



การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง แรงโน้มถ่วงของโลก
และตัวกลางของแสง โดยการจัดการเรียนรู้
แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังมโนทัศน์

วิทยานิพนธ์

ของ

ธีรพงษ์ รัศมีพิพัฒน์

เสนอต่อมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตร
ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์

พฤษภาคม 2565

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง แรงโน้มถ่วงของโลก
และตัวกลางของแสง โดยการจัดการเรียนรู้
แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังมโนทัศน์

วิทยานิพนธ์

ของ

ธีรพงษ์ รัศมีพิพัฒน์

เสนอต่อมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตร
ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์
พฤษภาคม 2565
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

DEVELOPMENT OF SCIENCE PROCESS SKILLS OF PRATHOMSUKSA 4
STUDENTS ON THE TOPIC OF GRAVITATIONAL FORCE AND
THE MEDIUM OF LIGHT USING STEM EDUCATION LEARNING
MANAGEMENT AND CONCEPT MAPPING

BY

Theerapong Ratsameepiphat

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of Requirement for
The Master of Education Degree in Science Teaching
Sakon Nakhon Rajabhat University

May 2022

All Right Reserved by Sakon Nakhon Rajabhat University

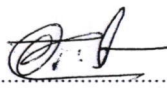


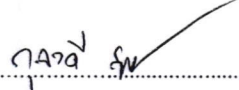
ใบรับรองวิทยานิพนธ์
มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์

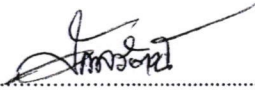
ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์ การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4
เรื่อง แรงโน้มถ่วงของโลกและตัวกลางของแสง โดยการจัดการเรียนรู้
แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังมโนทัศน์

ชื่อผู้ทำวิทยานิพนธ์ อธิพงษ์ รัศมีพิพัฒน์


คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

 ประธานกรรมการสอบ กรรมการสอบและ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิทักษ์ วงษ์ชาลี) (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.หรรษกร วรรณะสาร) ประธานที่ปรึกษา
วิทยานิพนธ์


 กรรมการสอบ กรรมการสอบและ
(ดร.กุลวดี สุวรรณไตรย์) แต่งตั้งเพิ่มเติม (ดร.อรุณรัตน์ คำแหงพล) กรรมการที่ปรึกษา
วิทยานิพนธ์

 กรรมการสอบ
(ดร.สกลรัตน์ พันธุ์สันต์) ผู้ทรงคุณวุฒิ

คณะกรรมการบริหารหลักสูตรรับรองแล้ว


(ดร.อรุณรัตน์ คำแหงพล)
ประธานหลักสูตร
มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

บัณฑิตวิทยาลัยรับรองแล้ว


(รองศาสตราจารย์ ดร.ศิกานต์ เพียรฉัญญกรณ์)
ผู้อำนวยการบัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

เมื่อวันที่ 18 เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2565
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

ประกาศคุณูปการ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความกรุณาและช่วยเหลืออย่างดียิ่ง จากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.หรรษกร วรรณนะสาร ประธานกรรมการที่ปรึกษา วิทยานิพนธ์ และอาจารย์ ดร.อรุณรัตน์ คำแห่งพล กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำแนะนำ เสนอแนะ และตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่ ตลอดจนมาตั้งแต่ต้นจนสำเร็จเรียบร้อย ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณา ความเอื้ออาทร และขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.อัจฉรา ไชยสี ชูรีรัง อาจารย์ประจำสาขาวิชา วิทยาศาสตร์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร อาจารย์ ดร.กฤตภาส วงศ์มา อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร และนางรัศดา มุ่งงาม ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี โรงเรียนอนุบาลเมืองเสลภูมิ ที่กรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบและแก้ไข เครื่องมือต่าง ๆ ตลอดจนให้คำแนะนำและข้อคิดที่เป็นประโยชน์แก่ผู้วิจัย

ขอขอบพระคุณ ผู้อำนวยการ คณะครูและนักเรียนโรงเรียนอนุบาลเมืองเสลภูมิ ที่ได้ให้ความร่วมมือในการทดลองใช้เครื่องมือและเก็บข้อมูลเพื่อการวิจัยในครั้งนี้ ที่ให้ความอนุเคราะห์และความสะดวกในการเก็บข้อมูลเพื่อการวิจัย ทุก ๆ คนในครอบครัว เพื่อนนักศึกษา ซึ่งให้การสนับสนุน เอาใจใส่และเป็นกำลังใจด้วยดีเสมอมา นอกจากนี้ ยังมีผู้ที่ให้ความช่วยเหลืออีกหลายท่าน ซึ่งผู้วิจัยไม่สามารถกล่าวนามในที่นี้ได้หมด จึงขอขอบคุณทุกท่านเหล่านั้นไว้ ณ โอกาสนี้ด้วย

คุณค่าและประโยชน์จากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบแต่บิดา มารดา ของผู้วิจัย และบูรพาจารย์ทุกท่าน ที่ได้อบรมสั่งสอนจนผู้วิจัยสามารถดำรงตน และบรรลุผลสำเร็จในปัจจุบัน

ธีรพงษ์ รัตมีพิพัฒน์

ชื่อเรื่อง	การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง แรงโน้มถ่วงของโลกและตัวกลางของแสง โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังมโนทัศน์
ผู้วิจัย	ธีรพงษ์ รัศมีพิพัฒน์
กรรมการที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.หรรษกร วรธนะสาร ดร.อรุณรัตน์ คำแหงพล
ปริญญา	ค.ม. (การสอนวิทยาศาสตร์)
สถาบัน	มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร1
ปีที่พิมพ์	2565

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อ 1) สร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังมโนทัศน์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง แรงโน้มถ่วงของโลกและตัวกลางของแสง มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 2) เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียน 3) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียน และ 4) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังมโนทัศน์ กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนอนุบาลเมืองเสลภูมิ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาร้อยเอ็ด เขต 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 30 คน ได้มาโดยการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังมโนทัศน์ แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบสอบถามความพึงพอใจ สถิติที่ใช้ ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติทดสอบค่าที่แบบกลุ่มที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test for Dependent Samples)

ผลการวิจัยพบว่า

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังมโนทัศน์
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง แรงโน้มถ่วงของโลกและตัวกลางของแสง มีประสิทธิภาพ
เท่ากับ 81.52/80.56 เป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้

2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
4. ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังมโนทัศน์ อยู่ในระดับมาก (\bar{X} = 4.03, S.D. = 0.49)

คำสำคัญ: สะเต็มศึกษา ผังมโนทัศน์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

TITLE	Development of Science Process Skills of Prathomsuksa 4 Students on the Topic of Gravitational Force and the Medium of Light Using STEM Education Learning Management and Concept Mapping
AUTHOR	Theerapong Ratsameepiphat
ADVISORS	Asst. Prof. Dr. Hassakorn Wattanasarn Dr. Arunrat Khamhaengpol
DEGREE	M.Ed. (Science Teaching)
INSTITUTION	Sakon Nakhon Rajabhat University
YEAR	2022

ABSTRACT

The purposes of this research were to 1) construct lesson plans for Prathomsuksa 4 students based on STEM education learning management and concept mapping on the topic of gravitational force and the medium of light to achieve the required efficiency criteria of 80/80, 2) compare students' science process skills before and after the intervention, 3) compare students' learning achievement before and after the intervention, and 4) examine students' satisfaction with the STEM education learning management and concept mapping. The sample consisted of 30 Prathomsuksa 4 students, selected through cluster random sampling, at Anubanmuangelaphum school during the first semester of the academic year 2021. The instruments were lesson plans based on STEM education learning management and concept mapping, a science process skills test, a learning achievement test, and a satisfaction questionnaire. The statistics for data analysis were percentage, mean, standard deviation, and t-test for Dependent Samples.

The findings revealed that:

1. The lesson plans based on STEM education learning management and concept mapping for Prathomsuksa 4 on the topic of gravitational force and the

medium of light had an efficiency of 81.52/80.56, which was higher than the required efficiency criteria of 80/80.

2. The students' science process skills after the intervention were higher than those before the intervention at the .01 level of significance.

3. The students' learning achievement after the intervention was higher than that before the intervention at the .01 level of significance.

4. The students' satisfaction with the developed learning management based on STEM education and concept mapping was at a high level ($\bar{X} = 4.03$, S.D. = 0.49).

Keywords: STEM Education, Concept Mapping, Science Process Skills

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ	1
ภูมิหลัง	1
คำถามของการวิจัย	4
ความมุ่งหมายของการวิจัย	4
สมมติฐานของการวิจัย	5
ความสำคัญของการวิจัย	5
ขอบเขตของการวิจัย	6
ขอบเขตด้านเนื้อหา	6
ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย	6
ตัวแปรที่ศึกษา	7
ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย	7
กรอบแนวคิดของการวิจัย	7
นิยามศัพท์เฉพาะ	8
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	15
หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551	17
วิสัยทัศน์	17
หลักการ	17
จุดมุ่งหมาย	18
สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน	18
คุณลักษณะอันพึงประสงค์	19
การจัดการเรียนรู้ตามกลุ่มหลักสูตรแกนกลางขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุงพุทธศักราช 2560)	20

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
ความสำคัญของวิทยาศาสตร์	20
เป้าหมายของวิทยาศาสตร์	21
สาระและมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	21
ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4	23
คำอธิบายรายวิชา และหน่วยการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4	29
การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา	32
ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา	32
แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา	33
ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา	35
จุดเด่นของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา	37
การวัดและประเมินผลตามแนวทางสะเต็มศึกษา	37
ผังมโนทัศน์	38
ความหมายของผังมโนทัศน์	38
การสร้างผังมโนทัศน์	40
ส่วนประกอบผังมโนทัศน์	41
ประโยชน์ของผังมโนทัศน์	42
การนำผังมโนทัศน์มาใช้ในการจัดการเรียนรู้	45
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	46
ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	46
ประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	47
การประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	50
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	51
ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	51
ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	53

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	56
ลักษณะของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดี	59
การวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	61
ประสิทธิภาพของเครื่องมือวิจัย	62
ความหมายของประสิทธิภาพของเครื่องมือวิจัย	62
การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพของเครื่องมือวิจัย	62
ความพึงพอใจ	64
ความหมายของความพึงพอใจ	64
การวัดความพึงพอใจ	65
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	66
งานวิจัยในประเทศ	66
งานวิจัยต่างประเทศ	71
3 วิธีการดำเนินการวิจัย	75
ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย	75
ประชากรที่ใช้ในการวิจัย	75
กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย	76
แบบแผนการวิจัย	76
เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย	76
ลักษณะเครื่องมือ	76
การสร้างและหาประสิทธิภาพของเครื่องมือ	78
การเก็บรวบรวมข้อมูล	92
การวิเคราะห์ข้อมูล	93

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
	สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	94
	สถิติพื้นฐาน	94
	สถิติที่ใช้วิเคราะห์คุณภาพของเครื่องมือ	95
	สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน	97
4	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	99
	สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	99
	ขั้นตอนในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล	100
	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	100
5	สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ	113
	ความมุ่งหมายของการวิจัย	113
	สมมติฐานของการวิจัย	114
	ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	114
	เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	115
	การเก็บรวบรวมข้อมูล	115
	การวิเคราะห์ข้อมูล	116
	สรุปผลการวิจัย	117
	อภิปรายผล	117
	ข้อเสนอแนะ	120
	บรรณานุกรม	123

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
ภาคผนวก	135
ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ	137
ภาคผนวก ข ผลการวิเคราะห์หาคุณภาพของเครื่องมือ	147
ภาคผนวก ค ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	165
ภาคผนวก ง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	177
ภาคผนวก จ ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	201
ประวัติย่อผู้วิจัย	325

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง ตามสาระที่ 2 มาตรฐาน ว 2.1	24
2 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง ตามสาระที่ 2 มาตรฐาน ว 2.2	25
3 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง ตามสาระที่ 2 มาตรฐาน ว 2.3	26
4 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง ตามสาระที่ 4 มาตรฐาน ว 4.2	26
5 หน่วยการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1	31
6 แบบแผนการทดลองแบบ One Group Pretest – Posttest Design	76
7 แสดงการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของ ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ จุดประสงค์ การเรียนรู้ ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ สมรรถนะที่สำคัญ เรื่อง ผลของแรงโน้มถ่วงของโลก	79
8 เวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้	83
9 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวชี้วัดและทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงโน้มถ่วงของโลกและตัวกลางของแสง	86
10 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวชี้วัดกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด ในแต่ละด้าน เรื่อง แรงโน้มถ่วงของโลกและตัวกลางของแสง	89
11 ประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังมโนทัศน์ เรื่อง แรงโน้มถ่วงของโลกและตัวกลางของแสง ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80	101
12 การเปรียบเทียบทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้ แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังมโนทัศน์ เรื่อง แรงโน้มถ่วงของโลก และตัวกลางของแสง	102

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
13 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้ แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังมโนทัศน์ เรื่อง แรงโน้มถ่วงของโลก และตัวกลางของแสง	103
14 ผลของความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อการเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังมโนทัศน์ เรื่อง แรงโน้มถ่วงของโลกและตัวกลางของแสง	104
15 ผลการประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับ ผังมโนทัศน์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี เรื่อง แรงโน้มถ่วงของโลกและตัวกลางของแสง	149
16 ผลการประเมินความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้กับตัวชี้วัด การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังมโนทัศน์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง แรงโน้มถ่วงของโลกและตัวกลางของแสง มาตรฐาน ว 2.2	151
17 ผลการประเมินความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้กับตัวชี้วัด การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังมโนทัศน์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง แรงโน้มถ่วงของโลกและตัวกลางของแสง มาตรฐาน ว 2.3	152
18 ผลการวิเคราะห์ดัชนีความสอดคล้องเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....	153
19 ผลการวิเคราะห์ดัชนีความสอดคล้องเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน	155

บัญชีตาราง

ตาราง		หน้า
20	ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างตัวชี้วัดกับแบบสอบถาม ความพึงพอใจที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ร่วมกับผังมโนทัศน์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง แรงโน้มถ่วงของโลก และตัวกลางของแสงโดยผู้เชี่ยวชาญ	157
21	ผลการวิเคราะห์ระดับค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความ เชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	160
22	ผลการวิเคราะห์ระดับค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	162
23	ผลการวิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังมโนทัศน์	167
24	ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง แรงโน้มถ่วงของโลกและตัวกลางของแสง	169
25	ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง แรงโน้มถ่วงของโลกและตัวกลางของแสง	171
26	ผลการวิเคราะห์คะแนนความพึงพอใจต่อการเรียนของนักเรียนที่เรียน ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังมโนทัศน์	173

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 กรอบแนวคิดของการวิจัย	8
2 กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม.....	35
3 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังมโนทัศน์ เรื่อง แรงโน้มถ่วงของโลกและตัวกลางของแสง	106
4 นักเรียนทำกิจกรรมการทดลอง ร่มชูชีพ ในแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ผลของแรงโน้มถ่วงของโลก	107
5 นักเรียนทำกิจกรรมการทดลอง มหัศจรรย์เครื่องยนต์ซึ่งจิวในแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง แรงดึงดูดของโลกกับน้ำหนักของวัตถุ	108
6 นักเรียนทำกิจกรรมการทดลอง รถกระบะ ในแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง มวลกับการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ของวัตถุ	109
7 ตัวอย่างผังมโนทัศน์ของนักเรียน ในแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ผลของแรงโน้มถ่วงของโลก	109
8 ตัวอย่างผังมโนทัศน์ของนักเรียน ในแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง แรงดึงดูดของโลกกับน้ำหนักของวัตถุ	110
9 นักเรียนทำกรอบรูป ในแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ตัวกลางของแสง	111
10 นักเรียนพึงพอใจกับกิจกรรมการทดลอง ร่มชูชีพ ในแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ผลของแรงโน้มถ่วงของโลก	111

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

ปัจจุบันโลกได้มีการเปลี่ยนแปลงทั้งด้านเศรษฐกิจและสังคมอย่างรวดเร็ว ทำให้มนุษย์จำเป็นต้องปรับเปลี่ยนแนวคิด และปรับตัวให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลง ในฐานะการศึกษาซึ่งเป็นเครื่องมือสำคัญในการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ (วัชรียา พรหมพันธ์, อรุณรัตน์ คำแหงพล, และเถาตทอง ปานศุภวัชร, 2563, หน้า 109) ให้มีความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี การจัดการศึกษาทุกระดับเน้นให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูง รวมทั้งการพัฒนาทักษะการสื่อสารการใช้เทคโนโลยีเป็นเครื่องมือแสวงหา ความรู้ และการมีทักษะทางสังคม แนวโน้มการจัดการศึกษาจึงจำเป็นต้องบูรณาการศาสตร์ต่าง ๆ กับการเรียนในห้องเรียนและชีวิตจริง ทำให้การเรียนนั้นมีความหมายต่อผู้เรียน ซึ่งผู้เรียนจะเห็นประโยชน์คุณค่าของการเรียนและสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้ ซึ่งเป็นการเตรียมผู้เรียนในการเรียนขั้นสูงต่อไป ถือเป็นโอกาสการทำงานในอนาคต รวมทั้งเป็นการเพิ่มมูลค่าและการสร้างความแข็งแกร่งให้กับประเทศด้านเศรษฐกิจ (วรรณภา อ่างทอง, บังอร แถวโนนงิ้ว และประสาท เนื่องเฉลิม, 2563, หน้า 92) เพราะการศึกษาทางวิทยาศาสตร์จะเกี่ยวข้องกับการดำรงชีวิตของมนุษย์ ซึ่งมีบทบาทสำคัญในปัจจุบันและอนาคต เพราะความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถนำไปสู่การพัฒนาความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีส่งผลต่อคุณภาพชีวิตของคนในชาติ สังคม และระบบเศรษฐกิจของประเทศสามารถปรับตัวรองรับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงได้อย่างเหมาะสมโดยการให้ความสำคัญกับการพัฒนาคนและสังคมไทยให้มีคุณภาพมากขึ้น (ศรีสุวรรณ ศรีสร้อย, อนันต์ ปานศุภวัชร และเถาตทอง ปานศุภวัชร, 2560, หน้า 193)

ซึ่งในปัจจุบันความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจะส่งผลกระทบต่อความเป็นอยู่ในชีวิตประจำวันของมนุษย์ทั้งทางด้านเศรษฐกิจ สังคม การเมือง และการศึกษา จึงจำเป็นต้องพัฒนาให้มีความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เพื่อจะได้มีความรู้

ความเข้าใจในวิทยาศาสตร์ธรรมชาติและสามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ มีคุณธรรม เพื่อให้วิทยาศาสตร์มีความก้าวหน้าและมั่นคง องค์ประกอบที่สำคัญประการหนึ่งคือ การจัดการศึกษาเพื่อเตรียมพร้อมบุคคลให้อยู่ในสังคมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, หน้า 1) ดังนั้น มนุษย์จึงจำเป็นต้องเรียนรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาความรู้ ทักษะ เพื่อก้าวทันเทคโนโลยีในอนาคตและสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้อย่างมีความสุขกับสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงและพัฒนาไปอย่างไม่ที่สิ้นสุด

จากสภาพปัญหาในปัจจุบันการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ยังไม่บรรลุตามจุดมุ่งหมายของการจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์ตั้งแต่ประถมศึกษาจนถึงระดับอุดมศึกษา เนื่องจาก ลักษณะการเรียนการสอนที่เน้นการบรรยายและการท่องจำ เป็นสำคัญและนักเรียนไม่ค่อยได้ปฏิบัติการทดลองจริง มิได้ฝึกฝนให้ผู้เรียนได้ฝึก การศึกษาค้นคว้าและเรียนรู้ด้วยตนเอง ขาดการส่งเสริมด้านการแสดงออกทางความคิด ขาดความสามารถในการคิดเชิงสร้างสรรค์ ไม่สามารถหาแนวทางในการแก้ปัญหาหรือนำ องค์ความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีใหม่ ๆ ไปใช้อย่างเหมาะสม (ภัสสร ติตตมา, มลิวรรณ นาคขุนทด และสิรินภา กิจเกื้อกูล, 2558, หน้า 72) ไม่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ จึงส่งผลให้ผู้เรียนขาดการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และกระบวนการคิด (ภาพิสุทธิ ภูวญาณพงศ์ และยุรวัดณ์ คล้ายมงคล, 2558, หน้า 174) จึงเป็นสาเหตุให้ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ต่ำและจากการรายงานผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์ของนักเรียนในภาพรวมยังอยู่ในระดับไม่น่าพอใจ (วิชุดชญา จิตรรักศิลป์, ถาดทอง ปานศุภวัชร และนิติธาร ชูทรัพย์, 2560 หน้า 2)

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 มุ่งพัฒนาผู้เรียน ที่เป็นกำลังของชาติ ให้เป็นมนุษย์ที่มีความสมดุลทั้งทางด้านร่างกาย ความรู้ คุณธรรม มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและพลเมืองโลก โดยมุ่งเน้นผู้เรียนเป็นพื้นฐานสำคัญ ว่ามีความสามารถในการเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ (วิชุดชญา จิตรรักศิลป์, ถาดทอง ปานศุภวัชร และนิติธาร ชูทรัพย์, 2560, หน้า 1) ทำให้การเรียนวิทยาศาสตร์มีความหมาย ต่อผู้เรียน ซึ่งผู้เรียนจะเห็นประโยชน์และคุณค่าของการเรียน และสามารถนำไปใช้ ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้ จึงเป็นการเตรียมผู้เรียนในการเรียนรู้ต่อไปในขั้นที่สูงขึ้น (พรทิพย์ ศิริภัทธาชัย, 2556, หน้า 49) ครูจึงเป็นที่ผู้ที่มีบทบาทในการส่งเสริมการเรียนรู้ และจัดกิจกรรมเพื่อพัฒนาผู้เรียนให้เกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และมีความสุข ในการเรียนวิทยาศาสตร์ เพื่อให้บรรลุตามเป้าหมายที่หลักสูตรกำหนด โดยใช้ทักษะ

กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือ ให้นักเรียนได้ความรู้ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (มิณฑกาญจน์ บุพศิริ, 2552, หน้า 5) เป็นความสามารถในการใช้ความคิดเพื่อค้นคว้าความรู้ รวมทั้งการแก้ปัญหาทางด้านสติปัญญา ไม่ใช่ทักษะการปฏิบัติด้วยมือ เพราะเป็นการทำงานของสมอง การคิดมีทั้งการคิดพื้นฐาน เช่น ทักษะการสื่อความหมาย ได้แก่ การอ่าน การรับรู้ การจำ การจำถาวร การพูด การเขียนนอกจากนี้ยังมีทักษะการสังเกต การระบุ การจำแนก การเรียงลำดับ การเปรียบเทียบ การลงข้อสรุป และการใช้ตัวเลข (ภารดี กล่อมดี, 2561, หน้า 7) เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยี สามารถนำความรู้ไปใช้ได้อย่างมีเหตุผล (ยุพา วรยศ และคณะ, 2551, หน้า 5)

สะเต็มศึกษาเป็นการสอนแบบบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชาระหว่างศาสตร์สาขาต่าง ๆ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ โดยนำจุดเด่นของการสอนแต่ละสาขาวิชามาสผสมผสานกันอย่างลงตัว (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2557, หน้า 6) เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งถือเป็นปัจจัยสำคัญในการศึกษาค้นคว้าความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้นการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา จึงได้เข้ามามีบทบาทในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ในประเทศไทย มีเป้าหมายสำคัญเพื่อนำผู้เรียนไปสู่การคิดแก้ปัญหา และการสร้างสรรค์นวัตกรรมใหม่ ๆ นอกจากนี้ยังช่วยให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงบทเรียนในห้องเรียนกับการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้จริง (สนธิ พลชัยยา, 2557, หน้า 7) ถือเป็นปัจจัยที่จะนำมาพัฒนาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ในประเทศไทย จะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และสามารถแก้ไขปัญหาในชีวิตจริง (อภิสิทธิ์ ชงไชย, 2556, หน้า 10-13) การสอนวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันที่จะให้นักเรียนได้รับความรู้ทางด้านเนื้อหาและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปพร้อม ๆ กันนั้น จะต้องจัดการเรียนการสอนโดยกำหนดสถานการณ์ให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ (รสสุคนธ์ อินทฤฎากร สวัสดิ์วงศ์ชัย, ถาดทอง ปานศุภวัชร และนิติธาร ชูทรัพย์, 2562, หน้า 85) และนำมาเชื่อมโยงกับกระบวนการเรียนรู้เพื่อเกิดการสร้างผลงานหรือชิ้นงาน ในการแก้ไขปัญหา ทำให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูง (พลศักดิ์ แสงพรมศรี, 2558, หน้า 75)

จากที่มาและความสำคัญดังกล่าว เห็นได้ว่าการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งสำคัญสำหรับการศึกษาไทย ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังมโนทัศน์ เพื่อเป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหาการขาดทักษะ

กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง แรงโน้มถ่วงของโลกและตัวกลางของแสง

คำถามของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดคำถามการวิจัยไว้ ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับการใช้ผังมโนทัศน์ เรื่อง แรงโน้มถ่วงของโลกและตัวกลางของแสง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 หรือไม่
2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง แรงโน้มถ่วงของโลกและตัวกลางของแสง โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังมโนทัศน์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนหรือไม่
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง แรงโน้มถ่วงของโลกและตัวกลางของแสง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังมโนทัศน์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนหรือไม่
4. ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังมโนทัศน์ เรื่อง แรงโน้มถ่วงของโลกและตัวกลางของแสง อยู่ในระดับใด

ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยกำหนดความมุ่งหมายของการวิจัยไว้ ดังนี้

1. เพื่อสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังมโนทัศน์ เรื่อง แรงโน้มถ่วงของโลกและตัวกลางของแสง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80
2. เพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง แรงโน้มถ่วงของโลกและตัวกลางของแสง โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังมโนทัศน์

3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังเรียน เรื่อง แรงโน้มถ่วงของโลกและตัวกลางของแสง โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังมโนทัศน์

4. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังมโนทัศน์ เรื่อง แรงโน้มถ่วงของโลกและตัวกลางของแสง

สมมติฐานของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งสมมติฐานการวิจัยไว้ ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังมโนทัศน์ เรื่อง แรงโน้มถ่วงของโลกและตัวกลางของแสง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80
2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังมโนทัศน์ เรื่อง แรงโน้มถ่วงของโลกและตัวกลางของแสง หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังมโนทัศน์ เรื่อง แรงโน้มถ่วงของโลกและตัวกลางของแสง หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
4. ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังมโนทัศน์ เรื่อง แรงโน้มถ่วงของโลกและตัวกลางของแสง อยู่ในระดับมาก

ความสำคัญของการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดความสำคัญของการวิจัย ดังนี้

1. ครูผู้สอนสามารถนำแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังมโนทัศน์ เรื่อง แรงโน้มถ่วงของโลกและตัวกลางของแสง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

ส่งเสริมให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้สูงขึ้นอย่างมีประสิทธิภาพ

2. เป็นแนวทางแก่ครู และผู้ที่เกี่ยวข้องด้านการศึกษาที่สนใจการจัดการเรียนรู้ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังมโนทัศน์ ได้นำความรู้ที่ได้จากการวิจัยในครั้งนี้ไปใช้ประโยชน์และปรับประยุกต์ใช้ในวิชาอื่น ๆ ต่อไป

ขอบเขตของการวิจัย

1. ขอบเขตด้านเนื้อหา

เนื้อหาในการวิจัยในครั้งนี้ เป็นเนื้อหาสาระกลุ่มการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงโน้มถ่วงของโลกและตัวกลางของแสง ซึ่งแบ่งเนื้อหาออกเป็นขั้นตอน ดังนี้

1. แรงโน้มถ่วงของโลก
2. ตัวกลางของแสง

2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

2.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนอนุบาลเมืองเสลภูมิ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาร้อยเอ็ด เขต 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 5 ห้องเรียน นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4/1 จำนวน 28 คน นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4/2 จำนวน 26 คน นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4/3 จำนวน 30 คน นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4/4 จำนวน 26 คน และนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4/5 จำนวน 25 คน รวมจำนวนนักเรียนทั้งหมด 135 คน

2.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4/3 โรงเรียนอนุบาลเมืองเสลภูมิ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาร้อยเอ็ด เขต 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 1 ห้องเรียน นักเรียนทั้งหมด 30 คน ซึ่งได้จากการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่ม

3. ตัวแปรที่ศึกษา

3.1 ตัวแปรอิสระ (Independent Variable) ได้แก่ การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังมโนทัศน์

3.2 ตัวแปรตาม (Dependent Variable) ได้แก่

3.2.1 ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังมโนทัศน์

3.2.2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

3.2.3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

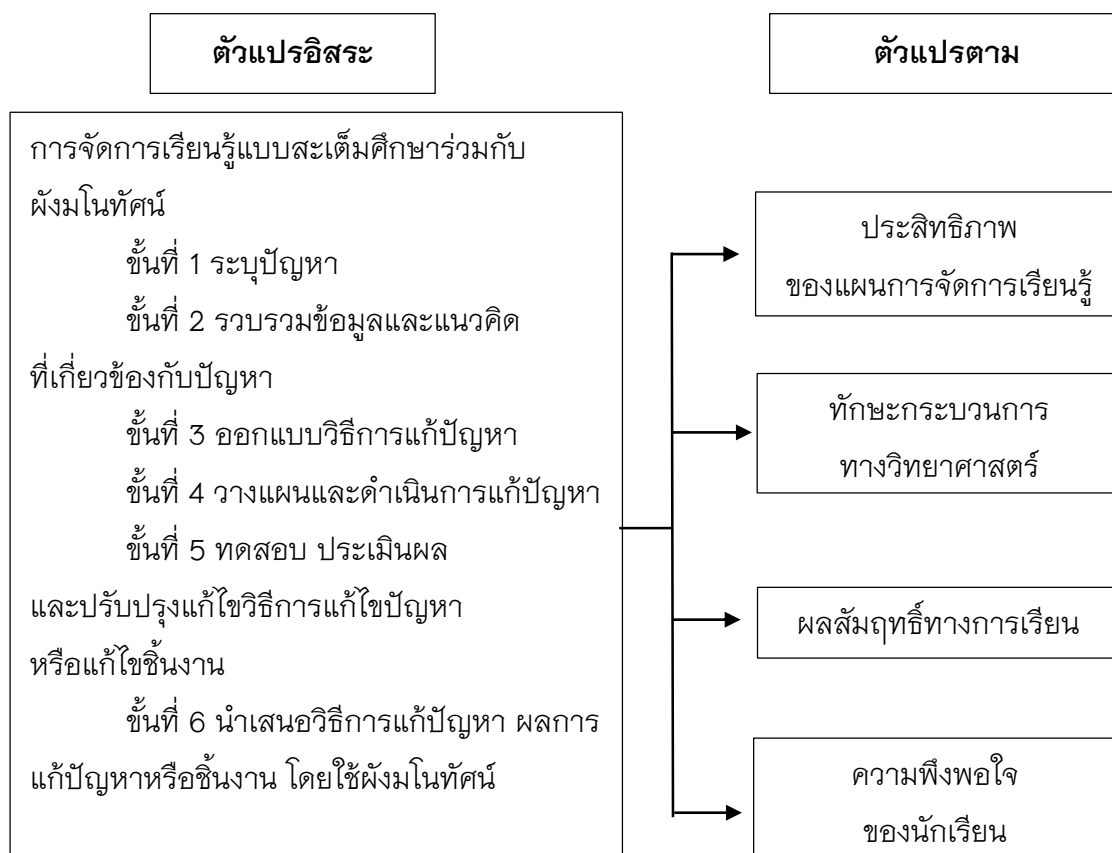
3.2.4 ความพึงพอใจของนักเรียน

4. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยจะดำเนินการทดลองสอนในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 ใช้เวลาในการทดลองสอน จำนวน 13 ชั่วโมง เวลาในการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน 2 ชั่วโมง รวมทั้งสิ้น 15 ชั่วโมง โดยผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนการสอนด้วยตนเอง

กรอบแนวคิดของการวิจัย

ในการวิจัยการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง แรงโน้มถ่วงของโลกและตัวกลางของแสง โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังมโนทัศน์ ผู้วิจัยได้กำหนดกรอบแนวคิดในการวิจัย ดังภาพประกอบ



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดของการวิจัย

นิยามศัพท์เฉพาะ

การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา
ปีที่ 4 เรื่อง แรงโน้มถ่วงของโลกและตัวกลางของแสง โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ
สะเต็มศึกษาร่วมกับผังมโนทัศน์ ผู้วิจัยได้กำหนดนิยามศัพท์เฉพาะ ดังนี้

1. การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้
โดยบูรณาการความรู้ทางวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ เพื่อ
นำความรู้ที่ได้ไปใช้แก้ไขปัญหามในชีวิตจริง รวมทั้งพัฒนากระบวนการหรือการสร้าง
ชิ้นงานใหม่ ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต ซึ่งมีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 6 ขั้นตอน
ดังนี้

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา ครูยกสถานการณ์ปัญหาตัวอย่างที่พบเจอ
ในชีวิตประจำวัน และให้นักเรียนร่วมกันสังเกต ระดมความคิด และระบุปัญหาที่เกิดขึ้น

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา นักเรียนศึกษาค้นคว้าข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา วิธีการ แนวทางในการแก้ปัญหา เพื่อจะสามารถนำความรู้ต่าง ๆ มาบูรณาการใช้ในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา นักเรียนร่างแบบแนวคิดของวิธีการแก้ปัญหา โดยเน้นความคิดสร้างสรรค์ แล้วประเมินว่าควรจะเลือกวิธีการแก้ปัญหาแบบใดให้เหมาะสมและดีที่สุด เพื่อนำไปใช้แก้ปัญหา

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา นักเรียนเขียนแผนการปฏิบัติการจากแบบร่างแนวคิดวิธีการแก้ปัญหา ที่ผ่านการเลือกซึ่งมีความเหมาะสมและดีที่สุด จากนั้นให้นักเรียนดำเนินแก้ไขปัญหา หรือการสร้างชิ้นงาน ตามแผนที่นักเรียนเขียนไว้

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหา หรือชิ้นงาน ให้นักเรียนทดสอบชิ้นงาน และประเมินผลงาน โดยยึดว่าได้ผลเป็นรูปธรรมตามเป้าหมายหรือไม่ ชิ้นงานมีคุณลักษณะเป็นไปตามความต้องการ และภายใต้เงื่อนไขที่ได้กำหนดไว้แต่แรกหรือไม่ จากผลการประเมินมีสิ่งใดที่ต้องปรับปรุงหรือไม่ หากจำเป็นต้องปรับปรุง จะต้องบันทึกสาเหตุของการปรับปรุง

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา หรือผลการแก้ปัญหา โดยเริ่มตั้งแต่ขั้นตอนการทำความเข้าใจของปัญหา จนถึงขั้นผลลัพธ์สุดท้าย และให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายลงข้อสรุปให้ผู้ฟังเห็นชัดว่า วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์นำมาใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริงได้ โดยให้นักเรียนนำข้อสรุปและเสนอผลงานการแก้ปัญหาในรูปแบบผังมโนทัศน์อย่างเป็นลำดับขั้น

2. ผังมโนทัศน์ หมายถึง รูปแบบที่ได้จากการนำข้อมูล และการนำความรู้ความเข้าใจที่ได้รับมาจากการสังเกตหรือประสบการณ์เกี่ยวกับเรื่องที่ได้จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา จากกระบวนการแก้ไขปัญหามาในแต่ละสถานการณ์ที่นักเรียนได้เรียนรู้มาประมวลในรูปแบบแผนภาพ เชื่อมโยงโดยการใช้คำ ข้อความ หรือเส้น ผู้เรียนสามารถมาเชื่อมโยงความสัมพันธ์นั้นเป็นประโยคหรือข้อความที่มีความหมาย แสดงการถ่ายทอดความคิดของนักเรียนที่มีความหมาย โดยผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อเข้าไปเสริมในขั้นตอนที่ 6 คือ ขั้นสรุปของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

3. การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังมโนทัศน์ หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์

และคณิตศาสตร์ เพื่อแก้ไขปัญหาที่พบเห็นในชีวิตจริง และเป็นแนวทางในการเตรียมความพร้อมให้กับนักเรียนในอนาคต การจัดกระบวนการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเป็นการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนคิดและลงมือทำ แก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องในชีวิตประจำวัน และได้บูรณาการผังมโนทัศน์เข้ามาในขั้นตอนที่ 6 เพื่อช่วยในการสรุปความคิดรวบยอดความรู้ของนักเรียน ซึ่งแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จำนวน 13 ชั่วโมง 4 แผนการจัดการเรียนรู้ โดยมี 6 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา ครูยกสถานการณ์ตัวอย่างหรือสร้างปัญหาให้นักเรียน และให้นักเรียนร่วมกันศึกษา พูดคุยเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหา พร้อมระดมความคิดในกลุ่มและร่วมกันระบุปัญหาจากสถานการณ์ปัญหา ตัวอย่าง โดยวิเคราะห์ปัญหา เจาะใจ ข้อจำกัดของปัญหา แยกแยะว่าปัญหาดังกล่าวมีองค์ประกอบย่อย ๆ อะไรบ้าง เกิดจากอะไร ประกอบขึ้นได้อย่างไร และมีความเชื่อมโยงสัมพันธ์กันอย่างไร

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง ให้นักเรียนรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาและครอบคลุมปัญหาที่นักเรียนระบุได้ โดยศึกษาหลักการ วิธีการแก้ปัญหา จากใบความรู้ และแหล่งเรียนรู้อื่น ๆ เพิ่มเติม เพื่อจะสมารถนำความรู้ต่าง ๆ มาบูรณาการใช้ในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา นักเรียนทำการร่างแบบภาพที่แสดงส่วนประกอบในการสร้างชิ้นงาน หรือออกแบบการทดลองอย่างสร้างสรรค์เพื่อจะใช้แก้ปัญหา

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา นักเรียนวางแผนทำชิ้นงาน หรือวางแผนการทดลองจากแบบร่างภาพที่นักเรียนได้ออกแบบไว้ จากนั้นให้นักเรียนลงมือปฏิบัติสร้างชิ้นงานอย่างสร้างสรรค์

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหา หรือแก้ไขชิ้นงาน ครูให้นักเรียนทดสอบชิ้นงานที่สร้างขึ้น และประเมินผลงานว่าสามารถแก้ปัญหาได้หรือไม่ เป็นไปตามเงื่อนไขที่ได้กำหนดไว้และมีสิ่งใดที่ต้องปรับปรุงหรือไม่ จากนั้นครูให้นักเรียนปรับปรุงชิ้นงานให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหาหรือผลการแก้ปัญหาในรูปแบบผังมโนทัศน์ ครูให้นักเรียนนำเสนอผลงานจากการทำกิจกรรม โดยเริ่มตั้งแต่ขั้นตอนการระบุปัญหา ว่าอะไรคือปัญหา อะไรคือเป้าหมาย อะไรคือข้อจำกัดของปัญหา ผลของการรวบรวมข้อมูล การออกแบบชิ้นงาน เกิดปัญหาอุปสรรคระหว่างการสร้างชิ้นงานอย่างไร

ปรับแก้อย่างไร และผลลัพธ์สุดท้ายเป็นไปตามเป้าหมายและความต้องการหรือไม่ จากนั้นครูให้นักเรียนลงข้อสรุปโดยนำเสนอข้อสรุปในรูปแบบผังมโนทัศน์

4. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมที่เกิดจากการปฏิบัติและฝึกฝนการคิดอย่างเป็นระบบ ทำให้เกิดความถูกต้องและชำนาญในการใช้วัสดุ และอุปกรณ์ ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้ 13 ทักษะ ดังนี้

4.1 การสังเกต หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสของร่างกาย คือ หู ตา จมูก ลิ้น และกายสัมผัส ส่วนใดส่วนหนึ่งหรือหลายส่วน ไปสัมผัสกับวัตถุหรือเหตุการณ์ เพื่อให้ทราบข้อมูลของวัตถุ หรือเหตุการณ์นั้นตามความเป็นจริง ซึ่งจะประกอบด้วยข้อมูลเชิงปริมาณ เชิงคุณภาพ และรายละเอียดการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจากการสังเกต

4.2 การวัด หมายถึง การวัดข้อมูลในเชิงปริมาณของสิ่งต่าง ๆ โดยใช้เครื่องมือสำหรับการวัด เพื่อให้ได้ข้อมูลเป็นตัวเลขในหน่วยการวัดที่ถูกต้อง โดยเลือกใช้เครื่องมือให้เหมาะสมกับสิ่งที่ต้องการวัด มีความเข้าใจวิธีการวัด และแสดงขั้นตอนการวัดได้อย่างถูกต้อง

4.3 การคำนวณ หมายถึง การนับจำนวนของวัตถุและการนำตัวเลขที่ได้จากนับและตัวเลขจากการวัดมาคำนวณด้วยสูตรคณิตศาสตร์ เช่น การบวก การลบ การคูณ และการหาร เป็นต้น โดยสามารถเลือกสูตรคณิตศาสตร์แสดงวิธีคำนวณ และการคำนวณที่ถูกต้องแม่นยำ

4.4 การจำแนกประเภท หมายถึง การเรียงลำดับและการแบ่งกลุ่มวัตถุ หรือรายละเอียดข้อมูลด้วยเกณฑ์ความแตกต่างหรือความสัมพันธ์ใด ๆ อย่างไม่อย่างหนึ่ง

4.5 การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปส และสเปกกับเวลา ความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสของวัตถุ ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างมิติ 3 มิติ กับ 2 มิติ ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง ความสัมพันธ์ระหว่างสเปกของวัตถุกับเวลา ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่าง การเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา หรือความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนขนาดหรือปริมาณของวัตถุกับเวลา

4.6 การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต และการวัด มาจัดกระทำเสียใหม่ โดยอาศัยวิธีต่าง ๆ เช่น การหาความถี่ การเรียงลำดับ การจัดกลุ่ม และการคำนวณค่า เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายได้ดีขึ้น ผ่านการเสนอในรูปแบบของตาราง แผนภูมิวงจร การเขียน หรือการบรรยาย

4.7 การลงความเห็นจากข้อมูล หมายถึง การเพิ่มความคิดเห็นของตนต่อข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผลจากพื้นฐานความรู้หรือประสบการณ์เดิม

4.8 การพยากรณ์ หมายถึง การทำนายหรือการคาดคะเน คำตอบโดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากการสังเกต หรือการทำซ้ำ ผ่านกระบวนการแปรความหมายของข้อมูลภายใต้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์

4.9 การตั้งสมมติฐาน หมายถึง การตั้งคำถาม หรือคิดคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลอง เพื่ออธิบายหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ ว่ามีความสัมพันธ์อย่างไร โดยสมมติฐานสร้างขึ้นจะอาศัยการสังเกต ความรู้ และประสบการณ์ภายใต้หลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่สามารถอธิบายคำตอบได้

4.10 การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การกำหนดและอธิบายความหมาย และขอบเขตของคำต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา หรือการทดลองเพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกันระหว่างบุคคล

4.11 การกำหนด และควบคุมตัวแปร หมายถึง การบ่งชี้และกำหนดลักษณะตัวแปรใด ๆ ให้เป็นเป็นตัวแปรอิสระและตัวแปรใด ๆ ให้เป็นตัวแปรตาม และตัวแปรใด ๆ ให้เป็นตัวแปรควบคุม

4.12 การทดลอง หมายถึง กระบวนการปฏิบัติและทำซ้ำในขั้นตอนเพื่อหาคำตอบจากสมมติฐาน แบ่งเป็น 3 ขั้นตอน

4.12.1 การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อน การทดลองจริง เพื่อกำหนดวิธีการและขั้นตอนการทดลองที่สามารถดำเนินการได้จริง รวมถึงวิธีการแก้ไขปัญหาอุปสรรคที่อาจเกิดขึ้นขณะทำการทดลองเพื่อให้การทดลองสามารถดำเนินการให้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

4.12.2 การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การปฏิบัติการทดลองจริง

4.12.3 การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากทดลอง ซึ่งอาจเป็นผลจากการสังเกต การวัด และอื่น ๆ

4.13 การตีความและการลงข้อสรุป หมายถึง การแปลความหมาย หรือการบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่การตีความในบางครั้งอาจต้องใช้ทักษะอื่น ๆ เช่น ทักษะการสังเกต ทักษะการคำนวณ และการลงข้อสรุป เป็นต้น การสรุปความสำคัญของข้อมูลทั้งหมดที่ได้จากการทำกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษามาเขียนเป็นความเรียงอย่างย่อที่ได้จากการทดลอง โดยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้จากการ

วัดคะแนนที่นักเรียนทำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยเปรียบเทียบคะแนนที่ได้จากการตอบแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้สถิติ (t-test for Dependent Samples)

5. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ ความสามารถและ ประสบการณ์ของนักเรียนที่ได้รับหลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในด้านต่าง ๆ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น คือ แบบทดสอบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ โดยวัดความสามารถ 6 ด้าน ดังนี้

5.1 ความรู้ความจำ หมายถึง ความรู้ที่เน้นถึงการจำและการระลึกถึงสิ่ง ที่เคยเรียนรู้มาเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ความคิดรอบขอบด หลักการ กฎ และทฤษฎี

5.2 ความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการอธิบายขยายความหมาย และแปลความรู้ให้สมเหตุสมผลเกี่ยวกับข้อเท็จจริง หลักการ ทฤษฎีและข้อสรุป

5.3 การนำความรู้ไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ และวิธีการต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้แก้ไขปัญหาในสถานการณ์ใหม่ ๆ หรือแตกต่าง จากที่เคยเรียนรู้มาแล้วโดยเฉพาะอย่างยิ่งคือการนำไปแก้ไขปัญหาในชีวิตประจำวัน

5.4 การวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการแยกแยะพิจารณา รายละเอียดของสิ่งต่าง ๆ หรือเรื่องราวต่าง ๆ ว่าส่วนใดสำคัญที่สุด

5.5 การสังเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการผสมผสานเรื่องราว หรือสิ่งต่าง ๆ โดยมีตั้งแต่ 2 ชนิดเข้าด้วยกันให้เป็นอันเดียวกัน เพื่อให้เกิดเรื่องราวใหม่

5.6 การประเมินค่า หมายถึง ความสามารถในการตัดสินใจหรือ การวินิจฉัยเรื่องราวเหตุการณ์ต่าง ๆ โดยสรุปคุณค่าว่าดี - ไม่ดี

6. ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ หมายถึง ผลที่ได้จากการ ทดสอบประสิทธิภาพแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง แรงโน้มถ่วงของโลกและตัวกลางของ แสง โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังมโนทัศน์ ซึ่งการวิจัยในครั้งนี้ ใช้เกณฑ์ 80/80 โดยคิดจากคะแนน 2 ส่วน ดังนี้

80 ตัวแรก หมายถึง จำนวนร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียน กลุ่มตัวอย่างทั้งกลุ่ม ที่ได้จากการทำกิจกรรมระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ร่วมกับผังมโนทัศน์

80 ตัวหลัง หมายถึง จำนวนร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียน กลุ่มตัวอย่างทั้งกลุ่ม ที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังมโนทัศน์

7. ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกชอบ ความพึงพอใจที่ดีที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังมโนทัศน์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งวัดความพึงพอใจ 4 ด้าน ดังนี้ ด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้ ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านสื่ออุปกรณ์การเรียนรู้ ด้านการวัดและประเมินผล โดยใช้แบบสอบถามความพึงพอใจแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ได้แก่ มากที่สุด มากปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง แรงโน้มถ่วงของโลกและตัวกลางของแสง
โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังมโนทัศน์ ผู้วิจัยได้ศึกษาหลักการ ทฤษฎี
และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องตามลำดับ ดังนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551
 - 1.1 วิสัยทัศน์ของหลักสูตร
 - 1.2 หลักการของหลักสูตร
 - 1.3 จุดมุ่งหมายของหลักสูตร
 - 1.4 สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน
 - 1.5 คุณลักษณะอันพึงประสงค์
2. การจัดการเรียนรู้ตามกลุ่มหลักสูตรแกนกลางขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560)
 - 2.1 ความสำคัญของวิทยาศาสตร์
 - 2.2 เป้าหมายของวิทยาศาสตร์
 - 2.3 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
 - 2.4 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4
 - 2.5 คำอธิบายรายวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4
3. การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา
 - 3.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา
 - 3.2 แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา
 - 3.3 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา
 - 3.4 จุดเด่นของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา
 - 3.5 การวัดและประเมินผลตามแนวทางสะเต็มศึกษา

4. ผังมโนทัศน์
 - 4.1 ความหมายของผังมโนทัศน์
 - 4.2 การสร้างผังมโนทัศน์
 - 4.3 ส่วนประกอบผังมโนทัศน์
 - 4.4 ประโยชน์ของผังมโนทัศน์
 - 4.5 การนำเทคนิคผังมโนทัศน์มาใช้ในการจัดการเรียนรู้
5. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 - 5.1 ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 - 5.2 ประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 - 5.3 การประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
6. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 6.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 6.2 ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 6.3 การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 6.4 การวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
7. ประสิทธิภาพของเครื่องมือวิจัย
 - 7.1 ความหมายของประสิทธิภาพของเครื่องมือวิจัย
 - 7.2 การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพของเครื่องมือวิจัย
8. ความพึงพอใจ
 - 8.1 ความหมายของความพึงพอใจ
 - 8.2 การวัดความพึงพอใจ
9. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 9.1 งานวิจัยในประเทศ
 - 9.2 งานวิจัยต่างประเทศ

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้กำหนดวิสัยทัศน์ หลักการ จุดหมาย สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน คุณลักษณะที่พึงประสงค์ ดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, หน้า 4-7)

1. วิสัยทัศน์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนทุกคนซึ่งเป็นกำลังของชาติให้เป็นมนุษย์ที่มีความสมดุลทั้งด้านร่างกาย ความรู้ คุณธรรม มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและเป็นพลเมืองโลก ยึดมั่นในการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข มีความรู้และทักษะพื้นฐาน รวมทั้ง เจตคติที่จำเป็นต่อการเรียนต่อ การประกอบอาชีพและการศึกษาตลอดชีวิต โดยมุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ บนพื้นฐานความเชื่อว่า ทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้เต็มตามศักยภาพ

2. หลักการ

เพื่อให้การจัดการศึกษาขั้นพื้นฐานเป็นไปตามนโยบายการจัดการศึกษาของประเทศจึงกำหนดหลักการของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มีหลักการที่สำคัญ ดังนี้

1. เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อความเป็นเอกภาพของชาติ มีจุดหมาย และมาตรฐานการเรียนรู้ เป็นเป้าหมายสำหรับพัฒนาเด็กและเยาวชน ให้มีความรู้ ทักษะ เจตคติ และคุณธรรมบนพื้นฐานของความเป็นไทยควบคู่กับความเป็นสากล
2. เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อปวงชนที่ประชาชนทุกคนมีโอกาสได้รับการศึกษาอย่างเสมอภาคและมีคุณภาพ
3. เป็นหลักสูตรการศึกษาที่สนองการกระจายอำนาจให้สังคมมีส่วนร่วมในการจัดการศึกษาให้สอดคล้องกับสภาพและความต้องการของท้องถิ่น
4. เป็นหลักสูตรการศึกษาที่มีโครงสร้างยืดหยุ่นทั้งด้านสาระการเรียนรู้ เวลา และการจัดการเรียนรู้
5. เป็นหลักสูตรการศึกษาที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

6. เป็นหลักสูตรการศึกษาสำหรับการศึกษาในระบบ นอกกระบบและตามอัธยาศัย ครอบคลุมทุกกลุ่มเป้าหมาย สามารถเทียบโอนผลการเรียนรู้และประสบการณ์

3. จุดมุ่งหมาย

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้เป็นคนดี มีปัญญา มีความสุข มีศักยภาพในการศึกษาต่อและประกอบอาชีพ จึงกำหนดเป็นจุดมุ่งหมายเพื่อให้เกิดกับผู้เรียน เมื่อจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน ดังนี้

1. มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์ เห็นคุณค่าของตนเอง มีวินัยและปฏิบัติตามหลักธรรมของพระพุทธศาสนา หรือศาสนาที่ตนนับถือ ยึดหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง
2. มีความรู้ ความสามารถในการสื่อสาร การคิด การแก้ปัญหา การใช้เทคโนโลยี และมีทักษะชีวิต
3. มีสุขภาพกายและสุขภาพจิตที่ดี มีสุขนิสัยและรักการออกกำลังกาย
4. มีความรักชาติ มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและพลเมืองโลก ยึดมั่นในวิถีชีวิตและการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข
5. มีจิตสำนึกในการอนุรักษ์วัฒนธรรมและภูมิปัญญาไทย การอนุรักษ์ และพัฒนาสิ่งแวดล้อม มีจิตสาธารณะที่มุ่งทำประโยชน์และสร้างสิ่งที่ดีงามในสังคมและอยู่ร่วมกันในสังคมอย่างมีความสุข

4. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

ในการพัฒนาผู้เรียนตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งเน้นพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพตามมาตรฐานที่กำหนด ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะสำคัญ 5 ประการ ดังนี้

1. ความสามารถในการสื่อสาร เป็นความสามารถในการรับและส่งสาร มีวัฒนธรรมในการใช้ภาษาถ่ายทอดความคิด ความรู้ความเข้าใจ ความรู้สึก และทัศนะของตนเองเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารและประสบการณ์อันจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาตนเองและสังคม รวมทั้งการเจรจาต่อรองเพื่อขจัดและลดปัญหาความขัดแย้งต่าง ๆ การเลือกรับหรือไม่รับข้อมูลข่าวสารด้วยหลักเหตุผลและความถูกต้อง

ตลอดจนการเลือกใช้วิธีการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพ โดยคำนึงถึงผลกระทบที่มีต่อตนเอง และสังคม

2. ความสามารถในการคิด เป็นความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดอย่างเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้หรือสารสนเทศเพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเอง และสังคมได้อย่างเหมาะสม

3. ความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการแก้ปัญหา และอุปสรรคต่าง ๆ ที่เผชิญได้อย่างถูกต้องเหมาะสมบนพื้นฐานของหลักเหตุผล คุณธรรม และข้อมูลสารสนเทศ เข้าใจความสัมพันธ์และการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ต่าง ๆ ในสังคม แสวงหาความรู้ ประยุกต์ความรู้มาใช้ในการป้องกันและแก้ไขปัญหา และมีการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อตนเอง สังคมและสิ่งแวดล้อม

4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต เป็นความสามารถในการนำกระบวนการต่าง ๆ ไปใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวัน การเรียนรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง การทำงาน และการอยู่ร่วมกันในสังคมด้วยการสร้างเสริมความสัมพันธ์อันดีระหว่างบุคคล การจัดการปัญหาและความขัดแย้งต่าง ๆ อย่างเหมาะสม การปรับตัวให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงของสังคมและสภาพแวดล้อม และการรู้จักหลีกเลี่ยงพฤติกรรมไม่พึงประสงค์ที่ส่งผลกระทบต่อตนเองและผู้อื่น

5. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี เป็นความสามารถในการเลือก และใช้เทคโนโลยีด้านต่าง ๆ และมีทักษะกระบวนการทางเทคโนโลยี เพื่อการพัฒนาตนเอง และสังคม ในด้านการเรียนรู้ การสื่อสาร การทำงาน การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ถูกต้อง เหมาะสม และมีคุณธรรม

5. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

ในการพัฒนาผู้เรียนตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียน ให้มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ เพื่อให้สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมได้อย่างมีความสุข ทั้งในฐานะพลเมืองไทยและพลเมืองโลก ดังนี้

1. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์
2. ซื่อสัตย์สุจริต
3. มีวินัย
4. ใฝ่เรียนรู้

5. อยู่อย่างพอเพียง
6. มุ่งมั่นในการทำงาน
7. รักความเป็นไทย
8. มีจิตสาธารณะ

การจัดการเรียนรู้ตามกลุ่มหลักสูตรแกนกลางขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560)

1. ความสำคัญของวิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์มีความสำคัญมากในปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์จะเกี่ยวข้องกับการดำเนินชีวิตประจำวัน ทั้งด้านการทำงานอาชีพต่าง ๆ ตลอดจนเทคโนโลยี เครื่องมือเครื่องใช้และผลผลิตต่าง ๆ ที่มนุษย์ได้ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิต ซึ่งการทำงานเหล่านี้ล้วนต้องใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้น การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่มุ่งหวังให้เกิดผลสัมฤทธิ์ต่อผู้เรียนมากที่สุดจึงได้จัดทำตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ขึ้น เพื่อให้สถานศึกษาครูผู้สอน ตลอดจนหน่วยงานต่าง ๆ ได้ใช้เป็น แนวทางในการพัฒนาหนังสือเรียน คู่มือครู สื่อประกอบการเรียน การสอน ตลอดจนการวัดและประเมินผล โดยตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ที่จัดทำขึ้นนี้ได้ปรับปรุงเพื่อให้มีความสอดคล้องและเชื่อมโยงกันภายในสาระการเรียนรู้เดียวกันและระหว่างสาระการเรียนรู้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตลอดจนการเชื่อมโยงเนื้อหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์กับคณิตศาสตร์ด้วย นอกจากนี้ยังได้ ปรับปรุงเพื่อให้มีความทันสมัยต่อการเปลี่ยนแปลง และความเจริญก้าวหน้าของวิทยาการต่าง ๆ และทัดเทียมกับนานาชาติ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, หน้า 1-3)

2. เป้าหมายของวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2560, หน้า 2) ได้กำหนดเป้าหมายในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเองมากที่สุด เพื่อให้ได้ทั้งกระบวนการและความรู้จากวิธีการสังเกต การสำรวจ ตรวจสอบ การทดลอง แล้วนำผลที่ได้มาจัดระบบเป็นหลักการ แนวคิด และองค์ความรู้ การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงมีเป้าหมายที่สำคัญ ดังนี้

1. เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎี และกฎที่เป็นพื้นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เข้าใจขอบเขตของธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์และข้อจำกัดในการศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางเทคโนโลยี
4. เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน
5. เพื่อนำความรู้ ความเข้าใจในวิชาวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต
6. เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหา และการจัดการทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ
7. เพื่อให้เป็นผู้ที่มีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

3. สาระและมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา (2551, หน้า 3) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับทักษะที่สำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้และการแก้ไขปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการเรียนทุกขั้นตอน ในการทำกิจกรรม และทำการทดลอง โดยได้กำหนดสาระสำคัญ ดังนี้

สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจความหลากหลายของระบบนิเวศความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งไม่มีชีวิตกับสิ่งมีชีวิต และความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ การถ่ายทอดพลังงาน การเปลี่ยนแปลงแทนที่ในระบบนิเวศ ความหมายของ

ประชากร ปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม แนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจสมบัติของสิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต การลำเลียงสารผ่านเซลล์ ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสัตว์ และมนุษย์ที่ทำงานสัมพันธ์กัน ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของอวัยวะต่าง ๆ ของพืชที่ทำงานสัมพันธ์กัน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 1.3 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม สารพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตรวมทั้ง นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคหลัก และธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุ ลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุ รวมทั้ง นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่น ปฏิกิริยาการแผ่รังสีที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้ง นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจองค์ประกอบ ลักษณะกระบวนการเกิดและวิวัฒนาการของเอกภพ กาแล็กซี ดาวฤกษ์ และระบบสุริยะ รวมทั้งปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะที่ส่งผลต่อสิ่งมีชีวิตและการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลกและบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย กระบวนการเปลี่ยนแปลงลม พายุ อากาศ และภูมิอากาศโลก รวมทั้งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 4 เทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยี เพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจและใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนรู้ การทำงาน และการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทันและมีจริยธรรม

4. ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ (2560, หน้า 1-2) ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุงพ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 นี้ได้กำหนดสาระการเรียนรู้ออกเป็น 4 สาระ ได้แก่ สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ และสาระที่ 4 เทคโนโลยี มีสาระเพิ่มเติม 4 สาระ ได้แก่ สาระชีววิทยา สาระเคมี สาระฟิสิกส์ สาระโลกดาราศาสตร์ และอวกาศ ซึ่งองค์ประกอบของหลักสูตรทั้งในด้านของเนื้อหา การจัดการเรียนการสอน และการวัดและประเมินผลการเรียนรู้นั้นมีความสำคัญอย่างยิ่งในการวางรากฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของผู้เรียนในแต่ละระดับชั้น ให้มีความต่อเนื่องเชื่อมโยงกัน ตั้งแต่ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 จนถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้กำหนดตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ และสาระที่ 4 เทคโนโลยี ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ดังนี้

สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคหลักและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ตาราง 1 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง ตามสาระที่ 2 มาตรฐาน ว 2.1

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ป.4	1. เปรียบเทียบสมบัติทางกายภาพด้านความแข็งสภาพยืดหยุ่น การนำความร้อน และการนำไฟฟ้าของวัสดุโดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์จากการทดลอง และระบุการนำสมบัติเรื่องความแข็งสภาพยืดหยุ่น การนำความร้อน และการนำไฟฟ้าของวัสดุไปใช้ในชีวิตประจำวันผ่านกระบวนการออกแบบชิ้นงาน	- วัสดุแต่ละชนิดมีสมบัติทางกายภาพแตกต่างกันวัสดุที่มีความแข็งจะทนต่อแรงชูดขีด วัสดุที่มีสภาพยืดหยุ่นจะเปลี่ยนแปลงรูปร่างเมื่อมีแรงมากระทำและกลับสภาพเดิมได้วัสดุที่นำความร้อนจะร้อนได้เร็วเมื่อได้รับความร้อนและวัสดุที่นำไฟฟ้าได้จะให้กระแสไฟฟ้าผ่านได้ ดังนั้น จึงอาจนำสมบัติต่าง ๆ มาพิจารณาเพื่อใช้ในกระบวนการออกแบบชิ้นงานเพื่อใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน
	2. แลกเปลี่ยนความคิดกับผู้อื่นโดยการอภิปรายเกี่ยวกับสมบัติทางกายภาพของวัสดุอย่างมีเหตุผลจากการทดลอง	
	3. เปรียบเทียบสมบัติของสสารทั้ง 3 สถานะ จาก ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตมวล การต้องการที่อยู่ รูปร่างและปริมาตรของสสาร 4. ใช้เครื่องมือเพื่อวัดมวล และ ปริมาตรของสสารทั้ง 3 สถานะ	- วัสดุเป็นสสารเพราะมีมวลและต้องการที่อยู่สสารมีสถานะเป็นของแข็ง ของเหลว หรือแก๊ส ของแข็ง มีปริมาตรและรูปร่างคงที่ของเหลวมีปริมาตรคงที่แต่มีรูปร่างเปลี่ยนแปลงไปตามภาชนะเฉพาะส่วนที่บรรจุของเหลว ส่วนแก๊สมีปริมาตรและรูปร่างเปลี่ยนแปลงไปตามภาชนะที่บรรจุ

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตาราง 2 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง ตามสาระที่ 2 มาตรฐาน ว 2.2

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ป.4	1. ระบุผลของแรงโน้มถ่วงที่มีต่อวัตถุจากหลักฐานเชิงประจักษ์ 2. ใช้เครื่องชั่งสปริงในการวัดน้ำหนักของวัตถุ	- แรงโน้มถ่วงของโลกเป็นแรงดึงดูดที่โลกกระทำต่อวัตถุมีทิศทางเข้าสู่ศูนย์กลางโลก และเป็นแรงไม่สัมผัส แรงดึงดูดที่โลกกระทำกับวัตถุหนึ่ง ๆ ทำให้วัตถุตกลงสู่พื้นโลกและทำให้วัตถุมีน้ำหนัก น้ำหนักของวัตถุได้จากเครื่องชั่งสปริง น้ำหนักของวัตถุขึ้นกับมวลของวัตถุโดยวัตถุที่มีมวลมากจะมีน้ำหนักมากวัตถุที่มีมวลน้อยจะมีน้ำหนักน้อย
	3. บรรยายมวลของวัตถุที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ของวัตถุจากหลักฐานเชิงประจักษ์	- มวล คือ ปริมาณเนื้อของสสารทั้งหมดที่ประกอบกันเป็นวัตถุซึ่งมีผลต่อความยากง่ายในการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ของวัตถุวัตถุที่มีมวลมากจะเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ได้ยากกว่าวัตถุที่มีมวลน้อย ดังนั้นมวลของวัตถุนอกจากจะหมายถึงเนื้อทั้งหมดของวัตถุนั้นแล้วยังหมายถึงการต้านการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ของวัตถุนั้นด้วย

มาตรฐาน ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงานปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่น ปฏิกิริยาการแผ่รังสีที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตาราง 3 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง ตามสาระที่ 2 มาตรฐาน ว 2.3

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ป.4	1. จำแนกวัตถุเป็นตัวกลางโปร่งใส ตัวกลางโปร่งแสง และวัตถุทึบแสง จากลักษณะการมองเห็นสิ่งต่าง ๆ ผ่านวัตถุนั้นเป็นเกณฑ์โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์	- เมื่อมองสิ่งต่าง ๆ โดยมีวัตถุต่างชนิดกันมากขึ้นแสงจะทำให้ลักษณะการมองเห็นสิ่งนั้น ๆ ชัดเจนต่างกัน จึงจำแนกวัตถุที่มากขึ้นออกเป็นตัวกลางโปร่งใสซึ่งทำให้มองเห็นสิ่งต่าง ๆ ได้ชัดเจนตัวกลางโปร่งแสงทำให้มองเห็นสิ่งต่าง ๆ ได้ไม่ชัดเจน และวัตถุทึบแสงทำให้มองไม่เห็นสิ่งต่าง ๆ นั้น

สาระที่ 4 เทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจและใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนรู้การทำงาน และการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทัน และมีจริยธรรม

ตาราง 4 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง ตามสาระที่ 4 มาตรฐาน ว 4.2

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ป.4	1. ใช้เหตุผลเชิงตรรกะในการแก้ปัญหา การอธิบายการทำงาน การคาดการณ์ผลลัพธ์จากปัญหาอย่างง่าย	- การใช้เหตุผลเชิงตรรกะเป็นการนำกฎเกณฑ์หรือเงื่อนไขที่ครอบคลุมทุกกรณีมาใช้พิจารณาในการแก้ปัญหา การอธิบายการทำงาน หรือ การคาดการณ์ผลลัพธ์ - สถานะเริ่มต้นของการทำงานที่แตกต่างกัน จะให้ผลลัพธ์ที่แตกต่างกัน - ตัวอย่างปัญหา เช่น เกม OX โปรแกรมที่มีการคำนวณ โปรแกรมที่มีตัวละครหลายตัว และมีการสั่งงานที่แตกต่างหรือมีการสื่อสารระหว่างกัน การเดินทางไปโรงเรียน โดยวิธีการต่าง ๆ

ตาราง 4 (ต่อ)

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ป.4	2. ออกแบบ และเขียนโปรแกรมอย่างง่าย โดยใช้ซอฟต์แวร์หรือสื่อ และตรวจหาข้อผิดพลาด และแก้ไข	<ul style="list-style-type: none"> - การออกแบบโปรแกรมอย่างง่ายเช่น การออกแบบโดยใช้ Storyboard หรือการออกแบบอัลกอริทึม - การเขียนโปรแกรมเป็นการสร้างลำดับของคำสั่งให้คอมพิวเตอร์ทำงาน เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ตามความต้องการ หากมีข้อผิดพลาดให้ตรวจสอบการทำงานที่ละคำสั่ง เมื่อพบจุดที่ทำให้ผลลัพธ์ไม่ถูกต้อง ให้ทำการแก้ไขจนกว่าจะได้ผลลัพธ์ที่ถูกต้อง - ตัวอย่างโปรแกรมที่มีเรื่องราว เช่น นิทานที่มีการโต้ตอบกับผู้ใช้การ์ตูนสั้น เล่ากิจวัตรประจำวันภาพเคลื่อนไหว - การฝึกตรวจหาข้อผิดพลาดจากโปรแกรมของผู้อื่นจะช่วยพัฒนาทักษะการหาสาเหตุของปัญหาได้ดียิ่งขึ้น - ซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม เช่น Scratch, Logo
ป.4	3. ใช้อินเทอร์เน็ตค้นหาความรู้ และประเมินความน่าเชื่อถือของข้อมูล	<ul style="list-style-type: none"> - การใช้คำค้นที่ตรงประเด็น กระชับ จะทำให้ได้ผลลัพธ์ที่รวดเร็วและตรงตามความต้องการ - การประเมินความน่าเชื่อถือของข้อมูล เช่น พิจารณาประเภทของเว็บไซต์(หน่วยงานราชการสำนักข่าว องค์กร) ผู้เขียน วันที่เผยแพร่ข้อมูลการอ้างอิง - เมื่อได้ข้อมูลที่ต้องการจากเว็บไซต์ต่าง ๆ จะต้องนำเนื้อหามาพิจารณา เปรียบเทียบแล้วเลือกข้อมูลที่มีความสอดคล้องและสัมพันธ์กัน - การทำรายงานหรือการนำเสนอข้อมูลจะต้องนำข้อมูลมาเรียบเรียง สรุป เป็นภาษาของตนเองที่เหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมายและวิธีการนำเสนอ (บูรณาการกับวิชาภาษาไทย)

