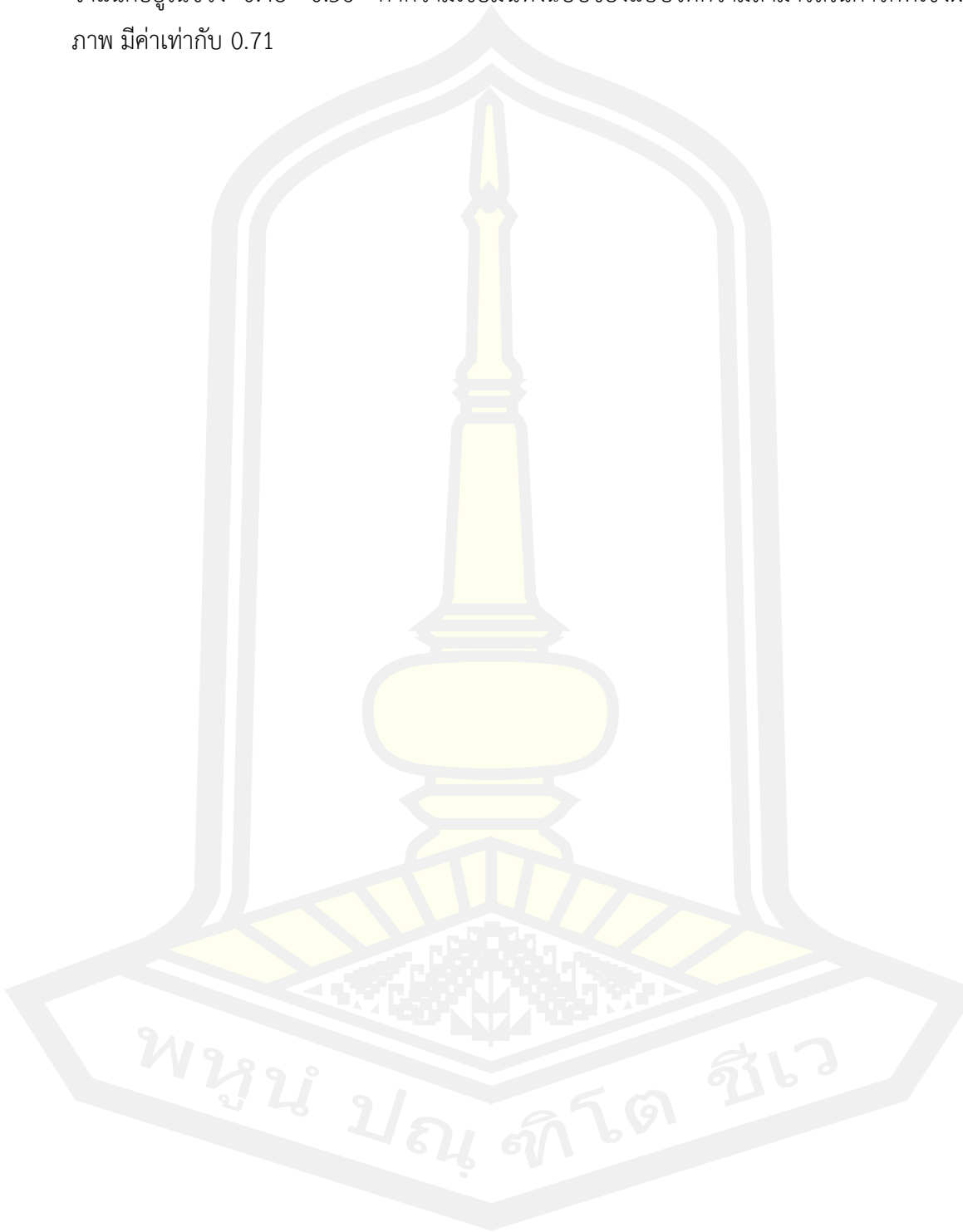
ตารางที่ 23 ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถามแต่ละข้อกับจุดประสงค์การวัดความคิดเชิงผลิตภาพ

