

ชุดการเรียนรู้การสอนที่ใช้ปัญหาเป็นฐานในการเรียนรู้ (Problem-Based Learning)
เรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ปริญญานิพนธ์
ของ
รังสรรค์ ทองสุกนอก

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์
พฤษภาคม 2547
ลิขสิทธิ์เป็นของ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ชุดการเรียนรู้การสอนที่ใช้ปัญหาเป็นฐานในการเรียนรู้ (Problem-Based Learning)
เรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

บทคัดย่อ
ของ
รังสรรค์ ทองสุกนอก

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์
พฤษภาคม 2547

รังสรรค์ ทองสุกนอก. (2547). ชุดการเรียนรู้การสอนที่ใช้ปัญหาเป็นฐานในการเรียนรู้

(Problem-Based Learning) เรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.

ปริญญาานิพนธ์ กศ.ม.(คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย

ศรีนครินทรวิโรฒ. คณะกรรมการควบคุม : ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุภาพร ศรีบริรินทร์ ,

ผู้ช่วยศาสตราจารย์อภิชัย บวรกิตินวงศ์

การวิจัยครั้งนี้ มีจุดมุ่งหมายเพื่อสร้างชุดการเรียนรู้การสอนที่ใช้ปัญหาเป็นฐานในการเรียนรู้ เรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และศึกษาผลการเรียนของนักเรียนจากการ เรียนด้วยชุดการเรียนรู้การสอนที่ใช้ปัญหาเป็นฐานในการเรียนรู้ เรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเมืองคง อำเภอดง

จังหวัดนครราชสีมา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2546 จำนวน 15 คน ที่ได้จากการอาสาสมัคร

ผู้วิจัยดำเนินการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้การสอนที่ใช้ปัญหาเป็นฐานในการเรียนรู้ เรื่องทฤษฎีจำนวน เบื้องต้น รวมเป็นเวลา 29 คาบเรียน คาบเรียนละ 60 นาที หลังจบการเรียนการสอนแต่ละหน่วย การเรียนผู้วิจัยประเมินผลการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนลงในแบบประเมินผลการดำเนิน

กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและทำการทดสอบด้วยแบบทดสอบย่อยประจำแต่ละหน่วย การเรียน เมื่อสอนจบทั้ง 4 หน่วยการเรียนแล้วทำการทดสอบด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนเรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น คะแนนที่ได้จากแบบประเมินผลการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ ปัญหาเป็นฐาน คะแนนจากแบบทดสอบย่อยและคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังกล่าว รวมเป็นผลการเรียนของนักเรียนซึ่งคิดเป็นคะแนนเต็ม 100% โดยแบ่งคะแนนของแต่ละ ส่วนดังนี้ คะแนนจากแบบประเมินผลการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานประจำแต่ละ หน่วยการเรียนคิดเป็น 40% ของคะแนนเต็ม คะแนนจากแบบทดสอบย่อยประจำแต่ละหน่วยการ เรียนคิดเป็น 30% ของคะแนนเต็ม และคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง ทฤษฎีจำนวนเบื้องต้นคิดเป็น 30% ของคะแนนเต็ม

ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนเรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น โดยใช้ ชุดการเรียนรู้การสอนที่ใช้ปัญหาเป็นฐานในการเรียนรู้ ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้น มีผลการเรียนผ่านเกณฑ์ ตั้งแต่ว้อยละ 60 ขึ้นไปของคะแนนเต็ม เป็นจำนวนมากกว่าร้อยละ 50 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ที่ระดับนัยสำคัญ .01

THE INSTRUCTIONAL PACKAGE USING PROBLEM-BASED LEARNING
ON THE NUMBER THEORY AT MATHAYOMSUKSA IV

AN ABSTRACT
BY
RUNGSUN THONGSUGNOK

Presented in partial fulfillment of the requirements
for the Master of Education degree in Mathematics
at Srinakharinwirot University

May 2004

Rungsun Thongsugnok. (2004). *The Instructional Package Using Problem-Based Learning on The Number Theory at Mathayomsuksa IV*. Master Thesis, M.Ed. (Mathematics). Bangkok : Graduate School, Srinakharinwirot University. Advisor Committee : Asst. Prof. Supaporn Sriburin , Asst. Prof. Apichai Bowarnkitiwong.

Problem-based learning (PBL) has recently become a crucial part in school vocabulary and has gained acceptance among educational circles. In essence, students are motivated to learn by problem commonly associated with topics under consideration. Number theory as presented to students in schools is one such area that is worth exploring with this learning approach. As such, an instructional package for studying number theory based on PBL is needed to help in the instruction. The research has designed such a package for this study.

The main purpose of this study was to determine the effectiveness of this instructional package when used with students at Mathayomsuksa IV level.

Fifteen Mathayomsuksa IV students from Muangkhong School, Khong District, Nakhonratchasima province voluntarily took part in the study as subjects during the second semester of the 2003 academic year. They were taught by the research over 29 periods of 60 minutes each. The package was divided into 4 learning units. At the end of each unit, these students were given test on number theory as well as a problem-based learning evaluating check by the researcher. At the end of the experiment, these students were given an achievement test on number theory in 4 units. The 4 learning unit evaluating checks worth 40%, the 4 learning unit tests were worth 30%, and the achievement test 30% of the total score.

An analysis of these combined scores at the .01 level of significance revealed that more than 50% of the subjects scored more than the criterion test of 60%. It is concluded that problem-based learning as used in the design of this instructional package for number theory is appropriate for students at this level.

ปริญญานิพนธ์
เรื่อง

ชุดการเรียนรู้การสอนที่ใช้ปัญหาเป็นฐานในการเรียนรู้ (Problem-Based Learning)
เรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ของ
นายรังสรรค์ ทองสุกนอก

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกคณิตศาสตร์
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร. นภาพรณ์ หะวานนท์)
วันที่ 14 เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2547

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์

..... ประธาน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุภาพร ศรีบุรินทร์)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อภิชัย บวรกิตินวงศ์)

..... กรรมการแต่งตั้งเพิ่มเติม
(รองศาสตราจารย์อรพินท์ เจียรพะงษ์)

..... กรรมการแต่งตั้งเพิ่มเติม
(อาจารย์เมตต์ แยมวงษ์)

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัย
จาก
ทบวงมหาวิทยาลัย ประจำปีงบประมาณ 2547

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์นี้สำเร็จได้ด้วยดี ด้วยความอนุเคราะห์อย่างสูงสุดจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุภาพร ศรีนิรันดร์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์อภิชัย บวรกิตติวงศ์ ที่กรุณารับเป็นประธานและกรรมการ ความคุมปริญญานิพนธ์ พร้อมทั้งคอยดูแลให้คำปรึกษา คำแนะนำ ข้อคิดและตรวจแก้ไขข้อบกพร่อง ต่างๆ ด้วยความเอาใจใส่เป็นอย่างดีมาโดยตลอด ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาจึงขอกราบ ขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์อรพินท์ เจียรพงษ์ และอาจารย์เมตตา แยมวงษ์ ที่ กรุณาเป็นกรรมการในการสอบปริญญานิพนธ์ และให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมทำให้ปริญญานิพนธ์นี้ สมบูรณ์ยิ่งขึ้น ขอขอบพระคุณอาจารย์เอนก จันทระจัญญ ที่กรุณาตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา ในบทเรียนและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย และขอกราบขอบพระคุณ

ดร.สุรพล วัฒนวิทย์กิจ ที่กรุณาเสียสละเวลาตรวจแก้ไขบทคัดย่อ(Abstract) จนถูกต้องและสมบูรณ์

ขอกราบขอบพระคุณผู้บริหารโรงเรียนเมืองคง และคณะครูอาจารย์ทุกท่าน ที่ได้อนุเคราะห์ ในด้านสถานที่เพื่อให้เก็บข้อมูลและอำนวยความสะดวกในการทดลองครั้งนี้จนสำเร็จลุล่วงด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ประภาวัลย์ ชวนไชยะกุล ที่ได้ให้ประสบการณ์ในการสอน คณิตศาสตร์และช่วยเหลือในเรื่องต่างๆแก่ผู้วิจัยมาโดยตลอด

ขอขอบคุณ คุณอิทธิเทพ นวาระสุจิตร์ ที่ช่วยเรียบเรียงและตรวจสอบแก้ไขเอกสารที่แปล จากต้นฉบับภาษาอังกฤษ และเป็นกำลังใจให้มาโดยตลอด ขอขอบคุณ คุณฉัตรพร ปุณศิริ ที่ ช่วยดูแลในทุกๆเรื่องมาโดยตลอดตั้งแต่ผู้วิจัยเข้าเรียนระดับปริญญาตรี และขอบคุณเพื่อนๆปริญญา โททุกคนที่ได้ให้คำแนะนำและความช่วยเหลือต่างๆ

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อเกษม คุณแม่บัวลาย ทองสุกนอก ที่ได้อบรมสั่งสอน ดูแล เอาใจใส่ผู้วิจัยอย่างดีตลอดมา ขอขอบคุณพี่สุรินทร์ น้องอรวรรณ ทองสุกนอก ที่เป็นกำลังใจให้ผู้วิจัย มาโดยตลอด

ขอขอบพระคุณทุกท่านที่มีได้กล่าวนามไว้ ณ ที่นี้ ที่กรุณาให้ความช่วยเหลือสนับสนุนและ เป็นกำลังใจจนทำให้ปริญญานิพนธ์นี้สำเร็จสมบูรณ์

คุณค่าและประโยชน์ของปริญญานิพนธ์นี้ ขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณของบิดา มารดา ครู อาจารย์ ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้แก่ผู้วิจัย และขอยกคุณความดีนี้ให้แก่ผู้มี พระคุณหรือผู้ที่เกี่ยวข้องในการทำปริญญานิพนธ์นี้ ทุกๆท่าน

รังสรรค์ ทองสุกนอก

สารบัญ

บทที่

หน้า

1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง.....	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	6
ความสำคัญของการวิจัย.....	6
ขอบเขตของการวิจัย.....	6
ประชากรที่ใช้ในการวิจัย.....	6
กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย.....	6
เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย.....	6
ตัวแปรที่ศึกษา.....	7
ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย.....	7
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	7
สมมุติฐานในการวิจัย.....	9
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	10
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน.....	11
ประวัติความเป็นมาของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน.....	11
ความหมายของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน.....	11
ลักษณะของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน.....	13
กลไกพื้นฐานของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน.....	15
ลักษณะของปัญหาในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน.....	17
ขั้นตอนการสร้างปัญหาในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน.....	18
ขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน.....	22
การประเมินผลการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน.....	29
บทบาทของนักเรียนและครูในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน.....	38
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน.....	41

สารบัญ(ต่อ)

บทที่	หน้า
2 (ต่อ) เอกสารที่เกี่ยวข้องกับชุดการเรียนรู้การสอน.....	42
ความหมายของชุดการเรียนรู้การสอน.....	42
องค์ประกอบของชุดการเรียนรู้การสอน.....	43
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดการเรียนรู้การสอน.....	44
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	47
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	47
เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย.....	47
ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย.....	48
การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	48
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	62
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	67
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	67
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	68
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	68
5 สรุปผล อภิปราย และข้อเสนอแนะ.....	80
สังเขปความมุ่งหมาย สมมุติฐาน และวิธีดำเนินการวิจัย.....	80
สรุปผลการวิจัย.....	82
อภิปรายผล.....	82
ข้อสังเกตจากการวิจัย.....	86
ข้อเสนอแนะ.....	89
บรรณานุกรม.....	91

สารบัญ(ต่อ)

บทที่	หน้า
ภาคผนวก.....	97
ภาคผนวก ก คุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	98
ภาคผนวก ข ข้อมูลที่ได้จากการทดลอง.....	102
ภาคผนวก ค ชุดการเรียนการสอนที่ใช้ปัญหาเป็นฐานในการเรียนรู้ เรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.....	107
ภาคผนวก ง รายงานผู้เชี่ยวชาญ.....	196
ประวัติย่อผู้วิจัย.....	198

บัญชีตาราง

ตาราง

หน้า

1	รูปแบบของแผนการอภิปราย.....	21
2	แสดงโครงสร้างของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน.....	23
3	รูปแบบการบันทึกสิ่งที่รู้ สิ่งที่ต้องรู้เพิ่มเติมและแนวคิดจากสถานการณ์ปัญหา.....	25
4	รูปแบบและตัวอย่างคำถามที่ใช้เป็นแนวทางในการประเมินผลนักเรียนทำโดยครู.....	30
5	รูปแบบที่ใช้เป็นแนวทางในการประเมินผลนักเรียนแบบระบบอัตราส่วนทำโดยครู.....	32
6	รูปแบบการประเมินผลตนเองของนักเรียน.....	33
7	รูปแบบที่เขียนบรรยายของการประเมินผลตัวเองของครู.....	34
8	รูปแบบให้เลือกระดับความสามารถของการประเมินผลตัวเองของครู.....	36
9	รูปแบบของการประเมินผลปัญหา.....	37
10	บทบาทของครูและนักเรียนในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน.....	40
11	รูปแบบความสัมพันธ์ของปัญหาและคำถามที่ครูกระตุ้นนักเรียนให้เกิดความคิด ไปสู่แนวความคิดรวบยอดที่ต้องการ.....	51
12	เกณฑ์การตรวจให้คะแนนของแบบทดสอบย่อยประจำหน่วยการเรียนรู้ เรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น ทั้ง 4 หน่วยการเรียนรู้.....	54
13	แบบประเมินผลการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน.....	62
14	ลำดับของการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้การสอนตามขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ ปัญหาเป็นฐาน.....	63
15	ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ของผลการเรียน เรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น.....	69
16	ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ของคะแนนจาก แบบทดสอบย่อยประจำหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องการหารลงตัว.....	70
17	ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ของคะแนนจาก แบบทดสอบย่อยประจำหน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องขั้นตอนวิธีการหาร.....	70
18	ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ของคะแนนจาก แบบทดสอบย่อยประจำหน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องตัวร่วมมาก.....	71

บัญชีตาราง(ต่อ)

ตาราง

หน้า

19	ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ของคะแนนจาก แบบทดสอบย่อยประจำหน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่องตัวคูณร่วมน้อย.....	71
20	ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ของคะแนนจาก แบบทดสอบย่อยประจำหน่วยการเรียนรู้ทั้ง 4 หน่วยการเรียนรู้.....	72
21	ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ของคะแนนจาก แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น.....	73
22	ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ของคะแนนจาก แบบประเมินผลการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ประจำหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องการหารลงตัว.....	74
23	ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ของคะแนนจาก แบบประเมินผลการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ประจำหน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องขั้นตอนวิธีการหาร.....	75
24	ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ของคะแนนจาก แบบประเมินผลการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ประจำหน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องตัวหารร่วมมาก.....	75
25	ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ของคะแนนจาก แบบประเมินผลการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ประจำหน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่องตัวคูณร่วมน้อย.....	76
26	ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ของคะแนนจาก แบบประเมินผลการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ประจำหน่วยการเรียนรู้ทั้ง 4 หน่วยการเรียนรู้.....	77
27	ค่าร้อยละของจำนวนนักเรียนกลุ่มตัวอย่างชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้ผลการเรียน เรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น ตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไปของคะแนนเต็ม.....	78
28	การทดสอบนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่สอบผ่านเกณฑ์การเรียนรู้ เรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น มีจำนวนมากกว่าร้อยละ 50 ของนักเรียนทั้งหมด.....	79

บัญชีตาราง(ต่อ)

ตาราง

หน้า

29	ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบย่อย หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องการหารลงตัว.....	99
30	ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบย่อย หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องขั้นตอนวิธีการหาร.....	99
31	ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบย่อย หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องตัวหารร่วมมาก.....	100
32	ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบย่อย หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่องตัวคูณร่วมน้อย.....	100
33	ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น.....	101
34	คะแนนของนักเรียนจากแบบประเมินผลกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ประจำหน่วยการเรียนรู้ทั้ง 4 หน่วยการเรียนรู้ คือหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 การหารลงตัว, หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ขั้นตอนวิธีการหาร , หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 ตัวหารร่วมมาก และ หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 ตัวคูณร่วมน้อย.....	103
35	คะแนนของนักเรียนจากแบบทดสอบย่อยประจำหน่วยการเรียนรู้ทั้ง 4 หน่วยการเรียนรู้ คือหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 การหารลงตัว, หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ขั้นตอนวิธีการหาร, หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 ตัวหารร่วมมาก และหน่วยการเรียนรู้ที่ 4 ตัวคูณร่วมน้อย.....	104
36	คะแนนของนักเรียนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น.....	105
37	คะแนนผลการเรียนเรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น.....	106

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ

หน้า

1 แสดงความสัมพันธ์ของกลไกการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน.....	16
2 แสดงความสัมพันธ์ของขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน.....	28

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

สังคมไทยในปัจจุบันมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว เป็นผลสืบเนื่องมาจากความเจริญก้าวหน้าของวิทยาการต่างๆ สังคมในปัจจุบันจึงเป็นสังคมที่ใช้วิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและเป็นสังคมของข้อมูลข่าวสารหรือสังคมสารสนเทศมากขึ้น ระบบการศึกษาปัจจุบันช่วยพัฒนามนุษย์ให้เป็นผู้ที่มีความรู้ ความสามารถ รู้จักติดตามข้อมูล ข่าวสาร วิทยาการใหม่ๆ รู้เท่าทันการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็วและหลากหลาย รู้จักคิดวิเคราะห์ ตัดสินใจ ให้เหตุผลและแก้ปัญหาได้ มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์และใฝ่เรียนรู้ มีความสามารถและทักษะในการติดต่อสื่อสารกับบุคคลอื่น คณิตศาสตร์เป็นวิชาหนึ่งในระบบการศึกษาของประเทศไทยที่ได้ให้ความสำคัญต่อการพัฒนามนุษย์ให้เป็นผู้ที่มีคุณลักษณะดังกล่าวข้างต้น คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดของคน ทำให้คนมีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ ระเบียบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ทำให้สามารถคาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ และแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม ยิ่งกว่านั้นคณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีตลอดจนศาสตร์อื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตและช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังช่วยพัฒนามนุษย์ให้สมบูรณ์ มีความสมดุลทั้งร่างกาย จิตใจ สติปัญญาและอารมณ์ สามารถคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็นและสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข (กรมวิชาการ, 2545 : 1) แต่ปรากฏว่าการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ส่วนใหญ่ยังมีปัญหาซึ่งจะเห็นได้จากผลการจัดระดับประกันคุณภาพการศึกษาของสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2541 พบว่าผลการประเมินคุณภาพการศึกษาในปีการศึกษา 2536 2538 และ 2540 ในวิชาคณิตศาสตร์ นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศอยู่ในระดับต่ำและมีแนวโน้มลดลง คือ ร้อยละ 43.12 , 30.01 และ 29.65 ตามลำดับ (สำนักงานโครงการพิเศษเพื่อการปฏิรูปการฝึกหัดครู พัฒนาครูและบุคลากรทางการศึกษา, 2541 : 14) และจากโครงการ วิจัยและการประเมินผลวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์นานาชาติครั้งที่ 3 (The Third International Mathematics and Science Study หรือ TIMSS) ได้ศึกษาการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในระดับเกรด 8 โดยวิธีบันทึกการสอนลงวีดิทัศน์แล้วนำวีดิทัศน์นั้นไปศึกษาทำการวิจัยประเทศที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่างมีทั้งหมด 26 ประเทศ กระจายอยู่ในทวีปเอเชียรวมทั้งตะวันออกกลาง ทวีปอเมริกา ออสเตรเลียและยุโรป ผลการวิจัยปรากฏว่าคะแนนเฉลี่ยการวัดผลสัมฤทธิ์ในการเรียน

คณิตศาสตร์ของนานาชาติเป็น 513 คะแนน ขณะที่ประเทศไทยได้ 490 คะแนน ซึ่งต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยถึง 23 คะแนน (Geist, 2000 : 180–185) จากผลดังกล่าวเมื่อพิจารณาการจัดการเรียนการสอนในประเทศไทยจะพบข้อเท็จจริงดังนี้ ประการแรกสภาพการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาโดยทั่วไป ครูมักจะเน้นความจำในเรื่องสูตร บทนิยามและวิธีการหาคำตอบที่ถูกต้อง โดยสอนให้นักเรียนแก้ปัญหาโจทย์ด้วยวิธีการที่แน่นอนวิธีเดียว ประการที่สองด้านกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ด้านการแก้ปัญหาครูจะให้นักเรียนแก้โจทย์ปัญหาที่เน้นการฝึกใช้สูตรและฝึกการทำตามขั้นตอนที่ครูสอนมากกว่าฝึกกระบวนการคิด ด้านการให้เหตุผลครูจะเป็นผู้แสดงการให้เหตุผลในขั้นตอนต่างๆให้นักเรียนดู สิ่งนี้นักเรียนจะได้คือความรู้และความจำเท่านั้น ด้านการสื่อสารนักเรียนจะสื่อสารกับครูโดยการตอบคำถามของครูเท่านั้นนักเรียนไม่ค่อยมีโอกาสสื่อสารกันเอง ด้านการนำเสนอครูไม่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงขั้นตอนการคิดการแก้ปัญหาอย่างเท่าที่ควร ประการที่สามในด้านคุณลักษณะของนักคณิตศาสตร์ ครูขาดการส่งเสริมให้นักเรียนเป็นนักคณิตศาสตร์ที่ดี เช่น ขาดการฝึกให้นักเรียนเป็นคนที่สามารถเรียนรู้ได้ตลอดเวลา ขาดการปลูกฝังให้นักเรียนเป็นคนที่รู้จักการสังเกต รู้จักการสำรวจ การตั้งข้อคาดเดารวมทั้งให้เหตุผลและพิสูจน์ในสิ่งต่างๆได้ด้วยตนเอง ขาดการฝึกให้นักเรียนเป็นคนกล้าคิดกล้าแสดงออก กล้าเผยแพร่ผลงานของตนให้ผู้อื่นได้รับทราบพร้อมทั้งยอมรับฟังความคิดเห็นของคนอื่นเพื่อนำมาปรับปรุงผลงานของตนในครั้งต่อไป (กิตติ พัฒนตระกูลสุข, 2546 : 54 – 58)

ด้วยสภาพสังคมที่ใช้วิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและเป็นสังคมของข้อมูลข่าวสารหรือสังคมสารสนเทศและสภาพปัญหาการเรียนการสอนดังกล่าว ได้มีนักการศึกษาค้นหาวิธีการจัดการเรียนการสอนเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว วิชัย วงษ์ใหญ่ (2542 : 2) กล่าวถึงการจัดการศึกษาเพื่อเสริมสร้างพลังการเรียนรู้ว่าจะต้องเน้นที่ผู้เรียน ผู้สอนจะต้องจัดตามความต้องการหรือความประสงค์และความถนัดของผู้เรียน เน้นให้ผู้เรียนแข่งขันกับตนเอง ตั้งเป้าหมายเพื่อพัฒนาตนเองให้ดีขึ้น สร้างกระบวนการคิด ส่งเสริมการทำงานเป็นทีม ซึ่งแนวคิดนี้สอดคล้องกับการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่กรมวิชาการ (2545 : 188) ได้เสนอไว้ว่า การจัดการเรียนรู้ของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์จะต้องคำนึงถึงผู้เรียนเป็นสำคัญ การจัดเนื้อหาสาระและกิจกรรมต้องสอดคล้องกับวุฒิภาวะ ความสนใจและความถนัดของผู้เรียน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง จากการฝึกปฏิบัติ ฝึกให้นักเรียนคิดวิเคราะห์และแก้ปัญหา กิจกรรมการเรียนการสอนต้องผสมผสานสาระทั้งด้านเนื้อหาและด้านทักษะกระบวนการ ตลอดจนปลูกฝังคุณธรรม จริยธรรมและค่านิยมที่ดีงาม ถูกต้องและเหมาะสมให้แก่ผู้เรียน ดังนั้นจึงเป็นหน้าที่ของครูที่จะต้องแสวงหากลยุทธ์หรือวิธีการต่างๆมาใช้ในการจัดสภาพการเรียนการสอนเพื่อให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด

ในการปรับปรุงและแก้ไขสภาพการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์นั้น จำเป็นต้องอาศัยแนวคิดและวิธีการที่เหมาะสมมาช่วย โดยในช่วงเวลาที่ผ่านมามีทฤษฎีการเรียนรู้เกิดขึ้นหลายทฤษฎี ทฤษฎีที่ได้รับความนิยมมากในปัจจุบัน คือ ทฤษฎีกลุ่มสร้างสรรค์นิยม (Constructivism) ซึ่งเชื่อว่าการเรียนรู้จะเกิดขึ้นเมื่อผู้เรียนได้สร้างความรู้ที่เป็นของตนเองขึ้นมาจากความรู้ที่มีอยู่เดิมหรือจากความรู้ที่ได้รับมาใหม่ แนวคิดนี้เป็นแนวคิดหลักของการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ มีรูปแบบการเรียนรู้ที่เกิดจากแนวคิดนี้หลายรูปแบบเช่น การเรียนรู้แบบร่วมมือ (Cooperative learning) การเรียนรู้แบบช่วยเหลือกัน (Collaborative learning) การเรียนรู้โดยการค้นคว้าอย่างอิสระ (Independent investigation method) การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based learning หรือ PBL) เป็นต้น (มัทธรา ธรรมบุศย์. 2545 : 12)

การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นวิธีหนึ่งที่ได้รับการกล่าวถึงอย่างมากมาในช่วงเวลา 25 ปีที่ผ่านมา เป็นวิธีการเรียนรู้ที่แตกต่างไปจากวิธีดั้งเดิมที่เน้นตัวสาระความรู้และมุ่งเน้นที่ผู้สอนเป็นสำคัญ ที่แตกต่างออกไปคือการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานนั้นให้นักเรียนเป็นศูนย์กลางหรือนักเรียนเป็นสำคัญ โดยมุ่งที่ใช้ปัญหามาจริงหรือสถานการณ์จำลองเป็นตัวเริ่มต้น กระตุ้นการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนเกิดทักษะการคิดวิจารณ์ในขณะนี้นักเรียนทำงานโดยใช้ปัญหาเป็นศูนย์กลางหลังจากที่นักเรียนได้ใช้ความรู้พื้นฐานในการทำความเข้าใจและอธิบายแนวคิดต่อปัญหานั้น แล้วสิ่งที่ยังหลงเหลืออยู่ในปัญหาซึ่งนักเรียนไม่เข้าใจจะเป็นประเด็นที่จะต้องเรียนรู้ต่อไป เพื่อให้ได้ความรู้มาอธิบายและแก้ปัญหา โดยนักเรียนจะพัฒนาแผนการเรียนรู้ที่จะนำไปสู่การสืบค้นข้อมูลจากแหล่งต่างๆเพื่อการเรียนรู้ในส่วนย่อยๆที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่ไม่เข้าใจในปัญหา ในการสืบค้นนักเรียนจะได้รับมอบหมายเป็นรายบุคคลหรือกลุ่มให้ดำเนินการสืบค้น (พวงรัตน์ บุญญนุรักษ์; และ Majumdar. 2544 : 42) การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานจะให้ผู้เรียนสร้างความรู้ใหม่จากการใช้ปัญหาที่เกิดขึ้นในโลกแห่งความเป็นจริงเป็นบริบท(context) ของการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดทักษะในการคิดวิเคราะห์ และคิดแก้ปัญหา รวมทั้งได้ความรู้ตามศาสตร์ในสาขาวิชาที่ตนศึกษาด้วย การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานจึงเป็นผลมาจากกระบวนการทำงานที่ต้องอาศัยความเข้าใจและทักษะการแก้ปัญหาเป็นหลัก (มัทธรา ธรรมบุศย์. 2545 : 13)

วอลตัน และ แมททิวส์ (Walton. & Matthews) , วิลเคอตัน และ เฟเลตติ (Wilkerson. & Feletti.) ได้สรุปถึงประโยชน์ของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ได้แก่ ช่วยให้นักเรียนสามารถปรับตัวได้ดีขึ้นต่อการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วในเรื่องข้อมูลข่าวสารในโลกปัจจุบัน เสริมสร้างความสามารถในการใช้ทรัพยากรของผู้เรียนได้ดีขึ้น ส่งเสริมการสะสมการเรียนรู้และการคงรักษาข้อมูลใหม่ไว้ได้ดีขึ้น สนับสนุนความร่วมมือในการเรียนมากกว่าการแข่งขัน ช่วยให้นักเรียนเกิดการตัดสินใจแบบองค์รวมหรือแบบสหสาขาวิชา (Walton; & Matthews. 1989 : 456 – 459 ;

Wilkerson; & Feletti. 1989 : 51– 66) และการให้ปัญหาค้นหาคำตอบตั้งแต่ต้นจะเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนอยากเรียนรู้ และถ้านักเรียนแก้ปัญหาได้ก็จะมีส่วนช่วยให้นักเรียนจำเนื้อหาความรู้ที่ได้นั้นได้ง่ายและนานขึ้น เพราะได้มีประสบการณ์ตรงในการแก้ปัญหาด้วยความรู้ดังกล่าว ปัญหาที่ใช้เป็นตัวกระตุ้นมักเป็นปัญหาที่ต้องการคำอธิบายหรือความรู้จากหลายวิชา ทำให้นักเรียนได้เห็นถึงความสัมพันธ์ ความต่อเนื่อง ความเกี่ยวข้องของวิชาต่างๆ เป็นเรื่องราวเดียวกันแตกต่างจากการสอนแบบเดิมที่สอนวิชาใดก็จะสอนวิชานั้นๆ จนจบและอาจไม่เห็นความสัมพันธ์ของแต่ละวิชา ทำให้นักเรียนไม่สามารถเรียนรู้ได้ดีเท่าที่ควร (นภา หลิมวัฒนา. 2540 : 13) นอกจากนี้ยังพบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน จะมีทักษะทางคณิตศาสตร์เพิ่มขึ้น เช่น ทักษะการแก้ปัญหา (problem-solving) โดยเฉพาะในการแก้ปัญหาปลายเปิด (open-ended problem) การตัดสินใจ การสร้างตัวแบบ (Modeling) ทักษะกระบวนการให้เหตุผล (reasoning – process skills) (Boaler. 1998 : 41 – 62; Webb. 1997 : 1– 4) และสามารถสร้างความเข้าใจอย่างลึกซึ้งทางคณิตศาสตร์ ให้แก่นักเรียนอันเป็นผลมาจากบทบาทการเรียนรู้ที่หลากหลายที่นักเรียนเผชิญ (O’Callaghan. 1998 : 21– 40) ซึ่งหากมองในภาพรวมแล้วการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน นี้มีความสอดคล้องกับ แนวการจัดการศึกษาตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 คือให้นักเรียนเกิดทักษะในการคิดวิเคราะห์ คิดแก้ปัญหาและคิดอย่างสร้างสรรค์ นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้และได้ลงมือปฏิบัติมากขึ้น นอกจากนี้ยังมีโอกาสออกไปแสวงหาความรู้ด้วยตนเองจากแหล่งทรัพยากรเรียนรู้ ทั้งภายในและภายนอกสถานศึกษา และยังสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในสาระที่ 6 ที่เน้นทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่ให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ ได้ และให้นักเรียนมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

ในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือกทฤษฎีจำนวนเบื้องต้นเป็นเนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย ซึ่งทฤษฎีจำนวนเป็นศาสตร์ที่มีความงดงามในตัวเอง เป็นศาสตร์ที่มีบทประยุกต์กับคณิตศาสตร์สาขาอื่นๆ (ณรงค์ บัณณิม. 2545 : คำนำ) เป็นศาสตร์ที่มีความสำคัญยิ่งศาสตร์หนึ่งจนได้รับการยกย่องจาก เกาส์ (Carl Friedrich Gauss ค.ศ. 1777–1855) ที่กล่าวว่า “ ทฤษฎีจำนวนเปรียบเสมือนเป็นราชินีแห่งคณิตศาสตร์ (Number Theory is the queen of mathematics) ” (Eves. 1964 : 395) และปัจจุบันโรงเรียนมัธยมศึกษาในประเทศไทยได้เริ่มนำเอาทฤษฎีจำนวนลงไปสอน โดยมีเนื้อหาบางเรื่องเป็นเนื้อหาใช้สอนในระดับอุดมศึกษา ซึ่งการนำเอาเนื้อหาทางคณิตศาสตร์เรื่องที่เคยสอนในระดับชั้นสูงมาสอนในระดับชั้นที่ต่ำกว่านั้นต้องมีการปรับปรุงเนื้อหาและวิธีการนำเสนอให้เหมาะสมกับวัยของนักเรียน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้จัดทำคู่มือการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยเสนอเนื้อหาทฤษฎีจำนวนเบื้องต้นไว้ในสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์เพิ่มเติมของช่วงชั้นที่ 4 (ม.4 – ม.6) และเสนอให้จัดในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยกำหนดผลการเรียนรู้ที่คาดหวังให้นักเรียนเข้าใจสมบัติของจำนวนเต็มและนำไปใช้ในการให้เหตุผลเกี่ยวกับการหารลงตัวได้ (กรมวิชาการ. 2545 : 166) นอกจากนี้สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ยังได้จัดทำหนังสือเรียนสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2544 ที่มีทฤษฎีจำนวนเบื้องต้นอยู่ในบทที่ 3 โดยมีเนื้อหาครอบคลุมเรื่องการหารลงตัว ขั้นตอนวิธีการหารตัวหารร่วมมากและตัวคูณร่วมน้อย แต่จากที่ผู้วิจัยได้ศึกษาหนังสือเรียนและคู่มือการจัดสาระการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ดังกล่าว ผู้วิจัยไม่พบว่ามีคำแนะนำวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนทฤษฎีจำนวนเบื้องต้นไว้สำหรับครูผู้สอนแต่อย่างใด แต่จะเสนอเพียงแนวทางการจัดการเรียนรู้อย่างกว้างๆ ตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 เท่านั้น ซึ่งอาจจะเกิดปัญหาเมื่อครูนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนได้ และนิตติยา ปภาพจน์ (ม.ป.ป. : 3) ได้กล่าวว่า ด้วยธรรมชาติของวิชาทฤษฎีจำนวนนั้นง่ายต่อการเรียนรู้ เพราะอาศัยความรู้เพียงน้อยนิดแต่พัฒนาความคิดได้หลากหลายและลึกซึ้ง และเป็นวิชาที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ค้นพบความสำเร็จในการแก้ปัญหาด้วยตนเอง โดยเฉพาะอย่างยิ่งผู้เรียนที่มีความคิดสร้างสรรค์จะได้มีโอกาสแสดงความสามารถของตนเองออกมาในลักษณะการแก้ปัญหาต่างๆ ที่หลากหลายในวิชาทฤษฎีจำนวน ดังนั้นในการจัดการเรียน การสอนสำหรับวิชาทฤษฎีจำนวนนั้นจึงต้องเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ลงมือแก้ปัญหาด้วยตนเองซึ่งเป็นแนวคิดหลักของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน นักเรียนจะได้เรียนรู้เนื้อหาทฤษฎีจำนวนจากสถานการณ์ปัญหาที่ครูเสนอให้ ผ่านขั้นตอนของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน นักเรียนจะเป็นผู้กำหนดแผนการเรียนรู้เพื่อสำรวจ ศึกษาค้นคว้า เรียนรู้นิยามและสมบัติต่างๆทางทฤษฎีจำนวนที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้นด้วยตนเอง ส่งผลให้นักเรียนมีความเข้าใจและเห็นความสำคัญของนิยามและสมบัติต่างๆ พร้อมทั้งสามารถนำสมบัติต่างๆไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง

ด้วยเหตุผลและความสำคัญดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะสร้างชุดการเรียนการสอนที่ใช้ปัญหาเป็นฐานในการเรียนรู้ เรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เพื่อศึกษาผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้นของนักเรียน หลังจากการเรียนด้วยชุดการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ผลการวิจัยครั้งนี้จะทำให้ได้ชุดการเรียนการสอนที่ใช้ปัญหาเป็นฐานในการเรียนรู้ เรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 นอกจากนี้ยังเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เรื่อง ทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น เพื่อจัดสาระการเรียนรู้

คณิตศาสตร์เพิ่มเติม และการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานนี้อาจใช้เป็นแนวทางการสอนคณิตศาสตร์ในเนื้อหาอื่นๆ และสาขาวิชาอื่นๆ ในระดับมัธยมศึกษาให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อสร้างชุดการเรียนรู้การสอนที่ใช้ปัญหาเป็นฐานในการเรียนรู้ เรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
2. เพื่อศึกษาผลการเรียนของนักเรียน จากการเรียนด้วยชุดการเรียนรู้การสอนที่ใช้ปัญหาเป็นฐานในการเรียนรู้ เรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ความสำคัญของการวิจัย

1. ผลการวิจัยครั้งนี้ทำให้ได้ชุดการเรียนรู้การสอนที่ใช้ปัญหาเป็นฐานในการเรียนรู้ เรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
2. ชุดการเรียนรู้การสอนที่ได้นี้อาจใช้เป็นแนวทางการจัดการเรียนการสอนที่ใช้ปัญหาเป็นฐานในการเรียนรู้ สำหรับวิชาคณิตศาสตร์และสาขาวิชาอื่นๆ ในระดับมัธยมศึกษา
3. ผลการวิจัยครั้งนี้อาจนำไปเป็นตัวอย่างการสร้างชุดการเรียนรู้การสอนที่ใช้ปัญหาเป็นฐานในการเรียนรู้ สำหรับวิชาคณิตศาสตร์และสาขาวิชาอื่นๆ ในระดับมัธยมศึกษา

ขอบเขตของการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเมืองคง อำเภอลำดอง จังหวัดนครราชสีมา ประมาณ 120 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเมืองคง อำเภอลำดอง จังหวัดนครราชสีมา ที่ได้จากการอาสาสมัครจำนวน 15 คน

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นเนื้อหาตามหนังสือเรียนสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม คณิตศาสตร์ เล่ม 1 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 เรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น ซึ่งประกอบด้วย

1. การหารลงตัว (8 คาบเรียน)
2. ขั้นตอนวิธีการหาร (6 คาบเรียน)
3. ตัวหารร่วมมาก (6 คาบเรียน)
4. ตัวคูณร่วมน้อย (6 คาบเรียน)

ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรอิสระ คือ ชุดการเรียนการสอนที่ใช้ปัญหาเป็นฐานในการเรียนรู้ เรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น

ตัวแปรตาม คือ ผลการเรียนรู้ของนักเรียนหลังจากการเรียนรู้ด้วยชุดการเรียนการสอนที่ใช้ปัญหาเป็นฐานในการเรียนรู้ เรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ดำเนินการวิจัยในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2546 ใช้เวลาทดลองสอนจำนวน 27 คาบเรียน คาบเรียนละ 60 นาที วันละ 1 คาบเรียน สัปดาห์ละ 5 วัน ใช้เวลาหลังคาบเรียนปกติ โดยใช้เวลาสอนวิธีการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน 1 คาบเรียน และสอนเนื้อหาทฤษฎีจำนวนเบื้องต้นโดยใช้ปัญหาเป็นฐานจำนวน 26 คาบเรียน ส่วนการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนใช้เวลา 2 คาบเรียน คาบเรียนละ 60 นาที รวมระยะเวลาทั้งหมดที่ใช้ทดลอง 29 คาบเรียน

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นการเรียนรู้ที่เป็นผลของกระบวนการทำงานกลุ่ม มุ่งสร้างความเข้าใจและหาทางแก้ปัญหา โดยใช้ตัวปัญหาเป็นจุดตั้งต้นของกระบวนการเรียนรู้และเป็นตัวกระตุ้นต่อไปในการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาด้วยเหตุผล และสืบค้นข้อมูลที่ต้องการเพื่อสร้างความเข้าใจกลไกของตัวปัญหารวมทั้งวิธีการแก้ปัญหา การดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้เน้นการเรียนรู้โดยการชี้นำตนเอง (Self-directed learning) และการเรียนรู้โดยใช้กลุ่มเล็ก (Small group learning) โดยผู้สอนมีบทบาทเป็นผู้เอื้ออำนวยต่อการเรียนรู้ของนักเรียน

2. การเรียนรู้โดยการชี้นำตนเอง เป็นกระบวนการของเอกัตบุคคลที่ต้องการการมีส่วนร่วมอย่างแข็งขันของผู้เรียน โดยไว้วางใจในความสามารถของผู้เรียนว่าสามารถหาทางเลือกและตัดสินใจในการเรียนรู้ได้ เน้นการเรียนรู้โดยประสบการณ์ เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนมีเสรีภาพในการใช้ความรู้ความสามารถเพื่อแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง โดยผู้เรียนจะต้องรับผิดชอบทั้งในด้านการ

กำหนดการดำเนินการของตน คัดเลือกประสบการณ์เรียนรู้ด้วยตนเอง และการประเมินผลตนเอง ตลอดจนการวิพากษ์วิจารณ์งานของตนเองด้วย ผู้สอนคือผู้สนับสนุนส่งเสริมช่วยเหลือมากกว่าเป็นผู้นำข้อมูลหรือความรู้มาให้แก่นักเรียน ผู้สอนเป็นทรัพยากรทางการเรียนรู้หนึ่งของผู้เรียน แม้ว่าผู้สอนจะเป็นผู้ออกแบบการเรียนรู้ก็ตาม ผู้เรียนก็มีทางเลือกของตนเองหรือมีกิจกรรมเพิ่มเติมได้และเลือกสถานที่ที่จะเรียนรู้ได้เองเช่น ที่บ้าน ห้องสมุด หรือที่อื่นๆตามสะดวก ทำให้การเรียนรู้เกิดขึ้นได้ทุกที่ ทุกเวลาและควบคุมเวลาในการเรียนรู้โดยผู้เรียนเอง

3. การเรียนรู้โดยใช้กลุ่มเล็ก เป็นการเรียนรู้ที่อาศัยการทำงานเป็นกลุ่ม ในกลุ่มจะมีสมาชิก 5 คน โดยคละความสามารถ ซึ่งสมาชิกในกลุ่มจะสลับกันทำหน้าที่ประธาน รองประธาน และเลขานุการ ส่วนสมาชิกในกลุ่มคนอื่นที่เหลือจะมีหน้าที่ความรับผิดชอบที่ชัดเจน

4. ชุดการเรียนการสอนที่ใช้ปัญหาเป็นฐานในการเรียนรู้ เรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น หมายถึง ชุดการเรียนการสอนที่ประกอบด้วย

4.1 บทเรียนเรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น โดยในแต่ละหน่วยการเรียนจะประกอบด้วยปัญหาที่ใช้กระตุ้นการเรียนรู้ เนื้อหา และแบบฝึกหัด ซึ่งแบ่งเป็น 4 หน่วยการเรียนรู้ได้แก่

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 การหารลงตัว

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ขั้นตอนวิธีการหาร

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 ตัวหารร่วมมาก

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 ตัวคูณร่วมน้อย

4.2 คู่มือครู ประกอบด้วย คู่มือการใช้ชุดการเรียนการสอน แผนการสอน และเอกสารเพิ่มเติมสำหรับครู ซึ่งประกอบด้วยการพิสูจน์ทฤษฎีบทและสมบัติต่างๆ ในบทเรียนเรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น คำตอบของปัญหาในใบความรู้เรื่องการเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาเป็นฐานและปัญหาที่ใช้เป็นฐานในการเรียนรู้ประจำหน่วยการเรียนรู้ทั้ง 4 หน่วยการเรียนรู้ คำตอบของใบงานประจำหน่วยการเรียนรู้ทั้ง 4 หน่วยการเรียนรู้ คำตอบของแบบทดสอบย่อยประจำหน่วยการเรียนรู้ทั้ง 4 หน่วย การเรียน และคำตอบของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น

5. การประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียน ในงานวิจัยนี้จะประกอบด้วย การประเมินผลจาก 3 ส่วน ได้แก่ การประเมินผลจากแบบประเมินผลการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาเป็นฐาน การประเมินผลจากแบบทดสอบย่อยประจำแต่ละหน่วยการเรียนรู้ และการประเมินผลจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

6. ผลการเรียนรู้ หมายถึง คะแนนรวมของนักเรียนจาก 3 ส่วน ซึ่งคิดเป็นคะแนนเต็ม 100% โดยแบ่งคะแนนแต่ละส่วนดังนี้

6.1 แบบประเมินผลการดำเนินงานกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานประจำแต่ละหน่วยการเรียนรู้ รวมเป็น 40 % ของคะแนนเต็ม

6.2 แบบทดสอบย่อยประจำแต่ละหน่วยการเรียนรู้ รวมเป็น 30 % ของคะแนนเต็ม

6.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น รวมเป็น 30 % ของคะแนนเต็ม

7. เกณฑ์ หมายถึง ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม กล่าวคือ ถ้านักเรียนมีผลการเรียนมากกว่าร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม ถือว่าผู้นั้นผ่านเกณฑ์

สมมุติฐานในการวิจัย

จำนวนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนเรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น โดยใช้ชุดการเรียนการสอนที่ใช้ปัญหาเป็นฐานในการเรียนรู้ มีผลการเรียนผ่านเกณฑ์เป็นจำนวนมากกว่าร้อยละ 50 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยที่เกี่ยวกับการศึกษาผลการเรียนหลังจากเรียนด้วยชุดการเรียนการสอนที่ใช้ปัญหาเป็นฐานในการเรียนรู้ เรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
 - 1.1 ประวัติความเป็นมาของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
 - 1.2 ความหมายของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
 - 1.3 ลักษณะของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
 - 1.4 กลไกพื้นฐานของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
 - 1.5 ลักษณะของปัญหาในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
 - 1.6 ขั้นตอนการสร้างปัญหาในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
 - 1.7 ขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
 - 1.8 การประเมินผลในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
 - 1.9 บทบาทของนักเรียนและครูในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
 - 1.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
2. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับชุดการเรียนการสอน
 - 2.1 ความหมายของชุดการเรียนการสอน
 - 2.2 องค์ประกอบของชุดการเรียนการสอน
 - 2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดการเรียนการสอน

1. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

1.1 ประวัติความเป็นมาของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ในระยะเวลาที่ผ่านมา มีทฤษฎีการเรียนรู้ใหม่ ๆ เกิดขึ้นหลายทฤษฎี แต่ทฤษฎีการเรียนรู้ที่นักการศึกษาส่วนใหญ่ได้ให้ความสำคัญกันมาก ได้แก่ทฤษฎีการเรียนรู้แบบสร้างสรรคนิยม (Constructivist learning theory) ซึ่งมีแนวคิดที่ว่า ความรู้ความเข้าใจจะต้องสร้างโดยผู้เรียนที่เข้าไปมีส่วนร่วมอย่างแข็งขันและเต็มใจ และกระบวนการเรียนรู้เป็นกระบวนการของการจัดและปรับสิ่งที่จะเรียนรู้ใหม่ให้เข้ากับโลกของประสบการณ์ที่ผู้เรียนมีอยู่เดิม ด้วยแนวคิดนี้มีรูปแบบการเรียนรู้ที่เกิดจากแนวคิดดังกล่าวหลายรูปแบบ เช่น การเรียนรู้แบบร่วมมือ (Cooperative learning) การเรียนรู้แบบช่วยเหลือกัน (Collaborative learning) การเรียนรู้โดยการค้นคว้าอย่างอิสระ (Independent investigation method) การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based learning หรือ PBL) เป็นต้น

ความเป็นมาของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีพัฒนาการขึ้นครั้งแรกในช่วงปลาย ค.ศ. 1969 โดยคณะวิทยาศาสตร์สุขภาพ (Faculty of Health Sciences) ของมหาวิทยาลัยแมคมาสเตอร์ (McMaster University) ที่ประเทศแคนาดา (Johnson; Finucane; & Prideaux. 1999 : 29) โดยนำมาใช้ในกระบวนการเรียนการสอนให้กับนักศึกษาแพทย์ และในปัจจุบันได้ขยายไปสาขาอื่นๆ เช่น วิศวกรรมศาสตร์ กฎหมาย สถาปัตยกรรม ภาษาศาสตร์ สังคมศาสตร์ วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เป็นต้น (Boud; & Feletti. 1998; Bridges; & Hallinger. 1995; Cerezo. 1999; Albaugh. 2001; Gallagher; et al. 1995) และในปัจจุบันได้ขยายไปสู่ระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษามากขึ้น (Gordon; et al. 2001, Zhang. 2002; Illinois Mathematics and Science Academy(IMS A). 1999)

1.2 ความหมายของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ความหมายของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานได้มีผู้ให้ความหมายไว้ดังนี้

บาร์รอว์ส และ แทมบลิน (Barrows and Tamblyn) ได้ให้คำจำกัดความของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานว่า "การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน คือการเรียนรู้ที่เป็นผลของกระบวนการทำงานที่มุ่งสร้างความเข้าใจและหาทางแก้ปัญหา ตัวปัญหาจะเป็นจุดตั้งต้นของกระบวนการเรียนรู้และเป็นตัวกระตุ้นต่อไปในการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาด้วยเหตุผล และการสืบค้นข้อมูลที่ต้องการเพื่อสร้างความเข้าใจกลไกของตัวปัญหารวมทั้งวิธีการแก้ปัญหา" (พวงรัตน์ บุญญานุรักษ์; และ Majumdar. 2544 : 42 ; อ้างอิงจาก Barrows; & Tamblyn. 1980 : 18)

ดูช (Duch. 1995 : Online) กล่าวว่า “การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นวิธีการเรียนการสอนที่มีลักษณะใช้ปัญหาเกี่ยวกับชีวิตประจำวันของนักเรียน เป็นวิธีการเรียนการสอนที่ฝึกให้นักเรียนคิดวิเคราะห์และพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา นักเรียนจะเรียนรู้ทักษะการเรียนรู้ตลอดชีวิตซึ่งประกอบด้วยความสามารถในการค้นคว้าและใช้ทรัพยากรการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ และความรู้ต่างๆ ที่มีอยู่ก่อนแล้วเป็นสิ่งที่มีความสำคัญสำหรับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

การ์เลเกอร์ (Gallagher. 1997 : 332 – 362) ได้ให้ความหมายว่า การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นการเรียนรู้ที่นักเรียนต้องเรียนรู้จากการเรียน (learn to learn) โดยนักเรียนจะทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มเพื่อค้นหาวิธีการแก้ปัญหา โดยจะบูรณาการความรู้ที่ต้องการให้นักเรียนได้รับการแก้ปัญหาเข้าด้วยกัน ปัญหาที่ใช้มีลักษณะเกี่ยวกับชีวิตประจำวันและมีความสัมพันธ์กับนักเรียน การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานจะมุ่งเน้นพัฒนานักเรียนในด้านทักษะการเรียนรู้มากกว่าความรู้ที่นักเรียนจะได้มาและพัฒนานักเรียนสู่การเป็นผู้ที่สามารถเรียนรู้โดยการชี้นำตนเองได้

บาเรลล์ (Barell. 1998 : 7) กล่าวว่า การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นกระบวนการของการสำรวจเพื่อจะตอบคำถามสิ่งที่อยากรู้อยากเห็น ข้อสงสัยและความไม่มั่นใจเกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติในชีวิตจริงที่มีความซับซ้อน ปัญหาที่ใช้ในกระบวนการเรียนรู้จะเป็นปัญหาที่ไม่ชัดเจน มีความยากหรือมีข้อสงสัยมาก สามารถตอบคำถามได้หลายคำตอบ

ทอร์พ และ แซก (Torp; & Sage. 1998 : 14 – 16) กล่าวว่า การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเน้นการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ที่ได้จากการสำรวจ ค้นคว้าและการแก้ปัญหาที่มีความสัมพันธ์เกี่ยวกับชีวิตประจำวันซึ่งนักเรียนอาจพบเจอ การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานนั้นเป็นทั้งยุทธวิธีการเรียนการสอนและใช้เป็นแนวทางในการจัดหลักสูตร ซึ่งมีลักษณะดึงดูดนักเรียนให้เข้าไปมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหา ครูจะเป็นผู้ที่คอยให้คำแนะนำและออกแบบสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ ส่งเสริมให้นักเรียนได้คิดและสำรวจ หลักสูตรที่สร้างขึ้นจะมีปัญหาเป็นแกนกลาง มีบทบาทในการเตรียมประสบการณ์จริงที่ส่งเสริมกิจกรรมการเรียนรู้ สนับสนุนให้สร้างความรู้ด้วยตัวเองและบูรณาการสิ่งต่างๆ ที่เรียนรู้ในโรงเรียนกับชีวิตจริงเข้าด้วยกัน ในขณะที่เรียนรู้นักเรียนจะถูกทำให้เป็นนักแก้ปัญหาและพัฒนาไปสู่การเป็นผู้ที่สามารถเรียนรู้โดยการชี้นำตนเองได้ ในกระบวนการเรียนรู้ด้วยวิธีนี้ครูจะเป็นผู้ร่วมในการแก้ปัญหา ที่มีหน้าที่ในการสร้างความสนใจ สร้างความกระตือรือร้น ในการเรียนรู้ให้กับนักเรียน เป็นผู้แนะนำและอำนวยความสะดวกเพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างสมบูรณ์

มณฑรา ธรรมบุศย์ (2545 : 13) ได้สรุปความหมายว่า การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่เกิดจากแนวคิดตามทฤษฎีการเรียนรู้แบบสร้างสรรคนิยม โดยให้นักเรียนสร้างความรู้ใหม่จากการใช้ปัญหาที่เกิดขึ้นในโลกแห่งความเป็นจริงเป็นบริบทของการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดทักษะในการคิดวิเคราะห์และคิดแก้ปัญหา รวมทั้งได้ความรู้ตามศาสตร์ในสาขาวิชาที่ตนศึกษา

การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานจึงเป็นผลมาจากกระบวนการทำงานที่ต้องอาศัยความเข้าใจและแก้ปัญหาเป็นหลัก