ตาราง 4 (ต่อ)

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ป.4	3. ใช้อินเทอร์เน็ตค้นหาความรู้ และประเมินความน่าเชื่อถือของ ข้อมูล	<ul style="list-style-type: none"> - การใช้คำค้นที่ตรงประเด็น กระชับ จะทำให้ได้ผลลัพธ์ที่รวดเร็วและตรงตามความต้องการ - การประเมินความน่าเชื่อถือของข้อมูล เช่น พิจารณาประเภทของเว็บไซต์(หน่วยงานราชการ สำนักข่าว องค์กร) ผู้เขียน วันที่เผยแพร่ข้อมูล การอ้างอิง - เมื่อได้ข้อมูลที่ต้องการจากเว็บไซต์ต่าง ๆ จะต้องนำเนื้อหามาพิจารณา เปรียบเทียบแล้วเลือกข้อมูลที่มีความสอดคล้องและสัมพันธ์กัน - การทำรายงานหรือการนำเสนอข้อมูลจะต้องนำข้อมูลมาเรียบเรียง สรุป เป็นภาษาของตนเองที่เหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมายและวิธีการนำเสนอ (บูรณาการกับวิชาภาษาไทย)
ป.4	4. รวบรวม ประเมิน นำเสนอ ข้อมูลและสารสนเทศโดยใช้ ซอฟต์แวร์ที่หลากหลาย เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน	<ul style="list-style-type: none"> - การรวบรวมข้อมูล ทำได้โดยกำหนดหัวข้อที่ต้องการ เตรียมอุปกรณ์ในการจัดบันทึก - การประมวลผลอย่างง่าย เช่น เปรียบเทียบ จัดกลุ่ม เรียงลำดับ การหาผลรวม - วิเคราะห์ผลและสร้างทางเลือกที่เป็นไปได้ ประเมินทางเลือก (เปรียบเทียบ ตัดสิน) - การนำเสนอข้อมูลทำได้หลายลักษณะตามความเหมาะสม เช่น การบอกเล่า เอกสารรายงาน โปสเตอร์โปรแกรมนำเสนอ - การใช้ซอฟต์แวร์เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน เช่น การสำรวจเมนูอาหารกลางวันโดยใช้ ซอฟต์แวร์สร้างแบบสอบถามและเก็บข้อมูล ใช้ซอฟต์แวร์ตารางทำงานเพื่อประมวลผลข้อมูล รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับคุณค่าทางโภชนาการและ สร้างรายการอาหารสำหรับ 5 วัน ใช้ซอฟต์แวร์ นำเสนอผลการสำรวจรายการอาหารที่เป็น ทางเลือกและข้อมูลด้านโภชนาการ

ตาราง 4 (ต่อ)

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ป.4	5. ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศอย่างปลอดภัย เข้าใจสิทธิและหน้าที่ของตน เคารพในสิทธิของผู้อื่น แฉงผู้เกี่ยวข้องเมื่อพบข้อมูลหรือบุคคลที่ไม่เหมาะสม	<ul style="list-style-type: none"> - การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศอย่างปลอดภัย เข้าใจสิทธิและหน้าที่ของตน เคารพในสิทธิของผู้อื่น เช่น ไม่สร้างข้อความเท็จและส่งให้ผู้อื่น ไม่สร้างความเดือดร้อนต่อผู้อื่นโดยการส่งสแปม ข้อความลูกโซ่ส่งต่อโพสต์ที่มีข้อมูลส่วนตัวของผู้อื่น ส่งค่าเชิญเล่นเกม ไม่เข้าถึงข้อมูลส่วนตัวหรือ การบ้านของบุคคลอื่นโดยไม่ได้รับอนุญาต ไม่ใช้ เครื่องคอมพิวเตอร์/ชื่อบัญชีของผู้อื่น - การสื่อสารอย่างมีมารยาทและรู้กาลเทศะ - การปกป้องข้อมูลส่วนตัว เช่น การออกจาก ระบบเมื่อเลิกใช้งาน ไม่บอกรหัสผ่าน ไม่บอกเลขประจำตัวประชาชน

5. คำอธิบายรายวิชา และหน่วยการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้

วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

คำอธิบายรายวิชาของกลุ่มสาระการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์ ในระดับชั้น ประถมศึกษาปีที่ 4 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ดังนี้

คำอธิบายรายวิชา

รายวิชาวิทยาศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

ปีการศึกษา 2561

รหัสวิชา ว 14101

เวลา 80 ชั่วโมง/ปี

ศึกษาและเรียนรู้เกี่ยวกับการจัดกลุ่มสิ่งมีชีวิต การจำแนกพืชออกเป็นพืชดอก และพืชไม่มีดอก การจำแนกสัตว์ที่มีกระดูกสันหลังและสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง ลักษณะเฉพาะที่สังเกตได้ของสัตว์มีกระดูกสันหลัง หน้าที่ของส่วนต่าง ๆ ของพืชดอก ผลของแรงโน้มถ่วงของโลก การใช้เครื่องชั่งสปริงวัดน้ำหนักของวัตถุ มวลของวัตถุที่มีการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ของวัตถุ การจำแนกวัตถุเป็นวัตถุโปร่งใส วัตถุโปร่งแสง

และวัตถุที่บดแสง สมบัติทางกายภาพด้านความแข็งแรง สภาพยืดหยุ่นการนำความร้อน และการนำไฟฟ้าของวัสดุ การนำสมบัติทางกายภาพของวัสดุไปใช้ในชีวิตประจำวัน สมบัติของสสารทั้ง 3 สถานะ จากข้อมูลที่ได้จากการสังเกตมวล การต้องการที่อยู่ รูปร่าง และปริมาตรของสสาร รวมทั้งการใช้เครื่องมือเพื่อวัดมวล และปริมาตรของสสารทั้ง 3 สถานะ สร้างแบบจำลองแสดงองค์ประกอบของระบบสุริยะ และคาบการโคจรของดาวเคราะห์ต่าง ๆ จากแบบจำลอง แบบเส้นทางการขึ้นและตกของดวงจันทร์ สร้างแบบจำลองที่อธิบายแบบปรากฏการณ์เปลี่ยนแปลงรูปร่างปรากฏของดวงจันทร์ และพยากรณ์รูปร่างปรากฏของดวงจันทร์

โดยมุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้อธิบาย แก้ไขปัญหา หรือสร้างสรรค์พัฒนางานในชีวิตจริงได้ ซึ่งเน้นการเชื่อมโยงความรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี กับกระบวนการทางวิศวกรรมศาสตร์ ให้มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และการแก้ปัญหาที่หลากหลาย เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความรู้ ความเข้าใจ มีทักษะการคิด และมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน รวมทั้งส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดจิตวิทยาศาสตร์และเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิทยาศาสตร์

ตัวชี้วัด

ว 1.2 ป.4/1

ว 1.3 ป.4/1, ป.4/2, ป.4/3, ป.4/4

ว 2.1 ป.4/1, ป.4/2, ป.4/3, ป.4/4

ว 2.2 ป.4/1, ป.4/2, ป.4/3

ว 2.3 ป.4/1

ว. 3.1 ป.4/1, ป.4/2, ป.4/3

รวม 16 ตัวชี้วัด

หน่วยการเรียนรู้

ผู้วิจัยได้จัดทำหน่วยการเรียนรู้จากคำอธิบายรายวิชา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ดังตาราง 5

ตาราง 5 หน่วยการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1

หน่วยการเรียนรู้ที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
1	ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต 1. กลุ่มสิ่งมีชีวิต 1.1 การจัดกลุ่มสิ่งมีชีวิต 1.2 ความหลากหลายของพืช 1.3 ความหลากหลายของสัตว์ 2. หน้าที่ของส่วนต่าง ๆ ของพืช	27
2	แรงโน้มถ่วงของโลกและตัวกลางของแสง 1. แรงโน้มถ่วงของโลก 2. ตัวกลางของแสง	13
รวมทั้งสิ้น		40

หมายเหตุ ผู้วิจัยนำหน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง แรงโน้มถ่วงของโลก และตัวกลางของแสง มาใช้ในการวิจัยครั้งนี้

การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

1. ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

พรทิพย์ ศิริภักทธาชัย (2556, หน้า 49–56) ได้ให้ความหมายของสะเต็มศึกษา หมายถึง “สะเต็ม” หรือ “STEM” เป็นคำย่อจากภาษาอังกฤษของศาสตร์ 4 สาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science: S) เทคโนโลยี (Technology: T) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering: E) และคณิตศาสตร์ (Mathematics: M) หมายถึง องค์ความรู้ที่เป็นวิชาการของศาสตร์ทั้ง 4 สาขาวิชา ที่มีความเชื่อมโยงกันในโลกของความเป็นจริงและอาศัย องค์ความรู้ต่าง ๆ มาบูรณาการเข้าด้วยกันในการดำเนินชีวิต การทำงานและการแก้ไขปัญหา คำว่า STEM ถูกใช้ครั้งแรกโดยสถาบันวิทยาศาสตร์แห่งประเทศสหรัฐอเมริกา (The National Science Foundation: NSF) ซึ่งใช้คำนี้เพื่ออ้างถึงโครงการหรือโปรแกรมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ อย่างไรก็ตาม สถาบันวิทยาศาสตร์แห่งประเทศสหรัฐอเมริกาไม่ได้ให้นิยามที่ชัดเจนของคำว่า STEM มีผลให้มีการใช้และให้ความหมายของคำนี้แตกต่างกันไป เช่น มีการใช้คำว่า STEM ในการอ้างอิงถึงกลุ่มอาชีพที่มีความเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์

มนตรี จุฬาวัดมนทล (2556, หน้า 3–14) ได้ให้ความหมายของสะเต็มศึกษา หมายถึง วิธีการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ในทุก ระดับชั้นตั้งแต่อนุบาล ประถมศึกษา มัธยมศึกษา ไปจนถึงอาชีวศึกษาและอุดมศึกษา โดยไม่เน้นเพียงการท่องจำสูตรเพียงอย่างเดียว แต่สะเต็มศึกษาจะฝึกให้ผู้เรียนรู้จักคิด การตั้งคำถาม แก้ปัญหาและสร้างทักษะการหาข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อค้นพบใหม่ ๆ ทำให้ผู้เรียนรู้จักนำองค์ความรู้จากวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์สาขาต่าง ๆ มาบูรณาการกัน เพื่อมุ่งแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริง

ศานิกานต์ เสนิงวงศ์ (2556, หน้า 10–13) ได้ให้ความหมายของสะเต็มศึกษา หมายถึง แนวการจัดการศึกษาที่เน้นการบูรณาการวิชาวิทยาศาสตร์ วิชาเทคโนโลยีวิชา วิศวกรรมศาสตร์และวิชาคณิตศาสตร์ โดยเน้นการนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหา ในชีวิตจริง รวมทั้งการพัฒนากระบวนการผลิตใหม่ ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต และอาชีพ

ชลาธิป สมาหิโต (2557, หน้า 1) ได้ให้ความหมายของสะเต็มศึกษา หมายถึง เป็นรูปแบบการจัดการศึกษาที่บูรณาการกลุ่มสาระและทักษะกระบวนการของทั้ง 4 สาระ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ โดยนำลักษณะธรรมชาติของแต่ละสาระวิชา และกระบวนการจัดการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนมาผสมผสานกันเพื่อให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้และพัฒนาทักษะที่สำคัญและจำเป็น อีกทั้งยังตอบสนองต่อการดำรงชีวิตอยู่ในยุคปัจจุบันและโลกอนาคต

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557, หน้า 4) ได้ให้ความหมายของสะเต็มศึกษา หมายถึง เป็นแนวทางการจัดการศึกษาที่บูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีวิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ ที่มุ่งแก้ไขปัญหามที่พบเห็นในชีวิตจริง เพื่อสร้างเสริมประสบการณ์ทักษะชีวิต ความคิดสร้างสรรค์ และเป็นการเตรียมพร้อมให้กับนักเรียนในการปฏิบัติงานที่ต้องใช้องค์ความรู้และทักษะกระบวนการด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี รวมทั้งนำไปสู่การสร้างนวัตกรรมในอนาคต

จากทฤษฎีข้างต้นที่ได้กล่าวมา ผู้วิจัยสามารถสรุปความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยบูรณาการความรู้ทางวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ เพื่อนำความรู้ที่ได้ไปใช้แก้ไขปัญหาในชีวิตจริง รวมทั้งการพัฒนากระบวนการหรือการสร้างชิ้นงานใหม่ ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต

2. แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

วารุณี หนองห้าง (2553, หน้า 35) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาสอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ของ Bruner เชื่อว่ามนุษย์เลือกจะรับรู้สิ่งที่ตนเองสนใจและการเรียนรู้เกิดจากกระบวนการค้นพบด้วยตนเอง ซึ่งกรอบแนวคิดของทฤษฎีการเรียนรู้ของ Bruner ได้แก่

1. ผู้สอนควรจัดประสบการณ์ให้ผู้เรียนค้นพบการเรียนรู้ด้วยตนเอง
2. ก่อนสอนผู้สอนต้องมีการวิเคราะห์และจัดโครงสร้างเนื้อหาสาระให้เหมาะสมกับการเรียนรู้ของผู้เรียน
3. ผู้สอนควรจัดความคิดรวบยอด เนื้อหาสาระ วิธีการสอน และกระบวนการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับขั้นพัฒนาการสติปัญญาของผู้เรียน
4. ผู้สอนควรส่งเสริมให้ผู้เรียนได้คิดแบบสะเต็มศึกษา
5. ผู้สอนสร้างแรงจูงใจภายในให้แก่ผู้เรียน

6. ผู้สอนควรสอนแบบแนะนำวิธีการความคิดให้เกิดความคิดรวบยอดให้แก่ผู้เรียน

จิราณี เมืองจันทร์ (2557, หน้า 3) กล่าวว่าการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาสอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมเป็นทฤษฎีที่ให้ความสำคัญกับตัวผู้เรียนจุดเน้นของการเรียนแบบมีส่วนร่วม คือ การให้นักเรียนมีส่วนร่วมทางด้านจิตใจ การได้รับประสบการณ์ที่สัมพันธ์กับชีวิตจริงได้รับการฝึกฝนทักษะชีวิตต่าง ๆ การแสวงหาความรู้ การคิด การจัดการความรู้ การแสดงออก การสร้างความรู้ใหม่และการทำงาน กรอบแนวคิดของทฤษฎีการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม ได้แก่

1. นักเรียนแต่ละคนมีส่วนร่วมทำให้เกิดการเรียนรู้ทั้งทางตรงและทางอ้อม อาศัยหลักการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ และการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพได้รับประสบการณ์ที่สัมพันธ์กับชีวิตจริง ได้รับการฝึกฝนทักษะการแสวงหาทางออกการสร้างความรู้ใหม่และทักษะการทำงานกลุ่ม

2. เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็นตัดสินใจเลือกฝึกปฏิบัติการวางแผนการทำกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกัน

3. ลงมือปฏิบัติกิจกรรมกลุ่มที่มีความสัมพันธ์สอดคล้องกับชีวิตจริงของนักเรียน

4. ครูมีบทบาทกระตุ้นให้นักเรียนได้เล่าประสบการณ์ของตนเอง นำเสนอประสบการณ์ในกรณีที่นักเรียนไม่มีประสบการณ์ในเรื่องที่จะสอนหรือมีน้อย

กมลฉัตร กล่อมอิม (2559, หน้า 334) กล่าวว่าจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาสอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ที่สนับสนุนแนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา คือ ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist) ซึ่งเป็นทฤษฎีที่ให้ความสำคัญกับตัวผู้เรียน เชื่อว่าผู้เรียนสามารถสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง จากการมีปฏิสัมพันธ์กับบุคคลอื่นและสิ่งแวดล้อมอย่างกระตือรือร้นกรอบแนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ได้แก่

1. นักเรียนเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตนเองและนักเรียนแต่ละคนสร้างความรู้ด้วยวิธีการที่แตกต่างกันรวมทั้งอาจแตกต่างกับแนวทางของผู้สอน

2. ประสบการณ์เดิมของนักเรียนเป็นพื้นฐานที่สำคัญของการสร้างความรู้ใหม่และนักเรียนแต่ละคนมีความรู้และประสบการณ์เดิมที่แตกต่างกัน

3. การมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม การมีประสบการณ์ตรงและการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันของผู้เรียนมีส่วนช่วยในการสร้างความรู้ใหม่

4. ครูมีบทบาทในการจัดบริบทการเรียนรู้ตั้งคำถามที่ท้าทายความสามารถกระตุ้นสนับสนุนให้นักเรียนเกิดการสร้างความรู้และให้ความช่วยเหลือนักเรียนในทุก ๆ ด้าน

จากทฤษฎีข้างต้นที่ได้กล่าวมาผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษานี้เป็นการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ แสวงหาความรู้ด้วยตนเองและนำความรู้มาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน

3. ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

ศูนย์สะเต็มศึกษาแห่งชาติ (2557, หน้า 16-17) ได้ให้ความหมายเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา คือ กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมศาสตร์ ผสมผสานกับวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ เพื่อพัฒนาด้านความรู้ ความเข้าใจ และฝึกทักษะทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ของผู้เรียน โดยให้ผู้เรียนนำความรู้มาใช้ในการออกแบบและแก้ไขปัญหา เพื่อให้ได้ผลผลิตจากกระบวนการเชิงวิศวกรรม ซึ่งประกอบด้วยองค์ประกอบ 6 ขั้นตอน ดังแสดงในภาพประกอบ 2



ภาพประกอบ 2 กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

(ศูนย์สะเต็มศึกษาแห่งชาติ, 2557, หน้า 17)

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา (Problem Identification) ครูยกสถานการณ์ตัวอย่างจากสภาพปัญหาในชีวิตจริง ในนักเรียนร่วมกันสังเกตและระดมความคิด พร้อมให้นักเรียนระบุปัญหาที่เกิดขึ้นในสถานการณ์ตัวอย่างที่ครูกำหนด จากนั้นให้นักเรียนวิเคราะห์ปัญหาและทำความเข้าใจสภาพแวดล้อมหรือบริบทของปัญหา เพื่อกำหนดขอบเขตของปัญหา โดยแยกแยะปัญหา ว่ามีองค์ประกอบย่อย ๆ อะไรบ้าง เกิดจากอะไร เกิดขึ้นมาได้อย่างไร

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search) การให้นักเรียนค้นคว้า รวบรวมข้อมูล และแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหาในสภาพแวดล้อมหรือบริบทที่เหมือนกันหรือคล้ายกันกับปัญหา

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design) ให้นักเรียนระดมความคิดหาวิธีการเพื่อแก้ไขปัญหานักเรียนได้จากสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้ ซึ่งนักเรียนจะต้องคำนึงถึงความต้องการของผู้รับประโยชน์จากการแก้ไขปัญหานั้น เงื่อนไข ข้อจำกัดและเงื่อนไขตามสถานการณ์ของปัญหาที่กำหนด แล้วนำมาเขียนเป็นร่างแนวคิดของแต่ละวิธี โดยเน้นแนวคิดที่สร้างสรรค์ และประเมินว่าควรที่จะเลือกวิธีการแก้ไขปัญหาคือวิธีใดที่มีความเป็นไปได้ และดีที่สุด เพื่อนำไปปฏิบัติได้จริง

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Solving) โดยให้นักเรียนเขียนแผนปฏิบัติการจากการร่างแบบวิธีการแก้ไขปัญหานั้นผ่านการคัดเลือกแล้วว่าเป็นวิธีที่มีความเหมาะสมที่สุด โดยทำรายละเอียดขั้นตอนการดำเนินงาน เงื่อนไขเวลาที่ต้องดำเนินงาน ความเหมาะสมด้านเทคนิค ค่าใช้จ่าย และอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง แล้วให้นักเรียนดำเนินการตามแผน โดยทำการบันทึกความสำเร็จตามแผน ปัญหา อุปสรรค และวิธีการแก้ไข พร้อมรายงานความก้าวหน้าให้ครูทราบเป็นระยะ ๆ

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Testing, Evaluation and Design Improvement) ให้นักเรียนทดสอบผลงานและประเมินผลงานโดยยึดว่าได้ผลงานเป็นรูปธรรมตามเป้าหมาย ผลงานมีคุณลักษณะเป็นไปตามความต้องการ และอยู่ภายใต้เงื่อนไขที่ได้กำหนดไว้ จากนั้น ประเมินผลงานว่ามีสิ่งใดที่ต้องปรับปรุงหรือไม่ หากต้องการปรับปรุงจะต้องบันทึกสาเหตุของการปรับปรุง

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation) ให้นักเรียนนำเสนอผลงานอย่างเป็นทางการเป็นลำดับขั้นตอน ตั้งแต่ขั้นตอนการทำ ความเข้าใจ ข้อจำกัดของการสร้างผลงาน การเก็บรวบรวมข้อมูล การออกแบบอยู่บนพื้นฐานของการใช้วิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์อย่างไร มีเทคโนโลยีอะไรที่นำมาใช้

ประโยชน์ในการสร้างผลงานนี้ เกิดปัญหาและอุปสรรคระหว่างการสร้างผลงานอย่างไร ปรับปรุงแก้ไขอย่างไร และผลลัพธ์สุดท้ายเป็นไปตามเป้าหมายและความต้องการหรือไม่ และให้นักเรียนลงข้อสรุปให้ชัดเจนว่านำมาใช้ในการแก้ไขปัญหาในชีวิตจริงได้

4. จุดเด่นของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557, หน้า 4)

1. ผู้เรียนมีทักษะการคิดวิเคราะห์ คิดสร้างสรรค์ แก้ปัญหาในชีวิตจริง และสร้างนวัตกรรมที่ใช้สะเต็มเป็นพื้นฐาน
2. ผู้เรียนเรียนรู้อย่างมีความสุขและมองเห็นเส้นทางการประกอบอาชีพในอนาคต
3. ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีสูงขึ้น
4. ครูสามารถออกแบบและจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาอย่างมั่นใจ
5. สสวท. ได้จัดรูปแบบการศึกษาสะเต็มศึกษาที่เชื่อมโยงกับกลุ่มสาระอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง เพิ่มพูนโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีในบริบทที่หลากหลาย มีความหมายและเชื่อมโยงกับชีวิตจริง
6. ประเทศไทยมีกำลังคนด้านสะเต็ม (STEM Workforce) ที่จะช่วยยกระดับรายได้ของชาติให้สูงกว่าระดับรายได้ปานกลางในอนาคต

จากทฤษฎีข้างต้นที่ได้กล่าวมา ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เป็นการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ 4 ศาสตร์สาขา คือ วิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) เพื่อตอบสนองความต้องการของการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ให้มีความสามารถด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและส่งเสริมให้นักเรียนเกิดทักษะทางด้านความรู้ควบคู่ไปกับทักษะในการดำรงชีวิตและการทำงานในอนาคตต่อไป

5. การวัดและประเมินผลตามแนวทางสะเต็มศึกษา

Edward (2013, pp. 12–15) ได้กล่าวว่าการวัดและประเมินผลตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สามารถทำได้ 2 ลักษณะ ได้แก่

1. กรณีที่ผู้สอนใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry-Based Learning) ในการสอนวิทยาศาสตร์ ผู้สอนสามารถประเมินผู้เรียนได้ดังนี้

- 1.1 ตั้งคำถามในแบบทดสอบ
- 1.2 ปฏิบัติการทดลอง
- 1.3 การรายงานผลการทดลอง
- 1.4 การศึกษาตัวแปรที่ใช้ในการทดลอง
2. กรณีที่ผู้สอนใช้การจัดการเรียนรู้โดยออกแบบทางวิศวกรรม (Engineering Design) ผู้สอนสามารถประเมินกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมของผู้เรียนได้ดังนี้
 - 2.1 การระดมความคิด
 - 2.2 การพัฒนาโมเดลต้นแบบ
 - 2.3 การทำงานร่วมกันเป็นทีม

จากทฤษฎีข้างต้นที่ได้กล่าวมา ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า การวัดและประเมินผลตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ผู้สอนสามารถประเมินผู้เรียนได้หลายครั้ง ได้แก่ ประเมินก่อนเรียน ระหว่างเรียน และประเมินผลหลังเรียน โดยการประเมินระหว่างเรียน ผู้สอนสามารถใช้คำถาม การสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียน ส่วนการประเมินหลังเรียนผู้สอนสามารถประเมินได้จากการทำแบบทดสอบ ประเมินจากโครงงานที่ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ

ผังมโนทัศน์

ผังมโนทัศน์หรือที่เรียกเป็นภาษาอังกฤษว่า Concept Mapping, Diagrams, Mind Mapping หรือ Story Mapping เป็นต้น "ผังมโนทัศน์" เป็นเครื่องมือที่จัดอยู่ในกลุ่มของการสร้างภาพความคิด (Visualize Thinking) และได้มีผู้นำไปใช้หลากหลายจะมีคำที่ใช้กันก็คือ Mind Mapping ซึ่งเป็นการเขียนผังความคิด ซึ่งคำเหล่านี้ก็มีความหมายไม่แตกต่างกัน สำหรับในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้คำว่า "ผังมโนทัศน์" ได้มีนักวิชาการหลายท่านกล่าวถึงความหมายของคำว่าผังมโนทัศน์ไว้ ดังนี้

1. ความหมายของผังมโนทัศน์

ศิริกาญจน์ โกสุมภ์ และดารณี คำวัจนัง (2544, หน้า 104) ได้กล่าวถึงความหมายผังมโนทัศน์ไว้ว่าผังมโนภาพ (Graphic Organizer) หรือแผนผังความคิดหรือการสอนแบบโครงสร้างความรู้เป็นการนำหลักการทำงานของสมองมาใช้ให้เป็นประโยชน์ เพราะการใช้ผังมโนภาพจะเกิดขึ้นได้จากการทำงานของสมองทั้ง 2 ซีก คือสมองซีกซ้าย

และสมองซีกขวา โดยสมองซีกซ้ายจะทำหน้าที่ในการวิเคราะห์คำ สัญลักษณ์ตรรกวิทยา ส่วนสมองซีกขวากจะทำหน้าที่ในการสังเคราะห์รูปแบบลึกลับร่าง ผังมโนภาพจะช่วยประหยัดเวลาในการคิดระดมสมองในเรื่องใหม่ ๆ การวางแผนการสรุปการทบทวนและการจัดบันทึก ซึ่งมีคุณค่ายิ่ง

สนอง อินละคร (2544, หน้า 190) ได้กล่าวถึง ผังมโนทัศน์ หมายถึง ลักษณะเป็นแผนภูมิอย่างหนึ่งที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ย่อย ๆ ในเนื้อหาสาระ ด้วยเส้นและคำเชื่อมโยงที่เหมาะสม ทำให้สามารถอ่านความสัมพันธ์จากแผนภูมินั้นเป็นประโยคหรือข้อความที่มีความหมายได้

สุวิทย์ มูลคำ (2547, หน้า 10) ได้กล่าวถึง ผังมโนทัศน์ หมายถึง ความคิด ความเข้าใจที่สรุปเกี่ยวกับการจัดกลุ่มสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือเรื่องหนึ่งที่เกิดจากการสังเกตหรือการได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับสิ่งนั้นหรือเรื่องนั้น แล้วใช้คุณลักษณะหรือคุณสมบัติที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน จัดเข้าเป็นกลุ่มเดียวกัน ซึ่งจะทำให้เกิดความเข้าใจสิ่งต่าง ๆ ได้ง่ายขึ้น

มทิตร นันตโลहित (2550, หน้า 38) ได้กล่าวถึง ผังมโนทัศน์ หมายถึง ลักษณะร่วมของวัตถุ เหตุการณ์ แนวคิด ทฤษฎี ทั้งที่เป็นรูปธรรมและนามธรรม ซึ่งเขียนเป็นคำหรือประโยค และสามารถจำแนกประเภทได้

ทิตนา แชมมณี (2552, หน้า 388) ได้กล่าวถึง ผังมโนทัศน์ หมายถึง ผังที่แสดงมโนทัศน์ หรือความคิดรวบยอดไว้ตรงกลาง และแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ใหญ่กับมโนทัศน์ย่อย ๆ เป็นลำดับขั้นด้วยเส้นเชื่อมโยง

เสาวนีย์ มาตรา (2554, หน้า 49) ได้กล่าวถึง ผังมโนทัศน์ หมายถึง เครื่องมือในการจัดระบบความรู้ กระบวนการคิด และความเข้าใจของนักเรียนในเรื่องรานั้น ๆ สามารถเชื่อมโยงความรู้เดิมและความรู้ใหม่ที่สัมพันธ์กันโดยใช้คำสำคัญ สัญลักษณ์ แทนความคิดหลักเชื่อมโยงสัมพันธ์แตกย่อยไปความคิดรอง และความคิดย่อย ๆ

จากความหมายของผังมโนทัศน์ที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า ผังมโนทัศน์ หมายถึง การจัดระเบียบความคิด ความเข้าใจและความรู้ ในเรื่องราวต่าง ๆ ที่ได้จากการสังเกตและประสบการณ์เรื่องใดเรื่องหนึ่ง โดยนำความรู้ใหม่มาเชื่อมโยงกับความรู้ หรือประสบการณ์เดิม ซึ่งใช้คำ ข้อความ หรือเส้นมาเชื่อมโยงความรู้ ให้มีความสัมพันธ์กันอย่างเป็นลำดับขั้นตอน เพื่ออธิบายขอบเขตในเรื่องใดเรื่องหนึ่งให้มีความชัดเจนยิ่งขึ้น

2. การสร้างผังมโนทัศน์

พินท์ ทองชุนนุ (2547, หน้า 204) การสร้างมโนทัศน์มีผลต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนเพราะการเรียนรู้เริ่มต้นจากการสัมผัสรับรู้ปรากฏการณ์ต่าง ๆ เป็นเบื้องต้นและเมื่อได้รับรู้จากสิ่งที่มีลักษณะร่วมกันมีความสัมพันธ์กันเพิ่มขึ้นหลาย ๆ ครั้ง ผู้เรียนก็จะสามารถนำมาสรุปรวมกันเป็นมโนทัศน์และเมื่อผู้เรียนรู้มากและสะสมมโนทัศน์ไว้มากขึ้นจะทำให้ผู้เรียนสามารถนำมโนทัศน์ที่สรุปรวมไว้ไปใช้เป็นพื้นฐานในการเรียนรู้ขั้นสูง และสามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ดียิ่งขึ้น ในการสร้างมโนทัศน์จะต้องคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้

1. สภาพความพร้อมของผู้เรียนทั้งทางด้านร่างกาย จิตใจ

และสติปัญญา

2. ประสบการณ์เดิมและมโนทัศน์เดิมที่นักเรียนมีอยู่แล้ว

ซึ่งจะเป็นพื้นฐานในการเรียนระดับสูงมากยิ่งขึ้น

3. แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ หากผู้เรียนมีความต้องการที่จะเรียนรู้เป็นตัวกระตุ้นอยู่อย่างสม่ำเสมอ จะทำให้ผู้เรียนมีการฝึกฝนในที่สุดก็จะเกิด มโนทัศน์ดังกล่าวขึ้นได้

การสร้างผังมโนทัศน์ได้นำมาใช้ในการเรียนการสอนเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์หลัก มโนทัศน์รอง และมโนทัศน์ย่อยได้ โดยอาศัยทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมายของ Ausubel เกี่ยวกับการจัดโครงสร้างทางสติปัญญาในสมอง ผังมโนทัศน์จะแสดงลำดับขั้นตอนความสัมพันธ์ของมโนทัศน์ตั้งแต่สองมโนทัศน์ขึ้นไป ระหว่างมโนทัศน์จะเชื่อมโยงด้วยเส้นและคำสำคัญที่ทำให้ได้ข้อมูลที่มีความตรงและชัดเจนมากขึ้น ซึ่งมีนักวิชาการหลายท่านได้กล่าวถึงขั้นตอนการสร้างและพัฒนาผังมโนทัศน์ ดังนี้

Ausubel & Robinson (1968, p. 39) ได้กล่าวถึงลำดับขั้นในการสร้างมโนทัศน์ไว้ ดังนี้

1. วิเคราะห์และแยกแยะความแตกต่างของสิ่งเร้า
2. สร้างสมมติฐานเกี่ยวกับลักษณะร่วมของสิ่งเร้า
3. ทดสอบสมมติฐานที่สร้างขึ้นในสถานการณ์หนึ่ง
4. เลือกสมมติฐานที่สามารถครอบคลุมสิ่งเร้าที่มีลักษณะบางประการ

เหมือนกัน

5. นำลักษณะเฉพาะของสิ่งที่คิดไว้จากสมมติฐานสัมพันธ์กับโครงสร้างความคิดที่มีอยู่เดิมของตน
6. แยกแยะความแตกต่างระหว่างมโนทัศน์ที่ได้ใหม่กับมโนทัศน์ที่มีอยู่เดิมเพื่อหาความสัมพันธ์
7. สรุปความหมายของมโนทัศน์ที่รับเข้ามาใหม่ให้ครอบคลุมไปยังสมาชิกทุก ๆ หน่วยในกลุ่ม
8. คิดหาสัญลักษณ์ทางภาษาที่เหมาะสมมาเป็นตัวแทนมโนทัศน์ที่รับเข้ามาใหม่กล่าวโดยสรุปได้ว่ามโนทัศน์เป็นพื้นฐานของกระบวนการเรียนรู้ และกระบวนการคิดในระดับสูงของบุคคล ซึ่งจะส่งผลต่อการพัฒนาการเรียนรู้ ความสามารถของผู้เรียน ครูผู้สอนจึงควรแสวงหาและจัดกระบวนการเรียนการสอนที่สามารถพัฒนาความสามารถในการสร้างมโนทัศน์ของผู้เรียน

3. ส่วนประกอบผังมโนทัศน์

Baroody & Bartels (2001, pp. 1-3) ได้กล่าวว่า ผังมโนทัศน์มีส่วนประกอบที่สำคัญ 3 ส่วนคือ

1. ชื่อมโนทัศน์ (Concept Names) เป็นชื่อของเรื่องมโนทัศน์ที่นำมาสร้างผังมโนทัศน์นั้น ๆ โดยจะเขียนชื่อมโนทัศน์นี้ไว้ในกรอบรูปร่างใดก็ได้
2. เส้นเชื่อมโยงความสัมพันธ์ (Linking Lines) เป็นเส้นที่ลากเชื่อมกันระหว่างมโนทัศน์สองมโนทัศน์ที่มีความสัมพันธ์กันโดยอาจจะมีหรือไม่มีหัวลูกศรก็ได้
3. คำหรือวลีที่แสดงความสัมพันธ์ (Linking Phrases) เป็นคำวลีหรือประโยคที่เขียนไปตามเส้นเชื่อมโยงความสัมพันธ์เพื่อแสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์สองมโนทัศน์จากลักษณะและส่วนประกอบของผังมโนทัศน์

Novak & Gowin (1984, p. 15) ได้กล่าวว่า ผังมโนทัศน์ ประกอบด้วยส่วนประกอบสำคัญ 4 ส่วน ได้แก่

1. มโนทัศน์ (Concept) เป็นความสม่าเสมอที่มีอยู่ในเหตุการณ์ซึ่งหมายถึงสิ่งใดก็ตามซึ่งเกิดขึ้นหรือถูกทำให้เกิดขึ้น หรือวัตถุต่าง ๆ ซึ่งหมายถึงสิ่งใดก็ตามซึ่งมีอยู่ และอาจสังเกตได้และเป็นที่ยอมรับกันด้วย "คำพูด"
2. ความสัมพันธ์ (Relationship) หรือการเชื่อมโยงระหว่างประพจน์ (Prepositional Linkages)

3. ลำดับชั้น (Hierarchy) เป็นการจำแนกความแตกต่างของมโนทัศน์ โดยแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกันของมโนทัศน์ที่กว้างกว่าจะอยู่ในลำดับที่สูงกว่ามโนทัศน์ที่แคบและเฉพาะเจาะจงกว่า

4. การเชื่อมโยงแนวขวาง (Cross Links) การเชื่อมโยงมโนทัศน์แสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องกัน

จากทฤษฎีข้างต้นที่ได้กล่าวมา ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า ผังมโนทัศน์มีส่วนที่สำคัญประกอบไปด้วยมโนทัศน์คำเชื่อมและเส้นเชื่อมโยง เป็นการแสดงให้เห็นถึงความเข้าใจในความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ในแต่ละสายของ มโนทัศน์หลักมโนทัศน์รองหรือมโนทัศน์เฉพาะ แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ในการเชื่อมโยงมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องกัน

4. ประโยชน์ของผังมโนทัศน์

ผังมโนทัศน์ช่วยแสดงผลการคิดที่สามารถมองเห็น อธิบายได้อย่างชัดเจนช่วยให้เกิดความเข้าใจในเนื้อได้ง่าย ดังที่มีผู้ศึกษากล่าวไว้ ดังนี้ มนัส บุญประกอบ (2545, หน้า 111-118) ได้กล่าวถึง ประโยชน์ของผังมโนทัศน์ สรุปได้ดังนี้

1. ใช้เพื่อวางแผนเตรียมการ เช่น การพัฒนาหลักสูตรหน่วยการเรียนรู้ บทเรียนเนื่องจากผังมโนทัศน์จะต้องแสดงให้เห็นภาพรวมได้อย่างชัดเจนและรวดเร็ว
2. ใช้เป็นเครื่องมือในการทำวิจัยทางการศึกษาได้อย่างหนึ่ง เช่น Novak & Gowin ได้ใช้ผังมโนทัศน์เป็นเครื่องมือที่สำคัญเพื่อศึกษาและวิจัยการเรียนรู้ในห้องเรียนของนักเรียนทุกระดับชั้น ตั้งแต่อนุบาลจนถึงอุดมศึกษา
3. ใช้เป็นเสมือนแผนที่แสดงเส้นทางการเรียนรู้ในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง
4. ใช้สรุปบทเรียนหรือสรุปความหมายเชิงมโนทัศน์ที่ได้รับจากการอ่านตำราเรียนบทความ วารสาร

บุญเกิด ไชยวงศ์ (2549, หน้า 90) กล่าวถึงประโยชน์ของผังมโนทัศน์สรุปได้ ดังนี้

1. ใช้เป็นเครื่องมือในการเตรียมการสอนของครู โดยใช้กรอบมโนทัศน์สำรวจความรู้พื้นฐานของนักเรียนที่มีมาก่อน และนำไปวางแผนการสอนให้เหมาะสมกับนักเรียนและใช้ในการจัดลำดับเนื้อหาที่จะสอน
2. ใช้เป็นเครื่องมือในการประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนโดยการให้นักเรียนสรุปสิ่งที่เรียนเป็นกรอบมโนทัศน์

3. ใช้เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้สำหรับนักเรียน เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ อย่างมีความหมายโดยการใช้กรอบมโนทัศน์ในการสรุปความหมายจากสิ่งที่เรียน จะทำให้นักเรียนจดจำไปได้นานและมีความหมายคงทนเพราะทำให้เห็นความสัมพันธ์ของสิ่งที่เรียนไปทั้งหมด

วรรณทิพา รอดแรงคำ (2540, หน้า 33-36) ได้กล่าวถึง การนำเอา ผังมโนทัศน์เข้าสู่กิจกรรมการทำงานต่าง ๆ ดังนี้

1. ใช้ผังมโนทัศน์สำรวจความรู้เดิมของนักเรียน โดยใช้สำรวจความรู้ที่มีมาก่อนเพื่อนำไปใช้ในการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับผู้เรียน
2. ใช้ผังมโนทัศน์แสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ต่าง ๆ ที่อยู่ในความคิดของนักเรียนซึ่งทำให้ทราบว่าผู้เรียนกำลังคิดอะไรและกำลังคิดจะทำอะไร เพื่อให้บรรลุตามเป้าหมายที่วางไว้คล้ายกับการเดินทางโดยใช้แผนที่
3. ใช้ผังมโนทัศน์สรุปความหมายจากตาราง ซึ่งเป็นการประหยัดเวลาในการอ่านครั้งต่อไป
4. ใช้ผังมโนทัศน์ในการสรุปความหมายจากการปฏิบัติการในห้องปฏิบัติการหรือในห้องปฏิบัติการสนาม ผังมโนทัศน์จะเป็นแนวทางให้แก่ผู้เรียนว่าควรจะทำอะไรบ้าง สังเกตสิ่งใดบ้างเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่วางไว้
5. ใช้ผังมโนทัศน์ในกาวางแผนการประเมินหลักสูตร
6. ใช้ผังมโนทัศน์ในการเรียนการสอน เช่น การจัดพัฒนาหลักสูตร หน่วยการเรียน บทเรียน การเขียนเค้าโครงของเรื่อง เพื่อเขียนตารางทางวิชาการ ซึ่งจะช่วยบูรณาการเนื้อหาต่าง ๆ เข้าด้วยกัน
7. ใช้ผังมโนทัศน์เป็นเครื่องมือในการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
8. ใช้ผังมโนทัศน์ของนักเรียนจะส่งผลให้ทราบถึงข้อมูลย้อนกลับเกี่ยวกับการเรียนจากการสอนของครู
9. การเรียนผังมโนทัศน์ทำให้นักเรียนได้เชื่อมโยงความคิดและความรู้ที่เรียนในกิจกรรมหนึ่งกับสิ่งที่เขาได้เรียนมาแล้วในกิจกรรมอื่น ๆ
10. ผังมโนทัศน์อาจใช้เป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพสำหรับแสดงให้นักเรียนบอกถึงการรับรู้มโนทัศน์ที่ถูกหรือผิด

Novak (1984, p. 54 อ้างถึงใน สุชาติพิทย์ คนโทพรมราช, 2553, หน้า 34) กล่าวถึงประโยชน์ของผังมโนทัศน์ในการเรียนการสอน ดังนี้

1. ใช้ผังมโนทัศน์เพื่อสำรวจความรู้พื้นฐานของนักเรียน โดยสำรวจความรู้พื้นฐานของนักเรียนที่มีมาก่อน เพื่อนำไปใช้ในการสอนให้เหมาะสมกับนักเรียน
2. ใช้ผังแสดงความสัมพันธ์ของมโนทัศน์ต่าง ๆ ที่อยู่ในความคิดของนักเรียน ซึ่งจะทำให้ทราบว่านักเรียนกำลังคิดอะไร และจะทำสิ่งใดเพื่อให้บรรลุเป้าหมาย ที่วางไว้ คล้ายกับการเดินทางโดยมีแผนที่
3. ใช้ผังมโนทัศน์ในการสรุปความหมายจากตำรา ซึ่งจะทำให้ประหยัดเวลาในการอ่านครั้งต่อไปและไม่เกิดความเบื่อหน่ายในการอ่าน
4. ใช้ผังมโนทัศน์ในการสรุปความหมายการทดลองในห้องปฏิบัติการ หรือการปฏิบัติการภาคสนาม ผังมโนทัศน์จะเป็นแนวทางให้แก่ นักเรียนว่าควรจะทำอะไรบ้าง สังเกตสิ่งใดบ้างเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้
5. ใช้ผังมโนทัศน์เป็นเครื่องมือในการจัดบันทึกต่าง ๆ ด้วยการวงล้อมรอบมโนทัศน์หลักหรือข้อความสำคัญ แล้วนำมาสร้างเป็นกรอบมโนทัศน์ จะทำให้จดจำง่ายขึ้นและกรอบมโนทัศน์จะทำให้จับใจความสำคัญได้ ทั้ง ๆ ที่เป็นข้อความหรือเรื่องที่ไม่เคยคุ้นมาก่อน

6. ใช้ผังมโนทัศน์ในการวางแผน การเขียนรายงานหรือการบรรยาย
Mason (1990, pp. 51–57) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของผังมโนทัศน์ ดังนี้

1. ผังมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์จะถูกนำเสนออย่างมีความสัมพันธ์กัน และกัน และเป็นการลดหลั่นกันลงมาตามความหมายอย่างกว้างไปสู่ความหมายที่เฉพาะเจาะจง
2. สามารถใช้ป่งชี้ความรู้แรกเริ่มและมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทั้งในครูและนักเรียน
3. ลักษณะในการนำเสนอผลการเรียนรู้มีความแตกต่างกันและน่าสนใจ
4. การเรียนรู้ที่มีความหมายได้รับโดยการทำงานร่วมกันของกลุ่ม จากทฤษฎีข้างต้นที่ได้กล่าวมา ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่าประโยชน์ของผังมโนทัศน์สามารถนำไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนและในชีวิตประจำวันได้ ทำให้สามารถมองเห็นภาพการสรุปความคิดในการวางแผนการดำเนินงาน การสรุป

บทเรียน การบันทึกข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย เข้าใจได้ง่าย เป็นระบบ และสามารถจดจำไปได้นาน ดังนั้น ผังมโนทัศน์จึงมีประโยชน์ต่อการสรุปจากการเรียนรู้มาก ซึ่งผู้เรียนสามารถสรุปบทเรียน โดยการเชื่อมโยงมโนทัศน์ต่าง ๆ เข้าด้วยกัน ซึ่งเป็นการพัฒนาการคิด การจำ และการเรียนรู้ของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี

5. การนำผังมโนทัศน์มาใช้ในการจัดการเรียนรู้

การสอนโดยใช้ผังมโนทัศน์ ครูจะทำหน้าที่เป็นผู้ชี้แนะวิธีการเขียนผังมโนทัศน์ และการอ่านผังมโนทัศน์ ตลอดจนดูแลช่วยเหลือและประเมินผลนักเรียน นักการศึกษา กล่าวถึงบทบาทครูในการสอนโดยใช้ผังมโนทัศน์ไว้ ดังนี้

บุญเกิด ไชยวงศ์ (2549, หน้า 90) ได้กล่าวถึงบทบาทหน้าที่ของครูในการสอนโดยใช้ผังมโนทัศน์ สรุปได้ ดังนี้

1. ครูทบทวนความรู้เดิมโดยให้ผังมโนทัศน์
2. ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยใช้คำถามหรือกิจกรรมเพื่อสร้างความสนใจ

ความสนใจ

3. ครูจัดกิจกรรมหรือใช้สื่อเพื่อให้นักเรียนสร้างความรู้ใหม่
4. ครูช่วยให้นักเรียนสรุปความรู้จากกิจกรรม โดยใช้ผังมโนทัศน์

วนิดา อัดตชีวะ (2556, หน้า 46) ได้กล่าวถึง บทบาทหน้าที่ของครูในการสอนโดยใช้ผังมโนทัศน์ สรุปได้ดังนี้ การสอนโดยใช้ผังมโนทัศน์ครูจะทำหน้าที่เป็นผู้ชี้แนะการเขียนผังมโนทัศน์และการอ่านผังมโนทัศน์ ครูต้องป้อนคำถามเพื่อให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์และประเมินผล โดยครูต้องระดมมโนทัศน์ให้ชัดเจนและให้คำแนะนำในการปรับปรุงแก้ไข เพื่อให้นักเรียนสามารถเขียนและอ่านผังมโนทัศน์ได้อย่างถูกต้อง

De Cecco (1968, p. 31) ได้เสนอแนะวิธีและเทคนิคการสอนเพื่อให้เกิดผังมโนทัศน์ไว้ 9 ขั้นตอน ดังนี้

1. ระบุนวัตกรรมที่คาดหวังให้มีความชัดเจนว่าหลังจากเรียนแผนผังมโนทัศน์แล้วนักเรียนสามารถที่จะทำอะไรได้บ้าง
2. วิเคราะห์ผังมโนทัศน์ว่าจะประกอบไปด้วยอะไรบ้าง แล้วครูควรเลือกเน้นเฉพาะคำที่สำคัญและจำเป็นที่จะใช้ในการสร้างผังมโนทัศน์นั้น ๆ เพื่อทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจผังมโนทัศน์ได้ง่ายขึ้น
3. ภาษาที่ใช้ในการสอน ครูควรใช้ภาษาที่ทำให้ผู้เรียนเข้าใจง่าย ชัดเจนและเข้าใจความหมายให้อย่างลึกซึ้งและถูกต้อง

4. ครูควรจะมีการแสดงตัวอย่างทั้งทางบวกและทางลบของผังมโนทัศน์ที่ต้องการจะสอนให้ผู้เรียนได้ลองสังเกตและทำการศึกษาเพื่อให้เกิดความเข้าใจในผังมโนทัศน์นั้น โดยการยกตัวอย่างของครูจะต้องมีมากเพียงพอที่จะทำให้ผู้เรียนสามารถสรุปลักษณะร่วมหรือความสัมพันธ์ของมโนทัศน์นั้น ๆ และสามารถจำแนกลักษณะของที่ไม่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์นั้นออกไปได้

5. การแสดงตัวอย่างทั้งทางบวกและทางลบ ควรจะแสดงตัวอย่างทางลบทันทีหลังแสดงตัวอย่างทางบวกแล้ว หรือครูอาจจะแสดงไปพร้อม ๆ กัน

6. ครูนำเสนอตัวอย่างทางบวกใหม่ของผังมโนทัศน์ที่ต้องการสอนให้ผู้เรียนได้พิจารณาเพื่อให้ผู้เรียนสามารถสรุปความคิดทั่วไปและตอบสนองสิ่งเร้าใหม่

7. ครูนำตัวอย่างใหม่ทั้งทางบวกและทางลบหลาย ๆ ตัวอย่างมาให้ให้นักเรียนพิจารณาเพื่อทดสอบให้ผู้เรียนบอกมโนทัศน์ที่ถูกต้อง ซึ่งเป็นการประเมินผลของนักเรียน

8. ครูให้ผู้เรียนบอกความหมายหรือคำจำกัดความเกี่ยวกับผังมโนทัศน์เพื่อตรวจสอบความเข้าใจของผู้เรียน

9. ครูควรให้โอกาสนักเรียนได้ทดลองใช้ผังมโนทัศน์ที่เรียนผ่านมาแล้วและเสริมกำลังใจในการที่จะให้ผู้เรียนใช้ผังมโนทัศน์นั้น

จากทฤษฎีข้างต้นที่ได้กล่าวมา ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า บทบาทหน้าที่ของครูในการสอนโดยใช้ผังมโนทัศน์ คือ ทดสอบดูพื้นฐานความรู้เดิมของนักเรียนก่อน จากนั้นอธิบายวิธีการสร้างผังมโนทัศน์และคอยดูแลชี้แนะเมื่อนักเรียนไม่เข้าใจ รวมถึงร่วมกันสรุปองค์ความรู้เกี่ยวกับผังมโนทัศน์ที่นักเรียนสร้างขึ้น เพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในความคิดรวบยอด

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

1. ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นทักษะของนักวิทยาศาสตร์ที่นำมาใช้ในการศึกษาค้นคว้า สืบเสาะหาความรู้ และแก้ปัญหาต่าง ๆ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้า ดังเอกสารต่อไปนี้

วรรณทิพา รอดแรงคำ และพิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ (2542, หน้า 8) ได้กล่าวถึงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการใช้กระบวนการต่าง ๆ ได้แก่ การสังเกตการวัด การจำแนกประเภท การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับเวลา การใช้ตัวเลขการจัดกระทำและการสื่อความหมายข้อมูล การลงความเห็น การพยากรณ์ การตั้งสมมติฐาน การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การกำหนดและควบคุม ตัวแปรการทดลอง และการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุปอย่างคล่องแคล่ว ถูกต้องและแม่นยำ

จรรยาบรรณ เจริญรัตน์ (2549, หน้า 66) เป็นพฤติกรรมที่เกิดจากการปฏิบัติและการฝึกฝนจนเป็นระบบ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้และนำไปใช้แก้ปัญหา

กนกพร โชคชัย (2554, หน้า 15) ได้กล่าวถึง ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หมายถึงความสามารถในการคิดและปฏิบัติเพื่อเสาะแสวงหาความรู้หรือแก้ปัญหาต่าง ๆ โดยวิธีการทางกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 13 ทักษะ

พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ และพะเยาว์ ยินดีสุข (2557, หน้า 9) ได้กล่าวถึงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คือ ความชำนาญและความสามารถในการใช้ความคิดเพื่อค้นหาความรู้รวมทั้งการแก้ปัญหา เพราะเป็นการทำงานของสมองที่ใช้คิด ทั้งการคิดพื้นฐานและการคิดที่ซับซ้อน เช่น การฟัง การอ่าน การสังเกต การระบุ การจำแนก การเปรียบเทียบ การลงข้อสรุป การวิเคราะห์ การตั้งสมมติฐาน การพยากรณ์การตีความ และการสรุปความ

จากทฤษฎีข้างต้นที่ได้กล่าวมา ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง กระบวนการที่ใช้ในการแสวงหาความรู้หรือใช้ในการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน อย่างมีเหตุผล มีระบบ ระเบียบ แบบแผน มีขั้นตอนและมีการฝึกฝนในการปฏิบัติจนเกิดความชำนาญในการสืบเสาะหาความรู้ไปใช้แก้ปัญหาโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์อย่างถูกต้องคล่องแคล่ว

2. ประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2550, หน้า 1-16) ได้กล่าวถึง ทักษะทางวิทยาศาสตร์ว่ามี 13 ทักษะ ดังต่อไปนี้

1. ทักษะสังเกต (Observing) หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน ซึ่งได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนังเข้าไปสัมผัสโดยตรง

กับวัตถุหรือเหตุการณ์โดยมีจุดประสงค์ที่จะหาข้อมูล คุณลักษณะหรือรายละเอียดของสิ่งนั้น โดยไม่ใส่ความคิดเห็นลงไป

2. ทักษะการวัด (Measuring) หมายถึง การใช้เครื่องมือทำการวัด ปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสมและถูกต้องโดยมีหน่วย กำกับเสมอ

3. ทักษะการจำแนกประเภท (Classifying) หมายถึง การแบ่งพวกหรือ เรียงลำดับวัตถุหรือสิ่งของที่อยู่ในปรากฏการณ์โดยมีเกณฑ์ดังกล่าวอาจใช้ความเหมือน หรือความแตกต่างหรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้

4. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา (Space/Space Relationship and Space/Time Relationship) หมายถึง ที่ว่างที่วัตถุนั้นครอง อยู่จะมีรูปร่างเช่นเดียวกันกับวัตถุนั้นโดยทั่วไปแล้วสเปสของวัตถุจะมี 3 มิติ คือความกว้าง ความยาว ความสูง

4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสของวัตถุ ได้แก่ ความสัมพันธ์ ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับอีกวัตถุหนึ่ง

4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุกับเวลา ได้แก่ ความสัมพันธ์ ระหว่างการเปลี่ยนตำแหน่งที่อยู่กับเวลา หรือความสัมพันธ์ระหว่างสเปส ของวัตถุที่ เปลี่ยนไปกับเวลา

5. ทักษะการคำนวณ (Using Number) หมายถึง การจำนวนของวัตถุ และการนับตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้มาคิดคำนวณโดยการ บวก ลบ คูณ หาร หรือหาค่าเฉลี่ย

6. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายของข้อมูล (Organizing Data and Communication) หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกตการณ์วัด การทดลอง และจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำเสียใหม่โดยการหาความถี่ เรียงลำดับ จัดแยกประเภท และคำนวณหาค่าใหม่เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้น โดยอาจเสนอใน รูปแบบตาราง แผนภูมิ แผนภาพไดอะแกรม และกราฟ

7. ทักษะการลงความเห็นข้อมูล (Inferring) หมายถึง การเพิ่มความ คิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้และประสบการณ์ เดิมมาช่วย

8. ทักษะการพยากรณ์ (Predicting) หมายถึง การคาดคะเนคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทดลองโดยอาศัยปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ หลักการ กฎ ทฤษฎีที่มีอยู่แล้ว มาช่วยในการสรุปพยากรณ์ข้อมูลเกี่ยวกับตัวเลข ได้แก่ ข้อมูลที่เป็นตารางกราฟทำได้ 2 แบบ คือ การพยากรณ์ภายในขอบเขตข้อมูลที่มีอยู่กับการพยากรณ์ภายนอกขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่

9. การตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypothesis) หมายถึง การคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลอง โดยอาศัยการสังเกตความรู้และประสบการณ์เดิม มาเป็นพื้นฐานคำตอบที่คิดล่วงหน้าที่ยังไม่ทราบหรือยังไม่เป็นหลักการกฎหรือทฤษฎีมาก่อนสมมติฐานหรือคำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้ามักกล่าวไว้เป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตาม สมมติฐานที่ตั้งไว้อาจถูกหรือผิดก็ได้ซึ่งจะทราบได้ภายหลังการทดลองหาคำตอบเพื่อสนับสนุนหรือคัดค้านสมมติฐานที่ตั้งไว้

10. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Operation) หมายถึง การกำหนดความหมายและขอบเขตของคำต่าง ๆ ที่อยู่ในสมมติฐานที่ต้องทดลองให้เกิดความเข้าใจตรงกันและสามารถสังเกตหรือวัดได้

11. การกำหนดและการควบคุมตัวแปร (Identifying and Controlling Variables) หมายถึง การบ่งชี้ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุมในการตั้งสมมติฐาน

12. การทดลอง (Experiment) หมายถึง การระบวนการลงมือปฏิบัติงาน เพื่อหาคำตอบหรือทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ใน การทดลองจะประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอน คือ

12.1 การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนทดลอง ก่อนลงมือทดลองเพื่อกำหนดวิธีการทดลอง อุปกรณ์ และสารเคมีที่จะใช้ในการทดลอง

12.2 การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติการทดลอง

12.3 การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลองซึ่งอาจเป็นผลจากการสังเกตการวัดและอื่น ๆ

13. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (Interpreting Data and Making Conclusion) หมายถึง การแปลความหมายหรือบรรยายลักษณะข้อมูลที่มีอยู่ การตีความหมายของข้อมูลในบางครั้งอาจต้องใช้ทักษะอื่น ๆ เช่น การสังเกต การคำนวณ เป็นต้น

3. การประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

วรรณทิพา รอดแรงคำ (2544, หน้า 166) ได้กล่าวถึง รูปแบบการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่า การประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มี 2 แบบ คือ การประเมินโดยใช้แบบทดสอบชนิดเลือกตอบ (Multiple Choice Paper and Pencil Tests) และการประเมินจากพฤติกรรมการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Performance Assessment) การประเมินโดยใช้แบบทดสอบชนิดเลือกตอบเป็นวิธีเก่าดั้งเดิมในขณะที่การประเมินพฤติกรรมเป็นแนวทางเลือกใหม่ในการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ซึ่งเน้นวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ที่เป็นวัตถุประสงค์สำคัญในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

ระเบียบ อนันตพงศ์ (2550, หน้า 42–45) ยังได้เสนอลักษณะข้อทดสอบเพื่อวัดความสามารถในการดำเนินการตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นข้อทดสอบการสร้างสถานการณ์ ดังนี้

1. สถานการณ์ที่สร้างขึ้นจะเป็นสถานการณ์สมมติ หรือนำมาจากเอกสารอื่นใดก็ตามจะต้องมีความง่ายเหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน
 2. ใช้คำพูดที่เข้าใจง่าย ศัพท์เทคนิคต้องไม่นอกเหนือจากที่นักเรียนได้เรียนมาแล้ว
 3. สถานการณ์ต้องไม่ใช่สถานการณ์ที่เป็นไปไม่ได้ จะต้องเป็นจริงสมเหตุสมผล
 4. ถ้าเป็นเรื่องที่มีหน่วยการวัด จะต้องระบุให้ชัดเจนว่าเป็นหน่วยใด
 5. สถานการณ์ที่ยกมาต้องสั้น กระชับ อ่านเข้าใจง่าย และแต่ละสถานการณ์ควรใช้คำถามได้มากกว่า 1 ข้อ เพื่อมิให้นักเรียนเสียเวลาอ่านมากเกินไป
 6. การสร้างคำถาม คำถามที่จะต้องตอบตามสถานการณ์ที่ยกมา
 7. คำถามในเรื่องที่ต้องใช้ความสามารถในด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ไม่ถามเรื่องที่เป็นความรู้ความจำ
 8. ถามถึงปัญหา หรือสมมติฐานที่เคยอภิปราย หรือสรุปกันมาแล้วเพราะจะกลายเป็นความจำทั้ง ๆ ที่ดูคำถามเหมือนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
- ชนินันท์ พฤษทรัพย์ (2557, หน้า 352–364) ได้กล่าวถึง การประเมินทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่า สามารถทำการประเมินผลสรุป (Summative

Assessment) หรือประเมินผลย่อย (Formative Assessment) ได้ด้วยวิธีการ หรือเครื่องมือที่ใช้สามารถใช้ได้หลากหลายซึ่งแต่ละเครื่องมือมีข้อดีและข้อจำกัดเครื่องมือประเมินบางอย่างสามารถแก้ไขข้อจำกัดของอีกเครื่องมือหนึ่งได้ดังที่ได้กล่าวมาแล้ว

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นส่วนสำคัญในการส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของผู้เรียนและยังสามารถใช้ทักษะเหล่านี้ในชีวิตประจำวัน ซึ่งถือเป็นประโยชน์แก่ผู้เรียนเป็นอย่างมาก ดังนั้นในฐานะครูผู้สอนเป็นส่วนสำคัญในความเจริญก้าวหน้าของผู้เรียน จึงควรตระหนักและให้คุณค่าต่อการส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้แก่ผู้เรียน การวัดและประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการจัดการเรียนการสอนนั้น จำเป็นจะต้องมีเครื่องมือในการประเมินความสามารถของผู้เรียนว่าได้เกิดทักษะที่ต้องการหรือไม่

จากทฤษฎีข้างต้นที่ได้กล่าวมา ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า การประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ควรกำหนดจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละด้าน สร้างตารางกำหนดเนื้อหาและพฤติกรรมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่จะวัดทักษะหรือพฤติกรรมใดอย่างละกี่ข้อสร้างสถานการณ์และข้อคำถามที่ต้องการทักษะทางวิทยาศาสตร์ การตรวจสอบจะต้องมีความเป็นปรนัยในการให้คะแนน กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนที่ชัดเจนซึ่งในการวิจัยในครั้งนี้ใช้วิธีประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คือ การประเมินด้วยแบบทดสอบ

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1. ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ (Learning Achievement) เป็นผลที่เกิดจากปัจจัยในด้านต่าง ๆ ที่ผู้เรียนได้จากประสบการณ์เรียนรู้ทั้งทางตรงและทางอ้อมจากครูผู้สอน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นดัชนีที่สามารถบอกถึงคุณภาพ จากการเรียนรู้ของนักเรียน ดังนั้น จึงได้มีนักวิชาการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ ดังนี้

ภพ เลหาไพบูลย์ (2537, หน้า 295) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง พฤติกรรมที่ แสดงออกถึงความสามารถในการกระทำสิ่งหนึ่งสิ่งใด

ได้จากที่ไม่เคยกระทำได้หรือกระทำได้น้อยกว่าก่อนที่จะมีการเรียนรู้ซึ่งเป็นพฤติกรรมที่สามารถวัดได้

วรรณิ โสมประยูร (2537, หน้า 262) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถหรือพฤติกรรมของนักเรียนที่เกิดจากการเรียนรู้ ซึ่งพัฒนาขึ้นหลังจากได้รับการอบรมสั่งสอนและฝึกฝนโดยตรง

สิริพร ทิพย์คง (2545, หน้า 193) กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ชุดคำถามที่มุ่งวัด พฤติกรรมการเรียนของนักเรียนว่ามีความรู้ ทักษะ และสมรรถภาพด้านสมรรถภาพต่าง ๆ ในเรื่องที่เรียนรู้ไปแล้ว มากน้อยเพียงใด

สมพร เชื้อพันธ์ (2547, หน้า 53) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถ ความสำเร็จและสมรรถภาพด้านต่าง ๆ ของผู้เรียนที่ได้จากการเรียนรู้อันเป็นผลมาจากการเรียนการสอน การฝึกฝน หรือประสบการณ์ของแต่ละบุคคลซึ่งสามารถวัดได้จากการทดสอบด้วยวิธีการต่าง ๆ

พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ (2548, หน้า 125) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหมายถึงขนาดของความสำเร็จที่ได้จากกระบวนการเรียนการสอน

ปราณี กองจินดา (2549, หน้า 42) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถหรือผลสำเร็จ ที่ได้รับจากกิจกรรมการเรียนการสอนเป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมและประสบการณ์เรียนรู้ทางด้านพุทธิพิสัย จิตพิสัย และทักษะพิสัย และยังได้จำแนกผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ตามลักษณะของวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอนที่แตกต่างกัน

รสริน พันธุ์ (2550, หน้า 37) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลการเรียนการสอนหรือความสามารถของบุคคลอันเกิดจากการได้รับการฝึกฝน สั่งสอนในด้านความรู้ และทักษะที่ได้พัฒนาขึ้นตามลำดับชั้นในวิชาต่าง ๆ

ศิริพร สะอาดล้วน (2551, หน้า 28) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลรวมของมวลประสบการณ์ที่ได้รับจากการเรียนรู้ ในด้านของ ทักษะความรู้ และความสามารถ ซึ่งผลการเรียนรู้นั้นสามารถแสดงออกมาได้และสามารถที่จะวัดได้

Good (1973, p. 7) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสำเร็จ (Accomplishment) ความคล่องแคล่ว ความชำนาญ ในการใช้ทักษะหรือการประยุกต์ใช้ความรู้ต่าง ๆ ส่วนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Academic Achievement) หมายถึง ความรู้หรือทักษะอันเกิดจากการเรียนรู้วิชาต่าง ๆ ที่ได้เรียนมาจากผลการทดสอบของครูผู้สอนหรือผู้รับผิดชอบในการสอน หรือทั้งสองอย่างรวมกัน

Husen & Postlethwaite (1985, pp. 53-55) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลสัมฤทธิ์เป็นคำที่มีความหมายกว้างขวาง ซึ่งพอประมวลได้ว่าเป็นผลสะท้อนของความรอบรู้ และการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างทักษะและความรู้ที่กำลังพัฒนา

จากความหมายข้างต้นผู้วิจัยสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ ความสามารถและประสบการณ์ของนักเรียนที่ได้รับหลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในด้านต่าง ๆ

2. ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ใช้อยู่ในปัจจุบันมีหลายแบบแตกต่างกัน จะใช้รูปแบบใดควรพิจารณาถึงจุดประสงค์ในการวัดเป็นสำคัญ ซึ่งได้มีนักวิชาการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ ดังนี้

ชวาล แพร์ตกุล (2516, หน้า 112-115) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ คือ

1. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้สอนสร้างขึ้นเอง เป็นแบบทดสอบในรายวิชาต่าง ๆ เช่น คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ หรือ ภาษา เป็นต้น โดยแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ แบบให้ตอบเสรี และแบบจำกัดคำตอบ ซึ่งคุณค่าของแบบทดสอบทั้งสองชนิดนี้ อยู่ที่ความสามารถพลิกแพลงให้เหมาะสมกับสถานการณ์และเหตุการณ์ได้

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบมาตรฐาน (Standardized Test) เป็นตัวอย่างของการกระทำหรือความรู้ของกลุ่มบุคคลใด บุคคลหนึ่ง ซึ่งรับมาภายใต้สภาพการณ์ที่กำหนดการให้คะแนนเป็นไปตามเกณฑ์ และการตีความหมายก็จะเป็นไปตามตารางเกณฑ์ปกติ แบบทดสอบมาตรฐานผู้สอนใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการ

เรียนของผู้เรียนเป็นรายบุคคลหรือรายห้องได้อย่างมั่นใจ และประหยัดถูกต้องตามหลักวิชามากกว่าการวัดด้วยวิธีการอื่น ๆ

บุญชม ศรีสะอาด (2545, หน้า 53) ได้แบ่งประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์เป็น 2 ประเภท คือ

1. แบบทดสอบอิงเกณฑ์ (Criterion Referenced Test) หมายถึง แบบทดสอบที่สร้างขึ้นตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม มีคะแนนจุดตัดหรือคะแนนเกณฑ์สำหรับใช้ตัดสินว่าผู้สอบมีความรู้ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้หรือไม่ การวัดตรงตามจุดประสงค์เป็นหัวใจสำคัญของข้อสอบในแบบทดสอบประเภทนี้

2. แบบทดสอบอิงกลุ่ม (Norm Referenced Test) หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งสร้าง เพื่อวัดให้ครอบคลุมหลักสูตร จึงสร้างตามตารางวิเคราะห์หลักสูตร ความสามารถในการจำแนกผู้สอบตามความเก่งอ่อนได้ดี เป็นหัวใจสำคัญของข้อสอบในแบบทดสอบประเภทนี้การรายงานผลการสอบอาศัยคะแนนมาตรฐาน ซึ่งเป็นคะแนนที่สามารถให้ความหมายแสดงถึงสถานภาพความสามารถของบุคคลนั้น เมื่อเปรียบเทียบกับบุคคลอื่น ๆ ที่ใช้เป็นกลุ่มเปรียบเทียบ

พิชิต ฤทธิ์จรรยา (2545, หน้า 96) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึงแบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ ทักษะ และความสามารถทางวิชาการที่นักเรียนได้เรียนรู้มาแล้วว่าบรรลุผลสำเร็จตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้เพียงใด

สิริพร ทิพย์คง (2545, หน้า 193) ได้ให้ความหมายแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึงชุดคำถามที่มุ่งวัดพฤติกรรมการเรียนของนักเรียนว่ามี ความรู้ ทักษะ และสมรรถภาพด้านสมองด้านต่าง ๆ ในเรื่องที่เรียนรู้ไปแล้วมากน้อยเพียงใด

สมพร เชื้อพันธ์ (2547, หน้า 59) ได้ให้ความหมายแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึงแบบทดสอบหรือชุดของข้อสอบที่ใช้วัดความสำเร็จหรือความสามารถในการทำกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนที่เป็นผลมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของครูผู้สอนว่าผ่านจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ตั้งไว้เพียงใด แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ประเภทที่ครูสร้างมีหลายแบบ แต่ที่นิยมใช้มี 6 แบบ ดังนี้

