



การพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ด้วยกระบวนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามกรอบแนวคิดการบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

วิทยานิพนธ์
ของ
ขวัญชนก ประทุมศาลา

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา

พฤษภาคม 2565

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

การพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ด้วยกระบวนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามกรอบแนวคิดการบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

วิทยานิพนธ์
ของ
ขวัญชนก ประทุมศาลา

พูน บณฺฑิต ชีวะ

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา

พฤษภาคม 2565

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

Development of Science Literacy through Science Learning Management Process
According to Technological Pedagogical and Content Knowledge Model (TPACK) on
Interactions in the Solar System and Space Technology for Mathayomsuksa 3
Students

Khuanshanok Pratum sala

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of Requirements
for Master of Education (Science Education)

November 2022

Copyright of Mahasarakham University



คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของนางสาวขวัญชนก ประทุม
ศาลา แล้วเห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(ผศ. ดร. เนตรชนก จันทร์สว่าง)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(รศ. ดร. ประสาท เนืองเฉลิม)

.....กรรมการ

(ผศ. ดร. อรสา ประสิทธิ์นอก)

.....กรรมการ

(ผศ. ดร. อพันธุ์ พูลพุดธา)

มหาวิทยาลัยอนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญา การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

.....
(ศ. ดร. ไพโรจน์ ประมวล)

คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

.....
(รศ. ดร. กริสน์ ชัยมูล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ชื่อเรื่อง	การพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ด้วยกระบวนการจัดการเรียนรู้อัตนศาสตร์ ตามกรอบแนวคิดการบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3		
ผู้วิจัย	ขวัญชนก ประทุมศาลา		
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร. ประสาท เนืองเฉลิม		
ปริญญา	การศึกษามหาบัณฑิต	สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์ศึกษา
มหาวิทยาลัย	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม	ปีที่พิมพ์	2565

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมาย เพื่อศึกษาผลของการพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ด้วยกระบวนการจัดการเรียนรู้อัตนศาสตร์ตามกรอบแนวคิดการบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนที่กำลังศึกษาอยู่ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนบ้านดงเมืองจอก อำเภอบางบาล จังหวัดร้อยเอ็ด จำนวน 18 คน เครื่องมือใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามกรอบแนวคิดการบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ แบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ 2 ชุด ชุดละ 10 ข้อ และแบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้อัตนศาสตร์ การวิเคราะห์ข้อมูลใช้ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และร้อยละ ผลการวิจัยพบว่า วงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนมีพฤติกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 68.47 การรู้วิทยาศาสตร์อยู่ในระดับ มาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 13.69 และนักเรียนมีผลการทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 65.56 การรู้วิทยาศาสตร์อยู่ในระดับ มาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.56 และวงจรปฏิบัติการที่ 2 พฤติกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 75.49 การรู้วิทยาศาสตร์อยู่ในระดับ มาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 15.10 และนักเรียนมีผลการทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 75.00 การรู้วิทยาศาสตร์อยู่ในระดับ มาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.50 ตามลำดับ

คำสำคัญ : การรู้วิทยาศาสตร์, การบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ

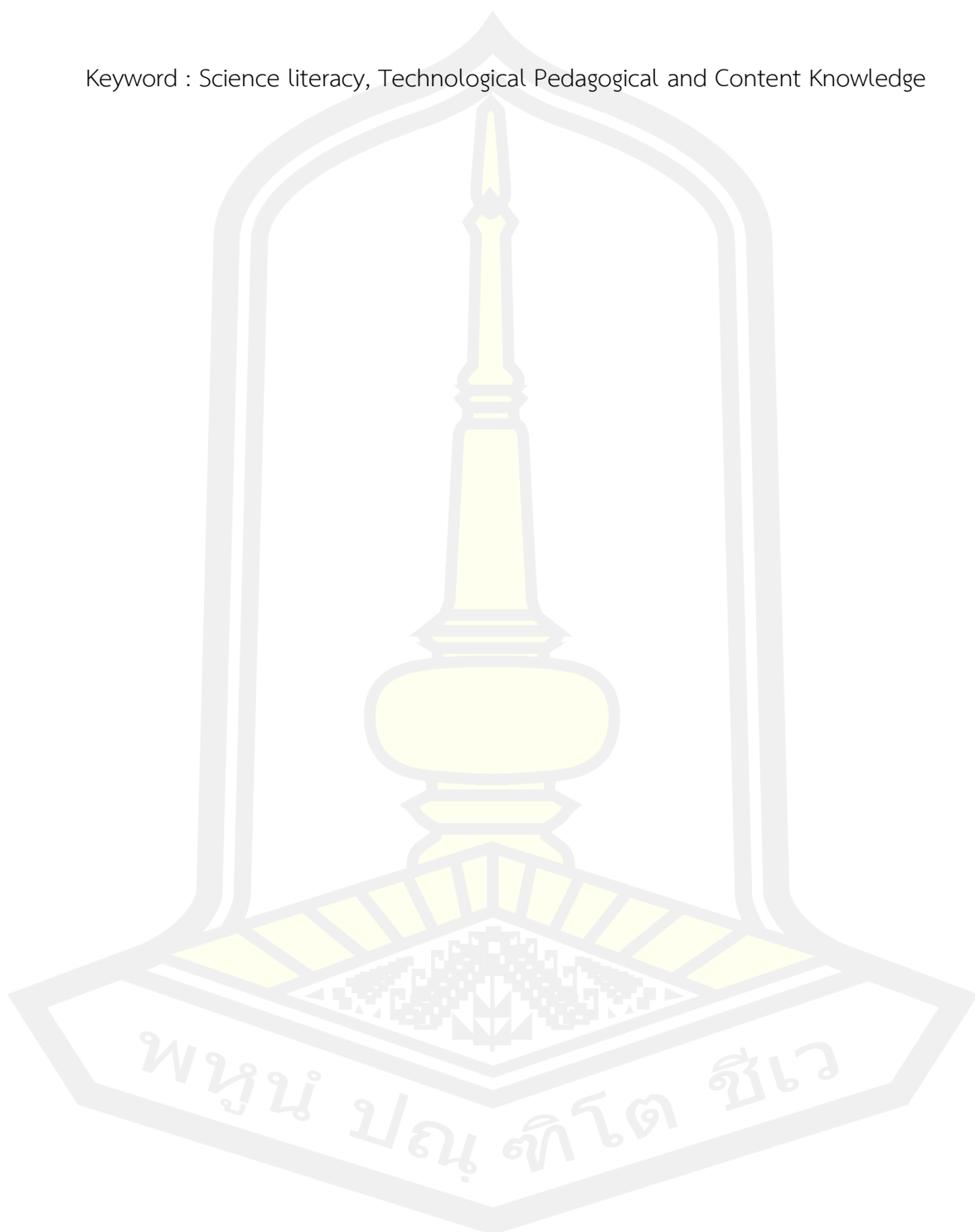
TITLE	Development of Science Literacy through Science Learning Management Process According to Technological Pedagogical and Content Knowledge Model (TPACK) on Interactions in the Solar System and Space Technology for Mathayomsuksa 3 Students		
AUTHOR	Khuanshanok Pratumsala		
ADVISORS	Associate Professor Prasart Nuangchalerms , Ph.D.		
DEGREE	Master of Education	MAJOR	Science Education
UNIVERSITY	Maharakham University	YEAR	2022

ABSTRACT

This research aims to study the effects of the development of scientific literacy through the process of learning science based on the concept of Technological Pedagogical and Content Knowledge. Interactions in the Solar System and Space Technology of Mathayomsuksa 3 students the target group used in this research is students who are studying in Mathayomsuksa 3, semester 1, academic year 2022, Ban Dong Mueang Chok School. Roi Et province, numbering 18 people. Research tools include a plan for organizing science learning activities based on the conceptual framework for Technological Pedagogical and Content Knowledge. Tools used to collect data include behavioral observation models, scientific literacy. 2 sets of scientific literacy test the data analysis and post-teaching notes used averages, standard deviations, and percentages. Overall, operating cycle 1 students have scientific literacy behavior, accounting for 68.47 %. The scientific literacy of the students was at a high level, with an average was 13.69, and students tested science literacy, representing 65.56 %. The scientific literacy of the students was at a high level, with an average was 6.56, and the 2nd Circuit, science Literacy Behavior, accounted for 75.49 %. The scientific literacy of the students was at a high level, with an average was 15.10, and students tested science literacy test, representing 75.00 %. The scientific literacy of the students was at a high level, with an average

was 7.50.

Keyword : Science literacy, Technological Pedagogical and Content Knowledge



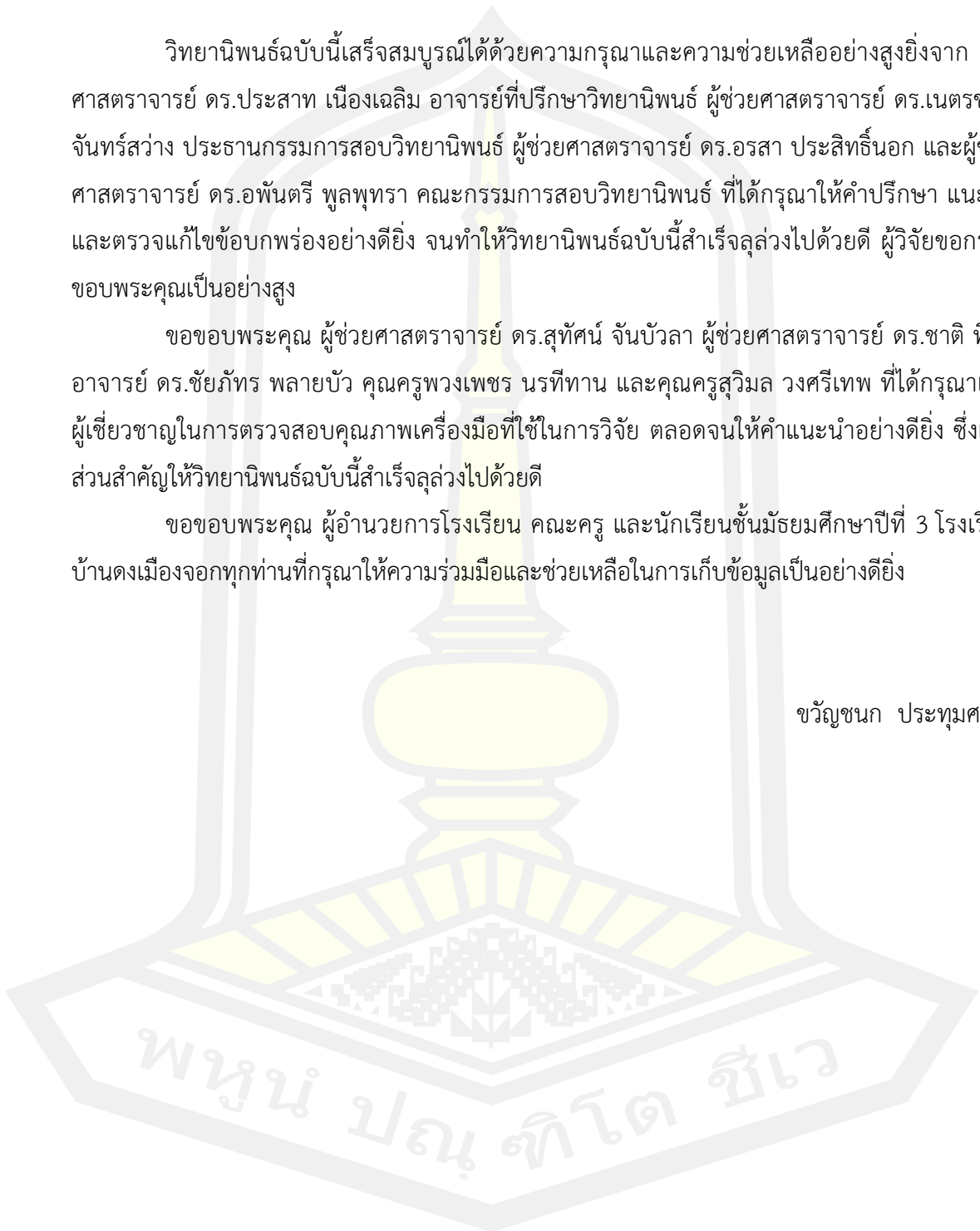
กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความรู้และความช่วยเหลืออย่างสูงยิ่งจาก รองศาสตราจารย์ ดร.ประสพ เนืองเฉลิม อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เนตรชนก จันทร์สว่าง ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรสา ประสิทธิ์นอก และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อพันธ์ พูลพุดรา คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำ และตรวจแก้ไขข้อบกพร่องอย่างดียิ่ง จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุทัศน์ จันบัวลา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชาติ ทีฆะอาจารย์ ดร.ชัยภัทร พลายบัว คุณครูพวงเพชร นรทีทาน และคุณครูสุวิมล วงศรีเทพ ที่ได้กรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ตลอดจนให้คำแนะนำอย่างดียิ่ง ซึ่งเป็นส่วนสำคัญให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบพระคุณ ผู้อำนวยการโรงเรียน คณะครู และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านดงเมืองจอกทุกท่านที่กรุณาให้ความร่วมมือและช่วยเหลือในการเก็บข้อมูลเป็นอย่างดี

ขวัญชนก ประทุมศาลา



สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ช
สารบัญ.....	ซ
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญภาพ	ฐ
บทที่ 1	1
1. ภูมิหลัง.....	1
2. ความมุ่งหมายการวิจัย.....	5
3. ขอบเขตการวิจัย.....	5
4. นิยามศัพท์เฉพาะ	6
บทที่ 2	10
1. การรู้วิทยาศาสตร์	10
2. กระบวนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์รูปแบบสืบเสาะความรู้ 5 ขั้น	19
3. การบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK)	23
4. กระบวนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามกรอบแนวคิดการบูรณาการเทคโนโลยีในการสอน เนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK)	32
5. บริบทโรงเรียนบ้านดงเมืองจอก.....	38
6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	57
บทที่ 3	62
1. กลุ่มเป้าหมาย	62

2. รูปแบบการวิจัย.....	62
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	63
4. การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ.....	64
5. การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	77
6. การจัดกระทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล.....	84
7. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	87
บทที่ 4	89
1. วงจรปฏิบัติการที่ 1	89
2. วงจรปฏิบัติการที่ 2	97
บทที่ 5	107
5.1 ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	107
5.2 สรุปผล.....	107
5.3 อภิปรายผล.....	109
5.4 ข้อเสนอแนะ	113
บรรณานุกรม.....	114
ภาคผนวก.....	119
ภาคผนวก ก รายนามผู้เชี่ยวชาญ	120
ภาคผนวก ข ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามกรอบ แนวคิดการบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ	122
ภาคผนวก ค แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	149
ภาคผนวก ง แบบวัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์.....	153
ภาคผนวก จ ผลการวิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือวิจัย	169
ประวัติผู้เขียน.....	189

สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 1 แสดงกรอบบริบทสำหรับการประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ตามแนว PISA 2015	13
ตาราง 2 แสดงกรอบการรู้วิทยาศาสตร์ของ PISA 2015	14
ตาราง 3 แสดงกรอบโครงสร้างความรู้ด้านเนื้อหาตามแนว PISA 2015.....	16
ตาราง 4 แสดงกรอบโครงสร้างความรู้ด้านกระบวนการตามแนว PISA 2015	17
ตาราง 5 แสดงกรอบโครงสร้างความรู้เกี่ยวกับการได้มาของความรู้ตามแนว PISA 2015.....	17
ตาราง 6 เกณฑ์การประเมินระดับการใช้เทคโนโลยีในการจัดการเรียนการสอนบนฐานของกรอบแนวคิดที่แท้ของฮาร์วีย์	28
ตาราง 7 เกณฑ์การประเมินการจัดการเรียนการสอนของผู้สอนตามกรอบแนวคิดที่แท้	29
ตาราง 8 แสดงกระบวนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์รูปแบบการสืบเสาะความรู้ 5 ขั้น ตามกรอบแนวคิดการบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK).....	32
ตาราง 9 โครงสร้างเวลาเรียนระดับมัธยม หลักสูตรสถานศึกษา โรงเรียนบ้านดงเมืองจอก พุทธศักราช 2565	41
ตาราง 10 โครงสร้างหลักสูตรชั้นปี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลักสูตรสถานศึกษา โรงเรียนบ้านดงเมือง-จอก พุทธศักราช 2565	43
ตาราง 11 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์หน่วยการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ และเวลาในการสอน	48
ตาราง 12 ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาของแผนการจัดการเรียนรู้กับจำนวนชั่วโมงที่ใช้สอน.....	65
ตาราง 13 วิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้ สาระสำคัญและตัวชี้วัด	65
ตาราง 14 แสดงความสัมพันธ์การบูรณาการเทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ร่วมกับการบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK)	68
ตาราง 15 แสดงการสร้างแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ด้วยน้ำหนักความสำคัญ	74
ตาราง 16 แสดงลักษณะของแบบวัดการรู้วิทยาศาสตร์ ชุดที่ 1 ทดสอบท้ายวงจรปฏิบัติการที่ 1	75

ตาราง 17 แสดงลักษณะของแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ ชุดที่ 2 ทดสอบท้ายวงจรปฏิบัติการที่ 2	76
ตาราง 18 แผนการเก็บรวบรวมข้อมูลตามแผนปฏิบัติการ PAOR	78
ตาราง 19 แผนปฏิบัติการในวงจรที่ 1	81
ตาราง 20 แผนปฏิบัติการในวงจรที่ 2	83
ตาราง 21 ผลการวิเคราะห์พฤติกรรมการณ์การรู้วิทยาศาสตร์ วงจรปฏิบัติการที่ 1	89
ตาราง 22 แสดงร้อยละของคะแนนเฉลี่ยพฤติกรรมการณ์การรู้วิทยาศาสตร์ในวงจรปฏิบัติการที่ 1	91
ตาราง 23 ผลวิเคราะห์การวัดการรู้วิทยาศาสตร์จากแบบวัดการรู้วิทยาศาสตร์ (ชุดที่ 1) ในวงจรปฏิบัติการที่ 1	92
ตาราง 24 แสดงร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของการทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ในวงจรปฏิบัติการที่ 1	93
ตาราง 25 ผลการวิเคราะห์พฤติกรรมการณ์การรู้วิทยาศาสตร์ วงจรปฏิบัติการที่ 2	97
ตาราง 26 แสดงร้อยละของคะแนนเฉลี่ยพฤติกรรมการณ์การรู้วิทยาศาสตร์ในวงจรปฏิบัติการที่ 2	98
ตาราง 27 ผลวิเคราะห์การทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์จากแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ (ชุดที่ 2) ในวงจรปฏิบัติการที่ 2	99
ตาราง 28 แสดงร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของการทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ในวงจรปฏิบัติการที่ 2	100
ตาราง 29 แสดงความสัมพันธ์ของผลสังเกตการณ์การรู้วิทยาศาสตร์และผลทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์เทียบกับระดับการรู้วิทยาศาสตร์ของวงจรปฏิบัติการที่ 1 และ 2	104
ตาราง 30 แสดงความสัมพันธ์ของผลทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์และผลสังเกตการณ์การรู้วิทยาศาสตร์เทียบกับเกณฑ์การรู้วิทยาศาสตร์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ของวงจรปฏิบัติการที่ 1 และ 2	105
ตาราง 31 ผลการวิเคราะห์คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ด้านความเหมาะสมของแผนปฏิบัติการการจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะความรู้ 5 ขั้น ตามกรอบแนวคิดการบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ วงจรปฏิบัติการที่ 1	173
ตาราง 32 ผลการวิเคราะห์คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ด้านความเหมาะสมของแผนปฏิบัติการการจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะความรู้ 5 ขั้น ตามกรอบแนวคิดการบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ วงจรปฏิบัติการที่ 2	176

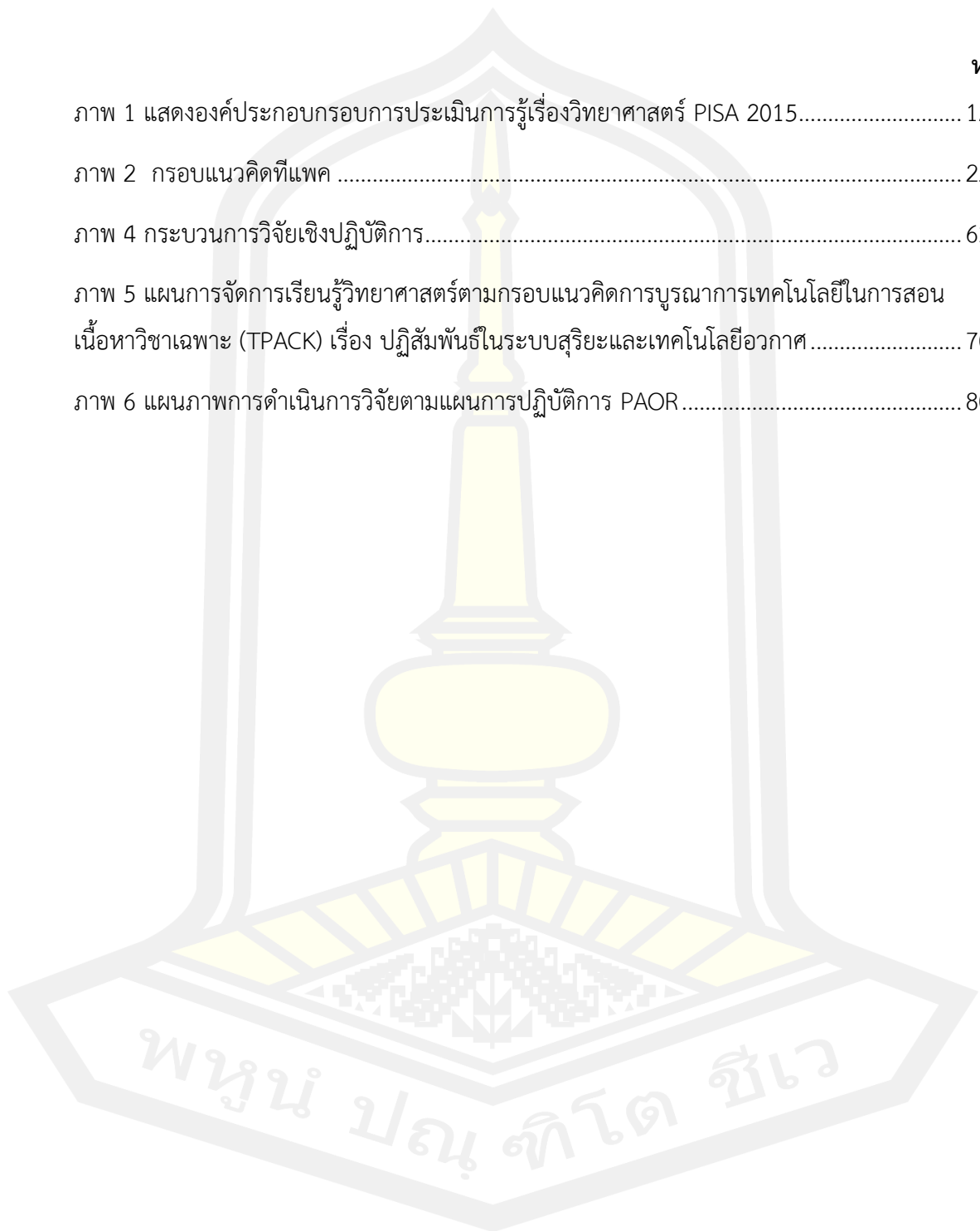
ตาราง 33 ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถามกับแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ ชุดที่ 1	185
---	-----

ตาราง 34 ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถามกับแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ ชุดที่ 2	187
---	-----



สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพ 1 แสดงองค์ประกอบกรอบการประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ PISA 2015.....	12
ภาพ 2 กรอบแนวคิดที่แพค	25
ภาพ 4 กระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ.....	63
ภาพ 5 แผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามกรอบแนวคิดการบูรณาการเทคโนโลยีในการสอน เนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ.....	70
ภาพ 6 แผนภาพการดำเนินการวิจัยตามแผนการปฏิบัติการ PAOR.....	80



บทที่ 1

บทนำ

1. ภูมิหลัง

วิทยาศาสตร์มีบทบาทที่สำคัญต่อสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เนื่องจากวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งเกี่ยวข้องกับทุกคนใน การดำรงชีวิตประจำวัน ตลอดจนเป็นพื้นฐานของการพัฒนาและแข่งขันทาง เศรษฐกิจ การศึกษา วิทยาศาสตร์จึงเป็นสิ่งสำคัญ ที่จะทำให้ประชาชนมีความรู้ความเข้าใจสิ่งต่าง ๆ รอบตัวอย่างมีเหตุผล ทั้งยังส่งเสริมให้เกิดการคิดค้นเทคโนโลยีใหม่ ๆ อัน เป็นประโยชน์ต่อ ชีวิตประจำวันและการพัฒนาประเทศ จึงทำให้ทุกคนจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (The institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, 2012) จาก รายงานสรุปผลการประเมินสมรรถนะการอยู่ในสังคมโลก PISA 2018 ตามที่ประเทศไทยได้ร่วมกับ องค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา (Organization for Economic Co-operation and Development หรือ OECD) ดำเนินงานโปรแกรมประเมินสมรรถนะ นักเรียน มาตรฐานสากล (Programme for International Student Assessment หรือ PISA) โดยมี วัตถุประสงค์เพื่อประเมินคุณภาพของระบบการศึกษาในการเตรียมความพร้อมให้ประชาชนมี ศักยภาพหรือความสามารถพื้นฐานที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตในโลกที่มีการเปลี่ยนแปลง โดย PISA ประเมินนักเรียนอายุ 15 ปี ซึ่งเป็นวัยที่สำเร็จการศึกษาภาคบังคับ ซึ่งดำเนินการประเมินอย่าง ต่อเนื่องทุก ๆ 3 ปี เพื่อติดตามแนวโน้ม การเปลี่ยนแปลงคุณภาพการศึกษาและมุ่งให้ข้อมูลแก่ระดับ นโยบาย การประเมินของPISAเน้นการประเมิน สมรรถนะของนักเรียนเกี่ยวกับการใช้ความรู้และ ทักษะในชีวิตจริง มากกว่าการเรียนรู้ตามหลักสูตรในโรงเรียน หรือเรียกว่า “ความฉลาดรู้หรือการรู้ เรื่อง” (Literacy) ได้แก่ การรู้ด้านการอ่าน (Reading Literacy) การรู้ด้านคณิตศาสตร์ (Mathematical Literacy) และการรู้ด้านวิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) การประเมินนักเรียน จะวัดทั้ง 3 ด้านดังกล่าวไปพร้อมกัน แต่จะเน้นหนักในด้านใดด้านหนึ่งใน แต่ละรอบการประเมิน และ จากการเป้าประสงค์ของเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาร้อยเอ็ด เขต 2 กลยุทธ์ที่ 2 ด้านการจัด การศึกษาเพื่อเพิ่มความสามารถในการแข่งขันของประเทศ ตัวชี้วัด 1. จำนวนผู้เรียนมีความเป็นเลิศ ทางด้านวิชาการ มีทักษะความรู้ที่สอดคล้องกับทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 2. ผู้เรียนระดับ มัธยมศึกษาผ่านการประเมินสมรรถนะที่จำเป็นด้านการรู้การอ่าน (Reading Literacy) ด้านการรู้ คณิตศาสตร์ (Mathematical Literacy) และด้านการรู้วิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) ตาม แนวทางการประเมิน PISA การรู้วิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) จึงเป็นเรื่องที่ทุกภาคส่วน ทุก

สังคมต้องพัฒนาคนให้มีความรู้ ความเข้าใจ เกี่ยวกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์ พัฒนาการทางวิทยาศาสตร์และการคิดเชิงระบบ (ประสาธ เมืองเฉลิม, 2558)

ในเอกสาร PISA 2018 Assessment and Analytical Framework ให้คำอธิบาย รายละเอียดของการประเมินการรู้ใน PISA 2018 ดังนี้ การรู้วิทยาศาสตร์ (Scientific literacy) คือความสามารถในการเชื่อมโยงสิ่งต่าง ๆ เข้ากับประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ และแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีวิจารณญาณ โดยบุคคลที่ได้ชื่อว่าการรู้วิทยาศาสตร์ (Scientifically literate person) คือผู้ที่สามารถสื่อสารหรือโต้แย้งในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างเป็นเหตุเป็นผล ซึ่งบุคคลนั้นจำเป็นต้องมีความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ (OECD, 2019b) ซึ่งในโครงการ PISA 2015 ที่เน้นการประเมินทางด้านวิทยาศาสตร์ได้ประเมินสมรรถนะของการรู้วิทยาศาสตร์ 3 สมรรถนะ คือ 1) การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ 2) การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 3) การแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560)

ในการประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ PISA ต้องการหาตัวชี้วัดว่า นักเรียนมีระดับการเรียนรู้ ทฤษฎีและแนวคิดพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ มีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์และสามารถแก้ปัญหาในชีวิตจริงที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้ จากการวิเคราะห์รายงานผล PISA 2018 ด้านการรู้วิทยาศาสตร์ พบว่า ผลการประเมินระหว่าง PISA 2015 และ PISA 2018 ไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (PISA 2018 REPORT) ซึ่งจากการวิเคราะห์รายงานผล PISA 2015 ที่เน้นการประเมินทางด้านวิทยาศาสตร์ พบว่า คะแนนการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทย คือ 421 คะแนน ซึ่งอยู่ในช่วงลำดับที่ 51-57 และต่ำกว่าค่าเฉลี่ย OECD หนึ่งระดับ และอยู่ในกลุ่มล่างหรือกลุ่มที่มีผลการประเมินต่ำ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560)

จากผลการประเมินของโครงการ PISA ข้างต้น มีความสอดคล้องกับประสบการณ์การจัดการเรียนการสอนของผู้สอน นักเรียนมีความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ แต่ขาดความเข้าใจ และขาดการรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นเป้าหมายสำคัญของการจัดการเรียนการสอน ที่จะให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ดังบทสัมภาษณ์ของครูผู้สอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ จากการจัดการเรียนการสอนนักเรียนเรียนโรงเรียนบ้านดงเมืองจอกพบว่า นักเรียนขาดความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาในรายวิชาวิทยาศาสตร์ อาจเกิดจากการขาดความพร้อมในการเรียน ไม่มีการทบทวนเนื้อหาและไม่ทำความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียน ส่งผลให้นักเรียนขาดการนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันในบริบทต่าง ๆ ในบางเนื้อหาที่นักเรียนขาดความเข้าใจแล้ว ทำให้นักเรียนเกิดความคิดว่าเรื่องนี้น่ายาก ทำให้เกิดเจตคติที่ไม่ดีต่อวิทยาศาสตร์ได้ และจากทดสอบการประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ด้วยแบบทดสอบ PISA การรู้

วิทยาศาสตร์ ด้วยการประเมิน 3 สมรรถนะ เรื่องเกี่ยวกับปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยี อวกาศ 6 สถานการณ์ 20 คะแนน ทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เป็นกลุ่มเป้าหมาย งานวิจัยในครั้งนี้ พบว่า คะแนนการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนทุกคนมีคะแนนคิดเป็นร้อยละต่ำกว่า ร้อยละ 41 จะได้ว่าระดับการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ประจำปี การศึกษา 2565 มีระดับการรู้วิทยาศาสตร์อยู่ในระดับต่ำ

จากการศึกษาสภาพการจัดการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์ โรงเรียนบ้านดงเมืองจอก อำเภอ อาจสามารถ จังหวัดร้อยเอ็ด สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาร้อยเอ็ด เขต 2 พบว่า ในการ จัดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพไม่ได้เน้นให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติจริง ครูผู้สอนมุ่งเน้นการจัดการเรียน เรียนรู้ที่ส่งเสริมการท่องจำและจดเนื้อหาลงในสมุด และไม่ส่งเสริมให้นักเรียนได้แสวงหาความรู้ด้วย ตนเอง ส่งผลให้ผู้เรียนขาดสมรรถนะของการรู้วิทยาศาสตร์ตามผลการทดสอบข้างต้น แสดงให้เห็นว่า นักเรียนควรได้รับการพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ให้อยู่ระดับสูงขึ้น ซึ่งการจัดการเรียนรู้ข้างต้นยังไม่ ตอบสนองต่อการพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์เท่าที่ควร ผู้สอนจำเป็นต้องศึกษาทำความเข้าใจใน กระบวนการเรียนรู้ต่าง ๆ เพื่อให้สามารถเลือกใช้การจัดการกระบวนการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (ประสาธน์ เนืองเฉลิม, 2558) ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการปรับเปลี่ยนรูปแบบการจัดการเรียนรู้ เพื่อ ส่งเสริมให้นักเรียนได้พัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์

การเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนมีบทบาทโดยตรงในกระบวนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งผู้เรียน เป็นผู้ที่ลงมือค้นคว้า สำรวจตรวจสอบ เก็บข้อมูลเพื่อหาประโยชน์ เพื่อบริการ นำไปสู่การ อธิบายและลงข้อสรุปเป็นองค์ความรู้ หลักการ หรือแนวคิด ซึ่งกระบวนการดังกล่าวเป็นกระบวนการ ทำงานของนักวิทยาศาสตร์ที่เกิดการคิดเป็น ทำเป็นและแก้ปัญหาเป็น สอดคล้องกับธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์ที่ไม่ได้ประกอบแค่องค์ความรู้ แต่วิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการของการแสวงหาเหตุและ ผล ดังนั้นการเรียนการสอนจึงเน้นกระบวนการเป็นหัวใจสำคัญให้ผู้เรียนเป็นผู้ที่มีบทบาทในการหา ความรู้ มีจุดมุ่งหมายให้ผู้เรียนได้มีวิธีการคิดแบบนักวิทยาศาสตร์ ผู้เรียนจะได้ทั้งความรู้ทาง วิทยาศาสตร์และทักษะในกระบวนการได้มาซึ่งความรู้ รวมทั้งได้พัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ด้วย (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555a)

การจัดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพมุ่งเน้นให้นักเรียนได้สร้างความรู้ด้วยตนเองผ่าน กระบวนการสืบเสาะวิทยาศาสตร์ (Abd-El-Khalick et al., 2004) ทั้งนี้เพื่อให้นักเรียนได้พัฒนา ตนเองหลายด้านไปพร้อมกัน ทั้งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จิต วิทยาศาสตร์ และเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ (Bureau of Academic Affairs and Educational Standards, 2010) ผลการเรียนรู้เหล่านี้เป็นพื้นฐานสำหรับนักเรียนในการดำรงชีวิตและประกอบ อาชีพในอนาคต (Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD], 2013) ด้วยเหตุนี้หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 จึงกำหนดให้การสืบเสาะทาง

วิทยาศาสตร์เป็นแนวทางหลักในการจัดการสอนวิทยาศาสตร์ (Bureau of Academic Affairs and Educational Standards, 2010) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับขั้นตอนการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ลงมือค้นคว้าหาคำตอบและนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้ ช่วยให้นักเรียนเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Abd-El-Khalick et al., 2004; Lederman et al., 2002)

ผู้วิจัยได้ศึกษาปัญหาในการสอนรายวิชาวิทยาศาสตร์ คือ ความเป็นนามธรรมที่ไม่เห็นภาพชัดเจนในบางเนื้อหา นักเรียนจะต้องใช้จินตนาการในเนื้อหานั้น ๆ นอกจากนั้นผู้วิจัยยังได้วิเคราะห์เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และบันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ พบว่า นักเรียนขาดความรู้ความเข้าใจในเนื้อหา เนื้อหามีความเป็นนามธรรม ผู้เรียนไม่สามารถเห็นของจริงได้จะต้องใช้จินตนาการในการเรียนรู้ ความเข้าใจในเนื้อหาอาจคลาดเคลื่อน การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ยังมีข้อจำกัดสำหรับเนื้อหา วิทยาศาสตร์บางเรื่องที่เป็นการจัดกิจกรรมการทดลองที่สังเกตยาก อาจเกิดอันตรายหรือกรณีอุปกรณ์ทดลองมีราคาสูง ตลอดจนเป็นการสังเกตสิ่งที่มีขนาดเล็กระดับจุลภาคไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า (Edison, 2011; Kasetsart University, 2004; Malithong, 2005; Sungong, 2004)

ปัจจุบันมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วในทุกมิติ ทั้งสังคม เศรษฐกิจ การเมือง และเทคโนโลยี มีผลทำให้ประเทศต่าง ๆ มีความเชื่อมโยงระหว่างกันและกันมากขึ้น โลกที่เคยกว้างใหญ่กลับเล็กลง ด้วยอำนาจของเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารคมนาคมที่ก้าวไปอย่างไม่หยุดยั้ง ประชาคมโลกไม่ว่าอยู่ส่วนใดของโลกสามารถรับรู้ เรียนรู้ และส่งอิทธิพลถึงกันและกันได้อย่างรวดเร็ว จนมีคำกล่าวว่า ปัจจุบันเรากำลังอยู่ในสังคมโลกไร้พรมแดน (พรหมพิลาศ กุลดิลก, 2560) เทคโนโลยีมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงทางด้านการศึกษา รวมทั้งการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อให้สอดคล้องกับการศึกษาในศตวรรษที่ 21 และสมรรถนะผู้เรียน การจัดการเรียนการสอนจะต้องนำเทคโนโลยีมาบูรณาการการกับเรียนการสอนในเนื้อหา เพื่อลดความเป็นนามธรรมและเพิ่มความเป็นรูปธรรม นำไปสู่ความเข้าใจมากขึ้นของนักเรียน ดังนั้นการบูรณาการระหว่างเทคโนโลยี วิธีการสอน และเนื้อหาสาระที่สอน หรือ Technological Pedagogical and Content Knowledge (TPACK) เข้าด้วยกันจึงเป็นสิ่งที่สำคัญมากในการเรียนการสอน (ลิลลา อุดุลยศาสตร์, 2561) ซึ่งมีชราและโคเลอร์ (Mishra & Koehler, 2006) ได้เสนอแนวคิด TPCK เป็นแนวคิดในการบูรณาการเนื้อหาเทคโนโลยี (Technology) เข้ากับกระบวนการจัดการเรียนการสอน (Pedagogy) กับ เนื้อหา (Content) และความรู้ (Knowledge) เพิ่มเติมเข้าด้วยกันเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้รอบด้านได้เป็นอย่างดี อีกทั้งช่วยให้ครูสามารถพัฒนาบทเรียนที่เหมาะสมกับบริบทของห้องเรียนและแนวทางการสอนผ่านเทคโนโลยี ซึ่งเป็นพื้นฐานของการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพด้วยเทคโนโลยี เทคนิคการสอน หรือการจัดการห้องเรียน เนื้อหาและบริบทที่นำมาสู่ความเข้าใจของนักเรียน เพื่อสร้างการเรียนรู้ที่

เหมาะสมของนักเรียนในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 (Koehler & Mishra, 2009) การจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ได้นำแนวคิด ทีแพค (TPACK) ของโคเลอร์และมิชรา (Koehler et al., 2014) เป็นแนวคิดที่เกิดจากการบูรณาการระหว่างเทคโนโลยีใช้แอปพลิเคชันและเว็บไซต์ต่าง ๆ วิธีการสอนวิทยาศาสตร์ ด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555b) และเนื้อหาสาระ เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศเข้าด้วยกัน เป็นฐานของการเรียนการสอนด้วยเทคโนโลยีที่อาศัยความเข้าใจในการนำเสนอแนวคิดของวิทยาศาสตร์โดยใช้เทคโนโลยี เพื่อให้ให้นักเรียนเกิดองค์ความรู้ในชั้นเรียนได้

จากหลักการและเหตุผลข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจการพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ด้วยกระบวนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามกรอบแนวคิดการบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) นำมาใช้ในการเรียนการสอนรายวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565

2. ความมุ่งหมายการวิจัย

เพื่อศึกษาผลการพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ด้วยกระบวนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามกรอบแนวคิดการบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

3. ขอบเขตการวิจัย

3.1 กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนที่กำลังศึกษาอยู่ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนบ้านดงเมืองจอก ตำบลบ้านดู่ อำเภอบางบาล จังหวัดร้อยเอ็ด สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาร้อยเอ็ด เขต 2 จำนวน 18 คน

3.2 เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นเนื้อหาในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนบ้านดงเมืองจอก อำเภอบางบาล จังหวัดร้อยเอ็ด

3.3 ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ดำเนินการในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 ระยะเวลาที่ใช้ในการดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งสิ้น จำนวน 12 ชั่วโมง (ไม่รวมเวลาในการทดสอบย่อยท้ายวงจร 2 วงจร)

3.4 ตัวแปรที่ศึกษา

การรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบไปด้วย 1) การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ 2) การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 3) การแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์

4. นิยามศัพท์เฉพาะ

4.1 กระบวนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หมายถึง การจัดการกระบวนการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศด้วยการจัดการกระบวนการเรียนรู้รูปแบบการสืบเสาะความรู้ 5 ขั้น มีรายละเอียดดังนี้

4.1.1 ขั้นสร้างความสนใจ เป็นขั้นที่กระตุ้นความสนใจให้กับนักเรียนเกิดความสนใจในเรื่องที่จะศึกษา ชี้นำประเด็นที่น่าสนใจ ประเด็นปัญหา การทบทวนความรู้เดิม รวมทั้งเป้าหมายในการทำกิจกรรม เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ เพื่อนำไปสู่การศึกษาหาคำตอบในขั้นต่อไป

4.1.2 ขั้นสำรวจและค้นคว้า ขั้นที่นำประเด็นที่น่าสนใจ ประเด็นปัญหา หรือคำถามมาศึกษาแนวทางในการแก้ไขปัญหาและหาคำตอบเรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ ซึ่งผู้เรียนจะวางแผน หาคำตอบ และลงปฏิบัติหาคำตอบด้วยตนเอง อาจจะเป็นกิจกรรมกลุ่มหรือเดี่ยวก็ได้

4.1.3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป เปิดโอกาสให้นักเรียนได้นำเสนอในสิ่งที่ได้สำรวจและค้นคว้ามามีเกี่ยวกับเรื่องปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ เพื่ออภิปรายและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกัน และลงข้อสรุปในเรื่องที่ศึกษา

4.1.4 ขั้นขยายความรู้ เป็นขั้นที่ให้นักเรียนได้เชื่อมโยงความรู้ที่ได้จากการอธิบายและลงข้อสรุปกับความรู้เดิมมาประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ หรือสถานการณ์ในชีวิตประจำวันเกี่ยวกับเรื่องปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ

4.1.5 ขั้นประเมินผล เป็นขั้นการประเมินความรู้ ความเข้าใจตามมาตรฐานการเรียนรู้ในเรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ

4.2 การบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) หมายถึง การบูรณาการใช้สื่อวัตกรรมการเทคโนโลยีให้มีความสอดคล้องกับวิธีการสอนวิทยาศาสตร์ และเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ เป็นฐานของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ด้วยเทคโนโลยีที่อาศัยความเข้าใจในการนำเสนอแนวคิดของวิทยาศาสตร์โดยใช้เทคโนโลยี มีองค์ประกอบความรู้ 3 ด้าน มีความสัมพันธ์กัน 7 ประการ ดังนี้

4.2.1 ความรู้ด้านเนื้อหา (Content Knowledge, CK) คือ ความรู้ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

4.2.2 ความรู้ด้านการสอน (Pedagogical Knowledge, PK) คือ ความรู้ในกระบวนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) การใช้สื่อการสอนวิทยาศาสตร์ เรื่องปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ จิตวิทยาในการสอนการเสริมแรงของสกินเนอร์ และการวัดประเมินผลของผู้เรียน

4.2.3 ความรู้ด้านเทคโนโลยี (Technological Knowledge, TK) คือ ความรู้ในการใช้เทคโนโลยีที่ใช้ iPad, MacBook, PowerPoint, Google, แอปพลิเคชัน Explorer, แอปพลิเคชัน Goodnote, แอปพลิเคชัน NASA, แอปพลิเคชัน Padlet, แอปพลิเคชัน Solar walk, แอปพลิเคชัน Star walk, แอปพลิเคชัน XMind, เว็บไซต์ liveworksheets, เว็บไซต์ PhET, เว็บไซต์ Polleverywhere, แอปพลิเคชันน้ำขึ้นน้ำลง, แอปพลิเคชัน Moon, QR CODE และแอปพลิเคชัน Spin

4.2.4 ความรู้เทคโนโลยีเฉพาะการสอน (Technological Pedagogical Knowledge, TPK) คือ การบูรณาการความรู้ในการใช้เทคโนโลยีร่วมกับความรู้ด้านการสอน เป็นการนำเทคโนโลยีมาใช้ในกระบวนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยรูปแบบการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น

4.2.5 ความรู้เทคโนโลยีเฉพาะสาระเนื้อหา (Technological Content Knowledge, TCK) คือ การบูรณาการความรู้ในการใช้เทคโนโลยีร่วมกับความรู้เรื่องปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศไปออกแบบในแอปพลิเคชันและเว็บไซต์

4.2.6 ความรู้การสอนเฉพาะเนื้อหา (Pedagogical Content Knowledge, PCK) คือ การบูรณาการความรู้ของเรื่องปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศไปใช้ในกระบวนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยรูปแบบการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น

4.2.7 ความรู้แบบบูรณาการเทคโนโลยี การสอนและเนื้อหา (Technological Pedagogical Content Knowledge, TPACK) คือ การบูรณาการสื่อเทคโนโลยีมาใช้ในกระบวนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยรูปแบบการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น เรื่องปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ

4.3 กระบวนการจัดการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์ตามกรอบแนวคิดการบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) หมายถึง กระบวนการจัดการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์ การบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะสอดแทรกเข้าไปในขั้นตอนการจัดการเรียนรู้การสืบเสาะหาความรู้ทั้ง 5 ขั้น คือ ขั้นสร้างความสนใจ ขั้นสำรวจและค้นหา ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป ขั้นขยายความรู้ และขั้นประเมิน

4.3.1 ขั้นสร้างความสนใจ เป็นขั้นที่กระตุ้นความสนใจให้กับผู้เรียนเกิดความสนใจในเรื่องที่จะศึกษา ชี้นำประเด็นที่น่าสนใจด้วยการจำลองสถานการณ์ โดยใช้แอปพลิเคชัน Explorer, แอปพลิเคชัน Solar walk, แอปพลิเคชัน Moon, แอปพลิเคชันน้ำขึ้นน้ำลง และแอปพลิเคชัน Star walk ตั้งคำถามให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น ด้วยเว็บไซต์ Liveworksheets และเว็บไซต์ Polleverywhere ทบทวนความรู้เดิม ด้วยแอปพลิเคชัน XMind รวมทั้งเป้าหมายในการทำกิจกรรม เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ เพื่อนำไปสู่การศึกษาหาคำตอบในขั้นต่อไป

4.3.2 ขั้นสำรวจและค้นหา ขั้นที่นำประเด็นที่น่าสนใจ ประเด็นปัญหา หรือคำถามมาศึกษาแนวทางในการแก้ไขปัญหาและหาคำตอบเรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ ซึ่งผู้เรียนจะวางแผน หาคำตอบ และลงปฏิบัติหาคำตอบด้วยตนเอง สืบค้นในหนังสือเรียน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มัธยมศึกษาปีที่ 3, ใน Google, แอปพลิเคชัน Solar walk, แอปพลิเคชันน้ำขึ้นน้ำลง, แอปพลิเคชัน Star walk, แอปพลิเคชัน NASA และสแกน QR Code เพื่อศึกษาเนื้อหา อาจจะเป็นกิจกรรมกลุ่มหรือเดี่ยวก็ได้ จากนั้นตรวจสอบข้อมูล อภิปรายและลงข้อสรุปในรูปแบบบันทึกกิจกรรมและแอปพลิเคชัน Padlet

4.3.3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้นำเสนอในสิ่งที่ได้สำรวจและค้นคว้ามาเกี่ยวกับเรื่องปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ เพื่ออภิปรายและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกัน และลงข้อสรุปในเรื่องที่ศึกษา โดยครูเป็นผู้อำนวยความสะดวก ใช้แอปพลิเคชัน Explorer เว็บไซต์ PhET เป็นการจำลองสถานการณ์ให้นักเรียนได้เห็นภาพมากขึ้น ใช้ PowerPoint และแอปพลิเคชัน Goodnote ประกอบการลงข้อสรุป

4.3.4 ขั้นขยายความรู้ เป็นขั้นที่ให้ผู้เรียนได้เชื่อมโยงความรู้ที่ได้จากการอธิบายและลงข้อสรุปกับความรู้เดิมมาประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ หรือสถานการณ์ในชีวิตประจำวันเกี่ยวกับเรื่องปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ ด้วยแอปพลิเคชัน Padlet และเว็บไซต์ Liveworksheets อีกทั้งนักเรียนซักถามเนื้อหาเกี่ยวกับเรื่องที่ได้อภิปรายและลงข้อสรุป ด้วย PowerPoint

4.3.5 ขั้นประเมิน เป็นขั้นการประเมินความรู้ ความเข้าใจตามมาตรฐานการเรียนรู้ในเรื่องปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ ประเมินด้วย เว็บไซต์ Liveworksheets แอปพลิเคชัน Padlet แบบสังเกตการรู้วิทยาศาสตร์ และบันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้

4.4 การรู้วิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการนำความรู้ที่เกี่ยวข้องกับเรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศมาประยุกต์ใช้ในบริบทต่าง ๆ ต้องใช้สมรรถนะเพื่อให้เกิดความสามารถนั้น การประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ประเมินด้วยสมรรถนะ 3 สมรรถนะดังต่อไปนี้

4.4.1 การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้เรื่องปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศไปใช้ในการสร้างคำอธิบายหรือพยากรณ์การเปลี่ยนแปลง และให้เหตุผลที่สมเหตุสมผลเกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ แล้วสามารถระบุใช้ และสร้างแบบจำลอง อีกทั้งเสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการอธิบาย

4.4.2 การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการระบุปัญหาที่จะศึกษาในเรื่องปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ สามารถแยกแยะปัญหาหรือคำถามที่ตรวจสอบได้ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เสนอและประเมินวิธีการตรวจสอบปัญหาเกี่ยวกับระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ และประเมินวิธีการต่าง ๆ ในการยืนยันความเชื่อถือของข้อมูล

4.4.3 การแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการวิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลเรื่องปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ ที่นำเสนอจากรูปแบบหนึ่งเป็นรูปแบบอื่น แล้วลงข้อสรุป สามารถระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยาน และประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

4.5 ผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หมายถึง ผลของการวัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่จัดการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์ตามกรอบแนวคิดการบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) เรื่องปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีรายละเอียดดังนี้

4.5.1 ผลการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หมายถึง ผลของการวัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยแบบสังเกตการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย การสังเกตพฤติกรรมการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 ตัวบ่งชี้ การสังเกตพฤติกรรมการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 4 ตัวบ่งชี้ และการสังเกตพฤติกรรมการแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 ตัวบ่งชี้ รวม 10 ตัวบ่งชี้ 20 คะแนน

4.5.2 ผลการทดสอบการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หมายถึง ผลของการวัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยแบบทดสอบการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ จำนวน 2 ชุด แต่ละชุดแบบทดสอบประกอบด้วย ข้อสอบการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ จำนวน 4 ข้อ ข้อสอบการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 ข้อ และข้อสอบการแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 ข้อ รวมทั้งหมด 10 ข้อ 10 คะแนน

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับการพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ด้วยกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามกรอบแนวคิดการบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. การรู้วิทยาศาสตร์
2. กระบวนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยรูปแบบสืบเสาะความรู้ 5 ขั้น
3. การบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK)
4. กระบวนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดการบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK)
5. บริบทโรงเรียนบ้านดงเมืองจอก
6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. การรู้วิทยาศาสตร์

1.1 ความหมายของการรู้วิทยาศาสตร์

Programme for International Student Assessment (2006 อ้างถึงใน Bybee et al., 2009) ให้ความหมายการรู้วิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เพื่อการระบุดำถามทางวิทยาศาสตร์ การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ในการหาข้อสรุป และ การใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะทำความเข้าใจและช่วยในการตัดสินใจเกี่ยวกับธรรมชาติของโลกและการเปลี่ยนแปลงสิ่งต่าง ๆ ผ่านกิจกรรมของมนุษย์

Hurd (1958) เขียนบทความที่ชื่อว่า “Scientific Literacy: Its Meaning for America Schools” โดยเขาอธิบายว่า ความรอบรู้เชิงวิทยาศาสตร์ เป็นความเข้าใจเรื่องของวิทยาศาสตร์ และการประยุกต์ใช้ในแต่ละสังคม

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2560) ได้ให้ความหมายการรู้วิทยาศาสตร์ คือ ความสามารถในการสื่อสารในการเชื่อมโยงสิ่งต่าง ๆ เข้ากับประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างไตร่ตรอง

Organization for Economic Co-operation and Development (2019b) กล่าวว่า ความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ (Scientific literacy) คือ ความสามารถในการเชื่อมโยงสิ่งต่างๆ เข้า

กับประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ และแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีวิจารณญาณ โดยบุคคลที่ได้ชื่อว่ามีคามฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ (Scientifically literate person) คือผู้ที่สามารถสื่อสารหรือโต้แย้งในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างเป็นเหตุเป็นผล ซึ่งบุคคลนั้นจำเป็นต้องมีความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการแปลความหมาย ข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์

จากความหมายของการรู้วิทยาศาสตร์ข้างต้น ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า “การรู้วิทยาศาสตร์” คือ ความสามารถของบุคคลในการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่องใดเรื่องหนึ่งมาประยุกต์ในสถานการณ์ในชีวิตที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีผลมาจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ซึ่งสามารถอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการแปลความหมาย ข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์

1.2 ลักษณะบุคคลที่รู้วิทยาศาสตร์

United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (1993 อ้างถึงใน Holbrook & Rannikmae, 2009) กล่าวว่า บุคคลที่รู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คือ บุคคลที่สามารถทำหน้าที่ภายในสังคมได้เหมือนนักวิทยาศาสตร์

National Science Teachers Association (1991 อ้างถึงใน Holbrook & Rannikmae, 2009) ให้นิยามของผู้ที่รู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คือ ผู้ที่มีความรู้ความสามารถทางปัญญา (Intellectual) สหวิทยาการ (Interdisciplinary) และคุณลักษณะอื่น ๆ คือ เจตคติต่อวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (Attitudinal) รวมถึงสังคม (Societal) ดังนี้

ความสามารถทางปัญญา ประกอบด้วย

- 1) ใช้แนวคิดของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และคุณค่าทางจริยธรรมมาใช้ เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันและการตัดสินใจรับผิดชอบในการทำงานและการพักผ่อน
- 2) ค้นหา รวบรวม วิเคราะห์และประเมินแหล่งข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี และใช้แหล่งข้อมูลเหล่านั้นในการแก้ปัญหา การตัดสินใจ และการลงมือปฏิบัติ
- 3) แยกความแตกต่างระหว่างหลักฐานทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกับความคิดเห็นส่วนตัว และระหว่างข้อมูลที่น่าเชื่อถือและไม่น่าเชื่อถือ
- 4) การอธิบายของปรากฏการณ์ทางธรรมชาติจากการทดสอบที่ถูกต้อง
- 5) ใช้ความสงสัย เลือกวิธีการตรวจสอบ การใช้เหตุผลและความคิดสร้างสรรค์ในการสังเกตจักรวาล

6) สามารถตัดสินใจและลงมือปฏิบัติโดยใช้การโต้แย้งด้วยเหตุผลตามพยานหลักฐานที่มีอยู่

7) วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม เจตคติ ประกอบด้วย

- 1) แสดงความอยากรู้อยากเห็นเกี่ยวกับการกระทำของธรรมชาติและมนุษย์
- 2) เห็นคุณค่าของการวิจัยทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีต่อการแก้ปัญหา
- 3) เปิดรับพยานหลักฐานใหม่ ๆ และการทดลองเพื่อความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

4) มีส่วนร่วมในการอภิปรายเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังคม ประกอบด้วย

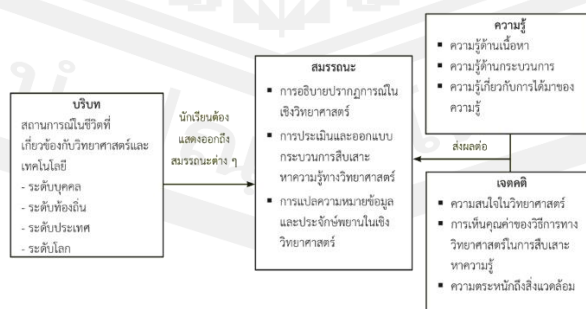
- 1) ยอมรับว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเกิดจากความพยายามของมนุษย์
- 2) ให้ความสำคัญในการพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
- 3) ตระหนักถึงข้อดีและข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการประยุกต์ใช้เพื่อความอยู่ดีกินดีของมนุษย์
- 4) มีส่วนร่วมในความรับผิดชอบส่วนบุคคล และการกระทำของส่วนร่วมหลังจากได้ตัดสินใจเลือกโอกาสที่เป็นไปได้

สหวิทยาการ ประกอบด้วย

- 1) เชื่อมโยงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสู่งานด้านอื่น เช่น ประวัติศาสตร์ คณิตศาสตร์ ศิลปะและสังคมศาสตร์
- 2) พิจารณาด้านการเมืองด้านเศรษฐกิจคุณธรรมและจริยธรรมในมุมมองของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องในระดับบุคคลและระดับสังคม

1.3 กรอบโครงสร้างการประเมินการรู้วิทยาศาสตร์

กรอบการประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ PISA 2015 มีดังนี้



ภาพ 1 แสดงองค์ประกอบกรอบการประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ PISA 2015

ที่มา: นันทวัน นันทวนิช, 2557

การประเมินการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ประกอบด้วยสี่องค์ประกอบ ได้แก่ 1) บริบท ประกอบด้วยสถานการณ์ในชีวิตประจำวันที่มีความเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2) สมรรถนะ ประกอบด้วยสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ สมรรถนะการประเมินและออกแบบการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และสมรรถนะการแปลความหมาย ข้อมูลและประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ 3) ความรู้ ประกอบด้วย ความรู้ด้านเนื้อหา ความรู้ด้าน กระบวนการ และความรู้เกี่ยวกับการได้มาของความรู้ และ 4) เจตคติ ประกอบด้วยความสนใจใน วิทยาศาสตร์ การเห็นคุณค่าของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ และความตระหนัก ถึงสิ่งแวดล้อม ซึ่งจะมีการวัดแยกออกจากองค์ประกอบ 3 ข้อแรก เมื่อพิจารณาจะพบว่าองค์ประกอบ เหล่านี้มีความสัมพันธ์กัน กล่าวคือ แบบทดสอบของ PISA อยู่ในรูปแบบสถานการณ์ที่หลากหลายใน ชีวิตจริงและเกี่ยวข้องกับระดับบุคคล ท้องถิ่น ประเทศ หรือสถานการณ์ของโลก นักเรียนต้องใช้ สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ทุกด้านเพื่อแก้ปัญหาในการตอบคำถามอย่างสมเหตุสมผล ซึ่งการ แก้ปัญหาก็ทำได้ดีเพียงใดขึ้นอยู่กับความรู้และเจตคติของตนเอง

1.3.1 บริบท คือ สภาพแวดล้อมหรือสถานการณ์ โดย PISA 2015 ได้ทำการประเมินความรู้ ทางวิทยาศาสตร์ที่สำคัญ โดยการใช้บริบทในการสร้างปัญหาและทางเลือกที่มีความเกี่ยวข้องกับ หลักสูตรวิทยาศาสตร์ศึกษาของประเทศผู้เข้าร่วม ทั้งนี้ในการประเมินยังต้องการหลักฐานที่แสดง ความสำเร็จในการใช้การรู้วิทยาศาสตร์ในสถานการณ์ที่สำคัญ ซึ่งสะท้อนในรูปของบริบทต่าง ๆ ได้แก่ บริบทระดับบุคคล ระดับท้องถิ่น ระดับประเทศ และระดับโลก และมีความสอดคล้องกับสถานการณ์ ในชีวิตประจำวันที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ตาราง 1 แสดงกรอบบริบทสำหรับการประเมินการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนว PISA 2015

รายการ	ระดับบุคคล	ระดับท้องถิ่นหรือประเทศ	ระดับโลก
สุขภาพและโรคภัยไข้เจ็บ	การรักษาสุขภาพ การเกิดอุบัติเหตุ และโภชนาการ	การควบคุมโรคติดต่อ การเลือกบริโภคอาหาร และสุขาภิบาลชุมชน	โรคระบาด และการแพร่กระจายการติดเชื้อ
ทรัพยากรธรรมชาติ	การใช้ทรัพยากร และพลังงานส่วนบุคคล	การฟื้นฟูทรัพยากร มนุษย์ คุณภาพชีวิต ความปลอดภัย พลังงาน สำนอง การผลิตและการกระจายอาหาร	ทรัพยากรธรรมชาติที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้และไม่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ การเติบโตของประชากร และความยั่งยืนทางชีวภาพ