จากความหมายที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่สร้างความรู้จากกระบวนการทำงานกลุ่มเพื่อแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ที่สนใจเกี่ยวกับชีวิตประจำวันและมีความสำคัญต่อนักเรียน ตัวปัญหาจะเป็นจุดตั้งต้นของกระบวนการเรียนรู้ และเป็นตัวกระตุ้นต่อไปในการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาด้วยเหตุผล และการสืบค้นข้อมูลที่ต้องการเพื่อสร้างความเข้าใจกลไกของตัวปัญหารวมทั้งวิธีการแก้ปัญหา มุ่งเน้นพัฒนานักเรียนในด้านทักษะการเรียนรู้มากกว่าความรู้ที่นักเรียนจะได้มา และพัฒนานักเรียนสู่การเป็นผู้ที่สามารถเรียนรู้โดยการชี้นำตนเองได้

1.3 ลักษณะของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ลักษณะของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ได้มีผู้กล่าวไว้ดังนี้

บาร์รอว์ส และ แทมบลิน (Barrows and Tamblyn) ได้สรุปกระบวนการของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีลักษณะดังนี้

1. ปัญหาจะถูกเสนอให้กับนักเรียนเป็นอันดับแรกในขั้นตอนของการเรียนรู้
 2. ปัญหาที่ใช้ในการเรียนรู้จะเป็นปัญหาที่เหมือนกับปัญหาที่นักเรียนสามารถเจอในชีวิตจริง
 3. นักเรียนจะทำงานเป็นกลุ่มในการแก้ปัญหา โดยมีอิสระในการแสดงความสามารถในการให้เหตุผล การประยุกต์ใช้ความรู้และการประเมินผลการเรียนรู้ด้วยตนเองที่เหมาะสมกับขั้นตอนการเรียนรู้ในแต่ละขั้น
 4. เป็นการเรียนรู้ด้วยตนเอง ที่มีขั้นตอนในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นแนวทางในการกำหนดกระบวนการทำงานเพื่อแก้ปัญหา
 5. ความรู้และทักษะที่ต้องการให้นักเรียนได้รับจะเกิดหลังการแก้ปัญหาหรือการทำงานที่ใช้ความรู้และทักษะเหล่านั้น
 6. การเรียนรู้จะประกอบด้วยการทำงานในการแก้ปัญหาและการศึกษาด้วยตนเอง โดยมีลักษณะที่บูรณาการทั้งความรู้ที่นักเรียนมีและทักษะกระบวนการเข้าด้วยกัน
- (Delisle. 1997 : 3-4 ; อ้างอิงจาก Barrows; & Tamblyn. 1980 : 191-192)

จาง (Zhang. 2002 : 30–31) ได้กล่าวถึงลักษณะของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ดังนี้

1. เป็นบริบทของการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดทักษะต่างๆ ซึ่งเป็นสิ่งที่ได้มาจากการแก้ปัญหาที่มีความสัมพันธ์ใกล้เคียงกับชีวิตจริงมากที่สุด
2. ใช้ปัญหาเป็นตัวขับเคลื่อนในการเรียนรู้
3. เป็นการเรียนรู้แบบบูรณาการระหว่างความรู้ในศาสตร์ต่างๆ และทักษะกระบวนการเข้าด้วยกัน
4. นักเรียนจะเป็นผู้ดำเนินการแก้ปัญหาด้วยตัวเอง ครูจะเป็นเพียงผู้ให้ความช่วยเหลือ ให้คำแนะนำและเอื้ออำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ให้แก่ นักเรียน
5. เป็นการเรียนรู้แบบชี้นำตนเอง นักเรียนจะเป็นผู้กำหนดทิศทางของการเรียนรู้ด้วยตัวเองในการกำหนดว่าต้องเรียนรู้อะไร อย่างไร จากที่ใด เพื่อให้ได้ความรู้มาแก้ปัญหา
6. เป็นการเรียนรู้จากกระบวนการของการเรียนรู้ การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานจะเน้นที่กระบวนการเรียนรู้ ซึ่งการเรียนรู้จะเกิดขึ้นขณะดำเนินการแก้ปัญหา
7. เป็นการเรียนรู้แบบช่วยเหลือกันเป็นกลุ่ม
8. ปัญหาที่ใช้ในการเรียนรู้ จะเป็นปัญหาที่ยาก มีความซับซ้อน ไม่ชัดเจนเป็นปัญหาปลายเปิด ที่สามารถกระตุ้นนักเรียนให้ได้ใช้ความคิด ทำความเข้าใจปัญหา และค้นคว้าหาความรู้มาเพื่อแก้ปัญหานั้น
9. ให้ความสำคัญกับประสบการณ์และความรู้ที่มีอยู่ก่อนแล้ว ซึ่งครูใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับนักเรียนแต่ละคน

มณฑรา ธรรมบุศย์ (2545 : 13) ได้สรุปลักษณะของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ดังนี้

1. ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนรู้อย่างแท้จริง
2. เป็นการเรียนรู้โดยใช้กลุ่มผู้เรียนที่มีขนาดเล็ก
3. ครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกหรือเป็นผู้ให้คำแนะนำ
4. ใช้ปัญหาเป็นตัวกระตุ้นในการเรียนรู้
5. ปัญหาที่นำมาใช้มีลักษณะคลุมเครือ ไม่ชัดเจน ปัญหาหนึ่งปัญหาอาจมีคำตอบได้หลายคำตอบหรือแก้ไขปัญหาก็ได้หลายทาง
6. ผู้เรียนเป็นคนแก้ปัญหาโดยการแสวงหาข้อมูลใหม่ๆ ด้วยตนเอง
7. ใช้การประเมินผลจากสภาพจริง โดยดูจากความสามารถในการปฏิบัติกิจกรรม

จากลักษณะของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานข้างต้นสามารถสรุปเป็นข้อๆ ได้ดังนี้

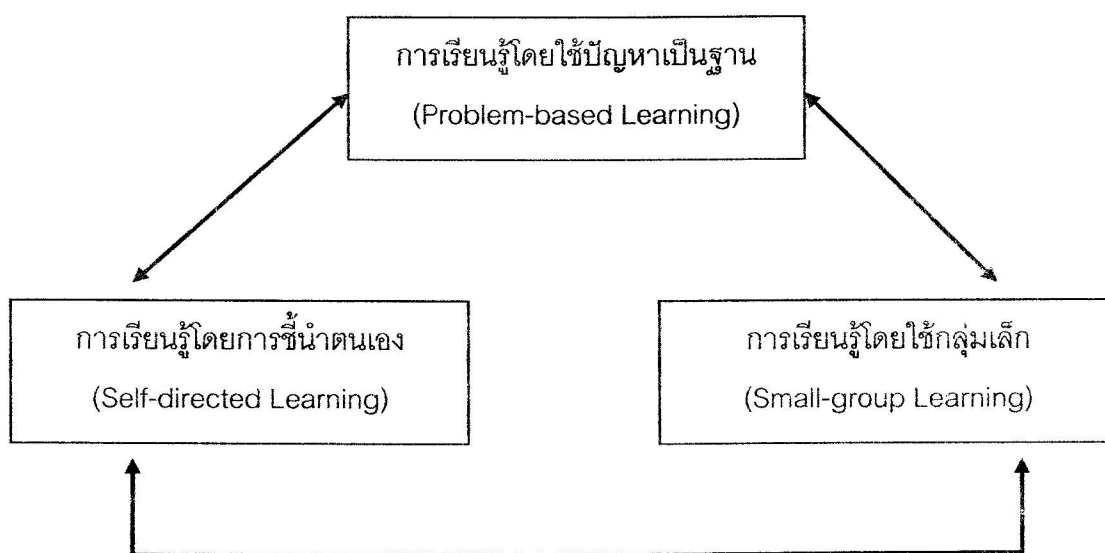
1. เป็นการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ
2. ใช้กระบวนการเรียนรู้โดยใช้กลุ่มเล็ก ในกลุ่มจะแบ่งหน้าที่อย่างชัดเจนสำหรับทุกคน
3. ครูมีหน้าที่ในการจัดเตรียมสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ให้กับนักเรียน และเปลี่ยนบทบาทของครูจากเป็นผู้ที่สอนโดยตรงเพียงคนเดียวมาเป็นผู้อำนวยความสะดวกหรือผู้ให้คำแนะนำ ครูจะให้อิสระกับนักเรียนในการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง
4. ใช้ปัญหาเป็นจุดตั้งต้นของการเรียนรู้ ปัญหาจะเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้ ซึ่งปัญหาที่ใช้จะมีลักษณะคลุมเครือ ไม่ชัดเจน มีความสัมพันธ์กับชีวิตจริงของนักเรียน เป็นปัญหาปลายเปิดที่อาจจะมีคำตอบหลายคำตอบหรือมีวิธีการแก้ปัญหาได้หลายทาง
5. นักเรียนเป็นผู้สร้างองค์ความรู้จากการแก้ปัญหาด้วยตนเอง นักเรียนจะต้องมีความรับผิดชอบและใฝ่เรียนรู้อยู่เสมอ
6. เน้นกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียน นักเรียนจะต้องอาศัยทักษะกระบวนการทางการเรียนรู้ ได้แก่ ทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการให้เหตุผล ทักษะการสื่อสารและทักษะการเชื่อมโยง และทักษะการประเมินผลการเรียนรู้ ซึ่งจะพัฒนาให้ผู้เรียนเป็นผู้ที่สามารถเรียนรู้โดยการชี้นำตนเองได้
7. บูรณาการสิ่งที่เรียนรู้ในศาสตร์ต่างๆ เข้าด้วยกันและเชื่อมโยงไปสู่ชีวิตจริง เป็นการเรียนรู้ที่ผสมผสานระหว่างภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ
8. การประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนจะประเมินผลตามสภาพจริง โดยดูจากความสามารถในการปฏิบัติงานควบคู่ไปกับการประเมินผลงานในขั้นตอนสุดท้าย โดยนักเรียนและเพื่อนๆ จะมีส่วนร่วมในการประเมินผลการเรียนรู้ด้วย นอกจากนี้ครูเองก็จะประเมินตนเองในด้านบทบาทของตนที่ส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียนและทำหน้าที่ในการประเมินผลปัญหาว่ามีประสิทธิภาพมากพอที่จะส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียนหรือไม่

1.4 กลไกพื้นฐานของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

จากความหมายและลักษณะของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน จะพบว่าสิ่งสำคัญที่ต้องคำนึงถึงคือการให้นักเรียนได้ผ่านกลไกอย่างครบถ้วน 3 ประการ คือ

1. การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
2. การเรียนรู้โดยการชี้นำตนเอง
3. การเรียนรู้โดยใช้กลุ่มเล็ก

ในกระบวนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน กับปัญหาหนึ่งๆ จะเน้นที่ให้นักเรียนใช้กระบวนการเรียนรู้โดยใช้กลุ่มเล็กเป็นเครื่องกำหนดทิศทางของการเรียนรู้ การเรียนรู้ที่เกิดขึ้นภายในกลุ่มเพื่อแก้ปัญหาที่กลุ่มจะเป็นผู้กำหนดทิศทางของการเรียนรู้โดยตัวเอง นั่นคือกลุ่มใช้การเรียนรู้โดยการชี้นำตนเอง กลไกทั้งสามนี้จะมีความสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิดและจะเกิดขึ้นทุกขณะที่ผู้เรียนดำเนินการเรียนรู้ ดังภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 1 แสดงความสัมพันธ์ของกลไกการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
(พิชากร แปลงประสพโชค. ม.ป.ป.)

การเรียนรู้โดยการชี้นำตนเอง

เป็นกระบวนการของเอกัตบุคลที่ต้องการการมีส่วนร่วมอย่างแข็งขันของผู้เรียน โดยไว้วางใจ ในความสามารถของผู้เรียนว่าสามารถหาทางเลือกและตัดสินใจในการเรียนรู้ได้ เน้นการเรียนรู้โดยประสบการณ์ เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนมีเสรีภาพในการใช้ความรู้ความสามารถในการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง โดยผู้เรียนจะต้องรับผิดชอบทั้งในด้านการกำหนดการดำเนินการของตน คัดเลือกประสบการณ์เรียนรู้ด้วยตนเอง และการประเมินผลตนเองตลอดจนการวิพากษ์วิจารณ์งานของตนเองด้วย ผู้สอนคือผู้สนับสนุนส่งเสริมช่วยเหลือมากกว่าเป็นผู้นำข้อมูลความรู้มาให้นักเรียน ผู้สอนเป็นทรัพยากรทางการเรียนรู้หนึ่งของผู้เรียน แม้ว่าผู้สอนจะเป็นผู้ออกแบบการเรียนรู้ก็ตาม ผู้เรียนก็มีทางเลือกของตนเองหรือมีกิจกรรมเพิ่มเติมได้และเลือกสถานที่

ที่จะเรียนรู้ได้เอง เช่น ที่บ้าน ห้องสมุดหรือที่อื่นๆตามสะดวก ทำให้การเรียนรู้เกิดขึ้นได้ทุกที่ทุกเวลา และควบคุมเวลาในการเรียนรู้โดยผู้เรียนเอง (พวงรัตน์ บุญญานุรักษ์; และ Majumdar. 2544 : 66-70)

การเรียนรู้โดยใช้กลุ่มเล็ก

เป็นการเรียนรู้ที่อาศัยการทำงานเป็นทีม ในกลุ่มจะมีสมาชิกในกลุ่ม 3 – 6 คน ในกรณีที่มีทรัพยากรการเรียนรู้จำกัดกลุ่มอาจจะใหญ่ขึ้น ในกลุ่มจะประกอบด้วย ประธาน รองประธาน เลขานุการ สมาชิกในกลุ่มคนอื่นจะมีหน้าที่ความรับผิดชอบที่ชัดเจน มีงานวิจัยพบว่ากลุ่มที่มีประธานอ่อนแอจะไม่สามารถนำกลุ่มไปสู่วัตถุประสงค์ของกลุ่มได้ การเรียนรู้โดยใช้กลุ่มเล็กจะทำให้ผู้เรียนพัฒนาลักษณะนิสัยของการเรียนรู้ด้วยตนเองและนำตนเองได้ พัฒนาทักษะของการแสดงออกด้วยตนเอง มีทักษะการคิดวิจารณ์ ประเมินความเชื่อด้วยตนเอง พัฒนาการยอมรับฟังความคิดเห็นจากผู้อื่น และเกิดทักษะของการสะท้อนตนเองและประเมินตนเอง เพื่อให้การเรียนรู้โดยใช้กลุ่มเล็กในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีประสิทธิภาพนั้น ผู้สอนจะต้องมีความเข้าใจกลไกและพฤติกรรมกลุ่มและจะนำไปใช้ในสถานการณ์เพื่อสร้างการเรียนรู้ได้อย่างไร ดังนั้นก่อนที่จะใช้การเรียนรู้โดยใช้กลุ่มเล็ก ผู้สอนมีความรับผิดชอบที่จะต้องประมณิเทศผู้เรียนเกี่ยวกับมโนคติของกระบวนการกลุ่ม บทบาทและความรับผิดชอบของผู้นำกลุ่มและสมาชิกกลุ่มภายในกลุ่ม การเรียนรู้โดยใช้กลุ่มเล็กนี้ทั้งผู้สอนและผู้เรียนจะต้องกระตือรือร้น กระฉับกระเฉงและมีความรับผิดชอบในฐานะผู้ร่วมกิจกรรมในกระบวนการเรียนรู้ (พวงรัตน์ บุญญานุรักษ์; และ Majumdar. 2544 : 77-90; สุริมาศ ธนพฤฒินิธิ. 2540 : 15-18)

การเรียนรู้โดยใช้กลุ่มเล็กในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานนั้นเป็นการทำงานร่วมกันเป็นทีม โดยใช้ปัญหาเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้ ปัญหาจะกระตุ้นให้กลุ่มได้ดำเนินการเรียนรู้โดยการชี้นำตนเองในการกำหนดทิศทางของการเรียนรู้เพื่อแก้ปัญหา

1.5 ลักษณะของปัญหาในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ปัญหาในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นสิ่งที่สำคัญมากเพราะเป็นตัวกระตุ้นการเรียนรู้ของนักเรียนเป็นอันดับแรก โดยมีผู้เสนอแนวคิดต่อลักษณะของปัญหาที่ดีในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานไว้ดังนี้

ธนวัฒน์ สุวรรณจรัส (2546 : 7) ได้กล่าวถึงลักษณะของปัญหาหรือกรณีศึกษาที่ดี ดังนี้

1. เป็นปัญหาที่ไม่ค่อยชัดเจน(ill-define problem) สร้างให้เกิดคำถามในใจแก่นักเรียน
2. เป็นปัญหาที่ต้องการทักษะและความรู้ใหม่มาแก้ปัญหาหรือหาคำตอบ
3. สามารถนำพานักเรียนไปสู่จุดมุ่งหมายของการเรียนรู้ได้

4. สัมพันธ์กับนักเรียนที่สามารถพบได้ในชีวิตจริง

5. สัมพันธ์กับพื้นฐานของนักเรียนอย่างเหมาะสม

ศูนย์การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Center for Problem-Based Learning) ของมหาวิทยาลัยอิลลินอยส์ (Illinois University) สหรัฐอเมริกา (Torp; & Sage. 1998 : 33–43 ; citing Illinois Problem-Based Learning Network. 1996 : unpage) ได้เสนอลักษณะของปัญหาที่ใช้ในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ดังนี้

1. เป็นปัญหาที่มีสมบัติที่ยุ่งเหยิงและมีความซับซ้อน
2. เป็นปัญหาที่ต้องการ การสำรวจ การค้นคว้า และการรวบรวมข้อมูล
3. เป็นปัญหาที่ต้องมีการทดลองดูก่อน นั่นคือเป็นปัญหาที่ไม่สามารถหาคำตอบได้ทันที

ทันทีจะต้องใช้การตรวจสอบก่อน

4. มีคำตอบหลายคำตอบ ไม่สามารถใช้สูตรใดสูตรหนึ่งหาคำตอบได้ทันที

สรุปแล้วลักษณะของปัญหาต้องเป็นสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริงให้มากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ ควรมีความคลุมเครือ ไม่ชัดเจนทำให้นักเรียนต้องใช้ความคิดมากๆ คำตอบของปัญหาจะมีหลายคำตอบ วิธีแก้ปัญหาไม่สามารถทำนายได้อย่างรวดเร็วว่าใช้ความรู้อะไร ยุทธวิธีอะไรและผลออกมาเป็นเช่นไร ซึ่งนักเรียนจะต้องอาศัยการสำรวจ ค้นคว้า รวบรวมข้อมูลเข้าช่วย

1.6 ขั้นตอนการสร้างปัญหาในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน สิ่งที่สำคัญคือปัญหาเพราะปัญหาเป็นตัวกระตุ้นอันดับแรกในการเรียนรู้ จากลักษณะของปัญหาที่กล่าวมาแล้ว จึงต้องสร้างปัญหาสำหรับการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพ โดยพิจารณาจากตัวนักเรียนในด้านความสามารถส่วนบุคคล ประสบการณ์และความสนใจ ปัญหาที่สร้างขึ้นจะต้องมีความสำคัญต่อนักเรียน ปัญหาจะต้องบูรณาการระหว่างศาสตร์ต่างๆ ทักษะที่ต้องการให้นักเรียนเกิดและชีวิตจริงเข้าด้วยกัน นอกจากนี้ยังต้องพิจารณาสิ่งแวดล้อมในการเรียนรู้ทั้งที่อยู่ในโรงเรียนและนอกโรงเรียนด้วย ในการสร้างปัญหาอาจจะสร้างขึ้นจากครูเพียงคนเดียวหรือการร่วมมือทำกันเป็นทีมของครูก็ได้แต่จะต้องสร้างอย่างมีขั้นตอนชัดเจน มีผู้ให้แนวคิดในการสร้างปัญหาสำหรับใช้เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานดังนี้

ดีไลเซล (Delisle. 1997 : 18–25) ได้เสนอขั้นตอนในการสร้างปัญหาดังนี้

ขั้นที่ 1 เลือกเนื้อหาและทักษะ โดยจะพิจารณาจากหลักสูตรที่แต่ละโรงเรียนสร้างไว้ คู่มือการเรียนรู้ที่คาดหวังเป็นอย่างไร ทักษะที่ต้องการให้นักเรียนเกิด และเวลาที่ใช้ในการเรียนรู้ในเนื้อหานั้น

ขั้นที่ 2 กำหนดแหล่งข้อมูล เมื่อเลือกเนื้อหาและทักษะแล้วก่อนที่จะเขียนปัญหา ครูจะต้องกำหนดแหล่งข้อมูลที่เพียงพอสำหรับการแก้ปัญหา ก่อน แหล่งข้อมูลจะต้องมีความหลากหลาย ทั้งที่อยู่ในชั้นเรียน ในและนอกโรงเรียนมากพอที่จะช่วยนักเรียนหากนักเรียนเกิดการชะงักในการเรียนรู้ แหล่งข้อมูลที่ครูกำหนดขึ้นนั้นครูจะต้องเช็ก่อนว่ามีอยู่ที่ใดบ้าง เช่น ในห้องสมุด อินเทอร์เน็ต วีดีโอ เป็นต้น และครูเองจะต้องตระหนักว่าตนเองก็เป็นแหล่งข้อมูลหนึ่งของนักเรียนด้วย

ขั้นที่ 3 เขียนปัญหา เมื่อครูกำหนดเนื้อหาความรู้ ทักษะและแหล่งข้อมูลที่จำเป็นแล้ว ขั้นต่อไปก็เขียนปัญหา โดยปัญหาจะต้องเป็นข้อความที่มีลักษณะดังนี้

- พัฒนาขึ้นมาได้อย่างเหมาะสม สามารถพัฒนาสติปัญญาและอารมณ์ทางสังคมได้
- มีพื้นฐานมาจากประสบการณ์ของนักเรียน ปัญหาจะต้องสอดคล้องกับชีวิตจริงของนักเรียน
- มีหลักสูตรเป็นพื้นฐาน ปัญหาควรส่งเสริมทั้งด้านความรู้ในเนื้อหาและด้านทักษะ

- ใช้การเรียนการสอนด้วยวิธีที่หลากหลาย

- มีโครงสร้างของปัญหาไม่ค่อยดี เช่น มีปัญหาย่อยที่ซ่อนอยู่ในปัญหาหลัก มีคำหรือข้อความที่นิยามไม่ชัดเจน ที่นักเรียนจะต้องใช้การค้นคว้าข้อมูลเพื่อตรวจสอบดูความเป็นไปได้ของคำตอบซึ่งมีมากกว่าหนึ่งคำตอบ

ขั้นที่ 4 เลือกกิจกรรมการเรียนการสอน เมื่อเขียนปัญหาขึ้นมาครูจะต้องเลือกกิจกรรมการเรียนการสอน ที่ดำเนินตามแล้วนักเรียนสามารถเห็นแนวทางการแก้ปัญหาได้ กิจกรรมการเรียนการสอนที่สร้างขึ้นจะต้องมีความสอดคล้องกับชีวิตจริงของนักเรียนสามารถพัฒนาทักษะทางการเรียนรู้ให้เกิดขึ้นกับนักเรียนขณะที่ดำเนินกิจกรรมนั้นด้วย

ขั้นที่ 5 สร้างคำถาม คำถามที่สร้างขึ้นสำหรับช่วยนักเรียนในการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน คำถามที่ตั้งจะสัมพันธ์กับกิจกรรมการเรียนการสอนแต่ละขั้นตอน สามารถกระตุ้นนักเรียนให้สนใจในงานที่กำลังทำอยู่และมองเห็นแนวทางในการดำเนินกิจกรรมเพื่อการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 6 กำหนดวิธีการประเมินผล การประเมินผลจะเน้นทั้งในด้านทักษะและด้านความรู้ในเนื้อหาไปพร้อมกัน และการประเมินผลจะต้องเป็นการประเมินผลตามสภาพจริง

พิชากร แผลงประสพโชค (ม.ป.ป.) ได้กล่าวว่า การเตรียมปัญหาในการเรียนการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐานนั้นจะต้องคำนึงถึงหลักเกณฑ์พื้นฐานของกระบวนการเรียนรู้ ซึ่งมีลักษณะพื้นฐานสำคัญดังนี้

1. สิ่งที่ยื่นให้ผู้เรียน (Input) คือปัญหา ซึ่งเปรียบเสมือนการทำทนายให้ผู้เรียนก้าวไปสู่สถานการณ์ที่ผู้เรียนอาจมีความคุ้นเคยหรือไม่ก็ตาม แต่ก็จะต้องตระหนักในความจำเป็นที่ต้องเข้าใจปัญหานั้น

2. กระบวนการ (Process) จากปัญหาที่ผู้เรียนได้มา จะนำผู้เรียนเข้าสู่กระบวนการที่ต้องตั้งสมมุติฐาน วิเคราะห์ อภิปราย ฯลฯ เพื่อหาแนวทางการแก้ปัญหา ทั้งนี้โดยเริ่มจากการอาศัยความรู้เดิมที่มีอยู่ค่อนข้างจำกัดเป็นฐานก่อน

3. สิ่งที่เกิดคาดหวัง (Outcome) เป็นสิ่งที่เกิดขึ้นกับผู้เรียนเมื่อผ่านกระบวนการดังกล่าวมีดังต่อไปนี้

- กำหนดการเรียนรู้ขั้นต่อไปที่จำเป็นต่อความเข้าใจปัญหา
- เสนอแนะแนวทางในการรวบรวมข้อมูลมาเพิ่มเติมในการแก้ปัญหา
- พิจารณาหาแนวทางแก้ปัญหาอย่างมีเหตุผล
- การประสานสัมพันธ์ความรู้ที่ได้รับจากการค้นคว้า

จากหลักเกณฑ์พื้นฐานของกระบวนการเรียนรู้ ในการสร้างปัญหาจึงต้องนำมาพิจารณา รวมด้วย ซึ่งกระบวนการในการสร้างปัญหามีขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดกรอบการเรียนรู้ (Planning the Block)

ขั้นแรกในการกำหนดกรอบการเรียนรู้ คือการกำหนดประสบการณ์การเรียนรู้ ในหลักสูตรหรือสาขาวิชาใดก็ตาม สิ่งสำคัญที่ต้องกำหนดคือ

1. วัตถุประสงค์ (Objectives) คือการกำหนดขอบเขตว่าต้องการให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้านใดบ้าง ซึ่งโดยปกติวัตถุประสงค์ทางการศึกษา ที่จะต้องคำนึงถึงมี 3 ด้านคือ ด้านความรู้ (Knowledge หรือ Cognitive) ด้านเจตคติ (Attitude หรือ Affective) และด้านทักษะ (Practice หรือ Psychomotor)

2. กำหนดแนวความคิด (Concept) หรือหลักเกณฑ์พื้นฐาน (Basic Principles) ที่ผู้เรียนควรจะต้องเรียนรู้เพื่อให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้

ขั้นที่ 2 กำหนดปัญหา (Planning the problem)

การกำหนดปัญหาจะต้องกำหนดให้สอดคล้องกับแนวความคิดที่คาดหวังไว้ว่าผู้เรียนควรจะเรียนรู้

ขั้นที่ 3 กำหนดแผนการอภิปราย (Planning the Discussion)

คือการสร้างคำถามเพื่อให้ผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความคิดไปยังแนวความคิดที่ต้องการได้ ซึ่งจะได้รูปแบบดังนี้

ตาราง 1 รูปแบบของแผนการอภิปราย

ปัญหา (Problem)	คำถาม (Question)	แนวความคิด (Concept)

ขั้นที่ 4 จัดเตรียมแหล่งข้อมูล (Preparation of Resource)

ในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานจะไม่มีการถ่ายทอดความรู้จากผู้สอนโดยตรง แต่ผู้เรียนจะเป็นผู้แสวงหาความรู้เอง ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการเตรียมแหล่งที่ให้ข้อมูลไว้ให้ผู้เรียน ซึ่งจำแนกได้เป็น 2 อย่างคือ แหล่งข้อมูลที่เป็นบุคคลที่จะให้ความรู้ และแหล่งข้อมูลที่เป็นวัสดุทางการเรียนที่ผู้เรียนสามารถค้นคว้าได้ เช่นตำรา เอกสารต่างๆ อินเทอร์เน็ต เทป วิดีโอ เป็นต้น

ขั้นที่ 5 กำหนดแผนการประเมินผล (Planing the Assessment)

การประเมินผลผู้เรียนแบ่งเป็น 2 แบบ คือ

1. การประเมินผลเพื่อบอกความก้าวหน้าของผู้เรียน (Formative Assessment)

พิจารณา 2 อย่าง คือ

- 1.1 ดูความสอดคล้องระหว่างข้อมูลที่หามาได้กับปัญหาที่เรียน
- 1.2 ดูการประยุกต์ความรู้ที่ได้ในการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้อง

2. การประเมินผลรวมในการนำไปใช้ในสถานการณ์จริงต่อไป (Summative

Assessment)

จากขั้นตอนการสร้างปัญหาข้างต้น ผู้วิจัยได้สรุปขั้นตอนในการสร้างปัญหาเพื่อนำไปใช้สำหรับงานวิจัยดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดกรอบของปัญหา ได้แก่ การเลือกเนื้อหาสาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้เพื่อกำหนดขอบเขตว่าต้องการให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้จะไปใน 3 ด้าน

ได้แก่ด้านความรู้ ด้านเจตคติและด้านทักษะกระบวนการ และความคิดรวบยอดหรือหลักเกณฑ์ พื้นฐานที่นักเรียนต้องเรียนรู้เพื่อให้บรรลุตามจุดประสงค์การเรียนรู้ที่วางไว้

ขั้นที่ 2 กำหนดและสร้างปัญหา ที่สอดคล้องกับความคิดรวบยอดที่คาดหวังไว้ว่า นักเรียนควรจะเรียนรู้ เมื่อครูเขียนปัญหาเสร็จแล้วครูลงดำเนินการเรียนรู้ตามขั้นตอนการเรียนรู้ด้วย เพื่อให้มองเห็นถึงความเป็นไปได้ในการหาคำตอบ คำตอบที่ได้มีอะไรบ้าง มีวิธีใดบ้างที่สามารถนำมาแก้ปัญหา ความรู้ใดบ้างที่เป็นฐานในการแก้ปัญหาและหาได้จากแหล่งข้อมูลใด นั่นคือครูจะสมมุติบทบาทเป็นผู้เรียน เพื่อพิจารณาประสิทธิภาพของปัญหาและช่วยให้สามารถมองเห็นภาพรวมการเรียนรู้ของนักเรียนที่สามารถนำไปเป็นแนวทางในการกำหนดกิจกรรมการเรียนการสอนและวิธีการประเมินผล

ขั้นที่ 3 สร้างคำถามและออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ คำถามที่สร้างนี้สำหรับครูใช้กระตุ้นนักเรียนให้เกิดการคิดไปสู่แนวความคิดรวบยอดที่ต้องการ โดยใช้รูปแบบเช่นเดียวกับตาราง 1

ขั้นที่ 4 กำหนดแหล่งข้อมูลสำหรับให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าและเรียนรู้โดยการชี้นำตนเอง

ขั้นที่ 5 กำหนดการประเมินผล โดยพิจารณาทั้งด้านความรู้และด้านทักษะ ในด้านความรู้จะพิจารณาจากความสอดคล้องระหว่างข้อมูลที่หามากับปัญหาที่ให้และดูการประยุกต์ความรู้ที่ได้ในการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้อง ในด้านทักษะจะพิจารณาจากการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อแก้ปัญหา

1.7 ขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

มีผู้ได้กำหนดขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ไว้ดังนี้

ดีไลเชิล (Delisle. 1997 : 26-36) ได้กำหนดขั้นตอนในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นเชื่อมโยงปัญหา(Connecting with the problem) เป็นขั้นตอนในการสร้างปัญหา เพราะในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ผู้เรียนจะต้องมีความรู้เกี่ยวกับปัญหานั้นมีความสำคัญต่อตนก่อน ครูควรเลือกหรือออกแบบปัญหาให้สอดคล้องกับผู้เรียน ดังนั้นในขั้นนี้ครูจะสำรวจประสบการณ์ ความสนใจ ของผู้เรียนแต่ละบุคคลก่อนเพื่อเป็นแนวทางในการเลือกหรือออกแบบปัญหา โดยครูอาจจะยกประเด็นที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้นมาร่วมกันอภิปรายก่อน แล้วครูและนักเรียนช่วยกันสร้างปัญหาที่ผู้เรียนสนใจขึ้นมา เพื่อนำไปเป็นปัญหาสำหรับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ประเด็นที่ครูยกมานั้นจะต้องเป็นประเด็นที่มีความสัมพันธ์กับความรู้ในเนื้อหาวิชา และทักษะที่ต้องการให้นักเรียนได้รับด้วย

ขั้นที่ 2 ขั้นจัดโครงสร้าง (Setting up the Structure) ประกอบด้วย แนวความคิดต่อปัญหา (Ideas) ข้อเท็จจริงจากปัญหา (Facts) สิ่งที่ต้องเรียนรู้เพิ่มเติม (Learning Issues) และ แผนการเรียนรู้ (Action Plan) โดยเสนอให้เป็นรูปตารางเพื่อจะให้เห็นความสัมพันธ์กันแต่ละหัวข้อ ดังนี้

ตาราง 2 แสดงโครงสร้างของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

แนวความคิดต่อปัญหา (Ideas)	ข้อเท็จจริงจากปัญหา (Facts)	สิ่งที่ต้องเรียนรู้เพิ่มเติม (Learning Issues)	แผนการเรียนรู้ (Action Plan)

ขั้นที่ 3 ขั้นเข้าพบปัญหา (Visiting the Problem) ในขั้นนี้ผู้เรียนจะใช้กระบวนการกลุ่มในการสำรวจปัญหาตามโครงสร้างของการเรียนรู้ในขั้นที่ 2 คือนักเรียนในกลุ่มจะร่วมกันเสนอแนวคิดต่อปัญหา ว่ามีแนวทางเป็นไปได้หรือไม่ในการแก้ปัญหา จะแก้ปัญหานั้นด้วยวิธีใด ความรู้อะไรที่จะนำมาเป็นฐานของการแก้ปัญหา จากนั้นนักเรียนในกลุ่มจะรวมอภิปรายถึงข้อเท็จจริงที่โจทย์กำหนดมาให้ แล้วกำหนดสิ่งที่จะต้องเรียนรู้เพิ่มเติม เพื่อจะได้นำมาเป็นฐานความรู้ในการแก้ปัญหา พร้อมทั้งกำหนดวิธีการหาความรู้และแหล่งทรัพยากรของความรู้ด้วย ในแต่ละหัวข้อจะเขียนลงในตาราง 2 โดยเขียนเรียงเป็นข้อ ในข้อหนึ่งๆจะเขียนแต่ละสมมติให้สัมพันธ์กัน เมื่อกลุ่มกำหนดทุกหัวข้อเสร็จแล้วกลุ่มจะมอบหมายให้สมาชิกในกลุ่มไปศึกษาค้นคว้าตามแผนการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ แล้วนำความรู้ที่ไปศึกษามารายงานต่อกลุ่ม ทำเช่นนี้เรื่อยๆจนได้ความรู้เพียงพอสำหรับการแก้ปัญหา ในขั้นนี้ผู้เรียนมีอิสระในการกำหนดในแต่ละหัวข้อ ครูเพียงแต่สังเกตและอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้เท่านั้น

ขั้นที่ 4 ขั้นเข้าพบปัญหาอีกครั้ง (Revisiting the Problem) เมื่อกลุ่มได้ไปศึกษาความรู้ตามแผนการเรียนรู้แล้ว กลุ่มก็จะร่วมกันสังเคราะห์ความรู้ที่ได้มานั้นว่าเพียงพอที่จะแก้ปัญหานั้นหรือไม่ ถ้าความรู้ที่ได้มานั้นไม่เพียงพอกลุ่มก็จะกำหนดสิ่งที่จะต้องเรียนรู้เพิ่มเติมและแผนการเรียนรู้อีกครั้ง แล้วทำตามแผนการเรียนรู้จนกว่าจะได้ความรู้ที่จะสามารถนำไปแก้ปัญหานั้นได้ ในขั้นตอนนี้

นักเรียนในกลุ่มต้องใช้การวิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูลที่ได้มาจากการศึกษาตามแผนการเรียนรู้ ทำให้ผู้เรียนพัฒนาความสามารถในการสื่อสาร การพูด การวิเคราะห์ และสังเคราะห์ข้อมูล

ขั้นที่ 5 ขั้นผลิตผลงาน (Producing a Product or Performance) ในขั้นนี้ผู้เรียนจะใช้ความรู้ที่ได้ศึกษามาแก้ปัญหาหรือสร้างผลผลิตขั้นสุดท้ายของการเรียนรู้ และนำเสนอผลผลิตนั้นให้ชั้นเรียนได้ทราบผลด้วยกัน

ขั้นที่ 6 ขั้นประเมินผลงานและปัญหา (Evaluating Performance and the Problem) ในการประเมินผลงานของนักเรียนทั้งครูและผู้เรียนจะมีความรับผิดชอบร่วมกัน ในการประเมินจะประเมินด้านความรู้ ทักษะด้านการเรียนรู้ได้แก่การแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร และทักษะทางด้านสังคมได้แก่การทำงานร่วมกันเป็นทีม นอกจากนี้ที่จะประเมินนักเรียนแล้วครูยังต้องประเมินปัญหาที่ใช้ในการเรียนรู้ด้วยว่ามีประสิทธิภาพหรือไม่

ศูนย์การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Center for Problem-Based Learning) ของมหาวิทยาลัยอิลลินอยส์ (Illinois University) สหรัฐอเมริกา (Torp; & Sage. 1998 : 33-43 ; citing Illinois Problem-Based Learning Network. 1996 : unpage) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นเตรียมความพร้อมของผู้เรียน ในขั้นนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อเตรียมให้ผู้เรียนมีความพร้อมในการเป็นผู้เผชิญกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ซึ่งการเตรียมความพร้อมนี้ขึ้นอยู่กับอายุ ความสนใจ ภูมิหลังของผู้เรียน ในการเตรียมความพร้อมนี้จะให้ผู้เรียนได้อภิปรายเกี่ยวเนื่องถึงเรื่องที่จะสอนอย่างกว้างๆ ซึ่งจะต้องตระหนักว่าการเตรียมความพร้อมนี้ไม่ใช่การสอนเนื้อหา ก่อน เพราะการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานต่างจากการเรียนรู้แบบอื่นตรงที่ความรู้หรือทักษะที่ผู้เรียนได้รับจะเป็นผลมาจากการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 2 ขั้นพบกับปัญหา ในขั้นนี้มีจุดมุ่งหมายสนับสนุนให้ผู้เรียนกำหนดบทบาทของตนในการแก้ปัญหาและกระตุ้นให้ผู้เรียนต้องการที่จะแก้ปัญหา ซึ่งครูอาจจะใช้คำถามในการกระตุ้นให้นักเรียนได้อภิปรายและเสนอความคิดเห็นต่อปัญหา เพื่อมองเห็นถึงความเป็นไปได้ในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ขั้นนิยามว่า เรารู้อะไร (What We Know), เราจำเป็นต้องรู้อะไร (What We Need to Know) และแนวคิดของเรา (Our Ideas) ในขั้นนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาสิ่งที่ตนรู้ อะไรที่จำเป็นต้องรู้ และแนวคิดอะไรที่ได้จากสถานการณ์ปัญหา ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พิจารณาถึงความรู้ที่ตนเองมีที่เกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหาและเตรียมให้ผู้เรียนพร้อมที่จะรวบรวมข้อมูลเพื่อนำไปแก้ปัญหา ในขั้นนี้ผู้เรียนจะทำความเข้าใจปัญหาและพร้อมที่จะสำรวจ ค้นคว้าหาความรู้เพื่อการแก้ปัญหา ครูจะให้นักเรียนได้กำหนดสิ่งที่ตนรู้จากสถานการณ์ปัญหา สิ่งที่ต้อง

เรียนรู้เพิ่มเติมที่จะมาส่งเสริมให้สามารถแก้ปัญหาได้ ซึ่งจะระบุแหล่งข้อมูลสำหรับค้นคว้าและแนวคิดในการแก้ปัญหา โดยเขียนลงในตารางอย่างสัมพันธ์กันทั้ง 3 สดมภ์ดังนี้

ตาราง 3 รูปแบบการบันทึกสิ่งที่รู้ สิ่งที่ต้องรู้เพิ่มเติมและแนวคิดจากสถานการณ์ปัญหา

สิ่งที่รู้	สิ่งที่จำเป็นต้องรู้	แนวคิด

ขั้นที่ 4 ขั้นกำหนดปัญหา จุดมุ่งหมายในขั้นนี้เพื่อสนับสนุนให้ผู้เรียนกำหนดปัญหาที่แท้จริงจากสถานการณ์ที่ได้เผชิญ และกำหนดเงื่อนไขที่ขัดแย้งกับเงื่อนไขที่ปรากฏในสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ซึ่งจะช่วยให้ได้คำตอบของปัญหาที่ดี

ขั้นที่ 5 ขั้นการค้นคว้า รวบรวมข้อมูลและเสนอข้อมูล ผู้เรียนจะช่วยกันค้นคว้าข้อมูลที่จำเป็นต้องรู้จากแหล่งข้อมูลที่กำหนดไว้แล้วนำข้อมูลเหล่านั้นมาเสนอต่อกลุ่มให้เข้าใจตรงกัน จุดมุ่งหมายในขั้นนี้ประการแรกเพื่อสนับสนุนให้ผู้เรียนวางแผนและดำเนินการรวบรวมข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพ พร้อมทั้งเสนอข้อมูลนั้นต่อกลุ่ม ประการที่สองเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนเข้าใจว่าข้อมูลใหม่ที่ค้นคว้ามามีทำให้เข้าใจปัญหาอย่างไรและจะประเมินข้อมูลใหม่เหล่านั้นว่าสามารถช่วยเหลือให้เข้าใจปัญหาได้อย่างไรด้วย ประการที่สามเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความสามารถทางการสื่อสารและการเรียนรู้แบบร่วมมือ ซึ่งช่วยให้การแก้ปัญหามีประสิทธิภาพ

ขั้นที่ 6 ขั้นการหาคำตอบที่เป็นไปได้ จุดมุ่งหมายในขั้นนี้เพื่อให้ผู้เรียนได้เชื่อมโยงระหว่างข้อมูลที่ค้นคว้ามากับปัญหาที่กำหนดไว้แล้วแก้ปัญหาบนฐานข้อมูลที่ค้นคว้ามานี้ เนื่องจากปัญหาที่ใช้ในการเรียนรู้สามารถมีคำตอบได้หลายคำตอบ ดังนั้นในขั้นนี้ผู้เรียนจะต้องค้นหาคำตอบที่สามารถเป็นไปได้ให้มากที่สุด

ขั้นที่ 7 ขั้นการประเมินค่าของคำตอบ จุดมุ่งหมายในขั้นนี้เพื่อสนับสนุนให้ผู้เรียนทำการประเมินค่าสิ่งที่มาช่วยในการแก้ปัญหา(ข้อมูลที่ค้นคว้ามานี้)และผลของคำตอบที่ได้ในแต่ละปัญหาว่าทำให้เรียนรู้อะไร ซึ่งนักเรียนจะแสดงผลและร่วมกันอภิปรายในกลุ่มโดยใช้ข้อมูลที่ค้นคว้ามานี้เป็นพื้นฐาน

ขั้นที่ 8 ขั้นการแสดงคำตอบและการประเมินผลงาน ในขั้นนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อสนับสนุนให้ผู้เรียนเชื่อมโยงและแสดงถึงสิ่งที่ผู้เรียนได้เรียนรู้ ได้ความรู้มาอย่างไรและทำไมความรู้นั้นถึงสำคัญ ในขั้นนี้นักเรียนจะเสนอผลงานออกมาที่แสดงถึงกระบวนการเรียนรู้ตั้งแต่ต้นจนได้คำตอบของปัญหา ซึ่งเป็นการประเมินผลงานของตนเองและกลุ่มไปด้วย

ขั้นที่ 9 ขั้นตรวจสอบปัญหาเพื่อขยายการเรียนรู้ ในขั้นนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อให้ผู้เรียนร่วมกันกำหนดสิ่งที่ต้องการเรียนรู้ต่อไป นักเรียนจะพิจารณาจากปัญหาที่ได้ดำเนินการไปแล้วว่ามีประเด็นอะไรที่ตนสนใจอยากเรียนรู้อีก เพราะในขณะดำเนินการเรียนรู้นักเรียนอาจจะมีสิ่งที่อยากรู้ นอกจากที่ครูจัดเตรียมไว้ให้

จากขั้นที่ 1 ถึงขั้นที่ 9 การดำเนินการเรียนรู้จะดำเนินเป็นวงจร หากขั้นใดมีข้อสงสัยก็ย้อนกลับไปยังขั้นก่อนหน้านั้นได้และเมื่อจบการเรียนรู้จากปัญหาหนึ่งๆแล้ว จะกำหนดปัญหาใหม่ของการเรียนรู้จากขั้นที่ 9 ที่นักเรียนมีความต้องการเรียนรู้ และในแต่ละขั้นจะประกอบด้วยการประเมินผล การเรียนรู้ไปพร้อมด้วย

จากขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานข้างต้น ผู้วิจัยได้สรุปขั้นตอนการเรียนรู้ขึ้นใหม่เพื่อให้เหมาะสมกับการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ขั้นการจัดกลุ่ม อันดับแรกสมาชิกในกลุ่มทำความคุ้นเคยกัน สมาชิกในกลุ่มแนะนำตนเองบอกถึงความสามารถที่มี ความสนใจ และประสบการณ์ต่างๆ ที่จะมีประโยชน์ต่อกลุ่ม แล้วกลุ่มกำหนดบทบาทของสมาชิกในกลุ่มอย่างชัดเจน ในกลุ่มต้องมี ประธาน รองประธาน และ เลขานุการที่คอยจดบันทึกกิจกรรมภายในกลุ่ม ในขั้นนี้จะเป็นขั้นเริ่มต้นของการประเมินผล การดำเนินกิจกรรมของนักเรียนด้วย ซึ่งการประเมินผลจะดำเนินไปพร้อมกับทุกขั้นตอนของการเรียนรู้

ขั้นตอนที่ 2 ขั้นเชื่อมโยงปัญหาและระบุปัญหา ขั้นนี้ครูจะเสนอสถานการณ์ที่มีความสัมพันธ์กับเนื้อหาที่จะสอนและปัญหาที่จะใช้ในการกระตุ้นการเรียนรู้ ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อเตรียมความพร้อมให้กับนักเรียนก่อนที่จะเจอปัญหา เมื่อครูเสนอปัญหาให้แล้วสมาชิกในกลุ่มจะต้องเสนอแนวคิดต่อปัญหาในแง่ของแนวทางที่เป็นไปได้ในการแก้ปัญหาและกำหนดข้อเท็จจริงที่ปรากฏอยู่ในปัญหา หากในกลุ่มมีผู้ที่มีประสบการณ์สัมพันธ์กับปัญหานั้นต้องเสนอให้กลุ่มได้รับทราบ จากนั้นช่วยกันระบุดัวปัญหาย่อยและให้คำอธิบายของปัญหาย่อยทั้งหมด โดยสมาชิกในกลุ่มจะต้องมีความเข้าใจต่อปัญหาย่อยที่ถูกต้องตรงกัน การระบุดัวปัญหาย่อยจะต้องระบุเป็นข้อๆที่สามารถมองเห็นแนวทางของการแก้ปัญหาอย่อยนั้นได้อย่างชัดเจน ในปัญหาเริ่มต้นหนึ่งปัญหาที่ครูเสนอให้ อาจมีปัญหาย่อยออกมาอีกก็ได้ขึ้นอยู่กับการวิเคราะห์ปัญหาหรือมีความไม่เข้าใจอะไรตรงไหนของกลุ่ม

ขั้นตอนที่ 3 ขั้นการสร้างสมมุติฐาน เมื่อระบุปัญหาแล้วนักเรียนในกลุ่มก็จะร่วมกันวิเคราะห์ปัญหาย่อยแต่ละข้อและตั้งสมมุติฐานให้สอดคล้องกับปัญหาย่อยๆนั้น สมมุติฐานที่ตั้งมีลักษณะที่เป็นคำตอบของปัญหาย่อยๆที่ตั้งอยู่บนเหตุผลและความรู้ที่มีอยู่ก่อน

ขั้นตอนที่ 4 ขั้นเตรียมการ การศึกษาค้นคว้า ประกอบด้วย

1. กำหนดสิ่งที่ต้องเรียนรู้เพิ่มเติม เป็นการกำหนดว่าจะต้องค้นคว้าหาอะไร เพื่อที่จะสามารถนำสิ่งนั้นมาตรวจสอบสมมุติฐานที่ได้ตั้งไว้ เป็นการวางเป้าหมายของการเรียนรู้
2. สร้างแผนการเรียนรู้ เป็นกลวิธีที่ใช้ในการศึกษาสิ่งที่ต้องเรียนรู้เพิ่มเติม
3. กำหนดแหล่งข้อมูลที่สอดคล้องกับแผนการเรียนรู้

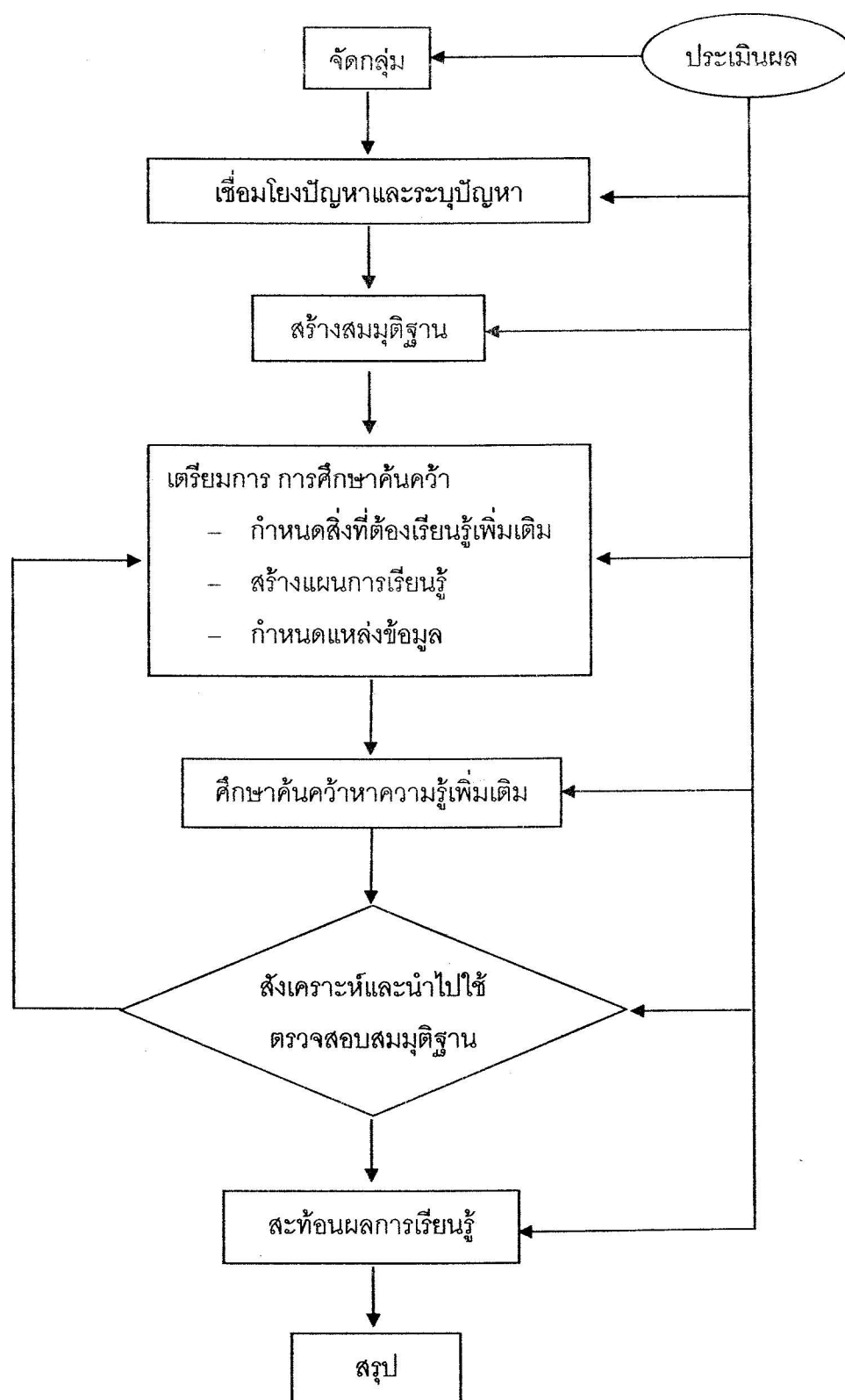
ขั้นตอนที่ 5 ขั้นการศึกษาค้นคว้า เมื่อเตรียมการการศึกษาค้นคว้าแล้ว สมาชิกแต่ละคนของกลุ่มจะมีหน้าที่ความรับผิดชอบในการแสวงหาข้อมูลเพิ่มเติมจากภายนอกกลุ่ม โดยสามารถหาได้จากแหล่งข้อมูลต่างๆ ที่ผู้วิจัยได้กำหนดไว้แล้ว ซึ่งการศึกษาค้นคว้าจะทำเป็นกลุ่มหรือเป็นรายบุคคลก็ได้ ในการศึกษาค้นคว้าสมาชิกในกลุ่มจะต้องศึกษาอย่างละเอียดให้เข้าใจสามารถอธิบายให้สมาชิกคนอื่นเข้าใจได้ โดยเลขานุการจดบันทึกสิ่งที่ศึกษาค้นคว่านั้นไว้ด้วย

ขั้นตอนที่ 6 ขั้นการสังเคราะห์ข้อมูลและนำไปใช้ในการตรวจสอบสมมุติฐาน ในขั้นนี้นักเรียนจะสังเคราะห์ข้อมูลที่ได้ศึกษาค้นคว้ามารวบรวมเพียงพอกับการตรวจสอบสมมุติฐานที่ตั้งไว้หรือไม่ แล้วนำข้อมูลที่ได้ไปตรวจสอบสมมุติฐานและแก้ปัญหา ถ้าไม่เพียงพอกลุ่มจะต้องกำหนดสิ่งที่ต้องเรียนรู้เพิ่มเติม แผนการเรียนรู้ และแหล่งข้อมูลแล้วดำเนินการศึกษาอีกครั้งหนึ่งเพื่อให้ได้ข้อมูลที่สมบูรณ์ก่อน