1. ข้อสอบอัตนัยหรือความเรียง (Subjective or Essay Test)

เป็นข้อสอบที่มีเฉพาะคำถาม แล้วให้นักเรียนเขียนตอบอย่างเสรี เขียนบรรยายตามความรู้ และเขียนข้อคิดเห็นของแต่ละคน

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 หรือข้อความลงในช่องว่างที่เว้นไว้เพื่อให้มีใจความสมบูรณ์และถูกต้อง
4. ข้อสอบแบบตอบสั้น ๆ (Short Answer Test) เป็นข้อสอบที่คล้ายกับข้อสอบแบบเติมคำ แต่แตกต่างกันที่ข้อสอบแบบตอบสั้น ๆ เขียนเป็นประโยคคำถามสมบูรณ์ (ข้อสอบเติมคำเป็นประโยคหรือข้อความที่ยังไม่สมบูรณ์) แล้วให้ผู้ตอบเขียนตอบคำตอบที่ต้องการจะสั้นและกะทัดรัดได้ใจความสมบูรณ์ไม่ใช่เป็นการบรรยายแบบข้อสอบอัตนัยหรือความเรียง
5. ข้อสอบแบบจับคู่ (Matching Test) เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบชนิดหนึ่งโดยมีค่าหรือข้อความแยกออกจากกัน แล้วให้ผู้ตอบเลือกจับคู่ว่าแต่ละข้อความในชุดหนึ่งจะคู่กับค่าหรือข้อความใดในอีกชุดหนึ่งซึ่งมีความสัมพันธ์กันอย่างไรบางอย่างหนึ่งตามที ผู้ออกข้อสอบกำหนดไว้
6. ข้อสอบแบบเลือกตอบ (Multiple choice Test) คำถามแบบเลือกตอบโดยทั่วไปจะประกอบด้วย 2 ตอน คือ ตอนนำหรือคำถาม (STEM) กับตอนเลือก (Choice) ในตอนเลือกนั้นจะประกอบด้วยตัวเลือกที่เป็นคำตอบถูกและตัวเลือกวง ปกติจะมีคำถามที่กำหนดให้พิจารณา แล้วหาตัวเลือกที่ถูกต้องมากที่สุดเพียงตัวเลือกเดียวจากตัวเลือกอื่น ๆ และคำถามแบบเลือกตอบที่นิยมใช้ตัวเลือกที่ใกล้เคียงกัน
- จากความหมายข้างต้นผู้วิจัยสรุปได้ว่า การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นวิธีการวัดประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ซึ่งมีการสร้างแบบทดสอบหลากหลายได้แก่ ข้อสอบอัตนัยหรือความเรียงข้อสอบแบบกาถูกกาผิด ข้อสอบแบบเติมคำ ข้อสอบแบบตอบสั้น ๆ ข้อสอบแบบจับคู่ และข้อสอบแบบเลือกตอบ ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบเลือกตอบ เนื่องจากเป็นแบบทดสอบที่สามารถวัดพฤติกรรมทั้ง 6 ด้าน ได้แก่ ด้านความรู้ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำไปใช้ ด้านการวิเคราะห์ ด้านการสังเคราะห์และด้านการประเมินค่า

3. การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

จากแบบทดสอบเป็นเครื่องมือวัดคุณภาพของผู้เรียนชนิดหนึ่งที่มีความสำคัญที่จะทำให้ครูได้ทราบถึงพฤติกรรมการเรียนของผู้เรียน และทราบถึงประสิทธิภาพในการจัดการเรียนการสอนที่มีคุณภาพ มีนักวิชาการศึกษามากท่านได้ให้ความหมายการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ ดังนี้

บุญชม ศรีสะอาด (2546, หน้า 56-58) ได้กล่าวถึงการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยดำเนินการตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. วิเคราะห์จุดประสงค์เนื้อหาวิชาและทำตารางกำหนดลักษณะข้อสอบขั้นแรกสุดต้องทำการวิเคราะห์ว่าวิชาหรือหัวข้อที่สร้างข้อสอบวัดผลนี้มีจุดประสงค์ของการสอนหรือจุดประสงค์การเรียนรู้อะไรบ้างทำการวิเคราะห์เนื้อหาวิชาว่ามีโครงสร้างอย่างไรจัดเขียนหัวข้อใหญ่หัวข้อย่อยทุกหัวข้อพิจารณาความเกี่ยวข้องความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาเหล่านั้นจากนั้นก็จัดทำตารางกำหนดลักษณะข้อสอบหรือที่เรียกว่าตารางวิเคราะห์หลักสูตรตารางนี้มี 2 มิติ คือ ด้านเนื้อหาที่สัมพันธ์กับสมรรถภาพที่ต้องการวัดเขียนหัวข้อเนื้อหาที่เป็นหัวข้อเรื่องใหญ่ ๆ ตามหลักสูตรวิชานั้นลงไปในแต่ละแถวของตารางตามลำดับส่วนด้านบนจะเป็นสมรรถภาพซึ่งได้จากการวิเคราะห์จุดประสงค์และในการจัดทำตารางกำหนดลักษณะของข้อสอบนั้นขั้นแรกสุดพิจารณาว่าจะออกข้อสอบทั้งหมดกี่ข้อเขียนจำนวนข้อลงในช่องรวมช่องสุดท้ายจากนั้นพิจารณาว่าหัวข้อเรื่องใดสำคัญมากน้อยเขียนลำดับความสำคัญลงไปแล้วกำหนดจำนวนข้อสอบที่จะวัดในแต่ละหัวข้อตามอันดับความสำคัญจากนั้นกำหนดจำนวนข้อในแต่ละช่องจำนวนข้อสอบที่จะวัดในแต่ละช่องขึ้นอยู่กับว่าเรื่องนั้นต้องการให้เกิดสมรรถภาพในด้านใดมากน้อยกว่ากันการวิเคราะห์จุดประสงค์ในการสร้างข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแนวความคิดในการวัดที่นิยมกันได้แก่การเขียนข้อสอบวัดตามการจัดประเภทจุดประสงค์ทางการศึกษาด้านพุทธิพิสัย (Cognitive) ซึ่งจำแนกจุดประสงค์ทางการศึกษาด้านพุทธิพิสัยออกเป็น 6 ประเภท ได้แก่ วัดด้านความรู้ความจำ (Knowledge) วัดด้านความเข้าใจ (Comprehension) วัดด้านการนำไปใช้ (Application) วัดด้านการวิเคราะห์ (Analysis) วัดด้านสังเคราะห์ (Synthesis) และด้านประเมินค่า (Evaluation)

2. กำหนดแบบของข้อคำถามและศึกษาวิธีการเขียนข้อสอบทำการพิจารณาและตัดสินใจว่าจะใช้ข้อคำถามรูปแบบใดศึกษาวิธีการเขียนข้อสอบศึกษาวิธีการ

เขียนข้อสอบหลักการเขียนคำถามสมรรถภาพต่าง ๆ ศึกษาเทคโนโลยีในการเขียนข้อสอบ เพื่อนำมาใช้เป็นหลักในการเขียนข้อสอบ

3. เขียนข้อสอบโดยใช้ตารางกำหนดลักษณะของข้อสอบที่จัดทำไว้
ชั้นที่ 1 เป็นกรอบซึ่งจะทำให้สามารถออกข้อสอบวัดได้ครอบคลุมทุกหัวข้อเนื้อหา
และทุกสมรรถภาพส่วนรูปแบบและเทคนิคในการเขียนข้อสอบยึดตามที่ศึกษาในชั้นที่ 2

4. ตรวจสอบข้อสอบนำข้อสอบที่ได้เขียนไว้ในชั้นที่ 3 มาพิจารณา
ทบทวนอีกครั้งหนึ่งโดยพิจารณาความถูกต้องตามตารางกำหนดลักษณะข้อสอบหรือไม่
ภาษาที่ใช้เขียนมีความชัดเจนเข้าใจง่ายเหมาะสมดีแล้วหรือไม่ตัวถูกตัวลวงเหมาะสมกับเข้า
กับหลักเกณฑ์หรือไม่หลังพิจารณาข้อสอบพร้อมแล้วนำเอาข้อวิจารณ์นั้นมาพิจารณา
ปรับปรุงแก้ไขให้เหมาะสมยิ่งขึ้น

5. พิมพ์แบบทดสอบฉบับทดลองนำข้อสอบทั้งหมดมาพิมพ์เป็น
แบบทดสอบโดยพิมพ์คำชี้แจงหรือคำอธิบายวิธีการทำแบบทดสอบไว้ที่ปกของ
แบบทดสอบอย่างละเอียดและชัดเจนการจัดพิมพ์รูปแบบให้เหมาะสม

6. ทดลองใช้วิเคราะห์คุณภาพและปรับปรุงนำแบบทดสอบไปทดลอง
กับกลุ่มที่คล้ายกันกับกลุ่มตัวอย่างที่จะสอบจริงซึ่งได้เรียนในวิชาเนื้อหาที่จะสอบแล้วนำ
ผลการสอบมาตรวจให้คะแนนทำการวิเคราะห์คุณภาพคัดเลือกเอาข้อที่มีคุณภาพ
เข้าเกณฑ์ตามจำนวนที่ต้องการถ้าข้อที่เข้าเกณฑ์มีจำนวนมากกว่าที่ต้องการก็ตัดข้อที่มี
เนื้อหามากกว่าที่ต้องการซึ่งเป็นข้อสอบที่มีอำนาจจำแนกต่ำสุดออกตามลำดับนำเอาผล
การสอบที่คิดเฉพาะข้อสอบเข้าเกณฑ์เหล่านั้นมาคำนวณหาค่าความเชื่อมั่น

7. พิมพ์แบบทดสอบฉบับจริงนำข้อสอบที่มีอำนาจจำแนกและระดับ
ความยากเข้าเกณฑ์ตามจำนวนที่ต้องการในขั้นตอนที่ 6 มาพิมพ์เป็นแบบทดสอบฉบับที่
จะใช้จริงซึ่งจะต้องมีคำชี้แจงวิธีทำด้วยและในการพิมพ์นอกจากใช้รูปแบบที่เหมาะสมแล้ว
ควรคำนึงถึงความประหยัดความถูกต้องซึ่งจะต้องตรวจสอบให้ดี

สมนึก ภัททิยธนี (2551, หน้า 97) ได้กล่าวสรุปถึงการสร้าง
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่า

1. ครูผู้สอนควรทำความเข้าใจข้อสอบแต่ละชนิดและทุกครั้งที่จะออก
ข้อสอบชนิดใดควรคำนึงถึงหลักการออกข้อสอบชนิดนั้น ๆ

2. ข้อสอบชนิดใดก็ตามหากมีคุณสมบัติเป็นไปตามคุณลักษณะของ
แบบทดสอบที่ดีหลายประการก็เป็นข้อสอบที่ดีมากเท่านั้น

3. ปัจจุบันนักเรียนมีจำนวนมากการพิมพ์และการตรวจข้อสอบสามารถใช้เครื่องจักรกลแทนการตรวจด้วยคนจึงควรใช้ข้อสอบแบบเลือกตอบ

4. โดยทั่วไปในการสอบแต่ละครั้งน่าจะใช้ข้อสอบเพียง 2 ชนิดก็มีประสิทธิภาพเพียงพอแล้ว ได้แก่ข้อสอบอัตนัยหรือความเรียงกับข้อสอบแบบเลือกตอบ ส่วนข้อสอบชนิดอื่น ๆ น่าจะใช้เป็นเพียงแบบฝึกหัดหรืออาจจะใช้งานทดสอบย่อยเพื่อช่วยจูงใจให้นักเรียนสนใจในวิชาที่กำลังสอนและสามารถพัฒนาให้เป็นข้อสอบ 2 ชนิดนี้ กล่าวคือ

4.1 ถ้าเป็นข้อสอบแบบกาถูก-กาผิดควรพัฒนาให้เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบ

4.2 ถ้าเป็นข้อสอบแบบจับคู่ควรพัฒนาให้เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบชนิดตัวเลือกคงที่

4.3 ถ้าเป็นข้อสอบเติมคำหรือตอบสั้น ๆ ควรพัฒนาให้เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบ (ถ้าให้ตอบสั้น ๆ) หรือแบบอัตนัย (ถ้าให้ตอบยาว ๆ)

สุทธิวรรณ พิศัคคีโสภณ (2561, หน้า 2-3) เนื่องจากแบบทดสอบเป็นเครื่องมือวัดผลชนิดหนึ่งที่มีความสำคัญอันจะทำให้ครูได้ทราบถึงพฤติกรรมการเรียนของผู้เรียน และทราบถึงประสิทธิภาพในการจัดการเรียนการสอน การสร้างแบบทดสอบที่ดีมีคุณภาพจึงไม่ใช่ของง่ายนักสำหรับครูผู้ออกข้อสอบ ดังนั้นจึงควรมีขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบ ดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายของการสอบให้แน่ชัดว่าจะสอบเพื่ออะไร สอบกับใคร ในระดับชั้นใด
2. กำหนดลักษณะของสิ่งที่จะวัดในการสร้างเครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผู้วัดต้องรู้ว่าสิ่งที่ต้องการจะวัดนั้นคืออะไร เช่น ต้องการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วัดจะต้องรู้ว่าในสาระของกลุ่มวิชาคณิตศาสตร์นี้มีจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนอย่างไร ประกอบด้วยเนื้อหาใดบ้างต้องการให้ผู้เรียนบรรลุพฤติกรรมใดบ้างพฤติกรรมเหล่านั้นเป็นอย่างไร ต้องกำหนดให้ชัดเจน ซึ่งอาจศึกษาค้นคว้าจากเอกสาร ตำราและทฤษฎีต่าง ๆ ได้ในขั้นตอนนี้เราอาจพิจารณาจากตารางวิเคราะห์หลักสูตรที่ได้ทำไว้แล้ว

3. กำหนดชนิดของเครื่องมือที่ใช้ในการวัดในการกำหนดชนิดของเครื่องมือที่ใช้วัดนั้นพิจารณาจากคุณลักษณะของสิ่งที่เราจะวัดว่าคืออะไร ซึ่งดูได้จาก

ตารางวิเคราะห์หลักสูตร และต้องดูด้วยว่าวัตถุประสงค์ใด จะวัดกับใคร ที่ไหน เมื่อไร อย่างไรด้วย เพราะเครื่องมือที่ใช้วัดมีหลายชนิด แต่ละชนิดก็เหมาะกับคุณลักษณะที่จะวัดต่างกัน ดังนั้นผู้สร้างต้องรู้ลักษณะของเครื่องมือแต่ละชนิดด้วย

4. เขียนข้อสอบเมื่อกำหนดได้แล้วถึงชนิดของเครื่องมือที่ใช้วัดผลสัมฤทธิ์ ก็เริ่มลงมือเขียนข้อสอบ โดยเขียนให้สอดคล้องกับคุณลักษณะหรือพฤติกรรมที่ต้องการจะวัด และให้ถูกต้องตามหลักวิชาการของการเขียนข้อสอบแต่ละชนิดด้วย

5. ให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาตรวจสอบแก้ไขเมื่อเขียนข้อสอบเสร็จแล้ว ควรให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ ซึ่งผู้เชี่ยวชาญควรประกอบด้วยบุคคล 2 ฝ่าย คือ ผู้เชี่ยวชาญ ในเนื้อหาสาระวิชาและผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ทางด้านวัดผลเป็นผู้พิจารณาคำถามและคำตอบว่าถูกต้องตามหลักวิชาหรือไม่ ข้อสอบวัดได้ตรงตามจุดประสงค์หรือไม่ อีกทั้งภาษาที่ใช้ในการเขียนข้อสอบถูกต้องตามหลักวิชาหรือไม่

6. การทดลองใช้ข้อสอบหลังจากที่ให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาตรวจสอบแก้ไขแล้วก็นำแบบทดสอบไปทดลองใช้แล้วนำผลจากการทดลองมาวิเคราะห์เพื่อหาคุณภาพ และพัฒนาแบบทดสอบต่อไป ในการทดลองใช้อาจต้องทำหลาย ๆ ครั้งจนสามารถพัฒนาแบบทดสอบได้มีคุณภาพเป็นที่พอใจจึงนำไปใช้จริงในการสอบต่อไป

7. สร้างเกณฑ์ในการแปลความหมายคะแนนการสร้างเกณฑ์ในการแปลความหมายคะแนนก็เพื่อต้องการบอกให้ทราบว่า ถ้าบุคคลใดสอบได้คะแนนเท่าไร เขาจะเป็นผู้ที่มีความสามารถหรือมีลักษณะพฤติกรรมอย่างไร

8. การเขียนรายงานและคู่มือการใช้การเขียนรายงานและคู่มือการใช้จะทำให้ผู้นำไปใช้ได้รู้ถึงขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบนั้น และรายละเอียดเกี่ยวกับการดำเนินการสอบว่าจะปฏิบัติอย่างไร คะแนนที่แต่ละคนสอบได้จะแปลความหมายอย่างไร ซึ่งจะเป็นข้อมูลให้ผู้ใช้เลือกใช้แบบทดสอบได้เหมาะสมกับจุดมุ่งหมายในการสอบด้วย

4. ลักษณะของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดี

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่มีคุณภาพย่อมทำให้ผลการวัดที่ได้มีความถูกต้อง แต่ถ้าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ไม่มีคุณภาพย่อมทำให้ผลการวัดมีความผิดพลาด ดังนั้นในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจะต้องศึกษาคุณภาพเครื่องมือ เป็นสิ่งสำคัญที่ต้องให้ความสนใจ ซึ่งลักษณะของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์มีหลายประการ ดังนี้

(สิริพร ทิพย์คง, 2545, หน้า 195)

1. ความเที่ยงตรง หมายถึง แบบทดสอบที่สามารถนำไปวัดในสิ่งที่เราต้องการวัดได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วน ตรงตามจุดประสงค์ที่ต้องการวัด

2. ความเชื่อมั่น หมายถึง แบบทดสอบที่มีความเชื่อมั่น คือ สามารถวัดได้คงที่ไม่ว่าจะวัดกี่ครั้งก็ตาม เช่น ถ้านำแบบทดสอบไปวัดกับนักเรียนคนเดิมคะแนนจากการสอบทั้งสองครั้งควรมีความสัมพันธ์กันดี เมื่อสอบได้คะแนนสูงในครั้งแรกก็ควรได้คะแนนสูงในการสอบครั้งที่สอง

3. ความเป็นปรนัย หมายถึง แบบทดสอบที่มีคำถามชัดเจน เฉพาะเจาะจง ความถูกต้องตามหลักวิชา และเข้าใจตรงกัน เมื่อนักเรียนอ่านคำถามจะเข้าใจตรงกัน ข้อคำถามต้องชัดเจนอ่านแล้วเข้าใจตรงกัน

4. การถามลึก หมายถึง ไม่ถามเพียงพฤติกรรมขั้นความรู้ความจำ โดยถามตามตำราหรือถามตามที่ครูสอน แต่พยายามถามพฤติกรรมขั้นสูงกว่าขั้นความรู้ความจำได้แก่ ความเข้าใจการนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์และการประเมินค่า

5. ความยากง่ายพอเหมาะ หมายถึง ข้อสอบที่บอกให้ทราบว่า ข้อสอบข้อนั้นมีคนตอบถูกมากหรือตอบถูกน้อย ถ้ามีคนตอบถูกมากข้อสอบข้อนั้นก็ง่าย และถ้ามีคนตอบถูกน้อยข้อสอบข้อนั้นก็ยาก ข้อสอบที่ยากเกินความสามารถของนักเรียนจะตอบได้นั้นก็ไม่มีความหมาย เพราะไม่สามารถจำแนกนักเรียนได้ว่าใครเก่งใครอ่อน ในทางตรงกันข้ามถ้าข้อสอบง่ายเกินไปนักเรียนตอบได้หมด ก็ไม่สามารถจำแนกได้เช่นกัน ฉะนั้นข้อสอบที่ดีควรมีความยากง่ายพอเหมาะ ไม่ยากเกินไปไม่ง่ายเกินไป

6. อำนาจจำแนก หมายถึง แบบทดสอบนี้สามารถแยกนักเรียนได้ว่าใครเก่งใครอ่อนโดยสามารถจำแนกนักเรียนออกเป็นประเภท ๆ ได้ทุกระดับอย่างละเอียด ตั้งแต่อ่อนสุดจนถึงเก่งสุด

7. ความยุติธรรม หมายถึง คำถามของแบบทดสอบต้องไม่มีช่องทางชี้แนะให้นักเรียนที่ฉลาดใช้ไหวพริบในการเดาได้ถูกต้อง และไม่เปิดโอกาสให้นักเรียนที่เกียจคร้านซึ่งดูตำราอย่างคร่าว ๆ ตอบได้ และต้องเป็นแบบทดสอบที่ไม่ลำเอียงต่อกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง

จากความหมายข้างต้นผู้วิจัยสรุปได้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ดี ต้องเป็นแบบทดสอบที่มีความเที่ยงตรงความเชื่อมั่น ความเป็นปรนัย ถามลึก มีความยากง่ายพอเหมาะ มีค่าอำนาจจำแนก และมีความยุติธรรม

5. การวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วัดได้โดยการใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ตามแนวคิดของ (Bloom, 1976, p. 45) ถือว่าสิ่งใดก็ตามที่มีปริมาณอยู่จริง สิ่งนั้นสามารถวัดได้ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก็อยู่ภายใต้กรอบแนวคิดดังกล่าว ซึ่งการวัดผลจะเป็นประโยชน์ที่ทำให้ทราบถึงระดับความรู้ ทักษะและเจตคติของผู้เรียน ระดับความรู้ความสามารถตามแนวคิดของบลูมมี 6 ระดับ ดังนี้

1. ความจำ หมายถึง ความสามารถในการจดจำ (Memorization) และระลึกได้ (Recall) เกี่ยวกับความรู้และประสบการณ์ที่ได้รับมาแล้ว
2. ความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการให้ความหมาย แปล สรุป หรือเขียนเนื้อหาที่กำหนดใหม่ได้ โดยที่สาระหลักไม่เปลี่ยนแปลง
3. การนำไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำวัสดุ วิธีการ ทฤษฎีแนวคิด มาใช้ในสถานการณ์ที่แตกต่างจากที่ได้รับการเรียนรู้มา
4. การวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการแยกแยะ จำแนกองค์ประกอบที่สลับซับซ้อนออกเป็นส่วน ๆ ให้เห็นความสัมพันธ์ส่วนย่อย ๆ
5. การสังเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการรวบรวม หรือนำองค์ประกอบส่วนต่าง ๆ มาผสมผสานกัน เพื่อให้เกิดเรื่องใหม่หรือสิ่งใหม่ที่สมบูรณ์และดีกว่าเดิมได้
6. การประเมินค่า หมายถึง ความสามารถในการตัดสิน ดีราคา หรือสรุป เกี่ยวกับคุณค่าของสิ่งต่าง ๆ ออกมาในรูปของคุณธรรมอย่างมีกฎเกณฑ์ที่มีการยอมรับได้ ซึ่งอาจเป็นไปตามเนื้อหาสาระในเรื่องนั้น ๆ

ดังนั้น การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จะเป็นไปตามแนวคิดของบลูม โดยเป็นการวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ทั้งหมด 6 ด้าน ด้านความรู้ความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำไปใช้ ด้านการวิเคราะห์ ด้านการสังเคราะห์ และด้านการประเมินค่า ซึ่งผู้วิจัยได้นำมาใช้เป็นแนวทางในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสำหรับการวิจัยในครั้งนี้

ประสิทธิภาพของเครื่องมือ

1. ความหมายของประสิทธิภาพของเครื่องมือวิจัย

ความหมายของคำว่า ประสิทธิภาพ (Efficiency) มีนักวิชาการหลายท่านได้ให้คำนิยาม ความหมายไว้ ดังนี้

อารมณีย์ เทียนพิทักษะ (2528, หน้า 5) ได้ให้ความหมายของ ประสิทธิภาพ หมายถึง กระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการสอนที่จัดขึ้น เพื่อให้ผู้เรียนเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมไปตามวัตถุประสงค์ ทั้งทางด้านวิชาการและบุคลิกลักษณะ

สวัสดิ์ กาญจนสุวรรณ (2542, หน้า 4) ได้ให้ความหมายว่า ประสิทธิภาพ หมายถึง การใช้ทรัพยากรและเวลาที่น้อย แต่งานบรรลุเป้าประสงค์ และมีคุณภาพ

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2556, หน้า 7) ได้ให้ความหมายว่า ประสิทธิภาพ คือ สภาวะหรือคุณภาพของสมรรถนะในการดำเนินงาน เพื่อให้งานเกิดความสำเร็จบรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้ โดยใช้เวลา ความพยายามและค่าใช้จ่ายค้ำค่าที่สุดตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ โดยกำหนดเป็นอัตราส่วนหรือร้อยละ

จากความหมายข้างต้นผู้วิจัยสรุปได้ว่า ประสิทธิภาพ หมายถึง ความสามารถในการดำเนินงานด้านต่าง ๆ ให้สำเร็จบรรลุเป้าหมายตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ โดยใช้ทรัพยากรที่มีอยู่อย่างคุ้มค่าและให้เกิดประโยชน์มากที่สุด

2. การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพของเครื่องมือวิจัย

ระดับประสิทธิภาพของสื่อการสอนจะช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ เป็นระดับที่ผู้ผลิตสื่อการสอนจะพึงพอใจว่าหากสื่อการสอนมีประสิทธิภาพถึงระดับนั้นแล้ว แสดงว่าสื่อการสอนนั้นมีคุณค่าที่จะนำไปสอนนักเรียน และคุ้มกับการลงทุนผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก

เกริก ท่วมกลาง และจินตนา ท่วมกลาง (2555, หน้า 13-14) เกณฑ์ประสิทธิภาพ (E_1/E_2) มีความหมายแตกต่างกันหลายลักษณะในที่นี้จะยกตัวอย่าง $E_1/E_2 = 80/80$ ดังนี้

1. เกณฑ์ 80/80 ในความหมายที่ 1 ตัวเลข 80 ตัวแรก E_1 คือ นักเรียนทั้งหมดทำแบบฝึกหัดหรือแบบทดสอบย่อยได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 คือ เป็นประสิทธิภาพของกระบวนการ ส่วนตัวเลข 80 ตัวหลัง E_2 คือ นักเรียนทั้งหมดที่ทำ

แบบทดสอบหลังเรียน (Post-Test) ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 คือ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ หาค่าเฉลี่ย E_1 และ E_2

2. เกณฑ์ 80/80 ในความหมายที่ 2 ตัวเลข 80 ตัวแรก E_1 คือ จำนวนผู้เรียนร้อยละ 80 ทำแบบทดสอบย่อยหลังเรียน (Post-Test) ได้คะแนนร้อยละ 80 ทุกคน ส่วนตัวเลข 80 ตัวหลัง E_2 คือ นักเรียนทั้งหมดทำแบบทดสอบหลังเรียนครั้งนั้นได้คะแนนจากการทดสอบหลังเรียนถึงร้อยละ 80

3. เกณฑ์ 80/80 ในความหมายที่ 3 ตัวเลข 80 ตัวแรก E_1 คือ จำนวนนักเรียนทั้งหมดทำแบบทดสอบหลังเรียน (Post-Test) ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 ส่วนตัวเลข 80 ตัวหลัง E_2 คือ คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 ที่นักเรียนทำเพิ่มขึ้นจากแบบทดสอบหลังเรียน (Post-Test) โดยเทียบจากคะแนนที่ทำได้ก่อนการเรียนตัวอย่าง ตัวเลข 80 ตัวหลัง E_2 คือคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 ที่นักเรียนทำเพิ่มจากแบบทดสอบหลังเรียนโดยเทียบกับคะแนนที่ทำได้ก่อนการเรียน

4. เกณฑ์ 80/80 ในความหมายที่ 4 ตัวเลข 80 ตัวแรก E_1 คือ นักเรียนทั้งหมดทำแบบทดสอบหลังเรียนได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 ส่วนตัวเลข 80 ตัวหลัง E_2 หมายถึง นักเรียนทั้งหมดทำแบบทดสอบหลังเรียนแต่ละข้อถูกมีจำนวนร้อยละ 80 (ถ้านักเรียนทำข้อสอบข้อใดถูกมีจำนวนนักเรียนไม่ถึงร้อยละ 80 แสดงว่าสื่อไม่มีประสิทธิภาพและชี้ให้เห็นว่าจุดประสงค์ที่ตรงกับข้อนั้นมีความบกพร่อง)

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2556, หน้า 8) อธิบายเกณฑ์การกำหนดประสิทธิภาพของสื่อว่า การที่จะกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพของสื่อการสอนนั้น เป็นขีดจำกัดที่จะยอมรับว่า สิ่งใดหรือพฤติกรรมใดมีคุณภาพและหรือปริมาณที่จะรับได้ การตั้งเกณฑ์ ต้องตั้งไว้ครั้งแรกครั้งเดียว เพื่อจะปรับปรุงคุณภาพให้ถึงเกณฑ์ขั้นต่ำที่ตั้งไว้ จะตั้งเกณฑ์การทดสอบประสิทธิภาพไว้ต่างกันไม่ได้ เช่น เมื่อมีการทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว ตั้งเกณฑ์ไว้ 60/60 แบบกลุ่ม ตั้งไว้ 70/70 ส่วนแบบสนาม ตั้งไว้ 80/80 ถือว่าเป็นการตั้งเกณฑ์ที่ไม่ถูกต้อง หนึ่งเนื่องจากเกณฑ์ที่ตั้งไว้เป็นเกณฑ์ต่ำสุด ดังนั้น หากการทดสอบคุณภาพของสิ่งใดหรือพฤติกรรมใดได้ผลสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 หรืออนุโลมให้มีความคลาดเคลื่อนต่ำหรือสูงกว่าค่าประสิทธิภาพที่ตั้งไว้เกิน 2.5 ก็ให้ปรับเกณฑ์ขึ้นไปอีกหนึ่งขั้น แต่หากได้ค่าต่ำกว่าค่าประสิทธิภาพที่ตั้งไว้ ต้องปรับปรุงและนำไปทดสอบประสิทธิภาพใช้หลายครั้งในภาคสนามจนได้ค่าถึงเกณฑ์ที่กำหนดไว้

การวิจัยในครั้งนี้ได้กำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ไว้ 80/80 โดยใช้ตามความหมายในลักษณะที่ 1 คือ ตัวเลข 80 ตัวแรก คือ E_1 คือ ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการทดสอบย่อยระหว่างเรียน ส่วน 80 ตัวหลัง E_2 คือ ร้อยละของคะแนนที่เฉลี่ยได้จากการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน (Post-Test) ของนักเรียนทุกคนที่ใช้ในการทดลองในครั้งนี้

ความพึงพอใจ

1. ความหมายของความพึงพอใจ

การจัดการเรียนรู้ให้ประสบความสำเร็จนั้นผู้สอนต้องคำนึงถึงความพึงพอใจของผู้เรียนเป็นสิ่งสำคัญ เพราะเป็นผลของการแสดงออกด้านเจตคติรูปหนึ่งที่มีต่อประสบการณ์ที่มนุษย์ได้รับหากผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้มาก ย่อมส่งผลถึงประสิทธิภาพในการเรียนมาก ซึ่งจากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของความพึงพอใจไว้ ดังนี้

ธีรพงศ์ แก่นอินทร์ (2545, หน้า 34-45) ได้ให้ความหมายความพึงพอใจต่อการเรียนการสอนว่าเป็นความรู้สึกพึงพอใจต่อการปฏิบัติของนักศึกษาในระหว่างการเรียนการสอน การปฏิบัติของอาจารย์ผู้สอน และสภาพบรรยากาศโดยทั่วไปของการเรียนการสอน

กาญจนา อรุณสุขขรจี (2546, หน้า 5) ได้กล่าวถึง ความพึงพอใจของมนุษย์เป็นการแสดงออกทางพฤติกรรมที่เป็นนามธรรม ไม่สามารถมองเห็นเป็นรูปร่างได้ การที่เราจะทราบว่า บุคคลมีความพึงพอใจหรือไม่ สามารถสังเกตโดยการแสดงออกที่ค่อนข้างสลับซับซ้อนและต้องมีสิ่งที่ตรงต่อความต้องการของบุคคล จึงจะทำให้บุคคลเกิดความพึงพอใจ ดังนั้น การสร้างสิ่งเร้าจึงเป็นแรงจูงใจของบุคคลนั้นให้เกิดความพึงพอใจในงานนั้น

วิไลลักษณ์ โภคาพานิชย์ (2559, หน้า 57) กล่าวว่า ความพึงพอใจหมายถึง ความคิดเห็นหรือความรู้สึกที่มีต่อการปฏิบัติงานอย่างใดอย่างหนึ่ง ซึ่งมีผลอย่างยิ่งต่อการปฏิบัติงานนั้น ๆ ให้สำเร็จลงได้ด้วยดีตามวัตถุประสงค์ หรือตามเป้าหมาย

จากทฤษฎีข้างต้นที่ได้กล่าวมา ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า ความพึงพอใจหมายถึง ความรู้สึกหรือทัศนคติของบุคคลในทางบวก ความชอบ ความสบายใจ

ความสนใจต่อการจัดการเรียนรู้และสภาพแวดล้อมในด้านต่าง ๆ ซึ่งจะเกิดขึ้นหลังผู้เรียนได้รับการจัดการเรียนรู้นั้น ๆ

2. การวัดความพึงพอใจ

ผู้วิจัยได้ศึกษาจำแนกประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังนี้

ความพึงพอใจเกิดขึ้นหรือไม่ขึ้นอยู่กับกระบวนการจัดการเรียนรู้ ประกอบกับระดับ ความรู้สึกของนักเรียนดังนั้นในการวัด ความพึงพอใจในการเรียนรู้ กระทำได้หลายวิธี ต่อไปนี้ สาโรจน์ ไสยสมบัติ (2534, หน้า 39)

1. การใช้แบบสอบถามซึ่งเป็นวิธีที่นิยมใช้มากอย่างแพร่หลายวิธีหนึ่ง
2. การสัมภาษณ์ซึ่งเป็นวิธีที่ต้องอาศัย เทคนิคและความชำนาญ พิเศษของผู้สัมภาษณ์ที่จะจูงใจให้ผู้ตอบคำถามตามข้อเท็จจริง
3. การสังเกต เป็นการสังเกตพฤติกรรมทั้ง ก่อนการปฏิบัติกิจกรรม ขณะปฏิบัติกิจกรรมและหลังการปฏิบัติกิจกรรมจะเห็นได้ว่าการวัดความพึงพอใจในการเรียนรู้สามารถที่จะวัดได้หลายวิธี ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความ สะดวกความเหมาะสม ตลอดจนจุดมุ่งหมาย หรือเป้าหมายของการวัดด้วยจึงจะส่งผลให้การวัดนั้น มีประสิทธิภาพ น่าเชื่อถือ

อมรลักษณ์ ปรีชาหาญ (2535, หน้า 44) ได้กล่าวถึง การวัดความพึงพอใจ ได้หลายวิธี ดังนี้

1. การสังเกต เป็นการวัดความพึงพอใจโดยผู้สอบถามจะสังเกต พฤติกรรมของบุคคลเป้าหมาย ไม่ว่าจะเป็นการแสดงออกทางการพูด การแสดงออก ทางกิริยาท่าทาง วิธีนี้ผู้สอบถามต้องอาศัยการกระทำอย่างจริงจังและการสังเกต อย่างมีระเบียบแบบแผน
2. การสัมภาษณ์ เป็นการวัดความพึงพอใจซึ่งต้องอาศัยเทคนิค และวิธีการที่ดี ซึ่งจะส่งผลให้ผู้สอบถามได้รับข้อมูลที่เป็นจริงได้
3. การใช้แบบสอบถาม เป็นการวัดความพึงพอใจโดยผู้สอบถาม จะต้องออกแบบสอบถามเพื่อต้องการทราบความคิดเห็นจากบุคคลเป้าหมาย ได้แก่ ลักษณะที่กำหนดคำตอบให้เลือกหรือตอบคำถามอิสระ โดยคำถามดังกล่าวอาจเป็น คำถามความพึงพอใจในด้านต่าง ๆ เช่น การควบคุมงาน การบริการ และเงื่อนไขต่าง ๆ

จากทฤษฎีข้างต้นที่ได้กล่าวมา ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า คือการใช้แบบสอบถามในการวัดความพึงพอใจชนิดปลายปิด แบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ เพื่อวัดความรู้สึกชื่นชอบ พอใจของนักเรียน ที่มีต่อการเรียนรู้ในกิจกรรมการเรียนรู้ โดยวัดความพึงพอใจ 4 ด้าน ดังนี้ ด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้ ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านสื่ออุปกรณ์การเรียนรู้ และด้านการวัดและประเมินผล

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยในประเทศ

วิชุดชญา จิตรรักศิลป์, ถาดทอง ปานศุภวัชร และนิติธาร ชูทรัพย์ (2560, หน้า 87) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยการจัดการการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง แรง การเคลื่อนที่ และพลังงาน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยมีความมุ่งหมายเพื่อ 1) พัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 2) เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา 3) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา 4) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษากลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 16 คน โรงเรียนบ้านอนุโคภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบประเมินความพึงพอใจ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการวิเคราะห์ค่าทีแบบกลุ่มที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test for Dependent Samples) ผลการวิจัย พบว่า 1) การจัดการเรียนรู้โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง แรง การเคลื่อนที่และพลังงาน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีประสิทธิภาพ 76.56/78.75 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 75/75 2) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 3) ผลสัมฤทธิ์ทางการ

เรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 4) ความพึงพอใจของนักเรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาอยู่ในระดับความพึงพอใจมากที่สุด

กรวิทย์ เกื้อคลัง (2561, หน้า 124) ได้ศึกษาเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง สภาพสมดุล และสภาพยืดหยุ่นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งการวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองแบบกลุ่มทดลองกลุ่มเดียวโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่องสภาพสมดุล และสภาพยืดหยุ่นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา และศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์เรื่อง สภาพสมดุล และสภาพยืดหยุ่นของนักเรียนจากการประเมินตามสภาพจริง กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายโรงเรียนพิชัยรัตนาคาร ปีการศึกษา 2561 จำนวนนักเรียน 10 คน เครื่องมือในการวิจัยได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาวิชาฟิสิกส์เรื่องการออกแบบสร้างหอคอยรับน้ำหนักผ่านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมจำนวน 1 แผน 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาฟิสิกส์เรื่อง สภาพสมดุลและสภาพยืดหยุ่น แบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ สถิติที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และความเชื่อมั่นผลวิจัยพบว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์เรื่องสภาพสมดุล และสภาพยืดหยุ่นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 5 โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง สภาพสมดุล และสภาพยืดหยุ่นของนักเรียนจากการประเมินตามสภาพจริงผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75 โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เกิดพฤติกรรมการเรียนรู้คิดเป็นร้อยละในแต่ละด้านตามลำดับ คือ ด้านความจำร้อยละ 75 ด้านความเข้าใจร้อยละ 75 ด้านการนำไปใช้ร้อยละ 75 ด้านการวิเคราะห์ร้อยละ 55 ด้านการสังเคราะห์ร้อยละ 50 และด้านการประเมินผลร้อยละ 50

สุริยนต์ คุณารักษ์ (2561, หน้า 35) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่องชีวิตกับสิ่งแวดล้อม โดยจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งการวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อ 1) พัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 2)เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียน

โดยจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา 3) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน และหลังเรียนของนักเรียน โดยจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา 4) ศึกษาความพึงพอใจ ของนักเรียนที่มีต่อการเรียน โดยจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 12 คน โรงเรียนบ้านเตาไหสร้างแก้ว ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบประเมินความพึงพอใจสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน และการวิเคราะห์ค่าที่แบบกลุ่มที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test for Dependent Samples) ผลการวิจัยพบว่า

- 1) การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษามีประสิทธิภาพเท่ากับ 79.58/78.89 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 75/75
- 2) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียน โดยจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
- 3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนโดยจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
- 4) ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนโดยจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา อยู่ในระดับมากที่สุด

ศิริพร ศรีจันทร์ (2561, หน้า 127-128) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ โดยใช้โครงการเป็นฐานเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาการจัดการเรียนรู้วิชา คณิตศาสตร์ 1 ของนักศึกษาสาขาคณิตศาสตร์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษา กระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงการเป็น ฐานในวิชาการจัดการเรียนรู้วิชา คณิตศาสตร์ 1 ของนักศึกษาสาขาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัย ราชภัฏเลย 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงการเป็นฐานใน วิชาการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ 1 ของนักศึกษาสาขาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย 3) ศึกษาความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ โดยใช้โครงการเป็นฐาน ในวิชาการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ 1 ของนักศึกษาสาขาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย กลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาชั้นปีที่ 4 สาขาคณิตศาสตร์คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย จำนวน 33 คน ได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Sampling) มีห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงการเป็นฐาน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์แบบสังเกต แบบสัมภาษณ์ แบบประเมินผลโครงการ แบบสอบถามความพึงพอใจ สถิติที่ใช้ในการ

วิเคราะห์ข้อมูลได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน และการวิเคราะห์เนื้อหา การทดสอบค่าที่แบบกลุ่มที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test for Dependent Samples) ผลการวิจัยพบว่า 1) กระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงการเป็นฐานในวิชาการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ 1 ของนักศึกษาสาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย ประกอบด้วย การวางแผนและจัดทำโครงการเรื่องการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยบูรณาการ ผีตาโชน การศึกษาแนวคิดหลักการเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ และการศึกษาดูงานเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ในสถานศึกษา การศึกษาดูงานที่พิพิธภัณฑ์ท้องถิ่นเมืองด่านซ้าย (ผีตาโชน) (ประวัติความเป็นมาของผีตาโชนกระบวนการทำหน้ากากผีตาโชน) การเก็บรวบรวมข้อมูล และการเขียนรายงานผลโครงการเรื่องการจัดการเรียนรู้โดยบูรณาการผีตาโชน รวมทั้งการนำเสนอผล

รสสุคนธ์ อินทฤฎากร สวัสดิ์วงศ์ชัย, ถาดทอง ปานศุภวัชร และนิติธาร ชูทรัพย์ (2562, หน้า 85) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับการใช้ผังมโนทัศน์ เรื่อง แรงและความดัน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งการวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อ 1) พัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับการใช้ผังมโนทัศน์ เรื่อง แรงและความดัน ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 2) เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับการใช้ผังมโนทัศน์ 3) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับการใช้ผังมโนทัศน์ 4) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ต่อการเรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับการใช้ผังมโนทัศน์ กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบ้านม่วงวิทยา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 29 คน ได้มาจากวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย ประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับการใช้ผังมโนทัศน์ 2) แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 4) แบบประเมินความพึงพอใจ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการวิเคราะห์ค่าที่แบบกลุ่มที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test for Dependent Samples) ผลการวิจัยพบว่า 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับการใช้ผังมโนทัศน์ เรื่องแรงและความดัน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

มีประสิทธิภาพ 78.97/79.25 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ 75/75 2) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 หลังเรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับการใช้ผังมโนทัศน์สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 หลังเรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับการใช้ผังมโนทัศน์ สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 4) ความพึงพอใจของนักเรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับการใช้ผังมโนทัศน์ อยู่ในระดับมากที่สุด

ปรียา โคตรสาลี, ถาดทอง ปานศุภวัชร และอรุณรัตน์ คำแหงพล (2563, หน้า 196) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่องสารในชีวิตประจำวันโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังกราฟิก ซึ่งการวิจัยนี้มีความมุ่งหมายเพื่อ 1) สร้างและหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังกราฟิก เรื่องสารในชีวิตประจำวัน ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 2) เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน 3) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน 4) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังกราฟิก กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนอนุบาลเจริญศิลป์ จำนวน 32 คน โดยการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังกราฟิก แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบวัดความพึงพอใจสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่า t-test ผลการวิจัยพบว่า 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังกราฟิกเรื่องสารในชีวิตประจำวันมีประสิทธิภาพเท่ากับ 78.63/79.61 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 75/75 ที่กำหนดไว้ 2) ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 4) ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังกราฟิก อยู่ในระดับมากที่สุด

ดังนั้นจากการศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เมื่อนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้จะทำให้ผู้เรียนสามารถปฏิบัติด้วยตนเอง ศึกษาค้นคว้าหาความรู้และสามารถหาวิธีต่าง ๆ ในการแก้ปัญหาความสามารถ

ของนักเรียน ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สูงกว่าก่อนเรียน ทำให้ระดับผลการเรียนของนักเรียนในกลุ่มสาระวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มสูงขึ้น และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา มีความสนุกสนาน มองเห็นประโยชน์ของการใช้เทคโนโลยีและการออกแบบทางวิศวกรรมมาใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้อย่างเหมาะสม

2. งานวิจัยต่างประเทศ

Asghar, Ellington, Rice, Johnson & Prime (2012, p. 85) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การพัฒนาโปรแกรมสำหรับครูวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาเพื่อส่งเสริมสมรรถนะในการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา โดยใช้สถานการณ์ที่เน้นปัญหา โดยมีวัตถุประสงค์ของงานวิจัยเพื่อศึกษาแนวคิดหลักในการจัดการเรียนรู้แบบเน้นปัญหาที่มีต่อการบูรณาการสะเต็มศึกษา อุปสรรคของการใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา และการจัดการเรียนรู้ที่เน้นปัญหาเป็นฐานผู้วิจัยศึกษาข้อมูลพื้นฐาน โดยการสัมภาษณ์ สัมภาษณ์ สัมภาษณ์ การสนทนากลุ่ม ศึกษาความเข้าใจ และการรับรู้เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบเน้นปัญหาของครูเพื่อใช้ในการบูรณาการรายวิชาสะเต็ม ผู้วิจัยประเมินผลการจัดการเรียนรู้แบบเน้นปัญหาของครูโดยการสังเกตพฤติกรรมของครู การสนทนาเมื่อสิ้นสุดการอบรมเชิงปฏิบัติการ และสัมภาษณ์ครู จำนวน 12 คน เป็นเวลา 15-20 นาที และให้ครูสะท้อนผลการอบรมเชิงปฏิบัติการ ผลการวิจัยพบว่า การพัฒนาโปรแกรมสำหรับครูเพื่อยกระดับความเข้าใจและความสามารถในการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการของครูในระดับชั้นมัธยมศึกษาในโรงเรียน นอกจากนี้ควรพัฒนาครูให้มีความสามารถในการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาในอนาคต

Diana (2012, p. 2) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้บูรณาการ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน โดยใช้นักเรียนเกรด 3 เป็นกรณีศึกษา ให้ทำโครงงานในหัวข้อ เรื่อง ดาวอังคารในจินตนาการ โดยมีขั้นตอนการจัดกิจกรรมเริ่มต้นด้วย การตรวจสอบความพื้นฐาน ให้จินตนาการ ศึกษาค้นคว้าสำรวจตรวจสอบ สร้างสรรค์ออกแบบโมเดล ดาวอังคาร และแลกเปลี่ยนความคิดเห็นการออกแบบของตัวเองให้เพื่อน ๆ ได้รู้จากผลการศึกษา พบว่าการจัดการเรียนรู้บูรณาการ STEM ในการให้นักเรียนได้ทำโครงงานส่งผลทำให้นักเรียนสามารถถ่ายโอนความรู้และทักษะสู่การแก้ปัญหาในชีวิตจริงที่เผชิญหน้า และประยุกต์ใช้กับปัญหาใหม่ ๆ ที่เกิดขึ้นในสภาพภาคหน้าได้ เพิ่มแรงจูงใจในการเรียนรู้เพิ่มขึ้นและมีผลทดสอบในวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์เพิ่มสูงขึ้นด้วย

Tawfik, Trueman & Trueman (2014, pp. 1–10) ได้ทำการศึกษากำหนดการจัดการเรียนการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ Problem-Based Learning และ Service Learning ในวิชาชีววิทยาให้กับนักเรียนที่ไม่ใช่สาขาวิทยาศาสตร์ โดยต้องการให้นักเรียนได้เรียนรู้แนวคิดทางชีววิทยาให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการทำควาสะอาดทะเลสาบในมหานครชิคาโก ผลการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษาโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ Problem-Based Learning และ Service Learning ทำให้ผลคะแนนการเรียนของนักเรียนสูงขึ้น จากคะแนนผลการทดสอบก่อนเรียนพบว่านักเรียนได้คะแนน 34.5% และหลังเรียนได้คะแนน 56.7% และผล t-test แสดงถึงการบูรณาการระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบ Problem-Based Learning และ Service Learning ทำให้ผลคะแนนของนักเรียนมีนัยสำคัญทางสถิติที่ดีขึ้น

John, Bettye, Ezra & Robert (2016, pp. 34–39) การศึกษาได้ดำเนินการเพื่อตรวจสอบว่าโปรแกรมการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ STEM มีผลกระทบต่อนักเรียนมัธยมปลายในภาคตะวันออกเฉียงใต้ของสหรัฐอเมริกาอย่างน้อยเพียงใด โปรแกรมนี้เป็นผลงานของครู 3 คนในสาขาฟิสิกส์ คณิตศาสตร์และวิศวกรรมและเทคโนโลยี ที่ร่วมมือกันเพื่อเสนอโปรแกรม STEM แบบบูรณาการภายในสถาบัน STEM ของโรงเรียนมัธยม ครูจัดโครงสร้างเนื้อหาหลักสูตรในหัวข้อเดียวกับที่เรียนในภาคทฤษฎี (ฟิสิกส์) โดยใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์ในเวลาที่เหมาะสมกับกลุ่มนักเรียนในสถาบัน STEM ที่เข้าร่วม บทความนี้นำเสนอข้อค้นพบของการมีส่วนร่วมของกลุ่มนักเรียน (ผ่านมุมมอง) สามภาคและภาพการศึกษาของครู นักเรียน 20 คนเข้าร่วมในการศึกษาครั้งนี้คะแนนเฉลี่ยสำหรับระดับการมีส่วนร่วมในไตรภาคสำหรับสาขาวิชา STEM และอาชีพ STEM อยู่ในช่วงตั้งแต่ 4.10 ถึง 6.21 ในระดับ 7 คะแนน แสดงถึงการมีส่วนร่วมในระดับสูงคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการรับได้เท่ากับ 4.30 ด้านข้อมูล 4.35 และกลุ่มในประเภทนี้เป็นนักเรียนผิวขาวมีคะแนนเฉลี่ยสูงสุดทั้งด้านความรู้และด้านข้อมูล นอกจากนี้นักเรียนชายมีความรู้สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 2.50 ถึง 4.00 ในระดับ 5

Thibaut, Knipprath, Dehaene & Depaepe (2018, pp. 190–205) การวิจัยในครั้งนี้เป็นการสร้างแบบจำลองโครงสร้างความสมดุล เพื่อตรวจสอบอิทธิพลของทัศนคติของครูและบริบทของโรงเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้สะเต็มศึกษาซึ่งเป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี

วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ เพื่อให้ได้ข้อมูลเชิงลึกเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา สำหรับลักษณะเด่นของสะเต็มศึกษา สามารถนำความรู้ที่ได้จากกิจกรรมการเรียนรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

จากการศึกษาเอกสารงานวิจัยต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับผู้วิจัยพบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาการเรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติจริง สืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง โดยจะจัดการเรียนรู้แบบเน้นปัญหาเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และยกระดับผลการเรียนของนักเรียนในวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ให้สูงขึ้น นอกจากนี้ ประโยชน์ของเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์ นักเรียนสามารถนำมาใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันกับสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริง และส่งเสริมให้นักเรียนมีความรู้ ความสามารถที่จะดำรงชีวิตอย่างมีคุณภาพในอนาคต

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยเรื่อง การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังโน้ตค้น เรื่อง แรงโน้มถ่วงของโลก และตัวกลางของแสง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนอนุบาลเมืองเสลภูมิ ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาดังต่อไปนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย
2. แบบแผนการวิจัย
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การสร้างและหาประสิทธิภาพของเครื่องมือ
5. การเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การวิเคราะห์ข้อมูล
7. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนอนุบาลเมืองเสลภูมิ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาร้อยเอ็ด เขต 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 5 ห้องเรียน นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4/1 จำนวน 28 คน นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4/2 จำนวน 26 คน นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4/3 จำนวน 30 คน นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4/4 จำนวน 26 คน และนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4/5 จำนวน 25 คน รวมจำนวนนักเรียนทั้งหมด 135 คน

2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4/3 โรงเรียนอนุบาลเมืองเสลภูมิ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาร้อยเอ็ด เขต 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 1 ห้องเรียน นักเรียนทั้งหมด 30 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม

3. แบบแผนการวิจัย

การศึกษาค้นคว้าในครั้งนี้ ผู้วิจัยดำเนินการทดลองโดยใช้แบบแผนการทดลองแบบกลุ่มเดียว One Group Pretest-Posttest Design โดยมีแบบแผนการทดลองดังตาราง 6 (ชูศรี วงศ์รัตน์ และองอาจ นัยพัฒน์, 2551, หน้า 55)

ตาราง 6 แบบแผนการทดลองแบบ One Group Pretest – Posttest Design

กลุ่มตัวอย่าง	ก่อนการทดลอง	ตัวแปรอิสระ	หลังการทดลอง
E	T ₁	X	T ₂

ความหมายของสัญลักษณ์

E แทน กลุ่มตัวอย่าง

T₁ แทน การทดสอบก่อนการทดลอง (Pre-test)

X แทน การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังมโนทัศน์

T₂ แทน การทดสอบหลังการทดลอง (Post-test)

เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

1. ลักษณะเครื่องมือ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ประกอบด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

1.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังมโนทัศน์ เรื่อง แรงโน้มถ่วงของโลกและตัวกลางของแสง สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 4 แผน ประกอบด้วย

แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1 ผลของแรงโน้มถ่วงของโลก

แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 2 แรงดึงดูดของโลกกับน้ำหนักของวัตถุ

แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 3 มวลกับการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ของวัตถุ

แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 4 ตัวกลางของแสง

โดยในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้จะประกอบด้วย มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ กระบวนการจัดการเรียนรู้ สื่อ อุปกรณ์ และแหล่งเรียนรู้ ชิ้นงาน/ภาระงาน การวัดและประเมินผล และเครื่องมือที่ใช้ประเมิน

1.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1.2.1 แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

เรื่อง แรงโน้มถ่วงของโลกและตัวกลางของแสง แบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

1.2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

เรื่อง แรงโน้มถ่วงของโลกและตัวกลางของแสง แบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ โดยยึดเนื้อหาจุดประสงค์ การเรียนรู้ทั้งหน่วยการเรียนรู้ ซึ่งได้จากการวิเคราะห์ ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

1.2.3 แบบสอบถามความพึงพอใจ ของนักเรียนที่มีต่อการจัด

การเรียนรู้ตามแบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังมโนทัศน์ เรื่อง แรงโน้มถ่วงของโลกและตัวกลางของแสง ของนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 4 โดยสร้างตามวิธีการวัดของ Likert

ซึ่งเป็นคำถามที่มีลักษณะการตอบแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) มี 5 ระดับ เป็นคำถามเชิงอนุमान ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจำนวน 20 ข้อ ประกอบด้วยเนื้อหา 4 ด้าน ได้แก่ ด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้ ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านสื่ออุปกรณ์การเรียนรู้ และด้านการวัดการประเมินผล

การสร้างและหาประสิทธิภาพของเครื่องมือ

ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พร้อมดำเนินการสร้างและพัฒนาคุณภาพเครื่องมือแต่ละประเภทตามขั้นตอน ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังมโนทัศน์ เรื่อง แรงโน้มถ่วงของโลกและตัวกลางของแสง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

1.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คู่มือครู และหนังสือเรียนตามหลักสูตรสถานศึกษา โรงเรียนอนุบาลเมืองเสลภูมิ อำเภอเสลภูมิ จังหวัดร้อยเอ็ด

1.2 ศึกษาหลักการและทำความเข้าใจกับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังมโนทัศน์

1.3 ศึกษารายละเอียดของเนื้อหาวิชาที่จะนำมาสร้างแผนการจัดการเรียนรู้

1.4 ศึกษาการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ คุณลักษณะอันพึงประสงค์/ สมรรถนะที่สำคัญ กิจกรรมการเรียนรู้ ใบกิจกรรม/ชิ้นงาน และการวัดผลประเมินผล ดังรายละเอียด แสดงดังตาราง 7

ตาราง 7 แสดงการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของ ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ สมรรถนะที่สำคัญ กิจกรรมการเรียนรู้ ใบกิจกรรม/ชิ้นงาน และการวัดผลประเมินผล เรื่อง ผลของแรงโน้มถ่วงของโลก ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	คุณลักษณะอันพึงประสงค์	สมรรถนะที่สำคัญ	กิจกรรมการเรียนรู้	ใบกิจกรรม/ชิ้นงาน	การวัดผลประเมินผล
ว 2.2 ป.4/1 ระบุผลของแรงโน้มถ่วงที่มีต่อวัตถุจากหลักฐานเชิงประจักษ์	- แรงโน้มถ่วงของโลกหรือแรงดึงดูดที่โลกกระทำต่อวัตถุ มีทิศทางเข้าสู่ศูนย์กลางของโลก	1. นักเรียนสามารถอธิบายลักษณะของแรงโน้มถ่วงที่กระทำต่อวัตถุได้ 2. สังเกตอธิบายผลของแรงโน้มถ่วงของโลกที่มีต่อวัตถุได้	1. ทักษะการสังเกต 2. ทักษะการวัด 3. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา 4. ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล 5. ทักษะการพยากรณ์ 6. ทักษะการทดลอง	1. มีวินัย รับผิดชอบ 2. ใฝ่เรียนรู้ 3. มุ่งมั่นในการทำงาน 4. มีจิตสาธารณะ	1. ความสามารถในการสื่อสาร 2. ความสามารถในการคิด 3. ความสามารถในการแก้ไขปัญหา 4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต 5. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี	การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังมโนทัศน์	1. ใบงานกิจกรรมฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 2. การนำเสนอรูปแบบผังมโนทัศน์ 3. ชิ้นงานร่วมชูชีพต้านแรงโน้มถ่วงของโลก	1. แบบทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน 2. แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 3. แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์และสมรรถนะที่สำคัญของผู้เรียน 4. แบบสอบถามความพึงพอใจ

ตาราง 7 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	คุณลักษณะอันพึงประสงค์	สมรรถนะที่สำคัญ	กิจกรรมการเรียนรู้	ใบกิจกรรม/ชิ้นงาน	การวัดผลประเมินผล
ว 2.2 ป.4/2 ใช้เครื่องชั่งสปริงในการวัดน้ำหนักของวัตถุ	- น้ำหนักวัตถุ - วัตุน้ำหนักของวัตถุ - เครื่องชั่งสปริง	1. เพื่อสังเกตและอธิบายการหาน้ำหนักโดยใช้เครื่องชั่งสปริงได้ 2. เพื่อทำการทดลองหาน้ำหนักของวัตถุด้วยเครื่องชั่งสปริงได้	1. ทักษะการสังเกต 2. ทักษะการวัด 3. ทักษะการพยากรณ์ 4. ทักษะการจำแนกประเภท 5. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายของข้อมูล 6. ทักษะการตั้งสมมติฐาน	1. มีวินัย รับผิดชอบ 2. ใฝ่เรียนรู้ 3. มุ่งมั่นในการทำงาน 4. มีจิตสาธารณะ	1. ความสามารถในการสื่อสาร 2. ความสามารถในการคิด 3. ความสามารถในการแก้ไขปัญหา 4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต 5. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี	การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ร่วมกับผังมโนทัศน์	1. ใบงานกิจกรรมฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 2. การนำเสนอรูปแบบผังมโนทัศน์ 3. ชิ้นงานจากกิจกรรม	1. แบบทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน 2. แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 3. แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์และสมรรถนะที่สำคัญของผู้เรียน 4. แบบสอบถามความพึงพอใจ

ตาราง 7 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	คุณลักษณะอันพึงประสงค์	สมรรถนะที่สำคัญ	กิจกรรมการเรียนรู้	ใบกิจกรรม/ชิ้นงาน	การวัดผลประเมินผล
ว 2.2 ป.4/3 บรรยายมวลของวัตถุที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ของวัตถุจากหลักฐานเชิงประจักษ์	- มวล คือ ปริมาณเนื้อของสสารทั้งหมด - การเคลื่อนที่ของวัตถุ - วัตถุที่มีมวลมากจะเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ได้ยากกว่าวัตถุที่มีมวลน้อย	1. เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างมวลของวัตถุที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ของวัตถุได้ 2. ทดลองความสัมพันธ์ระหว่างมวลและการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ของวัตถุได้	1. ทักษะการสังเกต 2. ทักษะการวัด 3. ทักษะการคำนวณประเภท 4. ทักษะการจำแนกประเภท 5. ทักษะการตั้งสมมติฐาน 6. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ 7. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร 8. ทักษะการทดลอง	1. มีวินัย รับผิดชอบ 2. ใฝ่เรียนรู้ 3. มุ่งมั่นในการทำงาน 4. มีจิตสาธารณะ	1. ความสามารถในการสื่อสาร 2. ความสามารถในการคิด 3. ความสามารถในการแก้ไขปัญหา 4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต 5. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี	การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ร่วมกับผังมโนทัศน์	1. ใบงานกิจกรรมฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 2. การนำเสนอรูปแบบ ผังมโนทัศน์ 3. ชิ้นงานจากกิจกรรม	1. แบบทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน 2. แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 3. แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์และสมรรถนะที่สำคัญของผู้เรียน 4. แบบสอบถามความพึงพอใจ

ตาราง 7 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	คุณลักษณะอันพึงประสงค์	สมรรถนะที่สำคัญ	กิจกรรมการเรียนรู้	ใบกิจกรรม/ชิ้นงาน	การวัดผลประเมินผล
ว 2.2 ป.4/4 จำแนกวัตถุเป็น ตัวกลางโปร่งใส ตัวกลางโปร่ง แสงและวัตถุทึบ แสงจากลักษณะ การมองเห็นสิ่ง ต่าง ๆ ผ่านวัตถุ นั้นเป็น	- มองสิ่งต่าง ๆ โดยมีวัตถุต่างชนิดมาทึบแสง - จำแนกวัตถุที่มากันออกเป็นตัวกลางโปร่งใส - ตัวกลางโปร่งแสงทำให้มองเห็นสิ่งต่าง ๆ ได้ไม่ชัดเจน	1. สามารถอธิบายและจำแนกวัตถุเป็นตัวกลางโปร่งใส และวัตถุทึบแสงได้ 2. อธิบายการมองเห็นแสงผ่านวัตถุต่าง ๆ ได้	1. ทักษะการสังเกต 2. ทักษะการจำแนกประเภท 3. ทักษะการตั้งสมมติฐาน 4. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร 5. ทักษะการทดลอง 6. การตีความหมายข้อมูล และการลงข้อมูล	1. มีวินัย รับผิดชอบ 2. ใฝ่เรียนรู้ 3. มุ่งมั่นในการทำงาน 4. มีจิตสาธารณะ	1. ความสามารถในการสื่อสาร 2. ความสามารถในการคิด 3. ความสามารถในการแก้ไขปัญหา 4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต 5. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี	การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ร่วมกับผังมโนทัศน์	1. ใบงานกิจกรรมฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 2. การนำเสนอรูปแบบผังมโนทัศน์ 3. ชิ้นงานจากกิจกรรม	1. แบบทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน 2. แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 3. แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์และสมรรถนะที่สำคัญของผู้เรียน 4. แบบสอบถามความพึงพอใจ

1.5 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังมโนทัศน์

1.6 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังมโนทัศน์เรื่อง แรงโน้มถ่วงของโลกและตัวกลางของแสง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 4 แผน ใช้เวลา 13 ชั่วโมง ทดสอบก่อนเรียน 1 ชั่วโมงและทดสอบหลังเรียน 1 ชั่วโมง รวมเป็น 15 ชั่วโมง ซึ่งผู้วิจัยได้กำหนดเรื่อง ของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรม ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ดังรายละเอียด แสดงดังตาราง 8

ตาราง 8 เวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้	เรื่อง	เวลา (ชั่วโมง)
1	ผลของแรงโน้มถ่วงของโลก	4
2	แรงดึงดูดของโลกกับน้ำหนักของวัตถุ	3
3	มวลกับการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ของวัตถุ	3
4	ตัวกลางของแสง	3
รวม		13

ในแต่ละแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ประกอบด้วยมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ ความรู้ (Knowledge) กระบวนการ (Process) คุณลักษณะอันพึงประสงค์ (Attitude) กระบวนการจัดการเรียนรู้ สื่อ อุปกรณ์ และแหล่งเรียนรู้ ชิ้นงาน/ภาระงาน การวัดและประเมินผล และเครื่องมือที่ใช้ในการประเมิน

1.7 จัดหาและผลิตสื่อการเรียนรู้ที่จะนำมาใช้ในแผนการจัดการเรียนรู้ โดยคำนึงถึงความน่าสนใจ ความชัดเจนของสิ่งที่จะนำเสนอ และครอบคลุมเนื้อหา

1.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้และสื่อที่สร้างขึ้นเสนอคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อพิจารณาตรวจสอบความถูกต้อง ความเที่ยงตรงด้านเนื้อหา ภาษา และรูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับวิธีการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็ม

ศึกษาร่วมกับผังมโนทัศน์ หรือไม่ เพียงใด จากนั้นนำมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

1.9 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญเพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สื่อ และแหล่งการเรียนรู้ การวัด และประเมินผล โดยพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item-Objective Congruence: IOC) ≥ 0.50 ขึ้นไป จำนวน 3 คน ประกอบด้วย

1. อาจารย์ ดร.อัฉรรา ไชยสี ชูริรัง อาจารย์ประจำสาขาวิชา วิทยาศาสตร์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
2. อาจารย์ ดร.กฤตภาส วงศ์มา อาจารย์ประจำสาขาวิชา วิทยาศาสตร์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
3. นางร็สดา มุ่งงาม ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ โรงเรียนอนุบาลเมืองเสลภูมิ

โดยผู้เชี่ยวชาญลงความเห็นและให้คะแนนดังนี้

- ให้คะแนนเป็น +1 เมื่อเห็นว่าเหมาะสมสอดคล้อง
- ให้คะแนนเป็น 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าเหมาะสมสอดคล้อง
- ให้คะแนนเป็น -1 เมื่อแน่ใจว่าไม่เหมาะสมสอดคล้อง

แล้วนำคะแนนที่ได้มาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC

1.10 นำผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้จากผู้เชี่ยวชาญ มาวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยระดับความเหมาะสม โดยใช้แบบประเมินที่มีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ตามวิธีของ Likert (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 72-74) ซึ่งมีคุณภาพเป็น 5 ระดับ ดังนี้

เหมาะสมมากที่สุด	ได้	5	คะแนน
เหมาะสมมาก	ได้	4	คะแนน
เหมาะสมปานกลาง	ได้	3	คะแนน
เหมาะสมน้อย	ได้	2	คะแนน
เหมาะสมน้อยที่สุด	ได้	1	คะแนน

เกณฑ์การแปลความหมาย (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 121)

ค่าเฉลี่ย	ระดับคุณภาพ
4.50 – 5.00	เหมาะสมมากที่สุด
3.50 – 4.49	เหมาะสมมาก
2.50 – 3.49	เหมาะสมปานกลาง
1.50 – 2.49	เหมาะสมน้อย
1.00 – 1.49	เหมาะสมน้อยที่สุด

1.11 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านผู้เชี่ยวชาญประเมินและปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้ (Try Out) กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 30 คน โรงเรียนอนุบาลเมืองเสลภูมิ เรื่อง แรงโน้มถ่วงของโลกและตัวกลางของแสง ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง โดยนำแผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 4 แผน ไปทดลองใช้สอนเพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของเนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ การวัดและการประเมินผล ตลอดจนเวลาที่ใช้ในการทำกิจกรรมการเรียนรู้ จากนั้นทำการปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ให้สมบูรณ์

1.12 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับแก้ไข แล้วพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง คือนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนอนุบาลเมืองเสลภูมิ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 30 คน

2. แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างและพัฒนาแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้

2.1 ศึกษาหลัก เอกสาร วารสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิธีการสร้างแบบทดสอบและทักษะการใช้คำถามที่นำไปสู่ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2.2 สร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แบบปรนัย เลือกตอบ 4 ตัวเลือก ให้มีเนื้อหาครอบคลุมจุดมุ่งหมายของแต่ละทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 13 ทักษะ จำนวน 40 ข้อ แสดงดังตาราง 9

ตาราง 9 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างแผนการจัดการเรียนรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงโน้มถ่วงของโลก และตัวกลางของแสง