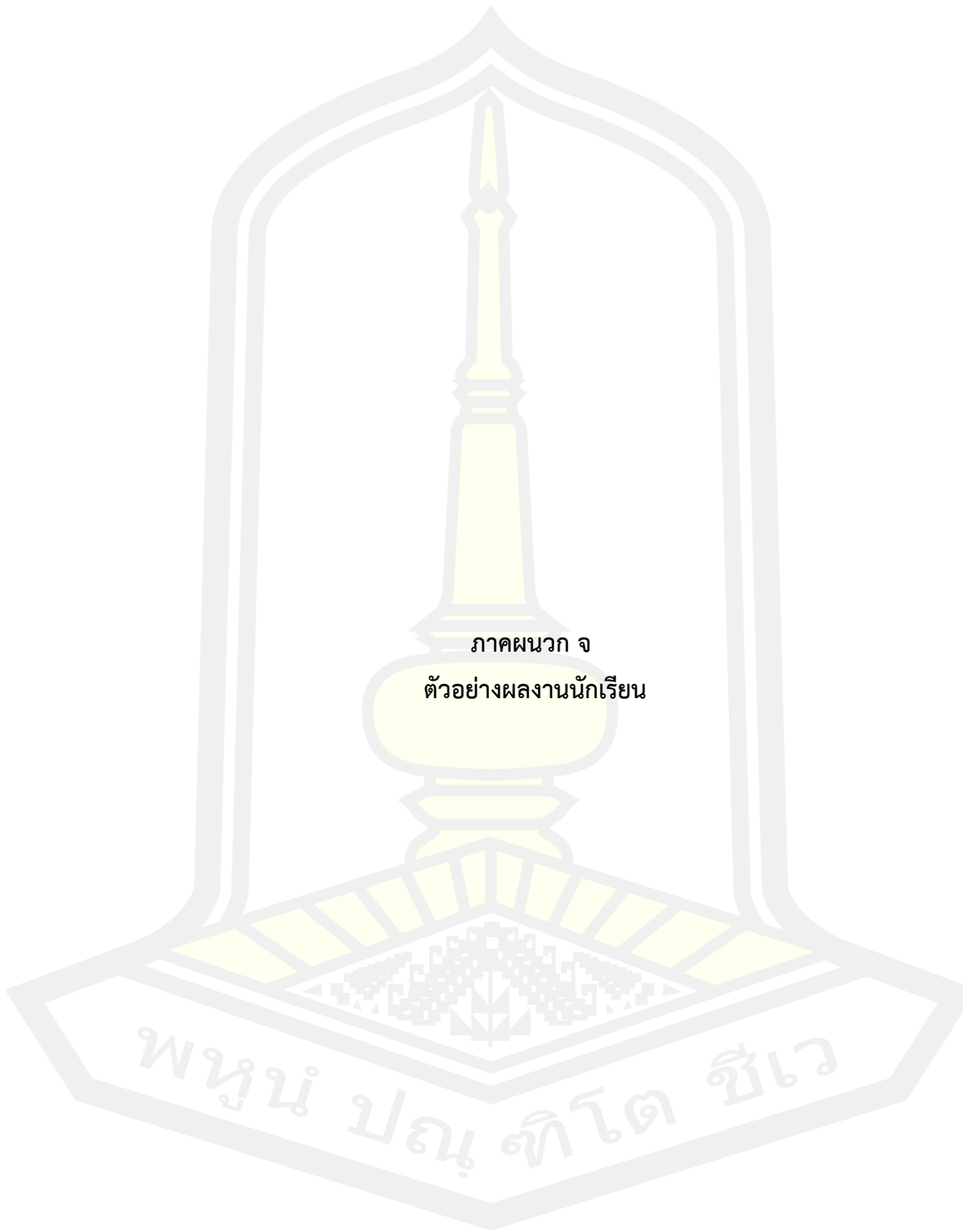
สถานการณ์/ข้อคำถาม	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวมคะแนน	IOC	ผลการประเมิน
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
2	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
3	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
4	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
5	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
6	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
7	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
8	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
รวม IOC								8
รวม IOC เฉลี่ย								1