ขั้นตอนที่ 7 ขั้นการสะท้อนผลการเรียนรู้ ในขั้นตอนนี้จะประกอบด้วยการเสนอผลงานหรือผลการแก้ปัญหา โดยจะเสนอแผนการดำเนินงานของกลุ่มทั้งหมดตั้งแต่ขั้นตอนที่ 1 ถึง ขั้นตอนที่ 6 ในขั้นนี้จะเปิดโอกาสให้นักเรียนในชั้นเรียนประเมินผลงานของกลุ่มอื่นๆด้วย ในขั้นนี้ครูและนักเรียนจะช่วยกันสรุปข้อมูลหรือความรู้ที่แต่ละกลุ่มได้ศึกษาค้นคว้ามารวบรวมอีกครั้ง

ขั้นตอนที่ 8 ขั้นสรุป ในขั้นนี้จะสรุปผลของการประเมินผลทั้งด้านความรู้ ด้านทักษะทางการเรียนและด้านทักษะทางสังคม การประเมินผลประกอบการประเมินผลของครูและการประเมินผลตนเองของนักเรียนทั้ง 3 ด้านดังกล่าว โดยที่นักเรียนและครูจะประเมินผลไปพร้อมกับการดำเนินกิจกรรมทุกขั้นตอน

จากขั้นตอนการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสรุปข้างต้นสามารถแสดงความสัมพันธ์ของแต่ละขั้นตอนด้วยแผนภาพข้างล่างนี้



ภาพประกอบ 2 แสดงความสัมพันธ์ของขั้นตอนของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

1.8 การประเมินผลการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ในชั้นเรียนแบบเดิมจะการใช้การประเมินผลเพื่อชี้วัดความสามารถและแบ่งชั้นความสามารถของนักเรียนมากกว่าที่จะประเมินผลเพื่อการแก้ปัญหาการเรียนรู้ของนักเรียน และวิธีการประเมินจะประเมินจากการทดสอบหรือจากผลงานที่นักเรียนทำ เพื่อวัดว่านักเรียนเกิดการเรียนรู้อะไร ระดับใด ผ่านเกณฑ์หรือไม่ผ่าน แต่การเรียนรู้โดยการชี้นำตนเอง เป็นเป้าหมายของการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ซึ่งได้กำหนดไว้ว่า “ความรับผิดชอบหลักของผู้เรียนคือ กิจกรรมการวางแผน การดำเนินการตามแผนและการประเมินผลการเรียนรู้ของตนเอง” ดังนั้นเครื่องมือในการประเมินผลที่ใช้จึงต้องประเมินพัฒนาการของผู้เรียนโดยสอดคล้องกับหลักการทางการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานด้วย (พวงรัตน์ บุญญานุรักษ์; และ Majumdar. 2544 : 123 ; อ้างอิงจาก Brockett. 1983 :Unpage) การประเมินผลของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ได้มีผู้เสนอวิธีไว้ดังนี้

ดีไลเชิล (Delisle. 1997 : 37-47) ได้กล่าวว่า การประเมินผลจะต้องบูรณาการตั้งแต่ขั้นตอนการสร้างปัญหา ขั้นตอนการเรียนรู้ ความสามารถและผลงานที่นักเรียนแสดงออกมาเข้าด้วยกัน โดยได้เสนอว่าการประเมินควรกระทำทั้ง 3 ส่วนคือการประเมินผลนักเรียน การประเมินผลตัวเองของครูและการประเมินผลปัญหาที่ใช้ในการเรียนรู้ โดยในแต่ละการประเมินผลนักเรียนจะมีส่วนร่วมด้วยและการประเมินผลจะดำเนินไปตลอดเวลาของการเรียนรู้คือตั้งแต่สร้างปัญหาจนถึงรายงานการแก้ปัญหานั้น ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. การประเมินผลนักเรียน การประเมินผลความสามารถนักเรียนจะเริ่มตั้งแต่วันแรกของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน จนกระทั่งวันสุดท้ายที่ได้เสนอผลออกมา ครูจะใช้ขั้นตอนการเรียนรู้เป็นเครื่องมือในการติดตามความสามารถของนักเรียน ซึ่งพิจารณาทั้งในด้านความรู้ ทักษะและการทำงานกลุ่ม ตัวอย่างรูปแบบและคำถามที่ใช้เป็นแนวทางในการประเมินผลนักเรียนซึ่ง ดีไลเชิลเสนอตามขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่เขาสร้างขึ้น ปรากฏดังตาราง 4

ตาราง 4 รูปแบบและตัวอย่างคำถามที่ใช้เป็นแนวทางในการประเมินผลนักเรียนทำโดยครู

การประเมินผลนักเรียนของครู	
ขั้นตอนการเรียนรู้	การประเมินผล
การจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ • ปฏิบัติอะไรที่นักเรียนแสดงออกมาให้เห็น • นักเรียนตอบสนองต่อเงื่อนไขหรือสิ่งที่จัดให้อย่างไร การเชื่อมโยงกับปัญหา • นักเรียนสนองตอบต่อปัญหาหรือไม่และสนองตอบต่อปัญหาอย่างไร • นักเรียนมีการแลกเปลี่ยนประสบการณ์หรือไม่อย่างไร • นักเรียนได้เชื่อมโยงแหล่งข้อมูลและประสบการณ์เดิมกับปัญหาหรือไม่ อย่างไร • นักเรียนได้จัดรวบรวมแนวคิดต่อปัญหาเข้าด้วยกันหรือไม่ อย่างไร การจัดโครงสร้างสำหรับการเรียนรู้ • นักเรียนมีการจัดองค์กรกลุ่มอย่างไร นักเรียนอาสาสมัครเป็นผู้บันทึก ผู้รายงานหน้าชั้นหรือไม่ หรือว่าแค่นั่งฟังเพื่อนในกลุ่ม การเข้าพบปัญหา • นักเรียนมีการเสนอแนวคิดและวิเคราะห์หรือไม่อย่างไร • นักเรียนได้พิจารณาข้อเท็จจริงจากปัญหาหรือไม่อย่างไร • นักเรียนได้สร้างจุดประสงค์การเรียนรู้จากแนวคิดและข้อเท็จจริงหรือไม่ • นักเรียนได้กำหนดแหล่งข้อมูลอย่างหลากหลายหรือไม่ อย่างไร	

ตาราง 4 (ต่อ)

การประเมินผลนักเรียนของครู	
ขั้นตอนการเรียนรู้	การประเมินผล
การพบปัญหาอีกครั้งเพื่อตรวจสอบความสอดคล้องของข้อมูลกับปัญหา - นักเรียนเชื่อมโยงข้อมูลที่หามาได้กับปัญหาหรือไม่ อย่างไร - นักเรียนได้ทำการตรวจสอบแนวคิดหรือสมมุติฐานที่สร้างขึ้นหรือไม่ อย่างไร - นักเรียนได้ประมวลสิ่งที่เรียนรู้มาหรือไม่อย่างไร การผลิตผลงาน - นักเรียนทุกคนในกลุ่มมีส่วนร่วมหรือไม่ - นักเรียนใช้ข้อมูลในการตอบปัญหาเหมาะสมหรือไม่ - นักเรียนได้แก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพหรือไม่ อย่างไร การประเมินผลงานและปัญหา - นักเรียนมีการประเมินผลในกลุ่มและประเมินผลตนเองหรือไม่ อย่างไร	

นอกจากการประเมินผลในลักษณะบรรยายครูอาจจะใช้การประเมินผลแบบให้คะแนนเป็นระบบอัตราส่วนเป็นแนวในการประเมินผลก็ได้ ดังตาราง 5

ตาราง 5 รูปแบบที่ใช้เป็นแนวทางในการประเมินผลนักเรียนแบบระบบอัตราส่วนทำโดยครู

การประเมินผล	คะแนน		
	ดีมาก 3 คะแนน	ดี 2 คะแนน	พอใช้ 1 คะแนน
การจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ การเชื่อมโยงกับปัญหา การจัดโครงสร้างสำหรับการเรียนรู้ ชั้นเข้าพบปัญหา - การสร้างแนวคิดและสมมุติฐาน - การพิจารณาทบทวนข้อเท็จจริงและข้อมูลในปัญหา - การกำหนดสิ่งที่ต้องเรียนรู้เพิ่มเติม - การพัฒนาแผนการเรียนรู้ ชั้นพบปัญหาอีกครั้งเพื่อตรวจสอบคล่องของข้อมูลกับปัญหา - การประเมินทรัพยากร/ข้อมูลที่ค้นคว้าได้ - การตรวจสอบแนวคิดและสมมุติฐาน - การเชื่อมโยงข้อมูลกับปัญหา การผลิตผลงาน - การใช้ข้อมูลร่วมกับการผลิตผลงาน - การมีส่วนร่วมของนักเรียนในการผลิตผลงาน - อื่นๆ การประเมินผลงานและปัญหา			

การประเมินผลนักเรียนนั้นนอกจากจะเป็นหน้าที่ของครูแล้ว นักเรียนยังต้องมีบทบาทในการประเมินตนเองด้วย โดยมีเป้าหมายเพื่อประเมินความสามารถของตนเองที่มีต่อการทำงานในกลุ่มและเพื่อทราบบทบาทของตนเองที่มีต่อกลุ่ม โดยมีรูปแบบดังตาราง 6

ตาราง 6 รูปแบบการประเมินผลตนเองของนักเรียน

กิจกรรมที่ประเมินผล	ดีมาก	ดี	พอใช้
	3 คะแนน	2 คะแนน	1 คะแนน
ฉันเสนอแนวคิดและข้อเท็จจริงต่อปัญหาในกลุ่ม			
ฉันช่วยพิจารณาและสร้างสิ่งที่ต้องเรียนรู้เพิ่มเติมกับกลุ่ม			
ฉันใช้แหล่งข้อมูลอย่างหลากหลายในการศึกษาค้นคว้า			
ฉันช่วยคิดเพื่อแก้ปัญหาในกลุ่ม			
ฉันเสนอข้อมูล ความรู้ใหม่ๆ ต่อกลุ่ม			
ฉันช่วยกลุ่มในการทำงาน			

2. การประเมินผลตัวเองของครู ในขณะที่นักเรียนสะท้อนผลการเรียนรู้และความสามารถออกมา ครูก็ควรที่จะพิจารณาตนเองถึงทักษะและบทบาทของตนเองที่ได้แสดงออกไปว่าส่งเสริมผู้เรียนหรือไม่อย่างไรด้วย โดยอาจจะใช้คำถามในตาราง 6 เป็นแนวทางในการประเมินตนเอง การประเมินตัวเองของครูมี 2 รูปแบบคือรูปแบบที่เขียนบรรยายและแบบให้เลือกระดับความสามารถว่าดีมาก ดีหรือพอใช้ ของแต่ละพฤติกรรมที่ครูแสดงแล้วส่งเสริมการเรียนรู้ให้กับนักเรียน มีรายละเอียดดังตาราง 7 และตาราง 8

ตาราง 7 รูปแบบที่เขียนบรรยายของการประเมินผลตัวเองของครู

การประเมินผลตนเองของครู	
ขั้นตอนการเรียนรู้	การประเมินผล
การจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ • ฉันออกแบบสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ฉันตรงหรือไม่ • ฉันจัดรูปแบบการเรียนรู้ให้นักเรียนหรือไม่ • ฉันจัดแหล่งข้อมูลได้อย่างเหมาะสมหรือไม่ การเชื่อมโยงกับปัญหา • ฉันสร้างปัญหาเป็นที่น่าสนใจของนักเรียนหรือไม่ • ฉันมีวิธีการที่สามารถให้นักเรียนเชื่อมโยงสู่ปัญหา นักเรียนเชื่อมโยงกับปัญหาด้วยประสบการณ์ส่วนตัว สื่อ มัลติมีเดีย หรือจากการอ่าน การจัดโครงสร้างสำหรับการเรียนรู้ • ฉันได้ให้การใส่ใจในการทำความเข้าใจปัญหาและ กระบวนการเรียนรู้ของนักเรียนหรือไม่ • ฉันได้พยายามลดบทบาทของตนลงในกระบวนการ เรียนรู้ของนักเรียนหรือไม่ • ฉันยินยอมให้นักเรียนได้กำหนดทิศทางการเรียนรู้ ด้วยตัวเองหรือไม่ • ฉันได้ให้ความสนใจในกระบวนการคิดของนักเรียน หรือไม่	

ตาราง 7 (ต่อ)

การประเมินผลตนเองของครู	
ขั้นตอนการเรียนรู้	การประเมินผล
การเข้าพบปัญหา ● ฉันได้ให้นักเรียนใช้แหล่งข้อมูลด้วยตัวเองหรือไม่ ● ฉันได้ตรวจสอบสิ่งที่นักเรียนศึกษามาอย่างเพียงพอหรือไม่ ● ฉันได้สนับสนุนความเป็นอิสระให้แก่ นักเรียนหรือไม่ ● ฉันได้ช่วยให้ระดับการคิดของนักเรียนสูงขึ้นหรือไม่ ● ฉันได้ส่งเสริมให้นักเรียนได้สะท้อนความคิดออกมาหรือไม่ ● ฉันได้ใส่ใจในความสำเร็จของนักเรียน หรือไม่ อย่างไร การผลิตผลงาน ● ฉันได้ใส่ใจให้ความช่วยเหลือแก่นักเรียนทุกคนหรือไม่ ● ฉันได้ใส่ใจในความพยายามของนักเรียนในการพิจารณาหาคำตอบของปัญหาหรือไม่ อย่างไร ● ฉันมีแนวทางในการแนะนำนักเรียนโดยปราศจากการควบคุมอย่างไร การประเมินผลงานและปัญหา ● ฉันได้จัดบรรยากาศให้นักเรียนมีความสะดวกสบายในการประเมินผลตัวเองและบุคคลอื่นๆ อย่างเหมาะสมชัดเจน และอย่างซื่อสัตย์	

ตาราง 8 รูปแบบให้เลือกกระดับความสามารถของการประเมินผลตนเองของครู

การประเมินผล	คะแนน		
	ดีมาก 3 คะแนน	ดี 2 คะแนน	พอใช้ 1 คะแนน
การจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ การชี้แจงให้นักเรียนได้รับทราบถึงความสำเร็จที่จะเกิดขึ้นในชั้นเรียน ให้มีความรู้สึกว่าการเป็นผู้เรียนในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นเรื่องที่ไม่ยาก การเชื่อมโยงกับปัญหา กิจกรรมเบื้องต้นที่ครูจัดให้นักเรียนสามารถนำนักเรียนไปสู่ปัญหา สอดคล้องกับชีวิตจริง การจัดโครงสร้างสำหรับการเรียนรู้ ใช้คำถามกับนักเรียนในการอธิบายขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน สำหรับนักเรียนที่ไม่เคยเรียนรู้มาก่อนหรือที่มีปัญหา เข้าพบปัญหา ช่วยนักเรียนที่พบความยากในการกำหนดสิ่งที่ต้องเรียนรู้เพิ่มเติม กระตุ้นนักเรียนให้จัดฐานข้อมูล ชั้นพบปัญหาอีกครั้งเพื่อดูความสอดคล้องของข้อมูลกับปัญหา ส่งเสริมให้นักเรียนได้ประเมินความรู้หรือข้อมูลว่ามีความชัดเจนและเพียงพอหรือไม่ การผลิตผลงาน ส่งเสริมให้นักเรียนได้พยายามตรวจสอบแนวคิดของตัวเองอย่างอิสระ การประเมินผลงานและปัญหา ส่งเสริมให้นักเรียนได้ประเมินตนเองและมีส่วนร่วมในการประเมินปัญหา			

3. การประเมินผลปัญหา ในขณะที่นักเรียนประเมินผลตนเอง และครูทำการประเมินผล นักเรียนและตนเอง ก็ควรทำการประเมินผลปัญหาเพื่อดูความมีประสิทธิภาพของปัญหาในการจัดการเรียนการสอนด้วยซึ่ง ดีไลเชิล ได้เสนอรูปแบบของการประเมินผลดังตาราง 9

ตาราง 9 รูปแบบของการประเมินผลปัญหา

ปัญหาเป็นไปตามสิ่งต่อไปนี้หรือไม่	การประเมินผล
ปัญหาสามารถนำไปสู่เป้าหมายของหลักสูตร	
เอื้อต่อการพัฒนาทักษะความสามารถ	
สร้างทักษะการให้เหตุผล	
ยินยอมให้นักเรียนเชื่อมโยงกับปัญหา	
ส่งเสริมการใช้ข้อมูลอย่างหลากหลาย	
ปัญหาที่ใช้เหมาะกับระดับความสามารถของนักเรียนหรือไม่	

บาเรลล์ (Barell. 1998 : 159-160) กล่าวว่า การประเมินผลการเรียนรู้โดยใช้ปัญหา เป็นฐานมีลักษณะดังนี้

1. ประเมินผลด้วยวิธีการที่หลากหลาย ไม่ประเมินผลด้วยการสอบเพียงอย่างเดียว และไม่ควรประเมินผลแค่ตอนจบบทเรียนเท่านั้น
2. ประเมินผลจากสภาพจริง โดยให้มีความสัมพันธ์กับประสบการณ์ของนักเรียนที่สามารถเจอในชีวิตประจำวัน

3. ประเมินผลที่ความสามารถที่แสดงออกมาหรือจากการทำงาน ที่แสดงให้เห็นถึงความเข้าใจในความคิดรวบยอด

จากข้างต้นจะพบว่าการประเมินผลการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่ ดีไลเชิล ได้กล่าวไว้ จะครอบคลุมทั้งการประเมินผลผู้เรียน การประเมินผลตัวเองของครูและการประเมินผลปัญหา สำหรับงานวิจัยนี้ การประเมินผลการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ผู้วิจัยจะมุ่งประเมินผลการเรียน ของนักเรียน โดยแบ่งการประเมินผลเป็น 3 ส่วนได้แก่การประเมินผลจากแบบประเมินผลการดำเนิน กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน การประเมินผลจากแบบทดสอบย่อยประจำแต่ละหน่วยการ เรียน และการประเมินผลจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1.9 บทบาทของนักเรียนและครูในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

เนื่องจากการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ผู้เรียน จะเป็นผู้สร้างองค์ความรู้ด้วยตัวเอง โดยมีปัญหาเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการสำรวจ ค้นคว้าหา ข้อมูล พร้อมทั้งวิเคราะห์ สังเคราะห์และนำข้อมูลไปใช้ในการแก้ปัญหา นอกจากนี้ผู้เรียนยังต้องเป็น ผู้ประเมินผลการเรียนรู้ด้วยตัวเอง ด้วยเหตุนี้บทบาทของนักเรียนและครูในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหา เป็นฐานจึงต้องเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม

ศูนย์การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Center for Problem-Based Learning) ของ มหาวิทยาลัยอิลลินอยส์ (Illinois University) สหรัฐอเมริกา (Torp; & Sage. 1998 : 64-65 ; citing Illinois Problem-Based Learning Network. 1996 : unpage) ได้กล่าวถึงบทบาทของครูและ นักเรียนในขณะดำเนินกระบวนการเรียนรู้เพื่อแก้ปัญหา ดังนี้

บทบาทของครูในขณะดำเนินกระบวนการเรียนรู้ มีดังนี้

1. ครูออกแบบและกระตุ้นความสนใจนักเรียนในกระบวนการเรียนรู้ให้จัดโครงสร้างของ การแก้ปัญหาหรือสร้างยุทธวิธีในการแก้ปัญหา

2. ครูมอบความเป็นอิสระให้กับนักเรียนในการเป็นผู้สำรวจและควบคุมกระบวนการ สืบสวนด้วยตัวเอง พร้อมกับเป็นผู้ให้คำแนะนำ ส่งเสริมให้คิดและฝึกฝนกระบวนการเรียนรู้โดยใช้ ปัญหาเป็นฐานให้กับนักเรียน

3. ครูฝึกฝน แนะนำนักเรียนโดยอยู่ห่างๆในขณะที่นักเรียนดำเนินกระบวนการเรียนรู้ จนได้คำตอบของปัญหาออกมา

บทบาทของผู้เรียนในขณะที่ดำเนินกระบวนการเรียนรู้ มีดังนี้

1. นักเรียนดำเนินการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการเรียนรู้ดึงดูดความสนใจและมีปัญหาเป็นตัวกระตุ้นการเรียนรู้
2. นักเรียนจะสำรวจ ค้นหาข้อมูลที่ต้องการ ดำเนินการสำรวจอย่างมีเหตุผลและปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้อย่างอิสระ
3. นักเรียนเป็นผู้ควบคุมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นศูนย์กลางของการเรียนรู้
4. นักเรียนประยุกต์ใช้ความรู้ ทักษะ เพื่อแก้ปัญหา
5. นักเรียนพัฒนาตนเองให้เป็นผู้เรียนรู้โดยการชี้นำตนเองและเป็นผู้แก้ปัญหา

จอห์นสัน ฟินูเคน และพรีโดวซ์ (Johnson; Finucane; & Prideaux. 1999 : 353–354) ได้กล่าวถึงบทบาทของครูที่จะทำให้การเรียนรู้ของนักเรียนประสบความสำเร็จว่า บทบาทหลักของครู คือ การส่งเสริมให้นักเรียนเป็นศูนย์กลางมากที่สุดและส่งเสริมให้นักเรียนทำงานเป็นทีมในการแก้ปัญหา นั่นคือครูจะเป็นผู้อำนวยความสะดวกให้กับการเรียนรู้โดยการชี้นำตนเองของนักเรียน ครูจะต้องหลีกเลี่ยงการเป็นผู้ตัดสินหรือสรุปในการเรียนรู้ของนักเรียน ตัวอย่างเช่น ถ้ามีสมมุติฐานในการทดสอบ 2 สมมุติฐานที่สร้างมาจากนักเรียนในกลุ่ม ครูจะต้องไม่ตัดสินหรือสรุปว่าสมมุติฐานใดถูกหรือผิด แต่จะใช้คำถามในการกระตุ้นให้นักเรียนไปค้นคว้าหาข้อมูลมาเพื่อการตัดสินใจเอง ครูจะต้องไม่เข้าไปแทรกแซงการเรียนรู้ของนักเรียนแต่จะให้อิสระในการดำเนินการเรียนรู้และกำหนดทิศทางการเรียนรู้ด้วยตัวเอง ในการประเมินผล ครูต้องมอบภาระการประเมินผลให้นักเรียนได้ประเมินผลตนเองด้วย ซึ่งการประเมินผลตนเองของนักเรียนช่วยสนับสนุนให้นักเรียนได้ทำความเข้าใจกับปัญหาที่เกิดกับกระบวนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานในแต่ละขั้นตอน ช่วยให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้และช่วยในการประเมินผลการเรียนรู้ที่ทำโดยครู

จากบทบาทของครูและนักเรียนข้างต้น สามารถสรุปบทบาทของครูและนักเรียนในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ได้ดังตาราง 10

ตาราง 10 บทบาทของครูและนักเรียนในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
1. เป็นผู้ออกแบบการเรียนรู้ ครูจะต้องพิจารณาเลือกเนื้อหาสาระความรู้ ทักษะที่ต้องการให้นักเรียนได้รับ รวมถึงคัดเลือกกิจกรรมการเรียนรู้ที่จะสามารถส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียนให้เป็นผู้ที่สามารถเรียนรู้โดยการชี้นำตนเองได้ และสร้างปัญหาที่ใช้เป็นตัวกระตุ้นการเรียนรู้ของนักเรียน ซึ่งทั้งหมดนี้จะใช้ฐานข้อมูลการพิจารณาจากความสนใจ ประสบการณ์ ความรู้ความสามารถของนักเรียน 2. ครูเป็นผู้แนะนำ เป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ให้กับนักเรียน ครูจะไม่สอนหรือชี้แนะโดยตรง แต่จะใช้คำถามในการกระตุ้นให้นักเรียนได้คิด ในขณะที่เรียนรู้ครูจะต้องเปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิดมากที่สุด ครูจะต้องส่งเสริมนักเรียนให้เกิดการเรียนรู้โดยการชี้นำตนเอง เพื่อสร้างองค์ความรู้ด้วยตัวเอง 3. เป็นผู้ประเมินผลซึ่งต้องรวมทั้งการประเมินผลปัญหาที่ใช้ในการเรียนรู้ ประเมินผลนักเรียนทั้งในด้านทักษะและด้านความรู้ และประเมินผลตนเอง การประเมินผลจะทำตั้งแต่การสร้างปัญหาจนเสร็จสิ้นการเรียนรู้ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้	1. นักเรียนจะต้องมีส่วนร่วมในการออกแบบการเรียนรู้ บอกถึงความสนใจ ความถนัด ประสบการณ์ต่างๆที่ตนมีให้กับครูเพื่อรับทราบ และแสดงความคิดเห็นในการคัดเลือกกิจกรรมการเรียนรู้และการสร้างปัญหา 2. นักเรียนจะต้องเป็นผู้ที่สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยมีปัญหาเป็นตัวกระตุ้น นักเรียนจะเป็นผู้กำหนดทิศทางการเรียนรู้ของตนเองตามขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ผู้เรียนจะต้องพัฒนาตนเองให้เป็นผู้เรียนรู้โดยการชี้นำตนเอง 3. ผู้เรียนจะต้องเป็นผู้ประเมินผลปัญหารวมกับครู ประเมินผลตนเองเพื่อทราบความก้าวหน้าในการเรียนรู้ และประเมินผลครูเพื่อสะท้อนให้ครูได้รับทราบแล้วนำไปปรับปรุง

1.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

เนื่องจากการค้นคว้านงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ผู้วิจัยยังไม่พบรายงานการวิจัยเกี่ยวกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่เป็นการเรียนการสอนในระดับประถมศึกษาหรือมัธยมศึกษา และยังไม่พบรายงานการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ผู้วิจัยจึงเสนองานวิจัยทางด้านการแพทย์และพยาบาล เพื่อเป็นแนวทางการวิจัยดังนี้

มาร์ตอน และ ซัลโจ (พวงรัตน์ บุญญานุรักษ์; และ Majumdar. 2544 : 52 ; อ้างอิงจาก Marton; & Saljo. 1976 : 115–127) ได้ศึกษาการเรียนรู้ 2 รูปแบบคือแนวผิวเผินและแนวลึก โดยอธิบายแนวผิวเผินว่าเน้นที่ความจำ ส่วนแนวลึกเน้นที่การค้นหาและทำความเข้าใจสาระต่างๆ ด้วยตัวเอง พบว่าการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน สอดคล้องกับการเรียนแนวลึก ซึ่งผู้เรียนแสดงออกว่ามีความเข้าใจเนื้อหาสาระและจดจำได้นานขึ้น

สมาคมพยาบาลแห่งออสเตรเลีย (The Royal Australian Nursing Federation) ได้รายงานว่าเมื่อใช้กลุ่มเล็ก 4–6 คน ในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ผู้เรียนมีความรับผิดชอบต่อการเรียนรู้โดยการชี้นำตนเอง และมีความกระตือรือร้นในการเรียนดีขึ้น ผู้เรียนได้สร้างและทดสอบสมมุติฐาน โดยได้ตัดสินใจด้วยตัวเองว่า ต้องการเรียนรู้อะไรและสามารถหาแหล่งการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง ผู้เรียนจะคำนึงถึงความรับผิดชอบต่อการเรียนรู้ของตนเอง ผู้เรียนจึงมีความลำบากในการปรับตัวต่อบรรยากาศการเรียนรู้ที่ไม่มีโครงสร้างแน่ชัดเพราะผู้เรียนมีพื้นฐานมาจากการเรียนรู้ที่มีโครงสร้างแน่ชัดมาก่อน ในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับผู้สอนนั้นมีการศึกษาวิจัยเช่นเดียวกัน พบว่าผู้สอนจะมุ่งที่การชี้แนะกระบวนการเรียนรู้แก่ผู้เรียนแทนที่จะเป็นผู้เชี่ยวชาญ (พวงรัตน์ บุญญานุรักษ์; และ Majumdar. 2544 : 56 ; อ้างอิงจาก Little; & Ryan. 1988 : 31–35)

พาเทล กรีน และ นอร์แมน (พวงรัตน์ บุญญานุรักษ์; และ Majumdar. 2544 : 52 ; อ้างอิงจาก Patel; Graen; & Norman. 1991 : 380–389) ได้ศึกษาวิจัยที่มหาวิทยาลัยแพทยศาสตร์แมคมาสเตอร์ โดยเปรียบเทียบกับมหาวิทยาลัยแพทยศาสตร์แมคเกิล (McGill Medical College) พบว่านักศึกษาแพทย์จากมหาวิทยาลัยแมคมาสเตอร์ซึ่งเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ได้เสนอสมมุติฐานเพื่อการวินิจฉัยโรคได้มากกว่า แต่ข้อวินิจฉัยโรคได้ถูกต้องน้อยกว่า ซึ่งอธิบายได้ว่าเป็นการยากที่จะบ่งชี้ความรู้ ความคิดที่ชี้นำความสามารถในการแก้ปัญหา

2. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับชุดการเรียนรู้การสอน

2.1 ความหมายของชุดการเรียนรู้การสอน

นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของชุดการเรียนรู้การสอนไว้ ยกตัวอย่างเช่น

วิชัย วงษ์ใหญ่ (2525 : 25) ได้ให้ความหมายของชุดการเรียนรู้การสอนว่าเป็นสื่อการเรียนที่อาศัยระบบการผลิตและการนำสื่อการเรียนหลาย ๆ อย่างมาสัมพันธ์กัน และส่งเสริมซึ่งกันและกัน สื่อการสอนเหล่านี้เรียกว่าสื่อประสม (Multi Media) ซึ่งสามารถนำมาใช้ให้สอดคล้องกับเนื้อหาวิชา เพื่อช่วยให้ผู้เรียนมีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

ยุพิน พิพิธกุล และอรพรรณ ตันบรรจง (2531 : 181) ได้กล่าวถึงชุดการเรียนรู้การสอน ระบุว่าบุคคลเป็นชุดการเรียนรู้การสอนที่ให้ผู้เรียนเรียนด้วยตัวเอง ในชุดการเรียนรู้การสอนนี้ประกอบด้วย บัตรคำสั่ง บัตรกิจกรรม บัตรเนื้อหา บัตรแบบฝึกหัด หรือบัตรงานพร้อมเฉลย และบัตรทดสอบ พร้อมเฉลย ในชุดการเรียนรู้การสอนนั้น จะมีสื่อการเรียนรู้การสอนไว้พร้อม เพื่อผู้เรียนจะใช้ประกอบในการเรียนเรื่องนั้น

กูต (Good . 1973 : 306) ได้กล่าวถึงชุดการเรียนรู้การสอนว่าเป็นโปรแกรมการสอนที่ทุกอย่างจัดไว้โดยเฉพาะ โดยแต่ละหน่วยประกอบด้วยวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการเรียนรู้ คู่มือเนื้อหา แบบทดสอบ และมีการกำหนดจุดมุ่งหมายของการเรียนรู้ไว้ครบถ้วน

กอร์ดอน (Gordon. 1973 : 258) ได้ให้ความหมายชุดการเรียนรู้การสอนไว้ว่าเป็นชุดของวัสดุอุปกรณ์และกระบวนการเกี่ยวกับการเรียนรู้ที่ประกอบด้วยองค์ประกอบพื้นฐาน ได้แก่ วัตถุประสงค์ กิจกรรมการเรียนรู้ และการประเมินผล

จากความหมายของชุดการเรียนรู้การสอนที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่าชุดการเรียนรู้การสอน เป็นสื่อการสอนอย่างหนึ่งที่มีระบบการผลิต และนำสื่อการเรียนรู้การสอนหลาย ๆ อย่างมาใช้ให้สัมพันธ์กับเนื้อหา เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ที่จะส่งเสริมให้ผู้เรียนบรรลุจุดประสงค์ที่ตั้งไว้ สำหรับรูปแบบการจัดทำชุดการเรียนรู้การสอนนี้จะจัดสื่อและอุปกรณ์ต่างๆ ไว้เป็นชุดๆ ที่ผู้เรียนสามารถศึกษาด้วยตนเองหรือใช้ร่วมกับผู้สอนก็ได้ สำหรับในงานวิจัยนี้ชุดการเรียนรู้การสอนที่ผู้วิจัยได้เรียบเรียงขึ้นประกอบด้วย บทเรียนและคู่มือครูประกอบด้วย คู่มือการใช้ชุดการเรียนรู้การสอน แผนการสอน และเอกสารเพิ่มเติมสำหรับครู ซึ่งประกอบด้วย การพิสูจน์ทฤษฎีบทและสมบัติต่างๆ ในบทเรียนเรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น คำตอบของปัญหาในใบความรู้เรื่องการเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาเป็นฐาน และปัญหาที่ใช้เป็นฐานในการเรียนรู้ประจำหน่วยการเรียนรู้ทั้ง 4 หน่วยการเรียนรู้ คำตอบของใบงานประจำหน่วยการเรียนรู้ทั้ง 4 หน่วยการเรียนรู้ คำตอบของแบบทดสอบย่อยประจำหน่วยการเรียนรู้ทั้ง 4 หน่วยการเรียนรู้ และคำตอบของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น

2.2 องค์ประกอบของชุดการเรียนรู้การสอน

ในที่นี้จะเสนอองค์ประกอบของชุดการเรียนรู้การสอนที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ ซึ่ง

คณะอนุกรรมการการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนคณิตศาสตร์ (ทบวงมหาวิทยาลัย. 2524 : 251-252) ได้จัดองค์ประกอบต่างๆของชุดการเรียนรู้การสอนไว้ดังนี้

1. คำชี้แจง คำชี้แจงนี้มีไว้เพื่ออธิบายลักษณะของชุดการเรียนรู้การสอน ข้อปฏิบัติในการใช้ชุดการเรียนรู้การสอน
2. หลักการและเหตุผล เป็นการบอกให้รู้ถึงความสำคัญและความจำเป็นในการที่จะต้องศึกษาเนื้อหา และเรื่องราวต่างๆ ของหัวข้อนั้นๆ สำหรับในวิชาคณิตศาสตร์ก็จะต้องระบุนิยามนิมิตและเนื้อหาที่จะสอน
3. จุดประสงค์ของการเรียน สำหรับจุดประสงค์นี้จะเขียนในรูปของจุดประสงค์ทั่วไป (General objective) หรือจุดประสงค์เฉพาะหรือจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (Behavioral objective) ก็ได้ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเนื้อหาและกิจกรรมต่างๆ เพราะบางกิจกรรมยากที่จะระบุพฤติกรรมที่คาดหวังก็เขียนให้อยู่ในรูปจุดประสงค์ทั่วไป
4. พื้นความรู้เดิม การเรียนคณิตศาสตร์ผู้เรียนจำเป็นจะต้องอาศัยความรู้เดิมเพื่อเป็นพื้นฐานในการเรียนรู้เนื้อหาใหม่ ในหัวข้อนี้จะต้องระบุว่าผู้เรียนต้องมีความรู้เรื่องใดมาก่อนและรู้แค่ไหนจึงจะมีความพร้อมพอที่จะศึกษาชุดการเรียนรู้การสอน ถ้าไม่พอต้องบอกให้ทราบว่าจะไม่หาความรู้นั้นๆได้จากแหล่งใด โดยวิธีใด
5. การประเมินผลเบื้องต้น มีไว้เพื่อวัตถุประสงค์ 2 ประการ คือ
 - 5.1 เพื่อทดสอบดูว่าผู้เรียนมีความรู้พื้นฐานเพียงพอที่จะเรียนเนื้อหาในชุดการเรียนรู้การสอนนั้นหรือไม่ การทดสอบนี้ทำได้โดยใช้แบบทดสอบ
 - 5.2 เพื่อทดสอบดูว่าผู้เรียนมีความรู้ในเนื้อหาของชุดการเรียนรู้การสอนนั้นเพียงใด ถ้าผู้เรียนสามารถทำได้ตามเกณฑ์ของจุดประสงค์ของการสอนแล้วก็ไม่จำเป็นต้องศึกษาชุดการเรียนรู้การสอนนั้น การทดสอบนี้ทำได้โดยใช้แบบทดสอบรวมของชุดการเรียนรู้การสอนนั้น
6. สื่อการเรียนรู้การสอน ระบุทั้งหมดที่ใช้ในชุดการเรียนรู้การสอนถ้าเป็นตำราหรือเอกสารควรระบุชื่อผู้แต่ง แหล่งที่มา ถ้าเป็นเอกสารที่เรียบเรียงขึ้นเฉพาะชุดการเรียนรู้การสอนนี้ก็ควรใส่รหัสหมายเลขตามที่เห็นสมควร
7. กิจกรรมการเรียนรู้การสอน องค์ประกอบส่วนนี้นับว่าเป็นหัวใจของชุดการเรียนรู้การสอน เป็นส่วนที่จะบอกว่าครูจะต้องทำหน้าที่และมีบทบาทอย่างไร นักเรียนจะต้องทำอย่างไร ต้องใช้วัสดุอุปกรณ์อะไร จะทำเมื่อไร ทำอย่างไร ทำแค่ไหน

8. เวลาที่ใช้ กำหนดเวลาที่ใช้สำหรับการศึกษาชุดการเรียนการสอนโดยประมาณ ทั้งนี้ให้ยืดหยุ่นได้ตามเหมาะสม

9. การประเมินผล เพื่อเป็นการสำรวจว่าผู้เรียนมีความรู้ความสามารถดังจุดประสงค์หรือไม่ อย่างไร การประเมินผลจะทำได้โดยใช้แบบทดสอบ โดยการสัมภาษณ์ และสังเกต

10. การซ่อมเสริม เมื่อประเมินผลแล้วผู้เรียนยังมีความสามารถไม่ครบตามเกณฑ์ที่วางไว้ในข้อ 9 ก็ต้องมีการซ่อมเสริม โดยระบุวิธีการของการซ่อมเสริมนั้น แล้วประเมินผลใหม่อีกครั้ง

สำหรับชุดการเรียนการสอนที่ใช้ปัญหาเป็นฐานในการเรียนรู้ เรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนี้ประกอบด้วย บทเรียนและคู่มือครู ในบทเรียนประกอบด้วยเนื้อหาที่ใช้ในการเรียนการสอนโดยประกอบด้วยปัญหาที่ใช้กระตุ้นการเรียนรู้ เนื้อหาและแบบฝึกหัด คู่มือครูประกอบด้วย คู่มือการใช้ชุดการเรียนการสอน แผนการสอน และเอกสารเพิ่มเติมสำหรับครู ซึ่งประกอบด้วยการพิสูจน์ทฤษฎีบทและสมบัติต่างๆ ในบทเรียนเรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น คำตอบของปัญหาในใบความรู้เรื่องการเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาเป็นฐานและปัญหาที่ใช้เป็นฐานในการเรียนรู้ประจำหน่วยการเรียนรู้ทั้ง 4 หน่วยการเรียนรู้ คำตอบของใบงานประจำหน่วยการเรียนรู้ทั้ง 4 หน่วยการเรียนรู้ คำตอบของแบบทดสอบย่อยประจำหน่วยการเรียนรู้ทั้ง 4 หน่วยการเรียนรู้ และคำตอบของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดการเรียนการสอน

งานวิจัยต่างประเทศ

บรูซ (Bruce. 1972 : 4295-4) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบวิธีสอนแบบใช้ชุดการเรียนการสอนกับการสอนแบบธรรมดา ซึ่งผลการวิจัยปรากฏว่าการสอนโดยใช้ชุดการเรียนการสอนได้ผลดีกว่าการสอนแบบธรรมดา

วีวาส (Vivas. 1985 : 603-A) ทำการวิจัยเกี่ยวกับการออกแบบพัฒนาและประเมินค่าชุดการเรียนการสอนเกี่ยวกับกระบวนการคิด ของนักเรียนเกรด 1 ในประเทศเวเนซุเอลา โดยใช้ชุดการเรียนการสอนซึ่งจะวัดทักษะ 5 ด้าน คือ ด้านกระบวนการคิด ด้านความพร้อมในการเรียน ด้านความคิดสร้างสรรค์ ด้านเชาว์ปัญญา และด้านการปรับตัวทางสังคม กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 1 จากโรงเรียนเรนีส์ควีนีย์เซตรัฐมิลินด้า ประเทศเวเนซุเอลา จำนวน 214 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 3 ห้องเรียน จำนวน 114 คน ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนการสอน กลุ่มควบคุม 3 ห้องเรียน จำนวน 100 คน ได้รับการสอนปกติ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนการสอนมีความสามารถเพิ่มขึ้นด้านกระบวนการคิด ด้านความพร้อมในการเรียน ด้านความคิด

สร้างสรรค์ ด้านเชาว์ปัญญาและด้านการปรับตัวทางสังคม หลังจากได้รับการสอนด้วยชุดการเรียนรู้ การสอนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนปกติ

วิลสัน (Wilson. 1989 : 416-A) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการวิเคราะห์ผลการใช้ชุดการเรียนรู้ การสอนของครู เพื่อแก้ปัญหาในการเรียนของเด็กเรียนช้าทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับการบวก การลบ ผลการวิจัยพบว่าผู้สอนยอมรับว่าการใช้ชุดการเรียนรู้การสอนมีผลดีมากกว่าการสอนตามปกติ ซึ่งเป็นวิธีหนึ่งที่จะช่วยให้ครูสามารถแก้ปัญหาการสอนที่อยู่ในหลักสูตรคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่เรียนช้า

งานวิจัยภายในประเทศ

นันทิยา จิตภิรมย์ (2532 : 47-50) ได้ศึกษาประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้การสอนที่ใช้สอน เรื่องพหุนามในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 80 คน ซึ่งแบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 40 คน และกลุ่มควบคุม 40 คน นักเรียนกลุ่มทดลองได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้การสอน ส่วนกลุ่มควบคุมได้รับการสอนตามปกติ ผลการวิจัยพบว่าประสิทธิภาพทางการเรียน เรื่องพหุนามของนักเรียนกลุ่มทดลองกับนักเรียนในกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สุนันท์ แสงงามมงคล (2541 : 32) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องลอการิทึม โดยใช้ชุดการเรียนรู้การสอนและกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกันของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรชั้นปีที่ 1 ผลการศึกษาพบว่า นักศึกษาที่เรียนโดยใช้ชุดการเรียนรู้การสอนและกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกันมีผลสัมฤทธิ์สูงกว่านักศึกษาที่เรียนโดยวิธีสอนปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สุกัญญา ยีกา (2545 : 42-43) ได้สร้างชุดการเรียนรู้การสอนเรื่องเรขาคณิตการแปลง สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการศึกษาพบว่านักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สามารถสอบผ่านเกณฑ์การเรียนรู้เรื่องเรขาคณิตการแปลงมากกว่าร้อยละ 50 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมดที่ระดับนัยสำคัญ .01 ทั้งนี้ได้ให้เหตุผลว่าชุดการเรียนรู้การสอนที่สร้างขึ้นมีลักษณะเป็นสื่อประสมการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนเน้นให้นักเรียนสามารถค้นพบความรู้ด้วยตนเองทำให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิดและสามารถแก้ปัญหาได้

อเนก จันทระจัญญ (2545 : 51) ได้สร้างชุดการเรียนรู้การสอนสำหรับใช้พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการศึกษาพบว่าความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างภายหลังใช้ชุดการเรียนรู้การสอนสูงกว่าก่อนใช้ชุดการเรียนรู้การสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 กล่าวคือความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้การสอนมีการพัฒนาขึ้น

จากงานวิจัยข้างต้นจะเห็นว่าชุดการเรียนรู้การสอนจะช่วยให้การจัดการเรียนสอนให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงขึ้นและยังส่งผลต่อการพัฒนา ด้านทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้วย ดังนั้นผู้วิจัยมีความต้องการที่จะสร้างชุดการเรียนรู้การสอน เพื่อศึกษาผลการเรียนของนักเรียนที่ใช้การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามหัวข้อดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย
3. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย
4. การสร้างเครื่องมือในการวิจัย
5. การเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การวิเคราะห์ข้อมูล
7. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเมืองคง อำเภอลำดอง จังหวัดนครราชสีมา ประมาณ 120 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเมืองคง อำเภอลำดอง จังหวัดนครราชสีมา ที่ได้จากการอาสาสมัครจำนวน 15 คน

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นเนื้อหาตามหนังสือเรียนสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม คณิตศาสตร์เล่ม 1 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 เรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น ซึ่งประกอบด้วย

1. การหารลงตัว (8 คาบเรียน)
2. ขั้นตอนวิธีการหาร (6 คาบเรียน)
3. ตัวหารร่วมมาก (6 คาบเรียน)
4. ตัวคูณร่วมน้อย (6 คาบเรียน)

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ดำเนินการวิจัยในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2546 ใช้เวลาทดลองสอนจำนวน 27 คาบเรียน คาบเรียนละ 60 นาที วันละ 1 คาบเรียน สัปดาห์ละ 5 วัน ใช้เวลาหลังคาบเรียนปกติ โดยใช้เวลาสอนวิธีการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน 1 คาบเรียน และสอนเนื้อหาทฤษฎีจำนวนเบื้องต้นโดยใช้ปัญหาเป็นฐานจำนวน 26 คาบเรียน ส่วนการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนใช้เวลา 2 คาบเรียน คาบเรียนละ 60 นาที รวมระยะเวลาทั้งหมดที่ใช้ทดลอง 29 คาบเรียน

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ผู้วิจัยใช้วิจัยในครั้งนี้ ได้แก่

1. ชุดการเรียนการสอนที่ใช้ปัญหาเป็นฐานในการเรียนรู้ เรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ประกอบด้วย

1.1 บทเรียนเรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น โดยในแต่ละหน่วยการเรียนรู้จะประกอบด้วยปัญหาที่ใช้กระตุ้นการเรียนรู้ เนื้อหา และแบบฝึกหัด ซึ่งแบ่งเป็น 4 หน่วยการเรียนรู้ได้แก่

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 การหารลงตัว

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ขั้นตอนวิธีการหาร

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 ตัวหารร่วมมาก

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 ตัวคูณร่วมน้อย

1.2 คู่มือครู ประกอบด้วย คู่มือการใช้ชุดการเรียนการสอน แผนการสอน และเอกสารเพิ่มเติมสำหรับครู ซึ่งประกอบด้วยการพิสูจน์ทฤษฎีบทและสมบัติต่างๆ ในบทเรียนเรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น คำตอบของปัญหาในใบความรู้เรื่องการเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาเป็นฐานและปัญหาที่ใช้เป็นฐานในการเรียนรู้ประจำหน่วยการเรียนรู้ทั้ง 4 หน่วยการเรียนรู้ คำตอบของใบงานประจำหน่วยการเรียนรู้ทั้ง 4 หน่วยการเรียนรู้ คำตอบของแบบทดสอบย่อยประจำหน่วยการเรียนรู้ทั้ง 4 หน่วยการเรียนรู้ และคำตอบของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น

2. เครื่องมือประเมินผลการเรียนรู้ ประกอบด้วย

2.1 แบบทดสอบย่อยประจำแต่ละหน่วยการเรียนรู้ทั้ง 4 หน่วยการเรียนรู้

2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น

2.3 แบบประเมินผลการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน รายกลุ่มประจำแต่ละหน่วยการเรียนรู้ทั้ง 4 หน่วยการเรียนรู้

ซึ่งมีรายละเอียดการดำเนินการดังนี้

1. ชุดการเรียนรู้การสอนที่ใช้ปัญหาเป็นฐานในการเรียนรู้ เรื่องทฤษฎีจำนวน เบื้องต้น ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ผู้วิจัยดำเนินการสร้างดังนี้

1.1 การเตรียมงานด้านวิชาการ ผู้วิจัยได้ศึกษาหนังสือและเอกสารที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็น
แนวทางในการสร้างชุดการเรียนรู้การสอนที่ใช้ปัญหาเป็นฐานในการเรียนรู้ เรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอน ดังนี้

1.1.1 ศึกษาเนื้อหาทฤษฎีจำนวนเบื้องต้นได้แก่การหารลงตัว ขั้นตอนวิธีการหาร
ตัวหารร่วมมาก และตัวคูณร่วมน้อย จากหนังสือและเอกสารดังนี้

1.1.1.1 ทฤษฎีจำนวน (ปิยวดี วงษ์ใหญ่. 2530)

1.1.1.2 ทฤษฎีจำนวน Theory of Number (สมวงศ์ แปลงประสพโชค.
2535)

1.1.1.3 ทฤษฎีจำนวน : Number Theory (ณรงค์ ปั่นนิ่ม. 2545)

1.1.1.4 ทฤษฎีจำนวน (สมใจ จิตพิทักษ์. 2545)

1.1.1.5 เอกสารประกอบการสอนทฤษฎีจำนวน(Number Theory)
(นิตติยา ปภาพจน์. ม.ป.ป.)

1.1.1.6 คณิตศาสตร์ 1 พื้นฐาน+เพิ่มเติม ช่วงชั้นที่ 4 (มัธยมศึกษาปีที่ 4-6)
(สมัย เหล่าวานิชย์; และ พัวพรรณ เหล่าวานิชย์. 2546)

1.1.1.7 หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม คณิตศาสตร์ เล่ม 1 กลุ่มสาระ
การเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544
(สสวท. 2546)

1.1.1.8 Theory of Numbers. (Stewart. 1964)

1.1.1.9 Elementary Number Theory. (Vanden Eynden. 2001)

1.1.1.10 Elementary Number Theory. (Burton. 2002)

1.1.1.11 Mathematical Thinking : Problem-Solving and Proofs.
(D'Angelo; & West. 2000)

1.1.1.12 Mathematics for Elementary Teachers : An Interactive
Approach. (Sonnabend. 1993)

1.1.1.13 Mathematics for Elementary Teachers : A Contemporary
Approach. (Musser; & Burger. 1994)

1.1.1.14 Mathematics Methods and Modeling for Today's Mathematics Classroom : A Contemporary Approach to Teaching Grades 7–12. (Dossey; et al. 2002)

1.1.1.15 A Problem Solving Approach to Mathematics. (Billstein; Libeskind; & Lott. 1997)

1.1.2 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องการสร้างชุดการเรียนรู้การสอน

1.1.3 ศึกษาหนังสือ เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

1.2 สร้างชุดการเรียนรู้การสอนที่ใช้ปัญหาเป็นฐานในการเรียนรู้ เรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น มีรายละเอียดดังนี้

1.2.1 สร้างบทเรียนของชุดการเรียนรู้การสอนที่ใช้ปัญหาเป็นฐานในการเรียนรู้ เรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น ดำเนินการดังนี้

1.2.1.1 กำหนดกรอบเนื้อหาของบทเรียนทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น ดังนี้

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 การหารลงตัว จำนวน 8 คาบเรียน ดังนี้

คาบเรียนที่ 1–6 ดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่องการหารลงตัว

คาบเรียนที่ 7 สรุปเนื้อหาเรื่องการหารลงตัวและสรุปการประเมินผลตนเองของ นักเรียนและการประเมินผลพฤติกรรมการเรียนรู้โดยครู

คาบเรียนที่ 8 ทดสอบย่อยประจำหน่วยการเรียนรู้ที่ 1

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ขั้นตอนวิธีการหาร จำนวน 6 คาบเรียน ดังนี้

คาบเรียนที่ 1–4 ดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่องขั้นตอนวิธีการหาร

คาบเรียนที่ 5 สรุปเนื้อหาเรื่องขั้นตอนการหารและสรุปการประเมินผลตนเองของนักเรียนและการประเมินผลพฤติกรรมการเรียนรู้โดยครู

คาบเรียนที่ 6 ทดสอบย่อยประจำหน่วยการเรียนรู้ที่ 2

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 ตัวหารร่วมมาก จำนวน 6 คาบเรียน ดังนี้

คาบเรียนที่ 1–4 ดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่องตัวหารร่วมมาก

คาบเรียนที่ 5 สรุปเนื้อหาเรื่องตัวหารร่วมมากและสรุปการประเมินผลตนเองของนักเรียนและการประเมินผลพฤติกรรมการเรียนรู้โดยครู

คาบเรียนที่ 6 ทดสอบย่อยประจำหน่วยการเรียนรู้ที่ 3

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 ตัวคุณร่วมน้อย จำนวน 6 คาบเรียน ดังนี้
 คาบเรียนที่ 1-4 ดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
 เรื่องตัวคุณร่วมน้อย

คาบเรียนที่ 5 สรุปเนื้อหาเรื่องตัวคุณร่วมน้อยและสรุปการประเมินผล
 ตนเองของนักเรียนและการประเมินผลพฤติกรรมการเรียนรู้โดยครู

คาบเรียนที่ 6 ทดสอบย่อยประจำหน่วยการเรียนรู้ที่ 4

1.2.1.2 สร้างปัญหาสำหรับใช้กระตุ้นนักเรียนในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็น
 ฐาน เนื่องจากปัญหาที่จะใช้ในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นแกนของการจัดการเรียนรู้ เป็น
 ตัวกำหนดทิศทางการเรียนและกิจกรรมการเรียนรู้ ปัญหาจึงต้องเป็นปัญหาที่มีประสิทธิภาพ
 ผู้วิจัยจึงให้ความสำคัญในการสร้างปัญหาและมีขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดกรอบของปัญหา ได้แก่การเลือกเนื้อหาสาระการเรียนรู้
 และจุดประสงค์การเรียนรู้เพื่อกำหนดขอบเขตว่าต้องการให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้านใดบ้าง
 (ด้านความรู้ ด้านเจตคติ ด้านทักษะกระบวนการ) และความคิดรวบยอดหรือหลักเกณฑ์พื้นฐานที่
 นักเรียนต้องเรียนรู้เพื่อให้บรรลุตามจุดประสงค์การเรียนรู้ที่วางไว้

ขั้นที่ 2 กำหนดและสร้างปัญหา ที่สอดคล้องกับความคิดรวบยอดที่
 คาดหวังไว้นักเรียนควรจะเรียนรู้

ขั้นที่ 3 สร้างคำถามและออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อให้ครูกระตุ้น
 นักเรียนเกิดความคิดไปสู่แนวความคิดรวบยอดที่ต้องการ โดยใช้รูปแบบดังนี้

ตาราง 11 รูปแบบความสัมพันธ์ของปัญหาและคำถามที่ครูกระตุ้นนักเรียนให้เกิดความคิดไปสู่
 แนวความคิดรวบยอดที่ต้องการ

ปัญหา	คำถาม	ความคิดรวบยอด

ขั้นที่ 4 กำหนดแหล่งข้อมูลจากปัญหา ไว้สำหรับให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าและเรียนรู้โดยการชี้นำตนเอง

ขั้นที่ 5 กำหนดการประเมินผล โดยพิจารณาทั้งด้านความรู้และด้านทักษะ ในด้านความรู้จะพิจารณาจากความสอดคล้องระหว่างข้อมูลที่หามากับปัญหาที่ให้และดูการประยุกต์ความรู้ที่ได้ในการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้อง ในด้านทักษะจะพิจารณาจากการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อแก้ปัญหา

1.2.1.3 เขียนบทเรียนทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น ประกอบด้วย 4 หน่วยการเรียนรู้ ได้แก่ หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 การหารลงตัว หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ขั้นตอนวิธีการหาร หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 ตัวหารร่วมมาก และหน่วยการเรียนรู้ที่ 4 ตัวคูณร่วมน้อย โดยแต่ละหน่วยการเรียนนำด้วยปัญหาแล้วตามด้วยเนื้อหาและแบบฝึกหัด กิจกรรมการเรียนการสอนในบทเรียนจะใช้ปัญหาเป็นตัวกระตุ้นความสนใจของนักเรียนและฝึกทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในสาระการเรียนรู้ที่ 6 ของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

1.2.2 สร้างคู่มือครูของชุดการเรียนการสอนที่ใช้ปัญหาเป็นฐานในการเรียนรู้เรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น ดำเนินการดังนี้

1.2.2.1 สร้างคู่มือการใช้ชุดการเรียนการสอน ประกอบด้วย

- 1) หลักการและเหตุผลของชุดการเรียนการสอน
- 2) วัตถุประสงค์ของชุดการเรียนการสอน
- 3) องค์ประกอบของชุดการเรียนการสอน
- 4) แผนการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน
- 5) การดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน
- 6) บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน
- 7) ขั้นตอนการสร้างปัญหาสำหรับใช้เป็นฐานในการเรียนรู้

1.2.2.2 สร้างแผนการสอนของชุดการเรียนการสอน ประกอบด้วย

- 1) จุดประสงค์การเรียนรู้
- 2) เนื้อหา
- 3) สาระสำคัญ
- 4) กิจกรรมการเรียนการสอน
- 5) สื่อการเรียนการสอน
- 6) การวัดและการประเมินผล

1.2.2.3 สร้างเอกสารเพิ่มเติมสำหรับครู ซึ่งประกอบด้วยการพิสูจน์ทฤษฎีบทและสมบัติต่างๆ ในบทเรียนเรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น คำตอบของปัญหาในใบความรู้เรื่องการเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาเป็นฐานและปัญหาที่ใช้เป็นฐานในการเรียนรู้ประจำหน่วยการเรียนรู้ทั้ง 4 หน่วยการเรียนรู้ คำตอบของใบงานประจำหน่วยการเรียนรู้ทั้ง 4 หน่วยการเรียนรู้ คำตอบของแบบทดสอบย่อยประจำหน่วยการเรียนรู้ทั้ง 4 หน่วยการเรียนรู้ และคำตอบของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น

1.3 นำชุดการเรียนรู้การสอนที่ใช้ปัญหาเป็นฐานในการเรียนรู้ เรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น ที่ผู้วิจัยเรียบเรียงขึ้นเสนอต่อคณะกรรมการควบคุมปริญญาโทและผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อพิจารณาความเหมาะสมในด้านความตรงตามจุดประสงค์ ความเที่ยงตรงของเนื้อหา กิจกรรมและความเหมาะสมของภาษา ตรวจสอบความถูกต้อง ชี้แนะข้อบกพร่องและให้ข้อเสนอแนะเพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไข

1.4 นำชุดการเรียนรู้การสอนที่ใช้ปัญหาเป็นฐานในการเรียนรู้ เรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น มาปรับปรุงแก้ไขตามข้อคิดเห็นของคณะกรรมการควบคุมปริญญาโทและผู้เชี่ยวชาญในข้อ 1.3

1.5 นำชุดการเรียนรู้การสอนที่ใช้ปัญหาเป็นฐานในการเรียนรู้ เรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น ที่ผู้วิจัยได้ปรับปรุงแล้วในข้อ 1.4 เสนอต่อคณะกรรมการควบคุมปริญญาโทและผู้เชี่ยวชาญให้พิจารณาอีกครั้ง แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขให้เรียบร้อย

1.6 นำชุดการเรียนรู้การสอนที่ใช้ปัญหาเป็นฐานในการเรียนรู้ เรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น ที่ได้ปรับปรุงแล้วตามข้อ 1.5 ไปทดลองใช้ (Try out) กับนักเรียนจำนวน 10 คน (2 กลุ่ม) ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อดูความเหมาะสมของเนื้อหา ภาษาที่ใช้และเวลาในการทดลอง

1.7 นำชุดการเรียนรู้การสอนที่ใช้ปัญหาเป็นฐานในการเรียนรู้ เรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น ในข้อ 1.6 มาปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่อง แล้วนำชุดการเรียนรู้การสอนที่ปรับปรุงเรียบร้อยแล้วไปใช้ในการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

2. เครื่องมือประเมินผลการเรียนรู้ ประกอบด้วย

2.1 แบบทดสอบย่อยประจำแต่ละหน่วยการเรียนรู้ทั้ง 4 หน่วยการเรียนรู้ เป็นแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนประจำแต่ละหน่วยการเรียนรู้ทั้ง 4 หน่วยการเรียนรู้ โดยให้นักเรียนทดสอบหลังจากที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานจบในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ มีลักษณะเป็นแบบทดสอบอัตนัยหน่วยการเรียนรู้ละ 5 ข้อ ใช้เวลาทดสอบ 1 ชั่วโมง การสร้างแบบทดสอบย่อยประจำหน่วยแต่ละหน่วยการเรียนรู้ทั้ง 4 หน่วยการเรียนรู้ ดำเนินการดังนี้

2.1.1 วิเคราะห์เนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ทั้ง 4 หน่วยการเรียนรู้

2.1.2 กำหนดเกณฑ์การตรวจให้คะแนนของแบบทดสอบย่อย โดยใช้แนวทางของเกณฑ์การตรวจให้คะแนน ของ ปรีชา เนาว์เย็นผล (2544 : 311 ; อ้างอิงจาก Charles; et al. 1987 : 29) ดังตาราง 12

ตาราง 12 เกณฑ์การตรวจให้คะแนนของแบบทดสอบย่อยประจำหน่วยการเรียนรู้ทั้ง 4 หน่วยการเรียนรู้

คะแนน/ความหมาย	การแสดงผลการหาคำตอบที่ปรากฏให้เห็น
4 คะแนน ยอดเยี่ยม	ดำเนินการหาคำตอบด้วยวิธีที่เหมาะสม แสดงถึงการเลือกความรู้ในหน่วยการเรียนรู้มาใช้ได้เหมาะสม แสดงวิธีการหาคำตอบได้ชัดเจน เขียนแสดงคำตอบได้ชัดเจน ถูกต้อง ครบถ้วน สมบูรณ์
3 คะแนน ดี	- เลือกความรู้และดำเนินการตามวิธีการหาคำตอบที่จะนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง แต่เข้าใจบางส่วนของโจทย์ผิดไป หรือ - เลือกความรู้และวิธีการหาคำตอบได้เหมาะสม หาคำตอบที่ถูกต้อง แต่ดำเนินการหาคำตอบไม่สมบูรณ์ หรือ - เลือกความรู้และวิธีการหาคำตอบได้เหมาะสม และแสดงสิ่งที่เป็นคำตอบของโจทย์ แต่ไม่นำมาแสดงเป็นคำตอบ

ตาราง 12 (ต่อ)

คะแนน/ความหมาย	การแสดงผลการหาคำตอบที่ปรากฏให้เห็น
2 คะแนน พอใช้	● เลือกความรู้มาใช้ได้เหมาะสมแต่ใช้วิธีหาคำตอบไม่เหมาะสม และได้คำตอบไม่ถูกต้อง แต่มีสิ่งที่แสดงถึงการมีความเข้าใจหรือ ● เลือกความรู้มาใช้และใช้วิธีหาคำตอบได้เหมาะสม แต่ไม่ได้ดำเนินการจนกระทั่งได้คำตอบ หรือ ● เลือกความรู้มาใช้และใช้วิธีหาคำตอบได้เหมาะสม แต่ดำเนินการไม่ถูกต้อง และนำไปสู่การหาคำตอบที่ผิดพลาด หรือหาคำตอบไม่ได้ หรือ ● เลือกความรู้มาใช้และได้คำตอบของปัญหาย่อยๆ ที่แบ่งจากโจทย์ แต่ดำเนินการต่อไปไม่ได้ หรือ ● ได้คำตอบที่ถูกต้อง แต่ไม่แสดงรายละเอียดของวิธีการหาคำตอบ
1 ยังต้องปรับปรุง	● เลือกความรู้มาใช้และแสดงวิธีหาคำตอบ และมีสิ่งบ่งบอกความเข้าใจในโจทย์บางประการ และมีแนวทางที่จะนำไปสู่การหาคำตอบที่ถูกต้อง หรือ ● เลือกความรู้มาใช้ได้เหมาะสมแต่พยายามหาคำตอบด้วยวิธีที่ไม่เหมาะสมเพียงแนวทางเดียวที่ไม่สามารถหาคำตอบได้ และไม่คิดหาวิธีอื่น หรือ ● มีสิ่งบ่งชี้ถึงความพยายามที่หาเป้าหมายย่อย ๆ ของโจทย์และเลือกความรู้มาใช้ได้เหมาะสม แต่ไม่ได้ดำเนินการต่อ
0 ไม่พยายาม	● ไม่แสดงผลการหาคำตอบ หรือไม่ตอบสนองสิ่งที่สัมพันธ์กับโจทย์ คัดลอกข้อมูลจากโจทย์แต่ไม่ได้นำมาใช้ให้เกิดความเข้าใจ

2.1.3 สร้างแบบทดสอบย่อยประจำแต่ละหน่วยการเรียนรู้ทั้ง 4 หน่วยการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ละ 1 ฉบับ จำนวน 4 ฉบับ ฉบับละ 10 ข้อ ให้สอดคล้องกับเนื้อหาและจุดประสงค์ การเรียนรู้ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ทั้ง 4 หน่วยการเรียนรู้ แล้วนำแบบทดสอบย่อยทั้ง 4 ฉบับที่ผู้วิจัย สร้างขึ้นเสนอคณะกรรมการควบคุมปริญญาบัตรและผู้เชี่ยวชาญให้พิจารณาตรวจสอบคุณภาพ ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยใช้ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) มีเกณฑ์ดังนี้

คะแนน +1 สำหรับแบบทดสอบย่อยที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

คะแนน 0 สำหรับแบบทดสอบย่อยที่ไม่แน่ใจว่าสอดคล้องกับจุดประสงค์การ เรียนรู้

คะแนน -1 สำหรับแบบทดสอบย่อยที่ไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

2.1.4 นำแบบทดสอบย่อยประจำแต่ละหน่วยการเรียนรู้ทั้ง 4 ฉบับ ที่ได้รับการ ตรวจจากคณะกรรมการควบคุมปริญญาบัตรและผู้เชี่ยวชาญมาคำนวณค่า IOC แล้วคัดเลือก ข้อที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป

2.1.5 นำแบบทดสอบย่อยประจำแต่ละหน่วยการเรียนรู้ทั้ง 4 ฉบับ ที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไปในข้อ 2.1.4 ไปหาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) โดยนำไป ทดสอบกับนักเรียนจำนวน 10 คน (2 กลุ่ม) กลุ่มเดียวกับที่ใช้ทดลองชุดการเรียนการสอนที่ใช้ปัญหา เป็นฐานในการเรียนรู้ เรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น แล้วคัดเลือกแบบทดสอบที่มีค่าความยากง่าย (p) 0.20 – 0.80 และค่าอำนาจจำแนก (r) 0.20 ขึ้นไปให้ได้แบบทดสอบย่อยประจำแต่ละหน่วยการเรียนรู้ จำนวน 4 ฉบับ ฉบับละ 5 ข้อ พร้อมกับหาค่าความเชื่อมั่นโดยใช้วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟา (α – Coefficient) ของ ครอนบาค (Cronbach) โดยค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบย่อยประจำหน่วย การเรียนรู้ที่ 1 เรื่องการหารลงตัว หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องขั้นตอนวิธีการหาร หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ตัวหารร่วมมาก และหน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่องตัวคูณร่วมน้อย เท่ากับ 0.84, 0.87, 0.84 และ 0.88 ตามลำดับ

2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น เป็น แบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น โดยให้นักเรียน ทดสอบหลังจากได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานจบทั้ง 4 หน่วยการเรียนรู้แล้ว มีลักษณะเป็นแบบทดสอบอัตนัยจำนวน 12 ข้อ ใช้เวลา 2 คาบเรียน การสร้างแบบทดสอบวัด ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น ดำเนินการดังนี้

2.2.1 วิเคราะห์เนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้เรื่องทฤษฎี จำนวนเบื้องต้นทั้ง 4 หน่วยการเรียนรู้ โดยวิเคราะห์ในภาพรวม

2.2.2 กำหนดเกณฑ์การตรวจให้คะแนนของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น โดยใช้แนวทางของเกณฑ์การตรวจให้คะแนนเช่นเดียวกับการตรวจให้คะแนนแบบทดสอบย่อยประจำหน่วยการเรียนรู้ทั้ง 4 หน่วยการเรียนรู้ แสดงดังตาราง 12

2.2.3 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น จำนวน 24 ข้อ ให้สอดคล้องกับเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ทั้ง 4 หน่วยการเรียนรู้ มีลักษณะเป็นข้อสอบอัตนัย แล้วนำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอคณะกรรมการควบคุมปริญญาโทและคุณวุฒิให้พิจารณาตรวจสอบคุณภาพความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยใช้ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) มีเกณฑ์ดังนี้

คะแนน +1 สำหรับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

คะแนน 0 สำหรับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ไม่แน่ใจว่าสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

คะแนน -1 สำหรับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

2.2.4 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น ที่ได้รับการตรวจจากคณะกรรมการควบคุมปริญญาโทและคุณวุฒิมาคำนวณหาค่า IOC แล้วคัดเลือกข้อที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป

2.2.5 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น ที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไปในข้อ 2.2.4 ไปหาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) โดยนำไปทดสอบกับนักเรียนจำนวน 10 คน (2 กลุ่ม) กลุ่มเดียวกับที่ใช้ทดลองชุดการเรียนการสอนที่ใช้ปัญหาเป็นฐานในการเรียนรู้ เรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น แล้วคัดเลือกแบบทดสอบที่มีค่าความยากง่าย (p) 0.20 – 0.80 และค่าอำนาจจำแนก (r) 0.20 ขึ้นไป ให้ได้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้นจำนวน 12 ข้อ พร้อมกับหาค่าความเชื่อมั่นโดยใช้วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟา (α – Coefficient) ของครอนบัค โดยค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ เรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้นเท่ากับ 0.90

2.3 แบบประเมินผลการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานรายกลุ่ม เป็นแบบประเมินผลที่ใช้ในการประเมินผลการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนในการทำกิจกรรมเป็นรายกลุ่มที่ใช้ปัญหาเป็นเครื่องกระตุ้นการเรียนรู้ การประเมินผลจะสอดคล้องกับแต่ละขั้นตอนของ

การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งมีขั้นตอนในการสร้างแบบประเมินผลการดำเนินงานกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานรายกลุ่มดังนี้

2.3.1 ศึกษาการสร้างแบบประเมินผลการดำเนินงานกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและเกณฑ์การตรวจให้คะแนนจากเอกสาร หนังสือ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.3.2 สร้างแบบประเมินผลการดำเนินงานกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยได้ปรับจากรูปแบบการประเมินผลที่ ดีไลเซิล (Delisle. 1997 : 43) และสร้างเกณฑ์การตรวจให้คะแนนโดยใช้เกณฑ์การตรวจให้คะแนนของ สมเดช บุญประจักษ์ (2540 : 49 ; อ้างอิงจาก Charles; et al. 1987 : 15–61; Lester; & Kroll. 1991 : 278–282) มีรายละเอียดดังนี้

การตรวจให้คะแนน แบบประเมินผลการดำเนินงานกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานรายกลุ่ม

ขั้นตอนที่ 1 ขั้นการจัดกลุ่ม

- 1 คะแนน : ถ้าจัดกลุ่มแต่แบ่งหน้าที่ไม่ชัดเจน อภิปรายในกลุ่มน้อยหรือไม่มีเลย มีสมาชิกที่ไม่ร่วมอภิปราย
- 2 คะแนน : ถ้าจัดกลุ่มแบ่งหน้าที่ในกลุ่มอย่างชัดเจน อภิปรายในกลุ่มมากขึ้น แต่มีสมาชิกบางคนที่ไม่ร่วมอภิปราย
- 3 คะแนน : ถ้าจัดกลุ่มแบ่งหน้าที่อย่างชัดเจน สมาชิกในกลุ่มร่วมกันอภิปราย อย่างหลากหลาย ทุกคนแสดงความคิดเห็น

ขั้นตอนที่ 2 ขั้นเชื่อมโยงปัญหาและระบุปัญหา

- 1 คะแนน : แสดงความคิดเห็นต่อปัญหาน้อยและไม่ค่อยสัมพันธ์กับการการแก้ปัญหา พยายามที่จะอธิบายปัญหาแต่ไม่ชัดเจน ระบุปัญหาย่อยที่ไม่ชัดเจน
- 2 คะแนน : แสดงความคิดเห็นต่อปัญหามากขึ้นและมีความสำคัญต่อการแก้ปัญหา อธิบายปัญหาได้อย่างชัดเจนแต่มีบางคนในกลุ่มยังไม่ค่อยเข้าใจ สามารถระบุปัญหาย่อยได้เป็นข้อๆชัดเจน แต่ยังไม่ครอบคลุม
- 3 คะแนน : แสดงความคิดเห็นต่อปัญหามากอย่างหลากหลายและมีความสำคัญต่อการแก้ปัญหา อธิบายปัญหาได้อย่างชัดเจน ทุกคนในกลุ่มเข้าใจปัญหา ตรงกัน ระบุปัญหาย่อยได้เป็นข้อๆ ชัดเจนและครอบคลุม

ขั้นตอนที่ 3 ขั้นการสร้างสมมุติฐาน

- 1 คะแนน : สามารถตั้งสมมุติฐานได้แต่ไม่ค่อยมีความสัมพันธ์กับปัญหาย่อยที่สร้างไว้ ทุกข้อเป็นแนวทางของคำตอบของปัญหาย่อยได้ไม่ค่อยดี แต่ในสมาชิกกลุ่มแสดงถึงความช่วยเหลือและร่วมมือกัน
- 2 คะแนน : สามารถตั้งสมมุติฐานได้ มีความสัมพันธ์กับปัญหาย่อยที่สร้างไว้เป็นแนวทางของคำตอบของปัญหาที่ดี แต่มีบางสมมุติฐานไม่เป็นแนวทางคำตอบของปัญหาที่ดี สมาชิกกลุ่มแสดงถึงความช่วยเหลือและร่วมมือกัน
- 3 คะแนน : สามารถตั้งสมมุติฐานได้ดี มีความสัมพันธ์กับปัญหาย่อยแต่ละปัญหาแต่ละข้อเป็นแนวทางของคำตอบของปัญหาที่ดี สมาชิกกลุ่มแสดงถึงความช่วยเหลือและร่วมมือกัน

ขั้นตอนที่ 4 ขั้นเตรียมการ การศึกษาค้นคว้า

- 1 คะแนน : สามารถกำหนดสิ่งที่ต้องเรียนรู้เพิ่มเติมไม่เพียงพอกับความจำเป็นที่จะได้ข้อมูลเพื่อมาแก้ปัญหา สร้างแผนการเรียนรู้และกำหนดแหล่งข้อมูลไม่ชัดเจน แต่สมาชิกในกลุ่มแสดงถึงความร่วมมือกันในการทำงาน
- 2 คะแนน : สามารถกำหนดสิ่งที่ต้องเรียนรู้เพิ่มเติมได้เพียงพอกับการให้ได้ข้อมูลมาเพื่อแก้ปัญหา สร้างแผนการเรียนรู้และกำหนดแหล่งข้อมูลไม่ค่อยชัดเจน แต่สมาชิกในกลุ่มแสดงถึงความร่วมมือกันในการทำงาน
- 3 คะแนน : สามารถกำหนดสิ่งที่ต้องเรียนรู้เพิ่มเติมได้เพียงพอกับการให้ได้ข้อมูลมาเพื่อแก้ปัญหา สร้างแผนการเรียนรู้และกำหนดแหล่งข้อมูลได้ ชัดเจน สามารถมองเห็นแนวทางของการดำเนินการเพื่อค้นคว้าได้อย่างดี สมาชิกในกลุ่มแสดงถึงความร่วมมือกันในการทำงาน

ขั้นตอนที่ 5 ขั้นการศึกษาค้นคว้า

- 1 คะแนน : ถ้านักเรียนในกลุ่มแสดงถึงการดำเนินการศึกษาค้นคว้าตามแผนที่กำหนด ค้นคว้าจากแหล่งข้อมูลที่ไม่หลากหลาย ทำการศึกษาไม่ต่อเนื่องและไม่เชื่อมโยงข้อมูลที่ได้กับกลุ่ม แต่แสดงถึงความช่วยเหลือกันในกลุ่มและมีการแบ่งงานกัน

- 2 คะแนน : ถ้านักเรียนในกลุ่มแสดงถึงการดำเนินการศึกษาค้นคว้าตามแผนที่กำหนด จากแหล่งข้อมูลที่หลากหลายและศึกษาต่อเนื่อง ไม่มีการเสนอสิ่งที่ตนศึกษามาให้กลุ่มได้รับทราบเป็นระยะๆ แต่แสดงถึงการแบ่งงานที่เป็นระบบ
- 3 คะแนน : ถ้านักเรียนในกลุ่มแสดงถึงการดำเนินการศึกษาค้นคว้าตามแผนที่กำหนด จากแหล่งข้อมูลที่หลากหลายและต่อเนื่อง มีการเสนอสิ่งที่ศึกษามาให้กลุ่มได้รับทราบเป็นระยะๆ และแสดงถึงการแบ่งงานที่เป็นระบบ

ขั้นตอนที่ 6 ขั้นการสังเคราะห์ข้อมูลและนำไปใช้ในการตรวจสอบสมมุติฐาน

- 1 คะแนน : ถ้านักเรียนได้นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษามาสังเคราะห์บ้าง แต่ไม่สามารถเชื่อมโยงสู่การแก้ปัญหาได้ สามารถตรวจสอบสมมุติฐานจากข้อมูลที่หามาได้บ้าง นักเรียนในกลุ่มเข้าใจในข้อมูลที่ศึกษามาบ้าง สมาชิกในกลุ่มแสดงทักษะการวิเคราะห์ข้อมูล การสื่อสาร และมีความร่วมมือกันในการทำงาน
- 2 คะแนน : ถ้านักเรียนได้นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษามาสังเคราะห์ และเชื่อมโยงสู่ปัญหา สามารถตรวจสอบสมมุติฐานจากข้อมูลที่หามาได้ทุกข้อ แต่ได้คำตอบของปัญหาที่ไม่ดี นักเรียนในกลุ่มมีความเข้าใจข้อมูลที่ศึกษามา สมาชิกในกลุ่มแสดงทักษะการวิเคราะห์ข้อมูล การสื่อสาร และมีความร่วมมือกันในการทำงาน
- 3 คะแนน : ถ้านักเรียนได้นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษามาสังเคราะห์ และเชื่อมโยงสู่ปัญหา สามารถตรวจสอบสมมุติฐานจากข้อมูลที่หามาได้ทุกข้อและมีเหตุผล ได้คำตอบของปัญหาที่ดี นักเรียนในกลุ่มมีความเข้าใจข้อมูลที่ศึกษามาอย่างดี สมาชิกในกลุ่มแสดงทักษะการวิเคราะห์ข้อมูล การสื่อสาร และมีความร่วมมือกันในการทำงาน

ขั้นตอนที่ 7 ขั้นการสะท้อนผลการเรียนรู้

- 1 คะแนน : นักเรียนในกลุ่มส่งตัวแทนออกมารายงานผลการศึกษา แต่ไม่สามารถแสดงถึงการดำเนินการเรียนรู้ของกลุ่มได้อย่างชัดเจน อธิบายข้อมูลที่ศึกษามาไม่ค่อยเข้าใจ เตรียมความพร้อมในการรายงานน้อย

- 2 คะแนน : นักเรียนในกลุ่มส่งตัวแทนออกมารายงานผลการศึกษาได้อย่างเข้าใจ สามารถแสดงถึงการดำเนินการเรียนรู้ของกลุ่มได้อย่างชัดเจน อธิบายความรู้หรือข้อมูลที่ค้นคว้าได้อย่างเข้าใจ แต่ความรู้ที่หามาได้ทั้งหมดยังไม่มาก มีความพร้อมในการรายงาน
- 3 คะแนน : นักเรียนในกลุ่มส่งตัวแทนออกมารายงานผลการศึกษาได้อย่างเข้าใจ สามารถแสดงถึงการดำเนินการเรียนรู้ของกลุ่มได้อย่างชัดเจน อธิบายความรู้หรือข้อมูลที่ค้นคว้าได้อย่างเข้าใจ ความรู้ที่หามาได้มากและลึกซึ้ง มีความพร้อมในการรายงาน

ขั้นตอนที่ 8 ขั้นสรุป

- 1 คะแนน : ถ้านักเรียนทำการประเมินผลตนเอง ประเมินผลครูและร่วมประเมินผลปัญหา ร่วมกับครูสรุปผลการเรียนรู้ แต่ไม่แสดงประเด็นที่ตนเองสนใจศึกษาต่อ
- 2 คะแนน : ถ้านักเรียนทำการประเมินผลตนเอง ประเมินผลครูและร่วมประเมินผลปัญหา ร่วมกับครูสรุปผลการเรียนรู้ แสดงประเด็นที่ตนเองสนใจศึกษาต่อบางเล็กน้อย
- 3 คะแนน : ถ้านักเรียนทำการประเมินผลตนเอง ประเมินผลครูและร่วมประเมินผลปัญหา ร่วมกับครูสรุปผลการเรียนรู้ แสดงประเด็นที่ตนเองสนใจศึกษาต่ออย่างหลากหลาย แสดงถึงความกระตือรือร้นที่จะศึกษาด้วยตนเอง

2.3.3 หลังจากนั้นนำแบบประเมินผลการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และเกณฑ์การตรวจให้คะแนนให้คณะกรรมการควบคุมปริญญาบัณฑิตและผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบและปรับปรุง แล้วนำมาปรับปรุงอีกครั้งให้พร้อมที่จะนำไปใช้ในการวิจัย ซึ่งแบบประเมินผลการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีรายละเอียดดังตาราง 13

ตาราง 13 แบบประเมินผลการดำเนินการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ขั้นตอนการเรียนรู้	คะแนน
1. ขั้นการจัดกลุ่ม	
2. ขั้นเชื่อมโยงปัญหาและระบุปัญหา	
3. ขั้นการสร้างสมมุติฐาน	
4. ขั้นเตรียมการ การศึกษาค้นคว้า	
5. ขั้นการศึกษาค้นคว้า	
6. ขั้นการสังเคราะห์และนำไปใช้ในการตรวจสอบสมมุติฐาน	
7. ขั้นการสะท้อนผลการเรียนรู้	
8. ขั้นสรุป	

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ก่อนปฏิบัติกิจกรรมการใช้ชุดการเรียนการสอนที่ใช้ปัญหาเป็นฐานในการเรียนรู้ เรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น ผู้วิจัยได้แนะนำการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยครอบคลุม ความเป็นมา ความหมาย ลักษณะที่สำคัญ ขั้นตอนในการเรียนรู้ และบทบาทของนักเรียนในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยใช้เวลา 1 คาบเรียน ซึ่ง 1 คาบเรียนคือ 1 ชั่วโมง
2. ผู้วิจัยทำการสอนนักเรียนกลุ่มตัวอย่างโดยชุดการเรียนการสอนที่ใช้ปัญหาเป็นฐานในการเรียนรู้ เรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยสอนนอกเวลาปกติ ซึ่งหน่วยการเรียนรู้ที่ 1

ใช้เวลา 8 คาบเรียน ส่วนหน่วยการเรียนรู้ที่ 2, 3 และ 4 ใช้เวลาหน่วยการเรียนรู้ละ 6 คาบเรียน รวมใช้เวลาทั้งหมด 26 คาบเรียน ซึ่งแต่ละคาบเรียนของการดำเนินกิจกรรมในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ จะดำเนินการตามตาราง 14

ตาราง 14 ลำดับของการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนตามขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ขั้น การเรียนการสอน	กิจกรรมการเรียนการสอน
ขั้นนำเข้าสู่ บทเรียน	ครูทบทวนเนื้อหาที่เรียนไปแล้ว หรือเตรียมความพร้อมของนักเรียนด้วยการนำเสนอสถานการณ์ที่ใกล้เคียงกับเรื่องที่จะเรียนรู้ต่อไป หรือตอบคำถามที่นักเรียนสงสัย หรือซักถามความก้าวหน้าของการดำเนินการเรียนรู้ตามขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน หรือชี้แจงข้อผิดพลาดในการทำแบบทดสอบย่อย
ขั้นกิจกรรมการ เรียนการสอน	<u>คาบเรียนที่ 1-2 สำหรับหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 และคาบเรียนที่ 1 สำหรับหน่วยการเรียนรู้ที่ 2, 3 และ 4</u> ดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนตามขั้นตอนที่ 1 – 4 ของขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานดังนี้ ขั้นตอนที่ 1 ขั้นการจัดกลุ่ม จัดกลุ่มๆละ 5 คน สมาชิกในกลุ่มทำความคุ้นเคยกัน แนะนำตนเองและบอกถึงความสามารถพิเศษที่มี ความสนใจ และประสบการณ์ต่างๆที่จะมีประโยชน์ต่อกลุ่ม กลุ่มกำหนดบทบาทของสมาชิกในกลุ่มอย่างชัดเจน ในกลุ่มต้องมีประธาน มีรองประธานและเลขานุการที่คอยจดบันทึกกิจกรรมภายในกลุ่ม ในขั้นนี้จะเป็นขั้นเริ่มต้นของการประเมินผลการดำเนินกิจกรรมของนักเรียนด้วย ซึ่งการประเมินผลจะดำเนินไปพร้อมกับทุกขั้นตอนของการเรียนรู้

ตาราง 14 (ต่อ)

ขั้น การเรียนการสอน	กิจกรรมการเรียนการสอน
ขั้นกิจกรรมการ เรียนการสอน (ต่อ)	คาบเรียนที่ 1-2 สำหรับหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 และคาบเรียนที่ 1 สำหรับหน่วยการเรียนรู้ที่ 2, 3 และ 4 (ต่อ) ขั้นตอนที่ 2 ขั้นเชื่อมโยงปัญหาและระบุปัญหา ขั้นนี้ครูจะเสนอสถานการณ์ที่มีความสัมพันธ์กับเนื้อหาที่จะสอนและปัญหาที่จะใช้ในการกระตุ้นการเรียนรู้ ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อเตรียมความพร้อมให้กับนักเรียนก่อนที่จะเจอปัญหา เมื่อครูเสนอปัญหาให้แล้วสมาชิกในกลุ่มจะต้องเสนอแนวคิดต่อปัญหาในแง่ของแนวทางที่เป็นไปได้ในการแก้ปัญหาและกำหนดข้อเท็จจริงที่ปรากฏอยู่ในปัญหา หากในกลุ่มมีผู้ที่มีประสบการณ์สัมพันธ์กับปัญหานั้นต้องเสนอให้กลุ่มได้รับทราบ จากนั้นช่วยกันระบุตัวปัญหาย่อยและให้คำอธิบายของปัญหาย่อยทั้งหมด โดยสมาชิกในกลุ่มจะต้องมีความเข้าใจต่อปัญหาย่อยที่ถูกต้องตรงกัน การระบุปัญหาย่อยจะต้องระบุเป็นข้อๆที่สามารถมองเห็นแนวทางของการแก้ปัญหาย่อยนั้นได้อย่างชัดเจน ในปัญหาเริ่มต้นหนึ่งปัญหาที่ครูเสนอให้ อาจมีปัญหาย่อยออกมาอีกก็ได้ขึ้นอยู่กับการวิเคราะห์ปัญหาหรือมีความไม่เข้าใจอะไรตรงไหนของกลุ่ม ขั้นตอนที่ 3 ขั้นการสร้างสมมุติฐาน เมื่อระบุปัญหาแล้วนักเรียนในกลุ่มร่วมกันวิเคราะห์ปัญหาย่อยแต่ละข้อและตั้งสมมุติฐานให้สอดคล้องกับปัญหาย่อยๆนั้น สมมุติฐานที่ตั้งมีลักษณะที่เป็นคำตอบของปัญหาย่อยๆที่ตั้งอยู่บนเหตุผลและความรู้พื้นฐานที่มีอยู่ก่อน ขั้นตอนที่ 4 ขั้นเตรียมการ การศึกษาค้นคว้า ประกอบด้วย 1. กำหนดสิ่งที่ต้องเรียนรู้เพิ่มเติม เป็นการกำหนดว่าจะต้องค้นคว้าหาอะไร เพื่อที่จะสามารถนำสิ่งนั้นมาตรวจสอบสมมุติฐานที่ได้ตั้งไว้เป็นการวางแผนการเรียนรู้อย่างชัดเจน 2. สร้างแผนการเรียนรู้ เป็นกลวิธีที่ใช้ในการศึกษาสิ่งที่ต้องเรียนรู้เพิ่มเติม 3. กำหนดแหล่งข้อมูลที่สอดคล้องกับแผนการเรียนรู้

ตาราง 14 (ต่อ)

ขั้น การเรียนการสอน	กิจกรรมการเรียนการสอน
ขั้นกิจกรรมการ เรียนการสอน (ต่อ)	<u>คาบเรียนที่ 3-5 สำหรับหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 และคาบเรียนที่ 2-3 สำหรับหน่วยการเรียนรู้ที่ 2, 3 และ 4</u> ดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนตามขั้นตอนที่ 5 และขั้นตอนที่ 6 ของขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ดังนี้ ขั้นตอนที่ 5 ขั้นการศึกษาค้นคว้า เมื่อเตรียมการการศึกษาค้นคว้าแล้ว สมาชิกแต่ละคนของกลุ่มจะมีหน้าที่ความรับผิดชอบในการแสวงหาข้อมูลเพิ่มเติมจากภายนอกกลุ่ม โดยสามารถหาได้จากแหล่งข้อมูลต่างๆ ที่กำหนดไว้แล้ว ซึ่งการศึกษาค้นคว้าจะทำงานเป็นกลุ่มหรือเป็นรายบุคคลก็ได้ในการศึกษาค้นคว้าสมาชิกในกลุ่มจะต้องศึกษาอย่างละเอียดให้เข้าใจสามารถอธิบายให้สมาชิกคนอื่นเข้าใจได้ โดยเลขานุการจดบันทึกสิ่งที่ศึกษาค้นคว้านั้นไว้ด้วย ขั้นตอนที่ 6 ขั้นการสังเคราะห์ข้อมูลและนำไปใช้ในการตรวจสอบสมมุติฐาน ในขั้นนี้นักเรียนจะสังเคราะห์ข้อมูลที่ได้ศึกษาค้นคว้ามารวบรวมเพียงพอกับการตรวจสอบสมมุติฐานที่ตั้งไว้หรือไม่ แล้วนำข้อมูลที่ได้ไปตรวจสอบสมมุติฐานและแก้ปัญหา ถ้าไม่เพียงพอกลุ่มจะต้องกำหนดสิ่งที่ต้องเรียนรู้เพิ่มเติม แผนการเรียนรู้ แหล่งข้อมูลแล้วดำเนินการศึกษาอีกครั้งหนึ่งเพื่อให้ได้ข้อมูลที่สมบูรณ์เสียก่อน <u>คาบเรียนที่ 6 สำหรับหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 และคาบเรียนที่ 4 สำหรับหน่วยการเรียนรู้ที่ 2, 3 และ 4</u> ดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนตามขั้นตอนที่ 7 และขั้นตอนที่ 8 ของขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานดังนี้ ขั้นตอนที่ 7 ขั้นการสะท้อนผลการเรียนรู้ ประกอบด้วยการเสนอผลงานหรือผลการแก้ปัญหา โดยจะเสนอแผนการดำเนินงานของกลุ่มทั้งหมดตั้งแต่ขั้นตอนที่ 1 ถึง ขั้นตอนที่ 6 ในขั้นนี้จะเปิดโอกาสให้นักเรียนในชั้นเรียนประเมินผลงานของกลุ่มอื่นๆด้วย ในขั้นนี้ครูและนักเรียนจะช่วยกันสรุปข้อมูลหรือความรู้ที่แต่ละกลุ่มได้ศึกษาค้นคว้ามารวบรวมอีกครั้ง

ตาราง 14 (ต่อ)

ขั้นการเรียนการสอน	กิจกรรมการเรียนการสอน
ขั้นกิจกรรมการเรียนการสอน (ต่อ)	คาบเรียนที่ 6 สำหรับหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 และคาบเรียนที่ 4 สำหรับหน่วยการเรียนรู้ที่ 2, 3 และ 4 (ต่อ) ขั้นตอนที่ 8 ขั้นสรุป ในขั้นนี้จะสรุปผลของการประเมินผลทั้งด้านความรู้ ด้านทักษะทางการเรียนและด้านทักษะทางสังคม การประเมินผลประกอบด้วย การประเมินผลของครูและการประเมินผลตนเองของนักเรียนทั้ง 3 ด้านดังกล่าว โดยที่นักเรียนและครูจะประเมินผลไปพร้อมกับการดำเนินกิจกรรมทุกขั้นตอน คาบเรียนที่ 7 สำหรับหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 และคาบเรียนที่ 5 สำหรับหน่วยการเรียนรู้ที่ 2, 3 และ 4 สรุปเนื้อหาเรื่องทฤษฎีจำนวนแต่ละหน่วยการเรียนรู้ จากที่นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ไปศึกษาค้นคว้ามาอีกครั้ง และให้นักเรียนทำใบงานเป็นรายบุคคลเพื่อเป็นการทบทวนเนื้อหาที่ได้ศึกษาค้นคว้ามา
ขั้นสรุป	แต่ละคาบของแต่ละหน่วยการเรียนรู้ นั้น นักเรียนร่วมกันสรุปความก้าวหน้าของการดำเนินการเรียนรู้ รวมทั้งปัญหาหรือข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นขณะดำเนินการเรียนรู้

3. ในขณะที่ดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนผู้วิจัยทำการประเมินผลการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างเป็นรายกลุ่มลงในแบบประเมินผลการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นดังตาราง 13 และหลังจากเสร็จสิ้นการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนแต่ละหน่วยการเรียนรู้ให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบย่อยประจำแต่ละหน่วยการเรียนรู้ทั้ง 4 หน่วยการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ละ 5 ข้อ ใช้เวลาทำ 1 คาบเรียน พร้อมทั้งตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นดังตาราง 12

4. หลังจากจบการสอนทั้ง 4 หน่วยการเรียนรู้แล้ว ให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จำนวน 12 ข้อ ใช้เวลา 2 คาบเรียน พร้อมทั้งตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นดังตาราง 12

5. นำคะแนนที่ได้จากแบบประเมินผลการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน แต่ละหน่วยการเรียนรู้ คะแนนจากแบบทดสอบย่อยประจำแต่ละหน่วยการเรียนรู้ และคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น มาหาค่าสถิติพื้นฐาน และทดสอบสมมุติฐานของการวิจัย ที่ว่า จำนวนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนเรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น โดยใช้ชุดการเรียนการสอนที่ใช้ปัญหาเป็นฐานในการเรียนรู้ มีผลการเรียนผ่านเกณฑ์เป็นจำนวนมากกว่าร้อยละ 50 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. หาค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนที่ได้จากแบบประเมินผลการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานแต่ละหน่วยการเรียนรู้ คะแนนจากแบบทดสอบย่อยประจำแต่ละหน่วยการเรียนรู้ และคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. ทดสอบสมมุติฐานที่ว่า จำนวนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนเรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น โดยใช้ชุดการเรียนการสอนที่ใช้ปัญหาเป็นฐานในการเรียนรู้ มีผลการเรียนผ่านเกณฑ์เป็นจำนวนมากกว่าร้อยละ 50 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด โดยใช้การทดสอบทวินาม (Binomial Test)

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
2. สถิติที่ใช้ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ ค่า IOC

ค่าความยากง่าย(p) ค่าอำนาจจำแนก(r) และค่าความเชื่อมั่นโดยใช้วิธีหาสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient) ของครอนบัค

3. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมุติฐาน ได้แก่ การทดสอบทวินาม (Binomial Test)

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาผลการเรียนของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังจากการเรียนรู้ด้วยชุดการเรียนการสอนที่ใช้ปัญหาเป็นฐานในการเรียนรู้ เรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับดังนี้

1. ค่าเฉลี่ยเลขคณิต($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน(s) ของผลการเรียนเรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น
2. ค่าเฉลี่ยเลขคณิต($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน(s) ของคะแนนจากแบบทดสอบย่อย ประจำหน่วยการเรียนรู้ทั้ง 4 หน่วยการเรียนรู้ ได้แก่ การหารลงตัว ขั้นตอนวิธีการหาร ตัวหารร่วมมาก และตัวคูณร่วมน้อย
3. ค่าเฉลี่ยเลขคณิต($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน(s) ของคะแนนจากแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น
4. ค่าเฉลี่ยเลขคณิต($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน(s) ของคะแนนจากแบบประเมินผล การดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ประจำหน่วยการเรียนรู้ทั้ง 4 หน่วยการเรียนรู้ ได้แก่ การหารลงตัว ขั้นตอนวิธีการหาร ตัวหารร่วมมาก และตัวคูณร่วมน้อย
5. ค่าร้อยละของจำนวนนักเรียนกลุ่มตัวอย่างชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้ผลการเรียน เรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น ตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไปของคะแนนเต็ม
6. การทดสอบนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีผลการเรียนเรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น มีคะแนนผ่านเกณฑ์ตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไปของคะแนนเต็ม เป็นจำนวนมากกว่าร้อยละ 50 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์คือผลการเรียนเรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้นของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างซึ่งประกอบด้วยคะแนนจาก 3 ส่วนคือคะแนนจากแบบทดสอบย่อยประจำหน่วยการเรียนรู้ทั้ง 4 หน่วยการเรียนรู้ คะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์เรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น และคะแนนจากแบบประเมินผลการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานทั้ง 4 หน่วยการเรียนรู้ ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเป็นดังนี้

1. ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ของผลการเรียน เรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น

ผลการเรียนเรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น หมายถึง คะแนนรวมของนักเรียนจาก 3 ส่วน ซึ่งคิดเป็นคะแนนเต็ม 100% โดยแบ่งคะแนนแต่ละส่วนดังนี้

1. คะแนนจากแบบทดสอบย่อยประจำแต่ละหน่วยการเรียนรู้ทั้ง 4 หน่วยการเรียนรู้ รวมเป็น 30 % ของคะแนนเต็ม
2. คะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น รวมเป็น 30 % ของคะแนนเต็ม
3. คะแนนจากแบบประเมินผลการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ประจำแต่ละหน่วยการเรียนรู้ทั้ง 4 หน่วยการเรียนรู้ รวมเป็น 40 % ของคะแนนเต็ม

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏดังตาราง 15

ตาราง 15 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ของผลการเรียนเรื่องทฤษฎี
จำนวนเบื้องต้น

กลุ่มตัวอย่าง	จำนวน นักเรียน (คน)	คะแนนเต็ม (คะแนน)	ค่าเฉลี่ยเลข คณิต ($\bar{x}$)	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน (s)
นักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	15	100	68.71	7.45

จากตาราง 15 แสดงให้เห็นว่าผลการเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนเป็น 68.71 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนเป็น 7.45

จากหัวข้อที่ 1 ผลการเรียนของนักเรียนประกอบด้วยคะแนนจาก 3 ส่วน ซึ่งคิดเป็นคะแนนเต็ม 100% เมื่อวิเคราะห์คะแนนทั้ง 3 ส่วน จะปรากฏรายละเอียดอยู่ในหัวข้อที่ 2 – 4 ตั้งแต่ตาราง 16 – 26 ดังนี้

2. ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ของคะแนนจากแบบทดสอบย่อยประจำหน่วยการเรียนรู้ทั้ง 4 หน่วยการเรียนรู้ได้แก่ การहारลงตัว ขั้นตอนวิธีการหาร ตัวหารร่วมมากและตัวคูณร่วมน้อย ปรากฏผลดังตาราง 16 – 20

ตาราง 16 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ของคะแนนจากแบบทดสอบย่อยประจำหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องการहारลงตัว

กลุ่มตัวอย่าง	จำนวน นักเรียน (คน)	คะแนนเต็ม (คะแนน)	ค่าเฉลี่ย เลขคณิต ($\bar{x}$)	ค่าเฉลี่ย เลขคณิตคิด เป็นร้อยละของ คะแนนเต็ม	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน (s)
นักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	15	20	13.93	69.65	2.25

จากตาราง 16 แสดงให้เห็นว่าคะแนนจากการทำแบบทดสอบย่อยประจำหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องการहारลงตัว ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนเป็น 13.93 คิดเป็นร้อยละ 69.65 ของคะแนนเต็ม และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนเป็น 2.25

ตาราง 17 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ของคะแนนจากแบบทดสอบย่อยประจำหน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องขั้นตอนวิธีการหาร

กลุ่มตัวอย่าง	จำนวน นักเรียน (คน)	คะแนนเต็ม (คะแนน)	ค่าเฉลี่ย เลขคณิต ($\bar{x}$)	ค่าเฉลี่ย เลขคณิตคิด เป็นร้อยละของ คะแนนเต็ม	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน (s)
นักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	15	20	13.40	67	2.72

จากตาราง 17 แสดงให้เห็นว่าคะแนนจากการทำแบบทดสอบย่อยประจำหน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องขั้นตอนวิธีการหาร ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนเป็น 13.40 คิดเป็นร้อยละ 67 ของคะแนนเต็ม และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนเป็น 2.72

ตาราง 18 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ของคะแนนจากแบบทดสอบย่อย ประจำหน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องตัวหารร่วมมาก

กลุ่มตัวอย่าง	จำนวน นักเรียน (คน)	คะแนนเต็ม (คะแนน)	ค่าเฉลี่ย เลขคณิต ($\bar{x}$)	ค่าเฉลี่ย เลขคณิตคิด เป็นร้อยละของ คะแนนเต็ม	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน (s)
นักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	15	20	13.67	68.35	2.32

จากตาราง 18 แสดงให้เห็นว่าคะแนนจากการทำแบบทดสอบย่อยประจำหน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องตัวหารร่วมมาก ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนเป็น 13.67 คิดเป็นร้อยละ 68.35 ของคะแนนเต็ม และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนเป็น 2.32

ตาราง 19 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ของคะแนนจากแบบทดสอบย่อย ประจำหน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่องตัวคูณร่วมน้อย

กลุ่มตัวอย่าง	จำนวน นักเรียน (คน)	คะแนนเต็ม (คะแนน)	ค่าเฉลี่ย เลขคณิต ($\bar{x}$)	ค่าเฉลี่ย เลขคณิตคิด เป็นร้อยละของ คะแนนเต็ม	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน (s)
นักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	15	20	13.60	68.40	3.18

จากตาราง 19 แสดงให้เห็นว่าคะแนนจากการทำแบบทดสอบย่อยประจำหน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่องตัวคูณร่วมน้อย ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนเป็น 13.60 คิดเป็นร้อยละ 68.40 ของคะแนนเต็มและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนเป็น 3.18

ตาราง 20 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ของคะแนนจากแบบทดสอบย่อยประจำหน่วยการเรียนรู้ทั้ง 4 หน่วยการเรียนรู้

กลุ่มตัวอย่าง	จำนวน นักเรียน (คน)	คะแนนเต็ม (คะแนน)	ค่าเฉลี่ย เลขคณิต ($\bar{x}$)	ค่าเฉลี่ย เลขคณิตคิด เป็นร้อยละของ คะแนนเต็ม	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน (s)
นักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	15	80	54.60	68.25	8.84

จากตาราง 20 แสดงให้เห็นว่าคะแนนจากการทำแบบทดสอบย่อยประจำหน่วยการเรียนรู้ทั้ง 4 หน่วยการเรียนรู้ ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนเป็น 54.60 คิดเป็นร้อยละ 68.25 ของคะแนนเต็ม และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนเป็น 8.84

3. ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ของคะแนนจาก
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น ปรากฏดังตาราง 21

ตาราง 21 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ของคะแนนจากแบบทดสอบ
วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น

กลุ่มตัวอย่าง	จำนวน นักเรียน (คน)	คะแนนเต็ม (คะแนน)	ค่าเฉลี่ย เลขคณิต ($\bar{x}$)	ค่าเฉลี่ย เลขคณิตคิด เป็นร้อยละของ คะแนนเต็ม	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน (s)
นักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	15	48	30.87	64.31	6.63

จากตาราง 21 แสดงให้เห็นว่าคะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
เรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนเป็น 30.87
คิดเป็นร้อยละ 64.31 ของคะแนนเต็ม และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนเป็น 6.63

4. ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ของคะแนนจากแบบประเมินผลการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ประจำหน่วยการเรียนรู้ทั้ง 4 หน่วยการเรียนรู้ ได้แก่ การหารลงตัว ขั้นตอนวิธีการหาร ตัวหารร่วมมากและตัวคูณร่วมน้อย ปรากฏผลดังตาราง 22-26

ตาราง 22 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ของคะแนนจากแบบประเมินผลการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ประจำหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องการหารลงตัว

กลุ่มตัวอย่าง	จำนวน นักเรียน (คน)	คะแนนเต็ม (คะแนน)	ค่าเฉลี่ย เลขคณิต ($\bar{x}$)	ค่าเฉลี่ย เลขคณิตคิด เป็นร้อยละของ คะแนนเต็ม	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน (s)
นักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	15	24	17	70.83	1.73

จากตาราง 22 แสดงให้เห็นว่าคะแนนจากแบบประเมินผลการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ประจำหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องการหารลงตัว ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนเป็น 17 คิดเป็นร้อยละ 70.83 ของคะแนนเต็ม และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนเป็น 1.73

ตาราง 23 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ของคะแนนจากแบบประเมินผล
การดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ประจำหน่วยการเรียนรู้ที่ 2
เรื่องขั้นตอนวิธีการหาร

กลุ่มตัวอย่าง	จำนวน นักเรียน (คน)	คะแนนเต็ม (คะแนน)	ค่าเฉลี่ย เลขคณิต ($\bar{x}$)	ค่าเฉลี่ย เลขคณิตคิด เป็นร้อยละของ คะแนนเต็ม	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน (s)
นักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	15	24	18.67	77.79	0.58

จากตาราง 23 แสดงให้เห็นว่าคะแนนจากแบบประเมินผลการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ประจำหน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องขั้นตอนวิธีการหาร ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนเป็น 18.67 คิดเป็นร้อยละ 77.79 ของคะแนนเต็ม และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนเป็น 0.58

ตาราง 24 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ของคะแนนจากแบบประเมินผล
การดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ประจำหน่วยการเรียนรู้ที่ 3
เรื่องตัวหารร่วมมาก

กลุ่มตัวอย่าง	จำนวน นักเรียน (คน)	คะแนนเต็ม (คะแนน)	ค่าเฉลี่ย เลขคณิต ($\bar{x}$)	ค่าเฉลี่ย เลขคณิตคิด เป็นร้อยละของ คะแนนเต็ม	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน (s)
นักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	15	24	16.33	68.04	0.58

จากตาราง 24 แสดงให้เห็นว่าคะแนนจากแบบประเมินผลการดำเนินการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ประจำหน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องตัวหารร่วมมาก ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนเป็น 16.33 คิดเป็นร้อยละ 68.04 ของคะแนนเต็ม และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนเป็น 0.58

ตาราง 25 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ของคะแนนจากแบบประเมินผลการดำเนินการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ประจำหน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่องตัวคูณร่วมน้อย

กลุ่มตัวอย่าง	จำนวน นักเรียน (คน)	คะแนนเต็ม (คะแนน)	ค่าเฉลี่ย เลขคณิต ($\bar{x}$)	ค่าเฉลี่ย เลขคณิตคิด เป็นร้อยละของ คะแนนเต็ม	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน (s)
นักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	15	24	16.67	69.46	0.58

จากตาราง 25 แสดงให้เห็นว่าคะแนนจากแบบประเมินผลการดำเนินการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ประจำหน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่องตัวคูณร่วมน้อย ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนเป็น 16.67 คิดเป็นร้อยละ 69.46 ของคะแนนเต็ม และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนเป็น 0.58

ตาราง 26 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ของคะแนนจากแบบประเมินผล
การดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ประจำหน่วยการเรียนรู้
4 หน่วยการเรียนรู้

กลุ่มตัวอย่าง	จำนวน นักเรียน (คน)	คะแนนเต็ม (คะแนน)	ค่าเฉลี่ย เลขคณิต ($\bar{x}$)	ค่าเฉลี่ย เลขคณิตคิด เป็นร้อยละของ คะแนนเต็ม	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน (s)
นักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	15	96	68.67	71.53	2.58

จากตาราง 26 แสดงให้เห็นว่าคะแนนจากแบบประเมินผลการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ประจำหน่วยการเรียนรู้ทั้ง 4 หน่วยการเรียนรู้ ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนเป็น 68.67 คิดเป็นร้อยละ 71.53 ของคะแนนเต็มและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนเป็น 2.58

5. ค่าร้อยละของจำนวนนักเรียนกลุ่มตัวอย่างชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้ผลการเรียน เรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น ตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไปของคะแนนเต็ม
ปรากฏผลดังตาราง 27

ตาราง 27 ค่าร้อยละของจำนวนนักเรียนกลุ่มตัวอย่างชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้ผลการเรียนเรื่อง
ทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น ตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไปของคะแนนเต็ม

กลุ่มตัวอย่าง	จำนวน นักเรียน (คน)	จำนวนนักเรียนที่ได้คะแนน ตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไป ของคะแนนเต็ม (คน)	ค่าร้อยละของจำนวนนักเรียน ที่ได้คะแนนตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไปของคะแนนเต็ม
นักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	15	13	86.67

จากตาราง 27 แสดงให้เห็นว่านักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ที่ได้คะแนนตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไป
ของคะแนนเต็ม มีจำนวน 13 คน คิดเป็นร้อยละ 86.67 ของนักเรียนทั้งหมด

6. การทดสอบนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีผลการเรียนเรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น มีคะแนนผ่านเกณฑ์ตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไปของคะแนนเต็ม เป็นจำนวนมากกว่าร้อยละ 50 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด

ตาราง 28 การทดสอบนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีผลการเรียนเรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น มีคะแนนผ่านเกณฑ์ตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไปของคะแนนเต็ม เป็นจำนวนมากกว่าร้อยละ 50 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด

กลุ่มตัวอย่าง	จำนวน นักเรียน (คน)	จำนวนนักเรียนที่ได้ คะแนนตั้งแต่ ร้อยละ 60 ขึ้นไป ของคะแนนเต็ม (คน)	ค่าสัดส่วนของจำนวน นักเรียนที่ได้คะแนน ตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไป ของคะแนนเต็ม	p-value
นักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4	15	13	.87	.0035

จากตาราง 28 แสดงให้เห็นว่าจำนวนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีผลการเรียนเรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น มีคะแนนผ่านเกณฑ์ตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไปของคะแนนเต็ม เป็นจำนวนมากกว่าร้อยละ 50 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ที่ระดับนัยสำคัญ .01 ($p\text{-value} < .01$)

บทที่ 5

สรุปผล อภิปราย และข้อเสนอแนะ

สังเขปความมุ่งหมาย สมมุติฐาน และวิธีดำเนินการวิจัย

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อสร้างชุดการเรียนรู้การสอนที่ใช้ปัญหาเป็นฐานในการเรียนรู้ เรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
2. เพื่อศึกษาผลการเรียนของนักเรียน จากการเรียนด้วยชุดการเรียนรู้การสอนที่ใช้ปัญหาเป็นฐานในการเรียนรู้ เรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

สมมุติฐานของการวิจัย

จำนวนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนเรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น โดยใช้ชุดการเรียนรู้การสอนที่ใช้ปัญหาเป็นฐานในการเรียนรู้ มีผลการเรียนผ่านเกณฑ์เป็นจำนวนมากกว่าร้อยละ 50 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด

วิธีดำเนินการวิจัย

1. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย
กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเมืองคง อำเภอลำปาง จังหวัดนครราชสีมา ที่ได้จากการอาสาสมัครจำนวน 15 คน
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย มีดังต่อไปนี้
 - 2.1 ชุดการเรียนรู้การสอนที่ใช้ปัญหาเป็นฐานในการเรียนรู้ เรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ประกอบด้วย
 - 2.1.1 บทเรียนเรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น โดยในแต่ละหน่วยการเรียนรู้จะประกอบไปด้วยปัญหาที่ใช้กระตุ้นการเรียนรู้ เนื้อหาและแบบฝึกหัด ซึ่งแบ่งเป็น 4 หน่วยการเรียนรู้ ได้แก่
 - หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 การหารลงตัว
 - หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ขั้นตอนวิธีการหาร
 - หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 ตัวหารร่วมมาก
 - หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 ตัวคูณร่วมน้อย

2.1.2 คู่มือครู ประกอบด้วย คู่มือการใช้ชุดการเรียนรู้การสอน แผนการสอน และเอกสารเพิ่มเติมสำหรับครู ซึ่งประกอบด้วยภารกิจที่ซับซ้อนและสมบัติต่างๆ ในบทเรียนเรื่อง ทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น คำตอบของปัญหาในบทความรู้เรื่องการเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาเป็นฐานและปัญหาที่ใช้เป็นฐานในการเรียนรู้ประจำหน่วยการเรียนรู้ทั้ง 4 หน่วยการเรียนรู้ คำตอบของใบงานประจำหน่วยการเรียนรู้ทั้ง 4 หน่วยการเรียนรู้ คำตอบของแบบทดสอบย่อยประจำหน่วยการเรียนรู้ทั้ง 4 หน่วยการเรียนรู้และคำตอบของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น

2.2 เครื่องมือประเมินผลการเรียนรู้ ประกอบด้วย

2.2.1 แบบทดสอบย่อยประจำหน่วยการเรียนรู้ ทั้ง 4 หน่วยการเรียนรู้ เป็นแบบทดสอบอัตนัยหน่วยการเรียนรู้ละ 5 ข้อ

2.2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น เป็นแบบทดสอบอัตนัย 12 ข้อ

2.2.3 แบบประเมินผลการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานในแต่ละขั้นตอนของการเรียนรู้ประจำแต่ละหน่วยการเรียนรู้ เรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้นทั้ง 4 หน่วยการเรียนรู้

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 ก่อนปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ชุดการเรียนรู้การสอนที่ใช้ปัญหาเป็นฐานในการเรียนรู้เรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น ผู้วิจัยได้แนะนำการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างโดยครอบคลุม ความเป็นมา ความหมาย ลักษณะที่สำคัญ ขั้นตอนในการเรียนรู้ และบทบาทของนักเรียนในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยใช้เวลา 1 คาบเรียน ซึ่ง 1 คาบเรียนคือ 1 ชั่วโมง

3.2 ผู้วิจัยทำการสอนนักเรียนกลุ่มตัวอย่างโดยใช้ชุดการเรียนรู้การสอนที่ใช้ปัญหาเป็นฐานในการเรียนรู้ เรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยสอนนอกเวลาเรียนปกติ ซึ่งหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 ใช้เวลา 8 คาบเรียน ส่วนหน่วยการเรียนรู้ที่ 2, 3 และ 4 ใช้เวลาหน่วยการเรียนรู้ละ 6 คาบเรียน รวมใช้เวลาทั้งหมด 26 คาบเรียน ซึ่งแต่ละคาบเรียนของการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้การสอนในแต่ละหน่วยการเรียนรู้จะดำเนินการตามตาราง 14 หน้า 63

3.3 ในขณะที่ดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้การสอนผู้วิจัยทำการประเมินผลการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างเป็นรายกลุ่มลงในแบบประเมินผลการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นดังตาราง 13 หน้า 62 และหลังจากเสร็จสิ้นการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้การสอนแต่ละหน่วยการเรียนรู้ให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบย่อยประจำแต่ละหน่วยการเรียนรู้ทั้ง 4 หน่วยการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ละ 5 ข้อ ใช้เวลาทำ 1 คาบเรียน พร้อมทั้งตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นดังตาราง 12 หน้า 54

3.4 หลังจากจบการสอนทั้ง 4 หน่วยการเรียนรู้แล้ว ให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จำนวน 12 ข้อ ใช้เวลา 2 คาบเรียน พร้อมทั้งตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นดังตาราง 12 หน้า 54

3.5 นำคะแนนที่ได้จากแบบประเมินผลการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานแต่ละหน่วยการเรียนรู้ คะแนนจากแบบทดสอบย่อยประจำแต่ละหน่วยการเรียนรู้ และคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น มาหาค่าสถิติพื้นฐาน และทดสอบสมมติฐานของการวิจัย ที่ว่า จำนวนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนเรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น โดยใช้ชุดการเรียนการสอนที่ใช้ปัญหาเป็นฐานในการเรียนรู้ มีผลการเรียนผ่านเกณฑ์เป็นจำนวนมากกว่าร้อยละ 50 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด

สรุปผลการวิจัย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนเรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น ด้วยชุดการเรียนการสอนที่ใช้ปัญหาเป็นฐานในการเรียนรู้ ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้น มีผลการเรียนผ่านเกณฑ์ตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไป ของคะแนนเต็ม เป็นจำนวนมากกว่าร้อยละ 50 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ที่ระดับนัยสำคัญ .01 ดังนั้นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีความสามารถในการเรียนเรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น โดยการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ใช้ปัญหาเป็นฐานในการเรียนรู้ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

อภิปรายผล

จากผลการวิจัยที่พบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนเรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น ด้วยชุดการเรียนการสอนที่ใช้ปัญหาเป็นฐานในการเรียนรู้ ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้น มีผลการเรียนผ่านเกณฑ์ตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไปของคะแนนเต็ม เป็นจำนวนมากกว่าร้อยละ 50 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก

1. นักเรียนในกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนอาสาสมัครซึ่งมีความสนใจใฝ่เรียนคณิตศาสตร์และมีความสามารถทางการเรียนอยู่ในระดับค่อนข้างสูงดูได้จากเกรดเฉลี่ยสะสมของเทอมที่ 1 ซึ่งมีถึง 13 คน ที่มีเกรดเฉลี่ยสะสมมากกว่า 3.00 ส่วนอีก 2 คนเกรดเฉลี่ยสะสมอยู่ระหว่าง 2.75 – 3.00 และนักเรียนยังมีพื้นฐานทางด้านคณิตศาสตร์ในระดับที่ดี ดูได้จากเกรดวิชาคณิตศาสตร์ของเทอมที่ 1 ซึ่งได้เกรด 4 จำนวน 6 คน และได้เกรด 3 จำนวน 9 คน ทำให้นักเรียนมีความสามารถในการเรียนรู้เนื้อหาทฤษฎีจำนวนเบื้องต้นและความรู้ต่างๆ ที่ค้นคว้ามาอย่างเข้าใจได้ด้วยตนเอง นอกจากนี้ นักเรียนยังมีความพร้อม มีความสนใจและตั้งใจเรียน ให้ความร่วมมือขณะดำเนินกิจกรรม โดยสังเกตได้ว่าขณะดำเนินกิจกรรมนักเรียนจะแสดงความคิดเห็นอย่างหลากหลาย มีการวางแผนและ

ดำเนินการค้นคว้าหาความรู้ด้วยตัวเองอย่างเป็นระบบ มีความกระตือรือร้นที่จะหาคำตอบของปัญหา ในใบกิจกรรมแต่ละหน่วยการเรียนรู้ ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของ ธนวัฒน์ สุวรรณจรัส (2546 : 11) ที่ได้กล่าวถึงคุณลักษณะของนักเรียนที่จะส่งเสริมให้ประสบความสำเร็จในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานนั้นจะต้องมีความพร้อมและเข้าไปมีส่วนร่วมในการเรียนรู้

2. บทเรียนเรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้นซึ่งใช้เป็นส่วนหนึ่งของทรัพยากรในการเรียนรู้
ที่ผู้วิจัยเรียบเรียงขึ้น ประกอบไปด้วย

2.1 ปัญหาที่ใช้กระตุ้นการเรียนรู้ เป็นปัญหาปลายเปิดเสนอไว้ตอนต้นของแต่ละเรื่อง ซึ่งปัญหาดังกล่าวจะช่วยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจที่จะเรียนรู้อันนำไปสู่การค้นพบคำตอบของปัญหานั้น และยังทำให้นักเรียนมองเห็นจุดมุ่งหมายของการเรียนรู้ในแต่ละเรื่อง

2.2 บทนิยาม เสนอด้วยการสำรวจตัวอย่างในกรณีเฉพาะเพื่อเป็นการชักนำความคิดของนักเรียนไปสู่บทนิยามในกรณีทั่วไป ซึ่งทำให้นักเรียนเข้าใจและเห็นความสำคัญของบทนิยามนั้นๆ

2.3 ทฤษฎีบท เสนอด้วยปัญหาที่เน้นการสำรวจ ตั้งข้อคาดเดาและสรุปผลอย่างไม่เป็นทางการก่อนที่จะตามด้วยทฤษฎีบท ซึ่งทำให้นักเรียนเข้าใจและเห็นความสำคัญของทฤษฎีบทนั้นๆ

2.4 ตัวอย่าง เป็นตัวอย่างที่ใช้นำบทนิยามหรือทฤษฎีบท โดยจัดเรียงจากง่ายไปหายาก ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างเป็นลำดับ

2.5 ปัญหาส่วนที่อยู่ในเนื้อหาส่วนมากจะมีลักษณะเป็นปัญหาปลายเปิด มีระดับความยากมากกว่าตัวอย่าง เน้นการนำบทนิยามและทฤษฎีบทมาประยุกต์ใช้ ฝึกกระบวนการคิด การแก้ปัญหาและการให้เหตุผลของนักเรียน ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจและเห็นความสำคัญของบทนิยามและทฤษฎีบทมากขึ้น

2.6 แบบฝึกหัด เป็นส่วนที่เตรียมไว้เพื่อให้นักเรียนทบทวนและประเมินความรู้ของตนเอง มีทั้งที่เป็นปัญหาปลายเปิดและปัญหาปลายปิด ซึ่งจะทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนมากขึ้น

ด้วยการจัดรูปแบบของบทเรียนดังกล่าวจึงทำให้ บทเรียนเป็นส่วนหนึ่งของแหล่งทรัพยากรการเรียนรู้ที่มีความเหมาะสมกับนักเรียน มีความน่าสนใจและกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้

3. กิจกรรมการเรียนการสอน ผู้วิจัยได้ใช้ขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ที่ได้สรุปมาจากแนวคิดของ ดีไลเชิล (Delisle. 1997 : 26–36) และศูนย์การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Center for Problem-Based Learning) ของมหาวิทยาลัยอิลลินอยส์ (Illinois University) สหรัฐอเมริกา (Torp; & Sage. 1998 : 33–34) มี 8 ขั้นตอนดังนี้

- ขั้นตอนที่ 1 ขั้นการจัดกลุ่ม
- ขั้นตอนที่ 2 ขั้นเชื่อมโยงปัญหาและระบุปัญหา
- ขั้นตอนที่ 3 ขั้นการสร้างสมมุติฐาน
- ขั้นตอนที่ 4 ขั้นเตรียมการ การศึกษาค้นคว้า
- ขั้นตอนที่ 5 ขั้นการศึกษาค้นคว้า
- ขั้นตอนที่ 6 ขั้นการสังเคราะห์ข้อมูลและนำไปใช้ในการตรวจสอบสมมุติฐาน
- ขั้นตอนที่ 7 ขั้นการสะท้อนผลการเรียนรู้
- ขั้นตอนที่ 8 ขั้นสรุป

(รายละเอียดของแต่ละขั้นตอนได้จากขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ในบทที่ 2 หน้า 26)

จากการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนในแต่ละขั้นตอนจะพบว่า ในขั้นตอนที่ 1 ช่วยสร้างบรรยากาศที่ดีภายในกลุ่มให้พร้อมที่จะดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ ขั้นตอนที่ 2 และขั้นตอนที่ 3 ทำให้นักเรียนรู้จักคิดวิเคราะห์ ตัดสินใจ ฝึกการให้เหตุผลและบูรณาการความรู้ที่มีอยู่เดิมกับปัญหาที่ได้พบ ขั้นตอนที่ 4 นักเรียนได้ฝึกทักษะการวางแผนการเรียนรู้ด้วยตัวเอง ที่สามารถนำไปใช้ได้กับการแก้ปัญหาหรือการเรียนรู้ในเรื่องอื่นๆ ขั้นตอนที่ 5 ทำให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการเรียนรู้และทำความเข้าใจกับเนื้อหาความรู้ด้วยตัวเอง ขั้นตอนที่ 6 นักเรียนเกิดทักษะการคิดวิเคราะห์จากการหาความสัมพันธ์ของสิ่งที่ศึกษามาว่าเพียงพอที่จะแก้ปัญหานั้นได้หรือไม่อย่างไร เกิดการเชื่อมโยงความรู้เข้ากับการหาคำตอบของปัญหาและเกิดทักษะด้านการแก้ปัญหา ขั้นตอนที่ 7 นักเรียนเกิดทักษะการนำเสนอผลงานจากการออกมารายงานผลงานของกลุ่ม และขั้นตอนที่ 8 นักเรียนได้ทราบความสามารถของตนเองว่าอยู่ในระดับใด ควรปรับปรุงในเรื่องใดบ้าง เพื่อเป็นการเตรียมพร้อมที่จะดำเนินการเรียนรู้ในหน่วยการเรียนรู้ถัดไป

ด้วยการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนการสอนที่ใช้ปัญหาเป็นฐานในการเรียนรู้ตามขั้นตอนข้างต้น ทำให้นักเรียนมีกระบวนการเรียนรู้อย่างเป็นขั้นตอน เสริมสร้างกระบวนการคิด วิเคราะห์ การให้เหตุผลและการแก้ปัญหาให้กับนักเรียน นักเรียนเป็นผู้ที่ชี้นำตนเองในการเรียนรู้ คือจะเป็นผู้ที่กำหนดแผนการเรียนรู้ด้วยตนเอง ศึกษาค้นคว้าตามแผนการเรียนรู้ที่วางไว้ และประเมินผลสิ่งที่ได้ศึกษาค้นคว้ามา นอกจากนี้ยังได้อาศัยกระบวนการกลุ่มเป็นตัวขับเคลื่อนการเรียนรู้ด้วย ด้วยเหตุนี้ นักเรียนจึงเกิดการเรียนรู้อย่างเข้าใจ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ มาร์ตอน และ ซัลโจ (พวงรัตน์ บุญญานุรักษ์; และ Majumdar. 2544 : 52 ; อ้างอิงจาก Marton; & Saljo. 1976 : 115-127) ที่พบว่าการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานทำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจเนื้อหาความรู้และจดจำได้นานขึ้น และยังสอดคล้องกับคำกล่าวของ โอ คาร์เรแกน (O'Callaghan. 1998 : 21-40) ว่าการเรียนรู้โดยใช้

ปัญหาเป็นฐานสามารถสร้างความรู้ความเข้าใจอย่างลึกซึ้งทางคณิตศาสตร์ให้แก่นักเรียนอันเป็นผลมาจากบทบาทการเรียนรู้ที่หลากหลายที่นักเรียนเผชิญ

4. ปัญหาที่ใช้เป็นฐานในการเรียนรู้ในใบกิจกรรมของแต่ละหน่วยการเรียนรู้มีลักษณะเป็นปัญหาปลายเปิด มีวิธีการคิดหาคำตอบที่หลากหลาย เน้นให้นักเรียนคิดแก้ปัญหาอย่างหลากหลาย ทำให้นักเรียนมีความสามารถทางด้านการแก้ปัญหาดีขึ้น ซึ่งส่งผลทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีด้วย สอดคล้องกับการศึกษาของ ปรีชา เนาว์เย็นผล (2544 : 112-125) ที่ได้ศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้ปัญหาปลายเปิด พบว่าพฤติกรรมการคิดการแก้ปัญหาของนักเรียนอยู่ในระดับ “ดี” (ตาราง 12 หน้า 53) ซึ่งความสามารถด้านการแก้ปัญหานี้มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วย จากการศึกษาของ จรรยา ภูอุดม (2524 : 50-51) พบว่าความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ในทางบวก นอกจากนี้การที่ให้นักเรียนเผชิญกับปัญหาก่อนนั้นยังส่งผลดีต่อการเรียนรู้ของนักเรียนด้วย ดังที่ นภา หลิมรัตน์ (2540 : 13) ได้กล่าวว่าการเรียนการสอนที่ใช้ปัญหาดังแต่ต้นเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนอยากรู้ อยากเห็น เมื่อนักเรียนแก้ปัญหาได้ก็จะมีส่วนทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาความรู้ได้ง่ายและนานขึ้น เพราะได้มีประสบการณ์ตรงในการแก้ปัญหาด้วยความรู้ดังกล่าว

5. การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ใช้ปัญหาเป็นฐานในการเรียนรู้ ผู้วิจัยยังได้ใช้แนวคิดการเรียนรู้โดยการชี้แนะตนเองมาเป็นกลไกพื้นฐานด้วย ซึ่งนักเรียนจะรับผิดชอบทั้งในด้านการวางแผนการเรียนรู้ของตน คัดเลือกประสบการณ์เรียนรู้ด้วยตนเอง และการประเมินผลการเรียนรู้ตนเอง ตลอดจนการวิพากษ์วิจารณ์ผลงานของตนเองด้วย นักเรียนจึงได้ทราบความก้าวหน้าในการเรียนรู้ของตนเองตลอดเวลา นอกจากนี้นักเรียนยังรู้ถึงปัญหาต่างๆที่เกิดขึ้นและแก้ไขปัญหานั้นได้ทันเวลาด้วยตนเอง ในการดำเนินการเรียนรู้ของนักเรียนนั้น นอกจากจะใช้เวลาและสถานที่ซึ่งครูได้จัดเตรียมไว้ให้แล้วนักเรียนสามารถเลือกเวลาและสถานที่ในการเรียนรู้ได้เอง ทำให้การเรียนรู้ของนักเรียนเกิดขึ้นได้ทุกที่ ทุกเวลา (พวงรัตน์ บุญญานุรักษ์; และ Majumdar. 2544 : 66-70)

6. การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ใช้ปัญหาเป็นฐานในการเรียนรู้ ผู้วิจัยยังได้ใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้กลุ่มเล็กที่มีสมาชิกในกลุ่มๆ ละ 5 คน เป็นกลไกพื้นฐานอีกประการหนึ่งด้วย ซึ่งมีการศึกษาพบว่า การเรียนรู้โดยใช้กลุ่มเล็กจะทำให้ผู้เรียนพัฒนาลักษณะนิสัยของการเรียนรู้ด้วยตนเองและนำตนเองได้ พัฒนาทักษะของการแสดงออกด้วยตนเอง มีทักษะการคิดวิจารณ์ญาณ ประเมินความเชื่อด้วยตนเอง พัฒนาการยอมรับฟังความคิดเห็นจากผู้อื่น เกิดทักษะของการสะท้อนตนเองและประเมินตนเอง และทำให้เรียนรู้ได้ดีขึ้น (พวงรัตน์ บุญญานุรักษ์; และ Majumdar. 2544 : 77-90; สุริมาศ ธนพฤตบดิน. 2540 : 15-18)

7. ผู้วิจัยได้ใช้การประเมินผลการเรียนรู้ตามสภาพจริงตลอดการเรียนรู้ ทั้งในด้านความรู้และความสามารถที่นักเรียนแสดงออกมา ตามแนวทางการประเมินผลในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานของ ดีไลเซล (Delisle. 1997 : 37–47) และบาเรลล์ (Barell. 1998 : 159–160) ในงานวิจัยครั้งนี้ได้ประเมินผลการเรียนของนักเรียนจาก 3 ส่วนซึ่งคิดเป็นคะแนนเต็ม 100% โดยแบ่งเป็น คะแนนจากแบบทดสอบย่อยประจำหน่วยการเรียนรู้ทั้ง 4 หน่วยการเรียนรู้รวมเป็น 30% ของคะแนนเต็ม คะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้นรวมเป็น 30% ของคะแนนเต็ม และคะแนนจากแบบประเมินผลการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานประจำหน่วยเรียนทั้ง 4 หน่วยการเรียนรู้รวมเป็น 40% ของคะแนนเต็ม ซึ่งการประเมินผลจากการทดสอบย่อยและการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานของแต่ละหน่วยเรียนนั้นจะช่วยให้นักเรียนได้ทราบความก้าวหน้าของตนเอง สามารถประเมินตัวเองได้ทั้งในด้านความรู้และความสามารถของตนเองว่ามีข้อดีหรือข้อเสียอย่างไร เพื่อนำไปสู่การปรับปรุงตนเอง นอกจากนี้ยังทำให้ครูสามารถแก้ไขข้อบกพร่องทางการเรียนรู้ของนักเรียนได้ทันเวลาและยังสร้างความกระตือรือร้นในการเรียนรู้ให้กับนักเรียนด้วย สอดคล้องกับงานวิจัยของ สุนันท์ แสงงามมงคล (2541 : 33) ที่พบว่า การทดสอบย่อยในแต่ละคาบทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นที่จะพยายามทำความเข้าใจเนื้อหาแน่นมากยิ่งขึ้น

ข้อสังเกตจากการวิจัย

จากการสอนเรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้นโดยใช้ชุดการเรียนการสอนที่ใช้ปัญหาเป็นฐานในการเรียนรู้ เพื่อศึกษาผลการเรียนเรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้พบข้อสังเกตบางประการดังนี้

1. ปัญหาการใช้ชุดการเรียนการสอนที่ใช้ปัญหาเป็นฐานในการเรียนรู้ ผู้วิจัยพบว่าการสอนเรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้นในหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องการหารลงตัว นักเรียนจะดำเนินกิจกรรมที่ครูจัดเตรียมไว้ให้ได้ไม่ทันก ทั้งนี้เพราะว่าการเรียนการสอนวิธีดังกล่าวยังใหม่สำหรับนักเรียนและนักเรียนยังไม่เข้าใจในขั้นตอนการเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาเป็นฐาน ที่สำคัญนักเรียนยังคงมีความเคยชินกับการรับความรู้จากครูโดยตรง โดยครูเป็นผู้กำหนดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นส่วนใหญ่ ส่วนนักเรียนจะทำตามที่ครูมอบหมายให้และความรู้ต่างๆนักเรียนจะได้รับก่อนการเผชิญกับปัญหา ซึ่งตรงข้ามกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่นักเรียนจะต้องทำหน้าที่ในการวางแผนการเรียนรู้และศึกษาหาความรู้ด้วยตัวเอง โดยใช้ปัญหาเป็นตัวขับเคลื่อนกระบวนการเรียนรู้ นักเรียนจะได้รับความรู้หลังจากการดำเนินการแก้ปัญหา เมื่อถึงหน่วยการเรียนรู้ที่ 2, 3 และ 4 นักเรียนจะดำเนินกิจกรรมได้ดีขึ้น แต่ครูจะต้องคอยให้ความช่วยเหลือด้วยการใช้คำถามกระตุ้นความคิดของนักเรียนอยู่ตลอดเวลา ถึงอย่างไร

ก็ตามยังพบปัญหาอยู่บ้าง เช่น ปัญหาในขั้นตอนการเชื่อมโยงปัญหาและระบุปัญหา และขั้นตอนการสร้างสมมุติฐาน นักเรียนยังระบุปัญหาได้ไม่ค่อยดี บางปัญหานักเรียนไม่สามารถตั้งสมมุติฐานที่สอดคล้องได้ หรือตั้งสมมุติฐานที่ไม่มีเหตุผล

2. ลักษณะของปัญหาที่ใช้เป็นฐานในการเรียนรู้เรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้นของแต่ละหน่วยการเรียนนั้นจะต้องมีความยากง่ายผสมกันและมีลักษณะที่เป็นปัญหาปลายเปิด ซึ่งปัญหาที่ใช้ทดลองครั้งนี้ค่อนข้างมีประสิทธิภาพ คือสามารถกระตุ้นการเรียนรู้ของนักเรียนได้ บางปัญหาที่มีความยากมากๆ ผู้วิจัยพบว่าครูจะต้องเตรียมคำถามต่างๆไว้เพื่อใช้ถามให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและเห็นแนวทางของการระบุปัญหาย่อย การตั้งสมมุติฐาน การสร้างแผนการเรียนรู้ ตลอดจนการแก้ปัญหา นั้น และจะต้องใช้อย่างระมัดระวังด้วย กล่าวคือจะใช้ก็ต่อเมื่อนักเรียนเกิดข้อสงสัย ติดขัดหรือมองไม่เห็นแนวทางเท่านั้น ถ้าใช้โดยไม่คำนึงถึงสิ่งเหล่านี้จะเป็นการปิดกั้นความคิดของนักเรียน นักเรียนจะคอยให้ครูถามนำก่อนเสมอ ทำให้นักเรียนไม่เกิดการเรียนรู้เท่าที่ควร

3. เวลาที่ใช้ในการเรียนการสอนนั้นจะต้องมีความเหมาะสมกับความมากน้อยและความยากง่ายของเนื้อหาด้วย ผู้วิจัยพบว่าในหน่วยการเรียนที่ 1 เรื่องการหารลงตัว ในช่วงการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพของเครื่องมือผู้วิจัยได้ให้เวลาเรียน 6 คาบเรียน ซึ่งทำให้นักเรียนดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้มีประสิทธิภาพน้อยกว่าในช่วงการทดลองจริงที่ผู้วิจัยเพิ่มคาบเรียนเป็น 8 คาบเรียน และนอกจากนี้ในช่วงของการทดลองจริง ผู้วิจัยได้จัดเวลาให้แต่ละหน่วยการเรียนมีวันหยุดเสาร์-อาทิตย์ เพื่อให้นักเรียนได้มีเวลาค้นคว้า ศึกษาความรู้ต่างๆ และทบทวนบทเรียน เช่นในหน่วยการเรียนที่ 1 จะเริ่มที่วันจันทร์และเสร็จสิ้นในวันพุธของสัปดาห์ถัดไป หน่วยการเรียนที่ 2 จะเริ่มวันพฤหัสบดีและเสร็จสิ้นในวันพฤหัสบดีของสัปดาห์ถัดไป หน่วยการเรียนที่ 3 จะเริ่มที่วันศุกร์และเสร็จสิ้นในวันศุกร์ของสัปดาห์ถัดไป หน่วยการเรียนที่ 4 จะเริ่มวันจันทร์และเสร็จสิ้นในวันจันทร์ของสัปดาห์ถัดไป การจัดเช่นนี้จะเอื้อให้นักเรียนมีเวลาศึกษาค้นคว้าหาความรู้และทำความเข้าใจกับสิ่งที่ศึกษาค้นคว้ามา ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาที่ครูต้องการให้เรียนรู้มากยิ่งขึ้น แสดงว่าการจัดเวลาเป็นปัจจัยหนึ่งของการเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาเป็นฐานที่ครูจะต้องให้ความสำคัญ

4. คุณลักษณะของนักเรียนที่เหมาะสมกับการเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาเป็นฐานคือนักเรียนจะต้องมีความเอาใจใส่ ความสนใจในการเรียน และมีความรู้พื้นฐานที่ดี ผู้วิจัยพบลักษณะที่ขัดขวางการเรียนรู้ของนักเรียนคือนักเรียนจะมีการคิดที่น้อยมาก นักเรียนยังคงเคยชินกับการเรียนรู้แบบเดิมๆ ที่รอรับความรู้และความช่วยเหลือจากครู นักเรียนจะเน้นที่การหาคำตอบปัญหามากกว่าความรู้ที่จะได้รับ วิธีการแก้ปัญหานี้ครูจะต้องกระตุ้นนักเรียนให้คิดด้วยการใช้คำถามอย่างต่อเนื่อง และในตอนสรุปแต่ละหน่วยการเรียนครูต้องมีใบงานให้นักเรียนศึกษาเพิ่มเติม เพื่อเป็นการตรวจสอบความรู้ของนักเรียนว่าสิ่งที่ตนเองศึกษามานั้นตนเองเข้าใจเพียงไร หรือมีสิ่งใดที่ยังไม่เข้าใจ ซึ่งลักษณะของ

การสรุปนั้นครูต้องมีบทบาทน้อยที่สุด ครูต้องเน้นให้นักเรียนอภิปรายร่วมไปพร้อมๆกันทั้งชั้นเรียน หรือจะให้เป็นงานที่จะต้องศึกษาค้นคว้าเอง

5. ลักษณะของกลุ่มที่จะประสบความสำเร็จในการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้จะต้องเป็นกลุ่มที่มีผู้นำที่มีความสามารถในการใช้กระบวนการกลุ่มได้อย่างมีประสิทธิภาพ สมาชิกในกลุ่มจะต้องมีส่วนร่วมทุกคน มีความรับผิดชอบต่อสิ่งที่ได้รับมอบหมายจากกลุ่ม มีการประชุมกลุ่มเพื่อวิเคราะห์ข้อมูลอยู่ตลอดเวลาทั้งในและนอกเวลาเรียนอย่างต่อเนื่อง

6. ครูจะต้องเตรียมทรัพยากรทางการเรียนรู้ให้มากเท่าที่จะทำได้ โดยวิเคราะห์จากปัญหาที่ใช้เป็นฐานในการเรียนรู้ว่านักเรียนจำเป็นต้องใช้ทรัพยากรการเรียนรู้ใดบ้าง นอกจากนี้ครูต้องกำหนดบทบาทของตนเองให้ชัดเจน ระวังคำแนะนำของตนเองว่าจะต้องไม่เป็นการชี้แนะแนวทางมากเกินไป ซึ่งจะส่งผลเสียต่อนักเรียนทำให้ไม่มีการคิด และจะเคยชินกับการถามครูหรือขอคำแนะนำจากครูตลอดเวลา

7. การประเมินผลการเรียนรู้นั้นครูจะต้องทำอย่างต่อเนื่อง เพราะเมื่อพบว่านักเรียน กลุ่มใดหรือคนใดที่พบปัญหาจะได้ให้คำแนะนำทันที ปัญหานั้นก็จะไม่ขัดขวางการเรียนรู้ของนักเรียน การประเมินผลครูจะต้องวัดทางด้านความสามารถและความรู้ โดยพิจารณาจากการดำเนินกิจกรรมและจากแบบทดสอบในการวัดความรู้ ซึ่งก่อนการสร้างแบบทดสอบวัดความรู้นั้นครูศึกษาปัญหาที่ใช้เป็นฐานในการเรียนรู้ว่าจะสามารถทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ในเรื่องใดได้บ้าง แล้วจึงสร้างแบบทดสอบวัดให้สอดคล้องกับความรู้ที่นักเรียนได้รับการแก้ปัญหา

8. การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น เมื่อผู้วิจัยพิจารณาเนื้อหาความรู้เรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้นแล้ว จะพบว่าเป็นเนื้อหาที่ยากสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษา ถ้าการจัดการเรียนการสอนยังเน้นให้นักเรียนพิสูจน์ทฤษฎีบทหรือเนื้อหาต่างๆเป็นหลักก็จะเพิ่มความยากให้มากขึ้น ทำให้ไม่ดึงดูดความสนใจของนักเรียน ส่งผลให้นักเรียนไม่เกิดการเรียนรู้ ในงานวิจัยครั้งนี้ได้จัดการเรียนการสอนที่เน้นการแก้ปัญหา โดยใช้ปัญหาเป็นตัวขับเคลื่อนกระบวนการเรียนรู้ ซึ่งปัญหาของแต่ละหน่วยการเรียนรู้จะกระตุ้นนักเรียนให้ศึกษา วิเคราะห์และตัดสินใจเลือกบทนิยาม ทฤษฎีบทและเนื้อหาต่างๆ ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้พร้อมทั้งศึกษาทำความเข้าใจจนสามารถสรุปได้ด้วยตนเองแล้วนำมาใช้ในการแก้ปัญหาอื่นๆ ซึ่งทฤษฎีบทหรือเนื้อหาต่างๆ ที่นักเรียนนำมาใช้ในการแก้ปัญหาผู้วิจัยจะไม่เน้นการพิสูจน์ ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเช่นนี้ทำให้นักเรียนได้รับความรู้ต่างๆ จากการเผชิญกับความท้าทายในการหาคำตอบของปัญหา โดยที่นักเรียนจะมีอิสระในการคิด กำหนดการเรียนรู้ของตนเอง ทำให้การเรียนการสอนน่าสนใจและท้าทายความสามารถของนักเรียน ส่งผลให้นักเรียนเข้าใจและเห็นความสำคัญของบทนิยามและทฤษฎีบทและเนื้อหาต่างๆ พร้อมทั้งสามารถนำไปใช้ได้ถูกต้อง ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนที่ใช้ปัญหาเป็นฐานในการ

เรียนรู้ จึงเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนที่จะส่งเสริมความสามารถทางการเรียนเรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้นของนักเรียนได้

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 เนื่องจากหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ได้นำเรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น รวมอยู่ในสาระการเรียนรู้เพิ่มเติมในช่วงชั้นที่ 4 (ม.4–ม.6) โดยหลักสูตรดังกล่าวกำหนดให้สถานศึกษาดำเนินการจัดสาระการเรียนรู้เองตามมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ และจากการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มตัวอย่างชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ส่วนใหญ่มีความสามารถเพียงพอในการเรียนเรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น ดังนั้นชุดการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจึงมีประสิทธิภาพ เหมาะสมที่สถานศึกษาจะนำไปเป็นตัวอย่างหรือใช้เป็นแนวทางในการจัดสาระการเรียนรู้เพิ่มเติมได้

1.2 เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 ยึดหลักว่าทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนสำคัญที่สุด ซึ่งชุดการเรียนการสอนที่ใช้ปัญหาเป็นฐานในการเรียนรู้ เรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนั้นมีพื้นฐานความคิดดังกล่าวเช่นเดียวกัน ดังนั้นชุดการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจึงสามารถนำไปเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์และวิชาอื่นๆได้

1.3 ในการนำชุดการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไปใช้หรือเป็นตัวอย่างในการจัดการเรียนการสอน ครูจะต้องศึกษาการจัดการเรียนการสอนที่ใช้ปัญหาเป็นฐานในการเรียนรู้จากคู่มือการใช้ชุดการเรียนการสอนก่อน เพื่อให้เข้าใจหลักการจัดการเรียนการสอนที่ใช้ปัญหาเป็นฐานในการเรียนรู้ และต้องศึกษาแผนการสอนให้เข้าใจเพื่อจะได้เห็นการนำเอาหลักการจัดการเรียนการสอนไปใช้ในการเรียนการสอนจริงๆ นอกจากนี้ครูจะต้องให้ความสำคัญในเรื่องต่อไปนี้ด้วย

1.3.1 ปัญหาที่ใช้เป็นฐานในการเรียนรู้ เนื่องจากในการจัดการเรียนการสอนที่ใช้ปัญหาเป็นฐานในการเรียนรู้ ปัญหาถือว่าเป็นองค์ประกอบหลัก ครูจะต้องให้ความสำคัญในการสร้างปัญหาที่ใช้เป็นฐานการเรียนรู้ให้มาก กล่าวคือครูต้องสร้างปัญหาให้มีลักษณะเป็นปัญหาปลายเปิดสามารถกระตุ้นให้นักเรียนคิดได้อย่างหลากหลาย ครอบคลุมเนื้อหาให้ได้มากที่สุด นอกจากนี้ยังต้องคำนึงถึงความสนใจและความรู้พื้นฐานของผู้เรียนด้วย ครูจะต้องเตรียมคำถามไว้กระตุ้นความคิดของนักเรียนสำหรับปัญหาแต่ละปัญหาที่ใช้เป็นฐานในการเรียนรู้ด้วย

1.3.2 การจัดเวลาสำหรับการเรียนการสอนที่ใช้ปัญหาเป็นฐานในการเรียนรู้จะต้องจัดให้นักเรียนมีเวลาที่จะศึกษาค้นคว้าอย่างเพียงพอไม่ควรจัดเวลาเรียนให้ติดต่อกันทุกวัน

1.3.3. การประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนจะต้องประเมินผลทางด้านความรู้และความสามารถควบคู่กันไป เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินผลต้องไม่ใช่เพียงแค่แบบทดสอบอย่างเดียว ควรใช้การดำเนินกิจกรรมมาเป็นเครื่องมือในการประเมินผลด้วย

1.4 ในการนำชุดการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไว้ ควรใช้หลังจากที่นักเรียนได้เรียนเรื่องตรรกศาสตร์แล้ว เพราะนักเรียนจะได้มีพื้นฐานเกี่ยวกับการให้เหตุผลและการสรุปผลที่สมเหตุสมผล ซึ่งทำให้นักเรียนสามารถเรียนรู้บทนิยามและทฤษฎีบทต่างๆ อย่างเข้าใจ นอกจากนี้ครูจะต้องคัดเลือกเนื้อหาเรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้นให้เหมาะสมกับความสามารถของนักเรียนโดยคำนึงถึงความสนใจ ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ ความสามารถทางการเรียน และความแตกต่างระหว่างบุคคลด้านอื่นๆประกอบด้วย

2. ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัย

2.1 ควรนำชุดการเรียนการสอนที่ใช้ปัญหาเป็นฐานในการเรียนรู้เรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้นที่ผู้วิจัยสร้างไปปรับปรุงแก้ไขแล้วนำไปทดลองอีกครั้งกับกลุ่มตัวอย่างอื่นๆ ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เพื่อหาข้อสรุปที่แน่นอนยิ่งขึ้น

2.2 ควรมีการศึกษาการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ในเนื้อหาอื่นๆที่ใช้ปัญหาเป็นฐานในการเรียนรู้

2.3 ควรมีการศึกษาขั้นตอนการเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาเป็นฐานที่เหมาะสมกับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์

2.4 ควรมีการศึกษาการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ที่ใช้ปัญหาเป็นฐานในการเรียนรู้กับชั้นเรียนปกติ

2.5 ควรมีการศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างการจัดการเรียนการสอนที่ใช้ปัญหาเป็นฐานในการเรียนรู้กับทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ว่าการเรียนการสอนดังกล่าวจะส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์อย่างไรและด้านใดบ้าง และในทางกลับกันทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์จะส่งเสริมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานให้ประสบผลสำเร็จหรือไม่อย่างไร

2.6 ควรมีการศึกษาเพื่อสร้างหลักสูตร กิจกรรมการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ที่ใช้ปัญหาเป็นฐานในการเรียนรู้ ในระดับชั้นประถมศึกษาและมัธยมศึกษา

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กรมวิชาการ. (2545). เอกสารประกอบหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 คู่มือการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ : กรมฯ.
- กิตติ พัฒนตระกูลสุข. (2545, พฤศจิกายน-ธันวาคม – 2546, มกราคม). การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาของประเทศไทยล้มเหลวจริงหรือ. วารสารคณิตศาสตร์. 46(530-532) : 54-58.
- จรรยา ภูอุดม. (2524). ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนตามการประเมินของครู. วิทยานิพนธ์ ค.ม.(การศึกษาคณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- ณรงค์ ปิ่นนิม. (2545). ทฤษฎีจำนวน. กรุงเทพฯ : ภูมิบัณฑิต.
- ทบวงมหาวิทยาลัย. (2524). ชุดการเรียนการสอนสำหรับครูคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ : คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุการสอนคณิตศาสตร์ ทบวงมหาวิทยาลัย.
- ธวัชรัตน์ สุวรรณจรัส. (2546). PBL เบื้องต้น(Introducing PBL). กรุงเทพฯ : ฝ่ายประกันคุณภาพการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- นภา หลิมธรัตน์. (2540, กันยายน-ธันวาคม). PBL คืออะไร. วารสารส่งเสริมประสิทธิภาพการเรียนการสอน. 6(1) : 12-14.
- นิตติยา ปภาพจน์. (ม.ป.ป.). ทฤษฎีจำนวน. (เอกสารประกอบการสอน). กรุงเทพฯ : ม.ป.พ. อัดสำเนา.
- นันทิยา จิตภิรมย์. (2532). การศึกษาประสิทธิภาพของชุดการเรียนการสอนที่ใช้สอนเรื่องพหุนามในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น. วิทยานิพนธ์ กศ.ม.(คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ปรมาภรณ์ อนุพันธ์. (2544). การพัฒนาชุดการสอนคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันแบบสืบสวนสอบสวน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องตรรกศาสตร์. วิทยานิพนธ์ กศ.ม.(การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ปรีชา เนาว์เย็นผล. (2544). กิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การแก้ปัญหาปลายเปิดสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ กศ.ด.(คณิตศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ปิยวดี วงษ์ใหญ่. (2530). ทฤษฎีจำนวน. กรุงเทพฯ : ม.ป.พ.

- พวงรัตน์ บุญญานรักษ์ และ Majumdar, Basanti. (2544). *การเรียนรู้โดยใช้ปัญหา*. กรุงเทพฯ : ม.ป.พ.
- พิชากร แปลงประสพโชค. (ม.ป.ป.). *การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก (Problem-Based Learning)*. (เอกสารประกอบการบรรยาย). กรุงเทพฯ : ม.ป.พ. อัดสำเนา.
- มณฑรา ธรรมบุศย์. (2545, กุมภาพันธ์). การพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้ โดยใช้ PBL (Problem-Based Learning). *วารสารวิชาการ*. 5(2) : 11-17.
- ยุพิน พิพิธกุล และ อรพรรณ ดันบรรจง. (2531). *สื่อการเรียนการสอนคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ : คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วิชัย วงษ์ใหญ่. (2525). *การพัฒนาหลักสูตรและการสอนมิติใหม่*. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.
- _____. (2542) *พลังการเรียนรู้ในกระบวนทัศน์ใหม่*. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี(สสวท.). (2546). *หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม คณิตศาสตร์เล่ม ๑ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔*. กรุงเทพฯ: องค์การค้ำของคุรุสภา.
- สมใจ จิตพิทักษ์. (2545). *ทฤษฎีจำนวน*. พิมพ์ครั้งที่ 2. สงขลา: มหาวิทยาลัยทักษิณ.
- สมเดช บุญประจักษ์. (2540). *การพัฒนาศักยภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือ*. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ด.(คณิตศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สมวงศ์ แปลงประสพโชค. (2535). *ทฤษฎีจำนวน*. กรุงเทพฯ: ชมรมคณิตศาสตร์วิทยาลัยพระนคร.
- สมัย เหล่าวานิชย์ และ พัวพรรณ เหล่าวานิชย์. (2546). *คณิตศาสตร์ 1 พื้นฐาน+เพิ่มเติม ช่วงชั้นที่ 4 (มัธยมศึกษาปีที่ 4-6)*. กรุงเทพฯ: ไฮเอ็ดพับลิชชิง.
- สุกัญญา ยีกา. (2545). *การสร้างชุดการเรียนการสอนเรื่องเรขาคณิตการแปลง สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 6*. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม.(คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สุนันท์ แสงงามมงคล. (2541). *การศึกษามลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่องลอการิทึม โดยใช้ชุดการเรียนการสอนและกิจกรรมเรียนรู้ร่วมกันของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงปีที่ 1*. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม.(คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

- สุริมาศ ธนพฤตบิตติ. (2540, กันยายน-ธันวาคม). กลุ่มเล็ก(Small Group), PBL คืออะไร. *วารสารส่งเสริมประสิทธิภาพการเรียนการสอน*. 6(1) : 15-18.
- สำนักงานโครงการพิเศษเพื่อการปรับปรุงการฝึกหัดครู พัฒนาครูและบุคลากรทางการศึกษา. (2541). *รายงานผลการจัดระดับคุณภาพการศึกษา*. กรุงเทพฯ : สำนักคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ.
- อเนก จันทรวงุญ. (2545). *การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้ชุดการเรียนการสอน*. ปริญญาโท กศ.ม. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- Albaugh, Erin J. (2001). *Problem-Based Learning in Middle School Language Arts and Social Studies Classes*. (Online). Available: <http://www.thailis.uni.net.th/dao/detail.nsp>. Retrieved September 8, 2003.
- Barell, John. (1998). *PBL an Inquiry Approach*. Illinois : Skylight Training and Publishing Inc.
- Billstein, Rick; Libeskind, Shlomo; & Lott, Johnny W. (1997). *A problem solving approach to Mathematics*. New York: Addison Wesley Longman, Inc.
- Boaler, Jo. (1998, January). Open and Closed Mathematics : Student Experiences and Understanding. *Journal for Research in Mathematics Education*. 29 : 41-62.
- Boud, D. & Feletti, G. (1998). *The Challenge of Problem-Based Learning*. New York: St. Martin's Press.
- Bridges, E. & Hallinger, P. (1995). *Implementing Problem-Based Learning in Leadership Development*. University of Oregon, ERIC Clearinghouse on Educational Management.
- Bruce, Meeks Elija. (1972, February). Learning Packages Versus Conventional Methods of Instruction. *Dissertation Abstracts International*. 32(08):4295-A.
- Burton, David M. (2002). *Elementary Number Theory*. 5th ed. New York: McGraw – Hill.
- Cerezo, Nancy Ann. (1999). *Problem-Based Learning in the Middle School Perceptions of At-Risk Females and Their Teachers*. (Online). Available: <http://www.thailis.uni.net.th/dao/detail.nsp>. Retrieved September 8, 2003.

- Delisle, Robert. (1997). *How to Use Problem-Based Learning in the Classroom*. Alexandria, Virginia : Association for Supervision and Curriculum Development.
- Dossey, John A.; et al. (2002). *Mathematics Methods and Modeling for Today's Mathematics Classroom : A Contemporary Approach to Teaching Grades 7– 12*. Toronto: Wadsworth Group.
- Duch, Barbara J. (1995, January). *What is Problem-Based Learning?*. (Online). Available : [http://www.udel.edu/pbl/cte/jan95 – What.html](http://www.udel.edu/pbl/cte/jan95-What.html). Retrieved May 13, 2003.
- D'Angelo, John p. & West, Douglas B. (2000). *Mathematical Thinking : Problem- Solving and Proofs*. New Jersey: Prentice-Hall.
- Eves, Howard. (1964). *An Introduction to the History of Mathematics*. New York. Holt, Rinehart and Winston, Inc.
- Gallagher, S.A.; et al. (1995). Implementation Problem-Based Learning in Science Classrooms. *School Science and Mathematics*. 95(3) : 136–145.
- Gallagher, S.A. (1997). Problem – Based Learning : Where did it come from, What does it do, and Where is it going?. *Journal for the Education of the Gifted*. 20(4) : 332–62.
- Geist, Eugene A. (2000, November). Lessons from the TIMSS Videotape Study. *Teaching Children mathematics*. 7(3) : 180–185.
- Good, Carter V. (1973). *Dictionary of Learning*. 3rd ed. New York : McGraw-Hill.
- Gordon, L. (1973). *Module on Modules O–A*. Florida : Department of Education.
- Gordon, P.R.; et al. (2001, Summer). A Taste of Problem – Based Learning Increases Achievement of Urban Minority Middle-School Students. *Educational Horizons*. 79(4) : 171–175.
- Illinois Mathematics and Science Academy(IMSAs). (1999). *Full Problem-Based Learning Designs for New Practitioners of PBL : Staff Development*. Available : <http://www.imsa.edu/center/>. Retrieved May 13, 2003.
- Johnson, S.M.; Finucane, P.M. & Prideaux, D.J. (1999). Problem – Based Learning : Process and Practice. *Aust NZ J Med*. 29 : 350–354.
- Musser, Gary L.; & Burger, William F. (1994). *Mathematics for Elementary Teachers : A Contemporary Approach*. 3rd ed. New York: Macmillan College Publishing.

- O'Callaghan, Brian R. (1998, January). Computer – Intensive Algebra and Students' Conceptual Knowledge of Functions. *Journal for Research in Mathematics Education*. 29 : 21–40.
- Sonnabend, Thomas A. (1993). *Mathematics for Elementary Teachers : An Interactive Approach*. Fort Worth. Saunders College Publishing.
- Stewart, B.M. (1964). *Theory of Numbers*. 2nd ed. New York: Macmillan.
- Torp, Linda & Sage, Sara. (1998). *Problem as Possibilities : Problem-based Learning for K–12*. Alexandria, Virginia : Association for Supervision and Curriculum Development.
- Vanden Eynden, Charles. (2001). *Elementary Number Theory*. 2nd ed. New York: McGraw–Hill.
- Vivas, David A. (1985, September). The Design and Evaluation of a Course in “Thinking Operation” for First Graders in Venezuela. *Dissertation Abstracts International*. 46(03) : 603–A.
- Walton, H.J.; & Matthews, M.B. (1989). Essentials of Problem – Based Learning. *Medical Education*. 23 : 456–459.
- Webb, Norman. (1997, Fall). IMP Students Demonstrate High Achievement. *IMP Evaluation Update*. 3 : 1–4.
- Wilkerson, L.; & Feletti, G. (1989). Problem – Based Learning : One Approach to Increasing Student Participation. In the Department Chairperson's Role in Enhancing College Teaching, A.F. Lucas ed. *New directions for teaching and learning*. 37 : 51 – 66.
- Wilson, Cynthin Louise. (1989, August). An Analysis of a Direct Instruction Produce in Teaching Word Problem Solving to Learning Disabled Student. *Dissertation Abstracts International*. 50(02) : 416–A.
- Zhang Xiuping. (2002, October). The Combination of Traditional Teaching Method and Problem Based Learning. *The China Papers*. (Online). 1: 30–36. Available : <http://science.uniserve.edu.au/pubs/china/vol 1/>. Retrieved July 22, 2003.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
คุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบย่อยประจำหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องการหารลงตัว, หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ขั้นตอนวิธีการหาร, หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 ตัวหารร่วมมาก และหน่วยการเรียนรู้ที่ 4 ตัวคูณร่วมน้อย
- ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์เรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น

ตาราง 29 ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบย่อย
หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องการหารลงตัว

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
1	0.65	0.20
2	0.68	0.35
3	0.78	0.25
4	0.65	0.20
5	0.35	0.30

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบย่อยหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องการหารลงตัว คำนวณโดยใช้
วิธีการหาสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient) มีค่าเท่ากับ 0.84

ตาราง 30 ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบย่อย
หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องขั้นตอนวิธีการหาร

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
1	0.70	0.30
2	0.58	0.25
3	0.45	0.20
4	0.70	0.30
5	0.70	0.20

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบย่อยหน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องขั้นตอนวิธีการหาร คำนวณ
โดยใช้วิธีการหาสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient) มีค่าเท่ากับ 0.87

ตาราง 31 ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบย่อย
หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องตัวหารร่วมมาก

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
1	0.65	0.20
2	0.65	0.20
3	0.70	0.30
4	0.58	0.35
5	0.73	0.25

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบย่อยหน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องตัวหารร่วมมาก คำนวณโดย
ใช้วิธีการหาสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient) มีค่าเท่ากับ 0.84

ตาราง 32 ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบย่อย
หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่องตัวคูณร่วมน้อย

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
1	0.80	0.30
2	0.75	0.20
3	0.75	0.20
4	0.63	0.35
5	0.53	0.25

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบย่อยหน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่องตัวคูณร่วมน้อย คำนวณโดย
ใช้วิธีการหาสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient) มีค่าเท่ากับ 0.88

ตาราง 33 ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
วัดผลสัมฤทธิ์ เรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
1	0.63	0.25
2	.80	0.20
3	0.65	0.20
4	0.75	0.20
5	0.58	0.25
6	0.63	0.25
7	0.60	0.20
8	0.75	0.20
9	0.80	0.30
10	0.725	0.25
11	0.55	0.30
12	0.55	0.30

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ เรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น
คำนวณโดยใช้วิธีการหาสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient) มีค่าเท่ากับ 0.90

ภาคผนวก ข
ข้อมูลที่ได้จากการทดลอง

- คะแนนจากแบบประเมินแบบประเมินผลกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ประจำหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 การหารลงตัว , หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ขั้นตอนวิธีการหาร, หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 ตัวหารร่วมมาก และหน่วยการเรียนรู้ที่ 4 ตัวคูณร่วมน้อย
- คะแนนจากแบบทดสอบย่อยประจำหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 การหารลงตัว , หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ขั้นตอนวิธีการหาร, หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 ตัวหารร่วมมาก และหน่วยการเรียนรู้ที่ 4 ตัวคูณร่วมน้อย
- คะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น

ตาราง 34 คะแนนของนักเรียนจากแบบประเมินผลกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
ประจำหน่วยการเรียนรู้ทั้ง 4 หน่วยการเรียนรู้ คือหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 การหารลงตัว,
หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ขั้นตอนวิธีการหาร , หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 ตัวหารร่วมมาก และ
หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 ตัวคูณร่วมน้อย

นักเรียน คนที่	แบบประเมินกิจกรรม หน่วยการเรียนรู้ที่ (คะแนนเต็มหน่วยการเรียนรู้ละ 24 คะแนน)				คะแนนรวม (เต็ม 96 คะแนน)	40% ของคะแนนเต็ม
	1	2	3	4		
1	19	19	17	17	72	30.00
2	19	19	17	17	72	30.00
3	19	19	17	17	72	30.00
4	19	19	17	17	72	30.00
5	19	19	17	17	72	30.00
6	16	18	16	16	66	27.50
7	16	18	16	16	66	27.50
8	16	18	16	16	66	27.50
9	16	18	16	16	66	27.50
10	16	18	16	16	66	27.50
11	16	19	16	17	68	28.33
12	16	19	16	17	68	28.33
13	16	19	16	17	68	28.33
14	16	19	16	17	68	28.33
15	16	19	16	17	68	28.33

ตาราง 35 คะแนนของนักเรียนจากแบบทดสอบย่อยประจำหน่วยการเรียนรู้ทั้ง 4 หน่วยการเรียนรู้
คือหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 การหารลงตัว, หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ขั้นตอนวิธีการหาร,
หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 ตัวหารร่วมมาก และหน่วยการเรียนรู้ที่ 4 ตัวคูณร่วมน้อย

นักเรียน คนที่	แบบทดสอบย่อย หน่วยการเรียนรู้ที่ (คะแนนเต็มหน่วยการเรียนรู้ละ 20 คะแนน)				คะแนนรวม (เต็ม 80 คะแนน)	30% ของคะแนนเต็ม
	1	2	3	4		
1	15	18	18	19	70	26.25
2	12	10	9	10	41	15.38
3	13	12	13	16	54	20.25
4	17	15	13	12	57	21.38
5	13	10	15	15	53	19.88
6	18	18	15	18	69	25.88
7	13	16	14	12	55	20.63
8	13	15	13	14	55	20.63
9	11	13	9	8	41	15.38
10	14	11	14	12	51	19.13
11	18	16	16	18	68	25.50
12	13	11	15	13	52	19.50
13	13	12	13	13	51	19.13
14	11	12	14	10	47	17.63
15	15	12	14	14	55	20.63

ตาราง 36 คะแนนของนักเรียนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น

นักเรียนคนที่	คะแนน (เต็ม 48 คะแนน)	30% ของคะแนนเต็ม
1	41	25.63
2	21	13.13
3	37	23.13
4	29	18.13
5	32	20.00
6	39	24.38
7	33	20.63
8	29	18.13
9	20	12.50
10	31	19.38
11	41	25.63
12	36	22.50
13	28	17.50
14	23	14.38
15	31	19.38

ตาราง 37 คะแนนผลการเรียนเรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น

นักเรียน คนที่	40% ของคะแนนเต็มจาก แบบประเมินผลกิจกรรม การเรียนรู้โดยใช้ปัญหา เป็นฐานประจำหน่วย การเรียนรู้ทั้ง 4 หน่วยการเรียนรู้	30% ของคะแนนเต็ม จากแบบทดสอบย่อย ประจำหน่วยการเรียนรู้ ทั้ง 4 หน่วยการเรียนรู้	30% ของคะแนนเต็ม จากแบบทดสอบวัด ผลสัมฤทธิ์	ผลการ เรียนรวม 100 %
1	30.00	26.25	25.63	81.88
2	30.00	15.38	13.13	58.51
3	30.00	20.25	23.13	73.38
4	30.00	21.38	18.13	69.51
5	30.00	19.88	20.00	69.88
6	27.50	25.88	24.38	77.76
7	27.50	20.63	20.63	68.76
8	27.50	20.63	18.13	66.26
9	27.50	15.38	12.50	55.38
10	27.50	19.13	19.38	66.01
11	28.33	25.50	25.63	79.46
12	28.33	19.50	22.50	70.33
13	28.33	19.13	17.50	64.96
14	28.33	17.63	14.38	60.34
15	28.33	20.63	19.38	68.34

ภาคผนวก ค

ชุดการเรียนรู้การสอนที่ใช้ปัญหาเป็นฐานในการเรียนรู้ เรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ชุดการเรียนรู้การสอนที่ใช้ปัญหาเป็นฐานในการเรียนรู้
เรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

8 6 2 9
7 3
1
5 2 1
4
3 7

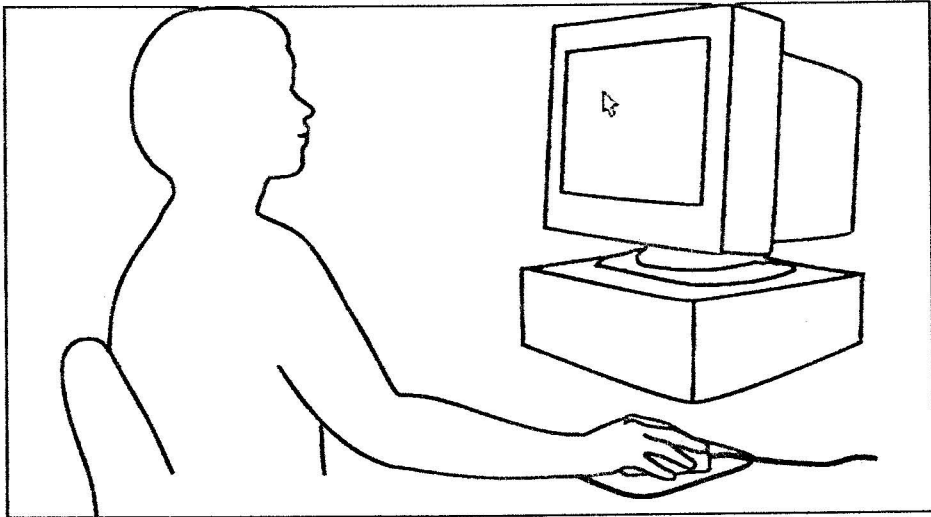
ชุดการเรียนรู้การสอนที่ใช้ปัญหาเป็นฐานในการเรียนรู้ เรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4

ประกอบด้วย

1. บทเรียนเรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น โดยในแต่ละหน่วยการเรียนรู้จะประกอบด้วยปัญหาที่ใช้กระตุ้นการเรียนรู้ เนื้อหา และแบบฝึกหัด ซึ่งแบ่งเป็น 4 หน่วยการเรียนรู้ได้แก่
 - หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 การหารลงตัว
 - หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ขั้นตอนวิธีการหาร
 - หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 ตัวหารร่วมมาก
 - หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 ตัวคูณร่วมน้อย
2. คู่มือครู ประกอบด้วย
 - 2.1 คู่มือการใช้ชุดการเรียนรู้การสอน
 - 2.2 แผนการสอน
 - 2.3 เอกสารเพิ่มเติมสำหรับครู ซึ่งประกอบด้วย
 - การพิสูจน์ทฤษฎีบทและสมบัติต่างๆ ในบทเรียนเรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น
 - คำตอบของปัญหาในใบความรู้เรื่องการเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาเป็นฐานและปัญหาที่ใช้เป็นฐานในการเรียนรู้ประจำหน่วยการเรียนรู้ทั้ง 4 หน่วยการเรียนรู้
 - คำตอบของใบงานประจำหน่วยการเรียนรู้ทั้ง 4 หน่วยการเรียนรู้
 - คำตอบของแบบทดสอบย่อยประจำหน่วยการเรียนรู้ทั้ง 4 หน่วยการเรียนรู้
 - คำตอบของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น

หมายเหตุ : ในที่นี้จะเสนอเพียงคู่มือครู ซึ่งประกอบด้วยคู่มือการใช้ชุดการเรียนรู้การสอน ขั้นตอนการสร้างปัญหาที่ใช้เป็นฐานในการเรียนรู้ พร้อมตัวอย่างในการสร้างปัญหา 1 ในใบกิจกรรมที่ 1 ของหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องการหารลงตัว และแผนการสอน เฉพาะแผนการสอนที่ 1, 2 และ 6 สำหรับส่วนอื่นๆของชุดการเรียนรู้การสอนที่ผู้วิจัยไม่ได้เสนอไว้ หากมีผู้สนใจสามารถติดต่อกับประธานควบคุมปริญญาานิพนธ์หรือผู้วิจัยได้โดยตรง

ครูมีอคติ



2

8

3

7

1

5

2

1

คู่มือการใช้ชุดการเรียนรู้การสอน

หลักการและเหตุผล

ปัจจุบันกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ได้มีการปรับปรุงเนื้อหาในระดับมัธยมศึกษาโดยนำเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์บางเนื้อหาที่อยู่ในระดับอุดมศึกษาลงมาบรรจุเป็นเนื้อหาในระดับมัธยมศึกษา(ช่วงชั้นที่ 4)ทั้งในสาระการเรียนรู้พื้นฐานและสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม ซึ่งหนึ่งในเนื้อหาที่กล่าวถึงนั้นมีเรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้นรวมอยู่ด้วย โดยเสนอให้จัดอยู่ในสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม และเสนอให้มีการจัดการเรียนการสอนที่คำนึงถึงผู้เรียนเป็นสำคัญ แต่เนื่องจากธรรมชาติของวิชาทฤษฎีจำนวนนั้นมีส่วนประกอบของปัญหาที่น่าสนใจอยู่มากมาย นักเรียนที่มีความคิดสร้างสรรค์จะได้มีโอกาสแสดงความสามารถของตนเองออกมาในลักษณะการแก้ปัญหาต่างๆ ที่หลากหลาย ดังนั้นในการจัดการเรียนการสอนเรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้นควรเน้นให้นักเรียนได้เผชิญกับปัญหาต่างๆ ที่เหมาะสมกับความสามารถ ความสนใจและพื้นฐานความรู้ของนักเรียน ฝึกหัดให้นักเรียนได้ลงมือดำเนินการแก้ปัญหาต่างๆ ด้วยตัวนักเรียนเอง ซึ่งผู้วิจัยเห็นว่าการจัดการเรียนการสอนที่เหมาะสมกับการเรียนรู้เรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้นของนักเรียนคือการเรียนการสอนที่ใช้ปัญหาเป็นฐานในการเรียนรู้

การเรียนการสอนที่ใช้ปัญหาเป็นฐานในการเรียนรู้เป็นวิธีการจัดการเรียนการสอนวิธีหนึ่งที่มีแนวคิดเช่นเดียวกับการจัดการเรียนการสอนที่คำนึงถึงผู้เรียนเป็นสำคัญ กล่าวคือ เป็นวิธีการเรียนการสอนที่ใช้ปัญหาเป็นตัวเริ่มต้นและกระตุ้นการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนเกิดทักษะการคิดวิเคราะห์ในขณะที่นักเรียนทำงานโดยใช้ปัญหาเป็นศูนย์กลาง หลังจากที่นักเรียนได้ใช้ความรู้พื้นฐานในการทำความเข้าใจและอธิบายแนวคิดต่อปัญหานั้นแล้ว สิ่งที่ยังหลงเหลืออยู่ในปัญหาซึ่งนักเรียนไม่เข้าใจจะเป็นประเด็นที่จะต้องเรียนรู้ต่อไป เพื่อให้ได้ความรู้มาอธิบายและแก้ปัญหา โดยนักเรียนจะพัฒนาแผนการเรียนรู้ที่จะนำไปสู่การสืบค้นข้อมูลจากแหล่งต่างๆ เพื่อการเรียนรู้ในส่วนย่อยๆที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่ไม่เข้าใจในปัญหาด้วยตัวนักเรียนเอง การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานจะทำให้ผู้เรียนสร้างความรู้ใหม่จากการใช้ปัญหาที่เกิดขึ้นในโลกแห่งความเป็นจริงเป็นบริบทของการเรียนรู้ กล่าวคือการเรียนรู้จะเป็นผลของกระบวนการทำงานที่มุ่งสร้างความเข้าใจและหาแนวทางแก้ปัญหา

ด้วยเหตุผลและความสำคัญดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะสร้างชุดการเรียนรู้การสอนที่ใช้ปัญหาเป็นฐานในการเรียนรู้ เรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนได้ใช้ขั้นตอนในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน 8 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนการจัดกลุ่ม ขั้นเชื่อมโยงปัญหาและระบุปัญหา ขั้นสร้างสมมุติฐาน ขั้นเตรียมการศึกษาค้นคว้า ขั้นการศึกษาค้นคว้า ขั้นสังเคราะห์ข้อมูลและนำไปใช้ในการตรวจสอบสมมุติฐาน ขั้นสะท้อนผล

การเรียนรู้ และขั้นสรุป โดยในแต่ละขั้นตอนจะมีการประเมินผลการเรียนรู้ตลอดเวลา ผู้วิจัยเชื่อว่า ชุดการเรียนการสอนที่ใช้ปัญหาเป็นฐานในการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นจะเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอน เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้และความสามารถทางการเรียนของนักเรียนในการเรียนเรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น และเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนสำหรับวิชาคณิตศาสตร์ในเนื้อหาอื่นๆ ในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน

วัตถุประสงค์ของชุดการเรียนการสอน

เพื่อเป็นเครื่องมือในการศึกษาผลการเรียนเรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4

องค์ประกอบของชุดการเรียนการสอน

ชุดการเรียนการสอนที่ใช้ปัญหาเป็นฐานในการเรียนรู้ เรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 ประกอบด้วย

1. บทเรียนเรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น โดยในแต่ละหน่วยการเรียนรู้จะประกอบด้วย ปัญหาที่ใช้กระตุ้นการเรียนรู้ เนื้อหา และแบบฝึกหัด ซึ่งแบ่งเป็น 4 หน่วยการเรียนรู้ได้แก่

- หน่วยการเรียนรู้ 1 การหารลงตัว
- หน่วยการเรียนรู้ 2 ขั้นตอนวิธีการหาร
- หน่วยการเรียนรู้ 3 ตัวหารร่วมมาก
- หน่วยการเรียนรู้ 4 ตัวคูณร่วมน้อย

2. คู่มือครู ประกอบด้วย

2.1 คู่มือการใช้ชุดการเรียนการสอน

2.2 แผนการสอน ซึ่งประกอบด้วย

- จุดประสงค์การเรียนรู้
- จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
- สาระสำคัญ
- เนื้อหา
- กิจกรรมการเรียนการสอน
- สื่อการเรียนการสอน
- การประเมินผล

2.3 เอกสารเพิ่มเติมสำหรับครู ซึ่งประกอบด้วย

- การพิสูจน์ทฤษฎีบทและสมบัติต่างๆ ในบทเรียนเรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น
 - คำตอบของปัญหาในใบความรู้เรื่องการเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาเป็นฐาน
- และปัญหาที่ใช้เป็นฐานในการเรียนรู้ประจำหน่วยการเรียนรู้ทั้ง 4 หน่วยการเรียนรู้
- คำตอบของใบงานประจำหน่วยการเรียนรู้ทั้ง 4 หน่วยการเรียนรู้
 - คำตอบของแบบทดสอบย่อยประจำหน่วยการเรียนรู้ทั้ง 4 หน่วยการเรียนรู้
 - คำตอบของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องทฤษฎีจำนวน

เบื้องต้น

แผนการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน

การดำเนินการสอนโดยใช้ชุดการเรียนการสอนที่ใช้ปัญหาเป็นฐานในการเรียนรู้เรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น ที่สร้างขึ้นนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการดังนี้

1. ก่อนปฏิบัติกิจกรรมการใช้ชุดการเรียนการสอนที่ใช้ปัญหาเป็นฐานในการเรียนรู้ เรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น ผู้วิจัยได้แนะนำการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานแก่นักเรียน โดยครอบคลุมความเป็นมา ความหมาย ลักษณะที่สำคัญ ขั้นตอนในการเรียนรู้พร้อมตัวอย่าง และบทบาทของนักเรียนในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยใช้เวลา 1 คาบเรียน ซึ่ง 1 คาบเรียนคือ 1 ชั่วโมง

2. ดำเนินการสอนเรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น โดยใช้ชุดการเรียนการสอนที่ใช้ปัญหาเป็นฐานในการเรียนรู้ ซึ่งผู้วิจัยได้แบ่งเป็น 4 หน่วยการเรียนดังนี้

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 การหารลงตัว จำนวน 8 คาบเรียน ดำเนินการดังนี้

คาบเรียนที่ 1-6 ดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเรื่องการหารลงตัว

คาบเรียนที่ 7 สรุปเนื้อหาเรื่องการหารลงตัวและสรุปการประเมินผลตนเองของ

นักเรียนและการประเมินผลพฤติกรรมการเรียนรู้โดยครู

คาบเรียนที่ 8 ทดสอบย่อยประจำหน่วยการเรียนรู้ที่ 1

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ขั้นตอนวิธีการหาร จำนวน 6 คาบเรียน ดำเนินการดังนี้

คาบเรียนที่ 1-4 ดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเรื่องขั้นตอนวิธีการหาร

คาบเรียนที่ 5 สรุปเนื้อหาเรื่องขั้นตอนการหารและสรุปการประเมินผลตนเองของ

นักเรียนและการประเมินผลพฤติกรรมการเรียนรู้โดยครู

คาบเรียนที่ 6 ทดสอบย่อยประจำหน่วยการเรียนรู้ที่ 2

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 ตัวหารร่วมมาก จำนวน 6 คาบเรียน ดำเนินการดังนี้
คาบเรียนที่ 1–4 ดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเรื่องตัวหารร่วมมาก
คาบเรียนที่ 5 สรุปเนื้อหาเรื่องตัวหารร่วมมากและสรุปการประเมินผลตนเองของ

นักเรียนและการประเมินผลพฤติกรรมการเรียนรู้โดยครู

คาบเรียนที่ 6 ทดสอบย่อยประจำหน่วยการเรียนรู้ที่ 3

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 ตัวคูณร่วมน้อย จำนวน 6 คาบเรียน ดำเนินการดังนี้
คาบเรียนที่ 1–4 ดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเรื่องตัวคูณร่วมน้อย
คาบเรียนที่ 5 สรุปเนื้อหาเรื่องตัวคูณร่วมน้อยและสรุปการประเมินผลตนเองของ

นักเรียนและการประเมินผลพฤติกรรมการเรียนรู้โดยครู

คาบเรียนที่ 6 ทดสอบย่อยประจำหน่วยการเรียนรู้ที่ 4

4. ทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น ใช้เวลา 2 คาบเรียน

การดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน

ในการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้ชุดการเรียนการสอนที่ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง ทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น

1. การเตรียมการสอน

1.1 ครูควรศึกษาและทำความเข้าใจแผนการสอนและเอกสารเพิ่มเติมสำหรับครูในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ให้เข้าใจอย่างถ่องแท้ ทำความเข้าใจกับเนื้อหาในแต่ละหน่วยการเรียนรู้จากบทเรียนเรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้นที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

1.2 ฝึกทำกิจกรรมการเรียนการสอนในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ก่อนที่จะให้นักเรียนทำ เพื่อให้ครูมองเห็นภาพรวมของการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนของนักเรียนว่าน่าจะมีปัญหาติดขัดในส่วใด จะได้เตรียมคำถามไว้สำหรับกระตุ้นการคิดของนักเรียน หรือจะได้จัดเตรียมทรัพยากรการเรียนรู้เพิ่มเติมได้ตามความต้องการนักเรียน

1.3 ทำความเข้าใจในการประเมินผลการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนที่ใช้ปัญหาเป็นฐานในการเรียนรู้ และศึกษาบทบาทของครูในการเรียนการสอนที่ใช้ปัญหาเป็นฐานในการเรียนรู้

1.4 จัดเตรียมทรัพยากรการเรียนรู้ต่างๆ ที่นักเรียนน่าจะต้องการศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมให้พร้อมมากที่สุด นอกจากนี้ครูต้องจัดสภาพห้องเรียนให้เหมาะสมกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กลุ่มเล็ก

2. การดำเนินการสอน

ในการดำเนินการสอนแต่ละคาบเรียนจะแบ่งชั้นการเรียนการสอนออกเป็น 3 ชั้น คือ ชั้นนำเข้าสู่บทเรียน ชั้นกิจกรรมการเรียนการสอน และชั้นสรุป โดยในชั้นชั้นกิจกรรมการเรียนการสอน จะดำเนินการตามขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ซึ่งมี 8 ขั้นตอน คือ ชั้นการจัดกลุ่ม ชั้นเชื่อมโยงปัญหาและระบุปัญหา ชั้นสร้างสมมุติฐาน ชั้นเตรียมการศึกษาค้นคว้า ชั้นการศึกษาค้นคว้า ชั้นสังเคราะห์ข้อมูลและนำไปใช้ในการตรวจสอบสมมุติฐาน ชั้นสะท้อนผลการเรียนรู้ และชั้นสรุป ดังมีรายละเอียดดังนี้

ชั้นนำเข้าสู่บทเรียน

ครูทบทวนเนื้อหาที่เรียนไปแล้ว หรือเตรียมความพร้อมของนักเรียนด้วยการนำเสนอสถานการณ์ที่ใกล้เคียงกับเรื่องที่จะเรียนรู้ต่อไป หรือตอบคำถาม ที่นักเรียนสงสัย หรือซักถาม ความก้าวหน้าของการดำเนินการเรียนรู้ตามขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน หรือชี้แจงข้อผิดพลาดในการทำแบบทดสอบย่อย

ชั้นกิจกรรมการเรียนการสอน

คาบเรียนที่ 1-2 สำหรับหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 และ คาบเรียนที่ 1 สำหรับหน่วยการเรียนรู้ที่ 2, 3 และ 4

ดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนตามขั้นตอนที่ 1 – 4 ของขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ชั้นการจัดกลุ่ม จัดกลุ่มละ 5 คน สมาชิกในกลุ่มทำความคุ้นเคยกัน แนะนำตนเองและบอกถึงความสามารถพิเศษที่มี ความสนใจ และประสบการณ์ต่างๆที่จะมีประโยชน์ต่อกลุ่ม กลุ่มกำหนดบทบาทของสมาชิกในกลุ่มอย่างชัดเจน ในกลุ่มต้องมีประธาน มีรองประธานและเลขานุการที่คอยจดบันทึกกิจกรรมภายในกลุ่ม ในขั้นนี้จะเป็นขั้นเริ่มต้นของการประเมินผลการดำเนินกิจกรรมของนักเรียนด้วย ซึ่งการประเมินผลจะดำเนินไปพร้อมกับทุกขั้นตอนของการเรียนรู้

ขั้นตอนที่ 2 ชั้นเชื่อมโยงปัญหาและระบุปัญหา ขั้นนี้ครูจะเสนอสถานการณ์ที่มีความสัมพันธ์กับเนื้อหาที่จะสอนและปัญหาที่จะใช้ในการกระตุ้นการเรียนรู้ ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อเตรียมความพร้อมให้กับนักเรียนก่อนที่จะเจอปัญหา เมื่อครูเสนอปัญหาไปแล้วสมาชิกในกลุ่มจะต้องเสนอแนวคิดต่อปัญหาในแง่ของแนวทางที่เป็นไปได้ในการแก้ปัญหาและกำหนดข้อเท็จจริงที่ปรากฏอยู่ในปัญหา หากในกลุ่มมีผู้ที่มีประสบการณ์สัมพันธ์กับปัญหานั้นต้องเสนอให้กลุ่มได้รับทราบ จากนั้นช่วยกันระบุดำเนินการปัญหาและให้คำอธิบายของปัญหาย่อยทั้งหมด โดยสมาชิกในกลุ่มจะต้องมีความเข้าใจต่อปัญหาย่อยที่ถูกต้องตรงกัน การระบุดำเนินการปัญหาย่อยจะต้องระบุเป็นข้อๆที่สามารถมองเห็นแนวทางของการแก้ปัญหาเหล่านั้นได้อย่างชัดเจน ในปัญหาเริ่มต้นหนึ่งปัญหาที่ครู

เสนอให้ อาจมีปัญหาย่อยออกมาอีกก็ได้ขึ้นอยู่กับการวิเคราะห์ปัญหาหรือมีความไม่เข้าใจอะไรตรงไหนของกลุ่ม

ขั้นตอนที่ 3 ขั้นการสร้างสมมุติฐาน เมื่อระบุปัญหาแล้วนักเรียนในกลุ่มร่วมกันวิเคราะห์ปัญหาย่อยแต่ละข้อและตั้งสมมุติฐานให้สอดคล้องกับปัญหาย่อยๆนั้น สมมุติฐานที่ตั้งมีลักษณะที่เป็นคำตอบของปัญหาย่อยๆที่ตั้งอยู่บนเหตุผลและความรู้พื้นฐานที่มีอยู่ก่อน

ขั้นตอนที่ 4 ขั้นเตรียมการ การศึกษาค้นคว้า ประกอบด้วย

1. กำหนดสิ่งที่ต้องเรียนรู้เพิ่มเติม เป็นการกำหนดว่าจะต้องค้นคว้าหาอะไร เพื่อที่จะสามารถนำสิ่งนั้นมาตรวจสอบสมมุติฐานที่ได้ตั้งไว้ เป็นการวางเป้าหมายของการเรียนรู้
2. สร้างแผนการเรียนรู้ เป็นกลวิธีที่ใช้ในการศึกษาสิ่งที่ต้องเรียนรู้เพิ่มเติม
3. กำหนดแหล่งข้อมูลที่สอดคล้องกับแผนการเรียนรู้

คาบเรียนที่ 3-5 สำหรับหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 และคาบเรียนที่ 2-3 สำหรับหน่วยการเรียนรู้ที่ 2, 3 และ 4

ดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนตามขั้นตอนที่ 5 และขั้นตอนที่ 6 ของขั้นตอนการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 5 ขั้นการศึกษาค้นคว้า เมื่อเตรียมการการศึกษาค้นคว้าแล้ว สมาชิกแต่ละคนของกลุ่มจะมีหน้าที่ความรับผิดชอบในการแสวงหาข้อมูลเพิ่มเติมจากภายนอกกลุ่ม โดยสามารถหาได้จากแหล่งข้อมูลต่างๆ ที่กำหนดไว้แล้ว ซึ่งการศึกษาค้นคว้าจะทำงานเป็นกลุ่มหรือเป็นรายบุคคลก็ได้ ในการศึกษาค้นคว้าสมาชิกในกลุ่มจะต้องศึกษาอย่างละเอียดให้เข้าใจสามารถอธิบายให้สมาชิกคนอื่นเข้าใจได้ โดยเลขานุการจดบันทึกสิ่งที่ศึกษาค้นคว่านั้นไว้ด้วย

ขั้นตอนที่ 6 ขั้นการสังเคราะห์ข้อมูลและนำไปใช้ในการตรวจสอบสมมุติฐาน ในขั้นนี้นักเรียนจะสังเคราะห์ข้อมูลที่ได้ศึกษาค้นคว้ามานำมาเพียงพอกับการตรวจสอบสมมุติฐานที่ตั้งไว้หรือไม่ แล้วนำข้อมูลที่ได้ไปตรวจสอบสมมุติฐานและแก้ปัญหา ถ้าไม่เพียงพอกลุ่มจะต้องกำหนดสิ่งที่ต้องเรียนรู้เพิ่มเติม แผนการเรียนรู้ แหล่งข้อมูลแล้วดำเนินการศึกษาอีกครั้งหนึ่งเพื่อให้ได้ข้อมูลที่สมบูรณ์เสียก่อน

คาบเรียนที่ 6 สำหรับหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 และคาบเรียนที่ 4 สำหรับหน่วยการเรียนรู้ที่ 2, 3 และ 4

ดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนตามขั้นตอนที่ 7 และขั้นตอนที่ 8 ของขั้นตอนการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นฐานดังนี้

ขั้นตอนที่ 7 ขั้นการสะท้อนผลการเรียนรู้ ประกอบด้วยการเสนอผลงานหรือผลการแก้ปัญหา โดยจะเสนอแผนการดำเนินงานของกลุ่มทั้งหมดตั้งแต่ขั้นตอนที่ 1 ถึง ขั้นตอนที่ 6 ในขั้นนี้

จะเปิดโอกาสให้นักเรียนในชั้นเรียนประเมินผลงานของกลุ่มอื่นๆด้วย ในขั้นนี้ครูและนักเรียนจะช่วยกันสรุปข้อมูลหรือความรู้ที่แต่ละกลุ่มได้ศึกษาค้นคว้ามาอีกครั้ง

ขั้นตอนที่ 8 ขั้นสรุป ในขั้นนี้จะสรุปผลของการประเมินผลทั้งด้านความรู้ ด้านทักษะทางการเรียนและด้านทักษะทางสังคม การประเมินผลประกอบด้วยการประเมินผลของครูและการประเมินผลตนเองของนักเรียน โดยที่นักเรียนและครูจะประเมินผลไปพร้อมกับการดำเนินกิจกรรมทุกขั้นตอน

คาบเรียนที่ 7 สำหรับหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 และคาบเรียนที่ 5 สำหรับหน่วยการเรียนรู้ที่ 2, 3 และ 4

สรุปเนื้อหาเรื่องทฤษฎีจำนวนแต่ละหน่วยการเรียนรู้ จากที่นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ไปศึกษาค้นคว้ามาอีกครั้ง และให้นักเรียนทำใบงานเป็นรายบุคคลเพื่อเป็นการทบทวนเนื้อหาที่ได้ศึกษาค้นคว้ามา

ขั้นสรุป

แต่ละคาบของแต่ละหน่วยการเรียนรู้ นั้น นักเรียนร่วมกันสรุปความก้าวหน้าของการดำเนินการเรียนรู้ รวมทั้งปัญหาหรือข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นขณะดำเนินการเรียนรู้

3. การวัดการประเมินผล

ในการวัดการประเมินผลที่ได้ออกมาจะเป็นผลการเรียนของนักเรียนซึ่งมีเครื่องมือในการประเมินผลและเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

3.1 เครื่องมือในการประเมินผล ประกอบด้วย

3.1.1 การประเมินผลการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานของแต่ละหน่วยการเรียนรู้ทั้ง 4 หน่วยการเรียนรู้ เป็นการประเมินความสามารถทางการเรียนของนักเรียนรายกลุ่มตามเกณฑ์ที่สร้างขึ้น โดยจะทำการประเมินควบคู่ไปกับกิจกรรมการเรียนการสอนแล้วบันทึกลงในแบบประเมินผลการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และในตอนจบของกิจกรรมครูสรุปการประเมินผลให้นักเรียนทราบ

3.1.2 การประเมินผลโดยใช้แบบทดสอบย่อยประจำแต่ละหน่วยการเรียนรู้ เป็นการประเมินความรู้ทางการเรียนแต่ละหน่วยการเรียนรู้ โดยให้นักเรียนทำการทดสอบหลังที่นักเรียนได้ดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้จบแต่ละหน่วยการเรียนรู้แล้ว

3.1.3 การประเมินผลโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น เป็นการประเมินความรู้ทางการเรียนในภาพรวมเมื่อนักเรียนเรียนจบในทุกหน่วยการเรียนรู้แล้ว

นอกจากนี้ยังมีการประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนที่ไม่ได้นำมาคิดเป็นคะแนนผลการเรียนของนักเรียน คือ ใบบางที่มีไว้สำหรับการสรุปสิ่งที่นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้ามา เป็นการประเมินความรู้ที่นักเรียนเป็นผู้ทำเอง

3.2 เกณฑ์การให้คะแนน

3.2.1 เกณฑ์การให้คะแนนของแบบทดสอบย่อยประจำหน่วยการเรียนรู้ ทั้ง 4 หน่วยการเรียนรู้ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น

ตาราง 1 เกณฑ์การตรวจให้คะแนนของแบบทดสอบย่อยประจำหน่วยการเรียนรู้ ทั้ง 4 หน่วยการเรียนรู้ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น

คะแนน/ความหมาย	การแสดงผลการหาคำตอบที่ปรากฏให้เห็น
4 คะแนน ยอดเยี่ยม	ดำเนินการหาคำตอบด้วยวิธีที่เหมาะสม แสดงถึงการเลือกความรู้ในหน่วยการเรียนรู้มาใช้ได้เหมาะสม แสดงวิธีการหาคำตอบได้ชัดเจน เขียนแสดงคำตอบได้ชัดเจน ถูกต้อง ครบถ้วน สมบูรณ์
3 คะแนน ดี	- เลือกความรู้และดำเนินการตามวิธีการหาคำตอบที่จะนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง แต่เข้าใจบางส่วนของโจทย์ผิดไป หรือ - เลือกความรู้และวิธีการหาคำตอบได้เหมาะสม หาคำตอบที่ถูกต้อง แต่ดำเนินการหาคำตอบไม่สมบูรณ์ หรือ - เลือกความรู้และวิธีการหาคำตอบได้เหมาะสม และแสดงสิ่งที่เป็นคำตอบของโจทย์ แต่ไม่นำมาแสดงเป็นคำตอบ

ตาราง 1 (ต่อ)

คะแนน/ความหมาย	การแสดงผลการหาคำตอบที่ปรากฏให้เห็น
2 คะแนน พอใช้	● เลือกความรู้มาใช้ได้เหมาะสมแต่ใช้วิธีหาคำตอบไม่เหมาะสม และได้คำตอบไม่ถูกต้อง แต่มีสิ่งที่แสดงถึงการมีความเข้าใจหรือ ● เลือกความรู้มาใช้และใช้วิธีหาคำตอบได้เหมาะสม แต่ไม่ได้ดำเนินการจนกระทั่งได้คำตอบ หรือ ● เลือกความรู้มาใช้และใช้วิธีหาคำตอบได้เหมาะสม แต่ดำเนินการไม่ถูกต้อง และนำไปสู่การหาคำตอบที่ผิดพลาด หรือหาคำตอบไม่ได้ หรือ ● เลือกความรู้มาใช้และได้คำตอบของปัญหาย่อยๆ ที่แบ่งจากโจทย์ แต่ดำเนินการต่อไปไม่ได้ หรือ ● ได้คำตอบที่ถูกต้อง แต่ไม่แสดงรายละเอียดของวิธีการหาคำตอบ
1 ยังต้องปรับปรุง	● เลือกความรู้มาใช้และแสดงวิธีหาคำตอบ และมีสิ่งบ่งบอกความเข้าใจในโจทย์บางประการ และมีแนวทางที่จะนำไปสู่การหาคำตอบที่ถูกต้อง หรือ ● เลือกความรู้มาใช้ได้เหมาะสมแต่พยายามหาคำตอบด้วยวิธีที่ไม่เหมาะสมเพียงแนวทางเดียวที่ไม่สามารถหาคำตอบได้ และไม่คิดหาวิธีอื่น หรือ ● มีสิ่งบ่งชี้ถึงความพยายามที่หาเป้าหมายย่อย ๆ ของโจทย์และเลือกความรู้มาใช้ได้เหมาะสม แต่ไม่ได้ดำเนินการต่อ
0 ไม่พยายาม	● ไม่แสดงผลการหาคำตอบ หรือไม่ตอบสนองสิ่งที่สัมพันธ์กับโจทย์ คัดลอกข้อมูลจากโจทย์แต่ไม่ได้นำมาใช้ให้เกิดความเข้าใจ

3.2.2 เกณฑ์การตรวจให้คะแนนของแบบการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานรายกลุ่ม

การตรวจให้คะแนน

แบบประเมินผลการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานรายกลุ่ม

ขั้นตอนที่ 1 ขั้นการจัดกลุ่ม

- 1 คะแนน : ถ้าจัดกลุ่มแต่แบ่งหน้าที่ไม่ชัดเจน อภิปรายในกลุ่มน้อยหรือไม่มีเลย มีสมาชิกที่ไม่ร่วมอภิปราย
- 2 คะแนน : ถ้าจัดกลุ่มแบ่งหน้าที่ในกลุ่มอย่างชัดเจน อภิปรายในกลุ่มมากขึ้น แต่มีสมาชิกบางคนที่ไม่ร่วมอภิปราย
- 3 คะแนน : ถ้าจัดกลุ่มแบ่งหน้าที่อย่างชัดเจน สมาชิกในกลุ่มร่วมกันอภิปราย อย่างหลากหลาย ทุกคนแสดงความคิดเห็น

ขั้นตอนที่ 2 ขั้นเชื่อมโยงปัญหาและระบุปัญหา

- 1 คะแนน : แสดงความคิดเห็นต่อปัญหาน้อยและไม่ค่อยสัมพันธ์กับการการแก้ปัญหา พยายามที่จะอธิบายปัญหาแต่ไม่ชัดเจน ระบุปัญหาย่อยที่ไม่ชัดเจน
- 2 คะแนน : แสดงความคิดเห็นต่อปัญหามากขึ้นและมีความสำคัญต่อการแก้ปัญหา อธิบายปัญหาได้อย่างชัดเจนแต่มีบางคนในกลุ่มยังไม่ค่อยเข้าใจ สามารถระบุปัญหาย่อยได้เป็นข้อๆชัดเจน แต่ยังไม่ครอบคลุม
- 3 คะแนน : แสดงความคิดเห็นต่อปัญหามากอย่างหลากหลายและมีความสำคัญต่อการแก้ปัญหา อธิบายปัญหาได้อย่างชัดเจน ทุกคนในกลุ่มเข้าใจปัญหา ตรงกัน ระบุปัญหาย่อยได้เป็นข้อๆ ชัดเจนและครอบคลุม

ขั้นตอนที่ 3 ขั้นการสร้างสมมุติฐาน

- 1 คะแนน : สามารถตั้งสมมุติฐานได้แต่ไม่ค่อยมีความสัมพันธ์กับปัญหาย่อย ที่สร้างไว้ ทุกข้อเป็นแนวทางของคำตอบของปัญหาย่อยได้ไม่ค่อยดี แต่ในสมาชิกกลุ่มแสดงถึงความช่วยเหลือและร่วมมือกัน
- 2 คะแนน : สามารถตั้งสมมุติฐานได้ มีความสัมพันธ์กับปัญหาย่อยที่สร้างไว้เป็นแนวทางของคำตอบของปัญหาที่ดี แต่มีบางสมมุติฐานไม่เป็นแนวทาง คำตอบของปัญหาย่อยที่ดี สมาชิกกลุ่มแสดงถึงความช่วยเหลือ และร่วมมือกัน

- 3 คะแนน : สามารถตั้งสมมุติฐานได้ดี มีความสัมพันธ์กับปัญหาย่อยแต่ละปัญหา แต่ละข้อเป็นแนวทางของคำตอบของปัญหาย่อยที่ดี สมาชิกกลุ่ม แสดงถึงความช่วยเหลือและร่วมมือกัน

ขั้นตอนที่ 4 ขั้นเตรียมการ การศึกษาค้นคว้า

- 1 คะแนน : สามารถกำหนดสิ่งที่ต้องเรียนรู้เพิ่มเติมไม่เพียงพอกับความจำเป็นที่จะได้ข้อมูลเพื่อมาแก้ปัญหา สร้างแผนการเรียนรู้และกำหนดแหล่งข้อมูลไม่ชัดเจน แต่สมาชิกในกลุ่มแสดงถึงความร่วมมือกันในการทำงาน
- 2 คะแนน : สามารถกำหนดสิ่งที่ต้องเรียนรู้เพิ่มเติมได้เพียงพอกับการให้ได้ข้อมูลมาเพื่อแก้ปัญหา สร้างแผนการเรียนรู้และกำหนดแหล่งข้อมูลไม่ค่อยชัดเจน แต่สมาชิกในกลุ่มแสดงถึงความร่วมมือกันในการทำงาน
- 3 คะแนน : สามารถกำหนดสิ่งที่ต้องเรียนรู้เพิ่มเติมได้เพียงพอกับการให้ได้ข้อมูลมาเพื่อแก้ปัญหา สร้างแผนการเรียนรู้และกำหนดแหล่งข้อมูลได้ ชัดเจน สามารถมองเห็นแนวทางของการดำเนินการเพื่อค้นคว้าได้อย่างดี สมาชิกในกลุ่มแสดงถึงความร่วมมือกันในการทำงาน

ขั้นตอนที่ 5 ขั้นการศึกษาค้นคว้า

- 1 คะแนน : ถ้านักเรียนในกลุ่มแสดงถึงการดำเนินการศึกษาค้นคว้าตามแผนที่กำหนด ค้นคว้าจากแหล่งข้อมูลที่ไม่หลากหลาย ทำการศึกษาไม่ต่อเนื่องและไม่เชื่อมโยงข้อมูลที่ได้กับกลุ่ม แต่แสดงถึงความช่วยเหลือกันในกลุ่มและมีการแบ่งงานกัน
- 2 คะแนน : ถ้านักเรียนในกลุ่มแสดงถึงการดำเนินการศึกษาค้นคว้าตามแผนที่กำหนด จากแหล่งข้อมูลที่หลากหลายและศึกษาต่อเนื่อง ไม่มีการเสนอสิ่งที่ตนศึกษามาให้กลุ่มได้รับทราบเป็นระยะๆ แต่แสดงถึงการแบ่งงานที่เป็นระบบ
- 3 คะแนน : ถ้านักเรียนในกลุ่มแสดงถึงการดำเนินการศึกษาค้นคว้าตามแผนที่กำหนด จากแหล่งข้อมูลที่หลากหลายและต่อเนื่อง มีการเสนอสิ่งที่ตนศึกษามาให้กลุ่มได้รับทราบเป็นระยะๆ และแสดงถึงการแบ่งงานที่เป็นระบบ

ขั้นตอนที่ 6 ขั้นการสังเคราะห์ข้อมูลและนำไปใช้ในการตรวจสอบสมมุติฐาน

- 1 คะแนน : ถ้านักเรียนได้นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษามาสังเคราะห์บ้าง แต่ไม่สามารถเชื่อมโยงสู่การแก้ปัญหาได้ สามารถตรวจสอบสมมุติฐานจากข้อมูลที่หามาได้บ้าง นักเรียนในกลุ่มเข้าใจในข้อมูลที่ศึกษามาบ้าง สมาชิกในกลุ่มแสดงทักษะการวิเคราะห์ข้อมูล การสื่อสาร และมีความร่วมมือกันในการทำงาน
- 2 คะแนน : ถ้านักเรียนได้นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษามาสังเคราะห์ และเชื่อมโยงสู่ปัญหา สามารถตรวจสอบสมมุติฐานจากข้อมูลที่หามาได้ทุกข้อ แต่ได้คำตอบของปัญหาที่ไม่ดี นักเรียนในกลุ่มมีความเข้าใจข้อมูลศึกษามา สมาชิกในกลุ่มแสดงทักษะการวิเคราะห์ข้อมูล การสื่อสาร และมีความร่วมมือกันในการทำงาน
- 3 คะแนน : ถ้านักเรียนได้นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษามาสังเคราะห์ และเชื่อมโยงสู่ปัญหา สามารถตรวจสอบสมมุติฐานจากข้อมูลที่หามาได้ทุกข้อและมีเหตุผล ได้คำตอบของปัญหาที่ดี นักเรียนในกลุ่มมีความเข้าใจข้อมูลที่ศึกษามาอย่างดี สมาชิกในกลุ่มแสดงทักษะการวิเคราะห์ข้อมูล การสื่อสาร และมีความร่วมมือกันในการทำงาน

ขั้นตอนที่ 7 ขั้นการสะท้อนผลการเรียนรู้

- 1 คะแนน : นักเรียนในกลุ่มส่งตัวแทนออกมารายงานผลการศึกษา แต่ไม่สามารถแสดงถึงการดำเนินการเรียนรู้ของกลุ่มได้อย่างชัดเจน อธิบายข้อมูลที่ศึกษามาไม่ค่อยเข้าใจ เตรียมความพร้อมในการรายงานน้อย
- 2 คะแนน : นักเรียนในกลุ่มส่งตัวแทนออกมารายงานผลการศึกษาได้อย่างเข้าใจ สามารถแสดงถึงการดำเนินการเรียนรู้ของกลุ่มได้อย่างชัดเจน อธิบายความรู้หรือข้อมูลที่ค้นคว้าได้อย่างเข้าใจ แต่ความรู้ที่หามาได้ทั้งหมดยังไม่มาก มีความพร้อมในการรายงาน
- 3 คะแนน : นักเรียนในกลุ่มส่งตัวแทนออกมารายงานผลการศึกษาได้อย่างเข้าใจ สามารถแสดงถึงการดำเนินการเรียนรู้ของกลุ่มได้อย่างชัดเจน อธิบายความรู้หรือข้อมูลที่ค้นคว้าได้อย่างเข้าใจ ความรู้ที่หามาได้มากและลึกซึ้ง มีความพร้อมในการรายงาน

ขั้นตอนที่ 8 ขั้นสรุป

- 1 คะแนน : ถ้านักเรียนทำการประเมินผลตนเอง ประเมินผลครูและร่วมประเมินผลปัญหา ร่วมกับครูสรุปผลการเรียนรู้ แต่ไม่แสดงประเด็นที่ตนเองสนใจศึกษาต่อ
- 2 คะแนน : ถ้านักเรียนทำการประเมินผลตนเอง ประเมินผลครูและร่วมประเมินผลปัญหา ร่วมกับครูสรุปผลการเรียนรู้ แสดงประเด็นที่ตนเองสนใจศึกษาต่อบางส่วนเล็กน้อย
- 3 คะแนน : ถ้านักเรียนทำการประเมินผลตนเอง ประเมินผลครูและร่วมประเมินผลปัญหา ร่วมกับครูสรุปผลการเรียนรู้ แสดงประเด็นที่ตนเองสนใจศึกษาต่ออย่างหลากหลาย แสดงถึงความกระตือรือร้นที่จะศึกษาด้วยตนเอง

3.3 การคิดคะแนนผลการเรียน

ผลการเรียน หมายถึง คะแนนรวมของนักเรียนจาก 3 ส่วนดังนี้

3.3.1. แบบทดสอบย่อยประจำแต่ละหน่วยการเรียนรู้ทั้ง 4 หน่วยการเรียนรู้
รวมเป็น 30 % ของคะแนนเต็ม

3.3.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น
รวมเป็น 30 % ของคะแนนเต็ม

3.3.3 แบบประเมินผลการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานรายกลุ่มประจำแต่ละหน่วยการเรียนรู้ทั้ง 4 หน่วยการเรียนรู้ รวมเป็น 40 % ของคะแนนเต็ม

บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

บทบาทของครูและนักเรียนในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีดังนี้

1. บทบาทของครู

1.1 เป็นผู้ออกแบบการเรียนรู้ ครูจะต้องพิจารณาเลือกเนื้อหาสาระความรู้ ทักษะที่ต้องการให้นักเรียนได้รับ รวมถึงคัดเลือกกิจกรรมการเรียนรู้ที่จะสามารถส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียนให้เป็นผู้ที่สามารถเรียนรู้โดยการชี้นำตนเองได้ และสร้างปัญหาที่ใช้เป็นตัวกระตุ้นการเรียนรู้ของนักเรียน ซึ่งทั้งหมดนี้จะใช้ฐานข้อมูลการพิจารณาจากความสนใจ ประสบการณ์ ความรู้ความสามารถของนักเรียน

1.2 ครูเป็นผู้แนะนำ เป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ให้กับนักเรียน ครูจะไม่สอนหรือชี้แนะโดยตรง แต่จะใช้คำถามในการกระตุ้นให้นักเรียนได้คิด ในขณะที่เรียนรู้ครูจะต้องเปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิดมากที่สุด ครูจะต้องส่งเสริมนักเรียนให้เกิดการเรียนรู้โดยการชี้นำตนเอง เพื่อสร้างองค์ความรู้ด้วยตัวเอง

1.3 เป็นผู้ประเมินผลซึ่งต้องรวมทั้งการประเมินผลปัญหาที่ใช้ในการเรียนรู้ ประเมินผลนักเรียนทั้งในด้านทักษะและด้านความรู้ และประเมินผลตนเอง การประเมินผลจะทำตั้งแต่การสร้างปัญหาจนเสร็จสิ้นการเรียนรู้ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้

2. บทบาทของนักเรียน

2.1 นักเรียนจะต้องมีส่วนร่วมในการออกแบบการเรียนรู้ บอกถึงความสนใจ ความถนัด ประสบการณ์ต่างๆ ที่ตนมีให้กับครูเพื่อรับทราบและแสดงความคิดเห็นในการคัดเลือก กิจกรรมการเรียนรู้และการสร้างปัญหา

2.2 นักเรียนจะต้องเป็นผู้ที่สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยมีปัญหาเป็นตัวกระตุ้น นักเรียนจะเป็นผู้กำหนดทิศทางการเรียนรู้ของตนเองตามขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ผู้เรียนจะต้องพัฒนาตนเองให้เป็นผู้เรียนรู้โดยการชี้นำตนเอง

2.3 ผู้เรียนจะต้องเป็นผู้ประเมินผลปัญหารวมกับครู ประเมินผลตนเองเพื่อทราบความก้าวหน้าในการเรียนรู้ และประเมินผลครูเพื่อสะท้อนให้ครูได้รับทราบแล้วนำไปปรับปรุง

ขั้นตอนในการสร้างปัญหาสำหรับใช้เป็นฐานในการเรียนรู้

ผู้วิจัยดำเนินการเป็นขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดกรอบของปัญหา ได้แก่ การเลือกเนื้อหาสาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อกำหนดขอบเขตว่าต้องการให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อะไรบ้างใน 3 ด้าน ได้แก่ด้านความรู้ ด้านเจตคติและด้านทักษะกระบวนการ และความคิดรวบยอดหรือหลักเกณฑ์พื้นฐานที่นักเรียนต้องเรียนรู้เพื่อให้บรรลุตามจุดประสงค์การเรียนรู้ที่วางไว้

ขั้นที่ 2 กำหนดและสร้างปัญหา ที่สอดคล้องกับความคิดรวบยอดที่คาดหวังไว้ว่านักเรียนควรจะเรียนรู้ เมื่อครูเขียนปัญหาเสร็จแล้วครูลงดำเนินการเรียนรู้ตามขั้นตอนการเรียนรู้ด้วยเพื่อให้มองเห็นถึงความเป็นไปได้ในการหาคำตอบ คำตอบที่ได้มีอะไรบ้าง มีวิธีใดบ้างที่สามารถนำมาแก้ปัญหา ความรู้ใดบ้างที่เป็นฐานในการแก้ปัญหาและหาได้จากแหล่งข้อมูลใด นั่นคือครูจะสมมุติบทบาทเป็นผู้เรียน เพื่อพิจารณาประสิทธิภาพของปัญหาและช่วยให้มองเห็นภาพรวมการเรียนรู้ของนักเรียน ซึ่งสามารถนำไปเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนและวิธีการประเมินผล

ขั้นที่ 3 สร้างคำถามสำหรับกระตุ้นความคิดนักเรียน คำถามที่สร้างนี้สำหรับครูใช้กระตุ้นนักเรียนให้เกิดการคิด เพื่อทำให้นักเรียนมีความเข้าใจปัญหามากขึ้นหรือเพื่อให้นักเรียนเห็นแนวทางการกำหนดปัญหาย่อยที่นำไปสู่การสร้างแผนการเรียนรู้ โดยใช้รูปแบบเช่นเดียวกับตารางต่อไปนี้

ตาราง 2 รูปแบบของแผนการอภิปราย

ปัญหาที่ใช้เป็นฐาน	คำถามกระตุ้น	แนวความคิด

ขั้นที่ 4 กำหนดแหล่งข้อมูลสำหรับให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าและเรียนรู้

ขั้นที่ 5 กำหนดการประเมินผล โดยพิจารณาทั้งด้านความรู้และด้านทักษะ ในด้านความรู้จะพิจารณาจากความรู้ที่นักเรียนได้ศึกษาเพื่อนำมาแก้ปัญหาและดูการประยุกต์ความรู้ที่ได้นั้นกับการแก้ปัญหา ในด้านทักษะจะพิจารณาจากการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อแก้ปัญหา

ตัวอย่างการสร้างปัญหาที่ใช้เป็นฐานในการเรียนรู้

ในที่นี้จะเสนอตัวอย่างการสร้างปัญหา 1 ของหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องการหารลงตัว เพื่อเป็นแนวทางการสร้างปัญหาในกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยจะเสนอเป็นขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดกรอบของปัญหา ดำเนินการดังนี้

- เลือกเนื้อหาที่ต้องการให้นักเรียนได้เรียนรู้จากปัญหา โดยเลือกเนื้อหาดังนี้
 - บทนิยามการหารลงตัว
 - สมบัติการหารลงตัว ได้แก่ ทฤษฎีบท 3, 4 และ 5 (ในเนื้อหาของแผนการสอน

ที่ 2) ดังนี้

ทฤษฎีบท 3. ให้ a, b เป็นจำนวนเต็ม ซึ่ง $a \neq 0$

ถ้า $a \mid b$ และ $b \neq 0$ แล้ว $|a| \leq |b|$

ทฤษฎีบท 4. ให้ a, b เป็นจำนวนเต็ม ซึ่ง $a \neq 0, b \neq 0$

ถ้า $a \mid b$ และ $b \mid a$ แล้ว $a = \pm b$

ทฤษฎีบท 5. ให้ a, b, c เป็นจำนวนเต็ม ซึ่ง $a \neq 0$

ถ้า $a \mid b$ และ $a \mid c$ แล้ว $a \mid (bx + cy)$ สำหรับทุกจำนวนเต็ม x, y

2. ศึกษาและกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ของหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องการหารลงตัวตามเนื้อหาที่เลือก ซึ่งได้แก่

- นักเรียนสามารถบอกความหมายของการหารลงตัวได้
- นักเรียนสามารถนำสมบัติการหารลงตัวไปใช้ในการแก้ปัญหาได้

จากจุดประสงค์ข้างต้น เราจะนำมาเป็นแนวทางการสร้างปัญหา 1 โดยพิจารณาว่าปัญหาที่สร้างจะต้องทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์ที่วางไว้

ขั้นที่ 2 กำหนดและสร้างปัญหา

ในการสร้างปัญหา อันดับแรกผู้วิจัยได้พิจารณา ทฤษฎีบท 4 และ 5 โดยพิจารณาว่า ถ้า $2 \mid 4$ และ $2 \mid 6$ แล้ว $2 \mid (4x + 6y)$ เมื่อ x และ y เป็นจำนวนเต็มใดๆ เพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้ทฤษฎีบท 5 จากนั้นเพิ่มเงื่อนไขเพื่อจะทำให้นักเรียนได้เรียนรู้ทฤษฎีบท 4 เงื่อนไขที่เพิ่มคือ กำหนดให้ $(4x + 6y) \mid 2$ ถ้าสรุปได้ว่า $2 = 4x + 6y$ จะเห็นว่าผลสรุปเป็นจริงสำหรับจำนวนเต็ม x และ y บางค่า เช่น $x = -1$ และ $y = 1$ ผู้วิจัยจึงลองสร้างสมการใหม่เป็น $5 = 4x + 6y$ จากสมการนี้เราจะพบว่า ไม่มีค่าจำนวนเต็ม x และ y ใดๆที่ทำให้สมการนี้เป็นจริง เพราะว่า $2 \mid 4$ ทำให้ $2 \mid 4x$ และ $2 \mid 6$ ทำให้ $2 \mid 6y$ ดังนั้น $2 \mid (4x + 6y)$ แต่ $2 \nmid 5$ นั่นแสดงว่า 5 และ $4x + 6y$ มีตัวประกอบแตกต่างกันอย่างน้อย 1 ตัวคือ 2 ดังนั้น $5 \neq 4x + 6y$

จากข้างต้นผู้วิจัยจึงได้แนวคิดว่าจะสร้างปัญหาในลักษณะเช่นเดียวกับสมการ $5 = 4x + 6y$ เพื่อให้นักเรียนพิจารณาว่าหาจำนวนเต็ม x และ y ที่เป็นคำตอบของสมการดังกล่าวได้หรือไม่ โดยปรับแต่งโจทย์ให้มีความซับซ้อนขึ้นเป็น $6x + 24y = 11,368$ และแต่งเป็นโจทย์ปัญหาได้ดังนี้

นักเรียนชั้น ม. 4 ของโรงเรียนแห่งหนึ่งไปทัศนศึกษาที่โรงงานผลิตน้ำผลไม้กระป๋อง โดยได้เข้าชมในส่วนต่างๆ ของโรงงานรวมถึงเข้าชมในแผนกบรรจุหีบห่อ ผู้นำชมได้บรรยายว่า “ในแต่ละวันโรงงานแห่งนี้จะผลิตน้ำผลไม้ได้ทั้งหมด 11,368 กระป๋อง และนำไปบรรจุในกล่อง 2 ขนาดได้พอดีคือกล่องขนาดที่บรรจุครึ่งโหลและกล่องขนาดที่บรรจุ 2 โหลแล้วแต่ขนาดของกระป๋อง” นักเรียนคิดว่าผู้นำชมกล่าวถูกต้องหรือไม่

เมื่อผู้วิจัยสร้างปัญหา 1 เสร็จแล้ว ผู้วิจัยดำเนินการตรวจสอบความถูกต้องของภาษาและลองแก้ปัญหาดังกล่าว เพื่อพิจารณาว่านักเรียนจะต้องใช้ความรู้ใดบ้างเพื่อนำมาแก้ปัญหา ซึ่งความรู้ที่นั้นอาจมากกว่าที่เราเลือกไว้ตั้งแต่แรกก็ได้ นั่นหมายความว่าเราจะต้องพิจารณาอีกครั้งว่านักเรียนจะได้ความรู้อะไรบ้างจากการดำเนินการแก้ปัญหา จากการวิเคราะห์หาแนวทางการแก้ปัญหา ความรู้ที่คาดว่านักเรียนจะได้ คือ

เมื่อกำหนดให้ a , b และ c เป็นจำนวนเต็มโดยที่ $a \neq 0$ และ $b \neq 0$ จะได้ว่า

1. ถ้า $a|b$ แล้ว $a|bn$ เมื่อ n เป็นจำนวนเต็มใดๆ (นักเรียนจะได้จากการอธิบายว่า ถ้า $3|6$ จะได้ $3|6x$ และ $3|24$ จะได้ $3|24y$ เมื่อ x และ y เป็นจำนวนเต็มใดๆ)
2. ถ้า $a|b$ และ $a|c$ แล้ว $a|(b+c)$ (นักเรียนจะได้จากการอธิบายว่า ถ้า $3|6x$ และ $3|24y$ แล้ว $3|(6x+24y)$)
3. ถ้า $a|b$ และ $a|c$ แล้ว $a|(bx+cy)$ เมื่อ x และ y เป็นจำนวนเต็มใดๆ (นักเรียนจะได้จากการสังเกตจากข้อ 2. และพบว่า ถ้า $3|6$ และ $3|24$ แล้ว $3|(6x+24y)$)
4. ถ้า $a|b$ และ $b|a$ แล้ว $a=b$ เมื่อ a และ b เป็นจำนวนเต็มที่มีมากกว่าศูนย์ (นักเรียนจะได้จากการหาเงื่อนไขที่ทำให้จำนวนเต็มสองจำนวน เพื่อนำไปตรวจสอบว่า $6x+24y$ เท่ากับ 11,368 หรือไม่)
5. ถ้า $a|b$ และ $b|a$ แล้ว $a=\pm b$ (นักเรียนจะได้จากการทำความเข้าใจกับความเข้าใจในข้อ 4)
6. ถ้า $a|b$ แล้ว $|a| \leq |b|$ (นักเรียนจะได้จากการทำความเข้าใจกับความเข้าใจในข้อ 5)
7. ถ้า $a|b$ แต่ $a \nmid c$ จะได้ว่า $b \nmid c$ (นักเรียนจะได้จากการอธิบายว่า ถ้า $3|(6x+24y)$ แต่ $3 \nmid 11,368$ จะได้ว่า $(6x+24y) \nmid 11,368$)
8. ถ้า $a|b$ และ $a \nmid c$ แล้ว $b \neq c$ (นักเรียนจะได้จากการหาเงื่อนไขที่ทำให้จำนวนเต็มสองจำนวนไม่เท่ากัน เพื่อนำไปตรวจสอบว่า $6x+24y$ เท่ากับ 11,368 หรือไม่)

ความรู้อื่นๆที่ไม่ได้กำหนดไว้ในที่นี้ขึ้นอยู่กับการศึกษาค้นคว้าของนักเรียน โดยครูจะพบว่านักเรียนค้นคว้าความรู้ได้มาบ้างตอนที่นักเรียนได้ออกมารายงานผลการดำเนินกิจกรรม

ขั้นที่ 3 สร้างคำถามสำหรับกระตุ้นความคิดนักเรียน จากการดำเนินการแก้ปัญหา ผู้วิจัยจะต้องค้นหาสิ่งทีนักเรียนอาจจะเกิดข้อสงสัยต่างๆ แล้วนำข้อสงสัยเหล่านั้นมาตั้งเป็นคำถามสำหรับกระตุ้นความคิดนักเรียน เพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจในปัญหามากขึ้นและมีแนวความคิดในการสร้างปัญหาย่อยได้ ดังเช่นตารางต่อไปนี้

ปัญหาที่ใช้เป็นฐาน	คำถามกระตุ้น	แนวความคิด
ปัญหา 1	– เราจะตรวจสอบได้อย่างไรว่าคำบรรยายของผู้นำชมว่าถูกต้องหรือไม่ – นักเรียนทราบหรือไม่ว่าจำนวนของกล่องทั้งสองขนาดมีจำนวนเท่าไร – น้ำผลไม้ 11,368 กระป๋องบรรจุในกล่อง 2 ขนาดได้พอดีหมายความว่าอย่างไร – เขียนแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนกระป๋องทั้งหมดกับจำนวนของกล่องแต่ละขนาดได้อย่างไร – ในการตรวจสอบจำนวนสองจำนวนเป็นจำนวนเดียวกันหรือไม่ มีหลักการใดบ้าง	– ตรวจสอบว่าน้ำผลไม้กระป๋องทั้งหมดบรรจุลงในกล่องสองขนาดแล้วหมดพอดีหรือไม่ – ยังไม่สามารถทราบได้ ซึ่งจะต้องพิจารณาก่อนว่าหาจำนวนกล่องทั้งสองขนาดได้หรือไม่ – หมายความว่าต้องมีจำนวนกล่องทั้งสองขนาดที่พอดีกับการบรรจุน้ำผลไม้ทั้งหมด 11,368 กระป๋อง – สร้างเป็นสมการได้เป็น $6x + 24y = 11,368$ เมื่อ x เป็นจำนวนกล่องขนาดครึ่งโหล y เป็นจำนวนกล่องขนาด 2 โหล – ถ้าเป็นจำนวนจริง x, y ใดๆ พิจารณาว่า ถ้า $x \leq y$ และ $y \leq x$ แล้ว $x = y$ ถ้าเป็นจำนวนเต็มบวก a, b ใดๆ ที่ไม่เป็นศูนย์ พิจารณาว่า ถ้า $a \mid b$ และ $b \mid a$ แล้ว $a = b$

ขั้นที่ 4 กำหนดแหล่งข้อมูลสำหรับให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าและเรียนรู้

จากการที่ผู้วิจัยดำเนินการแก้ปัญหาจนนำไปใช้กับนักเรียน ทำให้กำหนดแหล่งข้อมูล หรือแหล่งทรัพยากรการเรียนรู้สำหรับนักเรียนอย่างเพียงพอและพร้อมกับการศึกษาค้นคว้าของ นักเรียน ซึ่งแหล่งข้อมูลที่เตรียมไว้ได้แก่บทเรียนเรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้นที่ผู้วิจัยสร้างไว้และหนังสือ คณิตศาสตร์ที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับเรื่องการหารลงตัวซึ่งมีความรู้ดังกล่าวกว้างขวางอยู่แล้วอยู่ด้วย

ขั้นที่ 5 กำหนดการประเมินผล ในด้านความรู้ผู้วิจัยจะวัดนักเรียนด้วยใบงานที่ 1 ข้อ

1, 2, 3, 4, 5, 6 และแบบทดสอบย่อยประจำหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องการหารลงตัว ข้อ 1 และ 2 ซึ่งในการสร้างใบงานและแบบทดสอบย่อย ผู้วิจัยจะวิเคราะห์จากความรู้ที่ต้องการให้นักเรียนได้รับ จากการแก้ปัญหาที่ได้วิเคราะห์ไว้และจากความรู้ที่นักเรียนได้ค้นคว้าเพิ่มเติมซึ่งครูสังเกตได้ตอนที่ นักเรียนรายงานผลการดำเนินกิจกรรม ด้านความสามารถผู้วิจัยวัดด้วยการประเมินการดำเนิน กิจกรรมการแก้ปัญหา 1 โดยใช้เกณฑ์การตรวจให้คะแนนในหน้า 120

แผนการสอน

เรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น โดยใช้ชุดการเรียนการสอนที่ใช้ปัญหาเป็นฐานในการเรียนรู้

แผนการสอนสำหรับการสอนเรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น โดยใช้ชุดการเรียนการสอนที่ใช้ปัญหาเป็นฐานในการเรียนรู้ ได้แบ่งออกเป็น 5 แผนการสอน ดังนี้

แผนการสอนที่ 1 การเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาเป็นฐาน จำนวน 1 คาบเรียน

แผนการสอนที่ 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องการหารลงตัว จำนวน 8 คาบเรียน

แผนการสอนที่ 3 หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องขั้นตอนวิธีการหาร จำนวน 6 คาบเรียน

แผนการสอนที่ 4 หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องตัวหารร่วมมาก จำนวน 6 คาบเรียน

แผนการสอนที่ 5 หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่องตัวคูณร่วมน้อย จำนวน 6 คาบเรียน

แผนการสอนที่ 6 ทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น

จำนวน 2 คาบเรียน

รวมเวลาที่ใช้ทั้งหมด 29 คาบเรียน คาบเรียนละ 1 ชั่วโมง

ซึ่งแต่ละแผนการสอนจะประกอบด้วย

- จุดประสงค์การเรียนรู้
- จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
- สาระสำคัญ
- เนื้อหา
- กิจกรรมการเรียนการสอน
- สื่อการเรียนการสอน
- การประเมินผล

โดยที่จุดประสงค์การเรียนรู้ของแต่ละแผนการสอนเป็นสิ่งที่ต้องการให้นักเรียนเกิดจากการเรียนรู้ในเนื้อหาของหน่วยการเรียนนั้นๆ ส่วนจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมคือสิ่งที่ต้องการให้นักเรียนแสดงออกมาจากการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนในแต่ละคาบเรียน

แผนการสอนที่ 1

การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem – Based Learning)

จำนวน 1 คาบเรียน

จุดประสงค์การเรียนรู้

นักเรียนสามารถบอกความเป็นมา ความหมาย ลักษณะที่สำคัญ ขั้นตอนในการเรียนรู้ และบทบาทของนักเรียนในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานได้

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

นักเรียนสามารถนำขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานไปใช้กับตัวอย่างปัญหาในใบความรู้เรื่องการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานได้

เนื้อหา

ความเป็นมา ความหมาย ลักษณะที่สำคัญ ขั้นตอนในการเรียนรู้ และคุณค่าของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

สาระสำคัญ

ความเป็นมาของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ความเป็นมาของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีพัฒนาการขึ้นครั้งแรกในช่วงปลาย ค.ศ. 1969 โดยคณะวิทยาศาสตร์สุขภาพ (Faculty of Health Sciences) ของมหาวิทยาลัยแมคมาสเตอร์ (McMaster University) ที่ประเทศแคนาดา โดยนำมาใช้ในกระบวนการเรียนการสอนให้กับนักศึกษาแพทย์ และในปัจจุบันได้ขยายไปสาขาอื่นๆ เช่น วิศวกรรมศาสตร์ กฎหมาย สถาปัตยกรรม ภาษาศาสตร์ สังคมศาสตร์ วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เป็นต้น

ความหมายของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่สร้างความรู้จากกระบวนการทำงานกลุ่มเพื่อแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ที่สนใจ เกี่ยวกับชีวิตประจำวันและมีความสำคัญต่อนักเรียน ตัวปัญหาจะเป็นจุดตั้งต้นของกระบวนการเรียนรู้และเป็นตัวกระตุ้นต่อไปในการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาด้วยเหตุผล และการสืบค้นข้อมูลที่ต้องการเพื่อสร้างความเข้าใจกลไกของตัวปัญหา

รวมทั้งวิธีการแก้ปัญหา มุ่งเน้นพัฒนานักเรียนในด้านทักษะการเรียนรู้มากกว่าความรู้ที่นักเรียนจะได้มา และพัฒนานักเรียนสู่การเป็นผู้ที่สามารถเรียนรู้โดยการชี้นำตนเองได้

ลักษณะที่สำคัญของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

1. เป็นการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ
2. ใช้กระบวนการเรียนรู้โดยใช้กลุ่มเล็ก
3. ครูมีหน้าที่ในการจัดเตรียมสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ให้กับนักเรียน เป็นผู้อำนวยความสะดวกหรือผู้ให้คำแนะนำ
4. ใช้ปัญหาเป็นจุดตั้งต้นของการเรียนรู้
5. นักเรียนเป็นผู้สร้างองค์ความรู้จากการแก้ปัญหาด้วยตนเอง
6. เน้นกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียน
7. บูรณาการสิ่งที่เรียนรู้ในศาสตร์ต่างๆ เข้าด้วยกันและเชื่อมโยงไปสู่ชีวิตจริง
8. การประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนจะประเมินผลตามสภาพจริง

ขั้นตอนในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมี 8 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ขั้นการจัดกลุ่ม

ขั้นตอนที่ 2 ขั้นเชื่อมโยงปัญหาและระบุปัญหา

ขั้นตอนที่ 3 ขั้นการสร้างสมมติฐาน

ขั้นตอนที่ 4 ขั้นเตรียมการ การศึกษาค้นคว้า ประกอบด้วย

1. กำหนดสิ่งที่ต้องเรียนรู้เพิ่มเติม
2. สร้างแผนการเรียนรู้
3. กำหนดแหล่งข้อมูลที่สอดคล้องกับแผนการเรียนรู้

ขั้นตอนที่ 5 ขั้นการศึกษาค้นคว้า

ขั้นตอนที่ 6 ขั้นการสังเคราะห์ข้อมูลและนำไปใช้ในการตรวจสอบสมมติฐาน

ขั้นตอนที่ 7 ขั้นการสะท้อนผลการเรียนรู้

ขั้นตอนที่ 8 ขั้นสรุป

บทบาทของนักเรียนในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

1. นักเรียนจะต้องมีส่วนร่วมในการออกแบบการเรียนรู้ บอกถึงความสนใจ ความถนัด ประสบการณ์ต่างๆ ที่ตนมีให้กับครูเพื่อรับทราบและแสดงความคิดเห็นในการคัดเลือก กิจกรรมการเรียนรู้และการสร้างปัญหา

2. นักเรียนจะต้องเป็นผู้ที่สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยมีปัญหาเป็นตัวกระตุ้น นักเรียนจะเป็นผู้กำหนดทิศทางการเรียนรู้ของตนเองตามขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ผู้เรียนจะต้องพัฒนาตนเองให้เป็นผู้เรียนรู้โดยการชี้นำตนเอง

3. ผู้เรียนจะต้องเป็นผู้ประเมินผลปัญหารวมกับครู ประเมินผลตนเองเพื่อทราบความก้าวหน้าในการเรียนรู้ และประเมินผลครูเพื่อสะท้อนให้ครูได้รับทราบแล้วนำไปปรับปรุง

กิจกรรมการเรียนการสอน

ชั้นนำ

ครูกล่าวการเรียนการสอนแบบเดิมที่นักเรียนได้พบ โดยให้นักเรียนช่วยเสนอความคิดเห็นถึงข้อดี ข้อเสียของการเรียนการสอนนั้น

ขั้นสอน

1. ครูแจกใบความรู้เรื่องการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน แล้วอธิบายให้นักเรียนฟัง และให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นหรือซักถามข้อสงสัย

2. ครูให้นักเรียนพิจารณาตัวอย่างปัญหาที่ใช้ในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และทั้งหมดช่วยกันดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ตามขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยไม่เน้นการหาคำตอบของปัญหา จะเน้นให้นักเรียนได้รู้จักดำเนินการเรียนรู้ตามขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ขั้นสรุป

ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน พร้อมทั้งอภิปรายถึงข้อสงสัยต่างๆ ที่ได้นักเรียนได้พบเมื่อดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ตามตัวอย่างที่ครูเตรียมไว้ให้

การประเมินผล

1. สังเกตจากการแสดงความคิดเห็น คำถาม ข้อเสนอของนักเรียน
2. สังเกตจากการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ตัวอย่าง

สื่อการเรียนการสอน

1. ใบความรู้เรื่องการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
 2. หนังสือเรียนคณิตศาสตร์ที่มีเรื่องกฎการนับเบื้องต้น
-

ใบความรู้

เรื่องการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning)

ความเป็นมาของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ความเป็นมาของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีพัฒนาการขึ้นครั้งแรกในช่วงปลาย ค.ศ. 1969 โดยคณะวิทยาศาสตร์สุขภาพ (Faculty of Health Sciences) ของมหาวิทยาลัยแมคมาสเตอร์ (McMaster University) ที่ประเทศแคนาดา โดยนำมาใช้ในกระบวนการเรียนการสอนให้กับนักศึกษาแพทย์ และในปัจจุบันได้ขยายไปสาขาอื่นๆ เช่น วิศวกรรมศาสตร์ กฎหมาย สถาปัตยกรรม ภาษาศาสตร์ สังคมศาสตร์ วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เป็นต้น

ความหมายของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่สร้างความรู้จากกระบวนการทำงานกลุ่มเพื่อแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ที่สนใจ เกี่ยวกับชีวิตประจำวันและมีความสำคัญต่อนักเรียน ตัวปัญหาจะเป็นจุดตั้งต้นของกระบวนการเรียนรู้และเป็นตัวกระตุ้นต่อไปในการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาด้วยเหตุผล และการสืบค้นข้อมูลที่ต้องการเพื่อสร้างความเข้าใจกลไกของตัวปัญหารวมทั้งวิธีการแก้ปัญหา มุ่งเน้นพัฒนานักเรียนในด้านทักษะการเรียนรู้มากกว่าความรู้ที่นักเรียนจะได้มา และพัฒนานักเรียนสู่การเป็นผู้ที่สามารถเรียนรู้โดยการชี้นำตนเองได้

ลักษณะที่สำคัญของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

1. เป็นการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ
2. ใช้กระบวนการเรียนรู้โดยใช้กลุ่มเล็ก
3. ครูมีหน้าที่ในการจัดเตรียมสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ให้กับนักเรียน เป็นผู้อำนวยความสะดวกหรือผู้ให้คำแนะนำ
4. ใช้ปัญหาเป็นจุดตั้งต้นของการเรียนรู้
5. นักเรียนเป็นผู้สร้างองค์ความรู้จากการแก้ปัญหาด้วยตนเอง
6. เน้นกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียน
7. บูรณาการสิ่งที่เรียนรู้ในศาสตร์ต่างๆ เข้าด้วยกันและเชื่อมโยงไปสู่ชีวิตจริง
8. การประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนจะประเมินผลตามสภาพจริง

ขั้นตอนในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ขั้นตอนที่ 1 ขั้นการจัดกลุ่ม

อันดับแรกสมาชิกในกลุ่มทำความคุ้นเคยกัน สมาชิกในกลุ่มแนะนำตนเองบอกถึงความสามารถที่มี ความสนใจ และประสบการณ์ต่างๆ ที่จะมีประโยชน์ต่อกลุ่ม แล้วกลุ่มกำหนดบทบาทของสมาชิกในกลุ่มอย่างชัดเจน ในกลุ่มต้องมี ประธาน รองประธาน และ เลขานุการที่คอยจดบันทึกกิจกรรมภายในกลุ่ม ในขั้นนี้จะเป็นขั้นเริ่มต้นของการประเมินผลการดำเนินกิจกรรมของนักเรียนด้วย ซึ่งการประเมินผลจะดำเนินไปพร้อมกับทุกขั้นตอนของการเรียนรู้

ขั้นตอนที่ 2 ขั้นเชื่อมโยงปัญหาและระบุปัญหา

ขั้นนี้ครูจะเสนอสถานการณ์ที่มีความสัมพันธ์กับเนื้อหาที่จะสอนและปัญหาที่จะใช้ในการกระตุ้นการเรียนรู้ ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อเตรียมความพร้อมให้กับนักเรียนก่อนที่จะเจอปัญหา เมื่อครูเสนอปัญหาให้แล้วสมาชิกในกลุ่มจะต้องเสนอแนวคิดต่อปัญหาในแง่ของแนวทางที่เป็นไปได้ในการแก้ปัญหาและกำหนดข้อเท็จจริงที่ปรากฏอยู่ในปัญหา หากในกลุ่มมีผู้ที่มีประสบการณ์สัมพันธ์กับปัญหานั้นต้องเสนอให้กลุ่มได้รับทราบ จากนั้นช่วยกันระบุตัวปัญหาย่อยและให้คำอธิบายของปัญหาย่อยทั้งหมด โดยสมาชิกในกลุ่มจะต้องมีความเข้าใจต่อปัญหาย่อยที่ถูกต้องตรงกัน การระบุปัญหาย่อยจะต้องระบุเป็นข้อๆ ที่สามารถมองเห็นแนวทางของการแก้ปัญหาย่อยนั้นได้อย่างชัดเจน ในปัญหาเริ่มต้นหนึ่งปัญหาที่ครูเสนอให้ อาจมีปัญหาย่อยออกมาอีกก็ได้ขึ้นอยู่กับการวิเคราะห์ปัญหาหรือมีความไม่เข้าใจอะไรตรงไหนของกลุ่ม

ขั้นตอนที่ 3 ขั้นการสร้างสมมติฐาน

เมื่อระบุปัญหาแล้วนักเรียนในกลุ่มก็จะร่วมกันวิเคราะห์ปัญหาย่อยแต่ละข้อและตั้งสมมติฐานให้สอดคล้องกับปัญหาย่อยๆ นั้น สมมติฐานที่ตั้งมีลักษณะที่เป็นคำตอบของปัญหาย่อยที่ตั้งอยู่บนเหตุผลและความรู้ที่มีอยู่ก่อน

ขั้นตอนที่ 4 ขั้นเตรียมการ การศึกษาค้นคว้า

ประกอบด้วย

1. กำหนดสิ่งที่ต้องเรียนรู้เพิ่มเติม เป็นการกำหนดว่าจะต้องค้นคว้าหาอะไร เพื่อที่จะสามารถนำสิ่งนั้นมาตรวจสอบสมมติฐานที่ได้ตั้งไว้ เป็นการวางแผนการเตรียมการการเรียนรู้
2. สร้างแผนการเรียนรู้ เป็นกลวิธีที่ใช้ในการศึกษาสิ่งที่ต้องเรียนรู้เพิ่มเติม
3. กำหนดแหล่งข้อมูลที่สอดคล้องกับแผนการเรียนรู้

ขั้นตอนที่ 5 ขั้นการศึกษาค้นคว้า

เมื่อเตรียมการการศึกษาค้นคว้าแล้ว สมาชิกแต่ละคนของกลุ่มจะมีหน้าที่ความรับผิดชอบในการแสวงหาข้อมูลเพิ่มเติมจากภายนอกกลุ่ม โดยสามารถหาได้จากแหล่งข้อมูลต่างๆ ที่ครูได้กำหนดไว้แล้ว ซึ่งการศึกษาค้นคว้าจะทำเป็นกลุ่มหรือเป็นรายบุคคลก็ได้ ในการศึกษาค้นคว้า สมาชิกในกลุ่มจะต้องศึกษาอย่างละเอียดให้เข้าใจสามารถอธิบายให้สมาชิกคนอื่นเข้าใจได้ โดยเลขานุการจดบันทึกสิ่งที่ศึกษาค้นคว่านั้นไว้ด้วย

ขั้นตอนที่ 6 ขั้นการสังเคราะห์ข้อมูลและนำไปใช้ในการตรวจสอบสมมุติฐาน

ในขั้นนี้นักเรียนจะสังเคราะห์ข้อมูลที่ได้ศึกษาค้นคว้ามารวบรวมเพียงพอกับการตรวจสอบสมมุติฐานที่ตั้งไว้หรือไม่ แล้วนำข้อมูลที่ได้ไปตรวจสอบสมมุติฐานและแก้ปัญหา ถ้าไม่เพียงพอกลุ่มจะต้องกำหนดสิ่งที่ต้องเรียนรู้เพิ่มเติม แผนการเรียนรู้ และแหล่งข้อมูลแล้วดำเนินการศึกษาอีกครั้งหนึ่งเพื่อให้ได้ข้อมูลที่สมบูรณ์ก่อน

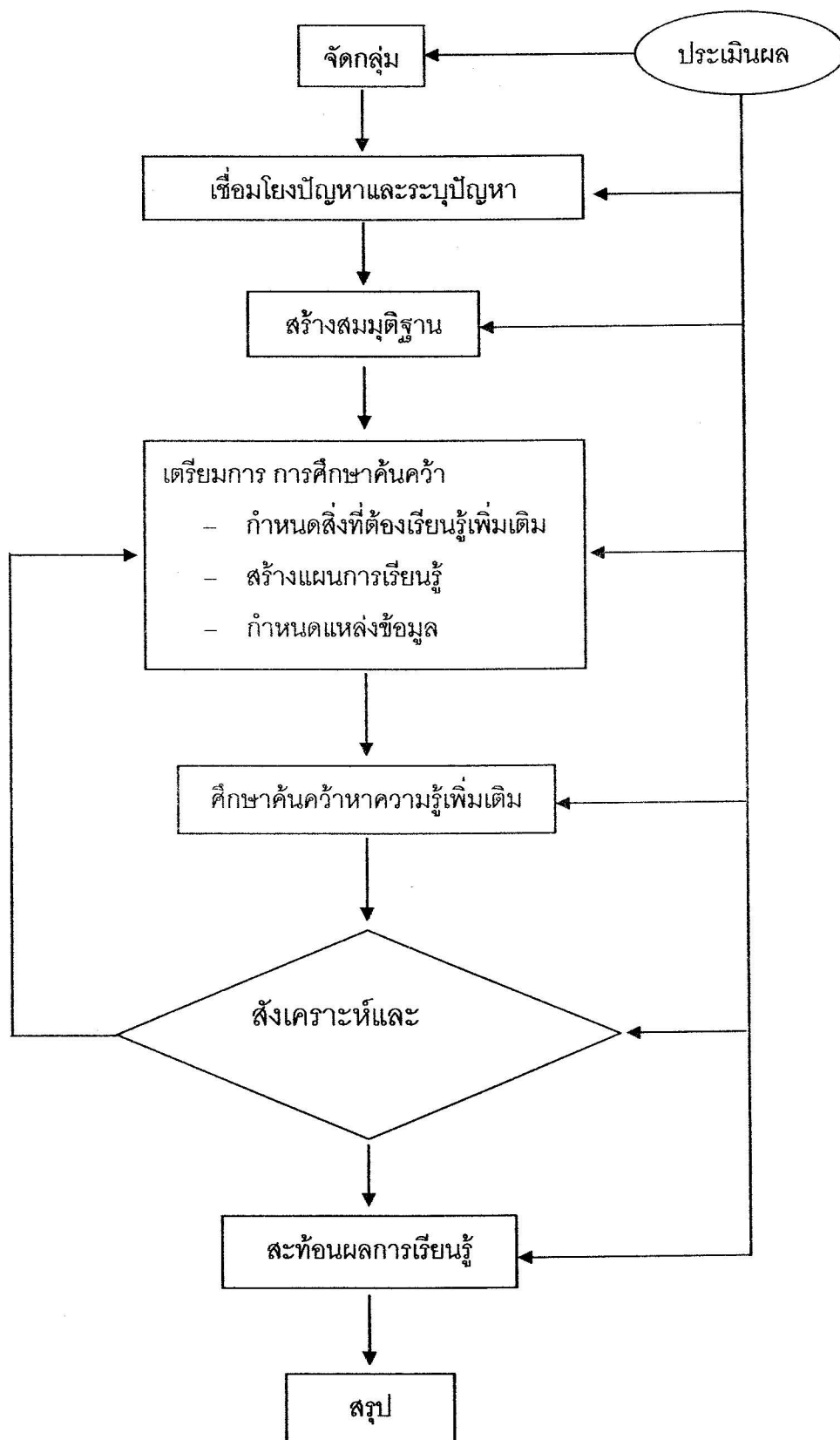
ขั้นตอนที่ 7 ขั้นการสะท้อนผลการเรียนรู้

ในขั้นตอนนี้จะประกอบด้วยการเสนอผลงานหรือผลการแก้ปัญหา โดยจะเสนอแผนการดำเนินงานของกลุ่มทั้งหมดตั้งแต่ขั้นตอนที่ 1 ถึง ขั้นตอนที่ 6 ในขั้นนี้จะเปิดโอกาสให้นักเรียนในชั้นเรียนประเมินผลงานของกลุ่มอื่นๆด้วย ในขั้นนี้ครูและนักเรียน จะช่วยกันสรุปข้อมูลหรือความรู้ที่แต่ละกลุ่มได้ศึกษาค้นคว้ามามากครั้ง

ขั้นตอนที่ 8 ขั้นสรุป

ในขั้นนี้จะสรุปผลของการประเมินผลทั้งด้านความรู้ ด้านทักษะทางการเรียนและด้านทักษะทางสังคม การประเมินผลประกอบการประเมินผลของครูและการประเมินผลตนเองของนักเรียนทั้ง 3 ด้านดังกล่าว โดยที่นักเรียนและครูจะประเมินผลไปพร้อมกับการดำเนินกิจกรรมทุกขั้นตอน

จากขั้นตอนการเรียนรู้ข้างต้นสามารถแสดงความสัมพันธ์ของแต่ละขั้นตอนด้วยแผนภาพข้างล่างนี้



ภาพประกอบแสดงความสัมพันธ์ของขั้นตอนของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

บทบาทของนักเรียนในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

1. นักเรียนจะต้องมีส่วนร่วมในการออกแบบการเรียนรู้ บอกถึงความสนใจ ความถนัด ประสบการณ์ต่างๆ ที่ตนมีให้กับครูเพื่อรับทราบและแสดงความคิดเห็นในการคัดเลือก กิจกรรมการเรียนรู้และการสร้างปัญหา
2. นักเรียนจะต้องเป็นผู้ที่สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยมีปัญหาเป็นตัวกระตุ้น นักเรียนจะเป็นผู้กำหนดทิศทางการเรียนรู้ของตนเองตามขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ผู้เรียนจะต้องพัฒนาตนเองให้เป็นผู้เรียนรู้โดยการชี้นำตนเอง
3. ผู้เรียนจะต้องเป็นผู้ประเมินผลปัญหารวมกับครู ประเมินผลตนเองเพื่อทราบ ความก้าวหน้าในการเรียนรู้ และประเมินผลครูเพื่อสะท้อนให้ครูได้รับทราบแล้วนำไปปรับปรุง

สมมุติฐานของการศึกษา

[illegible][illegible]

สรุปผลการศึกษาค้นคว้า

[illegible]

สรุปผลการแก้ปัญหา

This image shows a full page of handwriting practice paper. It features multiple sets of horizontal dashed lines spaced evenly down the page, providing a guide for letter height and placement. The background is plain white, and there are no margins or additional markings.

แผนการสอนที่ 2

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง การหารลงตัว

จำนวน 8 คาบเรียน

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนสามารถบอกความหมายของการหารลงตัวได้
2. นักเรียนสามารถพิจารณาข้อความเกี่ยวกับการหารลงตัวว่าเป็นจริงหรือเท็จ พร้อมทั้งให้เหตุผลโดยใช้สมบัติและการยกตัวอย่างค้านได้
3. นักเรียนสามารถนำสมบัติของการหารลงตัวไปใช้ในการแก้ปัญหาได้
4. นักเรียนสามารถบอกความหมายของจำนวนเฉพาะได้
5. นักเรียนสามารถเขียนจำนวนเต็มบวกในรูปผลคูณของจำนวนเต็มเฉพาะที่สอดคล้องกับทฤษฎีบทหลักมูลทางเลขคณิตได้
6. นักเรียนสามารถนำทฤษฎีบทหลักมูลทางเลขคณิตไปใช้ในการแก้ปัญหาได้

เนื้อหา

1. บทนิยามการหารลงตัว
2. สมบัติการหารลงตัว
3. จำนวนเฉพาะ
4. ทฤษฎีบทหลักมูลทางเลขคณิต

สาระสำคัญ

การหารลงตัว (Exact Divisor)

ในเรื่องระบบจำนวนจริงได้กล่าวถึงเซตของจำนวนเต็ม $I = \{\dots, -3, -2, -1, 0, 1, 2, \dots\}$ ว่ามีสมบัติปิดสำหรับการบวก การลบ การคูณ แต่ไม่มีสมบัติปิดสำหรับการหาร อย่างไรก็ตาม อาจมีจำนวนเต็มบางคู่ที่มีผลหารเป็นจำนวนเต็ม กล่าวคือเขียนได้ในรูป $\frac{a}{b} = c$ เมื่อ a, b, c เป็นจำนวนเต็ม โดยที่ $b \neq 0$ และจากการที่ระบบจำนวนเต็มไม่มีสมบัติของการหาร เราจึงนิยามการหารลงตัวของจำนวนเต็มดังนี้

บทนิยาม ถ้า a และ b เป็นจำนวนเต็ม โดยที่ $b \neq 0$

b หาร a ลงตัว ก็ต่อเมื่อ มีจำนวนเต็ม c ที่ทำให้ $a = bc$

เรียก b ว่าเป็น ตัวหาร (divisor) ของ a

และเรียก a ว่าเป็น พหุคูณ (multiple) ของ b

สมบัติการหารลงตัว

ทฤษฎีบท 1. ให้ a, b, c เป็นจำนวนเต็ม ซึ่ง $a \neq 0, b \neq 0$

ถ้า $a|b$ และ $b|c$ แล้ว $a|c$

ทฤษฎีบท 2. ให้ a, b, c เป็นจำนวนเต็ม ซึ่ง $a \neq 0$

ถ้า $a|(b+c)$ และ $a|b$ แล้ว $a|c$

ทฤษฎีบท 3. ให้ a, b เป็นจำนวนเต็ม ซึ่ง $a \neq 0$

ถ้า $a|b$ และ $b \neq 0$ แล้ว $|a| \leq |b|$

ทฤษฎีบท 4. ให้ a, b เป็นจำนวนเต็ม ซึ่ง $a \neq 0, b \neq 0$

ถ้า $a|b$ และ $b|a$ แล้ว $a = \pm b$

ทฤษฎีบท 5. ให้ a, b, c เป็นจำนวนเต็ม ซึ่ง $a \neq 0$

ถ้า $a|b$ และ $a|c$ แล้ว $a|(bx + cy)$ สำหรับทุกจำนวนเต็ม x, y

จำนวนเฉพาะ (Prime number)

บทนิยาม จำนวนเต็มบวก p เป็นจำนวนเฉพาะ ก็ต่อเมื่อ

(1) $p \neq 1$ และ $p \neq -1$

(2) จำนวนเต็มที่หาร p ลงตัวได้นั้นจะมีเพียง $1, -1, p$ และ $-p$

ทฤษฎีบท 6. ให้ n เป็นจำนวนเต็มบวกที่มากกว่า 1

ถ้าไม่มีจำนวนเฉพาะ p ใดๆ หาร n ลงตัว โดยที่ $p^2 < n$

แล้ว n จะเป็นจำนวนเฉพาะ

ทฤษฎีบท 7. ทฤษฎีบทหลักมูลทางเลขคณิต

(The Fundamental Theorem of Arithmetic)

จำนวนเต็มบวกทุกจำนวนที่มากกว่า 1 สามารถเขียนได้ในรูปผลคูณของจำนวนเฉพาะได้เพียงแบบเดียวเท่านั้น ทั้งนี้ไม่รวมการสลับที่ตัวคูณหรือการคูณด้วย 1

นั่นคือ ถ้ากำหนดให้ n เป็นจำนวนเต็มบวกที่มีค่ามากกว่า 1 จะได้ว่าเราสามารถเขียนได้ในรูปของผลคูณของจำนวนเฉพาะบวกได้เพียงแบบเดียว คือ

$$n = p_1^{q_1} \times p_2^{q_2} \times p_3^{q_3} \times \dots \times p_k^{q_k}$$

เมื่อ $p_1 < p_2 < p_3 < \dots < p_k$ ซึ่ง $p_1, p_2, p_3, \dots, p_k$ ทุกตัวเป็นจำนวนเฉพาะ และ $q_1, q_2, q_3, \dots, q_k$ ทุกตัวเป็นจำนวนเต็มบวก และการเขียน n ในรูปของผลคูณของจำนวนเฉพาะบวก เราเรียกว่า การแยกตัวประกอบของ n

ทฤษฎีบท 8. ให้ n เป็นจำนวนเต็มบวกที่มีค่ามากกว่า 1 และแยกตัวประกอบของ n ได้ดังนี้

$$n = p_1^{q_1} \times p_2^{q_2} \times p_3^{q_3} \times \dots \times p_k^{q_k}$$

เมื่อ $p_1 < p_2 < p_3 < \dots < p_k$

ซึ่ง $p_1, p_2, p_3, \dots, p_k$ ทุกตัวเป็นจำนวนเฉพาะ

และ $q_1, q_2, q_3, \dots, q_k$ ทุกตัวเป็นจำนวนเต็มบวก

จะได้ว่า n มีจำนวนของตัวประกอบทั้งหมด

เท่ากับ $(q_1 + 1) \times (q_2 + 1) \times (q_3 + 1) \times \dots \times (q_k + 1)$ จำนวน

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

กิจกรรมการเรียนรู้การสอนในแผนการสอนที่ 1 เรื่องการหารลงตัว แบ่งออกเป็น 8 คาบเรียนดังนี้

คาบเรียนที่ 1

แผนการสอนที่ 2

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องการหารลงตัว

ในคาบเรียนที่ 1 มีจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ดังนี้

1. นักเรียนมีการจัดแบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบกันภายในกลุ่ม มีการแลกเปลี่ยนประสบการณ์ของตนเองให้กลุ่มได้รับทราบ และสามารถอภิปรายถึงปัญหาที่ครูกระตุ้นภายในกลุ่ม
2. นักเรียนสามารถระบุปัญหาย่อยๆ จากปัญหา 1 และ 2 ได้เป็นข้อๆ
3. นักเรียนสามารถตั้งสมมุติฐานให้สอดคล้องกับปัญหาย่อยแต่ละข้อได้
4. นักเรียนสามารถกำหนดสิ่งที่ต้องเรียนรู้เพิ่มเติม สร้างแผนการเรียนรู้และกำหนดแหล่งข้อมูลเพื่อตรวจสอบสมมุติฐานได้
5. นักเรียนภายในกลุ่มมีความร่วมมือกันในการดำเนินกิจกรรม

ขั้นนำ

1. ครูสนทนากับนักเรียนเกี่ยวกับกระบวนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ที่ได้สอนไปแล้วในแผนการสอนที่ 1 อีกครั้งพร้อมทั้งให้นักเรียนถามคำถามที่สงสัยเกี่ยวกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
2. ครูกล่าวถึงความเป็นมาของวิชาทฤษฎีจำนวน และโครงสร้างของทฤษฎีจำนวนอย่างคร่าวๆ ในส่วนที่เกี่ยวกับการหารลงตัว จำนวนเฉพาะ ห.ร.ม. และ ค.ร.น. ที่เคยได้เรียนมาในระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษาตอนต้น
3. ครูถามนักเรียนถึงความหมายของการหารลงตัว ที่นักเรียนเข้าใจ ก่อนที่จะนำนักเรียนสู่ปัญหา 1 และ 2 ในใบกิจกรรมที่ 1

ขั้นสอน

การดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนในคาบที่ 2 นี้ เมื่อสิ้นสุดขั้นนำแล้วจะดำเนินตามขั้นตอนที่ 1-4 (ขั้นการจัดกลุ่ม ขั้นเชื่อมโยงปัญหาและระบุปัญหา ขั้นสร้างสมมุติฐานและขั้นการเตรียมการศึกษาค้นคว้า) ของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยจะดำเนินตามลำดับ ดังนี้

(ขั้นการจัดกลุ่ม)

1. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม ๆ ละ 5 คน แบบละความสามารถ และให้นักเรียนเลือกประธาน รองประธาน เลขานุการ พร้อมทั้งแบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบให้กับสมาชิกภายในกลุ่มที่เหลือ

2. ครูแจกใบประเมินผลตนเองสำหรับกิจกรรมที่ 1 เรื่องการหารลงตัว ให้นักเรียนทุกคน และให้นักเรียนทำการประเมินผลตลอดเวลาที่ทำกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาเป็นฐาน

(ขั้นเชื่อมโยงปัญหาและระบุปัญหา)

3. ครูถามนักเรียนด้วยคำถามต่อไปนี้ และให้นักเรียนทุกกลุ่มช่วยกันเสนอความคิดเห็น และอภิปรายเพื่อหาคำตอบ

(1) จงหาคำตอบที่เป็นจำนวนเต็มของสมการต่อไปนี้ $2x + 3y = 7$

(จากคำถามนี้ อันดับแรกต้องการให้นักเรียนลองหาคำตอบของสมการทั้งที่เป็นจำนวนเต็มและไม่เป็นจำนวนเต็ม ด้วยวิธีของนักเรียนเองซึ่งบางคนอาจจะใช้การแทนค่า พิจารณาจากการวาดกราฟ หรือจากการเดาค่าไปเรื่อย ๆ และหลังจากนั้นให้นักเรียนอภิปรายถึงสมการดังกล่าวว่ามีคำตอบที่เป็นจำนวนเต็มหรือไม่และตรวจสอบได้อย่างไร ซึ่งการอธิบายของนักเรียนอาจไม่ชัดเจน เมื่อนักเรียนได้พบกับปัญหา 1 ที่ใช้เป็นฐานการเรียนรู้ในใบกิจกรรมที่ 1 นักเรียนจะเห็นแนวทางในการทำความเข้าใจปัญหาว่าความสัมพันธ์ของจำนวนกล่องทั้งสองขนาดและจำนวนผลไม้กระป๋องทั้งหมด คือ $6x + 24y = 11,368$ ซึ่งมีลักษณะเช่นเดียวกับสมการในคำถาม (1) ซึ่งจากคำถาม (1) นี้ นักเรียนจะเห็นแนวทางในการระบุปัญหาย่อยเช่น “สมการ $6x + 24y = 11,368$ มีคำตอบเป็นจำนวนเต็มหรือไม่และตรวจสอบได้อย่างไร” เป็นต้น)

(2) ถ้าเราทราบว่า 4 หารจำนวนที่มีสามหลักจำนวนหนึ่งลงตัว โดยที่มีหลักร้อยและหลักสิบเป็น 2 และ 7 ตามลำดับนักเรียนคิดว่าจำนวนนั้นคือจำนวนใด

(คำถามนี้ต้องการให้ นักเรียนพิจารณาหาจำนวนเต็มดังกล่าวด้วยการแทนค่าไปเรื่อย ๆ จากนั้นครูใช้การถามกระตุ้นให้นักเรียนได้ข้อสังเกตเกี่ยวกับหลักการง่าย ๆ ในการตรวจการหารลงตัวของจำนวนเต็มด้วย 2, 5 หรือ 10 และให้นักเรียนค้นหาลักษณะของจำนวนเต็มที่ทำให้สามารถตรวจสอบได้โดยง่ายว่าจำนวนเต็มนั้นหารด้วย 4 ลงตัวหรือไม่ เมื่อนักเรียนได้พบกับปัญหา 2 ที่ใช้เป็นฐานการเรียนรู้ในใบกิจกรรมที่ 1 นักเรียนจะเห็นว่าลักษณะของโจทย์คล้าย ๆ กับคำถาม (2) คือต้องหาตัวเลขที่หายไปเหมือนกัน และนักเรียนจะย้อนกลับมาพิจารณาสิ่งที่ครูถามในคำถาม (2) ที่มีเรื่องหลักการตรวจสอบการหารลงตัวของจำนวนเต็มด้วย 2, 5, 10 และ 4 แล้วนักเรียนจะเกิดคำถามในตัวเองว่าหลักการดังกล่าวจะช่วยการแก้ปัญหา 2 ได้อย่างไร ทำให้นักเรียนได้แนวทางในการกำหนดเป็นปัญหาย่อยได้เช่น “จะหาตัวเลขที่หายไปโดยใช้หลักตรวจสอบการหารลงตัวของจำนวนเต็มได้

อย่างไร” หรือ “มีหลักการตรวจสอบการหารลงตัวของจำนวนเต็มด้วยจำนวนเต็มอื่นๆอีกหรือไม่” เป็นต้น)

4. ครูแจกใบกิจกรรมที่ 1 เรื่องการหารลงตัว ให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม นักเรียนในกลุ่มร่วมกันอ่านและทำความเข้าใจกับปัญหา 1 และ 2

5. ครุมนักเรียนไปสู่การสร้างปัญหาย่อยของปัญหาที่ 1 และ 2 (ถ้ามี) โดยกระตุ้นนักเรียนด้วยคำถามพร้อมกันทุกกลุ่ม ตัวอย่างคำถามเช่น

คำถามกระตุ้นสำหรับปัญหา 1

– เราจะตรวจสอบได้อย่างไรว่าคำบรรยายของผู้นำเข้าชมว่าถูกต้องหรือไม่
(คำถามนี้ต้องการให้นักเรียนตรวจสอบตัวเองว่ามีข้อสงสัยในวิธีการที่จะตรวจสอบคำกล่าวของผู้นำเข้าชมว่าถูกต้องหรือไม่ ถ้ามีนักเรียนอาจจะระบุเป็นปัญหาย่อยว่า “จะตรวจสอบได้อย่างไรว่าคำกล่าวผู้นำเข้าชมถูกต้องหรือไม่”)

– นักเรียนทราบหรือไม่ว่ากล่องแต่ละขนาดมีจำนวนเท่าไร
(คำถามนี้ต้องการกระตุ้นให้นักเรียนค้นหาวิธีการหาจำนวนของกล่องแต่ละขนาด หรือให้นักเรียนพิจารณาว่าสามารถหาจำนวนกล่องทั้งสองขนาดได้หรือไม่ จากคำถามนี้นักเรียนอาจจะระบุเป็นปัญหาย่อยว่า “จำนวนของกล่องทั้งสองขนาดหาได้หรือไม่ หรือจำนวนของกล่องทั้งสองขนาดหาได้อย่างไร”)

– น้ำผลไม้ 11,368 กระป๋อง บรรจุในกล่อง 2 ขนาดได้พอดีหมายความว่าอย่างไร
(ถ้านักเรียนยังไม่สามารถอธิบายได้ก็ใช้คำถามเป็นปัญหาย่อยที่ต้องศึกษาหรือต้องอธิบายได้)

– ความสัมพันธ์ของจำนวนกระป๋องทั้งหมดกับจำนวนของกล่องแต่ละขนาดเป็นอย่างไร
(คำถามนี้ต้องการให้นักเรียนอธิบายความสัมพันธ์ของจำนวนกระป๋องทั้งหมดกับจำนวนของกล่องแต่ละขนาดเป็นอย่างไร ซึ่งถ้านักเรียนยังไม่สามารถอธิบายได้ ก็สามารถระบุเป็นปัญหาย่อยที่ต้องศึกษาหรือต้องอธิบายได้ จากปัญหาย่อยนี้ครูจะกระตุ้นให้นักเรียนสร้างสมมุติฐานของความสัมพันธ์ดังกล่าวให้ออกมาในรูปสมการเช่น $6x + 24y = 11,368$ เมื่อ x และ y เป็นขนาดของกล่องที่บรรจุ 6 ขวดและขนาดของกล่องที่บรรจุ 2 โหลตามลำดับ)

– ในการตรวจสอบจำนวนสองจำนวนเป็นจำนวนเดียวกันหรือไม่ มีหลักการใดบ้าง
(คำถามนี้จะกระตุ้นให้นักเรียนได้พิจารณาสมมุติฐานที่แสดงถึงความสัมพันธ์ของจำนวนกระป๋องทั้งหมดกับจำนวนของกล่องแต่ละขนาด ซึ่งนักเรียนได้สร้างขึ้นว่าเป็นไปได้หรือไม่ ซึ่งคำถามนี้นักเรียนสามารถจะระบุเป็นปัญหาย่อยที่ต้องศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมได้)

คำถามกระตุ้นสำหรับปัญหา 2

– นักเรียนจะกำหนดราคาขายต่อเครื่องได้อย่างไร

(คำถามนี้ต้องการกระตุ้นให้นักเรียนได้สร้างขั้นตอนวิธีการหาราคาขายเครื่องคิดเลขต่อเครื่องอย่างคร่าวๆ ซึ่งนักเรียนต้องหาราคาทุนต่อเครื่องก่อน จากนั้นก็คิดราคาขายเพื่อให้ได้กำไร 5% ถ้ามีนักเรียนกลุ่มใดไม่เข้าใจความหมายของการขายเครื่องคิดเลขให้ได้กำไร 5% ก็ให้กำหนดเป็นปัญหาย่อยที่ต้องศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม)

– นักเรียนจะหาราคาทุนต่อเครื่องได้อย่างไร

(คำถามนี้ต้องการกระตุ้นให้นักเรียนหาแนวทางการหาราคาทุน นั่นคือต้องหาตัวเลขที่หายไปเป็นหลักหมื่นและหลักหน่วย ถ้ามีนักเรียนกลุ่มใดยังไม่เห็นแนวทางการหาราคาทุนต่อเครื่องก็ให้ระบุเป็นปัญหาย่อยที่ต้องศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม)

– เครื่องคิดเลขจำนวน 72 เครื่อง สัมพันธ์กับราคาของเครื่องคิดเลขอย่างไร

(คำถามนี้ต้องการกระตุ้นให้นักเรียนหาความสัมพันธ์ระหว่างราคาเครื่องคิดเลขกับจำนวนเครื่องคิดเลข 72 เครื่อง ซึ่งถ้ามีนักเรียนกลุ่มใดยังอธิบายความสัมพันธ์ยังไม่ได้ก็ให้ระบุเป็นปัญหาย่อยที่ต้องศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม)

– ถ้า 72 เป็นตัวหารของราคาเครื่องคิดเลขทั้งหมดแล้วจำนวนใดที่เป็นตัวหารของราคาเครื่องคิดเลขทั้งหมดอีกบ้าง และสัมพันธ์กันอย่างไร

(คำถามนี้ต้องการกระตุ้นให้นักเรียนพิจารณาหาจำนวนเต็มทั้งหมดที่หารจำนวนของเครื่องคิดเลขทั้ง 72 เครื่องได้ลงตัว ถ้ามีนักเรียนกลุ่มใดไม่รู้วิธีก็ระบุเป็นปัญหาย่อยที่ต้องศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม)

– จากคำถาม (2) ในข้อ 3. ที่ว่า “ถ้าเราทราบค่า 4 หารจำนวนที่มีสามหลักจำนวนหนึ่ง ลงตัว โดยที่มีหลักร้อยและหลักสิบเป็น 2 และ 7 ตามลำดับนักเรียนคิดว่าจำนวนนั้นคือจำนวนใด” นักเรียนคิดว่ามีความสัมพันธ์กับสิ่งที่เราต้องการหาในปัญหา 2 นี้อย่างไร

(คำถามนี้ต้องการกระตุ้นให้นักเรียนหาจำนวนเต็มที่หารด้วย 72 ลงตัว โดยที่มีหลักพัน หลักร้อยและหลักสิบเป็นตัวเลข 6, 7 และ 9 ตามลำดับ ถ้ามีนักเรียนยังไม่ทราบวิธีก็ให้ระบุเป็นปัญหาย่อย)

ตัวอย่างคำถามเหล่านี้จะไม่ต้องถามคำตอบแต่เป็นการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดแนวทางการระบุปัญหา และกำหนดปัญหาย่อย

6. หลังจากกระตุ้นด้วยคำถามแล้วครูปล่อยให้กลุ่มนักเรียนมีโอกาสที่จะอภิปรายกันเองในกลุ่มเพื่อช่วยกันระบุปัญหาย่อย(ถ้ามี)ของปัญหา 1 และ 2 เป็นข้อๆ แล้วเขียนลงในใบกิจกรรมที่ 1 ที่ครูแจกให้ หากมีข้อสงสัยให้ถามครู โดยครูจะใช้วิธีการถามย้อนกลับจนกว่านักเรียนตอบข้อสงสัยด้วยตนเอง

7. ครูคอยตรวจสอบความชัดเจนในการทำความเข้าใจปัญหาและการระบุปัญหาของนักเรียนแต่ละกลุ่มให้ชัดเจน ถ้ากลุ่มใดกำหนดไม่ชัดเจนครูให้นักเรียนอธิบายให้ฟังและช่วยนักเรียนปรับปรุงให้ชัดเจน

(ขั้นการสร้างสมมุติฐาน)

8. ครูให้นักเรียนช่วยกันตั้งสมมุติฐานที่สัมพันธ์กับปัญหาย่อยแต่ละข้อแล้วเขียนลงในใบกิจกรรมที่ 1 สำหรับปัญหา 1 และ 2

9. ครูตรวจสอบความชัดเจนและความมีเหตุผลของสมมุติฐาน สำหรับปัญหา 1 และ 2

(ขั้นเตรียมการ การศึกษาค้นคว้า)

10. ครูให้นักเรียนกำหนดสิ่งที่ต้องเรียนรู้เพิ่มเติม สร้างแผนการเรียนรู้และกำหนดแหล่งข้อมูล แล้วเขียนลงในใบกิจกรรมที่ 1 สำหรับปัญหา 1 และ 2

11. ถ้านักเรียนกลุ่มใดมีปัญหาในการกำหนดสิ่งที่ต้องเรียนรู้เพิ่มเติม สร้างแผนการเรียนรู้หรือกำหนดแหล่งข้อมูล ครูอาจจะใช้คำถามต่อไปนี้กระตุ้นนักเรียน

- จากปัญหาเราทราบอะไรบ้าง
- เราต้องการความรู้อะไรเพื่อนำมาแก้ปัญหา
- เรามีวิธีการหาความรู้เหล่านั้นอย่างไร
- เราจะหาแหล่งความรู้ได้จากที่ใด

12. ครูสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนไปพร้อมกับการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน เพื่อเป็นการประเมินผลการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานของหน่วยการเรียนรู้เรื่องการหารลงตัว ตั้งแต่ขั้นการจัดกลุ่มจนถึงขั้นการเตรียมการ การศึกษาค้นคว้า

ขั้นสรุป

1. ครูสรุปปัญหาอันเกิดจากการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ ของแต่ละกลุ่ม
2. ครูให้นักเรียนทำการประเมินผลตนเองลงในใบประเมินผลตนเองสำหรับกิจกรรมที่ 1 เรื่องการหารลงตัว ที่แจกให้
3. ครูให้นักเรียนเริ่มต้นการศึกษาค้นคว้า ตามแผนที่วางไว้สำหรับปัญหา 1 และ 2

สื่อการเรียนการสอน

ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่องการหารลงตัว

การประเมินผล

1. สังเกตพฤติกรรมขณะที่นักเรียนดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้
 2. ตรวจใบประเมินผลตนเองของนักเรียน เรื่องการหารลงตัว
-

คาบเรียนที่ 2

แผนการสอนที่ 2

หน่วยการเรียนรู้ 1 เรื่องการหารลงตัว

ในคาบเรียนที่ 1 นักเรียนได้จัดกลุ่มแล้ว ในคาบนี้เป็นคาบที่ดำเนินการเช่นเดียวกับคาบที่ 1 แต่จะดำเนินการกับปัญหา 3 และ 4

ในคาบเรียนที่ 2 มีจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ดังนี้

1. นักเรียนสามารถอภิปรายถึงปัญหาที่ครูกระตุ้นภายในกลุ่ม
2. นักเรียนสามารถระบุปัญหาย่อยๆ จากปัญหา 3 และ 4 ได้เป็นข้อๆ
3. นักเรียนสามารถตั้งสมมุติฐานให้สอดคล้องกับปัญหาย่อยแต่ละข้อได้
4. นักเรียนสามารถกำหนดสิ่งที่ต้องเรียนรู้เพิ่มเติม สร้างแผนการเรียนรู้และกำหนด

แหล่งข้อมูลเพื่อตรวจสอบสมมุติฐานได้

5. นักเรียนภายในกลุ่มมีความร่วมมือกันในการดำเนินกิจกรรม

ขั้นนำ

ครูสนทนากับนักเรียนถึงปัญหาหรือข้อสงสัยในการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับปัญหา

1 และ 2 ในคาบที่ 1

ขั้นสอน

เนื่องจากนักเรียนได้จัดกลุ่มแล้ว ในคาบที่ 2 นี้ เมื่อสิ้นสุดขั้นนำแล้ว จะดำเนินการตามขั้นตอนที่ 2-4 (ขั้นเชื่อมโยงปัญหาและระบุปัญหา ขั้นสร้างสมมุติฐานและขั้นการเตรียมการศึกษาค้นคว้า) ของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยดำเนินการลำดับ ดังนี้

(ขั้นเชื่อมโยงปัญหาและระบุปัญหา)

1. ครูถามนักเรียนด้วยคำถามต่อไปนี้ และให้นักเรียนทุกกลุ่มช่วยกันเสนอความคิดเห็นและอภิปรายเพื่อหาคำตอบ

(1) ถ้ามีขนมอยู่จำนวนหนึ่งแบ่งให้เด็ก 2 คนเหลือขนม 1 ชิ้น แต่ถ้าแบ่งให้เด็ก 3 คน จะหมดพอดี มีขนมอยู่กี่ชิ้น

(คำถามนี้ต้องการให้นักเรียนเห็นความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนขนมทั้งหมดกับการแบ่งทั้งสองวิธีและพิจารณาหาจำนวนขนมทั้งหมดด้วยการแทนค่าจำนวนเต็มไปเรื่อยๆ ซึ่งนักเรียนอาจจะตอบเพียง

คำตอบเดียวหรือมากกว่าก็ได้ จากจำนวนเต็มที่ได้ครูต้องชี้ให้นักเรียนเห็นความสัมพันธ์ของจำนวนเต็มเหล่านั้นว่าเป็นอย่างไร เช่น จำนวนเต็มที่ได้เป็น 3, 9, 15, 21, ... จะเห็นว่าจำนวนต่อไปคือ 27 ซึ่งเพิ่มอีก 6 จาก 21 และจำนวนเต็มต่อไปก็จะได้จากการบวกจำนวนก่อนหน้านั้นด้วย 6 เป็นเช่นนี้ไปเรื่อยๆ หรือจากจำนวนเต็มเหล่านี้จะเห็นว่าเป็นจำนวนที่ 2 หารไม่ลงตัวแต่ 3 หารลงตัว จากสิ่งที่ครูชี้ให้นักเรียนเห็นเมื่อนักเรียนพบกับปัญหา 3 ที่ใช้เป็นฐานการเรียนรู้ในใบกิจกรรมที่ 1 นักเรียนจะสามารถสร้างความสัมพันธ์ของจำนวนลูกกวาดกับการแบ่งให้เด็ก 2 คน, 3 คน, 4 คน, 5 คน, 6 คน และ 7 คน ได้ แต่นักเรียนจะพบว่าปัญหา 3 มีความซับซ้อนมากกว่าจึงไม่สามารถหาจำนวนเต็มจำนวนแรกที่สอดคล้องกับเงื่อนไขในปัญหาได้โดยง่ายเหมือนกับคำถาม (1) แต่นักเรียนอาจจะบอกได้ว่าถ้าลบจำนวนลูกกวาดด้วย 1 จะทำให้ 2, 3, 4, 5, 6 หารลงตัว ซึ่งครูจะต้องกระตุ้นนักเรียนให้หาวิธีการหาจำนวนเต็มที่ 2, 3, 4, 5, 6 หารลงตัว ถ้าสามารถหาจำนวนเต็มเหล่านั้นได้แล้ว นำ 1 บวกจำนวนเต็มเหล่านั้น พร้อมทั้งเลือกจำนวนเต็มที่หารด้วย 7 ลงตัว ก็จะได้จำนวนลูกกวาดทั้งหมด แต่ถ้านักเรียนยังไม่สามารถหาวิธีได้ก็ระบุเป็นปัญหาย่อย)

(2) ถ้านักเรียนมีขนมอยู่ 120 ชิ้นนักเรียนจะแบ่งให้เพื่อนได้กี่วิธี โดยที่เพื่อนแต่ละคนจะต้องได้รับอย่างน้อยคนละ 15 ชิ้นและได้รับเท่าๆกัน

(คำถามนี้ต้องการให้นักเรียนหาจำนวนเต็มที่หาร 120 ได้ลงตัวและจำนวนเต็มเหล่านั้นต้องมากกว่า 15 ว่ามีทั้งหมดกี่จำนวน ซึ่งนักเรียนอาจจะหาไม่ครบก็ได้หรืออาจจะหาด้วยวิธีที่ไม่เป็นระบบ เมื่อนักเรียนพบกับปัญหา 4 ที่ใช้เป็นฐานการเรียนรู้ในใบกิจกรรมที่ 1 นักเรียนจะเห็นว่าลักษณะของโจทย์ในปัญหา 4 กับคำถาม (2) คล้ายกัน ทำให้นักเรียนเข้าใจปัญหา 4 มากขึ้นและนักเรียนสามารถใช้แนวทางการหาคำตอบสำหรับคำถาม (2) นี้เพื่อแก้ปัญหา 4 ได้)

2. ครูให้นักเรียนอ่านและทำความเข้าใจปัญหา 3 และ 4 พร้อมทั้งให้ดำเนินการระบุปัญหากำหนดปัญหาย่อย ตั้งสมมุติฐานและวางแผนการเรียนรู้ แต่ถ้านักเรียนมีปัญหาในการกำหนดปัญหาย่อยให้ครูใช้คำถามกระตุ้น เป็นกลุ่มๆไป เพื่อให้นักเรียนเห็นแนวทางในการกำหนดปัญหาย่อยตัวอย่างคำถามมีดังนี้

คำถามกระตุ้นสำหรับปัญหา 3

– การแบ่งลูกกวาดให้เด็ก 2 คน, 3 คน, 4 คน, 5 คน และ 6 คนแล้วเหลือเศษ 1 เม็ด หมายความว่าอย่างไร และแบ่งให้เด็ก 7 คนหมดพอดีหมายความว่าอย่างไร

(คำถามนี้ต้องการให้นักเรียนอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนลูกกวาดกับการแบ่งให้เด็ก 2 คน, 3 คน, 4 คน, 5 คน, 6 คน และ 7 คน ถ้านักเรียนกลุ่มใดยังอธิบายไม่ได้ก็ให้ระบุเป็นปัญหาย่อย)

– ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนลูกกวาดและจำนวนเด็ก 3 คน, 4 คน, 5 คน เป็นอย่างไร (จากคำถามนี้ต้องการให้นักเรียนเขียนความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนลูกกวาดกับจำนวนเด็ก 3 คน, 4 คน และ 5 คน ซึ่งถ้าเรากำหนดให้ x แทนจำนวนลูกกวาดจะได้ว่า $x-1$ หารด้วย 3, 4 และ 5 ลงตัว แสดงว่า $x-1$ ต้องมีค่าอย่างน้อยเป็น $3 \times 4 \times 5$ ซึ่ง 2 หารลงตัวด้วยเช่นกัน ดังนั้น x จึงมีค่าอย่างน้อย $3 \times 4 \times 5 + 1$ ถ้านักเรียนยังแสดงความสัมพันธ์ไม่ได้หรือไม่ชัดเจนก็ให้ระบุเป็นปัญหาย่อย)

– จะหาจำนวนลูกกวาดด้วยวิธีใด ได้บ้าง (คำถามนี้ต้องการให้นักเรียนพิจารณาวิธี เพื่อหาจำนวนลูกกวาดจากเงื่อนไขที่กำหนด ซึ่งนักเรียนอาจจะใช้วิธีการแทนค่าไปเรื่อยๆหรือด้วยวิธีการเดาแต่ครูจะต้องกระตุ้นให้นักเรียนหาวิธีที่ดีและเป็นระบบมากขึ้น ถ้านักเรียนยังหาวิธีที่ดีไม่ได้ให้ระบุเป็นปัญหาย่อย)

คำถามกระตุ้นสำหรับปัญหา 4

– นักเรียนคิดว่าเราสามารถหาวิธีในการจัดการไปประจำการได้อย่างไรบ้าง (คำถามนี้ต้องการให้นักเรียนค้นหาวีธีการจัดการไปประจำการยังที่ต่างๆ โดยนักเรียนอาจจะใช้วิธีการพิจารณาหาตัวหารของ $2^5 \times 3^4 \times 5^4 \times 7^2$ ด้วยการเดาไปเรื่อยๆ ซึ่งเป็นวิธีการที่ยุ่งยาก ครูต้องกระตุ้นให้นักเรียนค้นหาวีธีที่ดีกว่า ถ้านักเรียนกลุ่มใดยังคิดหาวีธีที่ดีกว่าไม่ได้ก็ให้ระบุเป็นปัญหาย่อย)

– นักเรียนได้ข้อสังเกตอย่างไรในการเขียนจำนวนทหารทั้งหมดเป็น $2^5 \times 3^4 \times 5^4 \times 7^2$ (คำถามนี้ต้องการให้นักเรียนตอบให้ได้ว่าการเขียนในลักษณะเป็นการแยกตัวประกอบของจำนวนทหาร ซึ่งนักเรียนนักเรียนกลุ่มใดยังตอบไม่ได้ก็ให้ระบุเป็นปัญหาย่อย ถ้ากลุ่มใดตอบได้แล้วให้ครูกระตุ้นด้วยการถามว่า การเขียนแบบนี้มีหลักการเขียนอย่างไรและทำไมจำนวนที่เป็นฐานถึงเป็น 2, 3, 5 และ 7 ถ้านักเรียนตอบไม่ได้ก็ให้ระบุเป็นปัญหาย่อย)

– การเขียนจำนวนในลักษณะดังกล่าวมีความเกี่ยวข้องกับการหาคำตอบของปัญหานี้ อย่างไร

(คำถามนี้ต้องการกระตุ้นให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการเขียนจำนวนทหารในรูปการแยกตัวประกอบ ที่นำไปสู่การหาจำนวนวิธีการแบ่งทหารไปประจำการยังที่ต่างๆ ถ้านักเรียนยังไม่เห็นความเกี่ยวข้องก็ให้ระบุเป็นปัญหาย่อย)

ตัวอย่างคำถามเหล่านี้จะไม่ต้องการคำตอบแต่เป็นการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดแนวทางการระบุปัญหาและกำหนดปัญหาย่อย

3. หลังจากกระตุ้นด้วยคำถามแล้วครูปล่อยให้ นักเรียนมีอิสระที่จะอภิปรายกันเองในกลุ่ม เพื่อช่วยกันระบุปัญหาย่อย(ถ้ามี)ของปัญหา 3 และ 4 เป็นข้อๆ แล้วเขียนลงในใบกิจกรรมที่ 1 ที่ครู แจกให้ หากมีข้อสงสัยให้ถามครู โดยครูจะใช้วิธีการถามย้อนกลับจนกว่านักเรียนตอบข้อสงสัยด้วย ตนเอง

4. ครูคอยตรวจสอบความชัดเจนในการทำความเข้าใจปัญหาและการระบุปัญหาของ นักเรียนแต่ละกลุ่มให้ชัดเจน ถ้ากลุ่มใดกำหนดไม่ชัดเจนครูให้นักเรียนอธิบายให้ฟังและช่วยนักเรียน ปรับปรุงให้ชัดเจน

(ขั้นการสร้างสมมติฐาน)

5. ครูให้นักเรียนช่วยกันตั้งสมมติฐานที่สัมพันธ์กับปัญหาย่อยแต่ละข้อแล้วเขียนลงในใบ กิจกรรมที่ 1 สำหรับปัญหา 3 และ 4

6. ครูตรวจสอบความชัดเจนและความมีเหตุผลของสมมติฐาน สำหรับปัญหา 3 และ 4

(ขั้นเตรียมการ การศึกษาค้นคว้า)

7. ครูให้นักเรียนกำหนดสิ่งที่ต้องเรียนรู้เพิ่มเติม สร้างแผนการเรียนรู้และกำหนด แหล่งข้อมูล แล้วเขียนลงในใบกิจกรรมที่ 1 สำหรับปัญหา 3 และ 4

8. ถ้านักเรียนกลุ่มใดมีปัญหาในการกำหนดสิ่งที่ต้องเรียนรู้เพิ่มเติม สร้างแผนการเรียนรู้ หรือกำหนดแหล่งข้อมูล ครูอาจจะใช้คำถามต่อไปนี้กระตุ้นนักเรียน

- จากปัญหาเราทราบอะไรบ้าง
- เราต้องการความรู้อะไรเพื่อนำมาแก้ปัญหา
- เรามีวิธีการหาความรู้เหล่านั้นอย่างไร
- เราจะหาแหล่งความรู้ได้จากที่ใด

9. ครูสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนไปพร้อมกับการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน เพื่อเป็นการประเมินผลการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานของหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง การหารลงตัว ตั้งแต่ขั้นการจัดกลุ่มจนถึงขั้นการเตรียมการ การศึกษาค้นคว้า

ขั้นสรุป

1. ครูสรุปปัญหาอันเกิดจากการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ ของแต่ละกลุ่ม
2. ครูให้นักเรียนทำการประเมินผลตนเองลงในใบประเมินผลตนเองสำหรับกิจกรรมที่ 1 เรื่องการหารลงตัว ที่แจกให้
3. ครูให้นักเรียนเริ่มต้นการศึกษาค้นคว้า ตามแผนที่วางไว้

สื่อการเรียนการสอน

ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่องการหารลงตัว

การประเมินผล

1. สังเกตพฤติกรรมขณะที่นักเรียนดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้
 2. ตรวจใบประเมินผลตนเองของนักเรียน เรื่องการหารลงตัว
-

คาบเรียนที่ 3

แผนการสอนที่ 2

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องการหารลงตัว

ในคาบเรียนที่ 1 และ 2 นักเรียนได้ดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้การสอนตามขั้นตอนที่ 1-4 ซึ่งนักเรียนได้วางแผนการเรียนรู้สำหรับปัญหา 1, 2, 3 และ 4 แล้ว พร้อมทั้งจะดำเนินการตามแผนที่วางไว้ (แต่อาจจะมีบางกลุ่มดำเนินการล่วงหน้าไปแล้ว) ในคาบเรียนที่ 3 มีจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ดังนี้

1. นักเรียนสามารถค้นคว้าข้อมูล ความรู้ตามแผนการเรียนรู้ที่วางไว้ จากแหล่งที่กำหนดได้เพียงพอกับการนำไปตรวจสอบสมมุติฐานและการแก้ปัญหา
2. นักเรียนสามารถสังเคราะห์และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล ความรู้กับสมมุติฐานว่าสามารถนำไปตรวจสอบสมมุติฐานหรือแก้ปัญหาได้
3. นักเรียนมีความร่วมมือกันในการศึกษาค้นคว้าข้อมูล ความรู้และการแก้ปัญหา

ชั้นนำ

ครูสนทนากับนักเรียนถึงความก้าวหน้าของการศึกษาค้นคว้าตามแผนการเรียนรู้ของแต่ละกลุ่มได้ตั้งไว้ในคาบที่ 1 และ 2 และเปิดโอกาสให้นักเรียนถามข้อสงสัย

ขั้นสอน

การดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้การสอนภายหลังชั้นนำ ในคาบที่ 3 นี้จะดำเนินตามขั้นที่ 5-6 (ขั้นการศึกษาค้นคว้าและขั้นการสังเคราะห์ข้อมูลและนำไปใช้ในการตรวจสอบสมมุติฐาน) ของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยจะดำเนินไปพร้อมๆ กัน ดังนี้

1. ครูให้นักเรียนใช้เวลาในคาบนี้ศึกษาค้นคว้าตามแผนการเรียนรู้ที่ได้สร้างไว้อย่างอิสระ พร้อมกับการสังเคราะห์ข้อมูลความรู้ที่ได้มาว่าเพียงพอต่อการตรวจสอบสมมุติฐานและการแก้ปัญหาหรือไม่ ถ้าเพียงพอให้นักเรียนเริ่มแก้ปัญหาได้เลย
2. ครูสังเกตนักเรียนและกระตุ้นนักเรียนในกลุ่มให้ทำความเข้าใจในประเด็นที่ศึกษา ถ้าในกลุ่มใดมีปัญหาในการศึกษาค้นคว้า ครูจะแนะนำให้นักเรียนศึกษาจากบทเรียนหัวข้อเรื่องการหารลงตัว ที่ครูจัดเตรียมไว้

3. ครูเื้อ้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ให้กับนักเรียน และตอบคำถามนักเรียน
4. ครูสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนเพื่อเป็นการประเมินผลการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเรื่องการหารลงตัวของนักเรียน

ขั้นสรุป

1. ครูสอบถามความก้าวหน้าของการศึกษาค้นคว้าและแก้ปัญหาในแต่ละกลุ่ม
2. ครูสอบถามปัญหาของนักเรียนในการศึกษาค้นคว้าและการแก้ปัญหของนักเรียน พร้อมให้คำแนะนำ
3. ครูสรุปปัญหาที่เกิดจากการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนแต่ละกลุ่มให้นักเรียนได้รับทราบ
4. ครูให้นักเรียนทำการประเมินผลตนเองลงในใบประเมินผลตนเองสำหรับกิจกรรมที่ 1 เรื่องการหารลงตัว
5. ครูกระตุ้นให้นักเรียนไปศึกษาค้นคว้าเองนอกเวลาคาบเรียน

สื่อการเรียนการสอน

1. ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่องการหารลงตัว
2. บทเรียนเรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น
3. แหล่งทรัพยากรอื่นๆที่นักเรียนกำหนด

การประเมินผล

1. สังเกตพฤติกรรมขณะที่นักเรียนดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้
 2. ตรวจใบประเมินผลตนเองของนักเรียน เรื่องการหารลงตัว
-

คาบเรียนที่ 4

แผนการสอนที่ 2

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องการหารลงตัว

ในคาบเรียนที่ 3 นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าข้อมูล ความรู้ต่างๆตามแผนที่วางไว้บ้างแล้ว ในคาบเรียนที่ 4 ก็ดำเนินการต่อเนื่องจากคาบที่ 3 โดยมีจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ดังนี้

1. นักเรียนสามารถค้นคว้าข้อมูล ความรู้ตามแผนการเรียนรู้ที่วางไว้ จากแหล่งที่กำหนดได้เพียงพอกับการนำไปตรวจสอบสมมุติฐานและการแก้ปัญหา
2. นักเรียนสามารถสังเคราะห์และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล ความรู้กับสมมุติฐานว่าสามารถนำไปตรวจสอบสมมุติฐานหรือแก้ปัญหาได้
3. นักเรียนมีความร่วมมือกันในการศึกษาค้นคว้าข้อมูล ความรู้และการแก้ปัญหา

ขั้นนำ

ครูสนทนากับนักเรียนถึงความก้าวหน้าของการศึกษาค้นคว้าตามแผนการเรียนรู้ ที่ได้เริ่มศึกษาค้นคว้าไปบ้างแล้วในคาบเรียนที่ 3 และเปิดโอกาสให้นักเรียนถามข้อสงสัยต่างๆ

ขั้นสอน

การดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนภายหลังขั้นนำ ในคาบที่ 4 นี้จะดำเนินการต่อเนื่องจากคาบที่ 3 ดังนี้

1. ครูให้นักเรียนใช้เวลาในคาบนี้ศึกษาค้นคว้าตามแผนการเรียนรู้ที่ได้สร้างไว้อย่างอิสระ พร้อมประชุมกลุ่มเพื่อกับการสังเคราะห์ข้อมูลความรู้ที่ได้มาว่าเพียงพอต่อการตรวจสอบสมมุติฐาน และการแก้ปัญหาหรือไม่ ถ้าเพียงพอให้นักเรียนเริ่มแก้ปัญหาได้เลย
2. ครูสังเกตนักเรียนและกระตุ้นนักเรียนในกลุ่มให้ทำความเข้าใจในประเด็นที่ศึกษา ถ้าในกลุ่มใดมีปัญหาในการศึกษาค้นคว้า ครูแนะนำให้เรียนศึกษาจากบทเรียนหัวข้อเรื่องการหารลงตัว ที่ครูจัดเตรียมไว้
3. ครูเอื้ออำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ให้กับนักเรียน และตอบคำถามนักเรียน
4. ครูสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนเพื่อเป็นการประเมินผลการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเรื่องการหารลงตัวของนักเรียน

ขั้นสรุป

1. ครูสอบถามความก้าวหน้าของการศึกษาค้นคว้าและแก้ปัญหาในแต่ละกลุ่ม
2. ครูสอบถามปัญหาของนักเรียนในการศึกษาค้นคว้าและการแก้ปัญหของนักเรียน พร้อมให้คำแนะนำ
3. ครูสรุปปัญหาที่เกิดจากการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนแต่ละกลุ่มให้นักเรียนได้รับทราบ
4. ครูให้นักเรียนทำการประเมินผลตนเองลงในใบประเมินผลตนเองสำหรับกิจกรรมที่ 1 เรื่องการหารลงตัว
5. ครูกระตุ้นให้นักเรียนไปศึกษาค้นคว้าเองนอกเวลาคาบเรียน

สื่อการเรียนรู้การสอน

1. ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่องการหารลงตัว
2. บทเรียนเรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น
3. แหล่งทรัพยากรอื่นๆที่นักเรียนกำหนด

การประเมินผล

1. สังเกตพฤติกรรมขณะที่นักเรียนดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้
 2. ตรวจใบประเมินผลตนเองของนักเรียน เรื่องการหารลงตัว
-

คาบเรียนที่ 5

แผนการสอนที่ 2

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องการหารลงตัว

จากคาบเรียนที่ 3 และ 4 นักเรียนได้ดำเนินการศึกษาค้นคว้าข้อมูล ความรู้ตามแผนที่วางไว้แล้ว ในคาบนี้จะดำเนินการต่อเนื่อง แต่ในคาบเรียนนี้นักเรียนจะต้องพร้อมที่แก้ปัญหาทั้ง 4 แล้ว โดยมีจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ดังนี้

1. นักเรียนสามารถค้นคว้าข้อมูล ความรู้ตามแผนการเรียนรู้ที่วางไว้ จากแหล่งที่กำหนดได้เพียงพอกับการนำไปตรวจสอบสมมุติฐานและการแก้ปัญหา
2. นักเรียนสามารถสังเคราะห์และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล ความรู้กับสมมุติฐานว่าสามารถนำไปตรวจสอบสมมุติฐานหรือแก้ปัญหาได้
3. นักเรียนสามารถแก้ปัญหาที่ 1, 2, 3 และ 4 ได้
4. นักเรียนมีความร่วมมือกันในการศึกษาค้นคว้าข้อมูลความรู้และแก้ปัญหา

ชั้นนำ

1. ครูสนทนากับนักเรียนถึงความก้าวหน้าของการศึกษาค้นคว้าและการแก้ปัญหาจากคาบที่ 3 และ 4 และจากการศึกษาค้นคว้านอกเวลาคาบเรียน
2. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนถามข้อสงสัยเกี่ยวกับประเด็นที่ศึกษาค้นคว้า

ชั้นสอน

1. ครูให้นักเรียนใช้เวลาในคาบนี้ศึกษาค้นคว้าตามแผนการเรียนรู้ที่ได้สร้างไว้อย่างอิสระ และจดบันทึกสิ่งที่ศึกษาค้นคว้าลงในใบกิจกรรมที่ 1 เรื่องการหารลงตัวด้วยพร้อมกับการสังเคราะห์ข้อมูลความรู้ที่ได้มาว่าเพียงพอต่อการตรวจสอบสมมุติฐานและการแก้ปัญหาหรือไม่ ถ้าเพียงพอให้นักเรียนเริ่มแก้ปัญหาได้เลย
2. ครูสังเกตนักเรียนและกระตุ้นนักเรียนในกลุ่มให้ทำความเข้าใจในประเด็นที่ศึกษา ถ้าในกลุ่มใดมีปัญหาในการศึกษาค้นคว้า ครูแนะนำให้นักเรียนศึกษาจากบทเรียนหัวข้อเรื่องการหารลงตัว ที่ครูจัดเตรียมไว้
3. ครูกระตุ้นให้นักเรียนแก้ปัญหาทั้ง 4 ข้อให้เสร็จแล้วเขียนลงในใบกิจกรรมที่ 1 เรื่องการหารลงตัว

4. ครูใช้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ให้กับนักเรียน และตอบคำถามนักเรียน
5. ครูสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนเพื่อเป็นการประเมินผลการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเรื่องการหารลงตัวของนักเรียน

ขั้นสรุป

1. ครูสรุปปัญหาที่เกิดจากการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนแต่ละกลุ่มให้นักเรียนได้รับทราบ และกระตุ้นให้แต่ละกลุ่มเตรียมตัวเพื่อเสนอผลงานการศึกษาค้นคว้าและการแก้ปัญหา
2. ถ้าพบว่ากลุ่มใดมีปัญหาในเรื่องการศึกษาค้นคว้าข้อมูลว่ายังไม่เพียงพอหรือยังไม่เข้าใจให้นักเรียนในกลุ่มนั้นดำเนินการต่อเองนอกเวลาเรียน พร้อมกับพยายามแก้ปัญหาทั้ง 4 ให้ได้
3. ครูให้นักเรียนทำการประเมินผลตนเองลงในใบประเมินผลตนเองสำหรับกิจกรรมที่ 1 เรื่องการหารลงตัว

สื่อการเรียนรู้การสอน

1. ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่องการหารลงตัว
2. บทเรียนเรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น
3. แหล่งทรัพยากรอื่นๆที่นักเรียนกำหนด

การประเมินผล

1. สังเกตพฤติกรรมขณะที่นักเรียนดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้
 2. ตรวจใบประเมินผลตนเองของนักเรียน เรื่องการหารลงตัว
-

คาบเรียนที่ 6

แผนการสอนที่ 2

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องการหารลงตัว

จากคาบเรียนที่ 1 – 5 นักเรียนได้ดำเนินการแก้ปัญหาเรียบร้อยแล้ว ในคาบเรียนนี้นักเรียนจะเสนอสิ่งที่กลุ่มได้ไปศึกษาค้นคว้ามา และประเมินผลงานของกลุ่มตนและกลุ่มอื่น มีจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ดังนี้

1. นักเรียนสามารถเสนอการแก้ปัญหาทั้ง 3 ข้อได้อย่างเข้าใจ
2. นักเรียนสามารถอธิบายความรู้เกี่ยวกับการหารลงตัวและอื่นๆ ที่ศึกษามาให้นักเรียนในชั้นเข้าใจได้

ขั้นนำ

ครูสนทนากับนักเรียนถึงการดำเนินกิจกรรม เรื่องการหารลงตัว จากคาบที่ 1-5

ขั้นสอน

ในคาบเรียนนี้กิจกรรมการเรียนการสอนจะดำเนินตามขั้นที่ 7-8 (ขั้นการสะท้อนผลการเรียนรู้และขั้นสรุป) ดังนี้

1. ครูให้นักเรียนส่งตัวแทนกลุ่มเพื่อรายงานผลการศึกษาค้นคว้า และการแก้ปัญหาทั้ง 4 ข้อ กลุ่มละ 15 นาที โดยให้รายงานตามหัวข้อที่บันทึกไว้คือ สมาชิกกลุ่ม ปัญหา สมมุติฐาน สิ่งที่ต้องเรียนรู้เพิ่มเติม แผนการเรียนรู้ แหล่งข้อมูล สิ่งที่ศึกษาค้นคว้าได้ และการแก้ปัญหา นักเรียนในกลุ่มอื่นสามารถซักถามได้
2. ครูคอยจดบันทึกในประเด็นที่นักเรียนรายงานยังไม่ชัดเจน เพื่อเป็นประเด็นสนทนาหลังรายงานจบทุกกลุ่ม พร้อมทั้งประเมินผลการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนเป็นรายกลุ่ม
3. เมื่อนักเรียนแต่ละกลุ่มรายงานผลของการศึกษาเสร็จ ครูนำนักเรียนสู่การอภิปรายประเด็นที่ศึกษาค้นคว้ามาทั้งที่เกี่ยวกับการหารลงตัวและอื่นๆ ที่บางกลุ่มยังรายงานไม่ชัดเจน
4. ครูและนักเรียนช่วยสรุปผลการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน จากกิจกรรมที่ 1 เรื่องการหารลงตัว ในแง่ของปัญหาที่พบเจอในการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ และสิ่งที่ส่งเสริมการเรียนรู้

ขั้นสรุป

1. ครูและนักเรียนให้ร่วมอภิปรายสรุปความรู้เกี่ยวกับเรื่องการหารลงตัว
2. นักเรียนและครูร่วมสรุปการประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนจากใบประเมินผลตนเองของนักเรียนและใบประเมินผลผลการดำเนินการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานสำหรับกิจกรรมที่ 1 เรื่องการหารลงตัว

สื่อการเรียนการสอน

1. ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่องการหารลงตัว
2. แผ่นโป่งใสที่นักเรียนเตรียมมารายงาน

การประเมินผล

1. สังเกตพฤติกรรมขณะที่นักเรียนดำเนินการกิจกรรมการเรียนรู้
 2. ตรวจใบประเมินผลตนเองของนักเรียน เรื่องการหารลงตัว
-

คาบเรียนที่ 7

แผนการสอนที่ 2

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องการหารลงตัว

จากกิจกรรมการเรียนการสอนตั้งแต่คาบเรียนที่ 1–6 นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าความรู้เกี่ยวกับเรื่องการหารลงตัว ในคาบเรียนนี้มีจุดประสงค์เพื่อเป็นการสรุปการเรียนรู้เรื่องการหารลงตัวที่นักเรียนได้ศึกษามาและเพิ่มเติมในสิ่งที่ยังไม่เข้าใจ โดยมีจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ดังนี้

1. นักเรียนสามารถสรุปความคิดรวบยอดเกี่ยวกับการหารลงตัวและทำใบงานที่ 1 ได้
2. นักเรียนวัดความเข้าใจของตนเองในเรื่องการหารลงตัวว่าอยู่ในระดับใด หรือบอกได้ว่ามีสิ่งใดที่ตนเองยังไม่เข้าใจ

ขั้นนำ

ครูกระตุ้นนักเรียนให้รวมอภิปราย สรุปความรู้ที่ได้เกี่ยวกับการหารลงตัวซึ่งนักเรียนได้ศึกษาค้นคว้ามาจากการได้เผชิญกับปัญหาที่ครูมอบให้

ขั้นสอน

ครูแจกใบงานที่ 1 ให้นักเรียนทำเป็นรายบุคคล โดยให้นักเรียนทุกคนทำไปพร้อมกันที่จะข้อ ถ้ามีนักเรียนคนใดไม่เข้าใจข้อใด ครูจะยกเป็นประเด็นขึ้นมาอภิปรายในชั้นเรียน ให้นักเรียนทุกคนร่วมกันอภิปรายถึงสิ่งที่โจทย์ต้องการ ความรู้ที่จะนำมาใช้ในการหาคำตอบ และช่วยกันเสนอแนวทางการหาคำตอบของโจทย์ข้อนั้น

ขั้นสรุป

1. ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปความคิดรวบยอดเรื่องการหารลงตัวอีกครั้ง
2. ครูกระตุ้นให้นักเรียนให้สร้างปัญหาที่นักเรียนแต่ละคนสนใจ ที่ต้องทำการศึกษาค้นคว้าเองตามขั้นตอนการเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยครูคอยอำนวยความสะดวกให้กับนักเรียน

สื่อการเรียนการสอน

1. ใบงานที่ 1 เรื่องการหารลงตัว
2. บทเรียนเรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น

การประเมินผล

1. สังเกตจากการมีส่วนร่วมในการสรุปการเรียนรู้
 2. ตรวจใบงานที่ 1 เรื่องการหารลงตัว
 3. ตรวจใบกิจกรรมที่ 1 เรื่องการหารลงตัว
-

คาบเรียนที่ 8

แผนการสอนที่ 2

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องการหารลงตัว

เมื่อนักเรียนจบการดำเนินกิจกรรมหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องการหารลงตัวแล้ว ในคาบเรียนนี้ จะให้นักเรียนทดสอบย่อยประจำหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องการหารลงตัว

เนื้อหา

การหารลงตัว

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ให้นักเรียนทำแบบทดสอบย่อยประจำหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องการหารลงตัว

สื่อการเรียนรู้การสอน

แบบทดสอบย่อยประจำหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องการหารลงตัว

การประเมินผล

ตรวจผลการทำแบบทดสอบย่อยประจำหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องการหารลงตัว ของนักเรียน โดยใช้เกณฑ์การตรวจให้คะแนนแบบทดสอบย่อยประจำหน่วยการเรียนรู้ (ดังตารางเกณฑ์การตรวจให้คะแนนของแบบทดสอบย่อยประจำหน่วยการเรียนรู้ หน้า 54)

ใบกิจกรรมที่ 1

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1

เรื่องการหารลงตัว

ปัญหาที่ใช้เป็นฐานการเรียนรู้

ปัญหา 1 : นักเรียนชั้น ม.4 ของโรงเรียนแห่งหนึ่งไปทัศนศึกษาที่โรงงานผลิตน้ำผลไม้ กระทบ โดยได้เข้าชมในส่วนต่างๆ ของโรงงานรวมถึงเข้าชมในแผนกบรรจุหีบห่อ ผู้นำชมได้บรรยายว่า “ในแต่ละวันโรงงานแห่งนี้จะผลิตน้ำผลไม้ได้ทั้งหมด 11,368 กระทบ และนำไปบรรจุในกล่อง 2 ขนาดได้พอดี คือกล่องขนาดที่บรรจุครึ่งโหลและกล่องขนาดที่บรรจุ 2 โหลแล้วแต่ขนาดของกระทบ ” นักเรียนคิดว่าผู้นำชมกล่าวถูกต้องหรือไม่

ปัญหา 2 : ร้านขายเครื่องเขียนได้สั่งซื้อเครื่องคิดเลขจำนวน 6 โหล เจ้าของร้านได้รับใบเสร็จแจ้งราคาพร้อมกับเครื่องคิดเลขตามจำนวนที่สั่ง เมื่อจะกำหนดราคาขายแต่ละเครื่อง เจ้าของร้านไม่สามารถกำหนดราคาได้ เพราะตัวเลขของราคารวมในใบเสร็จแจ้งราคานั้นเลื่อนหายไปบางตัว โดยจะอ่านได้ชัดเจนเฉพาะ 3 ตัวตรงกลางเป็น 679 ส่วนตัวเลขหน้าสุดและหลังสุดนั้นไม่ชัดเจน ถ้าต้องการขายเครื่องคิดเลขให้ได้กำไร 5% ต่อเครื่อง เจ้าของร้านควรกำหนดราคาขายเครื่องละเท่าไร

ปัญหา 3 : กล่องใบหนึ่งบรรจุลูกกวาดได้ไม่เกิน 500 เม็ด แบ่งให้เด็ก 2 คน , 3 คน , 4 คน, 5 คนและ 6 คน จะเหลือ 1 เม็ดเสมอ แต่ถ้าแบ่งให้เด็ก 7 คนจะหมดพอดี จริงๆแล้วกล่องใบนี้บรรจุลูกกวาดเท่าไร

ปัญหา 4 : ในประเทศหนึ่งมีทหารจำนวน $2^5 \times 3^4 \times 5^4 \times 7^2$ นาย ถ้าแบ่งทหารเหล่านี้ไปประจำการยังที่ต่างๆ จะทำได้กี่วิธี โดยทหารแต่ละกองต้องมีจำนวนเท่ากันและมีมากกว่า 100 นาย

ขั้นตอนการเรียนรู้ที่ปัญหาเป็นฐาน

สมาชิกกลุ่ม

1.
2.
3.
4.
5.

สมมุติฐานของการศึกษา

This image shows a full page of a handwriting practice worksheet. It consists of multiple horizontal rows, each defined by two parallel dashed lines. The lines are evenly spaced and extend across the entire width of the page, providing a guide for letter height and placement. There is no text or other markings on the page.

สรุปผลการศึกษาค้นคว้า

[illegible]

สรุปผลการแก้ปัญหา

[illegible]

ใบประเมินตนเอง

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1

เรื่องการหารลงตัว

ชื่อ.....

วัตถุประสงค์ เพื่อให้นักเรียนได้ประเมินตนเองทั้งในด้านพฤติกรรมการเรียนรู้ ด้านความรู้ที่ได้รับ และเจตคติที่กระตือรือร้นและต้องการศึกษาเพิ่มเติมด้วยตนเอง

คำแนะนำ ให้นักเรียนประเมินผลพฤติกรรมการเรียนรู้และด้านความรู้ของตนเอง

ด้านพฤติกรรมการเรียนรู้

หน้าที่ความรับผิดชอบและสิ่งที่ทำในกลุ่ม

กิจกรรมที่ประเมิน	ดีมาก	ดี	พอใช้
ฉันเสนอแนวคิดและข้อเท็จจริงต่อปัญหากับกลุ่ม			
ฉันช่วยพิจารณาและสร้างสิ่งที่ต้องเรียนรู้เพิ่มเติมกับกลุ่ม			
ฉันใช้แหล่งข้อมูลอย่างหลากหลายในการศึกษาค้นคว้า			
ฉันช่วยคิดเพื่อแก้ปัญหากับกลุ่ม			
ฉันเสนอข้อมูล ความรู้ใหม่ๆ ต่อกลุ่ม			
ฉันช่วยกลุ่มในการทำงาน			

อื่นๆ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ด้านความรู้ที่ได้รับ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ประเด็นที่สนใจและต้องการศึกษาเพิ่มเติมด้วยตนเอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แบบประเมินผลการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
ประจำหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องการหารลงตัว

ขั้นตอนการเรียนรู้	คะแนน
1. ขั้นการจัดกลุ่ม	
2. ขั้นเชื่อมโยงปัญหาและระบุปัญหา	
3. ขั้นการสร้างสมมุติฐาน	
4. ขั้นเตรียมการ การศึกษาค้นคว้า	
5. ขั้นการศึกษาค้นคว้า	
6. ขั้นการสังเคราะห์และนำไปใช้ในการตรวจสอบสมมุติฐาน	
7. ขั้นการสะท้อนผลการเรียนรู้	
8. ขั้นสรุป	
รวม	

ใบงานที่ 1

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1

เรื่องการหารลงตัว

ชื่อ.....

คำชี้แจง : ให้นักเรียนแสดงการคิด การแก้ปัญหา พร้อมให้เหตุผลต่อคำตอบที่ได้

1. จงพิจารณาว่าข้อความต่อไปนี้เป็นจริงหรือเท็จ พร้อมเขียนแสดงการให้เหตุผล
เมื่อกำหนดให้ a, b และ c เป็นจำนวนเต็ม

(1) ถ้า $a \mid 8$ แล้ว $a \mid 8b$

.....

.....

.....

(2) ถ้า $a \nmid c$ และ $a \nmid b$ แล้ว $a \nmid (c + b)$

.....

.....

.....

(3) ถ้า $a \mid b$ และ $a \nmid c$ แล้ว $a \nmid bc$

.....

.....

.....

(4) ถ้า $3 \mid (a+b)$ และ $3 \nmid a$ แล้ว $3 \mid b$

.....

.....

.....

(5) ถ้า $3 \mid a$ แล้ว $3 \mid a^2$

.....

.....

.....

2. จงหาจำนวนเต็มบวก d ทั้งหมดที่ทำให้ $\frac{a^2 + d}{b^2 + d}$ เป็นจำนวนเต็ม

$$d \mid 20, d \nmid 30 \text{ 且 } \frac{80}{d} \nmid 8$$

[illegible]

3. จงหาจำนวนเต็มบวก d ทั้งหมดซึ่ง $18 \mid d$ และ $d \mid 215$

[illegible]

4. จงหาจำนวนเต็มบวก d และ k ซึ่ง $d \mid (15k+27)$ และ $d \mid (3k+2)$

[illegible]

5. ให้ a, b, c เป็นจำนวนเต็ม จงตรวจสอบว่า

ถ้า $a \mid bc$ แล้ว $a \mid b$ และ $a \mid c$ เป็นจริงเสมอหรือไม่

.....

.....

.....

.....

.....

6. ให้ a, b, c เป็นจำนวนเต็ม จงตรวจสอบว่า

ถ้า $a \mid (b+c)$ แล้ว $a \mid b$ หรือ $a \mid c$ เป็นจริงเสมอหรือไม่

[illegible]

7. จงหลักการทดสอบการหารลงตัวพิจารณาว่าจำนวน 438,162 และ 2,345,678,910 ถูกหาร
ลงตัวด้วยจำนวนเต็มใดต่อไปนี้ 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10 และ 11

[illegible]

8. จงแทนที่ช่องว่างด้วยเลขโดดในจำนวน 527,4__2 ที่ทำให้จำนวนเต็มดังกล่าวหารลงตัวด้วย 2, 3, 4, 8, 9 และ 11

[illegible]

9. ลูกเสือกองหนึ่งถ้าจัดแถวละ 4 คนจะเหลือ 2 คน ถ้าจัดแถวละ 9 คนจะเหลือ 7 คน ถ้าจัดแถวละ 6 คนจะเหลือ 4 คน จงหาจำนวนของลูกเสือในกองนี้ที่เป็นไปได้

[illegible]

10. จงเขียนจำนวนเต็มต่อไปนี้ในรูปผลคูณของจำนวนเฉพาะ และหาจำนวนของตัวประกอบ (ตัวหาร) ของจำนวนเต็มด้วย

(1) 504 (2) 4,199 (3) 11,250

This image shows a single sheet of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

11. จงพิจารณาว่าจำนวนใดต่อไปนี้เป็นจำนวนเฉพาะหรือเป็นจำนวนประกอบ

(1) 2,407

(2) 1,251

(3) 2,039

[illegible]

12. ในการทดสอบการหารลงตัวด้วย 12 มีนักเรียนคนหนึ่งตรวจสอบด้วยการหารลงตัวด้วย 3 และ 4 ในขณะที่อีกคนตรวจสอบการหารลงตัวด้วย 2 และ 6 นักเรียนทั้งสองคนเลือกใช้วิธีที่ถูกต้องหรือไม่ เพราะเหตุใด

[illegible]

แบบทดสอบย่อย

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1

การหารลงตัว

ชื่อ

คำชี้แจง : ให้นักเรียนแสดงการคิด การแก้ปัญหา พร้อมให้เหตุผลต่อคำตอบที่ได้

1. กำหนดให้ a , b และ c เป็นจำนวนเต็ม และ $c \neq 0$

พิจารณาข้อความต่อไปนี้เป็นจริงหรือเท็จ พร้อมเขียนแสดงเหตุผลประกอบ

(1) ถ้า $c \mid a$ แล้ว $c \mid (a+b)$

.....

.....

.....

(2) ถ้า $c \nmid a$ และ $c \nmid b$ แล้ว $c \nmid (a+b)$

.....

.....

.....

(3) ถ้า $c \mid a$ และ $c \mid b$ แล้ว $c \mid ab$

.....

.....

.....

(4) ถ้า $c \nmid a$ แล้ว $c \nmid a^2$

.....

.....

.....

(5) ถ้า $a \nmid c$ และ $c \nmid b$ แล้ว $a \nmid b$ เมื่อ $a \neq 0$

.....

.....

.....

[illegible]

4. จงพิจารณาว่าจำนวนใดต่อไปนี้เป็นจำนวนเฉพาะหรือเป็นจำนวนประกอบ ถ้าเป็นจำนวนประกอบให้แยกตัวประกอบของจำนวนนั้นด้วย

(1) 433

(2) 463

(3) 897

[illegible]

5. จงหาจำนวนเต็มบวกที่น้อยที่สุด ซึ่งมีตัวประกอบเฉพาะ 6 ตัวที่แตกต่างกัน

[illegible]

แผนการสอนที่ 6

ทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น

จำนวน 2 คาบเรียน

จุดประสงค์การเรียนรู้

เพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น ของนักเรียนหลังจบการเรียนรู้ทั้ง 4 หน่วยการเรียนรู้แล้ว

เนื้อหา

ทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น

กิจกรรมการเรียนการสอน

ให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น

สื่อการเรียนการสอน

แบบทดสอบวัดวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น

การประเมินผล

ตรวจแบบทดสอบวัดวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น

โดยใช้เกณฑ์การตรวจให้คะแนนแบบทดสอบวัดวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ เรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น

คำชี้แจง ให้นักเรียนแสดงการคิด การแก้ปัญหา พร้อมทั้งให้เหตุผลต่อคำตอบที่ได้

1. กำหนดให้ a, b และ c เป็นจำนวนเต็ม และ $a \neq 0, b \neq 0$

พิจารณาข้อความต่อไปนี้เป็นจริงหรือเท็จ พร้อมเขียนแสดงเหตุผลประกอบ

(1) ถ้า $a|b$ และ $b|c$ แล้ว $a|(b+c)$

.....

.....

.....

(2) ถ้า $a \nmid b$ และ $a \nmid c$ แล้ว $a \nmid bc$

.....

.....

.....

(3) ถ้า $a|(b+c)$ และ $a \nmid b$ แล้ว $a|c$

.....

.....

.....

(4) ถ้า $a|b$ และ $a|c$ แล้ว $a|(b-c)$

.....

.....

.....

(5) ถ้า $a|bc$ และ $a|b$ แล้ว $a|c$

.....

.....

.....

2. จงหาจำนวนเต็มบวก d ทั้งหมดที่ทำให้เงื่อนไขต่อไปนี้เป็นจริง

$$d \mid 18, \quad d \nmid 12 \quad \text{และ} \quad \frac{36}{d} \nmid 10$$

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. จงพิจารณาจำนวนต่อไปนี้ว่าเป็นจำนวนใดเป็นจำนวนเฉพาะ หรือเป็นจำนวนประกอบ และถ้าจำนวนที่เป็นจำนวนประกอบให้แยกตัวประกอบด้วย

(1) 323

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(2) 811

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. จงหาเลขโดดในหลักหน่วยของ 217^{120}

[illegible]

5. จงหาจำนวนเต็มบวกทั้งหมดที่หาร 254 และ 198 แล้วมีเศษเหลือเท่ากัน

[illegible]

6. ให้ n เป็นจำนวนเต็มใดๆ จงหาเศษเหลือเมื่อหาร $n(n-1)$ ด้วย 2

[illegible]

7. กำหนดให้ a, b และ c เป็นจำนวนเต็มบวกที่ไม่เป็นศูนย์ จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้ว่าเป็นจริงหรือเท็จ พร้อมทั้งให้เหตุผลประกอบ

(1) ถ้า $[a, b] = ab$ แล้ว $(a, b) = 1$

.....

.....

.....

(2) ถ้า $(a, b) = a$ แล้ว $(a^2, b) = a^2$

.....

.....

.....

(3) ถ้า $a \nmid b$ และ $b \nmid a$ แล้ว $(a, b) = 1$

.....

.....

.....

(4) ถ้า $(a, c) = (b, c)$ แล้ว $[a, c] = [b, c]$

.....

.....

.....

(5) ถ้า $(a, b) = 1$ แล้ว $[a, b] = ab$

.....

.....

.....

8. จงหาจำนวนเต็มบวกที่มากที่สุด ที่หาร 1,512 1,772 และ 1,584 แล้วมีเศษเหลือเท่ากัน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

9. พิจารณาจำนวนเต็มแต่ละคู่ต่อไปนี้ว่าเป็นจำนวนเฉพาะสัมพัทธ์หรือไม่ พร้อมแสดงเหตุ

(1) 105 และ 286

.....

.....

.....

(2) 252 และ 273

.....

.....

.....

10. จงหา ห.ร.ม. และ ค.ร.น. ของจำนวนเต็ม a และ b และหาจำนวนเต็ม x, y ที่ทำให้เขียน $(a, b) = ax + by$ เมื่อ $a = 1,592$, $b = 3,141$

[illegible]

11. จงหาจำนวนเต็มบวกที่มีค่าน้อยที่สุดที่หารด้วย 18 , 21 และ 28 แล้วมีเศษเหลือเป็น 2 , 5 และ 12 ตามลำดับ

[illegible]

12. ให้ a เป็นจำนวนเต็มบวก และ $[a, 56] = 7a$ จงหา $(a, 56)$

[illegible]

ภาคผนวก ง
รายนามผู้เชี่ยวชาญ

รายนามผู้เชี่ยวชาญ

รายนามผู้เชี่ยวชาญ ที่ช่วยตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาในบทเรียนเรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้นและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินผลการเรียนเรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้นของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีดังนี้

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุภาพร ศรีบริรินทร์
2. อาจารย์เมตต์ แยมวงษ์
3. อาจารย์เอนก จันทรวงูญ

ประวัติย่อผู้วิจัย

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ ชื่อสกุล	นายรังสรรค์ ทองสุกนอก
วัน เดือน ปีเกิด	4 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2521
สถานที่เกิด	อำเภอคง จังหวัดนครราชสีมา
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	บ้านเลขที่ 7 หมู่ 3 ตำบลคูขาด อำเภอคง จังหวัดนครราชสีมา 30260
สถานที่ทำงาน	ยังไม่ได้ทำงาน
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2534	ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จากโรงเรียนบ้านหนองหว่า อำเภอคง จังหวัดนครราชสีมา
พ.ศ. 2537	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จากโรงเรียนเมืองคง อำเภอคง จังหวัดนครราชสีมา
พ.ศ. 2540	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากโรงเรียนเมืองคง อำเภอคง จังหวัดนครราชสีมา
พ.ศ. 2544	กศ.บ. คณิตศาสตร์ (เกียรตินิยมอันดับ 1) จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
พ.ศ. 2547	กศ.ม. คณิตศาสตร์ จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