ผู้ประพันธ์แบบเรียนบทา	เรื่อง	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์														
		สังเกตระบบ	อธิบาย	พยากรณ์ระบบ	แปลระบบที่เข้าใจระบบ	เชื่อมโยงกับสิ่งที่รู้และรู้ใหม่ซึ่งมีผลต่อระบบ	ตั้งข้อสงสัยและหาข้อสรุปเกี่ยวกับระบบ	ตั้งข้อสงสัยเกี่ยวกับสาเหตุของระบบ	หาค่าความสัมพันธ์	การสังเกตแบบ	การตั้งสมมติฐาน	การตั้งคำถาม	การทดลอง	การตั้งข้อสงสัยเกี่ยวกับระบบ	การหาข้อสรุปเกี่ยวกับระบบ	จำนวนข้อสงสัย
1	ผลของแรงโน้มถ่วงของโลก	3	1	-	-	1	-	2	1	-	-	-	2	-	10	10
2	แรงดึงดูดของโลกกับน้ำหนักของวัตถุ	3	-	-	2	-	1	1	1	1	-	-	1	-	10	10
3	มวลกับการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ของวัตถุ	2	1	1	-	-	-	-	-	2	1	1	2	-	10	10
4	ตัวกลางของแสง	3	-	-	2	-	-	-	-	2	-	1	1	1	10	10
รวม		10	2	1	4	1	1	3	2	5	1	2	6	1	40	40

2.3 นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษา
วิทยานิพนธ์เพื่อปรับปรุงแก้ไขแล้วนำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 3 คน ซึ่งเป็นชุดเดิม วิเคราะห์
ข้อมูลความสอดคล้องในด้านความสัมพันธ์ของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
กับเนื้อหา ความเหมาะสมของตัวเลือกและภาษาที่ใช้ โดยใช้แบบตรวจสอบคุณภาพ
ของผู้เชี่ยวชาญหาค่าดัชนีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของแบบทดสอบวัดทักษะ
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงโน้มถ่วงของโลกและตัวกลางของแสง โดยใช้
กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังมโนทัศน์ ของนักเรียน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

ให้คะแนนเป็น +1 เมื่อเห็นว่าเหมาะสมสอดคล้อง

ให้คะแนนเป็น 0 เมื่อไม่แน่ใจเหมาะสมสอดคล้อง

ให้คะแนนเป็น -1 เมื่อแน่ใจว่าไม่เหมาะสมสอดคล้อง

2.4 นำผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบแต่ละข้อ
มาวิเคราะห์คะแนนความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ แล้วพิจารณาคัดเลือกข้อสอบ
ที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง ตั้งแต่ 0.50-1.00 มาจัดพิมพ์เป็นแบบทดสอบ

2.5 นำแบบทดสอบที่แก้ไขปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ
เรียบร้อยแล้ว เสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์อีกครั้ง

2.6 นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนอนุบาลเมืองเสลภูมิ ที่ได้ผ่านการเรียน เรื่อง แรงโน้มถ่วง
ของโลกและตัวกลางของแสง มาแล้วและไม่ใช้กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน เพื่อวิเคราะห์
หาคุณภาพของแบบทดสอบ

2.7 นำผลการสอบของนักเรียนมาวิเคราะห์หาค่าความยาก (p) อยู่
ระหว่าง 0.20-0.80 และค่าอำนาจจำแนก (r) 0.20 ขึ้นไป เลือกข้อสอบมาจำนวน 30 ข้อ

ผลการวิเคราะห์ พบว่า แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทาง
วิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นได้ค่าความยาก (p) ตั้งแต่ 0.50-0.77 และค่าอำนาจจำแนก
(r) ตั้งแต่ 0.20-0.53

2.8 นำแบบทดสอบที่คัดเลือกไว้แล้ว มาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น
โดยใช้สูตร (KR-20) (Kuder, 1991, pp. 873-874) ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้ง
ฉบับ (r_{tt}) เท่ากับ 0.81

2.9 จัดพิมพ์แบบทดสอบฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปใช้ในการศึกษาวิจัยกับ
กลุ่มตัวอย่าง

3. สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ผู้วิจัยได้
ดำเนินการสร้างและพัฒนาแบบทดสอบตามขั้นตอน ดังนี้

3.1 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียน

3.2 ศึกษาหลักสูตร วิเคราะห์หลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียนอนุบาล
เมืองเสลภูมิ สร้างตารางวิเคราะห์ เนื้อหา และพฤติกรรมที่ต้องการวัดโดยให้ครอบคลุม
เนื้อหาและวัดในแต่ละด้าน ได้แก่ ด้านความรู้ความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำไปใช้
ด้านการวิเคราะห์ ด้านการสังเคราะห์ และด้านการประเมินค่า

3.3 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่วิเคราะห์ความสัมพันธ์
ระหว่างตัวชี้วัดกับพฤติกรรมในแต่ละด้าน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง
แรงโน้มถ่วงของโลกและตัวกลางของแสง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1
แบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ ตามตารางวิเคราะห์ แสดงดังตาราง 10

ตาราง 10 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างแผนการจัดการเรียนรู้กับพฤติกรรมที่ต้องการ
การวัดในแต่ละด้าน เรื่อง แรงโน้มถ่วงของโลกและตัวกลางของแสง

แผนการจัดการเรียนรู้	พฤติกรรมที่ต้องการวัด 6 ด้าน						รวม (ข้อ)	จำนวนข้อที่ต้องการ
	ความรู้ความเข้าใจ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	การสังเคราะห์	การประเมินค่า		
1. ผลของแรงโน้มถ่วงของโลก	2	2	2	1	2	1	10	10
2. แรงดึงดูดของโลก กับน้ำหนักของวัตถุ	2	2	2	2	1	1	10	10
3. มวลกับการเปลี่ยนแปลง การเคลื่อนที่ของวัตถุ	2	2	1	2	2	1	10	10
4. ตัวกลางของแสง	2	1	2	2	2	1	10	10
รวม	8	7	7	7	7	4	40	40

3.4 นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษา
วิทยานิพนธ์เพื่อปรับปรุงแก้ไขแล้วนำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 3 คน ซึ่งเป็นชุดเดิม วิเคราะห์
ข้อมูลความสอดคล้องในด้านความสัมพันธ์ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับเนื้อหาความ
เหมาะสมของตัวเลือกและภาษาที่ใช้ โดยใช้แบบตรวจสอบคุณภาพของผู้เชี่ยวชาญ
หาค่าดัชนีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
เรื่อง แรงโน้มถ่วงของโลกและตัวกลางของแสง รายวิชาวิทยาศาสตร์ โดยการจัดการ
เรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังมโนทัศน์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา ปีที่ 4

ให้คะแนนเป็น +1 เมื่อเห็นว่าเหมาะสมสอดคล้อง

ให้คะแนนเป็น 0 เมื่อไม่แน่ใจเหมาะสมสอดคล้อง

ให้คะแนนเป็น -1 เมื่อแน่ใจว่าไม่เหมาะสมสอดคล้อง

จากผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 คน พบว่า แบบทดสอบ
วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC ตั้งแต่ $IOC \geq 0.50$

3.5 นำแบบทดสอบที่ได้รับการตรวจและแก้ไขปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญเรียบร้อยแล้ว เสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์อีกครั้ง

3.6 นำผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบแต่ละข้อมาวิเคราะห์คะแนนความสอดคล้องโดยใช้สูตร IOC แล้วพิจารณาคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง ตั้งแต่ 0.67–1.00 จำนวน 30 ข้อ มาจัดพิมพ์เป็นแบบทดสอบ

3.7 นำแบบทดสอบที่ได้รับจากการตรวจจากผู้เชี่ยวชาญและปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ของโรงเรียนอนุบาลเมืองเสลภูมิ ปีการศึกษา 2564 จำนวน 30 คน เพื่อวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบ นำแบบทดสอบที่แก้ไขปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญเรียบร้อยแล้ว เสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์อีกครั้ง

3.8 นำผลการสอบของนักเรียนมาวิเคราะห์หาค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยาก ตั้งแต่ 0.20–0.80 และค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป จำนวน 40 ข้อ

ผลการวิเคราะห์ พบว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนี้ มีค่าความยาก (p) ตั้งแต่ 0.20–0.70 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20–0.53 คัดเลือกข้อสอบได้ จำนวน 30 ข้อ

3.9 นำแบบทดสอบที่คัดเลือกไว้แล้ว มาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับโดยใช้สูตร KR-20 ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ (r_{tt}) เท่ากับ 0.83

3.10 จัดพิมพ์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นต้นฉบับแล้วนำไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่าง

4. การสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจ

ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการสร้างแบบสอบถามและสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) มี 5 ระดับตามแบบของ Likert ดังนี้

ระดับ 5 หมายถึง พึงพอใจมากที่สุด

ระดับ 4 หมายถึง พึงพอใจมาก

ระดับ 3 หมายถึง พึงพอใจปานกลาง

ระดับ 2 หมายถึง พึงพอใจน้อย

ระดับ 1 หมายถึง พึงพอใจน้อยที่สุด

กำหนดช่วงคะแนนเฉลี่ยในการแปลผล ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.51–5.00 หมายถึง มีระดับความพึงพอใจ มากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.51–4.50 หมายถึง มีระดับความพึงพอใจ มาก

ค่าเฉลี่ย 2.51–3.50 หมายถึง มีระดับความพึงพอใจ ปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.51–2.50 หมายถึง มีระดับความพึงพอใจ น้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00–1.50 หมายถึง มีระดับความพึงพอใจ น้อยที่สุด

โดยผู้วิจัยกำหนดไว้ 4 ด้าน คือ ด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้ ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านสื่ออุปกรณ์การเรียนรู้ และด้านการวัดการประเมินผล ตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบถามความพึงพอใจเพื่อพิจารณาความเหมาะสม และความสอดคล้องระหว่างข้อความกับเนื้อหา

4.1 นำแบบสอบถามความพึงพอใจที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ แล้วนำมาแก้ไขปรับปรุง

4.2 นำแบบสอบถามความพึงพอใจที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อปรับปรุงแก้ไขแล้วนำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 3 คน ซึ่งเป็นชุดเดิม เพื่อประเมินความเที่ยงตรง วิเคราะห์เนื้อหา วิเคราะห์ข้อมูลค่าดัชนีความสอดคล้องในด้านความเหมาะสมของภาษาที่ใช้

4.3 นำผลการตรวจสอบของผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์ความสอดคล้องโดยใช้ดัชนีความสอดคล้อง IOC

ให้คะแนนเป็น +1 เมื่อแน่ใจว่าเหมาะสมสอดคล้อง

ให้คะแนนเป็น 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าเหมาะสมสอดคล้อง

ให้คะแนนเป็น -1 เมื่อแน่ใจว่าไม่เหมาะสมสอดคล้อง

จากผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 คน พบว่า แบบสอบถามวัดความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังมโนทัศน์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC เท่ากับ 1.00 ทุกข้อ จำนวน 20 ข้อ

4.4 นำแบบสอบถามความพึงพอใจที่แก้ไขปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญเรียบร้อยแล้ว เสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์อีกครั้ง

4.5 วิเคราะห์ข้อมูลค่าดัชนีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ (IOC) คัดเลือกข้อที่มีค่า 0.50–1.00 จำนวน 20 ข้อ

4.6 นำแบบสอบถามความพึงพอใจที่วิเคราะห์หาคุณภาพแล้วจัดพิมพ์เพื่อนำไปใช้ในการเก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเองโดยทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง คือนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่กำลังศึกษาในปีการศึกษา 2564 ภาคเรียนที่ 1 โรงเรียนอนุบาลเมืองเสลภูมิ จำนวน 30 คน ได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

1. จัดทำหนังสือขอจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์จากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
2. จัดทำหนังสือขอความอนุเคราะห์ในการเก็บข้อมูลจากมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ไปยังโรงเรียนอนุบาลเมืองเสลภูมิ ซึ่งเป็นโรงเรียนกลุ่มตัวอย่าง
3. ผู้วิจัยชี้แจงที่มาและจุดประสงค์ของการวิจัยให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างฟังและขอความร่วมมือจากอาสาสมัครในการทดลองการวิจัยในครั้งนี้
4. ทำการทดสอบวัดผลก่อนเรียน (Pre-test) กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างโดยใช้แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 30 ข้อ ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นก่อนที่จะทำการดำเนินการสอน
5. ดำเนินการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างโดยแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังมโนทัศน์ เรื่อง แรงโน้มถ่วงของโลกและตัวกลางของแสงของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยผู้วิจัยดำเนินการสอนด้วยตนเอง
6. เมื่อสิ้นสุดการสอนครบทุกแผนแล้ว จึงทำการสอบหลังเรียน (Post-test) โดยใช้แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ฉบับเดียวกันกับก่อนเรียน
7. เมื่อสิ้นสุดการสอนครบทุกแผนการจัดการเรียนรู้แล้วให้นักเรียนทำแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังมโนทัศน์
8. ผู้วิจัยนำผลคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูล สรุป และอภิปรายผลต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. วิเคราะห์หาค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบย่อยประจำเนื้อหา แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (ทดลอง) และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังมโนทัศน์

2. วิเคราะห์ประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังมโนทัศน์ เรื่อง แรงโน้มถ่วงของโลกและตัวกลางของแสง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังมโนทัศน์ (E_1) และประสิทธิภาพของผลลัพธ์ที่ได้จากการทำแบบทดสอบ (E_2) ซึ่งการวิจัยในครั้งนี้ใช้เกณฑ์ 80/80 ดังนี้

80 ตัวแรก หมายถึง จำนวนร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้งกลุ่มที่ได้จากการทำกิจกรรมระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังมโนทัศน์ เรื่อง แรงโน้มถ่วงของโลกและตัวกลางของแสง ทั้ง 4 แผน

80 ตัวหลัง หมายถึง จำนวนร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้งกลุ่ม ที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังมโนทัศน์ เรื่อง แรงโน้มถ่วงของโลกและตัวกลางของแสง หลังการทดลองเสร็จสิ้นลง

3. การวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังมโนทัศน์ เรื่อง แรงโน้มถ่วงของโลกและตัวกลางของแสง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน โดยใช้สถิติทดสอบค่าที่แบบกลุ่มที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test for Dependent Samples)

4. วิเคราะห์แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังมโนทัศน์ เรื่อง แรงโน้มถ่วงของโลกและตัวกลางของแสง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการหาค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ซึ่งเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับของ Likert ดังนี้

ระดับ 5 หมายถึง ฟังพอใจมากที่สุด

ระดับ 4 หมายถึง ฟังพอใจมาก

ระดับ 3 หมายถึง ฟังพอใจปานกลาง

ระดับ 2 หมายถึง ฟังพอใจน้อย

ระดับ 1 หมายถึง ฟังพอใจน้อยที่สุด

เกณฑ์การแปลความหมาย (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 121)

ค่าเฉลี่ย	มีระดับคุณภาพ
4.50 – 5.00	หมายถึง มีระดับความพึงพอใจ มากที่สุด
3.50 – 4.49	หมายถึง มีระดับความพึงพอใจ มาก
2.50 – 3.49	หมายถึง มีระดับความพึงพอใจ ปานกลาง
1.50 – 2.49	หมายถึง มีระดับความพึงพอใจ น้อย
1.00 – 1.49	หมายถึง มีระดับความพึงพอใจ น้อยที่สุด

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติพื้นฐาน

1.1 การหาค่าร้อยละ โดยคำนวณจากสูตร (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 104)

$$P = \frac{f}{N} \times 100$$

เมื่อ P แทน ร้อยละ

f แทน ความถี่ที่ต้องแปลงให้เป็นร้อยละ

N แทน จำนวนความถี่ทั้งหมด

1.2 การหาค่าเฉลี่ย คำนวณจากสูตร (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 105)

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

เมื่อ \bar{X} แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนน

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

1.3 การหาค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของคะแนน คำนวนจากสูตร (วาริ เฟ็งส์วัสดี, 2551, หน้า 296)

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

เมื่อ S.D. แทน ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน

n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

$\sum X^2$ แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง

2. สถิติใช้วิเคราะห์คุณภาพของเครื่องมือ

2.1 วิเคราะห์หาคุณภาพแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.1.1 การหาดัชนีความสอดคล้องระหว่างเนื้อหา กับจุดประสงค์ การเรียนรู้หรือผลการเรียนที่คาดหวัง (IOC) โดยคำนวณจากสูตรของโรวิเนลลี และแฮมเบลตัน (ลัวน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2540, หน้า 249) มีสูตรดังนี้

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

เมื่อ IOC แทน ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างเนื้อหา กับจุดประสงค์การเรียนรู้

$\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.1.2 การหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบโดยใช้สูตร Kuder-Richardson (ลัวน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2540, หน้า 197-198) มีสูตรดังนี้

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1} \left[1 - \frac{\sum pq}{S_t^2} \right]$$

- เมื่อ r_{tt} แทน ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ
 n แทน จำนวนข้อของแบบทดสอบ
 p แทน สัดส่วนของคนตอบถูกในแต่ละข้อ
 q แทน สัดส่วนของคนตอบผิดในแต่ละข้อ หรือ $1-p$
 S_t^2 แทน คะแนนความแปรปรวนของเครื่องมือทั้งฉบับ

2.1.3 การหาค่าอำนาจจำแนก (Discrimination Power) ของแบบทดสอบ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2540, หน้า 210) มีสูตรดังนี้

$$r = \frac{R_H - R_L}{N}$$

- เมื่อ r แทน ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ
 R_H แทน จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มเก่ง
 R_L แทน จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มอ่อน
 N_H แทน จำนวนคนทั้งหมดในกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำ

2.1.4 การหาค่าความยาก (Difficulty) ของแบบทดสอบ โดยนำค่ารวมของแต่ละตัวไปหาค่าความยาก (p) (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 155) มีสูตรดังนี้

$$p = \frac{R_U - R_L}{2f}$$

- เมื่อ p แทน ค่าความยากของข้อสอบ
 R_U แทน จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มสูง
 R_L แทน จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มต่ำ
 f แทน ผู้ตอบทั้งหมดในกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำ

3. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

3.1 สมมติฐานข้อที่ 1 วิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา โดยใช้สูตรคำนวณ E_1/E_2 (เพชฌัญญู กิจระการ, 2544, หน้า 49-51) โดยใช้สูตร ดังนี้

$$E_1 = \frac{\frac{\sum X}{N}}{A} \times 100$$

- เมื่อ E_1 แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการ
 $\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนจากแบบทดสอบระหว่าง
เรียนของนักเรียนทุกคน
A แทน คะแนนของแบบทดสอบระหว่างเรียน
N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

และ

$$E_2 = \frac{\frac{\sum Y}{N}}{B} \times 100$$

- เมื่อ E_2 แทน ประสิทธิภาพของผลลัพธ์
 $\sum Y$ แทน ผลรวมของคะแนนจากแบบทดสอบหลังเรียน
ของนักเรียนทุกคน
B แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน
N แทน จำนวนผู้เรียน

3.2 สมมติฐานข้อที่ 2 และข้อที่ 3 เปรียบเทียบคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยการทดสอบความแตกต่างระหว่างคะแนนแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนจากการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังมโนทัศน์ ใช้สถิติทดสอบค่าที่แบบกลุ่มที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test for Dependent Samples) (วาโร เฟ็งสวัสดิ์, 2551, หน้า 239) โดยใช้สูตรดังนี้

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

- เมื่อ t แทน ค่าสถิติที่ใช้ในการพิจารณาในตาราง
t - distribution
D แทน ความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่
n แทน จำนวนคู่ของคะแนนหรือจำนวนนักเรียน

$\sum D$ แทน ผลรวมทั้งหมดของผลต่างของคะแนนก่อน
และหลังการทดลอง

$(\sum D)^2$ แทน ผลรวมทั้งหมดของผลต่างของคะแนน
ก่อนและหลังการทดลองยกกำลังสอง

3.3 สมมติฐานข้อที่ 4 โดยหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ของแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้
แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังมโนทัศน์ เรื่อง แรงโน้มถ่วงของโลกและตัวกลางของแสง
ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ของกลุ่มตัวอย่างครบทุกหน่วย แล้วนำค่าคะแนนเฉลี่ย
มาเทียบกับเกณฑ์ 5 ระดับ ดังนี้

4.51–5.00 หมายถึง มีระดับความพึงพอใจ มากที่สุด

3.51–4.50 หมายถึง มีระดับความพึงพอใจ มาก

2.51–3.50 หมายถึง มีระดับความพึงพอใจ ปานกลาง

1.51–2.50 หมายถึง มีระดับความพึงพอใจ น้อย

1.00–1.50 หมายถึง มีระดับความพึงพอใจ น้อยที่สุด

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการวิจัยเรื่อง การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง แรงโน้มถ่วงของโลกและตัวกลางของแสง โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังมโนทัศน์ ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ตามลำดับดังต่อไปนี้

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
2. ขั้นตอนในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกันในการสื่อความหมายของข้อมูล ผู้วิจัยได้กำหนดความหมายของสัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังต่อไปนี้

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

เพื่อให้การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลมีความชัดเจนและเกิดความเข้าใจตรงกันในการแปลความหมาย ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

N	แทน	จำนวนนักเรียน
\bar{X}	แทน	คะแนนเฉลี่ย
S.D.	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
E_1	แทน	ประสิทธิภาพของกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังมโนทัศน์
E_2	แทน	ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ที่เกิดจากการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังมโนทัศน์
D	แทน	ผลต่างระหว่างคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน
$\sum D$	แทน	ผลรวมของความต่างระหว่างคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน

t แทน สถิติทดสอบที่ใช้เปรียบเทียบกับค่าวิกฤตเพื่อทราบความมี
นัยสำคัญ

** แทน ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ขั้นตอนในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยแบ่งการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

1. วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ร่วมกับผังมโนทัศน์ เรื่อง แรงโน้มถ่วงของโลกและตัวกลางของแสง ของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4
2. ผลการเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้สถิติในการทดสอบค่าทีแบบกลุ่มที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test for Dependent Samples)
3. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้สถิติในการทดสอบค่าทีแบบกลุ่มที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test for Dependent Samples)
4. ผลความพึงพอใจของนักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังมโนทัศน์ เรื่อง แรงโน้มถ่วงของโลกและตัวกลางของแสง ด้วยการหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ซึ่งเป็นแบบมาตราส่วนประเมินค่า 5 ระดับของลิเคิร์ท

ตอนที่ 2 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

วิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพระหว่างเรียน จากการสังเกตพฤติกรรม การทำงานกลุ่ม การนำเสนอหน้าชั้นเรียน การซักถามรายบุคคล และรายกลุ่มของนักเรียน

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการการวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

จากการจัดการเรียนรู้โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังมโนทัศน์ ผู้วิจัยได้ศึกษากับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 30 คน คือ กลุ่มตัวอย่าง ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังมโนทัศน์

1. ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังมโนทัศน์ เรื่อง แรงโน้มถ่วงของโลกและตัวกลางของแสง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังมโนทัศน์ เรื่อง แรงโน้มถ่วงของโลกและตัวกลางของแสง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนอนุบาลเมืองเสลภูมิ ผู้วิจัยได้พัฒนากับกลุ่มตัวอย่าง โดยมีนักเรียน จำนวน 30 คน เพื่อวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังมโนทัศน์ (E_1) โดยหาค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ได้จากการทำใบกิจกรรม ชิ้นงาน และแบบทดสอบหลังเรียนประจำแผนการจัดการเรียนรู้ ทั้ง 4 แผน และหาค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) โดยหาค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ได้จากการทำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังการทดลองเสร็จสิ้นลง แสดงดังตาราง 11

ตาราง 11 ประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังมโนทัศน์ เรื่อง แรงโน้มถ่วงของโลกและตัวกลางของแสง ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80

กระบวนการ/ ผลลัพธ์	N	คะแนน เต็ม	\bar{X}	S.D.	ร้อยละ
ประสิทธิภาพของ กระบวนการ (E_1)	30	360	293.47	3.31	81.52
ประสิทธิภาพของ ผลลัพธ์ (E_2)	30	60	48.33	3.68	80.56

ประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้ E_1/E_2 เท่ากับ 81.52/80.56

จากตาราง 11 ผลการวิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) ที่ใช้กิจกรรมการเรียนรู้ โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังมโนทัศน์ เรื่อง แรงโน้มถ่วงของโลกและตัวกลางของแสง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งคะแนนเฉลี่ยจากการทำกิจกรรมระหว่างเรียนในแต่ละแผน จำนวน 4 แผน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 293.47 จากคะแนนเต็ม 360 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 81.52 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.31 มีคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบวัดความรู้ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์และวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน เท่ากับ 48.33 จากคะแนนเต็ม 60 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 80.56 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 3.68 แสดงให้เห็นว่าประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังมโนทัศน์ เรื่อง แรงโน้มถ่วงของโลกและตัวกลางของแสง ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพเท่ากับ $81.52/80.56$ ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

2. ผลการเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียน และหลังเรียน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง แรงโน้มถ่วงของโลกและตัวกลางของแสง โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังมโนทัศน์ โดยใช้สถิติทดสอบค่าทีแบบกลุ่มที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test for Dependent Samples) จากการเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่เกิดจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังมโนทัศน์ เรื่อง แรงโน้มถ่วงของโลกและตัวกลางของแสง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งผลการวิเคราะห์ แสดงดังตาราง 12

ตาราง 12 การเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง แรงโน้มถ่วงของโลกและตัวกลางของแสงโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังมโนทัศน์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	N	คะแนนเต็ม	\bar{x}	S.D.	t
ก่อนเรียน	30	30	15.00	1.20	**25.06
หลังเรียน	30	30	24.33	2.15	

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (ค่าวิกฤตของ t ที่ระดับ .01; df 29 = 2.46)

จากตาราง 12 พบว่า คะแนนของนักเรียนจากการทำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 15.00 และ 24.33 ตามลำดับ จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน ผลการวิเคราะห์ค่า t จากการคำนวณมีค่าเท่ากับ 25.06 เมื่อพิจารณาค่า t จากตาราง ค่าวิกฤตการแจกแจง t (McMillan & Schumacher, 1999, p. 366) ที่ $df = 29$ ได้ค่าเท่ากับ 2.46 แสดงว่าค่า t คำนวณมากกว่าค่า t จากตาราง แสดงว่านักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่า ก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. จากการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เกิดจากการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับ ฟังมโนทัศน์ เรื่อง แรงโน้มถ่วงของโลกและตัวกลางของแสง โดยใช้สถิติทดสอบค่าที่แบบ กลุ่มที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test for Dependent Samples) ผลการวิเคราะห์ แสดงดังตาราง 13

ตาราง 13 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง แรงโน้มถ่วงของโลกและตัวกลางของแสง โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับฟังมโนทัศน์

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	N	คะแนนเต็ม	\bar{X}	S.D.	t
ก่อนเรียน	30	30	14.80	1.40	**29.13
หลังเรียน	30	30	24.00	2.21	

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (ค่าวิกฤตของ t ที่ระดับ .01; $df = 29 = 2.46$)

จากตาราง 13 พบว่า คะแนนของนักเรียนจากการทำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 14.80 และ 24.00 ตามลำดับ จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน ผลการวิเคราะห์ค่า t จากการคำนวณมีค่าเท่ากับ 29.13 เมื่อพิจารณาค่า t จากตาราง ค่าวิกฤตการแจกแจง t (McMillan & Schumacher, 1999, p. 366) ที่ $df = 29$ ได้ค่าเท่ากับ 2.46 แสดงว่าค่า t คำนวณมากกว่าค่า t จากตาราง แสดงว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. จากการวิเคราะห์ผลความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังมโนทัศน์ เรื่อง แรงโน้มถ่วงของโลกและตัวกลางของแสง แสดงดังตาราง 14

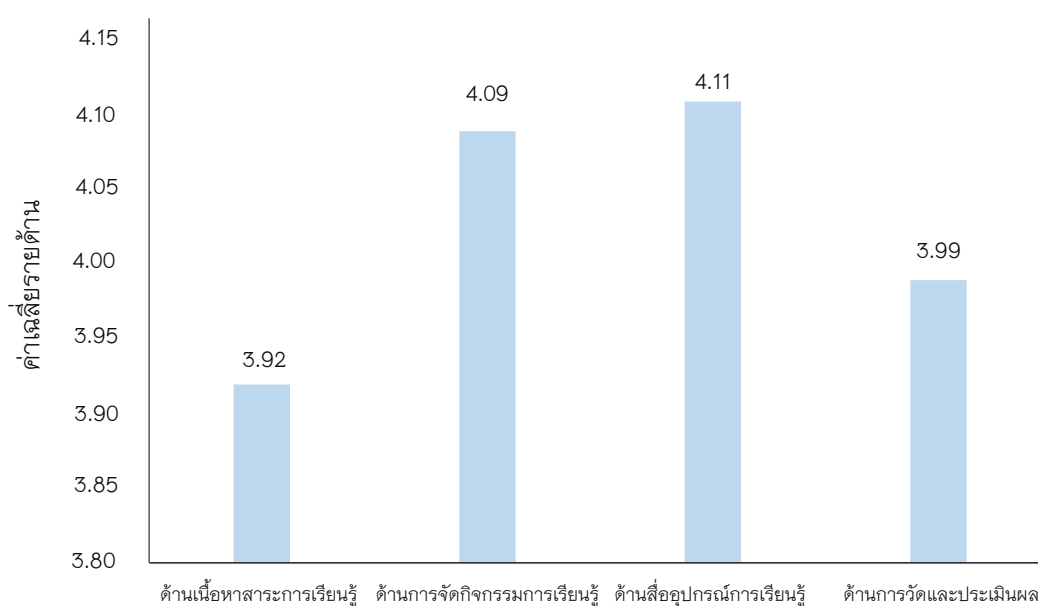
ตาราง 14 ผลของความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อการเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังมโนทัศน์ เรื่อง แรงโน้มถ่วงของโลกและตัวกลางของแสง

ข้อ	รายการประเมิน	\bar{X}	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
1	ด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้ เนื้อหาที่ใช้สอดคล้องกับตัวชีวิต และจุดประสงค์	4.02	0.86	มาก
2	เนื้อหาที่มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	3.44	0.48	ปานกลาง
3	เนื้อหาเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน	3.88	0.72	มาก
4	เนื้อหาที่มีความน่าสนใจ	4.09	0.49	มาก
5	เนื้อหาที่มีความเหมาะสมกับ เวลาเรียน	4.15	0.65	มาก
เฉลี่ย		3.92	0.71	มาก
6	ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เนื้อหาสาระมีความน่าสนใจ	4.35	0.25	มาก
7	น่าสนใจ สนุก กระตุ้นการเรียนรู้	3.88	0.62	มาก
8	เน้นนักเรียนมีส่วนร่วม ได้ลงมือ ปฏิบัติด้วยตนเอง	4.03	0.50	มาก
9	ส่งเสริมการฝึกทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์	3.06	0.62	ปานกลาง
10	ใช้เทคโนโลยีหรือนวัตกรรมในการ จัดการเรียนรู้ที่เหมาะสม	4.15	0.47	มาก
เฉลี่ย		4.09	0.53	มาก

ตาราง 14 (ต่อ)

ข้อ	รายการประเมิน	\bar{X}	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
11	ด้านสื่ออุปกรณ์การเรียนรู้ สอดคล้องกับเนื้อหา	4.29	0.35	มาก
12	ส่งเสริมกระตุ้นความสนใจ	4.11	0.55	มาก
13	สื่อและอุปกรณ์เหมาะสมในการ นำไปใช้	4.11	0.48	มาก
14	ความเหมาะสมของสื่ออุปกรณ์กับ เนื้อหาและกิจกรรม	4.00	0.63	มาก
15	ความพร้อมของ สื่อ อุปกรณ์ และเครื่องมือสำหรับค้นคว้าอย่าง เหมาะสม และเพียงพอ	4.03	0.57	มาก
เฉลี่ย		4.11	0.53	มาก
16	ด้านการวัดและประเมินผล มีการประเมินผลพฤติกรรมการ ทำงานร่วมกันของนักเรียน	4.29	0.35	มาก
17	มีการวัดและประเมินผล ที่สอดคล้องกับกิจกรรม การเรียนรู้	3.76	0.58	มาก
18	เปิดเผยคะแนนที่ได้จากการวัดผล	3.97	0.63	มาก
19	การวัดและประเมินผล มีความ ชัดเจนและยุติธรรม	4.24	0.41	มาก
20	ให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อนำไปสู่การ พัฒนาตนเอง	3.71	0.55	มาก
เฉลี่ย		3.99	0.58	มาก
เฉลี่ยรวม		4.03	0.49	มาก

จากตาราง 14 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังมโนทัศน์ เรื่อง แรงโน้มถ่วงของโลก และตัวกลางของแสง พบว่า นักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจ โดยมีค่าเฉลี่ยรวมทุกด้าน เท่ากับ 4.03 อยู่ในระดับมาก และเรียงลำดับค่าเฉลี่ยในแต่ละด้านจากค่าเฉลี่ยมากไปหาน้อย ได้แก่ ด้านสื่ออุปกรณ์การเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.11 ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.09 ด้านการวัดและประเมินผล มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.99 และด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.92 แสดงดังภาพประกอบ 3



ภาพประกอบ 3 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังมโนทัศน์ เรื่อง แรงโน้มถ่วงของโลกและตัวกลางของแสง

ตอนที่ 2 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลจากการสังเกต พฤติกรรม ซักถาม สัมภาษณ์ ตรวจสอบงาน ชิ้นงาน และนำเสนอผลงาน ทั้งในระหว่างและหลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังมโนทัศน์ เรื่อง แรงโน้มถ่วงของโลกและตัวกลางของแสง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

1. การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบ สะเต็มศึกษาร่วมกับผังมโนทัศน์ เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยนักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมตามแผนการจัดการ เรียนรู้ ทั้ง 4 แผน จากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน พบว่า นักเรียนมีความมุ่งมั่นใน มีความกระตือรือร้น สนใจในกิจกรรม กล้าแสดงออก มีการซักถาม สามารถแก้ปัญหา ร่วมกันวางแผนการทำงาน สืบค้นข้อมูล และออกแบบการทดลอง ดังคำตอบจากการ สัมภาษณ์ ดังนี้

“ชอบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เพราะ สนุกและได้ลงมือปฏิบัติการ ทดลองด้วยตนเอง”

“ชอบเรียน เพราะ มีกิจกรรมการทดลองให้ปฏิบัติ ทำให้ไม่น่าเบื่อ”
 ดังภาพประกอบ 4-8



ภาพประกอบ 4 นักเรียนทำกิจกรรมการทดลอง ร่มชูชีพ
 ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1
 เรื่อง ผลของแรงโน้มถ่วงของโลก



ภาพประกอบ 5 นักเรียนทำกิจกรรมการทดลอง มหัศจรรย์เครื่องชั่งจิ๋ว
ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง แรงดึงดูดของโลก
กับน้ำหนักของวัตถุ

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

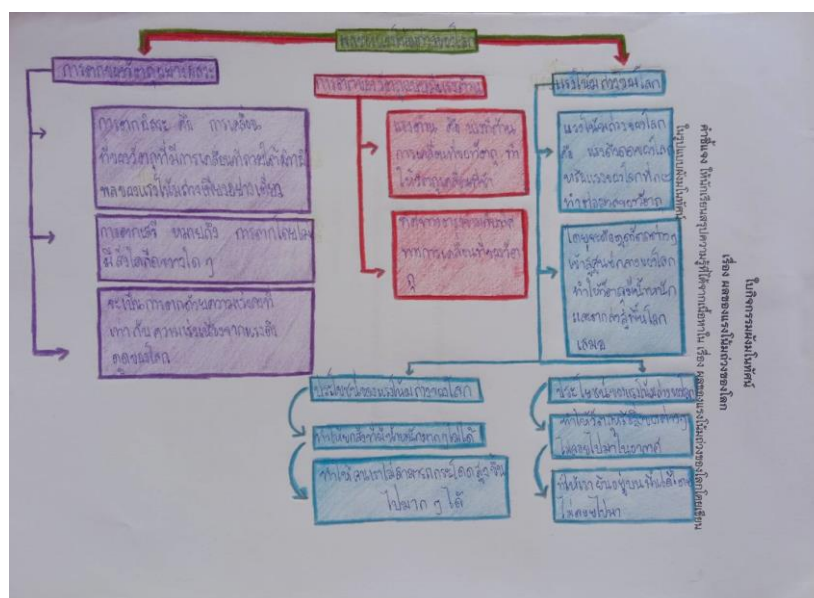
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยใช้แผน
จัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังมโนทัศน์ เรื่อง แรงโน้มถ่วงของโลกและตัวกลาง
ของแสง ซึ่งเป็นกิจกรรมที่ฝึกให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้า วางแผน ออกแบบ สร้างสรรค์
ผลงาน เพื่อหาคำตอบ จากการสังเกต พบว่า นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการวางแผน
ออกแบบ และร่วมกันค้นคว้าหาคำตอบ และทดสอบผลงาน ทั้งยังมีความมุ่งมั่นในการ
เรียน และตั้งใจทำงานจนประสบความสำเร็จ ดังความคิดเห็นของนักเรียน ดังนี้

“ได้รับความรู้เพิ่มมากขึ้นครับ เข้าใจความสัมพันธ์ของมวล
กับการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ของวัตถุ”

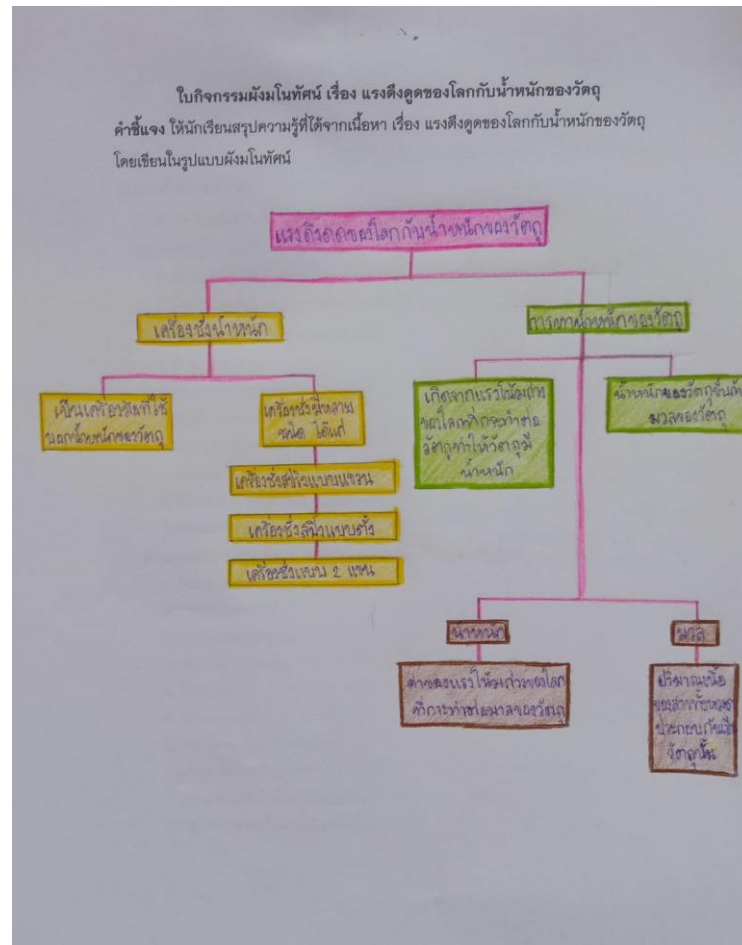
“ชอบเรียนมากครับ เพราะได้สร้างสรรค์ผลงานด้วยตนเอง
มีความภูมิใจมากเลยครับ”



ภาพประกอบ 6 นักเรียนทำกิจกรรมการตลาด รถกระบะ
 ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3
 เรื่อง มวลกับการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ของวัตถุ



ภาพประกอบ 7 ตัวอย่างผังมโนทัศน์ของนักเรียน
 ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1
 เรื่อง ผลของแรงโน้มถ่วงของโลก



ภาพประกอบ 8 ตัวอย่างผังมโนทัศน์ของนักเรียน
 ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2
 เรื่อง แรงดึงดูดของโลกกับน้ำหนักของวัตถุ

3. ความพึงพอใจของนักเรียน

การจัดการเรียนรู้โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังมโนทัศน์ เรื่อง แรงโน้มถ่วงของโลกและตัวกลางของแสง ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จากการสังเกตพฤติกรรม พบว่าเป็นกิจกรรมที่ฝึกให้นักเรียนได้วางแผน ออกแบบ ร่วมกันสืบค้น เพื่อค้นคว้าหาคำตอบ จากการสังเกตพบว่านักเรียนมีความสุขและมุ่งมั่นในการเรียน มีความตั้งใจทำงานจนประสบความสำเร็จ ดังคำตอบจากการซักถาม ดังนี้

“สนุกค่ะ สมาชิกในกลุ่มมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม”

“กิจกรรมสนุกสนาน ไม่น่าเบื่อ” ดังภาพประกอบ 9-10



ภาพประกอบ 9 นักเรียนทำกรอบรูป
ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4
เรื่อง ตัวกลางของแสง



ภาพประกอบ 10 นักเรียนพึงพอใจกับกิจกรรมการทดลอง รมชู้ชีพ
ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1
เรื่อง ผลของแรงโน้มถ่วงของโลก

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ผลการวิจัย การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง แรงโน้มถ่วงของโลกและตัวกลางของแสง โดยการจัดการ
เรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังมโนทัศน์ ผู้วิจัยได้สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ
ตามหัวข้อ ดังนี้

1. ความมุ่งหมายของการวิจัย
2. สมมติฐานของการวิจัย
3. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
4. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
5. การเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การวิเคราะห์ข้อมูล
7. สรุปผลการวิจัย
8. อภิปรายผล
9. ข้อเสนอแนะ

ความมุ่งหมายของการวิจัย

ผู้วิจัยได้กำหนดความมุ่งหมายของการวิจัยไว้ ดังนี้

1. เพื่อพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา
ร่วมกับผังมโนทัศน์เรื่อง แรงโน้มถ่วงของโลกและตัวกลางของแสง ของนักเรียน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ให้ได้ประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80
2. เพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียน
และหลังเรียน โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังมโนทัศน์

3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียน และหลังเรียน โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังมโนทัศน์

4. ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียน ที่ได้รับการสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังมโนทัศน์

สมมติฐานของการวิจัย

ผู้วิจัยตั้งสมมติฐานของการวิจัยไว้ ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังมโนทัศน์ เรื่อง แรงโน้มถ่วงของโลกและตัวกลางของแสง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ได้ประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังมโนทัศน์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังมโนทัศน์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

4. นักเรียนมีความพึงพอใจที่เรียนโดยการสอนแบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังมโนทัศน์ อยู่ในระดับมาก

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนอนุบาลเมืองเสลภูมิ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาร้อยเอ็ด เขต 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 5 ห้องเรียน รวมจำนวนทั้งหมด 137 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนอนุบาลเมืองเสลภูมิ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 30 คน จากการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่ม

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังมโนทัศน์ เรื่อง แรงโน้มถ่วงของโลกและตัวกลางของแสง ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 4 แผน จำนวน 13 ชั่วโมง เวลาที่ใช้ในการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน 2 ชั่วโมง

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

- 2.1 แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
- 2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- 2.3 แบบสอบถามความพึงพอใจ

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง โดยทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนอนุบาลเมืองเสลภูมิ จำนวน 30 คน ได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

1. จัดทำหนังสือขอจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์จากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
2. จัดทำหนังสือขอความอนุเคราะห์ในการเก็บข้อมูลจากมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ไปยังโรงเรียนอนุบาลเมืองเสลภูมิเป็นโรงเรียนกลุ่มตัวอย่าง ประสานงานกับผู้บริหารโรงเรียน เพื่อกำหนด วัน เวลา ในการทดลอง
3. ผู้วิจัยชี้แจงที่มาและจุดประสงค์ของการวิจัยในครั้งนี้ให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างฟังและขอความร่วมมือจากอาสาสมัครในการทดลองการวิจัยในครั้งนี้
4. ทำการทดสอบวัดผลก่อนเรียน (Pre-test) กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จำนวน 30 ข้อ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 30 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นก่อนที่จะดำเนินการสอน
5. ดำเนินการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังมโนทัศน์ ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

6. เมื่อสอนครบทุกแผนแล้ว จึงทดสอบหลังเรียน (Post-test) โดยใช้แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบสอบถามความพึงพอใจ

7. นำผลคะแนนจากการตรวจแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้มาวิเคราะห์ข้อมูล สรุปผล และอภิปรายผลต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ ดังนี้

1. วิเคราะห์หาคุณภาพของเครื่องมือ

1.1 วิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังมโนทัศน์ เรื่อง แรงโน้มถ่วงของโลกและตัวกลางของแสง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยหาค่าประสิทธิภาพ E_1/E_2 เทียบกับเกณฑ์ 80/80 ที่ตั้งไว้

1.2 แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยวิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) (วาโร พึงสวัสดิ์, 2551, หน้า 245) วิเคราะห์ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (r) และวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยใช้โดยใช้สูตร KR-20 คูเดอร์ ริชาร์ดสัน

1.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) วิเคราะห์ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (r) และวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยใช้สูตร KR-20

1.4 แบบสอบถามความพึงพอใจ ซึ่งเป็นการตรวจสอบคุณภาพมาตราส่วนประมาณค่า โดยหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และเทียบเกณฑ์ความพึงพอใจ โดยยึดเกณฑ์ของ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 121)

2. วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทดสอบสมมติฐาน

2.1 วิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังมโนทัศน์ เรื่อง แรงโน้มถ่วงของโลกและตัวกลางของแสง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ทดสอบสมมติฐานข้อที่ 1 โดยหาค่าประสิทธิภาพ E_1/E_2 (เฟซิญ กิจระการ, 2544, หน้า 49-51)

2.2 วิเคราะห์ความแตกต่างค่าเฉลี่ย คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการสอนแบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังมโนทัศน์ ทดสอบสมมติฐานข้อที่ 2 โดยใช้สถิติในการทดสอบค่าที่แบบไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test for Dependent Samples) (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 109)

2.3 วิเคราะห์ความแตกต่างค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้การสอนแบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังมโนทัศน์ ทดสอบสมมติฐานข้อที่ 3 โดยใช้สถิติในการทดสอบค่าที่แบบไม่เป็นอิสระต่อกัน

2.4 วิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนโดยใช้การสอนแบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังมโนทัศน์ ทดสอบสมมติฐานข้อที่ 4 หาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และเทียบเกณฑ์ความพึงพอใจ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 121)

สรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัย พบว่า การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังมโนทัศน์ สามารถสรุปผลการวิจัยได้ ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังมโนทัศน์ เรื่อง แรงโน้มถ่วงของโลกและตัวกลางของแสง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพ เท่ากับ 81.52/80.56 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ 80/80
2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
4. ความพึงพอใจของนักเรียน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังมโนทัศน์มีความพึงพอใจเฉลี่ย 4.03 อยู่ในระดับมาก

อภิปรายผลการวิจัย

จากการวิจัยการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังมโนทัศน์ เรื่อง

แรงโน้มถ่วงของโลกและตัวกลางของแสง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 สามารถนำผลมาอภิปรายผลตามสมมติฐานการวิจัย ดังนี้

1. ประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังมโนทัศน์ เรื่อง แรงโน้มถ่วงของโลกและตัวกลางของแสง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 81.52/80.56 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ 80/80 เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 เนื่องจากร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนที่ได้จากการทำใบกิจกรรม ชิ้นงาน และแบบทดสอบหลังเรียน ในแต่ละแผนทั้ง 4 แผน E₁ และร้อยละของคะแนนเฉลี่ยที่นักเรียนได้จากการทแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน E₂ มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ทั้งนี้แผนการจัดการเรียนรู้ ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ได้ออกแบบกิจกรรมสะเต็มศึกษาเป็นกิจกรรมที่ให้นักเรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม และกระตุ้นให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงการเรียนรู้ นักเรียนเกิดกระบวนการคิดอย่างมีระบบ บูรณาการความรู้และทักษะในด้านต่าง ๆ ผ่านการทำกิจกรรมสะเต็มศึกษาทั้ง 6 ชั้น เพื่อช่วยในการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เกิดการพัฒนาด้านสติปัญญา นักเรียนได้พัฒนาการคิด ทักษะการสื่อสาร การใช้เทคโนโลยี และการแก้ปัญหา ในชีวิตประจำวัน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของอุไร ดอกคำ และสาวิตรี เถาว์โท (2562, หน้า 82) ศึกษาการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยใช้สะเต็มศึกษา เรื่อง ดินในท้องถื่นของเรา เป็นแนวทางในการเสริมสร้างการคิดแก้ปัญหาให้กับนักเรียน พบว่า ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มีค่าเท่ากับ 85.36/84.40 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 80/80 นอกจากนี้ ผู้วิจัยได้บูรณาการผังมโนทัศน์เข้ามาช่วยในการสรุปความคิดรวบยอด เพื่อเชื่อมโยงเนื้อหาเกี่ยวกับความรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรมสะเต็มศึกษาได้เป็นอย่างดี ส่งผลให้นักเรียนเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนมากขึ้นและส่งผลให้นักเรียนมีคะแนนระหว่างเรียนและหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียน พบว่ามีคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน เท่ากับ 15.00 และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 24.33 แสดงว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของผู้เรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2 ทั้งนี้ เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อย่างเต็มความสามารถ เปิดโอกาสให้นักเรียนได้

แลกเปลี่ยนความรู้และแก้ปัญหาร่วมกัน มีส่วนร่วมในการทำงาน สร้างสรรค์ชิ้นงานด้วยตนเอง โดยมีครูคอยกระตุ้นโดยการตั้งคำถามในระหว่างที่นักเรียนลงมือปฏิบัติกิจกรรม ทำให้นักเรียนมีการพัฒนาทักษะเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของธัญญารัตน์ รัตนศิริญ และชนสิทธิ์ สิทธิสูงเนิน (2563, หน้า 20) ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนโดยภาพรวมอยู่ในระดับดีมีพัฒนาการสูงขึ้น

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียน พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนเท่ากับ 14.80 และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 24.00 แสดงว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3 ทั้งนี้เนื่องจากกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังมโนทัศน์ มีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยให้นักเรียนได้มีการฝึกคิดแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ มีจุดมุ่งหมายเพื่อให้นักเรียนฝึกแก้ปัญหาต่าง ๆ ด้วยตนเอง ลงมือปฏิบัติ ศึกษา ค้นคว้า ทดลอง ตามความถนัดและสนใจ แสวงหาความรู้ด้วยตนเอง เพื่อหาคำตอบในสิ่งที่ตนเองอยากรู้ หาเหตุและผล โดยผ่านกระบวนการคิดและการปฏิบัติอย่างเป็นระบบ เน้นการใช้กระบวนการกลุ่ม ช่วยให้นักเรียนสามารถตัดสินใจแก้ปัญหาต่าง ๆ ด้วยวิธีการอย่างสมเหตุสมผล ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของเสาวภาคย์ พรสุริวงค์ และอภิชาติ สังข์ทอง (2563, หน้า 30) ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาในรายวิชาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียน สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ โดยมีผลรวมความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก เนื่องจากการสอนแบบสะเต็มศึกษาเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้แบบลงมือปฏิบัติจริง เลือกแนวทางในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์จริง ทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ สนุกสนาน และกระตือรือร้นในการเรียน ซึ่งส่งผลนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ในด้านต่าง ๆ โดยเรียงลำดับจากมากไปน้อยดังนี้ ด้านสื่ออุปกรณ์การเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.11 นักเรียนมีความพึงพอใจเพราะ สื่อ อุปกรณ์ที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้เพียงพอเหมาะสมกับเนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้ และมีความน่าสนใจ เช่น การใช้สีสันสวยงาม

และรูปภาพประกอบเพื่อสร้างความดึงดูดใจของนักเรียน ทำให้นักเรียนอ่านและหาความรู้มากขึ้น และการจัดการเรียนรู้ที่มีความน่าสนใจ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.35 ซึ่งนักเรียนมีความพึงพอใจเพราะนักเรียนได้ออกแบบและได้สร้างชิ้นงานที่สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้และทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาได้ง่ายขึ้น คือสรุปความรู้ได้ด้วยตนเอง โดยใช้ผังมโนทัศน์เข้ามาช่วยในการสรุปความคิดรวบยอดและเชื่อมโยงเนื้อหา ส่งผลให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น ตรงตามความตั้งใจของนักเรียน จึงส่งผลต่อความพึงพอใจของนักเรียนในระดับมากที่สุด สอดคล้องกับงานวิจัยของน้ำฝน คูเจริญไพศาล, รังสิยา ขวัญเมือง และลลิตา มาเอี่ยม (2562, หน้า 23) ได้ศึกษาการพัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง การปรับปรุงคุณภาพน้ำสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับมาก

ข้อเสนอแนะ

จากการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังมโนทัศน์ ซึ่งการจัดการเรียนการสอนมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

1. สำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 ในการวิเคราะห์ผลการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังมโนทัศน์ จะต้องเลือกใช้ตัวแปรอื่น ๆ เพื่อเปรียบเทียบข้อมูลผลการวิจัย เช่น ความคิดรวบยอด ห้องเรียนกลับด้าน เป็นต้น

1.2 การเก็บข้อมูลจะต้องมีการเปรียบเทียบระหว่าง 2 กลุ่ม คือ กลุ่มการจัดการเรียนรู้แบบ 5E และกลุ่มการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังมโนทัศน์

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังมโนทัศน์กับนักเรียนในระดับชั้นอื่น ๆ เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

2.2 ควรเพิ่มสถานการณ์ ที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินชีวิตจริงของนักเรียน เพื่อให้ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง

2.3 ควรมีการศึกษาเกี่ยวกับการจัดรูปแบบการสอนแบบต่าง ๆ เปรียบเทียบกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2.4 ควรมีการประสานผู้ปกครองเกี่ยวกับแนวทางและวิธีการสอน เนื่องจากสถานการณ์โควิด และให้คำแนะนำ กำกับดูแลนักเรียนให้ปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ตามที่ครูเป็นผู้กำหนดอย่างต่อเนื่อง

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กนกพร โชคชัย. (2554). การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม.
เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- กมลฉัตร กล่อมอิม. (2559). การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา สำหรับ
นักศึกษาวิชาชีพครู. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร, 18(4), 334.
- กรวิทย์ เกื้อคลัง. (2561). ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทาง
สะเต็มศึกษา เรื่อง สภาพสมดุลและสภาพยืดหยุ่น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 5. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ, 18(2), 124-135.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.
กรุงเทพฯ: ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- _____. (2551). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ:
กระทรวงศึกษาธิการ.
- _____. (2560). ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
(ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่ง
ประเทศไทย.
- กาญจนา อรุณสุขจุฑา. (2546). ความพึงพอใจของสมาชิกสหกรณ์ ต่อการดำเนินงานของ
สหกรณ์การเกษตรไชยปราการจำกัด อำเภอไชยปราการ จังหวัดเชียงใหม่.
วิทยานิพนธ์ วท.ม. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- เกริก ท่วมกลาง และจินตนา ท่วมกลาง. (2555). การพัฒนาสื่อนวัตกรรมทางการศึกษา
เพื่อเลื่อนวิทยฐานะ. กรุงเทพฯ: สถาพรบุ๊คส์.
- จรรยาบรรณ เจริญรัตน์. (2549). การพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์และทักษะ
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่สอนด้วยวิธี
สอนแบบโครงงาน. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. นครปฐม: มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- จิราณี เมืองจันทร์. (2557). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD
แบบผสมผสาน เรื่อง คำสั่งควบคุมการทำงานของโปรแกรมสำหรับนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.

- จุฑารัตน์ เกาะหวาย, เกริก คักดีสุภาพ และสุนีย์ เหมะประสิทธิ์. (2564). การพัฒนาหน่วย การเรียนรู้บูรณาการแบบ STEM เรื่อง เลียง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 5. *วารสารชุมชนวิจัย*, 15(3), 254-265.
- ชนินันท์ พฤษภประมูล. (2557). *เอกสารประกอบการสอนรายวิชา วช 652 การประเมิน เพื่อนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์. ศูนย์วิทยาศาสตร์ศึกษา. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ.*
- ชลลธิป สมานทีโต. (2557). *เอกสารประกอบการอบรมเชิงปฏิบัติการ การจัดกิจกรรม บูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์สำหรับ ปฐมวัย. ณ สมาคมอนุบาลแห่งประเทศไทย.*
- ชวาล แพร์ตกุล. (2516). *เทคนิคการวัดผล. (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: วัฒนาพานิช.*
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2556). การทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอน. *วารสาร ศิลปการศึกษาศาสตร์วิจัย*, 5(1), 7-19.
- ชูศรี วงศ์รัตน์ และองอาจ นัยพัฒน์. (2551). *แบบแผนการวิจัยเชิงทดลองและสถิติ วิเคราะห์ : แนวคิดพื้นฐานและวิธีการ. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.*
- ทีศนา แคมมณี. (2552). *ศาสตร์การสอน. (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: ด้านสุทธาการพิมพ์ จำกัด.*
- ธัญญารัตน์ รัตนศิริ และชนสิทธิ์ สิทธิสูงเนิน. (2563). การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็ม ศึกษาเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการ สร้างสรรค์ผลงานสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. *วารสารมนุษยสังคม ปริทัศน์ (มสป.)*, 22(2), 20-33.
- ธีรพงศ์ แก่นอินทร์. (2545). ผลของวิธีสอนแบบโครงการต่อเจตคติ ความพึงพอใจ คุณลักษณะอื่นและระดับผลการเรียนของนักศึกษาระดับปริญญาตรี. *วารสาร สงขลานครินทร์*, 8(1), 34-45.
- น้ำฝน คูเจริญไพศาล รังสิยา ขวัญเมือง และลลิตา มาเอี่ยม. (2562). การพัฒนาชุด กิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM EDUCATION) เรื่อง การปรับปรุงคุณภาพน้ำสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น. *วารสารศรีนครินทรวิโรฒวิจัยและพัฒนา (สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์)*, 11(21), 23-38.

- บุญเกิด ไชยวงศ์. (2549). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้แผนผังมโนทัศน์*.
วิทยานิพนธ์ วท.ม. อุบลราชธานี: มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2545). *การวิจัยเบื้องต้น*. (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
_____. (2546). *การพัฒนาหลักสูตร*. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- ปราณี กองจินดา. (2549). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และทักษะการคิดเลขในใจของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามรูปแบบชิปปาโดยใช้แบบฝึกหัดที่เน้นทักษะการคิดเลขในใจกับนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้คู่มือครู*.
วิทยานิพนธ์ ค.ม. พระนครศรีอยุธยา: มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา.
- ปรียา โคตรสาส์, ถาดทอง ปานศุภวัชร และอรุณรัตน์ คำแห่งพล. (2563). การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่องสารในชีวิตประจำวัน โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังกราฟิก. *วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด*, 14(1), 196-209.
- เผชิญ กิจระการ. (2544). การวิเคราะห์ประสิทธิภาพสื่อและเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา. *วารสารการวัดผลการศึกษา*. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 5(11), 44-51.
- พรทิพย์ ศิริภัทราชัย. (2556). “STEM Education กับการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21”.
วารสารนักรับบริหาร, 33(2), 49-56.
- พลศักดิ์ แสงพรมศรี. (2558). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูง และเจตคติต่อการเรียนเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษากับแบบปกติ. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม*, 9(ฉบับพิเศษ), 75.
- พันธ์ ทองชุมนุม. (2547). *การสอนวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา*. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- พิชิต ฤทธิ์จรรยา. (2545). *การวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ ปฏิบัติการวิจัยในชั้นเรียน*. (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร.
- พิมพ์พันธ์ เตชะคุปต์. (2548). *การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง*. กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แบนเนจเมนท์.
- พิมพ์พันธ์ เตชะคุปต์ และพะเยาว์ ยินดีสุข. (2557). *การจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- ภาพ เลหาทโพบูลย์. (2537). *การสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษา*. เชียงใหม่: เชียงใหม่คอมเมอ์เชียล.
- ภัสสร ติตมา, มลิวรรณ นาคขุนทด และสิรินภา กิจเกื้อกุล. (2558). การจัดการเรียนรู้ตามแนวทาง STEM Education เรื่องระบบของร่างกายมนุษย์ เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. *วารสารราชพฤกษ์*, 13(3), 72.
- ภาพิสุทธิ ภูวณานพวงศ์ และยุรวุฒน์ คล้ายมงคล. (2558). ผลของกระบวนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบโดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น บูรณาการร่วมกับเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์. *วารสารอิเล็กทรอนิกส์ทางการศึกษา*, 10(2), 174.
- ภารดี กล่อมดี. (2561). ผลการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้ชุดแบบฝึกทักษะร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E. *วารสารมหาวิทยาลัยศิลปากร*, 11(1), 7.
- มนตรี จุฬาวัดมนทล. (2556). สะเต็มศึกษาประเทศไทยและทูตสะเต็ม (STEM Education Thailand and STEM Ambassadors). *สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)*, 42(185), 3-14.
- มนัส บุญประกอบ. (2545). *ผังมโนทัศน์. สารานุกรมศึกษาศาสตร์*. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- มหิศร นันตโลहित. (2550). *การเปรียบเทียบความเข้าใจในการอ่านและความสามารถทางการเขียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ผังมโนทัศน์กับการสอนแบบปกติ*. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- มิณฑกาญจน์ บุพศิริ. (2552). *ผลการจัดการเรียนการสอนแบบโครงการวิทยาศาสตร์ โดยสอดแทรกปัญหาอย่างสร้างสรรค์กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5*. วิทยานิพนธ์ ค.ม. สกลนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.
- ยุพา วยศ และคณะ. (2551). *คู่มือครูวิทยาศาสตร์ ม.1 เล่ม 2*. กรุงเทพฯ: อักษรเจริญทัศน์.

- รสริน พันธุ์. (2550). *ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนตามหลักการเรียนเพื่อรอบรู้โดยใช้ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์*. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- รสสุคนธ์ อินทฤฎากร สวัสดิ์วงศ์ชัย, ถาดทอง ปานศุภวัชร และนิติธาร ชูทรัพย์. (2562). *การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้แบบ สะเต็มศึกษาร่วมกับการใช้ผังมโนทัศน์ เรื่อง แรงและความดัน ของนักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 5. วารสารวิชาการหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏ สกลนคร*, 11(30), 85.
- ระเปียบ อนันตพงศ์. (2550). *ผลการใช้วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง สนามของแรงและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นผสมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนหาดใหญ่วิทยาลัยสมบูรณ์ กุลกันยา. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. สงขลา: มหาวิทยาลัยทักษิณ*.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2540). *สถิติวิทยาทางการวิจัย*. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาสน์.
- วนิดา อัดตะชะวะ. (2556). *ผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้ผังมโนทัศน์ประกอบที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ ค.ม. นครสวรรค์: มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์*.
- วรรณทิพา รอดแรงคำ. (2540). *การสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นทักษะกระบวนการ*. กรุงเทพฯ: สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.).
- _____. (2544). *การสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นทักษะกระบวนการ*. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.).
- วรรณทิพา รอดแรงคำ และพิมพ์พันธ์ เตชะคุปต์. (2542). *การพัฒนาการคิดของครูด้วยกิจกรรมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แมเนจเม้นท์.
- วรรณภา อ่างทอง บังอร แถวโนนงิ้ว และประสาท เนื่องเฉลิม. (2563). *การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงการตามแนวทางสะเต็มศึกษา. วารสาร มรม*, 14(1), 92.
- วรรณิ์ โสมประยูร. (2537). *การสอนภาษาไทยในระดับประถมศึกษา*. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.

วัชรียา พรหมพันธ์, อรุณรัตน์ คำแหงพล และถาดทอง ปานศุภวัชร. (2563).

การเปรียบเทียบทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง พอลิเมอร์ โดยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับเทคนิค POE และการจัดการเรียนรู้แบบปกติ. *วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครพนม*, 10(2), 109.

วารุณี หนองห้าง. (2553). *ทักษะการคิดพื้นฐานวิชาภาษาอังกฤษของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนหนองห้างพิทยา จังหวัดกาฬสินธุ์ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนเพื่อให้เกิดมโนคติของบรูเนอร์*. การศึกษาค้นคว้าอิสระ กศ.ม. ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

วาโร เพ็งสวัสดิ์. (2551). *วิธีวิทยาการวิจัย*. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาสน์.

วิรัชชณา จิตรรักศิลป์. (2560). *การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง แรง การเคลื่อนที่ และพลังงาน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. วิทยานิพนธ์ ค.ม. สกลนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.

วิไลลักษณ์ โภคาพานิชย์. (2559). *การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงการเคลื่อนที่และพลังงาน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน*. ค.ม. สกลนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.

คานิกานต์ เสนีวงศ์. (2556). *การจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษาด้วยกบไอริงามิ*. *สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)*, 42(185), 10-13.

ศิริกาญจน์ โกสุมภ์ และดารณี คำวัจณี. (2544). *สอนให้เด็กคิดเป็น*. กรุงเทพฯ: กรุงเทพมหานครการพิมพ์.

ศรีสุวรรณ ศรีสร้อย, อนันต์ ปานศุภวัชร และถาดทอง ปานศุภวัชร. (2560). *การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการคิดวิเคราะห์โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ แบบ 7 ขั้น เรื่อง ระบบนิเวศ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์*. *วารสารวิชาการหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร*, 9(26), 193.

- ศิริพร ศรีจันทร์. (2561). การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงการเป็นฐานเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ 1 ของนักศึกษาระดับปริญญาตรี คณิตศาสตร์. *วารสาร มจร สังคมศาสตร์ปริทรรศน์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย*, 6(1), 127-128.
- ศิริพร สะอาดล้วน. (2551). *ความสัมพันธ์ระหว่างความมีวินัยในตนเองกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัยเชียงใหม่*. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ศูนย์ส่งเสริมศึกษาแห่งชาติ. (2557). *คู่มือหลักสูตรอบรมครูส่งเสริมศึกษา*. กรุงเทพฯ: ศูนย์ส่งเสริมศึกษาแห่งชาติ.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2550). *การอบรมครูด้วยระบบทางไกลสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น*. กรุงเทพฯ: องค์การตำครุสภา.
- _____. (2557). *คู่มือจัดกิจกรรมส่งเสริมศึกษาระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6*. กรุงเทพฯ: องค์การตำครุสภา.
- _____. (2557). *ความรู้เบื้องต้นส่งเสริม*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกระทรวงศึกษาธิการ.
- _____. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560)*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สนธิ พลชัยยา. (2557). ส่งเสริมศึกษากับการคิดขั้นสูง. *นิตยสาร สสวท*, 42(189), 7.
- สนอง อินละคร. (2544). *เทคนิควิธีการและนวัตกรรมที่ใช้จัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง*. อุบลราชธานี: อุบลกิจออฟเซทการพิมพ์.
- สมนึก ภัททิยธนี. (2551). *การวัดผลการศึกษา*. (พิมพ์ครั้งที่ 6). กทม: ประสานการพิมพ์.
- สมพร เชื้อพันธ์. (2547). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้วิธีการจัดการเรียนการสอนแบบสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองกับการจัดการเรียนการสอนตามปกติ*. วิทยานิพนธ์ ค.ม. พระนครศรีอยุธยา: สถาบันราชภัฏพระนครศรีอยุธยา.
- สวัสดิ์ กาญจนสุวรรณ. (2542). *หลักการบริหารการศึกษา*. ภูเก็ต: สถาบันราชภัฏภูเก็ต.

- สาโรจน์ ไสยสมบัติ. (2534). *ความพึงพอใจในการทำงานของครูอาจารย์โรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษาจังหวัดร้อยเอ็ด*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒมหาสารคาม.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- _____. (2552). *แนวทางการบริหารจัดการหลักสูตร*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา. (2551). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลาง พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- สิริพร ทิพย์คง. (2545). *หลักสูตรและการสอนคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: พัฒนาคุณภาพวิชาการ.
- สุทธิวรรณ พีรศักดิ์โสภณ. (2561). *การสร้างเครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน*. เข้าถึงได้จาก <http://www.mathayom9.go.th/nitad/analyze/achiev-1.pdf>. 30 ตุลาคม 2563.
- สุธาทิพย์ คนโทพรมราช. (2553). *ผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้ผังกราฟิก ประกอบที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1*. วิทยานิพนธ์ ค.ม. นครสวรรค์: มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์.
- สุรียนต์ คุณารักษ์. (2561). *การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่องชีวิตกับสิ่งแวดล้อม โดยจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6*. *วารสารวิชาการหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร*, 10(27), 35-44.
- สุวิทย์ มูลคำ. (2547). *เรียนรู้สู่ครูมืออาชีพ*. (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: ที.พี. พรินท์.