ตารางที่ 24 ผลการวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนกและค่าความยากง่ายของแบบวัดความสามารถในการคิดเชิงผลิตภาพ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ข้อที่	ค่าความยากง่าย	แปรผล	ค่าอำนาจจำแนก	แปรผล	สรุปผล
1	0.48	ใช้ได้	0.53	ใช้ได้	ใช้ได้
2	0.47	ใช้ได้	0.56	ใช้ได้	ใช้ได้
3	0.50	ใช้ได้	0.48	ใช้ได้	ใช้ได้
4	0.57	ใช้ได้	0.48	ใช้ได้	ใช้ได้
5	0.58	ใช้ได้	0.49	ใช้ได้	ใช้ได้
6	0.58	ใช้ได้	0.52	ใช้ได้	ใช้ได้
7	0.59	ใช้ได้	0.49	ใช้ได้	ใช้ได้
8	0.60	ใช้ได้	0.48	ใช้ได้	ใช้ได้

เลือกข้อสอบจำนวน 8 ข้อไปใช้จริง ซึ่งมีค่าความยากอยู่ในช่วง 0.47- 0.60 และ อำนาจจำแนกอยู่ในช่วง 0.48 - 0.56 ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบวัดความสามารถในการคิดเชิงผลิตภาพ มีค่าเท่ากับ 0.71





ภาคผนวก จ

ตัวอย่างผลงานนักเรียน

สถานการณ์ที่ 3 **ให้นักเรียนตอบคำถามโดยใช้สถานการณ์ต่อไปนี้**

หากคุณแม่ของนักเรียนต้องไปจ่ายตลาด ต้องหิ้วของที่มีน้ำหนักมากและระยะไกลจากบ้าน ทำให้ไม่สะดวก เหนื่อย และปวดเหมื่อย นักเรียนมีวิธีการอย่างไรที่จะสร้างอุปกรณ์ที่ช่วยผ่อนแรงให้คุณแม่ไปจ่ายตลาดได้สะดวกสบายมากขึ้น ไม่ต้องหิ้วของหนักและลดการปวดเหมื่อย โดยมีเงื่อนไขวัสดุอุปกรณ์ดังนี้ 1. ท่ออะลูมิเนียม 2. ข้อต่อโครงสร้างอะลูมิเนียม 3.เครื่องเจาะอะลูมิเนียม 4. ผ้าทุ้มพลาสติกแข็ง 5. ผ้าใบหรือพลาสติกอ่อนชนิดหนา 6. ล้อรถเข็น 7. วัสดุตกแต่ง เช่น สติ๊กเกอร์ 8. ล้อ เพลา และลูกปืน

จากสถานการณ์ที่กำหนดให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. ปัญหาที่นักเรียนพบ คือปัญหาอะไร (ตอบให้ได้มากที่สุด)

คุณแม่ไปจ่ายตลาด ต้องหิ้วของหนัก ระยะทางไกลบ้าน ทำให้คุณแม่เหนื่อยและปวดเหมื่อย กล้ามเนื้อ

2. วิธีการแก้ปัญหาที่พบแต่ละข้อจะทำอย่างไร

สร้างและออกแบบอุปกรณ์ที่ช่วยผ่อนแรงคุณแม่

.....

.....

ให้นักเรียนพิจารณาปัญหาแล้วตอบคำถามโดยพยายามเขียนเชื่อมโยงให้สมเหตุสมผล

1. ปัญหาที่นักเรียนสนใจคืออะไร (เลือกมา 1 ปัญหา)

แม่ค้าตลาดนัดช่วงค่ำ ต้องขนของกลับบ้านเอง

.....

สาเหตุของปัญหาคืออะไร

แม่ค้าไปซื้อของที่ตลาดนัดช่วงค่ำ ทำให้ต้องขนของเองคนเดียว ไม่สะดวก น่าเหนื่อย

.....

.....

ปัญหาที่นักเรียนสนใจอาจส่งผลกระทบเรื่องใดได้บ้าง

-

.....

.....

.....