รายการ	ระดับบุคคล	ระดับท้องถิ่นหรือประเทศ	ระดับโลก
คุณภาพ สิ่งแวดล้อม	การกระทำที่เป็น มิตรต่อ สิ่งแวดล้อม การ ใช้และการกำจัด วัสดุของใช้ต่าง ๆ	การกระจายตัวของ ประชากร การบำบัด ของเสีย และผลกระทบ ด้านสิ่งแวดล้อม	ความหลากหลายทางชีวภาพ ความยั่งยืนของระบบนิเวศ การควบคุมมลพิษ การสร้าง และสูญเสียดินหรือมวล ชีวภาพ
สารอันตราย	การประเมิน ความเสี่ยงจาก การดำเนินชีวิต	การเปลี่ยนแปลงที่ เกิดขึ้นกระทันหันอย่าง ช้า ๆ และกระบวนการ เปลี่ยนแปลง	สภาวะอากาศเปลี่ยนแปลง และผลกระทบจากการ ติดต่อสื่อสารสมัยใหม่
ขอบเขตความรู้ทาง วิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยี	มุมมองทาง วิทยาศาสตร์ที่มี ต่องานอดิเรก เทคโนโลยีส่วนบุคคล เพลง และ กีฬา	วัสดุชนิดใหม่ เครื่องมือ และกระบวนการ ปรับปรุงพันธุกรรม เทคโนโลยีสุขภาพ และ การคมนาคม	การสูญพันธุ์ การค้นพบด้าน อวกาศ จุดกำเนิดและ โครงสร้างของจักรวาล

ที่มา: The Organization for Economic Co-operation and Development, 2013

1.3.2 สมรรถนะ คือ ความสามารถในการทำบางสิ่งบางอย่าง ทั้งนี้กรอบการวัดการรู้
วิทยาศาสตร์ได้จำแนกสมรรถนะ แบ่งเป็น 3 สมรรถนะ ได้แก่ 1) สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์
ในเชิงวิทยาศาสตร์ 2) การประเมินและออกแบบการประเมินและสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์
3) การแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ สำหรับองค์ประกอบของแต่ละ
สมรรถนะสามารถแสดงดังตาราง 2 กรอบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของ PISA 2015

ตาราง 2 แสดงกรอบการรู้วิทยาศาสตร์ของ PISA 2015

การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์

1. ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการสร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล
2. ระบุ ใช้ และสร้างแบบจำลองเพื่อใช้ในการอธิบายและเป็นตัวอย่าง
3. เสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการอธิบาย
4. พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์ และให้เหตุผลที่สมเหตุสมผล

5. อธิบายถึงศักยภาพของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้ในสังคม

การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

1. ระบุปัญหาที่ต้องการสำรวจในการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้
 2. แยกแยะได้ว่าประเด็นปัญหาหรือคำถามใดสามารถตรวจสอบได้ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 3. เสนอวิธีการสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้
 4. ประเมินวิธีการสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้
 5. บรรยายและประเมินวิธีการต่าง ๆ ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการยืนยันความน่าเชื่อถือของข้อมูลความเป็นกลาง และการสรุปอ้างอิงจากคำอธิบาย
-

การแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์

1. แปลงข้อมูลที่น่าเสนอจากรูปแบบหนึ่งไปสู่รูปแบบอื่น
 2. วิเคราะห์และแปลความหมายของข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ แล้วลงข้อสรุป
 3. ระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยาน และเหตุผลในเรื่องที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์
 4. แยกแยะข้อโต้แย้งที่มาจากและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์กับที่มาจากการพิจารณาจากสิ่งอื่น
 5. ประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ และประจักษ์พยานจากแหล่งที่มาที่หลากหลาย
-

ที่มา: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555b

องค์กรเพื่อความร่วมมือและพัฒนาทางเศรษฐกิจ (The Organization for Economic Co-operation and Development, 2013b) ได้ให้รายละเอียดไว้ดังนี้

1.3.2.1 สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ นักเรียนต้องจำเนื้อหาที่เหมาะสมกับบริบทได้ แล้วนำไปใช้ในการตีความและให้คำอธิบายในปรากฏการณ์ที่สนใจ ความรู้สามารถถูกนำไปใช้ในการสร้างสมมติฐานในกรณีความรู้หรือข้อมูลไม่เพียงพอ คนที่มีการรู้วิทยาศาสตร์ควรจะสร้างแบบจำลอง เพื่อใช้เป็นตัวแทนในการสร้างคำอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน เช่น เตาอบไมโครเวฟทำงานได้อย่างไร สมรรถนะนี้รวมถึงความสามารถในการอธิบายหรือตีความปรากฏการณ์และทำนายการเปลี่ยนแปลงที่เป็นไปได้ นอกจากนี้ยังอาจหมายถึงการรับรู้ การระบุ การบรรยาย การอธิบาย และการทำนาย

1.3.2.2 สมรรถนะการประเมินและออกแบบการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนต้องประเมินรายงานการค้นพบและการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งต้องอาศัยความสามารถในการแยกแยะประเด็นทางวิทยาศาสตร์หรือการรับรู้คำถามที่สามารถสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ได้ ภายใต้บริบทที่กำหนด สมรรถนะนี้ต้องการความรู้เกี่ยวกับคุณสมบัติที่สำคัญใน

การสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้นจึงต้องมีความสามารถในการประเมินคุณภาพของข้อมูล ที่ขึ้นอยู่กับความรู้ข้อมูล ซึ่งอาจไม่ถูกต้องอย่างสมบูรณ์เสมอไป ผู้ที่มีความรู้วิทยาศาสตร์ควรที่จะ ตระหนักถึงความสำคัญของงานวิจัยในการตัดสินคุณค่าของการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ความรู้เป็นสิ่งสำคัญที่ใช้ในการทำงานและตัดสินผลลัพธ์ที่เป็นไปได้

1.3.2.3 สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ ผู้ ที่มีความรู้วิทยาศาสตร์จะต้องสามารถตีความและทำความเข้าใจกับรูปแบบพื้นฐานของข้อมูลทาง วิทยาศาสตร์รวมถึงหลักฐานที่ใช้ในการกล่าวอ้างและลงข้อสรุป การแสดงออกของผู้ที่มีสมรรถนะ จำเป็นต้องใช้ความรู้ทั้ง 3 ด้าน สมรรถนะดังกล่าวรวมไปถึงความสามารถในการเข้าถึงข้อมูลทาง วิทยาศาสตร์ การสร้างสรรค์ การประเมินข้อโต้แย้ง และการสรุปความบนพื้นฐานของประจักษ์พยาน เชิงวิทยาศาสตร์ รวมถึงการประเมินตัวเลือกโดยใช้ประจักษ์พยานหลักฐาน และระบุสมมติฐานในการ เข้าถึงข้อสรุป

1.3.3 ความรู้ เป็นอีกหนึ่งองค์ประกอบสำคัญของ PISA เนื่องจากองค์ประกอบที่สำคัญต่อ การแสดงสมรรถนะของนักเรียน นักเรียนจะแสดงสมรรถนะได้ดีขึ้นกับความรู้ของนักเรียน จากกรอบ การรู้วิทยาศาสตร์ตามแนว PISA 2015 จะพบว่า มีการแบ่งความรู้ออกเป็น 3 ประเภท คือ ความรู้ ด้านเนื้อหา ความรู้ด้านกระบวนการ และความรู้เกี่ยวกับการได้มาของความรู้ ทั้งนี้สำหรับความรู้ด้าน เนื้อหา แบ่งเป็น 3 ส่วน คือ ระบบกายภาพ ระบบชีวภาพ และระบบโลกและอวกาศ สำหรับ รายละเอียดความรู้ด้านเนื้อหา มีรายละเอียดดังนี้

ตาราง 3 แสดงกรอบโครงสร้างความรู้ด้านเนื้อหาตามแนว PISA 2015

ระบบ	ความรู้ด้านเนื้อหาที่เกี่ยวข้อง
กายภาพ	โครงสร้างของสาร คุณสมบัติของสาร การเปลี่ยนแปลงทางเคมีของ สาร แรงและการเคลื่อนที่ อิทธิพลที่เกิดขึ้นระหว่างกันและกันของ วัตถุ 2 ชิ้น พลังงานและการถ่ายเทพลังงาน ความสัมพันธ์ระหว่าง สารและพลังงาน
ชีวภาพ	เซลล์ มโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งมีชีวิต มนุษย์ ประชากร ระบบนิเวศ และชีวภาค
ระบบโลกและอวกาศ	โครงสร้างของโลก พลังงานในระบบของโลก การเปลี่ยนแปลงระบบ โลก ประวัติของโลก โลกในอวกาศ ประวัติและการจัดจักรวาล รวมถึงประวัติของจักรวาล

ที่มา: The Organization for Economic Co-operation and Development, 2013

สำหรับความรู้ด้านกระบวนการ เมื่อพิจารณาเป้าหมายพื้นฐานของวิทยาศาสตร์ พบว่า คือ การสร้างคำอธิบายให้กับสิ่งต่าง ๆ บนโลก สมมติฐานเป็นสิ่งที่ถูกสร้างขึ้นมาเป็นอันดับแรกแล้วถูกพัฒนาและทดสอบโดยการสืบเสาะหาความรู้เชิงประจักษ์

ตาราง 4 แสดงกรอบโครงสร้างความรู้ด้านกระบวนการตามแนว PISA 2015

ความรู้ด้านกระบวนการ

1. มโนทัศน์ของตัวแปรซึ่งรวมทั้งตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุม
2. มโนทัศน์ของการวัด เช่น การวัดเชิงปริมาณ (การวัด) การวัดเชิงคุณภาพ (การสังเกต) การใช้เครื่องมือวัด และการจำแนกหมวดหมู่ของตัวแปรต่อเนื่อง
3. วิธีการประเมินและการลดความคลาดเคลื่อน เช่น การทำซ้ำ และค่าเฉลี่ย
4. กลไกการยืนยันความถูกต้องและแม่นยำของข้อมูล
5. วิธีการพื้นฐานในการสรุปและนำเสนอโดยใช้ตาราง กราฟ แผนภูมิ และวิธีการอื่นที่เหมาะสม
6. การควบคุมตัวแปรและออกแบบการทดสอบหรือการใช้วิธีการสุ่ม เพื่อหลีกเลี่ยงข้อผิดพลาดและระบุเหตุผลที่มีความเป็นไปได้
7. ธรรมชาติในการตั้งคำถามเชิงวิทยาศาสตร์

ที่มา: The Organization for Economic Co-operation and Development, 2013

ความรู้เกี่ยวกับการได้มาของความรู้ เป็นความรู้ที่เกี่ยวกับโครงสร้างและการกำหนดคุณสมบัติที่จำเป็นในกระบวนการสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์และการตัดสินความรู้ทางวิทยาศาสตร์ รายละเอียดดังนี้

ตาราง 5 แสดงกรอบโครงสร้างความรู้เกี่ยวกับการได้มาของความรู้ตามแนว PISA 2015

ความรู้เกี่ยวกับการได้มาของความรู้

โครงสร้างและคุณสมบัติสำคัญของวิทยาศาสตร์ คือ

1. ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในการสังเกต ข้อเท็จจริง สมมติฐาน แบบจำลองและทฤษฎี
2. จุดประสงค์และเป้าหมายของวิทยาศาสตร์ (เพื่อสร้างคำอธิบายธรรมชาติของโลก) ที่แตกต่างจากเทคโนโลยี (สร้างวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมแก่ความต้องการมนุษย์) อะไรจัดว่าเป็นคำถามทางวิทยาศาสตร์ คำถามทางเทคโนโลยี และข้อมูลที่เหมาะสม
3. คุณค่าของวิทยาศาสตร์ เช่น ความมุ่งมั่นในการตีพิมพ์ ความเที่ยงตรงและไม่มีอคติ
4. ธรรมชาติของการใช้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เช่น อุปนัยและนิรนัย เป็นต้น

บทบาทของโครงสร้างและคุณสมบัติในการตัดสินใจที่สร้างขึ้นจากวิทยาศาสตร์

5. นักวิทยาศาสตร์สร้างข้อกล่าวอ้างจากข้อมูลและเหตุผลทางวิทยาศาสตร์
 6. รูปแบบการทำงานที่ต่างกันของการสืบเสาะหาความรู้เชิงประจักษ์ในการสร้างความรู้ที่เป็นเป้าหมาย และการออกแบบ
-

โครงสร้างและคุณสมบัติสำคัญของวิทยาศาสตร์ คือ

7. ความคาดเคลื่อนในการวัดส่งผลต่อความน่าเชื่อถือของความรู้ทางวิทยาศาสตร์
 8. การใช้งานและบทบาททางกายภาพ ระบบ แบบจำลองนามธรรม และขีดจำกัด
 9. บทบาทในการทำงานแบบร่วมมือ การวิจารณ์ และการตรวจสอบโดยเพื่อนช่วยสร้างความเชื่อมั่นให้แก่ข้อกล่าวอ้าง
 10. บทบาทของความรู้ทางวิทยาศาสตร์และความรู้รูปแบบอื่น ๆ ในการระบุและจัดการกับปัญหาที่เป็นประเด็นทางสังคมและเทคโนโลยี
-

ที่มา: The Organization for Economic Co-operation and Development, 2013

1.3.4 เจตคติ การวัดเจตคติ คือ การวัดความรู้สึกของนักเรียนที่มีต่อวิทยาศาสตร์ โดยทำการวัดการใช้แบบวัดเจตคติ ซึ่งแยกจากข้อสอบที่ใช้ในการวัดการรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับการทดสอบตาม PISA 2015 มีการวัดเจตคติของนักเรียน 3 ด้าน ได้แก่ 1) ความสนใจในวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2) ความตระหนักถึงสิ่งแวดล้อม และ 3) การเห็นคุณค่าของวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งเจตคติที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อม และการสืบเสาะหาความรู้ถือว่าเป็นสมรรถนะที่มีความสำคัญของแต่ละบุคคล

จากกรอบการประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่า การประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ ประเมินจากสมรรถนะที่นักเรียนแสดงออก ซึ่งต้องมีบริบทที่เป็นสถานการณ์ต่าง ๆ ให้นักเรียนใช้สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์เพื่อแก้ปัญหา การแก้ปัญหาได้ดีเพียงใดขึ้นกับความรู้และเจตคติของนักเรียน ในงานวิจัยนี้ใช้กรอบการประเมินตามกรอบของ PISA ประเมินสมรรถนะของนักเรียนว่าสามารถกระทำสิ่งต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการสร้างคำอธิบาย พยากรณ์การเปลี่ยนแปลง และให้เหตุผลที่สมเหตุสมผลเกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์วิทยาศาสตร์ แล้วสามารถระบุ ใช้ และสร้างแบบจำลอง อีกทั้งเสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการอธิบาย

2. สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการระบุปัญหาที่จะศึกษาในวิทยาศาสตร์ สามารถแยกแยะปัญหาหรือคำถามที่ตรวจสอบได้ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เสนอและประเมินวิธีการตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และประเมินวิธีการต่าง ๆ ในการยืนยันความเชื่อถือของข้อมูล

3. สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการวิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ที่นำเสนอจากรูปแบบหนึ่งเป็นรูปแบบอื่น แล้วลงข้อสรุป สามารถระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยาน และประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

2. กระบวนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์รูปแบบสืบเสาะความรู้ 5 ขั้น

2.1 ความหมายของการจัดเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ได้มีนักการศึกษาได้ให้ความหมาย ดังนี้

ภพ เลหาไพบูรณ์ (2542) กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นการสอนที่เน้นกระบวนการแสวงหาความรู้ที่จะช่วยให้นักเรียนค้นพบความรู้ด้วยตนเอง และมีประสบการณ์โดยตรง โดยครูผู้สอนมีหน้าที่เป็นผู้ช่วยหรืออำนวยความสะดวกให้นักเรียน

พิมพันธ์ เตชะคุปต์ (2544) ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ว่า เป็นการจัดการเรียนการสอนโดยให้นักเรียนเป็นผู้ค้นคว้าความรู้ หรือสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดคนที่ครูทำหน้าที่เป็นผู้อำนวยความสะดวก เพื่อให้นักเรียนบรรลุเป้าหมาย ซึ่งวิธีการเรียนการสอนแบบสืบเสาะนี้ เป็นการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

สุวิทย์ มูลคำ และ อรทัย มูลคำ (2545) ให้ความหมายการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการฝึกให้ผู้เรียนรู้จักศึกษาค้นคว้าหาความรู้ โดยผู้สอนตั้งคำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนใช้กระบวนการทางความคิด หาเหตุผลจนค้นพบความรู้หรือแนวทางในการแก้ปัญหาที่ถูกต้องด้วยตนเอง สรุปเป็นหลักการ กฎเกณฑ์หรือสามารถนำไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ในการควบคุมปรับปรุงหรือสร้างสรรค์สิ่งแวดล้อมในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างกว้างขวาง

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2545) ได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นกระบวนการสอนที่ทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ และมีความรู้ในคำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์มากยิ่งขึ้น เกิดกระบวนการคิดวิเคราะห์และค้นเคยในการหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สามารถสรุปหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้

ทศนา แคมมณี (2552) ได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นกระบวนการสอนที่ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ โดยอาจจะเกิดจากการยกตัวอย่างข้อมูลความคิด สถานการณ์ ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาการสอนมาให้ผู้เรียนเกิดการคิดวิเคราะห์ จนสามารถสรุปมาเป็นหลักการ เพื่อนำไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

จากความหมายของการจัดเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ข้างต้น ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า การจัดเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นพัฒนาการแก้ไขปัญหาอย่างนักวิทยาศาสตร์ ผู้สอนมีบทบาทในการตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิด นำไปสู่การค้นพบความรู้และสร้างความรู้ด้วยตนเอง ทำให้เกิดความเข้าใจในแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ และสามารถนำแนวคิดไปประยุกต์ใช้ได้

2.2 แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

Schwab (1965) ได้แบ่งแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เป็น 3 แนวทาง ดังนี้

แนวทางที่ 1 การสืบเสาะหาความรู้แบบชี้แนะ (Guided inquiry) เป็นวิธีการจัดการเรียนการสอนที่ผู้สอนดำเนินการเป็นส่วนใหญ่ เป็นผู้กำหนดประเด็นปัญหา วางแผนการทดลอง และเตรียมอุปกรณ์ผู้เรียนมีหน้าที่ปฏิบัติตามแนวทางที่ผู้สอนกำหนด

แนวทางที่ 2 การสืบเสาะหาความรู้แบบอิสระ (Free inquiry) เป็นวิธีการจัดการเรียนการสอนด้วยเทคนิคและวิธีการสอนที่หลากหลาย ผู้เรียนเป็นผู้กำหนดปัญหา วางแผนการทดลอง ดำเนินการทดลอง และสรุปผลด้วยตนเอง ผู้เรียนมีอิสระในการศึกษาในสิ่งที่สนใจ ผู้สอนเป็นเพียงผู้กระตุ้นผู้เรียนเท่านั้น

แนวทางที่ 3 การสืบเสาะหาความรู้แบบกึ่งชี้แนะหรือแบบประยุกต์ (Less guided inquiry or modified inquiry) เป็นวิธีการจัดการเรียนการสอนที่ผู้สอนกำหนดปัญหา ตั้งคำถามกับผู้เรียน เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เสนอแนวทางการแก้ปัญหา โดยเริ่มตั้งแต่การตั้งสมมติฐาน การวางแผนการทดลอง ปฏิบัติการทดลอง และสรุปการทดลอง ผู้สอนทำหน้าที่เป็นผู้อำนวยความสะดวก

Carin and Sund (1980) ได้แบ่งแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น โดยใช้บทบาทของครู และนักเรียนเป็นเกณฑ์ ออกเป็น 3 แนวทาง ดังนี้

แนวทางที่ 1 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ที่ให้นักเรียนปฏิบัติการทดลองหรือปฏิบัติกิจกรรม เป็นการจัดการเรียนการสอนที่นักเรียนลงมือทำด้วยตนเองตามแนวทางที่ผู้สอนกำหนดกิจกรรม วางแผน เก็บรวบรวมข้อมูล และเตรียมอุปกรณ์ในการทำกิจกรรม

เรียกว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะความรู้ 5 ขั้น ที่มีคำแนะนำปฏิบัติการหรือกิจกรรมสำเร็จรูป

แนวทางที่ 2 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะความรู้ 5 ขั้น ที่ครูเป็นผู้วางแผน เป็นวิธีการจัดการเรียนการสอนที่นักเรียนหาวิธีแก้ไขปัญหาด้วยตนเอง โดยผู้สอนเป็นผู้กำหนดปัญหาและทำหน้าที่เป็นผู้อำนวยความสะดวก อาจเรียกวิธีนี้ว่าวิธีสอนแบบไม่กำหนดแนวทาง

แนวทางที่ 3 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะความรู้ 5 ขั้น ที่นักเรียนมีอิสระเต็มที่ในการศึกษาหาความรู้ โดยครูเป็นเพียงผู้กระตุ้นให้นักเรียนกำหนดปัญหา วางแผนการทดลอง เก็บรวบรวมข้อมูล และสรุปผลด้วยตนเอง

จากแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะความรู้ข้างต้น ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะความรู้ โดยใช้บทบาทของครู และนักเรียนเป็นเกณฑ์ มี 3 แนวทาง ได้แก่

แนวทางที่ 1 การสืบเสาะหาความรู้แบบชี้แนะ เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ผู้สอนมีบทบาทสำคัญในการกำหนดกิจกรรมให้ผู้เรียนปฏิบัติกิจกรรมและค้นหาคำตอบตามแนวทางที่ผู้สอนกำหนดให้

แนวทางที่ 2 การสืบเสาะหาความรู้แบบอิสระ เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนมีอิสระในการศึกษาและเรียนรู้ในสิ่งที่สนใจ เป็นผู้ออกแบบและเรียนรู้ด้วยตนเอง ผู้สอนเป็นเพียงผู้กระตุ้นผู้เรียน

แนวทางที่ 3 การสืบเสาะหาความรู้แบบกึ่งชี้แนะ เป็นวิธีการจัดการเรียนการสอนที่ผู้สอนกำหนดปัญหาให้กับผู้เรียน ผู้เรียนเป็นผู้เสนอแนวทางแก้ปัญหาและหาคำตอบ ผู้สอนเป็นผู้อำนวยความสะดวก

2.3 การจัดกระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะความรู้ 5 ขั้น (5E)

นักการศึกษาหลายท่านได้กำหนดรูปแบบหรือขั้นตอนในการจัดกระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะความรู้ 5 ขั้น (5E) ดังนี้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2545) ได้กำหนดการจัดกระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะความรู้ 5 ขั้น (5E) ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ เรื่องที่น่าสนใจอาจเป็นเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นในช่วงเวลานั้นหรือมาจากการเชื่อมโยงความรู้เดิมที่เรียนรู้มาแล้ว ที่เป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนอยากเรียนรู้ หาคำตอบด้วยตนเอง

ขั้นที่ 2 สำรวจและค้นหา (Exploration) ทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่จะศึกษา จากนั้นเป็นการวางแผนแนวทางในการสำรวจตรวจสอบ วิธีตรวจสอบอาจทำได้

หลายวิธี เช่น การทำการทดลอง ใช้คอมพิวเตอร์เพื่อศึกษาสถานการณ์จำลอง (Simulation) เพื่อรวบรวมข้อมูลและนำไปใช้ในขั้นต่อไป

ขั้นที่ 3 อธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เป็นการจัดกิจกรรมที่ให้ผู้เรียนได้อธิบายและลงข้อสรุป โดยนำเสนอองค์ความรู้ที่ได้จากการสำรวจ ตรวจสอบ พร้อมทั้งวิเคราะห์ อธิบาย และเปิดโอกาสให้มีการอภิปรายแลกเปลี่ยนเรียนรู้หรือโต้แย้งในองค์ความรู้ใหม่ โดยมีหลักฐาน ทฤษฎี หลักการอ้างอิง แล้วลงข้อสรุปอย่างมีเหตุผล

ขั้นที่ 4 ขยายความรู้ (Elaboration) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือข้อสรุปที่ได้ไปอธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ ในชีวิตประจำวัน

ขั้นที่ 5 ประเมิน (Evaluation) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ประเมินความรู้ของผู้เรียน

สโรช โศภีรักษ์ (2546) ได้เสนอการจัดกระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะความรู้ 5 ขั้น (5E) ดังนี้

1. กระตุ้นให้ผู้เรียนมองเห็นปัญหา ผู้สอนกระตุ้นผู้เรียนให้ผู้เรียนเกิดความสงสัยและตั้งคำถาม โดยการสร้างสถานการณ์ เช่น การทดลอง สไลด์ประกอบคำบรรยาย วิดีทัศน์ รูปภาพ เรื่องเล่า จากนั้นผู้เรียนร่วมกันตั้งสมมติฐานในสาเหตุของปัญหา

2. สืบสวนสอบสวน ผู้เรียนกำหนดแนวทางในการค้นคว้าคำตอบ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีหลายแนวทาง จากนั้นผู้เรียนทำการรวบรวมข้อมูลและทำการบันทึกข้อมูล

3. ทดสอบสมมติฐาน เมื่อผู้เรียนรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลหรือผลที่ได้ นักเรียนต้องทำการสรุปเพื่อตอบสมมติฐานที่กำหนด

4. ขั้นสรุปคำตอบ ผู้เรียนและผู้สอนร่วมกันสรุปคำตอบ

5. ขั้นนำไปใช้ ผู้เรียนและผู้สอนวิเคราะห์ข้อสอบ ร่วมกันอธิบายและนำไปใช้ในสถานการณ์นั้น

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2552) ได้กำหนดการจัดกระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะความรู้ 5 ขั้น (5E) ดังนี้

1. การสร้างความสนใจ เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนโดยการทำให้ผู้เรียนสนใจในบทเรียน มีการเชื่อมโยงประสบการณ์หรือความรู้เดิมกับบทเรียน

2. การสำรวจและค้นหา เป็นขั้นที่ผู้เรียนมีประสบการณ์ร่วมในการสร้างและพัฒนาความคิดรวบยอด กระบวนการ และทักษะ โดยใช้เวลาและโอกาสในการทำกิจกรรมสำรวจและค้นหา

3. การอธิบาย เป็นขั้นที่ผู้เรียนได้พัฒนาความสามารถในการอธิบาย ความคิดรวบยอดที่ได้จากการสำรวจและค้นหา ครูเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้อภิปรายและแลกเปลี่ยน ความคิดเห็นเกี่ยวกับหัวข้อที่ได้ศึกษา แล้วอธิบายความคิดรวบยอดได้อย่างเข้าใจ โดยเชื่อมโยง ประสบการณ์ความรู้เดิมและสิ่งที่ได้เรียนรู้เข้าด้วยกัน

4. การขยายความรู้ เป็นขั้นตอนที่นักเรียนได้ยืนยันและเพิ่มเติมความรู้ ความเข้าใจในความคิดรวบยอดให้กว้างขวางขึ้น นักเรียนนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ใน ชีวิตประจำวัน

5. การประเมิน ขั้นนี้ผู้เรียนจะได้รับข้อมูลย้อนกลับเกี่ยวกับการอธิบาย ความรู้ความเข้าใจของผู้เรียน ครูคอยกระตุ้นหรือส่งเสริมให้ผู้เรียนประเมินความเข้าใจและ ความสามารถของตนเอง และครูเป็นผู้ประเมินผู้เรียนด้วย

จากการศึกษาขั้นตอนในการจัดกระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะความรู้ 5 ขั้น (5E) ของนักการศึกษาหลายท่านมีข้อเสนอที่แตกต่างกันออกไป ผู้วิจัยได้ยึดตามสถาบันส่งเสริมการสอน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งแบ่งการจัดกระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะความรู้ 5 ขั้น ดังนี้

1. ขั้นสร้างความสนใจ เป็นขั้นที่กระตุ้นความสนใจให้กับผู้เรียนเกิดความสนใจใน เรื่องที่จะศึกษา ชี้นำประเด็นที่น่าสนใจ ประเด็นปัญหา การทบทวนความรู้เดิม รวมทั้งเป้าหมายใน การทำกิจกรรม เพื่อนำไปสู่การศึกษาหาคำตอบในขั้นต่อไป

2. ขั้นสำรวจและค้นคว้า ขั้นที่นำประเด็นที่น่าสนใจ ประเด็นปัญหา หรือคำถามมา ศึกษาแนวทางในการแก้ไขปัญหาและหาคำตอบ ซึ่งผู้เรียนจะวางแผน หาคำตอบ และลงปฏิบัติหา คำตอบด้วยตนเอง อาจจะเป็นกิจกรรมกลุ่มหรือเดี่ยวก็ได้

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้นำเสนอในสิ่งที่ได้สำรวจและ ค้นคว้ามานำ เพื่ออภิปรายและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกัน และลงข้อสรุปในเรื่องที่ศึกษา

4. ขั้นขยายความรู้ เป็นขั้นที่ให้ผู้เรียนได้เชื่อมโยงความรู้ที่ได้จากการอธิบายและลง ข้อสรุปกับความรู้เดิมมาประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ หรือสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน

5. ขั้นประเมินผล เป็นขั้นการประเมินความรู้ ความเข้าใจตามมาตรฐานการเรียนรู้ ในเรื่องที่ได้ศึกษา

3. การบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK)

3.1 ความเข้าใจเกี่ยวกับเทคโนโลยี

Koehler and Mishra (2009) กล่าวว่า เทคโนโลยี คือ เครื่องมือที่มนุษย์สร้างขึ้นโดยการ ผสมผสานทรัพยากรต่าง ๆ เข้าด้วยกันเพื่อแก้ปัญหาสนองความต้องการ หรือให้ได้มาซึ่งผลผลิต เทคโนโลยีตามความหมายของการบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะนี้ใช้ได้ทั้ง

เทคโนโลยีแบบเก่า (กระดานดำ เครื่องคิดเลข เครื่องฉายภาพ) และแบบใหม่ (เครื่องเล่น MP3 และ บล็อก) แบบแอนะล็อก (กระดานดำ ดินสอ และกล้องจุลทรรศน์) และแบบดิจิทัล (คอมพิวเตอร์ บล็อกและอินเทอร์เน็ต)

3.2 องค์ประกอบของการบูรณาการเทคโนโลยีการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK)

เมื่อเทคโนโลยีก้าวเข้ามามีบทบาทสำคัญในการเรียนรู้ โคลห์เลอร์และมิชรา (Koehler & Mishra, 2009) จึงได้ขยายแนวคิด PCK โดยการเพิ่มความรู้ด้านเทคโนโลยี (Technology Knowledge) เพื่อนำเทคโนโลยีมาเป็นส่วนหนึ่งในการแก้ไขปัญหาด้านการจัดการเรียนการสอน จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนการสอน ทำให้เกิดแนวคิดการบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) โดยมีองค์ประกอบความรู้ 3 ด้าน ดังนี้ (Koehler et al., 2013)

1) ความรู้ด้านเนื้อหาวิชา Content Knowledge (CK) คือ ความรู้ความเข้าใจในเนื้อหา สารวิชาที่ครูรับผิดชอบ ประกอบด้วย (1) ความรู้ความเข้าใจด้านตัวองค์ความรู้ ซึ่งต้องมีความถูกต้องของเนื้อหาและองค์ความรู้ที่ทันสมัย และ (2) ความรู้ความเข้าใจธรรมชาติของความรู้ และการสืบเสาะ เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้นั้น ๆ

2) ความรู้ด้านศาสตร์การสอน Pedagogical Knowledge (PK) หมายถึง ความรู้ความเข้าใจทางด้านการจัดการเรียนการสอนที่หลากหลาย มีความครอบคลุมตั้งแต่ แนวคิด เทคนิค กลวิธีการจัดการเรียนการสอน และวิธีการสนับสนุนการเรียนรู้ของผู้เรียน ซึ่งรวมถึงความเข้าใจในหลักสูตรที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอน หลักการออกแบบการจัดการเรียนการสอน การจัดสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการเรียนรู้ การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียน

3) ความรู้ด้านเทคโนโลยี Technological Knowledge (TK) ประกอบด้วย (1) ความรู้ ทักษะ และความสามารถในการใช้เทคโนโลยี ทั้ง hardware และ software และเทคโนโลยีทางด้านการศึกษาที่หลากหลาย ทั้งในด้านรูปแบบและวิธีการ (2) ความเข้าใจเกี่ยวกับลักษณะ การใช้ และการบริหารเทคโนโลยีต่าง ๆ และ (3) ความสามารถบูรณาการเทคโนโลยีเข้าไปในการเรียนการสอนได้

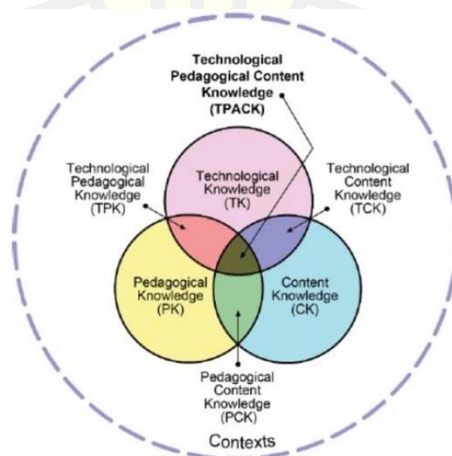
กรอบแนวคิดของการปฏิสัมพันธ์หรือความเกี่ยวข้องระหว่างกันของ 3 องค์ประกอบข้างต้น มีความสัมพันธ์เป็น 4 ลักษณะ ได้แก่

1) ความรู้เทคโนโลยีเฉพาะการสอน (TPK – Technological Pedagogical Knowledge) หมายถึง ความรู้ในการใช้เทคโนโลยี ๆ ในการจัดการเรียนการสอน รู้ว่าจะใช้เทคนิคการสอนและมีการปรับเปลี่ยนการสอนเมื่อมีการใช้เทคโนโลยีร่วมกับการสอน รวมถึงมีความเข้าใจเกี่ยวกับขอบเขตข้อจำกัดของเทคโนโลยี ความสามารถในการเลือกเทคโนโลยีบนพื้นฐานของความเหมาะสมกับการสอน ครูมีความสามารถและมีความรู้ทางด้านการใช้เทคโนโลยีเข้ามาใช้กระบวนการเรียนการสอน เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนรู้ของผู้เรียน

2) ความรู้เทคโนโลยีเฉพาะสาระเนื้อหา (TCK – Technological Content Knowledge) หมายถึง ความรู้เกี่ยวกับวิธีการหรือความสัมพันธ์ของเทคโนโลยีและเนื้อหา รู้วิธีการหรือลักษณะเนื้อหาที่สามารถประยุกต์ใช้กับเทคโนโลยีใหม่ ๆ ซึ่งครูจะต้องมีความรู้ทั้งเนื้อหาวิชาที่สอนและวิธีการที่เนื้อหานั้นจะถูกปรับใช้ให้เข้ากับเทคโนโลยีที่นำมาประยุกต์ใช้ด้วย

3) ความรู้การสอนเฉพาะเนื้อหา (PCK – Pedagogical Content Knowledge) หมายถึง ความรู้เกี่ยวกับกลยุทธ์การสอนที่เหมาะสมกับเนื้อหาเฉพาะวิชา หรือเฉพาะหัวข้อ และความรู้เกี่ยวกับการจัดเรียงองค์ประกอบของเนื้อหา เพื่อการจัดการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพ ปัจจัยสำคัญคือการใช้รูปแบบ กระบวนการ กิจกรรมการสอน เทคนิคการสอนต่าง ๆ เพื่อปรับเนื้อหาให้เข้าและเหมาะสมกับผู้เรียน

4) ความรู้แบบบูรณาการเทคโนโลยี การสอนและเนื้อหา (TPACK – Technological Pedagogical and Content Knowledge) หมายถึง ความรู้ที่ผสมผสานระหว่างเทคโนโลยีกับการสอนเฉพาะเนื้อหา เพื่อช่วยให้เกิดการเรียนรู้ของผู้เรียนมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น ซึ่งนับเป็นความรู้ในการบูรณาการเทคโนโลยีอย่างแท้จริง ที่ต้องทำความเข้าใจและจัดการความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบของความรู้ทั้ง 3 ส่วน ซึ่งความสัมพันธ์เหล่านี้อาจจะแสดงออกแตกต่างกันตามความชำนาญ ทั้งความรู้ความชำนาญในสาขาวิชาของตน ความรู้ความชำนาญในเทคโนโลยี ความรู้ความชำนาญด้านการสอน สำหรับความรู้ในส่วนนี้เดิมมีการใช้อักษรย่อ คือ TPCK ภายหลังได้มีการปรับเปลี่ยนอักษรย่อที่แทนขอบเขตความรู้ในส่วนนี้รวมถึงแนวคิดเป็น TPACK โดยการแทรกอักษร A เข้ามาเพื่อเป็นการแสดงความพึ่งพากันระหว่างของเขตความรู้ทั้งสามส่วน คือ T P และ C ซึ่งสื่อความหมายได้ดียิ่งขึ้นในการอธิบายชุดรวมความรู้ของครู (Total PACKage of Teacher Knowledge) (Schmidt et al., 2009)



ภาพ 2 กรอบแนวคิดที่แพค

ที่มา: Koehler and Mishra (2009)

Angeli and Valanides (2009) ได้พัฒนา ICT-TPCK ซึ่งเป็นสาระความรู้ที่เกิดจากรากฐานความรู้ทั้ง 3 องค์ประกอบตามกรอบแนวคิดที่แพค โดยเพิ่ม 2 องค์ประกอบ คือ ความรู้เกี่ยวกับผู้เรียน (Knowledge of student) และความรู้เกี่ยวกับบริบทการเรียนการสอนที่เกิดขึ้นจริง (Knowledge of context) โดยในแต่ละองค์ประกอบมีรายละเอียด ดังนี้

- 1) ความรู้ในสาระเนื้อหา (Content knowledge) เป็นความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาโครงสร้างของเนื้อหา และข้อเท็จจริง
- 2) ความรู้ในด้านการสอน (Pedagogical knowledge) ความรู้เกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอน ซึ่งรวมถึงกลยุทธ์การจัดการเรียนการสอน การจัดการชั้นเรียนที่สนับสนุนแต่ละเนื้อหาสาระ
- 3) ความรู้เกี่ยวกับผู้เรียน (Knowledge of Learners) ลักษณะการเรียนรู้ของผู้เรียน พื้นฐานความรู้ของผู้เรียน ปัจจัยที่ส่งผลต่อการรับรู้ของผู้เรียน ปัญหาหรือเนื้อหาต่าง ๆ ที่มีความยากในการถ่ายทอดให้กับผู้เรียนที่ได้มาจากการประสบการณ์การจัดการเรียนการสอน
- 4) ความรู้เกี่ยวกับบริบทการเรียนการสอน (Knowledge of Context) องค์ประกอบต่าง ๆ ที่ผู้สอนพบว่ามีอิทธิพลต่อการจัดการเรียนการสอน ไม่ว่าจะเป็นสภาพแวดล้อมในห้องเรียนและนอกห้องเรียน
- 5) ความรู้ไอซีที (ICT Knowledge) ความรู้ในความสามารถของไอซีที ความสามารถในการใช้เครื่องมือไอซีที ข้อควรระวังในการใช้งาน และวิธีการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ในการใช้งาน

นอกจากนั้น Cox and Graham (2009) ได้ศึกษารอบแนวคิดที่แพคอย่างละเอียด เพื่อให้คำจำกัดความและอธิบายในแต่ละองค์ประกอบให้ชัดเจนขึ้น และนำไปต่อยอดในการทำวิจัยในอนาคตได้ โดยวิธีการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญด้านที่แพคและศึกษาจากกรณีศึกษา สามารถสรุปได้ดังนี้

- 1) ความรู้ด้านการสอนเฉพาะเนื้อหา (PCK – Pedagogical Content Knowledge)
 - (1) ความรู้ทางเทคนิควิธีการสอนที่เหมาะสมกับวิชา (AS – Subject specific strategies) เช่น การสอนด้วยการสืบเสาะสำหรับวิชาวิทยาศาสตร์ การสอนด้วยการสืบค้นในวิชาคณิตศาสตร์
 - (2) ความรู้ทางเทคนิควิธีการสอนที่เหมาะสมกับหัวข้อย่อย ๆ ในแต่ละวิชา (AT – Topic specific strategies) ซึ่งประกอบด้วย ความรู้เกี่ยวกับกิจกรรมการเรียนการสอนที่เหมาะสมกับหัวข้อ ซึ่งเป็นเทคนิคการสอนที่ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจในเนื้อหาได้ง่ายขึ้น เช่น การใช้วิธีการสาธิต การจำลองสถานการณ์ การแก้ปัญหา เป็นต้น และความรู้เกี่ยวกับวิธีการนำเสนอที่เหมาะสม

กับหัวข้อ ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ดีขึ้น เช่น การใช้ภาพประกอบ การยกตัวอย่าง การใช้แบบจำลอง เป็นต้น

2) ความรู้เทคโนโลยีเฉพาะสาระเนื้อหา (TCK – Technological Content Knowledge) คือ ความรู้ที่เกี่ยวกับวิธีการนำเสนอที่เหมาะสมกับหัวข้อ โดยใช้เทคโนโลยี ซึ่งครูจะต้องมีความรู้ในแต่ละหัวข้อ สามารถใช้เทคโนโลยีเข้าทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหาได้ง่ายขึ้น

3) ความรู้เทคโนโลยีเฉพาะการสอน (TPK – Technological Pedagogical Knowledge) คือ ความรู้ในการใช้เทคนิคการสอนต่าง ๆ ในการจัดการเรียนการสอน โดยการใช้เทคโนโลยี เช่น การใช้ Interactive whiteboard เป็นเครื่องสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกัน ซึ่งความรู้ในการเลือกใช้ Interactive whiteboard ถือเป็น TPK ในขณะที่การใช้กระดานดำ โดยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเขียนคำตอบเป็น Pedagogy Knowledge (PK)

4) ความรู้แบบบูรณาการเทคโนโลยี ศาสตร์การสอนและเนื้อหา (TPACK – Technological Pedagogical Content Knowledge) คือ ความรู้ที่ผสมผสานระหว่างเทคนิควิธีการสอนที่เหมาะสมกับวิชา หรือความรู้ทางเทคนิควิธีการสอนที่เหมาะสมกับหัวข้อย่อยในแต่ละวิชา ผสมผสานกับวิธีการนำเสนอที่เหมาะสมกับหัวข้อ โดยใช้เทคโนโลยีที่ช่วยให้ผู้เรียนมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น

3.3 การวัดคุณลักษณะตามกรอบแนวคิด TPACK

Angeli and Valanides (2009) ได้พัฒนาเกณฑ์การประเมิน ICT – TPCK ดังนี้

1) สามารถระบุหัวข้อที่สามารถใช้เครื่องมือทางเทคโนโลยีมาสนับสนุนให้การจัดการเรียนการสอนมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น เช่น หัวข้อที่ผู้เรียนมีความเข้าใจที่ยากหรือมักมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน หัวข้อที่เป็นนามธรรมหรือมีความซับซ้อน หัวข้อที่ผู้สอนพบว่ายากในการอธิบายให้ผู้เรียนเข้าใจ

2) สามารถระบุวิธีการสอนที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ง่ายขึ้น ซึ่งอาจเป็นวิธีที่ทำได้ยากหรือไม่สามารถทำได้ด้วยวิธีการจัดการเรียนการสอนเดิม

3) สามารถระบุเทคนิคการสอนที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ง่ายขึ้น ซึ่งอาจจะเป็นเทคนิคที่ทำได้ยากหรือไม่สามารถทำได้ด้วยวิธีการจัดการเรียนการสอนเดิม

4) สามารถเลือกเครื่องมือทางเทคโนโลยีที่สนับสนุนวิธีการนำเสนอเนื้อหาและเทคนิคการสอนในข้อ 2) และข้อ 3)

5) สามารถระบุกลยุทธ์ในการนำเทคโนโลยีไปใช้ในชั้นเรียน

Harris et al. (2010) ได้พัฒนารูปแบบสำหรับการประเมินระดับการใช้เทคโนโลยีในการจัดการเรียนการสอนบนพื้นฐานของกรอบแนวคิดที่แพ็ค ซึ่งสามารถใช้ในการประเมินแผนการจัดการเรียนการสอนได้ โดยมีเกณฑ์การประเมิน ดังนี้

- 1) เป้าหมายของหลักสูตรและการใช้เทคโนโลยี (Curriculum Goals and Technologies)
- 2) กลยุทธ์การสอนและการใช้เทคโนโลยี (Instructional Strategies and Technology)
- 3) การเลือกเทคโนโลยีในการสอน (Technology selection)
- 4) ความสอดคล้อง (Fit) ระหว่างเนื้อหา กลยุทธ์การสอนและเทคโนโลยี

ตาราง 6 เกณฑ์การประเมินระดับการใช้เทคโนโลยีในการจัดการเรียนการสอนบนพื้นฐานของกรอบแนวคิดที่แพ็คของฮาร์ริส

เกณฑ์การประเมิน	4	3	2	1
เป้าหมายของหลักสูตรและการใช้เทคโนโลยี (Curriculum Goals and Technologies)	เทคโนโลยีที่ใช้สอดคล้องเป็นอย่างดีกับเป้าหมายของหลักสูตรอย่างน้อย 1 เป้าหมายหรือมากกว่านั้น	เทคโนโลยีที่ใช้สอดคล้องกับเป้าหมายของหลักสูตรอย่างน้อย 1 เป้าหมายหรือมากกว่านั้น	เทคโนโลยีที่ใช้สอดคล้องกับเป้าหมายของหลักสูตรเพียงบางส่วน	เทคโนโลยีที่ใช้ไม่สอดคล้องกับเป้าหมายของหลักสูตร
กลยุทธ์การสอนและการใช้เทคโนโลยี (Instructional Strategies and Technology)	เทคโนโลยีที่ใช้สนับสนุนกับกลยุทธ์การสอนอย่างเต็มที่	เทคโนโลยีที่ใช้สนับสนุนกับกลยุทธ์การสอน	เทคโนโลยีที่ใช้สนับสนุนกับกลยุทธ์การสอนเพียงบางส่วน	เทคโนโลยีที่ใช้ไม่สนับสนุนกับกลยุทธ์การสอน

เกณฑ์การประเมิน	4	3	2	1
การเลือกเทคโนโลยีในการสอน (Technology selection)	เทคโนโลยีที่เลือกใช้สอดคล้องกับกลยุทธ์การสอนและเป้าหมายของหลักสูตร	เทคโนโลยีที่เลือกใช้มีความเหมาะสม แต่อาจจะไม่สอดคล้องกับกลยุทธ์การสอนและเป้าหมายของหลักสูตรทั้งหมด	เทคโนโลยีที่เลือกใช้มีความเหมาะสมระดับปานกลางกับกลยุทธ์การสอนและเป้าหมายของหลักสูตรทั้งหมด	เทคโนโลยีที่เลือกใช้ไม่เหมาะสมกับกลยุทธ์การสอนและเป้าหมายของหลักสูตรทั้งหมด
ความสอดคล้อง (Fit) ระหว่างเนื้อหา กลยุทธ์การสอนและเทคโนโลยี	เนื้อหา กลยุทธ์การสอน และเทคโนโลยีที่กำหนดไว้ในแผนการสอนมีความสอดคล้องอย่างมาก	เนื้อหา กลยุทธ์การสอน และเทคโนโลยีที่กำหนดไว้ในแผนการสอนมีความสอดคล้องปานกลาง	เนื้อหา กลยุทธ์การสอน และเทคโนโลยีที่กำหนดไว้ในแผนการสอนมีความสอดคล้องน้อย	เนื้อหา กลยุทธ์การสอน และเทคโนโลยีที่กำหนดไว้ในแผนการสอนไม่มีความสอดคล้อง

ที่มา: Harris et al., 2010

Koh (2013) ได้พัฒนารูปคในการประเมินการจัดการเรียนการสอนของผู้สอนตามกรอบแนวคิดที่แพค เพื่อการใช้ไอซีทีให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย ซึ่งมีการประเมิน 5 ระดับ (0 ถึง 4) ใน 5 องค์ประกอบ ดังนี้

ตาราง 7 เกณฑ์การประเมินการจัดการเรียนการสอนของผู้สอนตามกรอบแนวคิดที่แพค

มิติ	4	3	2	1	0
Active ระยะเวลาในการจัดการเรียนการสอนใช้ไอซีทีสนับสนุนให้ผู้เรียนตื่นตัวใน	ผู้เรียนมีการใช้ไอซีทีอย่างต่อเนื่องในชั่วโมงเรียน	ผู้เรียนมีการใช้ไอซีทีเป็นส่วนใหญ่ในชั่วโมงเรียน	ผู้เรียนมีการใช้ไอซีทีครึ่งหนึ่งของชั่วโมงเรียน	ผู้เรียนมีการใช้ไอซีทีเป็นบางเวลาในชั่วโมงเรียน	ผู้เรียนเป็นเพียงผู้รับความรู้จากสื่อ

มิติ	4	3	2	1	0
การเรียนรู้และมีส่วนร่วมมาก น้อยเพียงใด					
Constructive ระดับการใช้ไอซี ทีในกิจกรรมที่ ส่งเสริมให้ ผู้เรียนขยาย ความรู้ในเนื้อหา การสอนได้ แสดงออกถึง ความรู้ที่ แตกต่าง	การใช้ไอซีทีใน การสนับสนุน ให้ผู้เรียน สะท้อนคิด ความรู้ที่ แตกต่างกัน ขยายต่อ ความรู้ทั้งใน รูปแบบของ การพูด การ เขียน การใช้ ภาพหรือ เครื่องมือใน การนำเสนอ ความรู้ใหม่ที่ เกิดขึ้น	การใช้ไอซีทีใน การสนับสนุน ให้ผู้เรียน สังเคราะห์ ข้อมูลทั้ง รูปแบบของ การพูด การ เขียน การใช้ ภาพหรือ เครื่องมือใน การนำเสนอ ความรู้ใหม่ที่ เกิดขึ้น	การใช้ไอซีทีใน การสนับสนุน ให้ผู้เรียน จำแนกความ แตกต่างข้อมูล นำความรู้ไป ใช้ได้ หลากหลาย	การใช้ไอซีทีใน การสนับสนุน ให้ผู้เรียน รวบรวมข้อมูล สรุปความรู้ได้	ใช้ไอซีทีในการ ส่งผ่านความรู้ ถึงผู้เรียน มากกว่าทำให้ ความรู้นั้นมี ความหมาย
Authentic ระดับการใช้ไอซี ทีที่สนับสนุนให้ ผู้เรียนได้มี ประสบการณ์ จริง เชื่อม ประสบการณ์ เข้ากับ ประสบการณ์ ใหม่และนำ ความรู้ที่ได้ไป	ไอซีทีช่วยให้ ช่วยให้ผู้เรียน มี ประสบการณ์ ที่ใกล้เคียงกับ โลกแห่งความ เป็นจริง สามารถแสดง ให้เห็นถึงการ นำ ประสบการณ์	ไอซีทีช่วยให้ เห็นการ นำไปใช้จริง และช่วยให้ ผู้เรียน สามารถเสนอ แนวทางใน การแก้ปัญหา ได้	ไอซีทีช่วยให้ เห็นการ นำไปใช้จริง และช่วยให้ ผู้เรียนนำ ความรู้ไปใช้ใน การแก้ปัญหา	ไอซีทีช่วยให้ เห็นตัวอย่าง ของการ นำไปใช้จริง	ไม่ได้มีการใช้ ไอซีทีให้เกิด ประสบการณ์ เรียนรู้จริง

มิติ	4	3	2	1	0
ประยุกต์ใช้ใน สถานการณ์	ที่ได้รับจาก การใช้ไอซีที่ ไปใช้ในการ แก้ปัญหา				
Intentional ระดับการใช้ไอซี ที่ เพื่อช่วยให้ ผู้เรียนได้ค้นพบ ตนเอง พบ ช่องว่างในการ เรียนเรียนรู้ ลด ความไม่เข้าใจ	ผู้เรียน สามารถใช้ไอซี ได้อย่าง ต่อเนื่องใน การค้นพบ ปัญหาหรือ รับรู้ความรู้ที่ ขาดหายไป และสามารถ แก้ปัญหาของ ตนเองได้	ผู้เรียน สามารถใช้ไอซี ในการ ค้นพบปัญหา หรือรับรู้ ความรู้ที่ขาด หายไป และ สามารถ แก้ปัญหาของ ตนเองได้	ผู้เรียน สามารถใช้ไอซี ในการ ค้นพบปัญหา หรือรับรู้ ความรู้ที่ขาด หายไป	ความรู้ที่ขาด หายไปถูก ค้นพบโดย ผู้สอน	ผู้เรียนไม่ได้ใช้ ไอซีในการ ค้นพบความรู้ ที่ขาดหาย
Cooperative ระดับการใช้ไอซี ที่ให้ผู้เรียนเกิด การเรียนรู้จาก การมี ปฏิสัมพันธ์กับ ผู้เรียนด้วยกัน สามารถเรียนรู้ ร่วมกันแบ่งปัน ความรู้และ ขยายต่อความรู้	ผู้เรียน สามารถ เรียนรู้ร่วมกัน โดยใช้ เครื่องมือไอซี ที่ในกิจกรรม การเรียนการ สอนที่ สนับสนุนให้ ขยายความรู้ และต้องใช้ ความแตกต่าง ทางความรู้ ใหม่	ผู้เรียน สามารถ เรียนรู้ร่วมกัน โดยใช้ เครื่องมือไอซี ที่ในกิจกรรม การเรียนการ สอนที่ สนับสนุนให้ใช้ ความแตกต่าง ทางความรู้ใน การสร้าง ความรู้ใหม่	ผู้เรียน สามารถ เรียนรู้ร่วมกัน โดยใช้ เครื่องมือไอซี ที่ในกิจกรรม การเรียนการ สอนที่ใช้ บางส่วนของ ความแตกต่าง ทางความรู้ใน การสร้าง ความรู้ใหม่	ผู้เรียน สามารถ เรียนรู้ร่วมกัน โดยใช้ เครื่องมือไอซี ที่ในกิจกรรม การเรียนการ สอนสนับสนุน ให้ใช้การ รวบรวม ความรู้จาก ผู้เรียนด้วยกัน	ไม่มีการใช้ไอซี ที่เข้ามา สนับสนุนให้ เกิดการเรียนรู้ ร่วมกัน

ที่มา: Koh, 2013

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับการบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) สรุปได้ว่า แนวคิดการบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) โดยมีองค์ประกอบความรู้ 3 ด้าน

- 1) ความรู้ด้านเนื้อหาวิชา Content Knowledge (CK)
- 2) ความรู้ด้านศาสตร์การสอน Pedagogical Knowledge (PK)
- 3) ความรู้ด้านเทคโนโลยี Technological Knowledge (TK)

กรอบแนวคิดของการปฏิสัมพันธ์หรือความเกี่ยวข้องระหว่างกันของ 3 องค์ประกอบข้างต้น มีความสัมพันธ์เป็น 4 ลักษณะ ได้แก่

- 1) ความรู้เทคโนโลยีเฉพาะการสอน (TPK – Technological Pedagogical Knowledge)
- 2) ความรู้เทคโนโลยีเฉพาะสาระเนื้อหา (TCK – Technological Content Knowledge)
- 3) ความรู้การสอนเฉพาะเนื้อหา (PCK – Pedagogical Content Knowledge)
- 4) ความรู้แบบบูรณาการเทคโนโลยี การสอนและเนื้อหา (TPACK – Technological Pedagogical Content Knowledge)

4. กระบวนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามกรอบแนวคิดการบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK)

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยมีความสนใจในการพัฒนาการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยกระบวนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์รูปแบบการสืบเสาะความรู้ 5 ขั้น ตามแนวคิดการบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) โดยการนำการบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะสอดแทรกเข้าไปในขั้นตอนการจัดการเรียนรู้การสืบเสาะความรู้ทั้ง 5 ขั้น คือ ขั้นสร้างความสนใจ ขั้นสำรวจและค้นหา ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป ขั้นขยายความรู้ และขั้นประเมิน ดังแสดงในตารางดังนี้

ตาราง 8 แสดงกระบวนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์รูปแบบการสืบเสาะความรู้ 5 ขั้น ตามกรอบแนวคิดการบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK)

การจัดการเรียนรู้แบบ สืบเสาะความรู้ 5 ขั้น	การบูรณาการเทคโนโลยีใน การสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK)	การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ ความรู้ 5 ขั้นตามกรอบ แนวคิดการบูรณาการ เทคโนโลยีในการสอน เนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK)
1.ขั้นสร้างความสนใจ - บอกจุดประสงค์การเรียนรู้ - ทบทวนเนื้อหา ความรู้เดิมที่เรียนมาแล้วและความรู้ที่จะได้ใช้ในเรื่องนี้ - ตั้งคำถามหรือสถานการณ์ให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น	1. ความรู้ด้านเนื้อหาวิชา (CK) เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ 2. ความรู้ด้านศาสตร์การสอน (PK) คือ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะความรู้ 5 ขั้น และจิตวิทยาในการสอน 3. ความรู้ด้านเทคโนโลยี (TK) คือ ความรู้ในการใช้แอปพลิเคชัน XMind, เว็บไซต์ Liveworksheets, เว็บไซต์ Polleverywhere, แอปพลิเคชัน Explorer, แอปพลิเคชัน Star walk, แอปพลิเคชัน Moon, แอปพลิเคชันน้ำขึ้นน้ำลง และแอปพลิเคชัน Solar walk 4. ความรู้แบบบูรณาการเทคโนโลยี การสอนและเนื้อหา (TPACK) คือ การนำแอปพลิเคชัน XMind, เว็บไซต์ Liveworksheets, เว็บไซต์ Polleverywhere, แอปพลิเคชัน Explorer, แอปพลิเคชัน Star walk, แอปพลิเคชัน Moon, แอปพลิเคชันน้ำขึ้นน้ำลง	1. ขั้นสร้างความสนใจ - บอกจุดประสงค์การเรียนรู้ - ทบทวนเนื้อหา ความรู้เดิมที่เรียนมาแล้วและความรู้ที่จะได้ใช้ในเรื่องนี้ ด้วยแอปพลิเคชัน XMind - จำลองสถานการณ์ โดยใช้แอปพลิเคชัน Explorer, แอปพลิเคชัน Solar walk, แอปพลิเคชัน Star walk, แอปพลิเคชัน Moon และแอปพลิเคชันน้ำขึ้นน้ำลง - ตั้งคำถามให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น ด้วยเว็บไซต์ Liveworksheets และเว็บไซต์ Polleverywhere

การจัดการเรียนรู้แบบ สืบเสาะความรู้ 5 ขั้น	การบูรณาการเทคโนโลยีใน การสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK)	การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ ความรู้ 5 ขั้นตามกรอบ แนวคิดการบูรณาการ เทคโนโลยีในการสอน เนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK)
	ลง และแอปพลิเคชัน Solar walk ที่ใช้ความรู้ในเนื้อหาการ สอน	
2.ขั้นสำรวจและค้นหา - นักเรียนร่วมทำกิจกรรมเพื่อสำรวจและค้นหาคำตอบในประเด็นต่าง ๆ - นักเรียนตรวจสอบข้อมูลอภิปรายและลงข้อสรุปในรูปแบบบันทึกกิจกรรม	1. ความรู้ด้านเนื้อหาวิชา (CK) เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ 2. ความรู้ด้านศาสตร์การสอน (PK) คือ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะความรู้ 5 ขั้น และจิตวิทยาในการสอน 3. ความรู้ด้านเทคโนโลยี (TK) คือ ความรู้ในการใช้ Google, แอปพลิเคชัน Solar walk, แอปพลิเคชันน้ำขึ้นน้ำลง, แอปพลิเคชัน Star walk, สแกน QR Code และแอปพลิเคชัน Padlet 4. ความรู้แบบบูรณาการเทคโนโลยี การสอนและเนื้อหา (TPACK) คือ การนำ Google แอปพลิเคชัน Solar walk, แอปพลิเคชันน้ำขึ้นน้ำลง, แอปพลิเคชัน Star walk, สแกน QR Code และแอปพลิเคชัน Padlet ที่ใช้ความรู้ในเนื้อหาเรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะ	2.ขั้นสำรวจและค้นหา - นักเรียนร่วมทำกิจกรรมเพื่อสำรวจและค้นหาคำตอบในประเด็นต่าง ๆ สามารถสืบค้นในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ม.3, ใน Google, แอปพลิเคชัน Solar walk, แอปพลิเคชันน้ำขึ้นน้ำลง, แอปพลิเคชัน Star walk, สแกน QR Code - นักเรียนตรวจสอบข้อมูลอภิปรายและลงข้อสรุปในรูปแบบบันทึกกิจกรรมและแอปพลิเคชัน Padlet

การจัดการเรียนรู้แบบ สืบเสาะความรู้ 5 ขั้น	การบูรณาการเทคโนโลยีใน การสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK)	การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ ความรู้ 5 ขั้นตามกรอบ แนวคิดการบูรณาการ เทคโนโลยีในการสอน เนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK)
	และเทคโนโลยีอวกาศ มา จัดการเรียนรู้ในชั้นชั้นสำรวจ และค้นหาในการจัดการเรียนรู้ แบบสืบเสาะความรู้ 5 ขั้น	
3.ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป - นักเรียนนำเสนอผลจากการศึกษา - นักเรียนร่วมกันอภิปรายและลงข้อสรุป โดยครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกให้นักเรียนได้อภิปรายและลงข้อสรุปให้สมบูรณ์	1. ความรู้ด้านเนื้อหาวิชา (CK) เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ 2. ความรู้ด้านศาสตร์การสอน (PK) คือ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะความรู้ 5 ขั้น และจิตวิทยาในการสอน 3. ความรู้ด้านเทคโนโลยี (TK) คือ ความรู้ในการใช้ แอปพลิเคชัน Explorer, เว็บไซต์ PhET, PowerPoint และแอปพลิเคชัน Goodnote 4. ความรู้แบบบูรณาการเทคโนโลยี การสอนและเนื้อหา (TPACK) คือ การนำแอปพลิเคชัน Explorer, เว็บไซต์ PhET, PowerPoint และแอปพลิเคชัน Goodnote ที่ใช้ความรู้ในเนื้อหาเรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ มาจัดการเรียนรู้ในชั้นอธิบายและลงข้อสรุปในการ	3.ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป - นักเรียนนำเสนอผลจากการศึกษา - นักเรียนร่วมกันอภิปรายและลงข้อสรุป โดยครูใช้แอปพลิเคชัน Explorer และเว็บไซต์ PhET เป็นการจำลองสถานการณ์ให้นักเรียนได้เห็นภาพมากขึ้น ใช้ PowerPoint และแอปพลิเคชัน Goodnote ประกอบการลงข้อสรุป เพื่อให้นักเรียนได้อภิปรายและลงข้อสรุปให้สมบูรณ์

การจัดการเรียนรู้แบบ สืบเสาะความรู้ 5 ขั้น	การบูรณาการเทคโนโลยีใน การสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK)	การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ ความรู้ 5 ขั้นตามกรอบ แนวคิดการบูรณาการ เทคโนโลยีในการสอน เนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK)
	จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ ความรู้ 5 ขั้น	
4.ขั้นขยายความรู้ - นักเรียนซักถามเนื้อหาเกี่ยวกับเรื่องที่ได้อภิบาลและลงข้อสรุป - นักเรียนทำโจทย์และแก้ไขปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ	1. ความรู้ด้านเนื้อหาวิชา (CK) เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ 2. ความรู้ด้านศาสตร์การสอน (PK) คือ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะความรู้ 5 ขั้น และจิตวิทยาในการสอน 3. ความรู้ด้านเทคโนโลยี (TK) คือ ความรู้ในการใช้ PowerPoint แอปพลิเคชัน Padlet และเว็บไซต์ Liveworksheets 4. ความรู้แบบบูรณาการเทคโนโลยี การสอนและเนื้อหา (TPACK) คือ การนำ PowerPoint แอปพลิเคชัน Padlet และเว็บไซต์ Liveworksheets ที่ใช้ความรู้ในเนื้อหาเรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ มาจัดการเรียนรู้ในขั้นอธิบายและลงข้อสรุป	4.ขั้นขยายความรู้ - นักเรียนซักถามเนื้อหาเกี่ยวกับเรื่องที่ได้อภิบาลและลงข้อสรุป ด้วย PowerPoint - นักเรียนทำโจทย์และแก้ไขปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ด้วยแอปพลิเคชัน Padlet และเว็บไซต์ Liveworksheets

การจัดการเรียนรู้แบบ สืบเสาะความรู้ 5 ขั้น	การบูรณาการเทคโนโลยีใน การสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK)	การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ ความรู้ 5 ขั้นตามกรอบ แนวคิดการบูรณาการ เทคโนโลยีในการสอน เนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK)
5.ขั้นประเมิน - ประเมินผลการสังเกตการรู้วิทยาศาสตร์ พฤติกรรมการทำงานรายบุคคล พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม และจากการนำเสนอผลการปฏิบัติกิจกรรมหน้าชั้นเรียน - การตอบคำถามและการทำกิจกรรมในการจัดการเรียนรู้	1. ความรู้ด้านเนื้อหาวิชา (CK) เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ 2. ความรู้ด้านศาสตร์การสอน (PK) คือ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะความรู้ 5 ขั้น และจิตวิทยาในการสอน 3. ความรู้ด้านเทคโนโลยี (TK) คือ ความรู้ในการใช้ เว็บไซต์ Liveworksheets และแอปพลิเคชัน Padlet 4. ความรู้แบบบูรณาการเทคโนโลยี การสอนและเนื้อหา (TPACK) คือ การนำเว็บไซต์ Liveworksheets และแอปพลิเคชัน Padlet ที่ใช้ความรู้ในเนื้อหาเรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ มาจัดการเรียนรู้ในชั้นอธิบายและลงข้อสรุปในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะความรู้ 5 ขั้น	5.ขั้นประเมิน - ประเมินผลการสังเกตการรู้วิทยาศาสตร์ พฤติกรรมการทำงานรายบุคคล พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม แบบบันทึกกิจกรรมการเรียนรู้ และจากการนำเสนอผลการปฏิบัติกิจกรรมหน้าชั้นเรียน - การตอบคำถามและการทำกิจกรรมในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ผลของใบงานออนไลน์ เว็บไซต์ Liveworksheets และแอปพลิเคชัน Padlet ในการประเมิน

5. บริบทโรงเรียนบ้านดงเมืองจอก

5.1 ปรัชญา วิสัยทัศน์ พันธกิจ และเป้าหมายโรงเรียน

5.1.1 ปรัชญาโรงเรียน

“นตฺถิ ปญฺญา สมา อาภา” แสงสว่างเสมอด้วยปัญญาไม่มี

5.1.2 วิสัยทัศน์โรงเรียน

โรงเรียนบ้านดงเมืองจอก มุ่งยกระดับการศึกษาให้ได้ตามเกณฑ์มาตรฐาน
ทัศนียภาพสวยงาม ผู้เรียนมีคุณธรรมจริยธรรม น้อมนำเศรษฐกิจพอเพียง

5.1.3 พันธกิจโรงเรียน

เพื่อให้บรรลุตามวิสัยทัศน์ที่ตั้งเอาไว้ โรงเรียนบ้านดงเมืองจอก จึงกำหนดพันธ
กิจการดำเนินงาน ดังต่อไปนี้

- 1) จัดการศึกษาให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น อย่างมีคุณภาพ
- 2) พัฒนาปรับปรุงบริบทของโรงเรียนให้มี ทัศนียภาพที่สวยงาม น่า
อยู่ น่าดู น่าเรียน เอื้อต่อการเรียนรู้
- 3) ปลุกฝังผู้เรียนให้มีระเบียบวินัย มีคุณธรรมจริยธรรม และค่านิยม
อันพึงประสงค์
- 4) ส่งเสริมให้ชุมชนมีส่วนร่วมในการพัฒนาการศึกษา
- 5) ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีวิถีชีวิตตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง
- 6) ส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม

ศิลปวัฒนธรรม ประเพณีของท้องถิ่น

5.1.4 เป้าหมายโรงเรียน

เป้าหมายโรงเรียนบ้านดงเมืองจอก มีดังต่อไปนี้

- 1) ผู้เรียนมีความรู้ ความสามารถ ตามเกณฑ์ที่สถานศึกษากำหนด
- 2) ชุมชนมีส่วนร่วมในการพัฒนาการศึกษา ผู้เรียนได้เรียนรู้เต็มตาม
ศักยภาพ
- 3) โรงเรียนมีทัศนียภาพที่สวยงาม น่าอยู่ น่าดู น่าเรียน มีบรรยากาศที่
เอื้อต่อการจัดการเรียนรู้
- 4) ผู้เรียนมีคุณธรรมจริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์
ตามเกณฑ์ที่สถานศึกษากำหนด
- 5) ผู้เรียนมีวิถีชีวิตตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

5.2 สมรรถนะผู้เรียน และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

5.2.1 สมรรถนะผู้เรียน

หลักสูตรโรงเรียนบ้านดงเมืองจอก พุทธศักราช 2565 ตามหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 มุ่งให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะสำคัญ 5 ประการ ดังนี้

1) ความสามารถในการสื่อสาร เป็นความสามารถในการรับและส่งสาร มีวัฒนธรรมในการใช้ภาษาถ่ายทอดความคิด ความรู้ความเข้าใจ ความรู้สึก และทัศนะของตนเองเพื่อ แลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารและประสบการณ์อันจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาตนเองและสังคม รวมทั้งการเจรจาต่อรองเพื่อขจัดและลดปัญหาความขัดแย้งต่าง ๆ การเลือกรับหรือไม่รับข้อมูล ข่าวสารด้วยหลักเหตุผลและความถูกต้อง ตลอดจนการเลือกใช้วิธีการสื่อสาร ที่มีประสิทธิภาพโดย คำนึงถึงผลกระทบที่มีต่อตนเองและสังคม

2) ความสามารถในการคิด เป็นความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิด สังเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่การ สร้างองค์ความรู้หรือสารสนเทศเพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเองและสังคมได้อย่างเหมาะสม

3) ความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาและ อุปสรรคต่าง ๆ ที่เผชิญได้อย่างถูกต้องเหมาะสมบนพื้นฐานของหลักเหตุผล คุณธรรมและข้อมูล สารสนเทศ เข้าใจความสัมพันธ์และการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ต่าง ๆ ในสังคม แสวงหาความรู้ ประยุกต์ความรู้มาใช้ในการป้องกันและแก้ไขปัญหา และมีการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึง ผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อตนเอง สังคมและสิ่งแวดล้อม

4) ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต เป็นความสามารถในการนำ กระบวนการต่าง ๆ ไปใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวัน การเรียนรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง การทำงาน และการอยู่ร่วมกันในสังคมด้วยการสร้างเสริมความสัมพันธ์อันดีระหว่างบุคคล การจัดการ ปัญหาและความขัดแย้งต่าง ๆ อย่างเหมาะสม การปรับตัวให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงของสังคมและ สภาพแวดล้อม และการรู้จักหลีกเลี่ยงพฤติกรรมไม่พึงประสงค์ที่ส่งผลกระทบต่อตนเองและผู้อื่น

5) ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี เป็นความสามารถในการเลือก และ ใช้ เทคโนโลยีด้านต่าง ๆ และมีทักษะกระบวนการทางเทคโนโลยี เพื่อการพัฒนาตนเองและสังคม ใน ด้านการเรียนรู้ การสื่อสาร การทำงาน การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ถูกต้อง เหมาะสม และมี คุณธรรม

5.2.2 คุณลักษณะอันพึงประสงค์

หลักสูตรโรงเรียนบ้านดงเมืองจอก พุทธศักราช 2565 ตามหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ เพื่อให้ สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมได้อย่างมีความสุข ในฐานะเป็นพลเมืองไทยและพลโลก ดังนี้

- 1) รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์
- 2) ซื่อสัตย์สุจริต
- 3) มีวินัย
- 4) ใฝ่เรียนรู้
- 5) อยู่อย่างพอเพียง
- 6) มุ่งมั่นในการทำงาน
- 7) รักความเป็นไทย
- 8) มีจิตสาธารณะ

5.3 หลักสูตรสถานศึกษา ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนบ้านดงเมืองจอก

หลักสูตรโรงเรียนบ้านดงเมืองจอก ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พุทธศักราช 2565 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เป็นแผนหรือแนวทาง หรือข้อกำหนดของการจัดการ การศึกษาของโรงเรียนบ้านดงเมืองจอก ที่จะใช้ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพ ตามมาตรฐานที่กำหนด มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้เป็นคนดี มีปัญญา มีความสุข มีศักยภาพในการศึกษาต่อ และประกอบอาชีพที่สุจริต ตลอดจนการรู้จักอนุรักษ์วัฒนธรรม ประเพณีท้องถิ่น โดยมุ่งหวังให้มีความ สมบูรณ์ทั้งด้านร่างกาย จิตใจ และสติปัญญา อีกทั้งมีความรู้และทักษะที่จำเป็นสำหรับการดำรงชีวิต และมีคุณภาพได้มาตรฐานสากลเพื่อการแข่งขันในยุคปัจจุบัน ดังนั้นหลักสูตรโรงเรียนบ้านดงเมืองจอก ชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 3 พุทธศักราช 2565 จึงประกอบด้วยสาระสำคัญของหลักสูตรแกนกลาง สาระ ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับชุมชนท้องถิ่น และสาระสำคัญที่โรงเรียนพัฒนาเพิ่มเติม โดยจัดเป็นสาระการเรียนรู้ รายวิชาพื้นฐานตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม จัดกิจกรรมพัฒนา ผู้เรียนเป็นรายปีในระดับประถมศึกษา เป็นรายภาคในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น และกำหนดคุณลักษณะ อันพึงประสงค์ของโรงเรียนบ้านดงเมืองจอก ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พุทธศักราช 2565

5.3.1 ระดับการศึกษา

หลักสูตรโรงเรียนบ้านดงเมืองจอก พุทธศักราช 2565 จัดระดับการศึกษาเป็น 2 ระดับ ดังนี้

- 1) ระดับประถมศึกษา (ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1- 6) การศึกษาระดับนี้เป็นช่วงแรกของการศึกษาภาคบังคับ มุ่งเน้นทักษะพื้นฐานด้านการอ่าน การเขียน การคิดคำนวณ ทักษะการคิดพื้นฐาน การติดต่อสื่อสาร กระบวนการเรียนรู้ทางสังคม และพื้นฐานความเป็นมนุษย์ การพัฒนาคุณภาพชีวิตอย่างสมบูรณ์และสมดุลทั้งในด้านร่างกาย สติปัญญา อารมณ์ สังคม และวัฒนธรรม โดยเน้นจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ

2) ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1- 3) เป็นช่วงสุดท้ายของการศึกษาภาคบังคับ มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้สำรวจความถนัดและความสนใจของตนเอง ส่งเสริมการพัฒนาบุคลิกภาพส่วนตน มีทักษะในการคิดวิจารณ์ญาณ คิดสร้างสรรค์ และคิดแก้ปัญหา มีทักษะในการดำเนินชีวิต มีทักษะการใช้เทคโนโลยีเพื่อเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ มีความรับผิดชอบต่อสังคม มีความสมดุลทั้งด้านความรู้ ความคิด ความดีงาม และมีความภูมิใจในความเป็นไทย ตลอดจนใช้เป็นพื้นฐานในการประกอบอาชีพหรือการศึกษาต่อ

5.3.2 การจัดเวลาเรียน

หลักสูตรโรงเรียนบ้านดงเมืองจอก พุทธศักราช 2565 ได้จัดเวลาเรียนตามกลุ่มสาระการเรียนรู้ 8 กลุ่ม และกิจกรรมพัฒนาผู้เรียน โดยจัดให้เหมาะสมตามบริบท จุดเน้นของโรงเรียนและสภาพของผู้เรียน ดังนี้

- 1) ระดับชั้นประถมศึกษา ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 – 6 จัดเวลาเรียนเป็นรายปี โดยมีเวลาเรียนวันละ 5 ชั่วโมง
- 2) ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 – 3 จัดเวลาเรียนเป็นรายภาค มี เวลาเรียนวันละ 6 ชั่วโมง คำนวณของรายวิชาที่เรียนเป็นหน่วยกิต ใช้เกณฑ์ 40 ชั่วโมงต่อภาค เรียน มีค่าน้ำหนักวิชา เท่ากับ 1 หน่วยกิต (นก.)

5.3.3 โครงสร้างเวลาเรียน

หลักสูตรสถานศึกษา โรงเรียนบ้านดงเมืองจอก พุทธศักราช 2565 ตามหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้กำหนดโครงสร้างของหลักสูตรสถานศึกษา เพื่อให้ผู้สอน และผู้ที่เกี่ยวข้องในการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรของสถานศึกษามีแนวปฏิบัติ ดังนี้

ตาราง 9 โครงสร้างเวลาเรียนระดับมัธยม หลักสูตรสถานศึกษา โรงเรียนบ้านดงเมืองจอก พุทธศักราช 2565

กลุ่มสาระการเรียนรู้/ กิจกรรม	เวลาเรียน		
	ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น		
	ม.1	ม.2	ม.3
● รายวิชาพื้นฐาน			
ภาษาไทย	120 (3 นก.)	120 (3 นก.)	120 (3 นก.)
คณิตศาสตร์	120 (3 นก.)	120 (3 นก.)	120 (3 นก.)
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	120 (3 นก.)	120 (3 นก.)	120 (3 นก.)
สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม	160 (4 นก.) 40 (1 นก.)	160 (4 นก.) 40 (1 นก.)	160 (4 นก.) 40 (1 นก.)

กลุ่มสาระการเรียนรู้/ กิจกรรม	เวลาเรียน		
	ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น		
	ม.1	ม.2	ม.3
☐ ประวัติศาสตร์ ☐ ศาสนาศีลธรรม จริยธรรม ☐ หน้าที่พลเมือง วัฒนธรรม และการดำเนิน ชีวิตในสังคม ☐ เศรษฐศาสตร์ ☐ ภูมิศาสตร์	120 (3 นก.)	120 (3 นก.)	120 (3 นก.)
สุขศึกษาและพลศึกษา	80 (2 นก.)	80 (2 นก.)	80 (2 นก.)
ศิลปะ	80 (2 นก.)	80 (2 นก.)	80 (2 นก.)
การงานอาชีพ	80 (2 นก.)	80 (2 นก.)	80 (2 นก.)
ภาษาต่างประเทศ	120 (3 นก.)	120 (3 นก.)	120 (3 นก.)
รวมเวลาเรียนรายวิชา พื้นฐาน	880 (22 นก.)	880 (22 นก.)	880 (22 นก.)
● รายวิชาเพิ่มเติม			
☐ คณิตศาสตร์เพิ่มเติม	40 (1 นก.)	40 (1 นก.)	40 (1 นก.)
☐ คอมพิวเตอร์ประยุกต์	40 (1 นก.)	40 (1 นก.)	40 (1 นก.)
☐ การงานอาชีพ	80 (2 นก.)	80 (2 นก.)	80 (2 นก.)
☐ การป้องกันการทุจริต	40 (1 นก.)	40 (1 นก.)	40 (1 นก.)
รวมเวลาเรียนรายวิชา เพิ่มเติม	200 (5 นก.)	200 (5 นก.)	200 (5 นก.)
● กิจกรรมพัฒนาผู้เรียน			
☐ กิจกรรมแนะแนว	40	40	40
☐ กิจกรรมนักเรียน			
- เนตรนารี/ลูกเสือ	40	40	40
- ชุมนุม	25	25	25
☐ กิจกรรมเพื่อสังคม และ	15	15	15

กลุ่มสาระการเรียนรู้/ กิจกรรม	เวลาเรียน		
	ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น		
	ม.1	ม.2	ม.3
สาธารณประโยชน์			
รวมเวลากิจกรรมพัฒนา ผู้เรียน	120	120	120
รวมเวลาเรียนทั้งหมด	1,200 ชั่วโมง		

5.3.4 โครงสร้างหลักสูตรชั้นปี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ตาราง 10 โครงสร้างหลักสูตรชั้นปี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลักสูตรสถานศึกษา โรงเรียนบ้านดงเมือง-
จอก พุทธศักราช 2565

ภาคเรียนที่ 1		ภาคเรียนที่ 2	
รายวิชา/กิจกรรม	เวลาเรียน (หน่วยกิต/ชม.)	รายวิชา/กิจกรรม	เวลาเรียน (หน่วย กิต/ชม.)
รายวิชาพื้นฐาน	11 (440)	รายวิชาพื้นฐาน	11 (440)
ท23101 ภาษาไทย	1.5 (60)	ท23102 ภาษาไทย	1.5 (60)
ค23101 คณิตศาสตร์	1.5 (60)	ค23102 คณิตศาสตร์	1.5 (60)
ว23101 วิทยาศาสตร์	1.5 (60)	ว23102 วิทยาศาสตร์	1.5 (60)
ส23101 สังคมศึกษา	1.5 (60)	ส23103 สังคมศึกษา	1.5 (60)
ส23102 ประวัติศาสตร์	0.5 (20)	ส23104 ประวัติศาสตร์	0.5 (20)
พ23101 สุขศึกษาและพลศึกษา	1 (40)	พ23102 สุขศึกษาและพลศึกษา	1 (40)
ศ23101 ศิลปะ	1 (40)	ศ23102 ศิลปะ	1 (40)
ง23101 การงานอาชีพ	1 (40)	ง23102 การงานอาชีพ	1 (40)
อ23101 ภาษาอังกฤษ	1.5 (60)	อ23102 ภาษาอังกฤษ	1.5 (60)
รายวิชาเพิ่มเติม	2.5 (100)	รายวิชาเพิ่มเติม	2.5 (100)
ค23201 คณิตศาสตร์เพิ่มเติม	0.5 (20)	ค23202 คณิตศาสตร์เพิ่มเติม	0.5 (20)
ว23201 คอมพิวเตอร์ประยุกต์	0.5 (20)	ว23202 คอมพิวเตอร์ประยุกต์	0.5 (20)
ง23201 งานช่างประดิษฐ์	1 (40)	ง23202 งานช่างประดิษฐ์	1 (40)

ภาคเรียนที่ 1		ภาคเรียนที่ 2	
รายวิชา/กิจกรรม	เวลาเรียน (หน่วยกิต/ชม.)	รายวิชา/กิจกรรม	เวลาเรียน (หน่วย กิต/ชม.)
ส23201 การป้องกันการทุจริต	0.5 (20)	ส23202 การป้องกันการ ทุจริต	0.5 (20)
กิจกรรมพัฒนาผู้เรียน	60	กิจกรรมพัฒนาผู้เรียน	60
กิจกรรมแนะแนว	20	กิจกรรมแนะแนว	20
ลูกเสือ – เนตรนารี	20	ลูกเสือ – เนตรนารี	20
กิจกรรมชุมนุม	13	กิจกรรมชุมนุม	13
กิจกรรมเพื่อสังคม ฯ	7	กิจกรรมเพื่อสังคม ฯ	7
รวมเวลาเรียนภาค 1	600	รวมเวลาเรียนภาค 2	600

5.3.5 เป้าหมายของวิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์เป็นเรื่องของการเรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติ โดยมนุษย์ใช้กระบวนการสังเกต สำรวจตรวจสอบ และการทดลองเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติและนำผลมาจัดระบบหลักการ แนวคิดและทฤษฎี ดังนั้นการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้เป็นผู้เรียนรู้และค้นพบด้วยตนเองมากที่สุด นั่นคือให้ได้ทั้งกระบวนการและองค์ความรู้ ตั้งแต่วัยเริ่มแรกก่อนเข้าเรียน เมื่ออยู่ในสถานศึกษาและเมื่อออกจากสถานศึกษาไปประกอบอาชีพแล้ว

การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในสถานศึกษามีเป้าหมายสำคัญดังนี้

- 1) เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานในวิทยาศาสตร์
- 2) เพื่อให้เข้าใจขอบเขต ธรรมชาติและข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์
- 3) เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

เทคโนโลยี

4) เพื่อพัฒนาระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหาและการจัดการทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ

5) เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์ และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน

6) เพื่อนำความรู้ความเข้าใจในเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต

7) เพื่อให้เป็นคนมีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

5.3.6 คุณภาพผู้เรียน

จบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

1) เข้าใจลักษณะและองค์ประกอบที่สำคัญของเซลล์สิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของการทำงานของระบบต่าง ๆ ในร่างกายมนุษย์ การดำรงชีวิตของพืช การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงของยีนหรือโครโมโซม และตัวอย่างโรคที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม ประโยชน์และผลกระทบของสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม ความหลากหลายทางชีวภาพ ปฏิสัมพันธ์ขององค์ประกอบของระบบนิเวศและการถ่ายทอดพลังงานในสิ่งมีชีวิต

2) เข้าใจองค์ประกอบและสมบัติของธาตุ สารละลาย สารบริสุทธิ์ สารผสม หลักการ แยกสาร การเปลี่ยนแปลงของสารในรูปแบบของการเปลี่ยนสถานะ การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี และสมบัติทางกายภาพ และการใช้ประโยชน์ของวัสดุประเภทพอลิเมอร์ เซรามิกส์ และวัสดุผสม

3) เข้าใจการเคลื่อนที่ แรงลัพธ์และผลของแรงลัพธ์กระทำต่อวัตถุ โมเมนต์ของแรง แรงที่ปรากฏในชีวิตประจำวัน สนามของแรง ความสัมพันธ์ของงาน พลังงานจลน์ พลังงานศักย์โน้มถ่วง กฎการอนุรักษ์พลังงาน การถ่ายโอนพลังงาน สมดุลความร้อน ความสัมพันธ์ของปริมาณทางไฟฟ้า การต่อวงจรไฟฟ้าในบ้าน พลังงานไฟฟ้า และหลักการเบื้องต้นของวงจรอิเล็กทรอนิกส์

4) เข้าใจสมบัติของคลื่น และลักษณะของคลื่นแบบต่าง ๆ แสง การสะท้อน การหักเหของแสงและทัศนอุปกรณ์

5) เข้าใจการโคจรของดาวเคราะห์รอบดวงอาทิตย์ การเกิดฤดู การเคลื่อนที่ปรากฏของดวงอาทิตย์ การเกิดข้างขึ้นข้างแรม การขึ้นและตกของดวงจันทร์ การเกิดน้ำขึ้นน้ำลง ประโยชน์ของเทคโนโลยีอวกาศ และความก้าวหน้าของโครงการสำรวจอวกาศ

6) เข้าใจลักษณะของชั้นบรรยากาศ องค์ประกอบและปัจจัยที่มีผลต่อลมฟ้าอากาศ การเกิดและผลกระทบของพายุฟ้าคะนอง พายุหมุนเขตร้อน การพยากรณ์อากาศ สถานการณ์ การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก กระบวนการเกิดเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์และการใช้ประโยชน์ พลังงานทดแทนและการใช้ประโยชน์ ลักษณะโครงสร้างภายในโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยาดินฟ้าโลก ลักษณะชั้นหน้าตัดดิน กระบวนการเกิดดิน แหล่งน้ำผิวดิน แหล่งน้ำใต้ดิน กระบวนการเกิดและผลกระทบของภัยธรรมชาติ และธรณีพิบัติภัย

7) เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยี ได้แก่ ระบบทางเทคโนโลยี การเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี ความสัมพันธ์ระหว่างเทคโนโลยีกับศาสตร์อื่น โดยเฉพาะวิทยาศาสตร์ หรือคณิตศาสตร์ วิเคราะห์ เปรียบเทียบ และตัดสินใจเพื่อเลือกใช้เทคโนโลยี โดยคำนึงถึงผลกระทบต่อ

ชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม ประยุกต์ใช้ความรู้ ทักษะ และทรัพยากรเพื่อออกแบบและ สร้างผลงาน สำหรับการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันหรือการประกอบอาชีพ โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิง วิศวกรรม รวมทั้งเลือกใช้วัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม ปลอดภัย รวมทั้ง คำนึงถึงทรัพย์สินทางปัญญา

8) นำข้อมูลปฐมภูมิเข้าสู่ระบบคอมพิวเตอร์ วิเคราะห์ ประเมิน นำเสนอข้อมูลและ สารสนเทศได้ตามวัตถุประสงค์ ใช้ทักษะการคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริง และเขียน โปรแกรมอย่างง่ายเพื่อช่วยในการแก้ปัญหา ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารอย่างรู้เท่าทัน และรับผิดชอบต่อสังคม

9) ตั้งคำถามหรือกำหนดปัญหาที่เชื่อมโยงกับพยานหลักฐาน หรือหลักการทาง วิทยาศาสตร์ที่มีการกำหนดและควบคุมตัวแปร คิดคาดคะเนคำตอบหลายแนวทาง สร้างสมมติฐานที่ สามารถนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ ออกแบบและลงมือสำรวจตรวจสอบโดยใช้วัสดุและเครื่องมือที่ เหมาะสม เลือกใช้เครื่องมือและเทคโนโลยีสารสนเทศที่เหมาะสมในการเก็บรวบรวมข้อมูล ทั้งในเชิง ปริมาณและคุณภาพที่ได้ผลเที่ยงตรงและปลอดภัย

10) วิเคราะห์และประเมินความสอดคล้องของข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบ จากพยานหลักฐาน โดยใช้ความรู้และหลักการทางวิทยาศาสตร์ในการแปลความหมายและลงข้อสรุป และสื่อสารความคิด ความรู้ จากผลการสำรวจตรวจสอบหลากหลายรูปแบบ หรือใช้เทคโนโลยี สารสนเทศเพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจได้อย่างเหมาะสม

11) แสดงถึงความสนใจ มุ่งมั่น รับผิดชอบ รอบคอบ และซื่อสัตย์ ในสิ่งที่จะเรียนรู้ มีความคิดสร้างสรรค์เกี่ยวกับเรื่องที่จะศึกษาตามความสนใจของตนเอง โดยใช้เครื่องมือและวิธีการที่ ให้ได้ผลถูกต้อง เชื่อถือได้ ศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมจากแหล่งความรู้ต่าง ๆ แสดงความคิดเห็นของตนเอง รับฟังความคิดเห็นผู้อื่น และยอมรับการเปลี่ยนแปลงความรู้ที่ค้นพบ เมื่อมีข้อมูลและประจักษ์พยาน ใหม่เพิ่มขึ้นหรือโต้แย้งจากเดิม

12) ตระหนักในคุณค่าของความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ใช้ในชีวิตประจำวัน ใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการดำรงชีวิต และการประกอบอาชีพ แสดงความชื่นชม ยกย่อง และเคารพสิทธิในผลงานของผู้คิดค้น เข้าใจผลกระทบทั้งด้านบวกและด้าน ลบ ของการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์ต่อสิ่งแวดล้อมและต่อบริบทอื่น ๆ และศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงการหรือสร้างชิ้นงานตามความสนใจ

13) แสดงถึงความซื่อสัตย์ ห่วงใย มีพฤติกรรมเกี่ยวกับการดูแลรักษาความสมดุลของ ระบบนิเวศ และความหลากหลายทางชีวภาพ

5.3.7 คำอธิบายรายวิชา

คำอธิบายรายวิชา รายวิชาพื้นฐาน

ว 23101 วิทยาศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ภาคเรียนที่ 1 เวลา 60 ชั่วโมง (1.5 นก.)

ศึกษา วิเคราะห์ สำรวจ สืบค้นข้อมูล และอธิบายลักษณะของโครโมโซมที่มีหน่วยพันธุกรรม หรือยีนในนิวเคลียส สารพันธุกรรมหรือดีเอ็นเอ กระบวนการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม โรคทางพันธุกรรมที่เกิดจากความผิดปกติของยีนและโครโมโซม ความหลากหลายทางชีวภาพในท้องถิ่นที่ทำให้สิ่งมีชีวิตดำรงชีวิตอยู่ได้อย่างสมดุล ผลของความหลากหลายทางชีวภาพที่มีต่อมนุษย์ สัตว์ พืช และสิ่งแวดล้อม ผลของเทคโนโลยีชีวภาพต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์และสิ่งแวดล้อม ระบบนิเวศต่าง ๆ ในท้องถิ่น ความสัมพันธ์ขององค์ประกอบภายในระบบนิเวศ ความสัมพันธ์ของการถ่ายทอดพลังงานของสิ่งมีชีวิตในรูปของโซ่อาหารและสายใยอาหาร วัฏจักรน้ำ วัฏจักรคาร์บอน ความสำคัญที่มีต่อระบบนิเวศ ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงขนาดของประชากรในระบบนิเวศ สภาพปัญหาสิ่งแวดล้อม ทรัพยากรธรรมชาติในท้องถิ่นและแนวทางในการแก้ไขปัญหา แนวทางการรักษาสมดุลของระบบนิเวศ การใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืน การใช้ทรัพยากรธรรมชาติตามปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ปัญหาสิ่งแวดล้อมและเสนอแนะแนวทางการแก้ปัญหาและมีส่วนร่วมในการดูแลและอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นอย่างยั่งยืน ความสัมพันธ์ระหว่างดวงอาทิตย์ โลก ดวงจันทร์และดาวเคราะห์อื่น ๆ และผลที่เกิดขึ้นต่อสิ่งแวดล้อมและสิ่งมีชีวิตบนโลก องค์ประกอบของเอกภพ กาแล็กซี และระบบสุริยะ ระบุตำแหน่งของกลุ่มดาว ความก้าวหน้าของเทคโนโลยีอวกาศที่ใช้สำรวจอวกาศ วัตถุท้องฟ้า สภาพอากาศ ทรัพยากรธรรมชาติ การเกษตรและการสื่อสาร รวบรวมข้อมูล ประมวลผล ประเมินผล พัฒนาแอปพลิเคชันที่มีการบูรณาการกับวิชาอื่นอย่างสร้างสรรค์ มีความรับผิดชอบต่อสังคม อธิบายการเกิด ปฏิริยาเคมี รวมถึงการจัดเรียงตัวใหม่ของอะตอมเมื่อการเกิดปฏิริยาเคมี กฎทรงมวล วิเคราะห์ปฏิริยาดูดความร้อน และปฏิริยาคายความร้อน จากการเปลี่ยนแปลงพลังงานความร้อนของปฏิริยา การเกิดสนิมของเหล็ก ปฏิริยาของกรดกับโลหะ ปฏิริยาของกรดกับเบส และปฏิริยาของเบสกับโลหะ ระบุประโยชน์และโทษของปฏิริยาเคมีที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา มีความสามารถในการสำรวจ ตรวจสอบ การสืบค้นข้อมูล และการอภิปราย เพื่อให้เกิดความรู้ ความคิด ความเข้าใจ สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ในการดำรงชีวิตและดูแลสิ่งแวดล้อม มีคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมที่เหมาะสม และเข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

ตัวชี้วัด

ว 1.1 ม.1/3, ม.2/3, ม.3/3, ม.4/3, ม.5/3, ม.6/3

ว 1.3 ม.3/1, ม.2/3, ม.3/3, ม.4/3, ม.5/3, ม.6/3, ม.7/3, ม.8/3, ม.9/3, ม.10/3, ม.11/3

ว 2.1 ม.3/1, ม.2/3, ม.3/3, ม.4/3, ม.5/3, ม.6/3, ม.7/3, ม.8/3

รวมทั้งหมด 25 ตัวชี้วัด

5.3.8 โครงสร้างรายวิชาพื้นฐาน วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ตาราง 11 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์หน่วยการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ และเวลาในการสอน

ลำดับที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
1	ระบบนิเวศ	ว 1.1 ม.3/1 ม.3/2 ม.3/3 ม.3/4 ม.3/5 ม.3/6	ระบบนิเวศประกอบด้วยองค์ประกอบที่ไม่มีชีวิตและองค์ประกอบที่มีชีวิต ซึ่งมีปฏิสัมพันธ์กันอย่างเป็นระบบ ตัวอย่างปฏิสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบที่มีชีวิตกับองค์ประกอบที่ไม่มีชีวิต เช่น ต้นไม้ต้องการน้ำ แสง ธาตุอาหาร และแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ตัวอย่างปฏิสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบที่มีชีวิตกับองค์ประกอบที่มีชีวิต เช่น กวางกินหญ้า เสือกินกวาง แร้งกินซากเสือที่ตายแล้ว และจุลินทรีย์จะย่อยสลายซากเสือให้กลายเป็นสารอินทรีย์กลับคืนสู่ธรรมชาติ สิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศมีอยู่หลายชนิด ซึ่งแต่ละชนิดต่างก็มีรูปแบบความสัมพันธ์ที่แตกต่างกัน ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศอาจทำให้สิ่งมีชีวิตบางชนิดได้ประโยชน์ เสียประโยชน์ หรือไม่มีผลต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตนั้น สิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศมีความเกี่ยว-	12

ลำดับที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
			ข้อสัมพันธ์กัน โดยมีการถ่ายทอดพลังงานในรูปของโซ่อาหารและสายใยอาหาร ซึ่งโซ่อาหารมีความสัมพันธ์กับสิ่งมีชีวิตในบริเวณเดียวกันที่มีการถ่ายทอดพลังงานผ่านการกินต่อกันเป็นทอด ๆ เริ่มจากสิ่งมีชีวิตที่เป็นผู้ผลิตและสายใยอาหารเป็นการถ่ายทอดพลังงานผ่านการกินที่ซับซ้อนมากขึ้น ในระบบนิเวศจะมีการถ่ายทอดพลังงานเกิดขึ้นพร้อมกับการหมุนเวียนสาร และในระบบหนึ่งประกอบด้วยองค์ประกอบที่ไม่มีชีวิตและองค์ประกอบที่มีชีวิต ซึ่งมีความสัมพันธ์กันอย่างเหมาะสม ระบบนิเวศจึงจะอยู่ในสภาวะสมดุล	
2	พันธุกรรม	ว 1.3 ม.3/1 ม.3/2 ม.3/3 ม.3/4 ม.3/5 ม.3/6 ม.3/7 ม.3/8 ม.3/9 ม.3/10 ม.3/11	ลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตสามารถถ่ายทอดจากรุ่นหนึ่งไปยังอีกรุ่นหนึ่งได้ โดยมียีนเป็นหน่วยควบคุมลักษณะทางพันธุกรรม โดยยีนเป็นส่วนหนึ่งของสายดีเอ็นเอ และดีเอ็นเอจะต่อกันเป็นโครโมโซมอยู่ในนิวเคลียสของเซลล์ สิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันจะมีจำนวนโครโมโซมเท่ากัน และอาจมีจำนวนโครโมโซมเท่าหรือไม่เท่ากับสิ่งมีชีวิตต่างชนิดกัน ซึ่งโครโมโซมแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ โครโมโซมร่างกายและโครโมโซมเพศ	24

ลำดับที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	มาตรฐานการ เรียนรู้/ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
			และสิ่งมีชีวิตที่มีโครโมโซม 2 ชุด อยู่กันเป็นคู่และมีการเรียงลำดับยีนบนโครโมโซมเหมือนกัน เรียกว่า ฮอมอโลกัสโครโมโซม เมลเดลเป็นบิดาแห่งวิชาพันธุศาสตร์ ศึกษาการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของต้นถั่วลันเตา พบว่า ผลการผสมพันธุ์ถั่วลันเตาที่มีลักษณะต่างกันในเรื่องพ่อแม่ ได้ลูกที่ปรากฏลักษณะเด่นในทุกรุ่น และลักษณะด้อยจะมีโอกาสปรากฏในแต่ละรุ่นน้อยกว่า นำมาสู่หลักการพื้นฐานการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม นอกจากนี้ เมลเดลได้สันนิษฐานว่า ยีนแต่ละตำแหน่งบนฮอมอโลกัสโครโมโซมมี 2 แอลลีลจะแยกออกจากกันเมื่อมีการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ หลังปฏิสนธิแอลลีลจะกลับมาเข้าคู่กันอย่างอิสระ โดยแอลลีลหนึ่งได้รับมาจากพ่อ และอีกแอลลีลหนึ่งได้รับมาจากแม่ ซึ่งอาจมีรูปแบบเดียวกันหรือแตกต่างกัน โดยแอลลีลที่ต่างกันจะมีแอลลีลหนึ่งสามารถข่มอีกแอลลีลหนึ่งได้ เรียกแอลลีลที่ข่มอีกแอลลีลหนึ่งได้ว่า แอลลีลเด่น ทำให้สิ่งมีชีวิตแสดงลักษณะเด่น ส่วนแอลลีลที่ถูกข่มเรียกว่า แอลลีลด้อย สิ่งมีชีวิตทุกชนิดล้วนมีการแบ่งเซลล์ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสและไมโอซิส การแบ่ง	

ลำดับที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	มาตรฐานการ เรียนรู้/ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
			เซลล์แบบไมโทซิสเป็นการแบ่งเซลล์เพื่อเพิ่มจำนวนเซลล์ร่างกาย ได้เซลล์ใหม่จำนวน 2 เซลล์ ซึ่งแต่ละเซลล์มีจำนวนโครโมโซมเหมือนเซลล์ตั้งต้น และการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสเป็นการแบ่งเซลล์เพื่อสร้างเซลล์สืบ- พันธุ์ ได้เซลล์ใหม่จำนวน 4 เซลล์ ซึ่งแต่ละเซลล์จะมีจำนวนโครโมโซมเป็นครึ่งหนึ่งของเซลล์เดิม การเปลี่ยนแปลงของยีนหรือโครโมโซมก่อให้เกิดโรคทางพันธุกรรม เช่น โรคธาลัสซีเมียเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของยีน กลุ่มอาการดาวน์เป็นกลุ่มอาการเกิดจากการเปลี่ยนแปลงจำนวนของโครโมโซม กลุ่มอาการครีโวดูซาเป็นกลุ่มอาการที่เกิดจากความผิดปกติที่เกิดขึ้นกับรูปร่างโครโมโซม นอกจากนั้น โรคทางพันธุกรรมสามารถถ่ายทอดจากพ่อแม่ไปสู่ลูกได้ ดังนั้น เพื่อป้องกันความเสี่ยงจากการถ่ายทอดโรคทางพันธุกรรม จึงควรตรวจและวินิจฉัยภาวะเสี่ยงจากการถ่ายทอดโรคทางพันธุกรรมก่อนแต่งงานหรือในระหว่างตั้งครรภ์ สิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม คือ สิ่งมีชีวิตที่มีการเปลี่ยนแปลงพันธุกรรมโดยมนุษย์ซึ่งอาศัยความรู้ทางพันธุวิศวกรรม ซึ่งเป็นกระบวนการที่	

ลำดับที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	มาตรฐานการ เรียนรู้/ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
			นอกเหนือไปจากการเปลี่ยนแปลงตามธรรมชาติ การสร้างสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมทำได้โดยการถ่ายทอดยีนที่มีลักษณะที่ต้องการจากสิ่งมีชีวิตหนึ่งเข้าไปอยู่ในดีเอ็นเอของสิ่งมีชีวิตอีกชนิดหนึ่ง ทำให้สิ่งมีชีวิตที่ได้รับยีนแสดงลักษณะตามที่ต้องการ และลักษณะดังกล่าวสามารถถ่ายทอดไปยังรุ่นลูกและหลานต่อไปได้ โดยมนุษย์ใช้ประโยชน์จากสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมในด้านต่างๆ เช่น การผลิตอาหาร ด้านการแพทย์ ด้านการเกษตร ด้านอุตสาหกรรม อย่างไรก็ตาม สังคมก็ยังมี ความกังวลเกี่ยวกับความปลอดภัยในการบริโภคและผลกระทบของสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม ดังนั้น จึงควรศึกษาและติดตามผลกระทบต่อไป ความหลากหลายทางชีวภาพแบ่งออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่ ความหลากหลายทางระบบนิเวศ ความหลากหลายของชนิดสิ่งมีชีวิต และความหลากหลายทางพันธุกรรม ซึ่งความหลากหลายทางชีวภาพในแต่ละพื้นที่จะแตกต่างกัน บางพื้นที่มีความหลากหลายทางชีวภาพสูง บางพื้นที่มีความหลากหลายทางชีวภาพต่ำ ซึ่งความหลากหลายทางชีวภาพมีความสำคัญต่อการรักษาสมดุลของ	

ลำดับที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
			ระบบนิเวศ และมีความสำคัญต่อมนุษย์ ดังนั้น จึงควรร่วมกันดูแลรักษาความ หลากหลายทางชีวภาพโดยการร่วมกัน อนุรักษ์พันธุ์สัตว์ ใช้ทรัพยากรอย่าง ประหยัดและรู้คุณค่า	
3	ปฏิกิริยาเคมี	ว 2.1 ม.3/3 ม.3/4 ม.3/5 ม.3/6 ม.3/7 ม.3/8	ปฏิกิริยาเคมีหรือการเปลี่ยนแปลง ทางเคมีของสารทำให้เกิดสารใหม่ โดยสารที่เข้าทำปฏิกิริยาเรียกว่า สารตั้ง ต้น และสารที่เกิดขึ้นใหม่ เรียกว่า ผลิตภัณฑ์ที่มีสมบัติแตกต่างไปจากสาร ตั้งต้น เนื่องจากการจัดเรียงอะตอม ใหม่ของสารตั้งต้นขณะเกิดปฏิกิริยา ซึ่ง การเกิดปฏิกิริยาเคมีดังกล่าวสามารถ เขียนได้เป็นสมการข้อความที่แสดงถึง จำนวนอะตอมแต่ละชนิดก่อนและหลัง การทำปฏิกิริยาเคมีจะมีจำนวนเท่ากัน และมวลรวมของสารตั้งต้นจะเท่ากับ มวลรวมของผลิตภัณฑ์ซึ่งเป็นไปตามกฎ ทรงมวล ในขณะที่เกิดปฏิกิริยาเคมีจะมีการ ถ่ายโอนความร้อนควบคู่ไปกับการ จัดเรียงตัวใหม่ของอะตอมของสาร แบ่งเป็น 2 ประเภท ได้แก่ ปฏิกิริยาที่มี การถ่ายโอนความร้อนจากสิ่งแวดล้อม เข้าสู่ระบบ เรียกว่า ปฏิกิริยาคายความร้อน และปฏิกิริยาที่มีการถ่ายโอนความร้อนจากระบบออกสู่สิ่งแวดล้อม เรียกว่า ปฏิกิริยาคายความร้อน	12

ลำดับที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	มาตรฐานการ เรียนรู้/ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
			ปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวันมีหลายชนิด เช่น ปฏิกิริยาการเผาไหม้เป็นปฏิกิริยาระหว่างสารกับออกซิเจน ซึ่งส่วนใหญ่เป็นสารประกอบที่มีคาร์บอนและไฮโดรเจนเป็นองค์ประกอบ การเกิดสนิมเหล็กเกิดจากปฏิกิริยาเคมีระหว่างเหล็ก น้ำ และออกซิเจน ได้ผลิตภัณฑ์เป็นสนิมของเหล็ก ปฏิกิริยาของกรดกับโลหะจะได้ผลิตภัณฑ์เป็นเกลือของโลหะกับแก๊สไฮโดรเจน ปฏิกิริยาของกรดกับสารประกอบคาร์บอนเตตจะได้ออกผลิตภัณฑ์เป็นแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ เกลือของโลหะ และน้ำ ปฏิกิริยาของกรดกับเบสจะได้ผลิตภัณฑ์เป็นเกลือของโลหะและน้ำ ปฏิกิริยาของเบสกับโลหะบางชนิดจะได้ผลิตภัณฑ์เป็นเกลือของเบสและแก๊สไฮโดรเจน การเกิดฝนกรดเกิดจากปฏิกิริยาระหว่างน้ำฝนกับออกไซด์ของไนโตรเจน หรือออกไซด์ของซัลเฟอร์ ทำให้ได้น้ำฝนที่มีสมบัติเป็นกรด การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชเป็นปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นระหว่างแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์กับน้ำ โดยมีแสงเป็นปัจจัยที่ทำให้เกิดปฏิกิริยา และได้ผลิตภัณฑ์เป็นน้ำตาลกลูโคสและแก๊สออกซิเจน ความรู้เกี่ยวกับปฏิกิริยาเคมีสามารถนำไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน และสามารถบูรณาการ	

ลำดับที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	มาตรฐานการ เรียนรู้/ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
			กับคณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และ วิศวกรรมศาสตร์ เพื่อใช้ปรับปรุง ผลิตภัณฑ์ให้มีคุณภาพตามต้องการ หรือ อาจสร้างนวัตกรรมเพื่อป้องกันและ แก้ปัญหาที่เกิดจากปฏิกิริยาเคมี โดยใช้ ความรู้เกี่ยวกับปฏิกิริยาเคมี เช่น การ เปลี่ยนแปลงพลังงานความร้อนอัน เนื่องมาจากปฏิกิริยาเคมี การเพิ่มปริมาณผลผลิต	
4	ปฏิสัมพันธ์ ในระบบ สุริยะและ เทคโนโลยี อวกาศ	ว 3.1 ม.3/1 ม.3/2 ม.3/3 ม.3/4	ระบบสุริยะมีดวงอาทิตย์เป็น ศูนย์กลางโดยมีดาวเคราะห์และบริวาร ดาวเคราะห์แคระ ดาวเคราะห์น้อย ดาว หาง และอื่นๆ โคจรรอบโดยรอบ ซึ่งวัตถุ เหล่านี้จะโคจรรอบดวงอาทิตย์ด้วยแรง โน้มถ่วง ซึ่งแรงโน้มถ่วงเป็นแรงดึงดูด ระหว่างวัตถุสองวัตถุ โดยเป็นสัดส่วนกับ ผลคูณของมวลทั้งสอง และเป็นสัดส่วน ผกผันกับกำลังสองของระยะทาง ระหว่างวัตถุทั้งสอง การที่โลกโคจรรอบ ดวงอาทิตย์ในลักษณะที่แกนโลกเอียง กับแนวตั้งฉากของระนาบทางโคจรทำ ให้ส่วนต่างๆ บนโลกได้รับปริมาณแสง จากดวงอาทิตย์แตกต่างกันในรอบปี เกิดเป็นฤดูกาลและยังทำให้กลางวันและ กลางคืนยาวนานไม่เท่ากัน ส่วนการ หมุนรอบตัวเองของโลกทำให้เรา สังเกตเห็นการเคลื่อนที่ปรากฏของดวง อาทิตย์จากทิศตะวันออกไปยังทิศ	12

ลำดับที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
			ตะวันตก ซึ่งปรากฏการณ์นี้เรียกว่า การขึ้นและตกของดวงอาทิตย์ ส่วนดวงจันทร์โคจรรอบโลกในทิศทางเดียวกันกับที่โลกหมุนรอบตัวเอง จึงทำให้เห็นดวงจันทร์ขึ้นเข้าไปประมาณวันละ 50 นาที และเนื่องจากดวงจันทร์ใช้เวลาหมุนรอบตัวเองเท่ากับเวลาที่ใช้ในการโคจรรอบโลก ทำให้ดวงจันทร์หันด้านเดียวเข้าหาโลก เมื่อดวงจันทร์โคจรรอบโลกจะหันส่วนสว่างมายังโลก ทำให้เราสังเกตเห็นส่วนสว่างของดวงจันทร์แตกต่างกันในแต่ละวัน เกิดเป็นข้างขึ้นข้างแรมหรือวิถีจันทร์ ผลของความแตกต่างของแรงโน้มถ่วงที่ดวงอาทิตย์และดวงจันทร์กระทำต่อโลกทำให้เกิดปรากฏการณ์น้ำขึ้นน้ำลง วันที่น้ำมีระดับการขึ้นสูงสุดและลงต่ำสุดเรียกว่าวันน้ำเกิด ส่วนวันที่ระดับน้ำมีการขึ้นและลงน้อยเรียกว่า วันน้ำตาย โดยวันน้ำเกิด และวันน้ำตายมีความสัมพันธ์กับข้างขึ้นข้างแรม เทคโนโลยีอวกาศเป็นการนำความรู้และวิธีการต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมาใช้ให้เหมาะสมในการศึกษาทางดาราศาสตร์และอวกาศ ตลอดจนนำมาประยุกต์ใช้ให้สอดคล้องกับทรัพยากรธรรมชาติและการดำรงชีวิตของมนุษย์ ซึ่งอุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษาเทคโนโลยีอวกาศมีหลายอย่าง	

ลำดับที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
			เช่น กล้องโทรทรรศน์ กระจายอวกาศ ดาวเทียม ยานอวกาศ	

6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

6.1 งานวิจัยในประเทศ

จันทมนิ สระทองหน และ จรินทร์ อุ่มไกร (2560) ได้ศึกษาการจัดการเรียนการสอนในศตวรรษที่ 21 แบบ TPACK MODEL โดยการใช้การสอนแบบเสมือนจริง ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กรณีศึกษาโรงเรียนอนุบาลกาแพงแสน ผลการวิจัยพบว่า 1) บทเรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้สื่อเสริมการเรียนรู้แบบเสมือนจริงที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วย 3 ส่วน ได้แก่ หน้าแรก บทเรียน และผู้จัดทำ 2) ประสิทธิภาพของการพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบ TPACK MODEL ด้วย เทคนิคความเป็นจริงเสมือนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีค่าเท่ากับ 87.33/86.66 3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนด้วยบทเรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้สื่อเสริมการเรียนรู้โลกเสมือนผสมโลกจริงสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 4) ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนแบบการแสดงผลภาพเสมือนจริง โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด

กนิษฐกานต์ เบญจพลาภรณ์ (2563) ได้ศึกษาการวิจัยเชิงปฏิบัติการเพื่อพัฒนาการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่ส่งเสริมการพัฒนาการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มเป้าหมายในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 30 คน การวิจัยครั้งนี้ใช้รูปแบบการวิจัยปฏิบัติการ 3 วงจรปฏิบัติการ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบสังเกตการจัดการเรียนรู้ แบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ อนุทินและใบกิจกรรมของนักเรียน โดยทำการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงเนื้อหาจากแบบสังเกตการจัดการเรียนรู้ แบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้และอนุทินของนักเรียน วิเคราะห์ผลการพัฒนาการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ประเมินด้วยสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ จากใบกิจกรรมของนักเรียน ตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูลด้วย วิธีการตรวจสอบแบบสามเส้า ผลการวิจัย พบว่า แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานควรมีลักษณะ ดังนี้ 1) ชั้น

แบ่งกลุ่มทำงาน ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่มตามความสนใจ 2) ขั้นทำความเข้าใจกับปัญหา ครูเสนอปัญหาที่อยู่ในชีวิตประจำวันให้นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์ ระบุปัญหา แยกแยะประเด็นปัญหา 3) ขั้นระดมสมอง นักเรียนเลือกปัญหาที่จะศึกษาด้วยตนเองนำไปสู่การค้นคว้าหาความรู้ 4) ขั้นดำเนินการศึกษาค้นคว้า นักเรียนดำเนินการทดลอง และ 5) ขั้นสรุปประเด็นปัญหา นักเรียนนำเสนอผลการทดลองและสรุปแนวทางการแก้ปัญหา และนักเรียนที่เรียนด้วย การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานมีการพัฒนาสมรรถนะของการรู้วิทยาศาสตร์ดีขึ้นอย่างเป็นลำดับ

จตุรภัทร มาศโสภา และ มนตรี วงษ์สะพาน (2563) ได้ศึกษาและเปรียบเทียบการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 26 ซึ่งการรู้วิทยาศาสตร์ประกอบด้วย 4 ด้าน ได้แก่ สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ สถานการณ์และบริบท โดยการประเมินจะเน้นประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ ในด้านสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ เป็นหลัก ได้แก่ 1) การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ 2) การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ 3) การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 100 คน จาก 4 โรงเรียน ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 ได้มาโดยวิธีการ สุ่มตัวอย่างแบบหลายขั้นตอน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีระดับการรู้วิทยาศาสตร์ อยู่ในระดับ 2 คือ ร้อยละ 42.30 ซึ่งต่ำกว่าระดับมาตรฐานของ OECD และมีระดับการรู้วิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกันทั้ง 4 โรงเรียน

กุลธิดา พลเยี่ยม et al. (2564) ได้การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบสร้างสรรค์เป็นฐาน (CBL) ร่วมกับการบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีจุดมุ่งหมาย 1) เพื่อพัฒนาแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบสร้างสรรค์เป็นฐานร่วมกับการบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะเรื่อง วงกลมชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 2) ศึกษาค่าดัชนีประสิทธิผล 3) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 75 4) เปรียบเทียบความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 75 และ 5) ศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ข้างต้น โดยกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านดงหวาย จังหวัดร้อยเอ็ด จำนวน 1 ห้องเรียนทั้งหมด 9 คนซึ่งได้มาโดยวิธีสุ่มแบบกลุ่ม ผลการวิจัยพบว่า แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบสร้างสรรค์เป็นฐานร่วมกับการบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ มีประสิทธิภาพ 87.15/83.89 และค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.7898 แสดงว่า นักเรียนมีความก้าวหน้าเพิ่มขึ้นร้อยละ 78.98 อีกทั้งนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าวมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

คิดเป็นร้อยละ 83.89 และ 81.67ตามลำดับ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 ที่ระดับนัยสำคัญ .05 นอกจากนี้ยังมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ที่อยู่ในระดับมากที่สุด ($X = 4.54$ และ $S.D. = 0.22$)

สุกัญญา กิ่งกลาง (2564) ได้ศึกษาการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางเคมี เรื่อง สมบัติของแก๊ส ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาด้วยวิธีการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชัน งานวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน มีจุดประสงค์เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางเคมี เรื่อง สมบัติของแก๊ส ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาด้วยวิธีการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชัน ให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม กลุ่มเป้าหมายของการวิจัยนี้คือนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา จำนวน 24 คน จากการเลือกแบบเจาะจง การวิจัยนี้ดำเนินการทั้งสิ้น 3 วงรอบ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะความรู้ 5 ขั้น ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้น คือ 1) สร้างความสนใจ 2) สำรวจและค้นหา 3) อธิบายและลงข้อสรุป 4) ขยายความรู้ และ 5) ประเมิน ร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชัน เรื่อง สมบัติของแก๊ส 2) แบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางเคมี เรื่อง สมบัติของแก๊ส 3) แบบสัมภาษณ์นักเรียน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัย ในวงรอบที่ 1 พบว่า มีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม จำนวน 5 คน ในวงรอบที่ 2 มีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม จำนวน 15 คน และวงรอบที่ 3 นักเรียนในกลุ่มเป้าหมายทั้งหมด 24 คน มีคะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

6.2 งานวิจัยในต่างประเทศ

Arding and Atun (2020) ได้ศึกษาการวิเคราะห์การรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมต้นเกี่ยวกับความพยายามที่เรียบง่ายและเครื่องบินสำหรับชีวิตประจำวัน กล่าวว่าการรู้วิทยาศาสตร์คือความสามารถในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันและให้หลักฐานที่เป็นรูปธรรมในการปฏิบัติวิทยาศาสตร์ การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์การรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมต้นเกี่ยวกับความพยายามและเครื่องบินที่เรียบง่ายในชีวิตประจำวัน เครื่องมือที่ใช้ในการวัดการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนคือ แบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ที่ตรงกับตัวชี้วัดการรู้วิทยาศาสตร์ ประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ด้วยสมรรถนะ จะได้ผลของการวิเคราะห์ที่ได้จากแต่ละด้านที่ประเมินคือการระบุปัญหาทางวิทยาศาสตร์คือ 19.69% รวมอยู่ในเกณฑ์ต่ำมาก อธิบายว่าปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์อยู่ที่ 32.19% รวมอยู่ในเกณฑ์ปานกลางและการตีความข้อมูลทางวิทยาศาสตร์และหลักฐานคือ 33.59% รวมอยู่ในเกณฑ์หมู่ปานกลาง ผลลัพธ์เหล่านี้บ่งชี้ว่าความสามารถในการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนตกอยู่ในเกณฑ์ที่ไม่ดี ในงานวิจัยนี้จะแบ่งเกณฑ์การรู้วิทยาศาสตร์ ดังนี้ 0–20% ต่ำมาก, 21–40% ต่ำ, 41–60% ปานกลาง, 61–80% สูง และ 81–100% สูงมาก

Gunawan et al. (2021) ได้ศึกษาการเรียนรู้แบบผสมผสานด้วยการสืบเสาะแบบชี้แนะ เรื่องแม่เหล็กของโรงเรียนมัธยมต้น เพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน กล่าวถึงการใช้เครื่องมือการเรียนรู้ผสมผสานด้วยรูปแบบสืบเสาะแบบชี้แนะ ในเรื่องแม่เหล็กสำหรับโรงเรียนมัธยมต้น จากการพัฒนาทางเทคโนโลยีและการศึกษา เครื่องมือการเรียนรู้นี้ถูกรวมเข้ากับการเรียนรู้แบบผสมผสาน เครื่องมือการเรียนรู้ GI-BL (Guided Inquiry-Blended Learning) ประกอบด้วยหนังสือเรียนแม่เหล็ก ใบงานของนักเรียน แผนการสอนและเครื่องมือสำหรับการรู้วิทยาศาสตร์ รูปแบบการวิจัยนี้เป็นกึ่งทดลองใช้การออกแบบกลุ่มควบคุมหลังการทดสอบก่อนการทดสอบ เครื่องมือการเรียนรู้ GI-BL ได้รับการพัฒนาและตรวจสอบความถูกต้องในแง่ของเนื้อหาและเครื่องมือ การทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องมือการเรียนรู้นี้ดำเนินการกับกลุ่มตัวอย่าง 163 ตัวอย่างของนักเรียนมัธยมต้น เพื่อพัฒนาเครื่องมือการเรียนรู้ GI-BL ในการพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนโดยเฉพาะอย่างยิ่งในการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับแม่เหล็ก ข้อมูลเกี่ยวกับประสิทธิภาพของเครื่องมือการเรียนรู้ GIBL ได้รับการวิเคราะห์โดยใช้ N-gain โดยการประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ประเมินด้วยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ 1) การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ 2) การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ 3) การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ จากผลการวิเคราะห์ N-gain ปรากฏว่านักเรียนที่เรียนรู้ด้วยเครื่องมือการเรียนรู้ GIBL สามารถพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ได้เพิ่มขึ้นสูงสุด ในสมรรถนะที่อธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์

Kembara et al. (2020) ได้ศึกษาเกี่ยวกับข้อมูลการรู้ทางวิทยาศาสตร์ของครูผู้สอนเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์สำหรับทุกบริบท ผู้ตอบแบบสอบถามเป็นครูผู้สอน 384 คนจากห้าคณะที่เกี่ยวข้องกับโปรแกรมการศึกษาทั่วไป พวกเขาเป็นนักเรียนด้านการศึกษาระดับสูงและสิ่งแวดล้อมทางวัฒนธรรมทางเทคโนโลยี การสืบสวนสอบสวนดำเนินการในแผนกวิทยาศาสตร์ทั่วไป วิธีการวิจัยใช้วิธีการผสมกับการออกแบบอธิบายตามลำดับ ข้อมูลถูกรวบรวมโดย: 1) การทดสอบความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 2)ระดับทัศนคติ และ 3) การสัมภาษณ์ การวิเคราะห์ข้อมูลดำเนินการโดยสถิติเชิงพรรณนาและการวิเคราะห์เชิงคุณภาพ การวิจัยระบุว่าครูผู้สอนมีความสามารถต่ำ (39,41% - 49,36%) ในการรู้วิทยาศาสตร์ การใช้ความสามารถด้านหลักฐานทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าการระบุปัญหาทางวิทยาศาสตร์และอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ แม้ว่าครูผู้สอนมีความสามารถด้านทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ต่ำถึงสูง (1.51-3.5) ในการสนับสนุนการถามวิทยาศาสตร์เชื่อว่าพวกเขาสามารถประสบความสำเร็จในวิทยาศาสตร์สนใจวิทยาศาสตร์และรู้สึกรับผิดชอบต่อทรัพยากรและสภาพแวดล้อม ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าครูผู้สอนมีแรงจูงใจปานกลางถึงสูงในวิทยาศาสตร์

Sahrir et al. (2021) ได้ศึกษาการใช้ทักษะการบูรณาการเทคโนโลยีการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) ของคุณครูในการเตรียมการประเมินโรงเรียนออนไลน์สำหรับการเรียนรู้โดยใช้บ้านเป็นฐาน ได้อธิบายว่ากรอบการบูรณาการเทคโนโลยีการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK)

เป็นตัวชี้ขาดสำหรับนักการศึกษาและครู เมื่อมีการติดต่อการสอนและการเรียนรู้โดยใช้เทคโนโลยี ซึ่งสามส่วนประกอบสำคัญของที่แพ้ค สิ่งที่จะต้องมียุ่ที่มียุ่ความเชี่ยวชาญ ในการที่จะขึ้นำการสอนและส่วนการศึกษา โดยใช้เทคโนโลยีและแพลตฟอร์ม โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสถานการณ์ปัจจุบันที่มีการแพร่ระบาดของโควิด-19 ครูจะต้องมีการปรับการสอนให้เหมาะสม และวิธีการเรียนรู้ทางไกล รวมทั้งการประเมินรูปแบบออนไลน์ การศึกษานี้จะนำไปสู่สำรวจระดับทักษะที่แพ้คของครูโรงเรียนนาราบิคในประเทศมาเลเซีย เป็นการเตรียมประเมินออนไลน์สำหรับการสอนและการเรียนรู้ทางไกล ที่สำคัญกว่ามีการฝึกอบรมให้กับครูด้วย วิธีการการวิจัยนี้เป็นการสำรวจความเข้าใจของคุณครูเกี่ยวกับสามพื้นฐานส่วนประกอบของที่แพ้ค ประกอบด้วย เทคโนโลยี เนื้อหาวิชา และการสอน มีการได้รับข้อเสนอแนะในการใช้การประเมินรูปแบบออนไลน์และมีผลของการปฏิบัติการฝึกอบรม การศึกษานี้ อาจจะเป็นประโยชน์ให้กับผู้วิจัยที่ใช้วิธีการของเทคโนโลยีที่คล้ายกัน

จากรายงานผลการวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศ พบว่า การพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ จะต้องใช้การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ซึ่งหนึ่งในการจัดจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ คือ กระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยรูปแบบการสืบเสาะความรู้ 5 ขั้น ในปัจจุบันที่มีความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี มีการใช้เทคโนโลยีมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนที่ช่วยพัฒนาความรู้ความเข้าใจของนักเรียนให้เพิ่มขึ้นได้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามกรอบแนวคิดการบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) เพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยได้กำหนดขั้นตอนในการดำเนินการวิจัยการพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ด้วยกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามกรอบแนวคิดการบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามลำดับต่อไปนี้

1. กลุ่มเป้าหมาย
2. รูปแบบการวิจัย
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ
5. การเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การจัดกระทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล
7. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. กลุ่มเป้าหมาย

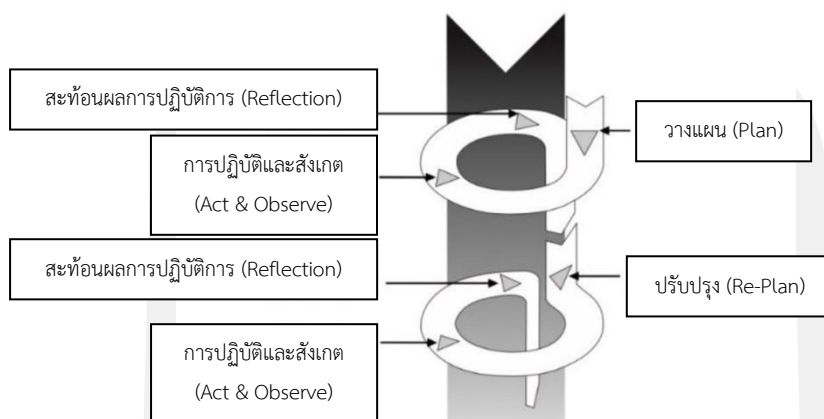
นักเรียนที่กำลังศึกษาอยู่ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนบ้านดงเมืองจอก ตำบลบ้านคู อำเภอบางบาล จังหวัดร้อยเอ็ด สำนักงานเขตพื้นที่ การศึกษาประถมศึกษาร้อยเอ็ด เขต 2 จำนวน 18 คน ประกอบด้วยนักเรียนชาย 14 คน นักเรียน หญิง 4 คน

2. รูปแบบการวิจัย

การวิจัยเป็นรูปแบบวิจัยปฏิบัติการ (Action Research) ตามแนวความคิดของ (Kemmis & McTaggart, 1998) เกี่ยวกับการวิจัยเชิงปฏิบัติการ จะประกอบไปด้วยกิจกรรมการวิจัยที่สำคัญ 4 ขั้นตอนหลัก ได้แก่

- 1) การวางแผน (Planning) ในขั้นตอนนี้จะเป็นการกำหนดแนวทางปฏิบัติการไว้ล่วงหน้า โดยอาศัยวิธีการคาดคะเนแนวโน้มผลลัพธ์ที่ อาจเกิดขึ้นจากการปฏิบัติการตามแผนที่วางไว้
- 2) ลงมือปฏิบัติการตามแผน (Action) เป็นขั้นตอนของการลงมือดำเนินงาน ตามแผนงานที่กำหนดไว้ด้วยความระมัดระวังและควบคุมการปฏิบัติงานให้เป็นไปตามที่ระบุไว้ใน แผนงาน อย่างไรก็ตามในความเป็นจริงการปฏิบัติตามแผนงานที่กำหนดไว้มีโอกาสที่จะ แปรเปลี่ยนไปตามเงื่อนไขและข้อจำกัดของสถานการณ์หรือสถานการณ์ของเวลานั้นได้
- 3) สังเกตการณ์ (Observation) เป็นขั้นตอนที่สำคัญมากเพราะเป็นการเก็บ รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับขั้นตอนกระบวนการและผลที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติงาน

4) สะท้อนกลับ (Reflection) กระบวนการและผลของการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น และการปรับปรุงแผนการปฏิบัติงาน (re - planning) ถือได้ว่าขั้นตอนนี้มีความสำคัญมากที่สุด โดยทั้ง 4 ขั้นตอนจะดำเนินการแบบนี้ต่อไปเรื่อย ๆ ดังแสดงรายละเอียดตามภาพที่ 4



ภาพ 3 กระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ
ที่มา: Kemmis and McTaggart, 1998

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัยในครั้งนี้ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่

3.1.1 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ร่วมกับการบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) หน่วยการเรียนรู้ภูมิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 8 แผน จำนวน 12 ชั่วโมง

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่

3.2.1 แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ด้วยการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ร่วมกับการบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) หน่วยการเรียนรู้ภูมิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 8 ฉบับ

3.2.2 แบบทดสอบการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ทดสอบย่อยท้ายวงจรปฏิบัติการ 2 วงจร ด้วยการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามกรอบการบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) หน่วยการเรียนรู้ภูมิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เป็นแบบทดสอบเชิงสถานการณ์ จำนวน 2 ชุด ชุดละ 10 ข้อ

3.2.3 แบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ร่วมกับการบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) หน่วยการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 8 ฉบับ

4. การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ

ผู้วิจัยได้กำหนดขั้นตอนในการสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาการพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ด้วยกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามกรอบแนวคิดการบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ดังนี้

4.1 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามกรอบการบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) หน่วยการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 8 แผน จำนวน 12 ชั่วโมง ไม่รวมการมอดสอบท้ายวงจรปฏิบัติการ ผู้วิจัยดำเนินการสร้างตามขั้นตอน ดังต่อไปนี้

4.1.1 ศึกษาเอกสาร หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และหลักสูตรแกนกลางสถานศึกษากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านดงเมืองจอก อำเภอบางบาล จังหวัดร้อยเอ็ด สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาร้อยเอ็ด เขต 2

4.1.2 ศึกษาทฤษฎี หลักการ และแนวคิดเทคนิควิธีการในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามกรอบการบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK)

4.1.3 แบ่งเนื้อหาสาระการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ประจำปีการศึกษา 2565 ซึ่งมีเนื้อหาทั้งหมด 4 หน่วย ดังนี้

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ระบบนิเวศ จำนวน 12 ชั่วโมง

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง พันธุกรรม จำนวน 24 ชั่วโมง

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ปฏิกริยาเคมี จำนวน 12 ชั่วโมง

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ จำนวน 12 ชั่วโมง

ผู้วิจัยได้เลือกหน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ มาสร้างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามกรอบแนวคิดการบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK)

4.1.4 แบ่งเนื้อหาหน่วยการเรียนรู้ที่ 4 ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ ออกเป็น 8 เรื่อง และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาของแผนการจัดการเรียนรู้กับจำนวนชั่วโมงที่ใช้สอน

ตาราง 12 ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาของแผนการจัดการเรียนรู้กับจำนวนชั่วโมงที่ใช้สอน

แผนการจัดการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
1. การโคจรของดาวเคราะห์รอบดวงอาทิตย์	2
2. การเกิดฤดูกาลและการปรากฏของดวงอาทิตย์	1
3. การเกิดข้างขึ้นข้างแรม 1	2
4. การเกิดข้างขึ้นข้างแรม 2	1
ทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ ชุดที่ 1	1
5. การเกิดน้ำขึ้นน้ำลง	2
6. กล้องโทรทรรศน์	1
7. ดาวเทียมและอวกาศ	2
8. นักบินอวกาศ	1
ทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ ชุดที่ 2	1

4.1.5 วิเคราะห์เนื้อหาแผนการจัดการเรียนรู้ สาระสำคัญ และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ตาราง 13 วิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้ สาระสำคัญและตัวชี้วัด

แผนการจัดการเรียนรู้	สาระสำคัญ	ตัวชี้วัด
1. การโคจรของดาวเคราะห์รอบดวงอาทิตย์	ในระบบสุริยะมีดวงอาทิตย์เป็นศูนย์กลางโดยมีดาวเคราะห์และบริวาร ดาวเคราะห์แคระ ดาวเคราะห์น้อย ดาวหาง และอื่น ๆ เช่น วัตถุคอยเปอร์โคจรอยู่โดยรอบ ซึ่งดาวเคราะห์ และวัตถุเหล่านี้โคจรรอบดวงอาทิตย์ด้วยแรงโน้มถ่วง แรงโน้มถ่วงเป็นแรงดึงดูดระหว่างวัตถุสองวัตถุ โดยเป็นสัดส่วนกับผลคูณของมวลทั้งสอง และเป็นสัดส่วนผกผันกับกำลังสองของระยะทางระหว่างวัตถุทั้งสอง แสดงได้โดยสมการ $F = (Gm_1m_2)/r^2$ เมื่อ F แทนความโน้มถ่วง	ว 3.1 ม.3/1 อธิบายการโคจรของดาวเคราะห์รอบดวงอาทิตย์ด้วยแรงโน้มถ่วงจากสมการ $F = (Gm_1m_2)/r^2$

แผนการจัดการ เรียนรู้	สาระสำคัญ	ตัวชี้วัด
	ระหว่างมวลทั้งสอง G แทนค่านิจโน้มถ่วงสากล m_1 แทนมวลของวัตถุแรก m_2 แทนมวลของวัตถุที่สอง และ r แทนระยะห่างระหว่างวัตถุทั้งสอง	
2. การเกิด ฤดูกาลและการ ปรากฏของดวง อาทิตย์	การที่โลกโคจรรอบดวงอาทิตย์ในลักษณะที่แกนโลกเอียงทำมุมประมาณ 23.5 องศา กับแนวตั้งฉากของระนาบทางโคจร ทำให้ส่วนต่าง ๆ บนโลกได้รับปริมาณแสงจากดวงอาทิตย์แตกต่างกันในรอบปีเกิดเป็นฤดูกาล (seasons) โลกหมุนรอบตัวเอง 1 รอบ ใช้เวลา 24 ชั่วโมง หรือ 1 วัน โดยหมุนจากทิศตะวันตกไปยังทิศตะวันออก การหมุนรอบตัวเองของโลกทำให้เราสังเกตเห็นการเคลื่อนที่ปรากฏของดวงอาทิตย์จากทิศตะวันออกไปยังทิศตะวันตก เรียกปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นว่า การขึ้นและตกของดวงอาทิตย์ ซึ่งสังเกตเห็นได้จากบริเวณขอบฟ้า เรียกบริเวณที่ดวงอาทิตย์ขึ้นจากขอบฟ้าว่า ทิศตะวันออก และเรียกบริเวณที่ดวงอาทิตย์ตกจากขอบฟ้าว่า ทิศตะวันตก	ว 3.1 ม.3/2 สร้าง แบบจำลองที่ อธิบายการเกิด ฤดู และการ เคลื่อนที่ปรากฏ ของดวงอาทิตย์
3. การเกิด ข้างขึ้นข้างแรม 1	ดวงจันทร์มีการหมุนรอบตัวเองและโคจรรอบโลก ซึ่งดวงจันทร์รับแสงจากดวงอาทิตย์ครึ่งดวงตลอดเวลา ด้านสว่างได้รับแสงจากดวงอาทิตย์ แต่ด้านตรงข้ามกับดวงอาทิตย์ถูกบังด้วยเงาของตัวเอง ดวงจันทร์มีการหมุนรอบตัวเองเท่ากับคาบการโคจรรอบโลก ทำให้ดวงจันทร์หันด้านเดียวเข้าหาโลก เมื่อดวงจันทร์โคจรรอบโลกจะหันส่วนสว่างมายังโลกแตกต่างกัน ทำให้เราสังเกตเห็นส่วนสว่างของดวงจันทร์แตกต่างกันไปในแต่ละวัน เกิดเป็นข้างขึ้นข้างแรม	ว 3.1 ม.3/3 สร้าง แบบจำลองที่ อธิบายการเกิด ข้างขึ้นข้างแรม การเปลี่ยน- แปลงเวลาการ ขึ้นและตกของ ดวงจันทร์ และ การเกิดน้ำขึ้น น้ำลง
4. การเกิด ข้างขึ้นข้างแรม 2		

แผนการจัดการ เรียนรู้	สาระสำคัญ	ตัวชี้วัด
5.การเกิดน้ำขึ้น น้ำลง	ปรากฏการณ์น้ำขึ้นน้ำลง (tides) เป็นปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์ และโลก ซึ่งเป็นผลมาจากความต่างของแรงโน้มถ่วงที่ดวงอาทิตย์และดวงจันทร์ ปรากฏการณ์น้ำขึ้นน้ำลง (tides) เป็นปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์ และโลก ซึ่งเป็นผลมาจากความต่างของแรงโน้มถ่วงที่ดวงอาทิตย์และดวงจันทร์กระทำต่อโลก แต่เนื่องจากระยะห่างระหว่างดวงอาทิตย์กับโลกมากกว่าระยะห่างระหว่างโลกกับดวงจันทร์มาก จึงทำให้ดวงจันทร์มีอิทธิพลต่อการเกิดน้ำขึ้นน้ำลงมากกว่าดวงอาทิตย์	ว 3.1 ม.3/3 สร้าง แบบจำลองที่อธิบายการเกิด ข้างขึ้นข้างแรม การ เปลี่ยนแปลง เวลาการขึ้นและ ตกของดวง จันทร์ และการ เกิดน้ำขึ้นน้ำลง
6.กล้อง โทรทรรศน์	เทคโนโลยีอวกาศ คือ การนำความรู้ วิธีการต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมาใช้ให้เหมาะสมในการศึกษาทางดาราศาสตร์และอวกาศ ตลอดจนสามารถนำมาประยุกต์ใช้ให้สอดคล้องกับทรัพยากรธรรมชาติและดำรงชีวิตของมนุษย์ เช่น การนำเทคโนโลยีอวกาศมาใช้สำรวจและตรวจสอบสภาพอากาศของโลก กล้องโทรทรรศน์เป็นอุปกรณ์หนึ่งที่ใช้ในการสำรวจอวกาศ ช่วยทำให้สามารถมองเห็นวัตถุในท้องฟ้าได้ชัดเจนมากกว่าการมองด้วยตาเปล่า ซึ่งกล้องโทรทรรศน์ประกอบด้วย เลนส์นูนสองอันทำงานร่วมกัน เลนส์นูนที่อยู่ด้านใกล้วัตถุทำหน้าที่รวมแสง ส่วนเลนส์นูนที่อยู่ใกล้ตาทำหน้าที่เพิ่มกำลังขยาย	ว 3.1 ม.3/4 อธิบายการใช้ ประโยชน์ของ เทคโนโลยี อวกาศและ ยกตัวอย่าง ความก้าวหน้า ของโครงการ สำรวจอวกาศ จากข้อมูลที่ รวบรวมได้
7. ดาวเทียม และอวกาศ	ดาวเทียม คือสิ่งประดิษฐ์ที่มนุษย์สร้างขึ้นแล้วส่งขึ้นไปโคจรรอบโลก โดยอาศัยความเข้าใจเกี่ยวกับแรงโน้มถ่วงของโลก ความเร็วในการโคจร และวงโคจรของดาวเทียม ทำให้ดาวเทียมสามารถโคจรรอบโลกได้ ซึ่งดาวเทียมมีประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ในหลาย ๆ ด้าน และเป็นยานพาหนะที่ออกแบบขึ้นมาเพื่อใช้ในการบินไปในอวกาศ ยานอวกาศถูกนำมาใช้ประโยชน์หลากหลายด้านแล้วแต่	ว 3.1 ม.3/4 อธิบายการใช้ ประโยชน์ของ เทคโนโลยี อวกาศและ ยกตัวอย่าง ความก้าวหน้า

แผนการจัดการเรียนรู้	สาระสำคัญ	ตัวชี้วัด
	วัตถุประสงค์ เช่น การสื่อสารโทรคมนาคม การอุตุนิยมวิทยา การนำทาง การสำรวจดาวเคราะห์ และการสำรวจอวกาศ	ของโครงการสำรวจอวกาศจากข้อมูลที่รวบรวมได้
8. นักบินอวกาศและโครงการสำรวจอวกาศ	นักบินอวกาศ เป็นบุคคลที่เดินทางไปกับยานอวกาศ ไม่ว่าจะไปในฐานะใดหรือยานอวกาศแบบใด ทั้งที่โคจรรอบโลกในระยะความสูงจากพื้นราว 80-100 กิโลเมตรขึ้นไป หรือที่เดินทางนอกวงโคจรของโลก การสำรวจอวกาศ เป็นการใช้วิทยาการด้านดาราศาสตร์และอวกาศเพื่อสำรวจและศึกษาอวกาศ โครงการสำรวจอวกาศต่าง ๆ ได้พัฒนาเพิ่มพูนความรู้ความเข้าใจต่อโลก ระบบสุริยะและเอกภพมากขึ้นตามลำดับ การสำรวจอวกาศเริ่มต้นมาตั้งแต่สมัยโบราณ โดยเริ่มตั้งแต่การสังเกตด้วยตาเปล่าจนมีวิวัฒนาการเทคโนโลยีอวกาศต่าง ๆ มากมายในปัจจุบัน	ว 3.1 ม.3/4 อธิบายการใช้ประโยชน์ของเทคโนโลยีอวกาศและยกตัวอย่างความก้าวหน้าของโครงการสำรวจอวกาศจากข้อมูลที่รวบรวมได้

4.1.6 วิเคราะห์เนื้อหาและออกแบบกิจกรรมการสอนที่ใช้การบูรณาการเทคโนโลยีเพื่อใช้ในการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ร่วมกับการบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ

ตาราง 14 แสดงความสัมพันธ์การบูรณาการเทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ร่วมกับการบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK)

เทคโนโลยีที่ใช้	วงจรปฏิบัติการที่ 1				วงจรปฏิบัติการที่ 2			
	แผน 1	แผน 2	แผน 3	แผน 4	แผน 5	แผน 6	แผน 7	แผน 8
Explorer	/				/			
Solar walk	/	/			/	/		
Moon			/	/	/			
น้ำขึ้นน้ำลง				/	/			
Star walk			/	/	/	/	/	/

เทคโนโลยีที่ใช้	วงจรปฏิบัติการที่ 1				วงจรปฏิบัติการที่ 2			
	แผน 1	แผน 2	แผน 3	แผน 4	แผน 5	แผน 6	แผน 7	แผน 8
NASA	/	/				/	/	/
Liveworksheets	/	/		/	/		/	
Polleverywhere		/		/	/	/	/	/
Padlet			/	/	/	/	/	/
XMind	/	/	/	/	/	/	/	/
Google	/	/	/	/	/	/	/	/
QR Code	/	/	/	/	/	/	/	/
PHET	/				/			
Power point	/	/	/	/	/	/	/	/
Goodnote	/	/			/	/		/
Spin	/	/	/	/	/	/	/	/

จากตารางแสดงความสัมพันธ์การบูรณาการเทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ร่วมกับการบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) พบว่า เทคโนโลยีที่ใช้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 และ 2 มีเทคโนโลยีที่ใช้เหมือนกัน แต่ในแอปพลิเคชัน Liveworksheets ที่มีข้อจำกัดในการตอบคำถามและให้คะแนน ก็จะมีการใช้แอปพลิเคชัน Padlet มาช่วยในการแสดงความคิดเห็น และคำตอบของนักเรียนที่เป็นการบรรยายทำให้สามารถประเมิน การรู้วิทยาศาสตร์ได้ดีกว่า การตอบคำถาม ถูกให้ 1 ผิดให้ 0 ในแอปพลิเคชัน Liveworksheets

4.1.7 ศึกษาวิธีการออกแบบการจัดการเรียนรู้ และประเมินผลรายวิชาจากหนังสือ วัดและประเมินผล อิงมาตรฐานการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อให้ทราบแนวทางการจัด กิจกรรมการเรียนรู้และการวัดประเมินผล

4.1.8 ศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ร่วมกับการบูรณาการเทคโนโลยี ในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) เพื่อนำไปใช้ในการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้

4.1.9 ดำเนินการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามกรอบแนวคิดการบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและ เทคโนโลยีอวกาศ จำนวน 4 แผน (แผนที่ 1-4) จำนวน 6 ชั่วโมง

**แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
ตามกรอบแนวคิดการบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK)**

กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	รายวิชาวิทยาศาสตร์	รหัสวิชา ว23101
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	ภาคเรียนที่ 1	ปีการศึกษา 2565
หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ		เวลา 12 ชั่วโมง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การเกิดช้างชั้นช้างแรม 1		เวลา 2 ชั่วโมง
ครูผู้สอน นางสาวขวัญชนก ประทุมศาลา		โรงเรียนบ้านดงเมืองจอก

1. มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด
2. จุดประสงค์การเรียนรู้
3. สารการเรียนรู้
4. สารสำคัญ/ความคิดรวบยอด
5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียนและคุณลักษณะอันพึงประสงค์
6. กิจกรรมการเรียนรู้
7. การวัดและประเมินผล
8. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้
9. บันทึกผลหลังการสอน

ภาพ 4 แผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามกรอบแนวคิดการบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ

4.1.10 นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สร้างเสร็จแล้วเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสม เพื่อขอคำแนะนำในส่วนที่บกพร่อง แล้วนำข้อเสนอมาปรับปรุงแก้ไข จากนั้นนำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบจุดประสงค์การเรียนรู้ สารการเรียนรู้ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้ และการวัดและประเมินผล โดยใช้แบบประเมินชนิดมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) แบ่งเป็น 5 ระดับ คือ เหมาะสมมากที่สุด เหมาะสมมาก เหมาะสมปานกลาง เหมาะสมน้อย และเหมาะสมน้อยที่สุด โดยใช้เกณฑ์ต่อไปนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545)

ค่าเฉลี่ย	ความหมาย
4.51-5.00	เหมาะสมมากที่สุด
3.51-4.50	เหมาะสมมาก
2.51-3.50	เหมาะสมปานกลาง
1.51-2.50	เหมาะสมน้อย
1.00-1.50	เหมาะสมน้อยที่สุด

โดยค่าความเหมาะสมมีค่าคะแนนเฉลี่ย 3.50 – 5.00 เป็นเกณฑ์ที่บ่งบอกว่าแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้นำไปใช้ได้ ซึ่งผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ประกอบด้วย

1) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุทัศน์ จันบัวลา สาขาวิชาฟิสิกส์ ประธาน
หลักสูตรศึกษาศาสตรบัณฑิต คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสวนดุสิต ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา

2) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชาติ ทีฆะ สาขาวิชาฟิสิกส์ อาจารย์ประจำ
หลักสูตรศึกษาศาสตรบัณฑิต คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสวนดุสิต ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและ
การสอน

3) อาจารย์ ดร.ชัยภัทร พลายบัว ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา

4) นางพวงเพชร นรทีทาน ตำแหน่ง ครูชำนาญการพิเศษ
โรงเรียนขัติยะวงษา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาร้อยเอ็ด ผู้เชี่ยวชาญด้านวัดและ
ประเมินผล

5) นางสาวสุวิมล วงศรีเทพ ตำแหน่ง ครูชำนาญการ
โรงเรียนร้อยเอ็ดวิทยาลัย สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาร้อยเอ็ด ผู้เชี่ยวชาญด้านการใช้
เทคโนโลยีในการสอน

4.1.11 นำแผนการจัดการเรียนรู้ใน แผนที่ 1-4 มาใช้ในการจัดการเรียนการสอน
วิทยาศาสตร์ตามกรอบแนวคิดการบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) เรื่อง
ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ ในวงจรปฏิบัติการที่ 1

4.1.12 นำผลการสะท้อนผลของวงจรปฏิบัติการที่ 1 มาดำเนินการเขียนแผนการ
จัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามกรอบแนวคิดการบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ
(TPACK) เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 4 แผน
(แผนที่ 5-8) จำนวน 6 ชั่วโมง

4.1.13 นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สร้างเสร็จแล้วเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา
วิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสม เพื่อขอคำแนะนำในส่วนที่บกพร่อง แล้วนำ
ข้อเสนอมาปรับปรุงแก้ไข จากนั้นนำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบจุดประสงค์
การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้ และการวัดและ
ประเมินผล โดยใช้แบบประเมินชนิดมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) แบ่งเป็น 5 ระดับ คือ
เหมาะสมมากที่สุด เหมาะสมมาก เหมาะสมปานกลาง เหมาะสมน้อย และเหมาะสมน้อยที่สุด โดยใช้
เกณฑ์ต่อไปนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545)

4.1.14 แผนการจัดการเรียนรู้ใน แผนที่ 5-8 มาใช้ในการจัดการเรียนการสอน
วิทยาศาสตร์ ตามกรอบแนวคิดการบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) เรื่อง
ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในวงจรปฏิบัติการที่ 2

4.2 แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามกรอบแนวคิดการบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 8 ฉบับ ผู้วิจัยดำเนินการสร้างตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

4.2.1 ศึกษาทฤษฎี แนวคิด หลักการสร้างแบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

4.2.2 นำแนวคิดมาสร้างแบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามกรอบแนวคิดการบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เป็นแบบสังเกตชนิดมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) แบ่งเป็น 3 ระดับ ประเมินตามกรอบของ PISA นักเรียนแสดงออก 3 สมรรถนะ ดังนี้ 1) สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ 2) การประเมินและออกแบบการประเมินและสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 3) การแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์

4.2.3 กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

คะแนนระดับ 2 แสดงพฤติกรรมได้ถูกต้องและครบถ้วน

คะแนนระดับ 1 แสดงพฤติกรรมได้ถูกต้องบางส่วน

คะแนนระดับ 0 แสดงไม่สามารถแสดงพฤติกรรมนั้นได้

นำเกณฑ์มาทำตารางการให้คะแนนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 1) การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ 2) การประเมินและออกแบบการประเมินและสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 3) การแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์

4.2.4 นำแบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เสนออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อพิจารณาตรวจสอบ แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

4.2.5 นำแบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เสนอผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้อง/ปรับปรุง

4.2.6 นำแบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มาปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ เสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และจัดพิมพ์ฉบับสมบูรณ์

4.2.7 นำแบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มาสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนรายบุคคลทุกแผนการจัดการเรียนรู้ทั้งในวงจรปฏิบัติการที่ 1 และ 2

4.3 แบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ หมายถึง แบบทดสอบสำหรับการวัดการรู้วิทยาศาสตร์ตามแนว PISA 2015 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ ทดสอบท้ายวงจรปฏิบัติการ 2 วงจรปฏิบัติการ แบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์แบ่งเป็น 2 ชุด แต่ละชุดประกอบด้วย แบบทดสอบเชิงสถานการณ์ จำนวน 4 สถานการณ์ จำนวน 10 ข้อ ผู้วิจัยดำเนินการสร้างตามขั้นตอน ดังต่อไปนี้

4.3.1 ศึกษาหลักสูตร เนื้อหา สารการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

4.3.2 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการรู้วิทยาศาสตร์และการสร้างแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์

4.3.3 ออกแบบโครงสร้างแบบวัดการรู้วิทยาศาสตร์ ตามกรอบการประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ของ Pisa 2015 ประกอบด้วย บริบท ความรู้ และสมรรถนะ

4.3.4 กำหนดรูปแบบของแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ตามแนว PISA 2015 ประกอบด้วยแบบทดสอบปรนัย ชนิดเลือกตอบ นักเรียนต้องเลือกคำตอบที่ถูกต้อง 1 ข้อ และเลือกตอบเชิงซ้อน นักเรียนต้องเลือกคำตอบที่ถูกต้องมากกว่า 1 ข้อ หรือเติมคำตอบสั้น ๆ และแบบทดสอบอัตนัย เขียนตอบแบบบรรยาย

4.3.5 สร้างแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ จำนวน 2 ชุด แบ่งเป็นสร้างแบบทดสอบชุดที่ 1 เป็นแบบทดสอบเชิงสถานการณ์ จำนวน 4 สถานการณ์ 16 ข้อ ใช้จริง 10 ข้อ และ สร้างแบบทดสอบชุดที่ 2 เป็นแบบทดสอบเชิงสถานการณ์ จำนวน 4 สถานการณ์ 16 ข้อ ใช้จริง 10 ข้อ ทดสอบท้ายวงจรปฏิบัติการแต่ละวงจร

4.3.6 สร้างเกณฑ์ในการตรวจให้คะแนนแบบทดสอบวัดการรู้วิทยาศาสตร์ มีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

1) ข้อสอบแบบอัตนัย ถ้าตอบถูกต้องครบถ้วนให้ 1 คะแนน ถ้าตอบถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วนให้ 0.5 คะแนน ถ้าตอบผิดหรือไม่ตอบให้ 0 คะแนน

2) ข้อสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก ถ้าตอบถูกให้ 1 คะแนน ถ้าตอบผิดหรือไม่ตอบให้ 0

3) ข้อสอบแบบปรนัยเชิงซ้อน ถ้าตอบถูกต้องครบถ้วน (ตอบถูก 4 ข้อ) ให้ 1 คะแนน และตอบผิดหรือไม่ตอบให้ 0 คะแนน

4.3.7 นำแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสม ความสอดคล้องของแบบทดสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อขอคำแนะนำและปรับปรุง

4.3.8 นำแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงแล้ว เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ชูติเดิม เพื่อประเมินดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามของแบบทดสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนของ บุญชม ศรีสะอาด (2545) ดังนี้

ให้คะแนน +1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามนั้นวัดได้ตรงตามจุดประสงค์

ให้คะแนน 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อคำถามนั้นวัดได้ตรงตามจุดประสงค์

ให้คะแนน -1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามนั้นวัดไม่ตรงตามจุดประสงค์

4.3.9 นำผลประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามของแบบทดสอบกับ จุดประสงค์การเรียนรู้มาวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้อง โดยใช้สูตรค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC (Index of Item Objective Congruence) ของ สมบัติ ท้ายเรือคำ (2551) โดยแต่ละข้อต้องมี ค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 0.50 -1.00 ผลการพิจารณาคัดเลือกข้อสอบพบว่ามีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.80-1.00 อยู่ในเกณฑ์ใช้ได้

4.3.10 นำแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์มาปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของ ผู้เชี่ยวชาญ เสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

4.3.11 จัดพิมพ์แบบสมบูรณ์ เพื่อนำแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ไปทดสอบ ทำวงจรปฏิบัติการทั้ง 2 วงจร แต่ละชุดจะเป็นข้อสอบเชิงสถานการณ์ จำนวน 10 ข้อ

ตาราง 15 แสดงการสร้างแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ด้วยน้ำหนักความสำคัญ

การรู้วิทยาศาสตร์จำแนกตาม สมรรถนะที่ทำการประเมิน	น้ำหนัก	จำนวนข้อสอบที่ สร้างขึ้น (ข้อ)	จำนวนข้อสอบที่ ต้องการจริง (ข้อ)
การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิง วิทยาศาสตร์	4	6	4
การประเมินและออกแบบ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทาง วิทยาศาสตร์	3	5	3
การแปลความหมายข้อมูลและ ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์	3	5	3
รวม	10	16	10

ตาราง 16 แสดงลักษณะของแบบวัดการรู้วิทยาศาสตร์ ชุดที่ 1 ทดสอบท้ายวงจรถบปฏิบัติภารกิจที่ 1

ข้อที่	สมรรถนะ	ความรู้	บริบท	ลักษณะข้อสอบ
1	การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	การโคจรของดาวเคราะห์รอบดวงอาทิตย์	ระดับโลก	ข้อสอบแบบเลือกตอบ
2	การแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์	การโคจรของดาวเคราะห์รอบดวงอาทิตย์	ระดับโลก	ข้อสอบแบบเลือกตอบ เชิงซ้อน
3	การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	การโคจรของดาวเคราะห์รอบดวงอาทิตย์	ระดับโลก	ข้อสอบแบบเขียนตอบ
4	การแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์	การเกิดฤดูกาล	ระดับโลก	ข้อสอบแบบเลือกตอบ
5	การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	การเกิดฤดูกาล	ระดับประเทศ	ข้อสอบแบบเลือกตอบ
6	การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	การเคลื่อนที่ปรากฏของดวงอาทิตย์	ระดับบุคคล	ข้อสอบแบบเลือกตอบ เชิงซ้อน
7	การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	การเคลื่อนที่ปรากฏของดวงอาทิตย์	ระดับบุคคล	ข้อสอบแบบเลือกตอบ
8	การแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์	การเกิดข้างขึ้นข้างแรม	ระดับโลก	ข้อสอบแบบเลือกตอบ
9	การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	การเกิดข้างขึ้นข้างแรม	ระดับบุคคล	ข้อสอบแบบเลือกตอบ
10	การแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์	การเกิดข้างขึ้นข้างแรม	ระดับโลก	ข้อสอบแบบเลือกตอบ เชิงซ้อน

ตาราง 17 แสดงลักษณะของแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ ชุดที่ 2 ทดสอบทำยวงจรปฏิบัติการที่ 2

ข้อที่	สมรรถนะ	ความรู้	บริบท	ลักษณะข้อสอบ
1	การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	การเกิดน้ำขึ้นน้ำลง	ระดับโลก	ข้อสอบแบบเลือกตอบ
2	การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	การเกิดน้ำขึ้นน้ำลง	ระดับโลก	ข้อสอบแบบเลือกตอบ
3	การแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์	การเกิดน้ำขึ้นน้ำลง	ระดับโลก	ข้อสอบแบบเลือกตอบ
4	การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	กล้องโทรทรรศน์	ระดับประเทศ	ข้อสอบแบบเลือกตอบ
5	การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	กล้องโทรทรรศน์	ระดับประเทศ	ข้อสอบแบบเชิงซ้อน
6	การแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์	กล้องโทรทรรศน์	ระดับประเทศ	ข้อสอบแบบเลือกตอบ
7	การแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์	กล้องโทรทรรศน์	ระดับโลก	ข้อสอบแบบเชิงซ้อน
8	การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	ยานอวกาศ	ระดับโลก	ข้อสอบแบบเลือกตอบ
9	การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	นักบินอวกาศและโครงการสำรวจอวกาศ	ระดับบุคคล	ข้อสอบแบบเชิงซ้อน
10	การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	นักบินอวกาศและโครงการสำรวจอวกาศ	ระดับบุคคล	ข้อสอบแบบเลือกตอบ

4.4 แบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามกรอบแนวคิดการบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) หน่วยการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เป็นแบบบันทึกที่ผู้วิจัยบันทึกเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในขณะที่จัดกระบวนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยดำเนินการสร้างตามขั้นตอน ดังต่อไปนี้

4.4.1 ศึกษาทฤษฎี แนวคิด หลักการสร้างแบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามกรอบแนวคิดการบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) หน่วยการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

4.4.2 นำแนวคิดมาสร้างแบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามกรอบแนวคิดการบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 8 ฉบับ

4.4.3 นำแบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้เสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อพิจารณาตรวจสอบและให้ข้อเสนอแนะ

4.4.4 นำมาปรับปรุงแก้ไขแบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ โดยการปรับหัวข้อในการบันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ โดยเน้นการสะท้อนปัญหาที่เกิดขึ้นขณะจัดการเรียนรู้ พร้อมแนวทางในการแก้ไข

4.4.5 นำแบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้เสนอผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องและปรับปรุงแบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

4.4.6 นำแบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้มาปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ เสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และจัดพิมพ์ฉบับสมบูรณ์

5. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามแนวคิดของ Kemmis & McTaggart มาเป็นแนวทางในการดำเนินการวิจัย และใช้เป็นแผนการวิจัยตามวงจรปฏิบัติการ PAOR (Planning–Action–Observation–Reflection) ซึ่งประกอบด้วย ขั้นตอนวางแผน ขั้นตอนปฏิบัติการเรียนการสอน ขั้นตอนสังเกตการณ์ ขั้นตอนสะท้อนการปฏิบัติ ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนบ้านดงเมืองจอก ตำบลบ้านดู่ อำเภอบางบาล จังหวัดร้อยเอ็ด จำนวน 18 คน ดังนี้ ดังตาราง 18

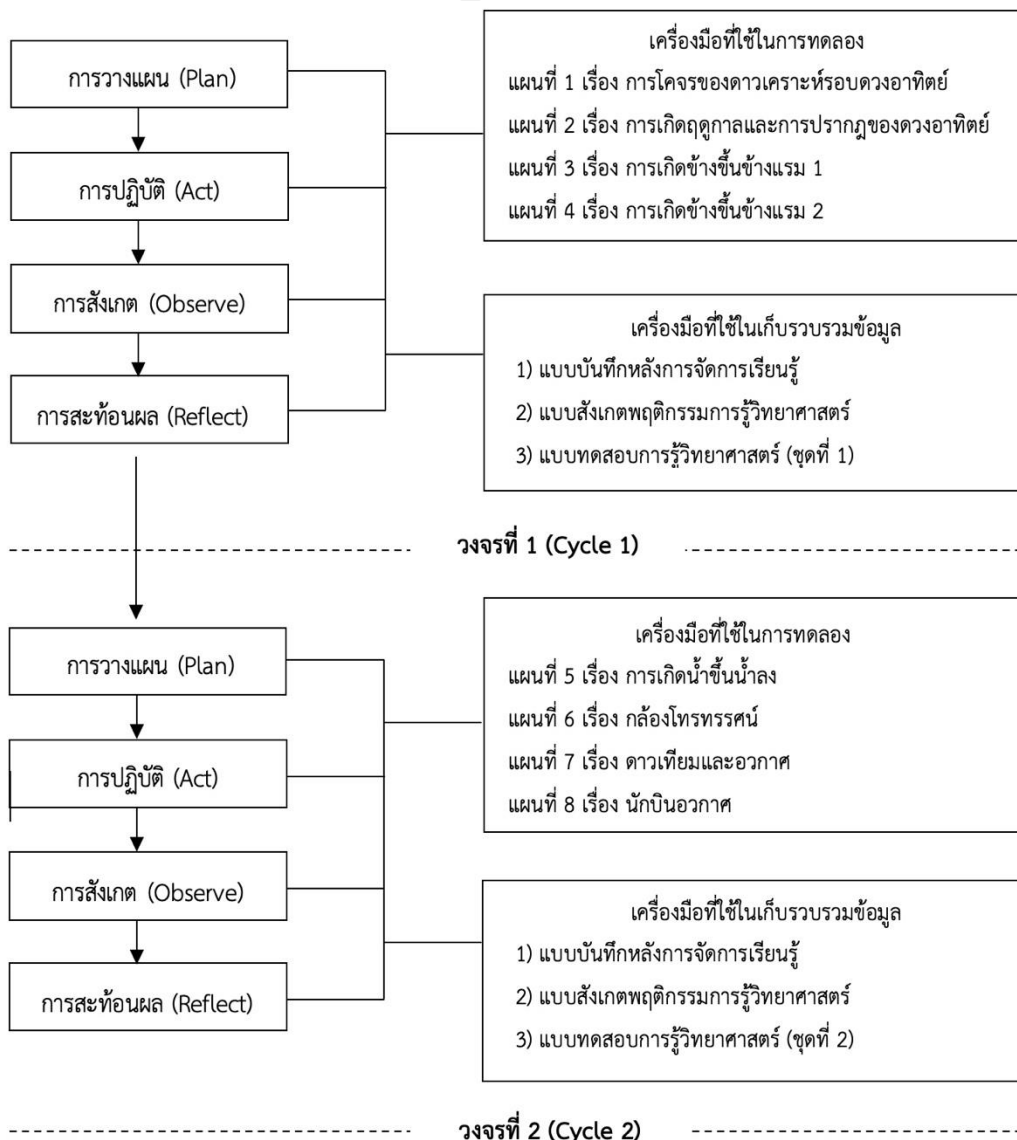
ตาราง 18 แผนการเก็บรวบรวมข้อมูลตามแผนปฏิบัติการ PAOR

แผนปฏิบัติการ PAOR	วงจรปฏิบัติการที่ 1	วงจรปฏิบัติการที่ 2
ขั้นที่ 1 ขั้นวางแผน (Plan)		
1) สำรวจ วิเคราะห์ปัญหา	- ปัญหาของนักเรียนในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ - ความต้องการของนักเรียน/ครู และนโยบายของโรงเรียน/หน่วยงานต้นสังกัด	- ปัญหาของนักเรียนในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในวงจรที่ 1 - ผลสะท้อนการจัดการเรียนรู้ในวงจรที่ 1
2) ศึกษา เอกสารงานวิจัย ที่เกี่ยวข้อง	- การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามกรอบแนวคิดการบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) - การรู้วิทยาศาสตร์ - เนื้อหาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ	- เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสะท้อนจากวงจรที่ 1 เพิ่มเติมเพื่อนำมาปรับปรุงและพัฒนา แผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรที่ 2
3) ศึกษาและ จัดทำเครื่องมือ วิจัย	- การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามกรอบแนวคิดการบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) จำนวน 4 แผน ดังนี้ 1) เรื่อง การโคจรของดาวเคราะห์รอบดวงอาทิตย์ 2) เรื่อง การเกิดฤดูกาลและการปรากฏของดวงอาทิตย์ 3) เรื่อง การเกิดข้างขึ้นข้างแรม 1 4) เรื่อง การเกิดข้างขึ้นข้างแรม 2 - แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ จำนวน 4 ฉบับ - แบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ จำนวน 4 ฉบับ - แบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ 1	- แผนการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน จำนวน 4 แผน ดังนี้ 5) เรื่อง การเกิดน้ำขึ้นน้ำลง 6) เรื่อง กล้องโทรทรรศน์ 7) เรื่อง ดาวเทียมและอวกาศ 8) เรื่อง นักบินอวกาศ - แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ จำนวน 4 ฉบับ - แบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ จำนวน 4 ฉบับ - แบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ 2

แผนปฏิบัติการ PAOR	วงจรปฏิบัติการที่ 1	วงจรปฏิบัติการที่ 2
ขั้นที่ 2 ขั้นปฏิบัติการการเรียนการสอน (Act)		
การจัดการ เรียนรู้	- ดำเนินการปฏิบัติการสอนตามแผน แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ตามกรอบแนวคิดการบูร ณาการเทคโนโลยีในการสอน เนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) ที่ได้ พัฒนาขึ้นในวงจรปฏิบัติการที่ 1 (แผน ที่ 1-4) ใช้เวลา 6 ชั่วโมง	- ดำเนินการปฏิบัติการสอนตาม แผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามกรอบแนวคิดการบูรณาการ เทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชา เฉพาะ (TPACK) ที่ได้ปรับปรุงและ พัฒนาขึ้นในวงจรปฏิบัติการที่ 2 (แผน ที่ 5-8) ใช้เวลา 6 ชั่วโมง
ขั้นที่ 3 ขั้นสังเกตการณ์ (Observe)		
1) การสังเกต	- ผู้วิจัยสังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นระหว่างการจัดการเรียนรู้ในแต่ละแผน ทั้งพฤติกรรมการรู้วิทยาศาสตร์ และผลการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นกับนักเรียน	
2) เครื่องมือ และเทคนิค	- สังเกตพฤติกรรมการรู้ โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการรู้วิทยาศาสตร์ จำนวน 4 ฉบับ	
การรวบรวม ข้อมูล	- สังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ โดยใช้แบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ จำนวน 4 ฉบับ	
	- ทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ของ นักเรียนโดยใช้แบบทดสอบการรู้ วิทยาศาสตร์ ชุดที่ 1	- ทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ของ นักเรียนโดยใช้แบบทดสอบการรู้ วิทยาศาสตร์ ชุดที่ 2
ขั้นที่ 4 ขั้นสะท้อนการปฏิบัติ (Reflect)		
สะท้อนผล	- วิเคราะห์ปัญหา วิจัย อธิบาย ประเมินผล และสรุปปรับปรุงแผนการ จัดกิจกรรมการเรียนรู้ และกิจกรรม ตามผลของการสรุป เพื่อนำไปสู่การ วางแผนพัฒนานักเรียนในวงจรที่ 2 ต่อไป	- วิเคราะห์ปัญหา วิจัย อธิบาย ประเมินผล และสรุปผลการพัฒนาใน การวิจัยครั้งนี้ และนำผลการสะท้อนที่ เกิดขึ้นในการจัดการเรียนรู้ไปสู่ การวางแผนพัฒนานักเรียนในครั้ง ต่อไป

ขั้นตอนตามแผนการปฏิบัติการ PAOR

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามแผนการปฏิบัติการ PAOR ตามขั้นตอน ดังต่อไปนี้



ภาพ 5 แผนภาพการดำเนินการวิจัยตามแผนการปฏิบัติการ PAOR

วงจรปฏิบัติการที่ 1

วัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาผลการพัฒนาการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยกระบวนการเรียนรู้

วิทยาศาสตร์ตามกรอบแนวคิดการบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 18 คน โดยการทำกิจกรรม ดังนี้

1. ขั้นการวางแผน (Plan)

1.1 ศึกษาการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามกรอบแนวคิดการบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) การรู้วิทยาศาสตร์ และเนื้อหาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ

1.2 ศึกษาสภาพปัญหาการจัดการเรียนรู้และการรู้วิทยาศาสตร์ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านดงเมืองจอก ประจำปีการศึกษา 2565

1.3 ดำเนินการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามกรอบแนวคิด การบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) แผนที่ 1-4

1.4 ดำเนินการสร้างเครื่องมือที่ใช้สำหรับการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย แบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ แบบบันทึกหลังแผนการจัดการ เรียนรู้ และแบบทดสอบการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ท้ายวงจรปฏิบัติการชุดที่ 1 และชุดที่ 2

ตาราง 19 แผนปฏิบัติการในวงจรที่ 1

ที่	แผนการเรียนรู้/กิจกรรม	จำนวน ชั่วโมง	วิธีการเก็บข้อมูล	เครื่องมือที่ใช้ ในการวิจัย	ผู้ให้ ข้อมูล
1	การโคจรของดาวเคราะห์รอบดวงอาทิตย์	2	- สังเกตพฤติกรรม การรู้วิทยาศาสตร์ และการมีส่วนร่วมใน การทำกิจกรรม	- แบบสังเกต พฤติกรรม การรู้วิทยาศาสตร์	- ผู้วิจัย
2	การเกิดฤดูกาลและการ ปรากฏของดวงอาทิตย์	1			
3	การเกิดข้างขึ้นข้างแรม 1	2			
4	การเกิดข้างขึ้นข้างแรม 2	1	- ตรวจใบงาน/ ใบกิจกรรม/ชิ้นงาน	- แบบบันทึกหลัง การจัดการเรียนรู้	- ผู้วิจัย
5	ทดสอบการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ท้ายวงจรปฏิบัติการที่ 1	1	- ประเมิน แบบทดสอบการรู้ วิทยาศาสตร์ (ชุดที่ 1)	- แบบทดสอบการรู้ วิทยาศาสตร์ (ชุดที่ 1)	- นักเรียน

2. ขั้นลงมือปฏิบัติการตามแผน (action)

2.1 จัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามกรอบแนวคิดการบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 – 4 จำนวน 6 ชั่วโมง

2.2 เมื่อจัดการเรียนรู้ตามแผนการเรียนรู้ที่ 4 เสร็จ ชั่วโมงต่อไปให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดการรู้วิทยาศาสตร์ ชุดที่ 1 ทำวงจรปฏิบัติการที่ 1

3. ขั้นสังเกตการณ์ (observation)

3.1 สังเกตการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามกรอบแนวคิดการบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยบันทึกในแบบสังเกตการรู้วิทยาศาสตร์

3.2 นำข้อมูลจากการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามกรอบแนวคิดการบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) และแบบสังเกตพฤติกรรมความรู้วิทยาศาสตร์ มาบันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้

4. ขั้นสะท้อนกลับ (reflection)

4.1 นำข้อมูลของเครื่องมือรวบรวมข้อมูลมาวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ แบบสังเกตการรู้วิทยาศาสตร์ แบบบันทึกกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ แบบบันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้ และแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ชุดที่ 1 โดยนำมาวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน แล้วนำผลการวิเคราะห์มานำเสนอผลรายงานเป็นรายบุคคล

4.2 นำข้อมูลของเครื่องมือรวบรวมข้อมูลทั้งข้อมูลคุณภาพ คือ แบบสังเกตการรู้วิทยาศาสตร์ แบบบันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้ และข้อมูลเชิงปริมาณ คือ แบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ มาศึกษาผลการพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ ด้วยกระบวนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามกรอบแนวคิดการบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK)

4.3 นำผลการพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ มาการสะท้อนผล เพื่อนำผลไปปรับใช้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2

วงจรปฏิบัติการที่ 2

1. ขั้นการวางแผน (Plan)

1.1 นำการสะท้อนผลของวงจรปฏิบัติการที่ 1 มาวางแผนการจัดการเรียนรู้

1.2 ดำเนินการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามกรอบแนวคิดการบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) แผนที่ 5 – 8

ตาราง 20 แผนปฏิบัติการในวงจรที่ 2

ที่	แผนการเรียนรู้/ กิจกรรม	จำนวน ชั่วโมง	ผู้ที่เกี่ยวข้อง	วิธีการเก็บข้อมูล	เครื่องมือที่ใช้ ในการวิจัย	ผู้ให้ ข้อมูล
1	การเกิดน้ำขึ้นน้ำลง	2	- ผู้วิจัย	- สังเกตพฤติกรรม	- แบบสังเกต	- ผู้วิจัย
2	กล้องโทรทรรศน์	1	- นักเรียน	การรู้วิทยาศาสตร์ และการมีส่วนร่วมใน	พฤติกรรม การรู้วิทยาศาสตร์	
3	ดาวเทียมและอวกาศ	2		การทำกิจกรรม		
4	นักบินอวกาศ	1		- ตรวจใบกิจกรรม	- แบบบันทึกหลัง การจัดการเรียนรู้	- ผู้วิจัย
5	ทดสอบการรู้ วิทยาศาสตร์ท้ายวงจร ปฏิบัติการที่ 2	1	- นักเรียน	- ประเมิน แบบทดสอบการรู้ วิทยาศาสตร์ (ชุดที่ 2)	- แบบทดสอบการ รู้วิทยาศาสตร์ (ชุดที่ 2)	- นักเรียน

2. ขั้นลงมือปฏิบัติการตามแผน (action)

2.1 จัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามกรอบแนวคิดการบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 – 8 จำนวน 6 ชั่วโมง

2.2 เมื่อจัดการเรียนรู้ตามแผนการเรียนรู้ที่ 8 เสร็จ ชั่วโมงต่อไปให้นักเรียนทำแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ท้ายวงจรปฏิบัติการที่ 2

3. ขั้นสังเกตการณ์ (observation)

3.1 สังเกตการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามกรอบแนวคิดการบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยบันทึกในแบบสังเกตการรู้วิทยาศาสตร์ (แผนที่ 5 – 8)

3.2 รวบรวมข้อมูลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบบันทึกกิจกรรมการรู้วิทยาศาสตร์

3.3 นำข้อมูลจากการจัดการเรียนรู้ และแบบสังเกตพฤติกรรมการรู้วิทยาศาสตร์ มาบันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้

4. ขั้นสะท้อนกลับ (reflection)

4.1 นำข้อมูลของเครื่องมือรวบรวมข้อมูลมาวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ แบบสังเกตการรู้วิทยาศาสตร์ แบบบันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้ และแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ท้ายวงจรปฏิบัติการที่ 2 โดยนำมาวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน แล้วนำผลการวิเคราะห์มานำเสนอผลรายงานเป็นรายบุคคล

4.2 นำข้อมูลของเครื่องมือรวบรวมข้อมูลทั้งข้อมูลคุณภาพ คือ แบบสังเกต การรู้วิทยาศาสตร์ แบบบันทึกกิจกรรมการรู้วิทยาศาสตร์ แบบบันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้ และ ข้อมูลเชิงปริมาณ คือ แบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ มาศึกษาผลการพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ ด้วย กระบวนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามกรอบแนวคิดการบูรณาการเทคโนโลยีในการสอน เนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK)

4.3 นำผลการพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ มาการสะท้อนผล เพื่อนำไป สรุปผลและอภิปรายผลของการวิจัยการพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ตามกรอบแนวคิดการบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

6. การจัดทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

งานวิจัยฉบับนี้ได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูล 2 ประเภท ได้แก่ ข้อมูลเชิงปริมาณ และข้อมูลเชิงคุณภาพ โดยข้อมูลที่น่ามาวิเคราะห์เป็นข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยใช้เครื่องมือที่มีความหลากหลายดังที่ได้ระบุไว้ในหัวข้อเครื่องมือและการหาคุณภาพเครื่องมือ ซึ่งวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อ ประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ มีรายละเอียดดังนี้

6.1 การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อประเมินการรู้วิทยาศาสตร์

6.1.1 ข้อมูลเชิงปริมาณ วิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสังเกตการรู้วิทยาศาสตร์และ แบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ร้อยละ และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยทำการวิเคราะห์ข้อมูลจำนวน 2 ครั้ง หลังการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ร่วมกับการบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) ครบ 2 วงจรปฏิบัติการ

6.1.1.1 วิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสังเกตการรู้วิทยาศาสตร์

6.1.1.1.1 นักระดับคะแนนผลการประเมินการสังเกตพฤติกรรม การรู้วิทยาศาสตร์ ของวงจรปฏิบัติการที่ 1 แบ่งเป็น 1) การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ 2) การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 3) การแปลความหมาย ข้อมูลและประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์

6.1.1.1.2 นักระดับคะแนนผลการประเมินการสังเกตพฤติกรรม การรู้วิทยาศาสตร์ ของวงจรปฏิบัติการที่ 1 ที่ได้จากการสังเกตในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ตามกรอบแนวคิดการบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) ใน แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1-4 มาคำนวณค่าเฉลี่ย ร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

6.1.1.1.3 นำร้อยละของผลการประเมินการสังเกตพฤติกรรมการรู้
วิทยาศาสตร์ของวงจรปฏิบัติการที่ 1 เทียบกับเกณฑ์ร้อยละระดับการรู้วิทยาศาสตร์ (Ridho et al.,
2018) มีรายละเอียดดังนี้

81 – 100	ระดับสูงมาก
61 – 80	ระดับสูง
41 – 60	ระดับปานกลาง
21 – 40	ระดับต่ำ
0 – 20	ระดับต่ำมาก

6.1.1.1.4 นำร้อยละของผลการประเมินการสังเกตพฤติกรรมการรู้
วิทยาศาสตร์ของวงจรปฏิบัติการที่ 1 เทียบกับเกณฑ์การรู้วิทยาศาสตร์ให้มีคะแนนการรู้วิทยาศาสตร์
ผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 60

6.1.1.1.5 นำผลของระดับการรู้วิทยาศาสตร์และเกณฑ์การผ่าน
การรู้วิทยาศาสตร์มาสรุปผลและสะท้อนผลของวงจรปฏิบัติการที่ 1 นำข้อมูลไปอภิปรายผล เพื่อปรับ
แนวทางการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2

6.1.1.1.6 นับระดับคะแนนผลการประเมินการสังเกตพฤติกรรมการ
การรู้วิทยาศาสตร์ ของวงจรปฏิบัติการที่ 2 แบ่งเป็น 1) การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์
2) การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 3) การแปลความหมาย
ข้อมูลและประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์

6.1.1.1.7 นำระดับคะแนนผลการประเมินการสังเกตพฤติกรรมการ
การรู้วิทยาศาสตร์ของวงจรปฏิบัติการที่ 2 ที่ได้จากการสังเกตในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
ตามกรอบแนวคิดการบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) ในแผนการจัดการ
เรียนรู้ที่ 5-8 มาหาค่าเฉลี่ย ร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

6.1.1.1.8 นำร้อยละของผลการประเมินการสังเกตพฤติกรรมการรู้
วิทยาศาสตร์ของวงจรปฏิบัติการที่ 1 เทียบกับเกณฑ์ร้อยละระดับการรู้วิทยาศาสตร์ (Ridho et al.,
2018) มีรายละเอียดดังนี้

81 – 100	ระดับสูงมาก
61 – 80	ระดับสูง
41 – 60	ระดับปานกลาง
21 – 40	ระดับต่ำ
0 – 20	ระดับต่ำมาก

6.1.1.1.9 นำร้อยละของผลการประเมินการสังเกตพฤติกรรมความรู้ วิทยาศาสตร์ของวงจรปฏิบัติการที่ 2 เทียบกับเกณฑ์การรู้วิทยาศาสตร์ให้มีคะแนนการรู้วิทยาศาสตร์ผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 60

6.1.1.1.10 นำผลของระดับการรู้วิทยาศาสตร์และเกณฑ์การผ่านการรู้วิทยาศาสตร์มาสรุปผลและสะท้อนผลของวงจรปฏิบัติการที่ 2 นำข้อมูลไปอภิปรายผล

6.1.1.2 วิเคราะห์ข้อมูลจากแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์

6.1.1.2.1 ตรวจสอบแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ ชุดที่ 1 ตามเกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์

6.1.1.2.2 นำผลคะแนนจากแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ ชุดที่ 1 เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มาคำนวณ ค่าเฉลี่ย ร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

6.1.1.2.3 นำร้อยละของผลคะแนนจากแบบทดสอบการรู้ วิทยาศาสตร์ ชุดที่ 1 เทียบกับเกณฑ์ร้อยละระดับการรู้วิทยาศาสตร์ (Ridho et al., 2018) มี รายละเอียดดังนี้

81 – 100	ระดับสูงมาก
61 – 80	ระดับสูง
41 – 60	ระดับปานกลาง
21 – 40	ระดับต่ำ
0 – 20	ระดับต่ำมาก

6.1.1.2.4 นำร้อยละของผลคะแนนจากแบบทดสอบการรู้ วิทยาศาสตร์ ชุดที่ 1 เทียบกับเกณฑ์การรู้วิทยาศาสตร์ให้มีคะแนนการรู้วิทยาศาสตร์ผ่านเกณฑ์ ร้อย ละ 60

6.1.1.2.5 นำผลของระดับการรู้วิทยาศาสตร์และเกณฑ์การผ่านการรู้วิทยาศาสตร์มาสรุปผลและสะท้อนผลของวงจรปฏิบัติการที่ 1 นำข้อมูลไปอภิปรายผล เพื่อปรับ แนวทางการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2

6.1.1.2.6 ตรวจสอบแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ ชุดที่ 2 ตามเกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์

6.1.1.2.7 นำผลคะแนนจากแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ ชุดที่ 2 เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มาคำนวณ ค่าเฉลี่ย ร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

6.1.1.2.8 นำร้อยละของผลคะแนนจากแบบทดสอบการรู้
วิทยาศาสตร์ ชุดที่ 2 เทียบกับเกณฑ์ร้อยละระดับการรู้วิทยาศาสตร์ (Ridho et al., 2018)

6.1.1.2.9 นำร้อยละของผลคะแนนจากแบบทดสอบการรู้
วิทยาศาสตร์ ชุดที่ 2 เทียบกับเกณฑ์การรู้วิทยาศาสตร์ให้มีคะแนนการรู้วิทยาศาสตร์ผ่านเกณฑ์ ร้อย
ละ 60

6.1.1.2.10 นำผลของระดับการรู้วิทยาศาสตร์และเกณฑ์การผ่าน
การรู้วิทยาศาสตร์มาสรุปผลและสะท้อนผลของวงจรปฏิบัติการที่ 2 นำข้อมูลไปอภิปรายผล

6.1.2 ข้อมูลเชิงคุณภาพ วิเคราะห์ข้อมูลจากแบบบันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์ร่วมกับการบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) โดยใช้เทคนิค
การวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) จากนั้นเรียบเรียงข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลเชิง
คุณภาพ ที่เกิดขึ้นในการจัดการเรียนรู้ แล้วทำการวิเคราะห์ข้อมูลทุกแผนการจัดการเรียนรู้

7. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยการพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ร่วมกับการบูรณา
การเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยี
อวกาศ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยใช้สถิติ ดังนี้

7.1 สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพของเครื่องมือ

7.1.1 แบบทดสอบวัดการรู้วิทยาศาสตร์

7.1.1.1 การหาค่าความเที่ยงตรง (Validity) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์
(IOC) จากสูตร (สมบัติ ท้ายเรือคำ, 2551)

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์

$\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

6.2 สถิติพื้นฐาน

6.2.1 ร้อยละ (Percentage) โดยใช้สูตรดังนี้ (ขวลิต ชูกำแพง, 2553)

$$\text{ร้อยละ} = \frac{\text{ตัวเลขที่ต้องการเปรียบเทียบ}}{\text{จำนวนเต็ม}} \times 100$$

6.2.1.1 การหาค่าเฉลี่ย (Arithmetic Mean) จากสูตร (ไพศาล วรคำ, 2552) ดังนี้

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

เมื่อ $\bar{x}$ แทน ค่าเฉลี่ย

$\sum x_i$ แทน ผลรวมคะแนนทั้งหมดในกลุ่ม

n แทน จำนวนคะแนนในกลุ่ม

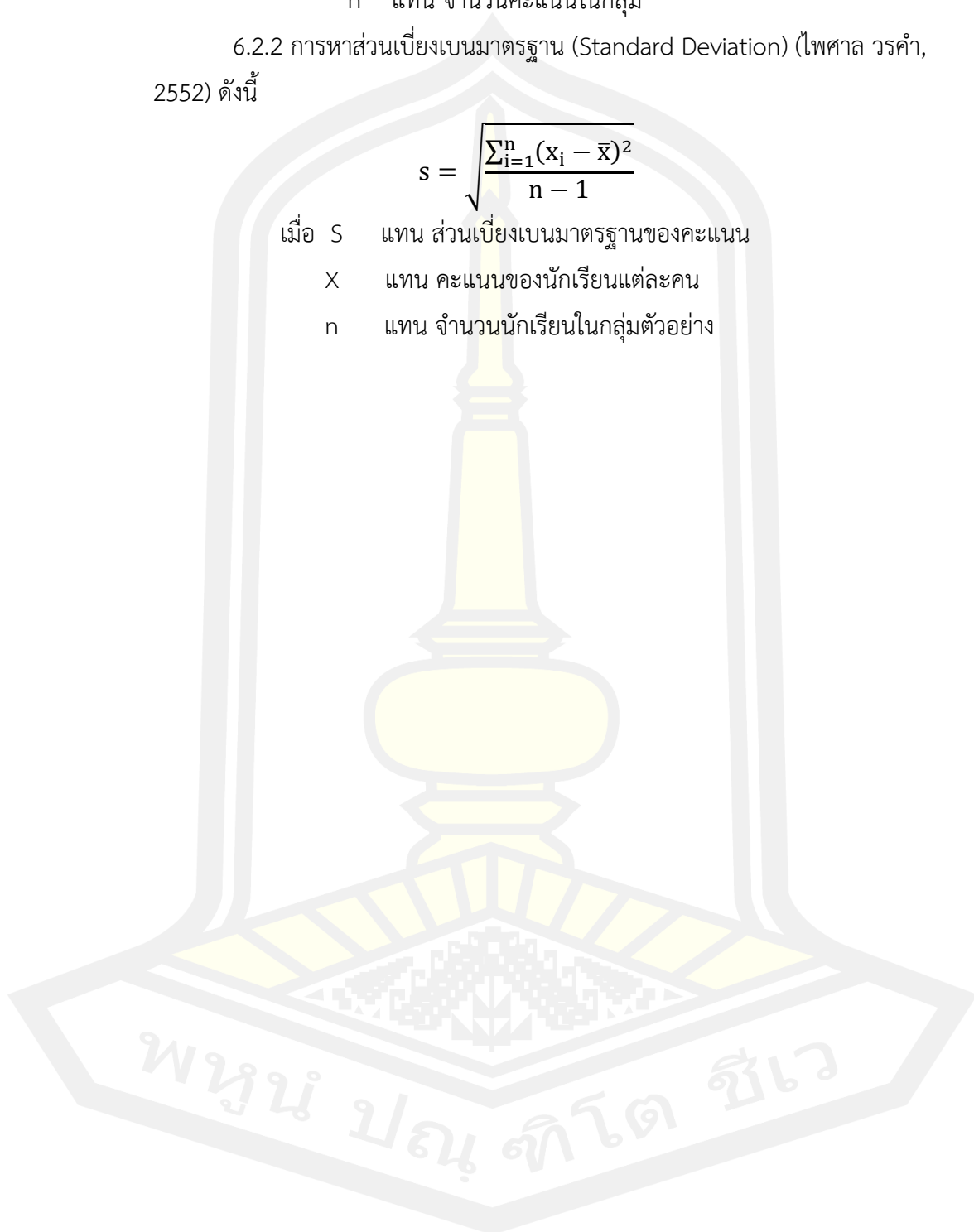
6.2.2 การหาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) (ไพศาล วรคำ, 2552) ดังนี้

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

เมื่อ S แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน

X แทน คะแนนของนักเรียนแต่ละคน

n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง



บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

วิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ด้วยกระบวนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามกรอบแนวคิดการบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้รูปแบบการวิจัยแบบปฏิบัติการ ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 วงจรการปฏิบัติการ คือ วงจรการปฏิบัติการที่ 1 จัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ตามกรอบแนวคิดการบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ แผนที่ 1 - 4 และวงจรการปฏิบัติการที่ 2 จัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ตามกรอบแนวคิดการบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ แผนที่ 5 - 8 ผู้วิจัยได้เสนอการวิเคราะห์ข้อมูลการดำเนินการวิจัยตามแผนปฏิบัติการ ดังนี้

1. วงจรปฏิบัติการที่ 1

1.1 ผลการสังเกตพฤติกรรมการรู้วิทยาศาสตร์

ผลจากการสังเกตพฤติกรรมการรู้วิทยาศาสตร์ จากแบบสังเกตพฤติกรรมการรู้วิทยาศาสตร์ ขณะจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ตามกรอบแนวคิดการบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 - 4 ปรากฏผลดังตาราง 21

ตาราง 21 ผลการวิเคราะห์พฤติกรรมการรู้วิทยาศาสตร์ วงจรปฏิบัติการที่ 1

คนที่	วงจรปฏิบัติการที่ 1			คะแนนรวม (20 คะแนน)	ร้อยละ	ระดับการรู้ วิทยา- ศาสตร์	คะแนนผ่าน เกณฑ์ ร้อยละ 60
	การอธิบาย ปรากฏการณ์ ในเชิง วิทยาศาสตร์ (6 คะแนน)	การประเมิน และการ ออกแบบ กระบวนการ สืบเสาะหา ความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ (8 คะแนน)	การแปล ความหมาย ข้อมูลและ การใช้ ประจักษ์ พยานในเชิง วิทยาศาสตร์ (6 คะแนน)				
1	3.75	5.50	4.75	14.00	70.00	สูง	ผ่าน
2	3.75	6.50	5.75	16.00	80.00	สูง	ผ่าน
3	3.50	6.75	4.50	14.75	73.75	สูง	ผ่าน
4	3.25	4.00	3.75	11.00	55.00	ปานกลาง	ไม่ผ่าน

คนที่	วงจรปฏิบัติการที่ 1			คะแนนรวม (20 คะแนน)	ร้อยละ	ระดับการรู้วิทยา-ศาสตร์	คะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60
	การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (6 คะแนน)	การประเมินและการออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (8 คะแนน)	การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ (6 คะแนน)				
5	4.75	7.00	5.25	17.00	85.00	สูงมาก	ผ่าน
6	3.25	5.00	3.75	12.00	60.00	ปานกลาง	ผ่าน
7	3.50	4.75	4.00	12.25	61.25	สูง	ผ่าน
8	3.00	4.75	4.50	12.25	61.25	สูง	ผ่าน
9	4.75	6.00	5.50	16.25	81.25	สูงมาก	ผ่าน
10	4.50	5.75	4.25	14.50	72.50	สูง	ผ่าน
11	3.25	4.25	3.75	11.25	56.25	ปานกลาง	ไม่ผ่าน
12	3.25	5.50	3.75	12.50	62.50	สูง	ผ่าน
13	4.50	5.25	3.75	13.50	67.50	สูง	ผ่าน
14	5.50	6.50	4.75	16.75	83.75	สูงมาก	ผ่าน
15	4.75	5.00	4.75	14.00	70.00	สูง	ผ่าน
16	3.75	4.00	4.00	11.75	58.75	ปานกลาง	ไม่ผ่าน
17	4.00	4.50	3.75	12.25	61.25	สูง	ผ่าน
18	4.75	5.75	4.00	14.50	72.50	สูง	ผ่าน
รวม	71.75	96.75	78.00	246.50	1232.50		
$\bar{x}$	3.99	5.38	4.33	13.69	68.47	สูง	ผ่าน
S.D	0.72	0.93	0.64	1.91			

ตาราง 22 แสดงร้อยละของคะแนนเฉลี่ยพฤติกรรมกรรฐัวิทยาศาสตรัในวงจรปฏิบัติการที่ 1

การรู้วิทยาศาสตรั	คะแนน เต็ม	คะแนน เฉลี่ย	ร้อยละคะแนน เฉลี่ย
การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตรั	6.00	3.99	66.50
การประเมินและการออกแบบกระบวนการสืบ เสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตรั	8.00	5.38	67.25
การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์ พยานในเชิงวิทยาศาสตรั	6.00	4.33	72.17
พฤติกรรมกรรฐัวิทยาศาสตรั	20.00	13.69	68.47

จากตารางพบว่า วงจรปฏิบัติการที่ 1 พฤติกรรมกรรฐัวิทยาศาสตรั ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ตามกรอบแนวคิดการบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะจากการสังเกตพฤติกรรมกรรฐัวิทยาศาสตรั ดังนี้ 1) การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตรั นักเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.99 คิดเป็นร้อยละ 66.50 2) การประเมินและการออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตรั นักเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.38 คิดเป็นร้อยละ 67.25 3) การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตรั นักเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.33 คิดเป็นร้อยละ 72.17 โดยมีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 13.69 จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 68.45 ระดับการรู้วิทยาศาสตรัอยู่ในระดับสูง ร้อยละของคะแนนรวมผ่านตามเกณฑ์การพัฒนาการรู้วิทยาศาสตรัร้อยละ 60 เมื่อพิจารณานักเรียนรายบุคคลมีนักเรียนที่มีผลการรู้วิทยาศาสตรัผ่านตามเกณฑ์การพัฒนาการรู้วิทยาศาสตรัอย่างน้อยร้อยละ 60 จำนวน 15 คน และมีนักเรียนที่มีผลการรู้วิทยาศาสตรัไม่ผ่านตามเกณฑ์การพัฒนาการรู้วิทยาศาสตรัร้อยละ 60 จำนวน 3 คน

1.2 ผลการทดสอบการรู้วิทยาศาสตรั

ผลการทดสอบการรู้วิทยาศาสตรัจากแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตรั ชุดที่ 1 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ หลังจากได้รับกระบวนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตรั ตามกรอบแนวคิดการบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 – 4 ปรากฏผลดังตารางที่ 23

ตาราง 23 ผลวิเคราะห์การวัดการรู้วิทยาศาสตร์จากแบบวัดการรู้วิทยาศาสตร์ (ชุดที่ 1) ในวงจรปฏิบัติการที่ 1

คนที่	วงจรปฏิบัติการที่ 1			คะแนนรวม (10 คะแนน)	ร้อยละ	ระดับการรู้วิทยาศาสตร์	คะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60
	การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (4 คะแนน)	การประเมินและการออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (3 คะแนน)	การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประโยชน์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (3 คะแนน)				
1	2.00	2.00	3.00	7.00	70.00	สูง	ผ่าน
2	3.00	3.00	2.00	8.00	80.00	สูง	ผ่าน
3	3.00	2.00	2.00	7.00	70.00	สูง	ผ่าน
4	2.00	2.00	1.00	5.00	50.00	ปานกลาง	ไม่ผ่าน
5	2.00	3.00	3.00	8.00	80.00	สูง	ผ่าน
6	2.00	2.00	2.00	6.00	60.00	ปานกลาง	ผ่าน
7	2.00	2.00	2.00	6.00	60.00	ปานกลาง	ผ่าน
8	2.00	2.00	2.00	6.00	60.00	ปานกลาง	ผ่าน
9	2.00	3.00	2.00	7.00	70.00	สูง	ผ่าน
10	3.00	2.00	2.00	7.00	70.00	สูง	ผ่าน
11	2.00	2.00	1.00	5.00	50.00	ปานกลาง	ไม่ผ่าน
12	3.00	1.00	2.00	6.00	60.00	ปานกลาง	ผ่าน
13	3.00	2.00	2.00	7.00	70.00	สูง	ผ่าน
14	3.00	1.00	3.00	7.00	70.00	สูง	ผ่าน
15	2.00	2.00	3.00	7.00	70.00	สูง	ผ่าน
16	2.00	1.00	2.00	5.00	50.00	ปานกลาง	ไม่ผ่าน
17	2.00	2.00	2.00	6.00	60.00	ปานกลาง	ผ่าน
18	2.00	3.00	2.00	7.00	70.00	สูง	ผ่าน
รวม	42.00	37.00	38.00	117.00	1170.00		

คนที่	วงจรปฏิบัติการที่ 1			คะแนนรวม (10 คะแนน)	ร้อยละ	ระดับการรู้วิทยาศาสตร์	คะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60
	การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (4 คะแนน)	การประเมินและการออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (3 คะแนน)	การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ (3 คะแนน)				
$\bar{x}$	2.33	2.06	2.11	6.50	65.00	สูง	ผ่าน
S.D.	0.49	0.64	0.58	0.92			

ตาราง 24 แสดงร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของการทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ในวงจรปฏิบัติการที่ 1

การรู้วิทยาศาสตร์	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย	ร้อยละ
การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	4.00	2.39	59.75
การประเมินและการออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	3.00	2.06	68.67
การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์	3.00	2.11	70.33
การทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์	10.00	6.50	65.00

จากตารางพบว่า วงจรปฏิบัติการที่ 1 ผลการวัดการรู้วิทยาศาสตร์จากแบบวัดการรู้วิทยาศาสตร์ (ชุดที่ 1) ด้วยกระบวนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามกรอบแนวคิดการบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) นักเรียนมีการรู้วิทยาศาสตร์ ดังนี้ 1) การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ นักเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.39 คิดเป็นร้อยละ 59.75 2) การประเมินและการออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.06 คิดเป็นร้อยละ 68.67 3) การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ นักเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.11 คิดเป็นร้อยละ 70.33 โดยมีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 6.56 จากคะแนนเต็ม 10 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 65.56 ระดับการรู้วิทยาศาสตร์อยู่ในระดับสูง ร้อยละของคะแนนรวมผ่านตามเกณฑ์การพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์อย่างน้อยร้อยละ 60 เมื่อพิจารณานักเรียนรายบุคคลมีนักเรียนที่มีผลการรู้วิทยาศาสตร์ผ่านตามเกณฑ์การพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์อย่างน้อย

ร้อยละ 60 จำนวน 15 คน และมีนักเรียนที่มีผลการรู้วิทยาศาสตร์ไม่ผ่านตามเกณฑ์การพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์อย่างน้อยร้อยละ 60 จำนวน 3 คน

1.3 ผลปฏิบัติตามข้อมูลเชิงคุณภาพ

ผลจากขั้นสะท้อนผลปฏิบัติการ (Reflect) วงจรปฏิบัติการที่ 1 เป็นการพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ตามกรอบแนวคิดการบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ใช้แผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 4 แผน (แผนที่ 1-4) รวม 6 ชั่วโมง ได้ผลการดำเนินการพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง การโคจรของดาวเคราะห์รอบดวงอาทิตย์ ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ตามกรอบแนวคิดการบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ หลังสิ้นสุดกิจกรรมการเรียนรู้ จากแบบบันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้ พบว่า ผลการจัดการเรียนรู้ 1) นักเรียนส่วนใหญ่สามารถอธิบายการโคจรของดาวเคราะห์รอบดวงอาทิตย์ 2) นักเรียนบางคนสามารถคำนวณสมการกฎแรงโน้มถ่วงได้ 3) นักเรียนทุกคนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับการโคจรของดาวเคราะห์รอบดวงอาทิตย์และคำนวณสมการกฎแรงโน้มถ่วงได้ถูกต้อง 4) นักเรียนทุกคนมีความสนใจและความกระตือรือร้นในการทำกิจกรรมในชั้นเรียน 5) นักเรียนส่วนใหญ่นำความรู้เรื่อง การโคจรของดาวเคราะห์รอบดวงอาทิตย์และการคำนวณสมการกฎแรงโน้มถ่วง มาอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ 6) นักเรียนบางคนสามารถประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ในการสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับการโคจรของดาวเคราะห์รอบดวงอาทิตย์และคำนวณสมการกฎแรงโน้มถ่วงได้ 7) นักเรียนส่วนใหญ่สามารถแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ได้ ปัญหาและอุปสรรค 1) นักเรียนไม่เคยใช้งานแอปพลิเคชันหรือเว็บไซต์อาจจะใช้เวลาในการเรียนรู้ 2) แอปพลิเคชันหรือเว็บไซต์เป็นภาษาอังกฤษ นักเรียนไม่มีความหมายของศัพท์ภาษาอังกฤษ แนวทางการแก้ไขปัญหา 1) ครูผู้สอนแนะแนวทางในการใช้แอปพลิเคชันหรือเว็บไซต์ บอกวัตถุประสงค์ในการใช้งาน เพื่อให้ นักเรียนได้เรียนรู้ได้รวดเร็วขึ้น 2) แอปพลิเคชันหรือเว็บไซต์เป็นของต่างประเทศ คำศัพท์ต่าง ๆ เป็นภาษาอังกฤษ ก็ให้นักเรียนช่วยกันค้นหาความหมายในบางคำที่สำคัญและจำเป็นที่ได้ใช้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การเกิดฤดูกาลและการปรากฏของดวงอาทิตย์ ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ตามกรอบแนวคิดการบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ หลังสิ้นสุดกิจกรรมการเรียนรู้ จากแบบบันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้ พบว่า ผลการจัดการเรียนรู้ 1) นักเรียนส่วนใหญ่สามารถอธิบายการเกิดฤดูกาลอธิบายการเคลื่อนที่ปรากฏของดวงอาทิตย์ได้ 2) นักเรียนส่วนใหญ่สร้างแบบจำลองที่อธิบายการเกิดฤดู และการเคลื่อนที่ปรากฏของดวงอาทิตย์ได้ 3) นักเรียนทุกคนมีความสนใจใฝ่รู้หรืออยากรู้อยากเห็น และทำงานร่วมกับผู้อื่น

อย่างสร้างสรรค์ 4) นักเรียนส่วนใหญ่นำความรู้ เรื่อง การเกิดฤดูกาลและการปรากฏของดวงอาทิตย์ มาอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้ 5) นักเรียนส่วนใหญ่สามารถประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ในสร้างแบบจำลองที่อธิบายการเกิดฤดู และการเคลื่อนที่ปรากฏของดวงอาทิตย์ได้ 6) นักเรียนส่วนใหญ่สามารถแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ได้ ปัญหาและอุปสรรค แผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ในการทำกิจกรรมการเกิดฤดูกาลเป็นภาษาอังกฤษ นักเรียนแปลไม่ออก แนวทางการแก้ไขปัญหา ให้นักเรียนช่วยกันค้นหาความหมายในอินเทอร์เน็ตของคำศัพท์ในแต่ละฤดูกาล

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การเกิดข้างขึ้นข้างแรม 1 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ตามกรอบแนวคิดการบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ หลังสิ้นสุดกิจกรรมการเรียนรู้ จากแบบบันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้ พบว่า ผลการจัดการเรียนรู้ 1) นักเรียนส่วนใหญ่อธิบายการเกิดข้างขึ้นข้างแรมของดวงจันทร์และอธิบายการเคลื่อนที่ปรากฏของดวงจันทร์ที่เปลี่ยนแปลงไปได้ 2) นักเรียนส่วนใหญ่ปฏิบัติกิจกรรมการขึ้นและตกของดวงจันทร์ได้อย่างถูกต้องและเป็นลำดับขั้นตอนได้ 3) นักเรียนทุกคนความสนใจใฝ่รู้หรืออยากรู้อยากเห็น และทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ 4) นักเรียนส่วนใหญ่นำความรู้ เรื่อง เรื่อง การเกิดข้างขึ้นข้างแรม มาอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้ 5) นักเรียนส่วนใหญ่สามารถประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ในการปฏิบัติกิจกรรมการขึ้นและตกของดวงจันทร์ได้อย่างถูกต้องและเป็นลำดับขั้นตอนได้ 6) นักเรียนส่วนใหญ่สามารถแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ได้ ปัญหาและอุปสรรค 1) นักเรียนไม่เคยใช้งานแอปพลิเคชัน Star walk อาจจะใช้เวลาในการเรียนรู้ 2) แอปพลิเคชัน Star walk เป็นภาษาอังกฤษ นักเรียนไม่มีความหมายของศัพท์ภาษาอังกฤษ 3) นักเรียนเกิดความสับสนในการดูกราฟการขึ้นและตกของดวงจันทร์ในแอปพลิเคชัน Star walk แนวทางการแก้ไขปัญหา 1) ครูผู้สอนแนะแนวทางในการใช้แอปพลิเคชันหรือเว็บไซต์ บอกวัตถุประสงค์ในการใช้งาน เพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้ได้รวดเร็วขึ้น 2) แอปพลิเคชัน Star walk คำศัพท์ต่าง ๆ เป็นภาษาอังกฤษ ก็ให้นักเรียนช่วยกันค้นหาความหมายในบางคำที่สำคัญและจำเป็นที่ได้ใช้ 3) ยกตัวอย่างกราฟการขึ้นและตกของดวงจันทร์ในแอปพลิเคชัน Star walk ให้นักเรียนทำความเข้าใจจนสามารถดูกราฟและทำความเข้าใจกราฟได้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง การเกิดข้างขึ้นข้างแรม 2 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ตามกรอบแนวคิดการบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ หลังสิ้นสุดกิจกรรมการเรียนรู้ จากแบบบันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้ พบว่า ผลการจัดการเรียนรู้ 1) นักเรียนส่วนใหญ่การเกิดข้างขึ้นข้างแรมของดวงจันทร์และอธิบายการเคลื่อนที่ปรากฏของดวงจันทร์ที่เปลี่ยนแปลงไปได้ 2) นักเรียนส่วนใหญ่เขียนแผนภาพแสดงการหมุนรอบตัวเองและการโคจรรอบโลกของดวงจันทร์ได้ 3) นักเรียนทุกคนตระหนักความสำคัญของประโยชน์การเกิดข้างขึ้นข้างแรม

4) นักเรียนส่วนใหญ่นำความรู้ เรื่อง เรื่อง การเกิดข้างขึ้นข้างแรม มาอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้ 5) นักเรียนบางคนสามารถประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ในการ เขียนแผนภาพแสดงการหมุนรอบตัวเองและการโคจรรอบโลกของดวงจันทร์ได้ 6) นักเรียนส่วนใหญ่ สามารถแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ได้ ปัญหาและอุปสรรค 1) นักเรียน ไม่เคยใช้งานแอปพลิเคชัน Moon อาจจะใช้เวลาในการเรียนรู้ 2) แอปพลิเคชัน Moon เป็น ภาษาอังกฤษ นักเรียนไม่มีความหมายของศัพท์ภาษาอังกฤษ 3) นักเรียนพิจารณาอุปลักษณะของ ดวงจันทร์ในแต่ละวันแตกต่างกัน ซึ่งในแอปพลิเคชัน Moon จะบอกรายละเอียดเปอร์เซ็นต์ของ ลักษณะของดวงจันทร์ นักเรียนอาจไม่ทราบรายละเอียดของแอปพลิเคชัน แนวทางการแก้ไข ปัญหา 1) ครูผู้สอนแนะแนวทางในการใช้แอปพลิเคชัน Moon บอกรายละเอียดและวัตถุประสงค์ในการใช้ งาน เพื่อให้ นักเรียนได้เรียนรู้ได้รวดเร็วขึ้น 2) แอปพลิเคชัน Star walk คำศัพท์ต่าง ๆ เป็น ภาษาอังกฤษ ก็ให้นักเรียนช่วยกันค้นหาความหมายในบางคำที่สำคัญและจำเป็นที่ได้ใช้

สรุปผลจากขั้นสะท้อนผลปฏิบัติการ (Reflect) วงจรปฏิบัติการที่ 1 จาก

กระบวนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามกรอบแนวคิดการบูรณาการเทคโนโลยีในการสอน เนื้อหาวิชาเฉพาะ ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1-4 พบว่า ผลการเรียนรู้ นักเรียนส่วนใหญ่ผ่าน วัตถุประสงค์ พุทธิพิสัย ทักษะพิสัย จิตพิสัย และการรู้วิทยาศาสตร์ มีนักเรียนบางคนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ การรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งเกิดจากการใช้แอปพลิเคชันครั้งแรกของนักเรียน ร่วมกับแอปพลิเคชันเป็น ภาษาอังกฤษ และการดูกราฟ ในเนื้อหาเรื่อง การเกิดข้างขึ้นข้างแรม ให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมการ ขึ้นและตก ในการสอนจึงใช้แอปพลิเคชัน Star walk ในการดูเวลาจากกราฟขึ้นตกของดวงจันทร์ อาจจะทำให้ นักเรียนเกิดความเข้าใจคลาดเคลื่อนได้ และในการใช้แอปพลิเคชัน Live worksheets ที่ การเลือกหมวดหมู่สร้างใบงานจะเป็นการเติมคำตอบหรือเลือกคำตอบ ส่วนเกณฑ์การคิดคะแนนถูก ให้ 1 ผิดให้ 0 จะทำให้การตัดสินการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนผิดพลาดได้ อีกทั้งในกระบวนการ จัดการการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามกรอบแนวคิดการบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ วงจรปฏิบัติการที่ 1 ไม่ได้มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นในขั้นที่ 3 การอธิบายและลงข้อสรุป ทำให้นักเรียนบางคนไม่เข้าใจในการอธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์และการประเมินและ ออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในขั้นที่ 2 สำรวจและค้นหา

2. วงจรปฏิบัติการที่ 2

2.1 ผลการสังเกตพฤติกรรมการรู้วิทยาศาสตร์

ผลจากการสังเกตพฤติกรรมการรู้วิทยาศาสตร์ จากแบบสังเกตพฤติกรรมการรู้วิทยาศาสตร์ ขณะจัดกิจกรรมด้วยกระบวนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามกรอบแนวคิดการบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 – 8 ปรากฏผลดังตาราง 25

ตาราง 25 ผลการวิเคราะห์พฤติกรรมการรู้วิทยาศาสตร์ วงจรปฏิบัติการที่ 2

คนที่	วงจรปฏิบัติการที่ 2			คะแนนรวม (20 คะแนน)	ร้อยละ	ระดับการรู้วิทยาศาสตร์	คะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60
	การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (6 คะแนน)	การประเมินและการออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (8 คะแนน)	การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ (6 คะแนน)				
1	4.00	5.75	4.50	14.25	71.25	สูง	ผ่าน
2	5.00	6.50	5.75	17.25	86.25	สูงมาก	ผ่าน
3	4.75	6.50	4.50	15.75	78.75	สูง	ผ่าน
4	4.50	5.50	4.50	14.50	72.50	สูง	ผ่าน
5	5.25	7.25	5.25	17.75	88.75	สูงมาก	ผ่าน
6	4.00	5.50	4.00	13.50	67.50	สูง	ผ่าน
7	4.00	5.50	4.00	13.50	67.50	สูง	ผ่าน
8	4.50	5.75	4.50	14.75	73.75	สูง	ผ่าน
9	5.00	7.00	5.50	17.50	87.50	สูงมาก	ผ่าน
10	4.75	6.25	4.25	15.25	76.25	สูง	ผ่าน
11	4.00	5.75	4.00	13.75	68.75	สูง	ผ่าน
12	4.25	6.50	4.75	15.50	77.50	สูง	ผ่าน
13	5.00	6.00	4.00	15.00	75.00	สูง	ผ่าน
14	5.25	6.25	4.75	16.25	81.25	สูงมาก	ผ่าน

คนที่	วงจรปฏิบัติการที่ 2			คะแนนรวม (20 คะแนน)	ร้อยละ	ระดับการรู้ วิทยา- ศาสตร์	คะแนนผ่าน เกณฑ์ ร้อยละ 60
	การอธิบาย ปรากฏการณ์ ในเชิง วิทยาศาสตร์ (6 คะแนน)	การประเมิน และการ ออกแบบ กระบวนการ สืบเสาะหา ความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ (8 คะแนน)	การแปล ความหมาย ข้อมูลและ การใช้ ประจักษ์ พยานในเชิง วิทยาศาสตร์ (6 คะแนน)				
15	5.00	5.50	4.25	14.75	73.75	สูง	ผ่าน
16	4.00	4.50	4.50	13.00	65.00	สูง	ผ่าน
17	4.25	5.25	4.25	13.75	68.75	สูง	ผ่าน
18	5.25	6.00	4.50	15.75	78.75	สูง	ผ่าน
รวม	82.75	107.25	81.75	271.75	1358.75		
$\bar{x}$	4.60	5.96	4.54	15.10	75.49	สูง	ผ่าน
S.D.	0.49	0.66	0.51	1.42			

ตาราง 26 แสดงร้อยละของคะแนนเฉลี่ยพฤติกรรมความรู้วิทยาศาสตร์ในวงจรปฏิบัติการที่ 2

การรู้วิทยาศาสตร์	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย	ร้อยละ คะแนนเฉลี่ย
การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	6.00	4.60	76.67
การประเมินและการออกแบบกระบวนการสืบ เสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	8.00	5.96	74.50
การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์ พยานในเชิงวิทยาศาสตร์	6.00	4.54	75.67
พฤติกรรมความรู้วิทยาศาสตร์	20.00	15.10	75.49

จากตารางพบว่า วงจรปฏิบัติการที่ 2 พฤติกรรมความรู้วิทยาศาสตร์ ด้วยกระบวนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามกรอบแนวคิดการบูรณาการเทคโนโลยีในการสอน เนื้อหาวิชาเฉพาะ นักเรียนมีพฤติกรรมความรู้วิทยาศาสตร์ ดังนี้ 1) การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิง

วิทยาศาสตร์ นักเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.60 คิดเป็นร้อยละ 76.67 2) การประเมินและการออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.96 คิดเป็นร้อยละ 74.50 3) การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ นักเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.54 คิดเป็นร้อยละ 75.67 โดยมีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 15.10 จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 75.49 ระดับการรู้วิทยาศาสตร์อยู่ในระดับสูง ร้อยละของคะแนนรวมผ่านตามเกณฑ์การพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ร้อยละ 60 เมื่อพิจารณานักเรียนรายบุคคลมีนักเรียนที่มีผลการรู้วิทยาศาสตร์ผ่านตามเกณฑ์การพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ร้อยละ 60 ทุกคนทั้งหมด 18 คน

2.2 ผลการทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์

ผลการทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์จากแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ ชุดที่ 2 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้อาชีวศึกษาตามกรอบแนวคิดการบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 – 8 ปรากฏผลดังตาราง 27

ตาราง 27 ผลวิเคราะห์การทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์จากแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ (ชุดที่ 2) ในวงจรปฏิบัติการที่ 2

คน ที่	วงจรปฏิบัติการที่ 2			คะแนน รวม (10 คะแนน)	ร้อยละ	ระดับ การรู้ วิทยา- ศาสตร์	คะแนน ผ่าน เกณฑ์ ร้อยละ 60
	การอธิบาย ปรากฏการณ์ ในเชิง วิทยาศาสตร์ (4 คะแนน)	การประเมิน และการ ออกแบบ กระบวนการ สืบเสาะหา ความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ (3 คะแนน)	การแปล ความหมาย ข้อมูลและ การใช้ ประจักษ์ พยานในเชิง วิทยาศาสตร์ (3 คะแนน)				
1	3.00	2.00	3.00	8.00	80.00	สูง	ผ่าน
2	4.00	3.00	2.00	9.00	90.00	สูงมาก	ผ่าน
3	4.00	2.00	2.00	8.00	80.00	สูง	ผ่าน
4	3.00	2.00	2.00	7.00	70.00	สูง	ผ่าน
5	4.00	2.00	3.00	9.00	90.00	สูงมาก	ผ่าน
6	2.00	2.00	2.00	6.00	60.00	ปานกลาง	ผ่าน
7	2.00	2.00	2.00	6.00	60.00	ปานกลาง	ผ่าน

คนที่	วงจรปฏิบัติการที่ 2			คะแนนรวม (10 คะแนน)	ร้อยละ	ระดับการรู้วิทยาศาสตร์	คะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60
	การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (4 คะแนน)	การประเมินและการออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (3 คะแนน)	การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ (3 คะแนน)				
8	3.00	2.00	2.00	7.00	70.00	สูง	ผ่าน
9	4.00	3.00	2.00	9.00	90.00	สูงมาก	ผ่าน
10	3.00	2.00	3.00	8.00	80.00	สูงมาก	ผ่าน
11	3.00	2.00	1.00	6.00	60.00	ปานกลาง	ผ่าน
12	3.00	2.00	2.00	7.00	70.00	สูง	ผ่าน
13	3.00	2.00	3.00	8.00	80.00	สูง	ผ่าน
14	3.00	3.00	3.00	9.00	90.00	สูงมาก	ผ่าน
15	3.00	3.00	2.00	8.00	80.00	สูง	ผ่าน
16	2.00	2.00	2.00	6.00	60.00	ปานกลาง	ผ่าน
17	2.00	2.00	2.00	6.00	60.00	ปานกลาง	ผ่าน
18	2.00	3.00	3.00	8.00	80.00	สูง	ผ่าน
รวม	53.00	41.00	41.00	135.00	1350.00		
$\bar{x}$	2.94	2.28	2.28	7.50	75.00	สูง	ผ่าน
S.D.	0.73	0.46	0.57	1.15			

ตาราง 28 แสดงร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของการทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ในวงจรปฏิบัติการที่ 2

การรู้วิทยาศาสตร์	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย	ร้อยละ
การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	4.00	2.94	73.61
การประเมินและการออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	3.00	2.28	75.93
การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์	3.00	2.28	75.93

การรู้วิทยาศาสตร์	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย	ร้อยละ
ผลการทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์	10.00	7.50	75.00

จากตารางพบว่า วงจรปฏิบัติการที่ 2 ผลการทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์จากแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ (ชุดที่ 2) ด้วยการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามกรอบแนวคิดการบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ นักเรียนมีการรู้วิทยาศาสตร์ ดังนี้ 1) การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ นักเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.94 คิดเป็นร้อยละ 73.61 2) การประเมินและการออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.28 คิดเป็นร้อยละ 75.93 3) การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ นักเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.28 คิดเป็นร้อยละ 75.93 โดยมีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 7.50 จากคะแนนเต็ม 10 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 75.00 ระดับการรู้วิทยาศาสตร์อยู่ในระดับสูง ร้อยละของคะแนนรวมผ่านตามเกณฑ์การพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ร้อยละ 60 เมื่อพิจารณานักเรียนรายบุคคลมีนักเรียนที่มีผลการรู้วิทยาศาสตร์ผ่านตามเกณฑ์การพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ร้อยละ 60 ทุกคนทั้ง 18 คน

2.3 ผลปฏิบัติตามข้อมูลเชิงคุณภาพ

ผลจากขั้นสะท้อนผลปฏิบัติการ (Reflect) วงจรปฏิบัติการที่ 2 เป็นการพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน ตามกรอบแนวคิดการบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ใช้แผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 4 แผน (แผนที่ 5 - 8) รวม 6 ชั่วโมง ได้ผลการดำเนินการพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง การเกิดน้ำขึ้นน้ำลง ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน ตามกรอบแนวคิดการบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ หลังสิ้นสุดกิจกรรมการเรียนรู้ จากแบบบันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้ พบว่า ผลการจัดการเรียนรู้ 1) นักเรียนส่วนใหญ่สามารถอธิบายการเกิดน้ำขึ้นน้ำลงได้ 2) นักเรียนบางคนสามารถเขียนความสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้องกับดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์ และโลก ซึ่งเป็นผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำบนโลกได้ 3) นักเรียนทุกคนมีความสนใจและมีความกระตือรือร้นในการทำกิจกรรมใน ชั้นเรียน 4) นักเรียนส่วนใหญ่ นำความรู้ เรื่อง การเกิดน้ำขึ้นน้ำลง มาอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ 5) นักเรียนบางคนสามารถประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ในการเขียนความสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้องกับดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์ และโลกได้ 6) นักเรียนส่วนใหญ่สามารถแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ได้ ปัญหาและอุปสรรค 1) นักเรียนไม่เคยใช้งาน

แอปพลิเคชันน้ำขึ้น น้ำลง อาจจะใช้เวลาในการเรียนรู้ แนวทางการแก้ไขปัญหา 1) ครูผู้สอนแนะแนวทางในการใช้แอปพลิเคชันหรือเว็บไซต์ บอกวัตถุประสงค์ในการใช้งาน เพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้ได้รวดเร็วขึ้น

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง กล้องโทรทรรศน์ ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ตามกรอบแนวคิดการบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะหลังสิ้นสุดกิจกรรมการเรียนรู้ จากแบบบันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้ พบว่า ผลการจัดการเรียนรู้ 1) นักเรียนส่วนใหญ่สามารถอธิบายหลักการทำงานของกล้องโทรทรรศน์แต่ละประเภทได้ 2) นักเรียนส่วนใหญ่สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับอธิบายหลักการทำงานของกล้องโทรทรรศน์แต่ละประเภทได้ถูกต้อง 3) นักเรียนทุกคนตระหนักถึงความสำคัญประโยชน์ของกล้องโทรทรรศน์ที่ใช้ในชีวิตประจำวัน 4) นักเรียนส่วนใหญ่ นำความรู้ เรื่อง กล้องโทรทรรศน์ มาอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้ 5) นักเรียนส่วนใหญ่สามารถประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ในค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับอธิบายหลักการทำงานของกล้องโทรทรรศน์แต่ละประเภทได้ 6) นักเรียนส่วนใหญ่สามารถแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ได้ ปัญหาและอุปสรรค 1) นักเรียนบางคนไม่สามารถเลือกเว็บไซต์ที่น่าเชื่อถือในการสืบค้นหาข้อมูลได้ 2) นักเรียนส่งงานช้าและไม่ทันเวลาที่กำหนด แนวทางการแก้ไขปัญา 1) นักเรียนที่มีความรู้ในเว็บไซต์ที่น่าเชื่อถือในการหาข้อมูลและครูผู้สอนแนะนำนักเรียนและชี้แนวทางในการหาข้อมูล 2) ครูเพิ่มเวลา หรือหาเวลาว่างให้นักเรียนที่ส่งงานช้า หรือต้องการความช่วยเหลือเพิ่มเติมในการทำใบกิจกรรมในเวลาพักเที่ยงหรือหลังเลิกเรียน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 เรื่อง ดาวเทียมและอวกาศ ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ตามกรอบแนวคิดการบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะหลังสิ้นสุดกิจกรรมการเรียนรู้ จากแบบบันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้ พบว่า ผลการจัดการเรียนรู้ 1) นักเรียนส่วนใหญ่อธิบายหลักการทำงานของดาวเทียมและยานอวกาศและอธิบายการใช้ประโยชน์ของดาวเทียมและยานอวกาศในด้านต่าง ๆ ได้ 2) นักเรียนทุกคนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับดาวเทียมและยานอวกาศได้ถูกต้อง 3) นักเรียนทุกคนตระหนักถึงความสำคัญของประโยชน์ที่ได้รับจากการใช้ดาวเทียมและยานอวกาศในการสำรวจอวกาศ 4) นักเรียนส่วนใหญ่ นำความรู้ เรื่อง ดาวเทียมและอวกาศ มาอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้ 5) นักเรียนส่วนใหญ่สามารถประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ในการสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับดาวเทียมและยานอวกาศได้ 6) นักเรียนส่วนใหญ่สามารถแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ได้ ปัญหาและอุปสรรค 1) นักเรียนบางคนไม่สามารถเลือกเว็บไซต์ที่น่าเชื่อถือในการสืบค้นหาข้อมูลได้ แนวทางการแก้ไขปัญา 1) นักเรียนที่มีความรู้ในเว็บไซต์ที่น่าเชื่อถือในการหาข้อมูลและครูผู้สอนแนะนำนักเรียนและชี้แนวทางในการหาข้อมูล

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 เรื่อง นักบินอวกาศและโครงการสำรวจอวกาศ ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ตามกรอบแนวคิดการบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ หลังสิ้นสุดกิจกรรมการเรียนรู้ จากแบบบันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้ พบว่า ผลการจัดการเรียนรู้ 1) นักเรียนส่วนใหญ่อธิบายการใช้ประโยชน์ของเทคโนโลยีอวกาศและยกตัวอย่างความก้าวหน้าของโครงการสำรวจอวกาศจากข้อมูลที่รวบรวมได้ 2) นักเรียนทุกคนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับนักบินอวกาศและโครงการสำรวจอวกาศได้ถูกต้อง 3) นักเรียนทุกคนตระหนักความสำคัญของการสำรวจอวกาศ 4) นักเรียนส่วนใหญ่นำความรู้ เรื่อง เรื่อง นักบินอวกาศและโครงการสำรวจอวกาศ มาอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้ 5) นักเรียนบางคนสามารถประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ในสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับนักบินอวกาศและโครงการสำรวจอวกาศได้ 6) นักเรียนส่วนใหญ่สามารถแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ได้ ปัญหาและอุปสรรค 1) นักเรียนบางคนไม่สามารถเลือกเว็บไซต์ที่น่าเชื่อถือในการสืบค้นหาข้อมูลได้ 2) นักเรียนไม่เคยใช้งานแอปพลิเคชัน NASA ในการหาข้อมูลเกี่ยวกับอวกาศ อาจจะใช้เวลาในการเรียนรู้ 3) แอปพลิเคชัน NASA เป็นภาษาอังกฤษ นักเรียนไม่รู้จักความหมายของศัพท์ภาษาอังกฤษ แนวทางการแก้ไขปัญหา 1) นักเรียนที่มีความรู้ในเว็บไซต์ที่น่าเชื่อถือในการหาข้อมูลและครูผู้สอนแนะนำนักเรียนและชี้แนวทางในการหาข้อมูล 2) ครูผู้สอนแนะนำแนวทางในการใช้แอปพลิเคชัน NASA บอกรายละเอียดและวัตถุประสงค์ในการใช้งาน เพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้ได้รวดเร็วขึ้น 3) แอปพลิเคชัน NASA คำศัพท์ต่าง ๆ เป็นภาษาอังกฤษ ก็ให้นักเรียนช่วยกันค้นหาความหมายในบางคำที่สำคัญและจำเป็นที่ได้ใช้

สรุปผลจากขั้นสะท้อนผลปฏิบัติการ (Reflect) วงจรปฏิบัติการที่ 2 ซึ่งนำผลจากขั้นสะท้อนผลปฏิบัติการ (Reflect) วงจรปฏิบัติการที่ 1 มาปรับในกระบวนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามกรอบแนวคิดการบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5-8 พบว่า ผลการเรียนรู้ นักเรียนส่วนใหญ่ผ่านจุดประสงค์จิตพิสัย และนักเรียนทุกคนผ่านวัตถุประสงค์ พุทธิพิสัย ทักษะพิสัย และการรู้วิทยาศาสตร์ เนื่องจากการเกิดจากความเข้าใจและการใช้งานแอปพลิเคชันคล่องแคล่วมากขึ้น ทำให้นักเรียนการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ในส่วนของใช้แอปพลิเคชัน Live worksheets ที่การเลือกหมวดหมู่สร้างใบงานจะเป็นการเติมคำตอบหรือเลือกคำตอบ เกณฑ์การคิดคะแนนถูกให้ 1 ผิดให้ 0 จะทำให้การตัดสินใจตัดสินการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนผิดพลาดได้ ในวงจรปฏิบัติการนี้จึงใช้แอปพลิเคชันร่วมในชั้นขยายความรู้และประเมินผล เพื่อให้ได้เห็นการแสดงความคิดเห็นในคำตอบของนักเรียนแต่ละคน สามารถประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ได้ อีกทั้งเนื้อหาของวงจรปฏิบัติการที่ 2 นักเรียนได้วางแผนค้นหาคำตอบ และได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นทำให้นักเรียนได้พัฒนาการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิง

วิทยาศาสตร์ และการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นการประเมินการรู้วิทยาศาสตร์

ตาราง 29 แสดงความสัมพันธ์ของผลสังเกตการรู้วิทยาศาสตร์และผลทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์เทียบกับระดับการรู้วิทยาศาสตร์ของวงจรปฏิบัติการที่ 1 และ 2

คนที่	วงจรปฏิบัติการที่ 1						วงจรปฏิบัติการที่ 2					
	ผลการสังเกตการรู้วิทยาศาสตร์ (20 คะแนน)	ร้อยละ	ระดับการรู้วิทยาศาสตร์	ผลทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ (10 คะแนน)	ร้อยละ	ระดับการรู้วิทยาศาสตร์	ผลการสังเกตการรู้วิทยาศาสตร์ (20 คะแนน)	ร้อยละ	ระดับการรู้วิทยาศาสตร์	ผลทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ (10 คะแนน)	ร้อยละ	ระดับการรู้วิทยาศาสตร์
1	14.00	70.00	สูง	7.00	70.00	สูง	14.25	71.25	สูง	8.00	80.00	สูง
2	16.00	80.00	สูง	8.00	80.00	สูง	17.25	86.25	สูงมาก	9.00	90.00	สูงมาก
3	14.75	73.75	สูง	7.00	70.00	สูง	15.75	78.75	สูง	8.00	80.00	สูง
4	11.00	55.00	ปานกลาง	5.00	50.00	ปานกลาง	14.50	72.50	สูง	7.00	70.00	สูง
5	17.00	85.00	สูงมาก	8.00	80.00	สูง	17.75	88.75	สูงมาก	9.00	90.00	สูงมาก
6	12.00	60.00	ปานกลาง	5.00	50.00	ปานกลาง	13.50	67.50	สูง	6.00	60.00	ปานกลาง
7	12.25	61.25	สูง	6.00	60.00	ปานกลาง	13.50	67.50	สูง	6.00	60.00	ปานกลาง
8	12.25	61.25	สูง	6.00	60.00	ปานกลาง	14.75	73.75	สูง	7.00	70.00	สูง
9	16.25	81.25	สูงมาก	7.00	70.00	สูง	17.50	87.50	สูงมาก	9.00	90.00	สูงมาก
10	14.50	72.50	สูง	7.00	70.00	สูง	15.25	76.25	สูง	8.00	80.00	สูงมาก
11	11.25	56.25	ปานกลาง	6.00	60.00	ปานกลาง	13.75	68.75	สูง	6.00	60.00	ปานกลาง
12	12.50	62.50	สูง	6.00	60.00	ปานกลาง	15.50	77.50	สูง	7.00	70.00	สูง
13	13.50	67.50	สูง	7.00	70.00	สูง	15.00	75.00	สูง	8.00	80.00	สูง
14	16.75	83.75	สูงมาก	7.00	70.00	สูง	16.25	81.25	สูงมาก	9.00	90.00	สูงมาก
15	14.00	70.00	สูง	7.00	70.00	สูง	14.75	73.75	สูง	8.00	80.00	สูง
16	11.75	58.75	ปานกลาง	5.00	50.00	ปานกลาง	13.00	65.00	สูง	6.00	60.00	ปานกลาง
17	12.25	61.25	สูง	6.00	60.00	ปานกลาง	13.75	68.75	สูง	6.00	60.00	ปานกลาง
18	14.50	72.50	สูง	7.00	70.00	สูง	15.75	78.75	สูง	8.00	80.00	สูง
รวม	246.50	1232.50		118.00	1180.00		271.75	1358.75		135.00	1350.00	
$\bar{x}$	13.69	68.47	สูง	6.56	65.56	สูง	15.10	75.49	สูง	7.50	75.00	สูง
S.D.	1.91			0.86			1.42			1.15		

จากตารางพบว่า ผลการสังเกตพฤติกรรมรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนมีระดับการรู้วิทยาศาสตร์ ดังนี้ ระดับสูงมาก 3 คน ระดับสูง 11 คน และระดับปานกลาง 4 คน ส่วนในวงจรปฏิบัติการที่ 2 นักเรียนมีระดับการรู้วิทยาศาสตร์ ดังนี้ ระดับสูงมาก 4 คน และ

ระดับสูง 14 คน และผลการทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนมีระดับการรู้วิทยาศาสตร์ ดังนี้ ระดับสูง 10 คน และระดับปานกลาง 8 คน ส่วนในวงจรปฏิบัติการที่ 2 นักเรียนมีระดับการรู้วิทยาศาสตร์ ดังนี้ ระดับสูงมาก 5 คน ระดับสูง 8 คน และระดับปานกลาง 5 คน

ตาราง 30 แสดงความสัมพันธ์ของผลทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์และผลสังเกตการรู้วิทยาศาสตร์เทียบกับเกณฑ์การรู้วิทยาศาสตร์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ของวงจรปฏิบัติการที่ 1 และ 2

คนที่	วงจรปฏิบัติการที่ 1						วงจรปฏิบัติการที่ 2					
	ผลการสังเกตรู้วิทยาศาสตร์ (20 คะแนน)	ร้อยละ	คะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60	ผลทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ (10 คะแนน)	ร้อยละ	คะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60	ผลการสังเกตรู้วิทยาศาสตร์ (20 คะแนน)	ร้อยละ	คะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60	ผลทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ (10 คะแนน)	ร้อยละ	คะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60
1	14.00	70.00	ผ่าน	7.00	70.00	ผ่าน	14.25	71.25	ผ่าน	8.00	80.00	ผ่าน
2	16.00	80.00	ผ่าน	8.00	80.00	ผ่าน	17.25	86.25	ผ่าน	9.00	90.00	ผ่าน
3	14.75	73.75	ผ่าน	7.00	70.00	ผ่าน	15.75	78.75	ผ่าน	8.00	80.00	ผ่าน
4	11.00	55.00	ไม่ผ่าน	5.00	50.00	ไม่ผ่าน	14.50	72.50	ผ่าน	7.00	70.00	ผ่าน
5	17.00	85.00	ผ่าน	8.00	80.00	ผ่าน	17.75	88.75	ผ่าน	9.00	90.00	ผ่าน
6	12.00	60.00	ผ่าน	6.00	60.00	ผ่าน	13.50	67.50	ผ่าน	6.00	60.00	ผ่าน
7	12.25	61.25	ผ่าน	6.00	60.00	ผ่าน	13.50	67.50	ผ่าน	6.00	60.00	ผ่าน
8	12.25	61.25	ผ่าน	6.00	60.00	ผ่าน	14.75	73.75	ผ่าน	7.00	70.00	ผ่าน
9	16.25	81.25	ผ่าน	7.00	70.00	ผ่าน	17.50	87.50	ผ่าน	9.00	90.00	ผ่าน
10	14.50	72.50	ผ่าน	7.00	70.00	ผ่าน	15.25	76.25	ผ่าน	8.00	80.00	ผ่าน
11	11.25	56.25	ไม่ผ่าน	5.00	50.00	ไม่ผ่าน	13.75	68.75	ผ่าน	6.00	60.00	ผ่าน
12	12.50	62.50	ผ่าน	6.00	60.00	ผ่าน	15.50	77.50	ผ่าน	7.00	70.00	ผ่าน
13	13.50	67.50	ผ่าน	7.00	70.00	ผ่าน	15.00	75.00	ผ่าน	8.00	80.00	ผ่าน
14	16.75	83.75	ผ่าน	7.00	70.00	ผ่าน	16.25	81.25	ผ่าน	9.00	90.00	ผ่าน
15	14.00	70.00	ผ่าน	7.00	70.00	ผ่าน	14.75	73.75	ผ่าน	8.00	80.00	ผ่าน
16	11.75	58.75	ไม่ผ่าน	5.00	50.00	ไม่ผ่าน	13.00	65.00	ผ่าน	6.00	60.00	ผ่าน
17	12.25	61.25	ผ่าน	6.00	60.00	ผ่าน	13.75	68.75	ผ่าน	6.00	60.00	ผ่าน
18	14.50	72.50	ผ่าน	7.00	70.00	ผ่าน	15.75	78.75	ผ่าน	8.00	80.00	ผ่าน
รวม	246.50	1232.50		118.00	1180.00		271.75	1358.75		135.00	1350.00	
$\bar{x}$	13.69	68.47	ผ่าน	6.56	65.56	ผ่าน	15.10	75.49	ผ่าน	7.50	75.00	ผ่าน
S.D.	1.91			0.86			1.42			1.15		

จากตารางพบว่า ผลการสังเกตพฤติกรรมรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนมีคะแนนรวมผ่านตามเกณฑ์การพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ร้อยละ 60 ดังนี้ ผ่านเกณฑ์ 15 คน และไม่ผ่านเกณฑ์ 3 คน ส่วนในวงจรปฏิบัติการที่ 2 นักเรียนมีคะแนนรวมผ่านตามเกณฑ์การพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์อย่างน้อยร้อยละ 60 ดังนี้ ผ่านเกณฑ์ทุกคนทั้ง 18 คน และผลการทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนมีคะแนนรวมผ่านตามเกณฑ์การพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ร้อยละ 60 ดังนี้ ผ่านเกณฑ์ 15 คน และไม่ผ่านเกณฑ์ 3 คน ส่วนในวงจรปฏิบัติการที่ 2 นักเรียนมีคะแนนรวมผ่านตามเกณฑ์การพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์อย่างน้อยร้อยละ 60 ดังนี้ ผ่านเกณฑ์ทุกคนทั้ง 18 คน



บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การดำเนินการวิจัยในครั้งนี้ เป็นการพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ด้วยกระบวนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามกรอบแนวคิดการบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งผู้วิจัยได้แบ่งขั้นตอนการดำเนินการวิจัยออกเป็น 2 วงจรปฏิบัติการ ลักษณะการดำเนินการวิจัยเชิงปฏิบัติการดำเนินการตามขั้นตอน ดังต่อไปนี้

5.1 ความมุ่งหมายของการวิจัย

5.2 สรุปผล

5.3 อภิปรายผล

5.4 ข้อเสนอแนะ

5.1 ความมุ่งหมายของการวิจัย

เพื่อศึกษาผลของการพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ด้วยกระบวนการเรียนรู้อัตโนมัติตามกรอบแนวคิดการบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

5.2 สรุปผล

จากการดำเนินการศึกษาวิจัย เรื่อง การพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ด้วยกระบวนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามกรอบแนวคิดการบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สรุปผลการวิจัยตามความมุ่งหมายการวิจัย ดังนี้

1. วงจรปฏิบัติการที่ 1

1.1 จากการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์นักเรียนมีพฤติกรรมการรู้วิทยาศาสตร์ โดยมีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 13.69 จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 68.45 ระดับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์อยู่ในระดับสูง ร้อยละของคะแนนรวมผ่านตามเกณฑ์การพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์อย่างน้อยร้อยละ 60 เมื่อพิจารณานักเรียนรายบุคคลมีนักเรียนที่มีผลการรู้วิทยาศาสตร์ผ่านตามเกณฑ์การพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ร้อยละ 60 จำนวน 15 คน และมีนักเรียนที่มีผลการรู้วิทยาศาสตร์ไม่ผ่านตามเกณฑ์การพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ร้อยละ 60 จำนวน 3 คน

1.2 ผลการทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์จากแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ ชุดที่ 1 นักเรียนมีการรู้วิทยาศาสตร์ โดยมีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 6.56 จากคะแนนเต็ม 10 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 65.56 ระดับการรู้วิทยาศาสตร์อยู่ในระดับสูง ร้อยละของคะแนนรวมผ่านตามเกณฑ์การพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ร้อยละ 60 เมื่อพิจารณานักเรียนรายบุคคลมีนักเรียนที่มีผลการรู้วิทยาศาสตร์ผ่านตามเกณฑ์การพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ร้อยละ 60 จำนวน 15 คน และมีนักเรียนที่มีผลการรู้วิทยาศาสตร์ไม่ผ่านตามเกณฑ์การพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์อย่างน้อยร้อยละ 60 จำนวน 3 คน

1.3 ผลจากขั้นสะท้อนผลปฏิบัติการ (Reflect) วงจรปฏิบัติการที่ 1 ที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย และในการดำเนินการในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้มีการบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถความรู้ที่ได้เรียนในวงจรปฏิบัติการที่ 1 มาอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้ นักเรียนบางคนสามารถประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้ และนักเรียนส่วนใหญ่สามารถแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ได้

2. วงจรปฏิบัติการที่ 2

2.1 จากการสังเกตพฤติกรรมกรการรู้วิทยาศาสตร์ นักเรียนมีพฤติกรรมกรการรู้วิทยาศาสตร์ โดยมีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 15.10 จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 75.49 ระดับการรู้วิทยาศาสตร์อยู่ในระดับสูง ร้อยละของคะแนนรวมผ่านตามเกณฑ์การพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ร้อยละ 60 เมื่อพิจารณานักเรียนรายบุคคลมีนักเรียนที่มีผลการรู้วิทยาศาสตร์ผ่านตามเกณฑ์การพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ร้อยละ 60 ทุกคนทั้งหมด 18 คน

2.2 ผลการทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์จากแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ ชุดที่ 2 นักเรียนมีการรู้วิทยาศาสตร์ โดยมีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 7.50 จากคะแนนเต็ม 10 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 75.00 ระดับการรู้วิทยาศาสตร์อยู่ในระดับสูง ร้อยละของคะแนนรวมผ่านตามเกณฑ์การพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ร้อยละ 60 เมื่อพิจารณานักเรียนรายบุคคลมีนักเรียนที่มีผลการรู้วิทยาศาสตร์ผ่านตามเกณฑ์การพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ร้อยละ 60 ทุกคนทั้ง 18 คน

2.3 ผลจากขั้นสะท้อนผลปฏิบัติการ (Reflect) วงจรปฏิบัติการที่ 2 ที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย และในการดำเนินการในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้มีการบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถความรู้ที่ได้เรียนในวงจรปฏิบัติการที่ 2 มาอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้ นักเรียนส่วนใหญ่สามารถประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้ และนักเรียนส่วนใหญ่สามารถแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ได้

5.3 อภิปรายผล

จากการดำเนินการศึกษาวิจัย เรื่อง การพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ด้วยกระบวนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามกรอบแนวคิดการบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สามารถอภิปรายผลการวิจัยได้ดังนี้

จากการวิเคราะห์ข้อมูลจากการเก็บรวบรวมข้อมูลการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ พบว่า ผลจากการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เฉลี่ยรวมของวงจรปฏิบัติการที่ 1 คิดเป็นร้อยละ 68.45 ระดับการรู้วิทยาศาสตร์อยู่ในระดับสูง ร้อยละของคะแนนรวมผ่านตามเกณฑ์การพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ร้อยละ 60 เมื่อพิจารณานักเรียนรายบุคคลมีนักเรียนที่มีผลการรู้วิทยาศาสตร์ผ่านตามเกณฑ์การพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ร้อยละ 60 จำนวน 15 คน และมีนักเรียนที่มีผลการรู้วิทยาศาสตร์ไม่ผ่านตามเกณฑ์การพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ร้อยละ 60 จำนวน 3 คน และวงจรปฏิบัติการที่ 2 คิดเป็นร้อยละ 75.49 ระดับการรู้วิทยาศาสตร์อยู่ในระดับสูง ร้อยละของคะแนนรวมผ่านตามเกณฑ์การพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ร้อยละ 60 เมื่อพิจารณานักเรียนรายบุคคลมีนักเรียนที่มีผลการรู้วิทยาศาสตร์ผ่านตามเกณฑ์การพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ร้อยละ 60 ทุกคนทั้งหมด 18 คน และผลจากการทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์เฉลี่ยรวมของวงจรปฏิบัติการที่ 1 คิดเป็นร้อยละ 65.56 ระดับการรู้วิทยาศาสตร์อยู่ในระดับสูง ร้อยละของคะแนนรวมผ่านตามเกณฑ์การพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ร้อยละ 60 เมื่อพิจารณานักเรียนรายบุคคลมีนักเรียนที่มีผลการรู้วิทยาศาสตร์ผ่านตามเกณฑ์การพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ร้อยละ 60 จำนวน 15 คน และมีนักเรียนที่มีผลการรู้วิทยาศาสตร์ไม่ผ่านตามเกณฑ์การพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ร้อยละ 60 จำนวน 3 คน และวงจรปฏิบัติการที่ 2 คิดเป็นร้อยละ 75.00 ระดับการรู้วิทยาศาสตร์อยู่ในระดับสูง ร้อยละของคะแนนรวมผ่านตามเกณฑ์การพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ร้อยละ 60 เมื่อพิจารณานักเรียนรายบุคคลมีนักเรียนที่มีผลการรู้วิทยาศาสตร์ผ่านตามเกณฑ์การพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ร้อยละ 60 ทุกคนทั้ง 18 คน ในแต่ละวงจรปฏิบัติการจะมีการสะท้อนผลปฏิบัติการ (Reflect) ของวงจรปฏิบัติการที่ 1 จากกระบวนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามกรอบแนวคิดการบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1-4 พบว่า ผลการเรียนรู้ นักเรียนส่วนใหญ่ผ่านวัตถุประสงค์ พุทธิพิสัย ทักษะพิสัย จิตพิสัย และการรู้วิทยาศาสตร์ มีนักเรียนบางคนที่ไม่ผ่านเกณฑ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งเกิดจากการใช้แอปพลิเคชันครั้งแรกของนักเรียน ร่วมกับแอปพลิเคชันเป็นภาษาอังกฤษ และการดูกราฟ ในเนื้อหาเรื่อง การเกิดช้างขึ้นช้างแรม ให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมการขึ้นและตก ในการสอนจึงใช้แอปพลิเคชัน Star walk ในการดูเวลาจากกราฟขึ้นตกของดวงจันทร์ อาจจะทำให้ นักเรียนเกิดความเข้าใจคลาดเคลื่อนได้ และในการใช้แอปพลิเคชัน Live worksheets ที่การเลือกหมวดหมู่สร้างใบงานจะเป็นการเติมคำตอบหรือเลือกคำตอบ ส่วนเกณฑ์การคิดคะแนนถูก

ให้ 1 ผิดให้ 0 จะทำให้การตัดสินใจตัดสินการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนผิดพลาดได้ อีกทั้งในกระบวนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามกรอบแนวคิดการบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ วงจรปฏิบัติการที่ 1 ไม่ได้มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นในขั้นที่ 3 การอธิบายและลงข้อสรุป ทำให้นักเรียนบางคนไม่เข้าใจในการอธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์และการการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในขั้นที่ 2 สืบหาและค้นหา และผลจากขั้นสะท้อนผลปฏิบัติการ (Reflect) วงจรปฏิบัติการที่ 2 นักเรียนส่วนใหญ่ผ่านจุดประสงค์จิตพิสัย และนักเรียนทุกคนผ่านวัตถุประสงค์ พุทธิพิสัย ทักษะพิสัย และการรู้วิทยาศาสตร์ เนื่องจากการเกิดจากความเข้าใจและการใช้งานแอปพลิเคชันคล่องแคล่วมากขึ้น ทำให้นักเรียนการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ในส่วนของใช้แอปพลิเคชัน Live worksheets ที่การเลือกหมวดหมู่สร้างใบงานจะเป็นการเติมคำตอบหรือเลือกคำตอบ เกณฑ์การคิดคะแนนถูกให้ 1 ผิดให้ 0 จะทำให้การตัดสินใจตัดสินการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนผิดพลาดได้ ในวงจรปฏิบัติการนี้จึงใช้แอปพลิเคชันร่วมในขั้นขยายความรู้และประเมินผล เพื่อให้ได้เห็นการแสดงความคิดเห็นในคำตอบของนักเรียนแต่ละคน สามารถประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ได้ อีกทั้งเนื้อหาของวงจรปฏิบัติการที่ 2 นักเรียนได้วางแผนค้นหาคำตอบ และได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นทำให้นักเรียนได้พัฒนาการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ และการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นการประเมินการรู้วิทยาศาสตร์

จากการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามกรอบแนวคิดการบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ เรื่องปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ พบว่า นักเรียนมีคะแนนการรู้วิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นทั้ง 3 สมรรถนะ เนื่องจากการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามกรอบแนวคิดการบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) ทำให้ลดความเป็นนามธรรมและเพิ่มความเป็นรูปธรรม นำไปสู่ความเข้าใจมากขึ้นของนักเรียน (ลิลลา อุดลยศาสตร์, 2561) ซึ่งการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ได้นำแนวคิด ทีแพค (TPACK) ของโคเลอร์และมิชรา (Koehler et al., 2014) เป็นแนวคิดที่เกิดจากการบูรณาการระหว่างเทคโนโลยีใช้แอปพลิเคชันและเว็บไซต์ต่าง ๆ วิธีการสอนวิทยาศาสตร์ ด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555b) และเนื้อหาสาระ เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศเข้าด้วยกัน เป็นฐานของการเรียนการสอนด้วยเทคโนโลยีที่อาศัยความเข้าใจในการนำเสนอแนวคิดของวิทยาศาสตร์โดยใช้เทคโนโลยี ที่ทำให้นักเรียนสามารถอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ ประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ได้ ซึ่งสอดคล้องกับวรรณพงษ์ สุทธิเวสน์วรากล และคณะ (2559) ที่ได้พัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง กายวิภาคศาสตร์และสรีรวิทยาของสัตว์ โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสืบเสาะแบบโต้แย้ง สำหรับนักเรียนชั้น

มัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสืบเสาะแบบโต้แย้ง สามารถพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ได้ โดยสามารถอภิปรายผลการวิจัยของการรู้วิทยาศาสตร์ ดังต่อไปนี้

5.3.1 การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ ในกระบวนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามกรอบแนวคิดการบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ นักเรียนได้รับการพัฒนาสมรรถนะนี้ในการจัดการเรียนรู้ในแต่ละขั้นของการเรียนรู้ เป็นการนำสถานการณ์ในแอปพลิเคชันที่ใช้ในชีวิตประจำวันมาให้นักเรียนสร้างคำอธิบายเกี่ยวกับปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ อย่างเช่น ให้นักเรียนศึกษาการโคจรของดาวเคราะห์รอบดวงอาทิตย์ในแอปพลิเคชัน Solar walk และแอปพลิเคชัน Explorer ศึกษากฎแรงดึงดูดระหว่างมวลใน PhET ศึกษาการเกิดฤดูกาลใน QR Code ศึกษาเวลาการขึ้นและตกของดวงจันทร์ในแอปพลิเคชัน Star Walk ศึกษาภาพดวงจันทร์ที่แตกต่างกันในแต่ละวันในแอปพลิเคชัน Moon ศึกษาปริมาณน้ำขึ้นน้ำลงในแอปพลิเคชันน้ำขึ้นน้ำลง ศึกษาโครงการสำรวจอวกาศและเทคโนโลยีอวกาศในแอปพลิเคชัน NASA จากนั้นให้นักเรียนศึกษาความรู้เกี่ยวกับเรื่องนี้เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ สอดคล้องกับ Belland et al. (2009) ที่กล่าวว่า สถานการณ์ปัญหาที่น่าสนใจสามารถเพิ่มแรงจูงใจในการแก้ปัญหาของนักเรียนได้ เมื่อนักเรียนได้ข้อมูลแล้วนักเรียนจะได้ร่วมกันวิเคราะห์และอภิปรายผลที่ได้จากการตรวจสอบปัญหา เพื่อนำไปสู่ข้อสรุป ซึ่งระหว่างการอภิปรายผลการตรวจสอบปัญหา นักเรียนจะต้องใช้ความรู้มาเชื่อมโยงกับสถานการณ์ พร้อมทั้งระบุหลักฐานประกอบการอภิปรายด้วย สอดคล้องกับ พัทธราภรณ์ บุญยทรรศนีย์ (2558) กล่าวว่า การจัดกิจกรรมที่นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติการทดลอง นักเรียนจะได้ทำการเชื่อมโยงแนวคิดและสถานการณ์ที่นักเรียนจะต้องทำการอภิปราย เพื่อที่นักเรียนจะได้วิเคราะห์และพิสูจน์แนวคิดทางวิทยาศาสตร์สามารถให้นักเรียนได้เรียนรู้แนวคิดสำคัญจนนำไปสู่ประเด็นการอภิปรายโต้แย้งได้ และสอดคล้องกับ ทศธริน เครือทอง (2553) กล่าวว่า การที่นักเรียนได้ใช้แนวคิดที่ได้จากการเรียนไปวิเคราะห์หรืออธิบายเหตุการณ์ในบริบท ทำให้นักเรียนสามารถถ่ายโอนความรู้ เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์จริงได้

5.3.2 การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ในกระบวนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามกรอบแนวคิดการบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ นักเรียนได้รับการพัฒนาสมรรถนะนี้ในขั้นที่ 2 สำรวจค้นหา (Explore) ใน Google, แอปพลิเคชัน Solar walk, แอปพลิเคชันน้ำขึ้นน้ำลง, แอปพลิเคชัน Star walk, แอปพลิเคชัน NASA และสแกน QR Code ในขั้นนี้ นักเรียนได้สืบค้นหาข้อมูล แล้วนำข้อมูลมาพิจารณาเพื่อแยกแยะว่าเป็นประเด็นที่มาประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์กับที่มาจากการพิจารณาว่ามีความน่าเชื่อถือ เหมาะสมหรือไม่ ในแผนการจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนทำกิจกรรมการทดลอง เพื่อให้นักเรียนได้ระบุปัญหาที่ต้องการ

สำรวจในการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้ แยกแยะได้ว่าประเด็นปัญหาหรือคำถามใดสามารถตรวจสอบได้ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เสนอวิธีการสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้ และประเมินวิธีการสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้ สอดคล้องกับ Corinne (2007) ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการทดลองเป็นสิ่งที่ช่วยพัฒนาความสามารถในการสร้างความรู้ด้วยตนเอง เกิดทักษะการคิดที่เป็นขั้นตอนด้วยกระบวนการความคิดขั้นสูง และการนำข้อมูลที่นำเชื่อถือมาสรุป

5.3.3 การแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ ในกระบวนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามกรอบแนวคิดการบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ นักเรียนได้รับการพัฒนาสมรรถนะนี้ในขั้นที่ 3 อธิบายความรู้ เพื่ออภิปรายและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกัน และลงข้อสรุปในเรื่องที่ศึกษา โดยครูเป็นผู้อำนวยความสะดวก ใช้แอปพลิเคชัน Explorer เว็บไซต์ PhET เป็นการจำลองสถานการณ์ให้นักเรียนได้เห็นภาพมากขึ้น ใช้ PowerPoint และแอปพลิเคชัน Goodnote ประกอบการลงข้อสรุป รวมทั้งขั้นที่ 4 ขยายความเข้าใจ (Elaborate) ที่เชื่อมโยงความรู้ที่ได้จากการอธิบายและลงข้อสรุปกับความรู้เดิมมาประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ หรือสถานการณ์ในชีวิตประจำวันเกี่ยวกับเรื่องปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ ด้วยแอปพลิเคชัน Padlet และเว็บไซต์ Liveworksheets อีกทั้งนักเรียนซักถามเนื้อหาเกี่ยวกับเรื่องที่ได้อภิปรายและลงข้อสรุป ด้วย PowerPoint และ ขั้นที่ 5 ตรวจสอบผล (Evaluate) ประเมินความรู้ ความเข้าใจตามมาตรฐานการเรียนรู้ในเรื่องปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ ประเมินด้วย เว็บไซต์ Liveworksheets แอปพลิเคชัน Padlet แบบสังเกตการรู้วิทยาศาสตร์ และบันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งจะเป็นการให้นักเรียนได้นำความรู้ที่ได้ศึกษามาแก้สถานการณ์ปัญหาและตอบคำถาม เป็นการวิเคราะห์และแปลความหมายของข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ แล้วลงข้อสรุป สอดคล้องกับ Bybee et al. (2009) ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง โดยการดำเนินการค้นคว้าคำตอบด้วยวิธีต่าง ๆ แล้วนำผลที่ได้จากการค้นคว้ามาสร้างคำอธิบายทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้และนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

ตามผลที่ได้จากการวิจัยมีความแตกต่างจากผลการประเมินนักเรียนร่วมกับนานาชาติของไทยและของนานาชาติ ในปี พ.ศ. 2558 ที่ประเทศไทยมีคะแนนการรู้วิทยาศาสตร์จากมากที่สุดไปน้อยที่สุด ได้แก่ การประเมินและการออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ และการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ ส่วนผลการประเมินในระดับนานาชาติ พบว่า นักเรียนมีคะแนนการรู้วิทยาศาสตร์เท่ากันทั้ง 3 สมรรถนะ (OECD, 2017) ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ พบว่า การรู้วิทยาศาสตร์ที่ได้รับการพัฒนามากที่สุด คือ การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ การประเมินและการ

ออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการแปลความหมายข้อมูลและการใช้
 ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ ตามลำดับ ซึ่งสามารถพัฒนาเพิ่มเติม โดยการจัดกิจกรรมการ
 เรียนรู้ในชั้นการขยายความรู้ เพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์และยกระดับการรู้วิทยาศาสตร์ของ
 นักเรียนได้เพิ่มขึ้นอีกด้วย

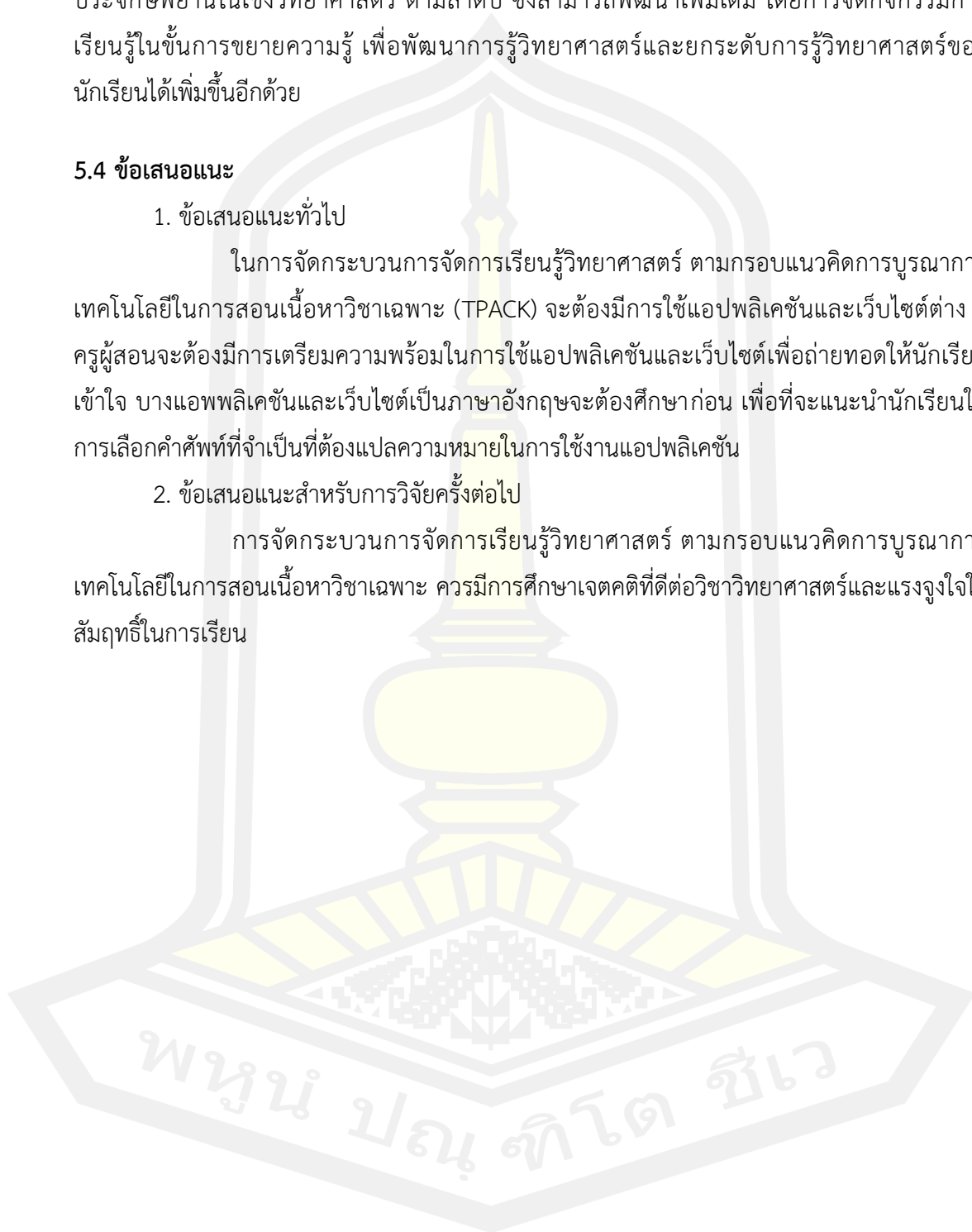
5.4 ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

ในการจัดกระบวนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามกรอบแนวคิดการบูรณาการ
 เทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) จะต้องมีการใช้แอปพลิเคชันและเว็บไซต์ต่าง ๆ
 ครูผู้สอนจะต้องมีการเตรียมความพร้อมในการใช้แอปพลิเคชันและเว็บไซต์เพื่อถ่ายทอดให้นักเรียน
 เข้าใจ บางแอปพลิเคชันและเว็บไซต์เป็นภาษาอังกฤษจะต้องศึกษาก่อน เพื่อที่จะแนะนำนักเรียนใน
 การเลือกคำศัพท์ที่จำเป็นที่ต้องแปลความหมายในการใช้งานแอปพลิเคชัน

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

การจัดกระบวนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามกรอบแนวคิดการบูรณาการ
 เทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ ควรมีการศึกษาเจตคติที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์และแรงจูงใจใฝ่
 สัมฤทธิ์ในการเรียน



บรรณานุกรม

- กนิษฐกานต์ เบญจพลาภรณ์. (2563). การวิจัยเชิงปฏิบัติการเพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์โดยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร, 22(3).
- กุลธิดา พลเยี่ยม, มะลิวัลย์ ฤณาพรรณ และนิภาพร ชูติมันต์. (2564). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบสร้างสรรค์เป็นฐาน (CBL) ร่วมกับการบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 *Rajabhat Maha Sarakham University Journal*, 15(2), 125-147.
- จตุรภัทร มาศโสภา และมนตรี วงษ์สะพาน. (2563). การรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในสังกัดเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 26 จังหวัดสกลนคร. มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด, 14(3), 169-176.
- จันทมนิ สระทองหน และจรินทร์ อุ่มไกร. (2560). การจัดการเรียนการสอนในศตวรรษที่ 21 แบบ TPACK MODEL โดยการใช้การสอนแบบเสมือนจริงในรายวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. *โครงการวิทยาดการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ*, 3(2), 42-47.
- ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2552). 80 นวัตกรรมจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ. แดเน็กซ์ อินเตอร์คอปเปอร์เรชั่น.
- ทศตริน เครือทอง. (2553). การเรียนรู้วิทยาศาสตร์อย่างมีบริบท. *นิตยสารสถาบันพัฒนาการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 38(166), 56-59.
- ทศนา แคมมณี. (2552). ศาสตร์การสอน. ด้านสุทธา.
- นันทวัน นันทวนิช. (2557). การประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของ *PISA 2015*. Retrieved 17 เมษายน from <http://emagazine.ipst.ac.th/2014/issue>
- บุญชม ศรีสะอาด. (2545). การวิจัยเบื้องต้น. สุวีริยาสาส์น.
- ประสาธ เนืองเฉลิม. (2558). การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พรรณพิลาศ กุลติลก. (2560). การขับเคลื่อนสังคมผ่านสื่อใหม่ในยุคโลกาภิวัตน์. *วารสารวิชาการมนุษยศาสตร์ และสังคมศาสตร์*, 25(49), 61-62.
- พัชรภรณ์ บุญยทรรศนีย์. (2558). การพัฒนาทักษะการอภิปรายโต้แย้ง เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้บริบทเป็นฐานในการจัดการเรียนรู้

- มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์]. กรุงเทพฯ.
- พิมพ์พันธ์ เตชะคุปต์. (2544). วิทยาการด้านการคิด. เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แมเนจเม้นท์.
- ไพศาล วรคำ. (2552). การวิจัยทางการศึกษา. ประสานการพิมพ์.
- ภาพ เลหาไฟบุรณ์. (2542). แนวการสอนวิทยาศาสตร์.
- ลิลลา อุดยศศาสตร์. (2561). ผลการพัฒนาความรู้ในการบูรณาการเทคโนโลยีกับวิธีการสอนและเนื้อหาที่สอน (TPACK) ของนักศึกษาครูสาขาวิชาคณิตศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน. วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา, 13(1), 115-128.
- วรรณพงษ์ สุทธิเวสสุวรรณกุล, ธิติยา บงกชเพชร และมลิวรรณ นาคขุนทด. (2559). การวิจัยปฏิบัติการเพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง กายวิภาคศาสตร์ และสรีรวิทยาของสัตว์ โดยการจัดการเรียนรู้ ด้วยวิธีการสืบเสาะแบบ ไต่แย้ง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วารสารมนุษยศาสตร์ และ สังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัย อุบลราชธานี, 11(2), 254-279.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2545). คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555a). การศึกษาวิทยาศาสตร์ไทย : การพัฒนาและภาวะถดถอย. แอดวานส์ ฟรินดิง เซอร์วิส.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555b). ครูวิทยาศาสตร์มืออาชีพ แนวทางสู่การเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพ. อินเทอร์เน็ตคุคูเคชั่น ซัพพลายส์.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560). สรุปผลการวิจัย PISA 2015. อรุณการพิมพ์.
- สมบัติ ท้ายเรือคำ. (2551). ระเบียบวิธีวิจัยสำหรับมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์. ประสานการพิมพ์.
- สาโรช โศภักษ์. (2546). นวัตกรรมการสอนที่ยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ. บริษัทบุ๊คพ้อยท์จำกัด.
- สุกัญญา กิ่งกลาง. (2564). การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางเคมี เรื่อง สมบัติของแก๊สของนักเรียน ระดับชั้นมัธยมศึกษา ด้วยวิธีการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชัน. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 44(4).
- สุวิทย์ มูลคำ และ อรทัย มูลคำ. (2545). 21 วิธีจัดการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาระบบความคิด. ภาพพิมพ์.
- Abd-El-Khalick, F., Saouma Boujaoude, Richard Duschl, Norman G. Lederman, Rachel Mamlok-Naaman, Avi Hofstein, Hsiao-lin Tuan. (2004). Inquiry in science education: International perspectives. *Science education*, 88(3), 397-419.
- Angeli, C., & Valanides, N. (2009). Epistemological and methodological issues for the conceptualization, development, and assessment of ICT-TPCK: Advances in

- technological pedagogical content knowledge (TPCK). *Computers & education*, 52(1), 154-168.
- Arding, N. I., & Atun, S. (2020). Analysis of Junior High School students' scientific literacy on simple effort and aircraft for everyday life. *Journal of Physics*, 1440.
- Belland, B. R., Glazewski, K. D., & Ertmer, P. A. (2009). Inclusion and problem-based learning. *Research of Students in a Mixed-Ability Group*, 32(9).
- Bureau of Academic Affairs and Educational Standards. (2010). *Indicators and Core Learning Content in Science According to the Basic Education Core Curriculum B.E. 2551*. Agricultural Co-operative Federation of Thailand.
- Bybee, R., McCrae, B., & Laurie, R. (2009). PISA 2006: An assessment of scientific literacy. *Journal of Research in Science Teaching : The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 48(8), 865-883.
- Carin, A. A., & Sund., R. B. (1980). *Teaching Science through discovery*. Charles E.
- Corinne, Z. (2007). The Development of Scientific Thinking Skills in Elementary and Middle school. *Science Direct*, 27, 172-223.
- Cox, S., & Graham, C. (2009). *An elaborated model of the TPACK framework* Association for the Advancement of Computing in Education (AACE)].
- Edison, R. (2011). *Advantages and Disadvantages ICT Integration in the Classroom*. Retrieved Feb 18 from <http://www.cenarestgabon.org/advantages-and-disadvantagesict-integration-in-the-classroom.html>
- Gunawan, G., Jufri, A. W., Nisrina, N., Al-Idru, A., Ramdani, A., & Harjono, A. (2021). Guided inquiry blended learning tools (GI-BL) for school magnetic matter in junior high school to improve students' scientific literacy. *Journal of Physics*, 1747.
- Harris, J., Grandgenett, N., & Hofer, M. (2010). *Testing a TPACK-based technology integration assessment rubric*. In *Society for Information Technology & Teacher Education International Conference* Association for the Advancement of Computing in Education (AACE)].
- Holbrook, J., & Rannikmae, M. (2009). The meaning of scientific literacy. *International Journal of Environmental and Science Education*, 4(3), 275-288.
- Hurd, P. D. (1958). Science literacy: Its meaning for American schools. *Educational*

leadership, 16(1), 13-16.

Kasetsart University. (2004). *Documents Seminar Thailand ICT for education: Learning together through the Internet*.

Kembara, M. D., Hanny, R., Gantina, N., Kusumawati, I., Budimansyah, D., Sunarsi, D., & Khoiri, A. (2020). Scientific Literacy Profile Of Student Teachers On Science For All Context. *Solid State Technology*, 63(6), 5844-5856.

Kemmis, S., & McTaggart, R. (1998). *The action researcher planner*. Victoria, Australia: Deakin University.

Koehler, M., & Mishra, P. (2009). What is technological pedagogical content knowledge (TPACK)? *Contemporary issues in technology and teacher education*, 9(1), 60-70.

Koehler, M. J., Mishra, P., & Cain, W. (2013). What is technological pedagogical content knowledge (TPACK)? *Journal of education*, 193(3), 13-19.

Koehler, M. J., Mishra, P., Kereluik, K., Shin, T. S., & Graham, C. R. (2014). *The technological pedagogical content knowledge framework* Springer, New York, NY].

Koh, J. H. L. (2013). A rubric for assessing teachers' lesson activities with respect to TPACK for meaningful learning with ICT. *Australasian Journal of Educational Technology*, 29(6).

Lederman, N. G., Abd-El-Khalick, F., Bell, R. L., & Schwartz, R. S. (2002). Views of nature of science questionnaire: Toward valid and meaningful assessment of learners' conceptions of nature of science. *Journal of research in science teaching*, 39(6), 497-521.

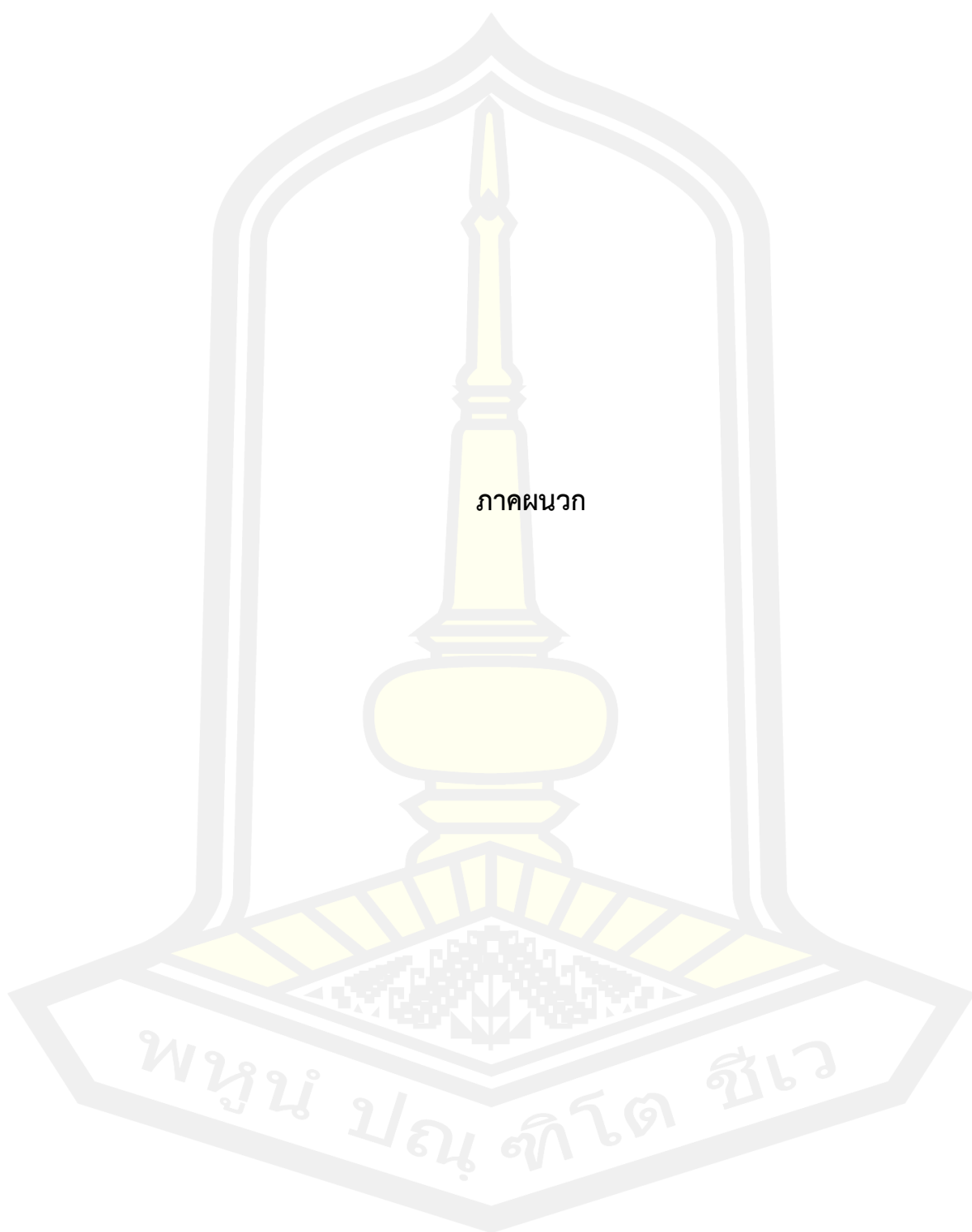
Malithong, K. (2005). *ICT for Education*. Aroon.

Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017– 1054.

OECD. (2017). *PISA 2015 Results in Focus*. Retrieved September 25 from <https://www.oecd.org/pisa/pisa-2015-results-in-focus.pdf>

OECD. (2019). *PISA 2018 Assessment and Analytical Framework*. OECD Publishing. <https://dx.doi.org/10.1787/b25efab8-en>

- Ridho, S., Aminah, N., & A., S. (2018). The Profile of Scientific Literacy Skill Student at SMA Batik 2 Surakarta. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pendidikan Fisika*, 4(2), 47-54.
- Sahrir, M. S. B., Zaini, A. R., Hassan, Y., Hamat, Z., & Ismail, T. (2021). Employing Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) Skill Among Teachers in Preparing Online School Assessment for Home-Based Learning. *Ijaz Arabi Journal of Arabic Learning*, 4(2), 285-298.
- Schmidt, D. A., Baran, E., Thompson, A. D., Mishra, P., Koehler, M. J., & Shin, T. S. (2009). Technological pedagogical content knowledge (TPACK) the development and validation of an assessment instrument for preservice teachers. *Journal of research on Technology in Education*, 42(2), 123-149.
- Schwab, J. (1965). *Biological Sciences Curriculum Study: Biology Teachers' Handbook*. John Wiley and Sons.
- Sungong, S. (2004). *Documents Seminar Thailand ICT for Education: Learning Together Through the Internet Using of ICT to support learning based education reform* [Kasetsart University]. Bangkok.
- The institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2012). *Professional science teacher Guidelines for effective teaching and learning*. Inter Education Supplies.
- The Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD]. (2013). *PISA 2015: Draft Science Framework*. Retrieved June 16 from <http://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/draft%20PISA%202015%20Science%20Framework%20.pdf>



ภาคผนวก

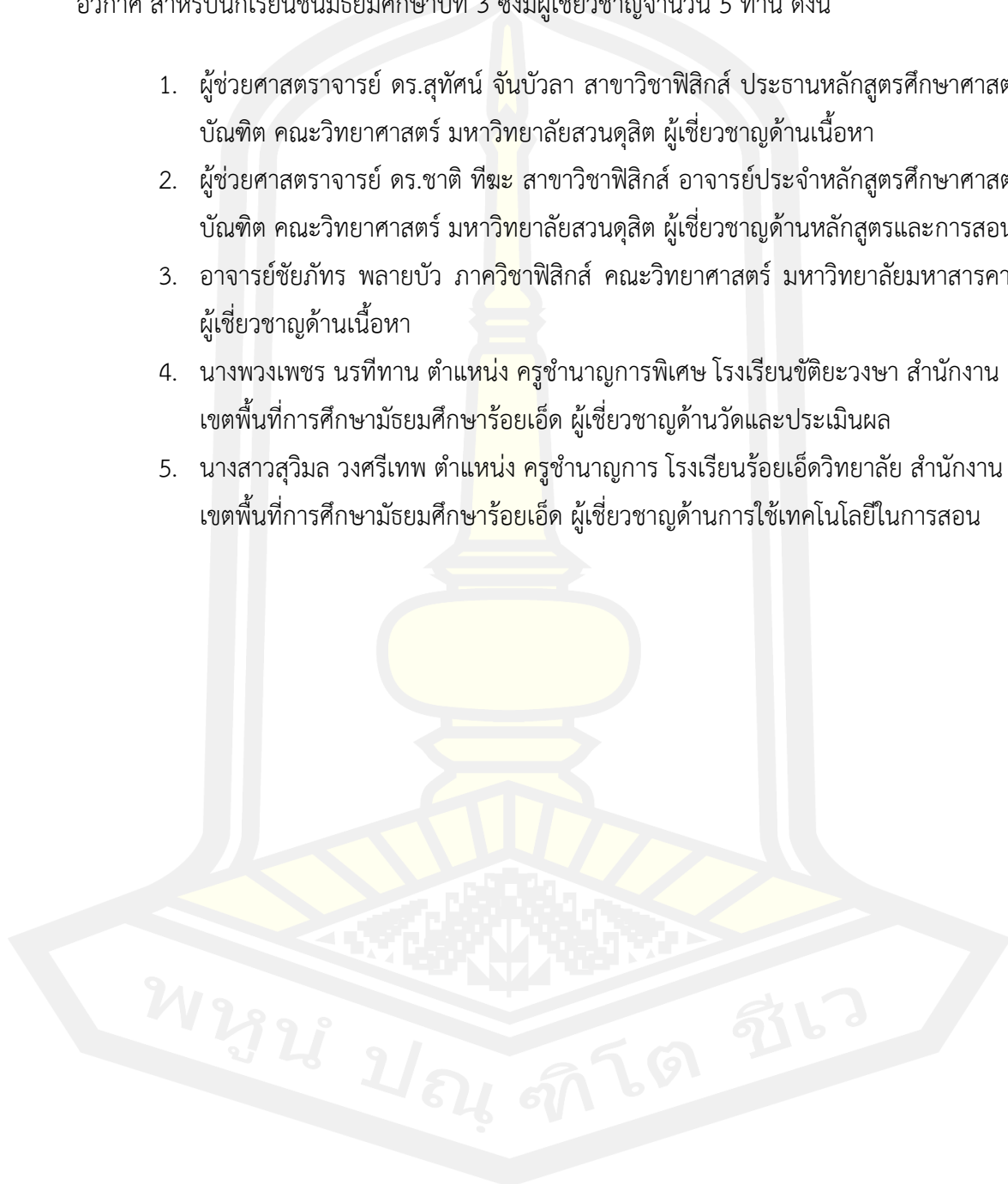
พูน ปณ จิต ชีวะ

ภาคผนวก ก รายนามผู้เชี่ยวชาญ



รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือและสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ งานวิจัย เรื่อง การพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ด้วยกระบวนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามกรอบแนวคิดการบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งมีผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ดังนี้

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุทัศน์ จันบัวลา สาขาวิชาฟิสิกส์ ประธานหลักสูตรศึกษาศาสตรบัณฑิต คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสวนดุสิต ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชาติ ทิฆัม สาขาวิชาฟิสิกส์ อาจารย์ประจำหลักสูตรศึกษาศาสตรบัณฑิต คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสวนดุสิต ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน
3. อาจารย์ชัยภัทร พลายบัว ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา
4. นางพวงเพชร นรทิตาน ตำแหน่ง ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนขัติยะวงษา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาร้อยเอ็ด ผู้เชี่ยวชาญด้านวัดและประเมินผล
5. นางสาวสุวิมล วงศรีเทพ ตำแหน่ง ครูชำนาญการ โรงเรียนร้อยเอ็ดวิทยาลัย สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาร้อยเอ็ด ผู้เชี่ยวชาญด้านการใช้เทคโนโลยีในการสอน



ภาคผนวก ข ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตาม
กรอบแนวคิดการบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ



แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	รายวิชาวิทยาศาสตร์	รหัสวิชา ว23101
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	ภาคเรียนที่ 1	ปีการศึกษา 2565
หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ		เวลา 12 ชั่วโมง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การเกิดช้างขึ้นช้างแรม 1		เวลา 2 ชั่วโมง
ครูผู้สอน นางสาวขวัญชนก ประทุมศาลา		โรงเรียนบ้านดงเมืองจอก

1. มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

ว 3.1 ม.3/3 สร้างแบบจำลองที่อธิบายการเกิดช้างขึ้นช้างแรม การเปลี่ยนแปลงเวลาการขึ้นและตกของดวงจันทร์ และการเกิดน้ำขึ้นน้ำลง

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านพุทธิพิสัย

1. นักเรียนอธิบายการเกิดช้างขึ้นช้างแรมของดวงจันทร์ได้
2. นักเรียนอธิบายการเคลื่อนที่ปรากฏของดวงจันทร์ที่เปลี่ยนแปลงไปได้

ด้านทักษะพิสัย

3. นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมการขึ้นและตกของดวงจันทร์ได้อย่างถูกต้องและเป็นลำดับขั้นตอน

ด้านจิตพิสัย

4. นักเรียนมีความสนใจใฝ่รู้หรืออยากรู้อยากเห็น และทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์

ด้านการรู้วิทยาศาสตร์

5. นักเรียนสามารถอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์
6. นักเรียนสามารถประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์
7. นักเรียนสามารถแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์

3. สาระการเรียนรู้

ดวงจันทร์โคจรรอบโลก โลกและดวงจันทร์โคจรรอบดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์รับแสงจากดวงอาทิตย์ครึ่งดวงตลอดเวลา เมื่อดวงจันทร์โคจรรอบโลกได้หันส่วนสว่างมายังโลกแตกต่างกัน จึงทำให้คนบนโลกสังเกตเห็นส่วนสว่างของดวงจันทร์แตกต่างกันในแต่ละวันเกิดเป็นช้างขึ้นช้างแรม ดวงจันทร์โคจรรอบโลกในทิศทางเดียวกันกับที่โลกหมุนรอบตัวเอง จึงทำให้เห็นดวงจันทร์ขึ้นเข้าไปประมาณวันละ 50 นาที

4.สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

ดวงจันทร์มีการหมุนรอบตัวเองและโคจรรอบโลก ซึ่งดวงจันทร์รับแสงจากดวงอาทิตย์ครึ่งดวงตลอดเวลา ด้านสว่างได้รับแสงจากดวงอาทิตย์ แต่ด้านตรงข้ามกับดวงอาทิตย์ถูกบังด้วยเงาของตัวเอง ดวงจันทร์มีการหมุนรอบตัวเองเท่ากับคาบการโคจรรอบโลก ทำให้ดวงจันทร์หันด้านเดียวเข้าหาโลก เมื่อดวงจันทร์โคจรรอบโลกจะหันส่วนสว่างมายังโลกแตกต่างกัน ทำให้เราสังเกตเห็นส่วนสว่างของดวงจันทร์แตกต่างกันไปในแต่ละวัน เกิดเป็นข้างขึ้นข้างแรม

5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียนและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน	คุณลักษณะอันพึงประสงค์
1. ความสามารถในการสื่อสาร 2. ความสามารถในการคิด 1) ทักษะการสังเกต 2) ทักษะการทดลอง 3) ทักษะการสร้างแบบจำลอง 4) ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล 5) ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป 3. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต 4. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี	1. มีวินัย รับผิดชอบ 2. ใฝ่เรียนรู้ 3. มุ่งมั่นในการทำงาน

6.กิจกรรมการเรียนรู้

 แนวคิด/รูปแบบการสอน/วิธีการสอน/เทคนิค : สืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model) ตามกรอบแนวคิดการบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK)

ชั่วโมงที่ 1

ขั้นที่ 1 กระตุ้นความสนใจ (Engage) (10 นาที)

1. ทบทวนความรู้เดิมของนักเรียนเกี่ยวกับเรื่อง การเกิดฤดูกาล และการเคลื่อนที่ปรากฏของดวงอาทิตย์ จากนั้นครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนทราบ

2. นักเรียนพิจารณาลักษณะของดวงจันทร์ที่แตกต่างกันในแอปพลิเคชัน Moon จากนั้นนักเรียนตอบคำถาม “ตอนกลางวันนักเรียนเคยสังเกทดวงจันทร์หรือไม่ว่า ดวงจันทร์ในแต่ละคืนมี

ลักษณะและตำแหน่งอยู่ที่เคยหรือไม่ เพราะเหตุใด” โดยให้นักเรียนแต่ละคนร่วมกันอภิปรายแสดงความคิดเห็น



ภาพแสดงลักษณะของดวงจันทร์ที่แตกต่างกันในแอปพลิเคชัน Moon

ขั้นที่ 2 สำรวจค้นหา (Explore) (50 นาที)

1. นักเรียนจับคู่กับเพื่อนในชั้นเรียนตามความสมัครใจ จากนั้นร่วมกันศึกษาค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับ เรื่อง การเกิดข้างขึ้นข้างแรม และความสัมพันธ์ของดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์ และโลก จากหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ม.3 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 8 ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ หรือแหล่งการเรียนรู้ต่าง ๆ เช่น อินเทอร์เน็ต และให้นักเรียนศึกษาเพิ่มเติมจาก QR Code เรื่อง ข้างขึ้นข้างแรม



ภาพ QR Code เรื่อง ข้างขึ้นข้างแรม

2. นักเรียนแต่ละคู่ร่วมกันสรุปความรู้ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าลงข้อมูลเกี่ยวกับเรื่อง การเกิดข้างขึ้นข้างแรม และความสัมพันธ์ของดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์ และโลก ในแบบบันทึกกิจกรรม ตอนที่ 1 การเกิดข้างขึ้นข้างแรม และความสัมพันธ์ของดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์ และโลก

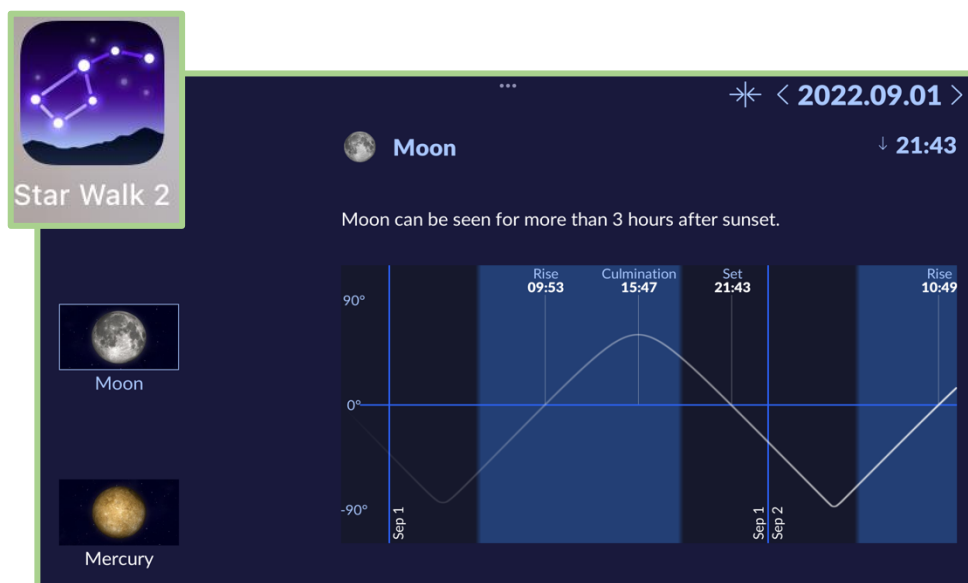
ชั่วโมงที่ 2

(20 นาที)

3. นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่ม 3 คน ตามความสมัครใจ จากนั้นนักเรียนรับฟังคำชี้แจง จุดประสงค์ของกิจกรรมการขึ้นและตกของดวงจันทร์ เพื่อเป็นแนวทางการปฏิบัติกิจกรรมที่ถูกต้อง

4. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษากิจกรรม การขึ้นและตกของดวงจันทร์ จากแบบบันทึกกิจกรรม ตอนที่ 2

5. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันปฏิบัติกิจกรรมตามขั้นตอน จากแบบบันทึกกิจกรรมตอนที่ 2 และให้นักเรียนดูเวลาขึ้นและตกของดวงจันทร์ในแอปพลิเคชัน Star Walk แล้วบันทึกลงในตารางการขึ้นและตกของดวงจันทร์ ในเดือนกันยายน 2565

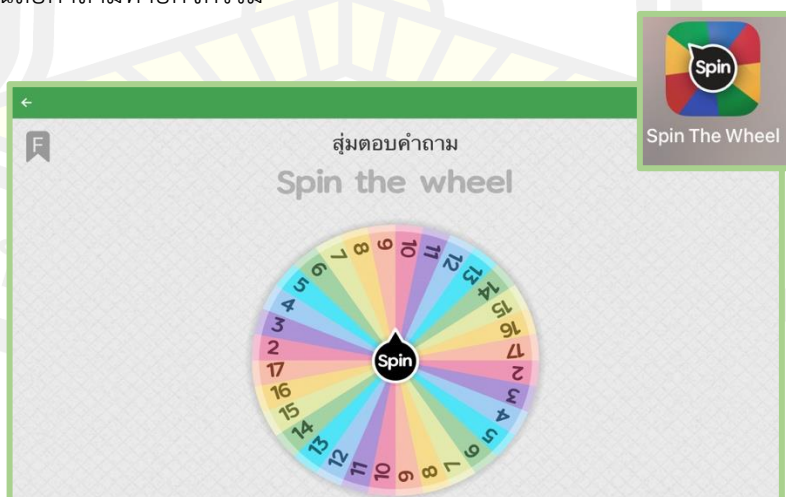


ภาพแสดงเวลาการขึ้นและตกของดวงจันทร์ในแอปพลิเคชัน Star Walk

ขั้นที่ 3 อธิบายความรู้ (Explain) (15 นาที)

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันแลกเปลี่ยนความรู้และวิเคราะห์ผลการปฏิบัติกิจกรรม แล้วอภิปรายผลร่วมกัน จากนั้นนักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอผลการปฏิบัติกิจกรรมการขึ้นและตกของดวงจันทร์หน้าชั้นเรียน ในระหว่างที่นักเรียนนำเสนอ ครูคอยให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม เพื่อให้ นักเรียนมีความเข้าใจถูกต้อง

2. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันตอบคำถามท้ายกิจกรรม โดยให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายแสดงความคิดเห็นเพื่อหาคำตอบ จากนั้นครูสุ่มนักเรียน ด้วย แอปพลิเคชัน Spin ให้ตอบคำถามท้ายกิจกรรม และเฉลยคำถามท้ายกิจกรรม



ภาพแสดง การสุ่มนักเรียนตอบคำถาม ด้วย แอปพลิเคชัน Spin

ขั้นที่ 4 ขยายความเข้าใจ (Elaborate) (15 นาที)

1. เปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามเนื้อหาเกี่ยวกับเรื่อง การเกิดช้างขึ้นช้างแรมและการขึ้นและตกของดวงจันทร์ จากนั้นให้ความรู้เพิ่มเติมจากคำถามของนักเรียน โดยครูใช้ PowerPoint เรื่อง การเกิดช้างขึ้นช้างแรม ในการอธิบายเพิ่มเติม
2. ให้นักเรียนกลุ่ม 3 คน กลุ่มเดิม ศึกษาการขึ้นตกของดวงจันทร์ ในแอปพลิเคชัน Star walk เพื่อทำนายการเกิดช้างขึ้นช้างแรมของเดือนกันยายน แล้วนำไปเทียบกับปฏิทินเดือนกันยายน พ.ศ. 2565 และร่วมกันอภิปรายในแอปพลิเคชัน Padlet



ภาพแสดง การทำนายการเกิดช้างขึ้นช้างแรมของเดือนกันยายน พ.ศ. 2565 ในแอปพลิเคชัน Padlet

ขั้นที่ 5 ตรวจสอบผล (Evaluate) (10 นาที)

1. นักเรียนตรวจจากแบบบันทึกกิจกรรม เรื่อง การเกิดช้างขึ้นช้างแรม โดยนักเรียนและครู ร่วมกันเฉลยแบบบันทึกกิจกรรม เรื่อง การเกิดช้างขึ้นช้างแรม
2. นักเรียนตรวจผลการปฏิบัติกิจกรรมในแบบบันทึกกิจกรรมของการขึ้นและตกของดวงจันทร์ โดยนักเรียนและครูร่วมกันเฉลยแบบบันทึกกิจกรรมของการขึ้นและตกของดวงจันทร์
3. ประเมินผล โดยการสังเกตพฤติกรรมความรู้วิทยาศาสตร์ และแบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม
4. นักเรียนและครูร่วมกันสรุปเกี่ยวกับเรื่อง การเกิดช้างขึ้นช้างแรม

7.การวัดและประเมินผล

7.1 ด้านพุทธิพิสัย

ภาระ/ชิ้นงาน	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การประเมิน
นักเรียนทำแบบ บันทึกกิจกรรม เรื่อง การเกิดข้างขึ้นข้างแรม	ตรวจแบบบันทึก กิจกรรมเรื่อง การเกิด ข้างขึ้นข้างแรม	แบบบันทึกกิจกรรม เรื่อง การเกิดข้างขึ้น ข้างแรม	ร้อยละ 70 ผ่าน เกณฑ์

7.2 ด้านทักษะพิสัย

ภาระ/ชิ้นงาน	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การประเมิน
นักเรียนปฏิบัติ กิจกรรม การขึ้นและตกของดวง จันทร์	ตรวจแบบบันทึก กิจกรรมเรื่อง การขึ้น และตกของดวงจันทร์	แบบบันทึกกิจกรรม ตอนที่ 2 เรื่อง การขึ้น และตกของดวงจันทร์	ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป

7.3 ด้านจิตพิสัย

ภาระ/ชิ้นงาน	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การประเมิน
นักเรียนการปฏิบัติ กิจกรรมในชั้นเรียน	สังเกตพฤติกรรมการ ทำงานกลุ่ม	แบบสังเกตพฤติกรรมการ ทำงานกลุ่ม	ผ่านเกณฑ์ระดับ คุณภาพดี ขึ้นไป

7.4 ด้านการรู้วิทยาศาสตร์

ภาระ/ชิ้นงาน	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การประเมิน
นักเรียนการปฏิบัติ กิจกรรมในชั้นเรียน	สังเกตพฤติกรรมการ รู้วิทยาศาสตร์	แบบสังเกตพฤติกรรมการ รู้วิทยาศาสตร์	ผ่านเกณฑ์ระดับ คุณภาพดี ขึ้นไป
นักเรียนทำแบบ บันทึก กิจกรรม เรื่อง การเกิด ข้างขึ้นข้างแรม	ตรวจแบบบันทึก กิจกรรมเรื่อง การเกิด ข้างขึ้นข้างแรม		

8. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

8.1 สื่อการเรียนรู้

1) หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ม.3 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 8 ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ

2) แบบบันทึกกิจกรรม เรื่อง การเกิดข้างขึ้นข้างแรม และการขึ้นและตกของดวงจันทร์

3) PowerPoint เรื่อง การเกิดข้างขึ้นข้างแรม

4) แอปพลิเคชัน Moon

5) QR code เรื่อง การเกิดข้างขึ้นข้างแรม

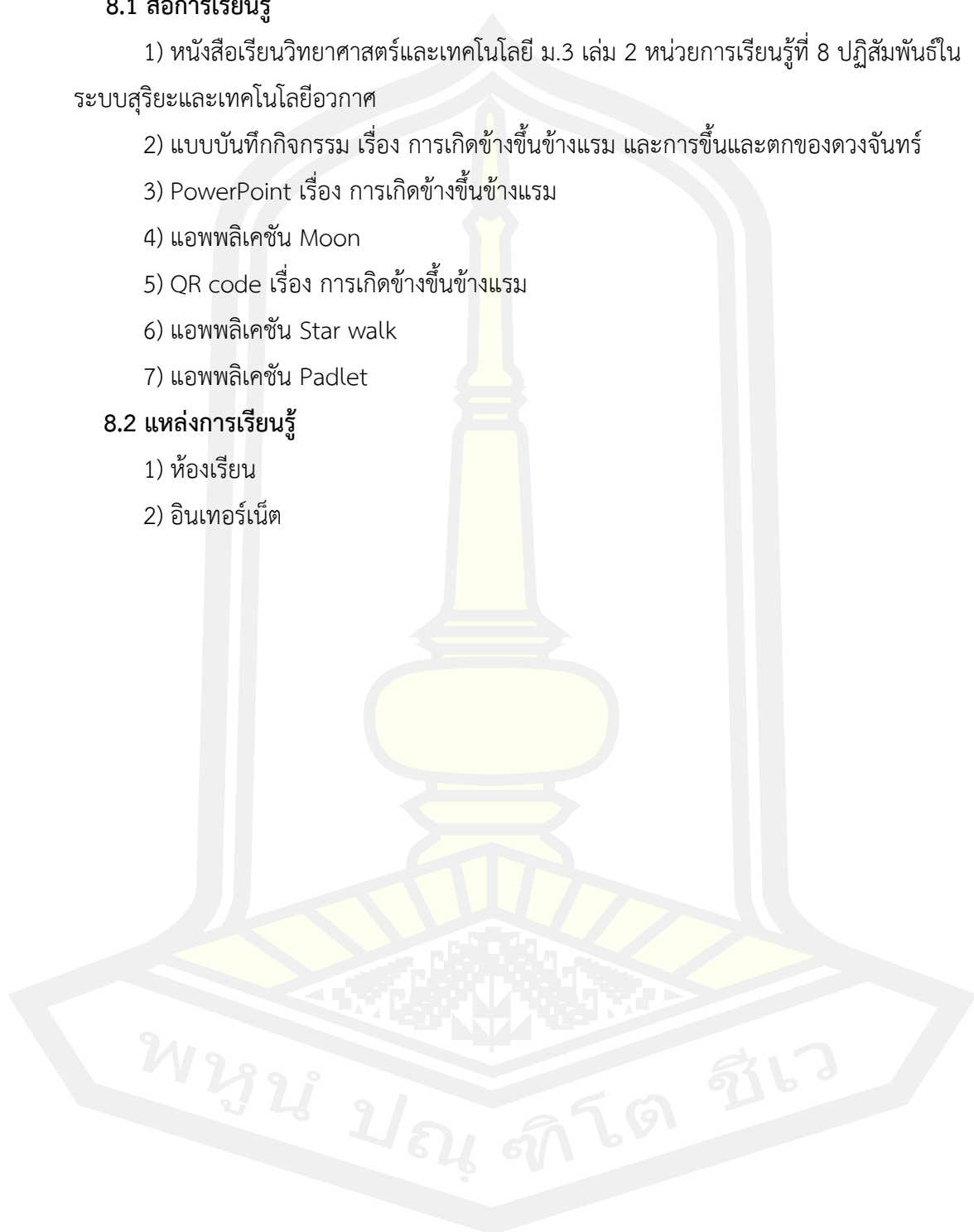
6) แอปพลิเคชัน Star walk

7) แอปพลิเคชัน Padlet

8.2 แหล่งการเรียนรู้

1) ห้องเรียน

2) อินเทอร์เน็ต

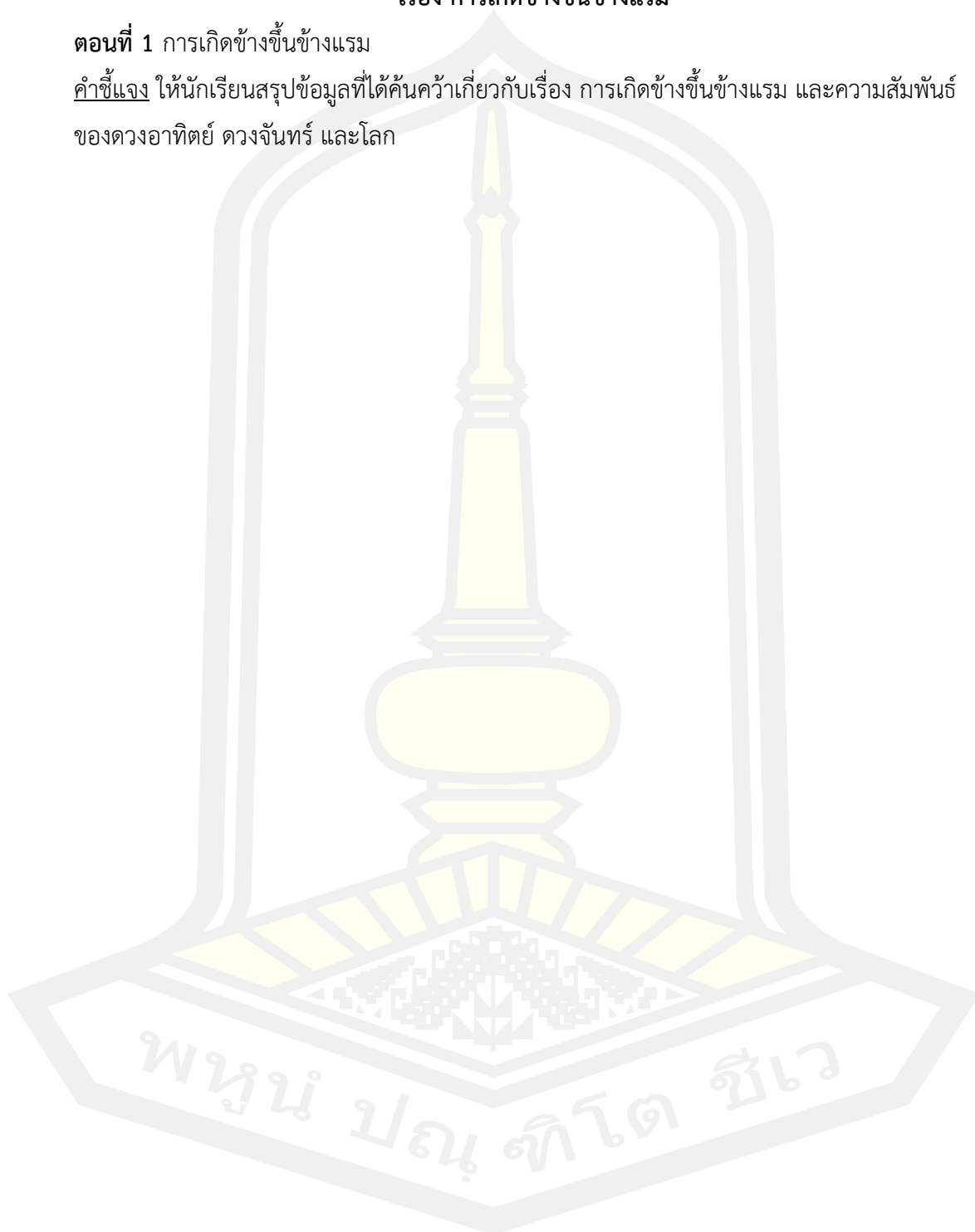


แบบบันทึกกิจกรรม

เรื่อง การเกิดข้างขึ้นข้างแรม

ตอนที่ 1 การเกิดข้างขึ้นข้างแรม

คำชี้แจง ให้นักเรียนสรุปข้อมูลที่ได้ค้นคว้าเกี่ยวกับเรื่อง การเกิดข้างขึ้นข้างแรม และความสัมพันธ์ของดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์ และโลก



ตอนที่ 2 การขึ้นและตกของดวงจันทร์

จุดประสงค์

อธิบายการเคลื่อนที่ปรากฏของดวงจันทร์ที่เปลี่ยนแปลงไปได้

วิธีปฏิบัติ

1. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสืบค้นการขึ้นและตกของดวงจันทร์ในแอปพลิเคชัน Star Walk ของเดือนกันยายน 2565
2. สรุปข้อมูล แล้วนำเสนอในรูปแบบที่เข้าใจง่าย จากนั้นวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้ว่า ดวงจันทร์มีการเปลี่ยนแปลงเวลาขึ้นและตกอย่างไร

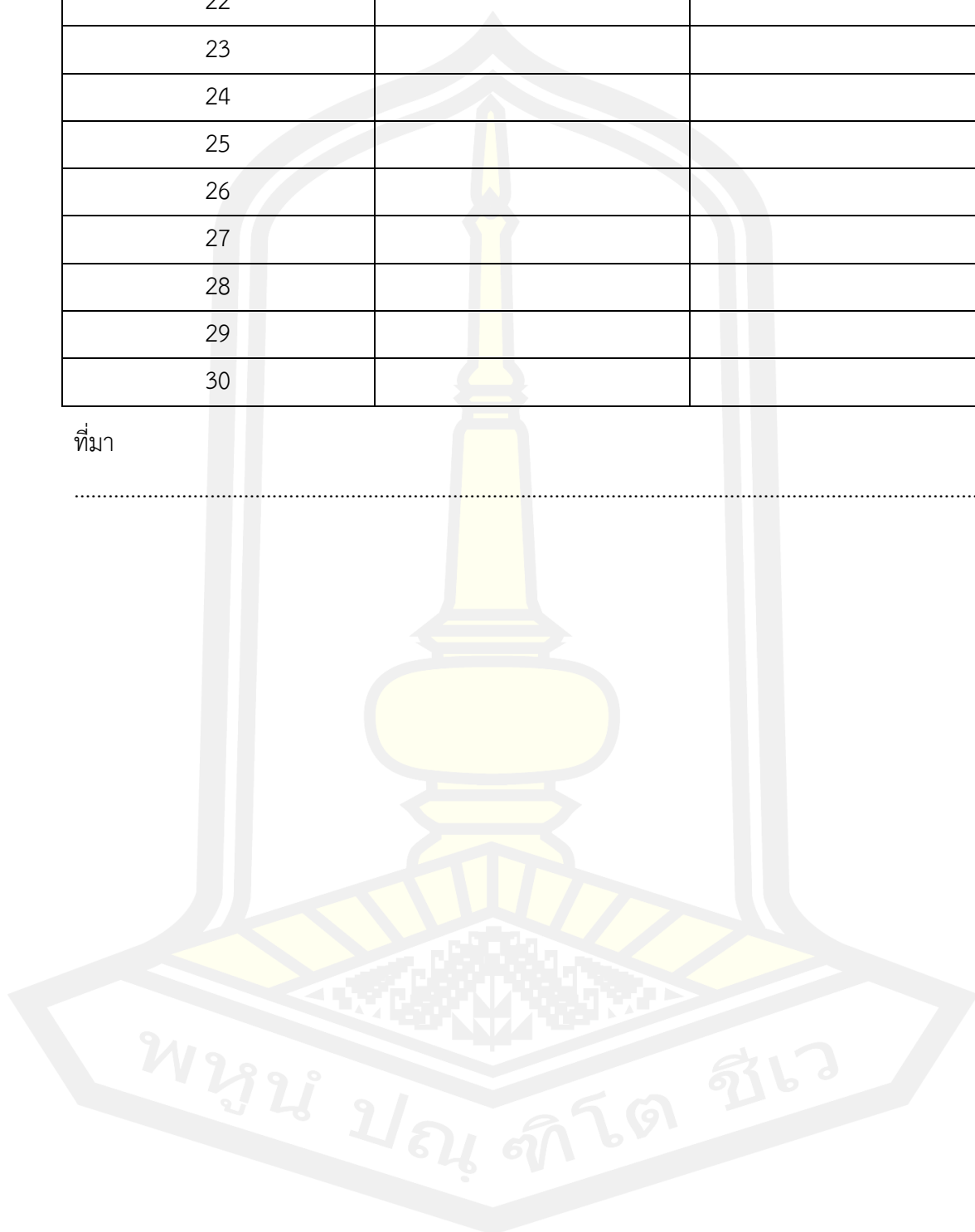
ตารางที่ 1 แสดงข้อมูลการขึ้นและตกของดวงจันทร์ในเดือนกันยายน 2565 (ร้อยเอ็ด)

วันที่	ดวงจันทร์ขึ้น (เวลา)	ดวงจันทร์ตก (เวลา)
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		
20		
21		

วันที่	ดวงจันทร์ขึ้น (เวลา)	ดวงจันทร์ตก (เวลา)
22		
23		
24		
25		
26		
27		
28		
29		
30		

ที่มา

.....



9. บันทึกผลหลังการสอน

1. ผลการจัดการเรียนรู้

2. ปัญหา/อุปสรรคในการจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะความรู้ 5 ขั้น ตามกรอบแนวคิดการบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ

3. แนวทางการแก้ไขปัญหาในการจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะความรู้ 5 ขั้น ตามกรอบแนวคิด
การบูรณา
การเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ



ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(นางสาวขวัญชนก ประทุมศาลา)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4

กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	รายวิชาวิทยาศาสตร์	รหัสวิชา ว23101
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	ภาคเรียนที่ 1	ปีการศึกษา 2565
หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ		เวลา 12 ชั่วโมง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การเกิดช้างขึ้นช้างแรม 2		เวลา 1 ชั่วโมง
ครูผู้สอน นางสาวขวัญชนก ประทุมศาลา		โรงเรียนบ้านดงเมืองจอก

1. มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

ว 3.1 ม.3/3 สร้างแบบจำลองที่อธิบายการเกิดช้างขึ้นช้างแรม การเปลี่ยนแปลงเวลาการขึ้นและตกของดวงจันทร์ และการเกิดน้ำขึ้นน้ำลง

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านพุทธิพิสัย

1. นักเรียนอธิบายการเกิดช้างขึ้นช้างแรมของดวงจันทร์ได้
2. นักเรียนอธิบายการเคลื่อนที่ปรากฏของดวงจันทร์ที่เปลี่ยนแปลงไปได้

ด้านทักษะพิสัย

3. นักเรียนเขียนแผนภาพแสดงการหมุนรอบตัวเองและการโคจรรอบโลกของดวงจันทร์ได้

ด้านจิตพิสัย

4. นักเรียนตระหนักความสำคัญของประโยชน์การเกิดช้างขึ้นช้างแรม

ด้านการรู้วิทยาศาสตร์

5. นักเรียนสามารถอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์
6. นักเรียนสามารถประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์
7. นักเรียนสามารถแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์

3. สาระการเรียนรู้

ดวงจันทร์โคจรรอบโลก โลกและดวงจันทร์โคจรรอบดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์รับแสงจากดวงอาทิตย์ครึ่งดวงตลอดเวลา เมื่อดวงจันทร์โคจรรอบโลกได้หันส่วนสว่างมายังโลกแตกต่างกัน จึงทำให้คนบนโลกสังเกตเห็นส่วนสว่างของดวงจันทร์แตกต่างกันในแต่ละวันเกิดเป็นช้างขึ้นช้างแรม

ดวงจันทร์โคจรรอบโลกในทิศทางเดียวกันกับที่โลกหมุนรอบตัวเอง จึงทำให้เห็นดวงจันทร์ขึ้น
ช้าไปประมาณวันละ 50 นาที

4. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

ดวงจันทร์มีการหมุนรอบตัวเองและโคจรรอบโลก ซึ่งดวงจันทร์รับแสงจากดวงอาทิตย์ครึ่ง
ดวงตลอดเวลา ด้านสว่างได้รับแสงจากดวงอาทิตย์ แต่ด้านตรงข้ามกับดวงอาทิตย์ถูกบังด้วยเงาของ
ตัวเอง ดวงจันทร์มีการหมุนรอบตัวเองเท่ากับคาบการโคจรรอบโลก ทำให้ดวงจันทร์หันด้านเดียวเข้า
หาโลก เมื่อดวงจันทร์โคจรรอบโลกจะหันส่วนสว่างมายังโลกแตกต่างกัน ทำให้เราสังเกตเห็นส่วน
สว่างของดวงจันทร์แตกต่างกันไปในแต่ละวัน เกิดเป็นข้างขึ้นข้างแรม

5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียนและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน	คุณลักษณะอันพึงประสงค์
1. ความสามารถในการสื่อสาร 2. ความสามารถในการคิด 1) ทักษะการสังเกต 2) ทักษะการทดลอง 3) ทักษะการสร้างแบบจำลอง 4) ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล 5) ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป 3. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต 4. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี	1. มีวินัย รับผิดชอบ 2. ใฝ่เรียนรู้ 3. มุ่งมั่นในการทำงาน

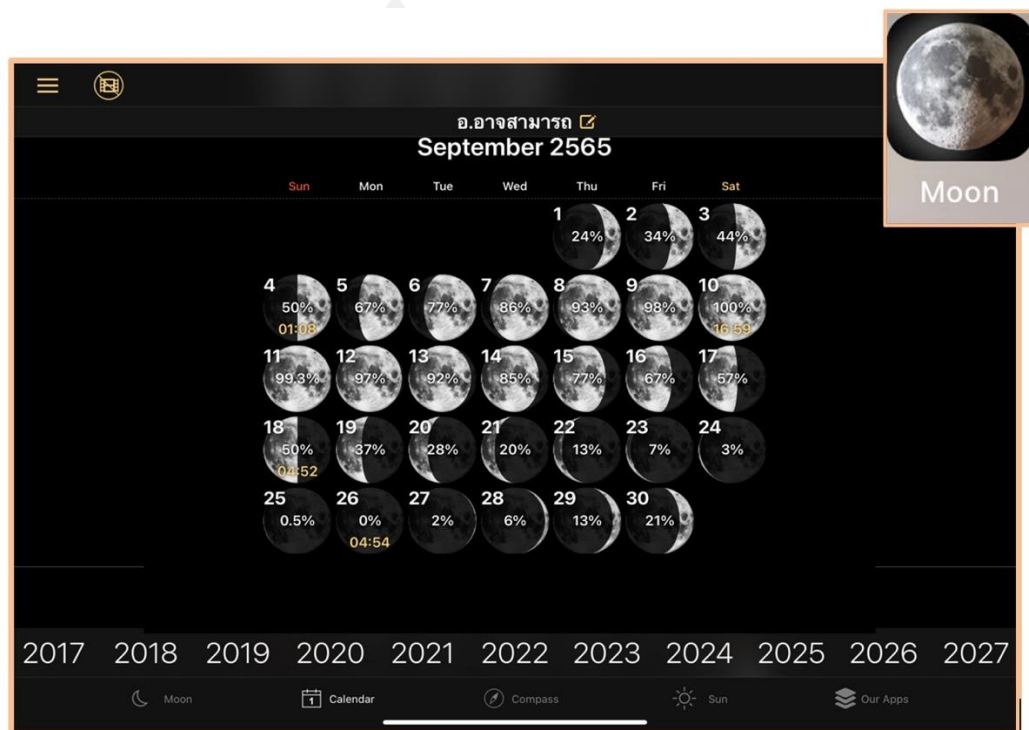
6. กิจกรรมการเรียนรู้

 แนวคิด/รูปแบบการสอน/วิธีการสอน/เทคนิค : สืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model) ตามกรอบแนวคิดการบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK)

ขั้นที่ 1 กระตุ้นความสนใจ (Engage)

1. ทบทวนความรู้เดิมของนักเรียนเกี่ยวกับเรื่อง การเกิดข้างขึ้นข้างแรมของช่วงเวลาที่แล้วและ
การเกิดข้างขึ้นข้างแรมของเดือนกันยายน 2565 จากนั้นครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียน
ทราบ

2. ให้นักเรียนพิจารณาลักษณะของดวงจันทร์ที่แตกต่างกันในแอปพลิเคชัน Moon ในเดือนกันยายน 2565



ภาพแสดงลักษณะของดวงจันทร์ที่แตกต่างกันในแอปพลิเคชัน Moon

3. นำอุปกรณ์ต่าง ๆ ในการทำกิจกรรมวันไหนข้างขึ้น วันไหนข้างแรม มากระตุ้นความสนใจในการทำกิจกรรมของนักเรียน อุปกรณ์มีดังนี้ 1) กระดาษสีและกระดาษ A4 2) รูปดวงอาทิตย์ โลก ดวงจันทร์ลักษณะต่าง ๆ 3) กรรไกร 4) กาว



ภาพแสดง อุปกรณ์ ในการทำกิจกรรมวันไหนข้างขึ้น วันไหนข้างแรม

ขั้นที่ 2 สำรวจค้นหา (Explore)

1. นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 3-6 คน ร่วมกันทำกิจกรรมวันไหนข้างขึ้น วันไหนข้างแรม ตามรายละเอียดกิจกรรมวันไหนข้างขึ้น วันไหนข้างแรม
2. นำความรู้ศึกษาการขึ้นตกของดวงจันทร์ ในแอปพลิเคชัน Star walk เพื่อทำนายการเกิดข้างขึ้นข้างแรมของเดือนกันยายน แล้วนำไปเทียบกับปฏิทินเดือนกันยายน พ.ศ. 2565 และร่วมกันอภิปรายในแอปพลิเคชัน Padlet มาออกแบบการเกิดข้างขึ้นข้างแรมของเดือนกันยายน พ.ศ. 2565 ในกิจกรรมวันไหนข้างขึ้น วันไหนข้างแรม

วันที่ 1	วันที่ 2	วันที่ 3	วันที่ 4
พระจันทร์ขึ้น 9.53 น. พระจันทร์ตก 21.43 น.	พระจันทร์ขึ้น 10.49 น. พระจันทร์ตก 22.27 น.	พระจันทร์ขึ้น 11.48 น. พระจันทร์ตก 23.17 น.	พระจันทร์ขึ้น 12.51 น. พระจันทร์ตก 00.13 น.
ทำนาย ขึ้น 5 ค่ำ ปฏิทิน ขึ้น 6 ค่ำ เลขที่ 1,4,7	ทำนาย ขึ้น 6 ค่ำ ปฏิทิน ขึ้น 7 ค่ำ เลขที่ 1,4,7	ทำนาย ขึ้น 8 ค่ำ ปฏิทิน ขึ้น 8 ค่ำ เลขที่ 1,4,7	ทำนาย ขึ้น 9 ค่ำ ปฏิทิน ขึ้น 9 ค่ำ เลขที่ 1,4,7
ทำนาย ขึ้น 6 ค่ำ ปฏิทิน ขึ้น 6 ค่ำ เลขที่ 2,5,8	ทำนาย ขึ้น 7 ค่ำ ปฏิทิน ขึ้น 7 ค่ำ เลขที่ 2,5,8	ทำนาย ขึ้น 8 ค่ำ ปฏิทิน ขึ้น 8 ค่ำ เลขที่ 2,5,8	ทำนาย ขึ้น 9 ค่ำ ปฏิทิน ขึ้น 9 ค่ำ เลขที่ 2,5,8
ทำนาย ขึ้น 6 ค่ำ ปฏิทิน ขึ้น 6 ค่ำ เลขที่ 3,6,9	ทำนาย ขึ้น 7 ค่ำ ปฏิทิน ขึ้น 7 ค่ำ เลขที่ 3,6,9	ทำนาย ขึ้น 8 ค่ำ ปฏิทิน ขึ้น 8 ค่ำ เลขที่ 3,6,9	ทำนาย ขึ้น 9 ค่ำ ปฏิทิน ขึ้น 9 ค่ำ เลขที่ 3,6,9
ทำนาย ขึ้น 5 ค่ำ ปฏิทิน ขึ้น 6 ค่ำ เลขที่ 10,13,18	ทำนาย ขึ้น 7 ค่ำ ปฏิทิน ขึ้น 7 ค่ำ เลขที่ 10,13,18	ทำนาย ขึ้น 8 ค่ำ ปฏิทิน ขึ้น 8 ค่ำ เลขที่ 10,13,18	ทำนาย ขึ้น 9 ค่ำ ปฏิทิน ขึ้น 9 ค่ำ เลขที่ 10,13,18
ทำนาย ขึ้น 6 ค่ำ ปฏิทิน ขึ้น 6 ค่ำ เลขที่ 11,14,15	ทำนาย ขึ้น 7 ค่ำ ปฏิทิน ขึ้น 7 ค่ำ เลขที่ 11,14,15	ทำนาย ขึ้น 8 ค่ำ ปฏิทิน ขึ้น 8 ค่ำ เลขที่ 10,13,18	ทำนาย ขึ้น 9 ค่ำ ปฏิทิน ขึ้น 9 ค่ำ เลขที่ 11,14,15

ภาพแสดงการทำนายการเกิดข้างขึ้นข้างแรมของเดือนกันยายน พ.ศ. 2565 ในแอปพลิเคชัน Padlet

ขั้นที่ 3 อธิบายความรู้ (Explain)

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันแลกเปลี่ยนความรู้และวิเคราะห์ผลการปฏิบัติกิจกรรม แล้วอภิปรายผลร่วมกัน จากนั้นนักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอผลการปฏิบัติกิจกรรมวันไหนข้างขึ้น วันไหนข้างแรม หน้าชั้นเรียน ในระหว่างที่นักเรียนนำเสนอ ครูคอยให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม เพื่อให้ นักเรียนมีความเข้าใจถูกต้อง
2. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายแสดงความคิดเห็นเพื่อหาคำตอบของคำถามเพิ่มเติม จากกิจกรรม ดังนี้
 - การเกิดข้างขึ้นข้างแรมเกิดขึ้นจากสาเหตุใด
(แนวตอบ : เกิดจากภาพปรากฏของดวงจันทร์ที่มองจากโลกเปลี่ยนไป เนื่องจากดวงจันทร์โคจรรอบโลก)

- ในวันใดที่เราจะเห็นด้านสว่างและด้านมืดของดวงจันทร์มีขนาดเท่ากัน
(แนวตอบ : วันขึ้น 8 ค่ำ และวันแรม 8 ค่ำ)
 - ค้นเดือนมืดกับค้นเดือนหงาย เราสามารถมองเห็นดวงจันทร์แตกต่างกันอย่างไร
(แนวตอบ : ในค้นเดือนมืดจะมองไม่เห็นดวงจันทร์ ส่วนค้นเดือนหงายจะมองเห็นดวงจันทร์เต็มดวง)
 - เพราะเหตุใดในวันขึ้น 15 ค่ำ บางเดือนดวงจันทร์จึงไม่สว่างเต็มดวง
(แนวตอบ : ดวงจันทร์โคจรรอบโลก 1 รอบ จะใช้เวลาประมาณ 29.5 วัน ซึ่งสาเหตุนี้
เป็นผลทำ
ให้ในบางเดือนดวงจันทร์จะไม่สว่างเต็มดวง)
 - ปรากฏการณ์แสงโลกเกี่ยวข้องกับดวงจันทร์หรือไม่อย่างไร
(แนวตอบ : ปรากฏการณ์แสงโลกเป็นปรากฏการณ์ที่ดวงจันทร์ปรากฏเป็นเสี้ยวบาง
แต่ผู้สังเกตสามารถมองเห็นด้านมืดของดวงจันทร์ได้ เนื่องจากแสงอาทิตย์ส่องกระทบ
พื้นผิวโลกแล้วสะท้อนไปยังดวงจันทร์)
3. นักเรียนรับฟังคำอธิบายเพิ่มเติมว่า “ข้างขึ้นจะเห็นดวงจันทร์ในช่วงหัวค่ำ และข้างแรม
จะเห็นดวงจันทร์ในช่วงเช้ามืด ในแต่ละวันดวงจันทร์จะขึ้นช้าวันละ 50 นาที เนื่องจาก
ดวงจันทร์ใช้เวลาในการโคจรรอบโลกนานกว่าเวลาที่โลกหมุนรอบตัวเอง”

ขั้นที่ 4 ขยายความเข้าใจ (Elaborate)

1. นักเรียนแต่ละคนเขียนแผนภาพแสดงการหมุนรอบตัวเองและการโคจรรอบโลกของดวงจันทร์ และประโยชน์ของการเกิดข้างขึ้นข้างแรม ลงในแบบบันทึกกิจกรรม จากนั้นครูสุ่มนักเรียน 2-3 คน ด้วยแอปพลิเคชัน Spin ออกมานำเสนอคำตอบของตนเองหน้าชั้นเรียน โดยครูให้เพื่อนในชั้นเรียนร่วมกันพิจารณาว่าคำตอบถูกต้องหรือไม่
2. นักเรียนทำใบงานออนไลน์ใน Live worksheets เรื่อง การเกิดข้างขึ้นข้างแรม

ขั้นที่ 5 ตรวจสอบผล (Evaluate)

1. ตรวจจากชิ้นงานกิจกรรมวันไหนข้างขึ้น วันไหนข้างแรม
2. ตรวจสอบผลการปฏิบัติกิจกรรมและการนำเสนอกิจกรรมวันไหนข้างขึ้น วันไหนข้างแรม
3. ตรวจสอบผลการทำใบงานออนไลน์ Live worksheets เรื่อง การเกิดข้างขึ้นข้างแรม
4. ประเมินผล โดยการสังเกตพฤติกรรมความรู้วิทยาศาสตร์ และแบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม
5. นักเรียนและครูร่วมกันสรุปเกี่ยวกับเรื่อง การเกิดข้างขึ้นข้างแรม

7. การวัดและประเมินผล

7.1 ด้านพุทธิพิสัย

ภาระ/ชิ้นงาน	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การประเมิน
นักเรียนทำกิจกรรม วันไหนข้างขึ้น วันไหน ข้างแรม	ตรวจชิ้นงานกิจกรรม วันไหนข้างขึ้น วันไหน ข้างแรม	ชิ้นงานกิจกรรมวัน ไหนข้างขึ้น วันไหน ข้างแรม	ร้อยละ 70 ผ่าน เกณฑ์

7.2 ด้านทักษะพิสัย

ภาระ/ชิ้นงาน	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การประเมิน
นักเรียนเขียน แผนภาพ แสดงการหมุนรอบ ตัวเอง และการโคจรรอบโลก ของดวงจันทร์	ตรวจการนำเสนอ กิจกรรมวันไหนข้างขึ้น วันไหนข้างแรม	แบบบันทึกการ นำเสนอกิจกรรมวัน ไหนข้างขึ้น วันไหน ข้างแรม	ผ่านเกณฑ์ระดับ คุณภาพดี ขึ้นไป

7.3 ด้านจิตพิสัย

ภาระ/ชิ้นงาน	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การประเมิน
นักเรียนการปฏิบัติ กิจกรรมในชั้นเรียน	สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	แบบสังเกตพฤติกรรม การทำงานกลุ่ม	ผ่านเกณฑ์ระดับ คุณภาพดี ขึ้นไป

7.4 ด้านการรู้วิทยาศาสตร์

ภาระ/ชิ้นงาน	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การประเมิน
นักเรียนการปฏิบัติ กิจกรรมวันไหนข้างขึ้น วันไหนข้างแรม	สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม รู้วิทยาศาสตร์	แบบสังเกตพฤติกรรม การทำงานกลุ่ม	ผ่านเกณฑ์ระดับ คุณภาพดี ขึ้นไป
นักเรียนทำแบบ บันทึก กิจกรรม เรื่อง การเกิด ข้างขึ้นข้างแรม	ตรวจแบบบันทึก กิจกรรมเรื่อง การเกิด ข้างขึ้นข้างแรม	แบบสังเกตพฤติกรรม การทำงานกลุ่ม	ผ่านเกณฑ์ระดับ คุณภาพดี ขึ้นไป

8. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

8.1 สื่อการเรียนรู้

1) หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ม.3 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 8 ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ

2) กิจกรรม เรื่อง วันไหนข้างขึ้น วันไหนข้างแรม

3) แบบบันทึกกิจกรรม เรื่อง การเกิดข้างขึ้นข้างแรม

4) ใบงานออนไลน์ Live worksheets เรื่อง การเกิดข้างขึ้นข้างแรม

5) PowerPoint เรื่อง การเกิดข้างขึ้นข้างแรม

6) แอปพลิเคชัน Moon

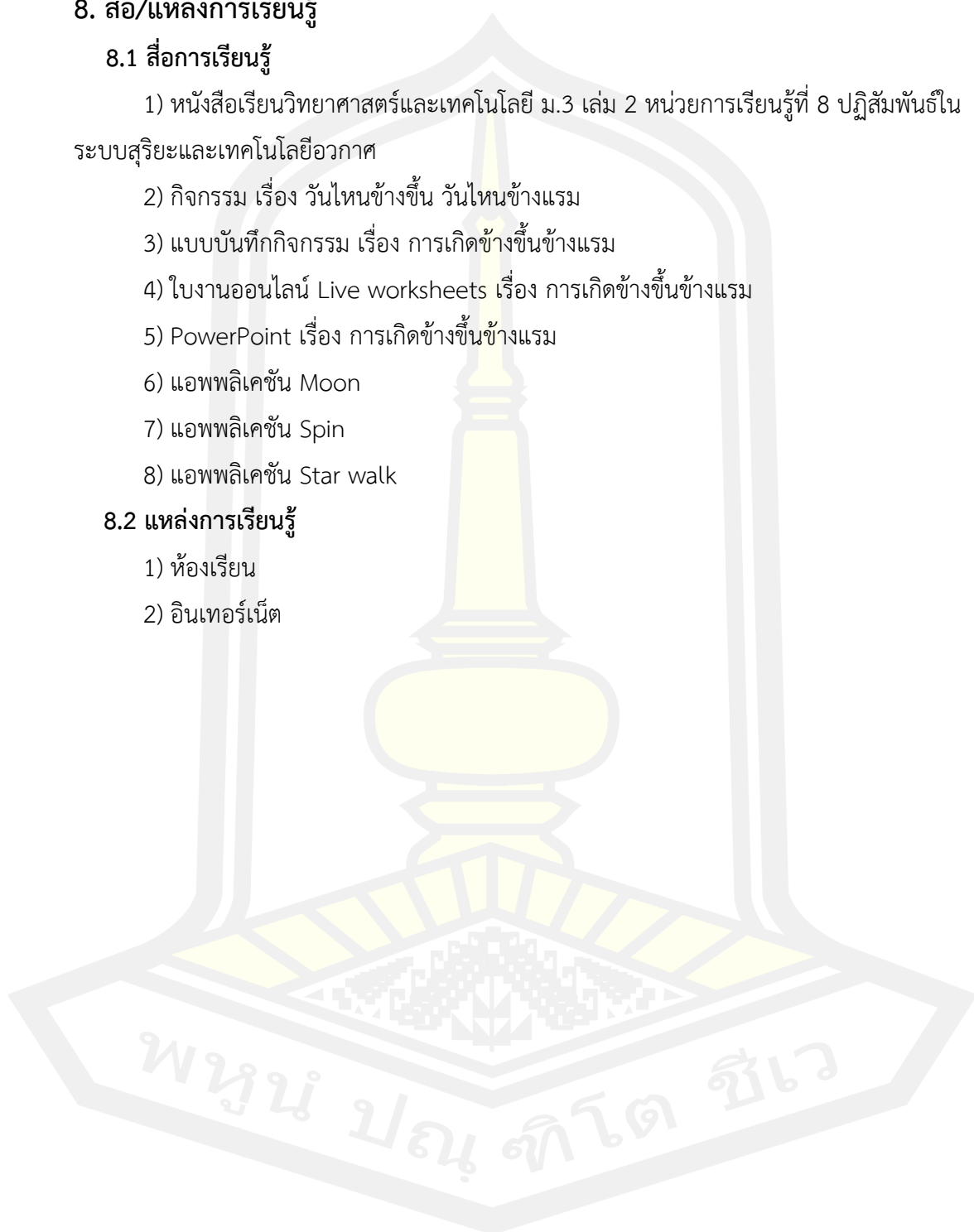
7) แอปพลิเคชัน Spin

8) แอปพลิเคชัน Star walk

8.2 แหล่งการเรียนรู้

1) ห้องเรียน

2) อินเทอร์เน็ต



กิจกรรม วันไหนข้างขึ้น วันไหนข้างแรม

วัตถุประสงค์

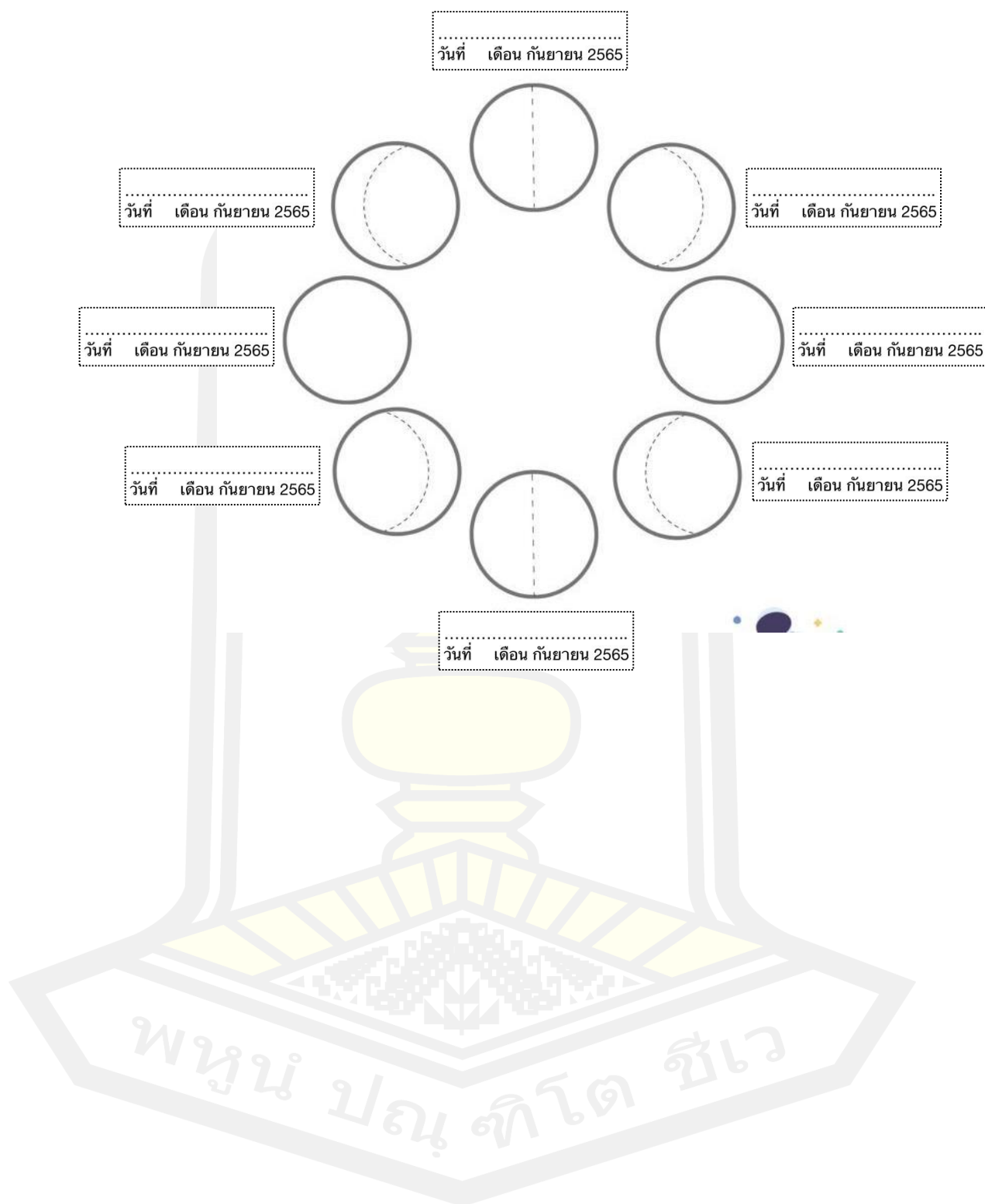
1. นักเรียนสามารถอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเกิดข้างขึ้นข้างแรมได้
2. นักเรียนสามารถประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการทำกิจกรรม วันไหนข้างขึ้น วันไหนข้างแรมได้
3. นักเรียนสามารถแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ในการทำกิจกรรม วันไหนข้างขึ้น วันไหนข้างแรมได้

วัสดุอุปกรณ์

1. กระดาษสี 2 แผ่น
2. กระดาษ A4 2 แผ่น
3. รูปดวงอาทิตย์ โลก และดวงจันทร์ในลักษณะต่าง ๆ
4. กาว
5. กรรไกร
6. สีไม้
7. ปากกา

วิธีปฏิบัติกิจกรรม

1. ให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 3-6 คน แล้วออกมาเลือกอุปกรณ์ที่ต้องใช้ในการทำกิจกรรมของแต่ละกลุ่ม
2. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาการขึ้นตกของดวงจันทร์ ในแอปพลิเคชัน Star walk เพื่อทำนายการเกิดข้างขึ้นข้างแรมของเดือนกันยายน 2565 และศึกษาการเกิดข้างขึ้นข้างแรมของเดือนกันยายน 2565 อำเภอบางสามารถ ในแอปพลิเคชัน Moon
3. ให้นักเรียนนำข้อมูลที่ได้ศึกษามาทำชิ้นงาน กิจกรรม วันไหนข้างขึ้น วันไหนข้างแรม
 - 3.1 นำกระดาษสีมาพับกลับไป-กลับมา ให้เป็นพัด จากนั้นพับครึ่ง และประกอบกันเป็นวงกลม
 - 3.2 ระบายสีรูปดวงอาทิตย์ โลก และดวงจันทร์ในลักษณะต่าง ๆ ตามรูปด้านล่างนี้ และนำไปติดในกระดาษสีวงกลมที่ทำใน 3.1 โดยเป็นการออกแบบแบบจำลองการเกิดข้างขึ้นข้างแรม
 - 3.3 ให้นักเรียนระบุวันที่เรียกลักษณะดวงจันทร์ในรูปแบบต่าง ๆ และระบุวันที่ ในเดือนกันยายน 2565 ที่ดวงจันทร์มีลักษณะแบบนี้



ใบงานออนไลน์

เรื่อง การเกิดข้างขึ้นข้างแรม

คำชี้แจง : พิจารณาความถูกต้องของข้อความที่ให้ หากข้อความนั้นไม่ถูกต้องให้แก้ไขพร้อมให้เหตุผล

ข้อความ	ความถูกต้อง
1. ดวงจันทร์มีด้านมืดและด้านสว่างเพราะเงาของดวงอาทิตย์ หากด้านใดของดวงจันทร์ถูกเงาของอาทิตย์ตกถึง ด้านนั้นของดวงจันทร์จะกลายเป็นด้านมืด	
2. ดวงจันทร์ใช้เวลาหมุนรอบตัวเองเท่ากับเวลาที่ใช้ในการโคจรรอบโลก ทำให้ดวงจันทร์หันด้านเดียวเข้าหาโลก	
3. วันที่ดวงจันทร์มืดทั้งดวง เรียกว่า จันทร์ดับ ซึ่งเป็นวันที่ดวงจันทร์โคจรมาอยู่ระหว่างโลกกับดวงอาทิตย์	
4. วันขึ้น 15 ค่ำ หรือวันเพ็ญ เป็นวันที่ดวงจันทร์โคจรมาอยู่ด้านตรงข้ามกับดวงอาทิตย์	
5. วันขึ้น 8 ค่ำ เป็นวันที่ดวงจันทร์โคจรมาอยู่ในตำแหน่งมุมฉากระหว่างโลกกับดวงอาทิตย์	
6. วันแรม 8 ค่ำ เป็นวันที่ดวงจันทร์โคจรมาอยู่เยื้องกับดวงอาทิตย์ด้านไกล	

ใบงานออนไลน์

สำหรับครู

เรื่อง การเกิดข้างขึ้นข้างแรม

คำชี้แจง : พิจารณาความถูกต้องของข้อความที่ให้ หากข้อความนั้นไม่ถูกต้องให้แก้ไขพร้อมให้เหตุผล

ข้อความ	ความถูกต้อง
1. ดวงจันทร์มีด้านมืดและด้านสว่างเพราะเงาของดวงอาทิตย์ หากด้านใดของดวงจันทร์ถูกเงาของอาทิตย์ตกถึง ด้านนั้นของดวงจันทร์จะกลายเป็นด้านมืด	 ✗
2. ดวงจันทร์ใช้เวลาหมุนรอบตัวเองเท่ากับเวลาที่ใช้ในการโคจรรอบโลก ทำให้ดวงจันทร์หันด้านเดียวเข้าหาโลก	 ✓
3. วันที่ดวงจันทร์มืดทั้งดวง เรียกว่า จันทร์ดับ ซึ่งเป็นวันที่ดวงจันทร์โคจรมาอยู่ระหว่างโลกกับดวงอาทิตย์	 ✓
4. วันขึ้น 15 ค่ำ หรือวันเพ็ญ เป็นวันที่ดวงจันทร์โคจรมาอยู่ด้านตรงข้ามกับดวงอาทิตย์	 ✓
5. วันขึ้น 8 ค่ำ เป็นวันที่ดวงจันทร์โคจรมาอยู่ในตำแหน่งมุมฉากระหว่างโลกกับดวงอาทิตย์	 ✓
6. วันแรม 8 ค่ำ เป็นวันที่ดวงจันทร์โคจรมาอยู่เยื้องกับดวงอาทิตย์ด้านไกล	 ✗

แบบประเมินการนำเสนอผลงาน

คำชี้แจง : ให้ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียนและนอกเวลาเรียน แล้วขีด ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ลำดับ ที่	รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
		3	2	1
1	ความถูกต้องของเนื้อหา	☐	☐	☐
2	ความคิดสร้างสรรค์	☐	☐	☐
3	วิธีการนำเสนอผลงาน	☐	☐	☐
4	การนำไปใช้ประโยชน์	☐	☐	☐
5	การตรงต่อเวลา	☐	☐	☐
รวม				

ลงชื่อ ผู้ประเมิน
...../...../.....

เกณฑ์การให้คะแนน

ผลงานหรือพฤติกรรมสอดคล้องกับรายการประเมินสมบูรณ์ชัดเจน	ให้	3	คะแนน
ผลงานหรือพฤติกรรมสอดคล้องกับรายการประเมินเป็นส่วนใหญ่	ให้	2	คะแนน
ผลงานหรือพฤติกรรมสอดคล้องกับรายการประเมินบางส่วน	ให้	1	คะแนน

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
14-15	ดีมาก
11-13	ดี
8-10	พอใช้
ต่ำกว่า 8	ปรับปรุง

แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม

คำชี้แจง : ให้ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียนและนอกเวลาเรียน แล้วขีด ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ลำดับที่	ชื่อ-สกุล ของนักเรียน	การแสดง ความคิดเห็น			การยอมรับ ฟังคนอื่น			การทำงาน ตามที่ได้รับ มอบหมาย			ความมีน้ำใจ			การมีส่วนร่วม ในการปรับปรุง ผลงานกลุ่ม			รวม 15 คะแนน
		3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	

ลงชื่อ ผู้ประเมิน
...../...../.....

เกณฑ์การให้คะแนน

ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมอย่างสม่ำเสมอ	ให้	3	คะแนน
ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมบ่อยครั้ง	ให้	2	คะแนน
ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมบางครั้ง	ให้	1	คะแนน

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
14-15	ดีมาก
11-13	ดี
8-10	พอใช้
ต่ำกว่า 8	ปรับปรุง

9. บันทึกผลหลังการสอน

1. ผลการจัดการเรียนรู้

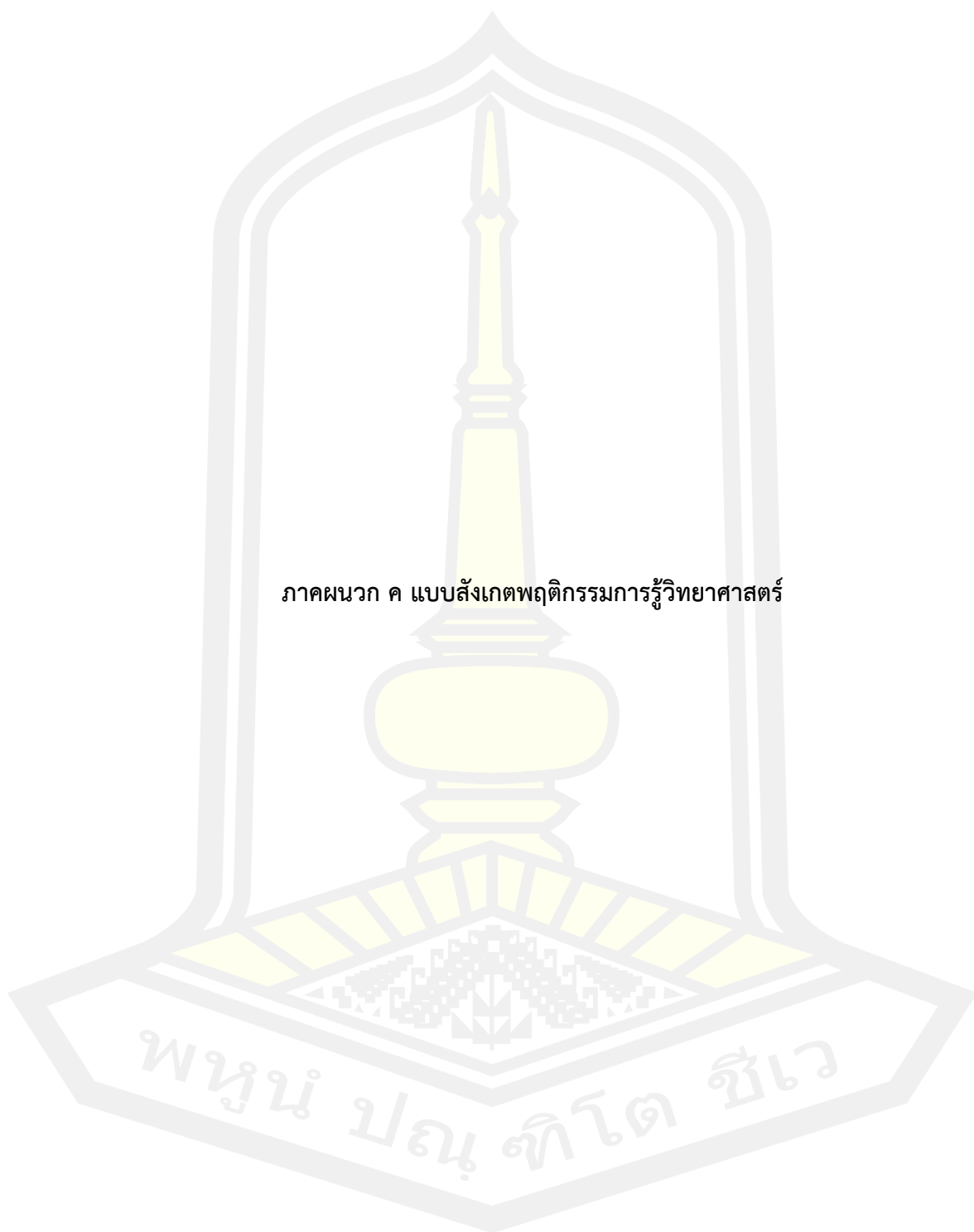
2. ปัญหา/อุปสรรคในการจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะความรู้ 5 ขั้น ตามกรอบแนวคิดการบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ

3. แนวทางการแก้ไขปัญหาในการจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะความรู้ 5 ขั้น ตามกรอบแนวคิดการบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(นางสาวขวัญชนก ประทุมศาลา)

ภาคผนวก ค แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์



แบบสังเกตพฤติกรรมการรู้วิทยาศาสตร์ (รายบุคคล)

โรงเรียนบ้านดงเมืองจอก

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565

ชื่อ - สกุล..... ชั้น ม.3 เลขที่

คำชี้แจง : ให้ครูพิจารณาการประเมิน แล้วใส่เครื่องหมาย / ลงในผลการประเมินที่ตรงกับพฤติกรรม
ของนักเรียน

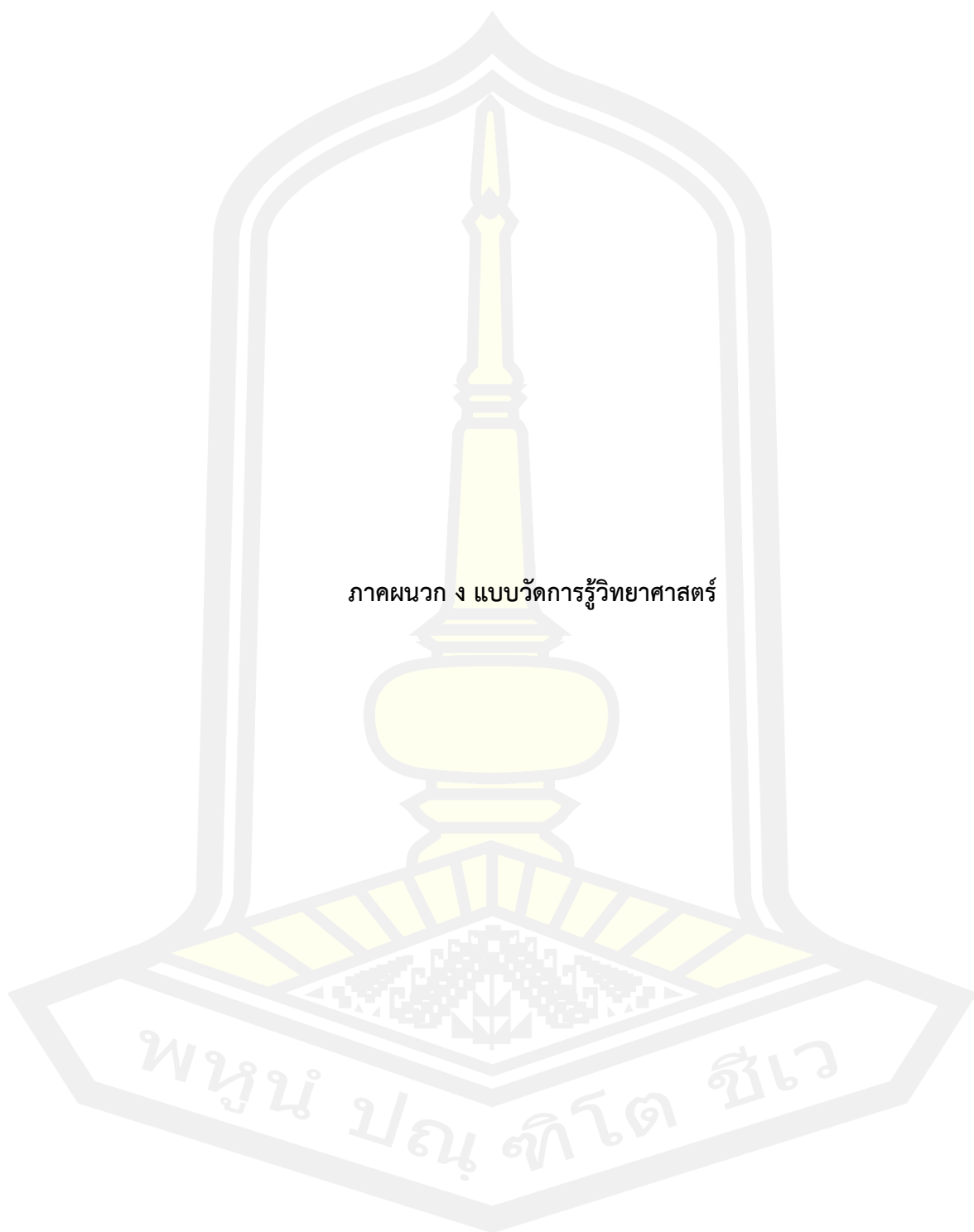
คุณลักษณะ	รายการประเมิน	ผลการประเมิน		
		2	1	0
การอธิบายปรากฏการณ์ใน เชิงวิทยาศาสตร์	ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการสร้าง คำอธิบายที่สมเหตุสมผล			
	เสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการอธิบาย			
	พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์ และให้เหตุผลที่สมเหตุสมผล			
การประเมินและออกแบบ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ทางวิทยาศาสตร์	ระบุปัญหาที่ต้องการสำรวจในการศึกษาทาง วิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้			
	แยกแยะได้ว่าประเด็นปัญหาหรือคำถามใด สามารถตรวจสอบได้ด้วยกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์			
	เสนอวิธีการสำรวจตรวจสอบปัญหาทาง วิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้			
	ประเมินวิธีการสำรวจตรวจสอบปัญหาทาง วิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้			
การแปลความหมายข้อมูล และประจักษ์พยานเชิง วิทยาศาสตร์	แปลงข้อมูลที่น่าเสนอจากรูปแบบหนึ่งไปสู่ รูปแบบอื่น			
	วิเคราะห์และแปลความหมายของข้อมูลทาง วิทยาศาสตร์ แล้วลงข้อสรุป			
	ระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยาน และเหตุผล ในเรื่องที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์			

เกณฑ์การตรวจให้คะแนนแบบสังเกตพฤติกรรมการรู้วิทยาศาสตร์

รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
	2	1	0
การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์			
ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการสร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล	สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผลอย่างชัดเจน มีการอ้างอิงหลักการและความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง	สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผลอย่างชัดเจน มีการอ้างอิงหลักการและความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้องบางส่วน	ไม่สามารถสร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผลอย่างชัดเจน มีการอ้างอิงหลักการและความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้
เสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการอธิบาย	เสนอสมมติฐานสอดคล้องกับการแก้ไขปัญหาได้ถูกต้อง	เสนอสมมติฐานสอดคล้องกับการแก้ไขปัญหาได้ถูกต้องบางส่วน	ไม่สามารถเสนอสมมติฐานที่สอดคล้องกับการแก้ไขปัญหาได้
พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์ และให้เหตุผลที่สมเหตุสมผล	พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงด้วยหลักการทางวิทยาศาสตร์มาสนับสนุนอย่างสมเหตุสมผลได้ถูกต้อง	พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงด้วยหลักการทางวิทยาศาสตร์มาสนับสนุนอย่างสมเหตุสมผลถูกต้องบางส่วน	ไม่สามารถพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงด้วยหลักการทางวิทยาศาสตร์มาสนับสนุนอย่างสมเหตุสมผลได้
การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์			
ระบุปัญหาที่ต้องการสำรวจในการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้	ระบุปัญหาสอดคล้องกับสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้อย่างถูกต้อง	ระบุปัญหาสอดคล้องกับสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้อย่างถูกต้องบางส่วน	ระบุปัญหาไม่สอดคล้องกับสถานการณ์ที่กำหนดให้
แยกแยะได้ว่าประเด็นปัญหาหรือคำถามใดสามารถตรวจสอบได้ด้วยกระบวนการทาง	แยกแยะประเด็นปัญหาหรือคำถาม โดยสามารถตรวจสอบได้ด้วยกระบวนการทาง	แยกแยะประเด็นปัญหาหรือคำถาม โดยสามารถตรวจสอบได้ด้วยกระบวนการทาง	ไม่สามารถแยกแยะประเด็นปัญหาหรือคำถาม โดยสามารถตรวจสอบได้ด้วย

รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
	2	1	0
วิทยาศาสตร์	วิทยาศาสตร์ได้ถูกต้อง	วิทยาศาสตร์ได้ถูกต้องบางส่วน	กระบวนการทางวิทยาศาสตร์
เสนอวิธีการสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้	เสนอวิธีการสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้ได้อย่างถูกต้อง	เสนอวิธีการสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้ได้อย่างถูกต้องบางส่วน	ไม่สามารถเสนอวิธีการสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้
ประเมินวิธีการสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้	ประเมินวิธีการสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้ได้อย่างถูกต้อง	ประเมินวิธีการสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้ได้อย่างถูกต้องบางส่วน	ไม่สามารถประเมินวิธีการสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้ได้
การแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์			
แปลงข้อมูลที่น่าเสนอจากรูปแบบหนึ่งไปสู่รูปแบบอื่น	แปลงข้อมูลที่น่าเสนอจากรูปแบบหนึ่งไปสู่รูปแบบอื่นได้อย่างถูกต้อง	แปลงข้อมูลที่น่าเสนอจากรูปแบบหนึ่งไปสู่รูปแบบอื่นได้อย่างถูกต้องบางส่วน	ไม่สามารถแปลงข้อมูลที่น่าเสนอจากรูปแบบหนึ่งไปสู่รูปแบบอื่น
วิเคราะห์และแปลความหมายของข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ แล้วลงข้อสรุป	วิเคราะห์และแปลความหมายของข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ แล้วลงข้อสรุปได้อย่างถูกต้อง	วิเคราะห์และแปลความหมายของข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ แล้วลงข้อสรุปได้อย่างถูกต้องบางส่วน	ไม่สามารถวิเคราะห์และแปลความหมายของข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ แล้วลงข้อสรุป
ระบุข้อสันนิษฐานประจักษ์พยาน และเหตุผลในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์	ระบุข้อสันนิษฐานประจักษ์พยาน และเหตุผลในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง	ระบุข้อสันนิษฐานประจักษ์พยาน และเหตุผลในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้องบางส่วน	ไม่สามารถระบุข้อสันนิษฐานประจักษ์พยาน และเหตุผลในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ได้

ภาคผนวก ง แบบวัดการรู้วิทยาศาสตร์



แบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ ชุดที่ 1
เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

คำชี้แจง : อ่านคำชี้แจงให้เข้าใจก่อนทำแบบวัดการรู้วิทยาศาสตร์

1. แบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ฉบับนี้เป็นแบบปรนัยและอัตนัย ประกอบด้วย
 สถานการณ์ จำนวน 4 สถานการณ์ ทั้งหมด 10 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน คะแนนเต็ม
 10 คะแนน
2. แบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์นี้ให้ใช้เวลาในการทำ 60 นาที
3. แบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ฉบับนี้มีทั้งหมด 7 หน้า (รวมใบปะหน้าและ
 กระดาษคำตอบ)
4. ให้นักเรียนเขียนชื่อ - สกุล ชั้น เลขที่ ลงในกรอบข้างล่างด้วยลายมือบรรจง
5. เขียนคำตอบด้วยปากกาสีน้ำเงินหรือสีดำเท่านั้น
6. อนุญาตให้ทำการขีดเขียน และทดเลขลงบนแบบวัดการรู้วิทยาศาสตร์ได้
7. เมื่อทำแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์เสร็จแล้วให้ส่งแบบวัดการรู้วิทยาศาสตร์คืนครู
 ให้ครบถ้วน

ข้อมูลของผู้ทำแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์

ชื่อ - นามสกุล

.....

ชั้น **เลขที่**

สถานการณ์ที่ 1

โลกและดวงจันทร์อยู่ห่างกันเป็นระยะ 3.84×10^8 เมตร ดวงจันทร์มีมวล 7.35×10^{22} กิโลกรัม โลกมีมวล 5.98×10^{24} กิโลกรัม

ข้อที่ 1 การที่ดวงจันทร์โคจรรอบโลกเป็นผลเนื่องจากอะไร (การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์)

ก. แรงผลักรหว่างดวงอาทิตย์ที่มีต่อโลก ซึ่งมีขนาดเท่ากับ $F = \frac{Gm_1m_2}{r^2}$

ข. แรงผลักรหว่างโลกที่มีต่อดวงอาทิตย์ ซึ่งมีขนาดเท่ากับ $F = \frac{Gm_1m_2}{r^2}$

ค. แรงดึงดูดระหว่างดวงอาทิตย์กับโลก ซึ่งมีขนาดเท่ากับ $F = \frac{Gm_1m_2}{r^2}$

ง. แรงดึงดูดระหว่างโลกกับดวงจันทร์ ซึ่งมีขนาดเท่ากับ $F = \frac{Gm_1m_2}{r^2}$

ข้อที่ 2 จากสถานการณ์ที่ 1 แทนค่าตัวแปรของสมการแรงดึงดูดระหว่างมวลถูกหรือผิด (การแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์)

ตัวแปร	ถูกหรือผิด
ก. $r = 3.84 \times 10^8$ เมตร	ถูก / ผิด
ข. $m_{\text{โลก}} = 7.35 \times 10^{22}$ กิโลกรัม	ถูก / ผิด
ค. $m_{\text{ดวงจันทร์}} = 5.98 \times 10^{24}$ กิโลกรัม	ถูก / ผิด
ง. $G = 6.674 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$	ถูก / ผิด

ข้อที่ 3 จากสถานการณ์ที่ 1 จงแสดงวิธีหาขนาดแรงดึงดูดระหว่างมวลของโลกกับดวงจันทร์อย่างละเอียด (การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์)

.....

.....

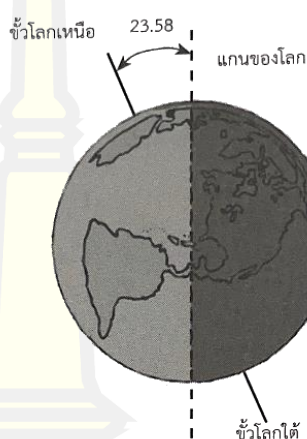
.....

.....

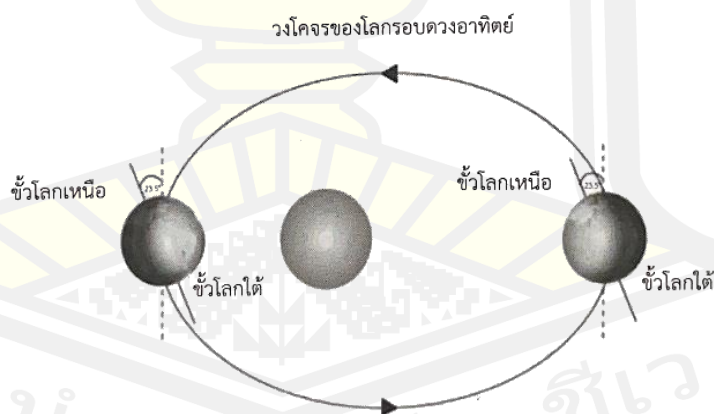
.....

สถานการณ์ที่ 2

โลกเป็นดาวเคราะห์ 1 ใน 8 ดวง ที่โคจรรอบดวงอาทิตย์ ในระบบสุริยะที่มีดวงอาทิตย์เป็นศูนย์กลางใช้เวลาโคจร 1 รอบ ประมาณ 365 วันหรือ 1 ปี ในขณะที่โลกโคจรรอบดวงอาทิตย์โลกยังหมุนรอบตัวเองอีกด้วย และยังพบว่า แกนของโลกจะเอียง (แกนของโลก คือ เส้นที่ลากผ่านจากขั้วโลกเหนือมายังขั้วโลกใต้) ทำมุม 23.5 องศา (ดังรูป) ซึ่งขณะโคจรรอบดวงอาทิตย์และหมุนรอบตัวเอง แกนของโลกยังคงมีลักษณะเอียงจึงทำให้เกิดปรากฏการณ์หนึ่ง เรียกว่า ฤดูกาล



รูปแสดงลักษณะการเอียงของโลกทำมุม 23.5 องศา



รูปแสดงการโคจรของโลกรอบดวงอาทิตย์

เมื่อแกนโลกเอียงทำมุม 23.5 องศา จึงทำให้แต่ละช่วงของปีและแต่ละบริเวณได้รับแสงจากดวงอาทิตย์ไม่เท่ากัน อุณหภูมิจึงต่างกันทำให้เกิดฤดูกาลต่าง ๆ ขึ้น ประเทศที่อยู่เขตอบอุ่นและเขตร้อนมี 4 ฤดู ได้แก่ ฤดูใบไม้ผลิ ฤดูร้อน ฤดูใบไม้ร่วง และฤดูหนาว สำหรับประเทศไทยมี 3 ฤดู ได้แก่ ฤดูฝน ฤดูหนาวและฤดูร้อน

ข้อที่ 4 ข้อใดมีผลต่อการเกิดฤดูกาลของโลก (การแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์)

- ก. การหมุนรอบตัวเองของโลก
- ข. การโคจรรอบดวงอาทิตย์ของโลก
- ค. แกนโลกเอียงสัมพันธ์กับการหมุนรอบตัวเองของโลก
- ง. แกนโลกเอียงสัมพันธ์กับการโคจรรอบดวงอาทิตย์ของโลก

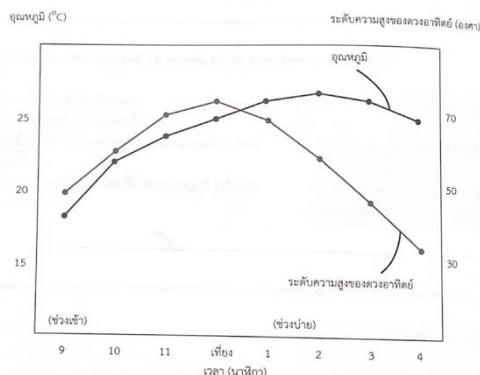
ข้อที่ 5 ข้อใดเป็นการอธิบายความหมายของฤดูกาลได้ถูกต้องที่สุด (การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์)

- ก. การเปลี่ยนแปลงสภาพของภูมิอากาศบนโลก
- ข. พื้นที่ต่าง ๆ บนโลกได้รับแสงจากดวงอาทิตย์ไม่เท่ากัน
- ค. พื้นที่ต่าง ๆ บนโลกมีอุณหภูมิในช่วงของปีไม่เท่ากัน เนื่องจากแต่ละพื้นที่ได้รับแสงอาทิตย์ไม่เท่ากัน
- ง. พื้นที่ต่าง ๆ บนโลกมีอุณหภูมิในแต่ละช่วงของวันไม่เท่ากัน เนื่องจากแต่ละพื้นที่ได้รับแสงอาทิตย์ไม่เท่ากัน

สถานการณ์ที่ 3

โลกหมุนรอบตัวเอง 1 รอบ ใช้เวลา 24 ชั่วโมง หรือ 1 วัน โดยมีทิศทางการหมุนจากทิศตะวันตกไปยังทิศตะวันออก การหมุนรอบตัวเองของโลกทำให้เราสังเกตเห็นการเคลื่อนที่ปรากฏของดวงอาทิตย์จากทิศตะวันออกไปยังทิศตะวันตก เรียกปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นว่า การขึ้นและตกของดวงอาทิตย์ ซึ่งสังเกตเห็นได้จากบริเวณขอบฟ้า โดยเรียกบริเวณที่ดวงอาทิตย์ขึ้นจากขอบฟ้าว่า ทิศตะวันออก และเรียกบริเวณที่ดวงอาทิตย์ตกจากขอบฟ้าว่า ทิศตะวันตก

นักเรียนกลุ่มหนึ่งต้องการรู้ว่า ตั้งแต่ดวงอาทิตย์ขึ้นสู่ขอบฟ้า แล้วเคลื่อนไปจนถึงดวงอาทิตย์ตกในช่วงเวลากลางวัน มีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของอากาศเป็นอย่างไร จึงใช้เครื่องมือทดลองวัดอุณหภูมิ คือ เทอร์โมมิเตอร์ และเครื่องมือวัดความสูงของดวงอาทิตย์ (วัดมุมเงย) ทำการทดลองวัดทุก 1 ชั่วโมง นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาสรุปและจัดทำข้อมูลที่แสดงเป็นกราฟ ดังนี้



กราฟแสดงความสัมพันธ์ของระดับความสูงของดวงอาทิตย์ อุณหภูมิ และเวลา

ข้อที่ 6 เมื่อนักเรียนกลุ่มนี้นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาทำกราฟ แล้ววิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง ข้อความในตารางเป็นการสรุปที่ถูกต้องหรือไม่ จงวงกลมล้อมรอบคำว่า “ถูกต้อง” หรือ “ไม่ถูกต้อง” (การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์)

ข้อความที่เขียนสรุปผลการทดลอง	ถูกต้องหรือไม่ถูกต้อง
ก. เมื่อดวงอาทิตย์เคลื่อนที่อยู่สูง ค่าอุณหภูมิก็จะสูง ถ้าเคลื่อนที่ต่ำ อุณหภูมิก็จะต่ำ	ถูกต้อง / ไม่ถูกต้อง
ข. อุณหภูมิที่ต่ำหรือที่สูงขึ้น ไม่สัมพันธ์กับความสูงของดวงอาทิตย์	ถูกต้อง / ไม่ถูกต้อง
ค. ช่วงเวลาและความสูงของดวงอาทิตย์มีผลต่อระดับอุณหภูมิในแต่ละวัน	ถูกต้อง / ไม่ถูกต้อง
ง. ขณะที่ดวงอาทิตย์ขึ้นและดวงอาทิตย์ตก อุณหภูมิจะไม่มีการเปลี่ยนแปลง	ถูกต้อง / ไม่ถูกต้อง

ข้อที่ 7 ถ้าสังเกตท้องฟ้าในเวลากลางวันจะพบว่า ดวงดาวขึ้นทางทิศตะวันออกและเคลื่อนที่ไปยังทิศตะวันตก ข้อใดต่อไปนี้ถูกต้อง (การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์)

- ก. โลกหมุนรอบตัวเองจากทิศตะวันออกไปยังทิศตะวันตก
- ข. โลกหมุนรอบตัวเองจากทิศตะวันตกไปยังทิศตะวันออก
- ค. โลกโคจรรอบดวงอาทิตย์จากทิศตะวันออกไปยังทิศตะวันตก
- ง. โลกโคจรรอบดวงอาทิตย์จากทิศตะวันตกไปยังทิศตะวันออก

สถานการณ์ที่ 4

ดวงจันทร์ไม่มีแสงสว่างในตัวเอง แต่ได้รับแสงสว่างจากดวงอาทิตย์ แล้วสะท้อนแสงมายังโลก เนื่องจากดวงจันทร์ใช้เวลาหมุนรอบตัวเองเท่ากับเวลาที่ใช้ในการโคจรรอบโลก ทำให้ดวงจันทร์หันด้านเดียวเข้าหาโลก เมื่อดวงจันทร์โคจรรอบโลกจะหันส่วนสว่างมายังโลก ทำให้เราสังเกตเห็นส่วนสว่างของดวงจันทร์แตกต่างกันในแต่ละวัน เกิดเป็นข้างขึ้น - ข้างแรม หรือวิถีจันทร์ (The moon's phase) ซึ่งการเปลี่ยนแปลงนี้จะเกิดขึ้นครบรอบในหนึ่งเดือน เรียกช่วงเวลาที่

พระจันทร์มืดและสว่างขึ้นเรื่อย ๆ จนพระจันทร์เต็มดวงว่า ข้างขึ้น (ใช้เวลาประมาณ 15 วัน เรียก ขึ้น 1 ค่ำ – ขึ้น 15 ค่ำ) และเรียกช่วงเวลาที่พระจันทร์เต็มดวงแล้วค่อยๆ เล็กลงจนมืดหรือมองไม่เห็น ดวงจันทร์ว่า ข้างแรม (ใช้เวลาประมาณ 15 วัน เรียก แรม 1 ค่ำ – แรม 14 ค่ำ สำหรับเดือนคี่ และ แรม 1 ค่ำ – แรม 15 ค่ำ สำหรับเดือนคู่) ดังนั้นในหนึ่งรอบหรือหนึ่งเดือนจันทรคติ ใช้เวลาเฉลี่ย ประมาณ 29.5 วัน

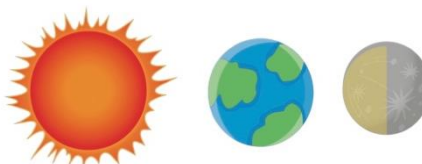
ความสัมพันธ์ของดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์ และโลก

1. ดวงจันทร์โคจรรอบระหว่างโลกกับดวงอาทิตย์เมื่อดวงจันทร์โคจรรอบระหว่างโลกกับดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์หันด้านเงามืดเข้าหาโลก ตำแหน่งปรากฏของดวงจันทร์อยู่ใกล้กับดวงอาทิตย์ แสงสว่างของดวงอาทิตย์ทำให้เรามองไม่เห็นดวงจันทร์ได้เลย เรียกว่าเป็น วันแรม 15 ค่ำ ซึ่งเป็นวันที่ดวงจันทร์มืดทั้งดวง เรียกว่า จันทรดับ



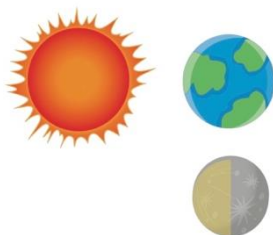
รูปแสดงดวงจันทร์โคจรรอบระหว่างโลกกับดวงอาทิตย์

2. ดวงจันทร์โคจรอยู่ด้านตรงข้ามกับดวงอาทิตย์เมื่อดวงจันทร์โคจรอยู่ด้านตรงข้ามกับดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์หันด้านที่ได้รับแสงอาทิตย์เข้าหาโลก ทำให้เราเห็นพระจันทร์เต็มดวง เรียกว่า วันขึ้น 15 ค่ำ หรือวันเพ็ญ



รูปแสดงดวงจันทร์โคจรอยู่ด้านตรงข้ามกับดวงอาทิตย์

3. ดวงจันทร์โคจรอยู่ตั้งฉากระหว่างโลกกับดวงอาทิตย์ เมื่อดวงจันทร์โคจรอยู่ตั้งฉากระหว่างโลกกับดวงอาทิตย์ ทำให้เรามองเห็นด้านสว่างและด้านมืดของดวงจันทร์มีขนาดเท่ากัน โดยเรียกว่าเป็น วันขึ้น 8 ค่ำ และวันแรม 8 ค่ำ



รูปแสดงดวงจันทร์โคจรอยู่ตั้งฉากระหว่างโลกกับดวงอาทิตย์

ข้อที่ 8 ข้อใดมีผลต่อการเกิดข้างขึ้น – ข้างแรม (การแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์)

- ก. การหมุนรอบตัวเองของโลก
- ข. การโคจรรอบดวงอาทิตย์ของโลก
- ค. การโคจรรอบโลกของดวงจันทร์
- ง. แกนโลกเอียงสัมพันธ์กับการโคจรรอบดวงอาทิตย์ของโลก

ข้อที่ 9 เราเห็นดวงจันทร์ขึ้นเข้าไปประมาณวันละ 50 นาาทีเป็นผลเกิดจากอะไร (การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์)

- ก. ดวงจันทร์ได้รับแสงจากดวงอาทิตย์ในแต่ละบริเวณแตกต่างกัน
- ข. เมื่อดวงจันทร์โคจรรอบโลกจะหันส่วนสว่างมายังโลกแตกต่างกัน
- ค. โลกหมุนรอบตัวเอง ซึ่งจะหันหน้าเข้าดวงจันทร์ในทิศทางที่แตกต่างกัน
- ง. โลกหมุนรอบดวงอาทิตย์และขณะเดียวกันดวงจันทร์ก็หมุนรอบโลก ทำให้บางครั้งดวงจันทร์ไปบดบังแสงจากดวงอาทิตย์ที่ส่องมายังโลก

ข้อที่ 10 ข้อใดกล่าวถึงความแตกต่างของการเกิดข้างขึ้น – ข้างแรมได้ถูกต้อง (การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์)

ข้อ	ข้างขึ้น	ข้างแรม
ก.	ระยะเวลาประมาณ 15 วัน	ระยะเวลาประมาณ 14 วัน
ข.	ดวงจันทร์จะมีแสงสว่างในตัวเอง	ดวงจันทร์จะไม่มีแสงสว่างในตัวเอง
ค.	จะมองเห็นดวงจันทร์เกิดข้างขึ้นช่วงเช้ามืด	จะมองเห็นดวงจันทร์เกิดข้างขึ้นช่วงหัวค่ำ
ง.	เป็นช่วงเวลาที่พระจันทร์มืดและสว่างขึ้นเรื่อย ๆ จนพระจันทร์เต็มดวง	เป็นช่วงเวลาที่พระจันทร์เต็มดวงแล้วค่อย ๆ เล็กลงจนมืดหรือมองไม่เห็นดวงจันทร์

แบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ ชุดที่ 1
เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

สำหรับครู

คำชี้แจง : อ่านคำชี้แจงให้เข้าใจก่อนทำแบบวัดการรู้วิทยาศาสตร์

1. แบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ฉบับนี้เป็นแบบปรนัยและอัตนัย ประกอบด้วย
 สถานการณ์ จำนวน 4 สถานการณ์ ทั้งหมด 10 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน คะแนนเต็ม 10
 คะแนน
2. แบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์นี้ให้ใช้เวลาในการทำ 60 นาที
3. แบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ฉบับนี้มีทั้งหมด 7 หน้า (รวมใบปะหน้าและ
 กระดาษคำตอบ)
4. ให้นักเรียนเขียนชื่อ – สกุล ชั้น เลขที่ ลงในกรอบข้างล่างด้วยลายมือบรรจง
5. เขียนคำตอบด้วยปากกาสีน้ำเงินหรือสีดำเท่านั้น
6. อนุญาตให้ทำการขีดเขียน และทดเลขลงบนแบบวัดการรู้วิทยาศาสตร์ได้
7. เมื่อทำแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์เสร็จแล้วให้ส่งแบบวัดการรู้วิทยาศาสตร์คืนครูให้
 ครบถ้วน

ข้อมูลของผู้ทำแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์

ชื่อ - นามสกุล

.....

ชั้น **เลขที่**

สถานการณ์ที่ 1

โลกและดวงจันทร์อยู่ห่างกันเป็นระยะ 3.84×10^8 เมตร ดวงจันทร์มีมวล 7.35×10^{22} กิโลกรัม โลกมีมวล 5.98×10^{24} กิโลกรัม

ข้อที่ 1 การที่ดวงจันทร์โคจรรอบโลกเป็นผลเนื่องจากอะไร (การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์)

- ก. แรงผลักรหว่างดวงอาทิตย์ที่มีต่อโลก ซึ่งมีขนาดเท่ากับ $F = \frac{Gm_1m_2}{r^2}$
- ข. แรงผลักรหว่างโลกที่มีต่อดวงอาทิตย์ ซึ่งมีขนาดเท่ากับ $F = \frac{Gm_1m_2}{r^2}$
- ค. แรงดึงดูดระหว่างดวงอาทิตย์กับโลก ซึ่งมีขนาดเท่ากับ $F = \frac{Gm_1m_2}{r^2}$
- ง. แรงดึงดูดระหว่างโลกกับดวงจันทร์ ซึ่งมีขนาดเท่ากับ $F = \frac{Gm_1m_2}{r^2}$

เนื่องจากการโคจรของดวงจันทร์รอบโลกเป็นผลมาจากมีแรงกระทำระหว่างดวงอาทิตย์กับดาว

เคราะห์ ซึ่งเป็นแรงดึงดูดซึ่งกันและกัน มีขนาด $F = \frac{Gm_1m_2}{r^2}$

ข้อที่ 2 จากสถานการณ์ที่ 1 แทนค่าตัวแปรของสมการแรงดึงดูดระหว่างมวลถูกหรือผิด (การแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์)

คำตอบ : 1 คะแนน ตอบ ข้อ ก และ ง “ถูกต้อง” และตอบข้อ ข และ ค “ไม่ถูกต้อง”

คำตอบ : 0 คะแนน ตอบ ข้อ ข และ ค “ถูกต้อง” และตอบข้อ ก และ ง “ไม่ถูกต้อง”

ตัวแปร	ถูกต้องหรือไม่ถูกต้อง
ก. $r = 3.84 \times 10^8$ เมตร	<u>ถูกต้อง</u> / ไม่ถูกต้อง
ข. $m_{\text{โลก}} = 7.35 \times 10^{22}$ กิโลกรัม	ถูกต้อง / <u>ไม่ถูกต้อง</u>
ค. $m_{\text{ดวงจันทร์}} = 5.98 \times 10^{24}$ กิโลกรัม	ถูกต้อง / <u>ไม่ถูกต้อง</u>
ง. $G = 6.674 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$	<u>ถูกต้อง</u> / ไม่ถูกต้อง

เนื่องจาก ดวงจันทร์มีมวล 7.35×10^{22} กิโลกรัม จะได้ $m_{\text{ดวงจันทร์}} = 7.35 \times 10^{22}$ กิโลกรัม และ โลกมีมวล 5.98×10^{24} กิโลกรัม จะได้ $m_{\text{โลก}} = 5.98 \times 10^{24}$ กิโลกรัม

ข้อที่ 3 จากสถานการณ์ที่ 1 จงแสดงวิธีหาขนาดแรงดึงดูดระหว่างมวลของโลกกับดวงจันทร์อย่างละเอียด (การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์)

ตอบ

$$F = \frac{Gm_1m_2}{r^2}$$

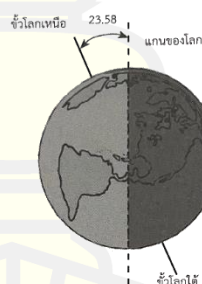
$$= \frac{6.674 \times 10^{-11} \times 7.35 \times 10^{22} \times 5.98 \times 10^{24}}{(3.84 \times 10^8)^2}$$

$$= 19 \times 10^{20} \text{ นิวตัน}$$

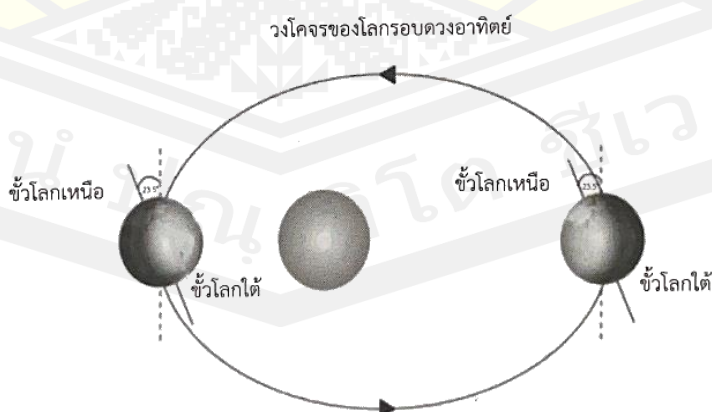
แรงดึงดูดระหว่างมวลของโลกกับดวงจันทร์ 19×10^{20} นิวตัน

สถานการณ์ที่ 2

โลกเป็นดาวเคราะห์ 1 ใน 8 ดวง ที่โคจรรอบดวงอาทิตย์ ในระบบสุริยะที่มีดวงอาทิตย์เป็นศูนย์กลางใช้เวลาโคจร 1 รอบ ประมาณ 356 วันหรือ 1 ปี ในขณะที่โลกโคจรรอบดวงอาทิตย์โลกยังหมุนรอบตัวเองอีกด้วย และยังพบว่า แกนของโลกจะเอียง (แกนของโลก คือ เส้นที่ลากผ่านจากขั้วโลกเหนือมายังขั้วโลกใต้) ทำมุม 23.5 องศา (ดังรูป) ซึ่งขณะโคจรรอบดวงอาทิตย์และหมุนรอบตัวเอง แกนของโลกยังคงมีลักษณะเอียงจึงทำให้เกิดปรากฏการณ์หนึ่ง เรียกว่า ฤดูกาล



รูปแสดงลักษณะการเอียงของโลกทำมุม 23.5 องศา



รูปแสดงการโคจรของโลกรอบดวงอาทิตย์

เมื่อแกนโลกเอียงทำมุม 23.5 องศา จึงทำให้แต่ละช่วงของปีและแต่ละบริเวณได้รับแสงจากดวงอาทิตย์ไม่เท่ากัน อุณหภูมิจึงต่างกันทำให้เกิดฤดูกาลต่าง ๆ ขึ้น ประเทศที่อยู่เขตอบอุ่นและเขตร้อนมี 4 ฤดู ได้แก่ ฤดูใบไม้ผลิ ฤดูร้อน ฤดูใบไม้ร่วง และฤดูหนาว สำหรับประเทศไทยมี 3 ฤดู ได้แก่ ฤดูฝน ฤดูหนาวและฤดูร้อน

ข้อที่ 4 ข้อใดมีผลต่อการเกิดฤดูกาลของโลก (การแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์)

- ก. การหมุนรอบตัวเองของโลก
- ข. การโคจรรอบดวงอาทิตย์ของโลก
- ค. แกนโลกเอียงสัมพันธ์กับการหมุนรอบตัวเองของโลก

ง. แกนโลกเอียงสัมพันธ์กับการโคจรรอบดวงอาทิตย์ของโลก

เนื่องจาก ขณะโลกโคจรรอบดวงอาทิตย์แกนโลกจะเอียงทำมุม 23.5 องศาตลอดเวลา จึงทำให้เกิดฤดูกาลในรอบปีนั้น ๆ

ข้อที่ 5 ข้อใดเป็นการอธิบายความหมายของฤดูกาลได้ถูกต้องที่สุด (การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์)

- ก. การเปลี่ยนแปลงสภาพของภูมิอากาศบนโลก
- ข. พื้นที่ต่าง ๆ บนโลกได้รับแสงจากดวงอาทิตย์ไม่เท่ากัน

ค. พื้นที่ต่าง ๆ บนโลกมีอุณหภูมิในช่วงของปีไม่เท่ากัน เนื่องจากแต่ละพื้นที่ได้รับแสงอาทิตย์ไม่เท่ากัน

- ง. พื้นที่ต่าง ๆ บนโลกมีอุณหภูมิในแต่ละช่วงของวันไม่เท่ากัน เนื่องจากแต่ละพื้นที่ได้รับแสงอาทิตย์ไม่เท่ากัน

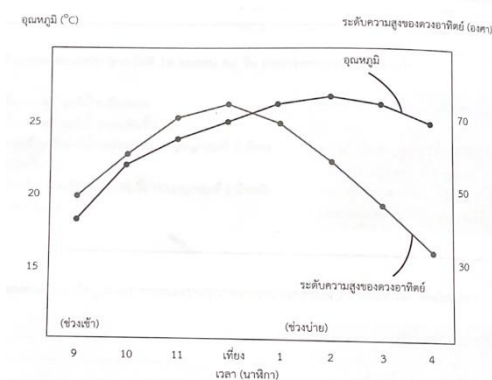
เนื่องจากโลกโคจรรอบดวงอาทิตย์ใช้เวลา 1 ปี ขณะที่โลกโคจรรอบดวงอาทิตย์ โลกจะเอียงทำมุม 23.5 องศาตลอดเวลา ดังนั้นแต่ละพื้นที่บนโลกจะได้รับแสงจากดวงอาทิตย์ไม่เท่ากัน อุณหภูมิจึงต่างกัน ทำให้เกิดฤดูกาล

สถานการณ์ที่ 3

โลกหมุนรอบตัวเอง 1 รอบ ใช้เวลา 24 ชั่วโมง หรือ 1 วัน โดยมีทิศทางการหมุนจากทิศตะวันตกไปยังทิศตะวันออก การหมุนรอบตัวเองของโลกทำให้เราสังเกตเห็นการเคลื่อนที่ปรากฏของดวงอาทิตย์จากทิศตะวันออกไปยังทิศตะวันตก เรียกปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นว่า การขึ้นและตกของดวง

อาทิตย์ ซึ่งสังเกตเห็นได้จากบริเวณขอบฟ้า โดยเรียกบริเวณที่ดวงอาทิตย์ขึ้นจากขอบฟ้าว่า ทิศตะวันออก และเรียกบริเวณที่ดวงอาทิตย์ตกจากขอบฟ้าว่า ทิศตะวันตก

นักเรียนกลุ่มหนึ่งต้องการรู้ว่า ตั้งแต่ดวงอาทิตย์ขึ้นสู่ขอบฟ้า แล้วเคลื่อนไปจนถึงดวงอาทิตย์ตกในช่วงเวลากลางวัน มีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของอากาศเป็นอย่างไร จึงใช้เครื่องมือทดลองวัดอุณหภูมิ คือ เทอร์โมมิเตอร์ และเครื่องมือวัดความสูงของดวงอาทิตย์ (วัดมุมเงย) ทำการทดลองวัดทุก 1 ชั่วโมง นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาสรุปและจัดทำข้อมูลที่ได้แสดงเป็นกราฟ ดังนี้



กราฟแสดงความสัมพันธ์ของระดับความสูงของดวงอาทิตย์ อุณหภูมิ และเวลา

ข้อที่ 6 เมื่อนักเรียนกลุ่มนี้นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาทำกราฟ แล้ววิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง ข้อความในตารางเป็นการสรุปที่ถูกต้องใช้หรือไม่ จงวงกลมล้อมรอบคำว่า “ถูกต้อง” หรือ “ไม่ถูกต้อง” (การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์)

คำตอบ : 1 คะแนน

ตอบ ข้อ ก และ ค “ถูกต้อง” และตอบข้อ ข และ ง “ไม่ถูกต้อง”

คำตอบ : 0 คะแนน

ตอบ ข้อ ข และ ง “ถูกต้อง” และตอบข้อ ก และ ค “ไม่ถูกต้อง”

ข้อความที่เขียนสรุปผลการทดลอง	ถูกต้องหรือไม่ถูกต้อง
ก.เมื่อดวงอาทิตย์เคลื่อนที่อยู่สูง ค่าอุณหภูมิก็จะสูง ถ้าเคลื่อนที่ต่ำ อุณหภูมิก็จะต่ำ	ถูกต้อง / ไม่ถูกต้อง
ข.อุณหภูมิที่ต่ำหรือที่สูงขึ้น ไม่สัมพันธ์กับความสูงของดวงอาทิตย์	ถูกต้อง / ไม่ถูกต้อง
ค.ช่วงเวลาและความสูงของดวงอาทิตย์มีผลต่อระดับอุณหภูมิในแต่ละวัน	ถูกต้อง / ไม่ถูกต้อง
ง.ขณะที่ดวงอาทิตย์ขึ้นและดวงอาทิตย์ตก อุณหภูมิจะไม่มีการเปลี่ยนแปลง	ถูกต้อง / ไม่ถูกต้อง

ข้อที่ 7 ถ้าสังเกตท้องฟ้าในเวลากลางคืนจะพบว่า ดวงดาวขึ้นทางทิศตะวันออกและเคลื่อนที่ไปยังทิศตะวันตก ข้อใดต่อไปนี้ถูกต้อง (การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์)

- ก. โลกหมุนรอบตัวเองจากทิศตะวันออกไปยังทิศตะวันตก
- ข. **โลกหมุนรอบตัวเองจากทิศตะวันตกไปยังทิศตะวันออก**
- ค. โลกโคจรรอบดวงอาทิตย์จากทิศตะวันออกไปยังทิศตะวันตก
- ง. โลกโคจรรอบดวงอาทิตย์จากทิศตะวันตกไปยังทิศตะวันออก

เนื่องจากโลกหมุนรอบตัวเองจากทิศตะวันตกไปยังทิศตะวันออก คนบนโลกเหมือนโลกอยู่นิ่ง จึงเห็นดาวบนท้องฟ้าเคลื่อนที่

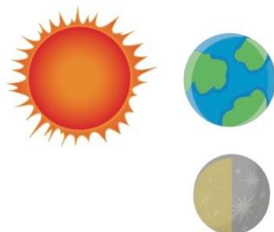
สถานการณ์ที่ 4

ดวงจันทร์ไม่มีแสงสว่างในตัวเอง แต่ได้รับแสงสว่างจากดวงอาทิตย์ แล้วสะท้อนแสงมายังโลก เนื่องจากดวงจันทร์ใช้เวลาหมุนรอบตัวเองเท่ากับเวลาที่ใช้ในการโคจรรอบโลก ทำให้ดวงจันทร์หันด้านเดียวเข้าหาโลก เมื่อดวงจันทร์โคจรรอบโลกจะหันส่วนสว่างมายังโลก ทำให้เราสังเกตเห็นส่วนสว่างของดวงจันทร์แตกต่างกันในแต่ละวัน เกิดเป็นข้างขึ้น - ข้างแรม หรือวิถีจันทร์ (The moon's phase) ซึ่งการเปลี่ยนแปลงนี้จะเกิดขึ้นครบรอบในหนึ่งเดือน เรียกช่วงเวลาที่พระจันทร์มืดและสว่างขึ้นเรื่อย ๆ จนพระจันทร์เต็มดวงว่า ข้างขึ้น (ใช้เวลาประมาณ 15 วัน เรียกขึ้น 1 ค่ำ - ขึ้น 15 ค่ำ) และเรียกช่วงเวลาที่พระจันทร์เต็มดวงแล้วค่อย ๆ เล็กลงจนมืดหรือมองไม่เห็นดวงจันทร์ว่า ข้างแรม (ใช้เวลาประมาณ 15 วัน เรียก แรม 1 ค่ำ - แรม 14 ค่ำ สำหรับเดือนคี่ และ แรม 1 ค่ำ - แรม 15 ค่ำ สำหรับเดือนคู่) ดังนั้นในหนึ่งรอบหรือหนึ่งเดือนจันทร์คติ ใช้เวลาเฉลี่ยประมาณ 29.5 วัน

ความสัมพันธ์ของดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์ และโลก

1. ดวงจันทร์โคจรรู้อยู่ระหว่างโลกกับดวงอาทิตย์เมื่อดวงจันทร์โคจรอยู่ระหว่างโลกกับดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์หันด้านเงามืดเข้าหาโลก ตำแหน่งปรากฏของดวงจันทร์อยู่ใกล้กับดวงอาทิตย์ แสงสว่างของดวงอาทิตย์ทำให้เรามองไม่เห็นดวงจันทร์ได้เลย เรียกว่าเป็น วันแรม 15 ค่ำ ซึ่งเป็นวันที่ดวงจันทร์มืดทั้งดวง เรียกว่า จันทร์ดับ
2. ดวงจันทร์โคจรอยู่ด้านตรงข้ามกับดวงอาทิตย์เมื่อดวงจันทร์โคจรอยู่ด้านตรงข้ามกับดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์หันด้านที่ได้รับแสงอาทิตย์เข้าหาโลก ทำให้เราเห็นพระจันทร์เต็มดวง เรียกว่า วันขึ้น 15 ค่ำ หรือวันเพ็ญ

3. ดวงจันทร์โคจรรอบอยู่ตั้งฉากระหว่างโลกกับดวงอาทิตย์ เมื่อดวงจันทร์โคจรรอบอยู่ตั้งฉากระหว่างโลกกับดวงอาทิตย์ ทำให้เรามองเห็นด้านสว่างและด้านมืดของดวงจันทร์มีขนาดเท่ากัน โดยเรียกว่าเป็น วันขึ้น 8 ค่ำ และวันแรม 8 ค่ำ



รูปแสดงดวงจันทร์โคจรรอบอยู่ตั้งฉากระหว่างโลกกับดวงอาทิตย์

ข้อที่ 8 ข้อใดมีผลต่อการเกิดข้างขึ้น – ข้างแรม (การแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์)

- ก. การหมุนรอบตัวเองของโลก
- ข. การโคจรรอบดวงอาทิตย์ของโลก
- ค. การโคจรรอบโลกของดวงจันทร์**
- ง. แกนโลกเอียงสัมพันธ์กับการโคจรรอบดวงอาทิตย์ของโลก

เนื่องจากการเกิดข้างขึ้น – ข้างแรม เป็นการโคจรรอบโลกของดวงจันทร์ ดวงจันทร์ไม่มีแสงสว่างในตัวเอง แต่ได้รับแสงสว่างจากดวงอาทิตย์ แล้วสะท้อนแสงมายังโลก ทำให้เราสังเกตเห็นส่วนสว่างของดวงจันทร์แตกต่างกันในแต่ละวัน

ข้อที่ 9 เราเห็นดวงจันทร์ขึ้นเข้าไปประมาณวันละ 50 นาทีเป็นผลเกิดจากอะไร (การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์)

- ก. ดวงจันทร์ได้รับแสงจากดวงอาทิตย์ในแต่ละบริเวณแตกต่างกัน
- ข. เมื่อดวงจันทร์โคจรรอบโลกจะหันส่วนสว่างมายังโลกแตกต่างกัน**
- ค. โลกหมุนรอบตัวเอง ซึ่งจะหันหน้าเข้าดวงจันทร์ในทิศทางที่ต่างกัน
- ง. โลกหมุนรอบดวงอาทิตย์และขณะเดียวกันดวงจันทร์ก็หมุนรอบโลก ทำให้บางครั้งดวงจันทร์ไปบดบังแสงจากดวงอาทิตย์ที่ส่องมายังโลก

เนื่องจากดวงจันทร์ใช้เวลาหมุนรอบตัวเองเท่ากับเวลาที่ใช้ในการโคจรรอบโลก ทำให้ดวงจันทร์หันด้านเดียวเข้าหาโลก เมื่อดวงจันทร์โคจรรอบโลกจะหันส่วนสว่างมายังโลก ทำให้เราสังเกตเห็นส่วนสว่างของดวงจันทร์แตกต่างกันในแต่ละวัน

ข้อที่ 10 ข้อใดกล่าวถึงความแตกต่างของการเกิดข้างขึ้น – ข้างแรมได้ถูกต้อง (การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์)

ข้อ	ข้างขึ้น	ข้างแรม
ก.	ระยะเวลาประมาณ 15 วัน	ระยะเวลาประมาณ 14 วัน
ข.	ดวงจันทร์จะมีแสงสว่างในตัวเอง	ดวงจันทร์จะไม่มีแสงสว่างในตัวเอง
ค.	จะมองเห็นดวงจันทร์เกิดข้างขึ้นช่วงเช้ามืด	จะมองเห็นดวงจันทร์เกิดข้างขึ้นช่วงหัวค่ำ
ง.	<u>เป็นช่วงเวลาที่พระจันทร์มืดและสว่างขึ้นเรื่อย ๆ จนพระจันทร์เต็มดวง</u>	<u>เป็นช่วงเวลาที่พระจันทร์เต็มดวงแล้วค่อย ๆ เล็กลงจนมืดหรือมองไม่เห็นดวงจันทร์</u>

เนื่องจากข้างขึ้น - ข้างแรม หรือวิถีจันทร์ (The moon's phase) ซึ่งการเปลี่ยนแปลงนี้จะเกิดขึ้นครบรอบในหนึ่งเดือน เรียกช่วงเวลาที่พระจันทร์มืดและสว่างขึ้นเรื่อย ๆ จนพระจันทร์เต็มดวงว่าข้างขึ้น (ใช้เวลาประมาณ 15 วัน เรียก ขึ้น 1 ค่ำ – ขึ้น 15 ค่ำ) และเรียกช่วงเวลาที่พระจันทร์เต็มดวงแล้วค่อย ๆ เล็กลงจนมืดหรือมองไม่เห็นดวงจันทร์ว่า ข้างแรม (ใช้เวลาประมาณ 15 วัน เรียก แรม 1 ค่ำ – แรม 14 ค่ำ สำหรับเดือนคี่ และแรม 1 ค่ำ – แรม 15 ค่ำ สำหรับเดือนคู่) ดังนั้นในหนึ่งรอบหรือหนึ่งเดือนจันทรคติ ใช้เวลาเฉลี่ยประมาณ 29.5 วัน

พหุณ ปณ จิต ชีเว

ภาคผนวก จ ผลการวิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือวิจัย



แบบประเมินแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ วงจรปฏิบัติการที่ 1

แผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบการสืบเสาะความรู้ 5 ขั้น

ร่วมกับการบูรณาการเทคโนโลยีการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK)

เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ภาคเรียนที่ 1 ประจำปีการศึกษา 2565

จำนวน 8 แผน (12 ชั่วโมง)

คำชี้แจง

โปรดพิจารณาแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบการสืบเสาะความรู้ 5 ขั้น
ร่วมกับการบูรณาการเทคโนโลยีการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) มีความเหมาะสมในด้านต่าง ๆ
ตามที่กำหนดหรือไม่ โดยให้ท่านทำเครื่องหมาย / ลงในช่อง “ระดับความเหมาะสมตามความคิดเห็น
ของท่าน ซึ่งมีเกณฑ์การประเมิน 5 ระดับ ดังนี้

5 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด

4 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก

3 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับปานกลาง

2 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับน้อย

1 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับน้อยที่สุด

ข้อ ที่	รายการประเมิน	ระดับคะแนน				
		5	4	3	2	1
1	จุดประสงค์การเรียนรู้					
	1.1 ความสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้					
	1.2 จุดประสงค์การเรียนรู้แสดงถึงพฤติกรรมของนักเรียนด้านพุทธิพิสัยอย่างชัดเจน					
	1.3 จุดประสงค์การเรียนรู้แสดงถึงพฤติกรรมของนักเรียนด้านทักษะพิสัยอย่างชัดเจน					

ข้อ ที่	รายการประเมิน	ระดับคะแนน				
		5	4	3	2	1
1	1.4 จุดประสงค์การเรียนรู้แสดงถึงพฤติกรรมของนักเรียนด้านจิตพิสัยอย่างชัดเจน					
	1.5 จุดประสงค์การเรียนรู้ครอบคลุมต่อสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์					
	1.6 จุดประสงค์การเรียนรู้ครอบคลุมต่อสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์					
	1.7 จุดประสงค์การเรียนรู้ครอบคลุมต่อสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์					
2	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้					
	2.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้					
	2.2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบการสืบเสาะความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับการบูรณาการเทคโนโลยีการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK)					
	2.3 กิจกรรมการเรียนรู้สามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์					
	2.4 กิจกรรมการเรียนรู้สามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์					
	2.5 กิจกรรมการเรียนรู้สามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์					
	2.6 กิจกรรมการเรียนรู้เปิดโอกาสให้นักเรียนลงมือปฏิบัติ					
	2.7 ระยะเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสม					

ข้อ ที่	รายการประเมิน	ระดับคะแนน				
		5	4	3	2	1
3	การกำหนดสื่อ/แหล่งการเรียนรู้					
	3.1 สื่อการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมต่อกิจกรรมการเรียนรู้					
3	3.2 สื่อการจัดการเรียนรู้สามารถช่วยส่งเสริมให้นักเรียนบรรลุตามจุดประสงค์การเรียนรู้					
4	การกำหนดการวัดและประเมินผล					
	4.1 ความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ สารการเรียนรู้ และกิจกรรมการเรียนรู้					
	4.2 ความชัดเจนของเครื่องมือที่ใช้ในการวัดประเมิน					
	4.3 ความชัดเจนของเกณฑ์การประเมิน					

ความคิดเห็นเพิ่มเติม

.....

.....

ลงชื่อผู้ประเมิน

(.....)

ตำแหน่ง

พูน ปรุ จิต ชีเว

ตาราง 31 ผลการวิเคราะห์คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ด้านความเหมาะสมของแผนปฏิบัติการการจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะความรู้ 5 ขั้น ตามกรอบแนวคิดการบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ วงจรปฏิบัติการที่ 1

ข้อ ที่	รายการประเมิน	คะแนนประเมินของผู้เชี่ยวชาญ					ค่าเฉลี่ย	แปลผล
		1	2	3	4	5		
1	จุดประสงค์การเรียนรู้						4.68	มากที่สุด
	1.1 ความสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	มากที่สุด
	1.2 จุดประสงค์การเรียนรู้แสดงถึงพฤติกรรมของนักเรียนด้านพุทธิพิสัยอย่างชัดเจน	4.75	4.75	4.75	5.00	5.00	4.85	มากที่สุด
	1.3 จุดประสงค์การเรียนรู้แสดงถึงพฤติกรรมของนักเรียนด้านทักษะพิสัยอย่างชัดเจน	4.00	4.00	4.00	4.25	3.50	3.95	มาก
	1.4 จุดประสงค์การเรียนรู้แสดงถึงพฤติกรรมของนักเรียนด้านจิตพิสัยอย่างชัดเจน	4.00	4.75	5.00	5.00	5.00	4.75	มากที่สุด
	1.5 จุดประสงค์การเรียนรู้ครอบคลุมต่อสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	4.25	5.00	4.25	4.50	5.00	4.60	มากที่สุด
	1.6 จุดประสงค์การเรียนรู้ครอบคลุมต่อสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	4.25	5.00	4.75	4.75	5.00	4.75	มากที่สุด
	1.7 จุดประสงค์การเรียนรู้ครอบคลุมต่อสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์	4.50	5.00	5.00	4.75	5.00	4.85	มากที่สุด

ข้อ ที่	รายการประเมิน	คะแนนประเมินของผู้เชี่ยวชาญ					ค่าเฉลี่ย	แปลผล
		1	2	3	4	5		
	พยานเชิงวิทยาศาสตร์							
2	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้						4.78	มากที่สุด
	2.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	5.00	5.00	5.00	4.50	4.90	มาก
	2.2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เป็นไปตามขั้นตอนการจัดการ เรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบการ สืบเสาะความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ การบูรณาการเทคโนโลยีการสอน เนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK)	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	มากที่สุด
	2.3 กิจกรรมการเรียนรู้สามารถ ส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาสมรรถนะ การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิง วิทยาศาสตร์	4.25	5.00	4.75	4.75	4.75	4.70	มากที่สุด
	2.4 กิจกรรมการเรียนรู้สามารถ ส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาสมรรถนะ การประเมินและออกแบบ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทาง วิทยาศาสตร์	4.25	5.00	4.25	5.00	5.00	4.70	มากที่สุด
	2.5 กิจกรรมการเรียนรู้สามารถ ส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาสมรรถนะ การแปลความหมายข้อมูลและ ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์	4.00	4.50	5.00	5.00	5.00	4.70	มากที่สุด
	2.6 กิจกรรมการเรียนรู้เปิดโอกาส ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติ	4.25	5.00	5.00	5.00	5.00	4.85	มากที่สุด

[illegible]

ตาราง 32 ผลการวิเคราะห์คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ด้านความเหมาะสมของแผนปฏิบัติการการจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะความรู้ 5 ขั้น ตามกรอบแนวคิดการบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ วงจรปฏิบัติการที่ 2

ข้อ ที่	รายการประเมิน	คะแนนประเมินของผู้เชี่ยวชาญ					ค่าเฉลี่ย	แปลผล
		1	2	3	4	5		
1	จุดประสงค์การเรียนรู้						4.82	มากที่สุด
	1.1 ความสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	มากที่สุด
	1.2 จุดประสงค์การเรียนรู้แสดงถึงพฤติกรรมของนักเรียนด้านพุทธิพิสัยอย่างชัดเจน	5.00	4.75	4.75	5.00	5.00	4.90	มากที่สุด
	1.3 จุดประสงค์การเรียนรู้แสดงถึงพฤติกรรมของนักเรียนด้านทักษะพิสัยอย่างชัดเจน	4.50	4.75	5.00	4.75	4.25	4.65	มากที่สุด
	1.4 จุดประสงค์การเรียนรู้แสดงถึงพฤติกรรมของนักเรียนด้านจิตพิสัยอย่างชัดเจน	4.75	4.75	5.00	5.00	5.00	4.90	มากที่สุด
	1.5 จุดประสงค์การเรียนรู้ครอบคลุมต่อสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	4.25	4.75	4.25	4.50	5.00	4.55	มากที่สุด
	1.6 จุดประสงค์การเรียนรู้ครอบคลุมต่อสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	4.50	5.00	4.75	4.75	5.00	4.80	มากที่สุด
	1.7 จุดประสงค์การเรียนรู้ครอบคลุมต่อสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์	4.75	5.00	5.00	5.00	5.00	4.95	มากที่สุด

ข้อ ที่	รายการประเมิน	คะแนนประเมินของผู้เชี่ยวชาญ					ค่าเฉลี่ย	แปลผล
		1	2	3	4	5		
	พยานเชิงวิทยาศาสตร์							
2	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้						4.81	มากที่สุด
	2.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	5.00	5.00	5.00	4.25	4.85	มากที่สุด
	2.2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เป็นไปตามขั้นตอนการจัดการ เรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบการ สืบเสาะความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับการ บูรณาการเทคโนโลยีการสอน เนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK)	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	มากที่สุด
	2.3 กิจกรรมการเรียนรู้สามารถ ส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาสมรรถนะ การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิง วิทยาศาสตร์	4.25	4.50	4.75	4.75	4.75	4.60	มากที่สุด
	2.4 กิจกรรมการเรียนรู้สามารถ ส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาสมรรถนะ การประเมินและออกแบบ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทาง วิทยาศาสตร์	4.75	5.00	4.50	5.00	5.00	4.85	มากที่สุด
	2.5 กิจกรรมการเรียนรู้สามารถ ส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาสมรรถนะ การแปลความหมายข้อมูลและ ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์	4.5	4.75	5.00	5.00	5.00	4.85	มากที่สุด
	2.6 กิจกรรมการเรียนรู้เปิดโอกาส	4.75	5.00	5.00	5.00	5.00	4.95	มากที่สุด

[illegible]

แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างตัวบ่งชี้สมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์กับ
แบบวัดการรู้วิทยาศาสตร์ของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ ชุดที่ 1
โดยการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบการสืบเสาะความรู้ 5 ขั้น
ร่วมกับการบูรณาการเทคโนโลยีการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK)
เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
สำหรับผู้เชี่ยวชาญ

คำชี้แจง

1. แบบประเมินฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับความสอดคล้องระหว่างตัวบ่งชี้สมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์กับแบบวัดการรู้วิทยาศาสตร์ของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ เพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ ชุดที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบการสืบเสาะความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับการบูรณาการเทคโนโลยีการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

2. แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างตัวบ่งชี้สมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์กับแบบวัดการรู้วิทยาศาสตร์ แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 รายการประเมินเกี่ยวกับความสอดคล้องระหว่างตัวบ่งชี้สมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์กับแบบวัดการรู้วิทยาศาสตร์ แบ่งตามระดับค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) โปรดทำเครื่องหมาย / ลงในช่อง “คะแนนการพิจารณาความสอดคล้อง” ดังนี้

1 คือ แน่ใจ ว่าข้อสอบนั้นสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนด

0 คือ ไม่แน่ใจ ว่าข้อสอบนั้นสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดหรือไม่

-1 คือ แน่ใจ ว่าข้อสอบนั้นไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนด

ส่วนที่ 2 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม หากมีข้อเสนอแนะเพิ่มเติม กรุณาเขียนลงในช่องว่างที่กำหนด

*** ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ในความกรุณาของท่าน ***

พูน ปณ จิต ชีวะ

ส่วนที่ 1 รายการประเมินเกี่ยวกับความสอดคล้องระหว่างตัวบ่งชี้สมรรถนะการรู้
วิทยาศาสตร์กับแบบวัดการรู้วิทยาศาสตร์

รายการประเมิน (ตัวบ่งชี้สมรรถนะ)	คำถาม ข้อที่	คะแนนการพิจารณา ความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
		1	0	-1	
สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์					
1. นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการสร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล	1				
	2				
	7				
2. เสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการอธิบาย	8				
	10				
3. พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์ และให้เหตุผลที่สมเหตุสมผล	13				
	14				
สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์					
1. ระบุปัญหาที่ต้องการสำรวจในการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้	9				
2. แยกแยะได้ว่าประเด็นปัญหาหรือคำถามใดสามารถตรวจสอบได้ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	15				
3. เสนอวิธีการสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้	4				
	5				
4. ประเมินวิธีการสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้	6				
สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์					
1. แปลงข้อมูลที่น่าเสนอจากรูปแบบหนึ่งไปสู่อารูปแบบอื่น	3				
2. วิเคราะห์และแปลความหมายของข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ แล้วลงข้อสรุป	6				
	12				
3. ระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยาน และเหตุผลในเรื่องที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์	11				

ส่วนที่ 2 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

โดยภาพรวมคุณภาพระหว่างตัวบ่งชี้สมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์กับแบบวัดการรู้
วิทยาศาสตร์ อยู่ในระดับ

☐

ดีมาก

☐

ดี

☐

ปานกลาง

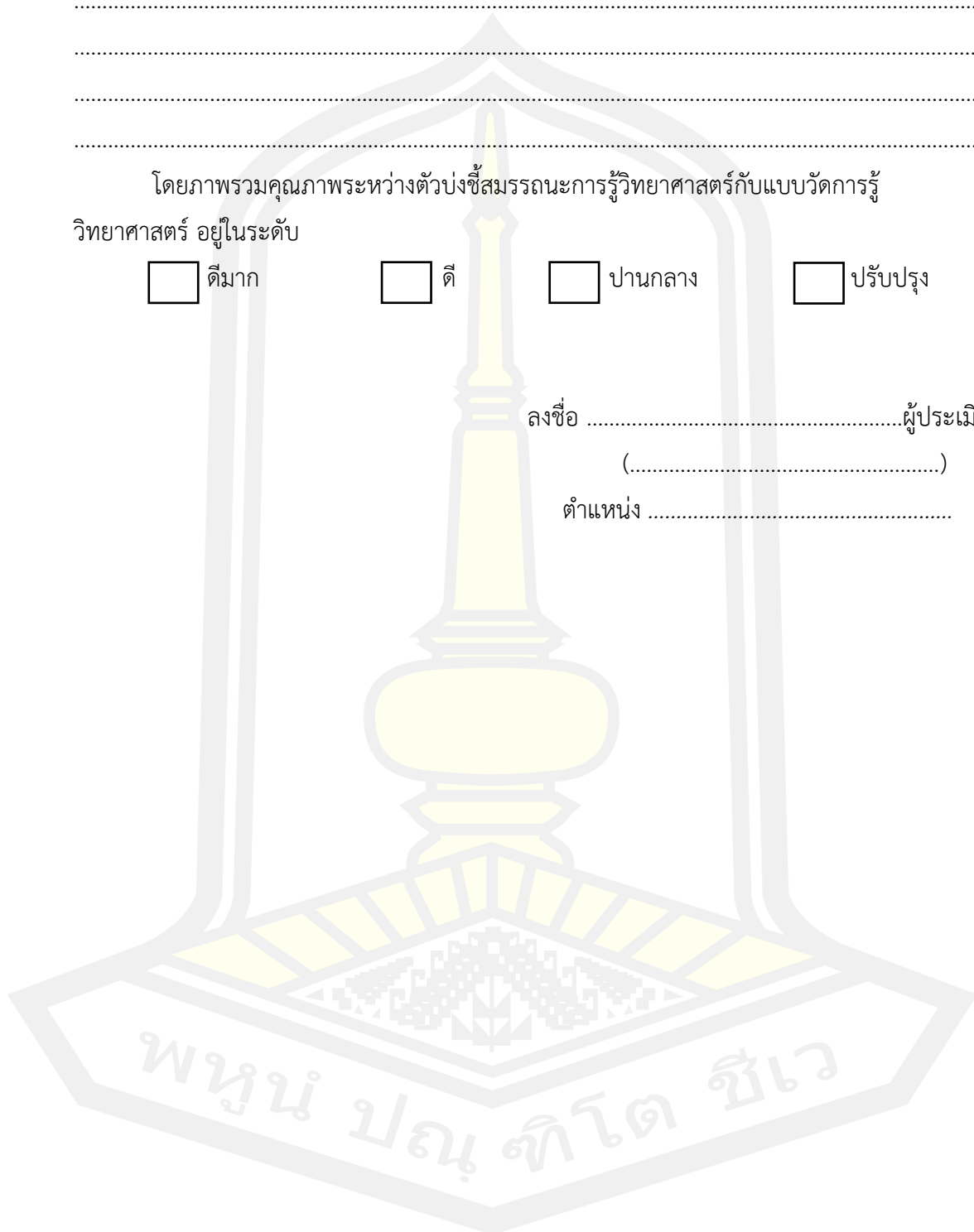
☐

ปรับปรุง

ลงชื่อผู้ประเมิน

(.....)

ตำแหน่ง



แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างตัวบ่งชี้สมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์กับ
แบบวัดการรู้วิทยาศาสตร์ของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ ชุดที่ 2
โดยการจัดการเรียนรู้อิวิทยาศาสตร์แบบการสืบเสาะความรู้ 5 ขั้น
ร่วมกับการบูรณาการเทคโนโลยีการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK)
เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
สำหรับผู้เชี่ยวชาญ

คำชี้แจง

1. แบบประเมินฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับความสอดคล้องระหว่างตัวบ่งชี้สมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์กับแบบวัดการรู้วิทยาศาสตร์ของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ เพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ ชุดที่ 2 โดยการจัดการเรียนรู้อิวิทยาศาสตร์แบบการสืบเสาะความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับการบูรณาการเทคโนโลยีการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

2. แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างตัวบ่งชี้สมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์กับแบบวัดการรู้วิทยาศาสตร์ แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 รายการประเมินเกี่ยวกับความสอดคล้องระหว่างตัวบ่งชี้สมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์กับแบบวัดการรู้วิทยาศาสตร์ แบ่งตามระดับค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) โปรดทำเครื่องหมาย / ลงในช่อง “คะแนนการพิจารณาความสอดคล้อง” ดังนี้

1 คือ แน่ใจ ว่าข้อสอบนั้นสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนด

0 คือ ไม่แน่ใจ ว่าข้อสอบนั้นสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดหรือไม่

-1 คือ แน่ใจ ว่าข้อสอบนั้นไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่

กำหนด

ส่วนที่ 2 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม หากมีข้อเสนอแนะเพิ่มเติม กรุณาเขียนลงในช่องว่างที่กำหนด

*** ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ในความกรุณาของท่าน ***

ส่วนที่ 1 รายการประเมินเกี่ยวกับความสอดคล้องระหว่างตัวบ่งชี้สมรรถนะการรู้
วิทยาศาสตร์กับแบบวัดการรู้วิทยาศาสตร์

รายการประเมิน (ตัวบ่งชี้สมรรถนะ)	คำถาม ข้อที่	คะแนนการพิจารณา ความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
		1	0	-1	
สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์					
1. นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการ สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล	6				
	16				
2. เสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการ อธิบาย	7				
3. พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิง วิทยาศาสตร์ และให้เหตุผลที่ สมเหตุสมผล	1				
	15				
	17				
สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์					
1. ระบุปัญหาที่ต้องการสำรวจใน การศึกษาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้	8				
2. แยกแยะได้ว่าประเด็นปัญหาหรือ คำถามใดสามารถตรวจสอบได้ด้วย กระบวนการทางวิทยาศาสตร์	2				
3. เสนอวิธีการสำรวจตรวจสอบปัญหา ทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้	14				
4. ประเมินวิธีการสำรวจตรวจสอบ ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้	3				
สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์					
1. แปลงข้อมูลที่น่าเสนอจากรูปแบบ หนึ่งไปสู่รูปแบบอื่น	9				
	11				
	12				
2. วิเคราะห์และแปลความหมายของ	4				

รายการประเมิน (ตัวบ่งชี้สมรรถนะ)	คำถาม ข้อที่	คะแนนการพิจารณา ความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
		1	0	-1	
ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ แล้วลงข้อสรุป	5				
	13				
3. ระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยาน และเหตุผลในเรื่องที่เกี่ยวกับ วิทยาศาสตร์	10				

ส่วนที่ 2 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

โดยภาพรวมคุณภาพระหว่างตัวบ่งชี้สมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์กับแบบวัดการรู้
วิทยาศาสตร์ อยู่ในระดับ

☐

ดีมาก

☐

ดี

☐

ปานกลาง

☐

ปรับปรุง

ลงชื่อผู้ประเมิน
(.....)

ตำแหน่ง

พูน ปณ จิโต ชีเว

ตาราง 33 ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถามกับแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ ชุดที่ 1

รายการประเมิน (ตัวบ่งชี้สมรรถนะ)	คำถาม ข้อที่	คะแนนประเมินของ ผู้เชี่ยวชาญ					ค่าเฉลี่ย	แปลผล
		1	2	3	4	5		
สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์								
1. นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการ สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล	1	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	2	0	1	0	1	0	0.40	ปรับปรุงหรือ ตัดทิ้ง
	7	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
2. เสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการ อธิบาย	8	0	1	0	1	0	0.40	ปรับปรุงหรือ ตัดทิ้ง
	10	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
3. พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิง วิทยาศาสตร์ และให้เหตุผลที่ สมเหตุสมผล	13	0	1	0	1	0	0.40	ปรับปรุงหรือ ตัดทิ้ง
	14	1	1	0	1	1	0.80	ใช้ได้
สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์								
1. ระบุปัญหาที่ต้องการสำรวจใน การศึกษาทางวิทยาศาสตร์ที่ กำหนดให้	9	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
2. แยกแยะได้ว่าประเด็นปัญหาหรือ คำถามใดสามารถตรวจสอบได้ด้วย กระบวนการทางวิทยาศาสตร์	15	0	0	1	1	0	0.40	ปรับปรุงหรือ ตัดทิ้ง
3. เสนอวิธีการสำรวจตรวจสอบ ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้	4	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	5	0	0	1	0	1	0.40	ปรับปรุงหรือ ตัดทิ้ง
4. ประเมินวิธีการสำรวจตรวจสอบ ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้	6	1	1	0	1	0	0.60	ใช้ได้
สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์								
1. แปลงข้อมูลที่น่าเสนอจากรูปแบบ หนึ่งไปสู่รูปแบบอื่น	3	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้

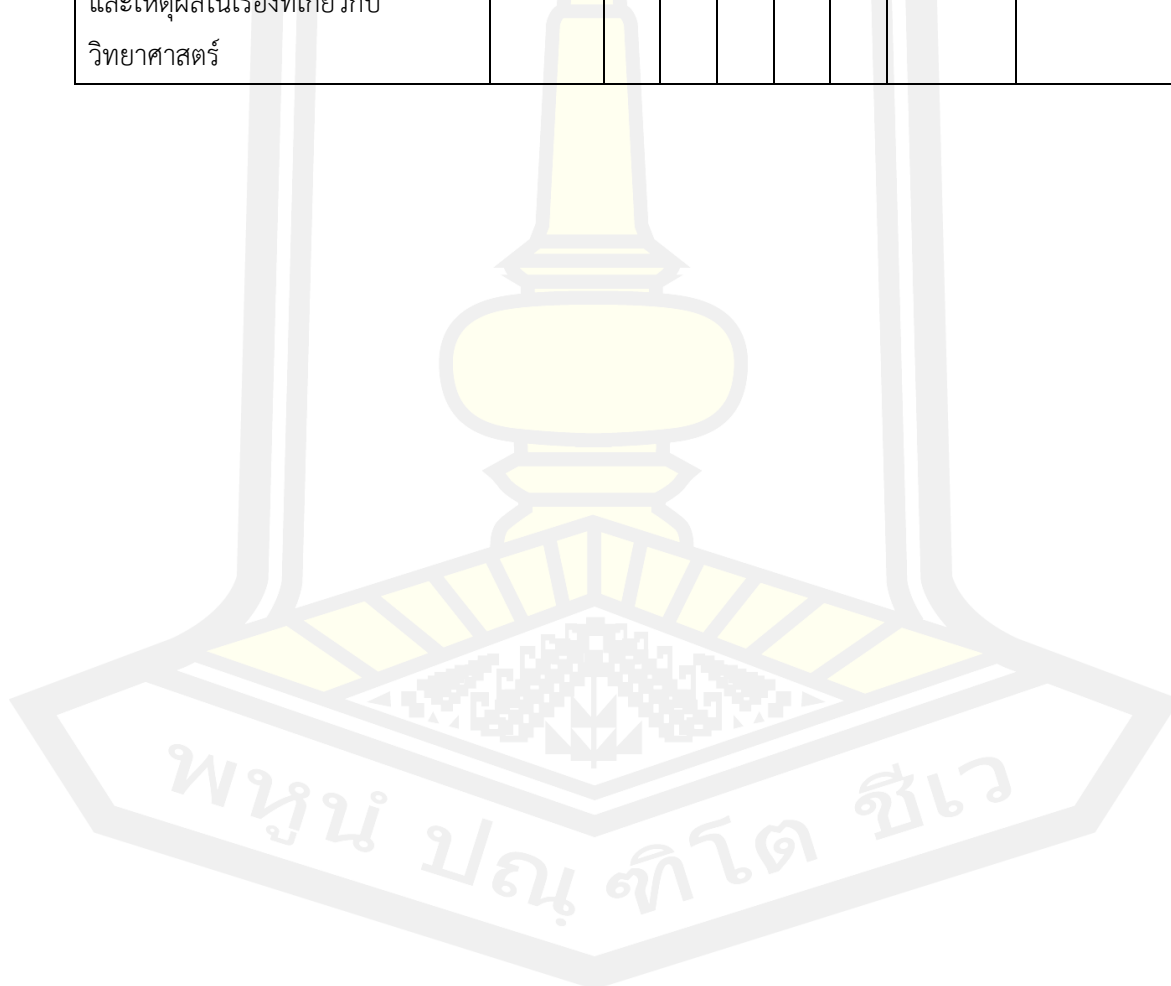
รายการประเมิน (ตัวบ่งชี้สมรรถนะ)	คำถาม ข้อที่	คะแนนประเมินของ ผู้เชี่ยวชาญ					ค่าเฉลี่ย	แปลผล
		1	2	3	4	5		
2. วิเคราะห์และแปลความหมายของ ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ แล้วลง ข้อสรุป	12	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
3. ระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยาน และเหตุผลในเรื่องที่เกี่ยวกับ วิทยาศาสตร์	11	1	0	0	0	1	0.40	ปรับปรุงหรือ ตัดทิ้ง



ตาราง 34 ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถามกับแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ ชุดที่ 2

รายการประเมิน (ตัวบ่งชี้สมรรถนะ)	คำถาม ข้อที่	คะแนนประเมินของ ผู้เชี่ยวชาญ					ค่าเฉลี่ย	แปลผล
		1	2	3	4	5		
สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์								
1. นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการ สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล	6	1	1	1	1	1	0.40	ปรับปรุงหรือ ตัดทิ้ง
	16	0	1	1	1	0	0.60	ใช้ได้
2. เสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการ อธิบาย	7	1	1	0	1	1	0.80	ใช้ได้
3. พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิง วิทยาศาสตร์ และให้เหตุผลที่ สมเหตุสมผล	1	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	15	1	1	1	1	1	0.40	ปรับปรุงหรือ ตัดทิ้ง
	17	0	1	1	1	1	0.80	ใช้ได้
สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์								
1. ระบุปัญหาที่ต้องการสำรวจใน การศึกษาทางวิทยาศาสตร์ที่ กำหนดให้	8	1	1	1	1	0	0.80	ใช้ได้
2. แยกแยะได้ว่าประเด็นปัญหาหรือ คำถามใดสามารถตรวจสอบได้ด้วย กระบวนการทางวิทยาศาสตร์	2	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
3. เสนอวิธีการสำรวจตรวจสอบ ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้	14	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
4. ประเมินวิธีการสำรวจตรวจสอบ ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้	3	1	1	1	1	1	0.40	ปรับปรุงหรือ ตัดทิ้ง
สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์								
1. แปลงข้อมูลที่น่าเสนอจากรูปแบบ หนึ่งไปสู่รูปแบบอื่น	9	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	11	1	1	0	1	1	0.40	ปรับปรุงหรือ ตัดทิ้ง
	12	0	1	0	1	1	0.40	ปรับปรุงหรือ ตัดทิ้ง

รายการประเมิน (ตัวบ่งชี้สมรรถนะ)	คำถาม ข้อที่	คะแนนประเมินของ ผู้เชี่ยวชาญ					ค่าเฉลี่ย	แปลผล
		1	2	3	4	5		
2. วิเคราะห์และแปลความหมายของ ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ แล้วลง ข้อสรุป	4	0	1	1	1	1	0.40	ปรับปรุงหรือ ตัดทิ้ง
	5	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	13	1	1	1	1	1	0.40	ปรับปรุงหรือ ตัดทิ้ง
3. ระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยาน และเหตุผลในเรื่องที่เกี่ยวกับ วิทยาศาสตร์	10	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้



ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นางสาวขวัญชนก ประทุมศาลา
วันเกิด	30 สิงหาคม 2539
สถานที่เกิด	อำเภอเมยวดี จังหวัดร้อยเอ็ด
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	บ้านเลขที่ 363 ซอย 7 หมู่บ้านเอราวัณ หมู่ 12 ตำบลดงลาน อำเภอเมือง จังหวัดร้อยเอ็ด 45000
ตำแหน่งหน้าที่การงาน	ครูผู้ช่วย
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนบ้านดงเมืองจอก หมู่ 6 บ้านดงเมืองจอก ตำบลบ้านดู่ อำเภออาจสามารถ จังหวัดร้อยเอ็ด 45160
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2563 ปริญญาศึกษาศาสตรบัณฑิต สาขาฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยสวนดุสิต พ.ศ. 2565 ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ผลงานวิจัย	ขวัญชนก ประทุมศาลา และคณะ, 2561. การออกแบบและสร้างชุดทดลอง ความจุความร้อนจำเพาะและสัมประสิทธิ์การพาความร้อนของวัสดุราคา ประหยัด และเหลือใช้ที่ทำได้ง่ายในท้องถิ่นร่วมกับการจัดการเรียนการสอน แบบการทดลองเป็นฐาน, Proceedings The International Conference for Science Educators and Teachers (ISET 2018) for completion of poster presentation entitled "TEACHING SPECIFIC HEAT USING LEARNING BY LABORATORY ACTIVITY" at the ISET 2018 Conference held during May 7-9, 2018 Srinakharinwirot University, Bangkok, Thailand.

พูน ปณ จิโต ชีเว