- เสาวนีย์ มาตรา. (2554). ผลการใช้แผนผังมโนทัศน์ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
คณิตศาสตร์ ภายใต้รูปแบบการสอน 3 ชั้น ของ Underhill เรื่องคู่อันดับและ
กราฟ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- เสาวภาคย์ พรสุริวงศ์ และอภิชาติ สังข์ทอง. (2563). การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตาม
แนวทางสะเต็มศึกษาในรายวิชาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่ ของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 4. วารสารวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ศึกษา, 3(1), 30–40.
- อภิสิทธิ์ ธงไชย. (2556). เทคโนโลยีและวิศวกรรมคืออะไรในสะเต็มศึกษา. สถาบันส่งเสริม
การสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.), 42(185), 10–13.
- อมรลักษณ์ ปรีชาหาญ. (2535). ความพึงพอใจของสมาชิกที่มีต่อบทบาทของสหกรณ์
การเกษตรสารภีจำกัด. วิทยานิพนธ์ ศ.ม. เชียงใหม่: สถาบันเทคโนโลยีแม่ใจ.
- อารมณีย์ เทียนพิทักษ์. (2528). องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับประสิทธิภาพการสอน ของนิสิต
ฝึกประสบการณ์วิชาชีพ ตามการรับรู้ของอาจารย์นิเทศก์ฝ่ายคณะ อาจารย์
นิเทศก์ฝ่ายโรงเรียน ผู้บริหารและนิสิตที่ผ่านการฝึกประสบการณ์วิชาชีพ
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อุไร ดอกคำ และสาวิตรี เถาว์โท. (2562). การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
ตามแนวสะเต็มศึกษาเรื่องดินในท้องถิ่นของเรา เพื่อส่งเสริมความสามารถใน
การคิดแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2. วิจัยและประเมินผล
อุบลราชธานี, 9(1), 81–92.
- Asghar, A., Ellington, R., Rice, E., Johnson, F., & Prime, G. M. (2012). Supporting
STEM Education in Secondary Science Contexts. *Interdisciplinary Journal of
Problem-Based Learning*, 6(2), 85.
- Ausubel, D. P., & Robinson, F. G. (1968). *School Learning: An Introduction to Education
Psychology*. New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Baroody, A. J., & Bartels, B. H. (2001). Assessing Understanding in Mathematics With
Concept Mapping. *Mathematics in School*, 30(3) 1–3.
- Bloom, B.S. (1976). *Human Characteristic and School Learning*. New York: McGraw–Hill.
- De Cecco, J. P. (1968). *The Psychology of Learning and Instruction: Educational
Psychology*. New Jersey: Prentice Hall.

- Diana, L. R. (2012). Integrated STEM Education through Project-Based Learning. Available from: <http://www.rondout.k12.ny.us/common/pages/Display-File.aspx?itemId=16466975>. 1 October 2020.
- Edward, M. R. (2013). *Implementing Science, Technology, Mathematics, and Engineering (STEM) Education in Thailand and in ASEAN*. A Report Prepared for The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (IPST).
- Good, C. V. (1973). *Dictionary of education* 3rd ed. New York: McGraw-Hill.
- Husen, T., & Postlethwaite, T. N. (1985). *The International encyclopedia of education*. London: Pergamon Press Ltd.
- John, M., Bettye, S., Ezra, T., & Robert, W. (2016). A Formative Evaluation of a Southeast High School Integrative science, technology, engineering, and mathematics (STEM) academy. *journal homepage: www.elsevier.com/locate/techsoc*, 45(16), 34–39.
- Kuder, F. (1991). Comments Concerning the Appropriate use of Formulas for Estimating the Internal-Consistency Reliability of Tests. *Educational and Psychological Measurement*, 51(1991), 873–874.
- Mason, C. L. (1990). “Concept Mapping: A Tool to Develop Reflective Science Instruction”. *Science Education*. 76(1), 51–57.
- McMillan, J. H. & Schumacher, S. S. (1999). *Research in Education: A Conceptual Introduction*. New York: Longman.
- Millet, J. D. (1954). *Management in the Public Service*. New York: McGraw Hill Book Company.
- Novak, J.D. & Gowin B. (1984). *Learning How to Learn*. NY: Cornell University Press.
- Tawfik, A., Trueman, R.J. & Trueman, M.M. (2014). Engaging Non-Scientists in STEM through Problem-Based Learning and Service Learning. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 8(2), 1–10.
- Thibaut, L., Knipprath, H., Dehaene, W. & Depaepe, F. (2018). The Influence of Teachers’ Attitudes and School Context on Instructional Practices in Integrated STEM Education. *Teaching and Teacher Education: An International Journal of Research and Studies*, 71(1), 190–205.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

- รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือการวิจัย
- หนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือการวิจัย
- หนังสือรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์
- หนังสือขอความอนุเคราะห์ทดลองใช้เครื่องมือการวิจัย
- หนังสือขอความอนุเคราะห์เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อวิจัย

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

- | | |
|------------------------------|--|
| 1. ดร.อัจฉรา ไชยสี ชูรีรัมย์ | อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิทยาศาสตร์
คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร |
| 2. ดร.กฤตภาส วงศ์มา | อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิทยาศาสตร์
คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร |
| 3. นางรัชดา มุ่งงาม | ครูชำนาญการพิเศษ (วิทยาศาสตร์)
โรงเรียนอนุบาลเมืองเสลภูมิ
อำเภอเสลภูมิ จังหวัดร้อยเอ็ด
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาศรีสะเกษ เขต 3 |



ที่ อว ๐๖๒๑.๑๒/ว ๖๐๔

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
๖๘๐ ถ.นิตโย ต.ธาตุเชิงชุม
อ.เมือง จ.สกลนคร ๔๗๐๐๐

๒๑ พฤษภาคม ๒๕๖๔

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

เรียน ดร.อัจฉรา ไชยสี ชูรัมย์

- สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. กรอบแนวคิดการวิจัย และนิยามศัพท์เฉพาะ
๒. เครื่องมือการวิจัย
๓. แบบประเมินเครื่องมือการวิจัย

ด้วย นายธีรพงษ์ รัศมีพิพัฒน์ รหัสประจำตัวนักศึกษา ๖๒๔๒๑๒๓๘๒๑๗ ซึ่งเป็นนักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๔ เรื่อง แรงโน้มถ่วงของโลกและตัวกลางของแสง โดยการจัดเรียนการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ร่วมกับ ผังมโนทัศน์” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต (ค.ม.) โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.หรรษกร วรรณะสาร เป็นประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ดร.อรุณรัตน์ คำแหงพล เป็นกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถ และเชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการพิจารณาตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย เพื่อใช้ประกอบการทำวิทยานิพนธ์ที่นักศึกษาได้จัดทำขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ศิกานต์ เพียรธัญญกรณ์)

ผู้อำนวยการบัณฑิตวิทยาลัย ปฏิบัติราชการแทน

อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

บัณฑิตวิทยาลัย

โทร. ๐ ๔๒๙๗ ๐๒๒๙

โทรสาร ๐ ๔๒๙๗ ๐๐๓๒

ผู้ประสานงาน นายธีรพงษ์ รัศมีพิพัฒน์ โทรศัพท์เคลื่อนที่ ๐๙ ๘๕๐๗ ๒๔๙๕

“อยู่สกล รักสกล ทำเพื่อสกลนคร”

ที่ อว ๐๖๒๑.๑๒/ว ๖๐๔

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
๖๘๐ ถ.นิตโย ต.ธาตุเชิงชุม
อ.เมือง จ.สกลนคร ๔๗๐๐๐

๒๑ พฤษภาคม ๒๕๖๔

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

เรียน ดร.กฤตภาส วงศ์มา

- สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. กรอบแนวคิดการวิจัย และนิยามศัพท์เฉพาะ
๒. เครื่องมือการวิจัย
๓. แบบประเมินเครื่องมือการวิจัย

ด้วย นายธีรพงษ์ รัศมีพิพัฒน์ รหัสประจำตัวนักศึกษา ๖๒๔๒๑๒๓๘๒๑๗ ซึ่งเป็นนักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๔ เรื่อง แรงโน้มถ่วงของโลกและตัวกลางของแสง โดยการจัดเรียนการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับ ผังมโนทัศน์” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต (ค.ม.) โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทรงษกร วรรณะสาร เป็นประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ดร.อรุณรัตน์ คำแห่งพล เป็นกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถ และเชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการพิจารณาตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย เพื่อให้ประกอบการทำวิทยานิพนธ์ที่นักศึกษาได้จัดทำขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ศีกานต์ เพียรธัญญกรณ์)

ผู้อำนวยการบัณฑิตวิทยาลัย ปฏิบัติราชการแทน

อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

บัณฑิตวิทยาลัย

โทร. ๐ ๔๒๔๗ ๐๒๒๔

โทรสาร ๐ ๔๒๔๗ ๐๐๓๒

ผู้ประสานงาน นายธีรพงษ์ รัศมีพิพัฒน์ โทรศัพท์เคลื่อนที่ ๐๙ ๘๕๐๗ ๒๔๙๕

“อยู่สกล รักสกล ทำเพื่อสกลนคร”



ที่ อว ๐๖๒๑.๑๒/ว ๖๐๔

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
๖๘๐ ถ.นิตโย ต.ธาตุเชิงชุม
อ.เมือง จ.สกลนคร ๔๗๐๐๐

๒๑ พฤษภาคม ๒๕๖๔

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

เรียน นางรัตดา มุ่งงาม

- สิ่งที่ส่งมาด้วย
๑. กรอบแนวคิดการวิจัย และนิยามศัพท์เฉพาะ
 ๒. เครื่องมือการวิจัย
 ๓. แบบประเมินเครื่องมือการวิจัย

ด้วย นายธีรพงษ์ รัตมิตพิพัฒน์ รหัสประจำตัวนักศึกษา ๖๒๔๒๑๒๓๘๒๑๗ ซึ่งเป็นนักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๔ เรื่อง แรงโน้มถ่วงของโลกและตัวกลางของแสง โดยการจัดเรียนการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับ ผังมโนทัศน์” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต (ค.ม.) โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทรงกร วรธนะสาร เป็นประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ดร.อรุณรัตน์ คำแห่งพล เป็นกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถ และเชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการพิจารณาตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย เพื่อใช้ประกอบการทำวิทยานิพนธ์ที่นักศึกษาได้จัดทำขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ศิกานต์ เพียรธัญญกรณ์)
ผู้อำนวยการบัณฑิตวิทยาลัย ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

บัณฑิตวิทยาลัย

โทร. ๐ ๔๒๔๗ ๐๒๒๙

โทรสาร ๐ ๔๒๔๗ ๐๐๓๒

ผู้ประสานงาน นายธีรพงษ์ รัตมิตพิพัฒน์ โทรศัพท์เคลื่อนที่ ๐๙ ๘๕๐๗ ๒๔๙๕

“อยู่สกล รักสกล ทำเพื่อสกลนคร”



COA NO. ๑๓๗/๒๕๖๔
IEC NO. HE ๖๔-๑๒๐

คณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

- ขอรับรองว่าโครงการวิจัยเรื่อง : การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ ๔ เรื่อง แรงโน้มถ่วงของโลกและตัวกลางของแสง โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับ ผังมโนทัศน์ (Development of Science Process Skills of Prathomsuksa ๔ Students on the Topic of Gravitational Force and Medium of Light by Using STEM Education and Concept Mapping)
- หัวหน้าโครงการวิจัย : นายธีรพงษ์ รัศมีพิพัฒน์
- ผู้ร่วมโครงการวิจัย : ๑. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.หรรษกร วรธนะสาร
๒. ดร.อรุณรัตน์ คำแหงพล
- หน่วยงานต้นสังกัด : สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์
- เอกสารที่รับรอง

๑. แบบฟอร์มโครงการวิจัย
๒. เอกสารชี้แจงอาสาสมัครที่เข้าร่วมโครงการวิจัย
๓. แบบแสดงความยินยอมให้ทำการวิจัยจากอาสาสมัคร
๔. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ได้รับการยกเว้นการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ จากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร โดยยึดหลักพื้นฐานของหลักจริยธรรมการวิจัยสากล

รับรอง ณ วันที่ ๑๓ เดือน สิงหาคม พ.ศ. ๒๕๖๔

อุษณีย์ คุปตะบุตร

(นางสาวอุษณีย์ คุปตะบุตร)

ประธานกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์
มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

วันหมดอายุ วันที่ ๑๓ เดือน สิงหาคม พ.ศ. ๒๕๖๕

ทั้งนี้ การรับรองนี้มีเงื่อนไขดังที่ระบุไว้ด้านหลังทุกข้อ

สำนักงานคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ที่อยู่ สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร เลขที่ ๖๘๐ ถ.นิคม อ.เมืองสกลนคร จ.สกลนคร รหัสไปรษณีย์ ๔๗๐๐๐ โทรศัพท์ ๐๔๒-๙๗๐-๑๕๔

ที่ อว ๐๖๒๑.๑๒/๙๑๔



มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
๖๘๐ ถนนโยธา ต.ธาตุเชิงชุม
อ.เมือง จ.สกลนคร ๔๗๐๐๐

๑๔ สิงหาคม ๒๕๖๔

เรื่อง ขออนุญาตยืมเครื่องมือการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนอนุบาลเมืองเสลภูมิ

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือการวิจัย

ด้วย นายธีรพงษ์ รัตมณีพัฒน์ รหัสประจำตัวนักศึกษา ๖๒๔๒๑๒๘๒๑๗ ซึ่งเป็นนักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ เรื่อง แรงโน้มถ่วงของโลกและตัวกลางของแสง โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังมโนทัศน์” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรศาสตรมหาบัณฑิต (ค.ม.) โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรชกร วรรณะสาร เป็นประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ดร.อรุณรัตน์ คำแห่งพล เป็นกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ทั้งนี้ นักศึกษามีความประสงค์ขอยืมเครื่องมือการวิจัย เพื่อหาความเชื่อมั่นในการ ศึกษาวิจัยประกอบการทำวิทยานิพนธ์ โดยเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้รับการยกเว้นการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์จากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร โดยยึดหลักพื้นฐานของหลักจริยธรรมการวิจัยสากล เลขที่ใบรับรอง ๑๓๗/๒๕๖๔ ลงวันที่ ๑๓ สิงหาคม พ.ศ. ๒๕๖๔ ดังนั้น บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร จึงขออนุญาตยืมให้ท่านอนุญาตให้นักศึกษาทำการยืมเครื่องมือวิจัยดังกล่าวด้วย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์ภคพล คติวัฒน์)

รองผู้อำนวยการฝ่ายวางแผนและประกันคุณภาพ รักษาการแทน

ผู้อำนวยการบัณฑิตวิทยาลัย ปฏิบัติราชการแทน

อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

บัณฑิตวิทยาลัย

โทร. ๐ ๔๒๙๗ ๐๒๒๙

โทรสาร ๐ ๔๒๙๗ ๐๐๓๒

ผู้ประสานงาน นายธีรพงษ์ รัตมณีพัฒน์ โทรศัพท์เคลื่อนที่ ๐๙ ๓๕๐๗ ๒๔๙๕

“อยู่สกล รักสกล ทำเพื่อสกลนคร”



ที่ อว ๐๖๒๑.๑๒/๑๐๐๓

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
๖๘๐ ถ.นิติโย ต.ธาตุเชิงชุม
อ.เมือง จ.สกลนคร ๔๗๐๐๐

๓๐ สิงหาคม ๒๕๖๔

เรื่อง ขออนุญาตเผยแพร่เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนอนุบาลเมืองเสลภูมิ

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือการวิจัย

ด้วย นายธีรพงษ์ รัศมีพิพัฒน์ รหัสประจำตัวนักศึกษา ๖๒๔๒๑๒๓๘๒๑๗ ซึ่งเป็นนักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์เรื่อง "การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๔ เรื่อง แรงโน้มถ่วงของโลกและตัวกลางของแสง โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังมโนทัศน์" ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต (ค.ม.) โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.หรรษกร วรรณะสาร เป็นประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ดร.อรุณรัตน์ คำแห่งพล เป็นกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

เพื่อให้การศึกษาค้นคว้าสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร จึงขออนุญาตเผยแพร่จากท่าน ให้นักศึกษารายดังกล่าวได้เก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย โดยเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้รับการยกเว้นการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ จากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร โดยยึดหลักพื้นฐานของหลักจริยธรรมการวิจัยสากล เลขที่ใบรับรอง ๑๓๗/๒๕๖๔ ลงวันที่ ๑๓ สิงหาคม พ.ศ. ๒๕๖๔ เพื่อนำข้อมูลที่ได้ประกอบการศึกษาวิทยานิพนธ์ และขอขอบคุณในความอนุเคราะห์มา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ศีกานต์ เพียรธัญญกรณ์)

ผู้อำนวยการบัณฑิตวิทยาลัย ปฏิบัติราชการแทน

อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

บัณฑิตวิทยาลัย

โทร. ๐ ๔๒๑๗ ๐๒๒๔

โทรสาร ๐ ๔๒๑๗ ๐๐๓๒

ผู้ประสานงาน นายธีรพงษ์ รัศมีพิพัฒน์ โทรศัพท์เคลื่อนที่ ๐๙ ๓๕๐๗ ๒๔๑๕

“อยู่สกล รักสกล ทำเพื่อสกลนคร”

ภาคผนวก ข

ผลการวิเคราะห์หาคุณภาพของเครื่องมือ

1. ผลการประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง แรงโน้มถ่วงของโลก และตัวกลางของแสง โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังมโนทัศน์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยผู้เชี่ยวชาญ 3 คน
2. ผลการประเมินความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้กับตัวชี้วัด เรื่อง ร่างกายของเรา โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังมโนทัศน์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยผู้เชี่ยวชาญ 3 คน
3. ผลการวิเคราะห์ดัชนีความสอดคล้องเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยผู้เชี่ยวชาญ 3 คน
4. ผลการวิเคราะห์ดัชนีความสอดคล้องเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยผู้เชี่ยวชาญ 3 คน
5. ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างตัวชี้วัดกับแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังมโนทัศน์ ของชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง แรงโน้มถ่วงของโลกและตัวกลางของแสง โดยผู้เชี่ยวชาญ
6. ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
7. ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ตาราง 15 ผลการประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับ
 ฟังมโนทัศน์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และ
 เทคโนโลยี เรื่อง แรงโน้มถ่วงของโลกและตัวกลางของแสง

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			เฉลี่ย	สรุป ความ เหมาะสม
	1	2	3		
ด้านที่ 1 สาระการเรียนรู้					
1. ถูกต้องได้ใจความ	4	4	5	4.33	มาก
2. แสดงความคิดหลักได้ชัดเจน	4	4	5	4.33	มาก
3. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5	4	5	4.67	มากที่สุด
ด้านที่ 2 ผลการเรียนรู้					
4. นำไปสู่การปฏิบัติได้	5	5	4	4.67	มากที่สุด
5. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5	5	5	5	มากที่สุด
6. สอดคล้องกับกิจกรรม	5	5	5	5	มากที่สุด
7. ระบุพฤติกรรมที่วัดประเมินได้ชัดเจน	4	4	5	4.33	มาก
8. ครอบคลุมพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย ทักษะพิสัยและจิตพิสัย	5	4	5	4.67	มากที่สุด
ด้านที่ 3 กิจกรรมการเรียนรู้					
9. กิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลาย	5	5	5	5	มาก
10. กิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ	5	5	5	5	มากที่สุด
11. กิจกรรมที่เน้นการพัฒนาคุณธรรมจริยธรรม	5	4	5	4.67	มากที่สุด
12. พัฒนาคุณลักษณะผู้เรียนได้ชัดเจน	5	4	5	4.67	มากที่สุด
13. เน้นผู้เรียนให้แสวงหาความรู้มีส่วนร่วม ค้นคว้าวิเคราะห์และลงข้อสรุป	5	5	5	5	มากที่สุด
14. กิจกรรมเหมาะสมกับระดับผู้เรียน	5	4	5	4.67	มากที่สุด
15. กิจกรรมเป็นไปตามขั้นตอนของการสอนแบบ สะเต็มศึกษาร่วมกับฟังมโนทัศน์	5	4	5	4.67	มากที่สุด

ตาราง 15 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			เฉลี่ย	สรุป
	1	2	3		
ด้านที่ 4 สื่อ/อุปกรณ์ แหล่งเรียนรู้					
16. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้และกิจกรรม	5	4	5	4.67	มากที่สุด
17. สื่อเหมาะสม ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการใช้	5	4	5	4.67	มากที่สุด
18. สนองต่อผลการเรียนรู้และกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	5	5	มากที่สุด
ด้านที่ 5 การวัดและประเมินผล					
19. การวัดและประเมินผลสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และสาระสำคัญ	5	5	5	5	มากที่สุด
20. ใช้เครื่องมือวัดและประเมินผลได้เหมาะสม	5	4	5	4.67	มากที่สุด
21. วัดและประเมินผลได้ครอบคลุมพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย ทักษะพิสัย และจิตพิสัย	5	5	5	5	มากที่สุด
22. มีการวัดและประเมินผลที่หลากหลายตามสภาพจริง	5	5	5	5	มากที่สุด
รวม	107	98	109	104.76	มากที่สุด
เฉลี่ย				4.76	มากที่สุด

ตาราง 16 ผลการประเมินความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้กับตัวชี้วัด
 การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังมโนทัศน์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4
 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง แรงโน้มถ่วงของโลกและ
 ตัวกลางของแสง มาตรฐาน ว 2.2: เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน
 ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุ ลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุ รวมทั้ง
 นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด	แผนการจัดการ เรียนรู้	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	สรุปผล
		1	2	3			
1. อธิบายการตก อย่างอิสระและปัจจัยที่มีผล ต่อแรงโน้มถ่วงของโลกได้	แผนที่ 1 เรื่อง ผลของแรง โน้มถ่วงโลก	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
2. อธิบายการตกแบบ มีแรงต้านได้							
3. สามารถนำวิธีการสร้าง แรงต้านทานความโน้มถ่วง ไปใช้แก้ปัญหาใน ชีวิตประจำวันได้							
4. อธิบายน้ำหนักของวัตถุ และปัจจัยที่มีผลต่อน้ำหนัก ของวัตถุได้	แผนที่ 2 เรื่อง แรงดึงดูด ของโลกกับ น้ำหนักของวัตถุ	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
5. ทำการทดลองหาน้ำหนัก ของวัตถุด้วยเครื่องชั่งได้							

ตาราง 17 ผลการประเมินความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้กับตัวชี้วัด

การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังมโนทัศน์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4
 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง แรงแม่เหล็กของโลกและ
 ตัวกลางของแสง มาตรฐาน ว 2.3: เข้าใจความหมายของพลังงาน
 การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงานปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและ
 พลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้อง
 กับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด	แผนการจัดการ เรียนรู้	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	สรุปผล
		1	2	3			
6. อธิบายความสัมพันธ์ ระหว่างน้ำหนักกับ การเปลี่ยนแปลงการ เคลื่อนที่ของวัตถุได้	แผนที่ 3 เรื่อง มวลกับ การเปลี่ยนแปลง การเคลื่อนที่ ของวัตถุ	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
7. อธิบายความสัมพันธ์ ระหว่างมวลและน้ำหนักได้							
8. สามารถอธิบายการ มองเห็นแสงผ่านวัตถุต่าง ๆ ได้	แผนที่ 4 เรื่อง ตัวกลาง ของแสง	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
9. สามารถอธิบายและ จำแนกวัตถุเป็นตัวกลาง โปร่งใส ตัวกลางโปร่งแสง และวัตถุทึบแสงได้							

ตาราง 18 ผลการวิเคราะห์ดัชนีความสอดคล้องเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดทักษะ
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ข้อ	คะแนนความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			รวม	ค่า IOC	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
2	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
3	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
4	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
5	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
6	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
7	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
8	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
9	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
10	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
11	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
12	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
13	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
14	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
15	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
16	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
17	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
18	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
19	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้

ตาราง 18 (ต่อ)

ข้อ	คะแนนความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			รวม	ค่า IOC	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
20	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
21	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
22	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
23	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
24	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
25	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
26	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
27	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
28	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
29	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
30	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
31	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
32	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
33	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
34	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
35	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
36	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
37	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
38	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
39	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
40	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้

ตาราง 19 ผลการวิเคราะห์ดัชนีความสอดคล้องเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ข้อ	คะแนนความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			รวม	ค่าIOC	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
2	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
3	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
4	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
5	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
6	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
7	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
8	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
9	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
10	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
11	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
12	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
13	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
14	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
15	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
16	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
17	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
18	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
19	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
20	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
21	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
22	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
23	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้

ตาราง 19 (ต่อ)

ข้อ	คะแนนความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			รวม	ค่าIOC	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
24	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
25	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
26	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
27	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
28	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
29	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
30	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
31	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
32	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
33	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
34	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
35	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
36	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
37	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
38	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
39	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
40	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้

ตาราง 20 ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างตัวชี้วัดกับแบบสอบถามความพึงพอใจ
ที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังมโนทัศน์
ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง แรงโน้มถ่วงของโลกและตัวกลาง
ของแสงโดยผู้เชี่ยวชาญ

ตัวชี้วัด	ข้อคำถาม	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	สรุปผล
		1	2	3			
มาตรฐาน ว 2.2	ด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้						
1. อธิบายการตก อย่างอิสระ และปัจจัยที่มีผล ต่อแรงโน้มถ่วง ของโลกได้	1. เนื้อหาที่ใช้สอดคล้อง กับตัวชี้วัดและจุดประสงค์	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
2. อธิบายการตก แบบมีแรงต้านได้	2. เนื้อหาที่มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
3. สามารถ นำวิธีการสร้าง แรงต้านทาน ความโน้มถ่วงไปใช้ แก้ปัญหาใน ชีวิตประจำวันได้	3. เนื้อหาเกี่ยวข้องกับ ชีวิตประจำวัน	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
	4. เนื้อหาที่มีความน่าสนใจ	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
	5. เนื้อหาที่มีความเหมาะสมกับ เวลาเรียน	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
	ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้						
	6. เนื้อหาสาระมีความ น่าสนใจ	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
	7. น่าสนใจ สนุก กระตุ้น การเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
	8. เน้นนักเรียนมีส่วนร่วม ได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
	9. ส่งเสริมการฝึกทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
	10. ใช้เทคโนโลยีหรือ นวัตกรรมในการจัดการเรียนรู้ อย่างเหมาะสม	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้

ตาราง 20 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	ตัวชี้วัด	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	สรุปผล
		1	2	3			
4. อธิบายน้ำหนักของวัตถุและปัจจัยที่มีผลต่อน้ำหนักของวัตถุได้ 5. ทำการทดลองหาน้ำหนักของวัตถุด้วยเครื่องชั่งได้	ด้านสื่อและอุปกรณ์การเรียน						
	11. สอดคล้องกับเนื้อหา	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
	12. ส่งเสริมกระตุ้นความสนใจ	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
	13. สื่อและอุปกรณ์เหมาะสมในการนำไปใช้	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
	14. ความเหมาะสมของสื่ออุปกรณ์กับเนื้อหาและกิจกรรม	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
	15. ความพร้อมของ สื่อ อุปกรณ์ และเครื่องมือสำหรับค้นคว้าอย่างเหมาะสมและเพียงพอ	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้

ตาราง 20 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	ตัวชี้วัด	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	สรุปผล
		1	2	3			
มาตรฐาน ว 2.3	ด้านการวัดและประเมินผล						
6. อธิบาย ความสัมพันธ์ ระหว่างน้ำหนักกับ การเปลี่ยนแปลง การเคลื่อนที่ของ วัตถุได้	16. การวัดประเมินผล สอดคล้องกับจุดประสงค์ การเรียนรู้ ครอบคลุมทุกด้าน	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
7. อธิบาย ความสัมพันธ์ ระหว่างมวลและ น้ำหนักได้	17. มีการวัดและประเมินผล ที่สอดคล้องกับกิจกรรม การเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
8. สามารถอธิบาย การมองเห็นแสง ผ่านวัตถุต่าง ๆ ได้	18. เปิดเผยคะแนนที่ได้ จากการวัดผล	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
9. สามารถอธิบาย และจำแนกวัตถุเป็น ตัวกลางโปร่งใส ตัวกลางโปร่งแสง และวัตถุทึบแสงได้	19. การวัดและประเมินผล มีความชัดเจนและยุติธรรม	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
	20. ให้ข้อมูลย้อนกลับ เพื่อนำไปสู่การพัฒนาตนเอง	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
เฉลี่ย					3	1	ใช้ได้

ตาราง 21 ผลการวิเคราะห์ระดับค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r)

และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ข้อที่	ค่าความยาก (p)	แปลผล (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	แปลผล (r)
1	0.77	ดี	0.33	พอใช้
2	0.63	ดี	0.20	พอใช้
3	0.67	ดี	0.40	ดี
4	0.67	ดี	0.40	ดี
5	0.63	ดี	0.20	พอใช้
6	0.50	ดีมาก	0.20	พอใช้
7	0.67	ดี	0.27	ดี
8	0.77	ดี	0.20	พอใช้
9	0.57	ดีมาก	0.20	พอใช้
10	0.60	ดี	0.27	พอใช้
11	0.60	ดี	0.27	พอใช้
12	0.63	ดี	0.20	พอใช้
13	0.70	ดี	0.20	ดี
14	0.60	ดี	0.27	พอใช้
15	0.70	ดี	0.20	พอใช้
16	0.63	ดี	0.33	พอใช้
17	0.50	ดีมาก	0.33	พอใช้
18	0.50	ดีมาก	0.20	พอใช้
19	0.67	ดี	0.53	ดี
20	0.63	ดี	0.33	พอใช้
21	0.67	ดี	0.27	พอใช้
22	0.63	ดี	0.47	ดี
23	0.67	ดี	0.40	ดี
24	0.73	ดี	0.27	พอใช้

ตาราง 21 (ต่อ)

ข้อที่	ค่าความยาก (p)	แปลผล (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	แปลผล (r)
25	0.63	ดี	0.20	พอใช้
26	0.63	ดี	0.47	ดี
27	0.60	ดี	0.40	ดี
28	0.63	ดี	0.20	พอใช้
29	0.70	ดี	0.20	พอใช้
30	0.60	ดี	0.40	ดี
31	0.60	ดี	0.27	พอใช้
32	0.60	ดี	0.40	ดี
33	0.73	ดี	0.26	พอใช้
34	0.57	ดีมาก	0.47	ดี
35	0.63	ดี	0.47	ดี
36	0.73	ดี	0.27	พอใช้
37	0.67	ดี	0.27	พอใช้

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
โดยใช้สูตร KR-20 เท่ากับ 0.81

ตาราง 22 ผลการวิเคราะห์ระดับค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r)

และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ข้อที่	ค่าความยาก (p)	แปลผล (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	แปลผล (r)
1	0.20	ดี	0.83	ดีมาก
2	0.53	ดีมาก	0.27	พอใช้
3	0.57	ดีมาก	0.20	พอใช้
4	0.57	ดีมาก	0.33	พอใช้
5	0.57	ดีมาก	0.33	พอใช้
6	0.70	ดี	0.20	พอใช้
7	0.57	ดีมาก	0.20	พอใช้
8	0.63	ดี	0.20	พอใช้
9	0.47	ดีมาก	0.27	พอใช้
10	0.60	ดี	0.40	ดี
11	0.57	ดีมาก	0.33	พอใช้
12	0.57	ดีมาก	0.33	พอใช้
13	0.60	ดี	0.40	ดี
14	0.63	ดี	0.47	ดี
15	0.63	ดี	0.33	พอใช้
16	0.63	ดี	0.20	ดี
17	0.60	ดี	0.40	ดี
18	0.50	ดีมาก	0.47	ดี
19	0.57	ดีมาก	0.20	พอใช้
20	0.67	ดี	0.27	พอใช้
21	0.60	ดี	0.40	ดี
22	0.67	ดี	0.40	ดี
23	0.50	ดีมาก	0.20	พอใช้
24	0.63	ดี	0.20	พอใช้

ตาราง 22 (ต่อ)

ข้อที่	ค่าความยาก (p)	แปลผล (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	แปลผล (r)
25	0.70	ดี	0.20	พอใช้
26	0.60	ดี	0.27	พอใช้
27	0.67	ดี	0.27	พอใช้
28	0.70	ดี	0.33	พอใช้
29	0.63	ดี	0.20	พอใช้
30	0.67	ดี	0.27	พอใช้
31	0.67	ดี	0.27	พอใช้
32	0.60	ดี	0.40	ดี
33	0.63	ดี	0.20	พอใช้
34	0.67	ดี	0.53	ดี
35	0.67	ดี	0.40	ดี

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้สูตร KR-20
เท่ากับ 0.83

ภาคผนวก ค

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ผลการวิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังมโนทัศน์
2. ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง แรงโน้มถ่วงของโลกและตัวกลางของแสง
3. ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ชั้นประถมศึกษา
ปีที่ 4 เรื่อง แรงโน้มถ่วงของโลกและตัวกลางของแสง
4. ผลการวิเคราะห์คะแนนความพึงพอใจต่อการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยแผน
การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังมโนทัศน์ เรื่อง แรงโน้มถ่วงของโลก
และตัวกลางของแสง

ตาราง 23 ผลการวิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังมโนทัศน์

คะแนน เลขที่	คะแนนระหว่างเรียน (แผนการจัดการเรียนรู้ที่/คะแนน)				รวม คะแนน ระหว่าง เรียน	คะแนน หลังเรียน
	1	2	3	4		
	แผน 1 (90)	แผน 2 (90)	แผน 3 (90)	แผน 4 (90)	360	60
1	68	70	72	67	277	40
2	72	74	74	73	293	43
3	74	72	71	71	288	49
4	78	76	72	73	299	45
5	74	76	73	77	300	55
6	79	77	73	74	303	46
7	69	71	72	69	281	47
8	81	77	83	74	315	55
9	76	74	69	70	289	47
10	68	70	72	67	283	46
11	73	69	74	67	292	48
12	77	75	70	70	292	48
13	72	74	73	73	297	46
14	76	74	74	73	299	55
15	74	76	77	72	301	49
16	79	77	74	71	287	48
17	72	68	77	70	290	52
18	72	74	76	68	284	47
19	69	71	70	74	309	54
20	81	79	74	75	291	51

ตาราง 23 (ต่อ)

คะแนน เลขที่	คะแนนระหว่างเรียน (แผนการจัดการเรียนรู้ที่/คะแนน)				รวม คะแนน ระหว่าง เรียน	คะแนน หลังเรียน
	1	2	3	4		
	แผน 1 (90)	แผน 2 (90)	แผน 3 (90)	แผน 4 (90)	360	60
21	72	74	76	69	292	47
22	75	71	77	69	291	46
23	76	74	71	70	311	53
24	81	79	78	73	291	43
25	71	73	73	74	294	47
26	76	72	75	71	286	51
27	71	73	74	68	287	50
28	75	73	68	71	294	48
29	75	77	74	68	298	48
30	78	76	76	68	290	46
รวม					8,804	1,450
เฉลี่ย					293.47	48.33
S.D.					3.31	3.68
ร้อยละ					81.52	80.56

ตาราง 24 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง แรงโน้มถ่วงของโลกและตัวกลางของแสง

เลขที่	แบบทดสอบ ก่อนเรียน (30)	แบบทดสอบ หลังเรียน (30)	D	D ²	t-test
1	14	21	7	49	t = 25.06
2	13	22	9	81	
3	16	26	10	100	
4	14	23	9	81	
5	15	28	13	169	
6	17	23	6	36	
7	14	23	9	81	
8	16	27	11	121	
9	15	24	9	81	
10	16	25	9	81	
11	14	21	7	49	
12	15	22	7	49	
13	13	24	11	121	
14	16	27	11	121	
15	16	25	9	81	
16	15	24	9	81	
17	13	26	13	169	
18	16	25	9	81	
19	17	28	11	121	
20	15	28	13	169	
21	15	21	6	36	
22	15	22	7	49	
23	15	27	12	144	

ตาราง 24 (ต่อ)

เลขที่	แบบทดสอบ ก่อนเรียน (30)	แบบทดสอบ หลังเรียน (30)	D	D ²	t-test
24	13	22	9	81	
25	16	24	8	64	
26	14	26	12	144	
27	15	25	10	100	
28	17	24	7	49	
29	16	24	8	64	
30	14	23	9	81	
รวม	450	730	280	2,734	
เฉลี่ย	15.00	24.33			
S.D.	1.20	2.15			
ร้อยละ	50.00	81.11			

* $\alpha = .01$ df = 29

ตาราง 25 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง แรงโน้มถ่วงของโลกและตัวกลางของแสง

เลขที่	แบบทดสอบ ก่อนเรียน (30)	แบบทดสอบ หลังเรียน (30)	D	D ²	t-test
1	12	19	7	49	t = 29.13
2	13	21	8	64	
3	12	23	11	121	
4	13	22	9	81	
5	16	27	11	121	
6	14	23	9	81	
7	15	24	9	81	
8	17	28	11	121	
9	14	23	9	81	
10	14	21	7	49	
11	16	27	11	121	
12	15	26	11	121	
13	15	22	7	49	
14	14	28	14	196	
15	17	24	7	49	
16	15	24	9	81	
17	17	26	9	81	
18	14	22	8	64	
19	15	26	9	81	
20	14	23	9	81	
21	15	26	11	121	
22	16	24	8	64	
23	15	26	11	121	
24	13	21	8	64	

ตาราง 25 (ต่อ)

เลขที่	แบบทดสอบ ก่อนเรียน (30)	แบบทดสอบ หลังเรียน (30)	D	D ²	t-test
25	16	23	7	49	
26	16	25	9	81	
27	15	25	10	100	
28	14	24	10	100	
29	17	24	7	49	
30	15	23	8	64	
รวม	444	720	276	2,626	
เฉลี่ย	14.80	24.00			
S.D.	1.40	2.21			
ร้อยละ	49.33	80.00			

* $\alpha = .01$ df = 29

ตาราง 26 ผลการวิเคราะห์คะแนนความพึงพอใจต่อการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังมโนทัศน์

เลขที่	ด้านเนื้อหาสาระ การเรียนรู้					ด้านการจัดกิจกรรม การเรียนรู้					ด้านสื่ออุปกรณ์การเรียนรู้					ด้านการวัดและ ประเมินผล					\bar{X}	S.D.	สรุป
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20			
1	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	4	4	5	4.80	0.41	มากที่สุด
2	4	5	5	5	4	5	5	4	5	5	5	5	4	5	5	4	5	5	4	5	4.70	0.47	มากที่สุด
3	5	5	4	5	4	4	5	5	5	5	5	4	5	5	5	4	5	4	5	5	4.65	0.49	มากที่สุด
4	4	5	5	5	5	4	4	5	5	4	5	4	5	4	5	5	4	4	4	5	4.45	0.60	มาก
5	5	4	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	4	5	4	4.75	0.44	มากที่สุด
6	4	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	4	4	5	4.75	0.44	มาก
7	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	4	5	5	4	5	5	4	5	5	4.75	0.44	มาก
8	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	4	5	5	4	5	5	4.80	0.41	มาก
9	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	4	5	5	5	4	5	4	5	5	4.75	0.44	มาก
10	4	5	4	5	5	4	5	5	5	4	4	5	5	5	4	5	5	4	4	5	4.50	0.61	มาก
11	5	5	5	4	5	4	4	5	4	4	4	5	5	5	4	3	4	4	5	5	4.35	0.59	มาก
12	4	5	4	5	5	5	5	4	5	5	5	4	5	5	5	4	5	5	4	5	4.75	0.44	มากที่สุด

ตาราง 26 (ต่อ)

เลขที่	ด้านเนื้อหาสาระ การเรียนรู้					ด้านการจัดกิจกรรม การเรียนรู้					ด้านสื่ออุปกรณ์การเรียนรู้					ด้านการวัดและ ประเมินผล					\bar{X}	S.D.	สรุป
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20			
13	4	3	3	4	5	5	4	4	4	4	5	5	4	5	4	5	5	5	4	5	4.35	0.67	มาก
14	1	5	4	5	5	5	5	4	5	4	5	5	4	4	4	5	5	4	5	4	4.40	0.94	มาก
15	5	4	5	4	5	5	4	5	4	5	5	5	4	4	4	5	4	5	4	5	4.55	0.51	มากที่สุด
16	5	4	3	4	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	4	4.65	0.59	มากที่สุด
17	4	3	5	4	2	5	3	4	4	5	5	5	4	4	4	5	4	4	5	4	4.15	0.81	มาก
18	4	4	3	5	5	5	5	4	4	5	4	4	5	5	4	5	4	4	5	5	4.45	0.60	มาก
19	5	4	5	4	5	5	4	5	4	5	4	5	4	4	4	5	4	5	4	5	4.50	0.51	มาก
20	5	4	3	4	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	4	4.65	0.59	มากที่สุด
21	5	4	5	5	4	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	4	5	5	4	4.75	0.44	มากที่สุด
22	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	4	4.85	0.37	มากที่สุด
23	5	4	4	5	4	5	4	4	3	4	5	4	4	3	4	5	3	4	5	3	4.10	0.72	มาก
24	4	3	4	4	5	4	5	5	4	5	5	3	4	3	4	4	3	4	4	5	4.10	0.72	มาก
25	3	4	5	4	5	5	3	4	5	5	4	5	4	5	5	4	5	4	5	5	4.45	0.69	มาก

ตาราง 26 (ต่อ)

เลขที่	ด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้					ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้					ด้านสื่ออุปกรณ์การเรียนรู้					ด้านการวัดและประเมินผล					\bar{X}	S.D.	สรุป
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20			
26	5	4	5	4	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	4	4.75	0.44	มากที่สุด
27	5	4	5	5	5	5	4	4	3	5	5	4	5	5	4	5	5	5	5	3	4.55	0.69	มากที่สุด
28	5	4	5	4	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	5	5	4	4.70	0.47	มากที่สุด
29	5	4	5	5	4	5	5	5	5	4	5	4	5	4	3	5	4	3	5	4	4.45	0.69	มาก
30	5	4	4	5	5	5	4	4	5	5	5	4	5	5	4	5	5	4	5	4	4.60	0.50	มากที่สุด
รวม	137	117	132	139	141	148	132	137	138	141	146	140	140	136	137	146	128	135	144	126			
เฉลี่ย	4.02	3.44	3.88	4.09	4.15	4.35	3.88	4.03	3.06	4.15	4.29	4.11	4.11	4.00	4.03	4.29	3.76	3.97	4.24	3.71			
S.D.	0.86	0.48	0.72	0.49	0.65	0.25	0.62	0.50	0.62	0.47	0.35	0.55	0.48	0.63	0.57	0.35	0.58	0.63	0.41	0.55			
เฉลี่ยรายด้าน	$\bar{X} = 3.92$ S.D. = 0.71					$\bar{X} = 4.09$ S.D. = 0.53					$\bar{X} = 4.11$ S.D. = 0.53					$\bar{X} = 3.99$ S.D. = 0.58							
เฉลี่ยรวม	$\bar{X} = 4.03$ S.D. = 0.49																						มาก

ภาคผนวก ง

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- แบบสอบถามความพึงพอใจ
- เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

แบบทดสอบหลังเรียน

สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รายวิชา วิทยาศาสตร์ รหัสวิชา ว 14101
 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564
 หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 แรงโน้มถ่วงของโลกและตัวกลางของแสง จำนวน 40 ข้อ

คำชี้แจง ให้นักเรียนทำเครื่องหมายกากบาท (X) ข้อที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียวลงใน
 กระดาษคำตอบ

1. ภาพในข้อใดมีแรงโน้มถ่วงของโลกน้อยที่สุด (ทักษะสังเกต)

ก.



ข.



ค.



ง.



2. การอ่านค่าหน้าหน้าจกเครื่องชั่งสปริงแบบแขวนที่ถูกต้อง คือวิธีใด (ทักษะการวัด)

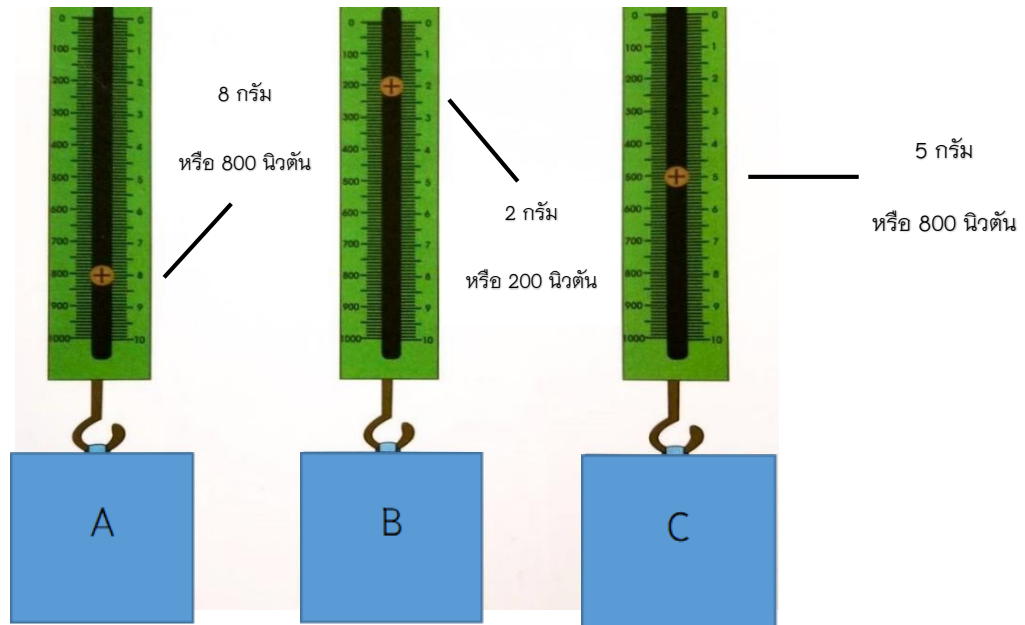
ก. อ่านค่าขณะวัตถุหยุดนิ่ง

ข. อ่านค่าขณะวัตถุเริ่มแขวน

ค. อ่านค่าโดยใช้สายตาระดับเดียวกับวัตถุ

ง. อ่านค่าโดยใช้สายตาดูตรงกับขอบล่างของเครื่องชั่งสปริงแบบแขวน

3. วัตถุในกล่องแต่ละใบมีน้ำหนัก ดังภาพ



ที่มา : <https://www.google.com/search>

ให้นักเรียนเรียงลำดับน้ำหนักของวัตถุจากมากไปหาน้อย (ทักษะการจำแนกประเภท)

ก. $A > B > C$

ข. $A > C > B$

ค. $B > A > C$

ง. $C > A > B$

4. ค่าตัวเลขที่อ่านได้จากเครื่องชั่งสปริง มีความหมายตรงกับข้อใด (ทักษะการวัด)

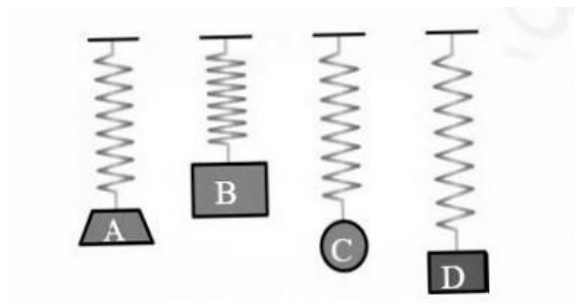
ก. ขนาดของแรงที่โลกดึงดูด

ข. ขนาดของเครื่องชั่งสปริงที่กระทำต่อโลก

ค. ขนาดของวัตถุที่กระทำต่อเครื่องชั่งสปริง

ง. ขนาดของแรงดึงดูดที่กระทำต่อเครื่องชั่งสปริง

5. สปริงของเครื่องชั่งสปริงแบบแขวนแต่ละอันเหมือนกัน และชั่งวัตถุในสถานที่เดียวกัน



ที่มา : <https://www.google.com/search>

จากรูป วัตถุใดมีน้ำหนักมากที่สุด (ทักษะการสังเกต)

- | | |
|------|------|
| ก. D | ข. C |
| ค. B | ง. A |

6. ใช้สถานการณ์ที่กำหนดให้ตอบคำถาม ต่อไปนี้

ปอเป่าลูกโป่ง และนำหลอดดูดติดบนลูกโป่ง แล้วร้อยด้วยด้าย
เข้าไปในหลอดดูด จากนั้นซึ่งด้ายให้ตึง และปล่อยลมลูกโป่ง

ถ้าครั้งแรกลูกโป่งเคลื่อนที่ไปได้ระยะทางครึ่งหนึ่งของความยาวของเส้นด้าย ถ้าต้องการให้ลูกโป่งเคลื่อนที่ไปได้ไกลกว่าครั้งแรก จะต้องทำอย่างไร (ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา)

- ก. เปลี่ยนใช้ลูกโป่งที่มีขนาดใหญ่ขึ้น
- ข. เป่าลมใส่ลูกโป่งให้เท่ากับครั้งแรก
- ค. เป่าลมใส่ลูกโป่งให้มากกว่าครั้งแรก
- ง. เป่าลมใส่ลูกโป่งให้น้อยกว่าครั้งแรก

11. ถ้าแสงสามารถเดินทางผ่านได้ดี หรือแสงผ่านได้ทั้งหมด นักเรียนคิดว่าวัตถุนั้นต้องเป็น
ตัวกลางของแสงชนิดใด (ทักษะการพยากรณ์)

- | | |
|------------------|-----------------|
| ก. วัตถุโปร่งแสง | ข. วัตถุโปร่งใส |
| ค. วัตถุทึบแสง | ง. ไม่มีข้อถูก |

12. “เมื่อส่องไฟฉายไปกระทบวัตถุชนิดหนึ่งแล้วมองไม่เห็นสิ่งใดหลังวัตถุนั้นเลย”
จากข้อความ นักเรียนคิดว่าวัตถุชนิดนี้คือข้อใด (ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมาย
ของข้อมูล)

- | | |
|----------------|------------|
| ก. ผนังพลาสติก | ข. แผ่นไม้ |
| ค. แก้วใส | ง. อากาศ |

13. ขวดแก้วสีชา เป็นตัวกลางของแสงที่มีลักษณะอย่างไร (ทักษะการตั้งสมมติฐาน)

- ก. วัตถุที่ไม่ยอมให้แสงผ่านได้เลย
- ข. วัตถุที่ยอมให้แสงผ่านได้ทั้งหมด
- ค. วัตถุที่ยอมให้แสงผ่านได้บางส่วน
- ง. วัตถุทึบแสงที่ยอมให้แสงผ่านได้ดี

14. เพราะเหตุใดการผูกถุงทรายที่ข้อเท้าจึงทำให้กระโดดยากขึ้น (ทักษะการลงความเห็น
จากข้อมูล)

- ก. เพราะเป็นการลดแรงของผู้กระโดด
- ข. เพราะเป็นการเพิ่มมวลของผู้กระโดด
- ค. เพราะทำให้มวลของผู้กระโดดน้อยลง
- ง. เพราะทำให้น้ำหนักของผู้กระโดดน้อยลง

15. “วัตถุที่มีมวลน้อย แรงโน้มถ่วงของโลกที่กระทำต่อวัตถุจะมีค่าน้อย วัตถุที่มีมวลมาก แรงโน้มถ่วงของโลกที่กระทำต่อวัตถุจะมีค่ามาก” ข้อใดสรุปข้อความได้ถูกต้อง

(ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายของข้อมูล)

- ก. มวลของวัตถุมีผลต่อขนาดของวัตถุ
- ข. มวลของวัตถุจะมีผลต่อน้ำหนักของวัตถุ
- ค. ขนาดของวัตถุมีผลต่อแรงโน้มถ่วงของโลก
- ง. แรงโน้มถ่วงของโลกส่งผลให้วัตถุมีน้ำหนักต่างกัน

16. ถ้าโลกไม่มีแรงโน้มถ่วงของโลก นักเรียนคิดว่าจะเกิดลักษณะในข้อใด (ทักษะการพยากรณ์)

- ก. วัตถุล่องลอยในอากาศ
- ข. วัตถุทุกชนิดมีน้ำหนัก
- ค. เกิดน้ำตกตามแหล่งธรรมชาติ
- ง. ทำให้วัตถุหรือสิ่งต่าง ๆ ตั้งอยู่บนพื้นได้

17. เมื่อนักบินอวกาศซึ่งน้ำหนักของตนเองบนโลกและดวงจันทร์เพื่อเปรียบเทียบกัน นักเรียนคิดว่าข้อใดถูกต้อง (ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล)

- ก. น้ำหนักของนักบินอวกาศที่ซึ่งบนโลกน้อยกว่าที่ซึ่งบนดวงจันทร์
- ข. น้ำหนักของนักบินอวกาศที่ซึ่งบนดวงจันทร์น้อยกว่าที่ซึ่งบนโลก
- ค. น้ำหนักของนักบินอวกาศที่ซึ่งบนดวงจันทร์จะมีค่าเท่ากับศูนย์
- ง. น้ำหนักของนักบินอวกาศที่ซึ่งบนโลกและดวงจันทร์มีค่าเท่ากัน

18. เมื่อนักบินอวกาศซึ่งน้ำหนักของตนเองบนโลกหนัก 70 กิโลกรัม และซึ่งน้ำหนักที่ดวงจันทร์พบว่าน้ำหนักลดลง จากข้อความ นักเรียนคิดว่า เพราะเหตุใดถึงเป็นเช่นนั้น

(การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป)

- ก. นักบินอวกาศมีน้ำหนักไม่คงที่
- ข. โลกมีแรงดึงดูดเท่ากับดวงจันทร์
- ค. โลกมีแรงดึงดูดมากกว่าดวงจันทร์
- ง. โลกมีแรงดึงดูดน้อยกว่าดวงจันทร์

19. ปิตีกำลังศึกษามวลของวัตถุที่มีผลต่อการเคลื่อนที่ ครั้งแรกเขาทำการทดลองใส่ทรายครึ่งชวดปล่อยให้ชวดทรายกระแทกเข้าที่มือ เขาทำการทดลองอีกครั้งโดยใช้ชวดใบเดิม แต่เปลี่ยนมาเติมทรายเข้าเต็มชวดแล้วปล่อยให้ชวดทรายกระแทกเข้าที่มือเหมือนเดิม การทดลองนี้ ปิติต้องทดลองทราบอะไร (ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ)

- ก. วัดระยะทางของชวดทราย
- ข. วัดมุมที่ปล่อยให้ชวดทรายกระแทกมือ
- ค. หาคความสัมพันธ์ระหว่างมวลกับการเคลื่อนที่
- ง. วัดน้ำหนักของชวดทรายแต่ละครั้งที่ทำการทดลอง

20. ถ้าโยนก้อนหินกับกระดาษลงสู่พื้นในสภาพไร้น้ำหนัก วัตถุทั้งจะมีลักษณะเป็นอย่างไร (ทักษะการตั้งสมมติฐาน)

- ก. หินจะตกสู่พื้นก่อนเสมอ
- ข. กระดาษจะตกสู่พื้นก่อนเสมอ
- ค. วัตถุทั้งสองจะลอยอยู่ในอากาศ
- ง. วัตถุทั้งสองจะตกลงสู่พื้นพร้อมกัน

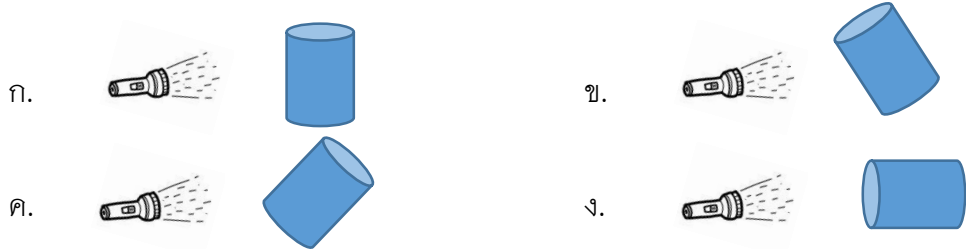
21. ถ้าปล่อยให้วัตถุที่มีรูปทรงเดียวกันแต่น้ำหนักไม่เท่ากัน จากระดับความสูงเท่ากัน วัตถุใดจะตกลงสู่พื้นก่อน (ทักษะการทดลอง)

- ก. วัตถุที่มีขนาดเล็ก
- ข. วัตถุที่มีขนาดใหญ่
- ค. ตกถึงพื้นพร้อมกัน
- ง. วัตถุที่มีน้ำหนักมากที่สุด

22. การกระทำในข้อใดเป็นการกำหนดตัวแปรต้นและตัวแปรตามได้ถูกต้อง ในการทำให้วัตถุเกิดการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ได้ง่ายที่สุด (ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร)

- ก. แพนเซ็นรยจกรยานยนต์
- ข. แต้มโยนลูกบิงปองให้เพื่อน
- ค. โดหียบหนังสือเก็บเข้าชั้นวางของ
- ง. ตาลเซ็นรยยนต์ที่จอดขวางหน้าบ้าน

23. ถ้าต้องการทำการทดลองหาเงาที่มีลักษณะเป็นวงกลมต้องวางกระป๋องทรงกระบอก ลักษณะใด (ทักษะการทดลอง)



24. นำวัตถุสองชนิดที่มีน้ำหนักต่าง มาทดสอบการเคลื่อนที่ของวัตถุ ในการทดสอบครั้งนี้ ข้อใดจัดเป็นตัวแปรต้นและตัวแปรตาม ตามลำดับ (ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร)

- ก. น้ำหนักของวัตถุ มวลของวัตถุ
- ข. แรงโน้มถ่วงของโลก น้ำหนักของวัตถุ
- ค. เวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่ วัตถุต่างชนิด
- ง. น้ำหนักของวัตถุ ค่าที่ได้ในการเคลื่อนที่

25. อุปกรณ์ในข้อใดเหมาะสมที่สุดสำหรับการชั่งน้ำหนักของวัตถุ (ทักษะการวัด)

- ก. ไม้บรรทัด
- ข. ตลับเมตร
- ค. เครื่องชั่ง
- ง. เวอร์เนียคาลิเปอร์

26. กระจก เป็นตัวกลางชนิดใด (ทักษะการสังเกต)

- ก. ตัวกลางโปร่งทึบ
- ข. ตัวกลางโปร่งใส
- ค. ตัวกลางทึบแสง
- ง. ตัวกลางโปร่งแสง

27. “ถ้าเพิ่มทรายลงในกระเบทรายขนาด 5 กิโลกรัม เป็น 15 กิโลกรัม” ข้อใดสรุปผิด (การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป)

- ก. มวลของทรายคงที่
- ข. แรงต้านการเคลื่อนที่เพิ่มขึ้น
- ค. โลกออกแรงดึงดูดกระเบทรายเพิ่มขึ้น
- ง. การดึงกระเบทรายให้เคลื่อนที่ต้องใช้แรงเพิ่มขึ้น

28. A น้ำหนัก 10 นิวตัน

B น้ำหนัก 15 นิวตัน

C น้ำหนัก 20 นิวตัน

ลำดับใดเรียงการเคลื่อนที่จากยากไปง่าย (ทักษะการจำแนกประเภท)

ก. A B C

ข. B C D

ค. C B A

ง. วัตถุเคลื่อนที่ยากเท่ากัน เพราะน้ำหนักไม่มีผลต่อการเคลื่อนที่ของวัตถุ

29. เพราะเหตุใด เมื่อเราโยนลูกเทนนิสขึ้นในอากาศ ลูกเทนนิสจึงตกลงสู่พื้น (ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล)

ก. ลูกเทนนิสมีรูปร่างกลม

ข. ลูกเทนนิสมีน้ำหนักเบา

ค. คนที่โยนใช้แรงน้อยเกินไป

ง. แรงโน้มถ่วงของโลกดึงดูดลูกเทนนิสให้ตกลงสู่พื้น

30. ข้อใดกล่าวถูกต้องที่สุด (ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ)

ก . การเคลื่อนที่ยาก-ง่ายของวัตถุ ขึ้นกับแรงโน้มถ่วงของโลก

ข . น้ำหนักคือเนื้อสารของวัตถุทั้งหมด มีหน่วยเป็นกรัมและกิโลกรัม

ค . มวลและน้ำหนักมีความสัมพันธ์กัน มวลของวัตถุเกิดจากแรงดึงดูดของโลก

ง . มวลและน้ำหนักมีความสัมพันธ์กัน วัตถุที่มีมวลมากจะมีน้ำหนักมาก

วัตถุที่มีมวลน้อยจะมีน้ำหนักน้อย

เฉลยแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

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

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบทดสอบหลังเรียน

สภาระการเรี่ยนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	รายวิชา วิทยาศาสตร์	รหัสวิชา ว 14101
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4	ภาคเรียนที่ 1	ปีการศึกษา 2564
หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 แรงโน้มถ่วงของโลกและตัวกลางของแสง		จำนวน 30 ข้อ

คำชี้แจง ให้นักเรียนทำเครื่องหมายกากบาท (X) ข้อที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียวลงใน
กระดาษคำตอบ

1. ใครเป็นผู้ค้นพบแรงโน้มถ่วงของโลก (ด้านความรู้ความจำ)

ก. หลุยส์ ปาสเตอร์	ข. อัลเบิร์ต ไอน์สไตน์
ค. เซอร์ ไอแซก นิวตัน	ง. โทมัส อัลวา เอดิสัน

2. ข้อใดแสดงความสัมพันธ์ระหว่างน้ำและแรงดึงดูดของโลกได้ถูกต้อง (ด้านความเข้าใจ)

ก. แรงดึงดูดของโลกทำให้น้ำไหลจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำ	ข. แรงดึงดูดของโลกทำให้น้ำระเหยเป็นไอน้ำในอากาศ
ค. แรงดึงดูดของโลกทำให้น้ำระเหิดเป็นแก๊สในบรรยากาศ	ง. แรงดึงดูดของโลกทำให้น้ำเกิดการแข็งตัวเป็นน้ำแข็งบริเวณขั้วโลก

3. กิจกรรมข้อใดต้องออกแรงต้านกับแรงโน้มถ่วงของโลก (ด้านการนำไปใช้)

ก. ปีนเขา	ข. เดินลงบันได
ค. เดินทางไกล	ง. เล่นสไลเดอร์ที่สวนน้ำ

4. น้ำหนักของวัตถุขึ้นกับปัจจัยในข้อใด (ด้านความรู้ความจำ)

ก. ขนาดของวัตถุ	ข. มวลของวัตถุ
ค. ราคาของวัตถุ	ง. สถานะของวัตถุ

5. แรงดึงดูดของโลกทำให้ตัวเรามีลักษณะอย่างไร (ด้านการวิเคราะห์)

ก. มีการเคลื่อนที่	ข. มีน้ำหนักตัว
ค. มีอากาศหายใจ	ง. มีแรงมากขึ้น

6. “แรงที่โลกกระทำต่อวัตถุ มีทิศทางเข้าสู่ศูนย์กลางของโลกเสมอ” ข้อความข้างต้นกล่าวถึงแรงในข้อใด (ด้านการวิเคราะห์)

- ก. แรงผลักรวมของโลก ข. แรงหมุนของโลก
ค. แรงโน้มถ่วงของโลก ง. แรงเสียดทานของโลก

7. ข้อใดไม่ได้เป็นผลมาจากแรงโน้มถ่วงของโลก (ด้านความเข้าใจ)

- ก. ฝนตก ข. ใบไม้ร่วง
ค. เครื่องบินตก ง. มะม่วงออกดอก

8. ปัจจัยใดทำให้แรงโน้มถ่วงบนดวงจันทร์น้อยกว่าบนโลก (ด้านความเข้าใจ)

- ก. ดวงจันทร์มีขนาดเท่ากับโลก
ข. ดวงจันทร์มีมวลน้อยกว่าโลก
ค. ดวงจันทร์มีขนาดใหญ่กว่าโลก
ง. บรรยากาศของดวงจันทร์เบาบางกว่าโลก

9. แรงโน้มถ่วงของโลกมีความเกี่ยวข้องกับวัตถุอย่างไร (ด้านความเข้าใจ)

- ก. วัตถุมีน้ำหนัก ข. มวลของวัตถุเพิ่มขึ้น
ค. มวลของวัตถุน้อยลง ง. ขนาดของวัตถุขยายขึ้น

10. “ถ้าฝนตกแรง ๆ แล้วเกิดละอองฝนในอากาศ” นักเรียนคิดว่า ละอองฝนในอากาศ เป็นตัวกลางชนิดใด (ด้านการสังเคราะห์)

- ก. โปร่งใส ข. โปร่งแสง
ค. ทึบแสง ง. รวมแสง

11. ทดลองโยนแผ่นกระดาษที่ขยำเป็นก้อนลงจากที่สูง ข้อใดแสดงทิศทางการเคลื่อนที่ของกระดาษได้ถูกต้อง (ด้านการนำไปใช้)

- ก.  ข. 
ค.  ง. 

17. พิจารณาข้อมูลต่อไปนี้

- 1) การโคจรของดวงจันทร์รอบโลก
- 2) การเล่นม้าหมุนเป็นวงกลมขนานกับพื้น
- 3) การโยนลูกบอลขึ้นจากพื้นล่างเป็นแนวโค้งและตกกลับมายังพื้นดิน

ข้อใดเป็นผลของแรงโน้มถ่วงของโลก (ด้านการวิเคราะห์)

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

18. สิ่งใดมีผลต่อการเคลื่อนที่ของในแนวโค้งของวัตถุมากที่สุด (ด้านการประเมินค่า)

- | | |
|---------------------|-------------------|
| ก. มวลของวัตถุ | ข. ขนาดของวัตถุ |
| ค. ความเร็วของวัตถุ | ง. ลักษณะของวัตถุ |

19. ข้อใดกล่าวถูกต้อง (ด้านความรู้ความจำ)

- ก. วัตถุที่มีมวลมากแรงโน้มถ่วงที่กระทำต่อวัตถุจะมีค่ามาก
- ข. วัตถุที่มีมวลมากแรงโน้มถ่วงที่กระทำต่อวัตถุจะมีค่าน้อย
- ค. วัตถุที่มีมวลน้อยแรงโน้มถ่วงที่กระทำต่อวัตถุจะมีค่ามาก
- ง. วัตถุที่อยู่ห่างจากโลกมากแรงโน้มถ่วงที่กระทำต่อวัตถุจะมากขึ้น

20. ข้อใดกล่าวถูกต้อง (ด้านการวิเคราะห์)

- ก. วัตถุที่แสงสามารถทะลุผ่านได้ดี เรียกว่า วัตถุโปร่งแสง
- ข. วัตถุที่แสงสามารถผ่านได้บางส่วน เรียกว่า วัตถุโปร่งใส
- ค. วัตถุที่มองเห็นด้านหลังได้ไม่ชัดเจน เรียกว่า วัตถุ โปร่งแสง
- ง. วัตถุที่มองเห็นด้านหลังได้ชัดเจน เรียกว่า วัตถุโปร่งใส

21. ข้อใดอธิบายเกี่ยวกับแรงโน้มถ่วงของโลกได้ถูกต้อง (ด้านความเข้าใจ)

- ก. แรงโน้มถ่วงของโลกทำให้วาลอยอยู่ในอากาศ
- ข. ลมพัดตกลงสู่พื้นโลก เพราะมีน้ำหนักเบาเกินไป
- ค. ท่อนไม้ลอยน้ำได้ เพราะบนผิวน้ำไม่มีแรงโน้มถ่วงของโลก
- ง. แรงโน้มถ่วงของโลกจะดึงดูดวัตถุทุกชนิดลงสู่พื้นผิวโลกเสมอ

22. ถ้านำก้อนหินก้อนหนึ่งซึ่งน้ำหนักบนพื้นโลกและซึ่งน้ำหนักบนดวงจันทร์ ชั่งได้กล่าว ถูกต้องมากที่สุด (ด้านการประเมินค่า)

- ก. มวลเปลี่ยนไป แต่น้ำหนักไม่เปลี่ยน
- ข. มวลและน้ำหนักก้อนหินจะเปลี่ยนไป
- ค. มวลก้อนหินคงที่ แต่น้ำหนักเปลี่ยนไป
- ง. การเปลี่ยนแปลงของก้อนหินไม่เกี่ยวกับมวลและน้ำหนัก

23. ถ้าถือแท่งเหล็กหนัก 2 กิโลกรัม และ น้ำหนัก 1 กิโลกรัม แล้วปล่อยแท่งเหล็กทั้งสอง พร้อมกัน ตกลงด้วยแรงโน้มถ่วงของโลกพบว่าแท่งเหล็กที่มีน้ำหนักมากจะตกลงถึงพื้น ก่อนแท่งเหล็กที่มีน้ำหนักน้อย แต่ถ้าเปลี่ยนมาทำการทดลองในสภาพไร้น้ำหนัก นักเรียน คิดว่าแท่งเหล็กทั้งสองจะมีลักษณะตามข้อใด (ด้านการสังเคราะห์)

- ก. แท่งเหล็กที่มีมวลมากจะตกก่อน
- ข. แท่งเหล็กทั้งสองตกลงพร้อมกัน
- ค. แท่งเหล็กที่มีน้ำหนักน้อยจะตกลงก่อน
- ง. แท่งเหล็กที่มีน้ำหนักมากจะตกลงถึงก่อน

พิจารณาข้อมูลต่อไปนี้ แล้วตอบคำถามข้อ 24 – 25

เรื่อง फिल्मกรองแสงสำหรับรถยนต์

ประเทศไทยเป็นเมืองร้อน เมื่อมีรถยนต์สิ่งแรกที่เจ้าของรถต้องติดตั้งเพิ่มเติม คือ फिल्मกรองแสง การเลือก फिल्मกรองแสงสำหรับรถยนต์ โดยทั่วไปแล้วเป็นเรื่องไม่ยาก แต่จะให้คุ้มค่า ควรมีความเข้าใจระบบการทำงานของ फिल्मกรองแสง คือ ป้องกันความร้อน ช่วยประหยัดพลังงาน ช่วยยืดอายุการใช้งานของอุปกรณ์และช่วยให้เกิดความปลอดภัย ส่วนความเข้าใจที่ว่า फिल्मที่มีสีเข้มหรือที่บจะช่วยลดความร้อน แต่ในความเป็นจริงแล้วสีของ फिल्म ไม่ได้ช่วยลดความร้อนแต่กลับเป็นสารที่เคลือบบน फिल्म นั้นเป็นตัวช่วยนั่นเอง

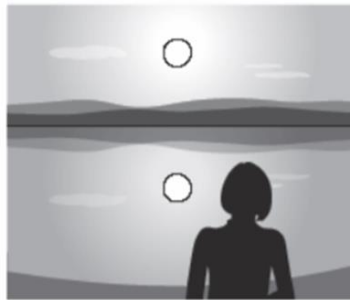
24. จากข้อมูลข้างต้น ข้อใดกล่าวถูกต้อง (ด้านการสังเคราะห์)

- ก. फिल्मกรองแสงช่วยให้เราขับรถปลอดภัย
- ข. फिल्मกรองแสงรถยนต์ที่ดีต้องมีสีเข้มเท่านั้น
- ค. รถในประเทศไทยทุกคันต้องติดฟิล์มกรองแสง
- ง. การติดฟิล์มกรองแสงช่วยลดอุณหภูมิภายในรถยนต์

25. จากข้อมูล ประโยชน์สำคัญที่สุดของการติดฟิล์มกรองแสงเพื่อช่วยป้องกันความร้อนคือข้อใด (ด้านการสังเคราะห์)

- ก. สารเคลือบฟิล์มทำให้แสงผ่านฟิล์มได้น้อยลง
- ข. สารเคลือบฟิล์มทำให้แสงเกิดการสะท้อนกลับ
- ค. ฟิล์มมีคุณสมบัติในการลดความร้อนจากแสงแดด
- ง. ฟิล์มมีคุณสมบัติทำให้ประสิทธิภาพในการทำงานของแอร์รถยนต์ดีขึ้น

26. แก้วมองดูดวงอาทิตย์ขึ้นผ่านทะเลสาบ เธอเห็นดวงอาทิตย์ทั้งบนฟ้าและในทะเลสาบ ดังภาพ



ที่มา : <https://www.google.com/search>

เหตุใดแก้วจึงมองเห็นดวงอาทิตย์อยู่ในทะเลสาบได้ (ด้านการสังเคราะห์)

- ก. แสงอาทิตย์ทำให้ส่วนนั้นของทะเลสาบอุ่น
- ข. ท้องฟ้ากระจายแสงอาทิตย์เหนือทะเลสาบ
- ค. แสงอาทิตย์สะท้อนจากน้ำในทะเลสาบ
- ง. เมฆสะท้อนแสงลงสู่ในทะเลสาบ

27. ข้อใดไม่ใช่ประโยชน์ของแรงโน้มถ่วงของโลก (ด้านการนำไปใช้)

- ก. เดินลงภูเขาได้สะดวก
- ข. ทำให้วัตถุอยู่บนพื้นโลก
- ค. ทำให้รถจักรยานแล่นได้เร็ว
- ง. ทำให้ตัวเราและวัตถุมีน้ำหนัก

28. กิจกรรมในข้อใดเป็นการออกแรงต้านแรงโน้มถ่วงของโลกมากที่สุด (ด้านการประเมินค่า)

- | | |
|----------------|-----------------|
| ก. ขึ้นลิฟต์ | ข. ปีนต้นไม้ |
| ค. เดินลงบันได | ง. ทิ้งตัวลงน้ำ |

29. ข้อใดมีผลต่อแรงโน้มถ่วงของโลก (ด้านการประเมินค่า)

- | | |
|------------|-------------|
| ก. มวล | ข. ปริมาตร |
| ค. ความยาว | ง. ความแข็ง |

30. สิ่งใดทำให้เกิดเงามีคบนฉากรับแสง (ด้านการนำไปใช้)

- | | |
|------------|------------------|
| ก. ขวดใส | ข. ผ้าบาง |
| ค. กระจกใส | ง. ถ้วยกระเบื้อง |

เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

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

แบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับ
ผังมโนทัศน์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงโน้มถ่วงของโลก
และตัวกลางของแสง

ตอนที่ 1 สถานภาพของผู้ตอบแบบสอบถาม

1. เพศ () ชาย () หญิง
2. อายุ.....ปี
3. ระดับชั้น
 - 3.1 () ประถมศึกษาตอนต้น 3.2 () ประถมศึกษาตอนปลาย
 - 3.3 () อื่น ๆ ระบุ.....