ให้นักเรียนบอกวิธีการแก้ปัญหาอย่างละเอียด

- ศึกษาข้อมูล สอบถามผู้ค้าขาย สอบถามลูกค้า

การออกแบบโครงสร้างรถเข็น

การเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ ที่แข็งแรงทนทาน น้ำหนักเบาใช้งาย

การคำนวณขนาด รูปร่าง เพื่อความสมดุลของตัวรถเข็นเป็น

.....

.....

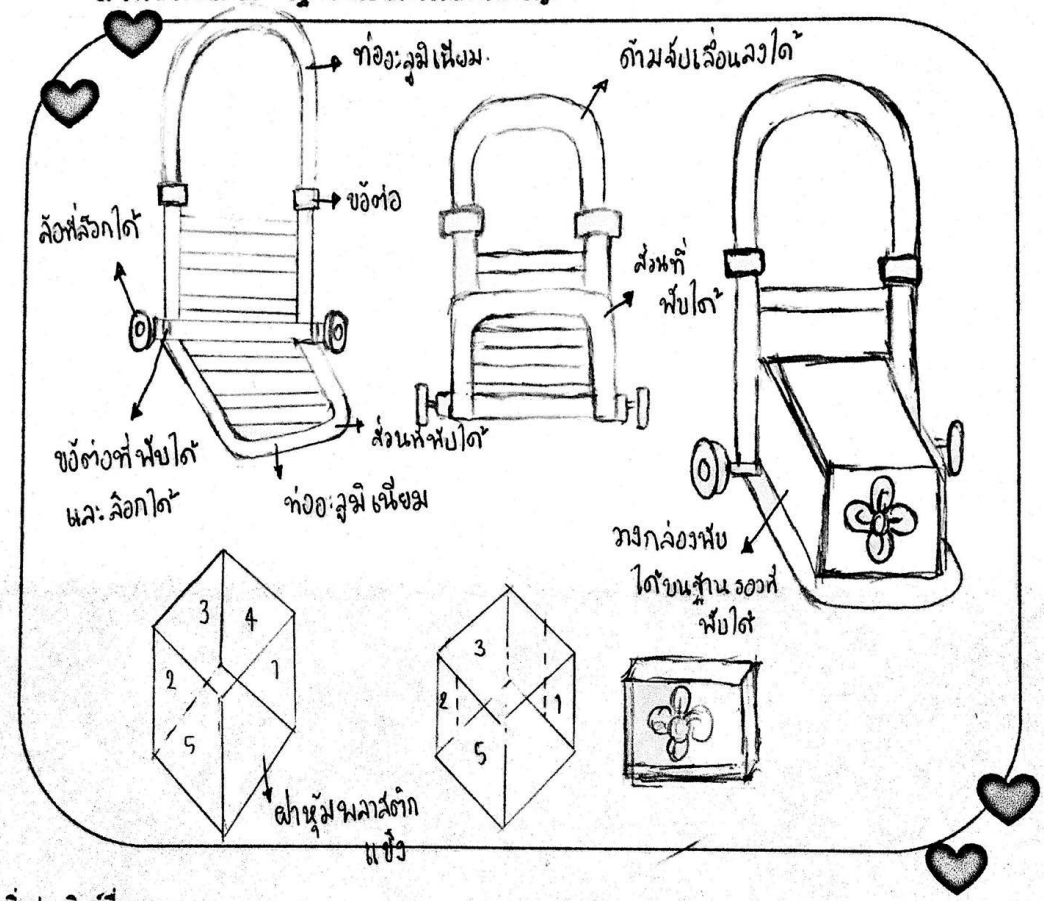
.....

.....

.....

ให้นักเรียนวางแผนแก้ปัญหาตามวิธีการที่นักเรียนระบุไว้ โดยตอบคำถามต่อไปนี้

1. จงวาดภาพสิ่งประดิษฐ์ที่นักเรียนจะใช้ในการแก้ปัญหา



สิ่งประดิษฐ์ชื่อ

รถเข็นผู้สูงอายุพับได้

มีจุดเด่น คือ

สามารถพับได้ และ บรรจุของได้เยอะ แข็งแรงทนทาน

จงเขียนรายละเอียดในการวางแผนสร้างสิ่งประดิษฐ์ (องค์ประกอบที่ 1 การวางแผน)

