



การพัฒนาความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์
ด้วยกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
ตามแนวคิดของสะเต็มศึกษา

เจษฎา อินพินิจ

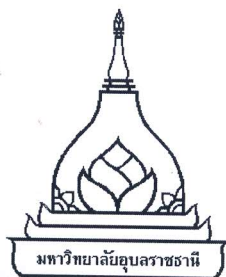
วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ปีการศึกษา 2559
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี



THE DEVELOPMENT OF MATHEMATICAL CONCEPTUAL
UNDERSTANDING BY PBL WITH STEM EDUCATION

JESSADA INPINIT

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS
FOR THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE
MAJOR IN MATHEMATICS EDUCATION
FACULTY OF SCIENCE
UBON RATCHATHANI UNIVERSITY
ACADEMIC YEAR 2016
COPYRIGHT OF UBON RATCHATHANI UNIVERSITY



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์

เรื่อง การพัฒนาความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ด้วยกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหา
เป็นฐานตามแนวคิดของสะเต็มศึกษา

ผู้วิจัย นายเจษฎา อินพินิจ
คณะกรรมการสอบ

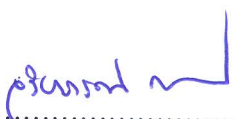
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนตรี ทองมูล
รองศาสตราจารย์ ดร.อุทิศ อินทร์ประสิทธิ์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนกรณ์ วัฒนทวีกุล

ประธานกรรมการ
กรรมการ
กรรมการ

อาจารย์ที่ปรึกษา


.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.อุทิศ อินทร์ประสิทธิ์)


.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.อุทิศ อินทร์ประสิทธิ์)
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์


.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.อริยาภรณ์ พงษ์รัตน์)
รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ปีการศึกษา 2559

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จได้ด้วยความรู้ณาให้คำปรึกษา คำแนะนำ ความช่วยเหลือ ตลอดจนปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ อย่างดียิ่งจาก รองศาสตราจารย์ ดร.อุทิศ อินทร์ประสิทธิ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนกรณ์ วัฒนทวีกุล จนวิทยานิพนธ์สำเร็จสมบูรณ์ได้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) และโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.) ที่สนับสนุนส่งเสริมและเปิดโอกาสให้ผู้วิจัยได้เข้ามาศึกษาในระดับปริญญาโท พร้อมทั้งให้การสนับสนุนด้านงบประมาณในการศึกษาและการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้ ขอขอบพระคุณผู้บริหาร คณะครูกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และขอขอบคุณนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ประจำปีการศึกษา 2558 โรงเรียนเลยพิทยาคม อำเภอเมืองเลย จังหวัดเลย สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 19 ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ อำนวยความสะดวก ให้คำปรึกษาชี้แนะ และให้ความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัย

เหนือสิ่งอื่นใดขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ของผู้วิจัยที่ให้อำนาจใจและให้การสนับสนุนในทุก ๆ ด้านอย่างดีที่สุดเสมอมา คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบและอุทิศแด่ผู้มีพระคุณทุก ๆ ท่าน

เจษฎา อินพินิจ

ผู้วิจัย

บทคัดย่อ

เรื่อง : การพัฒนาความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ด้วยกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดของสะเต็มศึกษา

ผู้วิจัย : เจษฎา อินพินิจ

ชื่อปริญญา : วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต

สาขาวิชา : คณิตศาสตร์ศึกษา

อาจารย์ที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์ ดร.อุทิศ อินทร์ประสิทธิ์

คำสำคัญ : ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์, การเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน, สะเต็มศึกษา

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดของสะเต็มศึกษา เปรียบเทียบกับผลการจัดกระบวนการเรียนการสอนแบบปกติ และศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่ได้รับการจัดกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดของสะเต็มศึกษา ใช้การวิจัยแบบกึ่งทดลอง โดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมซึ่งได้มาจากการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) จำนวนกลุ่มละ 31 คน ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเลยพิทยาคม จังหวัดเลย ประจำปีการศึกษา 2558 ดำเนินการวิจัยโดยให้ทั้งสองกลุ่มทำแบบทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน จากนั้นกลุ่มทดลองจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดของสะเต็มศึกษา และกลุ่มควบคุมใช้กระบวนการเรียนการสอนแบบปกติ แล้วให้ทั้งสองกลุ่มทำแบบทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียน และทำการศึกษาความพึงพอใจต่อกระบวนการเรียนการสอนสำหรับกลุ่มทดลอง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน-หลังเรียน และแบบวัดความพึงพอใจต่อกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดของสะเต็มศึกษา ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติพื้นฐานและการทดสอบที (t-test)

ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดของสะเต็มศึกษามีความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกระบวนการเรียนการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 อีกทั้งนักเรียนมีความพึงพอใจต่อกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดของสะเต็มศึกษา อยู่ในระดับมาก

ABSTRACT

TITLE : THE DEVELOPMENT OF MATHEMATICAL CONCEPTUAL UNDERSTANDING
BY PBL WITH STEM EDUCATION

AUTHOR : JESSADA INPINIT

DEGREE : MASTER OF SCIENCE

MAJOR : MATHEMATICS EDUCATION

ADVISOR : ASSOC. PROF. UTITH INPRASIT, Ph.D.

KEYWORDS : MATHEMATICAL CONCEPTUAL UNDERSTANDING, PROBLEM BASED
LEARNING, STEM EDUCATION

This research aimed to develop students' mathematical conceptual understanding using problem-based learning (PBL) with science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education compared with traditional learning, and also examined their satisfaction with the PBL approach. A quasi-experimental design method was used to assemble a sample group by purposive sampling from grade 11 students of Loei pittayakom School in Loei province in the first semester of the 2015 academic year. The research instruments were lesson plans, a mathematical conceptual understanding pre-test and post-test, and a questionnaire. The participants were separated into an experimental group and a control group, each containing 31 students. The students in both groups completed the mathematical conceptual understanding pre-test. The experimental group was then taught by PBL with STEM education, and the control group used a traditional teaching approach. After learning, the students completed the mathematical conceptual understanding post-test. The experimental group's satisfaction with learning by PBL with STEM education was assessed by the use of the questionnaire. Data were analyzed by basic statistical methods and t-tests.

Results showed that learning using PBL with STEM education was better at developing the students' mathematical conceptual understanding than traditional learning at .01 level of significance. Moreover, the satisfaction of the students using the PBL with STEM education learning process was high.

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ณ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 หลักการและเหตุผล	1
1.2 วัตถุประสงค์	5
1.3 สมมติฐานการวิจัย	5
1.4 ขอบเขตการวิจัย	5
1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ	6
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับการจากการวิจัย	8
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 แนวคิดเกี่ยวกับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์	9
2.2 กระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based learning: PBL)	12
2.3 สะเต็มศึกษา (STEM Education)	17
2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	19
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	
3.1 แบบแผนการวิจัย	26
3.2 กลุ่มตัวอย่าง	27
3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	28
3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล	40
3.5 วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล	46
บทที่ 4 ผลการวิจัย	
4.1 ผลการทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	48
4.2 ผลการทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน ของกลุ่มทดลอง	50
4.3 ผลการทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มควบคุม	53

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.4 ผลการทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม	56
4.5 ผลการวัดความพึงพอใจต่อกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดของสะเต็มศึกษาของกลุ่มทดลอง	59
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปและอภิปรายผลการวิจัย	61
5.2 ข้อเสนอแนะ	65
เอกสารอ้างอิง	66
ภาคผนวก	
ก รายนามผู้เชี่ยวชาญ	73
ข การหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์	75
ค ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้	78
ง ปัญหาที่ใช้เป็นฐานในการเรียนรู้ สำหรับกลุ่มทดลอง	106
จ แบบทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์	117
ฉ แบบวัดความพึงพอใจต่อกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดของสะเต็มศึกษา	154
ช การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการทดสอบที (t-test)	156
ประวัติผู้วิจัย	167

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
3.1	วิธีดำเนินการวิจัย	26
3.2	แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ฟังก์ชัน เอกซ์โพเนนเชียลและลอการิทึม ด้วยกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหา เป็นฐานตามแนวคิดของสะเต็มศึกษา สำหรับกลุ่มทดลอง	29
3.3	แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ฟังก์ชัน เอกซ์โพเนนเชียลและลอการิทึม ด้วยกระบวนการเรียนการสอนแบบปกติ สำหรับ กลุ่มควบคุม	30
3.4	ตัวอย่างแบบทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ระดับการจัดกระทำ	34
3.5	ตัวอย่างแบบทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ระดับกระบวนการ	35
3.6	ตัวอย่างแบบทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ระดับโครงสร้าง	36
3.7	ข้อความในแบบวัดความพึงพอใจต่อกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ตามแนวคิดของสะเต็มศึกษา	39
3.8	คะแนนสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน	40
3.9	คะแนนสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียน	42
3.10	คะแนนจากแบบวัดความพึงพอใจต่อกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหา เป็นฐานตามแนวคิดของสะเต็มศึกษา	43
4.1	คะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	49
4.2	ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ก่อนเรียน ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	50
4.3	ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง	50
4.4	ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง	51
4.5	ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ระดับการจัดกระทำ ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง	52
4.6	ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ระดับกระบวนการ ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง	52
4.7	ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ระดับโครงสร้าง ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง	53
4.8	ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มควบคุม	53

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
4.9	ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มควบคุม	54
4.10	ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ระดับการจัดกระทำ ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มควบคุม	55
4.11	ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ระดับกระบวนการ ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มควบคุม	55
4.12	ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ระดับโครงสร้าง ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มควบคุม	56
4.13	ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียน ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	56
4.14	ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียน ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	57
4.15	ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียน ระดับการจัดกระทำระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	58
4.16	ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียน ระดับกระบวนการ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	58
4.17	ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียน ระดับโครงสร้าง ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	59
4.18	ผลการวัดความพึงพอใจต่อกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดของสะเต็มศึกษา	59
๗.1	ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน	76
๗.2	ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียน	77
๗.1	การวิเคราะห์ผลการทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	157
๗.2	การวิเคราะห์ผลการทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง	158
๗.3	การวิเคราะห์ผลการทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ระดับการจัดกระทำ ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง	159
๗.4	การวิเคราะห์ผลการทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ระดับกระบวนการ ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง	159

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
ข.5	การวิเคราะห์ผลการทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ระดับ โครงสร้างระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง	160
ข.6	การวิเคราะห์ผลการทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ระหว่าง ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มควบคุม	161
ข.7	การวิเคราะห์ผลการทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ระดับ การจัดกระทำ ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มควบคุม	162
ข.8	การวิเคราะห์ผลการทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ระดับ กระบวนการ ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มควบคุม	162
ข.9	การวิเคราะห์ผลการทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ระดับ โครงสร้าง ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มควบคุม	163
ข.10	การวิเคราะห์ผลการทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียน ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	164
ข.11	การวิเคราะห์ผลการทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียน ระดับการจัดกระทำ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	165
ข.12	การวิเคราะห์ผลการทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียน ระดับกระบวนการ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	165
ข.13	การวิเคราะห์ผลการทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียน ระดับโครงสร้าง ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	166

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1	14
2.2	17
3.1	35
3.2	36
3.3	38
3.4	45
4.1	49
4.2	51
4.3	54
4.4	57

บทที่ 1

บทนำ

1.1 หลักการและเหตุผล

จากวิสัยทัศน์ของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ที่มุ่งเน้นผู้เรียนทุกคนซึ่งเป็นกำลังของชาติให้เป็นมนุษย์ที่มีความสมดุลทั้งด้านร่างกาย ความรู้ คุณธรรม มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและเป็นพลโลก ยึดมั่นในการปกครองตามระบอบประชาธิปไตย อันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข มีความรู้และทักษะพื้นฐาน รวมทั้งเจตคติที่จำเป็นต่อการศึกษาต่อ การประกอบอาชีพและการศึกษาตลอดชีวิต โดยมุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญบนพื้นฐานความเชื่อว่า ทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้เต็มตามศักยภาพ ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดสมรรถนะที่สำคัญ 5 ประการ ได้แก่ ความสามารถในการสื่อสาร ความสามารถในการคิด ความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต และความสามารถในการใช้เทคโนโลยี (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551 ก) การที่จะดำเนินการให้ได้ตามเป้าหมายดังกล่าวจำเป็นต้องอาศัยกระบวนการเรียนรู้ในศาสตร์สาขาต่าง ๆ ซึ่งคณิตศาสตร์ ถือเป็นวิชาที่มีบทบาทที่สำคัญอย่างยิ่งต่อการพัฒนาความคิดมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบระเบียบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหา และประเมินสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ทำให้สามารถคาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ และแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม และคณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี ตลอดจนศาสตร์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำรงชีวิต และช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551 ข) ในด้านการพัฒนาตัวบุคคล วิชาคณิตศาสตร์ ยังช่วยพัฒนาคนให้เป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ มีความสมดุลทั้งทางด้านร่างกาย จิตใจ สติปัญญา อารมณ์และสังคม สามารถคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น พร้อมทั้งสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข (จรรยา อาจหาญ, 2549) อีกทั้งช่วยให้เราเข้าใจวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์อย่างถี่ถ้วน รอบคอบ ทำให้สามารถคาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้อง คณิตศาสตร์จึงเป็นรากฐานแห่งความเจริญของเทคโนโลยีด้านต่าง ๆ ตลอดจนศาสตร์อื่น ๆ ทำให้มีการพัฒนาทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมากมายในทุกวันนี้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2556: ก) ดังนั้น จึงจำเป็นต้องส่งเสริมและพัฒนากิจการการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ให้มีคุณภาพ เพื่อให้บรรลุตามเป้าหมายของการศึกษา

อย่างไรก็ตาม การจัดการเรียนการสอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ผ่านมา พบว่ายังไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควร นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในเกณฑ์ต่ำ สอดคล้องกับผลการประเมิน PISA: Programme for International Student Assessment 2012 (พ.ศ. 2555) ที่มีวิชาคณิตศาสตร์เป็นการประเมินหลัก โดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2556: ข) ได้ทำการสรุปว่า ผลการประเมินการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ (Mathematical literacy) ของนักเรียนไทยโดยรวมมีคะแนนต่ำกว่าค่าเฉลี่ย มีนักเรียนไทยรู้คณิตศาสตร์ถึงระดับสูงสุดโดยเฉลี่ย

เพียงร้อยละ 0.5 แต่มีนักเรียนไทยที่รู้คณิตศาสตร์ไม่ถึงระดับพื้นฐานที่ควรมี (Minimum requirement) โดยเฉลี่ยถึงร้อยละ 50 และจากผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินี้พื้นฐาน (O-Net) ประจำปีการศึกษา 2557 พบว่า คะแนนเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์ในระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3 เท่ากับ 29.65 และคะแนนเฉลี่ยในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เท่ากับ 21.74 ซึ่งถือว่าอยู่ในระดับคะแนนที่ต่ำ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากสาเหตุและปัจจัยหลายประการ เช่น หลักสูตร เนื้อหา ครูผู้สอน นักเรียน สภาพแวดล้อม ผู้ปกครอง การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ตลอดจนเทคนิคและวิธีการสอนของครู และอาจเนื่องมาจากครูทั่วไปมักเข้าใจว่า การสอนคณิตศาสตร์คือสอนหรืออธิบายเนื้อหาสาระ แล้วให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด ก็เป็นการเพียงพอ แต่ที่จริงการสอนคณิตศาสตร์ทุกเรื่องต้องพยายามให้นักเรียนได้ปฏิบัติจริงควบคู่ กับการคำนวณ สิ่งแรกคือ การลงมือปฏิบัติ การพิสูจน์ การตรวจสอบ แล้วให้ทำแบบฝึกหัดและในบางเรื่องครูต้องสาธิตให้เข้าใจหลักการควบคู่ กับการอธิบาย (สมนึก ภัททิยธนี, 2549) รวมทั้งในอดีต ถึงปัจจุบัน กระบวนการเรียนการสอนในประเทศไทยยังไม่เอื้อต่อการพัฒนาคนให้มีลักษณะมองกว้าง คิดไกล ใฝ่ดี เพราะการจัดกระบวนการเรียนการสอน ยังมุ่งเฉพาะความสามารถในการถ่ายทอดเนื้อหาไม่เน้นกระบวนการให้ผู้เรียนพัฒนา ด้านการคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ การแสดงความคิดเห็นและการแสวงหาความรู้ ดังนั้นจึงมีความ จำเป็นอย่างเร่งด่วนที่ต้องพัฒนาปรับปรุงระบบการเรียนการสอน คือการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียน เป็นศูนย์กลาง มีรูปแบบการจัดกิจกรรมที่หลากหลายเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนตื่นตัวอยู่ตลอดเวลา มีความสามารถในการอธิบายจากการสำรวจตรวจสอบสืบค้นข้อมูลและวิเคราะห์ ซึ่งเกี่ยวข้องกับการ จัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ (Conceptual Understanding) (ธีระนันท์ วัฒนการกุล และ อังคณา ตุงคะสมิต, 2555)

การเรียนรู้ด้วยความเข้าใจ (Understanding) นั้นเป็นแนวคิดที่ยอมรับกันอย่างกว้างขวางใน วงการคณิตศาสตร์ศึกษา จะเห็นว่างานวิจัย เครื่องมือ และสื่อการเรียนรู้ที่ใช้ในการศึกษาคณิตศาสตร์ มีเป้าหมายหลักคือการส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ โดยความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ (Conceptual Understanding) คือ การเชื่อมโยงความรู้ที่หลากหลายภายในโครงสร้างทางปัญญา เกี่ยวกับเนื้อหา หลักการ ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ถือเป็นหนึ่งในความสามารถทาง คณิตศาสตร์ที่นักเรียนต้องมีเพื่อเป็นพื้นฐานในการเรียนรู้ (National Council of Teachers of Mathematics: NCTM, 2001) การที่นักเรียนมีความเข้าใจเชิงมโนทัศน์จะทำให้นักเรียนจดจำได้ดี ได้นานกว่า และเข้าถึงรายละเอียดได้ดีกว่า นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้เก่ากับความรู้ใหม่ได้ รวมถึง สามารถเชื่อมโยงวิธีการหนึ่งไปสู่วิธีการอื่น ๆ ได้ (ปิยะรัตน์ รัตนบุญมิกุล, 2555) ชาญณรงค์ เหยียรราช (2552) ได้นำเสนอกรอบทฤษฎี Action-Process-Structural (APS) เพื่อใช้อธิบายธรรมชาติของ โครงสร้างทางปัญญาที่จำเป็นต่อการสร้างความรู้ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน รวมถึงแนวทางในการสร้างโครงสร้างทางปัญญานั้นด้วยกรอบทฤษฎี Action-Process-Structure (APS) โดยได้จำแนกระดับความเข้าใจเป็น 3 ระดับ คือ ความเข้าใจระดับการจัดกระทำ (Action conceptual understanding) ความเข้าใจระดับกระบวนการ (Process conceptual understanding) และความเข้าใจระดับโครงสร้าง (Structural conceptual understanding) ซึ่งกิจกรรมการเรียน การสอนที่จะส่งเสริมและพัฒนาความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ของนักเรียนควรคำนึงถึงการที่นักเรียนจะต้อง สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ครูเป็นเพียงผู้ที่คอยช่วยเหลือให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ โดยหาวิธีการ

จัดการข้อมูลต่าง ๆ ให้กับนักเรียน หรือให้โอกาสนักเรียน ได้มีการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง นอกจากนี้จะต้องสอนศิลปะการเรียนรู้ให้แก่ นักเรียน นักเรียนจะต้องเป็นผู้ลงมือกระทำเองไม่ว่าครูจะใช้วิธีการสอนอย่างไร ดังนั้นจึงจำเป็นที่ครูจะต้องมีการจัดการเรียน การสอนที่เหมาะสมในการส่งเสริมและพัฒนาความเข้าใจเชิงมนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ให้แก่ นักเรียน

กระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based Learning หรือ PBL) เป็นรูปแบบหรือวิธีการเรียนรู้แบบหนึ่งที่ใช้การตั้งคำถามหรือปัญหาเป็นตัวกระตุ้นหรือนำทางผู้เรียนให้เกิดความสนใจอยากรู้ ตัวปัญหาจะเป็นจุดตั้งต้นของกระบวนการเรียนรู้และเป็นตัวกระตุ้นในการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา และเป็นการพัฒนาผู้เรียนสู่การเป็นผู้ที่สามารถเรียนรู้โดยการชี้นำตนเองได้ เพื่อแก้ปัญหาหรือสถานการณ์เกี่ยวกับชีวิตประจำวัน (วาสนา กิมเท็ง, 2553) นอกจากนี้ผู้เรียนยังมีโอกาสได้เสนอหรือเสริมสร้าง (contribute) อย่างสร้างสรรค์ให้แก่สังคม ดังนั้นบริบทของการเรียนรู้จึงมีความสำคัญและมีความหมายกับผู้เรียนเช่นเดียวกับข้อมูลที่ผู้เรียนควรจะได้รับ นอกจากนี้กิจกรรมตามสภาพจริงเป็นหัวใจของการเรียนรู้จากปัญหา เมื่อผู้เรียนวิเคราะห์ สำรวจ ค้นคว้า ปฏิบัติ และแก้ปัญหาในสภาพจริง ผู้เรียนจะได้พัฒนาทั้งความรู้ ความเข้าใจและทักษะการแก้ปัญหา (นิรมล ศตวุฒิ, 2547) ซึ่งกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) เป็นรูปแบบการสอนแนวหนึ่งที่จะนำไปสู่การปฏิรูปการศึกษาอย่างแท้จริง ที่จะส่งผลทำให้กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของครูเปลี่ยนไปเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ทำให้นักเรียนได้ร่วมกันคิด ร่วมกันทำงานเป็นทีม กล่าวพูดกล้าแสดงออกมากขึ้น นักเรียนสามารถคิดเป็นระบบมากขึ้น รู้จักคิดอย่างมีเหตุผลในการตัดสินใจแก้ปัญหาตามสถานการณ์ที่ครูและนักเรียนร่วมกันกำหนด หรือปัญหาในชีวิตประจำวัน (สำนักพัฒนานวัตกรรมการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2551: เว็บไซต์) และจากการศึกษาของวาสนา ภูมิ (2555) พบว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานนั้นสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการให้เหตุผล ความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ การพัฒนาตนเองของผู้เรียน กระบวนการทำงานเป็นกลุ่ม สร้างแรงกระตุ้นให้นักเรียน ทำให้ผู้เรียนสามารถควบคุมแนวทางเพื่อที่จะค้นหาคำตอบด้วยตนเองได้ ซึ่งเมื่อผู้วิจัยพิจารณาแล้วพบว่า กระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมที่จะช่วยเสริมสร้างให้นักเรียนเกิดความเข้าใจเชิงมนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เนื่องจากนักเรียนได้เรียนรู้ที่จะสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองจากปัญหาหรือสถานการณ์ที่กำหนด อีกทั้งรูปแบบการเรียนรู้ที่จัดกิจกรรมเป็นกลุ่ม ทำให้นักเรียนมีโอกาสดำเนินการเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ความคิดเห็นซึ่งกันและกัน ส่งผลให้นักเรียนเกิดความเข้าใจได้ดียิ่งขึ้น

ในปัจจุบันแนวโน้มการพัฒนาการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี มีการเปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว องค์ความรู้จากการวิจัยและการพัฒนาด้านการจัดการเรียนการสอน ทำให้นักการศึกษาเข้าใจถึงการเรียนรู้ของผู้เรียนในปัจจุบันมากขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่าแนวโน้มของจำนวนผู้เรียนที่ให้ความสนใจที่จะศึกษาต่อด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีอัตราส่วนน้อยลง ทำให้รัฐบาลมีนโยบายส่งเสริมการพัฒนาการเรียนการสอนด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อเพิ่มจำนวนผู้เรียนด้านนี้ให้มากขึ้นเพราะเป็นกลุ่มคนที่จะเป็นพลังที่สำคัญของประเทศในการเป็นผู้นำด้านเทคโนโลยีและนวัตกรรม (อภิสิทธิ์ ธงไชย, 2556) “สะเต็มศึกษา” (STEM Education) เป็นแนวทางใหม่ในการจัดการศึกษาที่เน้นการบูรณาการเรียนวิทยาศาสตร์

(Science: S) เทคโนโลยี (Technology: T) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering: E) และคณิตศาสตร์ (Mathematics: M) ซึ่งมีแนวคิดมาจากประเทศสหรัฐอเมริกาที่ให้ความสำคัญต่อการส่งเสริมและพัฒนาบุคลากรด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นอย่างมาก และเล็งเห็นถึงความสำคัญของการพัฒนาการศึกษาด้าน STEM จึงเริ่มมีการปฏิรูปการศึกษาของนักเรียน นักศึกษา ปรับปรุงระบบการเรียนการสอน โดยมุ่งเน้นด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม ซึ่งนักเรียนสามารถนำมาประยุกต์ใช้ประโยชน์ สามารถตอบสนองต่อการแข่งขันของแต่ละประเทศ ความต้องการของตลาดแรงงานโลก และเพื่อประโยชน์ในระยะยาว (ดวงกมล เพิ่มพูลทวีทรัพย์, 2555: ออนไลน์) สำหรับประเทศไทยได้เริ่มให้ความสำคัญกับการใช้สะเต็มศึกษา โดยเริ่มตั้งแต่การศึกษาขั้นพื้นฐานจนถึงระดับอุดมศึกษา อาชีวศึกษาและการศึกษาตลอดชีวิต เพื่อให้คนไทยมีความรู้และทักษะสำหรับสร้างสรรค์สิ่งใหม่ สามารถประกอบวิชาชีพทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและมีคุณภาพชีวิตที่ดีในยุคประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน ซึ่งจากข้อมูลของสำนักงานคณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ (สวทน.) แสดงให้เห็นว่า ในปี พ.ศ. 2554 ประเทศไทยมีกำลังแรงงาน 39 ล้านคน แต่มีเพียง 3 ล้านคน หรือต่ำกว่าร้อยละสิบของแรงงานทั้งหมดที่เป็นกำลังคนที่ทำงานโดยอาศัยความรู้และทักษะด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีหรือกำลังคนด้านสะเต็ม (STEM workforce) ดังนั้น เพื่อเป็นการเตรียมกำลังคนด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการรองรับการแข่งขันในอนาคต ทางสำนักงานคณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ จึงได้จัดทำแผนแม่บทกำลังคน STEM ของประเทศ (National STEM workforce master plan) เพื่อนำไปสู่การจัดทำแผนยุทธศาสตร์ STEM ของประเทศไทย (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2558) และในส่วนของการจัดการศึกษา คณะกรรมการสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้วางนโยบายและแนวทางในการส่งเสริมการศึกษาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ หรือสะเต็มศึกษา เพื่อเตรียมนักเรียนไทยให้มีความรู้ความสามารถทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรม ให้มีขีดความสามารถในการประกอบอาชีพ สร้างเศรษฐกิจและสามารถดำเนินชีวิตในประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน (ASEAN Economic Community: AEC) (มนตรี จุฬาววัฒนทล, 2556) จะเห็นได้ว่า ในปัจจุบันสะเต็มศึกษามีบทบาทสำคัญอย่างมากต่อการศึกษาของไทย ดังนั้นครูจึงควรจัดกิจกรรมที่เน้นบูรณาการสะเต็มศึกษาเชื่อมโยงกับการเรียนรู้ในโรงเรียน เพื่อพัฒนานักเรียนให้มีความรู้ความสามารถเป็นกำลังคนด้านสะเต็ม ให้ก้าวสู่ตลาดแรงงานโลกอย่างมีคุณภาพ

จากเหตุผลดังกล่าวผู้วิจัยจึงต้องการที่จะนำวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem - based learning: PBL) ซึ่งพัฒนาตามแนวคิดของสะเต็มศึกษา ด้วยการนำปัญหาเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์มาบูรณาการและใช้เป็นฐานในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและลอการิทึม) เพราะเห็นว่าเป็นเทคนิคการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เหมาะสมสำหรับกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และเป็นกิจกรรมที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ อันจะส่งผลให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น มีทักษะกระบวนการ ทางคณิตศาสตร์และทักษะในการทำงานเป็นกลุ่ม ตลอดจนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนรู้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อพัฒนาความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนจากการจัดกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดของสะเต็มศึกษา

1.2.2 เพื่อเปรียบเทียบความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนจากการจัดกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดของสะเต็มศึกษาและกระบวนการเรียนการสอนแบบปกติ

1.2.3 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนต่อกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดของสะเต็มศึกษา

1.3 สมมติฐานการวิจัย

1.3.1 นักเรียนกลุ่มทดลองมีความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์มากขึ้นเมื่อได้รับการจัดกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดของสะเต็มศึกษา

1.3.2 กระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดของสะเต็มศึกษาสามารถพัฒนาความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้มากกว่ากระบวนการเรียนการสอนแบบปกติ

1.3.3 นักเรียนกลุ่มทดลองมีความพึงพอใจต่อกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดของสะเต็มศึกษา อยู่ในระดับมาก

1.4 ขอบเขตการวิจัย

1.4.1 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 และ 5/9 ซึ่งเรียนอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนเลยพิทยาคม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 19 จำนวน 62 คน ได้มาจากการคัดเลือกจากนักเรียนทั้งสองห้องที่มีผลคะแนนสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนที่ใกล้เคียงกัน ได้นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 เป็นกลุ่มทดลอง จำนวน 31 คน จากทั้งหมด 50 คน และได้นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/9 เป็นกลุ่มควบคุม จำนวน 31 คน จากทั้งหมด 50 คน

1.4.2 ตัวแปรที่ศึกษา

1.4.2.1 ตัวแปรอิสระ คือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 5 ที่เข้าร่วมการวิจัย 2 รูปแบบ ดังนี้

- 1) กระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิด ของสะเต็มศึกษา
- 2) กระบวนการเรียนการสอนแบบปกติ

1.4.2.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

- 1) ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน
- 2) ความพึงพอใจของนักเรียนต่อกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดของสะเต็มศึกษา

1.4.3 เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

1.4.3.1 เนื้อหาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เป็นเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและลอการิทึม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

1.4.3.2 เนื้อหาที่ใช้ในการทดสอบเพื่อวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เป็นเนื้อหาคณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

1.5.1 ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง การเชื่อมโยงความรู้ที่หลากหลายภายในโครงสร้างทางปัญญาเกี่ยวกับเนื้อหา หลักการ ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งจำแนกระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์โดยใช้กรอบทฤษฎี Action-Process-Structure (APS) ซึ่งจัดระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์แบ่งออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่ ความเข้าใจระดับการจัดกระทำ ความเข้าใจระดับกระบวนการ และความเข้าใจระดับโครงสร้าง

ระดับที่ 1 คือ ความเข้าใจระดับการจัดกระทำ (Action conceptual understanding) หมายถึง ความเข้าใจที่เกิดจากการที่ผู้เรียนใช้ความรู้เดิมมาสร้างความหมายต่อสิ่งเร้าภายนอกได้ จากการสังเกตนักเรียนที่มีความเข้าใจในระดับการจัดกระทำ จะมีความเข้าใจจำกัด มีความสามารถในการปฏิบัติตามเงื่อนไขที่กำหนดหรือขั้นตอนการคิดคำนวณที่กำหนดอย่างเป็นลำดับขั้นตอนที่ต่อเนื่องกัน ขั้นตอนในแต่ละขั้นตอนจะถูกกระทำให้สำเร็จก่อนที่จะทำในขั้นตอนต่อไป

ระดับที่ 2 คือ ความเข้าใจระดับกระบวนการ (Process conceptual understanding) หมายถึง ความเข้าใจที่เกิดจากการที่นักเรียนได้พัฒนาความเข้าใจในระดับการจัดกระทำหรือการคิดคำนวณหลาย ๆ ครั้ง จนกระทั่งสามารถใช้ความรู้ความเข้าใจที่เกี่ยวข้องมาสร้างข้อสรุปเป็นกรณีทั่วไป โดยการวิเคราะห์ สังเคราะห์หรือเปรียบเทียบผลที่ได้จากการสังเกต การวัดหรือการคิดคำนวณหรือการจัดกระทำอย่างเป็นลำดับขั้นตอนในรูปของมโนภาพ (Concept Images) โดยไม่จำเป็นต้องไปจัดกระทำหรือคิดคำนวณที่เป็นลำดับขั้นตอน นอกจากนี้นักเรียนสามารถอธิบาย สะท้อน หรือคิดย้อนกลับกระบวนการจัดกระทำนั้นโดยไม่จำเป็นต้องแสดงการจัดกระทำในแต่ละขั้นตอนออกมา

ระดับที่ 3 คือ ความเข้าใจระดับโครงสร้าง (Structural conceptual understanding) หมายถึง ความเข้าใจที่เกิดจากการที่นักเรียนเชื่อมโยงความเข้าใจในระดับกระบวนการหลาย ๆ กระบวนการที่เกี่ยวข้องกันเพื่อใช้ในการสร้างความเข้าใจในระดับกระบวนการใหม่ หรือความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ใหม่ในระดับสูงขึ้น หรือนำเอาความเข้าใจในระดับกระบวนการหลาย ๆ กระบวนการมาใช้ในการแก้ปัญหา ผลจากการเชื่อมโยงความเข้าใจในระดับกระบวนการจะทำให้เกิดโครงสร้างทางปัญญา (Schema) ขึ้น อาจกล่าวได้ว่าความเข้าใจในระดับนี้ เป็นการนำเอาความเข้าใจในระดับกระบวนการหลาย ๆ กระบวนการที่เกี่ยวข้องมาเชื่อมโยงอย่างเหมาะสมเพื่อเป็นส่วนหนึ่งของโครงสร้างทางปัญญา

1.5.2 กระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based learning: PBL) หมายถึง การจัดกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง โดยนำปัญหาหรือสถานการณ์ที่น่าสนใจและเชื่อมโยงกับบริบทในชีวิตจริง มากระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ผ่านกระบวนการกลุ่ม เพื่อให้ผู้เรียนเกิดทักษะในการคิดวิเคราะห์และการคิดแก้ปัญหาผ่านการศึกษา ค้นคว้าและกระบวนการในการแก้ปัญหา รวมทั้งได้ความรู้ตามศาสตร์สาขาวิชาที่ตนศึกษาด้วย โดยบทบาทของผู้สอนนั้นเป็นเพียงผู้ที่ย่อยให้คำแนะนำและออกแบบสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมในการส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียน ซึ่งสำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ (2550) ได้กำหนดขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานไว้ดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดปัญหา เป็นขั้นที่ผู้สอนจัดสถานการณ์ต่าง ๆ กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ และมองเห็นปัญหา สามารถกำหนดสิ่งที่ปัญหาที่ผู้เรียนอยากรู้อยากเรียนได้ และเกิดความสนใจที่จะค้นหาคำตอบ

ขั้นที่ 2 ทำความเข้าใจปัญหา ผู้เรียนจะต้องทำความเข้าใจปัญหาที่ต้องการเรียนรู้ ซึ่งผู้เรียนจะต้องอธิบายถึงสิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาได้

ขั้นที่ 3 ดำเนินการศึกษาค้นคว้า ผู้เรียนกำหนดสิ่งที่ต้องเรียน ดำเนินการศึกษาค้นคว้าด้วยวิธีที่หลากหลาย

ขั้นที่ 4 สังเคราะห์ความรู้ เป็นขั้นที่ผู้เรียนนำความรู้ที่ได้ค้นคว้ามาแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน อภิปรายผลและสังเคราะห์ความรู้ที่ได้มาว่ามีความเหมาะสมหรือไม่เพียงพอ การตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้หรือไม่ แล้วนำข้อมูลที่ได้ไปตรวจสอบสมมติฐานและแก้ปัญหา ถ้าไม่เพียงพอกลุ่มจะต้องกำหนดสิ่งที่ต้องเรียนเพิ่มเติม แผนการเรียนรู้ และแหล่งข้อมูลแล้วดำเนินการศึกษาอีกครั้งหนึ่งเพื่อให้ได้ข้อมูลที่สมบูรณ์ก่อน

ขั้นที่ 5 สรุปและประเมินค่าของคำตอบ ผู้เรียนแต่ละกลุ่มสรุปผลงานของกลุ่มตนเองและประเมินผลงานว่าข้อมูลที่ศึกษาค้นคว้ามีความเหมาะสมหรือไม่เพียงพอ โดยพยายามตรวจสอบแนวคิดภายในกลุ่มของตนเองอย่างอิสระ ทุกกลุ่มช่วยกันสรุปองค์ความรู้ในภาพรวมของปัญหาอีกครั้ง

ขั้นที่ 6 นำเสนอและประเมินผลงาน ผู้เรียนนำข้อมูลที่ได้มาจัดระบบองค์ความรู้นำเสนอเป็นผลงานในรูปแบบที่หลากหลาย ผู้เรียนทุกกลุ่มรวมทั้งผู้เรียนที่เกี่ยวข้องกับปัญหาร่วมกันประเมินผลงาน

ครูผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันสรุปความรู้ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าทั้งหมด รวมทั้งปัญหาหรือข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นขณะดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้

1.5.3 สะเต็มศึกษา (STEM Education) หมายถึง แนวทางการจัดการศึกษาแบบบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา (Interdisciplinary Integration) ระหว่างศาสตร์สาขาต่าง ๆ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science: S) เทคโนโลยี (Technology: T) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineer: E) และคณิตศาสตร์ (Mathematics: M) โดยนำจุดเด่นของธรรมชาติ ตลอดจนวิธีการสอนของแต่ละสาขาวิชา มาผสมผสานกันอย่างลงตัว เพื่อให้ผู้เรียนนำความรู้ทุกแขนงมาใช้ในการแก้ปัญหา การค้นคว้า และการพัฒนาสิ่งต่าง ๆ ในสถานการณ์โลกปัจจุบัน ซึ่งอาศัยการจัดการเรียนรู้ที่ครูผู้สอนหลายสาขาร่วมมือกัน เพราะในการทำงานจริงหรือในชีวิตประจำวันนั้นต้องใช้ความรู้หลายด้านในการทำงาน

ทั้งสิ้นไม่ได้แยกใช้ความรู้เป็นส่วน ๆ นอกจากนี้สะเต็มศึกษา ยังเป็นการส่งเสริมการพัฒนาทักษะสำคัญในโลกโลกาภิวัตน์หรือทักษะที่จำเป็นสำหรับศตวรรษที่ 21 อีกด้วย

1.5.4 กระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดของสะเต็มศึกษา หมายถึง การจัดการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ด้วยกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ซึ่งปัญหาที่นำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนดังกล่าวจะเป็นปัญหาที่สอดคล้องกับแนวคิดของระบบสะเต็มศึกษา กล่าวคือ เป็นปัญหาที่เน้นการบูรณาการระหว่างวิชาคณิตศาสตร์กับวิชาอื่น ๆ ไม่ว่าจะเป็นวิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ หรือเทคโนโลยี ทำให้นักเรียนได้เรียนรู้ และฝึกฝนทักษะที่สำคัญในหลายสาขาวิชาจากการแก้ปัญหานั้น ๆ

1.5.5 กระบวนการเรียนการสอนแบบปกติ หมายถึง การจัดการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์โดยอิงกิจกรรมการเรียนรู้จากคู่มือครู สารการการเรียนรู้เพิ่มเติม คณิตศาสตร์ เล่ม 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ขั้นสอน และขั้นสรุป

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับการวิจัย

1.6.1 ได้แผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ช่วยพัฒนาความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

1.6.2 พัฒนาความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนให้ดีขึ้น เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้อย่างมีคุณภาพ

1.6.3 เป็นแนวทางในการสร้างกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ หรือวิชาอื่น ๆ

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาการพัฒนาความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ด้วยกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดของสะเต็มศึกษา ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังรายละเอียดตามหัวข้อต่อไปนี้

2.1 แนวคิดเกี่ยวกับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์

2.1.1 แนวคิดพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ (Piaget)

2.1.2 แนวคิดเกี่ยวกับความรู้ความเข้าใจของเฮิร์ทเบิร์กและคาเพนเทอร์ (Hiebert & Carpenter)

2.1.3 กรอบทฤษฎี Action – Process – Structure (APS)

2.2 กระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem – based learning: PBL)

2.2.1 ความหมายของกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

2.2.2 ลักษณะการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

2.2.3 ลักษณะของปัญหาที่ใช้ในการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

2.2.4 ขั้นตอนของการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

2.3 สะเต็มศึกษา (STEM Education)

2.3.1 ความหมายของสะเต็มศึกษา

2.3.2 ความเป็นมาของสะเต็มศึกษากับการศึกษาไทย

2.3.3 คุณลักษณะของสะเต็มศึกษา

2.3.4 แนวทางการจัดการเรียนรู้และการประเมินผลสะเต็มศึกษา

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.4.1 งานวิจัยต่างประเทศ

2.4.2 งานวิจัยในประเทศ

มีรายละเอียด ดังนี้

2.1 แนวคิดเกี่ยวกับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์

ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์เป็นเป้าหมายสำคัญในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ มีนักการศึกษาได้ให้แนวคิดเกี่ยวกับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

2.1.1 แนวคิดพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ (Piaget)

แนวคิดพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ (Lall & Lall, 1983) ได้กล่าวถึงการพัฒนาทางสติปัญญาว่าการสร้างองค์ความรู้คือความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เป็นกระบวนการเฉพาะของแต่ละบุคคล โดยบุคคลจะสร้างองค์ความรู้หรือมีความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ที่คาดหวังบน

พื้นฐานความรู้เดิมที่มีอยู่ โดยการนำเอาความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิมที่มีอยู่นั้น มาสร้างความหมายหรือความเข้าใจกับประสบการณ์ใหม่ที่กำลังเผชิญอยู่ ดังนั้นความหมายที่สร้างขึ้นในประสบการณ์เดียวกันของแต่ละบุคคลจะมีความแตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความรู้เดิมที่บุคคลนำมาสร้างความหมายนั้นมีความสอดคล้องและมีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกับประสบการณ์ใหม่ที่กำลังเผชิญหรือไม่ นั่นคือ องค์ความรู้ใหม่ที่ถูกสร้างขึ้นมานั้นมีความถูกต้องเหมาะสมเพียงพอหรือไม่เพียงไรนั้น จะขึ้นอยู่กับความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้หรือประสบการณ์เดิมกับประสบการณ์ใหม่ได้อย่างเหมาะสมหรือไม่เพียงใด ซึ่งแนวคิดพื้นฐานนี้เป็นแนวคิดสร้างสรรค์ความรู้ (Constructivism) โดย เพียเจต์ ได้กล่าวถึงแนวโน้มพื้นฐานทางธรรมชาติของมนุษย์ที่ติดตัวมาแต่กำเนิดว่ามีอยู่ 2 ลักษณะ คือ การจัดระบบ (Organization) และการปรับตัว (Adaptation) โดยที่การจัดระบบเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในตัวของแต่ละบุคคลโดยวิธีการรวมกระบวนการต่าง ๆ ที่มีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกันนำมาเชื่อมโยงกันอย่างเป็นระบบซึ่งทำให้เกิดโครงสร้างทางปัญญาขึ้น (Network of knowledge/Schema) ส่วนการปรับตัวเป็นการที่บุคคลปรับตัวเองให้เข้ากับสิ่งแวดล้อม การปรับตัวนี้จะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อคนเราปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม โดยที่การปรับตัวนี้ประกอบด้วยกระบวนการ 2 กระบวนการ คือ กระบวนการดูดซึม (Assimilation) และกระบวนการปรับเปลี่ยน (Accommodation) พัฒนาการทางสติปัญญาจะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อบุคคลรับเอาประสบการณ์ใหม่จากสิ่งแวดล้อมที่มีความสอดคล้องสัมพันธ์กับความรู้หรือโครงสร้างทางสติปัญญาที่มีอยู่เดิม ซึ่งกระบวนการนี้เรียกว่ากระบวนการดูดซึม แต่ในกรณีที่หากไม่มีความสอดคล้องหรือสัมพันธ์กันระหว่างความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิมกับประสบการณ์ใหม่ที่รับเข้ามา บุคคลนั้นจะเกิดภาวะไม่สมดุลทางปัญญาขึ้น (Disequilibration) ซึ่งทำให้บุคคลนั้นเกิดความขัดแย้งทางปัญญาขึ้น (Cognitive conflict) ดังนั้นบุคคลจึงพยายามปรับสภาวะทางปัญญานั้นให้อยู่ในสภาวะที่สมดุล (Equilibration) โดยการปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญาหรือประสบการณ์เดิมที่มีอยู่ (Accommodation) ให้สอดคล้องและสัมพันธ์กับประสบการณ์ใหม่เพื่อที่จะเอาประสบการณ์นั้นเข้ามาเป็นส่วนหนึ่งของโครงสร้างทางปัญญาต่อไป

2.1.2 แนวคิดเกี่ยวกับความรู้ความเข้าใจของเฮิร์ตเบิร์กและคาเพนเทอร์ (Hiebert & Carpenter)

เฮิร์ตเบิร์กและคาเพนเทอร์ (Hiebert & Carpenter, 1992) ได้กล่าวถึงความรู้ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ว่าเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในสมองของแต่ละบุคคล แต่ละคนจะเข้าใจแนวคิดหรือมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ก็ต่อเมื่อแนวคิดนั้นเป็นส่วนหนึ่งของโครงสร้างความรู้ ทางคณิตศาสตร์ (Network Schema of Mathematical knowledge) โดยการเชื่อมโยงกระบวนการที่เกี่ยวข้องและมีความสัมพันธ์กัน แต่อย่างไรก็ตาม Crowley (2000; อ้างอิงจาก ชาญณรงค์ เสงี่ยมราช, 2550) ได้ให้ข้อสังเกตว่าความมากหรือน้อยของกระบวนการที่เชื่อมโยงอยู่ในโครงสร้างของความรู้ไม่ได้เป็นตัวบ่งบอกถึงการที่บุคคลนั้นจะมีความเข้าใจเชิงมโนทัศน์หรือความสำเร็จในการแก้ปัญหาขึ้นอยู่กับการประสิทธิภาพและคุณภาพของการเชื่อมโยงมากกว่า ดังที่เฮิร์ตเบิร์ก และคาเพนเทอร์ (Hiebert & Carpenter, 1992) ได้กล่าวไว้ว่า ความล้มเหลวในการสร้างความเชื่อมโยงในมโนทัศน์ หรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมและมีความหมาย อาจเป็นสาเหตุที่ทำให้นักเรียนเกิดความยุ่งยากในการพัฒนาความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เฮิร์ตเบิร์กและคาเพนเทอร์ได้จำแนกความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ออกเป็น 2 ลักษณะ คือ Conceptual Understanding และ Procedural

Understanding โดยที่ Conceptual Understanding เป็นการเข้าใจในกระบวนการแต่ละกระบวนการซึ่งเป็นขั้นตอนของการจัดกระทำหรือขั้นตอนการคิดคำนวณทางคณิตศาสตร์โดยที่นักเรียนยังไม่สามารถพิจารณาความสอดคล้องหรือความสัมพันธ์ของกระบวนการต่าง ๆ เพื่อสร้างความเชื่อมโยงกระบวนการเหล่านั้น

2.1.3 กรอบทฤษฎี Action-Process-Structure (APS)

กรอบทฤษฎี Action-Process-structure (APS) เป็นกรอบทฤษฎีความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสร้างความเข้าใจในระดับความคิดรวบยอดใหม่ในระดับสูงขึ้น ชาญณรงค์ เอียงราช (2552) ได้นำเสนอกรอบทฤษฎี Action-Process-structure (APS) เพื่ออธิบายถึงธรรมชาติของโครงสร้างทางปัญญาที่จำเป็นต่อกระบวนการสร้างความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนและกระบวนการพัฒนาความรู้ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งเกิดจากการปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญา (Network of knowledge/Schema) กรอบทฤษฎี Action-Process-structure (APS) นี้พัฒนาจากแนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการ Reflective abstraction ของ Piaget ซึ่งกรอบทฤษฎี Action - Process-structure (APS) จัดระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ออกเป็น 3 ระดับ ประกอบด้วย

ระดับที่ 1 คือ ความเข้าใจระดับการจัดกระทำ (Action conceptual understanding) หมายถึง ความเข้าใจที่เกิดจากการที่ผู้เรียนใช้ความรู้เดิมมาสร้างความหมายต่อสิ่งเร้าภายนอกได้จากการสังเกตนักเรียนที่มีความเข้าใจในระดับการจัดกระทำจะมีความเข้าใจในระดับจำกัดมีความสามารถในการปฏิบัติตามเงื่อนไขที่กำหนดหรือขั้นตอนการคิดคำนวณที่กำหนดอย่างเป็นลำดับขั้นตอนที่ต่อเนื่องกัน ขั้นตอนในแต่ละขั้นตอนจะถูกกระทำให้สำเร็จก่อนที่จะทำในขั้นตอนต่อไป

ระดับที่ 2 คือ ความเข้าใจระดับกระบวนการ (Process conceptual understanding) หมายถึง ความเข้าใจที่เกิดจากการที่นักเรียนได้พัฒนาความเข้าใจในระดับการจัดกระทำหรือการคิดคำนวณหลาย ๆ ครั้ง จนกระทั่งสามารถใช้ความรู้ความเข้าใจที่เกี่ยวข้องมาสร้างข้อสรุปเป็นกรณีทั่วไปโดยการวิเคราะห์ สังเคราะห์หรือเปรียบเทียบผลที่ได้จากการสังเกต การวัดหรือการคิดคำนวณหรือการจัดกระทำอย่างเป็นลำดับขั้นตอนในรูปของมโนภาพ (Concept Images) โดยไม่จำเป็นต้องไปจัดกระทำหรือคิดคำนวณที่เป็นลำดับขั้นตอน นอกจากนี้นักเรียนสามารถอธิบาย สะท้อน หรือคิดย้อนกลับกระบวนการจัดกระทำนั้นโดยไม่จำเป็นต้องแสดงการจัดกระทำในแต่ละขั้นตอนออกมา

ระดับที่ 3 คือ ความเข้าใจระดับโครงสร้าง (Structural conceptual understanding) หมายถึง ความเข้าใจที่เกิดจากการที่นักเรียนเชื่อมโยงความเข้าใจในระดับกระบวนการหลาย ๆ กระบวนการที่เกี่ยวข้องกันเพื่อใช้ในการสร้างความเข้าใจในระดับกระบวนการใหม่ หรือความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ใหม่ในระดับสูงขึ้น หรือนำเอาความเข้าใจในระดับกระบวนการหลาย ๆ กระบวนการมาใช้ในการแก้ปัญหา ผลจากการเชื่อมโยงความเข้าใจในระดับกระบวนการจะทำให้เกิดโครงสร้างทางปัญญา (Schema) ขึ้น อาจกล่าวได้ว่าความเข้าใจในระดับนี้ เป็นการนำเอาความเข้าใจในระดับกระบวนการหลาย ๆ กระบวนการที่เกี่ยวข้องมาเชื่อมโยงอย่างเหมาะสมเพื่อเป็นส่วนหนึ่งของโครงสร้างทางปัญญา

จากการศึกษาแนวคิดเกี่ยวกับความเข้าใจข้างต้น ผู้วิจัยยึดกรอบทฤษฎี Action-Process-structure (APS) มาใช้ในการศึกษาความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ในการวิจัย ครั้งนี้

2.2 กระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem - based learning: PBL)

2.2.1 ความหมายของกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

จากการศึกษาค้นคว้าได้มีผู้ให้ความหมายของกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานไว้หลายท่าน ดังนี้

เดไลเซล (Delisle, 1997) ได้กล่าวว่า กระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีรากฐานมาจากทฤษฎีทางการศึกษาของ จอห์น บี ดิวอี้ (John B. Dewey) ซึ่งมีชื่อว่า การศึกษาแบบพิพัฒนาการ (Progressive education) ที่เน้นการเตรียมประสบการณ์เพื่อพัฒนานักเรียนในทุกด้าน โดยคำนึงถึงความสนใจ ความถนัด ความต้องการทางด้านอารมณ์ สังคมของนักเรียน และเน้นให้เห็นความสำคัญของกิจกรรมและประสบการณ์โดยนักเรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ผู้สอนเป็นเพียงผู้ชี้แนะแนวทาง

ทอร์พ และแซก (Torp & Sage, 1998) ได้กล่าวว่า กระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เน้นการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ที่ได้จากการสำรวจ ค้นคว้าและการแก้ปัญหาที่มีความสัมพันธ์เกี่ยวกับชีวิตประจำวันซึ่งนักเรียนอาจพบเจอ กระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานนั้นเป็นทั้งยุทธวิธีการเรียนการสอนและแนวทางในการจัดหลักสูตร ซึ่งมีลักษณะดังต่อไปนี้ให้นักเรียนเข้าไปมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหา ครูจะเป็นผู้คอยให้คำแนะนำและออกแบบสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ ส่งเสริม ให้นักเรียนได้คิดและสำรวจ หลักสูตรที่สร้างขึ้นจะมีปัญหาเป็นแกนกลาง มีบทบาทในการเตรียมประสบการณ์จริงที่ส่งเสริมกิจกรรมการเรียนรู้ สนับสนุนให้สร้างความรู้ด้วยตนเอง และบูรณาการสิ่งต่าง ๆ ที่เรียนรู้ในโรงเรียนกับชีวิตจริงเข้าด้วยกัน ในขณะที่เรียนรู้ นักเรียนจะถูกทำให้นักแก้ปัญหา และพัฒนาไปสู่การเป็นผู้ที่สามารถเรียนรู้โดยการชี้นำตนเองได้ ในกระบวนการเรียนรู้ ด้วยวิธีนี้ ครูจะเป็นผู้ร่วมในการแก้ปัญหา มีหน้าที่ในการสร้างความสนใจ สร้างความกระตือรือร้นในการเรียนรู้ให้กับนักเรียน เป็นผู้แนะนำและอำนวยความสะดวกเพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างสมบูรณ์

วาสนา กิมเท็ง (2553) ได้กล่าวว่า กระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นรูปแบบหรือวิธีการเรียนรู้แบบหนึ่งที่ใช้การตั้งคำถามหรือปัญหาเป็นตัวกระตุ้นหรือนำทางผู้เรียนให้เกิดความสนใจอยากรู้ ตัวปัญหาจะเป็นจุดตั้งต้นของกระบวนการเรียนรู้และเป็นตัวกระตุ้นในการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา และเป็นการพัฒนาผู้เรียน สู่การเป็นผู้ที่สามารถเรียนรู้โดยการชี้นำตนเองได้ เพื่อแก้ปัญหาหรือสถานการณ์เกี่ยวกับชีวิตประจำวัน

วาสนา ภูมิ (2555: 13) กล่าวว่า กระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้จากปัญหาหรือสถานการณ์ที่สนใจผ่านกระบวนการทำงานกลุ่ม การสืบค้น กระบวนการทำความเข้าใจและแก้ปัญหาด้วยเหตุผล ซึ่งตัวปัญหานั้นจะมีความสัมพันธ์กับชีวิตจริงและเป็นจุดตั้งต้นของกระบวนการเรียนรู้ ครูผู้สอนเป็นเพียงผู้คอยให้คำแนะนำ และจัดสภาพแวดล้อมแห่งการเรียนรู้

จากการศึกษาค้นคว้าเอกสารข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า กระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง โดยนำปัญหาหรือสถานการณ์ที่น่าสนใจและเชื่อมโยงกับบริบทในชีวิตจริง มากระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ผ่านกระบวนการกลุ่ม เพื่อให้ผู้เรียนเกิดทักษะในการคิดวิเคราะห์และการคิดแก้ปัญหาผ่านการศึกษา

ค้นคว้าและกระบวนการในการแก้ปัญหา รวมทั้งได้ความรู้ตามศาสตร์สาขาวิชาที่ตนศึกษาด้วย โดยบทบาทของผู้สอนนั้นเป็นเพียงผู้ที่คอยให้คำแนะนำและออกแบบสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมในการส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียน

2.2.2 ลักษณะกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

กิจซีเลียเออร์ส (Gijseleers, 1996) ได้กล่าวถึงลักษณะกระบวนการเรียนการสอน โดยใช้ปัญหาเป็นฐานไว้ 3 ประการ คือ

(1) กระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นกระบวนการสร้าง ไม่ใช่กระบวนการรับ การเรียนรู้เกิดขึ้นจากการสร้างความรู้ เชื่อมโยงกับเครือข่ายมโนทัศน์ที่มีความหมาย การเกิดการเรียนรู้และข้อมูลใหม่มีอยู่แล้วในเครือข่าย ขึ้นอยู่กับว่าผู้เรียนจะอย่างไรกับข้อมูลเหล่านั้น ข้อมูลใหม่เกิดขึ้นได้จากการระลึกถึงความรู้เดิมที่มีอยู่ และเคยใช้ความรู้ นั้น ๆ ในการแก้ปัญหา นั่นคือ ความรู้เดิมจะเป็นพื้นฐานในการเรียนรู้สิ่งใหม่

(2) การรู้เกี่ยวกับสิ่งที่รู้ซึ่งส่งผลต่อการเรียนรู้ (Knowing About Knowing Affects Learning) การเรียนรู้จะแกร่งกล้าเมื่อนักเรียนมีทักษะในการกำกับตนเอง ซึ่งเป็นองค์ประกอบของทักษะที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้ นั่นคือ มีการกำหนดเป้าหมายการเรียนรู้ว่าจะทำอะไร สามารถเลือกยุทธวิธีว่าจะอย่างไร และมีการประเมินผลว่าบรรลุจุดมุ่งหมายหรือไม่ ซึ่งเป็นการตรวจสอบการเรียนรู้ของตนเอง การที่จะประสบผลสำเร็จในการแก้ปัญหานั้นไม่ได้ขึ้นอยู่กับความรู้ที่อยู่ในตัวเพียงอย่างเดียว แต่จะขึ้นอยู่กับทางเลือกใช้วิธีการในการแก้ปัญหาเพื่อให้ได้มาซึ่งความสำเร็จบรรลุตามจุดมุ่งหมายที่วางไว้

(3) ปัจจัยทางสังคมและองค์ประกอบแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการเรียนรู้เป็นปัจจัยที่เป็นตัวนำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในความรู้และสามารถนำไปใช้เป็นกระบวนการแก้ปัญหา ซึ่งจะช่วยให้ประสบความสำเร็จตามจุดมุ่งหมายที่ต้องการในการศึกษาระดับสูงขึ้น รูปแบบการเรียนที่เป็นไปตามสภาพแวดล้อมที่ทำให้ผู้เรียนได้ประสบกับปัญหาจริง หรือการได้ปฏิบัติเกี่ยวกับอาชีพทำให้ผู้เรียนได้ใช้ความรู้เกี่ยวกับการรู้คิดไปใช้ในการแก้ปัญหา และปัจจัยทางสังคมนั้นก็ยังมีอิทธิพลต่อการเรียนรู้ของแต่ละบุคคล นั่นคือการทำงานเป็นกลุ่มทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน อันจะก่อให้เกิดทางเลือกหลากหลายที่จะนำไปใช้ในการตัดสินใจแก้ปัญหา

ทอร์พ และ เซก (Torp & Sage, 1998) ได้กล่าวถึงลักษณะกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ดังนี้

(1) ดึงดูดความสนใจของนักเรียน เหมือนพวกเขาได้เข้าไปอยู่ในสถานการณ์ของปัญหาที่เกิดขึ้นจริง

(2) รวบรวมหลักสูตรที่เกี่ยวกับปัญหาที่เกิดขึ้นจริง เพื่อให้บรรลุเป้าหมายจากการเรียนรู้ของนักเรียนในทิศทางที่เกี่ยวกับการเชื่อมโยงกัน

(3) สร้างบรรยากาศแห่งการเรียนรู้โดยครูรวบรวมความคิดของนักเรียน และแนะนำให้ นักเรียนตั้งคำถาม เพื่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจที่ลึกซึ้ง

สถาบันคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์แห่งอิลลินอยส์ (Illinois Mathematics and Science and Academy, 2001: Website) ได้กล่าวถึงลักษณะกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ไว้ดังนี้

(1) ในการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นฐานนั้น ปัญหาที่มีแนวทางในการหาคำตอบหลากหลาย (ill-structured problem) จะถูกนำเสนอเป็นอันดับแรกและจัดเป็นศูนย์กลางของเนื้อหาสาระ และบริบทของการเรียนรู้

(2) ปัญหาที่เป็นศูนย์กลางของการเรียนรู้ มีลักษณะดังนี้

(2.1) โครงสร้างที่มีลักษณะที่สามารถหาแนวทางในการหาคำตอบได้หลากหลาย (ill-structured problem) เป็นลักษณะปัญหาตามแบบธรรมชาติทั่วไป

(2.2) สถานการณ์จะมีลักษณะที่ยุ่งยากซับซ้อน ไม่ตายตัว (messy)

(2.3) มีการเปลี่ยนแปลงได้เสมอเมื่อมีข้อมูลใหม่ ๆ เพิ่มเข้ามา

(2.4) ไม่สามารถแก้ปัญหาได้ง่าย ๆ หรือรูปแบบการแก้ปัญหาไม่แน่นอน

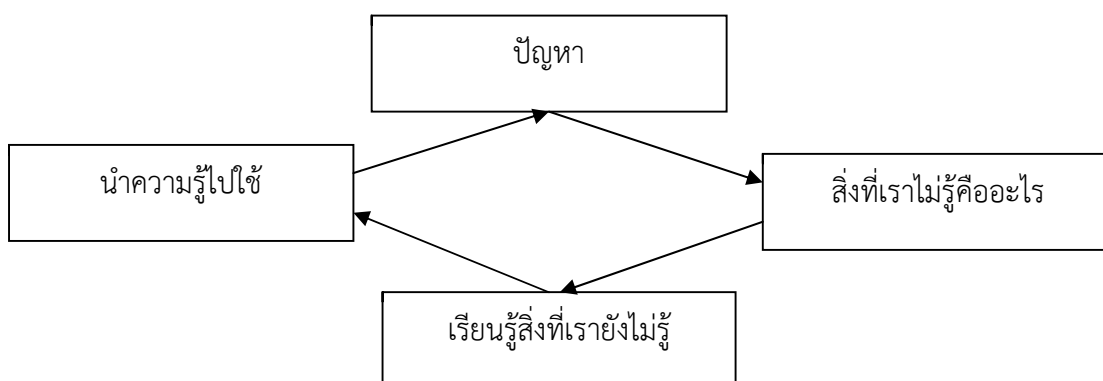
(2.5) ไม่มีคำตอบที่ถูกต้องเสมอไป

(3) การเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นฐานในชั้นเรียนนั้น นักเรียนจะถูกจัดให้มีบทบาทเป็นนักแก้ปัญหา ครูถูกจัดให้มีบทบาทเป็นผู้ให้คำแนะนำและช่วยเหลือ (tutors and coaches)

(4) ในกระบวนการสอนและการเรียน จะมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับข้อมูลต่าง ๆ แต่ความรู้ที่นักเรียนแต่ละคนจะต้องสร้างขึ้นด้วยตนเอง การคิดต้องเต็มไปด้วยความชัดเจน มีความหมาย

(5) การประเมินการเรียนรู้จะประเมินตามสภาพจริงโดยดูที่ปัญหา และกระบวนการแก้ปัญหา

การสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ไม่ใช่การสอนแบบแก้ปัญหา (Problem solving method) เพราะการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานนั้น ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับศาสตร์โดยตรงของผู้เรียนต้องมาก่อน โดยปัญหาจะเป็นตัวกระตุ้นหรือนำทางให้ผู้เรียนต้องไปแสวงหาความรู้ความเข้าใจด้วยตนเอง เพื่อจะได้ค้นพบคำตอบของปัญหานั้น กระบวนการหาความรู้ด้วยตนเองนี้จะทำให้ผู้เรียนเกิดทักษะในการแก้ปัญหา ดังภาพประกอบที่แสดงวงจรหลักของการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (มัทธรา ธรรมบุศย์, 2545)



ภาพที่ 2.1 วงจรหลักของการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL)

2.2.3 ลักษณะของปัญหาที่ใช้ในกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ทอร์พ และ เชก (Torp & Sage, 1998) ได้กล่าวถึงลักษณะของปัญหาที่ใช้ในกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานว่ามีลักษณะดังนี้

- (1) จะต้องมีความคลุมเครือ
- (2) จะมีการเปลี่ยนแปลงเมื่อมีข้อมูลใหม่มาสนับสนุน
- (3) ไม่สามารถแก้ไขได้โดยง่ายหรือไม่ได้ใช้สูตรตายตัวในการหาคำตอบ

ทิสนา แคมมณี (2550) ได้กล่าวถึงลักษณะของปัญหาที่ใช้ในกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานว่า ปัญหาสามารถกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดภาวะงุนงงสงสัยและความต้องการที่จะแสวงหาความรู้เพื่อขจัดความสงสัยดังกล่าว การให้ผู้เรียนได้เผชิญปัญหาจริงหรือสถานการณ์ปัญหาต่าง ๆ และร่วมกันคิดหาทางแก้ปัญหาเหล่านั้น จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย และสามารถพัฒนาทักษะกระบวนการต่าง ๆ อันเป็นทักษะที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตและการเรียนรู้ตลอดชีวิต

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ (2550) ได้กล่าวถึงลักษณะของปัญหาที่ใช้ในกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานว่า การจัดกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานสิ่งสำคัญที่สุดคือ ปัญหาหรือสถานการณ์ที่จะเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้ ลักษณะที่สำคัญของปัญหามีดังนี้

- (1) เกิดขึ้นในชีวิตจริงและเกิดจากประสบการณ์ของผู้เรียน หรือผู้เรียนอาจมีโอกาสเผชิญกับปัญหานั้น
- (2) เป็นปัญหาที่พบบ่อย มีความสำคัญ มีข้อมูลประกอบสำหรับการค้นคว้า
- (3) เป็นปัญหาที่ยังไม่มีคำตอบชัดเจนตายตัว เป็นปัญหาที่ความซับซ้อนคลุมเครือ หรือผู้เรียนเกิดความสงสัย
- (4) ปัญหาที่เป็นประเด็นขัดแย้ง ข้อถกเถียงในสังคมยังไม่มีข้อยุติ
- (5) เป็นปัญหาที่อยู่ในความสนใจ เป็นสิ่งที่อยากรู้ แต่ไม่รู้
- (6) ปัญหาที่สร้างความเดือดร้อน เสียหาย เกิดโทษภัยและเป็นสิ่งไม่ดีหากใช้ข้อมูลโดยลำพังคนเดียวอาจทำให้ตอบปัญหาผิดพลาด
- (7) เป็นปัญหาที่มีการยอมรับว่าจริง ถูกต้อง แต่ผู้เรียนไม่เชื่อว่าจริง ไม่สอดคล้องกับความคิดเห็นของผู้เรียน
- (8) ปัญหาที่มีคำตอบหรือมีแนวทางในการแสวงหาคำตอบหลายทาง ครอบคลุมการเรียนรู้ที่กว้างขวางหลากหลายเนื้อหา
- (9) เป็นปัญหาที่มีความยากความง่ายเหมาะสมกับพื้นฐานของผู้เรียน
- (10) เป็นปัญหาที่ไม่สามารถหาคำตอบได้ทันที ต้องการการสำรวจค้นคว้าและรวบรวมข้อมูล หรือทดลองดูก่อนจึงจะได้คำตอบ ไม่สามารถที่จะคาดเดาหรือทำนายได้ง่าย ๆ ว่าต้องใช้ความรู้อะไร ยุทธวิธีในการสืบเสาะหาความรู้จะเป็นอย่างไรหรือคำตอบ หรือผลของความรู้เป็นอย่างไร
- (11) เป็นปัญหาส่งเสริมความรู้ด้านเนื้อหาทักษะ สอดคล้องกับหลักสูตรการศึกษา

จากการค้นคว้าเอกสารข้างต้น สรุปได้ว่าลักษณะของปัญหาที่ใช้ในกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานว่า ปัญหาสามารถกระตุ้นให้ผู้เรียนสงสัยและต้องการที่จะแสวงหา

ความรู้เพื่อจัดการความสงสัยดังกล่าว ไม่สามารถที่จะคาดเดาหรือทำนายได้ง่าย ๆ ว่าต้องใช้ความรู้อะไร ยุทธวิธีในการสืบเสาะหาความรู้จะเป็นอย่างไรหรือคำตอบ หรือผลของความรู้เป็นอย่างไร การให้ผู้เรียนได้เผชิญปัญหาต่าง ๆ และร่วมกันคิดหาทางแก้ปัญหาต่าง ๆ จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ อย่างมีความเข้าใจและสามารถพัฒนาทักษะกระบวนการต่าง ๆ

2.2.4 ขั้นตอนของกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ (2550) ได้กล่าวถึงขั้นตอนของ กระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดปัญหา เป็นขั้นที่ผู้สอนจัดสถานการณ์ต่าง ๆ กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความ สนใจ และมองเห็นปัญหา สามารถกำหนดสิ่งที่เป็นปัญหาที่ผู้เรียนอยากรู้อยากเรียนได้และเกิดความ สนใจที่จะค้นหาคำตอบ

ขั้นที่ 2 ทำความเข้าใจปัญหา ผู้เรียนจะต้องทำความเข้าใจปัญหาที่ต้องการเรียนรู้ ซึ่งผู้เรียนจะต้องอธิบายถึงสิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาได้

ขั้นที่ 3 ดำเนินการศึกษาค้นคว้า ผู้เรียนกำหนดสิ่งที่ต้องเรียน ดำเนินการศึกษาค้นคว้า ด้วยวิธีที่หลากหลาย

ขั้นที่ 4 สังเคราะห์ความรู้ เป็นขั้นที่ผู้เรียนนำความรู้ที่ได้ค้นคว้ามาแลกเปลี่ยนเรียน ร่วมมือกัน อภิปรายผลและสังเคราะห์ความรู้ที่ได้มาว่ามีความเหมาะสมหรือไม่เพียงพอกับ การตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้หรือไม่ แล้วนำข้อมูลที่ได้ไปตรวจสอบสมมติฐานและแก้ปัญหา ถ้าไม่เพียงพอกลุ่มจะต้องกำหนดสิ่งที่ต้องเรียนเพิ่มเติม แผนการเรียนรู้ และแหล่งข้อมูลแล้ว ดำเนินการศึกษาค้นคว้าอีกครั้งหนึ่งเพื่อให้ได้ข้อมูลที่สมบูรณ์ก่อน

ขั้นที่ 5 สรุปและประเมินค่าของคำตอบ ผู้เรียนแต่ละกลุ่มสรุปผลงานของกลุ่มตนเอง และประเมินผลงานว่าข้อมูลที่ศึกษาค้นคว้ามีความเหมาะสมหรือไม่เพียงพอ โดยพยายามตรวจสอบ แนวคิดภายในกลุ่มของตนเองอย่างอิสระ ทุกกลุ่มช่วยกันสรุปองค์ความรู้ในภาพรวมของปัญหาอีกครั้ง

ขั้นที่ 6 นำเสนอและประเมินผลงาน ผู้เรียนนำข้อมูลที่ได้มาจัดระบบองค์ความรู้นำเสนอ เป็นผลงานในรูปแบบที่หลากหลาย ผู้เรียนทุกกลุ่มรวมทั้งผู้เรียนที่เกี่ยวข้องกับปัญหาร่วมกัน ประเมินผลงาน

ขั้นตอนกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานสามารถแสดงเป็นแผนภาพ ขั้นตอนกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ได้ดังภาพที่ 2.2

การเตรียมการสอนของผู้สอน		
บทบาทผู้สอน	- พิจารณาเลือกมาตรฐานสาระ/เนื้อหาที่เหมาะสมกับแนวทางการจัดการเรียนรู้ - จัดทำผังมโนทัศน์/แผนการจัดการเรียนรู้ - จัดทำเครื่องมือวัดและประเมินผล	บทบาทผู้เรียน
- แนะนำแนวทาง/วิธีการเรียนรู้ - ยกตัวอย่างปัญหา/สถานการณ์ - ตั้งคำถามให้คิดต่อ	1. กำหนดปัญหา	- เสนอปัญหาหลากหลาย - เลือกปัญหาที่สนใจ - แบ่งกลุ่มตามความสนใจ
- ถามคำถามให้ผู้เรียนคิดละเอียด - กระตุ้นให้ผู้เรียนคิดต่อ - ช่วยดูแลตรวจสอบ แนะนำความถูกต้อง	2. ทำความเข้าใจ	- ตั้งคำถามในประเด็นที่อยากรู้ - ระดมสมองหาความหมาย/คำนิยาม - อธิบายสถานการณ์ของปัญหา - บอกแนวทางและอธิบายวิธีหาคำตอบ - จัดทำแผนผังความคิด/บันทึกการทำงาน
- ศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลเพิ่มเติม - อำนวยความสะดวกจัดหาประสานงานวัสดุ เอกสาร สื่อเทคโนโลยี - แนะนำให้กำลังใจ	3. ดำเนินการศึกษาค้นคว้า	- แบ่งงาน แบ่งหน้าที่ - จัดเรียงลำดับการทำงาน - กำหนดเป้าหมายงาน/ระยะเวลา - ศึกษาค้นคว้าและบันทึก
- แลกเปลี่ยนข้อมูลความคิดเห็น - ตั้งคำถามเพื่อสร้างความคิดรวบยอด	4. สังเคราะห์ความรู้	- ผู้เรียนแต่ละคนนำความรู้มาเสนอในกลุ่ม - ตรวจสอบข้อมูลว่าสามารถตอบคำถามที่อยากรู้ได้ทั้งหมดหรือไม่ - ตรวจสอบความถูกต้อง เหมาะสม เพียงพอ - ทบทวนและหาความรู้เพิ่มเติม
- ผู้สอนช่วยตรวจสอบการประมวลผลการสร้างองค์ความรู้ใหม่ - ให้ผู้เรียนสรุปองค์ความรู้ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้า - พิจารณาความเหมาะสมเพียงพอ	5. สรุปและประเมินคำตอบ	- กลุ่มนำข้อมูลที่ได้ทั้งหมดมาประมวลสร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่ - ประเมินประสิทธิภาพการปฏิบัติงานกลุ่ม - ประเมินตนเองด้านความรู้ กระบวนการกลุ่ม ความพึงพอใจ - เลือกวิธี/รูปแบบการนำเสนอที่น่าสนใจ
- ผู้สอนประเมินตนเอง ประเมินผลการเรียนรู้ - ความรู้ ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การคิดวิเคราะห์เผยแพร่	6. นำเสนอและประเมินผลงาน	- เสนอผลงานการปฏิบัติงานต่อเพื่อนผู้เรียน/ผู้สอน/ผู้สนใจ - ประเมินผลร่วมกับกลุ่มเพื่อน/ผู้สอน/ผู้สนใจ

ภาพที่ 2.2 ขั้นตอนกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

2.3 สะเต็มศึกษา (STEM Education)

2.3.1 ความหมายของสะเต็มศึกษา

สะเต็มศึกษา (STEM Education) เป็นแนวทางใหม่ในการจัดการศึกษาที่เน้นการบูรณาการเรียนวิทยาศาสตร์ (Science: S) เทคโนโลยี (Technology: T) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering: E) และคณิตศาสตร์ (Mathematics: M) โดยเริ่มตั้งแต่การศึกษาขั้นพื้นฐานจนถึงระดับอุดมศึกษา

อาชีวศึกษาและการศึกษาตลอดชีวิต เพื่อให้คนไทยมีความรู้และทักษะสำหรับสร้างสรรค์สิ่งใหม่ สามารถประกอบวิชาชีพวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและมีคุณภาพชีวิตที่ดีในยุคประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน (มนตรี จุฬาววัฒนทล, 2556)

2.3.2 ความเป็นมาของสะเต็มศึกษากับการศึกษาไทย

เพื่อยกระดับขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศอย่างต่อเนื่อง หลายประเทศ จำเป็นต้องเร่งพัฒนากำลังคนของประเทศ (National workforce) ให้มีความรู้ความสามารถและ ทักษะด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมและคณิตศาสตร์ (Science Technology Engineering and Mathematics) หรือ “สะเต็ม” (STEM) ซึ่งเป็นแกนหลักของเศรษฐกิจและสังคมโลกในอนาคต ดังนั้นในการประชุมเมื่อวันที่ 14 ธันวาคม 2555 คณะกรรมการสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้เห็นชอบในหลักการให้ สสวท. นำเสนอนโยบายและแนวทางส่งเสริม การศึกษาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมและคณิตศาสตร์ หรือ “สะเต็มศึกษา” (STEM Education) เพื่อเตรียมคนไทยรุ่นใหม่ให้มีขีดความสามารถในการประกอบอาชีพ สร้างเศรษฐกิจ และสามารถดำเนินชีวิตในประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน (ASEAN Economic Community: AEC)

2.3.3 คุณลักษณะของสะเต็มศึกษา

วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นวิชาที่ศึกษาตั้งแต่ชั้นประถมศึกษา มัธยมศึกษาจนถึงระดับอุดมศึกษาและอาชีวศึกษา แม้นักเรียนไทยที่เรียนเก่งและมีความรู้ ความสามารถสูงส่วนหนึ่ง จะสามารถแข่งขันเอาชนะนักเรียนต่างชาติ สามารถคว้าเหรียญโอลิมปิก วิชาการทุกปี บางคนได้ทุนศึกษาต่อถึงปริญญาเอก ได้ทำงานวิจัยและพัฒนาจนประสบความสำเร็จ ในวิชาชีพทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี แต่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนไทย ส่วนใหญ่ในวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ยังไม่เป็นที่น่าพอใจดังที่ปรากฏผลการทดสอบต่าง ๆ เช่น O-NET, PISA และ TIMSS เป็นต้น นอกจากนี้นักเรียนไทยไม่นิยมเรียนวิชาเหล่านี้เพราะเรียนยากและ ไม่ทราบจะไปทำงานอะไร ดังนั้นนักเรียนไทยจึงมักเรียนสายสังคมเป็นส่วนใหญ่ ปัญหาเหล่านี้ จำเป็นต้องได้รับการแก้ไข แต่วิธีการต่าง ๆ ที่ได้นำมาช่วยแก้ปัญหา เช่น การจัดห้องเรียนวิทยาศาสตร์ การมีโรงเรียนวิทยาศาสตร์ เป็นต้น สามารถช่วยแก้ปัญหาได้ในวงจำกัดเท่านั้น

สะเต็มศึกษา จะเป็นแนวทางใหม่ในการส่งเสริมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี ตั้งแต่การศึกษาขั้นพื้นฐานจนถึงระดับอุดมศึกษา อาชีวศึกษาและ การศึกษาตลอดชีวิต แต่เพื่อให้เกิดการใช้ประโยชน์ในการสร้างสิ่งใหม่ ๆ จึงได้รวมคำว่า วิศวกรรม (Engineering) เข้ามาด้วย ดังนั้น “สะเต็มศึกษา” จึงเป็นแนวทางการจัดการเรียนการสอน วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี โดยเน้นการบูรณาการและการนำไปใช้ในการแก้ปัญหา สร้างสรรค์สิ่งใหม่ ๆ กระบวนการใหม่หรือรูปแบบระบบใหม่ (วิศวกรรม) ที่มีคุณประโยชน์ต่อ เศรษฐกิจและสังคมในอนาคต ดังนั้นสะเต็มศึกษาจะสอนและฝึกให้ผู้เรียนมีความรู้ความสามารถ ดังนี้

- (1) สร้างทักษะในการนำองค์ความรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี
- (2) นำทักษะเหล่านั้นมาแก้ปัญหาสำคัญที่พบในชีวิตจริง

(3) นำประสบการณ์ไปใช้ในการประกอบอาชีพและปฏิบัติงานที่ได้รับมอบหมายหรือ ศึกษาต่อในสายอุดมศึกษาหรืออาชีวศึกษา

ดังนั้นสะเต็มศึกษาจึงมักเน้นการทำโครงการแก้ปัญหาหรือสร้างนวัตกรรมใหม่โดยวิธีบูรณาการความรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี

อนึ่งคำว่า “สะเต็ม” (STEM) เป็นคำที่นิยมใช้ในหลายประเทศ แต่มีบางประเทศที่อาจใช้คำอื่นแทน เช่น MES (Mathematics Engineering and Science) หรือ STEAM (Science Technology Engineering Arts and Mathematics)

2.3.4 แนวทางการจัดการเรียนรู้และการประเมินผลสะเต็มศึกษา

อภิสิทธิ์ ธงไชย (2556) ได้กล่าวถึงแนวทางการจัดการเรียนรู้และการประเมินผลสะเต็มศึกษาไว้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ STEM ต้องสอดคล้องกับหลักสูตรหรือมาตรฐานการเรียนรู้สามารถนำไปบูรณาการกับกิจกรรมการเรียนรู้แบบเดิม เพื่อมิให้เป็นภาระกับผู้สอนอันจะก่อให้เกิดปัญหาต่อการเรียนการสอนได้ นอกจากนี้ยังพบว่ากระบวนการของการจัดการเรียนการสอนทางวิทยาศาสตร์ได้มุ่งเน้นแนวคิดการลงมือปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ (Scientific practice) ที่ไม่เพียงแต่ค้นคว้าเพื่อให้ได้คำตอบแต่ยังมุ่งเน้นการลงมือปฏิบัติทั้งการทดลองและการสร้างสรรค์ชิ้นงานโดยการบูรณาการเข้ากับคณิตศาสตร์และใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมและเทคโนโลยี (Engineering and Technology design process) เพื่อให้ผู้เรียนเกิดทักษะต่าง ๆ จากการปฏิบัติ

การจัดการเรียนการสอนสะเต็มศึกษาในชั้นเรียนนั้น มีการกำหนดกรอบเวลาอย่างชัดเจน และให้สอดคล้องกับภาระงานของผู้เรียน อาจแบ่งกิจกรรมได้เป็นกิจกรรมช่วงเวลาสั้น (4 - 6 ชั่วโมง) กิจกรรมโครงงานย่อย (2 - 8 ชั่วโมง) หรือการทำโครงงาน (Project Based Learning: PBL) ระยะเวลาตลอดภาคเรียนก็ได้

หลักการสำคัญในการจัดการเรียนรู้สะเต็มคือจะต้องใช้บริบทของกิจกรรมที่นักเรียนคุ้นเคยเพื่อให้เชื่อมโยงกับชีวิตจริงและมองว่าเป็นสิ่งใกล้ตัว มีการใช้คำถามปลายเปิดเพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกคิดแก้ปัญหา (Problem Solving) ฝึกการคิดเชิงระบบ (Systems thinking) และการคิดวิเคราะห์ (Critical thinking) มุ่งเน้นการทำงานเป็นทีม และให้ผู้เรียนฝึกใช้อุปกรณ์ สื่อ และเทคโนโลยีต่าง ๆ ที่พบเห็นในชีวิตจริงเพื่อเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ (เช่น เป็นเครื่องมือในการสืบค้นข้อมูล) รวมถึงมีการฝึกการนำเสนอผลงานที่นักเรียนได้จัดทำ ช่วยให้ผู้เรียนได้ตระหนักถึงจุดมุ่งหมาย เหตุผลกระบวนการในการเรียนรู้

ในขณะที่การวัดและการประเมินผลนั้นจะต้องมีแนวทางที่สอดคล้องกับหลักสูตรและมาตรฐานการเรียนรู้ที่ครอบคลุมการปฏิบัติในชั้นเรียน การวัดผลไม่เพียงแต่ดูที่ผลงานปลายทางของผู้เรียน แต่จะต้องให้ความสำคัญกับกระบวนการทำงาน และทักษะต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในระหว่างการทำงาน (Formative assessment) ซึ่งจะสอดคล้องกับการประเมินตามสภาพจริง (Authentic assessment)

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ด้วยกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดของสะเต็มศึกษา ผู้วิจัยจึงขอแยกประเด็นที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้

2.4.1 งานวิจัยต่างประเทศ

ได้มีผู้ทำการวิจัยเกี่ยวกับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ด้วยกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดของสะเต็มศึกษา ไว้ดังนี้

Weber (2015; อ้างอิงจาก นิติวุฒิ ศรีคลังไพร, 2549) ได้ทำการศึกษาความเข้าใจของผู้เรียนเกี่ยวกับฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและลอการิทึม โดยทำการวิเคราะห์ความเข้าใจของผู้เรียนเกี่ยวกับความคิดรวบยอดดังกล่าวภายใต้บริบทของทฤษฎีที่สร้างขึ้น โดยอ้างอิงกรอบทฤษฎี APOS (Dubinsky, 1991) ผลวิจัยพบว่า ผู้เรียนโดยส่วนใหญ่สามารถคำนวณค่าของเอกซ์โพเนนเชียลในกรณีที่ย่าง ๆ มีเพียงผู้เรียน 2 - 3 คนเท่านั้นที่สามารถให้เหตุผลเกี่ยวกับกระบวนการ (Process) ของเอกซ์โพเนนเชียลได้ตามกรอบทฤษฎีที่สร้างขึ้น ผลการศึกษาพบว่าความรู้เกี่ยวกับเรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล และลอการิทึมของผู้เรียนยังมีข้อจำกัด คือผู้เรียนมีเพียงความรู้ความเข้าใจในระดับการจัดกระทำ (Action)

Vidakovic (1993) ทำการศึกษานักเรียนที่ทำกิจกรรมกลุ่มร่วมกันจำนวน 5 กลุ่ม และนักเรียนที่ทำกิจกรรมเป็นรายบุคคล จำนวน 5 คน โดยทำกิจกรรมเดียวกันทั้งหมด กิจกรรมที่นักเรียนทำเป็นเนื้อหาเกี่ยวกับฟังก์ชัน จุดประสงค์เพื่อศึกษาเกี่ยวกับการเรียนรู้เกี่ยวกับมโนทัศน์ของฟังก์ชันและโครงสร้างทางปัญญาของนักเรียนแต่ละคน การศึกษาครั้งนี้ใช้กรอบทฤษฎี APOS ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนมีการสร้างและพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับฟังก์ชัน โดยนักเรียนที่ทำงานเป็นกลุ่มจะมีความเข้าใจดีกว่านักเรียนที่ทำงานคนเดียว

Coston (1994 อ้างอิงจาก Heingraj, 2003) ได้ทำการศึกษาถึงอิทธิพลของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือกันเรียนรู้ (Co-operative learning) และการใช้เครื่องคิดเลขเชิงกราฟในกระบวนการเรียนการสอนที่มีต่อความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ของฟังก์ชัน ทักษะทางพีชคณิต และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ผู้ร่วมวิจัยประกอบด้วยนักศึกษาระดับอุดมศึกษาที่เรียนในรายวิชาพีชคณิต 4 ห้องเรียน จำนวน 176 คน กลุ่มทดลองประกอบด้วย 3 ชั้นเรียน คือ ชั้นเรียนที่ใช้รูปแบบการสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้ จำนวน 44 คน ชั้นเรียนที่ใช้เครื่องคิดเลขกราฟิก จำนวน 46 คน และชั้นเรียนที่ใช้ทั้งการสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้และเครื่องคิดเลขกราฟิก จำนวน 45 คน กลุ่มควบคุม 1 ชั้นเรียน จำนวน 41 คน ใช้รูปแบบการสอนแบบบรรยายและอภิปราย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วยแบบสอบถามเจตคติ ข้อสอบวัดทักษะทางพีชคณิต แบบทดสอบเกี่ยวกับความรับผิดชอบของสมาชิกในกลุ่ม และแบบทดสอบเกี่ยวกับฟังก์ชัน ผลการวิจัยพบว่า ไม่มีความแตกต่างทางสถิติเกี่ยวกับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ของฟังก์ชันระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

Elshafei (1998: Abstract) ได้ศึกษาเพื่อเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ของนักเรียนด้วยวิธีการกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับการเรียนแบบปกติในวิชาพีชคณิต 2 โดยทำการวิจัยถึงทดลองกับนักเรียนโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายในเมืองแอตแลนตา จำนวน 15 ห้องเรียน 342 คน แบ่งเป็นห้องเรียนแบบปกติ 8 ห้องเรียน และเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน 7 ห้องเรียน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการเรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งเป็นผลมาจากการที่นักเรียนเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง มีการรวมกลุ่มกันแก้ปัญหาและสามารถคิดค้นวิธีการแก้ปัญหาได้ดีกว่านักเรียนที่เรียนแบบปกติ

McCarthy (2001) ได้ทดลองจัดกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานในวิชาคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษาเพื่อพัฒนาความคิดรวบยอดเรื่องทศนิยม และได้สรุปว่ากระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานสามารถพัฒนาความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยใช้ให้เห็นว่านักเรียนมีการพัฒนาความเข้าใจในวิชาคณิตศาสตร์ตลอดเวลาที่พยายาม ทาวิธีแก้ปัญห โดยนักเรียนจะพูดถึงความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับทศนิยมที่นักเรียนมีอยู่ก่อนแล้ว และยังแสดงถึงความเข้าใจใหม่ที่เกิดขึ้นเกี่ยวกับทศนิยมอย่างถูกต้อง

Katwibun (2004) ได้ศึกษาเพื่ออธิบายความรู้สึกชอบคณิตศาสตร์ในห้องเรียน โดยอาศัยปัญหาเป็นฐานของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 8 คน ในโครงการคณิตศาสตร์เชื่อมโยงในหลักสูตร โดยใช้การเก็บรวบรวมข้อมูลที่สำคัญ ได้แก่ การสังเกตชั้นเรียน แบบสอบถามเจตคติและความเชื่อ การสัมภาษณ์ครูและนักเรียน ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนเกือบทุกคนมีความรู้สึกชอบคณิตศาสตร์ทางบวก นักเรียนอาสาและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นทั้งในการจัดกิจกรรมกลุ่มร่วมมือขนาดเล็กและการอภิปรายกลุ่มใหญ่ นักเรียนเชื่อว่าคณิตศาสตร์เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ความคิดใหม่ ๆ และคณิตศาสตร์มีความสำคัญในชีวิตประจำวัน นักเรียนทั้ง 8 คน ชอบกิจกรรมที่ได้ลงมือปฏิบัติ และเกิดความสนุกสนานในการเรียนรู้จากการมีปฏิสัมพันธ์และมีโอกาสแลกเปลี่ยนความคิดเห็นจากการอภิปรายกลุ่ม

Tseng and et al. (2011) ได้ศึกษาเจตคติต่อการบูรณาการวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ (STEM) ในการเรียนรู้แบบโครงงาน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเจตคติก่อนและหลังจากได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐานที่บูรณาการ STEM เครื่องมือที่ใช้เป็นแบบสอบถามและแบบสัมภาษณ์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือนักศึกษาในสถาบันเทคโนโลยีในไต้หวัน จำนวน 5 แห่ง รวม 30 คน ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยโครงงานเป็นฐาน มีเจตคติต่อวิศวกรรมเปลี่ยนไปอย่างมีนัยสำคัญ จากการสัมภาษณ์ เกือบทั้งหมดแสดงให้เห็นถึงความสำคัญของ STEM คือ ความรู้ ทักษะ และประสบการณ์ด้าน STEM จะเป็นประโยชน์ในการประกอบอาชีพในอนาคต สามารถนำมาใช้เพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจริงได้ สามารถแสดงให้เห็นถึงความหมายของการเรียนรู้และอยากที่จะเรียนรู้เพิ่มขึ้น และส่งผลต่อเจตคติในการประกอบอาชีพที่เกี่ยวข้องกับ STEM ในภายภาคหน้าเพิ่มขึ้นด้วย

2.4.2 งานวิจัยในประเทศ

ได้มีผู้ทำการวิจัยเกี่ยวกับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ด้วยกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดของสะเต็มศึกษา ไว้ดังนี้

นิตจุฑา ศรีคลังไพร (2549) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การศึกษาความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลโดยใช้เครื่องคิดเลขเชิงกราฟิกเป็นฐานในการเรียนการสอน: กรณีศึกษา ผลการวิจัยพบว่า ระดับความเข้าใจเกี่ยวกับฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลของนักเรียนโดยใช้เครื่องคิดเลขกราฟิกเป็นฐานในการเรียนการสอน นักเรียนมีระดับความเข้าใจในขั้นการจัดกระทำ กล่าวคือ นักเรียนสามารถลงคู่อันดับบนกราฟ หาค่าของฟังก์ชันในรูปตาราง กราฟ และสมการได้ และนักเรียนมีความเข้าใจระดับกระบวนการโดยการพิจารณาหาข้อสรุปเป็นกรณีทั่วไปเกี่ยวกับลักษณะและสมบัติของฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล จากความเข้าใจในระดับกระบวนการเกี่ยวกับฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล นักเรียนสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับฟังก์ชันลด ฟังก์ชันเพิ่ม โดเมนและเรนจ์ของฟังก์ชัน จุดตัดแกน Y

กราฟไม่ตัดแกน X แต่นักเรียนไม่สามารถบอกได้ว่าฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลเป็นฟังก์ชัน 1-1 ในกระบวนการสร้างความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลพบว่า นักเรียนได้สังเกตเปรียบเทียบและอภิปรายถึงความเหมือน ความแตกต่างของสมการและกราฟ ที่แสดงผลโดยเครื่องคิดเลขกราฟิกซึ่งเป็นการพัฒนาความเข้าใจจากระดับการจัดกระทำไปเป็น ความเข้าใจระดับกระบวนการโดยผ่านกระบวนการปรับเปลี่ยน

มลิวรรณ พวงจำปี (2555) ทำการวิจัยเรื่อง การศึกษาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ตามกรอบทฤษฎี Action-Process-Structure (APS) เรื่อง ลิมิตและความต่อเนื่องของฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้ นักเรียนจำนวน 45 คน เป็นกลุ่มเป้าหมายในการทำวิจัย แล้วคัดเลือกนักเรียนจำนวน 6 คน จากนักเรียนที่ได้คะแนนกลุ่มสูงจำนวน 3 คน และจากนักเรียน ที่ได้คะแนนกลุ่มต่ำจำนวน 3 คน มาเป็นกรณีศึกษาเพื่อสัมภาษณ์ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ จากการทำแบบทดสอบ ถอดเทปจากการบันทึกเครื่องเสียง ผลการวิจัยพบว่า จากแบบทดสอบ วัดความเข้าใจทางคณิตศาสตร์จำนวน 5 ข้อ ข้อที่ 1 นักเรียนมีความเข้าใจระดับการจัดกระทำ ร้อยละ 88 และระดับกระบวนการร้อยละ 85 ข้อที่ 2 มีความเข้าใจระดับการจัดกระทำร้อยละ 85 และระดับกระบวนการร้อยละ 67 ข้อที่ 3 มีความเข้าใจระดับการจัดกระทำร้อยละ 84 ระดับ กระบวนการร้อยละ 66 และระดับโครงสร้างร้อยละ 23 ข้อที่ 4 มีความเข้าใจระดับการจัดกระทำ ร้อยละ 86 ระดับกระบวนการร้อยละ 65 และระดับโครงสร้างร้อยละ 27 และข้อที่ 5 มีความเข้าใจ ระดับการจัดกระทำร้อยละ 80 ระดับกระบวนการร้อยละ 68 และระดับโครงสร้างร้อยละ 20

สิริณัฐ ประจิมทิศ (2553) ได้ทำการศึกษาความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่องจำนวนเต็ม โดยใช้สถานการณ์จริงและโปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงคุณภาพ ที่เน้นการวิเคราะห์โปรโตคอล และการบรรยายเชิงวิเคราะห์ ใช้ นักเรียนจำนวน 12 คน โดยแบ่ง นักเรียนที่ศึกษาโดยใช้สถานการณ์จริงเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 3 คน และนักเรียนที่ศึกษาโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad 2 กลุ่ม กลุ่มละ 3 คน วิเคราะห์ข้อมูลโดยกรอบทฤษฎี Action - Process-Structure (APS) ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนทั้งกลุ่มที่ใช้สถานการณ์จริงและกลุ่มที่ใช้ GSP มีความเข้าใจในระดับการจัดกระทำและระดับกระบวนการ และมีนักเรียนบางคนที่มีความเข้าใจ ในระดับโครงสร้างในเรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็ม นั่นคือ นักเรียนสามารถเชื่อมโยงมโนทัศน์ ที่เกี่ยวข้องกับการบวกและการลบจำนวนเต็ม เพื่อที่จะหาคำตอบที่ถูกต้องในการบวกและการลบ จำนวนเต็มนั้น

ปิยะรัตน์ รัตนบุญมิกุล (2555) ได้ทำการศึกษาผลการใช้ชุดการเรียนแบบ 4 MAT เพื่อ ส่งเสริมความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบจำนวนเต็ม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 1 เพื่อเปรียบเทียบความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบจำนวนเต็ม ระหว่าง หลังเรียนกับก่อนเรียน และหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 45 คน จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุดการเรียนแบบ 4 MAT ผลจากแบบทดสอบวัดความเข้าใจ เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนพบว่า ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน หลังได้รับการเรียนรู้โดยใช้ชุดการเรียนแบบ 4 MAT สูงกว่าก่อนเรียนและสูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ศุภิสรา โททอง (2547) ได้ทำการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ระหว่างการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) กับการสอนตามคู่มือของ สสวท. และเพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนต่อการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 สังกัดเขตพื้นที่การศึกษาอุบลราชธานี เขต 4 จำนวน 2 โรงเรียน โรงเรียนละ 20 คน โดยจัดกระบวนการเรียนการสอนและทำแบบทดสอบ ผลการศึกษาปรากฏว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีผลการเรียนรู้สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องการวัดความยาว สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือของ สสวท. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องการวัดความยาวมีความพึงพอใจอยู่ในระดับดีมาก

เมธาวิ พิมวัน (2549) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับเรื่องชุดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานเรื่องพื้นที่ผิว ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีขั้นตอนการสอนดังนี้ ขั้นที่ 1 การนำเสนอปัญหาขั้นที่ 2 การวิเคราะห์ปัญหา ขั้นที่ 3 การกำหนดแนวทางที่เป็นไปได้ในการแก้ปัญหา ขั้นที่ 4 การสังเคราะห์ข้อมูลและการตัดสินใจเลือกแนวทางการแก้ปัญหา ขั้นที่ 5 การนำเสนอผลงานหรือปฏิบัติตามทางเลือก และขั้นที่ 6 การสรุปผล ผลการวิจัยพบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเรื่อง พื้นที่ผิว ด้วยชุดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีผลการเรียนผ่านร้อยละ 60 ขึ้นไปของคะแนนเต็มเป็นจำนวนมากกว่าร้อยละ 60 ของนักเรียนทั้งหมด ที่ระดับนัยสำคัญ .01 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานในระดับมาก

วาสนา ภูมิ (2555) ทำการวิจัยเรื่อง ผลของการจัดกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem - Based Learning) เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) ได้กลุ่มตัวอย่าง 1 ห้องเรียน จำนวน 43 คน ใช้การวิจัยแบบ One - Group Pretest - Posttest Design ผลวิจัยพบว่า 1) ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานสูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 2) ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 3) ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานสูงกว่าก่อนได้รับการจัดกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ 4) ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ณัฐพร ขำสุวรรณ (2556) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการให้เหตุผล โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์และความใฝ่รู้ใฝ่เรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับเกณฑ์ร้อยละ 65 และเปรียบเทียบ

ความรู้ใฝ่เรียนของนักเรียนก่อนและหลังการจัดกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 38 คน โดยจัดกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เก็บข้อมูลจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์และแบบสอบถามวัดความรู้ใฝ่เรียน ผลการศึกษาพบว่า ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 65 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และความรู้ใฝ่เรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนได้รับการจัดกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สิรินทรา มินทะขัติ (2556) ได้ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem - Based Learning) เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการจัดกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และเปรียบเทียบกับเกณฑ์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 35 คน ใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือ ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ผลการศึกษาพบว่า ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานสูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานสูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

พลศักดิ์ แสงพรหมศรี และคณะ (2558) ได้ทำการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูง และเจตคติต่อการเรียนเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา โดยใช้นักเรียนจำนวน 2 ห้องเรียน รวม 100 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูง และแบบวัดเจตคติต่อการเรียนเคมี ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูง และเจตคติต่อการเรียนเคมี สูงกว่าก่อนเรียนและสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องข้างต้น ทำให้ผู้วิจัยได้ข้อมูลและวิธีการในการพัฒนาความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในรูปแบบต่าง ๆ โดยงานวิจัยของ Vidakovic (1993) ชี้ให้เห็นว่านักเรียนที่ทำงานเป็นกลุ่มมีการสร้างและพัฒนาความเข้าใจได้ดีกว่านักเรียนที่ทำงานคนเดียว หากแต่ในหลาย ๆ งานวิจัยยังคงพบว่านักเรียนยังคงมีความเข้าใจเพียงแคในระดับพื้นฐาน มีส่วนน้อยมากที่มีความเข้าใจในระดับสูง ดังนั้นผู้วิจัยจึงต้องการนำกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานมาใช้ในการพัฒนาความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เนื่องจากงานวิจัยต่าง ๆ ชี้ให้เห็นว่า กระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่นักเรียนเกิดการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ได้ลงมือปฏิบัติและแก้ปัญหา มีการทำงานเป็นกลุ่ม

ที่สามารถช่วยเหลือและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน ทำให้สามารถส่งเสริมและพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการให้เหตุผล การคิดวิเคราะห์ความรู้สึกลักษณะนิสัยและการใฝ่รู้ใฝ่เรียนของนักเรียนให้ดีขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งงานวิจัยของ McCarthy (2001) ที่แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีการพัฒนาความเข้าใจในวิชาคณิตศาสตร์ตลอดเวลาที่พยายามหาวิธีแก้ปัญหาจากกิจกรรมกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน นอกจากนี้ ยังพบว่าสะเต็มศึกษา (STEM Education) เป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ช่วยให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติที่ดีต่อการเรียน อีกทั้งช่วยส่งเสริมและพัฒนาทักษะกระบวนการที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้ทั้งทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ เนื่องจาก เป็นการเรียนรู้ที่ใช้สถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริงและเป็นการบูรณาการศาสตร์สาขาต่าง ๆ เข้าด้วยกัน ทำให้นักเรียนเห็นถึงความหมายของการเรียนและอยากเรียนรู้เพิ่มขึ้น ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงต้องการศึกษาการพัฒนาความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ด้วยกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดของสะเต็มศึกษา

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการศึกษาการพัฒนาความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ด้วยกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดของสะเต็มศึกษา ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยดังรายละเอียดตามหัวข้อต่อไปนี้

- 3.1 แบบแผนการวิจัย
- 3.2 กลุ่มตัวอย่าง
- 3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
 - 3.3.1 เครื่องมือสำหรับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
 - 3.3.2 เครื่องมือสำหรับเก็บรวบรวมข้อมูล
- 3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล
 - 3.4.1 การเก็บรวบรวมข้อมูลก่อนเรียน
 - 3.4.2 การเก็บรวบรวมข้อมูลหลังเรียน
- 3.5 วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 แบบแผนการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ใช้วิธีการวิจัยแบบกึ่งทดลอง (quasi - experimental design method) โดยมีการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างมาอย่างเจาะจงสองกลุ่ม คือกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดของสะเต็มศึกษา และกลุ่มควบคุมใช้การจัดการเรียนรู้แบบปกติ มีการทดสอบก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้เพื่อนำผลมาวิเคราะห์เปรียบเทียบความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และทำการวัดความพึงพอใจต่อกระบวนการเรียนการสอนของกลุ่มทดลอง ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 วิธีดำเนินการวิจัย

กลุ่ม	ขั้นที่ 1	ขั้นที่ 2	ขั้นที่ 3	ขั้นที่ 4	ขั้นที่ 5
ทดลอง	ทดสอบก่อนเรียนวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์	คัดเลือกกลุ่มตัวอย่างเป็นกลุ่มทดลอง	เรียนรู้ด้วยกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดของสะเต็มศึกษา	ทดสอบหลังเรียนวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์	วัดความพึงพอใจ

ตารางที่ 3.1 วิธีดำเนินการวิจัย (ต่อ)

กลุ่ม	ขั้นที่ 1	ขั้นที่ 2	ขั้นที่ 3	ขั้นที่ 4	ขั้นที่ 5
ควบคุม	ทดสอบ ก่อนเรียน วัดความเข้าใจ เชิงมนทัศน์ ทางคณิตศาสตร์	คัดเลือกกลุ่ม ตัวอย่างเป็น กลุ่มควบคุม	เรียนรู้ด้วย กระบวนการ การเรียนรู้ การสอน แบบปกติ	ทดสอบหลังเรียน วัดความเข้าใจ เชิงมนทัศน์ ทางคณิตศาสตร์	-

3.2 กลุ่มตัวอย่าง

ในการวิจัยครั้งนี้ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ประจำภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนเลยพิทยาคม อำเภอเมืองเลย จังหวัดเลย สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 19 โดยทำการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) จำนวน 2 ห้องเรียน คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 และ 5/9 จำนวนห้องละ 50 คน แล้วเลือกกลุ่มทดลองเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 จำนวน 31 คน และกลุ่มควบคุมเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/9 จำนวน 31 คน ซึ่งทั้งสองกลุ่มมีความเข้าใจเชิงมนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่ไม่แตกต่างกัน โดยมีรายละเอียดของขั้นตอนการเลือกผู้เข้าร่วมการวิจัย ดังนี้

ขั้นที่ 1 ให้นักเรียนทั้งสองห้องทำแบบทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน

ขั้นที่ 2 นำคะแนนจากแบบทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนมาพิจารณาเพื่อคัดเลือกกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ดังนี้

(1) กลุ่มทดลอง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 จำนวน 31 คน จากทั้งหมด 50 คน

(2) กลุ่มควบคุม เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/9 จำนวน 31 คน จากทั้งหมด 50 คน

ซึ่งการคัดเลือกนักเรียนที่ใช้เป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม พิจารณาจากคะแนนสอบก่อนเรียนวัดความเข้าใจเชิงมนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ แล้วเลือกนักเรียนที่มีคะแนนใกล้เคียงกันทั้งสองกลุ่มเป็นคู่ ๆ กล่าวคือ เมื่อเลือกนักเรียนคนที่ 1 จากกลุ่มทดลองมาแล้ว จะไปเลือกนักเรียนอีกกลุ่มหนึ่งที่มีคะแนนใกล้เคียงกันมาเป็นนักเรียนคนที่ 1 ของกลุ่มควบคุม เช่นนี้ไปเรื่อย ๆ จนได้นักเรียนกลุ่มละ 31 คน ทั้งนี้ผู้วิจัยพยายามเลือกนักเรียนที่ได้คะแนนสูงที่ใกล้เคียงกันของทั้งสองกลุ่มมาใช้ในการวิจัย เนื่องจากการพัฒนาความเข้าใจเชิงมนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเป็นการพัฒนา ความเข้าใจในระดับสูง จึงจำเป็นต้องเลือกนักเรียนที่มีพื้นฐานความรู้ ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ในระดับที่ดีสำหรับนักเรียนที่เหลืออีกห้องละ 19 คน ที่ไม่ได้รับคัดเลือกมาใช้ในการวิจัย ยังคงได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในห้องเรียนตามปกติ แต่จะไม่นำผลมาใช้ในการวิเคราะห์สำหรับการวิจัยในครั้งนี้

ขั้นที่ 3 สำหรับนักเรียนกลุ่มทดลอง ก่อนเรียนผู้วิจัยทำการจัดแบ่งกลุ่มตามกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดของสะเต็มศึกษา กลุ่มละ 3 – 4 คน คละความสามารถโดยใช้คะแนนจากแบบทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนมาพิจารณา

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.3.1 เครื่องมือสำหรับจัดกิจกรรมการเรียนรู้

3.3.1.1 แผนการจัดการเรียนรู้

เป็นแผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล และลอการิทึม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยแบ่งเป็น

1) แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดของสะเต็มศึกษา จำนวน 6 แผนการจัดการเรียนรู้ ใช้เวลาแผนการเรียนรู้ละ 3 ชั่วโมง รวม 18 ชั่วโมง แต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน คือ ขั้นกำหนดปัญหา ขั้นทำความเข้าใจปัญหา ขั้นดำเนินการศึกษาค้นคว้า ขั้นสังเคราะห์ความรู้ ขั้นสรุป/ประเมินค่าคำตอบ และขั้นนำเสนอ/ประเมินผลงาน ใช้สำหรับกลุ่มทดลอง

2) แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ เป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นโดยอิงกิจกรรมการเรียนรู้จากคู่มือครู สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม คณิตศาสตร์ เล่ม 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 10 แผนการเรียนรู้ รวม 18 ชั่วโมง แต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ขั้นสอน ขั้นสรุป ใช้สำหรับกลุ่มควบคุม

ขั้นตอนในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ สามารถสรุปได้ดังนี้

(1) ศึกษาเอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง รายละเอียดเกี่ยวกับการจัดกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดของสะเต็มศึกษา เพื่อเป็นแนวทางในการจัดเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนรู้ให้เหมาะสม

(2) ศึกษาหลักสูตรสาระการเรียนรู้ วิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 รวมทั้งศึกษาผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติมจากหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนเลยพิทยาคม

(3) ศึกษาสาระการเรียนรู้เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและลอการิทึมจากหนังสืองานวิจัย แหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ

(4) กำหนดเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ ตลอดจนเขียนแผนการจัดการเรียนรู้สำหรับทั้งสองกลุ่ม โดยในแต่ละแผนประกอบด้วย สาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระสำคัญ กิจกรรมการเรียนรู้สื่อ/แหล่งการเรียนรู้ การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ ซึ่งในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมจะแตกต่างกันในขั้นของกิจกรรมการเรียนรู้

(5) นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างเรียบร้อยแล้ว เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับกิจกรรมการเรียนรู้ และความถูกต้องของภาษาที่ใช้ จากนั้นนำแผนการเรียนรู้มาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และนำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาอีกครั้ง เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเรียบร้อย ก่อนนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของงานวิจัยต่อไป

แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้สำหรับกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 3.2 และ 3.3

ตารางที่ 3.2 แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ฟังก์ชัน เอกซ์โพเนนเชียลและลอการิทึม ด้วยกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ตามแนวคิดของสะเต็มศึกษา สำหรับกลุ่มทดลอง

คาบที่	ขั้นที่	ขั้นตอน	แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
1	1	กำหนดปัญหา	ให้นักเรียนเข้ากลุ่มตามที่ได้จัดไว้ ครูกำหนดสถานการณ์ปัญหาให้นักเรียนทุกกลุ่ม ซึ่งเป็นปัญหาที่พัฒนาตามแนวคิดของสะเต็มศึกษา กล่าวคือ เป็นปัญหาที่นักเรียนจะต้องใช้การบูรณาการระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ในการแก้ปัญหา โดยการวิจัยครั้งนี้ใช้แผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 6 แผน ซึ่งประกอบด้วยสถานการณ์ปัญหา ดังนี้ ดอกเบี้ยทบต้น อัตราการเจริญเติบโตของประชากร ครึ่งชีวิต (half-life) กรด – เบส และระดับความเข้มข้น
	2	ทำความเข้าใจปัญหา	เมื่อครูกำหนดสถานการณ์ปัญหาให้แล้ว นักเรียนแต่ละกลุ่มต้องร่วมกันทำการศึกษาสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ แล้วทำการวิเคราะห์กรอบแนวคิด ซึ่งประกอบด้วย ข้อเท็จจริงจากปัญหา ประเด็นที่ต้องศึกษาเพิ่มเติม และวิธีการ/แหล่งค้นคว้า เพื่อวางแผนในการศึกษาค้นคว้าต่อไป
	3	ดำเนินการศึกษาค้นคว้า	นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการแบ่งหน้าที่กันไปศึกษาค้นคว้าข้อมูลที่เกี่ยวข้องเพื่อใช้ในการตอบคำถามของสถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้อง ซึ่งนักเรียนสามารถศึกษาค้นคว้าได้จากสื่อ/แหล่งเรียนรู้ต่างๆ เช่น หนังสือเรียน ใบความรู้/สื่อการเรียนรู้ที่ครูจัดเตรียมไว้ อินเทอร์เน็ต (ครูใช้ห้องสื่อซึ่งมีคอมพิวเตอร์จำนวน 10 เครื่อง หรือให้นักเรียนสืบค้นผ่านทางโทรศัพท์มือถือ)
2	4	สังเคราะห์ความรู้	นำข้อมูลของสมาชิกแต่ละคนในกลุ่มที่ไปศึกษาหาความรู้ในประเด็นต่าง ๆ มาสรุปและอภิปรายให้ทุกคนในกลุ่มรับทราบและเข้าใจ จากนั้นแต่ละกลุ่มนำข้อมูลที่ได้มาทำการสังเคราะห์ข้อมูลลงในตาราง ซึ่งประกอบด้วย ความรู้ที่ศึกษาค้นคว้า รายละเอียด และการนำไปใช้
	5	สรุปและประเมินค่าของคำตอบ	นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการสรุปผลการแก้ปัญหา โดยสมาชิกทุกคนในกลุ่มจะต้องมีส่วนร่วมในการอภิปรายสรุปและมีความเข้าใจที่ตรงกัน จากนั้นครูให้นักเรียนในกลุ่มร่วมกันประเมินค่าคำตอบที่ได้ว่าเป็นอย่างไร มีความสมเหตุสมผลหรือไม่ โดยใช้คำถามกระตุ้นและคอยให้คำปรึกษา

ตารางที่ 3.2 แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและลอการิทึม ด้วยกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดของสะเต็มศึกษา สำหรับกลุ่มทดลอง (ต่อ)

คาบที่	ชั้นที่	ขั้นตอน	แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
3	6	นำเสนอและประเมินผลงาน	ครูสุ่มนักเรียนเพื่อเป็นตัวแทนกลุ่มรายงานผลการศึกษาค้นคว้าโดยให้รายงานตามหัวข้อต่อไปนี้ สมาชิกในกลุ่ม ปัญหา ข้อเท็จจริงจากปัญหา ประเด็นที่ต้องศึกษาค้นคว้า วิธีการศึกษา แหล่งข้อมูล ผลสรุปที่ได้จากปัญหา โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนคนอื่นซักถามเพื่อเป็นการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ข้อมูลที่แตกต่างกันออกไป จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ในแง่ของปัญหาที่พบในการดำเนินงานและสิ่งที่ส่งเสริมการเรียนรู้และประเมินผลงานนักเรียนของแต่ละกลุ่ม

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและลอการิทึม ด้วยกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดของสะเต็มศึกษา สำหรับกลุ่มทดลอง สามารถดูได้ในภาคผนวก ค.1

ตารางที่ 3.3 แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและลอการิทึม ด้วยกระบวนการเรียนการสอนแบบปกติ สำหรับกลุ่มควบคุม

คาบที่	ชั้นที่	ขั้นตอน	แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
1	1	ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน	เป็นขั้นตอนที่ใช้สร้างความสนใจให้นักเรียนโดยวิธีการต่าง ๆ เช่น การตั้งคำถามที่น่าสนใจ การถาม – ตอบ การเล่าประวัติ/ที่มาและความสำคัญ การเริ่มต้นด้วยสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริง เป็นต้น หรือเป็นการทบทวนความรู้เดิมที่ได้เรียนผ่านมาแล้วจากคาบเรียนก่อน ๆ วิธีการเหล่านี้เพื่อเป็นการเชื่อมโยงเข้าสู่เนื้อหาในบทเรียนต่อไป
	2	ขั้นสอน	เป็นขั้นตอนที่ใช้ในการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ โดยในการวิจัยครั้งนี้ได้ยึดแนวทางการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ตามคู่มือครู สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม คณิตศาสตร์ เล่ม 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ของกระทรวงศึกษาธิการ ซึ่งเน้นการสร้างความรู้ความเข้าใจในบทนิยาม สมบัติ และทฤษฎีบทต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ใช้การตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการคิด พร้อมยกตัวอย่างและใช้สื่อประกอบความเข้าใจ พร้อมทั้งเสริมสร้างความเข้าใจและฝึกฝนทักษะด้วยการให้นักเรียน

ตารางที่ 3.3 แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและลอการิทึม ด้วยกระบวนการเรียนการสอนแบบปกติ สำหรับกลุ่มควบคุม (ต่อ)

คาบที่	ขั้นที่	ขั้นตอน	แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
1			ได้ทำแบบฝึกหัด
	3	ขั้นสรุป	เป็นขั้นตอนที่ใช้ในการสรุปผลการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ และประเมินว่านักเรียนบรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่ เพียงใด โดยขั้นสรุปอาจใช้การถาม – ตอบ หรือให้นักเรียนออกมาสรุปและตอบคำถามหน้าชั้นเรียน จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย แสดงความคิดเห็นเพื่อหาข้อสรุปที่ถูกต้อง ครูอาจให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดเป็นการบ้านเพื่อทบทวน และเป็นการประเมินความรู้ที่ได้จากการจัดกิจกรรม

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและลอการิทึม ด้วยกระบวนการเรียนการสอนแบบปกติ สำหรับกลุ่มควบคุม สามารถดูได้ในภาคผนวก ค.2

3.3.1.2 ปัญหาที่ใช้เป็นฐานในการเรียนรู้

ปัญหาที่ใช้เป็นฐานในการเรียนรู้สำหรับกลุ่มทดลอง เป็นสถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริง และในกระบวนการแก้ปัญหาจะต้องมีการบูรณาการความรู้ ทักษะในวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ ตามแนวคิดของสะเต็มศึกษา ตัวอย่างสถานการณ์ปัญหาในแผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและลอการิทึม ด้วยกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดของสะเต็มศึกษา สามารถแสดงได้ดังนี้ (ดูปัญหาที่ใช้เป็นฐานในการเรียนรู้ทั้งหมดได้ในภาคผนวก ง)

สถานการณ์ปัญหาที่ 1 เรื่อง ดอกเบี้ยทบต้น



ดอกเบี้ยทบต้น...เรื่อง que ทุกคนควรรู้

เพื่อนแท้การเงิน : ดอกเบี้ยทบต้น...เรื่อง que ทุกคนควรรู้ : ศูนย์คุ้มครองผู้ใช้บริการทางการเงิน
รพท. www.1213.or.th โทร.1213

ผมมีโอกาสได้อ่านผลสำรวจทักษะทางการเงินของคนไทยปี 2556 ที่ธนาคารแห่งประเทศไทยร่วมสำรวจกับสำนักงานสถิติแห่งชาติ พบว่าคนไทยมีความรู้ความเข้าใจทางการเงินต่ำกว่าหลาย ๆ ประเทศ และสิ่งที่คนไทยไม่เข้าใจมากที่สุดถึงร้อยละ 86 คือ เรื่องดอกเบี้ยทบต้น

จริง ๆ แล้วผมว่า “ดอกเบี้ยทบต้น” ไม่ใช่เรื่องยากครับ แต่เป็นเรื่องที่เราไม่ใส่ใจกันมากกว่าหลายคนอาจส่ายหน้าเพียงเพราะฟังดูแล้วทำทางจะซับซ้อนหรือเมื่อไหร่ที่ต้องคิดเลขก็จะรู้สึกเวียนหัวขึ้นมานิด ๆ แต่อย่าลืมนะครับว่าเงินทองที่เราใช้กันทุกวัน มันก็เกี่ยวข้องกับตัวเลขทั้งนั้น

ผมขอยกตัวอย่างวิธีคิดแบบทีละขั้น ๆ นะครับ สมมติว่า ตอนต้นปีเราฝากเงิน 100 บาท ที่อัตราดอกเบี้ยร้อยละ 3 โดยธนาคารคิดดอกเบี้ยแบบทบต้น นั่นก็แปลว่า เมื่อเวลาผ่านไปหนึ่งปีโดยที่เราไม่ถอนและไม่ฝากเพิ่มเลย เงินในบัญชีของเราตอนสิ้นปีที่ 1 ก็จะกลายเป็น 103 บาท (เงินต้น 100 บาท และดอกเบี้ย $100 \times 3\% = 3$ บาท) ซึ่งก็จะเป็นเงินต้นของต้นปีที่ 2 เนื่องจาก “ดอกเบี้ย” 3 บาทถูก “ทบ” เข้ามาเป็นเงิน “ต้น” และในปีต่อมาถ้าเราไม่ถอนเงินออกมาและไม่ฝากเพิ่มเลยตลอดปีเช่นเดิม เงินในบัญชีของเราตอนสิ้นปีที่ 2 ก็จะกลายเป็น 106.09 บาท หรือได้ดอกเบี้ยเท่ากับ 3.09 บาท ($103 \times 3\% = 3.09$ บาท) มากกว่าที่ได้ตอนสิ้นปีก่อน เพราะเงินต้นของต้นปีที่ 2 คือ 103 บาท ไม่ใช่ 100 บาทอย่างในปีแรก จะเห็นได้ว่าหากเราฝากเงินไปเรื่อย ๆ เช่นนี้ เงินต้นของเราก็จะเพิ่มขึ้นทุกปี และดอกเบี้ยที่จะได้ ก็เพิ่มขึ้นทุกปีเช่นกันครับ ...

(คมชัดลึก, 2557: เว็บไซต์)

“หากเก่งฝากเงินกับธนาคารโดยธนาคารคิดดอกเบี้ยทบต้นในอัตราร้อยละ 2 ต่อปี และเขาฝากธนาคารจำนวน 10,000 บาท เมื่อสิ้นปีที่ 10 เก่งจะมีเงินในธนาคารทั้งหมดเท่าไร”

3.3.2 เครื่องมือสำหรับเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย

3.3.2.1 แบบทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

เป็นแบบทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยแบบทดสอบก่อนเรียนใช้เนื้อหาในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่นักเรียนเคยเรียนมาแล้ว และแบบทดสอบหลังเรียนใช้เนื้อหา เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและลอการิทึม ซึ่งทั้งแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนเป็นแบบทดสอบที่คู่ขนานกัน ใช้ทดสอบความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ของนักเรียนทั้งสามระดับ แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนมีจำนวนอย่างละ 12 ข้อ รวม 60 คะแนน ใช้เวลาในการทดสอบ 2 ชั่วโมง โดยแบ่งเป็น

ข้อที่ 1 – 4 ทดสอบความเข้าใจระดับการจัดกระทำ (20 คะแนน)

ข้อที่ 5 – 7 ทดสอบความเข้าใจระดับกระบวนการ (20 คะแนน)

ข้อที่ 8 – 12 ทดสอบความเข้าใจระดับโครงสร้าง (20 คะแนน)

ขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ มีดังนี้

(1) กำหนดวัตถุประสงค์ เนื้อหา และขอบเขตของแบบทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

(2) ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นแนวทางในการจัดทำแบบทดสอบ

(3) ดำเนินการสร้างแบบทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนให้คู่ขนานกัน โดยสร้างแบบทดสอบที่ใช้วัดความเข้าใจทั้ง 3 ระดับ คือความเข้าใจระดับการจัดกระทำ ความเข้าใจระดับกระบวนการ และความเข้าใจระดับโครงสร้าง ซึ่งเป็นแบบทดสอบอัตนัย จำนวน 12 ข้อ

(4) กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ทุกข้อ ที่ทำการทดสอบ

(5) นำแบบทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์พร้อมทั้งเกณฑ์การให้คะแนนที่สร้างเสร็จเรียบร้อยแล้ว เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม และดำเนินการปรับปรุงแก้ไขตามที่อาจารย์ที่ปรึกษาให้ข้อเสนอแนะ

(6) นำแบบทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่ปรับปรุงแล้ว เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ความสอดคล้องระหว่างตัวชี้วัดกับข้อสอบด้วยการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of objective congruence (IOC)) โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนความคิดเห็น ดังนี้

คะแนน +1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดตรงกับตัวชี้วัด

คะแนน 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดตรงกับตัวชี้วัด

คะแนน -1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดไม่ตรงกับตัวชี้วัด

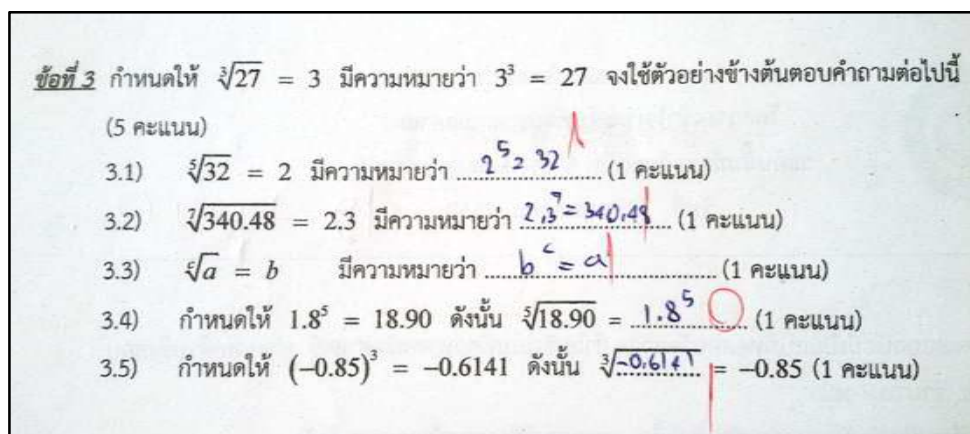
ถ้าข้อสอบข้อใดมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป ถือว่าข้อสอบนั้นวัดตรงกับตัวชี้วัด ซึ่งได้ข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 1.00 จำนวน 12 ข้อ จากนั้นนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ และนำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์อีกครั้ง เพื่อตรวจสอบความเรียบร้อยก่อนนำไปใช้ ดังตัวอย่างแบบทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนในตารางที่ 3.4 – 3.6 (สามารถดูแบบทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน ได้ในภาคผนวก จ)

ตารางที่ 3.4 ตัวอย่างแบบทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ระดับการจัดกระทำ

แบบทดสอบ	ข้อที่	รายละเอียด
ก่อนเรียน	3	กำหนดให้ $\sqrt[3]{27} = 3$ มีความหมายว่า $3^3 = 27$ จงใช้ตัวอย่างข้างต้น ตอบคำถามต่อไปนี้ (5 คะแนน) 3.1) $\sqrt[3]{32} = 2$ มีความหมายว่า (1 คะแนน) 3.2) $\sqrt[3]{340.48} = 2.3$ มีความหมายว่า (1 คะแนน) 3.3) $\sqrt[a]{b} = c$ มีความหมายว่า (1 คะแนน) 3.4) กำหนดให้ $1.8^5 = 18.90$ ดังนั้น $\sqrt[5]{18.90} = \dots\dots\dots$ (1 คะแนน) 3.5) กำหนดให้ $(-0.85)^3 = -0.6141$ ดังนั้น $\sqrt[3]{\dots\dots\dots} = -0.85$ (1 คะแนน)
หลังเรียน	3	กำหนดให้ $\log_3 9 = 2$ มีความหมายว่า $3^2 = 9$ จงใช้ตัวอย่างข้างต้น ตอบคำถามต่อไปนี้ (5 คะแนน) 3.1) $\log_2 64 = 6$ มีความหมายว่า (1 คะแนน) 3.2) $\log_{\sqrt{3}} 81 = 8$ มีความหมายว่า (1 คะแนน) 3.3) $\log_b a = c$ มีความหมายว่า (1 คะแนน) 3.4) กำหนดให้ $5^{2.5} = 55.90$ ดังนั้น $\log_5 55.90 = \dots\dots\dots$ (1 คะแนน) 3.5) กำหนดให้ $7^{\sqrt{2}} = 15.67$ ดังนั้น $\log_7 \dots\dots\dots = \sqrt{2}$ (1 คะแนน)

ตัวอย่างเกณฑ์การให้คะแนนสำหรับแบบทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ระดับการจัดกระทำ พิจารณาได้ดังนี้

- 1 คะแนน สำหรับนักเรียนที่ตอบถูกต้อง
- 0 คะแนน สำหรับนักเรียนที่ตอบไม่ถูกต้อง



ภาพที่ 3.1 ตัวอย่างกระดาษคำตอบและการให้คะแนน สำหรับแบบทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ระดับการจัดกระทำ

ตารางที่ 3.5 ตัวอย่างแบบทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ระดับกระบวนการ

แบบทดสอบ	ข้อที่	รายละเอียด
ก่อนเรียน	6	จงแสดงวิธีทำเพื่อหาคำตอบของคำถามต่อไปนี้ (6 คะแนน) 6.1) จงหาค่า x จากสมการ $4x^3 - 3 = 105$ (2 คะแนน) 6.2) กำหนดให้ $x < 0$ จงหาค่า x จากอสมการ $\frac{x^2}{3} + 5 < 17$ (2 คะแนน) 6.3) กำหนดนิยาม $a^{\frac{1}{n}} = \sqrt[n]{a}$ เมื่อ a เป็นจำนวนจริง n เป็นจำนวนเต็มบวก และกำหนดสมบัติ $(a^p)^q = a^{pq}$ สำหรับจำนวนตรรกยะ p, q จงพิจารณาว่าจำนวนใดมีค่ามากกว่า ระหว่าง $\sqrt{5}$ และ $\sqrt[3]{11}$ พร้อมให้เหตุผลประกอบ (2 คะแนน)
หลังเรียน	6	จงแสดงวิธีทำเพื่อหาคำตอบของคำถามต่อไปนี้ (6 คะแนน) 6.1) จงหาค่า x จากสมการ $3^{x-3} = 27^{2x}$ (2 คะแนน) 6.2) จงหาค่า x จากอสมการ $\left(\frac{2}{5}\right)^x < \frac{8}{125}$ (2 คะแนน) 6.3) จงพิจารณาว่าจำนวนใดมีค่ามากกว่า ระหว่าง 100^{200} และ 200^{100} พร้อมทั้งให้เหตุผล (2 คะแนน)

ตัวอย่างเกณฑ์การให้คะแนนสำหรับแบบทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ระดับกระบวนการ พิจารณาได้ดังนี้

2 คะแนน สำหรับนักเรียนที่ตอบถูกต้อง และมีการแสดงวิธีทำที่สมเหตุสมผล ถูกต้องตามหลักการทางคณิตศาสตร์

1.5 คะแนน สำหรับนักเรียนที่มีการแสดงวิธีทำที่สมเหตุสมผล ถูกต้องตามหลักการทางคณิตศาสตร์ แต่เกิดข้อผิดพลาดจากการคำนวณ ทำให้คำตอบไม่ถูกต้อง

1 คะแนน สำหรับนักเรียนที่มีการแสดงวิธีทำที่สมเหตุสมผล ถูกต้องตามหลักการทางคณิตศาสตร์ แสดงวิธีทำได้บางส่วนแต่ไม่สามารถหาคำตอบได้

0.5 คะแนน สำหรับนักเรียนที่แสดงออกถึงความเข้าใจบางส่วนในการแสดงวิธีทำ แต่ไม่สามารถหาคำตอบได้

0 คะแนน สำหรับนักเรียนที่ไม่แสดงวิธีทำ หรือแสดงวิธีทำที่ไม่เกี่ยวข้องกับการหาคำตอบ

ข้อที่ 6 จงแสดงวิธีทำเพื่อหาคำตอบของคำถามต่อไปนี้ (6 คะแนน)

6.1) จงหาค่า x จากสมการ $3^{x-3} = 27^{2x}$ (2 คะแนน)

$$\begin{aligned} 3^{x-3} &= (3^3)^{2x} \\ 3^{x-3} &= 3^{6x} \\ x-3 &= 6x \\ -3 &= 5x \\ x &= -\frac{3}{5} \end{aligned}$$

6.2) จงหาค่า x จากสมการ $\left(\frac{2}{5}\right)^x < \frac{8}{125}$ (2 คะแนน)

ภาพที่ 3.2 ตัวอย่างกระดาษคำตอบและการให้คะแนน สำหรับแบบทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ระดับกระบวนการ

ตารางที่ 3.6 ตัวอย่างแบบทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ระดับโครงสร้าง

แบบทดสอบ	ข้อที่	รายละเอียด
ก่อนเรียน	11	กำหนดให้สมการพาราโบลา $y = ax^2 + bx + c$ จะมีจุดต่ำสุดหรือจุดสูงสุด อยู่ที่ $\left(-\frac{b}{2a}, \frac{4ac-b^2}{4a}\right)$ เมื่อ a, b, c เป็นจำนวนจริงใด ๆ ถ้ามีเชือกยาว 24 เมตร ต้องการนำเชือกเส้นนี้ไปล้อมเป็นรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก จงหาว่าต้องล้อมพื้นที่ให้มีขนาดเท่าไร จึงจะได้พื้นที่มากที่สุดและได้พื้นที่เท่าไร (4 คะแนน)

ตารางที่ 3.6 ตัวอย่างแบบทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ระดับโครงสร้าง (ต่อ)

แบบทดสอบ	ข้อที่	รายละเอียด
หลังเรียน	11	การวัดระดับความเข้มเสียง เป็นการวัดความเข้มของเสียงโดยเทียบกับความเข้มของเสียงที่หูคนปกติเริ่มได้ยิน หรือความเข้มเสียงต่ำสุดที่มนุษย์สามารถได้ยินเป็นเกณฑ์อ้างอิง สามารถหาระดับความเข้มเสียงโดยใช้สูตร $\beta = 10 \log \frac{I}{I_0}$ เมื่อ β แทน ระดับความเข้มเสียงมีหน่วยเป็นเดซิเบล (dB) I แทน ความเข้มเสียงที่ต้องการวัดมีหน่วยเป็นวัตต์ต่อตารางเมตร (w/m^2) I_0 แทน ความเข้มเสียงต่ำสุดที่มนุษย์ได้ยินมีค่าเท่ากับ $10^{-12} w/m^2$ หากแพทย์แนะนำว่าเราควรอยู่ในสถานที่ที่มีระดับความเข้มเสียงไม่เกิน $90 dB$ เราควรหลีกเลี่ยงสถานที่ที่มีความเข้มเสียงอย่างไร จงอธิบาย พร้อมให้เหตุผลประกอบ (3 คะแนน)

ตัวอย่างเกณฑ์การให้คะแนนสำหรับแบบทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ระดับโครงสร้าง พิจารณาได้ดังนี้

3 คะแนน สำหรับนักเรียนที่ตอบถูกต้อง และมีการแสดงวิธีทำที่สมเหตุสมผล ถูกต้องตามหลักการทางคณิตศาสตร์ แสดงถึงความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับเรื่องนั้น ๆ

2 คะแนน สำหรับนักเรียนที่มีการแสดงวิธีทำที่สมเหตุสมผล ถูกต้องตามหลักการทางคณิตศาสตร์ แสดงถึงความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับเรื่องนั้น ๆ แต่เกิดข้อผิดพลาดจากการคำนวณ ทำให้ได้คำตอบที่ไม่ถูกต้อง

1 คะแนน สำหรับนักเรียนที่มีการแสดงวิธีทำที่สมเหตุสมผล ถูกต้องตามหลักการทางคณิตศาสตร์ แสดงวิธีทำได้บางส่วนแต่ไม่สามารถหาคำตอบได้

0 คะแนน สำหรับนักเรียนที่ไม่แสดงวิธีทำ หรือแสดงวิธีทำที่ไม่เกี่ยวข้องกับการหาคำตอบ

ข้อที่ 11 การวัดระดับความเข้มเสียง เป็นการวัดความเข้มของเสียงโดยเทียบกับความเข้มของเสียงที่หูคนปกติเริ่มได้ยิน หรือความเข้มเสียงต่ำสุดที่มนุษย์สามารถได้ยินเป็นเกณฑ์อ้างอิง สามารถหาระดับความเข้มเสียงโดยใช้สูตร

$$\beta = 10 \log \frac{I}{I_0}$$

เมื่อ β	แทน ระดับความเข้มเสียงมีหน่วยเป็นเดซิเบล (dB)
I	แทน ความเข้มเสียงที่ต้องการวัดมีหน่วยเป็นวัตต์ต่อตารางเมตร (W/m^2)
I_0	แทน ความเข้มเสียงต่ำสุดที่มนุษย์ได้ยิน

มีค่าเท่ากับ $10^{-12} \text{ W}/\text{m}^2$

หากแพทย์แนะนำว่าเราควรอยู่ในสถานที่ที่มีระดับความเข้มเสียงไม่เกิน 90 dB เราควรหลีกเลี่ยงสถานที่ที่มีความเข้มเสียงอย่างไร จงอธิบายพร้อมให้เหตุผลประกอบ (3 คะแนน)

วิธีทำ $\beta = 10 \log \frac{I}{I_0}$

แทนค่า $90 = 10 \log \frac{I}{10^{-12}}$

$$90 = 10 (\log(I) - \log(10^{-12}))$$

$$90 = 10 \cdot \log(I) + 120$$

$$\log(I) = \frac{90 - 120}{10}$$

$$\log(I) = -3$$

$$(I) = 10^{-3} \text{ วัตต์ต่อตารางเมตร}$$

$\therefore$ เราควรหลีกเลี่ยงสถานที่ที่มีความเข้มเสียงต่ำกว่า 10^{-3} วัตต์ต่อตารางเมตร

ภาพที่ 3.3 ตัวอย่างกระดาษคำตอบและการให้คะแนน สำหรับแบบทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ระดับโครงสร้าง

3.3.2.2 แบบวัดความพึงพอใจต่อการกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดของสะเต็มศึกษา

แบบวัดความพึงพอใจต่อการกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดของสะเต็มศึกษา จำนวน 10 ข้อ ซึ่งมีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

(1) ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบวัดความพึงพอใจ เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบวัดความพึงพอใจต่อการกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดของสะเต็มศึกษา

(2) กำหนดขอบเขตของการวัดความพึงพอใจออกเป็น 3 ด้าน คือ ด้านความเข้าใจด้านการจัดกิจกรรม และด้านสื่อ/อุปกรณ์ในการจัดกิจกรรม

(3) สร้างแบบวัดความพึงพอใจต่อกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดของสะเต็มศึกษา มีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับ ดังนี้

ระดับ 5 หมายถึง มากที่สุด

ระดับ 4 หมายถึง มาก

ระดับ 3 หมายถึง ปานกลาง

ระดับ 2 หมายถึง น้อย

ระดับ 1 หมายถึง น้อยที่สุด

(4) นำแบบวัดความพึงพอใจที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง เหมาะสม และความสอดคล้องกับจุดประสงค์ของการประเมินผล แล้วนำข้อเสนอแนะจากอาจารย์ที่ปรึกษามาปรับปรุงแก้ไขเพื่อสร้างแบบวัดความพึงพอใจต่อกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดของสะเต็มศึกษานับสมบูรณ์เพื่อเตรียมนำไปใช้กับกลุ่มทดลอง

ตัวอย่างส่วนหนึ่งของแบบวัดความพึงพอใจ แสดงได้ดังนี้ (สามารถดูรายละเอียดของแบบวัดความพึงพอใจต่อกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดของสะเต็มศึกษาได้ที่ภาคผนวก ฉ)

คำชี้แจง: ให้นักเรียนพิจารณาข้อความต่อไปนี้ แล้วทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างที่ตรงกับระดับความพึงพอใจของนักเรียนมากที่สุด โดยมีหลักเกณฑ์ในการพิจารณา ดังนี้

- | | | |
|---|---------|---|
| 5 | หมายถึง | นักเรียนมีระดับความพึงพอใจต่อข้อความนั้นในระดับมากที่สุด |
| 4 | หมายถึง | นักเรียนมีระดับความพึงพอใจต่อข้อความนั้นในระดับมาก |
| 3 | หมายถึง | นักเรียนมีระดับความพึงพอใจต่อข้อความนั้นในระดับปานกลาง |
| 2 | หมายถึง | นักเรียนมีระดับความพึงพอใจต่อข้อความนั้นในระดับน้อย |
| 1 | หมายถึง | นักเรียนมีระดับความพึงพอใจต่อข้อความนั้นในระดับน้อยที่สุด |

ตารางที่ 3.7 ข้อความในแบบวัดความพึงพอใจต่อกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดของสะเต็มศึกษา

ด้าน	ข้อที่	ข้อความ	ระดับความพึงพอใจ				
			5	4	3	2	1
ความเข้าใจ	1	นักเรียนมีความสนใจเรียนคณิตศาสตร์มากขึ้น					
	2	นักเรียนมีความเข้าใจวิชาคณิตศาสตร์มากขึ้น					
	3	นักเรียนเห็นความสำคัญของคณิตศาสตร์มากขึ้น					
	4	นักเรียนคิดว่าเนื้อหาที่เรียนยากเพียงใด					
	5	ความรู้ที่ได้รับสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้					

ตารางที่ 3.7 ข้อความในแบบวัดความพึงพอใจต่อกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดของสะเต็มศึกษา (ต่อ)

ด้าน	ข้อที่	ข้อความ	ระดับความพึงพอใจ				
			5	4	3	2	1
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้	6	นักเรียนชอบการจัดกิจกรรมเป็นกลุ่ม					
	7	นักเรียนชอบกิจกรรมการเรียนการสอน					
	8	กิจกรรมการเรียนการสอนทำให้นักเรียนได้รับความรู้					
สื่อ/อุปกรณ์	9	ใบกิจกรรม/ใบงาน มีความเหมาะสม น่าสนใจ					
	10	สื่อ/อุปกรณ์ต่าง ๆ มีความเหมาะสม น่าสนใจ					

ข้อเสนอแนะ/ความคิดเห็นเพิ่มเติม.....

.....

.....

.....

3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.4.1 การเก็บรวบรวมข้อมูลก่อนเรียน

ก่อนดำเนินการวิจัย ผู้วิจัยได้ทำการคัดเลือกกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมโดยใช้แบบทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน จำนวน 12 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อตรวจสอบความเข้าใจเชิงมนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ พร้อมทั้งจัดกลุ่มย่อยที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับกลุ่มทดลอง คะแนนสอบวัดความเข้าใจเชิงมนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 3.8

ตารางที่ 3.8 คะแนนสอบวัดความเข้าใจเชิงมนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน

คนที่	กลุ่มทดลอง					กลุ่มควบคุม				
	ชื่อสมมติ	คะแนนสอบก่อนเรียน (คะแนน)				ชื่อสมมติ	คะแนนสอบก่อนเรียน			
		ระดับ 1 (20)	ระดับ 2 (20)	ระดับ 3 (20)	รวม (60)		ระดับ 1 (20)	ระดับ 2 (20)	ระดับ 3 (20)	รวม (60)
1	E1	12.0	0.0	0.0	12.0	C1	17.0	2.0	0.0	19.0
2	E2	15.5	0.0	0.0	15.5	C2	11.5	2.0	0.0	13.5
3	E3	13.0	3.0	0.0	16.0	C3	7.0	4.0	0.0	11.0
4	E4	16.0	2.0	0.0	18.0	C4	14.0	1.0	0.0	15.0
5	E5	14.5	3.0	0.0	17.5	C5	10.5	2.0	0.0	12.5
6	E6	18.0	2.0	1.0	21.0	C6	15.0	2.0	0.0	17.0
7	E7	14.5	0.0	0.0	14.5	C7	10.0	1.0	1.0	12.0
8	E8	12.5	2.0	0.0	14.5	C8	17.5	4.0	0.0	21.5
9	E9	13.0	8.5	0.0	21.5	C9	13.0	0.0	0.0	13.0

ตารางที่ 3.8 คะแนนสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน (ต่อ)

คนที่	กลุ่มทดลอง					กลุ่มควบคุม				
	ชื่อสมมติ	คะแนนสอบก่อนเรียน (คะแนน)				ชื่อสมมติ	คะแนนสอบก่อนเรียน			
		ระดับ 1 (20)	ระดับ 2 (20)	ระดับ 3 (20)	รวม (60)		ระดับ 1 (20)	ระดับ 2 (20)	ระดับ 3 (20)	รวม (60)
10	E10	17.0	2.0	0.0	19.0	C10	12.0	0.0	0.0	12.0
11	E11	17.0	0.0	0.0	17.0	C11	13.0	0.0	0.0	13.0
12	E12	12.5	0.0	0.0	12.5	C12	15.0	2.0	0.0	17.0
13	E13	15.0	2.0	0.0	17.0	C13	16.0	1.0	0.0	17.0
14	E14	11.0	0.0	0.0	11.0	C14	16.0	3.0	0.0	19.0
15	E15	13.0	0.0	0.0	13.0	C15	10.0	1.0	0.0	11.0
16	E16	14.0	1.0	0.5	15.5	C16	15.0	3.0	0.0	18.0
17	E17	17.5	2.0	0.0	19.5	C17	16.0	0.0	0.0	16.0
18	E18	17.0	1.0	0.0	18.0	C18	10.0	2.0	0.0	12.0
19	E19	11.0	0.0	0.0	11.0	C19	11.0	0.0	0.5	11.5
20	E20	12.5	0.0	0.0	12.5	C20	12.5	0.0	0.0	12.5
21	E21	11.5	0.0	0.0	11.5	C21	13.5	1.0	0.0	14.5
22	E22	14.0	2.0	0.5	16.5	C22	18.0	0.0	0.0	18.0
23	E23	13.5	2.0	0.0	15.5	C23	17.0	4.0	0.0	21.0
24	E24	15.0	0.0	0.0	15.0	C24	11.5	0.0	0.0	11.5
25	E25	15.0	2.0	0.0	17.0	C25	12.5	0.0	3.0	15.5
26	E26	9.0	2.0	0.0	11.0	C26	13.0	1.0	0.0	14.0
27	E27	11.0	1.0	0.0	12.0	C27	13.5	4.0	0.0	17.5
28	E28	10.0	0.0	0.0	10.0	C28	15.0	0.0	0.0	15.0
29	E29	12.5	2.0	0.0	14.5	C29	16.0	0.0	1.0	17.0
30	E30	13.0	0.0	0.0	13.0	C30	12.0	0.0	0.0	12.0
31	E31	9.0	0.0	0.0	9.0	C31	12.0	0.0	0.0	12.0

ตารางที่ 3.8 แสดงคะแนนสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้ชื่อสมมติแทนนักเรียนแต่ละคน โดยอักษร E ใช้แทนนักเรียนกลุ่มทดลอง และอักษร C ใช้แทนนักเรียนกลุ่มควบคุม และแบ่งคะแนนออกเป็น 3 ระดับย่อย ดังนี้

ระดับ 1 คือ คะแนนสอบวัดความเข้าใจระดับการจัดกระทำ

ระดับ 2 คือ คะแนนสอบวัดความเข้าใจระดับกระบวนการ

ระดับ 3 คือ คะแนนสอบวัดความเข้าใจระดับโครงสร้าง

3.4.2 การเก็บข้อมูลหลังเรียน

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลจากนักเรียนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 20 คาบเรียน คาบเรียนละ 50 นาที ซึ่งมีรายละเอียดการดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

ขั้นที่ 1 การวัดความเข้าใจเชิงมนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้งสองกลุ่มหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้แบบทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนจำนวน 12 ข้อ ซึ่งใช้วัดความเข้าใจเชิงมนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ 3 ระดับ โดยแบบทดสอบหลังเรียนจะเป็นแบบทดสอบที่เทียบเคียงได้กับแบบทดสอบก่อนเรียน แต่ใช้เนื้อหาที่ต่างกัน โดยในส่วนของแบบทดสอบหลังเรียนนี้ จะใช้เนื้อหาในเรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและลอการิทึม แล้วนำผลการทดสอบที่ได้ไปทำการวิเคราะห์ต่อไป คะแนนสอบวัดความเข้าใจเชิงมนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 3.9

ตารางที่ 3.9 คะแนนสอบวัดความเข้าใจเชิงมนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียน

คนที่	กลุ่มทดลอง					กลุ่มควบคุม				
	ชื่อ สมมติ	คะแนนสอบหลังเรียน (คะแนน)				ชื่อ สมมติ	คะแนนสอบหลังเรียน			
		ระดับ 1 (20)	ระดับ 2 (20)	ระดับ 3 (20)	รวม (60)		ระดับ 1 (20)	ระดับ 2 (20)	ระดับ 3 (20)	รวม (60)
1	E1	10.0	1.0	6.0	17.0	C1	18.0	8.5	1.5	28.0
2	E2	17.0	5.5	5.0	27.5	C2	16.0	6.0	1.0	23.0
3	E3	20.0	12.5	1.0	33.5	C3	17.0	10.0	1.0	28.0
4	E4	14.0	10.0	2.0	26.0	C4	18.0	0.0	0.0	18.0
5	E5	14.0	15.5	7.0	36.5	C5	18.0	2.5	2.0	22.5
6	E6	19.0	8.5	0.0	27.5	C6	17.0	7.5	2.0	26.5
7	E7	17.0	10.5	6.0	33.5	C7	17.0	2.5	1.0	20.5
8	E8	18.0	9.0	5.0	32.0	C8	19.0	10.0	3.0	32.0
9	E9	14.0	13.0	9.5	36.5	C9	15.0	3.0	0.0	18.0
10	E10	18.0	10.5	3.0	31.5	C10	13.0	4.0	3.0	20.0
11	E11	17.0	7.5	6.5	31.0	C11	18.0	4.0	0.5	22.5
12	E12	13.0	8.0	4.0	25.0	C12	16.0	4.5	1.0	21.5
13	E13	15.0	5.0	6.0	26.0	C13	18.0	0.0	0.0	18.0
14	E14	17.0	7.0	4.5	28.5	C14	12.0	1.5	1.0	14.5
15	E15	15.0	8.0	4.5	27.5	C15	15.0	4.0	1.0	20.0
16	E16	16.0	1.5	4.0	21.5	C16	16.0	4.5	2.0	22.5
17	E17	19.0	7.0	6.0	32.0	C17	15.0	0.0	0.0	15.0
18	E18	14.0	7.5	6.5	28.0	C18	13.0	4.0	3.0	20.0
19	E19	17.0	2.5	4.0	23.5	C19	13.0	4.5	0.0	17.5
20	E20	10.0	2.5	1.0	13.5	C20	15.0	3.0	0.5	18.5
21	E21	12.0	2.5	5.5	20.0	C21	18.0	8.0	0.0	26.0
22	E22	11.0	7.5	5.0	23.5	C22	15.0	1.0	0.0	16.0
23	E23	15.0	7.0	3.5	25.5	C23	9.0	3.0	1.0	13.0
24	E24	13.0	7.0	1.0	21.0	C24	10.0	4.0	1.0	15.0
25	E25	15.0	7.0	0.0	22.0	C25	11.0	0.0	0.0	11.0
26	E26	7.0	8.5	1.0	16.5	C26	18.0	1.5	0.0	19.5

ตารางที่ 3.9 คะแนนสอบวัดความเข้าใจเชิงนิทัศน์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียน (ต่อ)

คนที่	กลุ่มทดลอง					กลุ่มควบคุม				
	ชื่อ สมมติ	คะแนนสอบหลังเรียน (คะแนน)				ชื่อ สมมติ	คะแนนสอบหลังเรียน			
		ระดับ 1 (20)	ระดับ 2 (20)	ระดับ 3 (20)	รวม (60)		ระดับ 1 (20)	ระดับ 2 (20)	ระดับ 3 (20)	รวม (60)
27	E27	13.0	4.5	0.0	17.5	C27	15.0	1.0	1.0	17.0
28	E28	12.0	3.5	6.5	22.0	C28	18.0	2.5	0.0	20.5
29	E29	17.0	10.0	1.0	28.0	C29	14.0	2.5	0.0	16.5
30	E30	14.0	3.5	4.0	21.5	C30	16.0	0.0	1.0	17.0
31	E31	14.0	3.0	5.5	22.5	C31	13.0	3.5	0.0	16.5

ขั้นที่ 2 การวัดความพึงพอใจของนักเรียนต่อกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดของสะเต็มศึกษา โดยใช้แบบวัดความพึงพอใจต่อกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดของสะเต็มศึกษา ซึ่งมีข้อคำถามจำนวน 10 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ทำการวัดความพึงพอใจของนักเรียนกลุ่มทดลอง แล้วนำผลที่ได้ไปทำการวิเคราะห์ต่อไป คะแนนจากแบบวัดความพึงพอใจต่อกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดของสะเต็มศึกษา สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 3.10

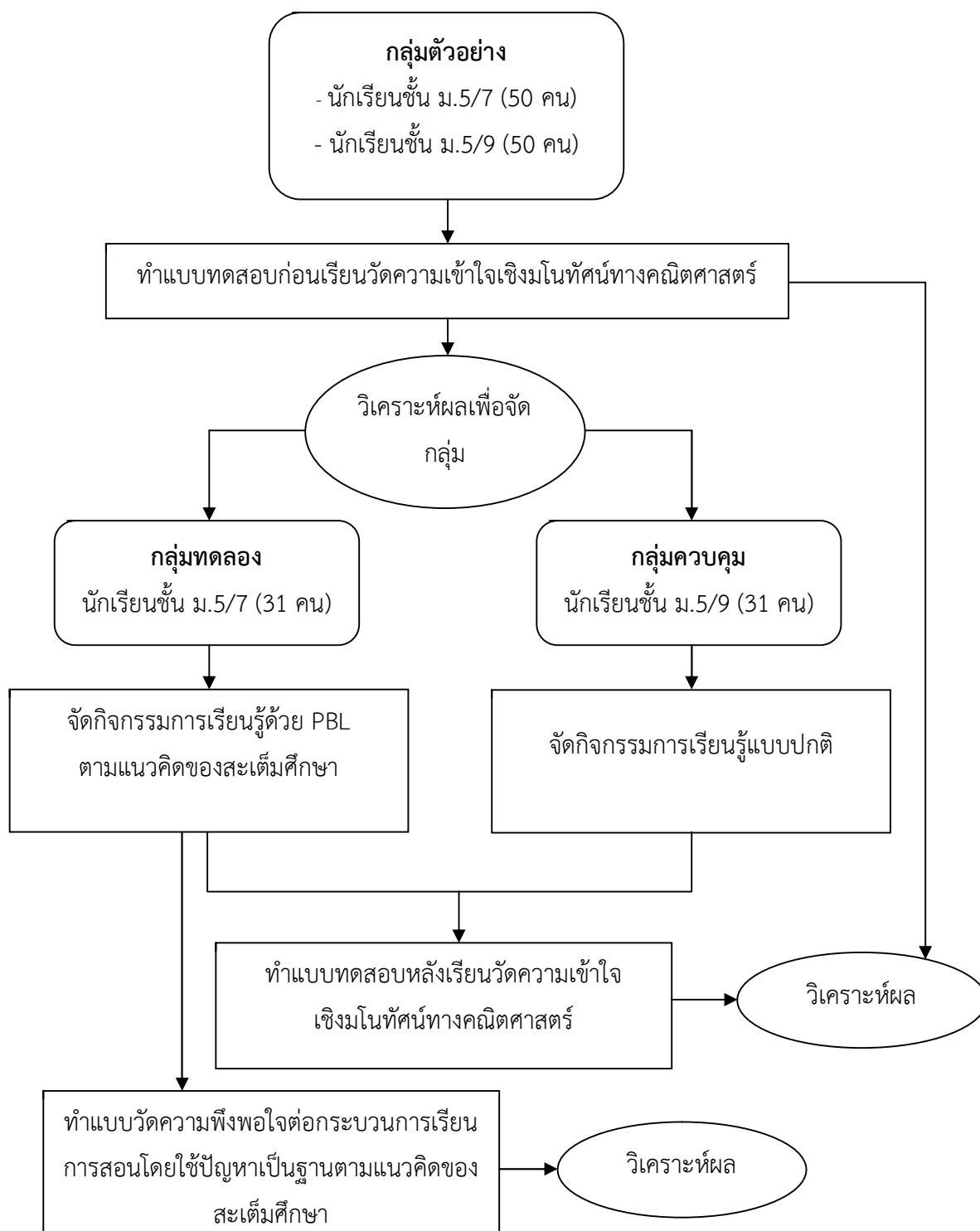
ตารางที่ 3.10 คะแนนจากแบบวัดความพึงพอใจต่อกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดของสะเต็มศึกษา

คนที่	ชื่อ สมมติ	คะแนนข้อที่									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	E1	5	4	5	3	5	5	4	5	4	5
2	E2	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5
3	E3	2	3	2	3	3	3	4	3	3	3
4	E4	5	5	5	4	5	5	5	4	4	4
5	E5	5	3	5	2	4	5	4	4	3	4
6	E6	4	4	4	3	5	5	4	4	5	5
7	E7	5	4	4	2	4	5	5	5	5	4
8	E8	3	3	3	1	4	3	4	3	3	4
9	E9	5	4	5	5	5	5	4	5	5	5
10	E10	2	4	4	4	3	3	5	4	4	4
11	E11	5	5	4	5	5	5	5	5	4	4
12	E12	3	4	4	4	3	3	3	5	4	4
13	E13	5	3	4	3	5	5	5	5	4	4
14	E14	5	4	5	3	5	5	3	5	5	5

ตารางที่ 3.10 คะแนนจากแบบวัดความพึงพอใจต่อกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหา
เป็นฐานตามแนวคิดของสะเต็มศึกษา (ต่อ)

คนที่	ชื่อ สมมติ	คะแนนข้อที่									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
15	E15	5	4	5	3	4	4	5	3	4	4
16	E16	5	5	4	4	5	5	5	5	4	5
17	E17	5	5	4	3	3	5	5	3	5	4
18	E18	5	4	5	3	4	5	5	5	4	5
19	E19	5	3	4	3	5	5	3	3	4	4
20	E20	5	5	4	4	3	5	5	5	4	4
21	E21	5	5	5	3	5	5	5	4	5	4
22	E22	4	5	5	3	3	5	5	4	4	4
23	E23	5	5	5	3	5	4	5	3	5	4
24	E24	5	3	5	4	3	5	4	3	5	4
25	E25	5	5	4	3	5	4	5	4	5	5
26	E26	3	3	4	1	5	4	3	4	4	4
27	E27	5	3	4	4	3	5	4	4	5	4
28	E28	4	3	4	4	4	5	3	4	4	4
29	E29	5	5	4	3	5	5	5	4	5	4
30	E30	5	4	3	3	4	5	3	4	4	4
31	E31	5	3	3	4	5	5	5	4	5	4

ในการวิจัยครั้งนี้ สามารถสรุปการดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลได้ ดังแผนภาพต่อไปนี้



ภาพที่ 3.4 การดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.5 วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลที่เป็นข้อมูลเชิงปริมาณ ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อแสดงให้เห็นถึงผลของความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ดังนี้

3.5.1 นำคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ก่อนเรียน - หลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมาหาค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)

การหาค่าเฉลี่ย (บุญชม ศรีสะอาด, 2554) ใช้สูตรดังนี้

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

เมื่อ	$\bar{X}$	แทน ค่าเฉลี่ย
	$\sum x$	แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
	n	แทน จำนวนนักเรียน

การหาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (บุญชม ศรีสะอาด, 2545) โดยใช้สูตรดังนี้

$$SD = \sqrt{\frac{n \sum x^2 - (\sum x)^2}{n(n-1)}}$$

เมื่อ	SD	แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	x	แทน คะแนนแต่ละตัว
	n	แทน จำนวนนักเรียน
	$\sum x$	แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

3.5.2 เปรียบเทียบคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ก่อนเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมโดยใช้สถิติ t-test for Independent Sample (บุญชม ศรีสะอาด, 2554) โดยใช้สูตรดังนี้

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{s_p^2 \left[\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right]}}$$

$$s_p^2 = \frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

$$df = n_1 + n_2 - 2$$

เมื่อ	$\bar{x}_1$	แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มทดลอง
	$\bar{x}_2$	แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มควบคุม

s_p^2	แทน	ความแปรปรวนร่วม (Pooled variance)
n_1	แทน	ขนาดของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มทดลอง
n_2	แทน	ขนาดของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มควบคุม
df	แทน	ชั้นแห่งความเป็นอิสระ (degree of freedom)

3.5.3 เปรียบเทียบคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของแต่ละกลุ่ม โดยใช้สถิติ โดยใช้สถิติ t-test for dependent Sample (บุญชม ศรีสะอาด, 2554) โดยใช้สูตรดังนี้

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

เมื่อ	t	แทน	ค่าสถิติที่จะใช้เปรียบเทียบกับค่าวิกฤติเพื่อทราบความมีนัยสำคัญ
	D	แทน	ค่าผลต่างระหว่างคู่คะแนน
	$\sum D$	แทน	ผลรวมทั้งหมดของ ค่าผลต่างระหว่างคู่คะแนน
	$\sum D^2$	แทน	ผลรวมทั้งหมดของ ค่าผลต่างระหว่างคู่คะแนนยกกำลังสอง
	$(\sum D)^2$	แทน	กำลังสองของผลรวมทั้งหมดของ ค่าผลต่างระหว่างคู่คะแนน
	n	แทน	จำนวนกลุ่มตัวอย่างหรือจำนวนคู่คะแนน

3.5.4 เปรียบเทียบคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ หลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้สถิติ t-test for Independent Sample

3.5.5 นำผลจากแบบวัดความพึงพอใจต่อกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดของสะเต็มศึกษาของกลุ่มทดลอง มาหาค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต $\bar{X}$ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน SD

บทที่ 4

ผลการวิจัย

ในการศึกษาการพัฒนาความเข้าใจเชิงมนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ด้วยกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดของสะเต็มศึกษา มีวัตถุประสงค์เพื่อ

(1) เพื่อพัฒนาความเข้าใจเชิงมนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนจากการจัดกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานซึ่งพัฒนาตามแนวคิดของสะเต็มศึกษา

(2) เพื่อเปรียบเทียบความเข้าใจเชิงมนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนจากการจัดกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานซึ่งพัฒนาตามแนวคิดของสะเต็มศึกษาและกระบวนการเรียนการสอนแบบปกติ

(3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนต่อกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดของสะเต็มศึกษา

ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้แบ่งการนำเสนอผลการวิจัยออกเป็น 5 ส่วน ดังนี้

4.1 ผลการทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

4.2 ผลการทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง

4.3 ผลการทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มควบคุม

4.4 ผลการทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียน ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

4.5 ผลการวัดความพึงพอใจต่อกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดของสะเต็มศึกษา ของกลุ่มทดลอง

โดยมีรายละเอียด ดังนี้

4.1 ผลการทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

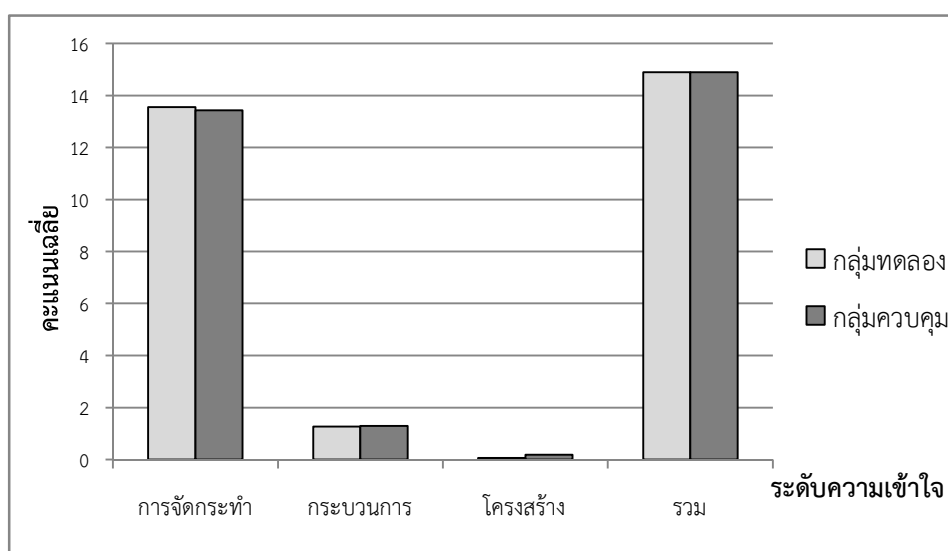
เนื่องจากในการวิจัยครั้งนี้ต้องการเปรียบเทียบความเข้าใจเชิงมนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดของสะเต็มศึกษา และกระบวนการเรียนการสอนแบบปกติ ดังนั้นก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จึงจำเป็นต้องเลือกกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมที่มีความเข้าใจเชิงมนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่ไม่แตกต่างกัน ผู้วิจัยจึงได้ทำการวัดความเข้าใจเชิงมนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนโดยใช้แบบทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน ทดสอบ

กับนักเรียนทั้งสองกลุ่มแล้วเลือกนักเรียนที่มีความเข้าใจเชิงมนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่ไม่แตกต่างกัน
ดังผลการทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนที่สามารถแสดงได้ ดังนี้

**ตารางที่ 4.1 คะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน
ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม**

กลุ่ม	จำนวน นักเรียน	คะแนนเฉลี่ย				SD
		ระดับ การจัดกระทำ (20 คะแนน)	ระดับ กระบวนการ (20 คะแนน)	ระดับ โครงสร้าง (20 คะแนน)	รวม (60 คะแนน)	
ทดลอง	31	13.55	1.27	0.06	14.89	3.24
ควบคุม	31	13.42	1.29	0.18	14.89	3.04

จากข้อมูลในตารางที่ 4.1 สามารถนำมาเขียนแสดงเป็นแผนภูมิแท่งได้ดังนี้



**ภาพที่ 4.1 แผนภูมิแสดงคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมนทัศน์
ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม**

เมื่อนำคะแนนเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากแบบทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมนทัศน์
ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมาทำการทดสอบโดยใช้การทดสอบ
ทีแบบอิสระ (t-independent sample test) สามารถแสดงผลได้ดังนี้

ตารางที่ 4.2 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่ม	จำนวนนักเรียน	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	SD	t	p
ทดลอง	31	60	14.89	3.24	0.00	.500
ควบคุม	31	60	14.89	3.04		

จากตารางที่ 4.2 พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน เท่ากับ 14.89 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 3.24 และนักเรียนกลุ่มควบคุมมีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน เท่ากับ 14.89 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 3.04 เมื่อทำการทดสอบค่าเฉลี่ยโดยใช้การทดสอบทีแบบอิสระ (t-independent sample test) พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยจากแบบทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนไม่แตกต่างกัน

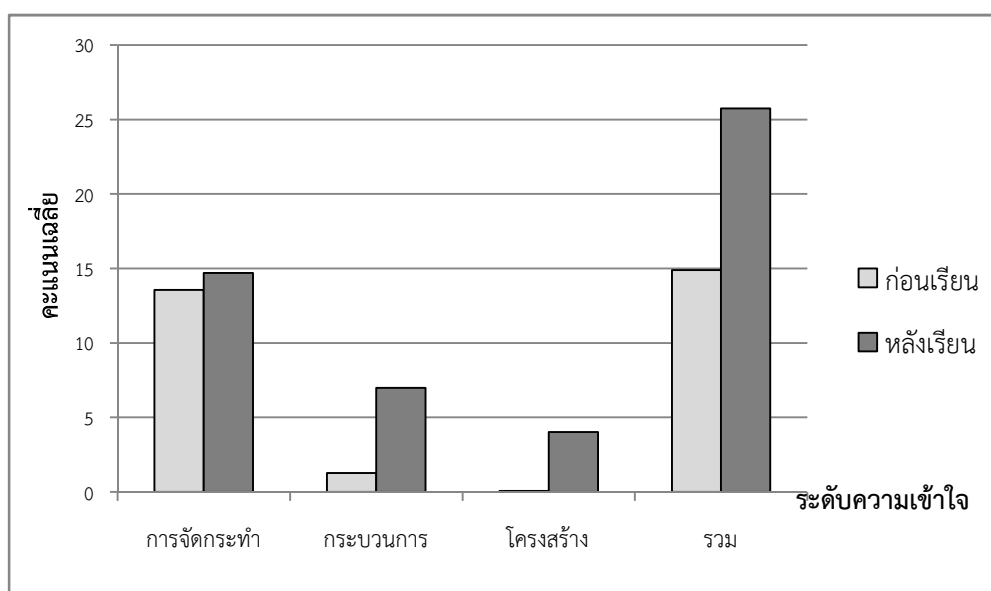
4.2 ผลการทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง

หลังจากทำการทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนแล้ว ผู้วิจัยได้จัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดของสะเต็มศึกษาสำหรับกลุ่มทดลอง จากนั้นทำการทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หลังเพื่อศึกษาพัฒนาการของความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งการเปรียบเทียบผลการทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง สามารถแสดงได้ดังนี้

ตารางที่ 4.3 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง

การทดสอบ	จำนวนนักเรียน	คะแนนเฉลี่ย				SD
		ระดับการจัดกระทำ (20 คะแนน)	ระดับกระบวนการ (20 คะแนน)	ระดับโครงสร้าง (20 คะแนน)	รวม (60 คะแนน)	
ก่อนเรียน	31	13.55	1.27	0.06	14.89	3.24
หลังเรียน		14.74	6.98	4.02	25.74	5.88

จากข้อมูลในตารางที่ 4.3 สามารถนำมาเขียนแสดงเป็นแผนภูมิแท่งได้ดังนี้



ภาพที่ 4.2 แผนภูมิแสดงคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง

เมื่อนำคะแนนเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากแบบทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองมาทำการทดสอบโดยใช้การทดสอบทีแบบไม่อิสระ (t-dependent sample test) สามารถแสดงผลได้ดังนี้

ตารางที่ 4.4 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง

การทดสอบ	จำนวนนักเรียน	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	SD	t	p
ก่อนเรียน	31	60	14.89	3.24	12.87	.000**
หลังเรียน		60	25.74	5.88		

**นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตารางที่ 4.4 พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน เท่ากับ 14.89 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 3.24 และมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน เท่ากับ 25.74 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 5.88 เมื่อทำการทดสอบค่าเฉลี่ยโดยใช้การทดสอบทีแบบไม่อิสระ (t-dependent sample test) พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยจากแบบทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงให้เห็นว่า

นักเรียนกลุ่มทดลองมีความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่ดีขึ้นหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดของสะเต็มศึกษา

เมื่อพิจารณารายละเอียดของคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ในแต่ละระดับ ปรากฏผลดังนี้

ตารางที่ 4.5 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ระดับการจัดกระทำ ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง

การทดสอบ	จำนวนนักเรียน	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	SD	t	p
ก่อนเรียน	31	20	13.55	2.42	2.42	.011
หลังเรียน		20	14.74	2.97		

จากตารางที่ 4.5 พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ระดับการจัดกระทำก่อนเรียน เท่ากับ 13.55 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 2.42 และมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน เท่ากับ 14.74 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 2.97 เมื่อทำการทดสอบค่าเฉลี่ยโดยใช้การทดสอบทีแบบไม่อิสระ (t-dependent sample test) พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยจากแบบทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ระดับการจัดกระทำ ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนที่ไม่แตกต่างกันในทางสถิติ

ตารางที่ 4.6 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ระดับกระบวนการ ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง

การทดสอบ	จำนวนนักเรียน	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	SD	t	p
ก่อนเรียน	31	20	1.27	1.70	11.36	.000**
หลังเรียน		20	6.98	3.52		

**นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตารางที่ 4.6 พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ระดับกระบวนการก่อนเรียน เท่ากับ 1.27 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 1.70 และมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน เท่ากับ 6.98 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 3.52 เมื่อทำการทดสอบค่าเฉลี่ยโดยใช้การทดสอบทีแบบไม่อิสระ (t-dependent sample test) พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยจากแบบทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ระดับกระบวนการหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ตารางที่ 4.7 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ระดับโครงสร้าง ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง

การทดสอบ	จำนวนนักเรียน	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	SD	t	p
ก่อนเรียน	31	20	0.06	0.21	8.77	.000**
หลังเรียน		20	4.02	2.45		

**นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตารางที่ 4.7 พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ระดับโครงสร้างก่อนเรียน เท่ากับ 0.06 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.21 และมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน เท่ากับ 4.02 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 2.45 เมื่อทำการทดสอบค่าเฉลี่ยโดยใช้การทดสอบที่แบบไม่อิสระ (t-dependent sample test) พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยจากแบบทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ระดับโครงสร้างหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

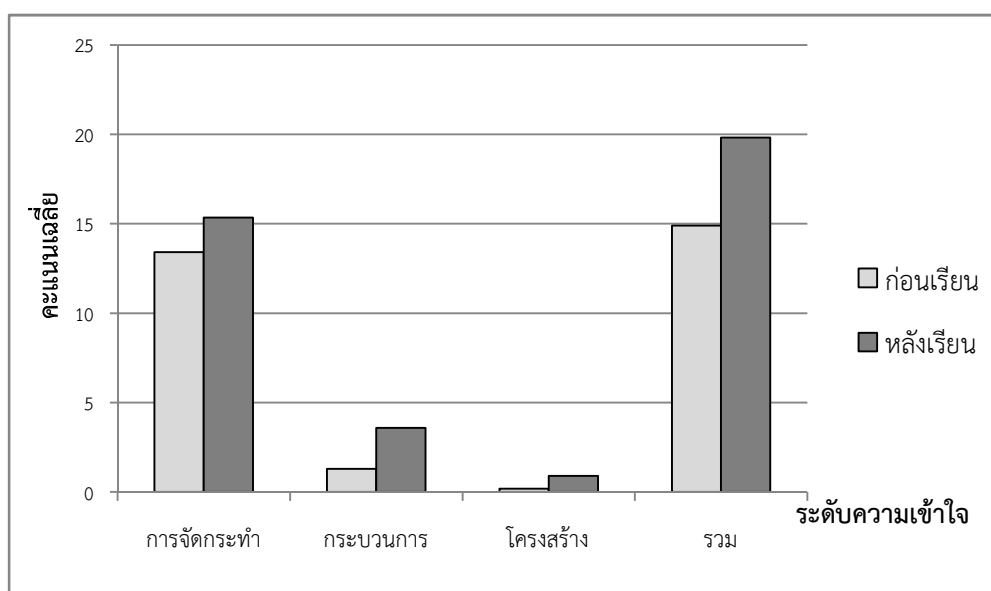
4.3 ผลการทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มควบคุม

การเปรียบเทียบผลการทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มควบคุม สามารถแสดงได้ดังนี้

ตารางที่ 4.8 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มควบคุม

การทดสอบ	จำนวนนักเรียน	คะแนนเฉลี่ย				SD
		ระดับการจัดกระทำ (20 คะแนน)	ระดับกระบวนการ (20 คะแนน)	ระดับโครงสร้าง (20 คะแนน)	รวม (60 คะแนน)	
ก่อนเรียน	31	13.42	1.29	0.18	14.89	3.04
หลังเรียน		15.35	3.58	0.89	19.82	4.72

จากข้อมูลในตารางที่ 4.8 สามารถนำมาเขียนแสดงเป็นแผนภูมิแท่งได้ดังนี้



ภาพที่ 4.3 แผนภูมิแสดงคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มควบคุม

เมื่อนำคะแนนเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากแบบทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มควบคุมมาทำการทดสอบโดยใช้การทดสอบทีแบบไม่อิสระ (t-dependent sample test) สามารถแสดงผลได้ดังนี้

ตารางที่ 4.9 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มควบคุม

การทดสอบ	จำนวนนักเรียน	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	SD	t	p
ก่อนเรียน	31	60	14.89	3.04	5.06	.000**
หลังเรียน		60	19.82	4.72		

**นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตารางที่ 4.9 พบว่า นักเรียนกลุ่มควบคุมมีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน เท่ากับ 14.89 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 3.04 และมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน เท่ากับ 19.82 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 4.72 เมื่อทำการทดสอบค่าเฉลี่ยโดยใช้การทดสอบทีแบบไม่อิสระ (t-dependent sample test) พบว่า นักเรียนกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยจากแบบทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงให้เห็นว่า

นักเรียนกลุ่มควบคุมมีความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่ดีขึ้นหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการเรียนการสอนแบบปกติ

เมื่อพิจารณารายละเอียดของคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ในแต่ละระดับ ปรากฏผลดังนี้

ตารางที่ 4.10 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ระดับการจัดกระทำ ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มควบคุม

การทดสอบ	จำนวนนักเรียน	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	SD	t	p
ก่อนเรียน	31	20	13.42	2.62	3.01	.003**
หลังเรียน		20	15.35	2.60		

**นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตารางที่ 4.10 พบว่า นักเรียนกลุ่มควบคุมมีคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ระดับการจัดกระทำก่อนเรียน เท่ากับ 13.42 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 2.62 และมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน เท่ากับ 15.35 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 2.60 เมื่อทำการทดสอบค่าเฉลี่ยโดยใช้การทดสอบทีแบบไม่อิสระ (t-dependent sample test) พบว่า นักเรียนกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยจากแบบทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ระดับการจัดกระทำหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ตารางที่ 4.11 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ระดับกระบวนการ ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มควบคุม

การทดสอบ	จำนวนนักเรียน	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	SD	t	p
ก่อนเรียน	31	20	1.29	1.42	4.97	.000**
หลังเรียน		20	3.58	2.84		

**นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตารางที่ 4.11 พบว่า นักเรียนกลุ่มควบคุมมีคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ระดับกระบวนการก่อนเรียน เท่ากับ 1.29 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 1.42 และมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน เท่ากับ 3.58 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 2.84 เมื่อทำการทดสอบค่าเฉลี่ยโดยใช้การทดสอบทีแบบไม่อิสระ (t-dependent sample test) พบว่า นักเรียนกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยจากแบบทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ระดับกระบวนการหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ตารางที่ 4.12 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบวัดความเข้าใจเชิงนิทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ระดับโครงสร้าง ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มควบคุม

การทดสอบ	จำนวนนักเรียน	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	SD	t	p
ก่อนเรียน	31	20	0.18	0.59	3.21	.002**
หลังเรียน		20	0.89	0.95		

**นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตารางที่ 4.12 พบว่า นักเรียนกลุ่มควบคุมมีคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบวัดความเข้าใจเชิงนิทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ระดับโครงสร้างก่อนเรียน เท่ากับ 0.18 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.59 และมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน เท่ากับ 0.89 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.95 เมื่อทำการทดสอบค่าเฉลี่ยโดยใช้การทดสอบที่แบบไม่อิสระ (t-dependent sample test) พบว่า นักเรียนกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยจากแบบทดสอบวัดความเข้าใจเชิงนิทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ระดับโครงสร้างหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

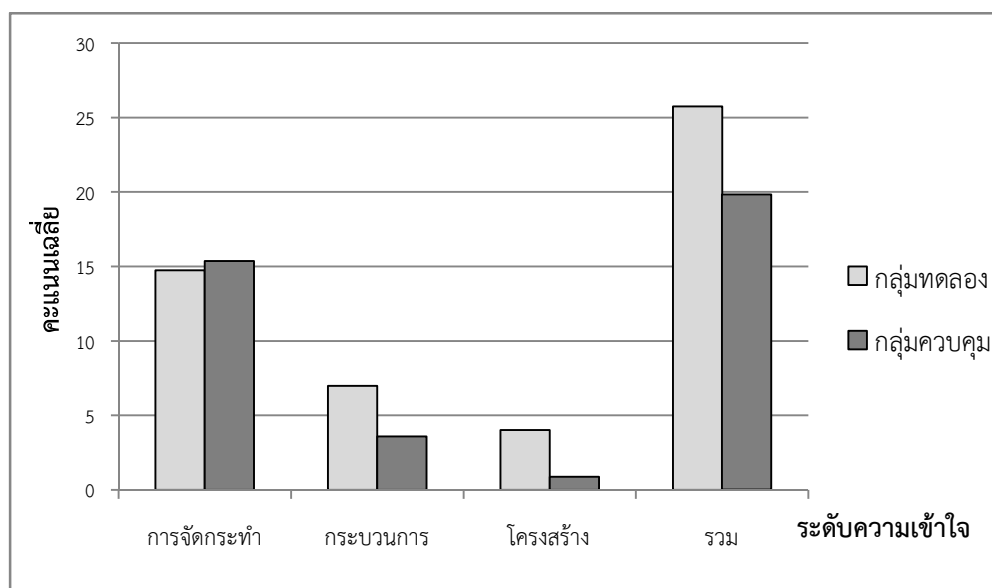
4.4 ผลการทดสอบวัดความเข้าใจเชิงนิทัศน์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม

ผู้วิจัยได้ทำการพิจารณาผลการทดสอบวัดความเข้าใจเชิงนิทัศน์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม เพื่อเปรียบเทียบความเข้าใจเชิงนิทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดของสะเต็มศึกษาและกระบวนการเรียนการสอนแบบปกติ ซึ่งผลการทดสอบสามารถแสดงได้ดังนี้

ตารางที่ 4.13 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบวัดความเข้าใจเชิงนิทัศน์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียน ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่ม	จำนวนนักเรียน	คะแนนเฉลี่ย				SD
		ระดับการจัดกระทำ (20 คะแนน)	ระดับกระบวนการ (20 คะแนน)	ระดับโครงสร้าง (20 คะแนน)	รวม (60 คะแนน)	
ทดลอง	31	14.74	6.98	4.02	25.74	5.88
ควบคุม	31	15.35	3.58	0.89	19.82	4.72

จากข้อมูลในตารางที่ 4.13 สามารถนำมาเขียนแสดงเป็นแผนภูมิแท่งได้ดังนี้



ภาพที่ 4.4 แผนภูมิแสดงคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ หลังเรียน ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

เมื่อนำคะแนนเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากแบบทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียน ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมาทำการทดสอบโดยใช้การทดสอบทีแบบอิสระ (t-independent sample test) สามารถแสดงผลได้ดังนี้

ตารางที่ 4.14 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียน ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่ม	จำนวนนักเรียน	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	SD	t	p
ทดลอง	31	60	25.74	5.88	4.37	.000**
ควบคุม	31	60	19.82	4.72		

**นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตารางที่ 4.14 พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน เท่ากับ 25.74 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 5.88 และกลุ่มควบคุมมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน เท่ากับ 19.82 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 4.72 เมื่อทำการทดสอบค่าเฉลี่ยโดยใช้การทดสอบทีแบบอิสระ (t-independent sample test) พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยจากแบบทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงให้เห็นว่า นักเรียนกลุ่มทดลองซึ่งได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้

ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดของสะเต็มศึกษา มีความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่ดีกว่า กลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการเรียนการสอนแบบปกติ

เมื่อพิจารณารายละเอียดของคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนในแต่ละระดับ ปรากฏผลดังนี้

ตารางที่ 4.15 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียน ระดับการจัดกระทำ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่ม	จำนวนนักเรียน	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	SD	t	p
ทดลอง	31	20	14.74	2.97	0.86	.195
ควบคุม	31	20	15.35	2.60		

จากตารางที่ 4.15 พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียน ระดับการจัดกระทำ เท่ากับ 14.74 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 2.97 และกลุ่มควบคุมมีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 15.35 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 2.60 เมื่อทำการทดสอบค่าเฉลี่ยโดยใช้การทดสอบทีแบบอิสระ (t-independent sample test) พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียน ระดับการจัดกระทำ ไม่แตกต่างกันในทางสถิติ

ตารางที่ 4.16 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียน ระดับกระบวนการ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่ม	จำนวนนักเรียน	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	SD	t	p
ทดลอง	31	20	6.98	3.52	4.19	.000**
ควบคุม	31	20	3.58	2.84		

**นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตารางที่ 4.16 พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียน ระดับกระบวนการ เท่ากับ 6.98 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 3.52 และกลุ่มควบคุมมีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 3.58 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 2.84 เมื่อทำการทดสอบค่าเฉลี่ยโดยใช้การทดสอบทีแบบอิสระ (t-independent sample test) พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยจากแบบทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียน ระดับกระบวนการสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ตารางที่ 4.17 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบวัดความเข้าใจเชิงมนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียน ระดับโครงสร้าง ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่ม	จำนวนนักเรียน	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	SD	t	p
ทดลอง	31	20	4.02	2.45	6.62	.000**
ควบคุม	31	20	0.89	0.95		

**นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตารางที่ 4.17 พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียน ระดับโครงสร้าง เท่ากับ 4.02 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 2.45 และกลุ่มควบคุมมีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 0.89 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.95 เมื่อทำการทดสอบค่าเฉลี่ยโดยใช้การทดสอบทีแบบอิสระ (t-independent sample test) พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยจากแบบทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียน ระดับโครงสร้างสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4.5 ผลการวัดความพึงพอใจต่อกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดของสะเต็มศึกษา ของกลุ่มทดลอง

หลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้ทำการวัดความพึงพอใจต่อกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดของสะเต็มศึกษา สำหรับกลุ่มทดลองโดยใช้แบบวัดความพึงพอใจ ปรากฏผลดังนี้

ตารางที่ 4.18 ผลการวัดความพึงพอใจต่อกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดของสะเต็มศึกษา

ด้าน	ข้อที่	ข้อความ	ผลการวัดความพึงพอใจ		
			$\bar{X}$	SD	แปลผล
ความเข้าใจ	1	นักเรียนมีความสนใจเรียนคณิตศาสตร์มากขึ้น	4.52	0.92	มากที่สุด
	2	นักเรียนมีความเข้าใจวิชาคณิตศาสตร์มากขึ้น	4.03	0.83	มาก
	3	นักเรียนเห็นความสำคัญของคณิตศาสตร์มากขึ้น	4.21	0.77	มาก
	4	นักเรียนคิดว่าเนื้อหาที่เรียนยากเพียงใด	3.25	0.92	ปานกลาง
	5	ความรู้ที่ได้รับสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้	4.24	0.86	มาก
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้	6	นักเรียนชอบการจัดกิจกรรมเป็นกลุ่ม	4.61	0.72	มากที่สุด
	7	นักเรียนชอบกิจกรรมการเรียนการสอน	4.35	0.81	มาก
	8	กิจกรรมการเรียนการสอนทำให้นักเรียนได้รับความรู้	4.13	0.75	มาก

ตารางที่ 4.18 ผลการวัดความพึงพอใจต่อกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดของสะเต็มศึกษา (ต่อ)

ด้าน	ข้อ ที่	ข้อความ	ผลการวัดความพึงพอใจ		
			$\bar{X}$	SD	แปลผล
สื่อ/ อุปกรณ์	9	ใบกิจกรรม/ใบงาน มีความเหมาะสม น่าสนใจ	4.33	0.64	มาก
	10	สื่อ/อุปกรณ์ต่างๆ มีความเหมาะสม น่าสนใจ	4.24	0.72	มาก
รวม			4.19	0.48	มาก

จากตารางที่ 4.18 พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีความพึงพอใจต่อกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดของสะเต็มศึกษาในภาพรวม อยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.19$, $SD = 0.48$) โดยในส่วนที่นักเรียนมีความพึงพอใจมากที่สุดคือ นักเรียนชอบการจัดกิจกรรมเป็นกลุ่มมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.61$, $SD = 0.72$) รองลงมาคือ นักเรียนมีความสนใจเรียนคณิตศาสตร์มากขึ้น มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.52$, $SD = 0.92$) และในส่วนที่นักเรียนมีความพึงพอใจน้อยที่สุดคือ นักเรียนคิดว่าเนื้อหาที่เรียนยากเพียงใดมีความพึงพอใจอยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{X} = 3.25$, $SD = 0.92$)

นอกจากนี้ ผู้วิจัยได้ทำการสรุปข้อเสนอแนะ/ความคิดเห็นเพิ่มเติม ของนักเรียนกลุ่มทดลองจากแบบวัดความพึงพอใจต่อกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดของสะเต็มศึกษา ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

- (1) นักเรียนชอบการทำกิจกรรมเป็นกลุ่ม เนื่องจากได้คอยช่วยเหลือกัน
- (2) นักเรียนเกิดความสนใจในการเรียนคณิตศาสตร์มากขึ้น เนื่องจากมีการเรียนรู้จากสถานการณ์ที่น่าสนใจ
- (3) นักเรียนมีความตระหนักถึงความสำคัญของคณิตศาสตร์ว่าเกี่ยวข้องกับชีวิตจริงมากขึ้น
- (4) นักเรียนได้เรียนรู้ความรู้หลาย ๆ ศาสตร์สาขามากขึ้น
- (5) นักเรียนต้องการเวลาในการเรียนรู้มากขึ้น บางครั้งทำงาน/กิจกรรมไม่ทันเวลา

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

ในการศึกษาการพัฒนาความเข้าใจเชิงมนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ด้วยกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดของสะเต็มศึกษา เป็นการวิจัยแบบกึ่งทดลอง กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเลยพิทยาคม ประจำภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 62 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 31 คน และกลุ่มควบคุม 31 คน ซึ่งทั้งสองกลุ่มมีความเข้าใจเชิงมนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนที่ไม่แตกต่างกัน ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ กลุ่มทดลองใช้กระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดของสะเต็มศึกษา และกลุ่มควบคุมใช้กระบวนการเรียนการสอนแบบปกติ ซึ่งการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาความเข้าใจเชิงมนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองจากการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดของสะเต็มศึกษา พร้อมทั้งทำการเปรียบเทียบความเข้าใจเชิงมนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม และเพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดของสะเต็มศึกษา ผลการวิจัยสามารถสรุปได้ว่า กระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดของสะเต็มศึกษาสามารถพัฒนาความเข้าใจเชิงมนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนให้สูงขึ้น และสูงกว่ากระบวนการเรียนการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้นักเรียนที่ได้รับการจัดกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดของสะเต็มศึกษา ยังมีความพึงพอใจ อยู่ในระดับมาก

จากผลการวิจัยที่สรุปว่า กระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดของสะเต็มศึกษาสามารถพัฒนาความเข้าใจเชิงมนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนให้สูงขึ้น พิจารณาได้จากผลการวิจัยที่ชี้ให้เห็นว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สืบเนื่องจากการจัดกระบวนการเรียนการสอนดังกล่าวมีพื้นฐานจากกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานซึ่งเป็นการจัดกิจกรรมที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ นักเรียนได้ฝึกฝนทักษะกระบวนการแก้ปัญหาด้วยตนเอง ทั้งการวางแผน สืบค้นข้อมูล และกำหนดแนวทางในการแก้ปัญหา รวมทั้งได้ฝึกทักษะทางสังคมด้วยการทำงานเป็นกลุ่ม แลกเปลี่ยนเรียนรู้ความคิดเห็นซึ่งกันและกัน ดังที่ ทิศนา ขัมมณี (2545) ได้กล่าวว่า กระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นการจัดสภาพการณ์ของการเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาเป็นเครื่องมือในการช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามเป้าหมาย ผู้เรียนได้เผชิญปัญหาจริงหรือผู้สอนอาจจัดสภาพการณ์ให้ผู้เรียนเผชิญปัญหาฝึกกระบวนการคิดวิเคราะห์ปัญหาและแก้ปัญหา ร่วมกันเป็นกลุ่ม ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในปัญหานั้นอย่างชัดเจนได้ โดยที่ ญัฐภาส ถาวรวงษ์ (2551) ได้กล่าวถึงบทบาทของครูในการจัดกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ว่าครูไม่ใช่ผู้สอนแต่เป็นเพียงผู้ที่คอยจัดสภาพแวดล้อมและสิ่งต่าง ๆ ให้เหมาะสมเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียน คอยช่วยเหลือให้คำแนะนำแก่นักเรียนเมื่อมีปัญหาเท่านั้น สิ่งเหล่านี้ทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่ได้รับและสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเองจากกระบวนการลงมือแก้ปัญหา ส่งผลให้เกิดการพัฒนาความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่ดียิ่งขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของแมคคาร์ธี (McCarthy, 2001) ซึ่งได้ทดลองจัดกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานในวิชาคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษาเพื่อพัฒนาความคิดรวบยอดเรื่องทศนิยม และได้สรุปว่าการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานสามารถพัฒนาความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยชี้ให้เห็นว่านักเรียนมีการพัฒนาความเข้าใจในวิชาคณิตศาสตร์ตลอดเวลาที่พยายามหาวิธีแก้ปัญห โดยนักเรียนจะพูดถึงความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับทศนิยมที่นักเรียนมีอยู่ก่อนแล้ว และยังแสดงถึงความความเข้าใจใหม่ที่เกิดขึ้นเกี่ยวกับทศนิยมอย่างถูกต้อง และสอดคล้องกับงานวิจัยของ สิรินทรา มินทะชาติ (2556) ซึ่งได้ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based learning) เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และเปรียบเทียบกับเกณฑ์ พบว่า ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานสูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานสูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นอกจากนี้การที่นักเรียนได้เจอกับปัญหาที่มีพื้นฐานตามแนวคิดของสะเต็มศึกษากล่าวคือเป็นปัญหา ที่เกี่ยวข้องกับการบูรณาการศาสตร์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์เข้าด้วยกัน ทำให้นักเรียนเกิดความสนใจในการเรียนมากขึ้น ได้เรียนรู้และพัฒนาทักษะที่หลากหลายซึ่งส่งผลให้เกิดความเข้าใจดียิ่งขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ พลศักดิ์ แสงพรหมศรี และคณะ (2558) ซึ่งได้ทำการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูง และเจตคติต่อการเรียนเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา พบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูง และเจตคติต่อการเรียนเคมี สูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

นอกจากนี้ยังพบว่ากระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดของสะเต็มศึกษา ยังสามารถพัฒนาความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้สูงกว่ากระบวนการเรียนการสอนแบบปกติที่เน้นให้นักเรียนได้ศึกษาจากแบบเรียนโดยมีครูเป็นผู้ถ่ายทอดความรู้ และฝึกฝนทักษะด้วยการทำแบบฝึกหัดที่เสริมสร้างความเข้าใจ จึงทำให้ค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สอดคล้องกับงานวิจัยของ Elshafei (1998) ซึ่งได้ศึกษาเพื่อเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ของนักเรียนด้วยวิธีการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับการเรียนแบบปกติในวิชาฟิสิกส์ โดยทำการวิจัยทั้งทดลองกับนักเรียนโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายในเมืองแอตแลนตา แบ่งเป็นห้องเรียนแบบ

ปกติ 8 ห้องเรียน และเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน 7 ห้องเรียน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการเรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งเป็นผลมาจากการที่นักเรียนเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง มีการรวมกลุ่มกันแก้ปัญหาและสามารถคิดค้นวิธีการแก้ปัญหาได้ดีกว่านักเรียนที่เรียนแบบปกติ สอดคล้องกับงานวิจัยของ ศุภิสรา โททอง (2547) ซึ่งได้ทำการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ระหว่างการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) กับการสอนตามคู่มือของ สสวท. โดยใช้ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 2 โรงเรียน โรงเรียนละ 20 คน โดยจัดกระบวนการเรียนการสอนและทำแบบทดสอบ ผลการศึกษาปรากฏว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีผลการเรียนรู้สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องการวัดความยาวสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือของ สสวท. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และส่วนหนึ่งเป็นผลมาจากการที่การจัดกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดของสะเต็มศึกษามีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบกลุ่ม ทำให้นักเรียนสามารถแลกเปลี่ยนเรียนรู้และช่วยเหลือซึ่งกันและกัน ทำให้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้สามารถพัฒนาความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ได้มากกว่ากระบวนการเรียนการสอนแบบปกติ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Vidakovic (1993) ซึ่งทำการศึกษานักเรียนที่ทำกิจกรรมกลุ่มร่วมกันจำนวน 5 กลุ่ม และนักเรียนที่ทำกิจกรรมเป็นรายบุคคล จำนวน 5 คน โดยทำกิจกรรมเดียวกันทั้งหมด กิจกรรมที่นักเรียนทำเป็นเนื้อหาเกี่ยวกับฟังก์ชัน จุดประสงค์เพื่อศึกษาเกี่ยวกับการเรียนรู้เกี่ยวกับฟังก์ชันของฟังก์ชัน และโครงสร้างทางปัญญาของนักเรียนแต่ละคนโดยใช้กรอบทฤษฎี APOS ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนมีการสร้างและพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับฟังก์ชัน โดยนักเรียนที่ทำงานเป็นกลุ่มจะมีความเข้าใจดีกว่านักเรียนที่ทำงานคนเดียว

ถึงแม้ว่าในภาพรวมกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดของสะเต็มศึกษาจะช่วยพัฒนาความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ได้ดีกว่ากระบวนการเรียน การสอนแบบปกติ แต่เมื่อพิจารณาในส่วนของความเข้าใจแต่ละระดับ จะพบว่ากลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบวัดความเข้าใจระดับการจัดกระทำหลังเรียนที่สูงกว่า (ค่าเฉลี่ยของคะแนนกลุ่มควบคุม = 15.35, ค่าเฉลี่ยของคะแนนกลุ่มทดลอง = 14.74) ทั้งนี้สืบเนื่องจากความเข้าใจระดับการจัดกระทำ เป็นความเข้าใจที่เกิดจากการที่ผู้เรียนใช้ความรู้เดิมมาสร้างความหมายต่อสิ่งเร้าภายนอกโดยการสังเกต กล่าวคือ เป็นความเข้าใจพื้นฐานที่นักเรียนสามารถปฏิบัติตามคำสั่งหรือทำตามตัวอย่างที่เห็นชัดเจนได้ ยกตัวอย่างเช่น การคำนวณ การแทนค่าตัวแปร การลงจุดในระบบพิกัดฉาก เป็นต้น ทำให้นักเรียนที่ได้รับการจัดกระบวนการเรียนการสอนแบบปกติซึ่งเน้นการฝึกฝนทักษะในการแก้โจทย์ปัญหาและได้ฝึกทำแบบฝึกหัดบ่อย ๆ มีความชำนาญมากกว่านักเรียนที่ได้รับ การจัดกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดของสะเต็มศึกษาที่เน้นการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองมากกว่าการฝึกทำแบบฝึกหัด อย่างไรก็ตามเมื่อทำการทดสอบโดยใช้การทดสอบทีแบบอิสระ (t-independent sample test) ยังถือว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่เมื่อพิจารณาความเข้าใจระดับสูงขึ้น ได้แก่ความเข้าใจระดับกระบวนการ และความเข้าใจระดับโครงสร้าง พบว่า กระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดของสะเต็มศึกษาช่วยพัฒนาความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้ดีกว่าอย่างเห็นได้ชัด

อย่างไรก็ตาม ผลการวิจัยยังพบว่าถึงแม้จะมีการพัฒนาของความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ทั้ง 3 ระดับ แต่ในความเข้าใจระดับกระบวนการและความเข้าใจระดับโครงสร้างยังมีการพัฒนาได้น้อย ซึ่งเห็นได้จากคะแนนสอบวัดความเข้าใจทั้ง 2 ระดับมีค่าเฉลี่ยค่อนข้างต่ำ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Weber (2015; อ้างอิงจาก นิติวุฒิ ศรีคลังไพร, 2549) ซึ่งได้ทำการศึกษาความเข้าใจของผู้เรียนเกี่ยวกับฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและลอการิทึม โดยทำการวิเคราะห์ความเข้าใจของผู้เรียนเกี่ยวกับความคิดรวบยอดดังกล่าวภายใต้บริบทของทฤษฎีที่สร้างขึ้น โดยอ้างอิงกรอบทฤษฎี APOS ผลวิจัยพบว่า ผู้เรียนโดยส่วนใหญ่สามารถคำนวณค่าของเอกซ์โพเนนเชียลในกรณีง่ายๆ มีเพียงผู้เรียน 2-3 คนเท่านั้นที่สามารถให้เหตุผลเกี่ยวกับกระบวนการ (Process) ของเอกซ์โพเนนเชียลได้ตามกรอบทฤษฎีที่สร้างขึ้น แสดงให้เห็นว่าความรู้เกี่ยวกับเรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและลอการิทึมของผู้เรียนยังมีข้อจำกัด คือผู้เรียนมีเพียงความรู้ความเข้าใจในระดับการจัดกระทำ (Action) และสอดคล้องกับงานวิจัยของมลิวรรณ พวงจำปี (2555) ที่พบว่านักเรียนที่มีความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ลิมิตและความต่อเนื่องของฟังก์ชัน ระดับกระบวนการและระดับโครงสร้างค่อนข้างน้อย ในงานวิจัยครั้งนี้ส่วนหนึ่งผู้วิจัยพบว่าเกิดจากการที่เนื้อหาเรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและลอการิทึมเป็นเนื้อหาที่ค่อนข้างยากในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย อีกทั้งนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้มีพื้นฐานความรู้และทักษะทางคณิตศาสตร์ในระดับที่ค่อนข้างต่ำ (เกรดเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์ เท่ากับ 2.26 จาก 4.00) จึงเป็นเรื่องยากในการสร้างความเข้าใจสำหรับนักเรียนที่ขาดพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็น ทำให้ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ทั้ง 2 ระดับ โดยเฉพาะความเข้าใจระดับโครงสร้างที่เป็นความเข้าใจระดับสูง เกิดการพัฒนาได้น้อย ดังนั้นข้อคำนึงที่สำคัญในการทำการวิจัยเพื่อพัฒนาความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ ทางคณิตศาสตร์ให้เกิดผลสำเร็จจำเป็นจะต้องพัฒนาความรู้และทักษะพื้นฐานทางคณิตศาสตร์เสียก่อน รวมทั้งอาจเลือกเนื้อหาที่ไม่ยากจนเกินไปเพื่อเป็นการควบคุมไม่ให้ความซับซ้อนของเนื้อหาส่งผลต่อการวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

จากผลการวิจัยยังสามารถสรุปได้ว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานอยู่ในระดับมาก ดังจะเห็นได้จากผลของแบบวัดความพึงพอใจ พบว่านักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดกระบวนการเรียนการสอนดังกล่าวโดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.19$, $SD = 0.48$) ทั้งนี้สืบเนื่องจากนักเรียนที่ได้ทำกิจกรรมเป็นกลุ่ม ซึ่งคอยช่วยเหลือกันและเป็นการลดความกดดันในการเรียนรู้เนื่องจากมีเพื่อนในกลุ่มคอยให้คำปรึกษา โดยจะเห็นได้จากการที่นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมเป็นกลุ่ม ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.61$, $S.D. = 0.72$) นอกจากนี้กระบวนการเรียนการสอนดังกล่าวยังทำให้นักเรียนเกิดความท้าทายต่อการแก้ปัญหา และสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองจากกระบวนการในการแก้ปัญหา อีกทั้งปัญหาที่ใช้ยังเป็นปัญหาที่น่าสนใจและอยู่ในสถานการณ์ในชีวิตจริงด้วย ทำให้นักเรียนมีความสนใจในการเรียน และพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ สุภิสรา โททอง (2547) ที่พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว มีความพึงพอใจอยู่ในระดับดีมาก งานวิจัยของ เมธาวิ พิมวัน (2549) พบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนรู้เรื่อง พื้นที่ผิว ด้วยชุดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีความพึงพอใจต่อการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานในระดับมาก และงานวิจัยของ พลศักดิ์ แสงพรหมศรี และคณะ (2558) ที่พบว่า

นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะสมเต็มศึกษา มีเจตคติต่อการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับ การจัดการเรียนรู้ แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ข้อสังเกตที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยพบว่าการวิจัยที่มุ่งเน้นศึกษาความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ต้องมีการทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนของนักเรียนเพื่อนำมาเป็นข้อมูลในการเลือกกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมที่มีระดับความเข้าใจใกล้เคียงกันซึ่งจะทำให้ผลการวิจัยที่ได้มีความถูกต้องตรงตามความเป็นจริง นอกจากนี้จากการสังเกตระหว่างดำเนินการวิจัย ผู้วิจัยพบว่าสิ่งสำคัญที่จะทำให้การจัดการกระบวนการเรียนการสอนประสบความสำเร็จคือปัญหาที่จะนำมาเป็นฐานสำหรับการจัดกิจกรรม ควรเป็นปัญหาที่น่าสนใจ และหาคำตอบไม่ได้โดยง่ายเพื่อเป็นการกระตุ้นนักเรียนให้เกิดกระบวนการคิดและแก้ปัญหา ซึ่งการใช้ปัญหาที่สอดคล้องกับแนวคิดของสะสมเต็มศึกษาจะช่วยให้ปัญหาเหล่านั้นมีความน่าสนใจเพราะเกี่ยวข้องกับบริบทของชีวิตจริง อีกทั้งเป็นปัญหาที่ต้องอาศัยความรู้และทักษะหลายแขนงมาใช้ในการแก้ปัญหาซึ่งถือว่าเป็นปัญหาที่เหมาะสมสำหรับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ทำให้การจัดการกระบวนการเรียนการสอนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ และท้ายที่สุดนี้ในการพัฒนาความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ตามกรอบทฤษฎี Action – Process – Structural (APS) ผู้วิจัยจำเป็นอย่างยิ่งจะต้องเลือกเนื้อหาที่เหมาะสมในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพราะจากการวิจัยพบว่าการออกข้อสอบเพื่อวัดระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ทั้ง 3 ระดับ มีความแตกต่างกันและมีลักษณะเฉพาะตัว เนื้อหาคณิตศาสตร์บางเนื้อหาไม่สามารถวัดความเข้าใจระดับโครงสร้างได้ หรือบางครั้งไม่สามารถใช้ข้อสอบเพียงอย่างเดียวในการวัดความเข้าใจในระดับกระบวนการและระดับโครงสร้าง ดังนั้นผู้วิจัยจำเป็นอย่างยิ่งต้องคำนึงถึงการเลือกเนื้อหา หรือวิธีการวัดให้เหมาะสมที่สามารถวัดความเข้าใจทั้ง 3 ระดับได้อย่างชัดเจน

5.2 ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาเรื่องการพัฒนาความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ด้วยกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดของสะสมเต็มศึกษา ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะสำหรับนำไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และการวิจัยครั้งต่อไป ดังนี้

5.2.1 ในการศึกษาความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์อาจเลือกใช้กลุ่มตัวอย่างที่มีพื้นฐานความรู้และทักษะทางคณิตศาสตร์ที่ดี ซึ่งอาจทำให้เห็นผลการพัฒนาจากกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้ได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

5.2.2 ควรมีการศึกษาว่าเนื้อหาทางคณิตศาสตร์เรื่องใด หรือแบบใดที่เหมาะสมต่อการนำไปใช้พัฒนาความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ได้ดี

5.2.3 ควรมีการศึกษาว่าเพศ หรือช่วงวัยที่แตกต่างกัน มีผลต่อการพัฒนาความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหรือไม่ อย่างไร เพศหรือช่วงวัยใดที่เหมาะสมต่อการพัฒนา

5.2.4 ควรมีการศึกษาและเปรียบเทียบว่ากระบวนการเรียนการสอนแบบใดที่มีประสิทธิภาพในการพัฒนาความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมากที่สุด โดยเฉพาะอย่างยิ่งความเข้าใจระดับกระบวนการและระดับโครงสร้าง

เอกสารอ้างอิง

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ. **หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551**. กรุงเทพฯ: ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย, 2551 (ก).
- _____. **หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551**. กรุงเทพฯ: กรุงเทพมหานคร, 2551 (ข).
- คมชัดลึก. (2557). “ดอกเปี้ยทนต์...เรื่องที่คุณคนควรรู้”, เพื่อนแท้การเงิน.
<http://www.komchadluek.net/news/economic/190565>. สิงหาคม, 2558.
- จรรยา อาจหาญ. **หลักสูตรและการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์**. มหาสารคาม: ตักสิลาการพิมพ์, 2549.
- ชาญณรงค์ เชียงราช. **เอกสารประกอบการเรียนรายวิชา Cognitive Science (รหัสวิชา 214739) เรื่อง Learning teaching geometry: ระดับการคิดเชิงเรขาคณิต ของ Van Hiele**. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2550.
- _____. **ศาสตร์เกี่ยวกับการรู้กับคณิตศาสตร์ศึกษา**. ขอนแก่น: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2552.
- ณัฐพร ขำสุวรรณ. **ผลการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การให้เหตุผล โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์และความใฝ่รู้ใฝ่เรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4**. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2556.
- ณัฐภาส ถาวรวงษ์. **การประเมินการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นหลัก (PBL) ของรายวิชาพรีคลินิกหลักสูตรแพทยศาสตรบัณฑิตคณะแพทยศาสตร์มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ**. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2551.
- ดวงกมล เพิ่มพูลทวีทรัพย์. (2555). **นโยบายการส่งเสริมและพัฒนาบุคลากรด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ประเทศสหรัฐอเมริกา**.
<http://ostc.thaiembdc.org/13th/wp-content/uploads/2014/11/>. 5 สิงหาคม, 2558.
- ทีศนา แคมมณี. **ศาสตร์การสอน**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545.
- _____. **ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ**. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2550.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- ธีระนันท์ วัฒนการกุล และ อังคณา ตุงคะสมิต. “การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดเชิงมโนทัศน์ วิชาประวัติศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิซึมร่วมกับเทคนิคการใช้ผังกราฟฟิก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนหนองยองพิทยาคม รัชมิ่งคลาสิกเซก จังหวัดบึงกาฬ”, *วารสารศึกษาศาสตร์*. 6(4): 31-39; ตุลาคม - ธันวาคม, 2555.
- นิตวุฒิ ศรีคลังไพร. *การศึกษาความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลโดยใช้เครื่องคิดเลขกราฟิกเป็นฐานในการเรียนการสอน: กรณีศึกษา. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยขอนแก่น*, 2549.
- นิรมล ศตวุฒิ. “การเรียนรู้จากปัญหา (Problem-Based Learning)”, *วารสารการศึกษาทบทวน*. 28(2): 3-5; พฤษภาคม, 2547.
- บุญชม ศรีสะอาด. *การวิจัยเบื้องต้น*. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น, 2545.
- _____. *การวิจัยเบื้องต้น*. พิมพ์ครั้งที่ 9. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น, 2554.
- ปิยะรัตน์ รัตนบุญมีกุล. *ผลการใช้ชุดการเรียนรู้แบบ 4 MAT เพื่อส่งเสริมความเข้าใจเชิงมโนคติทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบจำนวนเต็มของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยนเรศวร*, 2555.
- พลศักดิ์ แสงพรมศรี และคณะ. “การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูง และเจตคติต่อการเรียนเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษากับแบบปกติ”, *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม*. 9(พิเศษ): 401-418; เมษายน, 2558.
- มนตรี จุฬาวัฒนทล. “การศึกษาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์หรือสะเต็มศึกษา,” *วารสารสมาคมครูวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย*. 19(1): 3-14; มกราคม – ธันวาคม, 2556.
- มลิวรรณ พวงจำปี. *การศึกษาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ตามกรอบทฤษฎี Action-Process-Structure (APS) เรื่อง ลิมิตและความต่อเนื่องของฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ปริญญาคุรุศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม*, 2555.
- มณฑรา ธรรมบุศย์. “การพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้โดยใช้ PBL (Problem-Based Learning)”, *วารสารวิชาการ*. 5(2): 11-17; มกราคม, 2545.
- เมธาวี พิมพ์วัน. *ชุดการเรียนรู้การสอนที่ใช้ปัญหาเป็นฐานในการเรียนรู้ เรื่อง พื้นที่ผิว ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ*, 2549.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- วาสนา กิมเท้ง. ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) ที่มีต่อทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และความรู้ ใฝ่เรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษา มหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2553.
- วาสนา ภูมิ. ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2555.
- ศุภิสรา โททอง. การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ระหว่างการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) กับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. เรื่อง การวัดความยาว ในระดับชั้นประถมศึกษา ปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2547.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. “สะเต็มศึกษาและทูตสะเต็ม”, นิตยสาร สสวท. 42(185): 14-18; พฤศจิกายน -ธันวาคม, 2556 (ก).
- _____. ผลการประเมิน PISA 2012 คณิตศาสตร์ การอ่าน และวิทยาศาสตร์ บทสรุป สำหรับผู้บริหาร. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2556 (ข).
- สมนึก ภัททิยธนี. การวัดผลการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 5. กทม.: ประสานการพิมพ์, 2549.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ. การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน. กรุงเทพฯ: กลุ่มส่งเสริมวัตกรรมการเรียนรู้ของครูและบุคลากรทางการศึกษา สำนักมาตรฐานและพัฒนาการเรียนรู้ สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ, 2550.
- _____. (2558). “สภาการศึกษา เร่งปลดล็อกการผลิตและพัฒนาครูผลักดันสู่ STEM Teacher”, ข่าว สกศ. http://www.onec.go.th/onec_web/page.php?mod=Newseducation&file=view&itemId=1531. กรกฎาคม, 2558.
- สำนักพัฒนานวัตกรรม สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2551). โครงการวิจัยและพัฒนา รูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based Learning: PBL) เพื่อการขับเคลื่อนการคิดสู่ห้องเรียน. <http://masterorg.wu.ac.th/file/pbl-20080612-fWDWL.pdf>. 20 กุมภาพันธ์, 2558.
- สิริณัฐ ประจิมทิศ. การศึกษาความเข้าใจเชิงมโนคติทางคณิตศาสตร์เรื่องจำนวนเต็ม โดยใช้สถานการณ์จริงและโปรแกรม The Geometer's Sketchpad เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตร มหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2553.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- สิรินทรา มินทะขัติ. ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2556.
- อภิสิทธิ์ ธงไชย. “สะท้อนศึกษากับการพัฒนาศึกษาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ในประเทศสหรัฐอเมริกา”, **วารสารสมาคมครูวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย**. 19(1): 15-18; มกราคม – ธันวาคม, 2556.
- Delisle, R. **Use problem-based learning in the classroom**. Alexandria, Virginia: Association for Supervision and Curriculum Development, 1997.
- Dubinsky, E. “Reflective abstraction in advanced Mathematics thinking”, **Advanced Mathematics thinking**. 11: 95-126, 1991.
- Elshafei, Donna L. (1998). **A Comparison of Problem-Based and Traditional Learning in Algebra II**. www.thailis.uni.net.th/dao/detail.nsp.html. February 21, 2015.
- Crowley. “The Global Carbon Cycle: A test of our knowledge of Earth as a System Science”, **The Journal of Mathematical Behavior**. 13(5): 291-296; October, 2000.
- Gijseleers, Wim H. “Connecting Problem-Based Practices with Educational Theory”, **New Directions for Teaching and Learning**. 1996(68): 13–21; Winter, 1996.
- Heingraj, C. **An Investigation of New Approach to Mathematics Teaching and Learning in Thailand**. Doctoral dissertation of Philosophy: Centre for Mathematics and Science Education Queensland University of Technology, Australia, 2003.
- Hiebert, J., & Carpenter, T. P. **Learning and Teaching with Understanding**. New York: MacMillan, 1992.
- Illinois Mathematics and Science and Academy. (2001). **Introduction to Problem Based Learning**. <http://pbln.imsa.edu/model/intro/index.html>. February 21, 2015.
- Katwibun, D. “Middle School Students’ Mathematics Dispositions in a Problem-base Classroom”, **Dissertation Abstracts International**. (5)65: 1708-A; November, 2004.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- Lall and Lall, E.A. ; Eubanks. “Teacher’ Understanding and the Use of Learning Cycle”, **Journal of Research in Science Teaching**. 29: 821-834; December, 1983.
- McCarthy, D.S. (2001). “A Teaching Experiment Using Problem-Based Learning at the Elementary Level to Develop Decimal Concepts”, **Dissertation Abstract**. <http://www.thailis.uni.net.th/dao/detail.nsp.html>. August 10, 2015,
- National Council of Teachers of mathematics (NCTM). **Adding It Up: Helping Children Learn Mathematics**. Washington, DC: National Academy Press, 2001.
- Torp, Linda; & Sage, Sara. **Problem as Possibilities: Problem-Based Learning for K-12**. Alexandria, Virginia: Association for Supervision and Curriculum Development, 1998.
- Tseng, K., Chang, C., Lou, S. & chen, W. “Attitudes toward science, technology, engineering and mathematics (STEM) in a project-based learning (PjBL) environment”, **International journal of Science and Mathematics Education**, 23: 87-102, 2011.
- Vidakovic, D. **Cooperative learning: Differences between group and individual process of construction of the concept of inverse function**. Doctoral dissertation in Mathematics Education: Purdue University, 1993.
- Weber, K. (n.d.). (2015). **Students’ Understanding of Exponential and Logarithmic Functions**. <http://www.math.uoc.gr/~ictm2/Proceedings/pap145.pdf>. February 21, 2015.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
รายนามผู้เชี่ยวชาญ

รายนามผู้เชี่ยวชาญ

1. นางอรุณี ปิยะรังสิยานนท์ ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
โรงเรียนเลยพิทยาคม
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 19
2. นางสาวพัชนี พินธุวัน ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
โรงเรียนเลยพิทยาคม
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 19
3. นายสรายุทธ์ สีหะวงศ์ ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
โรงเรียนเลยพิทยาคม
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 19

ผู้เชี่ยวชาญทั้งสามท่านเป็นครูชำนาญการพิเศษในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนเลยพิทยาคม ที่มีความรู้ความสามารถและประสบการณ์ในการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ ให้ความอนุเคราะห์ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ความสอดคล้องระหว่างตัวชี้วัดกับข้อสอบด้วยการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of objective congruence: IOC) พร้อมทั้งให้คำแนะนำเกี่ยวกับการเขียนแผนจัดการเรียนรู้ที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้

ภาคผนวก ข
การหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์
ทางคณิตศาสตร์

การหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

ตารางที่ ข.1 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน

ข้อที่	ผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญท่านที่			รวม	ค่า IOC	ผลการประเมิน
	1	2	3			
1	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
2	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
3	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
4	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
5	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
6	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
7	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
8	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
9	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
10	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
11	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
12	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้

จากผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ พบว่าข้อสอบจากแบบทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนทุกข้อมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 1.00 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าข้อสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นสามารถนำไปใช้ในการวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้ทั้ง 12 ข้อ ทั้งนี้เนื่องจากผู้วิจัยได้ทำการศึกษาตัวอย่างแบบทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และได้ปรับปรุงตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาเป็นที่เรียบร้อยแล้วที่จะนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญได้ตรวจสอบอีกครั้ง

ตารางที่ ข.2 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์
ทางคณิตศาสตร์หลังเรียน

ข้อที่	ผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญท่านที่			รวม	ค่า IOC	ผลการประเมิน
	1	2	3			
1	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
2	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
3	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
4	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
5	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
6	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
7	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
8	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
9	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
10	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
11	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
12	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้

จากผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ พบว่าข้อสอบจากแบบทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนทุกข้อมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 1.00 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าข้อสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นสามารถนำไปใช้ในการวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้ทั้ง 12 ข้อ ซึ่งแบบทดสอบหลังเรียนจะสอดคล้องและคู่ขนานไปกับแบบทดสอบก่อนเรียน เพียงแต่ใช้เนื้อหาที่แตกต่างกัน

ภาคผนวก ค
ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้

ค.1 ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้สำหรับกลุ่มทดลอง

ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับกลุ่มทดลอง ใช้กระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดของสะเต็มศึกษา โดยตัวอย่างของแผนการจัดการเรียนรู้แสดงได้ดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและลอการิทึม

เวลา 3 คาบเรียน

เรื่อง ฟังก์ชันลอการิทึม

ครูผู้สอน นายเจษฎา อินพินิจ

1. มาตรฐานการเรียนรู้สาระที่ 4 พีชคณิต

2. มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ค 4.1 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป (pattern) ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน

3. ผลการเรียนรู้

1. มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับฟังก์ชันลอการิทึม และเขียนกราฟของฟังก์ชันที่กำหนดให้ได้
2. นำความรู้เรื่องฟังก์ชันลอการิทึมไปใช้แก้ปัญหาได้

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

4.1 ด้านความรู้ : นักเรียนสามารถ

1. บอกได้ว่าฟังก์ชันใดเป็นหรือไม่เป็นฟังก์ชันลอการิทึม
2. บอกได้ว่าฟังก์ชันลอการิทึมที่กำหนดให้ ฟังก์ชันใดเป็นฟังก์ชันเพิ่ม ฟังก์ชันใดเป็นฟังก์ชันลด
3. นำสมบัติของฟังก์ชันลอการิทึมไปใช้แก้ปัญหาได้

4.2 ด้านทักษะกระบวนการ : นักเรียนมีความสามารถ

1. ในการให้เหตุผล
2. ในการแก้ปัญหา
3. ในการเชื่อมโยงความรู้

4.3 ด้านคุณลักษณะ : นักเรียน

1. มีทักษะในการทำงานร่วมกับผู้อื่น
2. มีความรับผิดชอบในการทำงาน

5. สารการเรียนรู้

ฟังก์ชันลอการิทึมเป็นอินเวอร์สฟังก์ชันของฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล ซึ่งสามารถเขียนความสัมพันธ์ได้ในรูป $f = \{(x, y) \in R^+ \times R \mid x = a^y, a > 0, a \neq 1\}$

$$\text{หรือ } f = \{(x, y) \in R^+ \times R \mid y = \log_a x, a > 0, a \neq 1\}$$

เมื่อพิจารณาจากกราฟของฟังก์ชันลอการิทึม พบว่า

- กราฟของฟังก์ชัน $y = \log_a x$ เมื่อ $a > 0, a \neq 1$ จะผ่านจุด $(1, 0)$
- ถ้า $a > 1$ แล้ว $y = \log_a x$ เป็นฟังก์ชันเพิ่ม
- ถ้า $0 < a < 1$ แล้ว $y = \log_a x$ เป็นฟังก์ชันลด
- ฟังก์ชันลอการิทึมเป็นฟังก์ชัน 1-1 จาก R^+ ไปยัง R

ฟังก์ชันลอการิทึมสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และศาสตร์สาขาอื่น ๆ ในหลายเรื่อง ยกตัวอย่างเช่น การนำไปประยุกต์ใช้ในเรื่อง ครึ่งชีวิต (Half-life) ของสารกัมมันตรังสี เป็นต้น

6. กิจกรรมการเรียนรู้

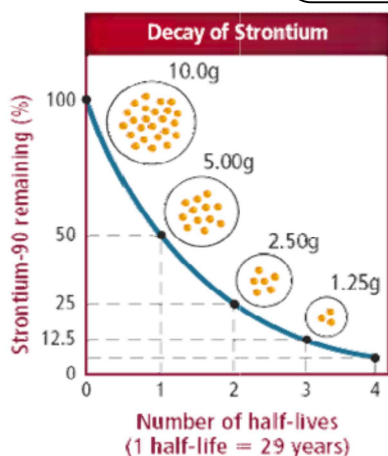
กิจกรรมการเรียนรู้ใช้กระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานซึ่งพัฒนาตามแนวคิดของ สะเต็มศึกษา ดังนี้

คาบเรียนที่ 1

6.1 กำหนดปัญหา

ครูเสนอสถานการณ์ปัญหาในใบกิจกรรมที่ 3.1 “สถานการณ์ปัญหาที่ 3 เรื่อง ครึ่งชีวิต (half-life)” ซึ่งมีใจความ ดังต่อไปนี้

สถานการณ์ปัญหาที่ 3 ครึ่งชีวิต (half-life)



ครึ่งชีวิตของธาตุ (half-life) หมายถึง ระยะเวลาที่สารสลายตัวไปจนเหลือเพียงครึ่งหนึ่งของปริมาณเดิม ใช้สัญลักษณ์เป็น $t_{1/2}$ นิวเคลียสของธาตุกัมมันตรังสีที่ไม่เสถียร จะสลายตัวและแผ่รังสีได้เองตลอดเวลาโดยไม่ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิหรือความดัน อัตราการสลายตัว เป็นสัดส่วนโดยตรงกับจำนวนอนุภาคในธาตุกัมมันตรังสีนั้น ปริมาณการสลายตัวจะบอกเป็นครึ่งชีวิตเป็นสมบัติเฉพาะตัวของแต่ละไอโซโทป

ตัวอย่างเช่น C - 14 มีครึ่งชีวิต 5,730 ปี หมายความว่า ถ้ามี C - 14 อยู่ 1 กรัม เมื่อเวลาผ่านไป 5,730 ปี จะเหลือ C - 14 อยู่ 0.5 กรัม และเมื่อเวลาผ่านไปอีก 5,730 ปี จะเหลืออยู่ 0.25 กรัม เป็นต้นไปเรื่อย ๆ กล่าวได้ว่าทุก ๆ 5,730 ปี จะเหลือ C - 14 เพียงครึ่งหนึ่งของปริมาณเดิม

ครึ่งชีวิต (half - life) ของสารกัมมันตรังสี สามารถนำไปใช้หาอายุอายุสมบูรณ์ (Absolute Age) เป็นอายุของหินหรือซากดึกดำบรรพ์ ที่สามารถบอกจำนวนปีที่ค่อนข้างแน่นอน การหาอายุสมบูรณ์ใช้วิธีคำนวณจากครึ่งชีวิต ของธาตุกัมมันตรังสีที่มีอยู่ในหิน หรือซากดึกดำบรรพ์ที่ต้องการศึกษา ธาตุกัมมันตรังสีที่นิยมนำมาหาอายุสมบูรณ์ได้แก่ ธาตุคาร์บอน - 14 ธาตุโพแทสเซียม - 40 ธาตุเรเดียม - 226 และธาตุยูเรเนียม - 238 เป็นต้น การหาอายุสมบูรณ์มักใช้กับหินที่มีอายุมากเป็นแสนล้านปี เช่น หินแกรนิตบริเวณฝั่งตะวันตกของเกาะภูเก็ต ซึ่งเคยเป็นหินต้นกำเนิดแร่ดีบุกมีอายุสมบูรณ์ประมาณ 100 ล้านปี ส่วนตะกอนและซากดึกดำบรรพ์ที่มีอายุน้อยกว่า 50,000 ปี มักจะใช้วิธีกัมมันตภาพรังสีคาร์บอน - 14 เช่น ซากหอยนางรมที่วัดเจดีย์หอย อำเภอลาดหลุมแก้ว จังหวัดปทุมธานี มีอายุประมาณ 5,500 ปีของวัตถุโบราณ

ปัญหา : ยูเรเนียม (U - 238) มีครึ่งชีวิต เท่ากับ 4.46×10^9 ปี ถ้าเริ่มต้นมียูเรเนียม - 238 อยู่ 2 กรัม แล้วอีก 2.5×10^9 ปี จะเหลือยูเรเนียม - 238 อยู่กี่กรัม และถ้าต้องการให้เหลือยูเรเนียม - 238 อยู่ 1.23 กรัม จะต้องใช้เวลากี่ปี ?

ครูจัดสถานการณ์ต่าง ๆ กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจและมองเห็นปัญหา จากนั้นครูให้นักเรียนปรึกษาและร่วมกันทำงานเป็นกลุ่มตามที่ได้จัดไว้

6.2 ทำความเข้าใจปัญหา

6.2.1 เมื่อครูนำเสนอปัญหาแล้ว นักเรียนจะต้องแบ่งประเด็นที่ต้องศึกษาและวางแผนขั้นตอนการดำเนินงานแล้วสรุปลงในใบกิจกรรมที่ 3.1 กรอบแนวคิดในการศึกษา ดังนี้

- ข้อเท็จจริงจากปัญหา คือ ข้อมูลที่ปรากฏอยู่ในสถานการณ์ปัญหาหรือข้อเท็จจริงที่ได้จากการอภิปราย หรือข้อมูลความรู้เดิมที่เคยเรียนรู้มาแล้ว

- ประเด็นที่ต้องศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม คือ ข้อมูลที่ต้องนำมาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาที่นักเรียนยังไม่รู้หรือข้อมูลที่นักเรียนต้องการ

- วิธีการศึกษาค้นคว้า คือ วิธีการที่จะดำเนินการเพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้หรือข้อมูลที่ต้องการ

6.2.2 ครูแจกใบกิจกรรมที่ 3.2 “ครึ่งชีวิต (half-life) ของสารกัมมันตรังสี” ให้แต่ละกลุ่มสมาชิกกลุ่มจะต้องร่วมกันเสนอแนวคิดเพื่อแก้ปัญหา ครูให้นักเรียนทำความเข้าใจพร้อมทั้งเสนอแนวคิดย่อยจากปัญหาที่กำหนดให้ และเปิดโอกาสให้นักเรียนมีอิสระในการร่วมกันอภิปรายในการระบุแนวคิดย่อย ถ้านักเรียนไม่มีแนวคิด ครูอาจใช้คำถามแนะแนวทาง ดังนี้

- ตอนนี้ นักเรียนเข้าใจความหมายของคำว่า “ครึ่งชีวิต (half - life)” หรือไม่ และเข้าใจอย่างไรบ้าง
- ปัญหาถามว่าอย่างไร/อยากทราบอะไร
- แล้วอีก 2.5×10^9 ปี เราจะมีวิธีการอย่างไรที่จะทราบว่าเหลือยูเรเนียม - 238 อยู่กี่กรัม
- แล้วถ้าต้องการให้เหลือยูเรเนียม - 238 อยู่ 1.23 กรัม เราจะมีวิธีอย่างไรจึงจะรู้ว่าต้องใช้เวลากี่ปี

6.2.3 ครูคอยตรวจสอบความชัดเจนในการทำความเข้าใจปัญหาและการระบุปัญหาย่อยของแต่ละกลุ่ม ถ้ากลุ่มใดยังระบุปัญหาไม่ชัดเจน ครูต้องคอยกระตุ้นและช่วยเหลือ

6.2.4 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษาปัญหาและช่วยกันอภิปรายแสดงความคิดเห็นเพื่อสรุปเป็นข้อมูลกลุ่ม หากมีประเด็นใดที่นักเรียนคนใดคนหนึ่งไม่เข้าใจ ครูให้กลุ่มช่วยเหลือสมาชิกภายในกลุ่มให้มีความเข้าใจที่สอดคล้องกัน

6.3 ดำเนินการศึกษาค้นคว้า

เมื่อเตรียมการการศึกษาค้นคว้าแล้ว สมาชิกแต่ละคนของกลุ่มจะมีหน้าที่ความรับผิดชอบในการแสวงหาข้อมูลเพิ่มเติม โดยสามารถหาได้จากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ที่ครูกำหนดไว้แล้ว เช่น ใบความรู้ หนังสือเรียน อินเทอร์เน็ต (ใช้ห้องสื่อคณิตศาสตร์ซึ่งมีเครื่องคอมพิวเตอร์จำนวน 10 เครื่อง) ซึ่งการศึกษาค้นคว้าจะให้เป็นกลุ่มหรือรายบุคคลก็ได้ ในการศึกษาค้นคว้าสมาชิกในกลุ่มจะต้องศึกษาอย่างละเอียดให้เข้าใจสามารถอธิบายให้สมาชิกคนอื่นเข้าใจได้

ในการศึกษาค้นคว้าเรื่อง ครึ่งชีวิตของสารกัมมันตรังสี จำเป็นที่จะต้องใช้ความรู้พื้นฐานเรื่องฟังก์ชันลอการิทึมควบคู่กันไปด้วย ดังนั้น นอกจากการให้นักเรียนศึกษาค้นคว้าจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ แล้ว ครูได้จัดเตรียมสื่อประกอบการเรียนการสอน เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและลอการิทึม โดยใช้โปรแกรม GSP ที่ครูสร้างขึ้น เพื่อให้นักเรียนได้ศึกษาหาความรู้ในเรื่อง ฟังก์ชันลอการิทึมประกอบด้วย พร้อมทั้งนี้ครูก็คอยเป็นผู้ควบคุมดูแล และให้คำปรึกษากับนักเรียนแต่ละกลุ่มที่มีปัญหา

คาบเรียนที่ 2

6.4 สังเคราะห์ความรู้

6.4.1 นักเรียนนำความรู้ที่ได้ค้นคว้ามาแลกเปลี่ยนเรียนรู้กัน อภิปรายผลและสังเคราะห์ภายในกลุ่มว่าความรู้ที่ได้มามีความเหมาะสมหรือไม่เพียงใด ถ้าเหมาะสมและเพียงพอก็สามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหา ถ้ายังไม่เพียงพอกลุ่มต้องช่วยกันค้นคว้าเพิ่มเติมรวมถึงทบทวนข้อมูลที่ได้มาอีกครั้ง แล้วนำผลข้อมูลที่แต่ละกลุ่มได้ทำการศึกษาและสังเคราะห์เรียบร้อยแล้ว เขียนลงในใบกิจกรรมที่ 3.3 การสังเคราะห์ความรู้

6.4.2 ครูคอยสังเกตนักเรียน ถ้าพบกลุ่มใดมีปัญหาในการวิเคราะห์ข้อมูลความรู้ครูต้องคอยกระตุ้นให้นักเรียนภายในกลุ่มร่วมกันอภิปรายอีกครั้ง

6.5 สรุปและประเมินค่าของคำตอบ

6.5.1 ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการสรุปผลการแก้ปัญหา โดยสมาชิกทุกคนในกลุ่มจะต้องมีส่วนร่วมในการอภิปรายสรุปและมีความเข้าใจที่ตรงกัน แล้วให้แต่ละกลุ่มเขียนสรุปลงในใบกิจกรรมที่ 3.2

6.5.2 ครูให้นักเรียนในกลุ่มร่วมกันประเมินค่าคำตอบที่ได้ว่าเป็นอย่างไร มีความสมเหตุสมผลหรือไม่ หรือใช้คำถามกระตุ้นให้เกิดการเปรียบเทียบคำตอบที่ได้

คาบเรียนที่ 3

6.6 นำเสนอและประเมินผลงาน

6.6.1 ครูสุ่มนักเรียนเพื่อเป็นตัวแทนกลุ่มรายงานผลการศึกษาค้นคว้าโดยให้รายงานตามหัวข้อต่อไปนี้ สมาชิกในกลุ่ม ปัญหา ข้อเท็จจริงจากปัญหา ประเด็นที่ต้องศึกษาค้นคว้า วิธีการศึกษา แหล่งข้อมูล ผลสรุปที่ได้จากปัญหา โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนคนอื่นซักถามเพื่อเป็นการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ข้อมูลที่แตกต่างกันออกไป

6.6.2 ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ในแง่ของปัญหาที่พบในการดำเนินงานและสิ่งที่ส่งเสริมการเรียนรู้และประเมินผลงานนักเรียนของแต่ละกลุ่ม

6.6.3 ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดที่ 3.1 แบบฝึกหัดเรื่องฟังก์ชันลอการิทึม เพื่อทบทวนและขยายความรู้ความเข้าใจให้มากยิ่งขึ้น

7. สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้

1. ใบกิจกรรมที่ 3.1 “สถานการณ์ปัญหาที่ 1 เรื่อง ครึ่งชีวิต (half-life)”
2. ใบกิจกรรมที่ 3.1 กรอบแนวคิดในการศึกษา
3. ใบกิจกรรมที่ 3.2 ครึ่งชีวิต (half-life) ของสารกัมมันตรังสี
4. ใบกิจกรรมที่ 3.4 การสังเคราะห์ความรู้
5. แบบฝึกหัดที่ 3.1 ฟังก์ชันลอการิทึม
6. สื่อประกอบการเรียนการสอน เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและลอการิทึม โดยใช้โปรแกรม

GSP

7. หนังสือเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม ชั้น ม.4 - 6 เล่ม 3 กระทรวงศึกษาธิการ

8. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

สิ่งที่ต้องการวัด/ประเมิน	วิธีการ	เครื่องมือที่ใช้	เกณฑ์
ด้านความรู้ 1. บอกได้ว่าฟังก์ชันใดเป็นหรือไม่เป็น ฟังก์ชันลอการิทึม 2. บอกได้ว่าฟังก์ชันลอการิทึม ฟังก์ชันใดเป็นฟังก์ชันเพิ่ม ฟังก์ชันใดเป็นฟังก์ชันลด 3. นำสมบัติของฟังก์ชันลอการิทึมไปใช้	ตรวจสอบ ใบกิจกรรม และ ใบงาน	- ใบกิจกรรม - ใบงาน - แบบฝึกหัด	ถูกต้องร้อยละ 80 ขึ้นไป

สิ่งที่ต้องการวัด/ประเมิน	วิธีการ	เครื่องมือที่ใช้	เกณฑ์
แก้ปัญหาได้			
ด้านทักษะกระบวนการ 1. การให้เหตุผล 2. การแก้ปัญหา 3. การเชื่อมโยงความรู้	ตรวจสอบ ใบกิจกรรม ใบงานและ การสังเกต พฤติกรรม ระหว่างเรียน	- ใบกิจกรรม - ใบงาน - แบบประเมิน ใบกิจกรรม - แบบประเมิน ใบงาน	ผ่านเกณฑ์ ในระดับดี ขึ้นไป
ด้านคุณลักษณะ 1. มีทักษะในการทำงานร่วมกับผู้อื่น 2. มีความรับผิดชอบในการทำงาน	สังเกตจากการ ร่วมกิจกรรม การเรียนรู้	- แบบประเมิน พฤติกรรม	ผ่านเกณฑ์ ในระดับดี ขึ้นไป

9. บันทึกกิจกรรมการเรียนรู้

.....

.....

.....

ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

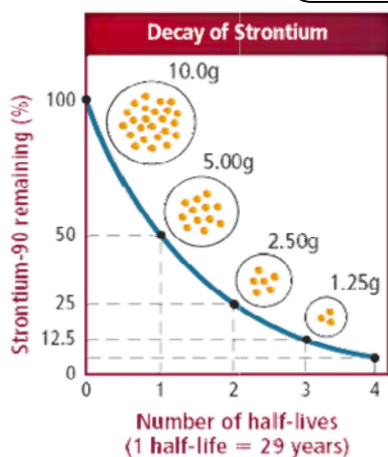
.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน
(นายเจษฎา อินพินิจ)

สถานการณ์ปัญหาที่ 3 ครึ่งชีวิต (half-life)



ครึ่งชีวิตของธาตุ (half - life) หมายถึง ระยะเวลาที่สารสลายตัวไปจนเหลือเพียงครึ่งหนึ่งของปริมาณเดิม ใช้สัญลักษณ์เป็น $t_{1/2}$ นิวเคลียสของธาตุกัมมันตรังสีที่ไม่เสถียร จะสลายตัวและแผ่รังสีได้เองตลอดเวลาโดยไม่ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิหรือความดัน อัตราการสลายตัว เป็นสัดส่วนโดยตรงกับจำนวนอนุภาคในธาตุกัมมันตรังสีนั้น ปริมาณการสลายตัวจะบอกเป็นครึ่งชีวิตเป็นสมบัติเฉพาะตัวของแต่ละไอโซโทป

ตัวอย่างเช่น C - 14 มีครึ่งชีวิต 5,730 ปี หมายความว่า ถ้ามี C - 14 อยู่ 1 กรัม เมื่อเวลาผ่านไป 5,730 ปี จะเหลือ C - 14 อยู่ 0.5 กรัม และเมื่อเวลาผ่านไปอีก 5,730 ปี จะเหลืออยู่ 0.25 กรัม เป็นต้นไปเรื่อย ๆ กล่าวได้ว่าทุก ๆ 5,730 ปี จะเหลือ C-14 เพียงครึ่งหนึ่งของปริมาณเดิม

ครึ่งชีวิต (half - life) ของสารกัมมันตรังสี สามารถนำไปใช้หาอายุอายุสัมบูรณ์ (Absolute Age) เป็นอายุของหินหรือซากดึกดำบรรพ์ ที่สามารถบอกจำนวนปีที่ค่อนข้างแน่นอน การหาอายุสัมบูรณ์ใช้วิธีคำนวณจากครึ่งชีวิต ของธาตุกัมมันตรังสีที่มีอยู่ในหิน หรือซากดึกดำบรรพ์ที่ต้องการศึกษา ธาตุกัมมันตรังสีที่นิยมนำมาหาอายุสัมบูรณ์ได้แก่ ธาตุคาร์บอน - 14 ธาตุโพแทสเซียม - 40 ธาตุเรเดียม - 226 และธาตุยูเรเนียม - 238 เป็นต้น การหาอายุสัมบูรณ์มักใช้กับหินที่มีอายุมากเป็นแสนล้านปี เช่น หินแกรนิตบริเวณฝั่งตะวันตกของเกาะภูเก็ต ซึ่งเคยเป็นหินต้นกำเนิดแร่ดีบุกมีอายุสัมบูรณ์ประมาณ 100 ล้านปี ส่วนตะกอนและซากดึกดำบรรพ์ที่มีอายุน้อยกว่า 50,000 ปี มักจะใช้วิธีกัมมันตภาพรังสีคาร์บอน - 14 เช่น ซากหอยนางรมที่วัดเจดีย์หอย อำเภอลาดหลุมแก้ว จังหวัดปทุมธานี มีอายุประมาณ 5,500 ปีของวัดถุโบราณ

ปัญหา: ยูเรเนียม (U - 238) มีครึ่งชีวิต เท่ากับ 4.46×10^9 ปี ถ้าเริ่มต้นมียูเรเนียม - 238 อยู่ 2 กรัม แล้วอีก 2.5×10^9 ปี จะเหลือยูเรเนียม - 238 อยู่กี่กรัม และถ้าต้องการให้เหลือยูเรเนียม - 238 อยู่ 1.23 กรัม จะต้องใช้เวลากี่ปี ?

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและ ลอการิทึม	ใบกิจกรรมที่ 3.1 กรอบแนวคิดในการศึกษา	ฟังก์ชันลอการิทึม
วิชา ค 32201 คณิตศาสตร์เพิ่มเติม 3		ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

กลุ่มที่

1.....เลขที่..... 2.....เลขที่.....
3.....เลขที่..... 4.....เลขที่.....

จากสถานการณ์ปัญหาที่ 3 เรื่อง ครึ่งชีวิต (half - life)

ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มดำเนินการ ดังนี้

1. ให้นักเรียนร่วมกันสรุปว่า “ครึ่งชีวิต (half - life) ของสารกัมมันตรังสี” คืออะไร
2. ให้นักเรียนร่วมกันหาคำตอบจากปัญหาที่ว่า “ยูเรเนียม (U - 238) มีครึ่งชีวิต เท่ากับ 4.46×10^9 ปี ถ้าเริ่มต้นมียูเรเนียม - 238 อยู่ 2 กรัม แล้วอีก 2.5×10^9 ปี จะเหลือยูเรเนียม - 238 อยู่กี่กรัม และถ้าต้องการให้เหลือยูเรเนียม - 238 อยู่ 1.23 กรัม จะต้องใช้เวลากี่ปี ?”

กรอบแนวคิด

ข้อเท็จจริงจากปัญหา	ประเด็นที่ต้องศึกษาเพิ่มเติม	วิธีการ/แหล่งค้นคว้า

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและ ลอการิทึม	ใบกิจกรรมที่ 3.3 การสังเคราะห์ความรู้	ฟังก์ชันลอการิทึม
วิชา ค 32201 คณิตศาสตร์เพิ่มเติม 3		ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

กลุ่มที่

1.....เลขที่..... 2.....เลขที่.....
3.....เลขที่..... 4.....เลขที่.....

ที่	ความรู้ที่ศึกษาค้นคว้า	รายละเอียด	การนำไปใช้

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและ ลอการิทึม	แบบฝึกหัดที่ 3.1 ฟังก์ชันลอการิทึม	ฟังก์ชันลอการิทึม
วิชา ค 32201 คณิตศาสตร์เพิ่มเติม 3		ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

กลุ่มที่

1.....เลขที่..... 2.....เลขที่.....
3.....เลขที่..... 4.....เลขที่.....

ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. จงเขียนฟังก์ชันต่อไปนี้ให้อยู่ในรูปลอการิทึม ตัวอย่างเช่น จาก $25 = 5^2$ จะได้ว่า
 $\log_5 25 = 2$

1.1 จาก $100 = 10^2$ จะได้ว่า

1.2 จาก $81 = 3^4$ จะได้ว่า

1.3 จาก $4 = 64^{\frac{1}{3}}$ จะได้ว่า

1.4 จาก $\frac{1}{32} = 2^{-5}$ จะได้ว่า

1.5 จาก $a = b^c$ จะได้ว่า

2. จงพิจารณาว่าฟังก์ชันต่อไปนี้ เป็นฟังก์ชันเพิ่มหรือฟังก์ชันลด

2.1 $y = \log_5 x$ เป็นฟังก์ชัน.....

2.2 $y = \log_{0.5} x$ เป็นฟังก์ชัน.....

2.3 $y = \log_{\frac{1}{3}} x$ เป็นฟังก์ชัน.....

2.4 $y = \log_{\frac{3}{2}} x$ เป็นฟังก์ชัน.....

2.5 $y = \log_{(3^{-3})} x$ เป็นฟังก์ชัน.....

3. จงหาค่าต่อไปนี้

3.1 $\log_2 32 - \log_3 \frac{1}{81}$

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

$$3.2 \log_2 (\log_3 9) + \log_2 80 - \log_2 5$$

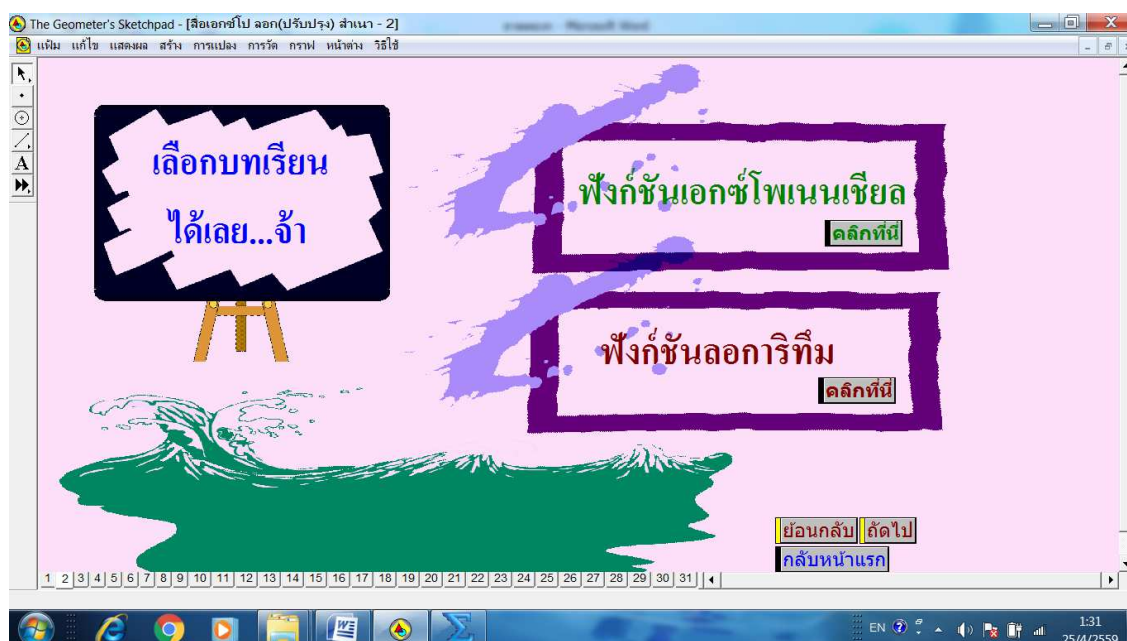
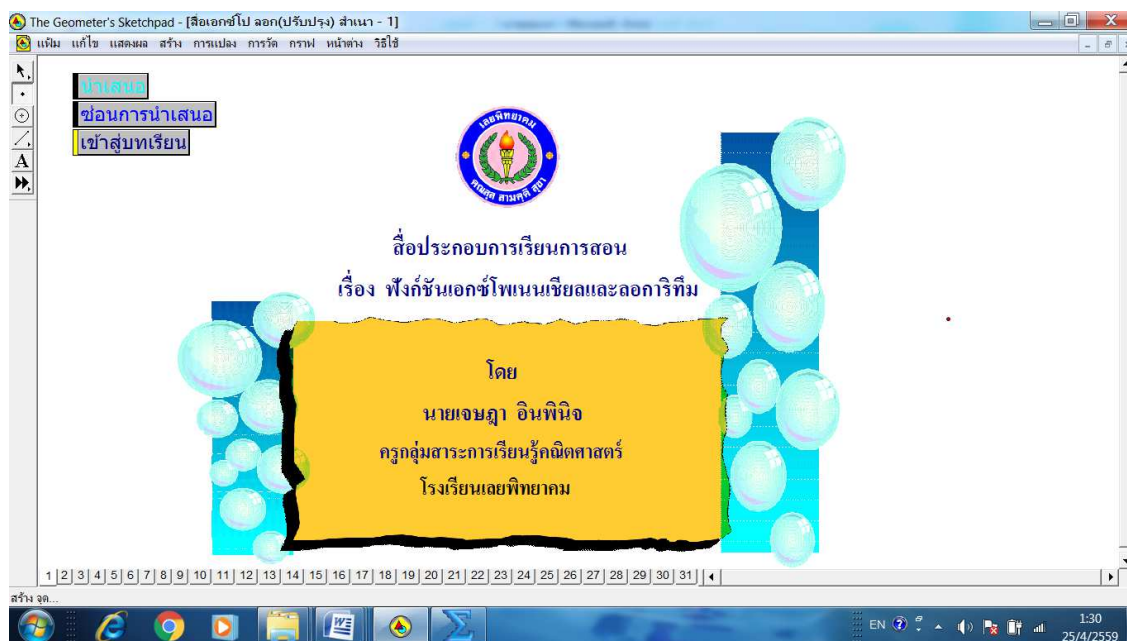
4. สารกัมมันตภาพรังสี แกลเลียม - 67 (^{67}Ga) ที่ใช้ในการรักษาโรคเนื้องอก มีครึ่งชีวิตเท่ากับ

46.5 ชั่วโมง ถ้าเริ่มต้นด้วยสารกัมมันตภาพรังสีที่มีปริมาณ 100 มิลลิกรัม

4.1 จงหาปริมาณของสารกัมมันตภาพรังสีที่เหลือ หลังจากผ่านไป 1 สัปดาห์

4.2 ใช้เวลานานเท่าใดปริมาณของสารกัมมันตภาพรังสีเหลือ 25 มิลลิกรัม

ตัวอย่างของสื่อประกอบการเรียนการสอนเรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและลอการิทึม ที่ใช้ในการศึกษาเรื่อง ฟังก์ชันลอการิทึม



The Geometer's Sketchpad - [สื่อเอกซ์โป ลอก(ปรับปรุง) ส่วนนา - 20]

เพิ่ม แก้ไข แสดงผล สร้าง การแปลง การวัด กราฟ หน้าต่าง วิดีโอ

ฟังก์ชันลอการิทึม

เลือกเนื้อหา
ที่ต้องการศึกษา

ฟังก์ชันลอการิทึม
บทนิยามของฟังก์ชันลอการิทึม
กราฟของฟังก์ชันลอการิทึม
เมื่อ $a > 1$
เมื่อ $0 < a < 1$

แบบฝึกหัดที่ 5
แบบฝึกหัดที่ 6
แบบฝึกหัดที่ 7

ย้อนกลับ | ถัดไป
กลับหน้าหลัก

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31

EN 1:31 25/4/2559

The Geometer's Sketchpad - [สื่อเอกซ์โป ลอก(ปรับปรุง) ส่วนนา - 21]

เพิ่ม แก้ไข แสดงผล สร้าง การแปลง การวัด กราฟ หน้าต่าง วิดีโอ

ฟังก์ชันลอการิทึม

เนื่องจากฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล
 $\{(x,y) \in \mathbb{R} \times \mathbb{R} \mid y = a^x, a > 0, a \neq 1\}$
 เป็นฟังก์ชัน 1-1 จาก $\mathbb{R}$ ไปทั่วถึง $\mathbb{R}^+$
 ดังนั้นตัวผกผันของฟังก์ชัน เอกซ์โพเนนเชียล
 จึงเป็นฟังก์ชันจาก $\mathbb{R}^+$ ไป $\mathbb{R}$ และฟังก์ชันผกผันของ
 ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลคือ
 $\{(x,y) \in \mathbb{R} \times \mathbb{R} \mid x = a^y, a > 0, a \neq 1\}$

ปรับค่า a
a = 3

สำรวจจุด (x, y)

เคลื่อนไ้วจุด

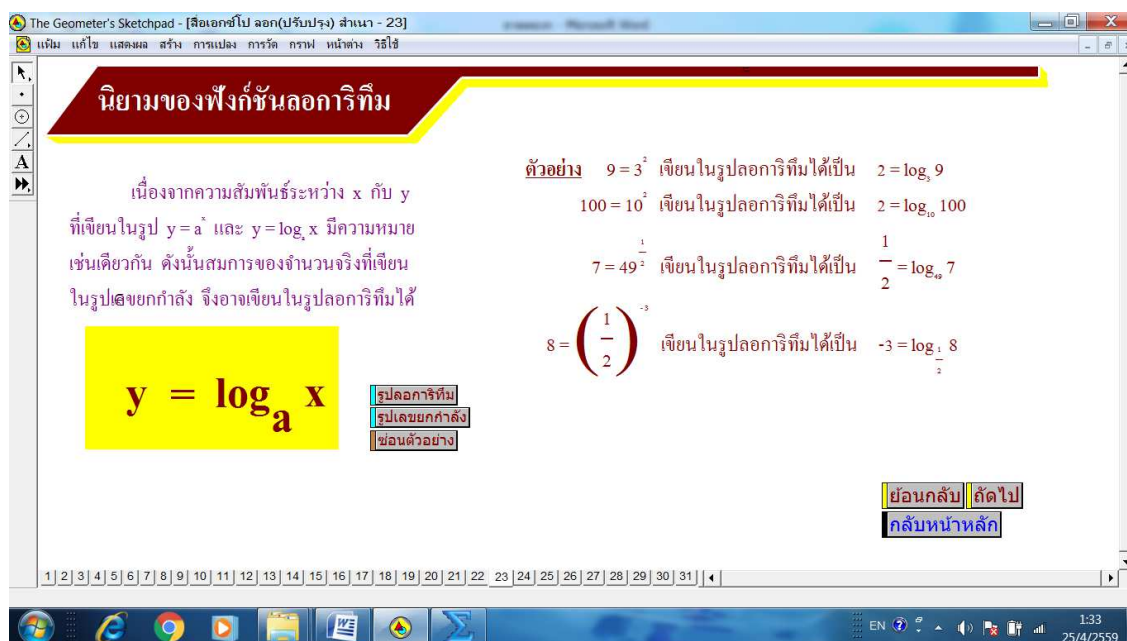
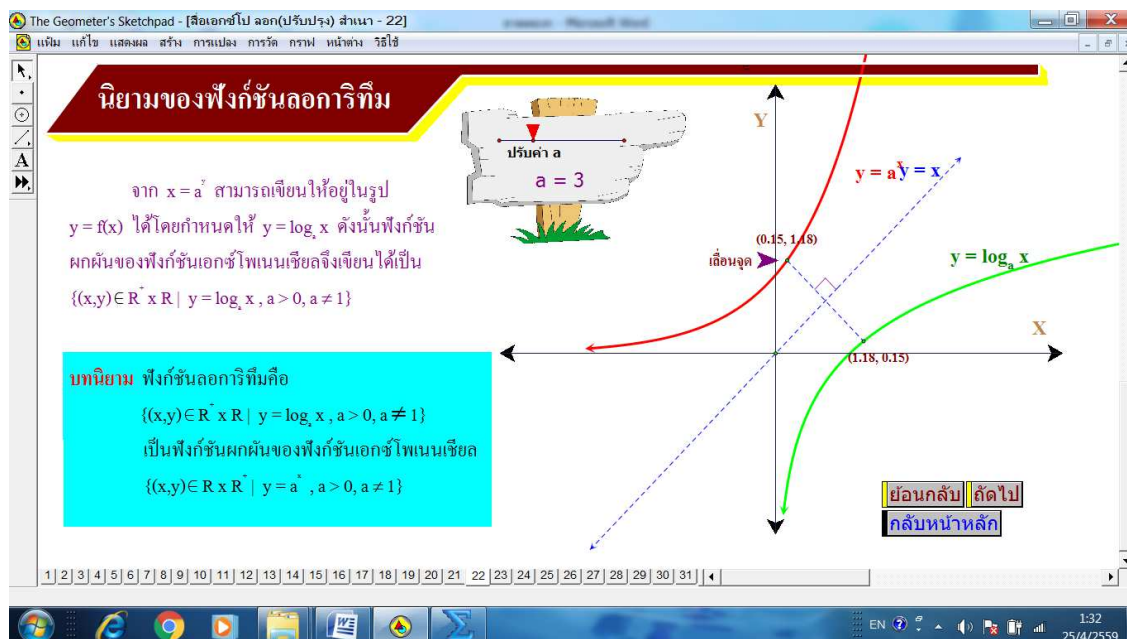
$f(x) = a^x$

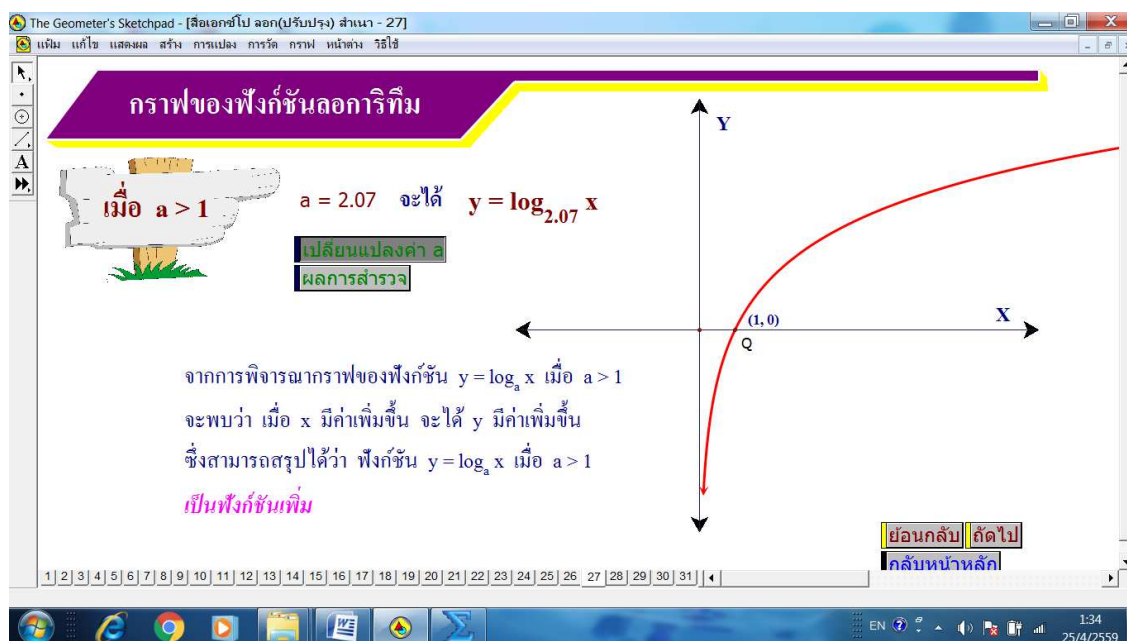
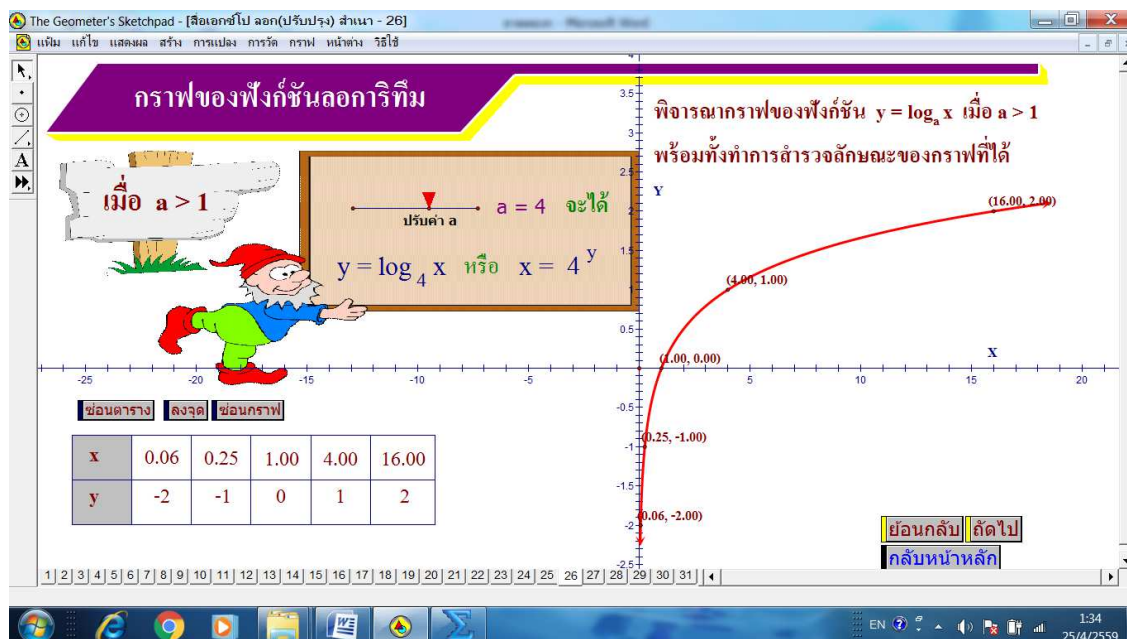
$(-0.95, 0.35)$
 $(0.35, -0.95)$

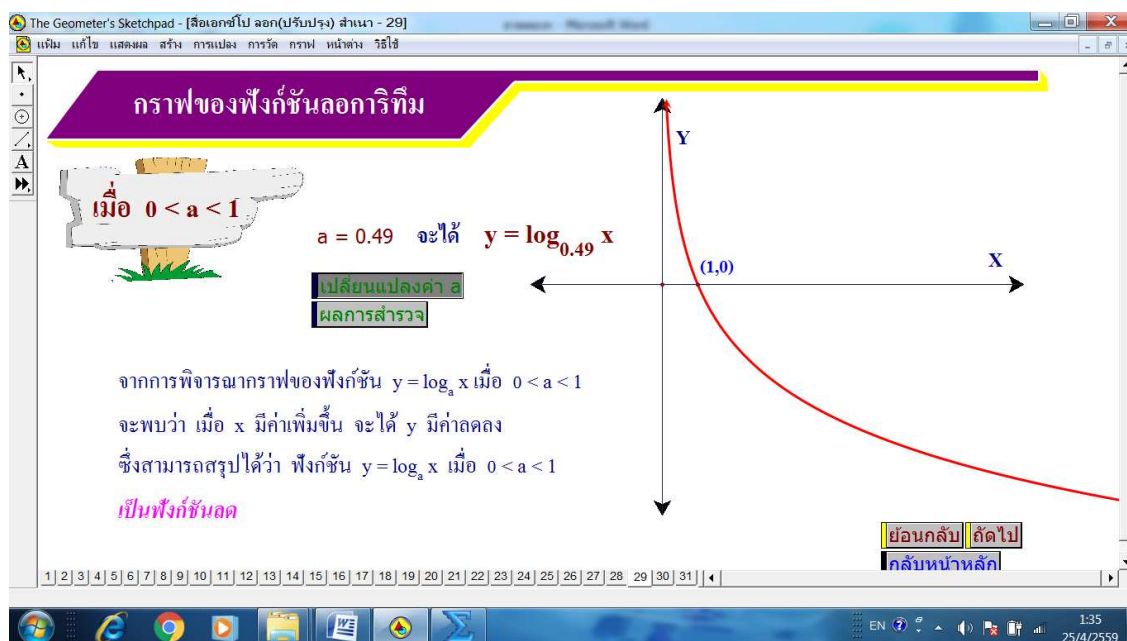
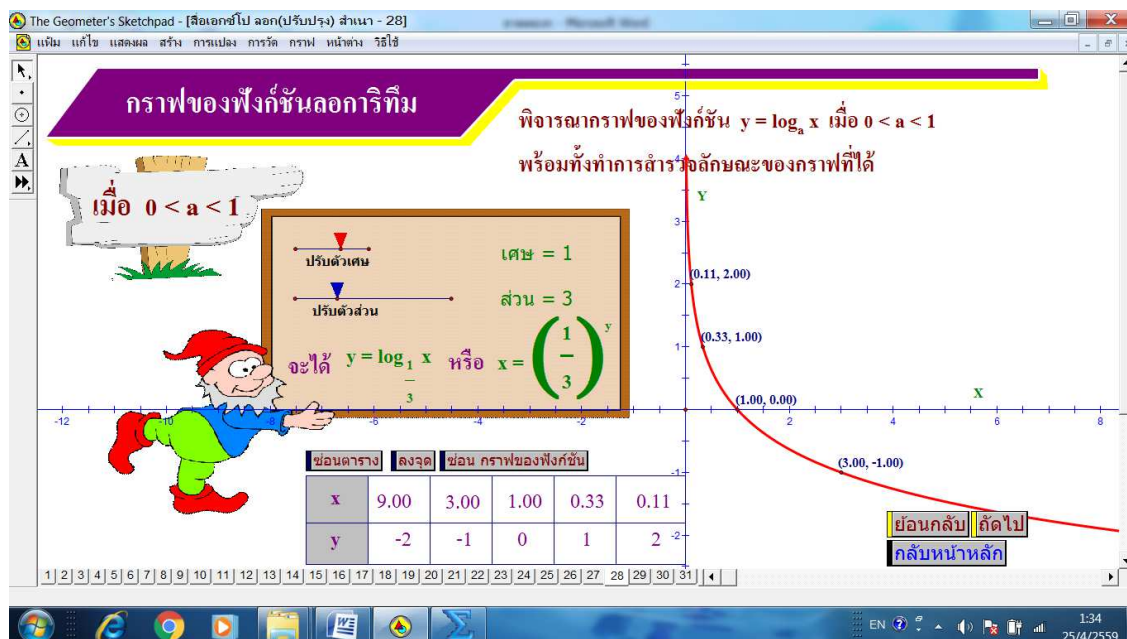
ย้อนกลับ | ถัดไป
กลับหน้าหลัก

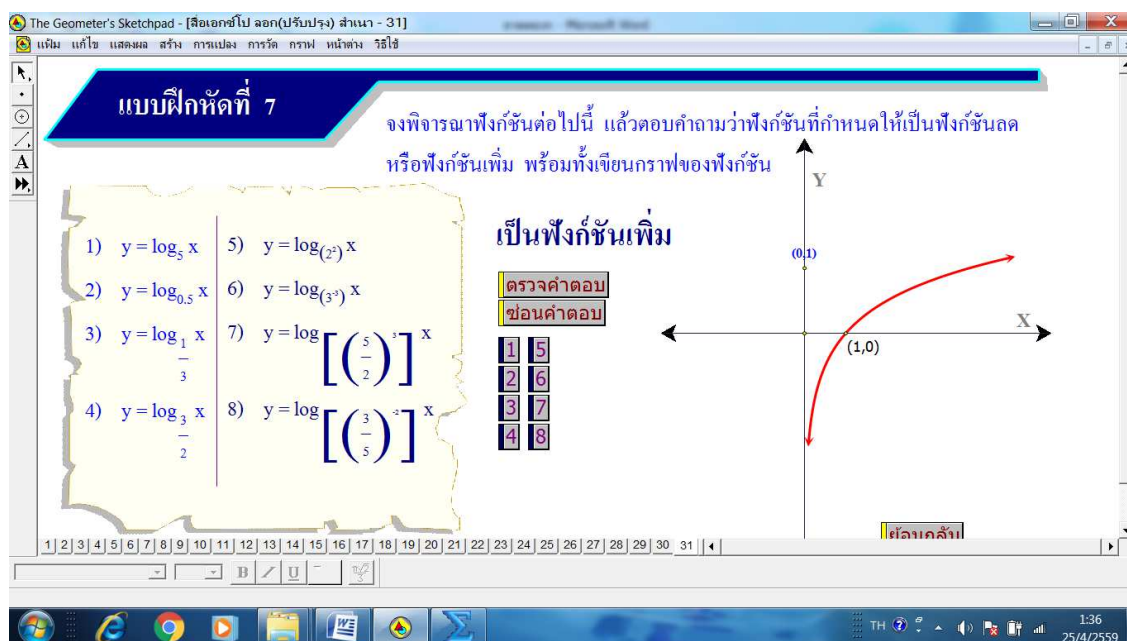
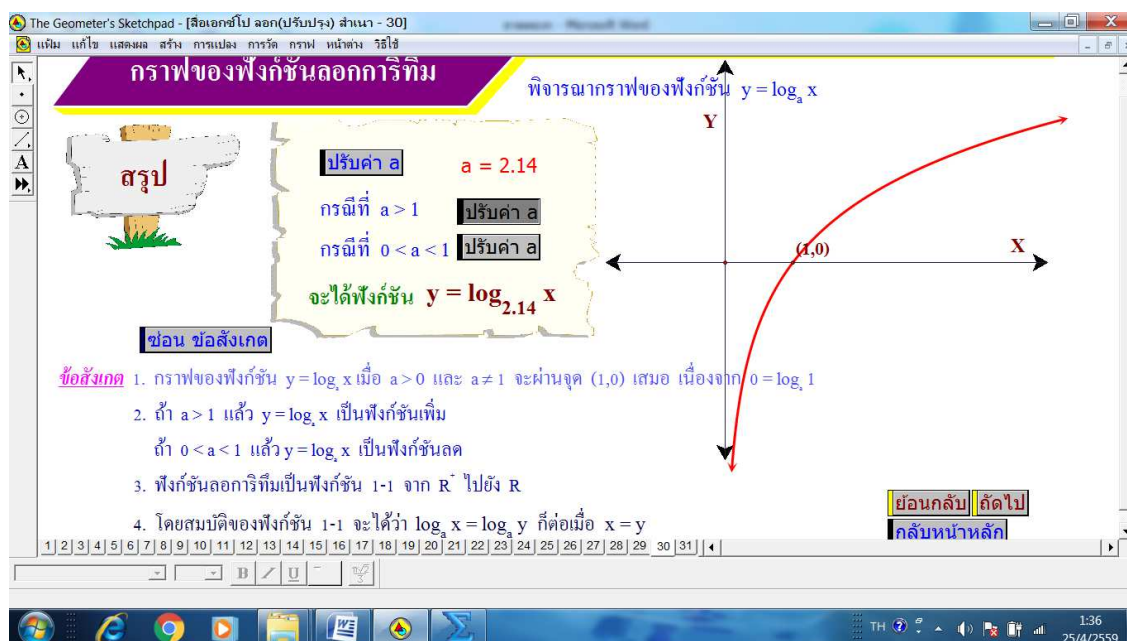
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31

EN 1:32 25/4/2559









ค.2 ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้สำหรับกลุ่มควบคุม

ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับกลุ่มควบคุม ใช้กระบวนการเรียนการสอนแบบปกติ ซึ่งใช้กิจกรรมการเรียนรู้ที่อิงจากคู่มือครู สารการเรียนรู้เพิ่มเติม คณิตศาสตร์ เล่ม 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยตัวอย่างของแผนการจัดการเรียนรู้แสดงได้ดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5

สารการเรียนรู้คณิตศาสตร์	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและลอการิทึม	เวลา 2 คาบเรียน
เรื่อง ฟังก์ชันลอการิทึม	ครูผู้สอน นายเจษฎา อินพินิจ

1. มาตรฐานการเรียนรู้สาระที่ 4 พิชคณิต

2. มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ค 4.1 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป (pattern) ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน

3. ผลการเรียนรู้

1. มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับฟังก์ชันลอการิทึม และเขียนกราฟของฟังก์ชันที่กำหนดให้ได้

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

4.1 ด้านความรู้ : นักเรียนสามารถ

1. บอกได้ว่าฟังก์ชันใดเป็นหรือไม่เป็นฟังก์ชันลอการิทึม
2. บอกได้ว่าฟังก์ชันลอการิทึมที่กำหนดให้ ฟังก์ชันใดเป็นฟังก์ชันเพิ่ม ฟังก์ชันใดเป็นฟังก์ชันลด

3. สามารถเขียนกราฟของฟังก์ชันลอการิทึมที่กำหนดให้ได้

4.2 ด้านทักษะกระบวนการ : นักเรียนมีความสามารถ

1. ในการให้เหตุผล
2. ในการแก้ปัญหา
3. ในการเชื่อมโยงความรู้

4.3 ด้านคุณลักษณะ : นักเรียน

1. มีทักษะในการทำงานร่วมกับผู้อื่น
2. มีความรับผิดชอบในการทำงาน

5. สารการเรียนรู้

ฟังก์ชันลอการิทึมเป็นอินเวอร์สฟังก์ชันของฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล ซึ่งสามารถเขียนความสัมพันธ์ได้ในรูป $f = \{(x, y) \in R^+ \times R \mid x = a^y, a > 0, a \neq 1\}$

$$\text{หรือ } f = \{(x, y) \in R^+ \times R \mid y = \log_a x, a > 0, a \neq 1\}$$

เมื่อพิจารณาจากกราฟของฟังก์ชันลอการิทึม พบว่า

- กราฟของฟังก์ชัน $y = \log_a x$ เมื่อ $a > 0, a \neq 1$ จะผ่านจุด $(1, 0)$
- ถ้า $a > 1$ แล้ว $y = \log_a x$ เป็นฟังก์ชันเพิ่ม
- ถ้า $0 < a < 1$ แล้ว $y = \log_a x$ เป็นฟังก์ชันลด
- ฟังก์ชันลอการิทึมเป็นฟังก์ชัน 1-1 จาก R^+ ไปยัง R

6. กิจกรรมการเรียนรู้

คาบเรียนที่ 1

6.1 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

6.1.1 ครูให้นักเรียนพิจารณาฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล $\{(x, y) \mid y = a^x, a > 0, a \neq 1\}$

แล้วให้นักเรียนตอบคำถามดังนี้

- ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลเป็นฟังก์ชัน 1-1 หรือไม่ (เป็น)
- โดเมนและเรนจ์ของฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลคือเซตใด (เซตของจำนวนจริงและเซตของจำนวนจริงบวกตามลำดับ)

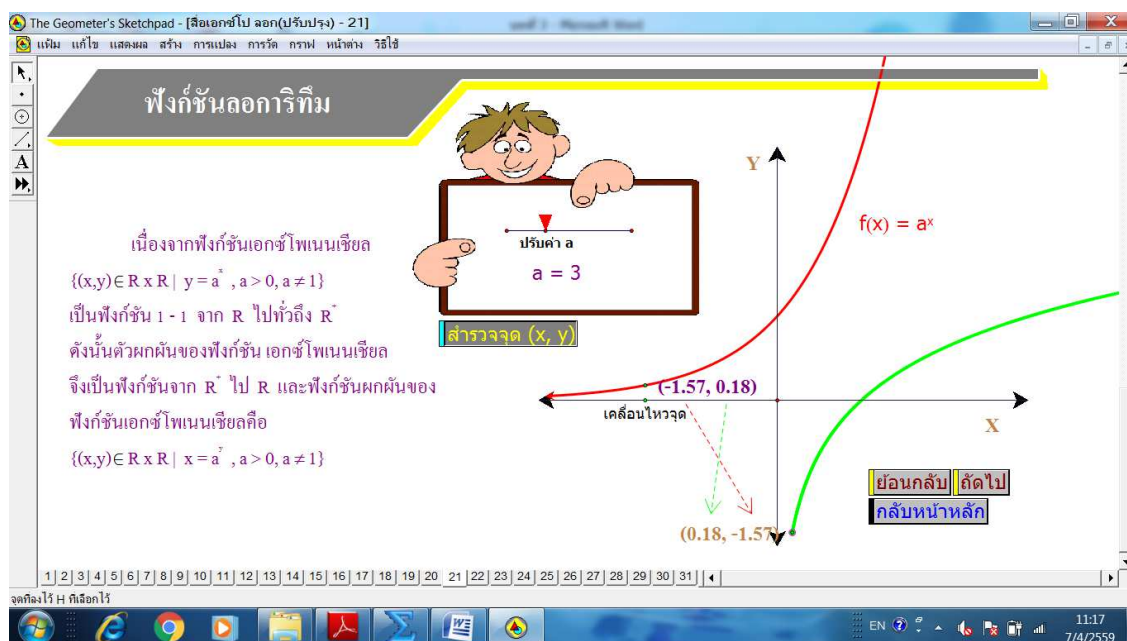
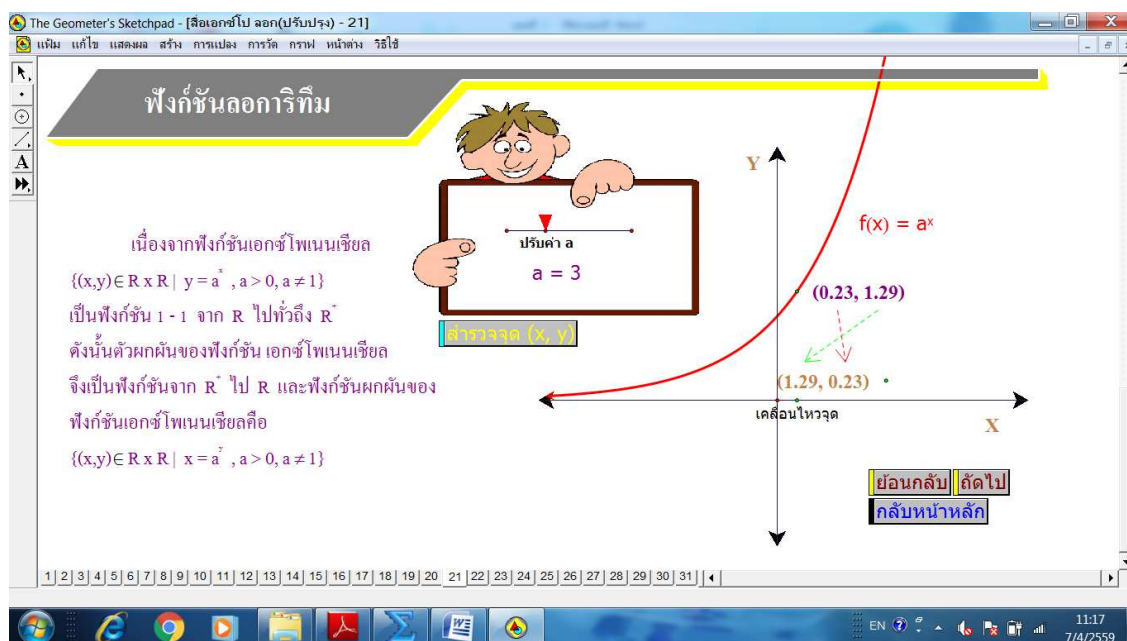
- ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลมีฟังก์ชันผกผันหรือไม่ เพราะเหตุใด (มี เพราะเป็นฟังก์ชัน 1-1)

- ฟังก์ชันผกผันของฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลคือเซตใด

$$(\{(x, y) \mid x = a^y, a > 0, a \neq 1\})$$

6.1.2 ครูให้นักเรียนสังเกตกราฟของฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลจากสื่อประกอบการเรียนการสอน เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและลอการิทึม โดยใช้โปรแกรม GSP และทำการเขียนกราฟโดยเปลี่ยนจากค่า x ในกราฟของฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล เป็นค่า y ของกราฟใหม่ และเปลี่ยนจากค่า y ในกราฟของฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล เป็นค่า x ของกราฟใหม่ เพื่อพิจารณาลักษณะกราฟของฟังก์ชันผกผันของฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล

สื่อประกอบการเรียนการสอน เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและลอการิทึม โดยใช้โปรแกรม GSP ที่ใช้ในการเขียนกราฟของฟังก์ชัน ซึ่งเป็นสื่อประกอบการเรียนการสอนเดียวกับกลุ่มทดลอง แสดงได้ดังนี้



6.1.3 ครูบอกนักเรียนว่าฟังก์ชันผกผันของฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลที่เขียนอยู่ในรูป $\{(x,y) \mid x = a^y, a > 0, a \neq 1\}$ ซึ่งเขียนกราฟได้ดังที่นักเรียนสังเกตเห็นนั้น เรียกว่า “ฟังก์ชันลอการิทึม”

6.2 ขั้นสอน

6.2.1 ครูให้นิยามของฟังก์ชันลอการิทึม ดังนี้

บทนิยาม ฟังก์ชันลอการิทึม คือ $\{(x,y) \mid x = a^y, a > 0, a \neq 1\}$ หรือเขียนอีกรูปหนึ่งได้เป็น $\{(x,y) \mid y = \log_a x, a > 0, a \neq 1\}$ โดยครูชี้ให้เห็นว่า $x = a^y$ และ $y = \log_a x$ นั้นมีความหมาย

เดียวกัน แต่เรานิยมเขียนเป็น $y = \log_a x$ อ่านว่า y เท่ากับ ลอการิทึมฐาน a ของ x และเรียก a ว่าเป็นฐานของลอการิทึม

6.2.2 ครูยกตัวอย่างการเขียนฟังก์ชันลอการิทึมในสองรูปแบบ ดังนี้

ตัวอย่างที่ 5.1 จงเขียนสมการต่อไปนี้ให้อยู่ในรูปลอการิทึม

$$1) 3^2 = 9 \qquad 2) 2^6 = 64 \qquad 3) 5^{-2} = \frac{1}{25}$$

วิธีทำ

- 1) จาก $3^2 = 9$ สามารถเขียนในรูปลอการิทึมได้เป็น $\log_3 9 = 2$
- 2) จาก $2^6 = 64$ สามารถเขียนในรูปลอการิทึมได้เป็น $\log_2 64 = 6$
- 3) จาก $5^{-2} = \frac{1}{25}$ สามารถเขียนในรูปลอการิทึมได้เป็น $\log_5 \frac{1}{25} = -2$

6.2.3 ครูชี้ให้เห็นว่า ในทางกลับกันเมื่อมีสมการในรูปลอการิทึม เราสามารถเปลี่ยนให้อยู่ในรูปสมการเลขยกกำลังได้ ดังนี้

ตัวอย่างที่ 5.1 จงเขียนสมการต่อไปนี้ให้อยู่ในรูปเลขยกกำลัง

$$1) \log_2 8 = 3 \qquad 2) \log_4 2 = \frac{1}{2} \qquad 3) \log_y x = z$$

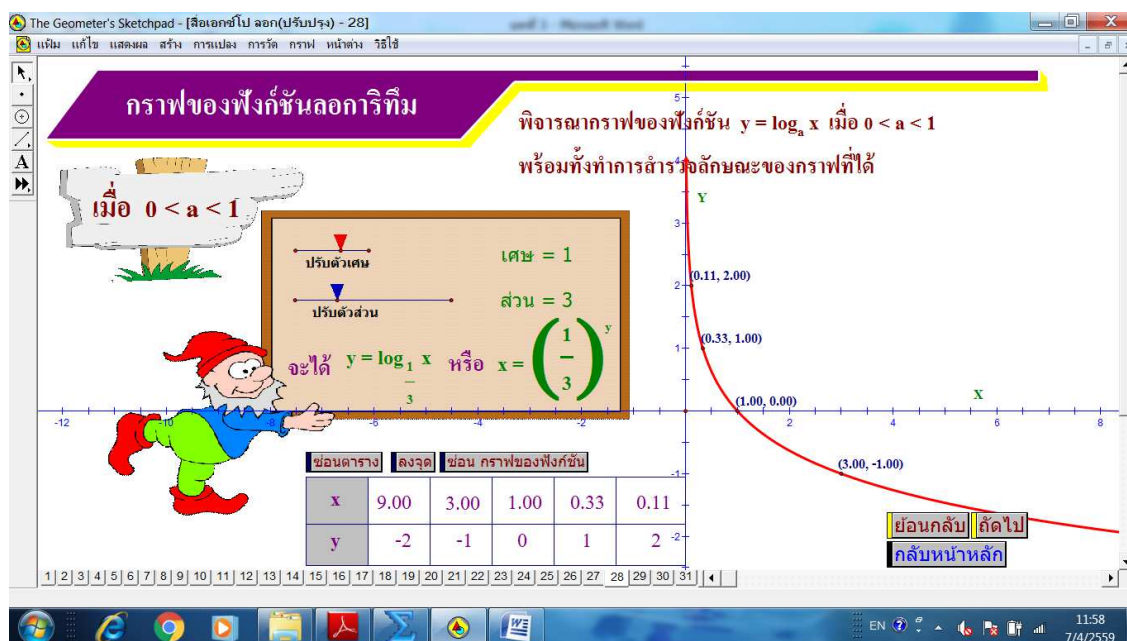
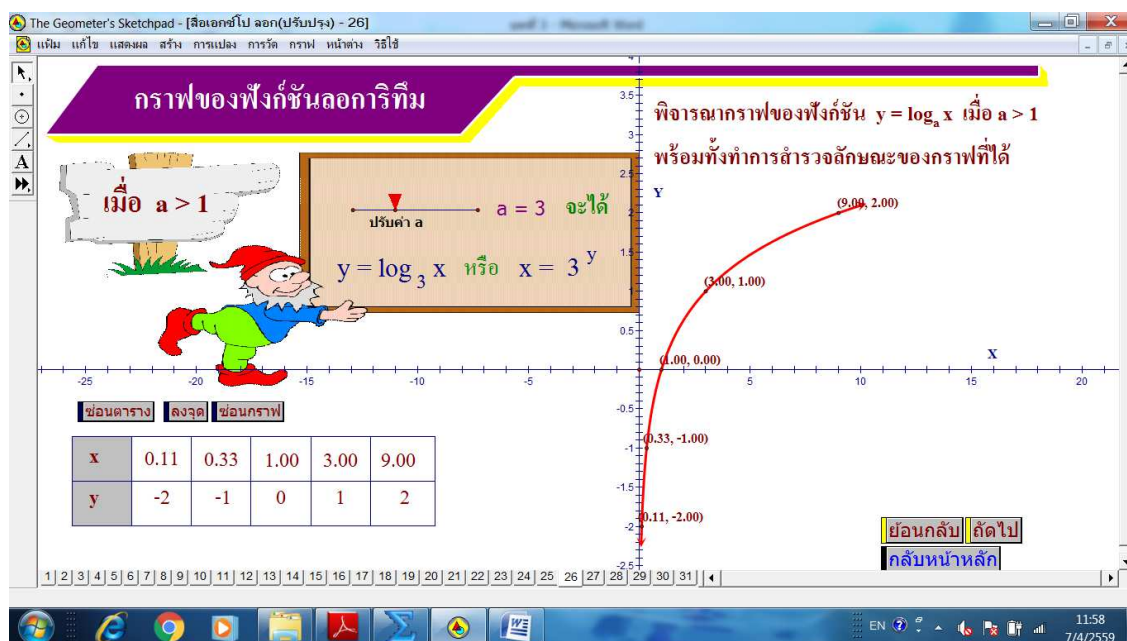
วิธีทำ

- 1) จาก $\log_2 8 = 3$ สามารถเขียนในรูปเลขยกกำลังได้เป็น $8 = 2^3$
- 2) จาก $\log_4 2 = \frac{1}{2}$ สามารถเขียนในรูปเลขยกกำลังได้เป็น $2 = 4^{\frac{1}{2}}$
- 3) จาก $\log_y x = z$ สามารถเขียนในรูปเลขยกกำลังได้เป็น $x = y^z$

6.2.4 ครูให้นักเรียนเขียนกราฟของฟังก์ชัน $y = \log_a x$ เมื่อ $a > 0$ และ $a \neq 1$ ซึ่งนักเรียนอาจใช้ฟังก์ชัน $x = a^y$ ในการเขียนกราฟ โดยแทนค่า a ที่แตกต่างกัน เช่น 3, 2, $\frac{1}{2}$ และ $\frac{1}{3}$ ลงในระบบพิกัดฉากเดียวกัน แล้วให้นักเรียนตั้งข้อสังเกตที่ได้จากกราฟของฟังก์ชันลอการิทึมที่นักเรียนเขียน

6.2.5 ครูแสดงการเขียนกราฟของฟังก์ชันลอการิทึมด้วยสื่อประกอบการเรียนการสอนเรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและลอการิทึม โดยใช้โปรแกรม GSP เพื่อประกอบและเปรียบเทียบกับที่นักเรียนเขียนเอง แล้วทำการสุ่มนักเรียนมานำเสนอว่ามีข้อสังเกตอย่างไรบ้างจากกราฟของฟังก์ชันลอการิทึม

สื่อประกอบการเรียนการสอนเรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและลอการิทึม โดยใช้โปรแกรม GSP ที่ใช้ในการเขียนกราฟของฟังก์ชันลอการิทึม แสดงได้ดังนี้



6.3 ขั้นสรุป

ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเกี่ยวกับกราฟของฟังก์ชันลอการิทึม ดังนี้

- 1) กราฟของฟังก์ชัน $y = \log_a x$ จะผ่านจุด $(1, 0)$ เสมอ เนื่องจาก $a^0 = 1$ เมื่อ $a > 0$ และ $a \neq 1$
- 2) ถ้า $a > 1$ แล้ว $y = \log_a x$ เป็นฟังก์ชันเพิ่ม
ถ้า $0 < a < 1$ แล้ว $y = \log_a x$ เป็นฟังก์ชันลด
- 3) ฟังก์ชันลอการิทึมเป็นฟังก์ชัน 1-1 จาก R^+ ไปทั่วถึง R

- 4) โดยสมบัติของฟังก์ชัน 1-1 จะได้ว่า $\log_a x = \log_a y$ ก็ต่อเมื่อ $x = y$

คาบเรียนที่ 2

6.1 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

ครูและนักเรียนร่วมกันทบทวนความรู้เรื่องฟังก์ชันลอการิทึมที่เรียนมาแล้วในคาบเรียนที่ 1 ดังนี้

- ฟังก์ชันลอการิทึม คือ $\{(x, y) | x = a^y, a > 0, a \neq 1\}$ หรือเขียนอีกรูปหนึ่งได้เป็น $\{(x, y) | y = \log_a x, a > 0, a \neq 1\}$

- กราฟของฟังก์ชัน $y = \log_a x$ จะผ่านจุด $(1, 0)$ เสมอ เนื่องจาก $a^0 = 1$ เมื่อ $a > 0$ และ $a \neq 1$

- ถ้า $a > 1$ แล้ว $y = \log_a x$ เป็นฟังก์ชันเพิ่ม

ถ้า $0 < a < 1$ แล้ว $y = \log_a x$ เป็นฟังก์ชันลด

- ฟังก์ชันลอการิทึมเป็นฟังก์ชัน 1-1 จาก R^+ ไปทั่วถึง R

- โดยสมบัติของฟังก์ชัน 1-1 จะได้ว่า $\log_a x = \log_a y$ ก็ต่อเมื่อ $x = y$

6.2 ขั้นสอน

6.2.1 ครูให้นักเรียนแต่ละคนทำแบบฝึกหัดที่ 5.1 ฟังก์ชันลอการิทึม โดยมีครูเป็นผู้ควบคุมดูแล และคอยให้คำปรึกษาสำหรับนักเรียนที่มีปัญหาสงสัย

6.2.2 ครูสุ่มนักเรียนบางคนออกมานำเสนอคำตอบและวิธีคิด และร่วมกันอภิปราย

6.3 ขั้นสรุป

6.3.1 ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปคำตอบจากแบบฝึกหัดที่ 5.1 ร่วมกัน และตรวจสอบคำตอบจากครู

6.3.2 ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดที่ 1.5 ในหนังสือเรียนสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม วิชาคณิตศาสตร์ เล่ม 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เป็นการบ้าน เพื่อทบทวนความรู้และเป็นการฝึกฝนทักษะเพิ่มเติม

7. สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้

1. สื่อประกอบการเรียนการสอน เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและลอการิทึม โดยใช้โปรแกรม GSP
2. แบบฝึกหัดที่ 5.1 ฟังก์ชันลอการิทึม
3. หนังสือเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม ชั้น ม. 4 - 6 เล่ม 3 กระทรวงศึกษาธิการ

8. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

สิ่งที่ต้องการวัด/ประเมิน	วิธีการ	เครื่องมือที่ใช้	เกณฑ์
ด้านความรู้ 1. บอกได้ว่าฟังก์ชันใดเป็นหรือไม่เป็น ฟังก์ชันลอการิทึม 2. บอกได้ว่าฟังก์ชันลอการิทึม ฟังก์ชันใด เป็นฟังก์ชันเพิ่ม ฟังก์ชันใดเป็นฟังก์ชันลด 3. เขียนกราฟของฟังก์ชันลอการิทึมที่กำหนดให้ได้	ตรวจสอบจากการ ทำแบบฝึกหัด การบ้าน และการ ตอบคำถาม	- แบบฝึกหัด - การบ้านใน หนังสือเรียน	ถูกต้อง ร้อยละ 80 ขึ้นไป
ด้านทักษะกระบวนการ 1. การให้เหตุผล 2. การแก้ปัญหา 3. การเชื่อมโยงความรู้	ตรวจสอบจากการ ทำแบบฝึกหัด การบ้าน และการ สังเกตพฤติกรรม ระหว่างเรียน	- แบบฝึกหัด - การบ้านใน หนังสือเรียน	ผ่านเกณฑ์ ในระดับดี ขึ้นไป
ด้านคุณลักษณะ 1. มีทักษะในการทำงานร่วมกับผู้อื่น 2. มีความรับผิดชอบในการทำงาน	สังเกตจากการ ร่วมกิจกรรมการ เรียนรู้	- แบบประเมิน พฤติกรรม	ผ่านเกณฑ์ ในระดับดี ขึ้นไป

9. บันทึกกิจกรรมการเรียนรู้

.....

.....

.....

ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน
(นายเจษฎา อินพินิจ)

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและ ลอการิทึม	แบบฝึกหัดที่ 5.1 ฟังก์ชันลอการิทึม	ฟังก์ชันลอการิทึม
วิชา ค32201 คณิตศาสตร์เพิ่มเติม 3		ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. จงเขียนสมการต่อไปนี้ให้อยู่ในรูปลอการิทึม

1.1 $4^2 = 16$ เขียนได้เป็น 1.5 $2^5 = 32$ เขียนได้เป็น

1.2 $27^{\frac{2}{3}} = 9$ เขียนได้เป็น 1.6 $8^{\frac{1}{3}} = 2$ เขียนได้เป็น

1.3 $10^{-3} = 0.001$ เขียนได้เป็น 1.7 $\left(\frac{1}{10}\right)^{-2} = 100$ เขียนได้เป็น

1.4 $\left(\frac{1}{2}\right)^{-4} = 16$ เขียนได้เป็น 1.8 $\left(\frac{2}{3}\right)^{-3} = \frac{27}{8}$ เขียนได้เป็น

2. จงเขียนสมการต่อไปนี้ในรูปเลขยกกำลัง

1.1 $\log_{10} 100 = 2$ เขียนได้เป็น 1.5 $\log_2 32 = 5$ เขียนได้เป็น

1.2 $\log_5 1 = 0$ เขียนได้เป็น 1.6 $\log_{0.1} 10 = -1$ เขียนได้เป็น

1.3 $\log_{10} 0.001 = -3$ เขียนได้เป็น 1.7 $\log_3 \sqrt[3]{9} = \frac{2}{3}$ เขียนได้เป็น

1.4 $\log_4 \left(\frac{1}{64}\right) = -3$ เขียนได้เป็น 1.8 $\log_2 \frac{1}{4} = -2$ เขียนได้เป็น

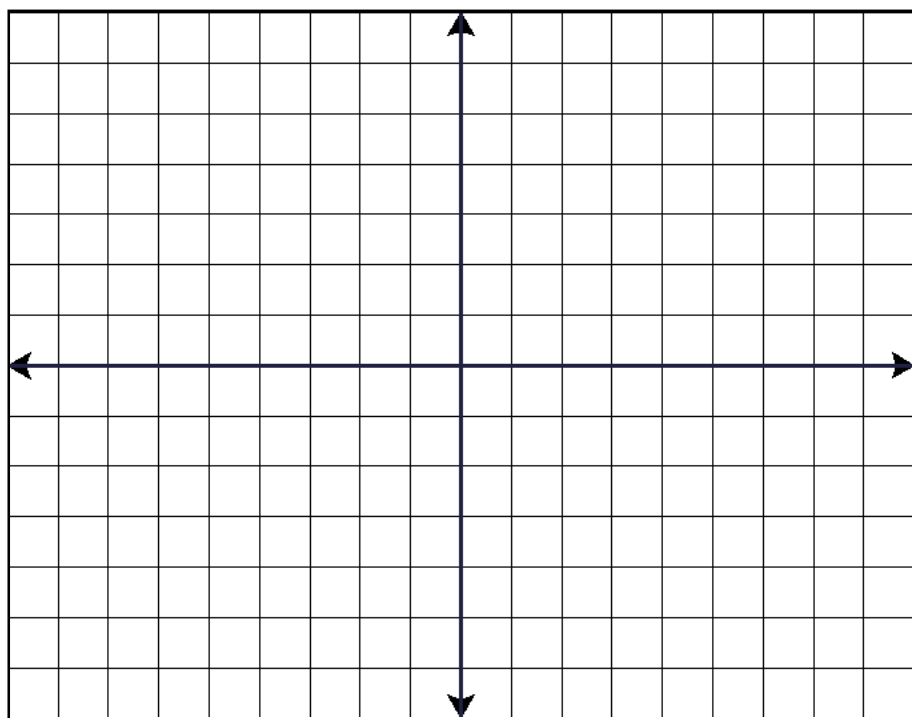
3. จงพิจารณาว่าฟังก์ชันที่กำหนดให้ต่อไปนี้เป็นฟังก์ชันลดหรือฟังก์ชันเพิ่ม พร้อมทั้งเขียนกราฟของฟังก์ชันทั้งหมดลงในพิสัยที่กำหนด

3.1 $y = \log_5 x$ เป็นฟังก์ชัน

3.2 $y = \log_{0.5} x$ เป็นฟังก์ชัน

3.3 $y = \log_{\frac{3}{2}} x$ เป็นฟังก์ชัน

3.4 $y = \log_{(3^{-2})} x$ เป็นฟังก์ชัน



ภาคผนวก ง
ปัญหาที่ใช้เป็นฐานในการเรียนรู้ สำหรับกลุ่มทดลอง

สถานการณ์ปัญหาที่ 1
เรื่อง ดอกเบี้ยทบต้น
(ใช้ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1)

คม ชัด ลึก



ดอกเบี้ยทบต้น...เรื่องที่ทุกคนควรรู้

เพื่อนแท้การเงิน : ดอกเบี้ยทบต้น...เรื่องที่ทุกคนควรรู้ : ศูนย์คุ้มครองผู้ใช้บริการทางการเงิน
รพท. www.1213.or.th โทร.1213

ผมมีโอกาสได้อ่านผลสำรวจทักษะทางการเงินของคนไทยปี 2556 ที่ธนาคารแห่งประเทศไทย
ร่วมสำรวจกับสำนักงานสถิติแห่งชาติ พบว่าคนไทยมีความรู้ความเข้าใจทางการเงินต่ำกว่า
หลาย ๆ ประเทศ และสิ่งที่คนไทยไม่เข้าใจมากที่สุดถึงร้อยละ 86 คือ เรื่องดอกเบี้ยทบต้น

จริง ๆ แล้วผมว่า “ดอกเบี้ยทบต้น” ไม่ใช่เรื่องยากครับ แต่เป็นเรื่องที่เราไม่ใส่ใจกันมากกว่า
หลายคนอาจส่ายหน้าเพียงเพราะฟังดูแล้วท่าทางจะซับซ้อนหรือเมื่อไหร่ที่ต้องคิดเลขก็จะรู้สึก
เวียนหัวขึ้นมานิด ๆ แต่อย่าลืมกันนะครับว่าเงินทองที่เราใช้กันทุกวัน มันก็เกี่ยวข้องกับตัวเลข
ทั้งนั้น

ผมขอยกตัวอย่างวิธีคิดแบบทีละขั้นๆ นะครับ สมมติว่า ตอนต้นปีเราฝากเงิน 100 บาท
ที่อัตราดอกเบี้ยร้อยละ 3 โดยธนาคารคิดดอกเบี้ยแบบทบต้น นั่นก็แปลว่า เมื่อเวลาผ่านไปหนึ่งปี
โดยที่เราไม่ถอนและไม่ฝากเพิ่มเลย เงินในบัญชีของเราตอนสิ้นปีที่ 1 ก็จะกลายเป็น 103 บาท
(เงินต้น 100 บาทและดอกเบี้ย $100 \times 3\% = 3$ บาท) ซึ่งก็จะเป็นเงินต้นของต้นปีที่ 2 เนื่องจาก
“ดอกเบี้ย” 3 บาทถูก “ทบ” เข้ามาเป็นเงิน “ต้น” และในปีต่อมาถ้าเราไม่ถอนเงินออกมาและไม่
ฝากเพิ่มเลยตลอดปีเช่นเดิม เงินในบัญชีของเราตอนสิ้นปีที่ 2 ก็จะกลายเป็น 106.09 บาท หรือได้
ดอกเบี้ยเท่ากับ 3.09 บาท ($103 \times 3\% = 3.09$ บาท) มากกว่าที่ได้ตอนสิ้นปีก่อน เพราะเงินต้น
ของต้นปีที่ 2 คือ 103 บาท ไม่ใช่ 100 บาทอย่างในปีแรก จะเห็นได้ว่าหากเราฝากเงินไปเรื่อย ๆ
เช่นนี้ เงินต้นของเราจะเพิ่มขึ้นทุกปี และดอกเบี้ยที่จะได้ ก็เพิ่มขึ้นทุกปีเช่นกันครับ ...

(ที่มา : <http://www.komchadluek.net/detail/20140822/190565.html>)

ปัญหา : หากเก่งฝากเงินกับธนาคารโดยธนาคารคิดดอกเบี้ยทบต้นในอัตราร้อยละ 2 ต่อปี
และเขาฝากธนาคารจำนวน 10,000 บาท เมื่อสิ้นปีที่ 10 เก่งจะมีเงินในธนาคารทั้งหมด

สถานการณ์ปัญหาที่ 2
อัตราการเพิ่มของประชากร
(ใช้ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2)

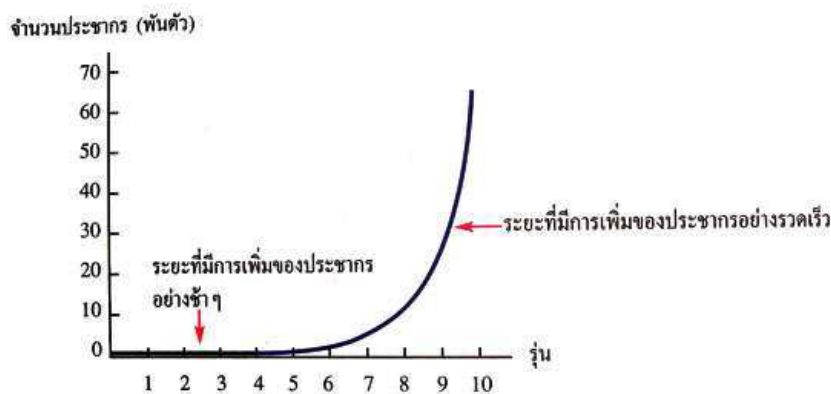
ประชากรของสิ่งมีชีวิตในโลกนี้มีรูปแบบการสืบพันธุ์เพื่อเพิ่มประชากรอยู่ 2 รูปแบบ คือ **แบบแรก** เป็นการเพิ่มประชากร โดยที่สมาชิกของประชากรนั้นมีการสืบพันธุ์เพียงครั้งเดียว **ในช่วงชีวิต** (single reproduction) สิ่งมีชีวิตเหล่านี้เมื่อถึงวัยเจริญพันธุ์ก็จะออกลูกออกหลาน จากนั้นก็ตาย ตัวอย่างเช่น แมลงต่าง ๆ เช่น แมลงชีปะขาว ผีเสื้อและตัวไหม เป็นต้น หรือไม้ล้มลุกบางชนิด เช่น กระดาษ กล้วยตุง ข้าว และถั่วเขียว เป็นต้น **แบบที่สอง** เป็นการเพิ่มประชากรโดยสมาชิกของประชากรนั้นมีโอกาสในการสืบพันธุ์ได้หลายครั้งในช่วงชีวิต (multiple reproduction) สิ่งมีชีวิตเหล่านี้ ได้แก่ สัตว์มีกระดูกสันหลัง เช่น สุนัข แมว มนุษย์ ไม้พุ่ม เช่น ชบา แก้ว เข็ม และไม้ยืนต้น เช่น มะม่วง ขนุน ส้ม ลำไย เป็นต้น

นักนิเวศวิทยาได้นำแบบแผนทางคณิตศาสตร์ที่อธิบายการเพิ่มของประชากรจากรูปแบบการสืบพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตทั้ง 2 แบบนั้นซึ่งแบบแผนทางคณิตศาสตร์นี้ช่วยให้สามารถทำนายแนวโน้มของการเพิ่มของประชากรได้

แบบแผนการเพิ่มของประชากรมี 2 รูปแบบ ซึ่งนักเรียนจะได้ศึกษาดังต่อไปนี้

1. การเพิ่มของประชากรแบบเอกซ์โพเนนเชียล

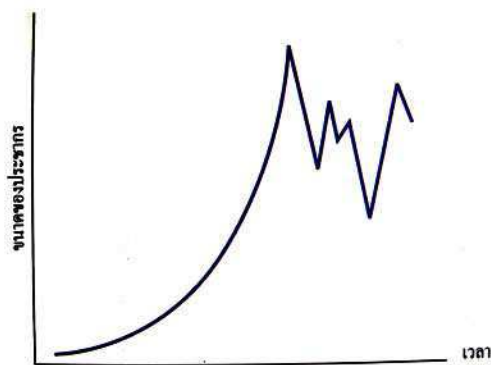
การเพิ่มจำนวนประชากรแบบเอกซ์โพเนนเชียล (exponential growth) หรือแบบทวีคูณนั้นพบได้ในสิ่งมีชีวิตที่มีการสืบพันธุ์เพียงครั้งเดียวในช่วงชีวิตในแต่ละรุ่น ดังเช่นพวกแมลงต่าง ๆ เมื่อตัวเมียวางไข่แล้วก็ตาย กราฟตัวอย่างของการเพิ่มของประชากรสิ่งมีชีวิตแบบเอกซ์โพเนนเชียลดังแสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 กราฟแสดงการเพิ่มของประชากรแบบเอกซ์โพเนนเชียล

จากกราฟจะเห็นได้ว่าการเพิ่มของประชากรแบบเอกซ์โพเนนเชียลจะได้กราฟเป็น **รูปตัว J** (J shape) ซึ่งพบว่าการเพิ่มของประชากรแบบเอกซ์โพเนนเชียลมีระยะของการเปลี่ยนแปลงแบ่งออกเป็น 2 ระยะคือ

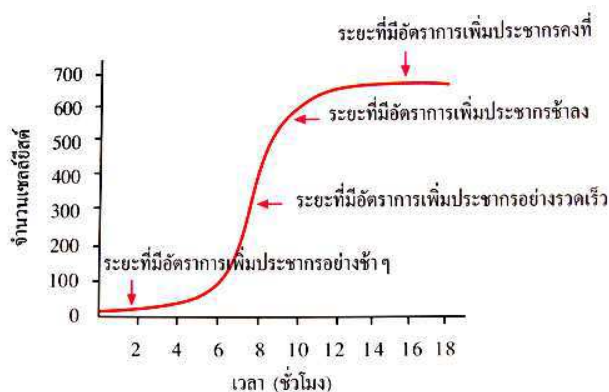
ระยะที่มีการเพิ่มของประชากรอย่างช้า ๆ (exponential growth phase) เป็นระยะที่ประชากรเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วมากในระยะที่มีการเพิ่มประชากรอย่างรวดเร็วนี้ ดูเหมือนว่าประชากรจะเพิ่มอย่างไม่มีที่สิ้นสุด และไม่มีปัจจัยใด ๆ มาขัดขวางการเจริญเติบโตได้ลักษณะดังกล่าวนี้เป็นภาวะเหตุการณ์ทางอุดมคติ (idealized circumstances) และไม่เป็นจริง ทั้งนี้เพราะในธรรมชาตินั้นจะมี **ตัวต้านทานในสิ่งแวดล้อม** (environmental resistance) ได้แก่ อาหาร ที่อยู่อาศัย และความสัมพันธ์ในรูปแบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตที่มาขัดขวางไม่ให้เกิดการเพิ่มประชากรเพิ่มขึ้นอย่างไม่มีขีดจำกัด ลักษณะดังกล่าวนี้สอดคล้องกับแนวคิดของ **ทอมัส มัลทัส** (Thomas Malthus) ซึ่งกราฟที่เขียนจะคล้ายรูปตัวเจในระยะแรก และเมื่อถึงระยะหนึ่งการเพิ่มของประชากรก็จะลดลงอย่างรวดเร็วและมี **การเพิ่มขึ้นและลดลง สลับกัน** (irruptive growth) ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 กราฟแสดงการเพิ่มของประชากรตามแนวคิดของมัลทัส

2. การเพิ่มของประชากรแบบลอจิสติก

การเพิ่มของประชากรแบบลอจิสติก (logistic growth) เป็นการเพิ่มจำนวนประชากรที่ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม หรือมีตัวต้านทานในสิ่งแวดล้อมเข้ามาเกี่ยวข้อง ตัวอย่างของการเพิ่มประชากรแบบนี้ดังภาพที่ 3 ซึ่งเป็นการศึกษาการเพิ่มจำนวนของเซลล์ยีสต์ที่เพาะเลี้ยงในห้องปฏิบัติการ โดยมีการจำนวนเซลล์ยีสต์ทุก ๆ 2 ชั่วโมง



ภาพที่ 3 กราฟแสดงการเพิ่มจำนวนของเซลล์ยีสต์แบบลอจิสติก

จากกราฟจะเห็นได้ว่าการเพิ่มประชากรแบบลอจิสติกสามารถเขียนกราฟได้เป็น **รูปตัวเอส** (S-shape) หรือ **กราฟแบบซิกมอยด์** (sigmoidal curve) ซึ่งแบ่งระยะต่าง ๆ ออกได้เป็น 4 ระยะด้วยกัน คือ

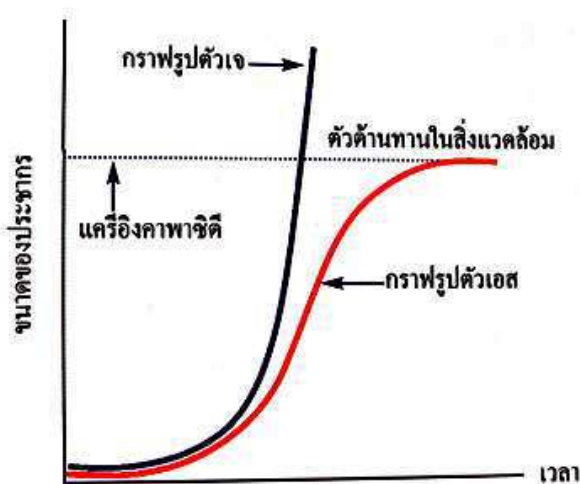
ระยะที่ 1 : ช่วงโมเมนต์ 2-6 พบว่าอัตราการเพิ่มประชากรเป็นไปอย่างช้าๆ เนื่องจากประชากรเริ่มต้นยังมีจำนวนน้อย

ระยะที่ 2 : ช่วงโมเมนต์ 6-10 พบว่าอัตราเพิ่มประชากรเป็นไปอย่างรวดเร็ว เนื่องจากประชากรเริ่มต้น (ก่อนการแบ่งเซลล์เจริญเติบโต แพร่พันธุ์) มีจำนวนมาก

ระยะที่ 3 : ช่วงโมเมนต์ 10-14 พบว่าอัตราการเพิ่มประชากรช้าลง เนื่องจากมีตัวต้านทานในสิ่งแวดล้อมเข้ามาบีบหนาทมากขึ้น

ระยะที่ 4 : ช่วงโมเมนต์ 14-18 พบว่ามีอัตราเพิ่มประชากรค่อนข้างคงที่ เนื่องจากประชากรสามารถปรับตัวต่อต้านทานในสิ่งแวดล้อมได้ จึงมีอัตราเกิดเท่ากับอัตราตาย

ในการเพิ่มประชากรแบบลอจิสติกนี้ ตัวต้านทานในสิ่งแวดล้อมมีผลมากขึ้นต่อการเพิ่มประชากรในระยะที่ 3 และ 4 จึงทำให้มีขีดจำกัดที่ทำให้สภาพแวดล้อมนั้นสามารถเลี้ยงดูประชากรได้ระดับที่สภาพแวดล้อมสามารถเลี้ยงดูประชากรได้มากที่สุดนี้เรียกว่า **แครีอิงคาพาซิตี** (carrying capacity) และเมื่อนำกราฟรูปตัวเอสและรูปตัวเอสมาเปรียบเทียบกับกันจะได้ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 กราฟเปรียบเทียบการเพิ่มจำนวนประชากรแบบรูปตัวเอสและรูปตัวเอ

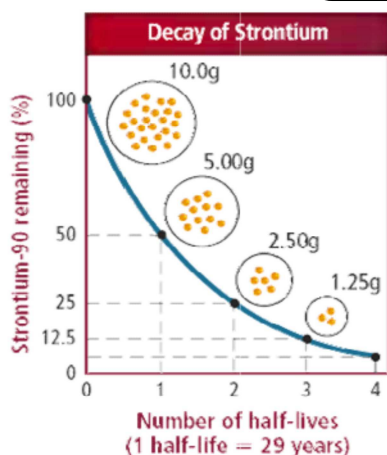
(ที่มา: <http://www.vcharkarn.com/lesson/1320>)

ปัญหา : ถ้าสมมติว่าประชากรของหมู่บ้านแห่งหนึ่งมีการเพิ่มของจำนวนประชากรแบบเอกซ์โพเนนเชียล โดยเริ่มต้นมีประชากรอยู่ 1,000 คน และจากข้อมูลทางสถิติพบว่าอัตราการเพิ่มขึ้นของประชากรร้อยละ 4 ต่อปี อยากทราบว่าจะมีวิธีการอย่างไรในการคำนวณหาจำนวนประชากรในอีก 10 ปีข้างหน้า และอีกกี่ปีจึงจะมีประชากรในหมู่บ้านมากกว่า 10,000 คน

สถานการณ์ปัญหาที่ 3

ครึ่งชีวิต (half-life)

(ใช้ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3-4)



ครึ่งชีวิตของธาตุ (half-life) หมายถึง ระยะเวลาที่สารสลายตัวไปจนเหลือเพียงครึ่งหนึ่งของปริมาณเดิม ใช้สัญลักษณ์เป็น $t_{1/2}$ นิวเคลียสของธาตุกัมมันตรังสีที่ไม่เสถียร จะสลายตัวและแผ่รังสีได้เองตลอดเวลา โดยไม่ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิหรือความดัน อัตราการสลายตัว เป็นสัดส่วนโดยตรงกับจำนวนอนุภาคในธาตุกัมมันตรังสีนั้น ปริมาณการสลายตัวจะบอกเป็นครึ่งชีวิตเป็นสมบัติเฉพาะตัวของแต่ละไอโซโทป

ตัวอย่างเช่น C-14 มีครึ่งชีวิต 5,730 ปี หมายความว่า ถ้ามี C-14 อยู่ 1 กรัม เมื่อเวลาผ่านไป 5,730 ปี จะเหลือ C-14 อยู่ 0.5 กรัม และเมื่อเวลาผ่านไปอีก 5,730 ปี จะเหลืออยู่ 0.25 กรัม เป็นต้นไปเรื่อย ๆ กล่าวได้ว่าทุก ๆ 5,730 ปี จะเหลือ C-14 เพียงครึ่งหนึ่งของปริมาณเดิม

ครึ่งชีวิต (half-life) ของสารกัมมันตรังสี สามารถนำไปใช้หาอายุอายุสัมบูรณ์ (Absolute Age) เป็นอายุของหินหรือซากดึกดำบรรพ์ ที่สามารถบอกจำนวนปีที่ค่อนข้างแน่นอน การหาอายุสัมบูรณ์ใช้วิธีคำนวณจากครึ่งชีวิต ของธาตุกัมมันตรังสีที่มีอยู่ในหิน หรือซากดึกดำบรรพ์ที่ต้องการศึกษา ธาตุกัมมันตรังสีที่นิยมนำมาหาอายุสัมบูรณ์ได้แก่ ธาตุคาร์บอน-14 ธาตุโพแทสเซียม-40 ธาตุเรเดียม-226 และธาตุยูเรเนียม-238 เป็นต้น การหาอายุสัมบูรณ์มักใช้กับหินที่มีอายุมากเป็นแสนล้านปี เช่น หินแกรนิตบริเวณฝั่งตะวันตกของเกาะภูเก็ต ซึ่งเคยเป็นหินต้นกำเนิดแร่ดีบุกมีอายุสัมบูรณ์ประมาณ 100 ล้านปี ส่วนตะกอนและซากดึกดำบรรพ์ที่มีอายุน้อยกว่า 50,000 ปี มักจะใช้วิธีกัมมันตภาพรังสีคาร์บอน-14 เช่น ซากหอยนางรมที่วัดเจดีย์หอย อำเภอลาดหลุมแก้ว จังหวัดปทุมธานี มีอายุประมาณ 5,500 ปีของวัดอุโบสถ

ปัญหา : ยูเรเนียม (U-238) มีครึ่งชีวิต เท่ากับ 4.46×10^9 ปี ถ้าเริ่มต้นมียูเรเนียม-238 อยู่ 2 กรัม แล้วอีก 2.5×10^9 ปี จะเหลือยูเรเนียม-238 อยู่กี่กรัม และถ้าต้องการให้เหลือยูเรเนียม-238 อยู่ 1.23 กรัม จะต้องใช้เวลากี่ปี ?

สถานการณ์ปัญหาที่ 4

กรด-เบส

(ใช้ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5)

สารละลายกรด-เบส

สารละลายต่าง ๆ ที่ใช้ในชีวิตประจำวันแต่ละชนิดจะมีสมบัติแตกต่างกัน มีทั้งชนิดที่มีฤทธิ์กัดกร่อนหรือที่เรียกว่า มีสมบัติเป็นกรด และชนิดที่มีสมบัติเป็นเบส สารบางชนิดเป็นอันตราย แต่บางชนิดสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ สมบัติของสารละลายกรด-เบส จึงเป็นเกณฑ์อีกประเภทหนึ่งที่นักวิทยาศาสตร์นำมาใช้ในการจำแนกประเภทของสาร

สมบัติของสารละลายกรด-เบส

สารละลายกรด (Acid) หมายถึง สารประกอบที่มีธาตุไฮโดรเจนเป็นองค์ประกอบ เมื่อละลายน้ำสามารถแตกตัวให้ไฮโดรเจนไอออน (H^+)

สารละลายเบส (Base) หมายถึง สารประกอบที่ละลายน้ำแล้วแตกตัวให้ไฮดรอกไซด์ไอออน (OH^-)

สมบัติของสารละลายกรด

สารละลายกรดมีสมบัติทั่วไป ดังนี้

1. กรดทุกชนิดจะมีรสเปรี้ยว กรดชนิดใดมีรสเปรี้ยวมากแสดงว่ามีความเป็นกรดมาก เช่น กรดแอสติกที่เข้มข้นมากจะมีรสเปรี้ยวจัด เมื่อนำมาทำน้ำส้มสายชูจะใช้กรดแอสติกที่มีความเข้มข้นเพียง 5% โดยมวลต่อปริมาตร (กรดแอสติก 5 กรัม ละลายในน้ำ 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร) เพื่อให้มีรสเปรี้ยวน้อยพอเหมาะกับการปรุงอาหาร

2. เปลี่ยนสีของกระดาษลิตมัสจากสีน้ำเงินเป็นสีแดง สำหรับกระดาษลิตมัสเป็นอินดิเคเตอร์ชนิดหนึ่งที่ใช้ทดสอบความเป็นกรดเป็นเบส

3. กรดทำปฏิกิริยากับโลหะบางชนิด เช่น ทองแดง สังกะสี แมกนีเซียม ดีบุก และอลูมิเนียม ได้แก๊สไฮโดรเจน (H_2) เมื่อนำแผ่นสังกะสีจุ่มลงในสารละลายกรดเกลือ จะเกิดปฏิกิริยาเคมีได้ ฟองแก๊สไฮโดรเจนผุดขึ้นมาจากสารละลายกรดอย่างต่อเนื่อง ซึ่งจะสังเกตเห็นได้ง่าย และเนื่องจากแก๊สไฮโดรเจนเป็นแก๊สที่เบากว่าอากาศ จึงมีผู้นำปฏิกิริยาดังกล่าวมาใช้เตรียมแก๊สไฮโดรเจน

นอกจากนี้กรดจะทำปฏิกิริยากับโลหะบางชนิด เช่น ทองคำ ทองคำขาว เงิน พรอท ได้ช้ามาก หรืออาจไม่เกิดปฏิกิริยา

4. กรดทำปฏิกิริยากับเบสได้เกลือและน้ำ เช่น กรดเกลือทำปฏิกิริยากับโซเดียมไฮดรอกไซด์ ซึ่งเป็นเบส ได้เกลือโซเดียมคลอไรด์หรือเกลือแกง ทำปฏิกิริยาระหว่างกรดและเบสที่พอดีจะเรียกว่า ปฏิกิริยาสะเทิน

5. กรดสามารถเกิดปฏิกิริยากับหินปูนซึ่งเป็นสารประกอบแคลเซียมคาร์บอเนต ทำให้เกิดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ โดยเราสามารถทดสอบแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้นผ่านแก๊สเข้าไปในน้ำปูนใส (สารละลายของแคลเซียมไฮดรอกไซด์ในน้ำ) ซึ่งจะให้น้ำปูนใสขุ่นทันที เนื่องจากแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ จะทำปฏิกิริยากับแคลเซียมไฮดรอกไซด์ในน้ำปูนใสได้แคลเซียมคาร์บอเนตซึ่งเป็นสารที่ไม่ละลายน้ำ

6. สารละลายกรดทุกชนิดนำไฟฟ้าได้ดี เพราะกรดสามารถแตกตัวให้ไฮโดรเจนไอออน (H^+)

7. กรดทุกชนิดมีค่า pH น้อยกว่า 7

8. กรดมีฤทธิ์กัดกร่อนสารต่าง ๆ ได้ โดยเฉพาะเนื้อเยื่อของสิ่งมีชีวิต ถ้ากรดถูกผิวหนังจะทำให้ผิวหนังไหม้ ปวดแสบปวดร้อน หากกรดถูกเส้นใยของเสื้อผ้า เส้นใยจะถูกกัดกร่อนให้ไหม้ได้ นอกจากนี้กรดยังทำลายเนื้อไม้ กระดาษ และพลาสติกบางชนิดได้ด้วย

สมบัติของสารละลายเบส

สารละลายเบสมีสมบัติทั่วไป ดังนี้

1. เปลี่ยนสีของกระดาษลิตมัสจากสีแดงเป็นสีน้ำเงิน
2. เบสทำปฏิกิริยากับกรดจะได้เกลือและน้ำ ตัวอย่างเช่น สารละลายโซดาไฟ (โซเดียม-ไฮดรอกไซด์) ทำปฏิกิริยากับกรดเกลือ (กรดไฮโดรคลอริก) จะได้เกลือโซเดียมคลอไรด์ นอกจากนี้สารละลายโซดาไฟสามารถทำปฏิกิริยากับกรดไขมันได้เกลือโซเดียมของกรดไขมัน หรือที่เราเรียกว่า สบู่ (Soap)
3. เบสทำปฏิกิริยากับสารละลายแอมโมเนียมไนเตรตได้แก๊สแอมโมเนีย ซึ่งเรานำมาใช้ดมเมื่อเป็นลม
4. เบสทุกชนิดมีค่า pH มากกว่า 7 สามารถกัดกร่อนโลหะอลูมิเนียม และสังกะสี ทำให้มีฟองแก๊สเกิดขึ้น

(ที่มา : <https://sites.google.com/site/kruwirairat/hnwy-kar-reiyn-ru-thi-4/4-4-smbati-khxng-sarlalay-krd---bes>)

การทดสอบความเป็นกรด-เบส

การทดสอบความเป็นกรด-เบสของสารละลาย สามารถทดสอบได้ด้วยอินดิเคเตอร์ (Indicators)



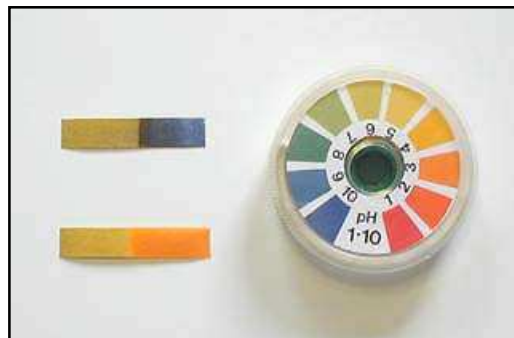
ซึ่งสามารถจำแนกได้เป็น 3 ประเภท คือ สารที่มีสมบัติเป็นกรด เป็นเบส และเป็นกลาง เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้วัดความเป็นกรด-เบสของสาร ได้แก่กระดาษลิตมัส ยูนิเวอร์แซลอินดิเคเตอร์ และเครื่อง pH-Meter

1. ใช้กระดาษลิตมัส

- สารที่เป็นกรด จะเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากสีน้ำเงินเป็นสีแดง
- สารที่เป็นเบส จะเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากสีแดงเป็นสีน้ำเงิน
- สารที่เป็นกลาง จะไม่เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัส

2. ใช้ยูนิเวอร์แซลอินดิเคเตอร์

กรด-เบสจะทำให้ยูนิเวอร์แซลอินดิเคเตอร์เปลี่ยนเป็นสีต่าง ๆ ได้ที่ค่า pH ต่างกัน ทำให้ทราบได้ว่าสารใดเป็นกรด เบส หรือ กลาง และสามารถทราบค่า pH ของสารได้อย่างคร่าว ๆ



รูปการเปลี่ยนสีของยูนิเวอร์แซลอินดิเคเตอร์

3. ใช้เครื่องมือตรวจสอบ pH หรือเรียกว่า พีเอชมิเตอร์ (pH-meter)

การตรวจสอบด้วย pH-meter ทำให้ทราบค่า pH ที่แน่นอน สามารถบอกสมบัติความเป็นกรด-เบสได้ชัดเจน ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

- ค่า pH ต่ำกว่า 7.0 สารมีสมบัติเป็นกรด
- ค่า pH เท่ากับ 7.0 สารมีสมบัติเป็นกลาง
- ค่า pH มากกว่า 7.0 สารมีสมบัติเป็นเบส



รูป pH-meter

(ที่มา : http://www.mwit.ac.th/~teppode/document_acid_base_ed_4.pdf)

ปัญหา : ให้นักเรียนประมาณค่า pH ของสารละลาย 3 ชนิดที่ครูกำหนดให้ โดยใช้ยูนิเวอร์แซลอินดิเคเตอร์ จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันคิดว่าจะมีวิธีการอย่างไรในการหาค่า pH ที่ถูกต้องของสารละลายแต่ละชนิด

สถานการณ์ปัญหาที่ 5

ระดับความเข้มเสียง

(ใช้ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6)

ความเข้มเสียงเป็นปริมาณทางฟิสิกส์อย่างหนึ่งซึ่งใช้แสดงถึงระดับความดังของเสียง แต่เนื่องจากเสียงเบาที่สุดที่มนุษย์ได้ยินจะมีความเข้มเสียงเป็น 10^{-12} วัตต์ต่อตารางเมตร ส่วนเสียงดังที่สุดที่มนุษย์ทนฟังได้จะมีความเข้มเสียงเป็น 1 วัตต์ต่อตารางเมตร จะเห็นได้ว่าอัตราส่วนของเสียงที่ดังที่สุดต่อเสียงที่เบาที่สุดที่มนุษย์ได้ยินมีความกว้างถึง 10^{12} เท่า จึงไม่สะดวกในการจะบอกความดังของเสียงในรูปของความเข้มเสียง อีกทั้งความดังที่เรารู้สึกได้ไม่เป็นปฏิกิริยาโดยตรงกับความเข้มเสียง เช่น ความเข้มของเสียงเบาที่เพิ่มขึ้น 1,000 เท่า ไม่ได้หมายถึงเสียงที่ดังขึ้น 1,000 เท่า แต่กลับดังขึ้น เทียบเท่ากับเสียงคุยกันของคนสองคนเท่านั้น ดังนั้นเพื่อความสะดวกในทางปฏิบัติจึงนิยมใช้ **“ระดับความเข้มเสียง”** ในการบอกความดังของเสียงแทนความเข้มเสียง โดยสามารถเขียนความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มเสียงและระดับความเข้มเสียง β ได้ดังนี้

$$\beta = 10 \log \left(\frac{I}{I_0} \right)$$

เมื่อ I_0 คือ ความเข้มเสียงอ้างอิงที่มนุษย์เริ่มได้ยิน $= 10^{-12} \text{ W / m}^2$

I คือ ความเข้มเสียงใด ๆ ที่ต้องการวัด

β คือ ระดับความเข้มเสียงมีหน่วยวัดเป็นเดซิเบล (dB)

ระดับความเข้มเสียงจากแหล่งกำเนิดต่าง ๆ

แหล่งกำเนิด	ระดับความเข้มเสียง (เดซิเบล, dB)	ผลการรับฟัง
การหายใจปกติ	10	แทบจะไม่ได้ยิน
การกระซิบแผ่วเบา	30	เสียงเบา
สำนักงานที่เงียบ	50	เสียง
การพูดคุยธรรมดา	60	ปานกลาง
เครื่องดูดฝุ่น	75	ดัง
โรงงาน, ถนนที่มีการจราจรหนาแน่น	80	ดัง
เครื่องเสียงสเตอริโอในห้อง	90	รับฟังบ่อยๆการได้ยินจะเสื่อม
เครื่องเจาะถนนแบบอัดลม, เครื่องตัดหญ้า	100	อย่างถาวร
ดิสโก้เธค, การแสดงดนตรีประเภท ร็อกฟาร์มาระยะใกล้ ๆ	120	} ไม่สบายหู
เครื่องไอพ่นกำลังขึ้นใกล้ ๆ	130	
เครื่องไอพ่นกำลังขึ้นใกล้ ๆ	150	เจ็บปวดในหู
จรวดขนาดใหญ่กำลังขึ้นใกล้ ๆ	180	แก้วหูชำรุดทันที

(ที่มา : <http://www.scimath.org/socialnetwork/groups/viewbulletin/>)

เครื่องวัดระดับความดังของเสียง (Sound Level Meter)



เป็นเครื่องมือในการวัดระดับเสียง สามารถวัดระดับเสียงได้ตั้งแต่ 40 – 140 เดซิเบล โดยทั่วไปผู้ผลิตจะผลิตเครื่องวัดเสียงที่สามารถวัดระดับเสียงได้ 3 ข่ายถ่วงน้ำหนัก (Weighting Networks) คือ ข่าย A, B และ C ข่ายที่ใช้กันอย่างกว้างขวาง คือ ข่าย A เพราะเป็นข่ายตอบสนองต่อเสียงคล้ายคลึงกับหูคนมากที่สุด หน่วยวัดของเสียงที่วัดด้วยข่าย A คือ เดซิเบลเอ (dBA)

(ที่มา : <http://www.thaisafetywork.com>)

ปัญหา : ให้นักเรียนนำเครื่องวัดระดับความดังของเสียง (Sound Level Meter) ไปวัดค่าเพื่อหาระดับความเข้มเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียงที่นักเรียนต้องการ กลุ่มละ 10 อย่าง แล้วนำค่าที่วัดได้มาหาว่าแหล่งกำเนิดเสียงต่าง ๆ นั้น มีความเข้มเสียงเท่าไร

ภาคผนวก จ
แบบทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

จ.1 แบบทดสอบวัดความเข้าใจเชิงนิเทศทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน



- แบบทดสอบก่อนเรียน -

วัดความเข้าใจเชิงนิเทศทางคณิตศาสตร์
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเลยพิทยาคม
วันที่ 15 พฤษภาคม 2558

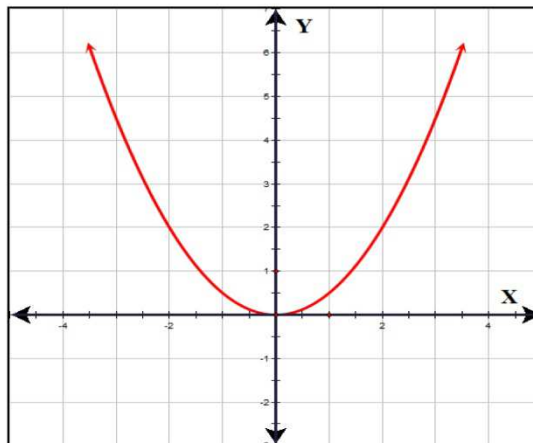
คำชี้แจง :

1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบวัดความเข้าใจเชิงนิเทศทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วยข้อสอบ 12 ข้อ จำนวน 7 หน้า
2. ให้นักเรียนอ่านคำสั่งของแต่ละข้อให้เข้าใจ และแสดงวิธีการหาคำตอบตามคำสั่ง
3. ใช้เวลาในการทำข้อสอบ 2 ชั่วโมง
4. นักเรียนสามารถตกลงในกระดาษทดหรือแบบทดสอบได้

ข้อที่ 1 กำหนดฟังก์ชัน $y = 2x^2$ จงหาค่า y เมื่อกำหนดค่า x ให้ดังต่อไปนี้ (5 คะแนน)

- 1.1) เมื่อ $x = 1$ จะได้ $y = \dots\dots\dots$ (1 คะแนน)
- 1.2) เมื่อ $x = 2$ จะได้ $y = \dots\dots\dots$ (1 คะแนน)
- 1.3) เมื่อ $x = 3$ จะได้ $y = \dots\dots\dots$ (1 คะแนน)
- 1.4) เมื่อ $x = 0$ จะได้ $y = \dots\dots\dots$ (1 คะแนน)
- 1.5) เมื่อ $x = -2$ จะได้ $y = \dots\dots\dots$ (1 คะแนน)

ข้อที่ 2 ให้นักเรียนพิจารณากราฟของฟังก์ชันที่กำหนดให้ แล้วตอบคำถามต่อไปนี้ (5 คะแนน)



- 2.1) เมื่อพิจารณาจากกราฟ ถ้า $x = 0$ แล้ว $y = \dots\dots\dots$ (1 คะแนน)
- 2.2) เมื่อพิจารณาจากกราฟ ถ้า $x = 3$ แล้ว y มีค่าประมาณ $\dots\dots\dots$ (1 คะแนน)
- 2.3) เมื่อพิจารณาจากกราฟ ถ้า $x = -1$ แล้ว y มีค่าประมาณ $\dots\dots\dots$ (1 คะแนน)
- 2.4) เมื่อพิจารณาจากกราฟ ถ้า $y = 2$ แล้ว $x = \dots\dots\dots$ (1 คะแนน)
- 2.5) เมื่อพิจารณาจากกราฟ ถ้า $y = 5$ แล้ว x มีค่าประมาณ $\dots\dots\dots$ (1 คะแนน)

ข้อที่ 3 กำหนดให้ $\sqrt[3]{27} = 3$ มีความหมายว่า $3^3 = 27$ จงใช้ตัวอย่างข้างต้นตอบคำถามต่อไปนี้

(5 คะแนน)

- 3.1) $\sqrt[3]{32} = 2$ มีความหมายว่า (1 คะแนน)
- 3.2) $\sqrt[3]{340.48} = 2.3$ มีความหมายว่า (1 คะแนน)
- 3.3) $\sqrt{a} = b$ มีความหมายว่า (1 คะแนน)
- 3.4) กำหนดให้ $1.8^5 = 18.90$ ดังนั้น $\sqrt[5]{18.90} = \dots\dots\dots$ (1 คะแนน)
- 3.5) กำหนดให้ $(-0.85)^3 = -0.6141$ ดังนั้น $\sqrt[3]{\dots\dots\dots} = -0.85$ (1 คะแนน)

ข้อที่ 4 กำหนดฟังก์ชัน $f(x) = \sqrt[3]{x}$

เนื่องจาก $1^3 = 1$ จะได้ $f(1) = \sqrt[3]{1} = 1$

เนื่องจาก $2^3 = 8$ จะได้ $f(8) = \sqrt[3]{8} = 2$

เนื่องจาก $(-3)^3 = -27$ จะได้ $f(-27) = \sqrt[3]{-27} = -3$

จงใช้ข้อมูลข้างต้นในการตอบคำถามต่อไปนี้ (5 คะแนน)

- 4.1) เนื่องจาก $8^3 = 512$ จะได้ $f(512) = \sqrt[3]{\dots\dots\dots} = \dots\dots\dots$ (1 คะแนน)
- 4.2) เนื่องจาก $2.4^3 = 13.824$ จะได้ $f(13.824) = \sqrt[3]{\dots\dots\dots} = \dots\dots\dots$ (1 คะแนน)
- 4.3) $f(64) = \sqrt[3]{\dots\dots\dots} = \dots\dots\dots$ เนื่องจาก (1 คะแนน)
- 4.4) $f(-343) = \sqrt[3]{\dots\dots\dots} = \dots\dots\dots$ เนื่องจาก (1 คะแนน)
- 4.5) $f(7.8^3) = \sqrt[3]{\dots\dots\dots} = \dots\dots\dots$ เนื่องจาก (1 คะแนน)

ข้อที่ 5 กำหนดฟังก์ชัน $y = ax^2$ โดยที่ a เป็นจำนวนจริง และ $2 < a < 5$ จงตอบคำถามต่อไปนี้

(4 คะแนน)

- 5.1) จากฟังก์ชันที่กำหนดให้ เมื่อ $x > 0$ ถ้าค่า x มากขึ้น ค่า y จะเป็นอย่างไร

.....
 เนื่องจาก.....
 (1 คะแนน)

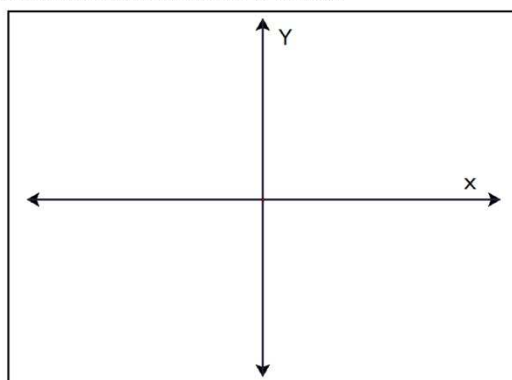
- 5.2) เมื่อนำฟังก์ชันที่กำหนดให้ไปเขียนกราฟ จะได้จุดตัดแกน Y คือจุด

เนื่องจาก..... (1 คะแนน)

- 5.3) โดเมนของฟังก์ชันที่กำหนดให้คือ.....

เรนจ์ของฟังก์ชันที่กำหนดให้คือ..... (1 คะแนน)

- 5.4) จงเขียนกราฟของฟังก์ชันที่กำหนดให้ (1 คะแนน)



ข้อที่ 6 จงแสดงวิธีทำเพื่อหาคำตอบของคำถามต่อไปนี้ (6 คะแนน)

6.1) จงหาค่า x จากสมการ $4x^3 - 3 = 105$ (2 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

6.2) กำหนดให้ $x < 0$ จงหาค่า x จากอสมการ $\frac{x^2}{3} + 5 < 17$ (2 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

6.3) กำหนดนิยาม $a^{\frac{1}{n}} = \sqrt[n]{a}$ เมื่อ a เป็นจำนวนจริง n เป็นจำนวนเต็มบวก
และกำหนดสมบัติ $(a^p)^q = a^{pq}$ สำหรับจำนวนตรรกยะ p, q จงพิจารณาว่าจำนวนใดมี
ค่ามากกว่า ระหว่าง $\sqrt{5}$ และ $\sqrt[3]{11}$ พร้อมให้เหตุผลประกอบ (2 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

ข้อที่ 7 กำหนดบทนิยามและสมบัติเกี่ยวกับเลขยกกำลังให้ดังนี้

บทนิยาม 1 $a^n = \underbrace{a \times a \times \dots \times a}_n$ เมื่อ a แทนจำนวนจริงใดๆ และ n เป็นจำนวนเต็มบวก

บทนิยาม 2 $a^0 = 1$ เมื่อ a เป็นจำนวนจริงใดๆ ที่ไม่ใช่ 0

บทนิยาม 3 $a^{-n} = \frac{1}{a^n}$ เมื่อ a เป็นจำนวนจริงใดๆ ที่ไม่ใช่ 0 และ n เป็นจำนวนเต็มบวก

สมบัติของเลขยกกำลัง

ถ้า a, b เป็นจำนวนจริงใดๆ ที่ไม่ใช่ 0 และ m, n เป็นจำนวนเต็ม แล้ว

1) $a^m \cdot a^n = a^{m+n}$

2) $(ab)^n = a^n \cdot b^n$

3) $(a^m)^n = a^{mn}$

4) $\frac{a^m}{a^n} = a^{m-n}$

5) $\left(\frac{a}{b}\right)^n = \frac{a^n}{b^n}$

จงใช้สมบัติข้างต้นในการตอบคำถามต่อไปนี้ พร้อมทั้งแสดงวิธีทำ (6 คะแนน)

7.1) จงหาค่า $\frac{12^{15} \cdot 4^{-15}}{3^{13}}$ (2 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

7.2) กำหนดให้ a, b เป็นจำนวนจริงใดๆ ที่ไม่ใช่ 0 ถ้า $\frac{a^3(a^3b^{-4})^2}{b^2} = a^mb^n$ แล้ว

จงหาค่า $m+n$ (2 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

7.3) กำหนดให้ n เป็นจำนวนเต็มบวก จงหาค่า $\frac{3(2^{n+1}) - 4(2^{n-2})}{2^n}$ (2 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

7.4) จงหาค่า x จากสมการ $\frac{x^4+18}{2} = 1$ พร้อมให้เหตุผลประกอบ (2 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

.....

7.5) กำหนดให้ n เป็นจำนวนเต็มบวก ในระบบจำนวนจริงประโยคที่กล่าวว่า

“ $\sqrt[n]{a^n} = (\sqrt[n]{a})^n$ สำหรับทุกๆ จำนวนจริง a ” เป็นจริงหรือไม่ พร้อมให้เหตุผลประกอบ

(2 คะแนน)

.....

.....

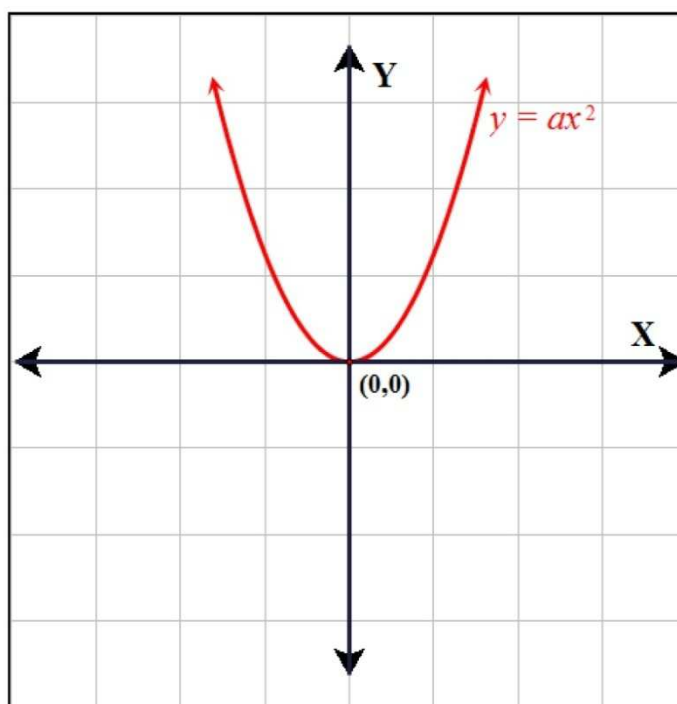
.....

.....

.....

ข้อที่ 8 กราฟที่กำหนดให้ต่อไปนี้ เป็นกราฟของสมการ $y = ax^2$ เมื่อ $2 < a < 3$ จงวาดกราฟของสมการต่อไปนี้ลงในระบบพิกัดฉากเดียวกับกราฟที่กำหนดให้ พร้อมทั้งเขียนข้อสรุปที่ได้จากกราฟทั้ง 4 (4 คะแนน)

- 1) $x = ay^2$
- 2) $y = (a-1)x^2$
- 3) $y = (a+1)x^2$
- 4) $y = -ax^2$



ข้อสรุปที่ได้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อที่ 9 เก่งเลี้ยงหนูแฮมเตอร์ โดยเริ่มต้นเลี้ยง 2 ตัว และสังเกตว่าในแต่ละปีจำนวนหนูแฮมเตอร์จะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ดังตารางต่อไปนี้

สิ้นปีที่	0 (เริ่มต้น)	1	2	3	...
จำนวนหนู (ตัว)	2	4	10	20	...

และเมื่อพิจารณาแล้วเขาพบว่าจำนวนหนูแฮมเตอร์ในแต่ละปีจากตาราง สามารถนำไปเขียนเป็นกราฟพาราโบลาได้ ดังนี้

ข้อที่ 11 กำหนดให้สมการพาราโบลา $y = ax^2 + bx + c$ จะมีจุดต่ำสุดหรือจุดสูงสุดอยู่ที่

$$\left(-\frac{b}{2a}, \frac{4ac-b^2}{4a}\right) \text{ เมื่อ } a, b, c \text{ เป็นจำนวนจริงใดๆ}$$

ถ้ามีเชือกยาว 24 เมตร ต้องการนำเชือกเส้นนี้ไปล้อมเป็นรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก จงหาว่าต้องล้อมพื้นที่ให้มีขนาดเท่าไร จึงจะได้พื้นที่มากที่สุดและได้พื้นที่เท่าไร (4 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อที่ 12 เมื่อยิงพลูสัญญาณจากเรือลำหนึ่งขึ้นไปบนท้องฟ้า ความสูง (h) ของพลูจากพื้นน้ำในหน่วยเป็นเมตร เมื่อเวลาผ่านไป t วินาทีหลังจากการยิงสัมพันธ์กันคือ $h = -1.8t^2 + 18t + 5$ จงหาว่า

12.1) จุดที่ยิงพลูอยู่สูงจากพื้นน้ำเท่าไร (1 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

12.2) พลูขึ้นไปได้สูงสุดเมื่อเวลาเท่าไรหลังจากยิง (1 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

12.3) พลูขึ้นไปได้สูงสุดเป็นระยะทางเท่าไร (1 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

จ.2 เฉลยแบบทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน



- เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน -
วัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเลอพิทยาคม

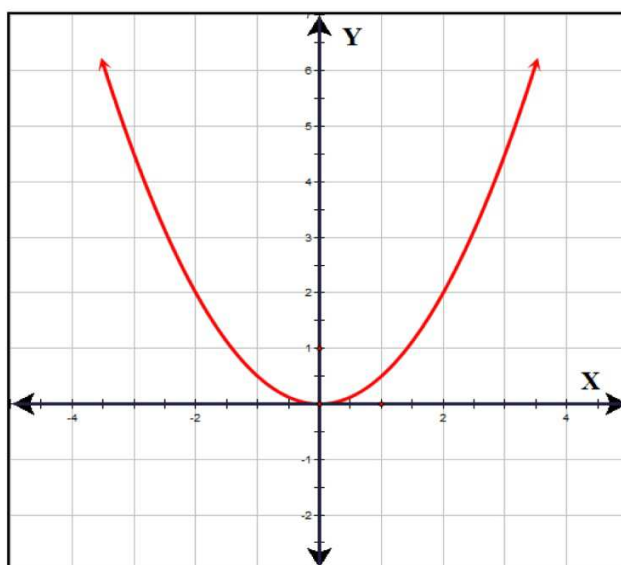
คำชี้แจง :

1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วยข้อสอบ 12 ข้อ จำนวน 10 หน้า
2. ให้นักเรียนอ่านคำสั่งของแต่ละข้อให้เข้าใจ และแสดงวิธีการหาคำตอบตามคำสั่ง
3. ใช้เวลาในการทำข้อสอบ 2 ชั่วโมง
4. นักเรียนสามารถทดลองในกระดาษทดหรือแบบทดสอบได้
5. ห้ามใช้เครื่องคำนวณทุกประเภท

ข้อที่ 1 กำหนดฟังก์ชัน $y = 2x^2$ จงหาค่า y เมื่อกำหนดค่า x ให้ดังต่อไปนี้ (5 คะแนน)

- 1.1) เมื่อ $x = 1$ จะได้ $y = \dots\dots 2 \dots\dots$ (1 คะแนน)
- 1.2) เมื่อ $x = 2$ จะได้ $y = \dots\dots 8 \dots\dots$ (1 คะแนน)
- 1.3) เมื่อ $x = 3$ จะได้ $y = \dots\dots 18 \dots\dots$ (1 คะแนน)
- 1.4) เมื่อ $x = 0$ จะได้ $y = \dots\dots 0 \dots\dots$ (1 คะแนน)
- 1.5) เมื่อ $x = -2$ จะได้ $y = \dots\dots 8 \dots\dots$ (1 คะแนน)

ข้อที่ 2 ให้นักเรียนพิจารณารูปของฟังก์ชันที่กำหนดให้ แล้วตอบคำถามต่อไปนี้ (5 คะแนน)



- 2.1) เมื่อพิจารณาจากกราฟ ถ้า $x = 0$ แล้ว $y = \dots\dots\dots 0 \dots\dots\dots$ (1 คะแนน)
- 2.2) เมื่อพิจารณาจากกราฟ ถ้า $x = 3$ แล้ว y มีค่าประมาณ $\dots\dots\dots 4.2$ ถึง $4.6 \dots\dots\dots$
(1 คะแนน)
- 2.3) เมื่อพิจารณาจากกราฟ ถ้า $x = -1$ แล้ว y มีค่าประมาณ $\dots\dots\dots 0.3$ ถึง $0.6 \dots\dots\dots$
(1 คะแนน)
- 2.4) เมื่อพิจารณาจากกราฟ ถ้า $y = 2$ แล้ว $x = \dots\dots\dots -2 \dots\dots\dots$ หรือ $\dots\dots\dots 2 \dots\dots\dots$ (1 คะแนน)
- 2.5) เมื่อพิจารณาจากกราฟ ถ้า $y = 5$ แล้ว x มีค่าประมาณ $\dots\dots\dots -3.5$ ถึง $-3.1 \dots\dots\dots$
หรือ $\dots\dots\dots 3.1$ ถึง $3.5 \dots\dots\dots$ (1 คะแนน)

ข้อที่ 3 กำหนดให้ $\sqrt[3]{27} = 3$ มีความหมายว่า $3^3 = 27$ จงใช้ตัวอย่างข้างต้นตอบคำถามต่อไปนี้
(5 คะแนน)

- 3.1) $\sqrt[3]{32} = 2$ มีความหมายว่า $\dots\dots\dots 2^5 = 32 \dots\dots\dots$ (1 คะแนน)
- 3.2) $\sqrt[3]{340.48} = 2.3$ มีความหมายว่า $\dots\dots\dots 2.3^7 = 340.48 \dots\dots\dots$ (1 คะแนน)
- 3.3) $\sqrt{a} = b$ มีความหมายว่า $\dots\dots\dots b^c = a \dots\dots\dots$ (1 คะแนน)
- 3.4) กำหนดให้ $1.8^5 = 18.90$ ดังนั้น $\sqrt[5]{18.90} = \dots\dots\dots 1.8 \dots\dots\dots$ (1 คะแนน)
- 3.5) กำหนดให้ $(-0.85)^3 = -0.6141$ ดังนั้น $\sqrt[3]{-0.6141} = -0.85$ (1 คะแนน)

ข้อที่ 4 กำหนดฟังก์ชัน $f(x) = \sqrt[3]{x}$

เนื่องจาก $1^3 = 1$ จะได้ $f(1) = \sqrt[3]{1} = 1$

เนื่องจาก $2^3 = 8$ จะได้ $f(8) = \sqrt[3]{8} = 2$

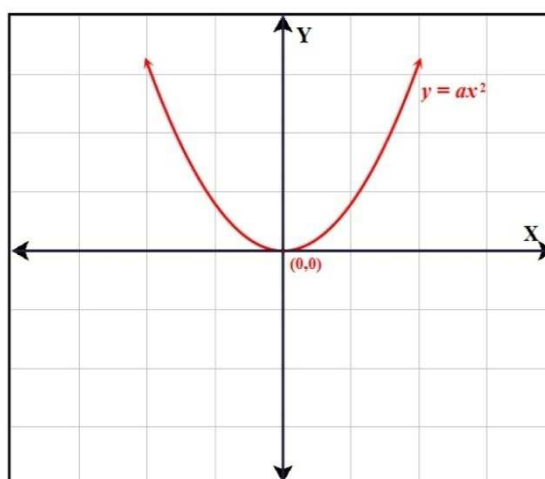
เนื่องจาก $(-3)^3 = -27$ จะได้ $f(-27) = \sqrt[3]{-27} = -3$

จงใช้ข้อมูลข้างต้นในการตอบคำถามต่อไปนี้ (5 คะแนน)

- 4.1) เนื่องจาก $8^3 = 512$ จะได้ $f(512) = \sqrt[3]{512} = \dots\dots\dots 8 \dots\dots\dots$ (1 คะแนน)
- 4.2) เนื่องจาก $2.4^3 = 13.824$ จะได้ $f(13.824) = \sqrt[3]{13.824} = \dots\dots\dots 2.4 \dots\dots\dots$
(1 คะแนน)
- 4.3) $f(64) = \sqrt[3]{64} = \dots\dots\dots 4 \dots\dots\dots$ เนื่องจาก $\dots\dots\dots 4^3 = 64 \dots\dots\dots$ (1 คะแนน)
- 4.4) $f(-343) = \sqrt[3]{-343} = \dots\dots\dots -7 \dots\dots\dots$ เนื่องจาก $\dots\dots\dots (-7)^3 = -343 \dots\dots\dots$ (1 คะแนน)
- 4.5) $f(7.8^3) = \sqrt[3]{7.8^3} = \dots\dots\dots 7.8 \dots\dots\dots$ เนื่องจาก $\dots\dots\dots 7.8^3 = 7.8^3 \dots\dots\dots$ (1 คะแนน)

ข้อที่ 5 กำหนดฟังก์ชัน $y = ax^2$ โดยที่ a เป็นจำนวนจริง และ $2 < a < 5$ จงตอบคำถามต่อไปนี้ (4 คะแนน)

- 5.1) จากฟังก์ชันที่กำหนดให้ เมื่อ $x > 0$ ถ้าค่า x มากขึ้น ค่า y จะเป็นอย่างไร
ค่า y จะมีค่ามากขึ้นตามไปด้วย.....
 เนื่องจาก.....จากสมการ เมื่อ $x > 0$ ถ้าค่า x มากขึ้น แล้ว x^2 จะมีค่ามากขึ้นด้วย
 และเนื่องจาก $a > 0$ จึงทำให้ $y = ax^2 > 0$ และมีค่าเพิ่มขึ้นตามค่า x (1 คะแนน)
- 5.2) เมื่อนำฟังก์ชันที่กำหนดให้ไปเขียนกราฟ จะได้จุดตัดแกน Y คือจุด(0,0).....
 เนื่องจาก..... $a(0)^0 = 0$ (1 คะแนน)
- 5.3) โดเมนของฟังก์ชันที่กำหนดให้คือ..... $\{x|x \in R\}$
 เรนจ์ของฟังก์ชันที่กำหนดให้คือ..... $\{y|y > 0\}$ (1 คะแนน)
- 5.4) จงเขียนกราฟของฟังก์ชันที่กำหนดให้ (1 คะแนน)



ข้อที่ 6 จงแสดงวิธีทำเพื่อหาคำตอบของคำถามต่อไปนี้ (6 คะแนน)

- 6.1) จงหาค่า x จากสมการ $4x^3 - 3 = 105$ (2 คะแนน)

วิธีทำ จากสมการ $4x^3 - 3 = 105$

จะได้ $4x^3 = 108$

$x^3 = 27$

ดังนั้น $x = 3$ #

6.2) กำหนดให้ $x < 0$ จงหาค่า x จากอสมการ $\frac{x^2}{3} + 5 < 17$ (2 คะแนน)

วิธีทำ จากอสมการ $\frac{x^2}{3} + 5 < 17$

$$\text{จะได้} \quad \frac{x^2}{3} < 12$$

$$x^2 < 36$$

$$\text{ดังนั้น} \quad -6 < x < 6$$

แต่กำหนดให้ $x < 0$ ดังนั้น $-6 < x < 0$ #

6.3) กำหนดนิยาม $a^{\frac{1}{n}} = \sqrt[n]{a}$ เมื่อ a เป็นจำนวนจริง n เป็นจำนวนเต็มบวก และกำหนดสมบัติ $(a^p)^q = a^{pq}$ สำหรับจำนวนตรรกยะ p, q จงพิจารณาว่าจำนวนใดมีค่ามากกว่า ระหว่าง $\sqrt{5}$ และ $\sqrt[3]{11}$ พร้อมให้เหตุผลประกอบ (2 คะแนน)

วิธีทำ จาก $\sqrt{5} = 5^{\frac{1}{2}} = 5^{\frac{3}{6}} = 5^{3(\frac{1}{6})} = (5^3)^{\frac{1}{6}} = \sqrt[6]{125}$

$$\text{และ} \quad \sqrt[3]{11} = 11^{\frac{1}{3}} = 11^{\frac{2}{6}} = 11^{2(\frac{1}{6})} = (11^2)^{\frac{1}{6}} = \sqrt[6]{121}$$

เนื่องจาก $\sqrt[6]{125} > \sqrt[6]{121}$ ดังนั้น $\sqrt{5}$ มีค่ามากกว่า #

ข้อที่ 7 กำหนดบทนิยามและสมบัติเกี่ยวกับเลขยกกำลังให้ดังนี้

บทนิยาม 1 $a^n = \underbrace{a \times a \times \dots \times a}_n$ เมื่อ a แทนจำนวนจริงใดๆ และ n เป็นจำนวนเต็มบวก

บทนิยาม 2 $a^0 = 1$ เมื่อ a เป็นจำนวนจริงใดๆ ที่ไม่ใช่ 0

บทนิยาม 3 $a^{-n} = \frac{1}{a^n}$ เมื่อ a เป็นจำนวนจริงใดๆ ที่ไม่ใช่ 0 และ n เป็นจำนวนเต็มบวก

สมบัติของเลขยกกำลัง

ถ้า a, b เป็นจำนวนจริงใดๆ ที่ไม่ใช่ 0 และ m, n เป็นจำนวนเต็ม แล้ว

$$1) a^m \cdot a^n = a^{m+n}$$

$$2) (ab)^n = a^n \cdot b^n$$

$$3) (a^m)^n = a^{mn}$$

$$4) \frac{a^m}{a^n} = a^{m-n}$$

$$5) \left(\frac{a}{b}\right)^n = \frac{a^n}{b^n}$$

จงใช้สมบัติข้างต้นในการตอบคำถามต่อไปนี้ พร้อมทั้งแสดงวิธีทำ (6 คะแนน)

7.1) จงหาค่า $\frac{12^{15} \cdot 4^{-15}}{3^{13}}$ (2 คะแนน)

วิธีทำ จาก $\frac{12^{15} \cdot 4^{-15}}{3^{13}} = \frac{(4 \cdot 3)^{15}}{3^{13} \cdot 4^{15}} = \frac{4^{15} \cdot 3^{15}}{3^{13} \cdot 4^{15}}$
 $= 4^{15-15} \cdot 3^{15-13} = 4^0 \cdot 3^2 = 1 \cdot 9 = 9$ #

7.2) กำหนดให้ a, b เป็นจำนวนจริงใดๆ ที่ไม่ใช่ 0 ถ้า $\frac{a^3(a^3b^{-4})^2}{b^2} = a^m b^n$ แล้ว

จงหาค่า $m+n$ (2 คะแนน)

วิธีทำ จาก $\frac{a^3(a^3b^{-4})^2}{b^2} = \frac{a^3(a^6b^{-8})}{b^2}$
 $= a^{3+6}b^{-8-2} = a^9b^{-10}$

ดังนั้น $m+n = 9+(-10) = -1$ #

7.3) กำหนดให้ n เป็นจำนวนเต็มบวก จงหาค่า $\frac{3(2^{n+1})-4(2^{n-2})}{2^n}$ (2 คะแนน)

วิธีทำ จาก $\frac{3(2^{n+1})-4(2^{n-2})}{2^n} = \frac{3(2^n \cdot 2)-4\left(\frac{2^n}{2^2}\right)}{2^n} = \frac{6(2^n)-2^n}{2^n}$
 $= 6-1 = 5$ #

7.4) จงหาค่า x จากสมการ $\frac{x^4+18}{2} = 1$ พร้อมให้เหตุผลประกอบ (2 คะแนน)

วิธีทำ กำหนดให้ $\frac{x^4+18}{2} = 1$

จะได้ $x^4+18 = 2$

$x^4 = -16$

แต่เนื่องจาก $x^4 \geq 0$ ทุกๆ จำนวนจริง x

ดังนั้น สามารถสรุปได้ว่า x หาค่าไม่ได้ #

7.5) กำหนดให้ n เป็นจำนวนเต็มบวก ในระบบจำนวนจริงประโยคที่กล่าวว่า

“ $\sqrt[n]{a^n} = (\sqrt[n]{a})^n$ สำหรับทุกๆ จำนวนจริง a ” เป็นจริงหรือไม่ พร้อมให้เหตุผลประกอบ

(2 คะแนน)

ตอบ ไม่จริง

ยกตัวอย่างเช่น กำหนดให้ $a = -1$ และ $n = 2$

จะได้ $\sqrt[n]{a^n} = \sqrt{(-1)^2} = \sqrt{1} = 1$

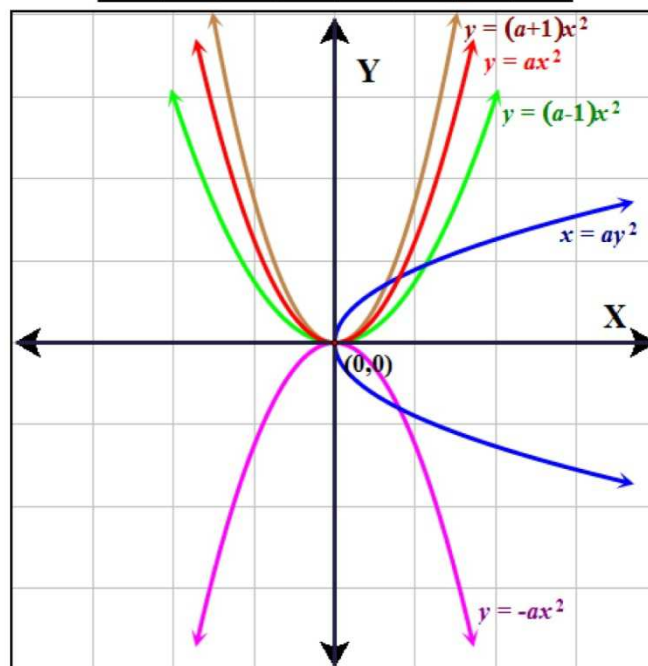
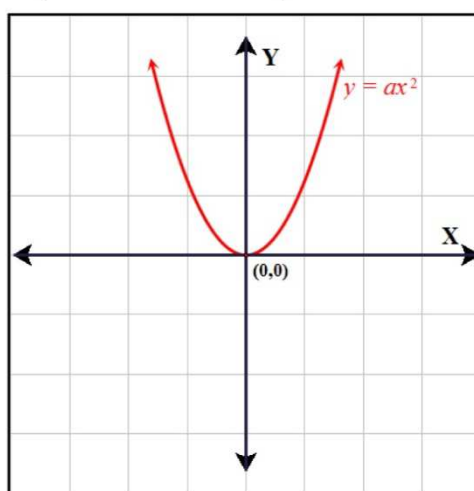
แต่ $(\sqrt[n]{a})^n = (\sqrt{-1})^2$ หาค่าไม่ได้ เนื่องจาก $\sqrt{-1}$ หาค่าไม่ได้

ในระบบจำนวนจริง

ดังนั้น จะเห็นได้ว่า $\sqrt[n]{a^n} \neq (\sqrt[n]{a})^n$ #

ข้อที่ 8 กราฟที่กำหนดให้ต่อไปนี้ เป็นกราฟของสมการ $y = ax^2$ เมื่อ $2 < a < 3$ จงวาดกราฟของสมการต่อไปนี้ลงในระบบพิกัดฉากเดียวกับกราฟที่กำหนดให้ พร้อมทั้งเขียนข้อสรุปที่ได้จากกราฟทั้ง 4 (4 คะแนน)

- | | |
|-------------------|-------------------|
| 1) $x = ay^2$ | 2) $y = (a-1)x^2$ |
| 3) $y = (a+1)x^2$ | 4) $y = -ax^2$ |



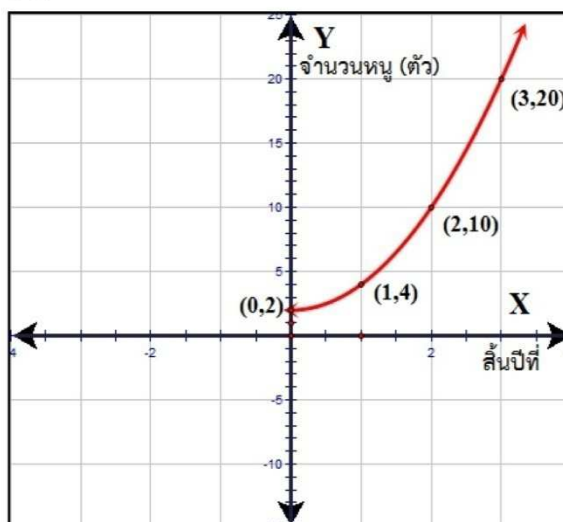
ข้อสรุปที่ได้

- 1) กราฟ $x = ay^2$ ได้จากการสะท้อนกราฟ $y = ax^2$ โดยมีเส้น $y = x$ เป็นเส้นสะท้อน เนื่องจาก $y = ax^2$ เป็นอินเวอร์สของ $x = ay^2$
- 2) กราฟของ $y = ax^2$ เมื่อ $a > 0$ จะมีความชันน้อยลง เมื่อ a มีค่าน้อยลง
- 3) กราฟของ $y = ax^2$ เมื่อ $a > 0$ จะมีความชันมากขึ้น เมื่อ a มีค่ามากขึ้น
- 4) กราฟของ $y = ax^2$ เมื่อ $a > 0$ เป็นพาราโบลาหงาย
- 5) กราฟของ $y = ax^2$ เมื่อ $a < 0$ เป็นพาราโบลาคว่ำ

ข้อที่ 9 เก่งเลี้ยงหนูแฮมเตอร์ โดยเริ่มต้นเลี้ยง 2 ตัว และสังเกตว่าในแต่ละปีจำนวนหนูแฮมเตอร์จะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ดังตารางต่อไปนี้

สิ้นปีที่	0 (เริ่มต้น)	1	2	3	...
จำนวนหนู (ตัว)	2	4	10	20	...

และเมื่อพิจารณาแล้วพบว่าจำนวนหนูแฮมเตอร์ในแต่ละปีจากตาราง สามารถนำไปเขียนเป็นกราฟพาราโบลาได้ ดังนี้



จากข้อมูลดังกล่าว จงตอบคำถามต่อไปนี้ (6 คะแนน)

- 9.1) กำหนดให้ n เป็นจำนวนเต็มบวก จงแสดงวิธีการหาจำนวนหนูเมื่อสิ้นปีที่ n ใดๆ (3 คะแนน)

วิธีทำ เมื่อกำหนดให้จำนวนหนูในแต่ละปีเพิ่มขึ้นในลักษณะของกราฟพาราโบลา แสดงว่า จำนวนหนูสามารถแสดงในสมการกำลังสอง $y = ax^2 + bx + c$ เมื่อ y แทนจำนวนหนู เมื่อสิ้นปีที่ x และ a, b, c เป็นค่าคงที่

จากข้อมูลที่กำหนดให้

ถ้า $x = 0$ แล้ว $y = 2$ จะได้ $2 = a(0^2) + b(0) + c$

ดังนั้น $c = 2$

ถ้า $x = 1$ แล้ว $y = 4$

จะได้ $4 = a(1^2) + b(1) + 2$

ดังนั้น $2 = a + b$ ----- (1)

ถ้า $x = 2$ แล้ว $y = 10$

จะได้ $10 = a(2^2) + b(2) + 2$

ดังนั้น $8 = 4a + 2b$

$$8 = 2a + 2(a + b)$$

จาก (1) จะได้ว่า

$$8 = 2a + 2(2)$$

$$a = 2$$

จาก (1) จะได้ว่า

$$b = 0$$

ดังนั้น จะได้สมการ $y = 2x^2 + 2$

สามารถสรุปได้ว่า เมื่อสิ้นปีที่ n ใดๆ จะมีจำนวนหนู $2n^2 + 2$ ตัว #

9.2) เมื่อสิ้นปีที่ 10 จะมีจำนวนหนูทั้งหมดกี่ตัว (1 คะแนน)

วิธีทำ จากข้อ 9.1) เมื่อสิ้นปีที่ n ใดๆ จะมีจำนวนหนู $2n^2 + 2$ ตัว

ดังนั้น เมื่อสิ้นปีที่ 10 จะมีจำนวนหนูทั้งหมด $2(10)^2 + 2 = 202$ ตัว #

9.3) เมื่อสิ้นปีที่เท่าไรจึงจะมีจำนวนหนูเกิน 1,000 ตัว (2 คะแนน)

วิธีทำ กำหนดให้มีจำนวนหนูเกิน 1,000 คน เมื่อสิ้นปีที่ n

จะได้ว่า $2n^2 + 2 > 1,000$

$$n^2 > 499$$

ดังนั้น $n > 22.34$

จึงสามารถสรุปได้ว่า จะมีจำนวนหนูมากกว่า 1,000 ตัว เมื่อสิ้นปีที่ 23 #

ข้อที่ 10 จงหาคำตอบของอสมการ $\frac{2x^2 - x - 1}{|x - 2|} \geq 0$ (4 คะแนน)

วิธีทำ จากอสมการ $\frac{2x^2 - x - 1}{|x - 2|} \geq 0$, $x \neq 2$

จะได้ $2x^2 - x - 1 \geq 0$

$$(2x + 1)(x - 1) \geq 0$$

จะได้คำตอบของอสมการ คือ



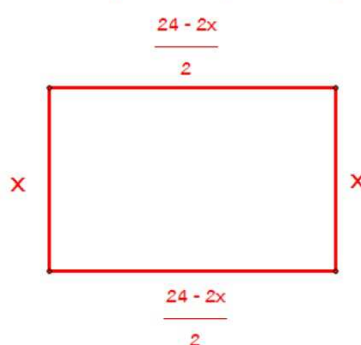
แต่ $x \neq 2$ ดังนั้นคำตอบของอสมการ คือ $x \in \left(-\infty, -\frac{1}{2}\right] \cup [1, 2) \cup (2, \infty)$ #

ข้อที่ 11 กำหนดให้สมการพาราโบลา $y = ax^2 + bx + c$ จะมีจุดต่ำสุดหรือจุดสูงสุดอยู่ที่

$$\left(-\frac{b}{2a}, \frac{4ac-b^2}{4a}\right) \text{ เมื่อ } a, b, c \text{ เป็นจำนวนจริงใดๆ}$$

ถ้ามีเชือกยาว 24 เมตร ต้องการนำเชือกเส้นนี้ไปล้อมเป็นรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก จงหาว่าต้องล้อมพื้นที่ให้มีขนาดเท่าไร จึงจะได้พื้นที่มากที่สุดและได้พื้นที่เท่าไร (3 คะแนน)

วิธีทำ กำหนดให้ y แทนพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากที่ได้จากการล้อมด้วยเชือก และ x แทนความกว้างของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก ดังรูป



จะได้ว่า ความยาวของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก คือ $\frac{24-2x}{2}$ เมตร

$$\begin{aligned} \text{ดังนั้น จะได้สมการ } y &= x \left(\frac{24-2x}{2} \right) \\ &= 12x - x^2 \quad \text{ซึ่งเป็นสมการของพาราโบลาว่า} \end{aligned}$$

$$\text{ดังนั้นค่า } x \text{ ของจุดสูงสุด หาได้จาก } -\frac{12}{2(-1)} = 6$$

แสดงว่า ด้านกว้างยาว 6 เมตร ทำให้ด้านยาวยาว 6 เมตรด้วยเช่นกัน

ซึ่งจะทำให้ได้พื้นที่มากที่สุด คือ $6(6) = 36$ ตารางเมตร

จึงสามารถสรุปได้ว่า ต้องใช้เชือกล้อมพื้นที่ให้เป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ยาวด้านละ 6 เมตร จึงจะทำให้ได้พื้นที่มากที่สุดเป็น 36 ตารางเมตร #

ข้อที่ 12 เมื่อยิงพลูสัญญาณจากเรือลำหนึ่งขึ้นไปบนท้องฟ้า ความสูง (h) ของพลูจากพื้นน้ำในหน่วยเป็นเมตร เมื่อเวลาผ่านไป t วินาทีหลังจากการยิงสัมพันธ์กันคือ $h = -1.8t^2 + 18t + 5$ จงหาว่า

12.1) จุดที่ยิงพลูอยู่สูงจากพื้นน้ำเท่าไร

วิธีทำ หาความสูงขณะยิงพลู แสดงว่า $t = 0$ วินาที

$$\text{จาก } h = -1.8t^2 + 18t + 5$$

$$\text{จะได้ } h = -1.8(0)^2 + 18(0) + 5$$

$$h = 5$$

แสดงว่าจุดพลูอยู่สูงจากพื้นน้ำ 5 เมตร

#

12.2) พลุขึ้นไปได้สูงสุดเมื่อเวลาเท่าไรหลังจากยิง

วิธีทำ จากสมการ $h = -1.8t^2 + 18t + 5$

ซึ่งเป็นสมการของพาราโบลาคว่ำ

ดังนั้นค่า t ของจุดสูงสุด หาได้จาก $-\frac{18}{2(-1.8)} = 5$

แสดงว่า พลุขึ้นไปได้สูงสุดเมื่อเวลา 5 วินาทีหลังจากยิง #

12.3) พลุขึ้นไปได้สูงสุดเป็นระยะทางเท่าไร

วิธีทำ จากข้อ 12.2) พลุขึ้นไปได้สูงสุดเมื่อเวลา 5 วินาทีหลังจากยิง

แทนค่าในสมการ $h = -1.8t^2 + 18t + 5$

จะได้ $h = -1.8(5)^2 + 18(5) + 5$
 $= 50$

แสดงว่า พลุขึ้นไปได้สูงสุด 50 เมตร #

จ.3 แบบทดสอบวัดความเข้าใจเชิงนิทัศน์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียน



แบบทดสอบวัดความเข้าใจเชิงนิทัศน์ทางคณิตศาสตร์
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเลยพิทยาคม
วันที่ 30 มิถุนายน 2558

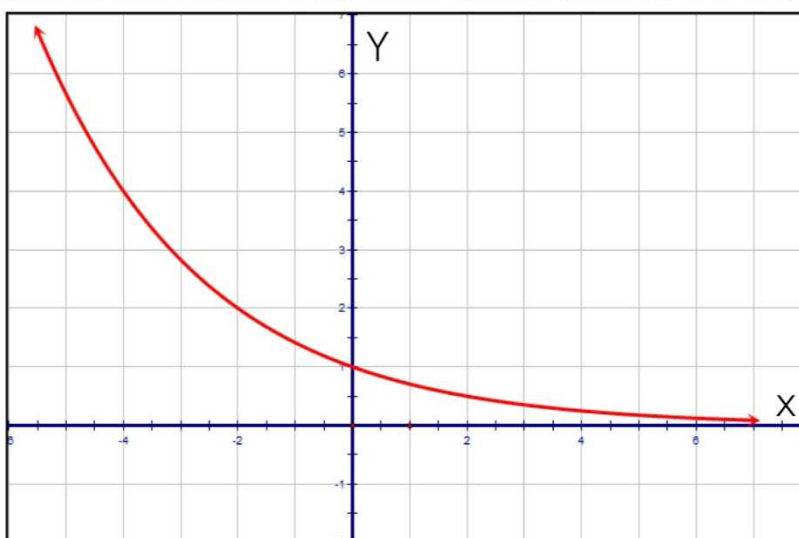
คำชี้แจง :

1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบวัดความเข้าใจเชิงนิทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วยข้อสอบ 12 ข้อ จำนวน 9 หน้า
2. ให้นักเรียนอ่านคำสั่งของแต่ละข้อให้เข้าใจ และแสดงวิธีการหาคำตอบตามคำสั่ง
3. ใช้เวลาในการทำข้อสอบ 2 ชั่วโมง
4. นักเรียนสามารถทกลงในกระดาษทดหรือแบบทดสอบได้
5. ห้ามใช้เครื่องคำนวณทุกประเภท

ข้อที่ 1 กำหนดฟังก์ชัน $y = 3^x$ จงหาค่า y เมื่อกำหนดค่า x ให้ดังต่อไปนี้ (5 คะแนน)

- 1.1) เมื่อ $x = 1$ จะได้ $y = \dots\dots\dots$ (1 คะแนน)
- 1.2) เมื่อ $x = 2$ จะได้ $y = \dots\dots\dots$ (1 คะแนน)
- 1.3) เมื่อ $x = 3$ จะได้ $y = \dots\dots\dots$ (1 คะแนน)
- 1.4) เมื่อ $x = 0$ จะได้ $y = \dots\dots\dots$ (1 คะแนน)
- 1.5) เมื่อ $x = -2$ จะได้ $y = \dots\dots\dots$ (1 คะแนน)

ข้อที่ 2 ให้นักเรียนพิจารณารูปของฟังก์ชันที่กำหนดให้ แล้วตอบคำถามต่อไปนี้ (5 คะแนน)



- 2.1) เมื่อพิจารณาจากกราฟ ถ้า $x = 1$ แล้ว y มีค่าประมาณ (1 คะแนน)
- 2.2) เมื่อพิจารณาจากกราฟ ถ้า $x = 2$ แล้ว y มีค่าประมาณ (1 คะแนน)
- 2.3) เมื่อพิจารณาจากกราฟ ถ้า $x = -2$ แล้ว $y =$ (1 คะแนน)
- 2.4) เมื่อพิจารณาจากกราฟ ถ้า $y = 4$ แล้ว $x =$ (1 คะแนน)
- 2.5) เมื่อพิจารณาจากกราฟ ถ้า $y = 5$ แล้ว x มีค่าประมาณ (1 คะแนน)

ข้อที่ 3 กำหนดให้ $\log_3 9 = 2$ มีความหมายว่า $3^2 = 9$ จงใช้ตัวอย่างข้างต้นตอบคำถามต่อไปนี้ (5 คะแนน)

- 3.1) $\log_2 64 = 6$ มีความหมายว่า (1 คะแนน)
- 3.2) $\log_{\sqrt{3}} 81 = 8$ มีความหมายว่า (1 คะแนน)
- 3.3) $\log_b a = c$ มีความหมายว่า (1 คะแนน)
- 3.4) กำหนดให้ $5^{2.5} = 55.90$ ดังนั้น $\log_5 55.90 =$ (1 คะแนน)
- 3.5) กำหนดให้ $7^{\sqrt{2}} = 15.67$ ดังนั้น $\log_7 \dots\dots\dots = \sqrt{2}$ (1 คะแนน)

ข้อที่ 4 กำหนดฟังก์ชัน $f(x) = \log_2 x$ จะได้ว่า

$$\text{เนื่องจาก } 2^0 = 1 \text{ ดังนั้น } f(1) = \log_2 1 = 0$$

$$\text{เนื่องจาก } 2^1 = 2 \text{ ดังนั้น } f(2) = \log_2 2 = 1$$

$$\text{เนื่องจาก } 2^3 = 8 \text{ ดังนั้น } f(8) = \log_2 8 = 3$$

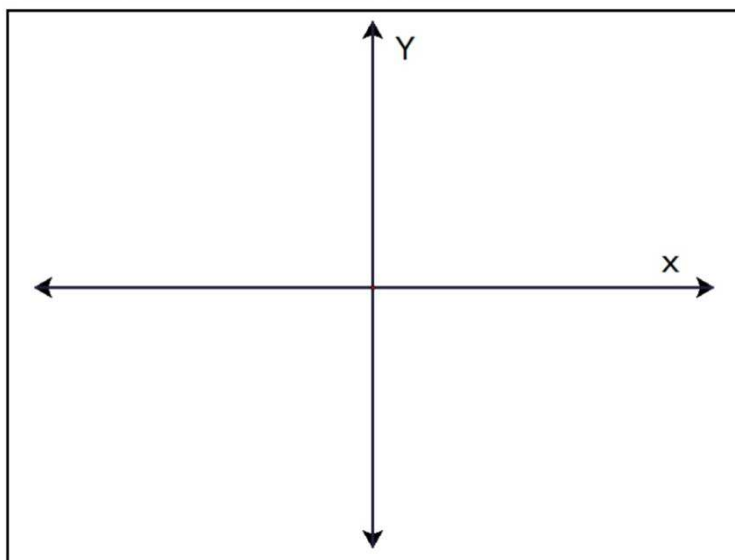
จงใช้ข้อมูลข้างต้นในการตอบคำถามต่อไปนี้ (5 คะแนน)

- 4.1) เนื่องจาก $2^8 = 256$ ดังนั้น $f(256) = \log_2 \dots\dots\dots = \dots\dots\dots$ (1 คะแนน)
- 4.2) เนื่องจาก $2^{2.4} = 5.28$ ดังนั้น $f(5.28) = \log_2 \dots\dots\dots = \dots\dots\dots$ (1 คะแนน)
- 4.3) $f(4) = \log_2 \dots\dots = \dots\dots$ เนื่องจาก (1 คะแนน)
- 4.4) $f(128) = \log_2 \dots\dots = \dots\dots$ เนื่องจาก (1 คะแนน)
- 4.5) $f(2^{\sqrt{3}}) = \log_2 \dots\dots = \dots\dots$ เนื่องจาก (1 คะแนน)

ข้อที่ 5 กำหนดฟังก์ชัน $y = a^x$ โดยที่ a เป็นจำนวนจริง และ $3 < a < 8$ จงตอบคำถามต่อไปนี้

(4 คะแนน)

- 5.1) ฟังก์ชันที่กำหนดให้เป็นฟังก์ชันเพิ่มหรือฟังก์ชันลด
 เนื่องจาก..... (1 คะแนน)
- 5.2) เมื่อนำฟังก์ชันที่กำหนดให้ไปเขียนกราฟ จะได้จุดตัดแกน Y คือจุด
 เนื่องจาก..... (1 คะแนน)
- 5.3) โดเมนของฟังก์ชันที่กำหนดให้คือ.....
 เรนจ์ของฟังก์ชันที่กำหนดให้คือ..... (1 คะแนน)
- 5.4) จงเขียนกราฟของฟังก์ชันที่กำหนดให้ (1 คะแนน)



ข้อที่ 6 จงแสดงวิธีทำเพื่อหาคำตอบของคำถามต่อไปนี้ (6 คะแนน)

- 6.1) จงหาค่า x จากสมการ $3^{x-3} = 27^{2x}$ (2 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

.....

6.2) จงหาค่า x จากอสมการ $\left(\frac{2}{5}\right)^x < \frac{8}{125}$ (2 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

6.3) จงพิจารณาว่าจำนวนใดมีค่ามากกว่า ระหว่าง 100^{200} และ 200^{100} พร้อมทั้งให้เหตุผล (2 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

ข้อที่ 7 กำหนดสมบัติของลอการิทึม ดังนี้

ถ้า a, M และ N เป็นจำนวนจริงบวก $a \neq 1$ และ x เป็นจำนวนจริง แล้ว

- | | |
|------------------------------|--|
| 1) $\log_a 1 = 0$ | 5) $\log_a MN = \log_a M + \log_a N$ |
| 2) $\log_a a = 1$ | 6) $\log_a \frac{M}{N} = \log_a M - \log_a N$ |
| 3) $\log_a a^x = x$ | 7) $\log_a M^x = x \log_a M$ |
| 4) $a^{\log_a x} = x, x > 0$ | 8) $\log_{a^x} M = \frac{1}{x} \log_a M, x \neq 0$ |
| | 9) $\log_a M = \log_a N$ ก็ต่อเมื่อ $M = N$ |

จงใช้สมบัติข้างต้นในการตอบคำถามต่อไปนี้ พร้อมทั้งแสดงวิธีทำ (10 คะแนน)

7.1) กำหนดให้ $\log_2 3 = 1.58$ จงหาค่า $\log_2 81$ และ $\log_{\frac{1}{4}} 3$ (2 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

- 7.2) กำหนดให้ $\log_{10} M$ เขียนแทนด้วย $\log M$ จงหาค่า $\log 25 + \log 400$ (2 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

- 7.3) จงหาค่า x จากสมการ $\log_3 x - \log_3 2 = 1$ (2 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

- 7.4) จงหาค่า $\log_2(-64)$ พร้อมทั้งอธิบายเหตุผลประกอบ (2 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

- 7.5) จงพิจารณาว่า $\log_5(x^3)$ มีค่าเท่ากับ $(\log_5 x)^3$ หรือไม่ พร้อมให้เหตุผลประกอบ (2 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

ข้อที่ 8 พิจารณากราฟของสมการ $y = 1.2^x$ และกราฟของสมการ $y = \log_{1.2} x$ แล้วอธิบายถึงลักษณะที่เหมือนกัน ลักษณะที่แตกต่างกัน และความสัมพันธ์ของกราฟทั้งสอง (4 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อที่ 9 หมู่บ้านแห่งหนึ่งเริ่มต้นมีประชากรอยู่ 100 คน จากสถิติพบว่าแต่ละปีจะมีอัตราการเพิ่มขึ้นของประชากรเฉลี่ยอยู่ที่ 12 % ต่อปี หมายความว่า

- เริ่มต้นมีประชากร 100 คน เมื่อสิ้นปีหนึ่งจะมีประชากรเพิ่มขึ้นอีก 12 %

นั่นคือ 12 % ของคน 100 คน เท่ากับ $\frac{12}{100}(100) = 12$ คน

ดังนั้นสิ้นปีหนึ่งจะมีคนในหมู่บ้านทั้งหมด $100 + 12 = 112$ คน

- สิ้นปีหนึ่งมีประชากร 112 คน เมื่อสิ้นปีที่สองจะมีประชากรเพิ่มขึ้นอีก 12 %

นั่นคือ 12 % ของคน 112 คน เท่ากับ $\frac{12}{100}(112) = 13.44 \approx 13$ คน

ดังนั้นสิ้นปีที่สองจะมีคนในหมู่บ้านทั้งหมด $112 + 13 = 125$ คน เช่นนี้ไปเรื่อยๆ

จงตอบคำถามต่อไปนี้ (6 คะแนน)

- 9.1) กำหนดให้ n เป็นจำนวนเต็มบวก จงแสดงวิธีการหาจำนวนประชากรเมื่อสิ้นปีที่ n ใดๆ (2 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- 9.2) ในปีี่ 10 จะมีประชากรในหมู่บ้านทั้งหมดกี่คน (สามารถตอบในรูปเลขยกกำลังได้)
(2 คะแนน)

จ.4 เฉลยแบบทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียน



- เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน -
แบบทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเลยพิทยาคม
วันที่ 30 มิถุนายน 2558

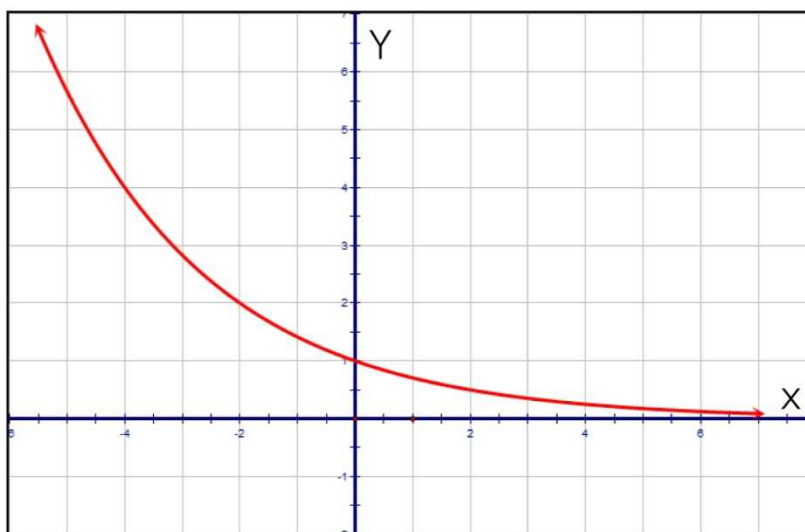
คำชี้แจง :

1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วยข้อสอบ 12 ข้อ จำนวน 10 หน้า
2. ให้นักเรียนอ่านคำสั่งของแต่ละข้อให้เข้าใจ และแสดงวิธีการหาคำตอบตามคำสั่ง
3. ใช้เวลาในการทำข้อสอบ 2 ชั่วโมง
4. นักเรียนสามารถทบทวนในกระดาษทดหรือแบบทดสอบได้
5. ห้ามใช้เครื่องคำนวณทุกประเภท

ข้อที่ 1 กำหนดฟังก์ชัน $y = 3^x$ จงหาค่า y เมื่อกำหนดค่า x ให้ดังต่อไปนี้ (5 คะแนน)

- 1.1) เมื่อ $x = 1$ จะได้ $y = \dots\dots 3 \dots\dots$ (1 คะแนน)
- 1.2) เมื่อ $x = 2$ จะได้ $y = \dots\dots 9 \dots\dots$ (1 คะแนน)
- 1.3) เมื่อ $x = 3$ จะได้ $y = \dots\dots 27 \dots\dots$ (1 คะแนน)
- 1.4) เมื่อ $x = 0$ จะได้ $y = \dots\dots 1 \dots\dots$ (1 คะแนน)
- 1.5) เมื่อ $x = -2$ จะได้ $y = \dots\dots \frac{1}{9} \dots\dots$ (1 คะแนน)

ข้อที่ 2 ให้นักเรียนพิจารณารูปของฟังก์ชันที่กำหนดให้ แล้วตอบคำถามต่อไปนี้ (5 คะแนน)



- 2.1) เมื่อพิจารณาจากกราฟ ถ้า $x = 1$ แล้ว y มีค่าประมาณ0.6 ถึง 0.9
(1 คะแนน)
- 2.2) เมื่อพิจารณาจากกราฟ ถ้า $x = 2$ แล้ว y มีค่าประมาณ0.4 ถึง 0.6
(1 คะแนน)
- 2.3) เมื่อพิจารณาจากกราฟ ถ้า $x = -2$ แล้ว $y =$ 2 (1 คะแนน)
- 2.4) เมื่อพิจารณาจากกราฟ ถ้า $y = 4$ แล้ว $x =$ -4 (1 คะแนน)
- 2.5) เมื่อพิจารณาจากกราฟ ถ้า $y = 5$ แล้ว x มีค่าประมาณ-4.7 ถึง -4.5
(1 คะแนน)

ข้อที่ 3 กำหนดให้ $\log_3 9 = 2$ มีความหมายว่า $3^2 = 9$ จงใช้ตัวอย่างข้างต้นตอบคำถามต่อไปนี้
(5 คะแนน)

- 3.1) $\log_2 64 = 6$ มีความหมายว่า $2^6 = 64$ (1 คะแนน)
- 3.2) $\log_{\sqrt{3}} 81 = 8$ มีความหมายว่า $(\sqrt{3})^8 = 81$ (1 คะแนน)
- 3.3) $\log_b a = c$ มีความหมายว่า $b^c = a$ (1 คะแนน)
- 3.4) กำหนดให้ $5^{2.5} = 55.9017$ ดังนั้น $\log_5 55.9017 =$ 2.5 (1 คะแนน)
- 3.5) กำหนดให้ $7^{\sqrt{2}} = 15.6729$ ดังนั้น $\log_7 15.6729 = \sqrt{2}$ (1 คะแนน)

ข้อที่ 4 กำหนดฟังก์ชัน $f(x) = \log_2 x$

เนื่องจาก $2^0 = 1$ จะได้ $f(1) = \log_2 1 = 0$

เนื่องจาก $2^1 = 2$ จะได้ $f(2) = \log_2 2 = 1$

เนื่องจาก $2^3 = 8$ จะได้ $f(8) = \log_2 8 = 3$

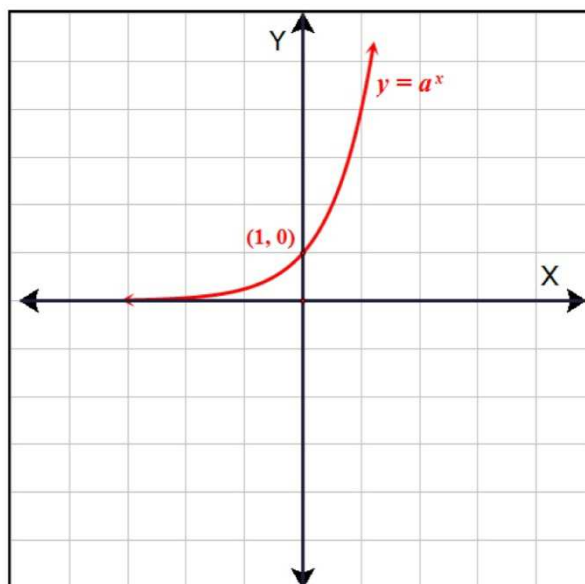
จงใช้ข้อมูลข้างต้นในการตอบคำถามต่อไปนี้ (5 คะแนน)

- 4.1) เนื่องจาก $2^8 = 256$ จะได้ $f(256) = \log_2 256 = \dots 8 \dots$ (1 คะแนน)
- 4.2) เนื่องจาก $2^{2.4} = 5.28$ จะได้ $f(5.28) = \log_2 5.28 = \dots 2.4 \dots$ (1 คะแนน)
- 4.3) $f(4) = \log_2 4 = \dots 2 \dots$ เนื่องจาก $2^2 = 4$ (1 คะแนน)
- 4.4) $f(128) = \log_2 128 = \dots 7 \dots$ เนื่องจาก $2^7 = 128$ (1 คะแนน)
- 4.5) $f(2^{\sqrt{3}}) = \log_2 2^{\sqrt{3}} = \dots \sqrt{3} \dots$ เนื่องจาก $2^{\sqrt{3}} = 2^{\sqrt{3}}$ (1 คะแนน)

ข้อที่ 5 กำหนดฟังก์ชัน $y = a^x$ โดยที่ a เป็นจำนวนจริง และ $3 < a < 8$ จงตอบคำถามต่อไปนี้

(4 คะแนน)

- 5.1) ฟังก์ชันที่กำหนดให้เป็นฟังก์ชันเพิ่มหรือฟังก์ชันลดฟังก์ชันเพิ่ม.....
 เนื่องจาก.....จากสมการ เมื่อ $a > 1$ จะได้กราฟที่เป็นฟังก์ชันเพิ่ม..... (1 คะแนน)
- 5.2) เมื่อนำฟังก์ชันที่กำหนดให้ไปเขียนกราฟ จะได้จุดตัดแกน Y คือจุด(1,0).....
 เนื่องจาก..... $a^0 = 1$ (1 คะแนน)
- 5.3) โดเมนของฟังก์ชันที่กำหนดให้คือ..... $\{x|x \in R\}$
 เรนจ์ของฟังก์ชันที่กำหนดให้คือ..... $\{y|y > 0\}$ (1 คะแนน)
- 5.4) จงเขียนกราฟของฟังก์ชันที่กำหนดให้ (1 คะแนน)



ข้อที่ 6 จงแสดงวิธีทำเพื่อหาคำตอบของคำถามต่อไปนี้ (6 คะแนน)

- 6.1) จงหาค่า x จากสมการ $3^{x-3} = 27^{2x}$ (2 คะแนน)

วิธีทำ จากสมการ $3^{x-3} = 27^{2x}$

จะได้ $3^{x-3} = (3^3)^{2x}$

$3^{x-3} = 3^{6x}$

ดังนั้น $x-3 = 6x$

$x = -\frac{3}{5}$ #

6.2) จงหาค่า x จากสมการ $\left(\frac{2}{5}\right)^x < \frac{8}{125}$ (2 คะแนน)

วิธีทำ จากสมการ $\left(\frac{2}{5}\right)^x < \frac{8}{125}$

จะได้ $\left(\frac{2}{5}\right)^x < \frac{2^3}{5^3}$

$$\left(\frac{2}{5}\right)^x < \left(\frac{2}{5}\right)^3$$

ดังนั้น

$$x > 3$$

#

6.3) จงพิจารณาว่าจำนวนใดมีค่ามากกว่า ระหว่าง 100^{200} และ 200^{100} พร้อมทั้งให้เหตุผล (2 คะแนน)

วิธีทำ จาก $100^{200} = (100^2)^{100} = 10,000^{100} > 200^{100}$

ดังนั้น 100^{200} มีค่ามากกว่า

#

ข้อที่ 7 กำหนดสมบัติของลอการิทึม ดังนี้

ถ้า a, M และ N เป็นจำนวนจริงบวก $a \neq 1$ และ x เป็นจำนวนจริง แล้ว

1) $\log_a 1 = 0$

5) $\log_a MN = \log_a M + \log_a N$

2) $\log_a a = 1$

6) $\log_a \frac{M}{N} = \log_a M - \log_a N$

3) $\log_a a^x = x$

7) $\log_a M^x = x \log_a M$

4) $a^{\log_a x} = x, x > 0$

8) $\log_{a^x} M = \frac{1}{x} \log_a M, x \neq 0$

9) $\log_a M = \log_a N$ ก็ต่อเมื่อ $M = N$

จงใช้สมบัติข้างต้นในการตอบคำถามต่อไปนี้ พร้อมทั้งแสดงวิธีทำ (6 คะแนน)

7.1) กำหนดให้ $\log_2 3 = 1.5850$ จงหาค่า $\log_2 81$ และ $\log_{\frac{1}{4}} 3$ (2 คะแนน)

วิธีทำ จาก $\log_2 81 = \log_2 3^4 = 4 \log_2 3 = 4(1.5850) = 6.3400$ #

จาก $\log_{\frac{1}{4}} 3 = \log_{2^{-2}} 3 = -\frac{1}{2} \log_2 3 = -\frac{1}{2}(1.5850) = -0.7925$ #

7.2) กำหนดให้ $\log_{10} M$ เขียนแทนด้วย $\log M$ จงหาค่า $\log 25 + \log 400$ (2 คะแนน)

วิธีทำ จาก $\log 25 + \log 400 = \log (25)(400) = \log 10,000 = \log 10^4$
 $= 4 \log 10 = 4(1) = 4$ #

7.3) จงหาค่า x จากสมการ $\log_3 x - \log_3 2 = 1$ (2 คะแนน)

วิธีทำ จากสมการ $\log_3 x - \log_3 2 = 1$

$$\begin{aligned} \text{จะได้} \quad & \log_3\left(\frac{x}{2}\right) = 1 \\ & \frac{x}{2} = 3^1 \\ \text{ดังนั้น} \quad & x = 6 \quad \# \end{aligned}$$

7.4) จงหาค่า $\log_2(-64)$ พร้อมให้เหตุผลประกอบ (2 คะแนน)

วิธีทำ กำหนดให้ $\log_2(-64) = a$

$$\begin{aligned} \text{จะได้} \quad & 2^a = -64 \\ \text{แต่เนื่องจาก } & 2 > 0 \text{ จะได้ว่า } 2^a > 0 \\ \text{ดังนั้นจึงไม่มีค่า } & a \in \mathbb{R} \text{ ที่ทำให้ } 2^a = -64 \\ \text{จึงสามารถสรุปได้ว่า } & \log_2(-64) \text{ หาค่าไม่ได้} \quad \# \end{aligned}$$

7.5) จงพิจารณาว่า $\log_5(x^3)$ มีค่าเท่ากับ $(\log_5 x)^3$ หรือไม่ พร้อมให้เหตุผลประกอบ (2 คะแนน)

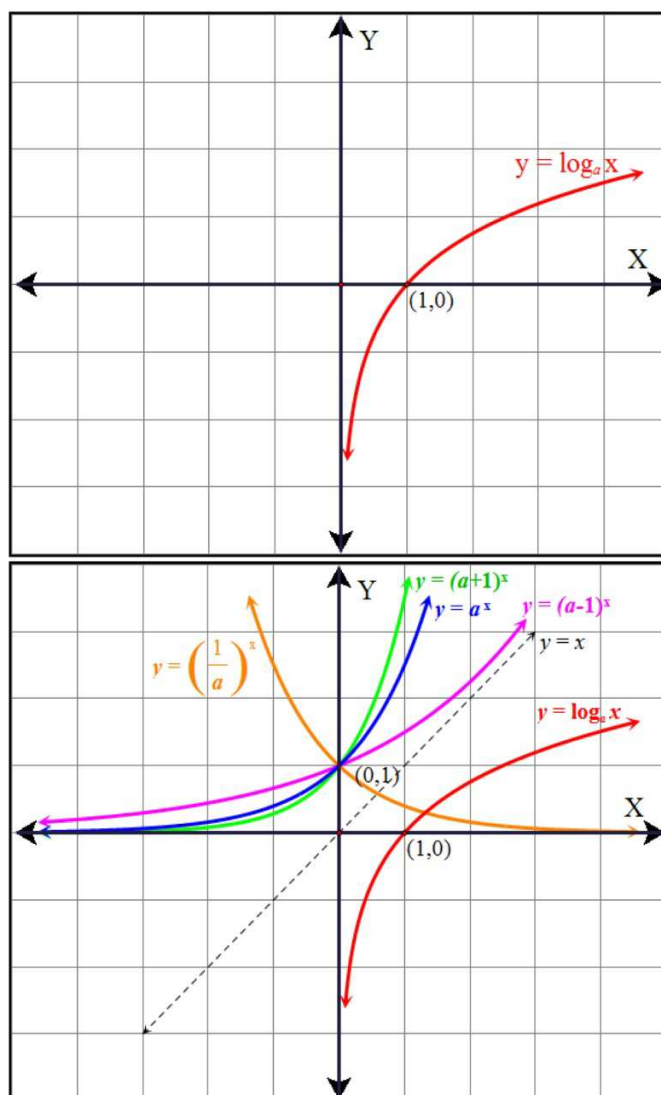
ตอบ $\log_5(x^3) \neq (\log_5 x)^3$

ยกตัวอย่างเช่น กำหนดให้ $x = 5$

$$\begin{aligned} \text{จะได้} \quad & \log_5(x^3) = \log_5(5^3) = 3\log_5 5 = 3 \\ \text{แต่} \quad & (\log_5 x)^3 = (\log_5 5)^3 = 1^3 = 1 \\ \text{ดังนั้น} \quad & \text{จะเห็นได้ว่า } \log_5(x^3) \neq (\log_5 x)^3 \quad \# \end{aligned}$$

ข้อที่ 8 กราฟที่กำหนดให้ต่อไปนี้ เป็นกราฟของสมการ $y = \log_a x$ เมื่อ $2 < a < 3$ จงวาดกราฟของสมการต่อไปนี้ลงในระบบพิกัดฉากเดียวกับกราฟที่กำหนดให้ พร้อมทั้งเขียนข้อสรุปที่ได้จากกราฟทั้ง 4 (4 คะแนน)

$$\begin{array}{ll} 1) \quad y = a^x & 2) \quad y = (a-1)^x \\ 3) \quad y = (a+1)^x & 4) \quad y = \left(\frac{1}{a}\right)^x \end{array}$$



ข้อสรุปที่ได้

- 1) กราฟ $y = a^x$ ได้จากการสะท้อนกราฟ $y = \log_a x$ โดยมีเส้น $y = x$ เป็นเส้นสะท้อน เนื่องจากฟังก์ชัน $y = a^x$ เป็นอินเวอร์สของฟังก์ชัน $y = \log_a x$
- 2) กราฟของ $y = a^x$ เมื่อ $a > 1$ จะมีความชันน้อยลง เมื่อ a มีค่าน้อยลง
- 3) กราฟของ $y = a^x$ เมื่อ $a > 1$ จะมีความชันมากขึ้น เมื่อ a มีค่ามากขึ้น
- 4) กราฟของ $y = a^x$ เมื่อ $a > 1$ เป็นฟังก์ชันเพิ่ม (ถ้าค่า x มีค่าเพิ่มขึ้น แล้วค่า y มีค่าเพิ่มขึ้นด้วย)
- 5) กราฟของ $y = a^x$ เมื่อ $a < 1$ เป็นฟังก์ชันลด (ถ้าค่า x มีค่าเพิ่มขึ้น แล้วค่า y มีค่าน้อยลง)

ข้อที่ 9 หมู่บ้านแห่งหนึ่งเริ่มต้นมีประชากรอยู่ 100 คน จากสถิติพบว่าแต่ละปีจะมีอัตราการเพิ่มขึ้นของประชากรเฉลี่ยอยู่ที่ 12% ต่อปี หมายความว่า

- เริ่มต้นมีประชากร 100 คน เมื่อสิ้นปีหนึ่งจะมีประชากรเพิ่มขึ้นอีก 12%

นั่นคือ 12% ของคน 100 คน เท่ากับ $\frac{12}{100}(100) = 12$ คน

ดังนั้นสิ้นปีหนึ่งจะมีคนในหมู่บ้านทั้งหมด $100 + 12 = 112$ คน

- สิ้นปีที่หนึ่งมีประชากร 112 คน เมื่อสิ้นปีที่สองจะมีประชากรเพิ่มขึ้นอีก 12%

นั่นคือ 12% ของคน 112 คน เท่ากับ $\frac{12}{100}(112) = 13.44 \approx 13$ คน

ดังนั้นสิ้นปีที่สองจะมีคนในหมู่บ้านทั้งหมด $112 + 13 = 125$ คน เช่นนี้ไปเรื่อยๆ

จึงตอบคำถามต่อไปนี้ (6 คะแนน)

- 9.1) กำหนดให้ n เป็นจำนวนเต็มบวก จงแสดงวิธีการหาจำนวนประชากรเมื่อสิ้นปีที่ n ใดๆ (3 คะแนน)

วิธีทำ สิ้นปีที่หนึ่ง จะมีประชากรทั้งหมด

$$100 + 0.12(100) = 100(1 + 0.12) = 100(1.12) \text{ คน}$$

สิ้นปีที่สอง จะมีประชากรทั้งหมด

$$100(1.12) + 0.12[100(1.12)] = 100(1.12)[1 + 0.12] = 100(1.12)^2 \text{ คน}$$

สิ้นปีที่สาม จะมีประชากรทั้งหมด

$$100(1.12)^2 + 0.12[100(1.12)^2] = 100(1.12)^2[1 + 0.12] = 100(1.12)^3 \text{ คน}$$

:

จะสามารถเขียนจำนวนประชากรเมื่อสิ้นปีต่างๆ ได้ดังนี้

$$100(1.12), 100(1.12)^2, 100(1.12)^3, \dots$$

ดังนั้น เมื่อสิ้นปีที่ n ใดๆ จะมีประชากร $100(1.12)^n$ คน #

- 9.2) เมื่อสิ้นปีที่ 10 จะมีประชากรในหมู่บ้านทั้งหมดกี่คน (1 คะแนน)

วิธีทำ จากข้อ 9.1) เมื่อสิ้นปีที่ n ใดๆ จะมีประชากร $100(1.12)^n$ คน

ดังนั้น เมื่อสิ้นปีที่ 10 จะมีประชากรทั้งหมด $100(1.12)^{10} = 619.17$

ประมาณ 619 คน #

- 9.3) เมื่อสิ้นปีที่เท่าไรจึงจะมีประชากรเกิน 1,000 คน (2 คะแนน)

วิธีทำ กำหนดให้มีประชากรเกิน 1,000 คน เมื่อสิ้นปีที่ x

จะได้ว่า $100(1.12)^x > 1,000$

$$(1.12)^x > 10$$

$$\begin{aligned}
 \text{ดังนั้น} \quad & \log(1.12)^x > \log 10 \\
 & x \log 1.12 > 1 \\
 & x > \frac{1}{\log 1.12} \\
 & x > \frac{1}{0.0492} \\
 & x > 20.3178
 \end{aligned}$$

จึงสามารถสรุปได้ว่า จะมีประชากรมากกว่า 1,000 คน เมื่อสิ้นปีที่ 21 #

ข้อที่ 10 จงหาคำตอบของสมการ $\log_x |x^2 - 1| < 2$ (4 คะแนน)

วิธีทำ จากสมการ $\log_x |x^2 - 1| < 2$

จะสังเกตได้ว่า $x > 0$ และ $x \neq 1$ เนื่องจาก x เป็นฐานของลอการิทึม

กรณีที่ 1 เมื่อ $x > 1$

$$\text{จาก } \log_x |x^2 - 1| = \log_x (x^2 - 1) < \log_x x^2 = 2$$

$$\text{ดังนั้น } \log_x |x^2 - 1| < 2 \text{ เสมอ เมื่อ } x > 1$$

กรณีที่ 2 เมื่อ $0 < x < 1$

$$\text{จากสมการ } \log_x |x^2 - 1| < 2$$

$$\text{จะได้ } \log_x (1 - x^2) < 2$$

$$1 - x^2 > x^2$$

$$\frac{1}{2} > x^2$$

$$\text{ดังนั้น } -\frac{1}{\sqrt{2}} < x < \frac{1}{\sqrt{2}} \text{ แต่ } 0 < x \text{ แสดงว่า } 0 < x < \frac{1}{\sqrt{2}}$$

จากทั้งสองกรณีสามารถสรุปได้ว่า $x \in \left(0, \frac{1}{\sqrt{2}}\right) \cup (1, \infty)$ #

ข้อที่ 11 การวัดระดับความเข้มเสียง เป็นการวัดความเข้มของเสียงโดยเทียบกับความเข้มของเสียงที่หูคนปกติเริ่มได้ยิน หรือความเข้มเสียงต่ำสุดที่มนุษย์สามารถได้ยินเป็นเกณฑ์อ้างอิง สามารถหา ระดับความเข้มเสียงโดยใช้สูตร

$$\beta = 10 \log \frac{I}{I_0}$$

เมื่อ β แทน ระดับความเข้มเสียงมีหน่วยเป็นเดซิเบล (dB)

I แทน ความเข้มเสียงที่ต้องการวัดมีหน่วยเป็นวัตต์ต่อตารางเมตร (W/m^2)

I_0 แทน ความเข้มเสียงต่ำสุดที่มนุษย์ได้ยิน

มีค่าเท่ากับ 10^{-12} w/m^2

โดยที่ระดับความเข้มเสียงจะมีการแปรผันตามจำนวนของแหล่งที่ให้กำเนิดเสียง ตัวอย่างเช่น ถ้าเสียงตะโกนของคน 1 คน มีระดับความเข้มเสียงประมาณ 80 dB แล้ว เสียงตะโกนของคน 10 คน จะมีระดับความเข้มเสียงประมาณ 800 dB เป็นต้น สมมติว่าถ้าเสียงกลอง 10 ตัว วัดระดับความเข้มเสียงได้ 1,000 dB แล้ว เสียงของกลอง 3 ตัว มีความเข้มเสียงเท่าไร (3 คะแนน)

วิธีทำ เสียงกลอง 10 ตัว มีระดับความเข้มเสียง 1,000 dB

แสดงว่าเสียงกลอง 3 ตัว มีระดับความเข้มเสียง 300 dB

จากสูตรของระดับความเข้มเสียง $\beta = 10 \log \frac{I}{I_0}$

จะได้ $300 = 10 \log \frac{I}{I_0}$

$$30 = \log \frac{I}{I_0}$$

$$10^{30} = \frac{I}{I_0}$$

$$10^{30} = \frac{I}{10^{-12}}$$

$$(10^{30})(10^{-12}) = I$$

$$I = 10^{18}$$

ดังนั้น เสียงของกลอง 3 ตัว มีความเข้มเสียง 10^{18} w/m^2 #

ข้อที่ 12 ระดับความเป็นกรด - เบส (pH) ของสารละลายสามารถคำนวณได้จากสูตรต่อไปนี้

$$pH = -\log[H^+]$$

เมื่อ pH แทน ระดับความเป็นกรด - เบส ของสารละลาย

$[H^+]$ แทน ความเข้มข้นของประจุไฮโดรเจนในสารละลาย 1 ลิตร มีหน่วยเป็นโมล

โดยที่ สารละลายที่มีค่า pH เท่ากับ 7 เป็นสารละลายที่มีความเป็นกลาง
 สารละลายที่มีค่า pH น้อยกว่า 7 เป็นสารละลายที่มีความเป็นกรด
 สารละลายที่มีค่า pH มากกว่า 7 เป็นสารละลายที่มีความเป็นเบส

โดยค่า pH ของสารในร่างกายของมนุษย์ สามารถแสดงได้ดังตารางต่อไปนี้

สาร	ช่วง pH
น้ำย่อยในกระเพาะอาหาร	1.6 – 2.5
ปัสสาวะ	5.5 – 7.0
น้ำลาย	6.2 – 7.4
เลือด	7.35 – 7.45
น้ำดี	7.8 – 8.6

ถ้าทำการตรวจสอบสาร A พบว่า มีค่า $[H^+]$ อยู่ที่ประมาณ 2×10^{-6} โมล/ลิตร จงหาว่าสาร

A มีฤทธิ์เป็นกรดหรือเบส และสาร A น่าจะเป็นสารในร่างกายชนิดใด (3 คะแนน)

วิธีทำ สาร A มีค่า $[H^+]$ อยู่ที่ประมาณ 2×10^{-6} โมล/ลิตร

จากสูตรของระดับความเป็นกรด - เบส $pH = -\log[H^+]$

จะได้ว่า $pH = -\log(2 \times 10^{-6})$

$pH = -(\log 2 + \log 10^{-6})$

$pH = -(0.3010 - 6)$

$pH = 5.6990$

ดังนั้น สาร A เป็นสารที่มีฤทธิ์เป็นกรด และน่าจะเป็นปัสสาวะ เนื่องจากมีค่า

pH อยู่ในช่วง 5.5 – 7.0 #

ภาคผนวก ฉ
แบบวัดความพึงพอใจต่อกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิด
ของสะเต็มศึกษา

**แบบวัดความพึงพอใจต่อกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
ตามแนวคิดของสะเต็มศึกษา**

คำชี้แจง : ให้นักเรียนพิจารณาข้อความต่อไปนี้ แล้วทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างที่ตรงกับระดับความพึงพอใจของนักเรียนมากที่สุด โดยมีหลักเกณฑ์ในการพิจารณา ดังนี้

- | | | |
|---|---------|---|
| 5 | หมายถึง | นักเรียนมีระดับความพึงพอใจต่อข้อความนั้นในระดับมากที่สุด |
| 4 | หมายถึง | นักเรียนมีระดับความพึงพอใจต่อข้อความนั้นในระดับมาก |
| 3 | หมายถึง | นักเรียนมีระดับความพึงพอใจต่อข้อความนั้นในระดับปานกลาง |
| 2 | หมายถึง | นักเรียนมีระดับความพึงพอใจต่อข้อความนั้นในระดับน้อย |
| 1 | หมายถึง | นักเรียนมีระดับความพึงพอใจต่อข้อความนั้นในระดับน้อยที่สุด |

ด้าน	ข้อ ที่	ข้อความ	ระดับความพึงพอใจ				
			5	4	3	2	1
ความเข้าใจ	1	นักเรียนมีความสนใจเรียนคณิตศาสตร์มากขึ้น					
	2	นักเรียนมีความเข้าใจวิชาคณิตศาสตร์มากขึ้น					
	3	นักเรียนเห็นความสำคัญของคณิตศาสตร์มากขึ้น					
	4	นักเรียนคิดว่าเนื้อหาที่เรียนยากเพียงใด					
	5	ความรู้ที่ได้รับสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้					
การจัด กิจกรรมการ เรียนรู้	6	นักเรียนชอบการจัดกิจกรรมเป็นกลุ่ม					
	7	นักเรียนชอบกิจกรรมการเรียนการสอน					
	8	กิจกรรมการเรียนการสอนทำให้นักเรียนได้รับความรู้					
สื่อ/อุปกรณ์	9	ใบกิจกรรม/ใบงาน มีความเหมาะสม น่าสนใจ					
	10	สื่อ/อุปกรณ์ต่าง ๆ มีความเหมาะสม น่าสนใจ					

ข้อเสนอแนะ/ความคิดเห็นเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

ภาคผนวก ข
การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการทดสอบที (t-test)

ข.1 การวิเคราะห์ผลการทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

จากผลการทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ผู้วิจัยใช้การทดสอบทีแบบอิสระ (t – independent sample test) เพื่อวิเคราะห์ความแตกต่างของคะแนนสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้โปรแกรม Microsoft excel ซึ่งได้ผลดังนี้

ตารางที่ ข.1 การวิเคราะห์ผลการทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ค่าสถิติ	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
Mean	14.8870968	14.88709677
Variance	10.4951613	9.228494624
Observations	31	31
Pooled Variance	9.86182796	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	60	
t Stat	0.00	
P(T<=t) one-tail	0.5	
t Critical one-tail	2.39011946	
P(T<=t) two-tail	1	
t Critical two-tail	2.66028301	

หมายเหตุ: นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ข.2 การวิเคราะห์ผลการทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง

จากผลการทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง ผู้วิจัยใช้การทดสอบทีแบบไม่อิสระ (t – dependent sample test) เพื่อวิเคราะห์ความแตกต่างของคะแนนสอบวัดความเข้าใจเชิงมนทัศน์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง โดยใช้โปรแกรม Microsoft excel ซึ่งได้ผลดังนี้

ตารางที่ ข.2 การวิเคราะห์ผลการทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง

ค่าสถิติ	หลังเรียน	ก่อนเรียน
Mean	25.7419	14.8871
Variance	34.6145	10.49516
Observations	31	31
Pooled Variance	0.60527	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	30	
t Stat	12.8746	
P(T<=t) one-tail	4.7E-14	
t Critical one-tail	2.45726	
P(T<=t) two-tail	9.4E-14	
t Critical two-tail	2.75	

หมายเหตุ: นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

นอกจากนี้ ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ผลในความเข้าใจแต่ละระดับ ดังนี้

**ตารางที่ ข.3 การวิเคราะห์ผลการทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ระดับ
การจัดกระทำ ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง**

ค่าสถิติ	หลังเรียน	ก่อนเรียน
Mean	14.7419	13.54839
Variance	8.79785	5.839247
Observations	31	31
Pooled Variance	0.49477	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	30	
t Stat	2.41937	
P(T<=t) one-tail	0.01091	
t Critical one-tail	2.45726	
P(T<=t) two-tail	0.02182	
t Critical two-tail	2.75	

หมายเหตุ: นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

**ตารางที่ ข.4 การวิเคราะห์ผลการทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ระดับ
กระบวนการ ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง**

ค่าสถิติ	หลังเรียน	ก่อนเรียน
Mean	6.983870968	1.274194
Variance	12.40806452	2.897312
Observations	31	31
Pooled Variance	0.623416672	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	30	
t Stat	11.3611807	
P(T<=t) one-tail	1.0808E-12	
t Critical one-tail	2.45726153	
P(T<=t) two-tail	2.16157E-12	
t Critical two-tail	2.749995652	

หมายเหตุ: นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ตารางที่ ข.5 การวิเคราะห์ผลการทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ระดับ
โครงสร้างระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง

ค่าสถิติ	หลังเรียน	ก่อนเรียน
Mean	4.016129032	0.064516
Variance	6.008064516	0.045699
Observations	31	31
Pooled Variance	-0.22470404	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	30	
t Stat	8.77315708	
P(T<=t) one-tail	4.3959E-10	
t Critical one-tail	2.45726153	
P(T<=t) two-tail	8.79181E-10	
t Critical two-tail	2.749995652	

หมายเหตุ: นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ข.3 การวิเคราะห์ผลการทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มควบคุม

จากผลการทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มควบคุม ผู้วิจัยใช้การทดสอบทีแบบไม่อิสระ (t – dependent sample test) เพื่อวิเคราะห์ความแตกต่างของคะแนนสอบวัดความเข้าใจเชิงมนทัศน์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มควบคุม โดยใช้โปรแกรม Microsoft excel ซึ่งได้ผลดังนี้

ตารางที่ ข.6 การวิเคราะห์ผลการทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มควบคุม

ค่าสถิติ	หลังเรียน	ก่อนเรียน
Mean	19.82258	14.8871
Variance	22.30914	9.228495
Observations	31	31
Pooled Variance	0.071155	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	30	
t Stat	5.059775	
P(T<=t) one-tail	9.84E-06	
t Critical one-tail	2.457262	
P(T<=t) two-tail	1.97E-05	
t Critical two-tail	2.749996	

หมายเหตุ: นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

นอกจากนี้ ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ผลในความเข้าใจแต่ละระดับ ดังนี้

ตารางที่ ข.7 การวิเคราะห์ผลการทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ระดับการจัดกระทำ ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มควบคุม

ค่าสถิติ	หลังเรียน	ก่อนเรียน
Mean	15.35484	13.41935
Variance	6.769892	6.884946
Observations	31	31
Pooled Variance	0.060479	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	30	
t Stat	3.008662	
P(T<=t) one-tail	0.002637	
t Critical one-tail	2.457262	
P(T<=t) two-tail	0.005274	
t Critical two-tail	2.749996	

หมายเหตุ: นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ตารางที่ ข.8 การวิเคราะห์ผลการทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ระดับกระบวนการ ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มควบคุม

ค่าสถิติ	หลังเรียน	ก่อนเรียน
Mean	3.580645	1.290323
Variance	8.084946	2.012903
Observations	31	31
Pooled Variance	0.436064	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	30	
t Stat	4.9714	
P(T<=t) one-tail	1.26E-05	
t Critical one-tail	2.457262	
P(T<=t) two-tail	2.53E-05	
t Critical two-tail	2.749996	

หมายเหตุ: นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ตารางที่ ข.9 การวิเคราะห์ผลการทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ระดับ
โครงสร้าง ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มควบคุม

ค่าสถิติ	หลังเรียน	ก่อนเรียน
Mean	0.887097	0.177419
Variance	0.911828	0.342473
Observations	31	31
Pooled Variance	-0.23138	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	30	
t Stat	3.212449	
P(T<=t) one-tail	0.001568	
t Critical one-tail	2.457262	
P(T<=t) two-tail	0.003136	
t Critical two-tail	2.749996	

หมายเหตุ: นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ข.4 การวิเคราะห์ผลการทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

จากผลการทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ผู้วิจัยใช้การทดสอบทีแบบอิสระ (t – independent sample test) เพื่อวิเคราะห์ความแตกต่างของคะแนนสอบวัดความเข้าใจเชิงมนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียน ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้โปรแกรม Microsoft excel ซึ่งได้ผลดังนี้

ตารางที่ ข.10 การวิเคราะห์ผลการทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ค่าสถิติ	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
Mean	25.7419355	19.82258065
Variance	34.6145161	22.30913978
Observations	31	31
Pooled Variance	28.461828	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	60	
t Stat	4.36826352	
P(T<=t) one-tail	2.5188E-05	
t Critical one-tail	2.39011946	
P(T<=t) two-tail	5.0376E-05	
t Critical two-tail	2.66028301	

หมายเหตุ: นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

นอกจากนี้ ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ผลในความเข้าใจแต่ละระดับ ดังนี้

ตารางที่ ข.11 การวิเคราะห์ผลการทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียน
ระดับการจัดกระทำ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ค่าสถิติ	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง
Mean	15.3548387	14.74193548
Variance	6.76989247	8.797849462
Observations	31	31
Pooled Variance	7.78387097	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	60	
t Stat	0.8648881	
P(T<=t) one-tail	0.1952725	
t Critical one-tail	2.3901195	
P(T<=t) two-tail	0.39054505	
t Critical two-tail	2.66028301	

หมายเหตุ: นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ตารางที่ ข.12 การวิเคราะห์ผลการทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียน
ระดับกระบวนการ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ค่าสถิติ	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
Mean	6.98387097	3.580645161
Variance	12.4080645	8.084946237
Observations	31	31
Pooled Variance	10.2465054	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	60	
t Stat	4.1857061	
P(T<=t) one-tail	4.717E-05	
t Critical one-tail	2.3901195	
P(T<=t) two-tail	9.4338E-05	
t Critical two-tail	2.66028301	

หมายเหตุ: นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ตารางที่ ข.13 การวิเคราะห์ผลการทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียน
ระดับโครงสร้าง ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ค่าสถิติ	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
Mean	4.01612903	0.887096774
Variance	6.00806452	0.911827957
Observations	31	31
Pooled Variance	3.45994624	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	60	
t Stat	6.6227935	
P(T<=t) one-tail	5.483E-09	
t Critical one-tail	2.3901195	
P(T<=t) two-tail	1.0966E-08	
t Critical two-tail	2.66028301	

หมายเหตุ: นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ	นายเจษฎา อินพินิจ
ประวัติการศึกษา	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, พ.ศ. 2551 วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, พ.ศ. 2552 ประกาศนียบัตรบัณฑิตทางการสอน (คณิตศาสตร์)
ตำแหน่ง	ครู
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนเลยพิทยาคม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 19 ตำบลกุดป่อง อำเภอเมือง จังหวัดเลย