ตอนที่ 2 ประเมินความพึงพอใจ

คำชี้แจง

1. แบบสอบถามความพึงพอใจนี้สร้างขึ้นเพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังมโนทัศน์ ในวิชา
วิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงโน้มถ่วงของโลกและตัวกลางของแสง โดยศึกษา 4 ด้าน คือ

1) ด้านเนื้อหา 2) ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 3) ด้านสื่อและอุปกรณ์ 4) ด้านการวัด
และประเมินผล ใช้คำถามด้านละ 5 ข้อ รวมเป็น 20 ข้อ

2. ให้ทำเครื่องหมาย ✓ ให้ตรงกับความคิดเห็นของนักเรียน

ระดับ 5	หมายถึง	นักเรียนพึงพอใจมากที่สุด
ระดับ 4	หมายถึง	นักเรียนพึงพอใจมาก
ระดับ 3	หมายถึง	นักเรียนพึงพอใจปานกลาง
ระดับ 2	หมายถึง	นักเรียนพึงพอใจน้อย
ระดับ 1	หมายถึง	นักเรียนพึงพอใจน้อยที่สุด

ข้อ ที่	รายการ	ระดับความพึงพอใจ				
		5	4	3	2	1
1	ด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้ เนื้อหาที่ใช้สอดคล้องกับตัวชี้วัดและจุดประสงค์					
2	เนื้อหาที่มีความชัดเจน เข้าใจง่าย					
3	เนื้อหาเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน					
4	เนื้อหาที่มีความน่าสนใจ					
5	เนื้อหาที่มีความเหมาะสมกับเวลาเรียน					
6	ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การจัดการเรียนรู้มีความน่าสนใจ					
7	น่าสนใจ สนุก กระตุ้นการเรียนรู้					
8	เน้นนักเรียนมีส่วนร่วม ได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง					
9	ส่งเสริมการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์					
10	ใช้เทคโนโลยีหรือนวัตกรรมในการจัดการเรียนรู้ อย่างเหมาะสม					
11	ด้านสื่อและอุปกรณ์ สอดคล้องกับเนื้อหา					
12	ส่งเสริมกระตุ้นความสนใจ					
13	สื่อและอุปกรณ์เหมาะสมในการนำไปใช้					
14	ความเหมาะสมของสื่ออุปกรณ์กับเนื้อหา และกิจกรรม					
15	ความพร้อมของ สื่อ อุปกรณ์ และเครื่องมือสำหรับ ค้นคว้าอย่างเหมาะสม และเพียงพอ					
16	ด้านการวัดและประเมินผล การวัดประเมินผลสอดคล้องกับจุดประสงค์ การเรียนรู้ ครอบคลุมทุกด้าน					
17	มีการวัดและประเมินผลที่สอดคล้องกับกิจกรรม การเรียนรู้					

ข้อ ที่	รายการ	ระดับความพึงพอใจ				
		5	4	3	2	1
18	เปิดเผยคะแนนที่ได้จากการวัดผล					
19	การวัดและประเมินผล มีความชัดเจนและยุติธรรม					
20	ให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อนำไปสู่การพัฒนาตนเอง					

ข้อเสนอแนะอื่น ๆ /ความไม่พึงพอใจ

.....

.....

.....

.....

.....

ภาคผนวก จ

ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 แรงโน้มถ่วงของโลกและตัวกลางของแสง

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

รหัสวิชา ว 14101

เรื่อง ผลของแรงโน้มถ่วงของโลก

ระยะเวลา 4 ชั่วโมง

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564

มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐาน

ว 2.2 เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุ ลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด

ว 2.2 ป.4/1 ระบุผลของแรงโน้มถ่วงที่มีต่อวัตถุจากหลักฐานเชิงประจักษ์

สาระที่ 4 เทคโนโลยี

มาตรฐาน

ว 4.2 เข้าใจและใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนรู้การทำงาน และการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทัน และมีจริยธรรม

ตัวชี้วัด

ว 4.2 ป.4/1 ใช้เหตุผลเชิงตรรกะในการแก้ปัญหา การอธิบายการทำงาน การคาดการณ์ผลลัพธ์จากปัญหาอย่างง่าย

ว 4.2 ป.4/3 ใช้อินเทอร์เน็ตค้นหาความรู้และประเมินความน่าเชื่อถือของข้อมูล

ว 4.2 ป.4/5 ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศอย่างปลอดภัย เข้าใจสิทธิและหน้าที่ของตน เคารพในสิทธิของผู้อื่นแจ้งผู้เกี่ยวข้องเมื่อพบข้อมูลหรือบุคคลที่ไม่เหมาะสม

สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต

มาตรฐาน

ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัดและนำไปใช้

ตัวชี้วัด

ค 2.1 ป.4/1 แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับเวลา

สาระการเรียนรู้

- ผลของแรงโน้มถ่วงที่มีต่อวัตถุ

สาระสำคัญ

แรงโน้มถ่วงของโลกเป็นแรงดึงดูดที่โลกกระทำต่อวัตถุ มีทิศทางเข้าสู่ศูนย์กลางโลก และเป็นแรงไม่สัมผัสกับวัตถุ แรงดึงดูดที่โลกกระทำกับวัตถุหนึ่ง ๆ ทำให้วัตถุตกลงสู่พื้นโลก และทำให้วัตถุนั้นน้ำหนัก

จุดประสงค์การเรียนรู้

ผู้เรียนมีความสามารถดังต่อไปนี้

1. ด้านความรู้

1. อธิบายการตกอย่างอิสระและปัจจัยที่มีผลต่อแรงโน้มถ่วงของโลกได้
2. อธิบายการตกแบบมีแรงต้านได้
3. สามารถนำวิธีการสร้างแรงต้านทานความโน้มถ่วงไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้

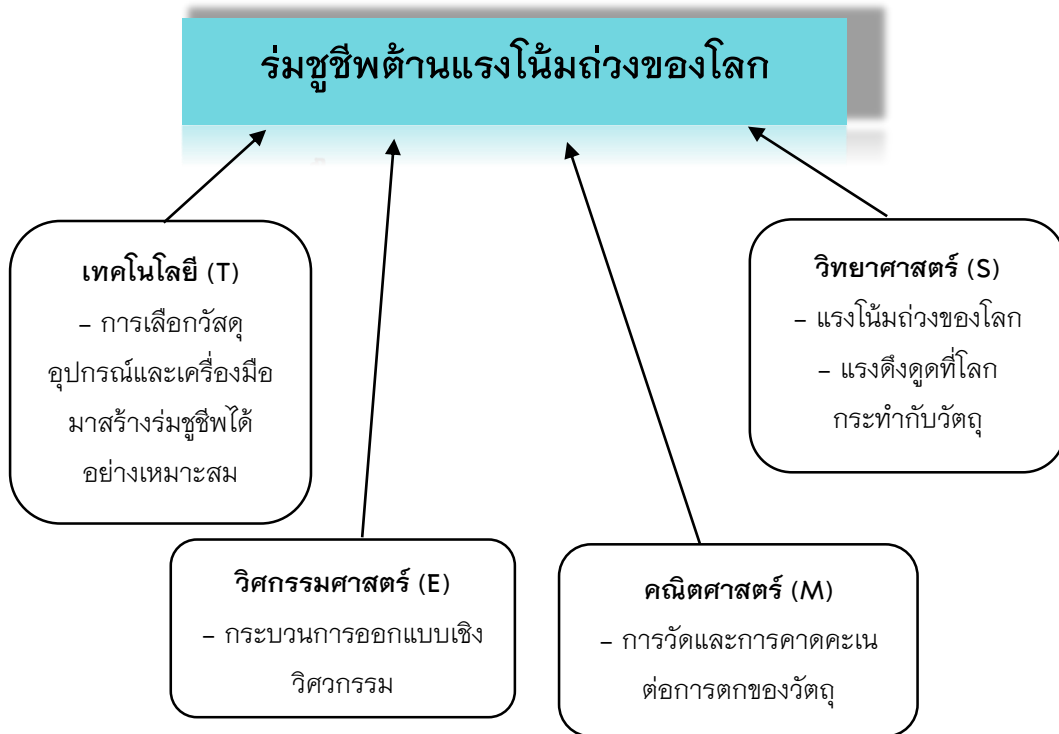
2. ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

1. การสังเกต
2. การวัด
3. การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา
4. การลงความเห็นจากข้อมูล
5. การพยากรณ์
6. การทดลอง

3. คุณลักษณะอันพึงประสงค์และสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

1. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์
2. มีวินัย รับผิดชอบ
3. มีความซื่อสัตย์สุจริต
4. มุ่งมั่นในการทำงาน
5. ใฝ่เรียนรู้
6. มีจิตสาธารณะ
7. ความสามารถในการสื่อสาร
8. ความสามารถในการคิด
9. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต
10. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

กรอบแนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

สะเต็มศึกษา

สะเต็มศึกษา สะเต็มศึกษา คือ แนวทางการจัดการศึกษาที่บูรณาการความรู้ใน 4 สหวิทยาการ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ วิศวกรรม เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ โดยเน้นการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง รวมทั้งการ พัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ ที่เป็น ประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต และการทำงาน ช่วยนักเรียน สร้างความเชื่อมโยงระหว่าง 4 สหวิทยาการ กับชีวิตจริงและการทำงาน การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็ม ศึกษาเป็นการ จัดการเรียนรู้ที่ไม่เน้นเพียงการท่องจำทฤษฎีหรือกฎทางวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ แต่ เป็นการสร้างความเข้าใจทฤษฎีหรือกฎเหล่านั้นผ่านการปฏิบัติให้เห็นจริงควบคู่กับการ พัฒนาทักษะ การคิด ตั้งคำถาม แก้ปัญหาและการหาข้อมูลและวิเคราะห์ข้อค้นพบใหม่ๆ พร้อมทั้งสามารถนำข้อ ค้นพบนั้นไปใช้หรือบูรณาการกับชีวิตประจำวันได้

การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังมโนทัศน์

การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังมโนทัศน์มี 6 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา ครูยกสถานการณ์ตัวอย่างที่พบเจอในชีวิตประจำวัน และให้นักเรียนร่วมกันสังเกต ระดมความคิด และระบุปัญหาที่เกิดขึ้น

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา นักเรียนศึกษาค้นคว้าข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่ระบุไว้ วิธีการ แนวทางในการแก้ปัญหา เพื่อจะสามารถนำความรู้ต่าง ๆ มาบูรณาการใช้ในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา นักเรียนร่างแบบแนวคิดของวิธีการ แก้ปัญหา เพื่อนำไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ที่ครูได้กำหนด

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา นักเรียนเขียนแผนการ ปฏิบัติการจากแบบแนวคิดที่ร่างไว้ และดำเนินแก้ไขปัญหา หรือการสร้างชิ้นงานตามแผน ที่นักเรียนเขียนไว้

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหา หรือ ชิ้นงาน นักเรียนทดสอบชิ้นงาน และประเมินผลงานโดยพิจารณาผลที่ได้เป็นรูปธรรมตาม วัตถุประสงค์หรือไม่ ชิ้นงานนั้นมีคุณลักษณะเป็นไปตามความต้องการ และภายใต้เงื่อนไขที่ กำหนดไว้หรือไม่

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา หรือชิ้นงาน

โดยมีการสรุปความรู้ในรูปแบบผังมโนทัศน์ โดยให้นักเรียนนำเสนอผลงานการแก้ปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้น โดยเริ่มตั้งแต่ขั้นตอนการทำความเข้าใจของปัญหา จนถึงขั้นผลลัพธ์สุดท้าย และการนำความรู้มาใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังมโนทัศน์

ชั่วโมงที่ 1

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา

1. นักเรียนทำแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน เรื่อง ผลของแรงโน้มถ่วงของโลก

2. ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจในการเรียนรู้ด้วยการเปิดวิดีโอเกี่ยวกับปัญหาการตกของวัตถุจากที่สูง

(<https://www.youtube.com/watch?v=N53DQJEvoUg> การตกของวัตถุ : 1.11 นาที) และอภิปรายร่วมกันในประเด็นของปัญหา การตกแบบอิสระของวัตถุจากที่สูงลงสู่พื้น นักเรียนคิดว่าปัจจัยใดบ้างที่ส่งผลทำให้วัตถุนั้นตกลงสู่พื้น

(แนวคำตอบ แรงโน้มถ่วงของโลก เพราะ แรงโน้มถ่วงของโลกจะดึงดูดวัตถุต่าง ๆ เข้าสู่ศูนย์กลางของโลกทำให้วัตถุนั้นตกลงสู่พื้นโลกเสมอและทำให้วัตถุมีน้ำหนัก)

3. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับสาเหตุที่วัตถุตกจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำ ทำให้วัตถุนั้นเกิดความเสียหาย นักเรียนคิดว่าเกิดจากสาเหตุใด

(แนวคำตอบ: เกิดจากการตกของวัตถุในรูปแบบอิสระ ทำให้วัตถุนั้นเกิดการกระทบกับพื้นอย่างรุนแรง)

4. ครูแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 5-6 คน แล้วตั้งสถานการณ์ปัญหา เพื่อให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษารายละเอียดและเงื่อนไขของสถานการณ์ปัญหา ดังนี้

เหตุการณ์ “เด็กชายแอลฟากระโดดลงจากตึกที่มีความสูง 460 เมตร ซึ่งเป็นการตกแบบอิสระ จากเหตุการณ์ในครั้งนี้เมื่อเด็กชายแอลฟาตกถึงพื้นดิน นักเรียนคิดว่า เด็กชายแอลฟาจะเป็นอย่างไร”

(แนวคำตอบ เด็กชายแอลฟาเสียชีวิต)

สถานการณ์ “ถ้าต้องการช่วยเด็กชายแอลฟาจากการกระโดดตึกที่มีความสูง 460 เมตร โดยที่เด็กชายแอลฟาตกลงสู่พื้นแบบไม่เกิดอันตรายต่อชีวิต นักเรียนจะมีวิธีการช่วยเหลือเด็กชายแอลฟาได้อย่างไร”

วัตถุประสงค์ : เด็กชายแอลฟาจะต้องตกลงสู่พื้นแบบไม่เป็นอันตรายต่อชีวิต

5. นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา และระบุปัญหาที่พบจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ลงในใบกิจกรรมฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง “แอลฟาพาทำชีวิต” ตอนที่ 1 แอลฟาล้ำท่าหาย

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง

1. นักเรียนศึกษารวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง

- 1.1 ความรู้เกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
- 1.2 ความรู้เกี่ยวกับผังมโนทัศน์
- 1.3 ความรู้เกี่ยวกับการตกของวัตถุอย่างอิสระ
- 1.4 ความรู้เกี่ยวกับการตกของวัตถุแบบมีแรงต้าน
- 1.5 ความรู้เกี่ยวกับผลของแรงโน้มถ่วงของโลก

ดังนั้น นักเรียนจะต้องศึกษาปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

กิจกรรมที่ 1 : วัตถุตกแบบอิสระ

1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายว่าการตกอิสระคืออะไร โดยครูเปิดวีดิทัศน์เกี่ยวกับการตกของวัตถุแบบอิสระให้นักเรียนดู และศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมจากใบความรู้ที่ 3 และใบความรู้ที่ 5

(<https://www.youtube.com/watch?v=dhyvAA7P6LM> : 2.27 นาที)

- การตกแบบอิสระคืออะไร ?

(แนวคำตอบ คือ การเคลื่อนที่ในแนวตั้งภายใต้แรงโน้มถ่วงของโลก หรือเป็นการเคลื่อนที่ของวัตถุภายใต้แรงโน้มถ่วงของโลก)

2. ครูแจกลูกปิงปองและลูกเทนนิส ให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม ๆ แล้วให้นักเรียนทำการปล่อยวัตถุทั้ง 2 ในรูปแบบการตกแบบอิสระ จากนั้นให้นักเรียนสังเกตการเคลื่อนที่ของวัตถุ บันทึกผลลงในใบกิจกรรมฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง “แอลฟาพาทำชีวิต” ตอนที่ 1 ชีวิตแบบอิสระ ข้อที่ 1

กิจกรรมที่ 2 : วัตถุตกแบบไม่อิสระ

3. ครูใช้คำถามเพื่อเชื่อมโยงความรู้ว่า การตกแบบมีตัวต้านแรงโน้มถ่วงของโลกดีหรือไม่ เพราะอะไร และมีทิศทางการเคลื่อนที่อย่างไร

(แนวคำตอบ ดี เพราะการตกแบบมีตัวต้านแรงจะทำให้วัตถุไม่น่าเกิดความเสี่ยง และมีทิศทางการตรงกันข้ามกับแรงโน้มถ่วงของโลก ทำให้วัตถุไม่เกิดการเคลื่อนที่หรือทำให้วัตถุที่เคลื่อนที่อยู่ มีการเคลื่อนที่ช้าลง)

4. จากนั้นครูเปิดวีดิทัศน์เกี่ยวกับการตกของวัตถุแบบมีตัวต้านแรงโน้มถ่วงของโลกให้นักเรียนดู และศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมจากใบความรู้ที่ 4

(<https://www.youtube.com/watch?v=AmmyvQHdTxw> การกระโดดตึก 1.35 นาที)

5. ครูให้นักเรียนตรวจสอบอุปกรณ์ที่สามารถต้านแรงโน้มถ่วงของโลก ซึ่งครูนำมาให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม ศึกษาลักษณะความสามารถในการต้านแรงโน้มถ่วง ว่ามีความสามารถในการต้านแรงโน้มถ่วงของโลกได้หรือไม่ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ศึกษาลักษณะทั่วไปของวัสดุที่สามารถนำมาใช้เป็นตัวต้านแรงโน้มถ่วงของโลก

ลำดับ	คุณลักษณะทั่วไป	วิธีทดสอบ
1. ถุงพลาสติกใส	มีความแข็งแรง มีสีขาวขุ่น โปร่งแสง, แสงผ่านได้, พื้นผิวมันวาว, มีความยืดหยุ่น	สังเกตด้วยตาเปล่า
2. ฝ้าร่ม	ทอด้วยเส้นด้ายไนล่อน หรือเส้นด้าย มีลักษณะหนาและแข็งแรง	สังเกตด้วยตาเปล่า

6. จากนั้นครูให้นักเรียนตอบคำถามเกี่ยวกับการตกของวัตถุแบบมีตัวต้านแรงโน้มถ่วง ให้นักเรียนบันทึกผลการทดลองลงในใบกิจกรรมฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง “แอลฟาทำชีวิต” ตอนที่ 2 การตกของวัตถุแบบไม่อิสระ ข้อที่ 2

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา

1. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มว่ามารับอุปกรณ์ที่ใช้ในการออกแบบและร่างแบบการต้านแรงโน้มถ่วงของโลก จากวัสดุที่กำหนดให้ ดังนี้ โดยนักเรียนไม่ต้องมีค่าใช้จ่าย

ลำดับ	วัสดุ/อุปกรณ์	จำนวน/กลุ่ม
1.	ถุงพลาสติก	1 ชิ้น
2.	เชือก	1 ม้วน
3.	แท่งเหล็ก	1 แท่ง
4.	ไม้บรรทัด	1 อัน
5.	กรรไกร	1 ด้าม
6.	สก็อตเทป	1 ม้วน

2. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มระดมความคิดเพื่อออกแบบวิธีการสร้างร่มชูชีพต้านแรงโน้มถ่วงของโลก เพื่อช่วยชีวิตของแอลฟา ในการตกจากที่สูงลงสู่พื้น โดยใช้วัสดุอุปกรณ์ที่กำหนดให้ โดยเขียนร่างแบบภาพแนวคิดที่จะใช้แก้ปัญหาลงใน ใบกิจกรรมฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง “แอลฟาทำชีวิต” ตอนที่ 3 หน่อมวิเศษพาออกแบบ โดยใช้ดินสอร่างแบบภาพ

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา

ให้นักเรียนร่วมกันวางแผนการแก้ปัญหาจากแบบร่างแนวคิดที่ร่างไว้ โดยการระบุขั้นตอนของการดำเนินการแก้ปัญหาทีละขั้น ตามลำดับ

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขชิ้นงาน (ชั่วโมงที่ 3)

1. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มบันทึกรายละเอียดลักษณะการตกของวัตถุที่ได้จากการแก้ปัญหา ได้แก่ วัสดุ น้ำหนักของวัตถุ ขนาดของวัตถุ และเวลาที่วัตถุตกลงสู่พื้น ลงใน ใบกิจกรรมฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง “แอลฟาทำชีวิต”

ตอนที่ 4 แอลฟาทำทดสอบ และประเมินผลที่ได้ เป็นไปตามวัตถุประสงค์ หรือเงื่อนไข ในการแก้ปัญหาหรือไม่

2. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายถึงปัญหา อุปสรรค และแนวทางในการแก้ปัญหา จากการแก้ปัญหาในครั้งที่ 1

3. นักเรียนในแต่ละกลุ่มวางแผนร่วมกันเพื่อปรับปรุงวิธีการ ขั้นตอนของการแก้ปัญหาให้ดียิ่งขึ้น

4. นักเรียนลงมือแก้ปัญหาอีกครั้ง ตามแผนที่วางไว้ บันทึกผลโดยการระบุงการปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลงวิธีการ หรือข้อมูลจากที่วางแผนการแก้ปัญหาในครั้งที่ 2 ในการทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไข

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา หรือชิ้นงานโดยมีการสรุปความรู้ในรูปแบบผังมโนทัศน์

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มแสดงชิ้นงาน คือ วัตถุต้านทานแรงโน้มถ่วงที่ได้จากการแก้ปัญหาคารตกของวัตถุภายใต้แรงโน้มถ่วงของโลก พร้อมนำเสนอการตกของวัตถุภายใต้แรงโน้มถ่วงของโลกและการตกของวัตถุแบบมีตัวต้านทานการเคลื่อนที่ของแรงโน้มถ่วงของโลก โดยนำเสนอตั้งแต่ขั้นการระบุงปัญหา ผลของการรวบรวมข้อมูล การออกแบบแก้ปัญหา วิธีการแก้ปัญหา อุปสรรค แนวทางในการแก้ไขปรับปรุง และผลลัพธ์สุดท้ายเป็นไปตามวัตถุประสงค์ และเงื่อนไขหรือไม่ คือ ได้ตัวต้านแรงโน้มถ่วงที่มีประสิทธิภาพ

2. นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อสรุปความรู้ที่ได้รับจากการแก้ปัญหา

3. นักเรียนทำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน เรื่อง ผลของแรงโน้มถ่วงของโลก

สื่อและแหล่งเรียนรู้

1. วีดีโอเกี่ยวกับปัญหาคารตกแบบอิสระ
2. วีดีโอเกี่ยวกับการตกของวัตถุแบบมีแรงต้าน
3. ใบความรู้ที่ 1 เรื่อง ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
4. ใบความรู้ที่ 2 เรื่อง ผังมโนทัศน์
5. ใบความรู้ที่ 3 เรื่อง การตกของวัตถุอย่างอิสระ
6. ใบความรู้ที่ 4 เรื่อง การตกของวัตถุแบบมีแรงต้าน
7. ใบความรู้ที่ 5 เรื่อง ผลของแรงโน้มถ่วงของโลก

กิจกรรมและชิ้นงาน

1. ชิ้นงาน

- ร่วมชูชีพต้านแรงโน้มถ่วงของโลก

2. กิจกรรม

- กิจกรรมฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แอลฟาทำชีวิต

การวัดและประเมินผล

ด้านความรู้

วัตถุประสงค์	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
1. อธิบายการตกของวัตถุอย่างอิสระและปัจจัยที่มีผลต่อแรงโน้มถ่วงของโลกได้	- ตรวจใบกิจกรรมฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แอลฟาทำชีวิต	- ใบกิจกรรมฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แอลฟาทำชีวิต	- ร้อยละ 80 ผ่านเกณฑ์
2. อธิบายการตกแบบมีแรงต้านได้	- ตรวจแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ผลของแรงโน้มถ่วงของโลก	- แบบทดสอบเรื่อง ผลของแรงโน้มถ่วงของโลก	
3. นำวิธีการสร้างตัวต้านแรงโน้มถ่วงไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้	- ตรวจแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ผลของแรงโน้มถ่วงของโลก		

ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

วัตถุประสงค์	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
1. การสังเกต 2. การวัด 3. การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา 4. การลงความเห็นจากข้อมูล 5. การพยากรณ์ 6. การทดลอง	- สังเกตพฤติกรรม	- แบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	- อยู่ในระดับดีขึ้นไป

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์และสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

วัตถุประสงค์	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
1. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์ 2. มีวินัย รับผิดชอบ 3. มีความซื่อสัตย์ สุจริต 4. มุ่งมั่นในการทำงาน 5. ใฝ่เรียนรู้ 6. มีจิตสาธารณะ 7. ความสามารถในการสื่อสาร 8. ความสามารถในการคิด 9. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต 10. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี	- สังเกตพฤติกรรม	- แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ และสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน	- อยู่ในระดับดีขึ้นไป

บันทึกผลการจัดการเรียนรู้

ผลการจัดการเรียนรู้

ด้านความรู้

.....

.....

ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

.....

.....

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

.....

.....

ปัญหา/อุปสรรค

.....

.....

.....

แนวทางการแก้ไข

.....

.....

.....

ลงชื่อ..... ครูผู้สอน

(นายธีรพงษ์ รัตมิพิพัฒน์)

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

ความคิดเห็นของหัวหน้าวิชาการ

ข้อเสนอแนะ

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

ลงชื่อ.....

(นางรศดา มุ่งงาม)

ตำแหน่ง ครูพี่เลี้ยง

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.

ความคิดเห็นของผู้บริหารสถานศึกษา

ข้อเสนอแนะ

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

ลงชื่อ.....

(นายพินิจ จันทรชัย)

ผู้อำนวยการโรงเรียนอนุบาลเมืองเสลภูมิ

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.

ใบความรู้ที่ 1

เรื่อง ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

คำชี้แจง : ให้นักเรียนศึกษาใบความรู้ เรื่องทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นทักษะการคิดของนักวิทยาศาสตร์ที่นำมาใช้ในการศึกษาค้นคว้า สืบเสาะหาความรู้ และแก้ปัญหาต่าง ๆ

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถ และความชำนาญในการคิด เพื่อค้นหาความรู้ และการแก้ไขปัญหา โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ อาทิ การสังเกต การวัด การคำนวณ การจำแนก การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับเวลา การจัดกระทำ และสื่อความหมายข้อมูล การลงความคิดเห็น การพยากรณ์ การตั้งสมมติฐาน การกำหนดนิยาม การกำหนดตัวแปร การทดลอง การวิเคราะห์ และแปรผลข้อมูล การสรุปผลข้อมูลได้อย่างรวดเร็ว ถูกต้อง และแม่นยำ

ความสำคัญของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นทักษะสำคัญที่แสดงถึงการมีกระบวนการคิด อย่างมีเหตุ มีผลตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทำให้ผู้เรียน และผู้ปฏิบัติเกิดความเข้าใจในเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ สามารถเรียนรู้ และพัฒนาตนเองไปสู่กระบวนการคิดที่ซับซ้อนมากขึ้น

ประเภททักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นทักษะแสวงหาความรู้ และแนวทางสำหรับการแก้ไขปัญหา เป็นแนวทางที่พัฒนาขึ้นตามหลักสูตร Science a Process Approach (SAPA) ของสมาคมอเมริกันเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 13 ทักษะ แบ่งเป็น 2 ระดับ คือ

1. ระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน 8 ทักษะ เป็นทักษะเพื่อการแสวงหาความรู้ทั่วไป ประกอบด้วย

ทักษะที่ 1 การสังเกต หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสของร่างกายอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง ได้แก่ หู ตา จมูก ลิ้น กายสัมผัส เข้าสัมผัสกับวัตถุหรือเหตุการณ์เพื่อให้ทราบ และรับรู้ข้อมูล รายละเอียดของสิ่งเหล่านั้น โดยปราศจากความ

คิดเห็นส่วนตน ข้อมูลเหล่านี้จะประกอบด้วย ข้อมูลเชิงคุณภาพ เชิงปริมาณ และรายละเอียดการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจากการสังเกต

ความสามารถที่แสดงการเกิดทักษะ

- สามารถแสดงหรือบรรยายคุณลักษณะของวัตถุได้ จากการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง
- สามารถบรรยายคุณสมบัติเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพของวัตถุได้
- สามารถบรรยายพฤติการณ์การเปลี่ยนแปลงของวัตถุได้

ทักษะที่ 2 การวัด หมายถึง การใช้เครื่องมือสำหรับการวัดข้อมูลในเชิงปริมาณของสิ่งต่าง ๆ เพื่อให้ได้ข้อมูลเป็นตัวเลขในหน่วยการวัดที่ถูกต้อง แม่นยำได้ ทั้งนี้การใช้เครื่องมือจำเป็นต้องเลือกใช้ให้เหมาะสมกับสิ่งที่ต้องการวัด รวมถึงเข้าใจวิธีการวัด และแสดงขั้นตอนการวัดได้อย่างถูกต้อง

ความสามารถที่แสดงการเกิดทักษะ

- สามารถเลือกใช้เครื่องมือได้เหมาะสมกับสิ่งที่วัดได้
- สามารถบอกเหตุผลในการเลือกเครื่องมือวัดได้
- สามารถบอกวิธีการ ขั้นตอน และวิธีใช้เครื่องมือได้อย่างถูกต้อง
- สามารถทำการวัด รวมถึงระบุหน่วยของตัวเลขได้อย่างถูกต้อง

ทักษะที่ 3 การคำนวณ หมายถึง การนับจำนวนของวัตถุ และการนำตัวเลขที่ได้จากนับ และตัวเลขจากการวัดมาคำนวณด้วยสูตรคณิตศาสตร์ เช่น การบวก การลบ การคูณ การหาร เป็นต้น โดยการเกิดทักษะการคำนวณแสดงการนับที่ถูกต้อง ส่วนการคำนวณจะแสดงออกจากการเลือกสูตรคณิตศาสตร์ การแสดงวิธีคำนวณ และการคำนวณที่ถูกต้อง แม่นยำ

ความสามารถที่แสดงการเกิดทักษะ

- สามารถนับจำนวนของวัตถุได้ถูกต้อง
- สามารถบอกวิธีคำนวณ แสดงวิธีคำนวณ และคิดคำนวณได้ถูกต้อง

ทักษะที่ 4 การจำแนกประเภท หมายถึง การเรียงลำดับ และการแบ่งกลุ่มวัตถุหรือรายละเอียดข้อมูลด้วยเกณฑ์ความแตกต่างหรือความสัมพันธ์ใด ๆ อย่างใดอย่างหนึ่ง

ความสามารถที่แสดงการเกิดทักษะ

- สามารถเรียงลำดับ และแบ่งกลุ่มของวัตถุ โดยใช้เกณฑ์ใดได้อย่างถูกต้อง
- สามารถอธิบายเกณฑ์ในเรียงลำดับหรือแบ่งกลุ่มได้

ทักษะที่ 5 การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับ

เวลา สเปสของวัตถุ หมายถึง ที่ว่างที่วัตถุนั้นครองอยู่ ซึ่งอาจมีรูปร่างเหมือนกันหรือแตกต่างกันโดยทั่วไปแบ่งเป็น 3 มิติ คือ ความกว้าง ความยาว และความสูง ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสของวัตถุ ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่าง 3 มิติ กับ 2 มิติ ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับวัตถุหนึ่ง ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุกับเวลา ได้แก่ ความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งของวัตถุกับช่วงเวลา หรือความสัมพันธ์ของสเปสของวัตถุที่เปลี่ยนไปกับช่วงเวลา

ความสามารถที่แสดงการเกิดทักษะ

- สามารถอธิบายลักษณะของวัตถุ 2 มิติ และวัตถุ 3 มิติ ได้
- สามารถวาดรูป 2 มิติ จากวัตถุหรือรูป 3 มิติ ที่กำหนดให้ได้
- สามารถอธิบายรูปทรงทางเรขาคณิตของวัตถุได้
- สามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุ 2 มิติ กับ 3 มิติได้ เช่น ตำแหน่งหรือทิศของวัตถุ และตำแหน่งหรือทิศของวัตถุต่ออีกวัตถุ
- สามารถบอกความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งของวัตถุกับเวลาได้
- สามารถบอกความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงขนาด ปริมาณของวัตถุกับเวลาได้

ทักษะที่ 6 การจัดกระทำ และสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง การนำ

ข้อมูลที่ได้จากการสังเกต และการวัด มาจัดกระทำให้มีควมหมาย โดยการหาความถี่ การเรียงลำดับ การจัดกลุ่ม การคำนวณค่า เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายได้ดีขึ้น ผ่านการเสนอในรูปแบบของตาราง แผนภูมิ วงจร เขียนหรือบรรยาย เป็นต้น

ความสามารถที่แสดงการเกิดทักษะ

- สามารถเลือกรูปแบบ และอธิบายการเลือกรูปแบบในการเสนอข้อมูลที่เหมาะสมได้

– สามารถออกแบบ และประยุกต์การเสนอข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่เข้าใจได้ง่าย

– สามารถเปลี่ยนแปลง ปรับปรุงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่เข้าใจได้ง่าย

– สามารถบรรยายลักษณะของวัตถุด้วยข้อความที่เหมาะสม กระชับรัด และสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้ง่าย

ทักษะที่ 7 การลงความเห็นจากข้อมูล หมายถึง การเพิ่มความคิดเห็นของตนต่อข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผลจากพื้นฐานความรู้หรือประสบการณ์ที่มี

ความสามารถที่แสดงการเกิดทักษะ คือ สามารถอธิบายหรือสรุปจากประเด็นของการเพิ่มความคิดเห็นของตนต่อข้อมูลที่ได้มา

ทักษะที่ 8 การพยากรณ์ หมายถึง การทำนายหรือการคาดคะเนคำตอบโดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากการสังเกตหรือการทำซ้ำ ผ่านกระบวนการแปรความหมายของข้อมูลจากสัมพันธ์ภายใต้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ความสามารถที่แสดงการเกิดทักษะ คือ สามารถทำนายผลที่อาจจะเกิดขึ้นจากข้อมูลบนพื้นฐานหลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่ ทั้งภายในขอบเขตของข้อมูล และภายนอกขอบเขตของข้อมูลในเชิงปริมาณได้

2. ระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ 5 ทักษะ เป็นทักษะกระบวนการขั้นสูงที่มีความซับซ้อนมากขึ้น เพื่อแสวงหาความรู้ โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน เป็นพื้นฐานในการพัฒนา ประกอบด้วย

ทักษะที่ 9 การตั้งสมมติฐาน หมายถึง การตั้งคำถามหรือคิดคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลองเพื่ออธิบายหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ ว่ามีความสัมพันธ์อย่างไรโดยสมมติฐานสร้างขึ้นจะอาศัยการสังเกต ความรู้ และประสบการณ์ภายใต้หลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่สามารถอธิบายคำตอบได้

ความสามารถที่แสดงการเกิดทักษะ

– สามารถตั้งคำถามหรือคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลองได้

– สามารถตั้งคำถามหรือคิดหาคำตอบล่วงหน้าจากความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ ได้

ทักษะที่ 10 การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การกำหนดและอธิบายความหมาย และขอบเขตของคำต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาหรือการทดลองเพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกันระหว่างบุคคล

ความสามารถที่แสดงการเกิดทักษะ คือ สามารถอธิบายความหมาย และขอบเขตของคำหรือตัวแปรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา และการทดลองได้

ทักษะที่ 11 การกำหนด และควบคุมตัวแปร หมายถึง การบ่งชี้ และกำหนดลักษณะตัวแปรใด ๆ ให้เป็นเป็นตัวแปรอิสระหรือตัวแปรต้น และตัวแปรใด ๆ ให้เป็นตัวแปรตาม และตัวแปรใด ๆ ให้เป็นตัวแปรควบคุม

ตัวแปรต้น คือ สิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลหรือสิ่งที่ต้องการทดลอง เพื่อให้ทราบว่าเป็นสาเหตุของผลที่เกิดขึ้นหรือไม่

ตัวแปรตาม คือ ผลที่เกิดจากการกระทำของตัวแปรต้นในการทดลอง

ตัวแปรควบคุม คือ ปัจจัยอื่น ๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่อาจมีผลต่อการทดลองที่ต้องควบคุมให้เหมือนกันหรือคงที่ขณะทำการทดลอง

ความสามารถที่แสดงการเกิดทักษะ คือ สามารถกำหนด และอธิบายตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุมในการทดลองได้

ทักษะที่ 12 การทดลอง หมายถึง กระบวนการปฏิบัติ และทำซ้ำในขั้นตอน เพื่อหาคำตอบจากสมมติฐาน แบ่งเป็น 3 ขั้นตอน คือ

1. การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนการทดลองจริง ๆ เพื่อกำหนดวิธีการ และขั้นตอนการทดลองที่สามารถดำเนินการได้จริง รวมถึงวิธีการแก้ไขปัญหาคืออุปสรรคที่อาจเกิดขึ้นขณะทำการทดลอง เพื่อให้การทดลองสามารถดำเนินการให้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

2. การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การปฏิบัติการทดลองจริง

3. การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลองซึ่งอาจเป็นผลจากการสังเกต การวัดและอื่น ๆ

ความสามารถที่แสดงการเกิดทักษะ

– สามารถออกแบบการทดลอง และกำหนดวิธี ขั้นตอนการทดลองได้ถูกต้อง และเหมาะสมได้

– สามารถระบุ และเลือกใช้อุปกรณ์ในการทดลองอย่างเหมาะสม

– สามารถปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนได้อย่างถูกต้อง

– สามารถบันทึกผลการทดลองได้อย่างถูกต้อง

ทักษะที่ 13 การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อมูล หมายถึง การแปรความหมายหรือการบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ การตีความหมายข้อมูลในบางครั้งอาจต้องใช้ทักษะอื่น ๆ เช่น ทักษะการสังเกต ทักษะการคำนวณ การลงข้อมูล หมายถึง การวิเคราะห์ และการสรุปผลความสัมพันธ์ของข้อมูล สรุปประเด็นสำคัญของข้อมูลที่ได้จากการทดลองหรือศึกษา

ความสามารถที่แสดงการเกิดทักษะ คือ

- สามารถในการวิเคราะห์ และสรุปประเด็นสำคัญ รวมถึงการแปลความหมายหรือบรรยายลักษณะของข้อมูล
- สามารถบอกความสัมพันธ์ของข้อมูลได้

ใบความรู้ที่ 2

เรื่อง ผังมโนทัศน์

ผังมโนทัศน์ คือ การถ่ายทอดความคิด หรือข้อมูลต่าง ๆ ที่มีอยู่ในสมองลงกระดาษ โดยการใช้ภาพ สี เส้น และการโยงใย แทนการจดย่อแบบเดิมที่เป็นบรรทัด ๆ เรียงจากบนลงล่าง ขณะเดียวกันมันก็ช่วยเป็นสื่อ นำข้อมูลจากภายนอก เช่น หนังสือ คำบรรยาย การประชุม ส่งเข้าสมองให้เก็บรักษาไว้ได้ดีกว่าเดิม ซ้ำยังช่วยให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ได้ง่าย อาจจะเป็นภาพรวม และเปิดโอกาสให้สมองได้เชื่อมโยงต่อข้อมูล หรือความคิดต่าง ๆ เข้าหากันได้ง่ายกว่า “ใช้แสดงการเชื่อมโยงข้อมูลเกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่งระหว่างความคิดหลัก ความคิด รอง และความคิดย่อยที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน”

ลักษณะการเขียนผังมโนทัศน์ เทคนิคการคิดคือ นำประเด็นใหญ่ ๆ มาเป็นหลัก แล้วต่อด้วยประเด็นรองในชั้นถัดไป

ขั้นตอนการสร้างผังมโนทัศน์

1. เขียน/วาดมโนทัศน์หลักตรงกึ่งกลางหน้ากระดาษ
2. เขียน/วาดมโนทัศน์รองที่สัมพันธ์กับมโนทัศน์หลักไปรอบ ๆ
3. เขียน/วาดมโนทัศน์ย่อยที่สัมพันธ์กับมโนทัศน์รองแตกออกไปเรื่อย ๆ
4. ใช้ภาพหรือสัญลักษณ์สื่อความหมายเป็นตัวแทนความคิดให้มากที่สุด
5. เขียนคำสำคัญบนเส้นและเส้นต้องเชื่อมโยงกัน
6. กรณีใช้สี ทั้งมโนทัศน์รองและย่อยควรเป็นสีเดียวกัน
7. คิดอย่างอิสระมากที่สุดขณะทำเขียนคำหลัก หรือข้อความสำคัญของเรื่องไว้กลาง โยงไปยังประเด็นรองรอบ ๆ ตามแต่ว่าจะมีกี่ประเด็น

กฎการสร้างผังมโนทัศน์

1. เริ่มด้วยภาพสีตรงกึ่งกลางหน้ากระดาษ
2. ใช้ภาพให้มากที่สุดในผังมโนทัศน์ ตรงไหนที่ใช้ภาพได้ให้ใช้ก่อน เพราะ เป็นการช่วยการทำงานของสมอง ดึงดูดสายตา และช่วยความจำ
3. ควรเขียนคำบรรจุตัวใหญ่ ๆ ถ้าเป็นภาษาอังกฤษให้ใช้ตัวพิมพ์ใหญ่ จะช่วยให้เราสามารถ ประหยัดเวลาได้ เมื่อย้อนกลับไปอ่านอีกครั้ง
4. เขียนคำเหนือเส้นได้ แต่ละเส้นต้องเชื่อมต่อกับเส้นอื่น ๆ เพื่อให้ผังมโนทัศน์มีโครงสร้างพื้นฐานรองรับ

5. คำควรมีลักษณะเป็น "หน่วย" เปิดทางให้มโนทัศน์ คล่องตัวและยืดหยุ่นได้มากขึ้น
6. ใช้สื่อบายพ้งมโนทัศน์เพราะสื่จะช่วยยกระดับความคิด เพลิดเพลินตา และกระตุ้นสมองซีกขวา
7. เพื่อให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ใหม่ ควรปล่อยให้สมองมีอิสระในความคิดมากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้

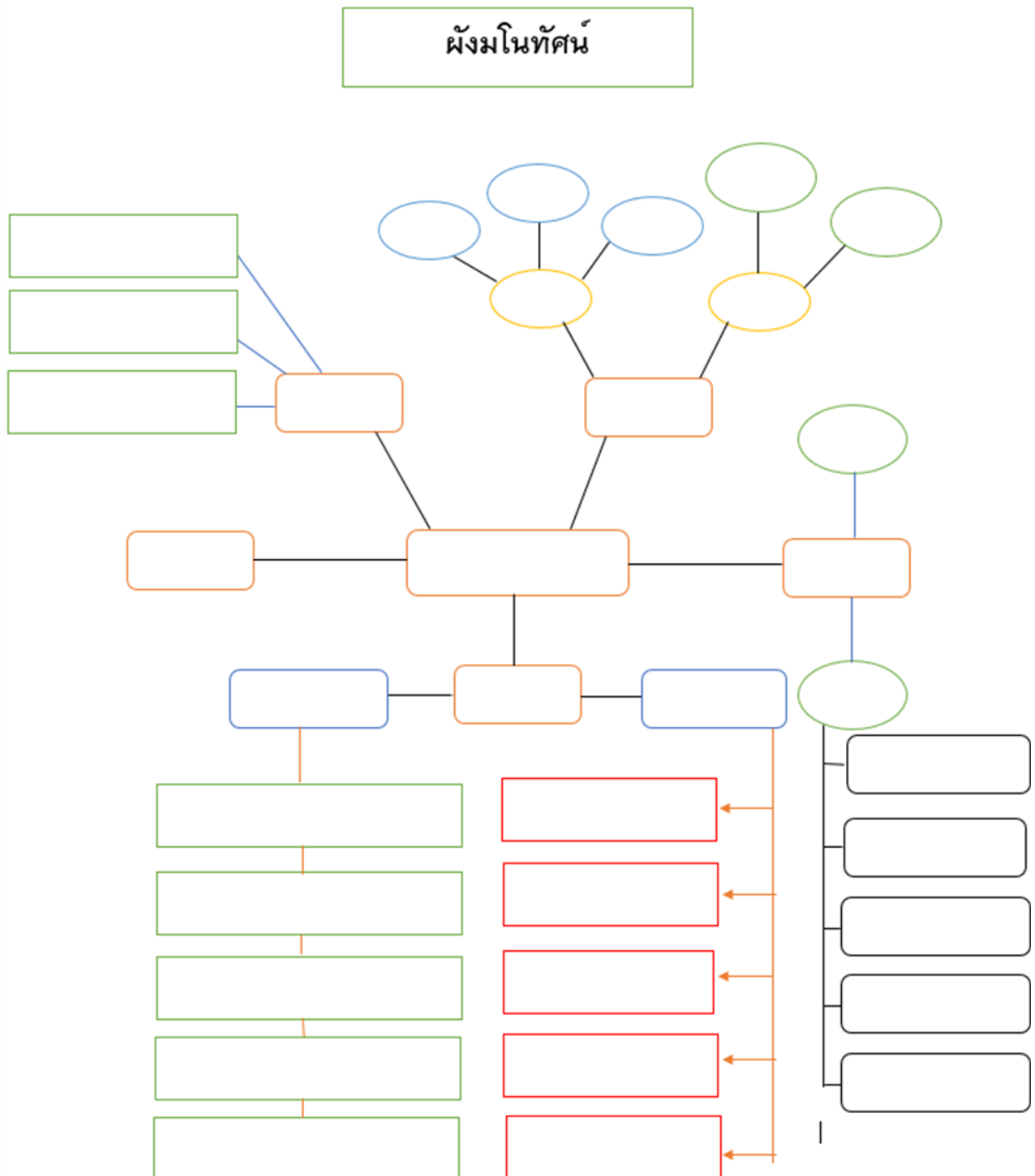
วิธีการเขียนผังมโนทัศน์ โดยละเอียดอีกวิธีหนึ่ง

1. เตรียมกระดาษเปล่าที่ไม่มีเส้นบรรทัดและวางกระดาษภาพแนวนอน
2. วาดภาพสี่เหลี่ยมหรือเขียนคำหรือข้อความที่สื่อหรือแสดงถึงเรื่องจะทำผังมโนทัศน์ กลางหน้ากระดาษ โดยใช้สื่ออย่างน้อย 3 สี และต้องไม่ตีกรอบด้วยรูปทรงเรขาคณิต
3. คิดถึงหัวเรื่องสำคัญที่เป็นส่วนประกอบของเรื่องที่ทำผังมโนทัศน์ โดยให้เขียนเป็นคำที่มีลักษณะเป็นหน่วย หรือเป็นคำสำคัญสั้น ๆ ที่มีความหมายบนเส้นซึ่งเส้นแต่ละเส้นจะต้องแตกออกมาจากศูนย์กลางไม่ควรเกิน 8 กิ่ง
4. แยกความคิดของหัวเรื่องสำคัญแต่ละเรื่องในข้อ 3 ออกเป็นกิ่ง ๆ หลายกิ่ง โดยเขียนคำหรือ วลีบนเส้นที่แตกออกไป ลักษณะของกิ่งควรเอนไม่เกิน 60 องศา
5. แยกความคิดรองลงไปที่เป็นส่วนประกอบของแต่ละกิ่ง ในข้อ 4 โดยเขียนคำหรือวลีเส้นที่แตกออกไป ซึ่งสามารถแตกความคิดออกไปเรื่อย ๆ
6. การเขียนคำ ควรเขียนด้วยคำที่เป็นคำสำคัญ หรือคำหลัก หรือเป็นวลีที่มีความหมายชัดเจน
7. คำ วลี สัญลักษณ์ หรือรูปภาพใดที่ต้องการเน้น อาจใช้วิธีการทำให้เด่น เช่น การล้อมกรอบ หรือใส่กล่อง เป็นต้น
8. ตกแต่ง ผังมโนทัศน์ ที่เขียนด้วยความสนุกสนานทั้งภาพและแนวคิดที่เชื่อมโยงต่อกัน

การนำไปใช้

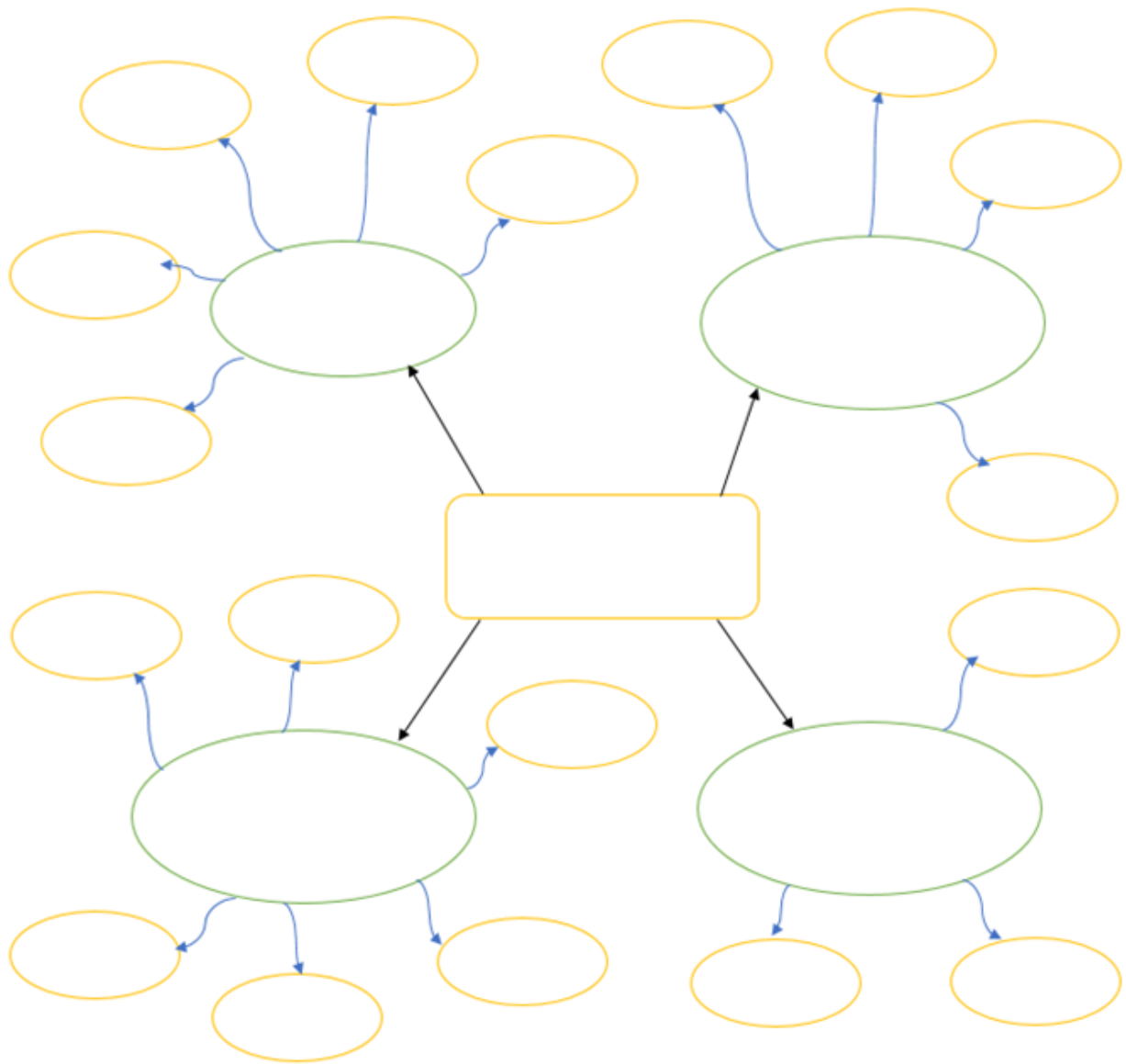
1. ใช้ระดมพลังสมอง
2. ใช้นำเสนอข้อมูล
3. ใช้จัดระบบความคิดและช่วยความจำ
4. ใช้วิเคราะห์เนื้อหาหรืองานต่าง ๆ
5. ใช้สรุปหรือสร้างองค์ความรู้

ตัวอย่างผังมโนทัศน์



ภาพที่ 1 : ตัวอย่างผังมโนทัศน์

ที่มา: <https://images.app.goo.gl/pjkl6Vii5YNihkeA>



ภาพที่ 2 ตัวอย่างผังมโนทัศน์

ที่มา: <https://images.app.goo.gl/yK3pQ11avtCkAfmL6>



ภาพที่ 3 ตัวอย่างผังมโนทัศน์

ที่มา: <https://images.app.goo.gl/rswNApzpMEeJDKaE9>

ใบความรู้ที่ 3

เรื่อง การตกของวัตถุอย่างอิสระ

วัตถุตกอิสระ

การตกอิสระ คือ การเคลื่อนที่ของวัตถุที่มีการเคลื่อนที่ภายใต้อิทธิพลของแรงโน้มถ่วงเพียงอย่างเดียว โดยที่ไม่คิดแรงต้านของอากาศที่ใกล้ ๆ ผิวโลก จะเป็นการตกด้วยความเร่งคงที่เท่ากับความเร่งเนื่องจากแรงดึงดูดของโลก

สามารถทดลองด้วยตัวเองว่า สิ่งของหรือวัตถุต่าง ๆ ไม่ว่าจะมีความหนาแน่นมากพอแรงต้าน ของอากาศจะไม่มีผลกระทบมากนัก จะตกลงสู่พื้นด้วยความเร่งสม่ำเสมอ นั่นคือ ความเร่งมีค่าคงตัวและมีทิศทางในแนวตั้งเสมอ เรียกได้ว่าค่าความเร่งของการตกอย่างเสรี ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 การตกอย่างอิสระ

<https://images.app.goo.gl/aNyGVbHaRAtV7yE7>

การตกเสรี หมายถึง การตกโดยไม่มีสิ่งใดกีดขวางหรือกระทบ การมีอากาศกระทบระหว่างตกทำให้ไม่ได้ผลดังอุดมคติ แต่อาจพิสูจน์ได้ว่าการมีอากาศไม่ทำให้การตกผิดไปจากอุดมคติมากนักโดยเฉพาะเมื่อความเร็วไม่มาก แต่ถ้าวัตถุตกจากที่สูง วัตถุมีความเร็วมากในช่วงท้ายซึ่งอากาศจะต้านทานการเคลื่อนที่มากขึ้น และทำให้ความเร่งผิดไป

ใบความรู้ที่ 4

เรื่อง การตกของวัตถุแบบมีแรงต้าน

แรงต้าน

แรงที่ต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุ มีทิศทางตรงข้ามกับทิศทางการเคลื่อนที่ของวัตถุเสมอ ทำให้วัตถุเกิดการเคลื่อนที่ช้าลงหรือหยุดนิ่ง เช่น แรงต้านของอากาศที่ทำให้วัตถุลงสู่พื้นดินช้าลง หรือแรงเสียดทานของพื้นผิว ดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 การตกแบบมีแรงต้าน

ที่มา: <https://images.app.goo.gl/PMq48TH8XAUH1N3dA>

แรงต้านของอากาศ หมายถึง แรงอุปสรรคอากาศของวัตถุที่เคลื่อนย้ายวัตถุที่เคลื่อนที่ด้วยแรงยืดหยุ่นที่สร้างขึ้นโดยอากาศ รถยนต์ เรือ หัวรถจักรรถไฟ ในการดำเนินการทางอากาศจะถูกบีบอัดโดยด้านหน้าเสียดทานพื้นผิวด้านและอากาศ และกลายเป็นส่วนหนึ่งของพื้นที่ที่อยู่เบื้องหลังการลื่นสูญญากาศ ตำนานที่เกิดจากผลกระทบเหล่านี้ ที่ทำงานอยู่ในลม แต่ยังมีลมจะถูกรวม ในชีวิตจริง ฤดูใบไม้ร่วงรับผลกระทบจากอิทธิพลของแรงต้านของอากาศ ความเร็ว ความหนาแน่นของอากาศ จะมีผลต่อขนาดของแรงต้านของอากาศ

ใบความรู้ที่ 5

เรื่อง ผลของแรงโน้มถ่วงของโลก

คำชี้แจง: ให้นักเรียนศึกษาใบความรู้ เรื่องผลของแรงโน้มถ่วงของโลก
แรงโน้มถ่วงของโลก

แรงโน้มถ่วงของโลก (Gravity) คือ แรงดึงดูดของโลกหรือแรงของโลกที่กระทำต่อมวลของวัตถุทุกชนิดบนโลกและวัตถุที่อยู่ใกล้ผิวโลก โดยจะดึงดูดวัตถุซึ่งกันและกันเข้าสู่ศูนย์กลางของโลกทำให้วัตถุมีน้ำหนักและตกลงสู่พื้นโลกเสมอ

แรงโน้มถ่วงของโลกเป็นแรงซึ่งโลกกระทำต่อวัตถุทุกชิ้น โดยมีทิศทางเข้าสู่ศูนย์กลางโลก เป็นแรงที่ยึดเหนี่ยววัตถุให้ติดอยู่กับพื้นโลก มิฉะนั้นวัตถุหรือแม้กระทั่งบรรยากาศจะหลุดปลิวไปในอากาศ เซอร์ ไอแซกนิวตัน จึงได้ค้นพบธรรมชาติพื้นฐานของแรงดึงดูดโน้มถ่วงระหว่างวัตถุใด ๆ สองวัตถุ

ดั่งภาพที่ 6



ภาพที่ 6 การกระโดดร่ม

ที่มา : <http://www.suananun.ac.th/krooan/worksheet/work1/work01.html>

วัตถุต่าง ๆ ที่ปล่อยจากที่สูง จะตกลงสู่ผิวโลกเสมอ เพราะแรงโน้มถ่วงของโลกหรือแรงดึงดูดของโลก (Gravitational Force) เป็นแรงที่โลกกระทำต่อวัตถุมีทิศทางเข้าสู่ศูนย์กลางโลกและเป็นแรงไม่สัมผัสกับวัตถุ โดยแรงดึงดูดที่โลกกระทำกับวัตถุหนึ่ง ๆ ทำให้วัตถุตกลงสู่พื้นโลกและทำให้วัตถุมีน้ำหนัก (Weight) โดย เซอร์ ไอแซกนิวตัน สงสัยว่าแรงอะไรทำให้ผลแอปเปิ้ลตกสู่พื้นดินและตรึงดวงจันทร์ไว้กับโลก สิ่งนี้เองนำไปสู่การค้นพบกฎแรงโน้มถ่วงของนิวตัน ดั่งภาพที่ 7



ภาพที่ 7 การกระโดดจากที่สูง

ที่มา : <https://images.app.goo.gl/HRdWHjJAJGXJnEtQ9>

เมื่อยกสิ่งของต่าง ๆ จะรู้สึกว่าสิ่งของเหล่านั้นมี น้ำหนัก เนื่องจากแรงดึงดูดของโลกที่กระทำต่อวัตถุซึ่งเมื่อต้องการยกวัตถุจึงจำเป็นต้องออกแรงเพื่อต้านแรง



ดึงดูดของโลกที่กระทำต่อวัตถุ โดยการออกแรงยกจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับวัตถุนั้นมีน้ำหนักมากหรือน้อย น้ำหนักของวัตถุขึ้นกับ มวล (Mass) ของวัตถุโดยวัตถุที่มีมวลมากจะมีน้ำหนักมาก วัตถุที่มีมวลน้อยจะมีน้ำหนักน้อย ดังภาพที่ 8

ภาพที่ 8 การยกสิ่งของ

ที่มา : <https://images.app.goo.gl/PwvMekrvN6NFJDGs6>

แรงโน้มถ่วงของโลกเกี่ยวข้องกับการใช้ชีวิตประจำวันของเราซึ่งอาจทำให้เกิดประโยชน์และทำให้เกิดโทษต่าง ๆ กับเราได้เช่นกัน

ประโยชน์ของแรงโน้มถ่วงของโลก

1. ทำให้เรายืนอยู่บนพื้นได้โดยไม่ลอยไปมา
2. ทำให้วัตถุหรือสิ่งของต่าง ๆ ไม่ลอยไปมาในอากาศ



ภาพที่ 9 การยกของที่มีน้ำหนัก

ที่มา : <https://images.app.goo.gl/gFU2UwJZD7YmLv1VA>

3. ทำให้น้ำไหลจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำ
4. ทำให้ฝนตกลงมาสู่พื้นโลกเพื่อให้ความชุ่มชื้นแก่พืชนอกจากนี้ยังทำให้เกิดแหล่งน้ำต่าง ๆ เช่นแม่น้ำทะเล ฯลฯ



ภาพที่ 10 น้ำตกห้วยขมิ้น จ. กาญจนบุรี

ที่มา : <https://images.app.goo.gl/rEubDcWvQGp2dY8n8>

ข้อเสียของแรงโน้มถ่วงของโลก

1. ทำให้คนเราไม่สามารถกระโดดสูงขึ้นไปมาก ๆ ได้
2. ทำให้ยกสิ่งที่มีน้ำหนักมาก ๆ ไม่ได้
3. เมื่อทำให้สิ่งของบางชนิดหล่นพื้นจะทำให้ชำรุดเสียหายเช่นแก้วถนนแปดเจอกันหล่นแปดใครหล่นแตกหรือของที่ตั้งอยู่ล้มลง
4. ทำกิจกรรมต่าง ๆ ที่สวนทางกับแรงโน้มถ่วงและจะรู้สึกเหนื่อยและทำได้ลำบากเช่นปีนเขาเดินขึ้นบันไดปั่นจักรยานขึ้นภูเขา เดินขึ้นที่ลาดชัน



ภาพที่ 11 แบกสิ่งของขึ้นภูกระดึง อ.ภูกระดึง จ.เลย

ที่มา : <https://images.app.goo.gl/TS2EkiwChKC6SxudA>

แรงโน้มถ่วงของโลกนักเรียนเคยสังเกตบ้างหรือไม่ว่าเมื่อสิ่งของหล่นจากที่สูงหรือผลไม้หล่นจากต้นทำไมจึงตกลงสู่พื้นดินหรือทำไมน้ำจึงไหลจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำที่เป็นเช่นนี้ เพราะมีแรงชนิดหนึ่งกระทำต่อสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่บนโลกแรงนี้เรียกว่า

แรงโน้มถ่วงของโลก



ภาพที่ 12 ผลของแรงโน้มถ่วงของโลก

ที่มา : <https://images.app.goo.gl/13ixn3ZGzvRUDovd9>

การที่แรงโน้มถ่วงของโลกดึงดูดให้สิ่งต่าง ๆ ตกลงสู่พื้นโลก ทำให้ตัวเราและวัตถุต่าง ๆ นั้นมีน้ำหนักเช่นเดียวกัน เพราะถ้าโลกไม่มีแรงโน้มถ่วงแล้วตัวเราและสิ่งของต่าง ๆ ก็จะมีอยู่ในสภาพไร้น้ำหนัก เช่น ในอวกาศจะมีสภาพไร้น้ำหนัก คนและวัตถุต่าง ๆ จึงอยู่ในสภาพไร้น้ำหนัก ทำให้ลอยเคว้งคว้างและเคลื่อนไหวลำบาก

ดังภาพที่ 13



ภาพที่ 13 สภาพที่ไร้น้ำหนัก

ที่มา : <https://images.app.goo.gl/ecpswi8uG4D4N3UM8>

กิจกรรมฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

เรื่อง ผลของแรงโน้มถ่วงของโลก

วันที่...../...../.....

จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อทำกิจกรรมนี้แล้ว นักเรียนมีความสามารถ ดังต่อไปนี้

ด้านความรู้

1. สามารถอธิบายการตกของวัตถุได้
2. สามารถอธิบายปัจจัยที่มีผลต่อแรงโน้มถ่วงของโลกได้
3. สามารถนำวิธีการสร้างตัวต้านแรงโน้มถ่วงไปใช้แก้ปัญหาในชีวิต

ประจำวันโดยบูรณาการวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรมศาสตร์ได้

ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

1. การสังเกต
2. การวัด
3. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปส และสเปกกับเวลา
4. การลงความเห็นจากข้อมูล
5. การพยากรณ์
6. การทดลอง

คุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. มีวินัย
2. ใฝ่เรียนรู้
3. มุ่งมั่นในการทำงาน
4. มีจิตสาธารณะ

วัสดุ/อุปกรณ์

1. ถุงพลาสติก
2. เชือกสี
3. แท่งเหล็ก
4. กรรไกร
5. ไม้บรรทัด
6. สก็อตเทป

ขั้นตอนการดำเนินกิจกรรม

1. แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม ๆ ละ 5-6 คน
2. นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์สถานการณ์ เงื่อนไข และระบุปัญหาที่พบจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ในตอนที่ 1 สถานการณ์ของแอลฟา
4. นักเรียนรวบรวมข้อมูล โดยศึกษาใบความรู้ที่ 1 ความรู้เกี่ยวกับการตกอย่างอิสระ ใบความรู้ที่ 2 การตกของวัตถุแบบมีแรงต้านและหาความรู้เพิ่มเติมจากหนังสือเรียน อินเทอร์เน็ต
5. นักเรียนฝึกทำกิจกรรมที่ 1 การตกของวัตถุแบบอิสระ และกิจกรรมที่ 2 ชีวิตแบบไม่อิสระ พร้อมบันทึกผลลงในใบกิจกรรมฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง “แอลฟาทำชีวิต” ตอนที่ 2 ชีวิตแบบอิสระ ข้อที่ 1 ข้อที่ 2
6. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มระดมความคิดเพื่อออกแบบวิธีการสร้างร่มชูชีพต้านแรงโน้มถ่วง โดยใช้วัสดุ อุปกรณ์ที่กำหนดให้ พร้อมเขียนร่างแบบภาพแนวคิดที่จะใช้แก้ปัญหาลงในใบกิจกรรมฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง “แอลฟาทำชีวิต” ตอนที่ 3 หนุมวิศวะพาออกแบบ โดยใช้ดินสอร่างแบบภาพ
7. ให้นักเรียนร่วมกันวางแผนการแก้ปัญหา โดยการระบุขั้นตอนของการสร้างร่มชูชีพต้านแรงโน้มถ่วงที่ละขั้น ตามลำดับ
8. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มบันทึกรายละเอียดลักษณะของร่มชูชีพต้านแรงโน้มถ่วงของโลกที่ได้จากการแก้ปัญหา ได้แก่ น้ำหนัก เวลา การเคลื่อนที่ ลงในใบกิจกรรมฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง “แอลฟาทำชีวิต” ตอนที่ 4 แอลฟาทำทดสอบและประเมินผลที่ได้ เป็นไปตามวัตถุประสงค์ เงื่อนไข ในการแก้ปัญหาหรือไม่
9. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายถึงปัญหา อุปสรรค และแนวทางในการแก้ปัญหา จากการแก้ปัญหาในครั้งที่ 1
10. นักเรียนแต่ละกลุ่มวางแผนร่วมกันเพื่อปรับปรุงวิธีการ ขั้นตอนของการแก้ปัญหาให้ดียิ่งขึ้น
11. นักเรียนลงมือแก้ปัญหาอีกครั้ง ตามแผนที่วางไว้ บันทึกผลโดยการระบุการปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลงวิธีการ หรือข้อมูลจากที่วางแผนการแก้ปัญหาในครั้งที่ 1
12. นักเรียนแต่ละกลุ่มแสดงผลงาน คือ ร่มชูชีพต้านแรงโน้มถ่วงของโลกที่ได้จากการแก้ปัญหาพร้อมนำเสนอชิ้นงาน โดยนำเสนอตั้งแต่ขั้นการระบุปัญหา

การรวบรวมข้อมูล การออกแบบแก้ปัญหา วิธีการแก้ปัญหา อุปสรรค แนวทางในการแก้ไขปรับปรุง และสรุปเนื้อหาในรูปแบบผังมโนทัศน์

1. นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อสรุปความรู้ที่ได้รับในรูปแบบผังมโนทัศน์
2. นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน เรื่อง ผลของแรงโน้มถ่วงของโลก

กิจกรรมฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

ชั้นที่ 1 ระบุปัญหา

ตอนที่ 1 สถานการณ์ของแอลฟา

คำชี้แจง 1. นักเรียนวิเคราะห์สถานการณ์และระบุปัญหาที่พบจากสถานการณ์

“นักเรียนคิดว่าเด็กชายแอลฟากระโดดจากตึกที่มีความสูง 460 เมตร
ซึ่งเป็นการตกแบบอิสระ นักเรียนคิดว่าเหตุการณ์ในครั้งนี้เด็กชายแอลฟาจะมี
ลักษณะเป็นอย่างไร”



“ถ้านักเรียนต้องการช่วยชีวิตเด็กชายแอลฟาจากการกระโดดตึก
จากความสูง 460 เมตร ในครั้งนี้ โดยที่เด็กชายแอลฟาจะต้องตกลงถึงพื้นแบบ
ไม่เสียชีวิต นักเรียนจะมีวิธีการช่วยเหลือเด็กชายแอลฟาได้อย่างไร”

ปัญหาที่พบจากสถานการณ์ ได้แก่

- 1).....
- 2).....
- 3).....
- 4).....
- 5).....

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง

ตอนที่ 2 การตกแบบอิสระ

คำชี้แจง 2. ให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมดังต่อไปนี้

กิจกรรมที่ 1 : วัตถุตกแบบอิสระ

1. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการทดลองปล่อยวัตถุที่กำหนดให้ในรูปแบบการตกอิสระ จากนั้นให้นักเรียนสังเกตการเคลื่อนที่ของวัตถุและการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น พร้อมบันทึกผลการทดลองลงในตารางบันทึกผล

วัตถุ	น้ำหนัก (กรัม)	ปล่อยวัตถุจากที่สูง 1 เมตร	โยนวัตถุขึ้นไปบนอากาศ 1 เมตร
ลูกปิงปอง		<input type="checkbox"/> ตกลงสู่พื้น	<input type="checkbox"/> ตกลงสู่พื้น
		<input type="checkbox"/> ไม่ตกลงสู่พื้น	<input type="checkbox"/> ไม่ตกลงสู่พื้น
	วินาทีวินาที
ดินน้ำมัน		<input type="checkbox"/> ตกลงสู่พื้น	<input type="checkbox"/> ตกลงสู่พื้น
		<input type="checkbox"/> ไม่ตกลงสู่พื้น	<input type="checkbox"/> ไม่ตกลงสู่พื้น
	วินาทีวินาที
กระดาษที่ขยำ		<input type="checkbox"/> ตกลงสู่พื้น	<input type="checkbox"/> ตกลงสู่พื้น
		<input type="checkbox"/> ไม่ตกลงสู่พื้น	<input type="checkbox"/> ไม่ตกลงสู่พื้น
	วินาทีวินาที
แท่งเหล็ก		<input type="checkbox"/> ตกลงสู่พื้น	<input type="checkbox"/> ตกลงสู่พื้น
		<input type="checkbox"/> ไม่ตกลงสู่พื้น	<input type="checkbox"/> ไม่ตกลงสู่พื้น
	วินาทีวินาที
เรียงลำดับวัตถุที่ใช้เวลาตกลงสู่พื้นจากเร็วสุดไปหาช้าสุด			

คำถามหลังจากทำกิจกรรม

1. เมื่อปล่อยวัตถุจากมือ วัตถุมีการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่หรือไม่
อย่างไร

.....

.....

2. เมื่อปล่อยวัตถุจากมือ วัตถุนั้นมีแรงมากกระทำต่อวัตถุหรือไม่
(ถ้ามีแรงนั้นมาจากไหน)

.....

.....

.....

3. จากกิจกรรมนี้ สรุปได้ว่าอย่างไร

.....

.....

.....

กิจกรรมที่ 2 : วัตถุตกแบบไม่อิสระ

2. ให้นักเรียนเขียนคำตอบจากคำถามเกี่ยวกับการตกของวัตถุแบบมีตัวต้าน
แรงโน้มถ่วงดังต่อไปนี้

2.1 ถ้าวัตถุไม่มีตัวต้านแรงโน้มถ่วงของโลก วัตถุจะมีการเคลื่อนที่อย่างไร

.....

.....

.....

.....

2.2 ถ้าวัตถุมีตัวต้านแรงโน้มถ่วงของโลก วัตถุจะมีการเคลื่อนที่อย่างไร

.....

.....

.....

.....

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา

ตอนที่ 3 หนุ่มวิศวะพาออกแบบ

คำชี้แจง 1. ให้นักเรียนออกแบบวิธีการสร้างร่มชูชีพต้านแรงโน้มถ่วงของโลก โดยใช้วัสดุ อุปกรณ์ที่กำหนดให้ โดยเขียนเป็นภาพร่าง 3 มิติ พร้อมทั้งตอบคำถามต่อไปนี้

1.1 ชื่อผลงานของนักเรียน คือ.....

1.2 วัสดุ อุปกรณ์ที่นำมาใช้ในการออกแบบแก้ปัญหาของนักเรียน

ได้แก่.....

เพราะ.....

ได้แก่.....

เพราะ.....

ได้แก่.....

เพราะ.....

ได้แก่.....

เพราะ.....

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา

คำชี้แจง 1. ให้นักเรียนวางแผนและเขียนขั้นตอนของการแก้ไขปัญหา โดยการระบุขั้นตอนของการแก้ปัญหาทีละขั้น ตามลำดับ

ระบุขั้นตอนการดำเนินการสร้างชิ้นงาน

1.
-
2.
-
3.
-
4.
-
5.
-

คำชี้แจง 2. ให้นักเรียนระบุทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนได้ จากการทำกิจกรรมนี้

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

1. ทักษะการสังเกต
-
2. ทักษะการวัด
-
3. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปส และสเปกกับเวลา
-
3. ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
-
4. ทักษะการพยากรณ์
-
5. ทักษะการทดลอง
-

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไข

ตอนที่ 4 แอลฟาทำทดสอบ

คำชี้แจง 1. นักเรียนตรวจสอบผลของการแก้ปัญหา โดยการสังเกตลักษณะการเคลื่อนที่ของวัตถุที่ได้จากการแก้ปัญหา จากนั้นสังเกตและบันทึกเวลาที่วัตถุตกลงถึงพื้น รวมทั้งระบุปัญหา อุปสรรค และแนวทางในการแก้ปัญหา จากการทำกิจกรรมแก้ปัญหา ในครั้งที่ 1

ลำดับ	วัตถุ	ลักษณะการเคลื่อนที่ของวัตถุ		เวลาในการเคลื่อนที่ของวัตถุ (นาที่)		ลักษณะของวัตถุ (ครั้งที่ 1)
		แบบไม่มีร่มชูชีพ	แบบมีร่มชูชีพ	แบบไม่มีร่มชูชีพ	แบบมีร่มชูชีพ	
1	แท่งเหล็ก					

วัสดุ อุปกรณ์ในการแก้ปัญหา ครั้งที่ 1

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ปัญหา/อุปสรรค ครั้งที่ 1

.....

.....

.....

แนวทางการแก้ไข

.....

.....

คำชี้แจง 2. ให้นักเรียนตรวจสอบผลของการแก้ปัญหา โดยการสังเกตลักษณะการเคลื่อนที่ของวัตถุที่ได้จากการแก้ปัญหา จากนั้นสังเกตและบันทึกเวลาที่วัตถุตกลงถึงพื้น รวมทั้งระบุปัญหา อุปสรรค และแนวทางในการแก้ปัญหา จากการทำกิจกรรมแก้ปัญหา ในครั้งที่ 2

ลำดับ	วัตถุ	ลักษณะการเคลื่อนที่ของวัตถุ		เวลาในการเคลื่อนที่ของวัตถุ (นาที่)		ลักษณะของวัตถุ (ครั้งที่ 1)
		แบบไม่มีร่มชูชีพ	แบบมีร่มชูชีพ	แบบไม่มีร่มชูชีพ	แบบมีร่มชูชีพ	
1	แท่งเหล็ก					

วัสดุ อุปกรณ์ในการแก้ปัญหา ครั้งที่ 2

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ปัญหา/อุปสรรค ครั้งที่ 2

.....

.....

.....

แนวทางการแก้ไข

.....

.....

คำชี้แจง 3. ให้นักเรียนเขียนคำตอบหลังการทดลอง ดังต่อไปนี้

3.1 การตกแบบอิสระมีความแตกต่างจากการตกแบบมีตัวต้านแรงโน้มถ่วงของโลกอย่างไร เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

.....

.....

3.2 ปัจจัยที่มีผลต่อการตกของวัตถุ มีอะไรบ้าง

1.
2.
3.

3.3 จากกิจกรรมนี้สรุปได้ว่าอย่างไร

.....

.....

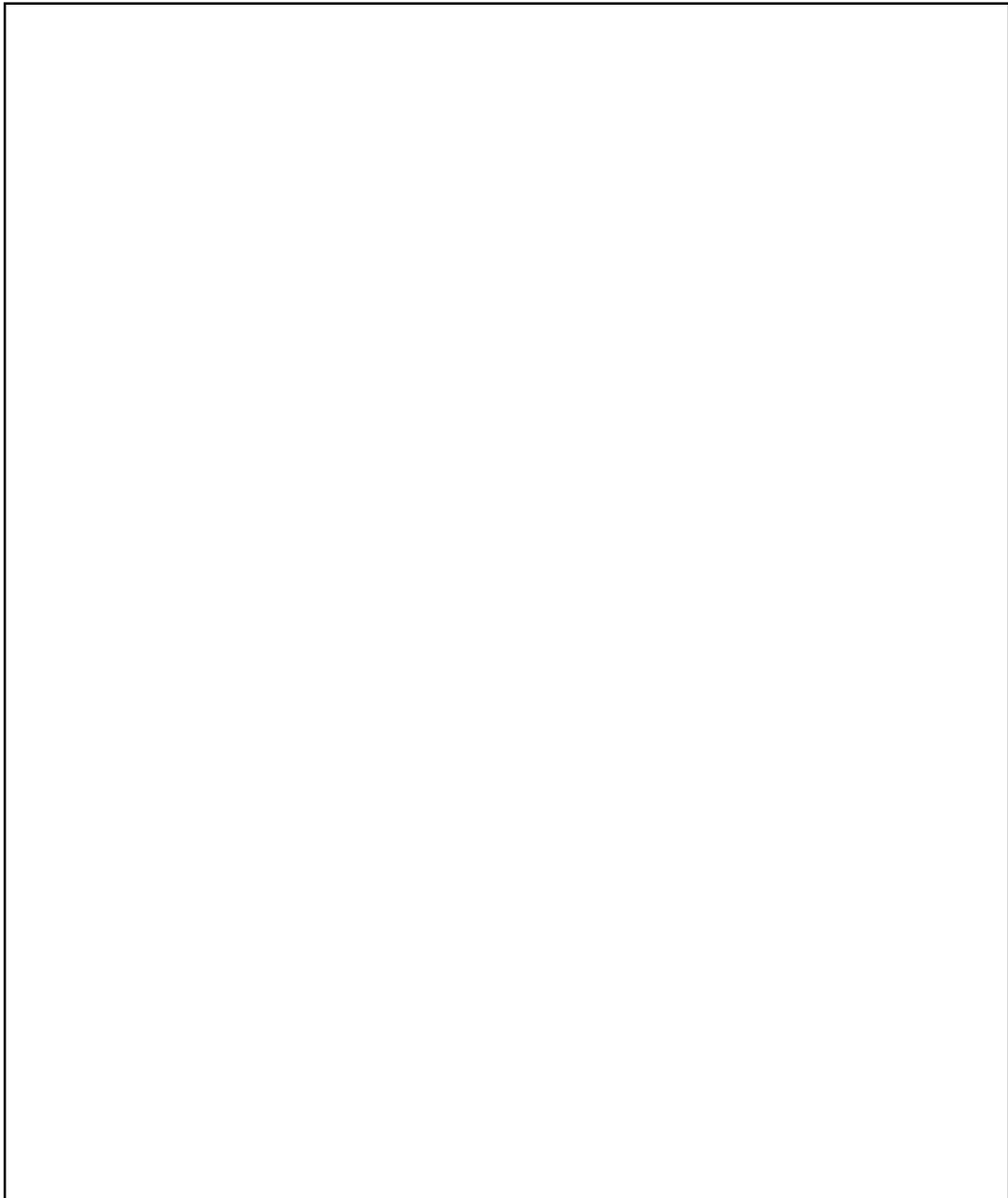
.....

.....

ใบกิจกรรมผังมโนทัศน์ เรื่อง ผลของแรงโน้มถ่วงของโลก

- จุดประสงค์:**
1. สามารถอธิบายการตกของวัตถุได้
 2. สามารถอธิบายปัจจัยที่มีผลต่อแรงโน้มถ่วงของโลกได้

คำชี้แจง ให้นักเรียนสรุปความรู้ที่ได้จากเนื้อหาในเรื่อง ผลของแรงโน้มถ่วงของโลก โดยเขียนในรูปแบบผังมโนทัศน์ ในกรอบสี่เหลี่ยมด้านล่างที่กำหนดให้



แบบทดสอบก่อนเรียน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง แรงโน้มถ่วงของโลกและตัวกลางของแสง

เรื่อง ผลของแรงโน้มถ่วงของโลก ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

คำชี้แจง ให้นักเรียนทำเครื่องหมายกากบาท (X) ข้อที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว ลงในกระดาษคำตอบ (ข้อสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 10 ข้อ) ใช้เวลาในการทำข้อสอบ 15 นาที

1. ใครเป็นผู้ค้นพบแรงโน้มถ่วงของโลก (ด้านความรู้ความจำ)
 - ก. เซอร์ ไอแซค นิวตัน
 - ข. อัลเบิร์ต ไอน์สไตน์
 - ค. กาลิเลโอ กาลิเลอี
 - ง. โรเบิร์ต ฮุก

2. แรงโน้มถ่วงของโลกหมายถึงข้อใด (ด้านความรู้ความจำ)
 - ก. แรงดึงดูดของวัตถุที่มีต่อโลก
 - ข. แรงดึงดูดระหว่างโลกกับดวงจันทร์
 - ค. แรงดึงดูดของโลกกระทำต่อมวลของวัตถุ
 - ง. แรงดึงดูดของโลกที่กระทำต่อดวงอาทิตย์

3. หากวัตถุอยู่ในสภาพที่ไม่มีแรงโน้มถ่วงของโลก วัตถุจะเป็นอย่างไร (ด้านความเข้าใจ)
 - ก. วัตถุจะมีขนาดเล็กลง
 - ข. วัตถุจะมีขนาดใหญ่ขึ้น
 - ค. วัตถุจะอยู่ในสภาพอยู่นิ่ง
 - ง. วัตถุจะล่องลอยในอากาศ

4. การเดินขึ้นบันไดแล้วรู้สึกเหนื่อย เป็นเพราะอะไร (ด้านความเข้าใจ)
 - ก. ไม่มีอากาศช่วยพยุงร่างกาย
 - ข. ร่างกายขาดอากาศบริสุทธิ์ทำให้ออกแรงเพิ่มขึ้น
 - ค. ออกแรงเดินไปในทิศทางเดียวกับแรงดึงดูดของโลก
 - ง. มีทิศทางตรงข้ามกับแรงดึงดูดของโลกทำให้ออกแรงเพิ่มขึ้น

10. บริเวณใดมีแรงโน้มถ่วงน้อยที่สุด (ด้านการประเมินค่า)

ก. พื้นโลก

ข. บนภูเขา

ค. ในเครื่องบิน

ง. พื้นดวงจันทร์

เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน
หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 แรงโน้มถ่วงของโลกและตัวกลางของแสง
เรื่อง ผลของแรงโน้มถ่วงของโลก ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

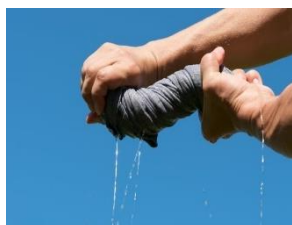
ข้อ	เฉลย
1.	ก
2.	ค
3.	ง
4.	ค
5.	ง
6.	ข
7.	ง
8.	ก
9.	ค
10.	ง

แบบทดสอบก่อนเรียน
แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 แรงโน้มถ่วงของโลกและตัวกลางของแสง
เรื่อง ผลของแรงโน้มถ่วงของโลก

คำชี้แจง ให้นักเรียนทำเครื่องหมายกากบาท (X) ข้อที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว ลงในกระดาษคำตอบ (ข้อสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 10 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน) ใช้เวลาในการทำข้อสอบ 15 นาที

1. ภาพในข้อใดที่เกิดจากแรงโน้มถ่วงของโลก (ทักษะสังเกต)

ก.



ข.



ค.



ง.



2. พิจารณาข้อมูลต่อไปนี้ (ทักษะการลงความเห็นข้อมูล)

1. การเล่นม้าหมุนเป็นวงกลมขนานกับพื้น
2. การโยนลูกบอลขึ้นจากพื้นล่างเป็นแนวโค้งและตกกลับลงมายังพื้น
3. การโคจรของดวงจันทร์รอบโลก

ข้อใดเป็นผลของแรงดึงดูดของโลกต่อลักษณะการเคลื่อนที่ของวัตถุ

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

3. อุปกรณ์ในข้อใดเหมาะสมที่สุดสำหรับการชั่งมวลของวัตถุ (ทักษะการวัด)

- | | |
|-----------------------|--------------------------|
| ก. ไม้บรรทัด | ข. เครื่องชั่ง |
| ค. เวอร์เนียคาลิเปอร์ | ง. ไมโครมิเตอร์คาลิเปอร์ |

9. ถ้าโลกไม่มีแรงดึงดูดของโลก นักเรียนคิดว่า จะเกิดลักษณะในข้อใด (ทักษะการพยากรณ์)

- ก. ทำให้วัตถุทุกชนิดมีน้ำหนัก
- ข. ทำให้เกิดน้ำตกตามแหล่งธรรมชาติ
- ค. ทำให้วัตถุล่องลอยในสภาพไร้น้ำหนัก
- ง. ทำให้วัตถุหรือสิ่งต่าง ๆ ตั้งอยู่บนพื้นได้

10. นักวิทยาศาสตร์ได้ทำการทดลองเกี่ยวกับการตกของวัตถุ โดยใช้ลูกเหล็กกับขนนก จากนั้นปล่อยวัตถุทั้งสองลงพร้อมกัน พบว่า ลูกเหล็กจะตกลงสู่พื้นก่อนขนนก แต่ถ้าทำการทดลองนี้ในสภาพไร้แรงโน้มถ่วงของโลก นักเรียนคิดว่า ผลการทดลองจะเป็นอย่างไร (ทักษะการทดลอง)

- ก. ขนนกตกเร็วกว่าลูกเหล็ก
- ข. ลูกเหล็กตกเร็วกว่าขนนก
- ค. ลูกเหล็กและขนนกตกพร้อมกัน
- ง. ขนนกและลูกเหล็กตกพร้อมกันอย่างรวดเร็ว

เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน
แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 แรงโน้มถ่วงของโลกและตัวกลางของแสง
เรื่อง ผลของแรงโน้มถ่วงของโลก

ข้อ	เฉลย
1	ก
2	ค
3	ข
4	ง
5	ค
6	ก
7	ข
8	ง
9	ค
10	ค

ใบประเมินชิ้นงาน (20 คะแนน)

คำชี้แจง : ให้ครูสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียน แล้วเติมเครื่องหมาย ✓
ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ชื่อสมาชิกในกลุ่ม 1 ชั้น.....
2 ชั้น.....
3 ชั้น.....
4 ชั้น.....
5 ชั้น.....
6 ชั้น.....

รายการประเมิน	คะแนน		
	ดี (3)	พอใช้ (2)	ปรับปรุง (1)
1. รูปแบบชิ้นงานตรงตามที่ออกแบบไว้			
2. สามารถช่วยต้านแรงโน้มถ่วงได้			
3. สรุปลงได้ตรงตามประเด็นและจัดในรูปแบบของผังมโนทัศน์			
4. มีความสวยงามของชิ้นงาน			
5. ทำงานเสร็จภายในเวลาที่กำหนด			
คะแนนรวม			
ระดับคุณภาพ			

เกณฑ์การให้คะแนน

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
11-15	ดี
8-10	พอใช้
1-7	ปรับปรุง

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(นายธีรพงษ์ รัตมิพิพัฒน์)

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

เกณฑ์การประเมินชิ้นงาน

รายการประเมิน	คำอธิบายและคะแนน		
	ดี (3)	พอใช้ (2)	ปรับปรุง (1)
1. รูปแบบชิ้นงานตรงตามที่ออกแบบไว้	แบบร่าง อุปกรณ์ มีรูปร่างที่ชัดเจนสามารถแสดงเหตุผลในการออกแบบได้อย่างชัดเจน	แบบร่าง อุปกรณ์ มีรูปร่างที่ชัดเจน แต่ไม่สามารถแสดงเหตุผลในการออกแบบได้อย่างชัดเจน	แบบร่าง อุปกรณ์ มีรูปร่างไม่ชัดเจนและไม่สามารถแสดงเหตุผลในการออกแบบได้อย่างชัดเจน
2. สามารถช่วยด้านแรงโน้มถ่วงได้	สามารถช่วยด้านแรงโน้มถ่วงของโลกได้ ทำให้วัตถุไม่มีความเสียหาย	สามารถช่วยด้านแรงโน้มถ่วงของโลกได้ แต่ทำให้วัตถุมีความเสียหายเล็กน้อย	ไม่ช่วยด้านแรงโน้มถ่วงของโลกได้ ทำให้วัตถุมีความเสียหาย
3. สรุปรู้ได้ตรงตามประเด็น และจัดในรูปแบบของผังมโนทัศน์	สรุปรู้ได้ตรงตามประเด็น และทำรูปแบบของผังมโนทัศน์ได้สวยงาม	สรุปรู้ได้ตรงตามประเด็น แต่ไม่สามารถทำรูปแบบของผังมโนทัศน์ได้สวยงาม	ไม่สามารถสรุปรู้ได้ตรงตามประเด็น และไม่สามารถทำรูปแบบของผังมโนทัศน์ได้
4. มีความสวยงามของชิ้นงาน	มีความแปลกใหม่และประณีตสวยงาม	มีความแปลกใหม่หรือมีความประณีตสวยงาม	ไม่มีความแปลกใหม่และไม่ประณีต
5. ทำงานเสร็จภายในเวลาที่กำหนด	เสร็จภายในเวลาที่กำหนด	เสร็จช้ากว่าเวลาที่กำหนด 5 นาที	เสร็จช้ากว่าเวลาที่กำหนดมากกว่า 5 นาที

แบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

กิจกรรม.....

ประเมินครั้งที่.....วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

คำชี้แจง : ใช้ประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขณะปฏิบัติงาน ซึ่งครูผู้สอนเป็นผู้สังเกตและประเมินโดยการขีดเครื่องหมาย ✓ ในช่องที่ตรงกับระดับคุณภาพ

รายการประเมิน	คะแนน			
	4	3	2	1
1. ทักษะการสังเกต				
2. ทักษะการวัด				
3. ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล				
4. ทักษะการพยากรณ์				
5. ทักษะการทดลอง				
6. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา				
รวม				
เฉลี่ย				

เกณฑ์การแปลความหมายของคะแนน

คะแนน	ระดับคะแนน
16-24	4
11-15	3
6-10	2
ต่ำกว่า 5	1

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

คะแนน	ระดับคุณภาพ
4	ดีมาก
3	ดี
2	พอใช้
1	ปรับปรุง

เกณฑ์การประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

รายการประเมิน	ระดับคะแนน			
	4	3	2	1
1. ทักษะการสังเกต	ใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกันเพื่อสัมผัสโดยตรงกับวัตถุและบันทึกการสังเกตโดยไม่ใส่ความคิดเห็นส่วนตัวของผู้สังเกตไปในสิ่งที่สังเกตได้ข้อมูลถูกต้องครบถ้วน	ใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกันเพื่อสัมผัสโดยตรงกับวัตถุและบันทึกการสังเกตโดยไม่ใส่ความคิดเห็นส่วนตัวของผู้สังเกตไปในสิ่งที่สังเกตได้ข้อมูลถูกต้องเป็นส่วนใหญ่	ใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกันเพื่อสัมผัสโดยตรงกับวัตถุและบันทึกการสังเกตโดยไม่ใส่ความคิดเห็นส่วนตัวของผู้สังเกตไปในสิ่งที่สังเกตได้ข้อมูลถูกต้องเป็นบางส่วน	ใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกันเพื่อสัมผัสโดยตรงกับวัตถุและบันทึกการสังเกตโดยไม่ใส่ความคิดเห็นส่วนตัวของผู้สังเกตไปในสิ่งที่สังเกตได้ข้อมูลถูกต้องบางส่วน
2. ทักษะการวัด	ใช้เครื่องในการวัดได้เหมาะสมหรือ ตามเกณฑ์ที่กำหนดได้	ใช้เครื่องในการวัดได้เหมาะสมหรือ ตามเกณฑ์ที่กำหนดได้	ใช้เครื่องในการวัดได้ไม่ค่อยดีหรือ ตามเกณฑ์ที่กำหนดได้	ไม่ใช้เครื่องมือในการวัดหรือไม่ทำตามเกณฑ์ที่กำหนดได้
3. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา	ระบุความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งหนึ่ง กับอีกตำแหน่งที่เปลี่ยนไปของวัตถุ หรือ ระหว่างตำแหน่งของวัตถุกับเวลาที่เปลี่ยนไป เมื่อมีปัจจัยภายนอกกระทำกับวัตถุได้อย่างถูกต้องทั้งหมด	ระบุความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งหนึ่ง กับอีกตำแหน่งที่เปลี่ยนไปของวัตถุ หรือ ระหว่างตำแหน่งของวัตถุกับเวลาที่เปลี่ยนไป เมื่อมีปัจจัยภายนอกกระทำกับวัตถุได้อย่างถูกต้องส่วนใหญ่	ระบุความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งหนึ่ง กับอีกตำแหน่งที่เปลี่ยนไปของวัตถุ หรือระหว่างตำแหน่งของวัตถุกับเวลาที่เปลี่ยนไป เมื่อมีปัจจัยภายนอกกระทำกับวัตถุได้อย่างถูกต้องบางส่วน	ไม่สามารถระบุความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งหนึ่งกับอีกตำแหน่งที่เปลี่ยนไปของวัตถุ หรือระหว่างตำแหน่งของวัตถุกับเวลาที่เปลี่ยนไป

รายการประเมิน	ระดับคะแนน			
	4	3	2	1
4. ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล	รวบรวมข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างเป็นระบบสามารถอธิบายเกี่ยวกับข้อมูลที่รวบรวมมาได้ดีมาก ยอมรับการเปลี่ยนแปลงการลงความคิดเห็นเมื่อมีข้อมูลเพิ่มเติม	รวบรวมข้อมูลจากการสังเกตได้สามารถอธิบายเกี่ยวกับข้อมูลที่รวบรวมมาได้ดี ยอมรับการเปลี่ยนแปลงการลงความคิดเห็นเมื่อมีข้อมูลเพิ่มเติมพอสมควร	รวบรวมข้อมูลจากการสังเกตได้สามารถอธิบายเกี่ยวกับข้อมูลที่รวบรวมมาได้พอใช้ เปลี่ยนแปลงการลงความคิดเห็นเมื่อมีข้อมูลเพิ่มเติมบางส่วน	รวบรวมข้อมูลที่ได้จากการสังเกตได้เล็กน้อยสามารถอธิบายเกี่ยวกับข้อมูลที่รวบรวมมาได้เล็กน้อย ยอมรับการเปลี่ยนแปลงการลงความคิดเห็นเมื่อมีข้อมูลเพิ่มเติมบางส่วน
5. ทักษะการพยากรณ์	ทำนายหรือคาดคะเนคำตอบไว้ได้อย่างชัดเจน โดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากการสังเกตหรือการทำซ้ำ	ทำนายหรือการคาดคะเนคำตอบได้ถูกต้อง โดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากการสังเกตหรือการทำซ้ำ	ทำนายหรือการคาดคะเนคำตอบได้ไม่ชัดเจน แต่อาศัยข้อมูลที่ได้จากการสังเกตหรือการทำซ้ำ	ไม่สามารถทำนายหรือการคาดคะเนคำตอบได้ไม่ชัดเจน ไม่อาศัยข้อมูลที่ได้จากการสังเกตหรือการทำซ้ำ
6. ทักษะการทดลอง	สามารถกำหนดปัญหาได้ชัดเจน ตั้งสมมติฐานสอดคล้องกับปัญหาและแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผลอย่างชัดเจน มีการวางแผนกำหนดขั้นตอนการทำงานได้ชัดเจน ใช้วัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือในการทดลองถูกต้องตามหลักการปฏิบัติ	สามารถกำหนดปัญหาได้ชัดเจน ตั้งสมมติฐานสอดคล้องกับปัญหาและแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผลอย่างดี มีการวางแผนกำหนดขั้นตอนการทำงานได้ชัดเจน ใช้วัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือในการทดลองถูกต้องตามหลักการปฏิบัติ	สามารถกำหนดปัญหาได้ชัดเจน ตั้งสมมติฐานสอดคล้องกับปัญหาและแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผลอย่างดี มีการวางแผนกำหนดขั้นตอนการทำงานได้ชัดเจน ใช้วัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือในการทดลองถูกต้องตามหลักการปฏิบัติ	สามารถกำหนดปัญหาได้ชัดเจน ตั้งสมมติฐานสอดคล้องกับปัญหาและแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผลอย่างดี มีการวางแผนกำหนดขั้นตอนการทำงานใช้วัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือในการทดลองถูกต้องตามหลักการปฏิบัติ

ใบประเมินการนำเสนอ (10 คะแนน)

คำชี้แจง : ให้ครูสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียน

แล้วเติมเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ชื่อสมาชิกในกลุ่ม 1 ชั้น.....
 2 ชั้น.....
 3 ชั้น.....
 4 ชั้น.....
 5 ชั้น.....

รายการประเมิน	คะแนน		
	ดี (3)	พอใช้ (2)	ปรับปรุง (1)
1. บุคลิก การแต่งกาย			
2. มารยาทในการพูด			
3. การใช้ภาษา			
4. วิธีการนำเสนอ			
5. เนื้อหาที่นำเสนอ			
คะแนนรวม			
ระดับคุณภาพ			

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

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

เกณฑ์การให้คะแนน

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
11-15	ดี
6-10	พอใช้
1-5	ปรับปรุง

เกณฑ์การประเมินการนำเสนอ

การนำเสนอ หมายถึง การถ่ายทอดเนื้อหา สารที่ผสมผสานกันระหว่าง ศิลปะการพูดกับการแสดงข้อมูล ในรูปแบบต่าง ๆ ผ่านสื่อและอุปกรณ์ได้อย่างเหมาะสม

รายการประเมิน	คำอธิบายและคะแนน		
	ดี (3 คะแนน)	พอใช้ (2 คะแนน)	ปรับปรุง (1 คะแนน)
1. บุคลิก การแต่งกาย	มีความมั่นใจใน ตนเองแต่งกายถูก ระเบียบ สะอาด เรียบร้อย	มีความมั่นใจใน ตนเองแต่แต่งกาย ไม่ถูกระเบียบ	ไม่มีความมั่นใจ ในตนเอง และแต่ง กายไม่ถูกระเบียบ
2. มารยาท ในการพูด	มองหน้าและสบตา ผู้ฟัง ไม่เหินแสม เสียดสีผู้อื่น	เขินอายไม่ค่อยกล้า มองหน้าและสบตา ผู้ฟัง	ไม่มองหน้าและ สบตาผู้ฟัง อาย พูดไม่ได้
3. การใช้ภาษา	พูดชัดเจน ตามหลักภาษา ตัว ว ร ล คำควบกล้ำ ใช้ถ้อยคำข้อความ สุภาพ	มีบางครั้งที่พูดไม่ ชัดเจน ตามหลัก ภาษา ตัว ว ร ล คำควบกล้ำ ใช้ถ้อยคำข้อความ สุภาพ	พูดไม่ชัดเจน ตามหลักภาษา ตัว ว ร ล คำควบกล้ำ ใช้ถ้อยคำข้อความ ที่ไม่สุภาพ
4. วิธีการนำเสนอ	มีวิธีการนำเสนอ ที่หลากหลาย เช่น ใช้ท่าทางประกอบ รูปภาพ ตั้งคำถาม เล่นเกม	วิธีการนำเสนอ ไม่ค่อยน่าสนใจ หลากหลาย	ไม่มีวิธีการ นำเสนอเลย ท่อง ตามที่เขียนมา เท่านั้น
5. เนื้อหาที่นำเสนอ	เนื้อหาที่น่าสนใจ มีสาระสำคัญ ตรงกับหัวข้อ ประเด็นที่กำหนด	มีเนื้อสาระสำคัญ บางส่วนไม่ตรงกับ หัวข้อ ประเด็น	ไม่มีเนื้อหา สาระสำคัญ ตรงกับหัวข้อเรื่อง

แบบบันทึกผลการประเมินผังมโนทัศน์
เรื่อง ผลของแรงโน้มถ่วงของโลก

คำชี้แจง ให้ผู้ประเมินทำเครื่องหมายถูก (□) ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ลำดับ ที่	รายการประเมิน	ระดับคะแนน				คะแนน
		4	3	2	1	
1	ชื่อผังมโนทัศน์พร้อมรายละเอียดเหมาะสม					
2	ความประณีตในการพัฒนาผังมโนทัศน์					
3	สาระและข้อมูลถูกต้อง					
4	การสะกิดคำ และการใช้ภาษาของข้อความใน ผังมโนทัศน์มีความถูกต้อง					
5	นำเสนอสาระและข้อมูลที่อ่านและดูได้ง่ายชวน ติดตาม					
6	ข้อมูลที่เสนอมีความสัมพันธ์และเชื่อมโยงได้ ชัดเจนและถูกต้อง					
7	เลือกใช้แบบผังมโนทัศน์เหมาะสมกับข้อมูลและ วัตถุประสงค์ที่จะนำเสนอ					
8	นำเสนอข้อมูลและสาระที่ตรงกับหัวข้อ					
9	เป็นผังมโนทัศน์ที่ประกอบด้วยองค์ประกอบ ครบถ้วนตามที่กำหนด					
10	ผลงานผังมโนทัศน์นั้นได้แสดงศักยภาพของ ผู้เรียน					
รวม						
ระดับคุณภาพ						

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นายธีรพงษ์ รัตมีพัฒน์)

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

เกณฑ์การประเมินผังมโนทัศน์

ผลงานสมบูรณ์ชัดเจน	ให้ 4 คะแนน
ผลงานมีข้อบกพร่องบางส่วน	ให้ 3 คะแนน
ผลงานมีข้อบกพร่องเป็นส่วนใหญ่	ให้ 2 คะแนน
ผลงานมีข้อบกพร่องมาก	ให้ 1 คะแนน

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
31-40	ดีมาก
21-30	ดี
11-20	พอใช้
ต่ำกว่า 11	ปรับปรุง

แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์และสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

คำชี้แจง: ให้ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียนและนอกเวลาเรียนแล้ว

ขีดเครื่องหมายถูก () ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ข้อการประเมิน	รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
		3	2	1
1. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์	1.1 เข้าร่วมกิจกรรมแสดงความรักชาติ เช่น เชิญธง ยืนตรงเคารพธงชาติ ร้องเพลงชาติ รักษาชื่อเสียง และหวงแหนสมบัติของชาติตลอดจนบำเพ็ญประโยชน์ต่อครอบครัวและชุมชน			
	1.2 เข้าร่วมกิจกรรมทางศาสนา และปฏิบัติตามหลักธรรมของศาสนา เช่น รักษาศีล ทำความดี			
	1.3 เข้าร่วมกิจกรรมเพื่อแสดงความจงรักภักดีต่อพระมหากษัตริย์			
2. มีวินัย รับผิดชอบ	2.1 ปฏิบัติตนตาม ข้อตกลง กฎเกณฑ์ ระเบียบ ข้อบังคับของโรงเรียนและสังคม ไม่ละเมิดสิทธิของผู้อื่น			
	2.2 มีความตรงต่อเวลาในการปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ			
3. มีความซื่อสัตย์ สุจริต	3.1 ให้ข้อมูลที่ถูกต้องและเป็นจริง			
	3.2 ไม่หาประโยชน์ในทางที่ไม่ถูกต้อง			
4. มุ่งมั่นในการทำงาน	4.1 เอาใจใส่ต่อการ ปฏิบัติหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย			
	4.2 ปรับปรุงและพัฒนาการทำงานด้วยตนเอง			
5. ใฝ่เรียนรู้	5.1 ตั้งใจเรียน เอาใจใส่และมีความ เพียรพยายามในการเรียนรู้			
	5.2 แลกเปลี่ยนเรียนรู้ด้วยวิธีการต่าง ๆ และ นำไปใช้ใน ชีวิตประจำวัน			

ข้อการประเมิน	รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
		3	2	1
6. มีจิตสาธารณะ	6.1 รู้จักทำงานให้ผู้อื่นด้วยกำลังกาย กำลังใจ และกำลังสติปัญญาด้วยความสมัครใจ			
7. ความสามารถในการสื่อสาร	7.1 มีความสามารถในการนำเสนอผลงาน			
	7.2 ใช้วิธีการสื่อสารที่เหมาะสม			
8. ความสามารถในการคิด	8.1 มีความสามารถในการคิดอย่างมีระบบ			
	8.2 ตัดสินใจแก้ปัญหาเกี่ยวกับตนเองได้			
9. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต	9.1 สามารถทำงานกลุ่มร่วมกับผู้อื่นได้			
	9.2 นำความรู้ที่ได้ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน			
10. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี	10.1 เลือกและใช้เทคโนโลยีได้เหมาะสมตามวัย			
	10.2 ใช้เทคโนโลยีในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์			
รวม				

ลงชื่อ ผู้ประเมิน
(นายธีรพงษ์ รัศมีพิพัฒน์)

เกณฑ์การให้คะแนน

พฤติกรรมที่ปฏิบัติชัดเจนและสม่ำเสมอ ให้ 3 คะแนน
 พฤติกรรมที่ปฏิบัติชัดเจนและบ่อยครั้ง ให้ 2 คะแนน
 พฤติกรรมที่ปฏิบัติบางครั้ง ให้ 1 คะแนน

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
46-60	ดีมาก
31-45	ดี
16-30	พอใช้
ต่ำกว่า 15	ปรับปรุง

**เกณฑ์การประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์และสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน
วิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4**

รายการประเมิน	พฤติกรรมที่ปรากฏ/ระดับคะแนน		
	3 คะแนน	2 คะแนน	1 คะแนน
1. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์	ปฏิบัติตามลัทธิและหน้าที่พลเมืองดีของชาติสนับสุนนเสนอกิจกรรมบำเพ็ญประโยชน์ต่อครอบครัวและชุมชน สร้างความสามัคคีปรองดองปฏิบัติตามหลักของศาสนา เคารพเทิดทูนสถาบันพระมหากษัตริย์	ปฏิบัติตามลัทธิและหน้าที่พลเมืองดีของชาติสนับสุนนเสนอกิจกรรมบำเพ็ญประโยชน์ต่อครอบครัวและชุมชน สร้างความสามัคคีปรองดองปฏิบัติตามหลักของศาสนา	ปฏิบัติตามลัทธิและหน้าที่พลเมืองดีของชาติสนับสุนนเสนอกิจกรรมบำเพ็ญประโยชน์ต่อครอบครัวและชุมชน
2. ซื่อสัตย์สุจริต	ให้ข้อมูลถูกต้องและเป็นจริง ปฏิบัติในสิ่งที่ถูกต้องทำตามสัญญาที่ตนให้ไว้กับเพื่อนและครู ละอายเกรงกลัวที่จะทำความผิดเป็นแบบอย่างที่ดีด้านการประพฤติตรงตามความเป็นจริง	ให้ข้อมูลถูกต้องและเป็นจริง ปฏิบัติในสิ่งที่ถูกต้องทำตามสัญญาที่ตนให้ไว้กับเพื่อนและครู ละอายเกรงกลัวที่จะทำความผิด	ให้ข้อมูลถูกต้องและเป็นจริง ปฏิบัติในสิ่งที่ถูกต้องทำตามสัญญาที่ตนให้ไว้กับเพื่อนและครู

รายการ ประเมิน	พฤติกรรมที่ปรากฏ/ระดับคะแนน		
	3 คะแนน	2 คะแนน	1 คะแนน
3. มีวินัย	ปฏิบัติตามข้อตกลง กฎเกณฑ์ ระเบียบ ข้อบังคับของ โรงเรียน ห้องเรียน ไม่ละเมิดสิทธิของ ผู้อื่นและตรงต่อ เวลาในการปฏิบัติ กิจกรรมและ รับผิดชอบในการ ทำงาน	ปฏิบัติตามข้อตกลง กฎเกณฑ์ ระเบียบ ข้อบังคับของ โรงเรียน ห้องเรียน และตรงต่อเวลาใน การปฏิบัติกิจกรรม และรับผิดชอบใน การทำงาน	ปฏิบัติตามข้อตกลง กฎเกณฑ์ ระเบียบ ข้อบังคับของ โรงเรียน ห้องเรียน และตรงต่อเวลาใน การปฏิบัติกิจกรรม
4. ใฝ่เรียนรู้	ศึกษาหาความรู้ จากหนังสือ สิ่งพิมพ์ เอกสาร สื่อเทคโนโลยี แหล่ง เรียนรู้อื่น ๆ มีการ บันทึกความรู้และ แลกเปลี่ยนความรู้ กับผู้อื่น	ศึกษาหาความรู้ จากหนังสือ สิ่งพิมพ์ เอกสาร สื่อเทคโนโลยี แหล่ง เรียนรู้อื่น ๆ มีการ บันทึกความรู้	ศึกษาหาความรู้ จากหนังสือ สิ่งพิมพ์ เอกสาร สื่อเทคโนโลยี แหล่ง เรียนรู้อื่น ๆ
5. มุ่งมั่นในการ ทำงาน	ทำงานด้วยความ ขยันและพยายามให้ งานสำเร็จตาม เป้าหมายไม่ย่อท้อ ต่อปัญหาในการ ทำงานและเสนอ ผลงานด้วยความ ภาคภูมิใจ	ทำงานด้วยความ ขยันและพยายามให้ งานสำเร็จตาม เป้าหมายและเสนอ ผลงานด้วยความ ภาคภูมิใจ	ทำงานด้วยความ ขยันและพยายามให้ งานสำเร็จตาม เป้าหมาย

รายการ ประเมิน	พฤติกรรมที่ปรากฏ/ระดับคะแนน		
	3 คะแนน	2 คะแนน	1 คะแนน
6. มีจิตสาธารณะ	ดูแล รักษาทรัพย์สิน สมบัติสิ่งแวดลอม ของห้องเรียน โรงเรียน อาสา ทำงานช่วยคิดช่วย ทำ แบ่งปันสิ่งของ ให้ผู้อื่นด้วยความ เต็มใจ	ดูแล รักษาทรัพย์สิน สมบัติสิ่งแวดลอม ของห้องเรียน โรงเรียน อาสา ทำงานช่วยคิด ช่วยทำ	ดูแล รักษาทรัพย์สิน สมบัติสิ่งแวดลอม ของห้องเรียน โรงเรียน
7. ความสามารถ ในการสื่อสาร	สามารถรับ-ส่งสาร และความสามารถ ในการถ่ายทอด ความรู้ ความคิด ความเข้าใจของ ตนเองโดยใช้ภาษา อย่างเหมาะสม	สามารถรับ-ส่งสาร และความสามารถ ในการถ่ายทอด ความรู้ ความคิด ความเข้าใจของ ตนเอง	สามารถรับ-ส่งสาร แต่ไม่ความสามารถ ในการถ่ายทอด ความรู้ ความคิด ความเข้าใจของ ตนเอง
8. ความสามารถ ในการคิด	สามารถคิดอย่าง เป็นระบบ สามารถ สร้างองค์ความรู้ และตัดสินใจ แก้ปัญหาเกี่ยวกับ ตนเองได้อย่าง เหมาะสม	สามารถคิดอย่าง เป็นระบบ สามารถ สร้างองค์ความรู้ได้	สามารถคิดอย่าง เป็นระบบ

รายการ ประเมิน	พฤติกรรมที่ปรากฏ/ระดับคะแนน		
	3 คะแนน	2 คะแนน	1 คะแนน
9. ความสามารถ ในการใช้ทักษะ ชีวิต	เรียนรู้ด้วยตนเองได้ เหมาะสมตามวัย สามารถทำงาน กลุ่มร่วมกับผู้อื่นได้ จัดการปัญหาและ ความขัดแย้งได้ เหมาะสมหลีกเลี่ยง พฤติกรรมไม่พึง ประสงค์ที่ส่งผล กระทบต่อตนเอง	เรียนรู้ด้วยตนเองได้ เหมาะสมตามวัย สามารถทำงาน กลุ่มร่วมกับผู้อื่นได้ จัดการปัญหาและ ความขัดแย้งได้ เหมาะสม	เรียนรู้ด้วยตนเองได้ เหมาะสมตามวัย สามารถทำงาน กลุ่มร่วมกับผู้อื่นได้
10. ความสามารถ ในการใช้เทคโนโลยี	เลือกและใช้ เทคโนโลยีเหมาะสม ตามวัย สามารถนำ เทคโนโลยีไปใช้ พัฒนาตนเอง ใช้ เทคโนโลยีในการ แก้ปัญหาอย่าง สร้างสรรค์ มี คุณธรรมจริยธรรม ในการใช้เทคโนโลยี	เลือกและใช้ เทคโนโลยีเหมาะสม ตามวัย สามารถนำ เทคโนโลยีไปใช้ พัฒนาตนเอง ใช้ เทคโนโลยีในการ แก้ปัญหาอย่าง สร้างสรรค์	เลือกและใช้ เทคโนโลยีเหมาะสม ตามวัย สามารถนำ เทคโนโลยีไปใช้ พัฒนาตนเอง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 แรงโน้มถ่วงของโลกและตัวกลางของแสง

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รหัสวิชา ว 14101

เรื่อง แรงดึงดูดของโลกกับน้ำหนักของวัตถุ ระยะเวลา 3 ชั่วโมง

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564

มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด ป.4/2 ใช้เครื่องชั่งสปริงในการวัดน้ำหนักของวัตถุ

สาระที่ 4 เทคโนโลยี

มาตรฐาน 4.2 เข้าใจและใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนรู้การทำงาน และการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทัน และมีจริยธรรม

ตัวชี้วัด ป.4/1 ใช้เหตุผลเชิงตรรกะในการแก้ปัญหา การอธิบายการทำงาน การคาดการณ์ผลลัพธ์จากปัญหาอย่างง่าย

ป.4/3 ใช้อินเทอร์เน็ตค้นหาความรู้และประเมินความน่าเชื่อถือของข้อมูล

ป.4/5 ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศอย่างปลอดภัย เข้าใจสิทธิและหน้าที่ของตน เคารพในสิทธิของผู้อื่นแจ้งผู้เกี่ยวข้องเมื่อพบข้อมูลหรือบุคคลที่ไม่เหมาะสม

สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัดและนำไปใช้

ตัวชี้วัด ป.4/1 แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับเวลา

สาระการเรียนรู้

- แรงโน้มถ่วงของโลกเป็นแรงดึงดูดที่โลกกระทำต่อวัตถุต่าง ๆ บนโลก มีทิศทางเข้าสู่จุดศูนย์กลางของโลกจึงมีผลทำให้วัตถุตกลงสู่พื้นโลกเสมอ
- แรงโน้มถ่วงของโลกทำให้วัตถุน้ำหนัก โดยวัตุน้ำหนักของวัตถุได้จากเครื่องชั่งสปริง

สาระสำคัญ

แรงโน้มถ่วงของโลกเป็นแรงดึงดูดที่โลกกระทำต่อมวลของวัตถุทุกชนิดที่อยู่บนโลกและที่อยู่ใกล้โลก ซึ่งเป็นแรงไม่สัมผัส และมีทิศทางเข้าสู่จุดศูนย์กลางของโลก ทำให้วัตถุน้ำหนักและตกลงสู่พื้นโลกเสมอ ซึ่งเราสามารถวัดน้ำหนักของวัตถุได้โดยใช้เครื่องชั่งสปริง

จุดประสงค์การเรียนรู้

ผู้เรียนมีความสามารถดังต่อไปนี้

1. ด้านความรู้

1. อธิบายการน้ำหนักของวัตถุและปัจจัยที่มีผลต่อน้ำหนักของวัตถุได้
2. ทำการทดลองหาน้ำหนักของวัตถุด้วยเครื่องชั่งได้
3. นำวิธีการสร้างเครื่องชั่งไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้

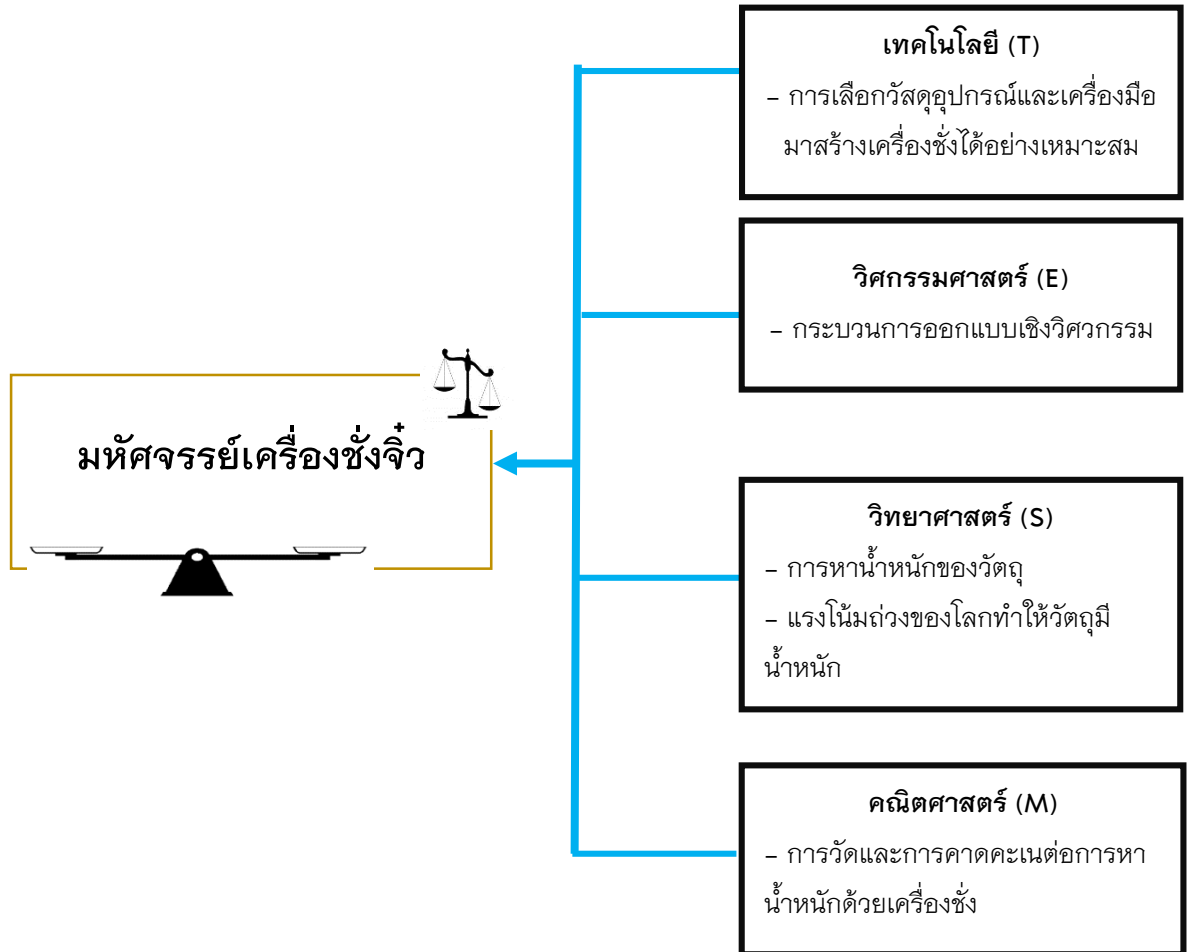
2. ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

1. ทักษะการสังเกต
2. ทักษะการจำแนกประเภท
3. ทักษะการคำนวณ
4. ทักษะการพยากรณ์
5. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายของข้อมูล
6. ทักษะการทดลอง
7. ทักษะการตั้งสมมติฐาน

3. คุณลักษณะอันพึงประสงค์และสมรรถนะที่สำคัญของผู้เรียน

1. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์
2. มีวินัย รับผิดชอบ
3. มีความซื่อสัตย์สุจริต
4. มุ่งมั่นในการทำงาน
5. ใฝ่เรียนรู้
6. มีจิตสาธารณะ
7. ความสามารถในการสื่อสาร
8. ความสามารถในการคิด
9. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต
10. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

กรอบแนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

สะเต็มศึกษา

สะเต็มศึกษา สะเต็มศึกษา คือ แนวทางการจัดการศึกษาที่บูรณาการ ความรู้ใน 4 สหวิทยาการ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ วิศวกรรม เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ โดยเน้นการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง รวมทั้งการ พัฒนาระบบการหรือ ผลผลิตใหม่ ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต และการทำงาน ช่วยนักเรียน สร้างความ เชื่อมโยงระหว่าง 4 สหวิทยาการ กับชีวิตจริงและการทำงาน การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็ม ศึกษาเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ไม่เน้นเพียงการท่องจำทฤษฎีหรือกฎทางวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ แต่เป็นการสร้างความเข้าใจทฤษฎีหรือกฎเหล่านั้นผ่านการปฏิบัติให้เห็น

จริงควบคู่กับการพัฒนาทักษะ การคิด ตั้งคำถาม แก้ปัญหาและการหาข้อมูลและวิเคราะห์
ข้อค้นพบใหม่ๆ พร้อมทั้งสามารถนำข้อ ค้นพบนั้นไปใช้หรือบูรณาการกับชีวิตประจำวันได้

การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังมโนทัศน์

การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังมโนทัศน์มี 6 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา ครูยกสถานการณ์ตัวอย่างที่พบเจอในชีวิตประจำวัน
และให้นักเรียนร่วมกันสังเกต ระดมความคิด และระบุปัญหาที่เกิดขึ้น

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

นักเรียนศึกษาค้นคว้าข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่ระบุไว้ วิธีการ แนวทางในการแก้ปัญหา
เพื่อจะสามารถนำความรู้ต่าง ๆ มาบูรณาการใช้ในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา นักเรียนร่างแบบแนวคิดของวิธีการ
แก้ปัญหา เพื่อนำไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ที่ครูได้กำหนด

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา นักเรียนเขียนแผนการ
ปฏิบัติการจากแบบแนวคิดที่ร่างไว้ และดำเนินการแก้ไขปัญหา หรือการสร้างชิ้นงานตามแผน
ที่นักเรียนเขียนไว้

**ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหา
หรือชิ้นงาน** นักเรียนทดสอบชิ้นงาน และประเมินผลงานโดยยึดว่า ได้ผลเป็นรูปธรรมตาม
วัตถุประสงค์หรือไม่ ชิ้นงานนั้นมีคุณลักษณะเป็นไปตามความต้องการ และภายใต้เงื่อนไขที่
กำหนดไว้หรือไม่

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา หรือชิ้นงาน
โดยมีการสรุปความรู้ในรูปแบบผังมโนทัศน์ โดยให้นักเรียนนำเสนอผลงานการ
แก้ปัญหาย่างเป็นลำดับขั้น โดยเริ่มตั้งแต่ขั้นตอนการทำความเข้าใจของปัญหา จนถึงขั้น
ผลลัพธ์สุดท้าย และการนำความรู้มาใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังมโนทัศน์

ชั่วโมงที่ 1

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา

1. ให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และ
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน เรื่อง การหาน้ำหนักของวัตถุ

2. ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจในการเรียนรู้ โดยครูสุ่มนักเรียน 2 คน ให้ออกมาหน้าชั้นเรียน แล้วให้นักเรียนในห้องร่วมกันคาดคะเนว่าเพื่อนที่อยู่หน้าห้องกับตัวเองมีน้ำหนักเท่ากันหรือไม่

3. จากนั้นครูให้นักเรียนทุกคนบอกน้ำหนักของตัวเองที่ละคน

4. ครูถามคำถามกระตุ้นความคิดของนักเรียน ดังนี้

- นักเรียนจะทราบน้ำหนักของตนเองได้อย่างไร

(แนวตอบ ชั่งน้ำหนักโดยเครื่องชั่งน้ำหนัก)

- แรงโน้มถ่วงของโลกมีความเกี่ยวข้องกับน้ำหนักของวัตถุได้อย่างไร

(แนวตอบ แรงโน้มถ่วงของโลกหรือแรงดึงดูดของโลกจะกระทำต่อ

วัตถุต่าง ๆ ทำให้วัตถุต่าง ๆ มีน้ำหนัก)

5. ครูแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 5-6 คน แล้วตั้งสถานการณ์ปัญหาเพื่อให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษารายละเอียดและเงื่อนไขของสถานการณ์ปัญหา ดังนี้

สถานการณ์ “ครูมีสิ่งของหลากหลายชนิด เช่น ลูกกอล์ฟ, ลูกเทนนิส, ลูกปิงปอง, และลูกมะนาว เป็นต้น ถ้านักเรียนทำการคาดคะเนน้ำหนักของสิ่งของเหล่านี้ โดยการจับ, การยกสิ่งของ 2 ชนิด ครูต้องการเปรียบเทียบน้ำหนักของสิ่งของเหล่านี้ โดยให้นักเรียนสร้างเครื่องมือในการเปรียบเทียบน้ำหนักสิ่งของเหล่านี้ นักเรียนจะมีวิธีการออกแบบสร้างเครื่องมือชนิดใดในการเปรียบเทียบน้ำหนักในครั้งนี้”

เงื่อนไข: 1. คาดคะเนน้ำหนักของวัตถุและเปรียบเทียบวัตถุได้

2. ใช้งานได้จริง

3. ใช้งบประมาณในการทำน้อยที่สุด

6. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายว่าจะต้องใช้องค์ความรู้อะไรบ้างในการแก้ปัญหาการหาน้ำหนักของวัตถุ (แนวคำตอบ: ความรู้เรื่องเครื่องหาน้ำหนัก)

7. ครูนำเข้าสู่กิจกรรมเพื่อศึกษาองค์ความรู้ในการแก้ปัญหาการหาน้ำหนักของวัตถุ โดยครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาใบความรู้ที่ 1-3 และศึกษาการทดลองในใบกิจกรรมที่ 1-3

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง

1. ให้นักเรียนศึกษาเกี่ยวกับความรู้ที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้

1.1 ความรู้เกี่ยวกับการหาน้ำหนักของวัตถุ

1.2 ความรู้เกี่ยวกับเครื่องชั่งสปริง

1.3 ความรู้เกี่ยวกับมวลกับน้ำหนักของวัตถุ

เพื่อนำไปออกแบบเครื่องมือที่ใช้หาน้ำหนักของวัตถุ จากกิจกรรม ดังนั้นนักเรียนจะต้องศึกษาปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

กิจกรรมที่ 1: หาน้ำหนักของวัตถุได้อย่างไร

2. ครูใช้คำถามเพื่อเชื่อมโยงความรู้ว่า ถ้าต้องการทราบน้ำหนักของวัตถุเราควรเลือกใช้เครื่องมือชนิดใด

(แนวคำตอบ: เครื่องชั่ง)

3. จากนั้นครูเปิดวิดีโอเกี่ยวกับเครื่องชั่งสปริงให้นักเรียนดูและศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมจากใบความรู้ที่ 1

(<https://www.youtube.com/watch?v=j2EyoP1Lsel> เครื่องชั่งสปริงแบบแขวน 1.38 นาที)

4. ครูให้นักเรียนสังเกตเครื่องชั่งสปริงแบบแขวน ซึ่งครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาลักษณะของเครื่องชั่งสปริงแบบแขวน ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 เครื่องชั่งสปริงแบบแขวน

<https://www.google.co.th/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fshopee.co.th>

5. จากนั้นครูให้นักเรียนตอบคำถามเกี่ยวกับเครื่องชั่งสปริงแบบแขวน โดยให้นักเรียนบันทึกผลการสังเกตลงในใบกิจกรรมฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง “มหัศจรรย์เครื่องชั่งจิ๋ว” ตอนที่ 1 หนูน้อยรู้เครื่องชั่ง ข้อที่ 1

กิจกรรมที่ 2: มหาสนุกการชั่งน้ำหนัก

6. น้ำหนักคืออะไร ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายร่วมกัน จากนั้น ครูเปิดวิดีโอเกี่ยวกับน้ำหนักของวัตถุให้นักเรียนดูและศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมจากใบความรู้ที่ 2



การหาหน้าหนักของวัตถุ.
mp4

น้ำหนักของวัตถุ 1.59 นาที

- น้ำหนักคืออะไร

(แนวคำตอบ แรงดึงดูดของโลกที่กระทำต่อวัตถุ)

- วัตถุที่มีขนาดต่างกัน จะมีน้ำหนักต่างกันหรือไม่

(แนวคำตอบ ต่างกัน)

7. ครูให้นักเรียนออกมาทำรูปกรณ์ ได้แก่

7.1 ถ่านไฟฉาย 1 ก้อน

7.2 ถูทราย 1 ถู

จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการสังเกตวัตถุทั้ง 2 ชนิด แล้วคาดคะเนน้ำหนักของวัตถุ บันทึกผลลงในใบกิจกรรมฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง “มหัศจรรย์เครื่องชั่งจิ๋ว” ตอนที่ 2 มหาสนุกการหาน้ำหนัก ข้อที่ 2

ชั่วโมงที่ 2

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา

1. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มมารับอุปกรณ์ที่ใช้ในการออกแบบและร่างแบบ เพื่อแก้ไขปัญหาการหาน้ำหนักของวัตถุด้วยเครื่องชั่ง จากวัสดุที่กำหนดให้ ดังนี้ โดยนักเรียนไม่ต้องมีค่าใช้จ่าย

ตาราง 1 รายการอุปกรณ์ที่ใช้ในการออกแบบเครื่องชั่ง

ลำดับ	วัสดุ/อุปกรณ์	จำนวน/กลุ่ม
1.	ขวดน้ำพลาสติก	2 ขวด
2.	ไม้แขวนผ้าแบบลวดเหล็ก	1 อัน
3.	เชือก	1 เมตร
4.	กรรไกร	1 เล่ม
5.	มีดตัดเตอร์	1 ด้าม
6.	เครื่องชั่งแบบตั้ง	1 เครื่อง
7.	ดินน้ำมัน	1 ก้อน
8.	แท่งเหล็ก	1 แท่ง
9.	ถ่านไฟฉาย	1 ก้อน
10.	ก้อนหิน	1 ก้อน

2. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มระดมความคิดเพื่อออกแบบวิธีการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการหาค่าหนักของวัตถุ (เครื่องชั่งสปริง) เพื่อหาค่าหนักของวัตถุ โดยใช้วัสดุ อุปกรณ์ ที่กำหนดให้ แล้วให้นักเรียนเขียนร่างแบบภาพแนวคิดที่จะใช้แก้ปัญหาลงในใบกิจกรรมฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง “มหัศจรรย์เครื่องชั่งจิ๋ว” ตอนที่ 3 หนูน้อยจอมออกแบบ โดยใช้ดินสอร่างแบบภาพ

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา

1. ให้นักเรียนร่วมกันวางแผนการแก้ปัญหาจากแบบร่างแนวคิดที่ร่างไว้ โดยการระบุขั้นตอนของการดำเนินการแก้ปัญหาที่ละเอียด ตามลำดับ

ชั่วโมงที่ 3

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขชิ้นงาน

1. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มบันทึกรายละเอียดลักษณะของเครื่องชั่งสปริงที่ได้จากการแก้ปัญหา ได้แก่ น้ำหนักของวัตถุ ขนาดของวัตถุ ลงในใบกิจกรรมฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง “มหัศจรรย์เครื่องชั่งจิ๋ว” ตอนที่ 4 ชวนสนุกกับเครื่องชั่ง และประเมินผลที่ได้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ หรือเงื่อนไข ในการแก้ปัญหาหรือไม่

2. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายถึงปัญหา อุปสรรค และแนวทางในการแก้ปัญหา จากการแก้ปัญหาในครั้งที่ 1

3. ให้นักเรียนในแต่ละกลุ่มวางแผนร่วมกันเพื่อปรับปรุงวิธีการ ขั้นตอนของการแก้ปัญหาให้ดียิ่งขึ้น

4. ให้นักเรียนลงมือแก้ปัญหาอีกครั้ง ตามแผนที่วางไว้ บันทึกผลโดยการระบุงการปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลงวิธีการ หรือข้อมูลจากที่วางแผนการแก้ปัญหาในครั้งที่ 2 ในการทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไข

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา หรือผลการแก้ปัญหา โดยสรุปความรู้ในรูปแบบผังมโนทัศน์

1. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอและแสดงผลงาน คือ เครื่องชั่งสปริง ที่ได้จากการแก้ปัญหาพร้อมนำเสนอผลงานในรูปแบบผังมโนทัศน์ โดยนำเสนอตั้งแต่ขั้นการระบุงปัญหา ผลของการรวบรวมข้อมูล การออกแบบแก้ปัญหา วิธีการแก้ปัญหา อุปสรรค แนวทางในการแก้ไขปรับปรุง และผลลัพธ์สุดท้ายเป็นไปตามวัตถุประสงค์ และเงื่อนไขหรือไม่ คือ ได้เครื่องชั่งสปริงที่มีประสิทธิภาพและได้ค่าใกล้เคียงกับเครื่องชั่งมาตรฐานมากที่สุด

2. ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อสรุปความรู้ที่ได้รับจากการแก้ปัญหา

3. ให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน เรื่อง การหาน้ำหนักของวัตถุ

สื่อและแหล่งเรียนรู้

1. วีดีโอเกี่ยวกับการหาน้ำหนักของวัตถุ
2. วีดีโอเกี่ยวกับการใช้เครื่องชั่งสปริงแบบแขวน
3. ใบความรู้ที่ 1 เรื่อง การหาน้ำหนักของวัตถุ
4. ใบความรู้ที่ 2 เรื่อง เครื่องชั่งสปริง
5. ใบความรู้ที่ 3 เรื่อง มวลกับน้ำหนักของวัตถุ

กิจกรรมและชิ้นงาน

1. ชิ้นงาน
 - เครื่องชั่ง
2. กิจกรรม
 - กิจกรรมฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง มห้ศจรรยค์เครื่องชั่งจิว

การวัดและประเมินผล

ด้านความรู้

วัตถุประสงค์	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
1. อธิบายการนำหน้าของวัตถุและปัจจัยที่มีผลต่อหน้าหนึ่งของวัตถุได้	- ตรวจใบกิจกรรมที่ 1 หน้าหน้าของวัตถุ - ตรวจใบกิจกรรมที่ 2 มหาสนุกการนำหน้า	- ใบกิจกรรมที่ 1 หน้าหน้าของวัตถุ - ใบกิจกรรมที่ 2 มหาสนุกการซ่งนำหน้า	- ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
2. ทำการทดลองการหาหน้าหนึ่งของวัตถุด้วยเครื่องซ่ง	- ตรวจใบกิจกรรมฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง	- ใบกิจกรรมฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง	
3. นำวิธีการสร้างเครื่องซ่งสปริงไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้	มหัศจรรย์เครื่องซ่งจิ๋ว - ตรวจแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง แรงดึงดูดของโลกกับหน้าหนึ่งของวัตถุ	มหัศจรรย์เครื่องซ่งจิ๋ว - แบบทดสอบเรื่อง แรงดึงดูดของโลกกับหน้าหนึ่งของวัตถุ	

ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

วัตถุประสงค์	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
1. ทักษะการสังเกต 2. ทักษะการวัด 3. ทักษะการคำนวณ 4. ทักษะการจำแนกประเภท 5. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายของข้อมูล 6. ทักษะการตั้งสมมติฐาน	- สังเกตพฤติกรรม	- แบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	- อยู่ในระดับดีขึ้นไป

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์และสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

วัตถุประสงค์	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
1. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์ 2. มีวินัย รับผิดชอบ 3. มีความซื่อสัตย์สุจริต 4. มุ่งมั่นในการทำงาน 5. ใฝ่เรียนรู้ 6. มีจิตสาธารณะ 7. ความสามารถในการสื่อสาร 8. ความสามารถในการคิด 9. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต 10. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี	- สังเกตพฤติกรรม	- แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ และสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน	- อยู่ในระดับพอใช้ขึ้นไป

บันทึกผลการจัดการเรียนรู้

ผลการจัดการเรียนรู้

ด้านความรู้

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

ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

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

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

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

ปัญหา/อุปสรรค แนวทางการแก้ไข

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

ลงชื่อ..... ครูผู้สอน
(นายธีรพงษ์ รัตสีพิพัฒน์)
...../...../.....