1 ศึกษาข้อมูลวิธีทำรถเข็นมือได้ จากอินเทอร์เน็ต และปรึกษาครู

2 ออกแบบรถเข็นตามความต้องการของสมาชิกในกลุ่ม

3 เลือกวัสดุอุปกรณ์ และปริมาณที่ใช้จ่ายในการทำรถเข็น

4 กำหนดขั้นตอนในการทำรถเข็น

5 ดำเนินการทำรถเข็นตามขั้นตอนที่ออกแบบไว้ / ปรับปรุงแก้ไข / ทดลองใช้

6 จัดทำกล่องใส่อุปกรณ์ และตกแต่งให้สวยงาม

7 ปริมาณกล่องเข้ากับรถเข็น

8 ทดสอบปริมาณสิ่งของที่บรรจุ

จงเขียนรายการ วัสดุ อุปกรณ์ ที่ใช้ในการประดิษฐ์ (องค์ประกอบที่ 2 การทำงานและการใช้อุปกรณ์)

1 ท่ออะลูมิเนียม

2 ข้อต่อสำหรับท่ออะลูมิเนียม

3 เครื่องเจาะอะลูมิเนียม

4 ผ้าหุ้มเบาะสีดำเข้ม

5 ล้อรถเข็น

6 วัสดุตกแต่ง / สติ๊กเกอร์

7 ล้อ เหล็ก / ลูกปืน

จงเขียนประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากสิ่งประดิษฐ์ที่สร้างขึ้น (องค์ประกอบที่ 3 การสร้างผลงาน ใช้ประโยชน์ได้จริง)

ใช้เป็นอุปกรณ์ผ่อนแรง ลดเวลาในการขาย ประหยัดพื้นที่เก็บผลิตภัณฑ์ได้

พหุน ปณฺ ฑิโต ชีเว



ภาคผนวก ฉ
ภาพกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสตีมศึกษา

ภาพการจัดกิจกรรม

เรื่อง บรรจุภัณฑ์กันกระแทก





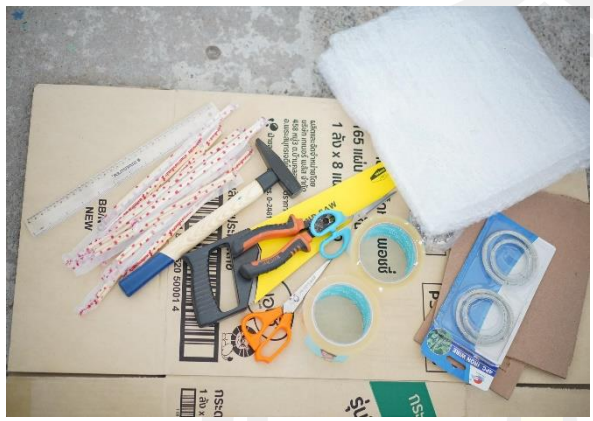






ภาพการจัดกิจกรรม

เรื่อง ระบบความปลอดภัยการชนของรถยนต์













ภาคผนวก ช

รายนามผู้เชี่ยวชาญและหนังสือแต่งตั้งผู้เชี่ยวชาญ

รายนามผู้เชี่ยวชาญ

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจแผนการจัดการเรียนรู้

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วราพร เอราวรรณ์	อาจารย์ประจำวิชาภาควิจัยและพัฒนาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิทยา วรพันธุ์	อาจารย์ประจำภาควิชาหลักสูตรและการสอนการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน
3. นางปุณฑริกา น้อยนนท์	ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนบรบือ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 26 ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและการสอนฟิสิกส์
4. นางอัจฉรี สุวรรณนาคินทร์	ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนบรบือ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 26 ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและการสอนฟิสิกส์
5. นายสมจิต เมืองนาม	ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนบรบือ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 26 ผู้เชี่ยวชาญด้านวัดและประเมินผล

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจแบบวัดความสามารถในการคิดเชิงผลิตภาพ

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วราพร เอราวรรณ์	อาจารย์ประจำวิชาภาควิจัยและพัฒน การศึกษา คณะศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิทยา วรพันธุ์	อาจารย์ประจำภาควิชาหลักสูตรและการสอน การศึกษา คณะศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน
3. นางปุณฑริกา น้อยนนท์	ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนบรบือ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 26 ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและการสอนฟิสิกส์
4. นางอัจฉรี สุวรรณนาคินทร์	ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนบรบือ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 26 ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและการสอนฟิสิกส์
5. นายสมจิต เมืองนาม	ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนบรบือ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 26 ผู้เชี่ยวชาญด้านวัดและประเมินผล



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม โทร 6216
ที่ อว 0605.5(2)/ว399 วันที่ 4 กุมภาพันธ์ 2565

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วราพร เอราวรรณ์

ด้วย นางสาวปิยธิดา พลมาตย์ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์เรื่อง การพัฒนาความสามารถในการคิดเชิงผลิตภาพของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสตีมศึกษา ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.ประสาท เนืองเฉลิม เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ โฉมยา)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม โทร 6216
ที่ อว 0605.5(2)/649 วันที่ 28 กุมภาพันธ์ 2565

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิทยา วรพันธุ์

ด้วย นางสาวปิยธิดา พลมาตย์ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาความสามารถในการคิดเชิงผลิตภาพของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสตีมศึกษา ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.ประสาท เนืองเฉลิม เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดอนุญาตให้ นางสาวปิยธิดา พลมาตย์ ทำการทดลองใช้เครื่องมือเพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ โฉมยา)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์



ที่ อว 0605.5(2)/ว703

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

4 มีนาคม 2565

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน นางปุณฑริกา น้อยนนท์

ด้วย นางสาวปิยธิดา พลมาตย์ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาความสามารถในการคิดเชิงผลิตภาพของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสตีมศึกษา ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.ประสาท เนืองเฉลิม เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ โฉมยา)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
โทรศัพท์,โทรสาร 0-4371-3174
เบอร์โทรนิสิต 0618861077



ที่ อว 0605.5(2)/ว1425

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

17 มิถุนายน 2564

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ทดลองใช้เครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน นางอัจฉรี สุวรรณนาคินทร์

ด้วย นางสาวปิยธิดา พลมาตย์ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง : "การพัฒนาความสามารถในการคิดเชิงผลิตภาพของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสตีมศึกษา" ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.ประสาท เนืองเฉลิม เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดอนุญาตให้ นางสาวปิยธิดา พลมาตย์ ทำการทดลองใช้เครื่องมือเพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ โฉมยา)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
โทรศัพท์,โทรสาร 0-4371-3174
เบอร์โทรนิสิต 0618861077



ที่ อว 0605.5(2)/ว399

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

4 กุมภาพันธ์ 2565

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน นายสมจิต เมืองนาม

ด้วย นางสาวปิยธิดา พลมาตย์ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์เรื่อง การพัฒนาความสามารถในการคิดเชิงผลิตภาพของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสตีมศึกษา ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.ประสาท เนืองเฉลิม เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ โฉมยา)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
โทรศัพท์,โทรสาร 0-4371-3174
เบอร์โทรนิสิต 0618861077

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	ปิยธิดา พลมาตย์
วันเกิด	24 กันยายน 2539
สถานที่เกิด	อำเภอท่าบ่อ จังหวัดหนองคาย
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	บ้านเลขที่ 124 หมู่ 8 ถนนประชาสงเคราะห์ ตำบลโพนสา อำเภอท่าบ่อ จังหวัดหนองคาย 43110
ตำแหน่งหน้าที่การงาน	-
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	-
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2554 มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนเซนต์ปอลหนองคาย จังหวัดหนองคาย พ.ศ. 2557 มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนปทุมเทพวิทยาคาร จังหวัดหนองคาย พ.ศ. 2561 ปริญญาตรี ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.) สาขาวิชาฟิสิกส์ประยุกต์ (พลังงาน) คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พ.ศ. 2565 ปริญญาโท การศึกษามหาบัณฑิต (กศ.ม.) สาขาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ทุนวิจัย	-
ผลงานวิจัย	-