ความคิดเห็นของหัวหน้าวิชาการ

ข้อเสนอแนะ

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

ลงชื่อ.....

(นางร็สดา มุ่งงาม)

ตำแหน่ง ครูพี่เลี้ยง

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.

ความคิดเห็นของผู้บริหารสถานศึกษา

ข้อเสนอแนะ

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

ลงชื่อ.....

(นายพินิจ จันทร์ชัย)

ผู้อำนวยการโรงเรียนอนุบาลเมืองเสลภูมิ

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.

ใบความที่ 1 เครื่องชั่งน้ำหนัก

เครื่องชั่งน้ำหนัก เป็นเครื่องมือที่ใช้บอกน้ำหนักสิ่งของ เครื่องชั่งมีหลายชนิด ซึ่งมีความเหมาะสมแตกต่างกันไปกับน้ำหนักสิ่งของที่จะชั่ง ดังนั้น จำต้องเลือกเครื่องชั่งให้เหมาะสมกับสิ่งของที่จะชั่ง ดังนั้น จึงต้องเลือกเครื่องชั่งให้เหมาะสมกับสิ่งของที่จะชั่ง ซึ่งเครื่องชั่งแบ่งออกเป็น ดังนี้

1. เครื่องชั่งสปริงแบบแขวน



ภาพที่ 3 เครื่องชั่งสปริงแบบแขวน

2. เครื่องชั่งสปริงแบบตั้ง



ภาพที่ 4 เครื่องชั่งสปริงแบบตั้ง

3. เครื่องชั่งแบบ 2 แขน



ภาพที่ 5 เครื่องชั่งแบบ 2 แขน

สามารถชั่งน้ำหนักของวัตถุได้หลายแบบ แบบที่เข้าใจง่าย ๆ ก็คือใช้สปริง โดยดูว่าน้ำหนักของของวัตถุตั้งให้สปริงยืดได้เท่าไร น้ำหนักมากก็ทำให้สปริงยืดมาก ที่ตำแหน่งเดียวกันบนโลก แรงโน้มถ่วงของโลกหรือแรงดึงดูดของโลกที่จะทำต่อวัตถุต่าง ๆ จะมีค่าเท่ากันเสมอแต่วัตถุต่าง ๆ บนโลกมีมวลต่างกันแรงดึงดูดของโลกที่กระทำต่อมวลของวัตถุเหล่านั้นจึงมีค่าแตกต่างกันวัตถุจึงมีน้ำหนักไม่เท่ากัน เช่น ส้มโอมีมวลขนาดใหญ่ แรงดึงดูดจริงมากกว่ามะนาวซึ่งมีมวลขนาดเล็กกว่าทำให้ส้มโอน้ำหนักมากกว่ามะนาว ปลาชนิดและขนาดต่างกัน

ใบความที่ 2 การหาน้ำหนักของวัตถุ

การหาน้ำหนักของวัตถุ

เราสามารถวัดน้ำหนักของวัตถุหรือสิ่งของต่างๆ ที่เกิดจากแรงดึงดูดของโลกได้ด้วย “เครื่องชั่งสปริง” โดยค่าที่อ่านได้จะเท่ากับขนาดของแรงดึงดูดของโลกที่กระทำต่อวัตถุซึ่งเป็นน้ำหนักของวัตถุนั้นเอง

น้ำหนัก (Weight) เกิดจากแรงดึงดูดของโลกกระทำกับวัตถุหนึ่ง ๆ ทำให้วัตถุตกลงสู่พื้นโลก และทำให้วัตถุมีน้ำหนัก วัตถุหนักของวัตถุได้จากเครื่องชั่งสปริง น้ำหนักของวัตถุขึ้นกับมวลของวัตถุ โดยวัตถุที่มีมวลมากจะมีน้ำหนักมาก วัตถุที่มีมวลน้อยจะมีน้ำหนัก

น้ำหนักคือค่าของแรงโน้มถ่วงของโลกที่กระทำต่อมวลของวัตถุต่าง ๆ บนโลก โดยดึงดูดให้วัตถุตกลงมาที่พื้นโลกน้ำหนักมีหน่วยเป็นนิวตัน (N)



ภาพที่ 6 การชั่งน้ำหนักโดยเครื่องชั่ง

มวล คือ ปริมาณเนื้อของสารทั้งหมดที่ประกอบกันเป็นวัตถุนั้นซึ่งมีค่าคงที่ไม่่ว่าจะอยู่ตำแหน่งใดของโลกเช่น มวลหิน มวลของผลไม้ มวลกระดาษ มวลมีหน่วย เป็นกรัม (g) หรือกิโลกรัม (kg)

กิจกรรมฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

เรื่อง มหัศจรรย์เครื่องขังจิต

วันที่...../...../.....

จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อทำกิจกรรมนี้แล้ว นักเรียนมีความสามารถ ดังต่อไปนี้

ด้านความรู้

1. สามารถอธิบายการวัดน้ำหนักของวัตถุจากใช้เครื่องขังได้
2. สามารถบอกปัจจัยที่มีผลต่อน้ำหนักของวัตถุได้
3. สามารถนำวิธีการสร้างเครื่องขังน้ำหนักไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน

โดยบูรณาการวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรมศาสตร์ได้

ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

1. ทักษะการสังเกต
2. ทักษะการจำแนกประเภท
3. ทักษะการคำนวณ
4. ทักษะการพยากรณ์
5. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายของข้อมูล
6. ทักษะการทดลอง
7. ทักษะการตั้งสมมติฐาน

คุณลักษณะอันพึงประสงค์และสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

1. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์
2. มีวินัย รับผิดชอบ
3. มีความซื่อสัตย์สุจริต
4. มุ่งมั่นในการทำงาน
5. ใฝ่เรียนรู้
6. มีจิตสาธารณะ
7. ความสามารถในการสื่อสาร
8. ความสามารถในการคิด
9. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต
10. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

วัสดุ/อุปกรณ์

1. ขวดน้ำ
2. เชือก
3. ไม้แขวนผ้าแบบลวดเหล็ก
4. กรรไกร
5. มีดตัดเตอร์
6. เครื่องชั่งแบบตั้ง
7. ดินน้ำมัน 1 ก้อน
8. แท่งเหล็ก 1 แท่ง
9. ถ่านไฟฉาย
10. ก้อนหิน

ขั้นตอนการดำเนินกิจกรรม

1. แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม ๆ ละ 5-6 คน
2. นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์สถานการณ์ เงื่อนไข และระบุปัญหาที่พบจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ในตอนที่ 1 ปัญหาจ่อมสงสัย
3. นักเรียนรวบรวมข้อมูล โดยศึกษาใบความรู้ที่ 1 ความรู้เกี่ยวกับเครื่องชั่งน้ำหนัก ใบความรู้ที่ 2 การหาน้ำหนักของวัตถุและหาความรู้เพิ่มเติมจากหนังสือเรียน อินเทอร์เน็ต
4. นักเรียนฝึกทำกิจกรรมที่ 1 หาน้ำหนักของวัตถุ และกิจกรรมที่ 2 มหาสนุก การชั่งน้ำหนัก พร้อมบันทึกผลลงในใบกิจกรรมฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง “มหัศจรรย์เครื่องชั่งจิ๋ว” ตอนที่ 2 ข้อมูลของหนูน้อย
5. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มระดมความคิดเพื่อออกแบบวิธีการสร้างเครื่องชั่ง โดยใช้วัสดุ อุปกรณ์ที่กำหนดให้ พร้อมเขียนร่างแบบภาพแนวคิดที่จะใช้แก้ปัญหาลงในใบกิจกรรมฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง “มหัศจรรย์เครื่องชั่งจิ๋ว” ตอนที่ 3 หนูน้อยจอมออกแบบ โดยใช้ดินสอร่างแบบภาพ
6. ให้นักเรียนร่วมกันวางแผนการแก้ปัญหา โดยการระบุขั้นตอนของการสร้างเครื่องชั่งน้ำหนักทีละขั้น ตามลำดับ
7. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มบันทึกรายละเอียดลักษณะของเครื่องชั่งน้ำหนักที่ได้จากการแก้ปัญหา ลงในใบกิจกรรมฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

เรื่อง “มหัศจรรย์เครื่องชั่งจิ๋ว” ตอนที่ 4 ชวนสนุกกับเครื่องชั่งและประเมินผลที่ได้ เป็นไปตามวัตถุประสงค์ เงื่อนไข ในการแก้ปัญหาหรือไม่

8. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายถึงปัญหา อุปสรรค และแนวทางในการแก้ปัญหา จากการแก้ปัญหาในครั้งที่ 1

9. นักเรียนแต่ละกลุ่มวางแผนร่วมกันเพื่อปรับปรุงวิธีการ ขั้นตอนของการแก้ปัญหาให้ดียิ่งขึ้น

10. นักเรียนลงมือแก้ปัญหาอีกครั้ง ตามแผนที่วางไว้ บันทึกผลโดยการระบุการปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลงวิธีการ หรือข้อมูลจากที่วางแผนการแก้ปัญหาในครั้งที่ 1

11. นักเรียนแต่ละกลุ่มแสดงผลงาน คือ เครื่องชั่งน้ำหนัก ที่ได้จากการแก้ปัญหาพร้อมนำเสนอชิ้นงาน โดยนำเสนอตั้งแต่ขั้นการระบุปัญหา ผลของการรวบรวมข้อมูล การออกแบบแก้ปัญหา วิธีการแก้ปัญหา อุปสรรค แนวทางในการแก้ไขปรับปรุง และสรุปเนื้อหาในรูปแบบผังมโนทัศน์

1. นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อสรุปความรู้ที่ได้รับในรูปแบบผังมโนทัศน์

2. นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน เรื่อง การหาน้ำหนักของวัตถุ

กิจกรรมฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังมโนทัศน์

ชั้นที่ 1 ระบุปัญหา

ตอนที่ 1 ปัญหาจอมสงสัย

คำชี้แจง 1. ให้นักเรียนวิเคราะห์สถานการณ์และระบุปัญหาที่พบจากสถานการณ์

“ครูมีสิ่งของหลากหลายชนิด เช่น หน่อไม้ตัด, ก้อนหิน, แ่งเหล็ก, ถ่านไฟฉาย และดินน้ำมัน เป็นต้น ถ้านักเรียนต้องการเปรียบเทียบน้ำหนักของวัตถุเหล่านี้ โดยครูให้นักเรียนสร้างเครื่องมือในการเปรียบเทียบน้ำหนักวัตถุเหล่านี้ นักเรียนจะมีวิธีการออกแบบสร้างเครื่องมือชนิดใดในการเปรียบเทียบน้ำหนักในครั้งนี้”

ปัญหาที่พบจากสถานการณ์ ได้แก่

- 1).....
- 2).....
- 3).....
- 4).....
- 5).....

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง

ตอนที่ 2 ข้อมูลของหนูน้อย

คำชี้แจง 2. ให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมดังต่อไปนี้

กิจกรรมที่ 1 : หาน้ำหนักของวัตถุได้อย่างไร (ทักษะการพยากรณ์)

1. คำชี้แจง : ให้นักเรียนเติมคำตอบลงในช่องว่างให้ได้ใจความสมบูรณ์

1. รัชชี่ถือหินก้อนใหญ่ส่วนมาลีถือหินก้อนเล็ก แสดงว่าหินของมาลีจะ

..... หินของรัชชี่ (หนักกว่า, เบากว่า)

2. อินยกแท่งเหล็กกลวงส่วนโกโก้ยกแท่งเหล็กตัน แสดงว่าแท่งเหล็กของโกโก้จะ

.....แท่งเหล็กของอิน (หนักกว่า, เบากว่า)

3. เด็กชายอนุชามีรูปร่างสูงกว่าเด็กชายนาวิน เด็กชายอนุชามีน้ำหนัก

.....เด็กชายนาวิน (มากกว่า, น้อยกว่า)

4. การที่ดินน้ำมันมีน้ำหนักมากกว่าลูกโป่งปอง เป็นเพราะวัตถุ

มี..... มากกว่า (มวล, ปริมาตร)

5. มวล หมายถึง.....ของเนื้อสารที่อยู่ในวัตถุ ซึ่งมีค่าคงที่ สามารถ

วัดมวลของวัตถุได้ด้วยเครื่องชั่ง (ปริมาณ, น้ำหนัก)

2. คำชี้แจง : ให้นักเรียนเติมคำตอบลงในช่องว่างให้ได้ใจความสมบูรณ์

เด็กชายสมพงษ์ถือก้อนหินด้วยมือซ้ายและถือลูกโป่งปองด้วยมือขวา แล้วให้เด็กชายสมพงษ์ปล่อยก้อนหินและลูกโป่งปองพร้อม ๆ กัน จากนั้นให้เด็กชายกล้าถือกระดาษขนาด A4 ด้วยมือขวา และถือกระดาษขนาด A4 ที่ขยำเป็นก้อนด้วยมือซ้าย แล้วให้เด็กชายกล้าปล่อยกระดาษที่ถือทั้ง 2 พร้อม ๆ กัน

1. ก้อนหินมีน้ำหนัก_____ลูกโป่งปอง

2. ก้อนหินและลูกโป่งปองจะตกลงสู่พื้น_____

3. กระดาษ 2 แผ่น มีน้ำหนัก_____เพียงแต่มีลักษณะต่างกัน

4. กระดาษที่เป็นแผ่นและกระดาษที่ขยำเป็นก้อนควรตกลงสู่พื้น _____
 ในสภาพปกติที่ไม่มีสิ่งอื่นมาเกี่ยวข้อง แต่ในการทดลอง กระดาษที่ขยำเป็นก้อนจะตกลงสู่
 พื้นเร็วกว่ากระดาษแผ่น เพราะมีแรงต้านของอากาศมากกว่า
5. ในการตกลงพื้นของวัตถุที่มีน้ำหนักไม่เท่ากันในตำแหน่งเดียวกัน จะตกถึงพื้น
 _____ เพราะวัตถุถูกแรง _____ กระทำด้วยแรงเท่ากัน

กิจกรรมที่ 2 : มหาสนุกการชั่งน้ำหนัก

คำชี้แจง 3. ให้นักเรียนตอบคำถามเกี่ยวกับการหามน้ำหนักของวัตถุ ดังต่อไปนี้



ตัวอย่างภาพที่ 1

1. วัตถุทั้ง 2 มีมวลและปริมาตรเท่ากันหรือไม่ เพราะเหตุใด

.....

.....

2. ถ้าปริมาตรของวัตถุทั้ง 2 ชนิด มีขนาดเท่ากันแต่มวลของวัตถุแตกต่างกัน ดังภาพที่ 1
 นักเรียนคิดว่าน้ำหนักของวัตถุทั้ง 2 ชนิด จะเท่ากันตามขนาดของวัตถุหรือไม่ เพราะเหตุใด

.....

.....

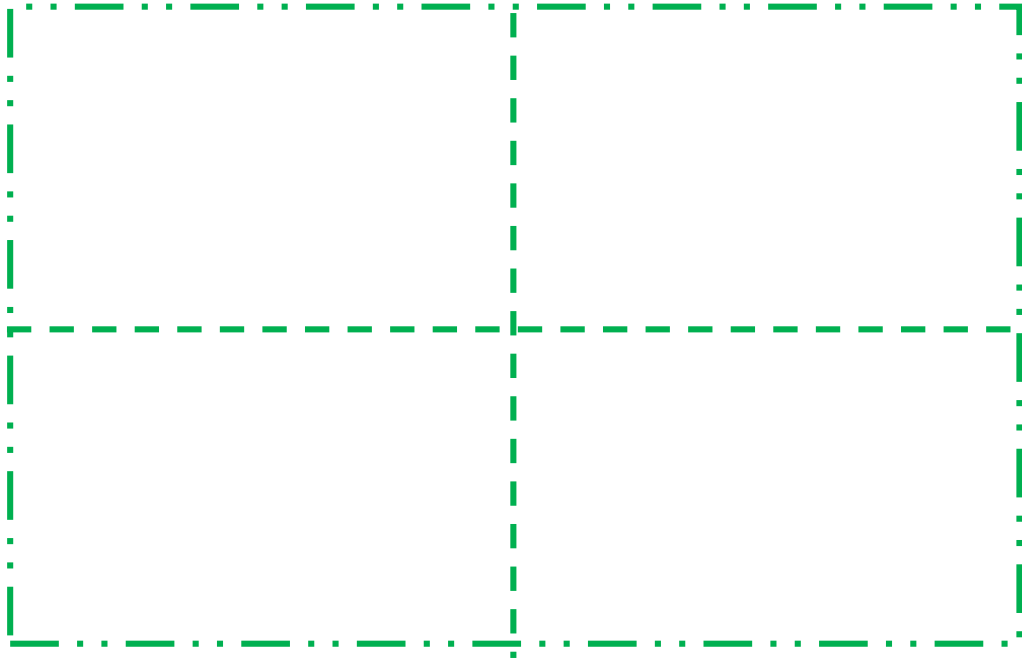
.....

.....

ชั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา

ตอนที่ 3 เครื่องชั่งจิวแต่แจ่ว

คำชี้แจง: 1. ให้นักเรียนออกแบบวิธีการสร้างเครื่องชั่งแบบ 2 แขน โดยใช้วัสดุ อุปกรณ์ที่กำหนดให้ โดยเขียนเป็นภาพร่าง 3 มิติ พร้อมทั้งตอบคำถามต่อไปนี้



1.2 วัสดุ อุปกรณ์ที่นำมาใช้ในการออกแบบแก้ปัญหาของนักเรียน

ได้แก่.....

เพราะ.....

ได้แก่.....

เพราะ.....

ได้แก่.....

เพราะ.....

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา

คำชี้แจง: 1 ให้นักเรียนวางแผนและเขียนขั้นตอนของการแก้ไขปัญหา โดยการระบุขั้นตอนของการแก้ปัญหาทีละขั้น ตามลำดับ

ระบุขั้นตอนการดำเนินการสร้างชิ้นงาน

1.

.....

2.

.....

3.

.....

4.

.....

5.

.....

คำชี้แจง : 2 ให้นักเรียนระบุทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนได้ จากการทำกิจกรรมนี้

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

1. ทักษะการสังเกต

2. ทักษะการจำแนกประเภท

.....

3. ทักษะการคำนวณ

.....

4. ทักษะการพยากรณ์

.....

5. ทักษะการจัดกระทำสื่อและความหมายของข้อมูล

.....

6. ทักษะการทดลอง

7. ทักษะการตั้งสมมติฐาน

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไข

ตอนที่ 4 ชวนสนุกกับเครื่องชั่ง

คำชี้แจง : 1. ให้นักเรียนทำการทดสอบ แก้ปัญหา โดยการวัดน้ำหนักของวัตถุด้วยเครื่องชั่งน้ำหนักที่ได้จากการสร้างเพื่อแก้ปัญหาเพื่อ จากนั้นสังเกตและบันทึกผลของการวัดน้ำหนักของวัตถุ รวมทั้งระบุปัญหา อุปสรรค และแนวทางในการแก้ปัญหา จากการทำกิจกรรมแก้ปัญหา ในครั้งที่ 1

ลำดับ	วัตถุ	เรียงลำดับน้ำหนักของวัตถุ	
		การคาดคะเน	ผลการทดลอง
1	ก้อนหิน, ถ่านไฟฉาย และ แท่งเหล็ก		
2	แท่งเหล็ก, ถ่านไฟฉาย และ ดินน้ำมัน		

วัสดุ อุปกรณ์ในการแก้ปัญหา ครั้งที่ 1

.....

ปัญหา/อุปสรรค ครั้งที่ 1

.....

แนวทางการแก้ไข

.....

คำชี้แจง : 2. ให้นักเรียนทำการทดสอบ แก้ปัญหา โดยการวัดน้ำหนักของวัตถุด้วยเครื่องชั่งน้ำหนักที่ได้จากการสร้างเพื่อแก้ปัญหา จากนั้นสังเกตและบันทึกผลของการวัดน้ำหนักของวัตถุ รวมทั้งระบุปัญหา อุปสรรค และแนวทางในการแก้ปัญหา จากการทำกิจกรรมแก้ปัญหา ในครั้งที่ 2

ลำดับ	วัตถุ	เรียงลำดับน้ำหนักของวัตถุ	
		การคาดคะเน	ผลการทดลอง
1	ก้อนหิน, ถ่านไฟฉาย และ แท่งเหล็ก		
2	แท่งเหล็ก, ถ่านไฟฉาย และ ดินน้ำมัน		

วัสดุ อุปกรณ์ในการแก้ปัญหา ครั้งที่ 2

.....

ปัญหา/อุปสรรค ครั้งที่ 2

.....

แนวทางการแก้ไข

.....

คำชี้แจง : 3. ให้นักเรียนทำการทดสอบ แก้ปัญหา โดยทำการวัดน้ำหนักของวัตถุด้วยเครื่องชั่งที่ได้จากการสร้างเพื่อแก้ปัญหา จากนั้นสังเกตและบันทึกน้ำหนักของวัตถุ

อุปกรณ์ : 1. เครื่องชั่งสปริงแบบตั้ง 1 เครื่อง

2. ดินน้ำมัน 1 ก้อน
3. ท่อนไม้ตัด 1 ท่อน
4. แท่งเหล็ก 1 แท่ง
5. ถ่านไฟฉาย
6. ก้อนหิน

ขั้นตอนการปฏิบัติ

1. ให้นักเรียนสังเกตเครื่องชั่งสปริงแบบแขวน แล้วร่วมกันแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับวิธีการใช้เครื่องชั่งสปริงแบบตั้ง

2. สังเกตวัตถุที่นำมาใช้ในการทำกิจกรรมแล้วคาดคะเนว่าวัตถุเหล่านั้นมีน้ำหนักเท่าใด แล้วบันทึกผล

3. ทำกิจกรรมเพื่อตรวจสอบผลการคาดคะเน แล้วนำวัตถุใส่ลงในถาดของเครื่องชั่งสปริงแบบตั้ง จากนั้นสังเกตตัวเลขบนเครื่องชั่งและบันทึกค่า (ทำซ้ำอีก 2 ครั้ง แล้วหาค่าเฉลี่ย)

4. ทำตามขั้นตอนในข้อที่ 3 โดยเปลี่ยนวัตถุตามลำดับ

บันทึกผลการชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่งสปริงแบบตั้ง

ลำดับ	วัตถุ	น้ำหนักที่ชั่งได้ (กรัม g)				
		การคาดคะเนลำดับ	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย
1	ดินน้ำมัน					
2	ก้อนหิน					
3	แท่งเหล็ก					
4	ถ่านไฟฉาย					

คำชี้แจง : 4. ให้นักเรียนเขียนคำตอบหลังการทดลอง ดังต่อไปนี้

4.1 มวลของวัตถุมีผลต่อน้ำหนักของวัตถุหรือไม่ เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

.....

4.2 ปัจจัยที่มีผลต่อน้ำหนักของวัตถุ มีอะไรบ้าง

1.
2.
3.
4.

4.3 จากกิจกรรมนี้สรุปได้ว่าอย่างไร

.....

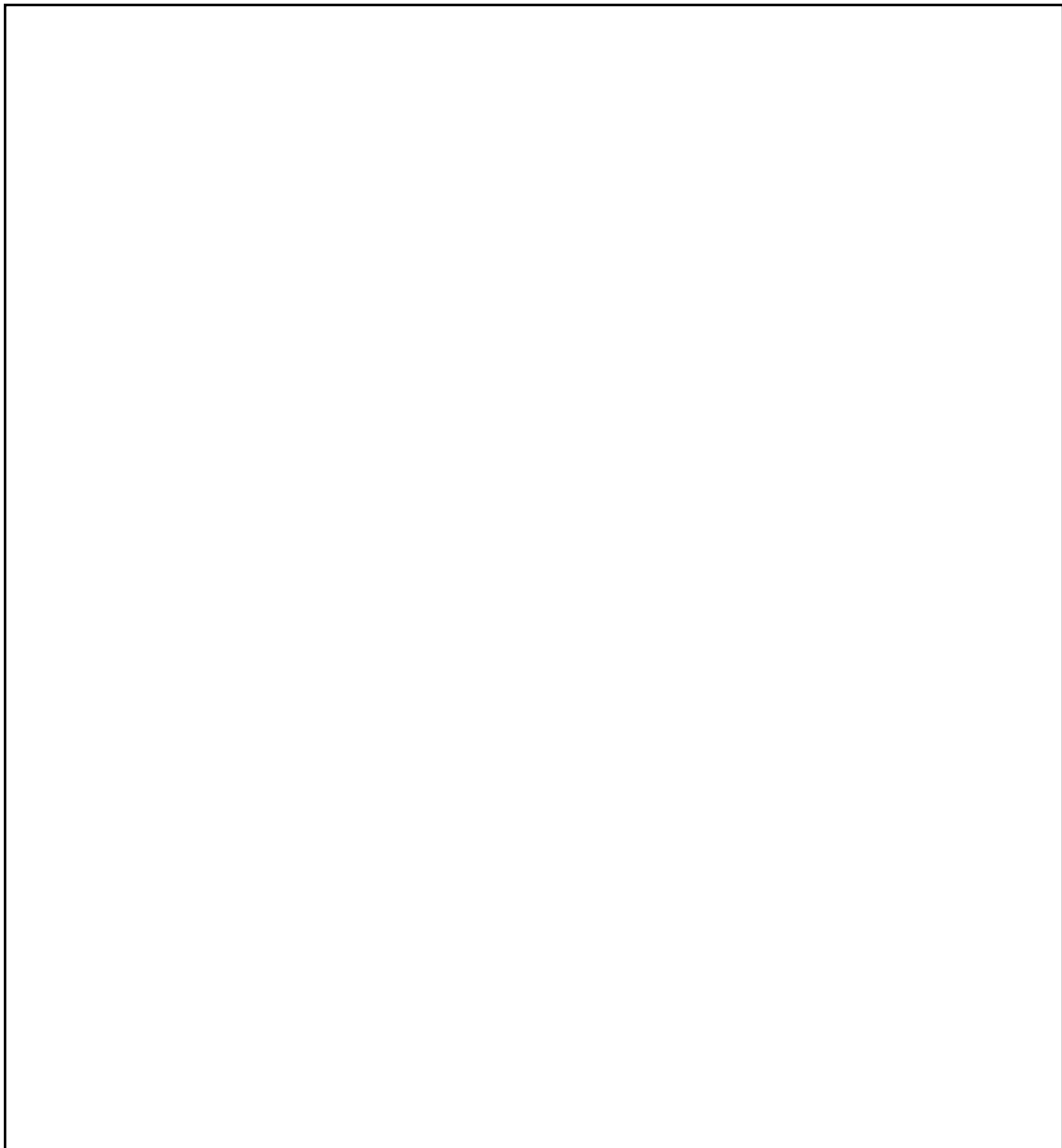
.....

.....

ใบกิจกรรมผังมโนทัศน์ เรื่อง แรงดึงดูดของโลกกับน้ำหนักของวัตถุ

- จุดประสงค์: 1. อธิบายการวัดน้ำหนักของวัตถุโดยใช้เครื่องชั่งได้
2. สามารถบอกปัจจัยที่มีผลต่อน้ำหนักของวัตถุได้

คำชี้แจง : ให้นักเรียนสรุปความรู้ที่ได้จากเนื้อหา เรื่อง แรงดึงดูดของโลกกับน้ำหนักของวัตถุ โดยเขียนในรูปแบบผังมโนทัศน์ ในกรอบสี่เหลี่ยมด้านล้างที่กำหนดให้



แบบทดสอบก่อนเรียน
หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 แรงโน้มถ่วงของโลกและตัวกลางของแสง
เรื่อง การหาน้ำหนักของวัตถุ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

คำชี้แจง : ให้นักเรียนทำเครื่องหมายกากบาท (X) ข้อที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว ลงในกระดาษคำตอบ (ข้อสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 10 ข้อ) ใช้เวลาในการทำข้อสอบ 15 นาที

1. น้ำหนัก หมายถึงข้อใด (ด้านความรู้ความจำ)
 - ก. แรงที่วัตถุกระทำต่อเครื่องชั่ง
 - ข. ค่าของแรงโน้มถ่วงของโลกที่กระทำต่อวัตถุ
 - ค. ค่าของแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุทำให้วัตถุนั้นมีน้ำหนัก
 - ง. ค่าของแรงโน้มถ่วงของโลกที่กระทำต่อมวลของวัตถุต่าง ๆ บนโลก

2. มวล หมายถึงข้อใด (ด้านความรู้ความจำ)
 - ก. ปริมาตรของเนื้อสารที่มีอยู่ในวัตถุนั้น
 - ข. ปริมาณของเนื้อสารที่มีอยู่ในวัตถุนั้น
 - ค. ขนาดของเนื้อสารที่มีอยู่ในวัตถุนั้น
 - ง. ข้อ ก และ ข ถูก

3. มวลและน้ำหนักของวัตถุแตกต่างกันหรือไม่ (ด้านความเข้าใจ)
 - ก. ไม่ เพราะ มวลเป็นเนื้อของวัตถุทำให้วัตถุมีน้ำหนัก
 - ข. ไม่ เพราะ มวลเป็นเนื้อของวัตถุทั้งหมด น้ำหนักเป็นแรงโน้มถ่วงของโลกที่กระทำต่อวัตถุ
 - ค. แตกต่าง เพราะ มวลเป็นเนื้อของวัตถุทั้งหมด น้ำหนักเป็นแรงโน้มถ่วงของโลกที่กระทำต่อวัตถุ
 - ง. แตกต่าง เพราะ มวลเป็นปริมาตรของวัตถุทั้งหมด น้ำหนักเป็นแรงดึงดูดของโลกที่กระทำต่อวัตถุ

4. น้ำหนักของวัตถุมีความเกี่ยวข้องกับแรงโน้มถ่วงอย่างไร (ด้านความเข้าใจ)
- แรงโน้มถ่วงของโลกจะกระทำต่อมวลของวัตถุ
 - แรงโน้มถ่วงของโลกจะกระทำต่อขนาดของวัตถุ
 - แรงโน้มถ่วงของโลกจะกระทำต่อปริมาตรของวัตถุ
 - แรงโน้มถ่วงของโลกจะกระทำต่อปริมาตรของวัตถุ
5. เครื่องมือชนิดใดที่ใช้หาน้ำหนักของวัตถุ (ด้านการนำไปใช้)
- เครื่องชั่งสปริง
 - เครื่องเทอร์โมมิเตอร์
 - เครื่องไมโครมิเตอร์
 - เครื่องไฮโกรมิเตอร์
6. ถ้านักเรียนต้องการทราบมวลของวัตถุ นักเรียนจะมีวิธีการทำอย่างไร (ด้านการนำไปใช้)
- วัดขนาดของวัตถุนั้น
 - ลองยกวัตถุนั้นให้ลอยขึ้น
 - ใช้เครื่องชั่งสปริงแบบแขวน
 - เปรียบเทียบกับวัตถุที่ทราบน้ำหนักแล้ว
7. ความสัมพันธ์ระหว่างมวลกับน้ำหนัก นักเรียนคิดว่ามีลักษณะอย่างไร (ด้านการวิเคราะห์)
- มวลลด น้ำหนักเพิ่ม
 - มวลเพิ่ม น้ำหนักเพิ่ม
 - มวลไม่คงที่ น้ำหนักคงที่
 - มวลและน้ำหนักไม่มีความสัมพันธ์กัน
8. ถ้านักเรียนอยู่บนดวงจันทร์ มวลของนักเรียนจะมีลักษณะเป็นอย่างไร เมื่อเทียบกับอยู่บนโลก (ด้านการวิเคราะห์)
- คงที่
 - เพิ่มขึ้น
 - ลดลง
 - ไม่แน่นอน

9. “การที่แรงโน้มถ่วงของโลกดึงดูดให้สิ่งต่าง ๆ ตกลงสู่พื้นโลก ทำให้ตัวเราและวัตถุต่าง ๆ มีน้ำหนักเช่นเดียวกัน เพราะถ้าไม่มีแรงโน้มถ่วง ตัวเราและวัตถุต่าง ๆ ก็จะอยู่ในสภาพไร้น้ำหนัก” นักเรียนคิดว่า คนเราสามารถอยู่ในสภาพไร้น้ำหนักได้หรือไม่ เพราะอะไร (ด้านการสังเคราะห์)

- ก. ได้ เพราะมวลไม่มีการเปลี่ยนแปลงทำให้เราไม่ลอยขึ้นในอากาศ
- ข. ได้ เพราะเราจะไม่มือน้ำหนักสามารถล่องลอยได้ในอากาศ
- ค. ไม่ได้ เพราะเราจะไม่มือน้ำหนัก จะทำให้หลุดออกไปในอวกาศ
- ง. ไม่ได้ เพราะน้ำหนักเราลดลงเล็กน้อย ไม่สามารถลอยได้

10. ใครวัดมวลได้ถูกต้องมากที่สุด (ด้านการประเมินค่า)

- ก. แยมใช้ตามองวัตถุ
- ข. ปลายใช้วิธีการยกวัตถุ
- ค. กล้าใช้สายวัดพันรอบวัตถุ
- ง. สมปองนำวัตถุไปชั่งด้วยเครื่องชั่งสปริง

เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน
หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 แรงโน้มถ่วงของโลกและตัวกลางของแสง
เรื่อง การหาน้ำหนักของวัตถุ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

ข้อ	เฉลย
1.	ง
2.	ข
3.	ค
4.	ก
5.	ก
6.	ข
7.	ข
8.	ก
9.	ค
10.	ง

แบบทดสอบก่อนเรียน

แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง แรงโน้มถ่วงของโลกและตัวกลางของแสง

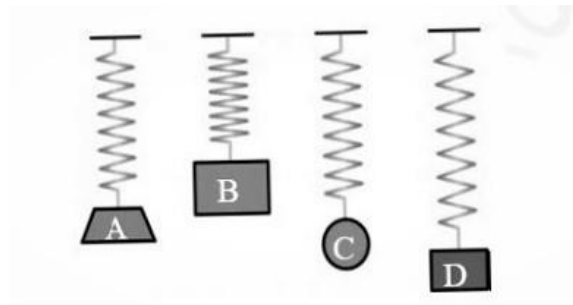
เรื่อง การหาน้ำหนักของวัตถุ

คำชี้แจง : ให้นักเรียนทำเครื่องหมายกากบาท (X) ข้อที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว ลงในกระดาษคำตอบ (ข้อสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 10 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน) ใช้เวลาในการทำข้อสอบ 15 นาที

1. ถ้าต้องการทราบน้ำหนักของนักเรียนจะต้องใช้เครื่องชั่งชนิดใด (ทักษะการจำแนกประเภท)

- | | |
|-----------------------|-------------------------|
| ก. เครื่องชั่งแบบตั้ง | ข. เครื่องชั่งน้ำหนัก |
| ค. เครื่องชั่งสปริง | ง. เครื่องชั่งแบบ 2 แขน |

2. สปริงของเครื่องชั่งสปริงแบบแขวนแต่ละอันเหมือนกัน และชั่งวัตถุในสถานที่เดียวกัน



จากรูป วัตถุใดมีน้ำหนักมากที่สุด (ทักษะการสังเกต)

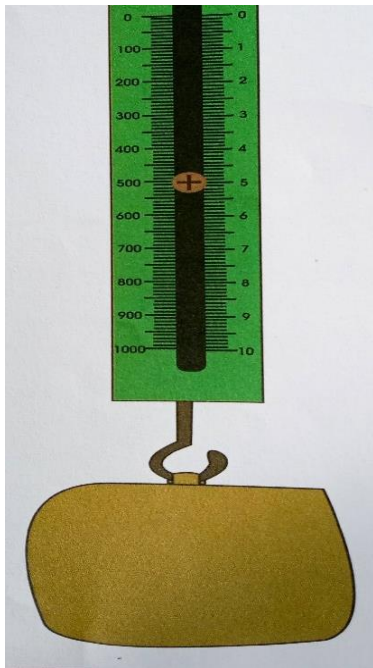
- | | |
|------|------|
| ก. A | ข. B |
| ค. C | ง. D |

3. ถ้าต้องการทราบน้ำหนักของมะม่วง ควรเลือกใช้เครื่องมือชนิดใด (ทักษะการทดลอง)

- | | |
|----------------------------|----------------------------|
| ก. เครื่องชั่งน้ำหนัก | ข. เครื่องชั่งแบบ 2 แขน |
| ค. เครื่องชั่งสปริงแบบตั้ง | ง. เครื่องชั่งสปริงแบบแขวน |

4. วัตถุในข้อใด ที่สามารถใช้เครื่องชั่งสปริงบอกค่าได้ทั้งหมด (ทักษะการพยากรณ์)
- ดินน้ำมัน แก้วน้ำ หนังสือ
 - แอปเปิ้ล ส้ม กระเป๋าเดินทาง
 - กล่องดินสอ ดินน้ำมัน ถ่านไฟฉาย
 - ถ่านไฟฉาย กระสอบข้าว กล่องดินสอ
5. กล้าซึ่งน้ำหนักบนโลกได้ 36 นิวตัน เมื่อซึ่งบนดวงจันทร์กล้าจะมีน้ำหนักเท่าใด (ทักษะการคำนวณ)
- 4 นิวตัน
 - 5 นิวตัน
 - 6 นิวตัน
 - 7 นิวตัน
6. “วัตถุที่มีมวลน้อย แรงโน้มถ่วงของโลกที่กระทำต่อวัตถุจะมีค่าน้อย วัตถุที่มีมวลมาก แรงโน้มถ่วงของโลกที่กระทำต่อวัตถุจะมีค่ามาก” ข้อใดสรุปข้อความได้ถูกต้อง (ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายของข้อมูล)
- มวลของวัตถุมีผลต่อขนาดของวัตถุ
 - มวลของวัตถุจะมีผลต่อน้ำหนักของวัตถุ
 - น้ำหนักของวัตถุมีผลต่อแรงโน้มถ่วงของโลก
 - แรงโน้มถ่วงของโลกส่งผลให้วัตถุมีน้ำหนักต่างกัน
7. เมื่อนักเรียนทำการทดลองหาน้ำหนักของวัตถุโดยใช้เครื่องชั่งสปริง ตัวแปรต้น คือแรงโน้มถ่วงของโลกทำให้วัตถุมีน้ำหนักเท่ากันหรือไม่ นักเรียนจะตั้งสมมติฐานว่าอย่างไรจึงจะถูกต้อง (ทักษะการตั้งสมมติฐาน)
- แรงโน้มถ่วงของโลกมีผลต่อความเร็วของวัตถุ
 - แรงโน้มถ่วงของโลกทำให้วัตถุแต่ละชนิดมีมวลต่างกัน
 - แรงโน้มถ่วงของโลกทำให้วัตถุแต่ละชนิดมีขนาดเพิ่มขึ้น
 - แรงโน้มถ่วงของโลกทำให้วัตถุแต่ละชนิดมีน้ำหนักต่างกัน

8. หน่วยที่มีในเครื่องชั่งสปริงแบบแขวน คือหน่วยอะไร (ทักษะการสังเกต)



ก. กรัมและกิโลกรัม

ข. นิวตันและองศา

ค. กรัมและนิวตัน

ง. นิวตันและกิโลกรัม

9. จากรูปเครื่องชั่งสปริง ในข้อที่ 8 วัตถุมีมวลและมีน้ำหนักเท่าใด (ทักษะการคำนวณ)

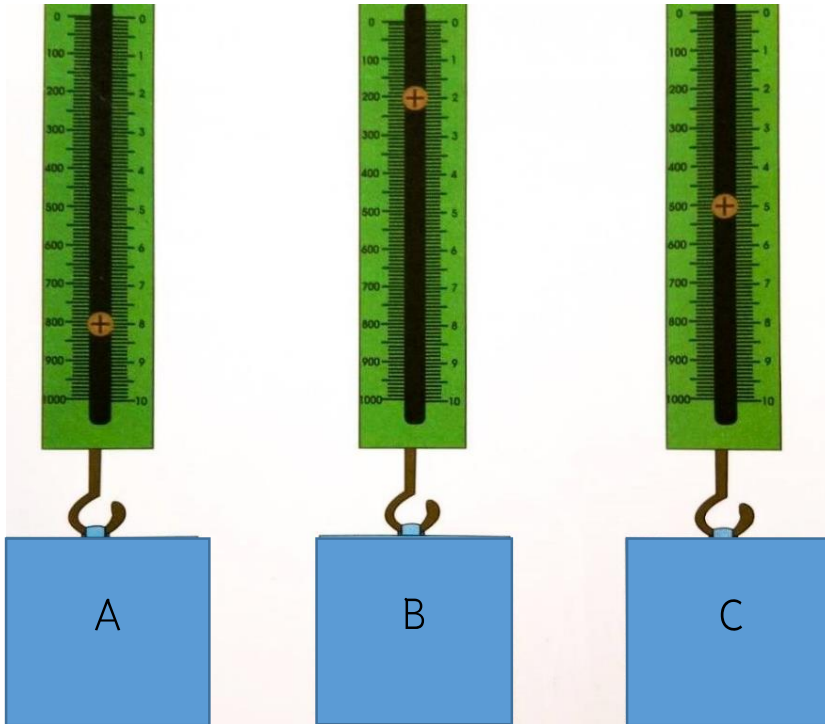
ก. 500 กิโลกรัม และ 5 กรัม

ข. 500 กรัม และ 5 นิวตัน

ค. 500 นิวตัน และ 5 กรัม

ง. 500 กรัม และ 5 กิโลกรัม

10. วัตถุในกล่องแต่ละใบมีน้ำหนัก ดังภาพ



ให้นักเรียนเรียงลำดับน้ำหนักของวัตถุจากมากไปหาน้อย (ทักษะการจำแนกประเภท)

- ก. $A > B > C$
- ข. $C > A > B$
- ค. $B > C > A$
- ง. $A > C > B$

เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน
แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 แรงโน้มถ่วงของโลกและตัวกลางของแสง
เรื่อง การหาหน้าหนักของวัตถุ

ข้อ	เฉลย
1.	ข
2.	ง
3.	ค
4.	ค
5.	ค
6.	ข
7.	ง
8.	ค
9.	ข
10.	ง

ใบประเมินชิ้นงาน (20 คะแนน)

คำชี้แจง : ให้ครูสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียน แล้วเติมเครื่องหมาย ✓
ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ชื่อสมาชิกในกลุ่ม 1 ชั้น.....
2 ชั้น.....
3 ชั้น.....
4 ชั้น.....
5 ชั้น.....
6 ชั้น.....

รายการประเมิน	คะแนน		
	ดี (3)	พอใช้ (2)	ปรับปรุง (1)
1. รูปแบบชิ้นงานตรงตามทีออกแบบไว้			
2. สามารถช่วยดันแรงโน้มถ่วงได้			
3. สรุปได้ตรงตามประเด็น และจัดในรูปแบบของผังมโนทัศน์			
4. มีความสวยงามของชิ้นงาน			
5. ทำงานเสร็จภายในเวลาที่กำหนด			
คะแนนรวม			
ระดับคุณภาพ			

เกณฑ์การให้คะแนน

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
11-15	ดี
8-10	พอใช้
1-7	ปรับปรุง

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(นายธีรพงษ์ รัตสีพิพัฒน์)

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

เกณฑ์การประเมินชิ้นงาน

รายการประเมิน	คำอธิบายและคะแนน		
	ดี (3)	พอใช้ (2)	ปรับปรุง (1)
1. รูปแบบชิ้นงานตรงตามที่ออกแบบไว้	แบบร่าง อุปกรณ์ มีรูปร่างที่ชัดเจน สามารถแสดงเหตุผลในการออกแบบได้อย่างชัดเจน	แบบร่าง อุปกรณ์ มีรูปร่างที่ชัดเจน แต่ไม่สามารถแสดงเหตุผลในการออกแบบได้อย่างชัดเจน	แบบร่าง อุปกรณ์ มีรูปร่างไม่ชัดเจน และไม่สามารถแสดงเหตุผลในการออกแบบได้อย่างชัดเจน
2. สามารถช่วยด้านแรงโน้มถ่วงได้	สามารถช่วยด้านแรงโน้มถ่วงของโลกได้ ทำให้วัตถุไม่มีความเสียหาย	สามารถช่วยด้านแรงโน้มถ่วงของโลกได้ แต่ทำให้วัตถุมีความเสียหายเล็กน้อย	ไม่ช่วยด้านแรงโน้มถ่วงของโลกได้ ทำให้วัตถุมีความเสียหาย
3. สรุปรูปได้ตรงตามประเด็น และจัดในรูปแบบของผังมโนทัศน์	สรุปรูปความรู้ได้ตรงตามประเด็น และทำรูปแบบของผังมโนทัศน์ได้สวยงาม	สรุปรูปความรู้ได้ตรงตามประเด็น แต่ไม่สามารถทำรูปแบบของผังมโนทัศน์ได้สวยงาม	ไม่สามารถสรุปรูปความรู้ได้ตรงตามประเด็น และไม่สามารถทำรูปแบบของผังมโนทัศน์ได้
4. มีความสวยงามของชิ้นงาน	มีความแปลกใหม่และประณีตสวยงาม	มีความแปลกใหม่หรือมีความประณีตสวยงาม	ไม่มีความแปลกใหม่และไม่ประณีต
5. ทำงานเสร็จภายในเวลาที่กำหนด	เสร็จภายในเวลาที่กำหนด	เสร็จช้ากว่าเวลาที่กำหนด 5 นาที	เสร็จช้ากว่าเวลาที่กำหนดมากกว่า 5 นาที

แบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

กิจกรรม.....

ประเมินครั้งที่.....วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

คำชี้แจง : ใช้ประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขณะปฏิบัติงาน ซึ่งครูผู้สอนเป็นผู้สังเกตและประเมินโดยการขีดเครื่องหมาย ✓ ในช่องที่ตรงกับระดับคุณภาพ

รายการประเมิน	คะแนน			
	4	3	2	1
1. ทักษะการสังเกต				
2. ทักษะการจำแนกประเภท				
3. ทักษะการคำนวณ				
4. ทักษะการพยากรณ์				
5. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายของข้อมูล				
6. ทักษะการทดลอง				
7. ทักษะการตั้งสมมติฐาน				
รวม				
เฉลี่ย				

เกณฑ์การแปลความหมายของคะแนน

คะแนน	ระดับคะแนน
16-20	4
11-15	3
6-10	2
ต่ำกว่า 5	1

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

คะแนน	ระดับคุณภาพ
4	ดีมาก
3	ดี
2	พอใช้
1	ปรับปรุง

เกณฑ์การประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

รายการประเมิน	ระดับคะแนน			
	4	3	2	1
1. ทักษะการสังเกต	ใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกันเพื่อสัมผัสโดยตรงกับวัตถุและบันทึกการสังเกตโดยไม่ใส่ความคิดเห็นส่วนตัวของผู้สังเกตไปในสิ่งที่สังเกตได้ข้อมูลถูกต้องครบถ้วน	ใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกันเพื่อสัมผัสโดยตรงกับวัตถุและบันทึกการสังเกตโดยไม่ใส่ความคิดเห็นส่วนตัวของผู้สังเกตไปในสิ่งที่สังเกตได้ข้อมูลถูกต้องเป็นส่วนใหญ่	ใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกันเพื่อสัมผัสโดยตรงกับวัตถุและบันทึกการสังเกตโดยไม่ใส่ความคิดเห็นส่วนตัวของผู้สังเกตไปในสิ่งที่สังเกตได้ข้อมูลถูกต้องเป็นบางส่วน	ใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกันเพื่อสัมผัสโดยตรงกับวัตถุและบันทึกการสังเกตโดยใส่ความคิดเห็นส่วนตัวของผู้สังเกตไปในสิ่งที่สังเกตได้ข้อมูลถูกต้องบางส่วน
2. ทักษะการจำแนกประเภท	เรียงลำดับวัสดุที่ใช้ในกิจกรรมได้สอดคล้องกับเกณฑ์ที่ใช้ครบถ้วน สมบูรณ์	เรียงลำดับวัสดุที่ใช้ในกิจกรรมได้สอดคล้องกับเกณฑ์ที่ใช้บางส่วน	เรียงลำดับวัสดุที่ใช้ในกิจกรรมได้ แต่ไม่สอดคล้องกับเกณฑ์ที่ใช้บางส่วน	เรียงลำดับวัสดุที่ใช้ในกิจกรรมได้ ไม่สอดคล้องกับเกณฑ์หรือเนื้อหาที่ใช้
3. ทักษะการคำนวณ	คำนวณหาค่าที่ต้องการโดยใช้วิธีการทางการคำนวณได้ถูกต้องทั้งหมด	คำนวณหาค่าที่ต้องการโดยใช้วิธีการทางการคำนวณได้ถูกต้องส่วนใหญ่	คำนวณหาค่าที่ต้องการได้ถูกต้องบางส่วน	ไม่สามารถคำนวณหาค่าที่ต้องการใช้ด้วยวิธีการทางการคำนวณได้

รายการ ประเมิน	ระดับคะแนน			
	4	3	2	1
4. ทักษะการ พยากรณ์	ทำนายหรือ คาดคะเนคำตอบ ไว้ได้อย่างชัดเจน โดยอาศัยข้อมูลที่ได้ จากการสังเกต หรือการทำซ้ำ	ทำนายหรือการ คาดคะเน คำตอบได้ ถูกต้อง โดย อาศัยข้อมูลที่ได้ จากการสังเกต หรือการทำซ้ำ	ทำนายหรือการ คาดคะเนคำตอบ ได้ไม่ชัดเจน แต่ อาศัยข้อมูลที่ได้ จากการสังเกต หรือการทำซ้ำ	ไม่สามารถ ทำนายหรือการ คาดคะเนคำตอบ ได้ไม่ชัดเจน ไม่ อาศัยข้อมูลที่ได้ จากการสังเกต หรือการทำซ้ำ
5. ทักษะการจัด กระทำและสื่อ ความหมายของ ข้อมูล	มีการนำผลการ สังเกต วัด หรือ ทดลอง มาจัด กระทำ เช่น หา ความถี่ เรียงลำดับ จัดแยก ประเภท หรือ คำนวณค่าใหม่ ที่ ถูกต้อง ชัดเจน และ สมบูรณ์	มีการนำผล การสังเกต การวัด หรือ การทดลอง มาจัดกระทำ ความหมายของ ข้อมูลใน บางส่วน	มีการนำผลการ สังเกต การวัด หรือ การทดลอง มาตอบ แต่ไม่มี การจัดกระทำ ความหมายของ ข้อมูล	ไม่มีการนำผล การสังเกต การวัด หรือ การทดลอง มาจัดกระทำ ความหมายของ ข้อมูล เช่น การหาความถี่ เรียงลำดับ จัดแยกประเภท หรือ คำนวณค่า ใหม่
6. ทักษะการ ทดลอง	สอดคล้องกับ สมมติฐาน และมี การควบคุมตัวแปร ทั้งหมด	สอดคล้องกับ สมมติฐาน และ มีการควบคุมตัว แปรบางส่วน	ไม่สอดคล้องกับ สมมติฐาน แต่มี การควบคุมตัว แปร	ไม่สอดคล้องกับ สมมติฐานและ ไม่มีการควบคุม ตัวแปร
7. ทักษะการ ตั้งสมมติฐาน	ตั้งสมมติฐานได้ สอดคล้องกับ ปัญหาและแสดง ความสัมพันธ์ ระหว่างเหตุและ ผลได้อย่างชัดเจน	ตั้งสมมติฐานได้ สอดคล้องกับ ปัญหา แต่แสดง ความสัมพันธ์ ระหว่างเหตุและ ผลได้บางส่วน	ตั้งสมมติฐานได้ สอดคล้องกับ ปัญหา แต่แสดง ความสัมพันธ์ ระหว่างเหตุและ ผลไม่ชัดเจน	ตั้งสมมติฐานได้ ไม่สอดคล้องกับ ปัญหา

ใบประเมินการนำเสนอ (10 คะแนน)

คำชี้แจง : ให้ครูสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียน

แล้วเติมเครื่องหมาย □ ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ชื่อสมาชิกในกลุ่ม 1 ชั้น.....
 2 ชั้น.....
 3 ชั้น.....
 4 ชั้น.....
 5 ชั้น.....

รายการประเมิน	คะแนน		
	ดี (3)	พอใช้ (2)	ปรับปรุง (1)
1. บุคลิก การแต่งกาย			
2. มารยาทในการพูด			
3. การใช้ภาษา			
4. วิธีการนำเสนอ			
5. เนื้อหาที่นำเสนอ			
คะแนนรวม			
ระดับคุณภาพ			

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

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

เกณฑ์การให้คะแนน

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
11-15	ดี
6-10	พอใช้
1-5	ปรับปรุง

เกณฑ์การประเมินการนำเสนอ

การนำเสนอ หมายถึง การถ่ายทอดเนื้อหา สารที่ผสมผสานกันระหว่าง ศิลปะการพูดกับการแสดงข้อมูล ในรูปแบบต่าง ๆ ผ่านสื่อและอุปกรณ์ได้อย่างเหมาะสม

รายการประเมิน	คำอธิบายและคะแนน		
	ดี (3 คะแนน)	พอใช้ (2 คะแนน)	ปรับปรุง (1 คะแนน)
1. บุคลิก การแต่งกาย	มีความมั่นใจใน ตนเองแต่งกายถูก ระเบียบ สะอาด เรียบร้อย	มีความมั่นใจใน ตนเองแต่แต่งกาย ไม่ถูกระเบียบ	ไม่มีความมั่นใจ ในตนเอง และแต่ง กายไม่ถูกระเบียบ
2. มารยาท ในการพูด	มองหน้าและสบตา ผู้ฟัง ไม่เหินแสม เสียดสีผู้อื่น	เขินอายไม่ค่อยกล้า มองหน้าและสบตา ผู้ฟัง	ไม่มองหน้าและ สบตาผู้ฟัง อาย พูดไม่ได้
3. การใช้ภาษา	พูดชัดเจน ตามหลักภาษา ตัว ว ร ล คำควบกล้ำ ใช้ถ้อยคำข้อความ สุภาพ	มีบางครั้งที่พูดไม่ ชัดเจน ตามหลัก ภาษา ตัว ว ร ล คำควบกล้ำ ใช้ถ้อยคำข้อความ สุภาพ	พูดไม่ชัดเจน ตามหลักภาษา ตัว ว ร ล คำควบกล้ำ ใช้ถ้อยคำข้อความ ที่ไม่สุภาพ
4. วิธีการนำเสนอ	มีวิธีการนำเสนอ ที่หลากหลาย เช่น ใช้ท่าทางประกอบ รูปภาพ ตั้งคำถาม เล่นเกม	วิธีการนำเสนอ ไม่ค่อยน่าสนใจ หลากหลาย	ไม่มีวิธีการ นำเสนอเลย ท่องตามที่ เขียนมา เท่านั้น
5. เนื้อหาที่นำเสนอ	เนื้อหาที่นำเสนอ มีสาระสำคัญ ตรงกับหัวข้อ ประเด็นที่กำหนด	มีเนื้อสาระสำคัญ บางส่วนไม่ตรงกับ หัวข้อ ประเด็น	ไม่มีเนื้อหา สาระสำคัญ ตรงกับหัวข้อเรื่อง

แบบบันทึกผลการประเมินผังมโนทัศน์
เรื่อง แรงดึงดูดของโลกกับน้ำหนักของวัตถุ

คำชี้แจง : ให้ผู้ประเมินทำเครื่องหมายถูก () ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ลำดับ ที่	รายการประเมิน	ระดับคะแนน				คะแนน
		4	3	2	1	
1	ชื่อผังมโนทัศน์พร้อมรายละเอียดเหมาะสม					
2	ความประณีตในการพัฒนาผังมโนทัศน์					
3	สาระและข้อมูลถูกต้อง					
4	การสะกดคำ และการใช้ภาษาของข้อความใน ผังมโนทัศน์มีความถูกต้อง					
5	นำเสนอสาระและข้อมูลที่อ่านและดูได้ง่ายชวน ติดตาม					
6	ข้อมูลที่เสนอมีความสัมพันธ์และเชื่อมโยงได้ ชัดเจนและถูกต้อง					
7	เลือกใช้แบบผังมโนทัศน์เหมาะสมกับข้อมูลและ วัตถุประสงค์ที่จะนำเสนอ					
8	นำเสนอข้อมูลและสาระที่ตรงกับหัวข้อ					
9	เป็นผังมโนทัศน์ที่ประกอบด้วยองค์ประกอบ ครบถ้วนตามที่กำหนด					
10	ผลงานผังมโนทัศน์นั้นได้แสดงศักยภาพของ ผู้เรียน					
รวม						
ระดับคุณภาพ						

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นายธีรพงษ์ รัตมีพิพัฒน์)

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

เกณฑ์การประเมินผังมโนทัศน์

ผลงานสมบูรณ์ชัดเจน	ให้ 4 คะแนน
ผลงานมีข้อบกพร่องบางส่วน	ให้ 3 คะแนน
ผลงานมีข้อบกพร่องเป็นส่วนใหญ่	ให้ 2 คะแนน
ผลงานมีข้อบกพร่องมาก	ให้ 1 คะแนน

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
31-40	ดีมาก
21-30	ดี
11-20	พอใช้
ต่ำกว่า 11	ปรับปรุง

แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์และสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

คำชี้แจง: ให้ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียนและนอกเวลาเรียนแล้ว

ขีดเครื่องหมายถูก () ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ข้อการประเมิน	รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
		3	2	1
1. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์	1.1 เข้าร่วมกิจกรรมแสดงความรักชาติ เช่น เชิญธง ยืนตรงเคารพธงชาติ ร้องเพลงชาติ รักษาชื่อเสียง และหวงแหนสมบัติของชาติตลอดจนบำเพ็ญประโยชน์ ต่อครอบครัวและชุมชน			
	1.2 เข้าร่วมกิจกรรมทางศาสนา และปฏิบัติตามหลักธรรมของศาสนา เช่น รักษาศีล ทำความดี			
	1.3 เข้าร่วมกิจกรรมเพื่อแสดงความจงรักภักดีต่อพระมหากษัตริย์			
2. มีวินัย รับผิดชอบ	2.1 ปฏิบัติตนตาม ข้อตกลง กฎเกณฑ์ ระเบียบ ข้อบังคับของโรงเรียนและสังคม ไม่ละเมิดสิทธิของผู้อื่น			
	2.2 มีความตรงต่อเวลาในการปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ			
3. มีความซื่อสัตย์ สุจริต	3.1 ให้ข้อมูลที่ถูกต้องและเป็นจริง			
	3.2 ไม่หาประโยชน์ในทางที่ไม่ถูกต้อง			
4. มุ่งมั่นในการทำงาน	4.1 เอาใจใส่ต่อการ ปฏิบัติหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย			
	4.2 ปรับปรุงและพัฒนาการทำงานด้วยตนเอง			
5. ใฝ่เรียนรู้	5.1 ตั้งใจเรียน เอาใจใส่และมีความ เพียรพยายามในการเรียนรู้			
	5.2 แลกเปลี่ยนเรียนรู้ด้วยวิธีการต่าง ๆ และนำไปใช้ใน ชีวิตประจำวัน			

ข้อการประเมิน	รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
		3	2	1
6. มีจิตสาธารณะ	6.1 รู้จักทำงานให้ผู้อื่นด้วยกำลังกาย กำลังใจ และกำลังสติปัญญาด้วยความสมัครใจ			
7. ความสามารถในการสื่อสาร	7.1 มีความสามารถในการนำเสนอผลงาน			
	7.2 ใช้วิธีการสื่อสารที่เหมาะสม			
8. ความสามารถในการคิด	8.1 มีความสามารถในการคิดอย่างมีระบบ			
	8.2 ตัดสินใจแก้ปัญหาเกี่ยวกับตนเองได้			
9. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต	9.1 สามารถทำงานกลุ่มร่วมกับผู้อื่นได้			
	9.2 นำความรู้ที่ได้ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน			
10. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี	10.1 เลือกและใช้เทคโนโลยีได้เหมาะสมตามวัย			
	10.2 ใช้เทคโนโลยีในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์			
รวม				

ลงชื่อ ผู้ประเมิน
(นายธีรพงษ์ รัตมีพิพัฒน์)

เกณฑ์การให้คะแนน

พฤติกรรมที่ปฏิบัติชัดเจนและสม่ำเสมอ ให้ 3 คะแนน

พฤติกรรมที่ปฏิบัติชัดเจนและบ่อยครั้ง ให้ 2 คะแนน

พฤติกรรมที่ปฏิบัติบางครั้ง ให้ 1 คะแนน

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
46-60	ดีมาก
31-45	ดี
16-30	พอใช้
ต่ำกว่า 15	ปรับปรุง

**เกณฑ์การประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์และสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน
วิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4**

รายการประเมิน	พฤติกรรมที่ปรากฏ/ระดับคะแนน		
	3 คะแนน	2 คะแนน	1 คะแนน
1. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์	ปฏิบัติตามลัทธิและหน้าที่พลเมืองดีของชาติสนับสนุนเสนอกิจกรรมบำเพ็ญประโยชน์ต่อครอบครัวและชุมชน สร้างความสามัคคีปรองดอง ปฏิบัติตนตามหลักของศาสนา เคารพเทิดทูนสถาบันพระมหากษัตริย์	ปฏิบัติตามลัทธิและหน้าที่พลเมืองดีของชาติสนับสนุนเสนอกิจกรรมบำเพ็ญประโยชน์ต่อครอบครัวและชุมชน สร้างความสามัคคีปรองดอง ปฏิบัติตนตามหลักของศาสนา	ปฏิบัติตามลัทธิและหน้าที่พลเมืองดีของชาติสนับสนุนเสนอกิจกรรมบำเพ็ญประโยชน์ต่อครอบครัวและชุมชน
2. ซื่อสัตย์สุจริต	ให้ข้อมูลถูกต้องและเป็นจริง ปฏิบัติในสิ่งที่ถูกต้องทำตามสัญญาที่ตนให้ไว้กับเพื่อนและครู ละอายเกรงกลัวที่จะทำความผิดเป็นแบบอย่างที่ดีด้านการประพฤติตรงตามความเป็นจริง	ให้ข้อมูลถูกต้องและเป็นจริง ปฏิบัติในสิ่งที่ถูกต้องทำตามสัญญาที่ตนให้ไว้กับเพื่อนและครู ละอายเกรงกลัวที่จะทำความผิด	ให้ข้อมูลถูกต้องและเป็นจริง ปฏิบัติในสิ่งที่ถูกต้องทำตามสัญญาที่ตนให้ไว้กับเพื่อนและครู

รายการ ประเมิน	พฤติกรรมที่ปรากฏ/ระดับคะแนน		
	3 คะแนน	2 คะแนน	1 คะแนน
3. มีวินัย	ปฏิบัติตามข้อตกลง กฎเกณฑ์ ระเบียบ ข้อบังคับของ โรงเรียน ห้องเรียน ไม่ละเมิดสิทธิของ ผู้อื่นและตรงต่อ เวลาในการปฏิบัติ กิจกรรมและ รับผิดชอบในการ ทำงาน	ปฏิบัติตามข้อตกลง กฎเกณฑ์ ระเบียบ ข้อบังคับของ โรงเรียน ห้องเรียน และตรงต่อเวลาใน การปฏิบัติกิจกรรม และรับผิดชอบใน การทำงาน	ปฏิบัติตามข้อตกลง กฎเกณฑ์ ระเบียบ ข้อบังคับของ โรงเรียน ห้องเรียน และตรงต่อเวลาใน การปฏิบัติกิจกรรม
4. ใฝ่เรียนรู้	ศึกษาหาความรู้ จากหนังสือ สิ่งพิมพ์ เอกสาร สื่อเทคโนโลยี แหล่ง เรียนรู้อื่น ๆ มีการ บันทึกความรู้และ แลกเปลี่ยนความรู้ กับผู้อื่น	ศึกษาหาความรู้ จากหนังสือ สิ่งพิมพ์ เอกสาร สื่อเทคโนโลยี แหล่ง เรียนรู้อื่น ๆ มีการ บันทึกความรู้	ศึกษาหาความรู้ จากหนังสือ สิ่งพิมพ์ เอกสาร สื่อเทคโนโลยี แหล่ง เรียนรู้อื่น ๆ
5. มุ่งมั่นในการ ทำงาน	ทำงานด้วยความ ขยันและพยายามให้ งานสำเร็จตาม เป้าหมายไม่ย่อท้อ ต่อปัญหาในการ ทำงานและเสนอ ผลงานด้วยความ ภาคภูมิใจ	ทำงานด้วยความ ขยันและพยายามให้ งานสำเร็จตาม เป้าหมายและเสนอ ผลงานด้วยความ ภาคภูมิใจ	ทำงานด้วยความ ขยันและพยายามให้ งานสำเร็จตาม เป้าหมาย

รายการ ประเมิน	พฤติกรรมที่ปรากฏ/ระดับคะแนน		
	3 คะแนน	2 คะแนน	1 คะแนน
6. มีจิตสาธารณะ	ดูแล รักษาทรัพย์สิน สมบัติสิ่งแวดลอม ของห้องเรียน โรงเรียน อาสา ทำงานช่วยคิดช่วย ทำ แบ่งปันสิ่งของ ให้ผู้อื่นด้วยความ เต็มใจ	ดูแล รักษาทรัพย์สิน สมบัติสิ่งแวดลอม ของห้องเรียน โรงเรียน อาสา ทำงานช่วยคิด ช่วยทำ	ดูแล รักษาทรัพย์สิน สมบัติสิ่งแวดลอม ของห้องเรียน โรงเรียน
7. ความสามารถ ในการสื่อสาร	สามารถรับ-ส่งสาร และความสามารถ ในการถ่ายทอด ความรู้ ความคิด ความเข้าใจของ ตนเองโดยใช้ภาษา อย่างเหมาะสม	สามารถรับ-ส่งสาร และความสามารถ ในการถ่ายทอด ความรู้ ความคิด ความเข้าใจของ ตนเอง	สามารถรับ-ส่งสาร แต่ไม่ความสามารถ ในการถ่ายทอด ความรู้ ความคิด ความเข้าใจของ ตนเอง
8. ความสามารถ ในการคิด	สามารถคิดอย่าง เป็นระบบ สามารถ สร้างองค์ความรู้ และตัดสินใจ แก้ปัญหาเกี่ยวกับ ตนเองได้อย่าง เหมาะสม	สามารถคิดอย่าง เป็นระบบ สามารถ สร้างองค์ความรู้ได้	สามารถคิดอย่าง เป็นระบบ

รายการ ประเมิน	พฤติกรรมที่ปรากฏ/ระดับคะแนน		
	3 คะแนน	2 คะแนน	1 คะแนน
9. ความสามารถ ในการใช้ทักษะ ชีวิต	เรียนรู้ด้วยตนเองได้ เหมาะสมตามวัย สามารถทำงาน กลุ่มร่วมกับผู้อื่นได้ จัดการปัญหาและ ความขัดแย้งได้ เหมาะสมหลีกเลี่ยง พฤติกรรมไม่พึง ประสงค์ที่ส่งผล กระทบต่อตนเอง	เรียนรู้ด้วยตนเองได้ เหมาะสมตามวัย สามารถทำงาน กลุ่มร่วมกับผู้อื่นได้ จัดการปัญหาและ ความขัดแย้งได้ เหมาะสม	เรียนรู้ด้วยตนเองได้ เหมาะสมตามวัย สามารถทำงาน กลุ่มร่วมกับผู้อื่นได้
10. ความสามารถ ในการใช้เทคโนโลยี	เลือกและใช้ เทคโนโลยีเหมาะสม ตามวัย สามารถนำ เทคโนโลยีไปใช้ พัฒนาตนเอง ใช้ เทคโนโลยีในการ แก้ปัญหาอย่าง สร้างสรรค์ มี คุณธรรมจริยธรรม ในการใช้เทคโนโลยี	เลือกและใช้ เทคโนโลยีเหมาะสม ตามวัย สามารถนำ เทคโนโลยีไปใช้ พัฒนาตนเอง ใช้ เทคโนโลยีในการ แก้ปัญหาอย่าง สร้างสรรค์	เลือกและใช้ เทคโนโลยีเหมาะสม ตามวัย สามารถนำ เทคโนโลยีไปใช้ พัฒนาตนเอง

ประวัติย่อของผู้วิจัย

ประวัติย่อของผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	นายธีรพงษ์ รัตมีพัฒน์
วัน เดือน ปีเกิด	12 เมษายน 2539
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	225 หมู่ 2 ตำบลหนองแขง อำเภอวานรนิวาส จังหวัดสกลนคร
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2556	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนมัธยมวานรนิวาส อำเภอวานรนิวาส จังหวัดสกลนคร
พ.ศ. 2557	ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.) สาขาวิชาเคมี มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร
พ.ศ. 2565	ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต (ค.ม.) สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร