

กิจกรรมการเรียนรู้การสอนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิต
โดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

บทคัดย่อ

ของ

สุธินันท์ บุญพัฒนานภรณ์

10 ส.ค. 2549

5/10/2009

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์

กุมภาพันธ์ 2549

สุรินทร์ บุญพัฒน์ (2548). *กิจกรรมการเรียนรู้การสอนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิตโดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2*. ปรินทิพนิพนธ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
คณะกรรมการควบคุม: อาจารย์ เมตต์ แยมวงษ์, ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ชุตินันท์ เพ็ญเพียร.

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อ (1) เพื่อสร้างกิจกรรมการเรียนรู้การสอนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิตโดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (2) เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในการเรียนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิตโดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต (3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนหลังจากเรียนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2548 โรงเรียนศึกษานารี เขตธนบุรี จังหวัดกรุงเทพมหานคร 1 ห้องเรียน จำนวน 57 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะกลุ่ม จากประชากรทั้งหมด 12 ห้องเรียน จำนวน 680 คน

ผู้วิจัยทำการสอนนักเรียนกลุ่มตัวอย่างโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้การสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเมื่อสิ้นสุดการสอนให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต และตอบแบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนในการเรียนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต

ผลการวิจัยพบว่า

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้การสอนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต สามารถสอบผ่านเกณฑ์การเรียนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตได้มากกว่าร้อยละ 60 ขึ้นไปของนักเรียนทั้งหมดที่ระดับนัยสำคัญ .01 และนักเรียนมีความพึงพอใจในการเรียนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตอยู่ในระดับปานกลาง ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีความสามารถในการเรียนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิตโดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

LEARNING ACTIVITIES ON GEOMETRIC TRANSFORMATION USING
DYNAMIC GEOMETRY SOFTWARE FOR MATHAYOMSUKSA II STUDENTS

AN ABSTRACT

BY

SUTHINAN BOONPATTANAPORN

Presented in partial Fulfillment of the Requirements for the
Master of Education degree in mathematics
at Srinakharinwirot University
February 2006

Suthinan Boonpattanaporn. (2006). *Learning Activities On Geometric Transformation Using Dynamic Geometry Software for Mathayomsuksa II Students*. Master thesis, M.Ed.(Mathematics). Bangkok: Graduate School, Srinakharinwirot University.
Advisor Committees: Mr. Mate Yamwong, Asst. Prof. Chutiwon Penpean.

With the recent development of interactive geometry software, the teaching of geometry has been revolutionized in many respects and research has indicated that, with proper use of such dynamic geometry software, students greatly benefit from such innovation. It is the intention of this study, given a particular geometric software, to determine a set of learning activities that will strengthen students' understanding of geometrical transformation.

In light of this goal, the purpose of this study is threefold: (1) to design learning activities on geometric transformation using dynamic geometric software, (2) to determine the effectiveness of such activities in terms of students' performance, and (3) to evaluate students' attitude toward geometry based on this innovative approach.

The study took place at Suksanary School in Bangkok during the first semester of the 2005 academic year with 57 Mathayomsuksa II students participated as subjects. This experimental group was selected by the use of the cluster sampling approach. The researcher taught them a total of 12 periods in a computer lab where each subject was given the opportunity to use interactive geometric software. At the end of the instruction, an achievement test was given to measure their performance on geometric transformation. A questionnaire involving their attitude was also given to find out their preference toward this kind of instruction.

An analysis of the data at .01 level of significance revealed that more than 60% of the subjects performed better than 60% of the total score. This clearly indicates that Mathayomsuksa II students profit from the learning activities as designed by the researcher while using dynamic geometry software and the numbers show an average satisfaction on the part of the students toward this instructional approach.

กิจกรรมการเรียนรู้การสอนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิต
โดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ปริญญานิพนธ์
ของ
สุธินันท์ บุญพัฒนามารณ์

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์

กุมภาพันธ์ 2549

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง

กิจกรรมการเรียนรู้การสอนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิต
โดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ของ

สุธินันท์ บุญพัฒนามภรณ์

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์

ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

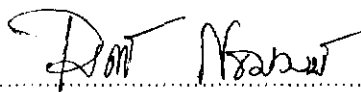


..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เพ็ญศิริ จีระเดชากุล)

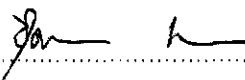
วันที่ 17 เดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2549

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์



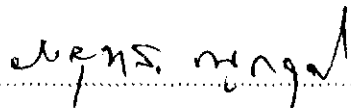
ประธาน

(อาจารย์เมตตา แยมวงษ์)



กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชุตินันท์ เพ็ญเพียร)



กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม

(รองศาสตราจารย์ขงยุทธ ธนุกฤติ)



กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม

(อาจารย์รัชชัย ภูอุดม)

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์นี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ เนื่องมาจากได้รับความกรุณาและความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจาก อาจารย์เมตต์ แย้มวงศ์ ประธานคณะกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ชุตีวรรณ เพ็ญเพียร กรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ ที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์ดูแลและให้คำแนะนำปรึกษา รวมถึงให้ข้อเสนอแนะต่างๆ ที่มีประโยชน์ต่อการวิจัย ตลอดจนตรวจแก้ไขปริญญานิพนธ์ฉบับนี้อย่างละเอียดมาโดยตลอด ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้ง และขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ยงยุทธ ธนุกฤติ อาจารย์ธัญชัย ภูอุดม อาจารย์เอนก จันทรวงศ์ และ อาจารย์อรรถศาสตร์ นิมิตรพันธ์ ที่กรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญ ให้คำแนะนำและตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นอย่างดี

ขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ยงยุทธ ธนุกฤติ และอาจารย์ธัญชัย ภูอุดมที่กรุณาร่วมเป็นกรรมสอบปากเปล่า และให้ข้อคิดในสิ่งที่เป็นประโยชน์ต่อผู้วิจัย ส่งผลให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์อย่างยิ่ง

ขอกราบขอบพระคุณดร.สุรพล วัฒนวิทย์กิจ ที่กรุณาสละเวลาตรวจแก้ไขบทคัดย่อ (Abstract) จนถูกต้องและสมบูรณ์

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้อำนวยการและรองผู้อำนวยการ คณะครูโรงเรียนศึกษานารี เขตธนบุรี จังหวัดกรุงเทพมหานคร โดยเฉพาะอย่างยิ่งอาจารย์พีรณัฐ สิทธิโกศา และอาจารย์ณรงค์เพ็ญทองเลิศ ที่ให้ความอนุเคราะห์คำแนะนำและความสะดวกต่างๆ ในการดำเนินการเก็บข้อมูลการวิจัย ครั้งนี้จนสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี และขอขอบใจนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของโรงเรียนศึกษานารีที่ให้ความร่วมมือในการวิจัยด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดาและบุคคลในครอบครัวทุกท่านที่ให้อำลังใจ และกำลังทรัพย์สนับสนุนการศึกษาของผู้วิจัยมาโดยตลอด จนกระทั่งทำให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

ขอขอบคุณ พี่ เพื่อนๆ นิสิตปริญญาโททุกคนที่ให้ความช่วยเหลือ เป็นกำลังใจด้วยดีเสมอมา
คุณค่าและประโยชน์ของปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณบิดา มารดา ครู อาจารย์ทุกท่าน ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทความรู้แก่ผู้วิจัย

สุธินันท์ บุญพัฒนานภรณ์

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	บทนำ.....	1
	ภูมิหลัง.....	1
	ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	3
	ความสำคัญของการวิจัย.....	4
	ขอบเขตของการวิจัย.....	4
	ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย.....	4
	ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย.....	4
	เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย.....	4
	ตัวแปรที่ศึกษา.....	5
	นิยามศัพท์เฉพาะ.....	5
	สมมติฐานในการวิจัย.....	7
2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	8
	หลักสูตรคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาของประเทศไทย.....	8
	เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนเรขาคณิต.....	11
	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต สอนเรขาคณิต.....	17
	การใช้คอมพิวเตอร์ในการเรียนการสอนเรขาคณิต.....	17
	ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต.....	18
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตสอนเรขาคณิต	19
	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแปลงทางเรขาคณิต.....	22
	การแปลงทางเรขาคณิต.....	22
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแปลงทางเรขาคณิต.....	24
3	วิธีดำเนินการวิจัย.....	28
	การกำหนดประชากรและการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง.....	28
	การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	28

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
3 (ต่อ)	
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	36
การจัดกระทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล.....	37
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	38
5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	47
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	47
สมมติฐานในการวิจัย.....	47
วิธีดำเนินการวิจัย.....	47
สรุปผลการวิจัย.....	49
อภิปรายผล.....	49
ข้อเสนอแนะ.....	51
บรรณานุกรม.....	52
ภาคผนวก.....	59
ภาคผนวก ก การวิเคราะห์ข้อมูล.....	60
ภาคผนวก ข คู่มือการใช้กิจกรรมการเรียนรู้การสอน.....	71
ภาคผนวก ค กิจกรรมการเรียนรู้การสอนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิตโดยใช้	
ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.....	83
ภาคผนวก ง แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิต	
โดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต.....	128
ภาคผนวก จ ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้เรื่องการแปลงทางเรขาคณิต	
โดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต.....	141
ภาคผนวก ฉ แบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนต่อการเรียน	
เรื่องการแปลงทางเรขาคณิตโดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต.....	154
ภาคผนวก ช รายนามผู้เชี่ยวชาญ.....	158

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
ประวัติย่อผู้วิจัย.....	160

บัญชีตาราง

ตาราง		หน้า
1	ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน ที่ได้ระหว่างเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.....	39
2	ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน ที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน กลุ่มตัวอย่างชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในการเรียนรู้เรื่องการแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต.....	40
3	ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในการเรียนรู้เรื่องการแปลงทางเรขาคณิตโดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิต แบบพลวัต.....	40
4	ค่าร้อยละของจำนวนนักเรียนกลุ่มตัวอย่างชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้ผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนรู้เรื่องการแปลงทางเรขาคณิตโดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบ พลวัตตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไปของคะแนนเต็ม.....	41
5	การทดสอบนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่สอบผ่านเกณฑ์การเรียนรู้เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิตโดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต มีจำนวนมากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด.....	42
6	ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและระดับความพึงพอใจของนักเรียน หลังจากเรียนรู้เรื่องการแปลงทางเรขาคณิตโดยใช้ ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต.....	43
7	แสดงค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (แบบปรนัย 4 ตัวเลือก).....	61
8	แสดงค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (แบบอัตนัย).....	63
9	แสดงค่าความยากง่าย (p), ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้เรื่องการแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้ ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.....	64

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
10 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของแบบวัดความพึงพอใจของ นักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างที่เรียนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้ ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต และค่าความเชื่อมั่นของแบบวัด ความพึงพอใจของนักเรียน.....	65
11 การหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนที่ได้จากการ ทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต.....	67
12 ค่าเฉลี่ยเลขคณิตและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของแบบวัดความพึงพอใจของ นักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่เรียนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต.....	69

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสและรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า.....	14
2 รูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน.....	14
3 ตัวอย่างกิจกรรมของการศึกษาอย่างอิสระ.....	16
4 สารบัญหลัก.....	31
5 สารบัญย่อย.....	32
6 กิจกรรม.....	32

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

คณิตศาสตร์มีบทบาทต่อโลกปัจจุบันทั้งด้านเศรษฐกิจ อุตสาหกรรม วิศวกรรม เทคโนโลยี ตลอดจนเป็นพื้นฐานที่นำไปสู่ความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นวิชาที่เน้นให้ผู้เรียนคิดและหาวิธีคิดซึ่งทำให้เกิดองค์ความรู้ ความเข้าใจในความคิดรวบยอด และหลักการต่างๆ ทางคณิตศาสตร์แล้วนำความรู้ ความเข้าใจในหลักการต่างๆ เหล่านั้นไปพัฒนาและแก้ไขในชีวิตจริง จนทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ เกิดความคิดสร้างสรรค์ เห็นคุณค่าของคณิตศาสตร์ที่ก่อให้เกิดศาสตร์อื่นๆ ตามมา (สุวร กาญจนมยุร. 2547: 37) รวมทั้งคณิตศาสตร์ยังทำให้ผู้เรียนเป็นผู้ที่สามารถคิดอย่างมีระบบ มีเหตุผล เป็นคนช่างสังเกต และแก้ปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพ ด้วยเหตุนี้คณิตศาสตร์จึงเป็นวิชาที่มีความสำคัญที่เยาวชนทุกคนต้องเรียน และมีความจำเป็นที่เยาวชนทุกคนต้องมีความรู้ทางคณิตศาสตร์ (Mathematics for All & All for Mathematics) (ปานทอง กุลนาถศิริ. 2543: 11)

ด้วยเหตุนี้ประเทศไทยจึงได้มีการปรับปรุงหลักสูตร โดยกระทรวงศึกษาธิการให้สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีดำเนินการจัดทำกรอบหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ขึ้น ซึ่งการศึกษาคณิตศาสตร์สำหรับหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 มีสาระการเรียนรู้ ประกอบด้วย

สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ

สาระที่ 2 การวัด

สาระที่ 3 เรขาคณิต

สาระที่ 4 พีชคณิต

สาระที่ 5 การวิเคราะห์และความน่าจะเป็น

สาระที่ 6 ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ (กระทรวงศึกษาธิการ. 2545: 6)

จากข้างต้นจะเห็นได้ว่าเรขาคณิตเป็นสาระการเรียนรู้หนึ่งในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน ซึ่งธรรมชาติของเรขาคณิตเป็นวิชาที่เอื้อให้ผู้เรียนเป็นผู้มีวิจาร์ณญาณ ช่างสังเกต มีเหตุผล ทำงานอย่างเป็นขั้นตอนอย่างมีระบบ และช่วยพัฒนาความสามารถในด้านการค้นพบ (โกลม ไทศาล. 2540: 2) ดังนั้นในการจัดกิจกรรมต่างๆ จึงต้องเอื้อต่อการค้นพบ เพื่อเสริมสร้างความรู้และเพื่อให้เกิดมโนทัศน์ต่างๆ ทางเรขาคณิต กิจกรรมต่างๆ ควรท้าทาย น่าสนใจ เปิดโอกาสให้นักเรียนทดลองปฏิบัติ

สังเกต สัมผัส สำรวจ วิพากษ์วิจารณ์ พุด คิด แก้ปัญหา และแสดงเหตุผลทางคณิตศาสตร์ (ปานทองกุลนาถศิริ. 2541: 65-68)

โดยสาระที่ 3 เรขาคณิต หลักสูตรได้กำหนดมาตรฐานการเรียนรู้ ไว้ดังนี้

มาตรฐาน ค 3.1 อธิบายและวิเคราะห์รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติได้

มาตรฐาน ค 3.2 ใช้การนึกภาพ (Visualization) ใช้เหตุผลเกี่ยวกับปริภูมิ (Spatial Reasoning) และใช้แบบจำลองทางเรขาคณิต (geometric Model) ในการแก้ปัญหาได้ (กระทรวงศึกษาธิการ. 2545: 7)

จากการศึกษามาตรฐาน ค 3.2 พบว่ามาตรฐานช่วงชั้นที่ 3 ต้องการให้ผู้เรียน

- เข้าใจเกี่ยวกับการแปลง (Transformation) ทางเรขาคณิตในการเลื่อนขนาน (Translation) การสะท้อน (Reflection) และการหมุน (Rotation) และนำไปใช้ได้

- บอกภาพที่เกิดจากการเลื่อนขนาน การสะท้อน การหมุนรูปต้นแบบและสามารถอธิบายวิธีการที่จะได้ภาพที่ปรากฏ เมื่อกำหนดรูปต้นแบบและภาพนั้นได้

ซึ่งการแปลงทางเรขาคณิตนี้ เป็นเรขาคณิตสาขาหนึ่งที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ เช่น ศิลปะ สถาปัตยกรรม ภาพยนตร์ ซึ่งการแปลงทางเรขาคณิตนี้จะเป็นพื้นฐานในการเรียนเรขาคณิตในระดับสูง เช่นเรขาคณิตวิเคราะห์ รวมทั้งยังนำไปฝึกความสามารถในด้านมิติสัมพันธ์บางรูปได้ (สุกัญญา ยีภา. 2545: 5) ซึ่งในความสามารถด้านมิติสัมพันธ์นี้จะนำไปสู่อาชีพทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม รวมทั้งด้านศิลปกรรมด้วย (ล้วน สายยศ. 2543: 24)

การจัดการเรียนรู้ของกลุ่มวิชาคณิตศาสตร์จะคำนึงถึงผู้เรียนเป็นสำคัญ การจัดการเรียนรู้ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง จากการฝึกปฏิบัติ ฝึกให้นักเรียนคิด วิเคราะห์ และแก้ปัญหา (กระทรวงศึกษาธิการ. 2545: 188) ครูจะต้องลดบทบาทของตนเองและเพิ่มบทบาท ของนักเรียนให้มากขึ้น โดยให้นักเรียนเป็นผู้กระทำ เป็นผู้แก้ปัญหา เป็นผู้ค้นคว้าแลกเปลี่ยนความรู้ และประสบการณ์ซึ่งกันและกัน ช่วยเหลือกันทำงานมากขึ้น (พะยอม แก้วกำเนิด. 2533: 12) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของประธาน (ประธาน ศิลปะ. 2547: 52) ที่พบว่า ครูควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียน ได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง และได้แสดงความคิดเห็นอย่างเต็มที่ ครูผู้สอนควรมีบทบาทเพียงผู้อำนวยความสะดวกและคอยให้คำแนะนำดูแลระหว่างที่ผู้เรียนปฏิบัติกิจกรรม สมาคมครูคณิตศาสตร์แห่งชาติสหรัฐอเมริกา (NCTM. 2000: 41) ได้วางมาตรฐานการเรียนการสอนเรขาคณิตในระดับโรงเรียน โดยผู้เรียนควรเรียนด้วยการใช้แบบจำลองที่เป็นรูปธรรม ภาพวาด และซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตซึ่งจะทำให้ นักเรียนสามารถนำเอาความคิดทางเรขาคณิตมาใช้งานได้จริง โดยการเรียนการสอนเรขาคณิตนี้ควรเน้นกิจกรรมในลักษณะตั้งและสำรวจข้อความคาดการณ์ทาง

เรขาคณิตและเรียนการให้เหตุผลด้วย ซึ่งเป็นกิจกรรมที่ออกแบบอย่างดี มีเครื่องมือที่เหมาะสม และโดยอาศัยความช่วยเหลือของครูผู้สอน

ด้วยความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีทำให้ประเทศต่างๆ พยายามนำเทคโนโลยีเข้ามาช่วยในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์มากขึ้นทั้งเครื่องคำนวณเชิงกราฟและคอมพิวเตอร์ ในส่วนของคอมพิวเตอร์นั้น ได้มีการพัฒนาซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์และนำเข้ามาใช้ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ด้วยเช่นกัน โดยเฉพาะในส่วนของเรขาคณิต ซึ่งซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ที่ดีจะช่วยให้นักเรียนสามารถสร้างรูปเรขาคณิต และวัดหาขนาดส่วนของเส้นตรง ส่วนโค้ง และมุมได้อย่างรวดเร็วถูกต้อง ทั้งยังช่วยให้นักเรียนสร้างรูปสองมิติและสามมิติบนหน้าจอแล้วพลิก หมุน หรือเลื่อนรูปในมุมมองต่างๆ ทำกิจกรรมการสำรวจด้วยการพลิก เลื่อน หมุน ยืด หด เพื่อเรียนรู้คุณสมบัติต่างๆ ทางเรขาคณิตได้รวดเร็วเป็นนามธรรม การทดลองสร้างรูปเรขาคณิตด้วยการสร้างทำได้รวดเร็วในลักษณะต่างๆ ได้หลายๆ ครั้ง ซึ่งนำไปสู่การค้นหาค้นหาสมบัติต่างๆ ทางเรขาคณิต นักเรียนสามารถสำรวจตั้งข้อความคาดการณ์ และสืบเสาะตรวจสอบรูปต่างๆ ในหลายลักษณะเพื่อยืนยันเหตุผลของตนเอง ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดจินตนาการในการค้นคว้าหาเหตุผลและเพิ่มพูนความรู้ ซึ่งการเรียนรู้เรขาคณิตในลักษณะดังกล่าว จะทำให้นักเรียนมองสิ่งต่างๆ รอบตัวได้อย่างมีความหมายมากขึ้น (วรรณวิภา ลุทธิเกียรติ, 2542: 3-4)

ด้วยความสำคัญและเหตุผลดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะนำซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตเข้ามาใช้ในการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการแปลงทางเรขาคณิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ส่งเสริมให้นักเรียนสำรวจ ตั้งข้อความคาดการณ์ และสืบเสาะหาเหตุผลด้วยตนเอง เพื่อเป็นอีกแนวทางหนึ่งในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิต

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อสร้างกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิตโดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
2. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในการเรียนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิตโดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต
3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนหลังจากเรียนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต

ความสำคัญของการวิจัย

1. ได้กิจกรรมการเรียนรู้การสอนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต
2. ได้แนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิต ซึ่งนักเรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติเอง โดยอาศัยการสำรวจ ตั้งข้อความคาดการณ์ และหาเหตุผลเพื่อตรวจสอบข้อความคาดการณ์ที่ตั้งไว้
3. ทราบความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต
4. ผลที่ได้จากการศึกษาวิจัยครั้งนี้จะเป็นแนวทางในการพัฒนาบทเรียนโดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตในคณิตศาสตร์แขนงอื่นๆ และสาขาวิชาอื่นๆ ต่อไป

ขอบเขตของการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนศึกษานารี เขตธนบุรี จังหวัดกรุงเทพมหานคร

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนศึกษานารี เขตธนบุรี จังหวัดกรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2548 โดยการสุ่มแบบเกาะกลุ่ม (Cluster Random Sampling) จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 57 คน จากนักเรียนทั้งหมด 12 ห้องเรียน จำนวน 680 คน โดยที่โรงเรียนจัดห้องเรียนแบบความสามารถของนักเรียนที่มีการเรียนระดับเก่ง ปานกลาง และอ่อน อยู่ในห้องเดียวกัน

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ ทดลองสอนจำนวน 12 คาบ คาบละ 50 นาที และทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิตจำนวน 2 คาบ และทำแบบวัดความพึงพอใจจำนวน 20 นาที โดยใช้เวลาเรียนปกติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2548

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นกิจกรรมการเรียนรู้การสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการแปลงทางเรขาคณิต ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เนื้อหาเรื่องการแปลงทางเรขาคณิตประกอบด้วย

1. การสะท้อน	3 คาบ
1.1 ความหมายและสมบัติของการสะท้อน	
1.2 การสะท้อนในระบบพิกัดฉาก	
2. การเลื่อนขนาน	3 คาบ
2.1 ความหมายและสมบัติของการเลื่อนขนาน	
2.2 การเลื่อนขนานในระบบพิกัดฉาก	
3. การหมุน	3 คาบ
3.1 ความหมายและสมบัติของการหมุน	
3.2 การหมุนในระบบพิกัดฉาก	
4. การประยุกต์	3 คาบ
4.1 การสะท้อนกับการเลื่อนขนาน	
การสะท้อนกับการหมุน	
4.2 การสะท้อนแบบไกลด์ (Glide Refection)	
และการประยุกต์โดยใช้ความรู้เรื่องการสะท้อน	
การเลื่อนขนาน การหมุน	

ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรอิสระ ได้แก่

กิจกรรมการเรียนรู้การสอนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิตโดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง

2. ตัวแปรตาม ได้แก่

2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิตของนักเรียน โดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต

2.2 ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในการเรียนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต หมายถึงซอฟต์แวร์ด้านเรขาคณิตซึ่งเน้นการสร้างรูปเรขาคณิตในลักษณะเดียวกับการใช้เส้นตรงและวงเวียน มีลักษณะปฏิสัมพันธ์ โดยที่ผู้ใช้สามารถเคลื่อนไหว เปลี่ยนแปลงรูปเรขาคณิตได้หลายลักษณะตามความต้องการของผู้ใช้ แต่ยังคงรักษา

สมบัติและความสัมพันธ์ของรูปนั้นไว้เสมอ เช่น รูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วไม่ว่าจะเคลื่อนย้ายจุดมุมในลักษณะใดก็ตามจะเป็นรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วเสมอ หรือจุดที่อยู่บนส่วนของเส้นตรง การเคลื่อนย้ายจะยังคงรักษาสมบัติของจุดบนส่วนของเส้นตรงนั้นเสมอ

2. กิจกรรมการเรียนรู้การสอนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิตโดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต หมายถึง กิจกรรมการเรียนรู้การสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นซึ่งประกอบด้วยเนื้อหาและกิจกรรมภาคปฏิบัติบนคอมพิวเตอร์ ซึ่งเป็นแฟ้มคำสั่งที่สร้างจากซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต โดยเน้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากการปฏิบัติด้วยตนเอง โดยอาศัยการสำรวจ สังเกต และตั้งข้อคำถามจากการสร้างรูป เคลื่อนย้ายรูป การเปลี่ยนแปลงรูปหลายๆ ลักษณะ รวมทั้งฝึกการแก้ปัญหาต่างๆ ภายใต้คำแนะนำของครู โดยที่เนื้อหาเรื่องการแปลงทางเรขาคณิตประกอบด้วย

- 2.1 การสะท้อน
- 2.2 การเลื่อนขนาน
- 2.3 การหมุน
- 2.4 การประยุกต์

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิต หมายถึง คะแนนรวมของนักเรียนที่ได้จากการประเมินผลดังนี้

3.1 การประเมินผลระหว่างเรียน จากใบกิจกรรม มีน้ำหนักคะแนนคิดเป็นร้อยละ 20 ของคะแนนทั้งหมด

3.2 การประเมินผลหลังเรียน จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิต มีน้ำหนักคะแนนคิดเป็นร้อยละ 80 ของคะแนนทั้งหมด

4. เกณฑ์ หมายถึง ร้อยละ 60 ของคะแนนรวม กล่าวคือ ถ้าผู้เรียนได้คะแนนตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไปของคะแนนรวม ถือว่าผู้นั้นสอบผ่านเกณฑ์

5. ความพึงพอใจของนักเรียนในการเรียนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต หมายถึง การแสดงออกของนักเรียนถึงความรู้สึกชอบ หรือไม่ชอบในการใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต เรียนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิต ซึ่งวัดจากแบบสอบถามวัดความพึงพอใจของนักเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นชนิดมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ คือ 5, 4, 3, 2 และ 1 หมายถึง มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด ตามลำดับ และนำเสนอให้นักคิดโดยใช้การประเมินค่าความคิดเห็นของประคอง กรรณสูตร (2538: 77) ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย 4.50 – 5.00 หมายถึง นักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด หลังจากเรียนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต

คะแนนเฉลี่ย 3.50 – 4.49 หมายถึง นักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก
หลังจากเรียนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต

คะแนนเฉลี่ย 2.50 – 3.49 หมายถึง นักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับปานกลาง
หลังจากเรียนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต

คะแนนเฉลี่ย 1.50 – 2.49 หมายถึง นักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อย
หลังจากเรียนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต

คะแนนเฉลี่ย 1.00 – 1.49 หมายถึง นักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อยมาก
หลังจากเรียนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต

สมมติฐานในการวิจัย

นักเรียนสามารถสอบผ่านเกณฑ์การเรียนรู้เรื่องการแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตมากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และได้นำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

1. หลักสูตรคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาของประเทศไทย
2. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนเรขาคณิต
3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตสอนเรขาคณิต
 - 3.1 การใช้คอมพิวเตอร์ในการเรียนการสอนเรขาคณิต
 - 3.2 ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต
 - 3.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตสอนเรขาคณิต
4. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแปลงทางเรขาคณิต
 - 4.1 การแปลงทางเรขาคณิต
 - 4.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแปลงทางเรขาคณิต

1. หลักสูตรคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาของประเทศไทย

หลักสูตรคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาที่ใช้ในปัจจุบันเป็นหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ซึ่งสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้จัดทำขึ้น โดยกำหนดคุณภาพของผู้เรียนเมื่อจบช่วงชั้นที่ 3 (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3) ดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2545: 4-5)

1. มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับจำนวนจริง มีความเข้าใจเกี่ยวกับอัตราส่วน สัดส่วน ร้อยละ เลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม รากที่สองและรากที่สามของจำนวนจริง สามารถคำนวณเกี่ยวกับจำนวนเต็ม เศษส่วน ทศนิยม เลขยกกำลัง และสามารถนำความรู้เกี่ยวกับจำนวนไปใช้ใน ชีวิตจริงได้

2. สามารถนิยามและอธิบายลักษณะของรูปเรขาคณิตสามมิติจากภาพสองมิติ มีความเข้าใจเกี่ยวกับพื้นที่ผิวและปริมาตร สามารถเลือกใช้หน่วยการวัดระบบต่างๆ เกี่ยวกับความยาว พื้นที่ และปริมาตรได้อย่างเหมาะสม พร้อมทั้งสามารถนำความรู้เกี่ยวกับการวัดไปใช้ในการวัดในชีวิตจริงได้

3. มีความเข้าใจเกี่ยวกับสมบัติของความเท่ากันทุกประการและความคล้ายกันของรูปสามเหลี่ยม เส้นขนาน ทฤษฎีพีทาโกรัสและบทกลับ และสามารถนำสมบัติเหล่านั้นไปใช้ในการให้เหตุผลและแก้ปัญหาได้

4. มีความเข้าใจเกี่ยวกับการแปลงทางเรขาคณิตในเรื่องการเลื่อนขนาน การสะท้อน และการหมุน และนำไปใช้ได้

5. สามารถวิเคราะห์แบบรูป สถานการณ์หรือปัญหา และสามารถใช้สมการ อสมการ กราฟ หรือแบบจำลองทางคณิตศาสตร์อื่นๆ ในการแก้ปัญหาได้

6. มีความเข้าใจเกี่ยวกับค่ากลางของข้อมูลในเรื่องค่าเฉลี่ยเลขคณิต มัธยฐาน และฐานนิยม และเลือกใช้ได้อย่างเหมาะสม สามารถกำหนดประเด็น เขียนข้อคำถาม กำหนดวิธีการศึกษา และเก็บข้อมูลที่เหมาะสมได้ สามารถนำเสนอข้อมูล รวมทั้งอ่าน แปลความหมาย และวิเคราะห์ข้อมูลจากการนำเสนอข้อมูลต่างๆ สามารถใช้ความรู้ในการพิจารณาข้อมูลข่าวสารทางสถิติ ตลอดจนเข้าใจถึงความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นได้จากการนำเสนอข้อมูลทางสถิติ

7. มีความเข้าใจเกี่ยวกับการทดลองสุ่ม เหตุการณ์ และความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ สามารถใช้ความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์และประกอบการตัดสินใจในสถานการณ์ต่างๆ ได้

8. มีความเข้าใจเกี่ยวกับการประมาณค่าและสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม

9. มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็น สามารถแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่หลากหลาย และใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม สามารถใช้เหตุผล สื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และนำเสนอ มีความคิดสร้างสรรค์ สามารถเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ

โดยทางสสวท. ได้กำหนดสาระการเรียนรู้ที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนทุกคน ซึ่งประกอบด้วย เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ในการจัดการเรียนรู้ผู้สอนควรบูรณาการ สาระต่างๆ เข้าด้วยกันเท่าที่จะเป็นไปได้ อีกทั้งทางสสวท. ได้กำหนดมาตรฐานการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นมาตรฐานการเรียนรู้ที่จำเป็นสำหรับนักเรียนทุกคน ดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ. 2545: 6-7)

สาระที่ 1: จำนวนและการดำเนินการ

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการต่างๆ และสามารถใช้ในการดำเนินการในการแก้ปัญหาได้

มาตรฐาน ค 1.3 ใช้การประมาณค่าในการคำนวณและแก้ปัญหาได้

มาตรฐาน ค 1.4 เข้าใจในระบบจำนวนและสามารถนำสมบัติเกี่ยวกับจำนวนไปใช้ได้

สาระที่ 2: การวัด

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด

มาตรฐาน ค 2.2 วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัดได้

มาตรฐาน ค 2.3 แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัดได้

สาระที่ 3: เรขาคณิต

มาตรฐาน ค 3.1 อธิบายและวิเคราะห์รูปเรขาคณิตสองและสามมิติได้

มาตรฐาน ค 3.2 ใช้การนิยามภาพ ใช้เหตุผลเกี่ยวกับปริภูมิ และใช้แบบจำลองทาง

เรขาคณิตในการแก้ปัญหาได้

สาระที่ 4: พีชคณิต

มาตรฐาน ค 4.1 อธิบายและวิเคราะห์แบบรูป (Pattern) ความสัมพันธ์ และฟังก์ชันต่างๆ ได้

มาตรฐาน ค 4.2 ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ กราฟ และแบบจำลองทางคณิตศาสตร์อื่นๆ แทนสถานการณ์ต่างๆ ตลอดจนแปลความหมายและนำไปใช้แก้ปัญหาได้

สาระที่ 5: การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค 5.1 เข้าใจและใช้วิธีการทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูลได้

มาตรฐาน ค 5.2 ใช้วิธีการทางสถิติและความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์ได้อย่างสมเหตุสมผล

มาตรฐาน ค 5.3 ใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นช่วยในการตัดสินใจและแก้ปัญหาได้

สาระที่ 6: ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์

มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 6.2 มีความสามารถในการให้เหตุผล

มาตรฐาน ค 6.3 มีความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ

มาตรฐาน ค 6.4 มีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ ได้

มาตรฐาน ค 6.5 มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

สำหรับเรื่องการแปลงทางเรขาคณิตได้ถูกกำหนดไว้ในสาระการเรียนรู้ที่ 3 เรขาคณิต ช่วงชั้นที่ 3 (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3) ซึ่งในสาระที่ 3 เรขาคณิต ในช่วงชั้นที่ 3 ได้กำหนดมาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นไว้ดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2545: 16-17)

มาตรฐาน ค 3.1: อธิบายและวิเคราะห์รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติได้

1. อธิบายลักษณะและสมบัติของปริซึม พีระมิด ทรงกระบอก กรวย และทรงกลมได้

2. สร้างรูปเรขาคณิตอย่างง่ายโดยไม่เน้นการพิสูจน์ได้

3. วิเคราะห์ลักษณะของรูปเรขาคณิตสามมิติจากภาพสองมิติได้

มาตรฐาน ค 3.2: ใช้การนึกภาพ ใช้เหตุผลเกี่ยวกับปริภูมิ และใช้แบบจำลองทางเรขาคณิตในการแก้ปัญหาได้

1. เข้าใจเกี่ยวกับสมบัติของความเท่ากันและความคล้ายของรูปสามเหลี่ยม เส้นขนาน ทฤษฎีพีทาโกรัสและบทกลับ และนำไปใช้ในการให้เหตุผลและแก้ปัญหาได้

2. เข้าใจเกี่ยวกับการแปลงทางเรขาคณิต ในการเลื่อนขนาน การสะท้อน และการหมุน และนำไปใช้ได้

3. บอกภาพที่เกิดจากการเลื่อนขนาน การสะท้อน และการหมุนรูปต้นแบบ และสามารถอธิบายวิธีการที่จะได้ภาพที่ปรากฏเมื่อกำหนดรูปต้นแบบและภาพนั้นให้

จากข้างต้นจะเห็นได้ว่าในมาตรฐาน ค 3.2 มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงที่ 3 (มัธยมศึกษาปีที่ 1-3) ได้กล่าวถึงเรื่องการแปลงทางเรขาคณิต ซึ่งเป็นเรื่องใหม่ที่น่าสนใจนำมาบรรจุในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะสร้างกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิตโดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

2. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนเรขาคณิต

การจัดการเรียนการสอนเรขาคณิต ครูเป็นผู้มีบทบาทสำคัญที่เลือกสรรวิธีการสอนและจัดลำดับขั้นการเล่นเนื้อหาสาระที่สอดคล้องกับระดับผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนได้มีความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหาสาระเหล่านั้นได้อย่างถูกต้อง (โกมล ไพศาล. 2540: 20) ดังนั้นครูต้องมีความรู้เกี่ยวกับการเรียนการสอนเรขาคณิต ซึ่งมีนักวิจัยและนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงแนวทางในการจัดการเรียนการสอนเรขาคณิต ดังนี้

ซิมมอนส์ (Simmons. 1993: 41) ได้เสนอกิจกรรมซึ่งสามารถนำมาใช้ประโยชน์สำหรับการเริ่มต้นบทเรียน ดังนี้

1. การกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ของบทเรียน
2. การเสนอเค้าโครงย่อประเด็นหลักของบทเรียน
3. ใช้การอุปมาอุปไมย เป็นการสร้างสถานการณ์ของหัวเรื่องใหม่ให้สัมพันธ์กับประสบการณ์ของผู้เรียน ตลอดจนบางสิ่งที่คุ้นเคยกับผู้เรียน
4. การทบทวนสิ่งที่เกี่ยวข้องกับงานก่อนหน้า เช่น การทบทวนที่เกี่ยวข้องกับความรู้โดยตรง ทักษะ หรือความเข้าใจ

สิธุ (Sidhu. 1981: 291) ได้แนะนำการสอนเรขาคณิต ดังนี้

1. งานที่ให้ผู้เรียนฝึกทำควรได้สัดส่วนและชัดเจน

2. ครูควรให้ผู้เรียนสังเกตสิ่งต่างๆ ด้วยตนเอง โดยการทดลองวัดจริงหรือประสบการณ์
 3. กระดานดำที่ใช้ควรได้สัดส่วน สะอาดและถูกต้องเพื่อหลีกเลี่ยงความสงสัยและความเข้าใจผิดของผู้เรียน ขณะเดียวกันครูควรใช้ภาษาที่ถูกต้องชัดเจนและใช้ชอล์กสีเพื่อเน้นรายละเอียดที่สำคัญ
 4. การให้แบบฝึกหัดผู้เรียนไม่ควรทิ้งค้างไว้เพื่อให้ทำตอนท้ายของภาคเรียน แต่ควรจะให้ทำข้างเคียงกับทฤษฎีบทนั้น
 5. ควรฝึกผู้เรียนให้เขียนรูปจากทฤษฎีบท และแบบฝึกหัดที่เห็นสมควรแล้วแต่กรณี ในเบื้องต้นการสร้างทั้งหมดควรใช้วงเวียนและไม้บรรทัด
 6. ครูควรมีการทบทวน โดยการถามผู้เรียนเกี่ยวกับทฤษฎีบทต่างๆ ที่ได้เรียนผ่านมาแล้วเท่าที่สามารถกระทำได้
 7. ศัพท์ทางเรขาคณิตครูผู้สอนควรนำมาใช้ให้ถูกต้อง
 8. ครูผู้สอนควรสนับสนุนผู้เรียนให้แสดงเนื้อหาสาระ โดยการเขียนรูป การสร้างและถ้อยคำเท่าที่เป็นไปได้
 9. ครูผู้สอนควรให้ผู้เรียนสรุปผลลัพธ์สุดท้ายด้วยตนเอง
- มานะ เอกจริยวงศ์ (2537: 4-8) กล่าวว่า การเรียนการสอนเรขาคณิตในระดับโรงเรียนควรมีจุดมุ่งหมายดังนี้
1. เพื่อให้ตระหนักถึงคุณค่าของเรขาคณิตว่ามีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตในโลกที่เป็นจริง
 2. เพื่อท้าทายความคิด ปลูกฝังความสามารถด้านปริภูมิ (Spatial Ability) และพัฒนาแบบความคิดทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Case of Mind)
 3. เพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงคณิตศาสตร์ มองเห็นความหมายและความสำคัญของการพิสูจน์
 4. เพื่อเชื่อมโยงแนวคิดทางเรขาคณิตกับคณิตศาสตร์แขนงอื่นๆ อันเป็นประโยชน์ต่อการแก้ปัญหา
- วรรณวิภา สุทธเกียรติ (2542: 26-27) กล่าวว่า การเรียนการสอนเรขาคณิตควรดำเนินการดังนี้
1. กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ของบทเรียนให้ชัดเจน
 2. ทบทวนความรู้ที่เป็นพื้นฐานเดิมของสิ่งที่จะเรียนต่อไป
 3. การสอนบทนิยาม ทฤษฎีบท และบทสร้าง ควรให้นักเรียนได้มีส่วนร่วม เช่น กำหนดกิจกรรมโดยใช้สื่อที่นักเรียนได้ปฏิบัติจนกระทั่งได้ข้อสรุปที่ต้องการ

4. จัดกิจกรรมที่เหมาะสมให้กับนักเรียน เพื่อให้เห็นแนวทางในการสรุปมโนทัศน์หรือแก้ปัญหาโจทย์ รวมทั้งสนับสนุนให้นักเรียนมีกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือ อภิปรายร่วมกันเพื่อหาข้อสรุปด้วย

5. การสอนมีทั้งการแสดงให้เห็น และเน้นการศึกษาด้วยตนเอง เพื่อให้นักเรียนเกิดการค้นพบ โดยแนะแนวทาง แล้วให้นักเรียนช่วยกันสรุปกฎเกณฑ์และสิ่งที่เห็นว่ามีค่าสำคัญ ซึ่งมีใบงานประกอบการเรียน

6. พัฒนาจินตนาการทางเรขาคณิตและเพิ่มพูนความรู้ โดยการยกปัญหาที่ท้าทาย ปัญหาในสถานการณ์ที่เป็นจริงหรือปัญหาที่แปลกใหม่ ให้นักเรียนค้นหาวิธีแก้ปัญหา

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวกับการเรียนการสอนเรขาคณิต สรุปได้ว่าการเรียนการสอนเรขาคณิตครูผู้สอนควรกำหนดกิจกรรมให้ท้าทายและเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเองเพื่อค้นพบสิ่งใหม่ๆ ซึ่งจะเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ เกิดความอยากรู้อยากเห็น และกิจกรรมเหล่านั้นควรมีการวางขั้นตอนให้เหมาะสม ซึ่งสอดคล้องกับ ศิริรัตน์ (ศิริรัตน์ อุปถัมภ์เกื้อกูล, 2547: 27) ที่กล่าวว่า เพื่อให้ผู้เรียนประสบความสำเร็จในการเรียน การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนจะเริ่มต้นจากสิ่งที่ย่อยไปยาก ครูควรเน้นกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ปฏิบัติสังเกต พูดยุติ แก้ปัญหาและแสดงเหตุผลทางคณิตศาสตร์ เพื่อเสริมสร้างความรู้ ความเข้าใจ และเพื่อให้เกิดมโนทัศน์ทางเรขาคณิต

เนื่องจากนักเรียนส่วนมากมีปัญหาไม่เข้าใจในการเรียนวิชาเรขาคณิต โดยเฉพาะการพิสูจน์ นักเรียนไม่สามารถพิสูจน์เรขาคณิตได้ จึงมีครูและนักคณิตศาสตร์หลายท่านได้พยายามศึกษาและค้นคว้าเพื่อแก้ปัญหาความไม่เข้าใจในการเรียนเรขาคณิต ในปีค.ศ. 1954 สามีและภรรยาชาวเนเธอร์แลนด์ เพียร์ แวน ฮีลี (Pierre Van Hiele) และไดนา แวน ฮีลี (Dina Van Hiele) ได้ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการรับรู้ทางเรขาคณิต เป็นผลให้ได้แวนฮีลีโมเดล หรือเป็นที่รู้จักกันโดยทั่วไปว่า ระดับชั้นของแวน ฮีลี เกี่ยวกับพัฒนาการทางความคิดทางเรขาคณิต (The van Hiele Level of Geometric Thought) ซึ่งเป็นระดับขั้นกระบวนการคิดในการเรียนเรขาคณิตโดยเริ่มจากง่ายไปหายาก ดังต่อไปนี้ (Crowley, 1987: 2-3)

ระดับ 0 ขั้นพื้นฐานหรือขั้นการมองเห็น (Visualization)

ระดับนี้นักเรียนรับรู้ว่ามีรูปเป็นสิ่งที่อยู่รอบตัว มโนทัศน์ทางเรขาคณิตต่างๆ รับรู้ในลักษณะภาพรวมมากกว่าแยกองค์ประกอบ หรือลักษณะของรูป เช่น เมื่อกำหนดรูปเรขาคณิตให้นักเรียนจะรับรู้ภาพรวมของรูปที่ปรากฏ ไม่สามารถแยกส่วนประกอบเป็นด้าน มุม หรือบอกสมบัติของรูปได้ นักเรียนที่มีความคิดในระดับนี้สามารถเรียนคำศัพท์ทางเรขาคณิต บอกชื่อรูปได้ เมื่อให้ดูรูปจะสร้างรูปคร่าวๆ ได้ ตัวอย่างเช่น เมื่อกำหนดรูปให้ นักเรียนสามารถบอกได้ว่ารูปกลุ่ม a เป็นรูปสี่เหลี่ยม

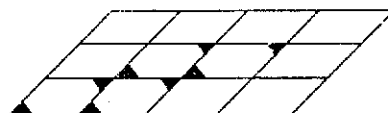
จัตุรัส และรูปกลุ่ม b เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า เพราะรูปนั้นมีลักษณะคล้ายรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสและรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่นักเรียนเคยเห็นมาก่อน นอกจากนี้เมื่อให้กระดานตะปูหรือกระดาษ นักเรียนจะสามารถคัดลอกรูปได้ แต่ไม่สามารถบอกได้ว่ารูปมีมุมเป็นมุมฉาก หรือด้านตรงข้ามขนานกัน



ภาพประกอบ 1 รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสและรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า

ระดับ 1 ขั้นการวิเคราะห์ (Analysis)

ระดับนี้ นักเรียนเริ่มมีการวิเคราะห์หมิ่นทัศนทางเรขาคณิต เช่น จากการสังเกต การทดลอง นักเรียนเริ่มเข้าใจเกี่ยวกับลักษณะเฉพาะของรูป ทำให้สามารถแยกรูปชนิดต่างๆ ได้ มองรูปทางเรขาคณิตแบบแยกส่วนประกอบได้ สามารถบอกได้ว่าเป็นรูปชนิดใด โดยการดูจากส่วนประกอบต่างๆ ของรูป เช่น เมื่อดูรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน ดังภาพ 2 สามารถบรรยายมุมที่เท่ากันได้ บอกได้ว่ามุมตรงข้ามของรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานมีขนาดเท่ากัน และเมื่อให้ตัวอย่างมากพอ นักเรียนสามารถบอกลักษณะทั่วไปของรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานได้ แต่ยังไม่สามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติได้ ยังไม่เห็นความสัมพันธ์ระหว่างรูปหนึ่งกับอีกรูปหนึ่ง และไม่เข้าใจบทนิยาม



ภาพประกอบ 2 รูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน

ระดับ 2 ขั้นการพิสูจน์แบบนิรนัยอย่างไม่มีแบบแผน (Information Deduction)

ระดับนี้ นักเรียนสามารถสร้างความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของรูปได้ ทั้งภายในรูป (เช่น ในรูปสี่เหลี่ยมที่มีด้านตรงข้ามขนานกัน 2 คู่ มุมตรงข้ามจะเท่ากัน) และระหว่างรูป (เช่น รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสเป็นรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากมีสมบัติต่างๆ ของสี่เหลี่ยมมุมฉากครบ) ดังนั้นนักเรียนสามารถสรุปสมบัติต่างๆ ของรูปได้ และสามารถแยกรูปต่างๆ ออกเป็นกลุ่มๆ ได้ตามสมบัติ สามารถเข้าใจบทนิยามได้เป็นอย่างดี สามารถติดตามการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการได้ และสามารถให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการได้ อย่างไรก็ตามนักเรียนในระดับนี้ยังไม่เข้าใจการนิรนัยโดยรวมและบทบาทของสัจพจน์ นักเรียนสามารถติดตามการให้เหตุผลอย่างเป็นทางการได้ แต่ไม่เข้าใจว่าการให้เหตุผลอาจสลับเปลี่ยนแนวได้ และไม่เข้าใจการพิสูจน์ที่เริ่มต้นจากสิ่งที่กำหนดให้ที่แตกต่างออกไปหรือไม่คุ้นเคย

ระดับ 3 ขั้นการพิสูจน์แบบนิรนัยอย่างมีแบบแผน (Formal Deduction)

ระดับนี้ นักเรียนเข้าใจบทบาทของการนิรนัยว่าเป็นแนวทางในการสร้างทฤษฎีต่างๆ ทางเรขาคณิตตามกรอบของระบบสัจพจน์ นักเรียนเห็นความสัมพันธ์ระหว่าง อนิยาม นิยาม สัจพจน์ ทฤษฎีบท และการพิสูจน์ นักเรียนไม่เพียงแต่จดจำการพิสูจน์ แต่ยังพิสูจน์เป็น เห็นความเป็นไปได้ที่จะหาวิธีพิสูจน์มากกว่า 1 วิธี เข้าใจเงื่อนไขที่จำเป็นและเพียงพอ เข้าใจความแตกต่างระหว่างทฤษฎีบทและบทกลับ

ระดับ 4 ขั้นการคิดขั้นสุดยอด (Rigor)

ระดับนี้ นักเรียนสามารถเข้าใจและสามารถเปรียบเทียบระบบสัจพจน์ที่แตกต่างกันได้ เข้าใจเรขาคณิตนอกกรอบยูคลิด สามารถมองเรขาคณิตในลักษณะที่เป็นนามธรรมได้

แวน ฮิลล์ ได้เสนอแนะลำดับขั้นวิธีสอนที่จะช่วยให้นักเรียนสามารถยกระดับความคิดทางเรขาคณิตจากขั้นหนึ่งไปอีกขั้นหนึ่ง (Crowley. 1987: 5-6; ลีพร ทิพย์คง. 2537: 270-271; ศิริรัตน์ อุปถัมภ์เกื้อกูล. 2547: 24-26) ไว้ดังนี้

1. การให้ข้อมูล (Information)

ขั้นนี้ครูและนักเรียนสนทนา และทำกิจกรรมร่วมกันเกี่ยวกับสิ่งที่จะเรียนในระดับนี้ มีการสังเกต ทบทวนมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้อง ถาม-ตอบ เช่น รูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนคืออะไร รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสคืออะไร รูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสใช่หรือไม่ รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสเป็นรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนใช่หรือไม่ ทำไมนักเรียนจึงกล่าวเช่นนั้น เป็นต้น จุดมุ่งหมายของกิจกรรมในขั้นนี้คือ เพื่อให้ครูรู้พื้นฐานเกี่ยวกับเรื่องที่จะเรียนของนักเรียน และนักเรียนจะได้รู้ตัวว่าจะเรียนหัวข้อใดและแนวทางของการเรียนในหัวข้อนี้เป็นอย่างไร

2. การแนะนำโดยตรง (Direct Orientation)

ขั้นนี้นักเรียนเริ่มศึกษาหัวข้อที่จะเรียนจากเอกสารหรือกิจกรรมที่ครูได้จัดลำดับไว้ กิจกรรมเหล่านี้จะแสดงให้เห็นลักษณะและโครงสร้างของสิ่งที่จะเรียนในระดับนี้ ดังนั้น เนื้อหาและกิจกรรมจะสั้นๆ เพื่อให้นักเรียนตอบคำถามเฉพาะอย่างไป เช่น ครูให้นักเรียนใช้กระดาษตะปูเพื่อสร้างรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนที่มีความยาวเส้นทแยงมุมเท่ากัน สร้างรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนที่มีลักษณะดังกล่าวดังแต่เล็กกว่า ใหญ่กว่า สร้างรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนที่มีมุมฉากสี่มุม มีมุมฉากสามมุม สองมุม หรือหนึ่งมุม ว่าสามารถทำได้หรือไม่ เป็นต้น

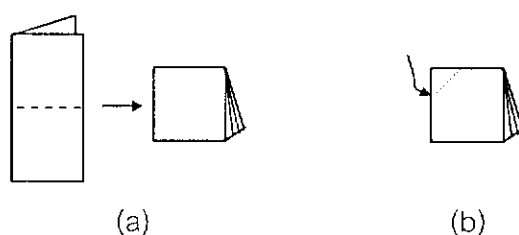
3. การแสดงความคิดเห็น (Explication)

ขั้นนี้นักเรียนจะสามารถแสดงความคิดเห็นและแลกเปลี่ยนความคิดหรือความเข้าใจเกี่ยวกับความสัมพันธ์ที่ได้จากการสังเกต บทบาทของครูในขั้นนี้จะน้อยลง ครูมีหน้าที่ช่วยให้นักเรียนใช้ภาษาได้อย่างถูกต้องเหมาะสม ในขั้นนี้ระบบความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ จะเกิดขึ้นและค่อยๆ ขัดขึ้น

ในกรณีของรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนนักเรียนจะสามารถอภิปรายกันเอง หรือกับครูว่าเป็นรูปใด มีสมบัติใด ความสัมพันธ์เป็นอย่างไร โดยสังเกตได้จากการทำกิจกรรม

4. การศึกษาอย่างอิสระ (Free Orientation)

ขั้นนี้ครูจะให้นักเรียนทำกิจกรรมหรืองานที่ซับซ้อนมากขึ้น เป็นกิจกรรมที่มีหลายขั้นตอน ทำได้หลายวิธี และบางครั้งเป็นกิจกรรมปลายเปิด นักเรียนต้องสร้างหรือหาวิธีการเอง นักเรียนจะได้ประสบการณ์ในการหาวิธีการของตนเองที่จะทำงานให้เสร็จ การทำเช่นนี้นำไปสู่การสำรวจและทำให้ความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ ที่เรียนชัดเจนมากขึ้น เช่น กิจกรรมให้นักเรียนพับกระดาษแผ่นหนึ่งแล้วพับครึ่งอีกครั้งหนึ่ง ดังภาพ (a) แล้วตัดมุม ดังภาพ (b)



ภาพประกอบ 3 ตัวอย่างกิจกรรมของการศึกษาอย่างอิสระ

ให้นักเรียนจินตนาการก่อนตัดว่าเมื่อคลี่กระดาษแล้วจะได้รูปใด ให้อธิบายคำตอบจะได้รูปใด ถ้าตัดเป็นมุม 30° , 40° เส้นทแยงมุมของรูปที่ตัดออกมาจะเป็นอย่างไร จุดตัดกันของเส้นทแยงมุมจะอยู่ที่ใด ทำไมพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนจึงเป็นครึ่งหนึ่งของผลคูณของเส้นทแยงมุม

5. การบูรณาการ (Integration)

ในขั้นนี้นักเรียนจะทบทวนและสรุปสิ่งที่ได้เรียนมาแล้ว เพื่อให้เห็นภาพรวมของความสัมพันธ์ของสิ่งที่เรียนไปแล้ว ครูมีหน้าที่ช่วยในการสังเคราะห์ภาพรวมที่ได้เรียนไปเพิ่มเติมแล้วให้สังเกต ในขั้นนี้จะไม่มีการเสนอสิ่งใหม่ จะมีการสรุปความเป็นมาของสมบัติเหล่านั้น

เมื่อจบชั้น 5 นักเรียนจะมีระดับการคิดขึ้นไปสู่ขั้นใหม่ ระดับการคิดใหม่จะไปปรับระดับความคิดเดิม นักเรียนก็พร้อมจะรับประสบการณ์เพื่อก้าวไปสู่ระดับความคิดถัดไป

นอกจากข้างต้นแล้วการจัดการเรียนการสอนซึ่งจะช่วยให้ นักเรียนสามารถยกระดับความคิดทางเรขาคณิต ตามระดับขั้นของแวน ฮีลี ได้ก็คือการนำซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตเข้ามาใช้เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ของนักเรียน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง 3 ระดับแรก ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของชอย (Choi, 1997: 406-A) ที่ได้ศึกษาเรื่องการเรียนรู้ทางเรขาคณิตของนักเรียนโดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตเป็นเครื่องมือ โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อสืบเสาะการพัฒนาคิดทางเรขาคณิตตามลำดับขั้นของแวน ฮีลี ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาโดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตเป็นเครื่องมือ ผลการวิจัยพบว่า

1. มีความสัมพันธ์กันระหว่างระดับชั้นของแวน ฮีลี กับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา
2. ระดับชั้นของแวน ฮีลี สามารถพัฒนาไปสู่การเรียนรู้แบบการสร้างภาพนามธรรมอย่างง่าย
3. การใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตช่วยให้การสร้างมีประสิทธิภาพ ช่วยในกระบวนการแก้ปัญหา ส่งเสริมความสนใจของนักเรียน ช่วยให้เรียนเรื่องที่ยากซับซ้อนได้ และประหยัดเวลาในการเรียนรู้

3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตสอนเรขาคณิต

3.1 การใช้คอมพิวเตอร์ในการเรียนการสอนเรขาคณิต

การพัฒนาทางด้านเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์มีความก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว โดยในปัจจุบันได้มีการนำคอมพิวเตอร์ไปใช้ในการเรียนการสอนมากขึ้น โดยการนำคอมพิวเตอร์ไปใช้ในการเรียนการสอนนี้มีประโยชน์สำคัญๆ ดังนี้ (ศรีศักดิ์ จามรมาน. 2535: 10)

1. ทำให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนการสอนมากขึ้น ทำให้มีความสนใจและกระตือรือร้นมากขึ้น
2. ทำให้นักเรียนสามารถเลือกวิธีเรียนได้หลายแบบ ทำให้ไม่เบื่อหน่าย
3. ทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจมากขึ้น ลดการท่องจำ
4. ทำให้ปรับปรุง เปลี่ยนแปลงการเรียนการสอนได้เหมาะสมกับความต้องการของนักเรียนแต่ละคน
5. ทำให้นักเรียนมีอิสระในการเรียน
6. ทำให้นักเรียนสามารถสรุปหลักการ เพื่อหาสาระของบทเรียนแต่ละบทได้สะดวกขึ้น

การพัฒนาบทเรียนทางคณิตศาสตร์ที่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยมี 3 ลักษณะ (วรรณวิภา สุทธเกียรติ. 2542: 28) คือ

1. พัฒนาบทเรียนโดยการสร้างด้วยโปรแกรมภาษาทางคอมพิวเตอร์ เช่น พัฒนาโดยใช้ภาษา Basic, Fortran, PASCAL, Visual C, Visual Basic, Maple เป็นต้น ปัญหาที่พบในกรณีนี้คือผู้พัฒนาต้องมีความรู้และประสบการณ์ทางคอมพิวเตอร์สูงและใช้เวลาในการพัฒนามาก
2. พัฒนาบทเรียนจากโปรแกรมบทเรียน (Authoring System) เช่น โปรแกรมไทยทัศน์ บนภาพกราฟิก มีรูปแบบตัวอักษรต่างๆ มีภาพสามมิติ ลดความยุ่งยากในการใช้คำสั่งต่างๆ นำเสนอเนื้อหา ตัวอย่างการคำนวณ การสร้างภาพและเสียงประกอบคำถาม และการฝึกปฏิบัติ แต่ปัญหาที่พบคือ ผู้พัฒนาส่วนมากจะสร้างบทเรียนสั้นๆ แต่การพัฒนาคุณภาพทางเรขาคณิตประกอบการคำนวณต้องใช้เวลามากและต้องมีความรู้เชื่อมโยงโปรแกรมเข้าด้วยกัน

3. พัฒนาจากโปรแกรมสำเร็จรูป ที่มีจำหน่ายทั่วไป ที่เหมาะสมกับงานแต่ละงาน เช่น Microsoft Excel เหมาะกับการคำนวณในลักษณะของแถวหรือหลัก Microsoft Word เหมาะกับการทำเอกสาร Mathematica Mathcad และ Matlab ทั้งสามโปรแกรมนี้นี้เหมาะกับการคำนวณทางคณิตศาสตร์ สามารถใช้ในแง่ของสัญลักษณ์ การเขียนกราฟและฟังก์ชัน การคำนวณของแคลคูลัสขั้นสูง

3.2 ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต

ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตเป็นซอฟต์แวร์ด้านเรขาคณิตซึ่งเน้นการสร้างรูปเรขาคณิตในลักษณะเดียวกับการใช้เส้นตรงและวงเวียน แต่มีลักษณะปฏิสัมพันธ์ ผู้ใช้สามารถสร้างรูปและเคลื่อนย้ายรูปได้ โดยการเคลื่อนย้ายจุดหรือย้ายเส้นนั้นสามารถทำได้โดยง่าย และการเคลื่อนย้ายจะยังคงรักษาสสมบัติที่ร่วมกันของรูปนั้นไว้เสมอ เช่น รูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วจะเคลื่อนย้ายจุดมุมในลักษณะใดก็ตามจะเป็นรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วเสมอ หรือจุดซึ่งอยู่บนส่วนของเส้นตรง การเคลื่อนย้ายจะยังคงรักษาสสมบัติของจุดบนส่วนของเส้นตรงนั้นเสมอ ทำให้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตเหมาะสำหรับการเรียนรู้เรขาคณิต โดยทดลองสร้างและสำรวจสมบัติหรือค้นหาความจริงในเชิงเรขาคณิตจากรูปหลายๆ ลักษณะ ซึ่งสอดคล้องกับลำดับขั้นการเรียนรู้สามขั้นแรกของแวน ฮีลี

ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตที่มีอยู่ในปัจจุบันมีสมบัติพื้นฐานของการสร้างและการเคลื่อนย้ายจุด เส้นตรง วงกลม มุม พร้อมทั้งเครื่องมืออำนวยความสะดวกเบื้องต้น เช่น ความยาว ขนาดมุม คล้ายคลึงกัน ซึ่งสามารถจำแนกตามลักษณะการเผยแพร่ได้ 2 ลักษณะ ดังนี้

1. ซอฟต์แวร์เชิงธุรกิจ อาทิเช่น

- 1.1) CABRI (<http://www.chartwell.york.ac.uk/cabri.html>)
- 1.2) GSP (<http://www.keypress.com/sketchpad/>)
- 1.3) CINDERELLA (<http://www.cinderella.de/tiki-index.php>)

2. ซอฟต์แวร์ที่ใช้และเผยแพร่โดยไม่เสียค่าใช้จ่าย อาทิเช่น

- 2.1) C.a.R. (<http://mathsrv.ku-eichstaett.de/MGF/homes/grothmann/java/zirkel/>)
- 2.2) KSEG (<http://www.mit.edu/~ibaran/kseg.html>)
- 2.3) WinGeom (<http://math.exeter.edu/rparris/winggeom.html>)
- 2.4) GeoGebra (<http://www.geogebra.at/>)

ผู้วิจัยเลือกใช้ซอฟต์แวร์ C.a.R. (Compass and Ruler) เป็นเครื่องมือในการวิจัยครั้งนี้ เนื่องจากเป็นโปรแกรมซึ่งอนุญาตให้ใช้และเผยแพร่ได้โดยไม่เสียค่าใช้จ่าย และมีสมบัติเบื้องต้นของซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตพอเพียง และสามารถเพิ่มเติมเครื่องมือโดยผู้ใช้ได้ด้วยการสร้างคำสั่ง

มาโคร (Macro) C.a.R. เป็นซอฟต์แวร์ที่พัฒนาขึ้นโดย ดร.เรอเน่ โกรธมันน์ (Dr. René Grothmann) ชาวเยอรมัน โดยมีวัตถุประสงค์สำหรับนักเรียนตั้งแต่ชั้นประถมศึกษาจนถึงระดับสูง รวมทั้งผู้ใหญ่ การใช้โปรแกรมสามารถใช้ได้ด้วยการคลิกเมาส์และลากเมาส์ หรือใช้คำสั่งเป็นข้อความโดยตรง นอกจากนี้ผู้สอนยังสามารถออกแบบการบ้านให้นักเรียนสร้าง โดยโปรแกรมจะแจ้งให้รู้เมื่อทำได้ถูกต้อง จุดเด่นอีกประการหนึ่งคือ สามารถนำเสนอในรูปแบบ HTML ได้สะดวกเนื่องจากเป็นโปรแกรมที่พัฒนาด้วยภาษา JAVA

3.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตสอนเรขาคณิต งานวิจัยในประเทศ

วรรณวิภา สุทธเกียรติ (2542: บทคัดย่อ) ได้พัฒนาบทเรียนเรขาคณิตที่ใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์ บทเรียนประกอบด้วยเนื้อหาเรขาคณิตที่เป็นพื้นฐานในการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ กิจกรรมการเรียนรู้มีลักษณะส่งเสริมให้นักเรียนคิดจินตนาการ เพิ่มพูนความรู้ทางเรขาคณิตด้วยการลงมือปฏิบัติเอง โดยการสำรวจ ตั้งข้อความคาดการณ์ และ สืบเสาะหาเหตุผลตามความเหมาะสมเพื่อตรวจสอบข้อความคาดการณ์ที่ตั้งไว้ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองตามขั้นตอนการพัฒนาบทเรียนเรขาคณิต ได้แก่ นักเรียนอาสาสมัครจำนวน 42 คน ซึ่งเป็นนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์ โรงเรียนสามเสนวิทยาลัย ปีการศึกษา 2542 ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนเรขาคณิตมีคุณภาพตามเกณฑ์การตัดสิน 70/70 ดังนั้นบทเรียนเรขาคณิตที่พัฒนาขึ้นสามารถทำให้นักเรียนเรียนบรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้ และมีลักษณะตามที่กำหนด

สุจิตรา มุสิกะเจริญ (2542: บทคัดย่อ) ได้เปรียบเทียบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องเส้นขนานและความคล้ายของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ระหว่างกลุ่มที่เรียนโดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตและไม่ใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต ผลการวิจัยพบว่า

1. นักเรียนที่เรียนโดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตมีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์แตกต่างจากนักเรียนที่เรียนโดยไม่ใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. นักเรียนที่เรียนโดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เรื่องเส้นขนานและความคล้าย แตกต่างจากนักเรียนที่เรียนโดยไม่ใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อรรถศาสตร์ นิมิตรพันธ์ (2542: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่องความเท่ากันทุกประการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตประกอบกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ 4 ชั้น ผลการวิจัยพบว่า

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตประกอบกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ 4 ชั้น มีความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องความเท่ากันทุกประการ ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ที่กำหนดไว้
2. นักเรียนที่มีระดับผลการเรียนทางคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ ที่มีความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องความเท่ากันทุกประการ ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ที่กำหนดไว้ มีร้อยละ 100, 63.64 และ 25 ตามลำดับ
3. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตประกอบกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ 4 ชั้น มีความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องความเท่ากันทุกประการ หลังการเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
4. นักเรียนที่มีระดับผลการเรียนทางคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ มีความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องความเท่ากันทุกประการ หลังเรียนเพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนคิดเป็นร้อยละเฉลี่ย 40.30, 30.00 และ 26.39 ตามลำดับ

งานวิจัยต่างประเทศ

ฟอเลททา (Foletta. 1995: 2311-A) ได้ศึกษาวิจัยผลของการสอนโดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตในการเรียนการสอนเรื่องการสำรวจพื้นที่โดยแบ่งเป็นรูปสามเหลี่ยมของนักเรียนเกรด 9 และ 10 รัฐโอไฮโอ สหรัฐอเมริกา ปี ค.ศ.1994 ผลการวิจัยพบว่า

1. การวาด การวัด หรือการสำรวจของนักเรียนจะเกิดการผลักดันและแนะนำจากครู
2. ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต เป็นเครื่องมือใหม่ของการเรียนรู้ทางเรขาคณิต นักเรียนใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตในส่วนที่เพิ่มเติมจากการใช้กระดาษและดินสอ
3. การสืบเสาะโดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตสำหรับนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำสามารถทำได้ดี แต่จะต้องมีขั้นตอนมากกว่า
4. นักเรียนสามารถตั้งข้อความคาดการณ์ได้ตั้งแต่เริ่มใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตในการสืบเสาะ

เฟอริงกิง (Frerking. 1995: 3772-A) ได้ศึกษาวิจัยความสัมพันธ์ระหว่างระดับชั้นของแวน ฮิลล์ ผลสัมฤทธิ์ทางการพิสูจน์และการตั้งข้อความคาดการณ์ในการเรียนโดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา ผู้วิจัยให้กลุ่มทดลองเรียนโดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต

ช่วยในการตั้งข้อความคาดการณ์สมบัติของรูปเรขาคณิต ส่วนกลุ่มควบคุมเรียนโดยการสอนแบบปกติ ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการตั้งข้อความคาดการณ์ และตรวจสอบข้อความคาดการณ์นั้น สัมพันธ์กับความสามารถในการพิสูจน์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรขาคณิตสัมพันธ์กับระดับชั้นของแวนฮิลล์

เลสเตอร์ (Lester. 1996: 2343-A) ได้ศึกษาวิจัยผลของการสอนโดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรขาคณิตของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย รัฐแคลิฟอร์เนีย สหรัฐอเมริกา ในปี ค.ศ.1996 ผู้วิจัยให้กลุ่มทดลอง เรียนโดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต ส่วนกลุ่มควบคุมเรียนตามปกติโดยใช้ไม้บรรทัด ดินสอ ไม้โปรแทรกเตอร์และวงเวียน ผลการวิจัยพบว่า ค่าเฉลี่ยของผลการสอบหลังเรียนเกี่ยวกับการตั้งข้อความคาดการณ์ทางเรขาคณิตของกลุ่มทดลอง สูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05

โยเซฟ (Yousif. 1997: 1631-A) ได้ศึกษาวิจัยผลของการใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตที่มีผลต่อเจตคติของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนเซาท์เวสต์เท็กซัส รัฐโอไฮโอ สหรัฐอเมริกา ผู้วิจัยให้กลุ่มทดลองเรียนด้วยกิจกรรมสำรวจโดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต ส่วนกลุ่มควบคุมเรียนด้วยกิจกรรมสำรวจโดยใช้กระดาษและดินสอ ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มทดลองมีเจตคติต่อวิชาเรขาคณิตสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เมลซาเรค (Melczarek. 1998: 2611-A) ได้ศึกษาวิจัยความสัมพันธ์ระหว่างเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ และการเรียนรู้ด้วยตนเอง (Self-directed learning) โดยมุ่งประเด็นศึกษาเฉพาะผลของกิจกรรมแก้ปัญหาโดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตที่มีต่อความพร้อมในการเรียนรู้ด้วยตนเอง และทัศนคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า การใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตมีความสัมพันธ์ทางบวกกับการเรียนรู้ด้วยตนเอง

บาฮาร์วานด์ (Baharvand. 2002: 552-A) ได้เปรียบเทียบผลการสอนเรขาคณิตระหว่างสอนโดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตเทียบกับการสอนของครูแบบปกติโดยใช้กระดาษ ดินสอ และครูเป็นผู้บรรยาย โดยกลุ่มควบคุมเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 26 คน ให้ได้รับการสอนของครูแบบปกติ และอีกกลุ่มเป็นกลุ่มทดลองซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 24 คน ให้เรียนด้วยเนื้อหาเดียวกับกลุ่มควบคุมแต่ใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตในการเรียน ผลการศึกษพบว่า นักเรียนซึ่งเรียนโดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตมีคะแนนการทำแบบทดสอบหลังการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับนัยสำคัญ .05 นอกจากนี้ยังพบว่า นักเรียนในกลุ่มทดลองมีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์/เรขาคณิตในทางบวก ซึ่งแสดงให้เห็นว่าซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการเรียนการสอนเรขาคณิตในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

มอสส์ (Moss, 2001: 4317-A) ได้ทำการวิจัยเพื่ออธิบายธรรมชาติของซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต ซึ่งใช้เป็นเครื่องมือในการสำรวจในวิชาเรขาคณิตสมัยใหม่ (Modern Geometry) สำหรับนักเรียนในระดับมหาวิทยาลัย โดยข้อมูลเก็บมาจากการสังเกตในห้องเรียน การสัมภาษณ์ผู้สอน หลักสูตรของนักเรียน แบบฝึกหัดเรขาคณิตที่ทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน และการใช้คอมพิวเตอร์ทั่วๆ ไป ผลการวิจัยพบว่า ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตไม่เพียงแต่พัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับเรขาคณิตเท่านั้น แต่ยังพัฒนาทักษะการใช้คอมพิวเตอร์ทั่วไปด้วย

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตสอนเรขาคณิตพบว่า ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตเป็นสิ่งที่เอื้อประโยชน์ต่อการเรียนการสอนเรขาคณิต ทั้งในการสำรวจ การตั้งข้อความคาดการณ์ และการตรวจสอบข้อความคาดการณ์ที่ตั้งไว้ รวมทั้งยังส่งผลให้เจตคติของผู้เรียนต่อวิชาคณิตศาสตร์เป็นไปในทางบวกด้วย ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงนำซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตเข้ามาใช้ในการเรียนการสอนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิต

4. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแปลงทางเรขาคณิต

4.1 การแปลงทางเรขาคณิต

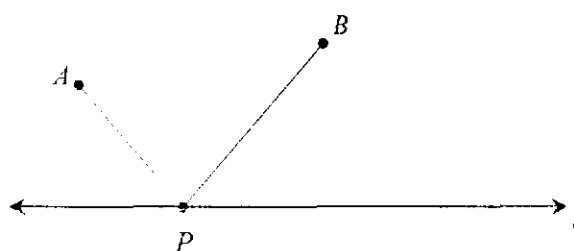
ในปี ค.ศ. 1960 นักคณิตกรรมในสหราชอาณาจักร ได้แนะนำถึงการเปลี่ยนแปลงทางเรขาคณิตว่าเป็นเรขาคณิตเคลื่อนไหว (Motion Geometry) โดยการใช้การหมุน การย้าย การสะท้อนกลับ การขยายตัว และการตัด และเมื่อพิจารณาดูโลกของเราจะเห็นว่าเครื่องจักรและเครื่องกลต่างๆ มีมากมาย เช่น การเลื่อนประตู แก้อັพพ์ และของใช้อื่นๆ ซึ่งการสร้างจะอาศัยหลักทางเรขาคณิต (อรพรรณ ดันบรรจง, 2543: 23-26)

การแปลงทางเรขาคณิตของรูปบนระนาบเป็นการจับคู่กันแบบหนึ่งต่อหนึ่งแบบทั่วถึง (One-to-one onto) ระหว่างจุดบนรูปต้นแบบกับจุดบนรูปที่ได้จากการแปลง การแปลงทางเรขาคณิตมีผลทำให้รูปที่ได้จากการแปลงมีหลายแบบ การแปลงอาจมีผลทำให้รูปที่ได้จากการแปลงยังคงลักษณะและความยาวระหว่างจุดต่างๆ เท่าเดิมเช่นเดียวกับรูปต้นแบบ หรือการแปลงอาจทำให้ระยะห่างระหว่างจุดต่างๆ บนรูปที่ได้จากการแปลงเปลี่ยนไป เรียกการแปลงที่ทำให้รูปจากการแปลงคงลักษณะและขนาดเช่นเดียวกับรูปต้นแบบว่าการแปลงแบบไอโซเมตรี (Isometry) การแปลงที่มีสมบัติเช่นนี้ได้แก่ การเลื่อนขนาน การสะท้อน การหมุน การสะท้อนแบบไกลด์ การแปลงประเภทที่ไม่รักษาระยะหรือความยาวบนรูปที่ได้จากการแปลงเรียกว่าการเปลี่ยนขนาด (Dilation) หรือการย่อและการขยายรูปหรือบางครั้งอาจเรียกว่าการคล้ายกัน

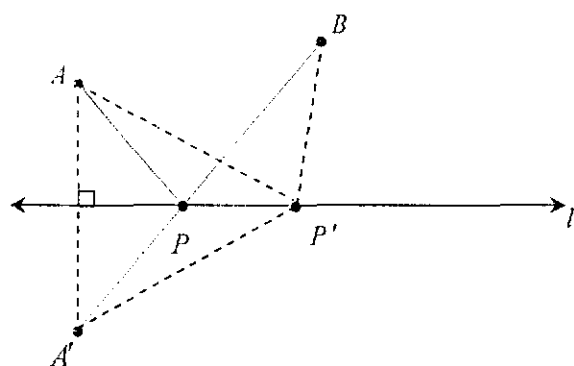
การแปลงทางเรขาคณิตในหลักสูตรการศึกษาระดับพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 เน้นการเปลี่ยนตำแหน่งของรูปเรขาคณิตที่ลักษณะและขนาดของรูปยังคงเดิม ซึ่งเป็นผลจากการเลื่อนขนาน

การสะท้อน หรือการหมุน โดยไม่กล่าวถึงสมการหรือสูตรที่แสดงความสัมพันธ์ในการแปลงนั้น
(จารุวรรณ แสงทอง, รัชนา รัตนานิคม และ วันดี ตีระสกุล. 2545: 1-16)

การแปลงทางเรขาคณิต เป็นวิชาที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการดำเนินชีวิต สามารถนำไปใช้
ประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ ตัวอย่างหนึ่งที่มีความเกี่ยวข้องกับชีวิตจริงที่ใช้ความรู้เรื่องการแปลง
ทางเรขาคณิตมาช่วยในการแก้ปัญหา คือ บ้าน A และ B ต้องการต่อสายเคเบิลทีวีจากเส้น l โดยที่
จุดเชื่อมต่อของทั้งสองบ้านอยู่ที่จุด P จงหาตำแหน่งของ P ที่ทำให้ $AP + PB$ สั้นที่สุด (Musser,
Burger & Peterson. 2000: 780; สุกัญญา ยีกา. 2545: 3)



จากตัวอย่างข้างต้น จะเห็นว่าสามารถแก้ปัญหาดังกล่าวได้โดยใช้ความรู้เรื่องการสะท้อน ดังนี้



สะท้อนจุด A ด้วยเส้นสะท้อน l จะได้จุด A' ดังรูป

ลาก $\overline{A'B}$ ตัดกับ l เป็นจุด P

พิจารณาที่จุด P' ซึ่งเป็นจุดใดๆ บน l ที่ไม่ใช่จุด P

ลาก $\overline{AP'}$, $\overline{P'A'}$ และ $\overline{P'B}$ ดังรูป

พิจารณา $\triangle A'BP'$ พบว่า $A'P' + P'B > A'B$ หรือ $A'P' + P'B > AP + PB$

จากสมบัติการสะท้อนจะได้ $AP = A'P$ และ $AP' = A'P'$

ดังนั้น จาก $A'P' + P'B > A'P + PB$ จะได้

$AP' + P'B > AP + PB$ นั่นคือ $AP + PB$ เป็นระยะที่สั้นที่สุด

จากตัวอย่างข้างต้นจะพบว่า หากนักเรียนมีความรู้เกี่ยวกับการแปลงทางเรขาคณิตจะทำให้ นักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้โดยง่าย นอกจากนี้การแปลงทางเรขาคณิตยังสามารถนำไปประยุกต์ สร้างสรรค์งานศิลปะที่จะส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ได้อีกวิธีหนึ่ง

4.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแปลงทางเรขาคณิต

งานวิจัยในประเทศ

โชคชัย ศักดิ์ศรี (2516: 21) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาการแปลงทางเรขาคณิตของ นักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย โดยมีจุดมุ่งหมายของการวิจัยเพื่อศึกษาว่านักเรียนชั้น ประถมศึกษาตอนปลายสามารถเรียนวิชาการแปลงทางเรขาคณิตได้หรือไม่และศึกษาว่านักเรียนชั้นใด เรียนได้ผลดีที่สุด กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5-7 เนื้อหาวิชาการแปลงทาง เรขาคณิตประกอบด้วยความหมายของการแปลง ชนิดของการแปลง 3 ชนิด ได้แก่ การเลื่อนขนาน การสะท้อน การหมุน และชุดแผนภาพบางชุดซึ่งถูกปิดโดยการแปลง ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 5 และชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ไม่สามารถเรียนวิชาการแปลงทางเรขาคณิตตามเนื้อหา ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นได้ ส่วนนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 สามารถเรียนวิชาการแปลงทางเรขาคณิตตาม เนื้อหาที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นได้ และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 7 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการแปลง ทางเรขาคณิตสูงกว่านักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และ 6 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ นัยสำคัญ .05

วิทยา รุ่งอรุณพิศาล (2517: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาการแปลงทาง เรขาคณิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น จุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาว่านักเรียนในระดับมัธยมศึกษา ตอนต้น (มัธยมศึกษาปีที่ 1-3) สามารถเรียนวิชาการแปลงทางเรขาคณิตเบื้องต้นได้หรือไม่ และศึกษา ว่าควรเริ่มสอนวิชาการแปลงทางเรขาคณิตเบื้องต้นตั้งแต่ชั้นใด และเสนอแนะเกี่ยวกับการสอนวิชาการ แปลงทางเรขาคณิตเบื้องต้นในโรงเรียน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3 ชั้นละ 40 คน รวมนักเรียนทั้งหมด 120 คน เนื้อหาวิชาการแปลงทางเรขาคณิตเบื้องต้นประกอบด้วย 5 หัวข้อ คือ ระบบแกนมุมฉาก การเลื่อน การสะท้อน การหมุน และการแปลงที่สัมพันธ์กับเรื่องอื่นๆ ผลการศึกษา พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2-3 สามารถเรียนวิชาการแปลงทางเรขาคณิตเบื้องต้นได้ นักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาการแปลงทางเรขาคณิตเบื้องต้นสูงกว่านักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และ 2 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาการแปลงทางเรขาคณิตเบื้องต้น แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ

สุกัญญา ยีกา (2545: บทคัดย่อ) ได้ทำวิจัยโดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อสร้างชุดการเรียนการสอน เรื่องการแปลงทางเรขาคณิตสำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 6 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์

70/70 พร้อมทั้งศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิตของนักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 40 คน ผลการวิจัยพบว่า ร้อยละของค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนเป็น 71.09 และร้อยละของค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิตเป็น 70.17 ดังนั้นค่า E_1/E_2 เป็น 71.09/70.17 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ และนักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 6 สามารถสอบผ่านเกณฑ์การเรียนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิตมากกว่าร้อยละ 50 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ที่ระดับนัยสำคัญ .01

ธีรศักดิ์ ฉลาดการณ์ (2548: บทคัดย่อ) ได้ทำวิจัยโดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อ

1. สร้างบทเรียนเรื่องความเท่ากันทุกประการโดยใช้การแปลงทางเรขาคณิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
2. ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรขาคณิตเรื่องความเท่ากันทุกประการโดยใช้การแปลงทางเรขาคณิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยใช้บทเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น
3. ศึกษาเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังจากการเรียนเรื่องความเท่ากันทุกประการโดยใช้การแปลงทางเรขาคณิต

ผลการวิจัยพบว่า

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยบทเรียนเรื่องความเท่ากันทุกประการโดยใช้การแปลงทางเรขาคณิต สามารถสอบผ่านเกณฑ์การเรียนเรื่องความเท่ากันทุกประการโดยใช้การแปลงทางเรขาคณิตได้มากกว่าร้อยละ 50 ขึ้นไปของนักเรียนทั้งหมด ที่ระดับนัยสำคัญ .01 ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีความสามารถในการเรียนเรื่องความเท่ากันทุกประการโดยใช้การแปลงทางเรขาคณิตที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

วัฒนศิริ ชมหมู่ (2548: บทคัดย่อ) ได้ทำวิจัยโดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนามาตรฐานการเรียนปฏิบัติการเรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 พร้อมทั้งศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยใช้บทเรียนปฏิบัติการ ผลการวิจัยพบว่า

1. ประสิทธิภาพของบทเรียนปฏิบัติการเรื่องการแปลงทางเรขาคณิตมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ 80/80
2. คะแนนเฉลี่ย ($\bar{X}$ = 24.40) ของความสามารถในการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 50 ของคะแนนเต็ม 30 คะแนน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

งานวิจัยต่างประเทศ

วิลลิฟอร์ด (Williford. 1971: 6462-A) ได้ทดลองสอนวิชาการแปลงทางเรขาคณิต เรื่องการเคลื่อนที่ของแผนภาพสามมิติและการเท่ากันทุกประการกับนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 2-3 จำนวน 63 คน ซึ่งได้ทดสอบด้วยแบบทดสอบด้านทักษะและการนำไปใช้ภายหลังการสอน ผลการทดลองพบว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2-3 สามารถเรียนวิชาการแปลงทางเรขาคณิตตามเนื้อหาที่นำไปทดลองสอนได้ โดยมีผลสัมฤทธิ์ในด้านทักษะสูงกว่าด้านการนำไปใช้

อลสัน (Olson. 1971: 5944-A) ได้ทดลองสอนวิชาเรขาคณิตระนาบโดยใช้การแปลงกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย แบบเรียนที่อลสันสร้างขึ้นบรรจุเนื้อหาวิชาเรขาคณิตของยุคลิดแต่อธิบายโดยอาศัยหลักของการแปลง เนื้อหาประกอบด้วย การตั้งฉาก การขนาน การเท่ากัน ทุกประการของรูปสามเหลี่ยม และการแปลงบางหัวข้อที่สามารถแสดงในรูปโครงสร้างทางพีชคณิต ซึ่งปรับปรุงมาจากเนื้อหาในหนังสือ Plane Geometry and Its Groups ของ Guggenheimer วิธีการที่ใช้ประกอบการสอนมีดังนี้

1. ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดทุกครั้งที่นักเรียนเรียนบทเรียนจบบท
2. ใช้เครื่องฉายภาพโปรเจกเตอร์ประกอบการสอน
3. ครูให้คำแนะนำแก่นักเรียน

ผลการทดลองสรุปได้ว่า นักเรียนชายและนักเรียนหญิงเข้าใจเนื้อหาวิชาตามแบบเรียนที่สร้างขึ้นไม่แตกต่างกัน นักเรียนที่มีความสามารถในระดับสูงให้ความสนใจอุปกรณ์การสอนมากกว่านักเรียนที่มีความสามารถในระดับต่ำ

โซลไฮม์ (Solheim. 1971: 3165-A) ได้เปรียบเทียบการสอนวิชาเรขาคณิตในชั้นมัธยมศึกษา ระหว่างการใช้วิธีสอนแบบเก่ากับการใช้วิธีการแปลง ผลปรากฏว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยวิธีการแปลง มีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาเรขาคณิตไม่แตกต่างจากนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบเก่า แต่เจตคติของนักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยการใช้วิธีการแปลงต่อวิชาคณิตศาสตร์เปลี่ยนไปในทางบวก

สเตฟเฟินสัน (Stephenson. 1972: 962-A) ได้เสนอแนะว่า ควรบรรจุเรื่องการแปลงให้เป็นศูนย์กลางของหลักสูตรวิชาคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา และควรใช้เวกเตอร์เชื่อมโยงวิชาเรขาคณิตและวิชาพีชคณิตเข้าด้วยกัน เนื้อเรื่องที่สอนสามารถสอนด้วยการแปลงและเวกเตอร์ได้ คือ การเรียงลำดับ ระยะทาง การแบ่งแยก (Separation) การเท่ากันทุกประการ การขนานกัน และการคล้ายกัน ตลอดจนทฤษฎีบทในวิชาเรขาคณิตตามแบบของยุคลิดด้วย

ฮาร์เปอร์ (Harper. 2002: 3326-A) ได้ศึกษาการเพิ่มความรู้เกี่ยวกับการแปลงทางเรขาคณิตของครูประจำการ โดยมีจุดมุ่งหมายของการศึกษาคือ

1. ครูประจำการมีความรู้เกี่ยวกับการแปลงทางเรขาคณิต
2. ศึกษาการแสดงผลสัมพัทธ์ของครูประจำการเมื่อใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต
3. ศึกษาการเปลี่ยนแปลงความรู้เรื่องการแปลงทางเรขาคณิตของครูที่เกิดขึ้นระหว่าง

และหลังจากการสอนโดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต

ผลการศึกษาพบว่า ผู้เข้าร่วมสามารถสร้างภาพที่เกิดจากการสะท้อนและหาเส้นสะท้อนโดยอาศัยสมบัติของการสะท้อนได้ ผู้เข้าร่วมที่มีความรู้มาก ๆ จะใช้वेक्टरแทนทิศทางและขนาดในการเลื่อนขนาน ผู้เข้าร่วมสามารถบอกจุดหมุนและขนาดของมุมเมื่อกำหนดรูปต้นแบบและภาพมาให้ได้ ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตตอบสนองได้ทันทีซึ่งช่วยให้ผู้เข้าร่วมสามารถตั้งข้อความคาดการณ์ ตรวจสอบและแก้ไขคำตอบได้

ฟลานาแกน (Flanagan, 2002: 2366-A) ได้ศึกษาวิจัยโดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายเกี่ยวกับการแปลงทางเรขาคณิตซึ่งประกอบด้วยเรื่องการเลื่อนขนาน การสะท้อน การหมุน และการเปลี่ยนขนาด เมื่อผู้สอนใช้เทคโนโลยีเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ เช่น คอมพิวเตอร์และเครื่องคำนวณ TI-92 โดยที่การวิเคราะห์แรกจะมุ่งไปที่ความเข้าใจเกี่ยวกับการแปลงทางเรขาคณิตของนักเรียน และการวิเคราะห์ในส่วนที่สองจะมุ่งไปที่วิธีการที่นักเรียนใช้และอธิบายเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์และเครื่องคำนวณ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีความเข้าใจอย่างลึกซึ้งซึ่งเกี่ยวกับการแปลง และการใช้คอมพิวเตอร์มาเป็นสื่อกลางในการเรียนนั้นพบว่าความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับการแปลงมีความสัมพันธ์กับความเข้าใจในเครื่องมือและความเข้าใจในวิชาคณิตศาสตร์

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแปลงทางเรขาคณิต พบว่ามีผู้สนใจนำเนื้อหาการแปลงทางเรขาคณิตมาศึกษาว่าควรบรรจุเนื้อหาเรื่องนี้ไว้ในหลักสูตรหรือไม่ และควรบรรจุไว้ในระดับชั้นใด ซึ่งในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2544 ของประเทศไทย ได้บรรจุเนื้อหาเรื่องการแปลงทางเรขาคณิตไว้ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (ช่วงชั้นที่ 3) โดยมีเนื้อหาประกอบด้วยการสะท้อน การเลื่อนขนาน และการหมุน รวมทั้งในงานวิจัยต่างๆ ข้างต้นได้มีการนำวิธีการสอนต่างๆ เข้ามาใช้ในการเรียนการสอนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิต เช่น บทเรียนปฏิบัติการ หรือจะเป็นการนำคอมพิวเตอร์หรือเครื่องคำนวณ TI-92 มาใช้ในการสอน เป็นต้น ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะสร้างกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. การกำหนดประชากรและการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง
2. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การจัดกระทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

การกำหนดประชากรและการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนศึกษานารี เขตธนบุรี กรุงเทพมหานคร

การเลือกกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนศึกษานารี เขตธนบุรี กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2548 โดยการสุ่มแบบเกาะกลุ่ม (Cluster Random Sampling) จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 57 คน จากนักเรียนทั้งหมด 12 ห้องเรียน จำนวน 680 คน โดยที่โรงเรียนจัดห้องเรียนแบบลดความสามารถของนักเรียนที่มีการเรียนระดับเก่ง ปานกลาง และอ่อน อยู่ในห้องเดียวกัน

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย กิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พร้อมทั้งคู่มือการใช้กิจกรรมการเรียนการสอน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิต และแบบวัดความพึงพอใจของนักเรียน ซึ่งมีรายละเอียดการดำเนินการ ดังนี้

กิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิตโดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต

กิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต มีขั้นตอนในการสร้างดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 การเตรียมงานด้านวิชาการ

1. ศึกษาหลักการ มาตรฐานการเรียนรู้ และมาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 3 (มัธยมศึกษาปีที่ 1-3) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544

2. ศึกษาเนื้อหาเรื่องการแปลงทางเรขาคณิตจากหนังสือต่อไปนี้

2.1 หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐาน คณิตศาสตร์ เล่ม 1 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (กระทรวงศึกษาธิการ. 2547)

2.2 หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม คณิตศาสตร์ เล่ม 1 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (กระทรวงศึกษาธิการ. 2547)

2.3 ปฏิรูปกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์: การแปลงทางเรขาคณิต (สุวัฒนา เขี่ยมมอรพวรรณ; และ ชยุดม ภิรมย์สมบัติ. 2546)

2.4 Geometry (Ray C. Jurgensen; Richard G. Brown; & John W. Jergensen. 1965)

2.5 Geometry: An Investigate Approach (Phares G. O' Daffer ;& Stanley R. Clemens. 1975)

2.6 Geometry (Kenneth J. Travers; Leroy C. Dalton; & Katherine P. Layton. 1987)

3. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างกิจกรรมการเรียนการสอน เรื่องการแปลงทางเรขาคณิต และคู่มือการใช้กิจกรรมการเรียนการสอน

4. กำหนดเนื้อหา ความคิดรวบยอด และผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง เรื่องการแปลงทางเรขาคณิตสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยผู้วิจัยได้กำหนดเนื้อหาขึ้น 4 หน่วยการเรียนรู้ ใช้เวลาในการสอนทั้งหมด 12 คาบ ได้แก่

4.1 การสะท้อน	3 คาบ
4.2 การเลื่อนขนาน	3 คาบ
4.3 การหมุน	3 คาบ
4.4 การประยุกต์	3 คาบ

ขั้นที่ 2 การสร้างกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้

ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต และคู่มือการใช้กิจกรรมการเรียนการสอน

1. กำหนดกรอบเนื้อหาและรูปแบบกิจกรรมการเรียนการสอน โดยแบ่งออกเป็น 4 หน่วยการเรียนรู้ ซึ่งมีรายละเอียดของเนื้อหาในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ ดังนี้

1.1 การสะท้อน 3 คาบ

คาบที่ 1 ความหมายและสมบัติของการสะท้อน

คาบที่ 2 หาภาพจากการสะท้อนและหาเส้นสะท้อนบนระนาบ

คาบที่ 3 การสะท้อนในระบบพิกัดฉาก

1.2 การเลื่อนขนาน 3 คาบ

คาบที่ 1 ความหมายและสมบัติของการเลื่อนขนาน

คาบที่ 2 หาภาพจากการเลื่อนขนานและหาเวกเตอร์

ของการเลื่อนขนานบนระนาบ

คาบที่ 3 การเลื่อนขนานในระบบพิกัดฉาก

1.3 การหมุน 3 คาบ

คาบที่ 1 ความหมายและสมบัติของการหมุน

คาบที่ 2 หาภาพจากการหมุน และหาจุดหมุน

ขนาดของมุมและทิศทางของการหมุนบนระนาบ

คาบที่ 3 การหมุนในระบบพิกัดฉาก

1.4 การประยุกต์ 3 คาบ

คาบที่ 1 การสะท้อนกับการเลื่อนขนาน

การสะท้อนกับการหมุน

คาบที่ 2-3 การสะท้อนแบบไกลด์ และการประยุกต์

โดยใช้การเลื่อนขนาน การสะท้อน การหมุน

2. จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องการแปลงทางเรขาคณิตโดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิต

แบบพลวัตประกอบด้วย

2.1 ชื่อเรื่อง

2.2 เวลาที่ใช้

2.3 สาระสำคัญ

2.4 จุดประสงค์การเรียนรู้

2.5 สาระการเรียนรู้

2.6 สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้ ประกอบด้วย

2.6.1 แฟ้มคำสั่ง

2.6.2 ใบกิจกรรม

2.7 กิจกรรมการเรียนรู้ มีขั้นตอนดังนี้

2.7.1 ครูแนะนำเข้าบทเรียน

2.7.2 ให้นักเรียนปฏิบัติตามใบกิจกรรม โดยนักเรียนใช้คอมพิวเตอร์ 1 คนต่อ

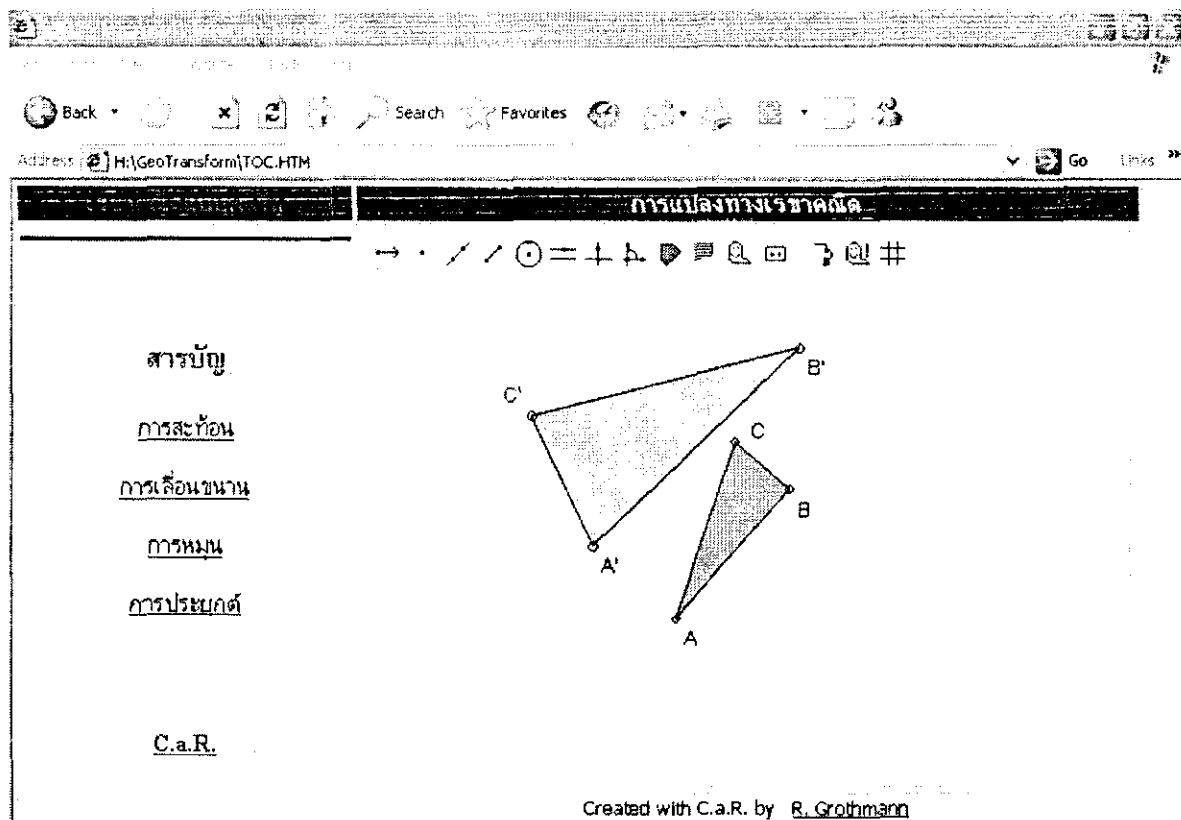
1 เครื่อง

2.7.3 อภิปรายและสรุปผลการเรียนรู้

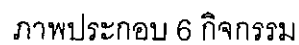
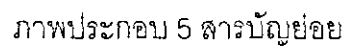
2.8 การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้

โดยลักษณะกิจกรรมโดยทั่วไปในแผนการจัดการเรียนรู้แต่ละชั่วโมงจะเป็นกิจกรรมที่ใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตในการเรียนรู้ ซึ่งผู้วิจัยได้จัดทำกิจกรรมที่ใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตในรูปแบบของ HTML เพื่อให้เกิดความสะดวกในการเรียกใช้ในแต่ละกิจกรรม โดยมีโครงสร้างดังนี้

1. สารบัญหลัก
2. สารบัญย่อย
3. กิจกรรม (ดังภาพประกอบ 4-6)



ภาพประกอบ 4 สารบัญหลัก



นอกจากนี้ในการสร้างกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิตโดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตมีวิธีการกำหนดการประเมินผลนักเรียน ดังนี้

1. การประเมินผลระหว่างเรียน ครูประเมินจากการแสดงแนวคิด และคำตอบของนักเรียน โดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตในการปฏิบัติกิจกรรม จากใบกิจกรรม มีน้ำหนักคะแนนคิดเป็นร้อยละ 20 ของคะแนนทั้งหมด
2. การประเมินผลหลังเรียน ครูประเมินจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิตที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีน้ำหนักของคะแนนคิดเป็นร้อยละ 80 ของคะแนนทั้งหมด
3. นำกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิตโดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่อคณะกรรมการควบคุมปริญญาโทและคุณวุฒิในการสอนคณิตศาสตร์ 3 ท่าน ตรวจสอบแก้ไขปรับปรุง เพื่อพิจารณาความเหมาะสม และชี้แนะข้อบกพร่องพร้อมทั้งข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแก้ไข
4. นำกิจกรรมการเรียนการสอนที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของคณะกรรมการควบคุมปริญญาโทและคุณวุฒิในการสอนคณิตศาสตร์แล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียน ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างนอกเวลาเรียนปกติ จำนวน 10 คน โดยนักเรียนใช้คอมพิวเตอร์ 1 คนต่อ 1 เครื่อง
5. สร้างคู่มือการใช้กิจกรรมการเรียนการสอนสำหรับครูและนักเรียนเพื่อเป็นแนวทางในการใช้กิจกรรมการเรียนการสอนที่ถูกต้องและมีประสิทธิภาพ
6. นำคู่มือการใช้กิจกรรมการเรียนการสอนที่สร้างขึ้นเสนอต่อคณะกรรมการควบคุมปริญญาโทและคุณวุฒิที่มีประสบการณ์ ตรวจสอบความเหมาะสมของคู่มือการใช้กิจกรรมการเรียนการสอน
7. นำคู่มือการใช้กิจกรรมการเรียนการสอนที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของคณะกรรมการควบคุมปริญญาโทและคุณวุฒิที่มีประสบการณ์ ไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นกลุ่มเดียวกับที่ใช้ทดลองกิจกรรมการเรียนการสอน
8. นำกิจกรรมการเรียนการสอนและคู่มือการใช้กิจกรรมการเรียนการสอนจากข้อ 4 และข้อ 7 มาปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่อง และนำไปเสนอต่อคณะกรรมการควบคุมปริญญาโทและคุณวุฒิตรวจสอบ
9. นำกิจกรรมการเรียนการสอนและคู่มือการใช้กิจกรรมการเรียนการสอนไปใช้ในการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป ทั้งนี้โดยก่อนการทดลองจะฝึกการใช้เครื่องมือในซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตนอกเวลาเรียนปกติ 1 ชั่วโมง

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิต

แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิต เป็นแบบทดสอบที่ใช้หลังการเรียนการสอน ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอน ต่อไปนี้

1. ศึกษาทฤษฎีและหลักการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากหนังสือเทคนิคการเขียนข้อสอบของชวาล แพรัตกุล (2520: 1-40) การวัด การวิเคราะห์ และการประเมินผลทางการศึกษาเบื้องต้น ของกังวล เทียนกันท์เทศน์ (2540: 92-112) และเทคนิคการวัดผลการเรียนรู้ของล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2543: 196-198)

2. วิเคราะห์เนื้อหาสาระสำคัญ และจุดประสงค์การเรียนรู้ ของเนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง เพื่อใช้ในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการเรียนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิต

3. สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการเรียนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิตตามจุดประสงค์การเรียนรู้เป็นแบบทดสอบอัตนัยจำนวน 5 ข้อ และเป็นแบบทดสอบปรนัยเลือกคำตอบชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 50 ข้อ ให้ครอบคลุมเนื้อหาและจุดประสงค์ตามที่กำหนด

4. นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเสนอต่อคณะกรรมการควบคุมปริญญาโทและผู้เชี่ยวชาญการสอนคณิตศาสตร์ 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา โดยพิจารณาว่าแบบทดสอบที่สร้างขึ้นสอดคล้องกับเนื้อหา และจุดประสงค์การเรียนรู้หรือไม่ โดยใช้เกณฑ์การพิจารณาดังนี้

คะแนน +1 สำหรับข้อสอบที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

คะแนน 0 สำหรับข้อสอบที่ไม่แน่ใจว่าสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

คะแนน -1 สำหรับข้อสอบที่ไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

5. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิตที่ได้รับการตรวจสอบจากคณะกรรมการควบคุมปริญญาโทและผู้เชี่ยวชาญการสอนคณิตศาสตร์มาคำนวณหาค่า IOC แล้วคัดเลือกข้อสอบที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป โดยเลือกแบบทดสอบอัตนัยจำนวน 5 ข้อและแบบทดสอบปรนัยจำนวน 40 ข้อ

6. นำแบบทดสอบไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักเรียนกลุ่มเดียวกับที่ใช้ในการทดลองกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิตโดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต

7. วิเคราะห์แบบทดสอบ โดยนำแบบทดสอบที่ได้จากการสอบในข้อ 6 มาตรวจให้คะแนนดังนี้

แบบทดสอบอัตนัยข้อละ 3 คะแนน โดยใช้เกณฑ์ในการตรวจให้คะแนน ดังนี้

- ขั้นตอนการสร้างถูกต้อง 2 คะแนน

- คำตอบถูกต้อง

1

คะแนน

แบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก มีเกณฑ์ให้คะแนนในแต่ละข้อดังต่อไปนี้ ข้อที่ตอบถูกต้องให้ 1 คะแนน ข้อที่ตอบผิด ไม่ตอบหรือตอบเกิน 1 ตัวเลือก ให้ 0 คะแนน

8. นำคะแนนที่ได้จากข้อ 7 มาวิเคราะห์หาความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) คัดเลือกข้อที่มีความยากง่ายตั้งแต่ .20 ถึง .80 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้นไป โดยเลือกแบบทดสอบ อัตนัยจำนวน 3 ข้อ และแบบทดสอบปรนัยจำนวน 30 ข้อ

9. นำแบบทดสอบที่ผ่านการคัดเลือกในข้อ 8 มาคำนวณเพื่อหาค่าความเชื่อมั่น สำหรับแบบทดสอบปรนัยใช้สูตร KR – 20 ของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder Richardson 20) และแบบทดสอบอัตนัยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient) ของครอนบัค (Cronbach)

10. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิต ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

แบบวัดความพึงพอใจของนักเรียน

แบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนหลังจากเรียนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต จำนวน 20 ข้อ ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการสร้างตามขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาวิธีการสร้างแบบวัดความพึงพอใจจากเอกสาร ตำราที่เกี่ยวข้องกับวิธีการและหลักการสร้างแบบวัดความพึงพอใจ แล้วกำหนดแนวทางในการออกแบบวัดความพึงพอใจตามวิธีการของลิเคอร์ท (Likert)

2. สร้างแบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนต่อการเรียนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต จำนวน 30 ข้อ โดยปรับปรุงจากแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนของวิภาวดี วงศ์เลิศ (2544: 135-136) และวนิสา นิรมาน (2545: 160-163) ลักษณะของแบบวัดความพึงพอใจเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ซึ่งมี 5 ระดับ และข้อความเป็นข้อความทางบวกและทางลบ จึงให้คะแนนดังนี้

เกณฑ์การตรวจให้คะแนน

ในกรณีข้อความมีความหมายทางบวก (Positive) กำหนดคะแนนแต่ละความพึงพอใจ ดังนี้

มากที่สุด	ให้คะแนน	5	คะแนน
มาก	ให้คะแนน	4	คะแนน
ปานกลาง	ให้คะแนน	3	คะแนน
น้อย	ให้คะแนน	2	คะแนน

น้อยที่สุด	ให้คะแนน	1	คะแนน
ในกรณีข้อความมีความหมายทางลบ (Negative) กำหนดคะแนนแต่ละความพึงพอใจ ดังนี้			
มากที่สุด	ให้คะแนน	1	คะแนน
มาก	ให้คะแนน	2	คะแนน
ปานกลาง	ให้คะแนน	3	คะแนน
น้อย	ให้คะแนน	4	คะแนน
น้อยที่สุด	ให้คะแนน	5	คะแนน

3. นำแบบวัดความพึงพอใจที่สร้างขึ้นจำนวน 30 ข้อ ไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความถูกต้องและความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง (Construct Validity) ตลอดจนความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ โดยใช้เกณฑ์การพิจารณาดังนี้
 - คะแนน +1 สำหรับแบบวัดข้อที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้
 - คะแนน 0 สำหรับแบบวัดข้อที่ไม่แน่ใจว่าสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้
 - คะแนน -1 สำหรับแบบวัดข้อที่ไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้
4. นำแบบวัดความพึงพอใจที่ได้รับการตรวจจากผู้เชี่ยวชาญมาคำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบวัดกับจุดประสงค์ IOC (Index of Item – Objective Congruence) เลือกแบบวัดข้อที่มีค่า IOC ได้ค่าระหว่าง 0.66-1 ไว้จำนวน 20 ข้อ
5. นำแบบวัดความพึงพอใจที่ได้ปรับปรุงแก้ไขแล้วจากข้อ 4 ไปทดสอบใช้กับนักเรียน ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นกลุ่มเดียวกับที่ใช้ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
6. นำผลที่ได้จากข้อ 5. มาหาความเชื่อมั่นของแบบวัดความพึงพอใจ โดยใช้วิธีหาสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient) ของครอนบัค (Cronbach)
7. นำแบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนในการเรียนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ผู้วิจัยทำการสอนนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้กิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยใช้เวลาสอนตามตารางสอนปกติ สัปดาห์ละ 3 คาบ จำนวน 4 สัปดาห์ รวมเป็น 12 คาบ สำหรับการเรียนการสอนแต่ละกิจกรรมจะมีการเก็บคะแนนเพื่อประเมินผลระหว่างเรียน

2. เมื่อสิ้นสุดการสอนให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิต ซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบอัตนัยจำนวน 3 ข้อ และแบบทดสอบแบบปรนัยจำนวน 30 ข้อ ใช้เวลาทดสอบ 2 คาบ

3. เมื่อสิ้นสุดการสอนให้นักเรียนที่เรียนด้วยซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตอบแบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนในการเรียนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้เวลา 20 นาที

4. ผู้วิจัยนำคะแนนที่ได้ทั้งหมดมาวิเคราะห์โดยใช้วิธีการทางสถิติ เพื่อทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้

การจัดกระทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

1. หาค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. ทดสอบสมมติฐานของการวิจัย ที่ว่า นักเรียนสามารถสอบผ่านเกณฑ์การเรียนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้ซอฟต์แวร์ด้านเรขาคณิตแบบพลวัตมากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด โดยการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับสัดส่วนของประชากรโดยใช้สถิติทดสอบ Z (Z-Test for Population Proportion)

3. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 สถิติที่ใช้ในการทดสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการทดลองดังนี้

3.1.1 หาค่าดัชนีความสอดคล้องจากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบ กับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยใช้สูตร IOC

3.1.2 หาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบ

3.1.3 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยคำนวณจากสูตร KR – 20 สำหรับแบบทดสอบแบบปรนัยและสูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient) ของครอนบัค (Cronbach) สำหรับแบบทดสอบอัตนัย

3.2 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.2.1 สถิติพื้นฐาน

3.2.1.1 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต

3.2.1.2 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

3.2.2 สถิติสำหรับการทดสอบสมมติฐาน ได้แก่ สถิติทดสอบ Z (Z – test for Population Proportion)

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อสร้างกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต และศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในการเรียนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต นอกจากนี้ได้ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนหลังจากเรียนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลการวิจัยตามลำดับดังนี้

1. ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนที่ได้ระหว่างเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
2. ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในการเรียนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิตโดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต
3. ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในการเรียนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิตโดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต
4. ค่าร้อยละของจำนวนนักเรียนกลุ่มตัวอย่างชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิตโดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไปของคะแนนเต็ม
5. การทดสอบนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่สอบผ่านเกณฑ์การเรียนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิตโดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต มีจำนวนมากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด
6. การประเมินความพึงพอใจของนักเรียนหลังจากเรียนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์ ได้แก่ คะแนนที่ได้จากการทดสอบนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนศึกษานารี เขตธนบุรี จังหวัดกรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2548 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 57 คน

ด้วยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซึ่งประกอบด้วย คะแนนที่ได้ระหว่างเรียน และคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิตโดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต เป็นแบบปรนัย 30 ข้อ และแบบอัตนัย 3 ข้อ และคะแนนของความพึงพอใจของนักเรียนหลังจากเรียนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิตโดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต

1. ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนที่ได้ระหว่างเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปรากฏผลดังตาราง 1

ตาราง 1 ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนที่ได้ระหว่างเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

กลุ่มตัวอย่าง	จำนวน นักเรียน (คน)	คะแนน เต็ม (คะแนน)	ค่าเฉลี่ย เลขคณิต ($\bar{x}$)	ค่าเฉลี่ยเลขคณิต คิดเป็นร้อยละของ คะแนนเต็ม	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน (S.D.)
นักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 2	57	20	15.79	78.95	5.65

จากตาราง 1 แสดงให้เห็นว่า คะแนนที่ได้ระหว่างเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 57 คน มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเป็น 15.79 คิดเป็นร้อยละ 78.95 ของคะแนนเต็ม และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนเป็น 5.65

2. ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในการเรียนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิตโดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต ปรากฏผลดังตาราง 2

ตาราง 2 ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนที่ได้จากการ
ทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในการ
เรียนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิตโดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต

กลุ่มตัวอย่าง	จำนวน นักเรียน (คน)	คะแนน เต็ม (คะแนน)	ค่าเฉลี่ย เลขคณิต ($\bar{x}$)	ค่าเฉลี่ยเลขคณิต คิดเป็นร้อยละของ คะแนนเต็ม	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน (S.D.)
นักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2	57	39	31.89	81.77	4.15

จากตาราง 2 แสดงให้เห็นว่า คะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของ
นักเรียนกลุ่มตัวอย่างชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในการเรียนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิตโดยใช้ซอฟต์แวร์
เรขาคณิตแบบพลวัต จำนวน 57 คน มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเป็น 31.89 คิดเป็นร้อยละ 81.77 ของคะแนน
เต็ม และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนเป็น 4.15

3. ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการ
เรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในการเรียนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิต
โดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต ปรากฏผลดังตาราง 3

ตาราง 3 ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในการเรียนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิตโดยใช้
ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต

กลุ่มตัวอย่าง	จำนวน นักเรียน (คน)	คะแนน เต็ม (คะแนน)	ค่าเฉลี่ย เลขคณิต ($\bar{x}$)	ค่าเฉลี่ยเลขคณิต คิดเป็นร้อยละของ คะแนนเต็ม	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน (S.D.)
นักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 2	57	100	81.47	81.47	10.70

จากตาราง 3 แสดงให้เห็นว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในการเรียนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิตโดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต จำนวน 57 คน มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเป็น 81.47 คิดเป็นร้อยละ 81.47 ของคะแนนเต็ม และมีส่วน เบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนเป็น 10.70

4. ค่าร้อยละของจำนวนนักเรียนกลุ่มตัวอย่างชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้ผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิตโดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไปของคะแนนเต็ม ปรากฏผลดังตาราง 4

ตาราง 4 ค่าร้อยละของจำนวนนักเรียนกลุ่มตัวอย่างชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการแปลงทางเรขาคณิตโดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไปของ คะแนนเต็ม

กลุ่มตัวอย่าง	จำนวน นักเรียน (คน)	จำนวนนักเรียนที่ได้คะแนน ตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไปของ คะแนนเต็ม (คน)	ค่าร้อยละของจำนวนนักเรียนที่ ได้คะแนนตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไป ของคะแนนเต็ม
นักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 2	57	55	96.49

จากตาราง 4 แสดงให้เห็นว่า นักเรียนกลุ่มตัวอย่างชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้คะแนนตั้งแต่ ร้อยละ 60 ขึ้นไปของคะแนนเต็ม มีจำนวน 55 คน คิดเป็นร้อยละ 96.49 ของจำนวนนักเรียนที่เป็นกลุ่ม ตัวอย่างทั้งหมด

5. การทดสอบนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่สอบผ่านเกณฑ์การเรียนเรื่องการแปลงทาง เรขาคณิตโดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต มีจำนวนมากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวน นักเรียนทั้งหมด ปรากฏผลดังตาราง 5

ตาราง 5 การทดสอบนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่สอบผ่านเกณฑ์การเรียนรู้เรื่องการแปลงทางเรขาคณิตโดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต มีจำนวนมากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด

กลุ่มตัวอย่าง	จำนวนนักเรียน (คน)	จำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ (คน)	ค่าสถิติทดสอบ Z	ค่าวิกฤต
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2	57	55	5.538*	2.326

* มีนัยสำคัญที่ระดับ .01

จากตาราง 5 แสดงให้เห็นว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่สอบผ่านเกณฑ์การเรียนรู้เรื่องการแปลงทางเรขาคณิตโดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต มีจำนวนมากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมดที่ระดับนัยสำคัญ .01

6. การประเมินความพึงพอใจของนักเรียนหลังจากเรียนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิตโดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต

โดยแบบวัดความพึงพอใจ เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ซึ่งมี 5 ระดับ และข้อความเป็นข้อความทางบวกและทางลบ จึงให้คะแนนดังนี้

กรณีข้อความมีความหมายทางบวก (Positive) กำหนดคะแนนแต่ละความพึงพอใจ ดังนี้

มากที่สุด	ให้คะแนน	5	คะแนน
มาก	ให้คะแนน	4	คะแนน
ปานกลาง	ให้คะแนน	3	คะแนน
น้อย	ให้คะแนน	2	คะแนน
น้อยที่สุด	ให้คะแนน	1	คะแนน

กรณีข้อความมีความหมายทางลบ (Negative) กำหนดคะแนนแต่ละความพึงพอใจ ดังนี้

มากที่สุด	ให้คะแนน	1	คะแนน
มาก	ให้คะแนน	2	คะแนน
ปานกลาง	ให้คะแนน	3	คะแนน
น้อย	ให้คะแนน	4	คะแนน
น้อยที่สุด	ให้คะแนน	5	คะแนน

การแปลความหมายของคะแนนเฉลี่ยรวมซึ่งเป็นผลของความพึงพอใจของนักเรียนหลังจากเรียนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิตโดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต ทั้งฉบับใช้เกณฑ์การประเมินของประคอง กรรณสูต (2538: 77) ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย 4.50 – 5.00 หมายถึง นักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด
หลังจากเรียนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต

คะแนนเฉลี่ย 3.50 – 4.49 หมายถึง นักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก
หลังจากเรียนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต

คะแนนเฉลี่ย 2.50 – 3.49 หมายถึง นักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับปานกลาง
หลังจากเรียนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต

คะแนนเฉลี่ย 1.50 – 2.49 หมายถึง นักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อย
หลังจากเรียนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต

คะแนนเฉลี่ย 1.00 – 1.49 หมายถึง นักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อยมาก
หลังจากเรียนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต

ซึ่งการประเมินความพึงพอใจของนักเรียนหลังจากเรียนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิตโดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต ปรากฏผลดังตาราง 6

ตาราง 6 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและระดับความพึงพอใจของนักเรียนหลังจากเรียนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิตโดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต

ข้อความ	ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$)	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน (S.D.)	ระดับความ พึงพอใจ
ตอนที่ 1			
1. ข้าพเจ้ารู้สึกไม่เครียด และไม่หนักใจต่อการเรียน เรื่องการแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต	3.54	0.96	มาก
2. การเรียนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต ทำให้ข้าพเจ้ามีความกระตือรือร้นในการเรียนมากขึ้น	3.49	1.02	ปานกลาง

ตาราง 6 (ต่อ)

ข้อความ	ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$)	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน (S.D.)	ระดับความ พึงพอใจ
3. เนื้อหาจากกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิตโดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต เหมาะกับระดับความเข้าใจของข้าพเจ้า	3.32	0.81	ปานกลาง
4. จากการทำใบกิจกรรมในแต่ละคาบ ทำให้ข้าพเจ้าเข้าใจเนื้อหาเรื่องการแปลงทางเรขาคณิตมากขึ้น	3.39	0.80	ปานกลาง
5. เนื้อหาในกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิตโดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตเหมาะสมกับระยะเวลาเรียน ทำให้ข้าพเจ้าศึกษาด้วยความสบายใจ	3.39	0.84	ปานกลาง
6. เนื้อหาของกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิตช่วยในการแก้ปัญหาเกี่ยวกับพื้นที่ได้	3.11	0.79	ปานกลาง
7. เนื้อหาจากใบกิจกรรมมากไป ทำให้ข้าพเจ้าศึกษาไม่ทันกับเวลาที่กำหนดให้	3.37 *(3.18)	1.10	ปานกลาง
8. ข้าพเจ้าสามารถทราบผลลัพธ์จากการทำกิจกรรมได้ทันที	3.30	0.87	ปานกลาง
9. การมีปฏิสัมพันธ์กับซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตทำให้ข้าพเจ้าเข้าใจเนื้อหามากขึ้น	3.33	0.93	ปานกลาง
10. การเรียนด้วยซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตทำให้ข้าพเจ้าสามารถตั้งข้อความคาดการณ์ได้	3.39	0.96	ปานกลาง
ตอนที่ 2			
11. ข้าพเจ้าเข้าใจคำถามในใบกิจกรรมอย่างชัดเจน	3.44	0.82	ปานกลาง
12. ข้าพเจ้ารู้สึกสนุกกับการทำใบกิจกรรมระหว่างเรียน	3.72	0.92	มาก
13. กิจกรรมการเรียนการสอน โดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต ทำให้ข้าพเจ้ามีความตั้งใจมากขึ้น	3.56	0.91	มาก
14. การปฏิบัติกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิตโดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตทำให้ข้าพเจ้าสามารถจำได้นาน	3.30	0.73	ปานกลาง

ตาราง 6 (ต่อ)

ข้อความ	ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$)	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน (S.D.)	ระดับความ พึงพอใจ
15. จากการปฏิบัติกิจกรรมเรื่องการแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตทำให้ข้าพเจ้ามีโอกาสแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนมากขึ้น	3.51	0.83	มาก
16. จากการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิตโดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตทำให้ข้าพเจ้ามีกำลังใจ อยากเรียนคณิตศาสตร์	3.58	0.86	มาก
17. กิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตทำให้ข้าพเจ้าเกิดการค้นพบด้วยตนเอง	3.35	0.90	ปานกลาง
18. กิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตช่วยพัฒนาความคิดของข้าพเจ้า	3.54	0.87	มาก
19. ข้าพเจ้ารู้สึกง่วงนอนทุกครั้งที่เรียนโดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต	4.02 *(1.98)	1.16	มาก (น้อย)
20. การเรียนการสอนโดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตทำให้ข้าพเจ้ามองเห็นภาพมากขึ้น	3.82	0.85	มาก
รวมทั้งฉบับ	3.47	0.92	ปานกลาง

จากตาราง 6 แสดงให้เห็นว่าคะแนนระดับความพึงพอใจของนักเรียนต่อข้อคำถามส่วนใหญ่ทั้งในทางบวกและทางลบนักเรียนมีความคิดเห็นอยู่ในระดับปานกลาง และเมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยของความพึงพอใจของนักเรียนหลังจากเรียนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิตโดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตทั้งฉบับ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 3.47 แสดงว่านักเรียนมีความพึงพอใจหลังจากเรียนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิตโดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตอยู่ในระดับปานกลาง

* สำหรับข้อ 7 และ ข้อ 19 เป็นข้อความที่มีความหมายในเชิงลบ ผู้วิจัยได้กำหนดการให้คะแนนแต่ละระดับความพึงพอใจ คือ มากที่สุด ให้ 1 คะแนน มาก ให้ 2 คะแนน ปานกลาง ให้ 3 คะแนน น้อย ให้ 4 คะแนน และน้อยที่สุดให้ 5 คะแนน เพื่อความสะดวกในการประเมินระดับ

ความพึงพอใจและสอดคล้องกับสิ่งที่ต้องการศึกษา ทั้งนี้ผู้วิจัยได้คำนวณค่าเฉลี่ยที่แท้จริงไว้ในวงเล็บ
ถัดจากค่าเฉลี่ยที่ใช้ประเมินระดับความพึงพอใจ

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

สังเขปความมุ่งหมายของการวิจัย สมมติฐานในการวิจัย และวิธีดำเนินการวิจัย

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อสร้างกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิตโดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
2. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในการเรียนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิตโดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต
3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนหลังจากเรียนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิตโดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต

สมมติฐานในการวิจัย

นักเรียนสามารถสอบผ่านเกณฑ์การเรียนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตมากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด

วิธีดำเนินการวิจัย

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนศึกษานารี เขตธนบุรี จังหวัดกรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2548 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 57 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. กิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น
3. แบบวัดความพึงพอใจต่อการเรียนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ผู้วิจัยทำการสอนนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้กิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยใช้เวลาสอนตามตารางสอนปกติ สัปดาห์ละ 3 คาบ จำนวน 4 สัปดาห์ รวมเป็น 12 คาบ สำหรับการเรียนการสอนแต่ละกิจกรรมจะมีการเก็บคะแนนเพื่อประเมินผลระหว่างเรียน
2. เมื่อสิ้นสุดการสอนให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิต ซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบอัตนัยจำนวน 3 ข้อ และแบบทดสอบแบบปรนัยจำนวน 30 ข้อ ใช้เวลาทดสอบ 2 คาบ
3. เมื่อสิ้นสุดการสอนให้นักเรียนที่เรียนด้วยซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตอบแบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนในการเรียนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้เวลา 20 นาที

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนที่ได้ระหว่างเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
2. ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในการเรียนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิตโดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต
3. ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในการเรียนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิตโดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต
4. ค่าร้อยละของจำนวนนักเรียนกลุ่มตัวอย่างชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิตโดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไปของคะแนนเต็ม
5. การทดสอบนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่สอบผ่านเกณฑ์การเรียนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิตโดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต มีจำนวนมากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด โดยใช้การทดสอบเกี่ยวกับสัดส่วนของประชากรโดยใช้สถิติทดสอบ Z
6. การประเมินความพึงพอใจของนักเรียนหลังจากเรียนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิตโดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต

สรุปผลการวิจัย

1. คะแนนที่ได้ระหว่างเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 57 คน มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเป็น 15.79 คิดเป็นร้อยละ 78.95 ของคะแนนเต็ม และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนเป็น 5.65
2. คะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในการเรียนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิตโดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต จำนวน 57 คน มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเป็น 31.89 คิดเป็นร้อยละ 81.77 ของคะแนนเต็ม และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนเป็น 4.15
3. คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในการเรียนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิตโดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต จำนวน 57 คน มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเป็น 81.47 คิดเป็นร้อยละ 81.47 ของคะแนนเต็ม และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนเป็น 10.70
4. นักเรียนกลุ่มตัวอย่างชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้คะแนนตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไปของคะแนนเต็ม มีจำนวน 55 คน คิดเป็นร้อยละ 96.49 ของจำนวนนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด
5. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่สอบผ่านเกณฑ์การเรียนเรื่องแปลงทางเรขาคณิตโดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต มีจำนวนมากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ที่ระดับนัยสำคัญ .01 ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีความสามารถในการเรียนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น
6. ความพึงพอใจของนักเรียนหลังจากเรียนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตทั้งฉบับซึ่งประเมินจากคะแนนเฉลี่ยทั้งฉบับของแบบวัดความพึงพอใจ พบว่านักเรียนมีความพึงพอใจหลังจากเรียนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิตโดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตอยู่ในระดับปานกลาง

อภิปรายผล

1. จากการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลปรากฏว่า นักเรียนสามารถสอบผ่านเกณฑ์การเรียนมากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ทั้งนี้อาจเป็นเพราะสาเหตุดังต่อไปนี้

1.1 กิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีการกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนได้ทราบทุกหน่วยการเรียนรู้ ทำให้นักเรียนได้เรียนรู้ตามเนื้อหาและทราบแนวทางการวัดผลในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ และเมื่อ

นักเรียนเรียนจบแต่ละหน่วยการเรียนรู้ จะให้นักเรียนได้ฝึกทำแบบฝึกปฏิบัติ ซึ่งเมื่อนักเรียนส่งแบบฝึกปฏิบัติแล้ว ผู้วิจัยจะเป็นผู้ตรวจคำตอบแล้วส่งคืนกลับให้นักเรียน ซึ่งจะทำให้นักเรียนทราบคำตอบและวิธีการสร้างที่ถูกต้อง ซึ่งสอดคล้องกับยุพิน พิพิธกุล (ยุพิน พิพิธกุล, 2530: 14-15) ที่กล่าวว่า นักเรียนจะเกิดการเรียนรู้ นักเรียนต้องรู้จักจุดประสงค์ในการเรียนในบทเรียนแต่ละบทนั้น ให้นักเรียนได้รู้ว่าการเรียนอะไร และการให้นักเรียนฝึกทำแบบฝึกหัดนั้นควรจะฝึกไปที่ละเรื่องเมื่อจบบทเรียนหนึ่ง และควรมีการตรวจสอบแบบฝึกหัดแต่ละครั้งที่ให้นักเรียนทำ เพื่อประเมินผลนักเรียน ตลอดจนประเมินผลการสอนของครูด้วย

1.2 เนื่องจากกิจกรรมการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นนั้น ใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต ประกอบการเรียนการสอน ซึ่งซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตนี้ทำให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง นักเรียนได้สร้างรูปเรขาคณิต ได้เห็นเป็นรูปธรรมในการเคลื่อนที่ของรูปเรขาคณิตที่นักเรียนสร้าง ทำให้นักเรียนกระตือรือร้น เกิดการอยากเรียนรู้ และทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาได้ง่าย ซึ่งสอดคล้องกับศรีศักดิ์ (ศรีศักดิ์ จามรมาน, 2535: 10) ที่กล่าวว่า การนำคอมพิวเตอร์ไปใช้ในการเรียนการสอนนั้น ทำให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนมากขึ้น ทำให้นักเรียนสนใจและกระตือรือร้นมากขึ้น นักเรียนเกิดความเข้าใจมากขึ้น ลดการท่องจำ รวมทั้งนักเรียนสามารถสรุปหลักการ เพื่อหาสาระของบทเรียนแต่ละบทเรียนได้สะดวกขึ้น นอกจากนี้ผู้วิจัยยังเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนประสบการณ์กันในระหว่างนักเรียน ทำให้บรรยากาศการเรียนเป็นไปอย่างมีความสุข สนุกสนาน และไม่เครียด

1.3 ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตที่ผู้วิจัยนำมาใช้เป็นซอฟต์แวร์ที่ง่ายต่อการใช้งาน สามารถสร้างรูปได้อย่างรวดเร็ว รวมทั้งสามารถวัดขนาดของมุมและความยาวได้อย่างรวดเร็วถูกต้อง ทำให้นักเรียนเกิดความสนใจอยากเรียนรู้ และเร้าความสนใจของนักเรียน ซึ่งกิจกรรมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนี้ เน้นให้นักเรียนสร้างรูปด้วยตนเอง ส่งเสริมให้นักเรียนสำรวจ และตั้งข้อความคาดการณ์ด้วยตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับทีสโตน (Stone, 1994: 590-594) ได้กล่าวว่า การใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตในการเรียนเรขาคณิตทำให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยความหมาย สามารถสร้างรูปเรขาคณิตและคำนวณค่าต่างๆ ได้อย่างรวดเร็วเป็นที่น่าสนใจ การเปลี่ยนแปลงรูปทำได้ง่าย อีกทั้งยังส่งเสริมให้นักเรียนตั้งข้อความคาดการณ์ ตรวจสอบข้อความคาดการณ์ และสรุปผลได้ จึงทำให้นักเรียนมีความคิดที่หลากหลาย

2. ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนหลังจากเรียนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิตโดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งประเมินผลจากคะแนนเฉลี่ยทั้งฉบับของแบบวัดความพึงพอใจ พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจหลังจากเรียนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิตโดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต อยู่ในระดับปานกลางค่อนข้างไปทาง

มาก ทั้งนี้อาจมีสาเหตุเนื่องมาจากนักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเองโดยการปฏิบัติตามกิจกรรมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น นักเรียนมีอิสระ ไม่เครียด และไม่หนักใจในการเรียนรู้ แต่เนื่องจากในการศึกษาค้างนี้ เป็นการศึกษาที่นักเรียนใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เป็นครั้งแรก นักเรียนยังไม่เคยชิน รวมทั้งมีข้อจำกัดในเรื่องเวลา นักเรียนต้องปฏิบัติตามกิจกรรมตามเวลาที่กำหนดไว้ จึงทำให้ระดับความพึงพอใจของนักเรียนต่ำลง

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

- 1.1 ในการเรียนการสอนโดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตครูจะต้องดูแลนักเรียนอย่างใกล้ชิด เพื่อให้คำแนะนำและตอบคำถามเมื่อนักเรียนเกิดปัญหาสงสัย
- 1.2 ควรมีเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตประจำห้องเรียน เพื่อให้ นักเรียนได้ฝึกทำนอกเวลาเรียน
- 1.3 ในการเรียนการสอนควรให้นักเรียนได้ฝึกสร้างโดยใช้วงเวียน และเส้นตรงด้วย เพื่อ ความหลากหลายในการเรียนรู้
- 1.4 ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในหน่วยการเรียนรู้ที่ 4 ควรเพิ่มเวลาเรียนให้มากขึ้น เพื่อให้ นักเรียนได้นำความรู้ในหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 – 3 มาใช้ได้หลากหลายมากขึ้น
- 1.5 ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต ครูควรมีผู้ช่วยในการสอน เพื่อจะได้ให้คำแนะนำนักเรียนได้อย่างรวดเร็วและทั่วถึง

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

- 2.1 ควรทำการวิจัยศึกษาโดยเพิ่มเนื้อหาเกี่ยวกับการเปลี่ยนขนาด (Dilation) หรือการย่อ และการขยายรูปในเรื่องการแปลงทางเรขาคณิต
- 2.2 ควรมีการวิจัยศึกษาเกี่ยวกับการนำซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตไปใช้สอนเรขาคณิตเรื่องอื่นๆ เช่นวงกลม
- 2.3 ควรทำการวิจัยเปรียบเทียบระหว่างการสอนเนื้อหาคณิตศาสตร์ในเนื้อหาต่างๆ โดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตกับการสอนแบบปกติ
- 2.4 ควรมีทำการวิจัยโดยสอนเป็นกลุ่มกลุ่มละ 2 – 3 คน เพื่อให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างกันมากยิ่งขึ้น

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2545). เอกสารประกอบหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 คู่มือการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- (2547). หนังสือสาระการเรียนรู้พื้นฐาน คณิตศาสตร์เล่ม 1 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. กรุงเทพฯ: ครูสภาลาดพร้าว.
- (2547). หนังสือสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม คณิตศาสตร์เล่ม 1 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. กรุงเทพฯ: ครูสภาลาดพร้าว.
- กังวล เทียนกันท์เทศน์. (2540). การวัด การวิเคราะห์ การประเมินทางการศึกษาเบื้องต้น. กรุงเทพฯ: ศูนย์สื่อเสริมกรุงเทพ.
- โกมล ไพศาล. (2540). การพัฒนาชุดการเรียนการสอนรายบุคคลด้านเรขาคณิตสำหรับครูคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ด. (คณิตศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- คำโง่น เขียนทิลม. (2547). การสร้างชุดการเรียนการสอนเรื่องสมการเชิงอนุพันธ์อันดับหนึ่ง สำหรับนักศึกษาชั้นปีที่ 2 คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยแห่งชาติลาว. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- จารุวรรณ แสงทอง; รจนา รัตนานิคม; และวันดี ตีระสกุณ. (2545). การแปลงทางเรขาคณิต. (เอกสารประกอบการสอน). กรุงเทพฯ: สสวท. อัดสำเนา.
- ชวาล แพรัตกุล. (2520). เทคนิคการเขียนข้อสอบ. กรุงเทพฯ: ครูสภากรุงเทพ.
- โชคชัย คักดีศรี. (2516). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาเรขาคณิตการแปลงสภาพของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การประถมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ไชยยศ เรืองสุวรรณ. (2533). เทคโนโลยีการศึกษา: ทฤษฎีและการวิจัย. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- ธีรศักดิ์ ฉลาดการณ์. (2548). การศึกษาเรื่องความเท่ากันทุกประการโดยใช้เรขาคณิตการแปลงสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ประคอง กรรณสูต. (2538). สถิติเพื่อการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- ประสาน ศิลปะ. (2547). การสร้างชุดการเรียนรู้ที่ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร โดยใช้สื่อรูปธรรม. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ปานทอง กุลนาถศิริ. (2541, มีนาคม-เมษายน). การสอนเรขาคณิตในระดับประถมศึกษา ในศตวรรษที่ 21. วารสารคณิตศาสตร์. 41(474-475): 65-68.
- . (2543, มกราคม-มีนาคม). ความเคลื่อนไหว...เกี่ยวกับ NCTM: Principles and Standards for School Mathematics ในปีค.ศ. 2000. สสวท. 28(108): 11.
- พะยอม แก้วกำเนิด. (2533, เมษายน-มิถุนายน). บทบาทของครูกับความต้องการของหลักสูตรฉบับปรับปรุง 2534. สสวท. 18(70): 12.
- มานะ เอกจริยวงศ์. (2537, พฤษภาคม – มิถุนายน). จุดมุ่งหมายของการสอนเรขาคณิตในโรงเรียน. วารสารคณิตศาสตร์. 38(428 – 429): 4 – 8.
- ยุพิน พิพิธกุล. (2530). การสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ล้วน สายยศ. (2543, มกราคม-เมษายน). มิติสัมพันธ์สำคัญใจ. วิชาการศึกษาศาสตร์. 1(2): 24.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2543). เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- วนิดา นิรมาน. (2545). การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียโดยวิธีการค้นพบเรื่องฟังก์ชันตรีโกณมิติ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- วรรณวิภา สุทธเกียรติ. (2542). การพัฒนาบทเรียนเรขาคณิตที่ใช้ซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ด. (คณิตศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- วัฒนศิริ ชมหนู. (2548). บทเรียนปฏิบัติการเรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- วิทยา รุ่งอดุลพิศาล. (2517). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาเรขาคณิตการแปลงสภาพ (Transformation Geometry) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- วิภาวดี วงศ์เลิศ. (2544). การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย เรื่อง “เซต” ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบคู่คิดอภิปราย. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

- ศรีศักดิ์ จามรมาน. (2535). การพัฒนาและการใช้คอมพิวเตอร์เพื่อการเรียนการสอน.
วารสารรวมคำแหง. 15(3): 10.
- ศิริรัตน์ อุปถัมภ์เกตุกุล. (2547). กิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิต
สองมิติและสามมิติสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ กศ.ม.
(คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สิริพร ทิพย์คง. (2537). แนวโน้มการพัฒนาการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์.
สารัตถะวิทยาและวิทยวิธีทางคณิตศาสตร์ หน่วยที่ 12 – 15. กรุงเทพฯ:
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมิกราช.
- สุกัญญา ยีกา. (2545). การสร้างชุดการเรียนการสอนเรื่องเรขาคณิตการแปลงสำหรับนักเรียน
ระดับประถมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ:
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สุจิรา มุสิกะเจริญ. (2542). การเปรียบเทียบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์และผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องเส้นขนานและความคล้ายของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
ระหว่างกลุ่มที่เรียนโดยใช้และไม่ใช้ซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ทางเรขาคณิต. วิทยานิพนธ์ ค.ม.
(การศึกษาคณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
ถ่ายเอกสาร.
- สุวรรณ กาญจนมยุร. (2547, พฤษภาคม-มิถุนายน). กระบวนการคิดคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา
ตอนที่ 7. การศึกษาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี. 32(130): 37.
- สุวรรณ เขียมอรพรรณ; และ ชยุดม ภิรมย์สมบัติ. (2546). ปฏิรูปกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์:
การแปลงทางเรขาคณิต. กรุงเทพฯ: ม.ป.พ.
- อรพรรณ ต้นบรรจง. (2543, สิงหาคม-ตุลาคม). เครื่องกลประจำวันเกี่ยวข้องกับเรขาคณิตอย่างไร.
วารสารคณิตศาสตร์. 44(503-505): 23-26.
- อรรถศาสน์ นิมิตรพันธ์. (2542). ผลของการใช้ซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ประกอบกิจกรรมการเรียน
วิชาคณิตศาสตร์ 4 ชั้น ที่มีต่อความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
เรื่องความเท่ากันทุกประการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ ค.ม.
(การศึกษาคณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
ถ่ายเอกสาร.
- Baharvand, Mohsen. (2002, June). A Comparison of the Effectiveness of Computer-
Assisted Instruction Versus Traditional Approach to Teaching Geometry.
Dissertation Abstracts International. 40(3): 552 – A.

- Choi, Sang Sook. (1997, August). Student's Learning of Geometer Using Computer Software as a Tool: Three case studies. *Dissertation Abstracts International*. 58(2): 406 – A.
- Crowley, Mary L. (1987). The van Hiele Model of the Development of Geometric Thought. *In Learning And Teaching Geometry, K – 12 1987 Yearbook*. Mary Montgomery Lindquist. pp.1-17. Reston, Virginia: National Council of Teachers of Mathematics.
- Flanagan, Karen Anne. (2002, January). High School Students' Understandings of Geometric Transformations in the Context of a Technological Environment. *Dissertation Abstracts International*. 62(07): 2366-A.
- Foletta, Gina Marie. (1995, February). Technology and Guided Inquiry Understanding of Students' Thinking While Using A Cognitive Computer Tool, The Geometer's Sketchpad, in a Geometry Class. *Dissertation Abstracts International*. 55(8): 2311 – A.
- Frerking, Bonnie Giddens. (1995, June). Conjecturing and Proof-Writing in Dynamic Geometry. *Dissertation Abstracts International*. 55(12):3772 – A.
- Harper, Suzanne Rushion. (2002, April). Enhancing Elementary Pre-Service Teachers' Knowledge of Geometric Transformations. *Dissertation Abstracts International*. 62(10): 3326-A.
- Jurgensen, Ray C.; Brown, Richard G.; & Jurgensen, John W. (1965). *Geometry*. U.S.A.: Houghton Mifflin.
- Lester, Margaret Lynn. (1996, December). The Effects of The Geometer's Sketchpad Software on Achievement of Geometric Knowledge of High School Geometry Students. *Dissertation Abstracts International*. 57(6): 2343 – A.
- Melczarek, Robert Jan. (1998, January). The Effects of Problem-Solving Activities Using Dynamic Geometry Computer Software on Readiness for Self-Directed Learning. *Dissertation Abstracts International*. 58(07): 2611-A.
- Moss, Laura Jean. (2001, May). The Use of Dynamic Geometry Software as a Cognitive Tool. *Dissertation Abstracts International*. 61(11): 4317-A.

- Musser, Gary L.; Burger, William F.; & Peterson, Blake E. (2000). *Mathematics for Elementary Teacher: A Contemporary Approach*. 5th ed. New York.: John Wiley & Sons, Inc.
- NCTM. (1992). *Professional standard for Teaching Mathematics*. New York: National Council of Teachers of Mathematics.
- , (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*. 2nd ed. Renton, Virginia: National Council of Teachers of Mathematics.
- O' Daffer, Phares G.; & Clemens, Stanley R. (1975). *Geometry: An Investigate Approach*. U.S.A.: Addison – Wesley.
- Olson, Alton Thorpe. (1971, May). High School Plane Geometry Through Transformation: An Exploratory Study. *Dissertation Abstracts International*. 31(11): 5944-A.
- Prescott, Danial A. (1961). Report to Conference on Child Study. *Educational Bulletin*. Bangkok: Faculty of Education, Chulalongkorn University.
- Sidhu, Kulbir Singh. (1981). *The Teaching of Mathematics*. 3rd ed. New Delhi: Sterling Printers.
- Simmons, Malcolm. (1993). *The effective Teaching of mathematics*. New York: Longman.
- Solheim, Jerome Harold. (1971, December). The Effect of the Study of Transformations of the Plane on the Attitudes of Secondary School Geometry Students. *Dissertation Abstracts International*. 32(6): 3165-A.
- Stephenson, Carl Gene. (1972, September). A Comparison of Postulational Structure of the Synthetic, Transformation and Vector Approaches to Plane Geometry. *Dissertation Abstracts International*. 33(03): 962-A.
- Stone, Michael E. (1994, November). Teaching Relationships between Area and Perimeter with The Geometer's Sketchpad. *The Mathematics Teacher*. 87(8): 590-594.
- Travers, Kenneth J.; Dalton LeRoy C.; & Layton Katherine P. (1987). *Geometry*. U.S.A. Laidlaw Brother.
- Williford, Harold Johnson. (1971, June). A Study of Transformational Geometry Instruction in the Primary Grades. *Dissertation Abstracts International*. 31(12): 6462-A.

- Wilson, James W. (1971). Evaluation of Learning in Secondary School Mathematics. *In Handbook on Formative and Summative Evaluation of Student Learning*. PP.643-696. New York: McGraw – Hill Book.
- Yousif, Adil Eltayeb. (1997,November). The Effects of The Geometer's Sketchpad on The Attitude Toward Geometry of High School Students. *Dissertation Abstracts International*. 58(5): 1631-A.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
การวิเคราะห์ข้อมูล

ตาราง 7 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
(แบบปรนัย 4 ตัวเลือก)

แบบทดสอบข้อที่	ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ			IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
2	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
3	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
4	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
5	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
6	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
7	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
8	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
9	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
10	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
11	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
12	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
13	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
14	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
15	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
16	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
17	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
18	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
19	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
20	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
21	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
22	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
23	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
24	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
25	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้

ตาราง 7 (ต่อ)

แบบทดสอบข้อที่	ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ			IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
26	+1	+1	-1	0.33	คัดออก
27	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
28	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
29	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
30	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
31	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
32	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
33	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
34	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
35	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
36	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
37	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
38	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
39	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
40	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
41	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
42	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
43	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
44	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
45	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
46	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
47	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
48	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
49	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
50	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้

ตาราง 8 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (แบบอัตนัย)

แบบทดสอบข้อที่	ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ			IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
2	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
3	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
4	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
5	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้

หมายเหตุ คะแนน +1 สำหรับข้อสอบที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้
 คะแนน 0 สำหรับข้อสอบที่ไม่แน่ใจว่าสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้
 คะแนน -1 สำหรับข้อสอบที่ไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

ตาราง 9 แสดงค่าความยากง่าย (p), ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ข้อที่	p	r
1	0.80	0.40
2	0.60	0.40
3	0.80	0.40
4	0.80	0.40
5	0.70	0.60
6	0.60	0.40
7	0.80	0.40
8	0.60	0.80
9	0.50	1.00
10	0.80	0.40
11	0.80	0.40
12	0.70	0.60
13	0.40	0.80
14	0.60	0.80
15	0.20	0.40
16	0.80	0.40
17	0.80	0.40

ข้อที่	p	r
18	0.80	0.40
19	0.70	0.20
20	0.70	0.60
21	0.50	0.60
22	0.50	0.60
23	0.50	0.60
24	0.70	0.60
25	0.40	0.80
26	0.30	0.60
27	0.50	0.20
28	0.70	0.60
29	0.80	0.40
30	0.50	1.00
31	0.34	0.20
32	0.30	0.60
33	0.30	0.60

หมายเหตุ * แบบทดสอบแบบอัตนัย

- ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก เท่ากับ 0.95
- ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอัตนัยเท่ากับ 0.54
- ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับเท่ากับ 0.94

ตาราง 10 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของแบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนที่ไม่ใช่
กลุ่มตัวอย่างที่เรียนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต และค่า
ความเชื่อมั่นของแบบวัดความพึงพอใจของนักเรียน

ข้อความ	$\bar{X}$	S.D.
ตอนที่ 1		
1. ข้าพเจ้ารู้สึกไม่เครียด และไม่หนักใจต่อการเรียน เรื่องการแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต	3.8	0.79
2. การเรียนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต ทำให้ข้าพเจ้ามีความกระตือรือร้นในการเรียนมากขึ้น	3.5	0.85
3. เนื้อหาจากกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิตโดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต เหมาะกับระดับความเข้าใจของข้าพเจ้า	3.9	0.57
4. จากการทำใบกิจกรรมในแต่ละคาบ ทำให้ข้าพเจ้าเข้าใจเนื้อหาเรื่องการแปลงทางเรขาคณิตมากขึ้น	3.9	0.74
5. เนื้อหาในกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิตโดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตเหมาะสมกับระยะเวลาเรียน ทำให้ข้าพเจ้าศึกษาด้วยความสบายใจ	3.8	1.03
6. เนื้อหาของกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิตช่วยในการแก้ปัญหาเกี่ยวกับพื้นที่ได้	3.6	0.84
7. เนื้อหาจากใบกิจกรรมมากไป ทำให้ข้าพเจ้าศึกษาไม่ทันกับเวลาที่กำหนดให้	2.9	0.88
8. ข้าพเจ้าสามารถทราบผลลัพธ์จากการทำกิจกรรมได้ทันที	3.6	0.84
9. การมีปฏิสัมพันธ์กับซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตทำให้ข้าพเจ้าเข้าใจเนื้อหามากขึ้น	3.7	1.06
10. การเรียนด้วยซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตทำให้ข้าพเจ้าสามารถตั้งข้อความคาดการณ์ได้	4	0.67
ตอนที่ 2		
11. ข้าพเจ้าเข้าใจคำถามในใบกิจกรรมอย่างชัดเจน	3.5	0.71
12. ข้าพเจ้ารู้สึกสนุกกับการทำใบกิจกรรมระหว่างเรียน	4.1	0.74
13. กิจกรรมการเรียนการสอน โดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต ทำให้ข้าพเจ้ามีความตั้งใจมากขึ้น	3.8	0.79

ตาราง 10 (ต่อ)

ข้อความ	$\bar{X}$	S.D.
14. การปฏิบัติกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิตโดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตทำให้ข้าพเจ้าสามารถจำได้นาน	3.6	0.97
15. จากการปฏิบัติกิจกรรมเรื่องการแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตทำให้ข้าพเจ้ามีโอกาสแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนมากขึ้น	3.6	0.84
16. จากการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิตโดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตทำให้ข้าพเจ้ามีกำลังใจ อยากเรียนคณิตศาสตร์	3.8	0.63
17. กิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตทำให้ข้าพเจ้าเกิดการค้นพบด้วยตนเอง	3.8	0.79
18. กิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตช่วยพัฒนาความคิดของข้าพเจ้า	3.7	0.82
19. ข้าพเจ้ารู้สึกง่วงนอนทุกครั้งที่เรียนโดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต	3.4	1.17
20. การเรียนการสอนโดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตทำให้ข้าพเจ้ามองเห็นภาพมากขึ้น	4.4	0.7
เฉลี่ย	3.72	0.85

ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนทั้งฉบับ (α) เท่ากับ 0.91

ตาราง 11 การหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนที่ได้จากการทำ
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิต
แบบพลวัต

x	f	fx	x ²	fx ²
24	3	72	576	1728
25.5	1	25.5	650.25	650.25
26	4	104	676	2704
27	4	108	729	2916
28	1	28	784	784
29	3	87	841	2523
29.5	1	29.5	870.25	870.25
30	3	90	900	2700
30.5	1	30.5	930.25	930.25
31	4	124	961	3844
32	3	96	1024	3072
32.5	2	65	1056.25	2112.5
33	5	165	1089	5445
34	2	68	1156	2312
35	9	315	1225	11025
36	5	180	1296	6480
37	1	37	1369	1369
38	2	76	1444	2888
39	3	117	1521	4563
ผลรวม	57	1817.5		58916.25

$$\bar{x} = \frac{\sum fx}{\sum x}$$

$$= \frac{1817.5}{57}$$

$$= 31.89$$

$$s = \sqrt{\frac{n \sum fx^2 - (\sum fx)^2}{n(n-1)}}$$

$$= \sqrt{\frac{57(58916.25) - (1817.5)^2}{57(56)}}$$

$$= 4.15$$

การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับจำนวนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต ซึ่งใช้การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าสัดส่วนประชากร โดยใช้สถิติทดสอบ Z (z-test for population proportion)

สมมติฐาน คือ $H_0 : p \leq 0.6$

$H_1 : p > 0.6$

$$\text{สถิติทดสอบ } Z = \frac{\hat{p} - p_0}{\sqrt{\frac{p_0(1-p_0)}{n}}}$$

เมื่อ $\hat{p}$ แทนสัดส่วนของจำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่างชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้คะแนนตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไปของคะแนนเต็ม

$$\hat{p} = \frac{55}{57} = 0.96$$

$$p_0 = 0.60$$

n แทนจำนวนนักเรียนกลุ่มตัวอย่างชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 57 คน

$$\begin{aligned} \text{แทนค่า} \quad Z &= \frac{0.96 - 0.6}{\sqrt{\frac{0.6(0.4)}{57}}} \\ &= \frac{0.36}{\sqrt{0.00421}} \end{aligned}$$

$$\text{ดังนั้น} \quad Z = 5.538$$

จะปฏิเสธ H_0 เมื่อ $Z > Z_{0.01}$

จากตารางได้ $Z = 2.33$

และ $5.538 > 2.33$ อยู่ในบริเวณวิกฤต

เพราะฉะนั้น ปฏิเสธ H_0 นั่นคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต ที่สามารถสอบผ่านเกณฑ์การเรียนรู้มีจำนวนมากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ที่ระดับนัยสำคัญ .01

ตาราง 12 ค่าเฉลี่ยเลขคณิตและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของแบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนกลุ่ม
ตัวอย่างที่เรียนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต

ข้อความ	$\bar{X}$	S.D.
ตอนที่ 1		
1. ข้าพเจ้ารู้สึกไม่เครียด และไม่หนักใจต่อการเรียน เรื่องการแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต	3.54	0.96
2. การเรียนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต ทำให้ข้าพเจ้ามีความกระตือรือร้นในการเรียนมากขึ้น	3.49	1.02
3. เนื้อหาจากกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิตโดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต เหมาะกับระดับความเข้าใจของข้าพเจ้า	3.32	0.81
4. จากการทำใบกิจกรรมในแต่ละคาบ ทำให้ข้าพเจ้าเข้าใจเนื้อหาเรื่องการแปลงทางเรขาคณิตมากขึ้น	3.39	0.80
5. เนื้อหาในกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิตโดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตเหมาะสมกับระยะเวลาเรียน ทำให้ข้าพเจ้าศึกษาด้วยความสบายใจ	3.39	0.84
6. เนื้อหาของกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิตช่วยในการแก้ปัญหาเกี่ยวกับพื้นที่ได้	3.11	0.79
7. เนื้อหาจากใบกิจกรรมมากไป ทำให้ข้าพเจ้าศึกษาไม่ทันกับเวลาที่กำหนดให้	3.37	1.10
8. ข้าพเจ้าสามารถทราบผลลัพธ์จากการทำกิจกรรมได้ทันที	3.30	0.87
9. การมีปฏิสัมพันธ์กับซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตทำให้ข้าพเจ้าเข้าใจเนื้อหามากขึ้น	3.33	0.93
10. การเรียนด้วยซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตทำให้ข้าพเจ้าสามารถตั้งข้อความคาดการณ์ได้	3.39	0.96
ตอนที่ 2		
11. ข้าพเจ้าเข้าใจคำถามในใบกิจกรรมอย่างชัดเจน	3.44	0.82
12. ข้าพเจ้ารู้สึกสนุกกับการทำใบกิจกรรมระหว่างเรียน	3.72	0.92
13. กิจกรรมการเรียนการสอน โดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต ทำให้ข้าพเจ้ามีความตั้งใจมากขึ้น	3.56	0.91

ตาราง 12 (ต่อ)

ข้อความ	$\bar{X}$	S.D.
14. การปฏิบัติกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิตโดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตทำให้ข้าพเจ้าสามารถจำได้นาน	3.30	0.73
15. จากการปฏิบัติกิจกรรมเรื่องการแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตทำให้ข้าพเจ้ามีโอกาสแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนมากขึ้น	3.51	0.83
16. จากการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิตโดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตทำให้ข้าพเจ้ามีกำลังใจ อยากเรียนคณิตศาสตร์	3.58	0.86
17. กิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตทำให้ข้าพเจ้าเกิดการค้นพบด้วยตนเอง	3.35	0.90
18. กิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตช่วยพัฒนาความคิดของข้าพเจ้า	3.54	0.87
19. ข้าพเจ้ารู้สึกง่วงนอนทุกครั้งที่เรียนโดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต	4.02	1.16
20. การเรียนการสอนโดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตทำให้ข้าพเจ้ามองเห็นภาพมากขึ้น	3.82	0.85
เฉลี่ย	3.47	0.92

ภาคผนวก ข
คู่มือการใช้กิจกรรมการเรียนการสอน

คำชี้แจงการใช้กิจกรรมการเรียนการสอน

กิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตพลศาสตร์
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

หลักการและเหตุผล

ปัจจุบันประเทศไทยใช้หลักสูตร การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 โดยเริ่มใช้ใน
ปีการศึกษา 2546 ซึ่งหลักสูตรได้กำหนดสาระการเรียนรู้ไว้ 6 สาระดังนี้

- สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ
- สาระที่ 2 การวัด
- สาระที่ 3 เรขาคณิต
- สาระที่ 4 พีชคณิต
- สาระที่ 5 การวิเคราะห์และความน่าจะเป็น
- สาระที่ 6 ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์

เรขาคณิตเป็นสาระการเรียนรู้หนึ่งในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน ซึ่งธรรมชาติของ
เรขาคณิตเป็นวิชาที่เชื่อให้ผู้เรียนช่างสังเกต มีเหตุผล ทำงานเป็นระบบ และพัฒนาความสามารถ
ในด้านการค้นพบ ดังนั้นในการจัดกิจกรรมต่างๆ จึงต้องเชื่อต่อการค้นพบ เพื่อเสริมสร้างความรู้และ
เพื่อให้เกิดมโนทัศน์ต่างๆ ทางเรขาคณิต กิจกรรมต่างๆ ควรท้าทาย น่าสนใจ เปิดโอกาสให้นักเรียน
ทดลองปฏิบัติ สังเกต สัมผัส สำรวจ คิด แก้ปัญหา ซึ่งการแปลงทางเรขาคณิตเป็นเรขาคณิตสาขาหนึ่ง
ที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ ซึ่งการแปลงทางเรขาคณิตนี้จะเป็นพื้นฐานในการเรียน
เรขาคณิตในระดับสูง เช่นเรขาคณิตวิเคราะห์ รวมทั้งยังนำไปฝึกความสามารถในด้านมิติสัมพันธ์บาง
รูปได้ และด้วยความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีได้มีการพัฒนาซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์เพื่อเป็นเครื่อง
อำนวยความสะดวกการเรียนรู้แก่ผู้เรียน โดยเฉพาะในส่วนของเรขาคณิต ซึ่งซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ที่ดีจะช่วย
ให้นักเรียนสามารถสร้างรูปเรขาคณิต และวัดหาขนาดส่วนของเส้นตรง ส่วนโค้ง และมุมได้อย่าง
รวดเร็วถูกต้อง ทั้งยังช่วยให้ นักเรียนสร้างรูปสองมิติและสามมิติบนหน้าจอแล้วพลิก หมุน หรือเลื่อน
รูปในมุมมองต่างๆ ทำกิจกรรมการสำรวจด้วยการพลิก เลื่อน หมุน ยืด หด เพื่อเรียนรู้มโนทัศน์ต่างๆ
ทางเรขาคณิตได้

ด้วยเหตุผลข้างต้นและความสำคัญดังกล่าว จะเห็นว่าเรื่องการแปลงทางเรขาคณิตเป็น
เนื้อหาหนึ่งที่มีความสำคัญและมีประโยชน์ต่อการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ดังนั้น เพื่อเป็นแนวทาง
สำหรับครูผู้สอนในการจัดการเรียนการสอนเรขาคณิต ผู้วิจัยจึงสนใจจะสร้างกิจกรรมการเรียนการสอน
เรื่องการแปลงทางเรขาคณิตโดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตพลศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

วัตถุประสงค์

เพื่อให้ครูใช้เป็นเครื่องมือในการสอนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตพลศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

เนื้อหา

กิจกรรมการเรียนรู้การสอนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตพลศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ประกอบด้วย 4 หน่วยการเรียนรู้ ดังนี้

1. การสะท้อน
2. การเลื่อนขนาน
3. การหมุน
4. การประยุกต์

แนวทางการใช้กิจกรรม

กิจกรรมการเรียนรู้การสอนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตพลศาสตร์ ประกอบด้วย

1. คำชี้แจงการใช้กิจกรรมการเรียนรู้การสอน
2. คู่มือการใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตพลศาสตร์
3. แผนการจัดการเรียนรู้การสอน
4. สื่อการเรียนรู้การสอน ซึ่งประกอบด้วย
 - 4.1 ใบกิจกรรม
 - 4.2 แฟ้มคำสั่ง
5. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิต
6. แบบวัดความพึงพอใจ

ในการใช้กิจกรรมต่างๆ ให้ปฏิบัติตามแผนการจัดการเรียนรู้และฝึกทักษะตามใบกิจกรรมโดยแต่ละกิจกรรมจะใช้แฟ้มคำสั่งร่วมกับใบกิจกรรมที่สร้างขึ้น เมื่อเสร็จสิ้นการเรียนรู้การสอนให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิต และทำแบบวัดความพึงพอใจ

โครงการสอน

แผนการ จัดการเรียนรู้ที่	เรื่อง	จำนวนคาบ (คาบ)
1	ความหมายและสมบัติของการสะท้อน	1
2	หาภาพจากการสะท้อนและหาเส้นสะท้อนบนระนาบ	1
3	การสะท้อนในระบบพิกัดฉาก	1
4	ความหมายและสมบัติของการเลื่อนขนาน	1
5	หาภาพจากการเลื่อนขนานและหาเวกเตอร์ของการเลื่อนขนานบนระนาบ	1
6	การเลื่อนขนานในระบบพิกัดฉาก	1
7	ความหมายและสมบัติของการหมุน	1
8	หาภาพจากการหมุน และหาจุดหมุน ขนาดของมุมและทิศทางของการหมุนบนระนาบ	1
9	การหมุนในระบบพิกัดฉาก	1
10	การสะท้อนกับการเลื่อนขนาน การสะท้อนกับการหมุน	1
11-12	การสะท้อนแบบไกลด์ และการประยุกต์โดยใช้การสะท้อน การเลื่อนขนาน การหมุน	2
	ทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	2
	ทำแบบวัดความพึงพอใจ	20 นาที

จุดประสงค์การเรียนรู้
เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต

หน่วยการเรียนรู้	เรื่อง	จุดประสงค์การเรียนรู้
1	การสะท้อน (จำนวน 3 คาบ)	1.บอกความหมายและสมบัติของการสะท้อนบนระนาบได้ 2.หาภาพที่ได้จากการสะท้อนรูปต้นแบบได้ 3.หาเส้นสะท้อนของการสะท้อนเมื่อกำหนดรูปต้นแบบและภาพที่ได้จากการสะท้อนได้ 4.บอกพิกัดของภาพที่ได้จากการสะท้อนรูปต้นแบบที่กำหนดให้ได้ 5. เมื่อกำหนดรูปเรขาคณิตสองรูปมาให้ สามารถบอกได้ว่ารูปคู่ใดแสดงการสะท้อน
2	การเลื่อนขนาน (จำนวน 3 คาบ)	1.บอกความหมายและสมบัติของการเลื่อนขนานบนระนาบได้ 2.หาภาพที่ได้จากการเลื่อนขนานรูปต้นแบบได้ 3.หาเวกเตอร์ของการเลื่อนขนานเมื่อกำหนดรูปต้นแบบและภาพที่ได้จากการเลื่อนขนานได้ 4.บอกพิกัดของภาพที่ได้จากการเลื่อนขนานของรูปต้นแบบที่กำหนดให้ได้ 5.เมื่อกำหนดรูปเรขาคณิตสองรูปมาให้ สามารถบอกได้ว่ารูปคู่ใดแสดงการเลื่อนขนาน
3	การหมุน (จำนวน 3 คาบ)	1. บอกความหมายและสมบัติของการหมุนบนระนาบได้ 2. หาภาพที่ได้จากการหมุนรูปต้นแบบได้ 3. หาจุดหมุน ขนาดของมุมที่เกิดจากการหมุน บอกทิศทาง การหมุนเมื่อกำหนดรูปต้นแบบและภาพที่ได้จากการหมุนได้ 4. บอกพิกัดของภาพที่ได้จากการหมุนรูปต้นแบบที่กำหนดให้ได้ 5. เมื่อกำหนดรูปเรขาคณิตสองรูปมาให้ สามารถบอกได้ว่ารูปคู่ใดแสดงการหมุน
4	การประยุกต์ (จำนวน 3 คาบ)	1.บอกความสัมพันธ์ระหว่างการสะท้อนกับการเลื่อนขนานได้ 2.บอกความสัมพันธ์ระหว่างการสะท้อนกับการหมุนได้ 3.สำรวจการสะท้อนแบบไกลด์ 4.ให้ความรู้เรื่อง การสะท้อน การเลื่อนขนาน การหมุนแก้ปัญหาได้

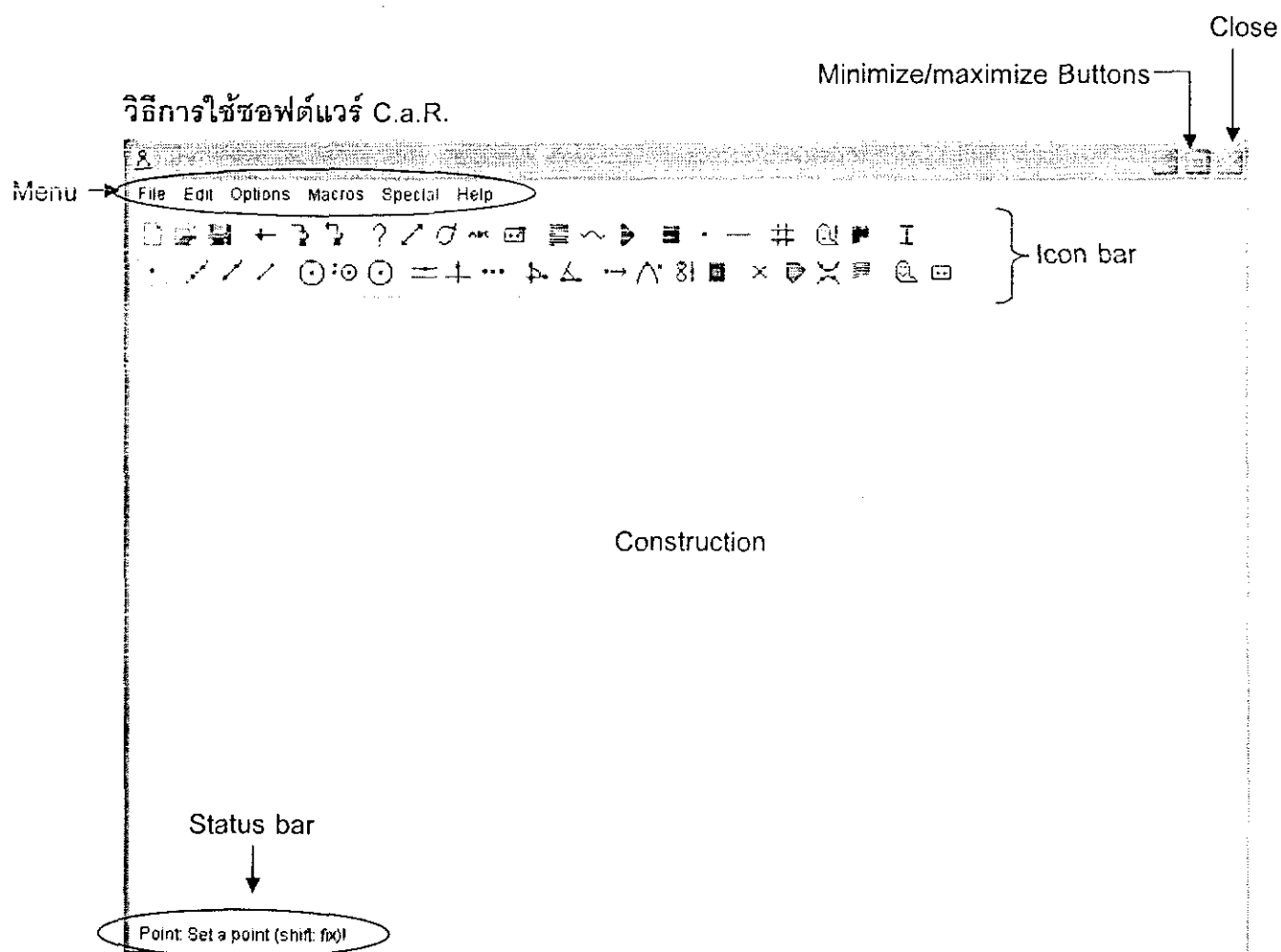
คู่มือการใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต
C.a.R.



จัดทำโดย

นางสาวสุธินันท์ บุญพัฒนาภรณ์

2. ใส่แผ่น CD ที่มีซอฟต์แวร์ C.a.R
3. ดับเบิลคลิกที่ My Computer
4. ดับเบิลคลิกที่หน่วยขับแผ่น CD
5. ดับเบิลคลิกที่ SetUP_CAR
6. ดับเบิลคลิกที่ file car.exe
7. คลิก Next> จนกระทั่งติดตั้งซอฟต์แวร์ C.a.R. ในเครื่อง
8. เรียกใช้ซอฟต์แวร์ C.a.R. โดย
คลิกที่ Start > All Programs> C.a.R.> Start (Java 1.3) จะปรากฏ



คำอธิบายเกี่ยวกับ Icon bar

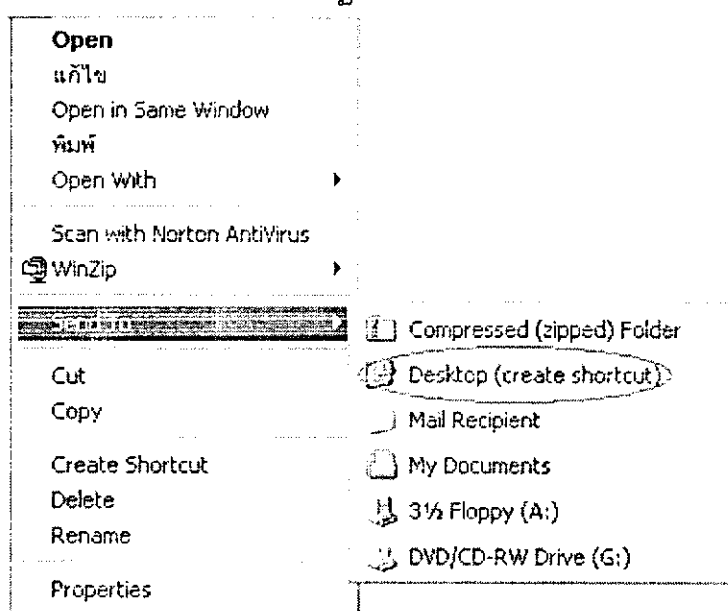
เครื่องมือพื้นฐาน	
.	จุดอิสระ สามารถเคลื่อนที่ได้
	เส้นตรงผ่านจุด 2 จุด
	รังสีจากจุดหนึ่งผ่านอีกจุดหนึ่ง
	ส่วนของเส้นตรงระหว่างจุดสองจุด
	วงกลมโดยมีจุดหนึ่งเป็นจุดศูนย์กลาง
	เส้นขนาน สร้างเส้นขนานให้ขนานกับเส้นตรงและผ่านจุดที่ต้องการ
	เส้นตั้งฉาก สร้างเส้นให้ตั้งฉากกับเส้นตรงและผ่านจุดที่ต้องการ
	วงกลมรอบจุด ที่กำหนดรัศมีเท่ากับระยะห่างระหว่างจุดสองจุด โดยที่จุดศูนย์กลางจะกำหนดเป็นจุดสุดท้าย
...	จุดกึ่งกลางระหว่างจุด 2 จุด
เครื่องมือพื้นฐาน	
	วงกลมรอบจุดหนึ่ง โดยที่รัศมีคงที่ (ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงรูปได้เมื่อสร้างแล้ว)
	สร้างมุมให้มีขนาดคงที่
	ใช้สำหรับเคลื่อนจุด
	ใช้สำหรับสร้างร่องรอย
	สร้างมุม โดยใช้จุด 3 จุด
	ระบายสีบริเวณรูปเหลี่ยมที่ต้องการ
	ใช้ซ่อนเส้น จุด หรือรูปที่สร้างขึ้น
	ใช้สำหรับลบสิ่งที่สร้างขึ้นอันดับสุดท้าย
	ใช้สำหรับลบรูปที่ต้องการ โดยคลิกที่รูปนั้นๆ
	ยกเลิกการลบก่อนหน้า
	แสดงสิ่งที่ซ่อนไว้
#	แสดงตาราง

การเข้าสู่บทเรียน

การเข้าสู่บทเรียนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิต มีขั้นตอนดังนี้

1. ใส่แผ่น CD ที่มีแฟ้มคำสั่งเกี่ยวกับกิจกรรมการเรียนรู้การสอนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิต

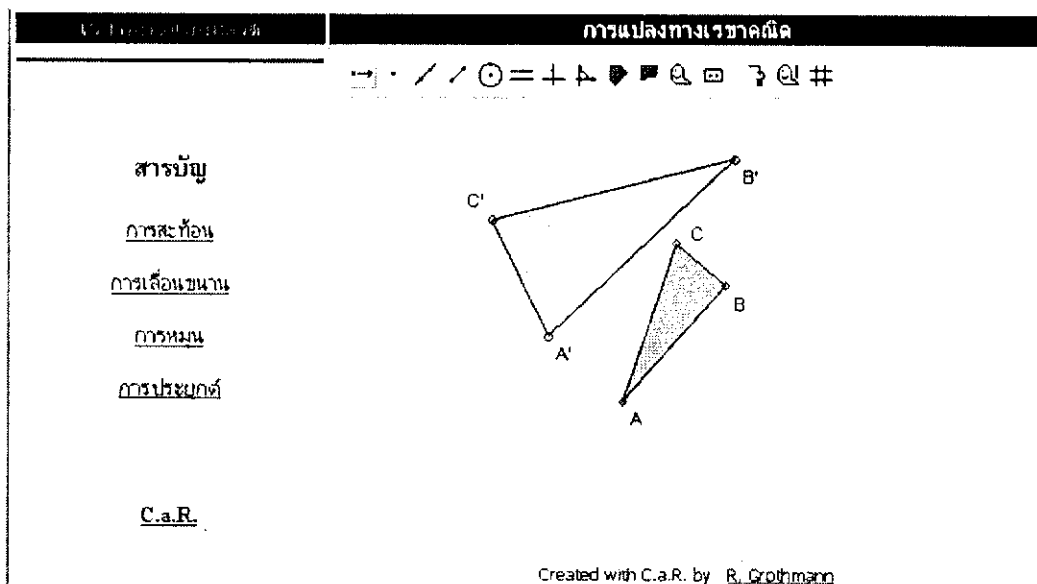
2. ดับเบิลคลิกที่ My Computer
3. ดับเบิลคลิกที่หน่วยขับเคลื่อน CD
4. คัดลอกไฟล์เตอร์ GeoTransform ไว้ใน My Document
5. ดับเบิลที่ GeoTransform ใน My Document
6. คลิกขวาที่ TOC.HTM จะปรากฏ



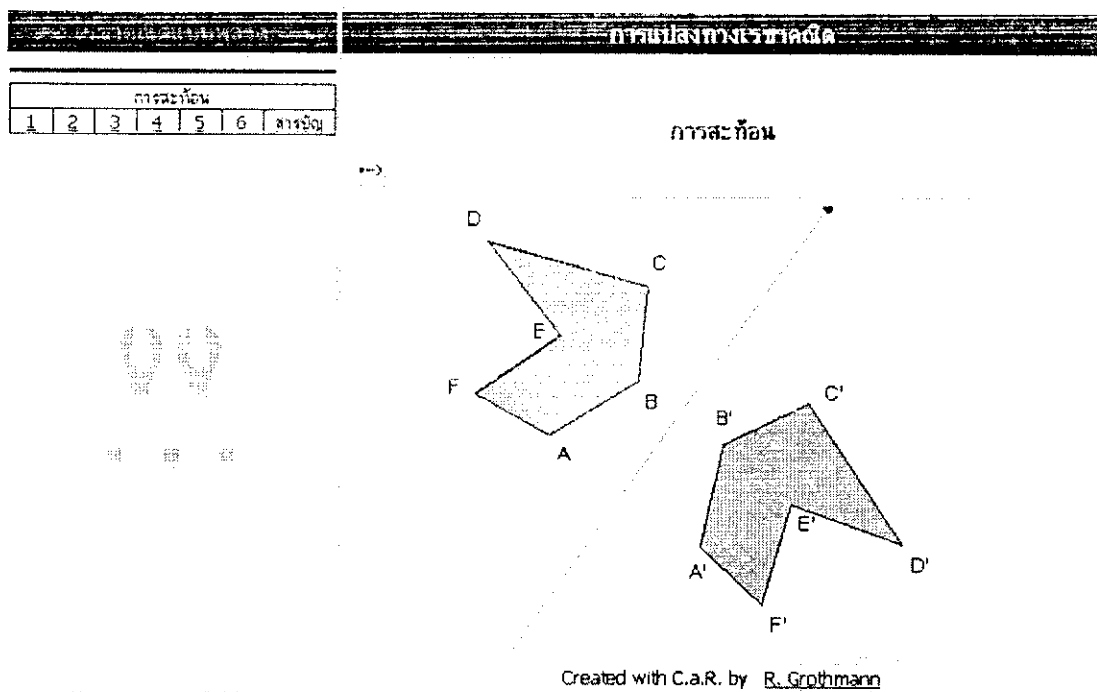
7. ที่ Send to เลือกที่ Desktop (create shortcut) จะปรากฏ shortcut to TOC.HTM ที่ desktop

8. ที่ desktop คลิกขวาที่ shortcut to TOC.HTM แล้วเลือกที่ "Rename" แล้วเปลี่ยนชื่อเป็น การแปลงทางเรขาคณิต

9. ดับเบิลคลิกที่ การแปลงทางเรขาคณิต จะปรากฏ



10. เลือกเรื่องที่ต้องการทำกิจกรรมการเรียนรู้การสอน เช่น เมื่อเลือกที่การสะท้อน จะได้



หน้าจอนี้เป็นหน้าสารบัญย่อยของเรื่องการสอน

11. เลือกที่ 1 จะได้กิจกรรมการเรียนรู้การสอนหน้า 1 ดังรูป

วิชา คณิตศาสตร์ ม. 1							การแปลงทางเรขาคณิต
การสะท้อน							กิจกรรมที่ 1
1	2	3	4	5	6	สารบัญ	ขั้น 1) ให้นักเรียนปฏิบัติงานในกิจกรรมที่ 1
จุดประสงค์การเรียนรู้							→ • / / ⊥ ⊞ ← ↶ ↷
บอกความหมายและสมบัติของการสะท้อนบนระนาบได้							 • A • M • N
Move: Select a point (shift: more points, ctrl: show old state)							

ภาคผนวก ค

กิจกรรมการเรียนรู้การสอนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิต

โดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต

ใบกิจกรรม

เรื่องการแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2



ชื่อ-นามสกุล.....

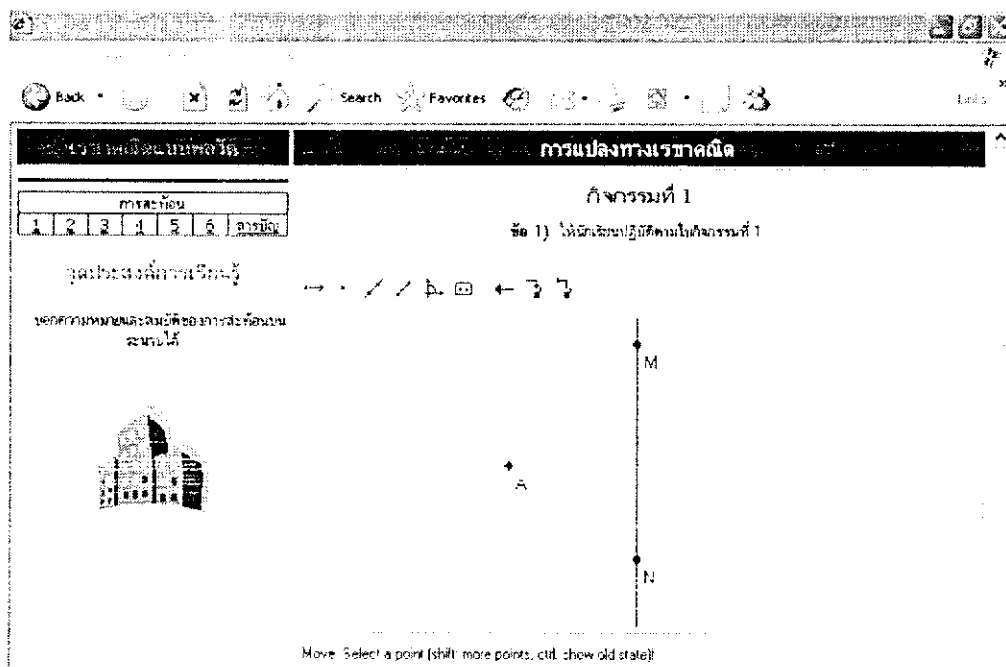
ชั้น..... เลขที่.....

ใบกิจกรรมที่ 1

ความหมายและสมบัติของการสะท้อน

คำชี้แจง ให้นักเรียนปฏิบัติตามกิจกรรมต่อไปนี้ และเติมคำตอบลงในช่องว่าง

เปิดไฟล์ D:\ การแปลงทางเรขาคณิต > การสะท้อน > 1)



ให้นักเรียนปฏิบัติดังนี้

1. ใช้คำสั่ง macro ในการหาภาพจากการสะท้อนจุด A โดยมีเส้น MN เป็นเส้นสะท้อน ทำโดย

เลือก > การสะท้อนจุดข้ามเส้น > OK

แล้วจึงเลือก จุด A และ เส้นตรง MN ตามลำดับ

จะได้ภาพจากการสะท้อน ให้ตั้งชื่อจุดที่ได้จากการสะท้อนว่าจุด A'

2. สร้าง $\overline{AA'}$ แล้วหาจุดตัดของ $\overline{AA'}$ กับเส้นตรง MN โดยตั้งชื่อจุดตัดว่าจุด P

3. วัดความยาวของส่วนของเส้นตรงดังต่อไปนี้

$AP = \dots\dots\dots$ เซนติเมตร $A'P = \dots\dots\dots$ เซนติเมตร

4. วัดขนาดของมุม $\angle MP A$ และ $\angle A' P M$

ขนาดของมุม $\angle MP A = \dots\dots\dots$ องศา ขนาดของ $\angle A' P M = \dots\dots\dots$ องศา

5. ลองเคลื่อนจุด A แล้วสังเกต AP , $A'P$ และขนาดของมุม $\hat{MPA}$ และ $\hat{A'PM}$ เมื่อหยุดเคลื่อนจุด A แล้ว ให้ตอบคำถามต่อไปนี้

$AP = \dots\dots\dots$ เซนติเมตร

$A'P = \dots\dots\dots$ เซนติเมตร

ขนาดมุม $\hat{MPA} = \dots\dots\dots$ องศา

ขนาดมุม $\hat{A'PM} = \dots\dots\dots$ องศา

6. เคลื่อนจุด A ไปมาอีกครั้ง เมื่อหยุดเคลื่อนจุด A แล้วพบว่า

$AP = \dots\dots\dots$ เซนติเมตร

$A'P = \dots\dots\dots$ เซนติเมตร

ขนาดมุม $\hat{MPA} = \dots\dots\dots$ องศา

ขนาดมุม $\hat{A'PM} = \dots\dots\dots$ องศา

7. จากการสังเกตความยาวของ $\overline{AP}$ กับ $\overline{A'P}$ พบว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างไร.....

8. สร้างจุด B บนเส้นตรง MN

9. ใช้คำสั่ง macro ในการหาภาพจากการสะท้อนจุด B โดยมีเส้น MN เป็นเส้นสะท้อน ทำโดย

เลือก  > การสะท้อนจุดข้ามเส้น > OK

แล้วจึงเลือก จุด B และ เส้นตรง MN ตามลำดับ

จะได้ภาพจากการสะท้อน อยู่ที่ตำแหน่งใด.....

10. สร้างจุด C ให้อยู่บนเส้นสะท้อน MN แล้วใช้คำสั่ง macro ในการหาภาพจากการสะท้อนจุด C จะได้ภาพจากการสะท้อน อยู่ที่ตำแหน่งใด.....

นั่นคือเมื่อจุดซึ่งเป็นรูปต้นแบบอยู่บนเส้นสะท้อนภาพที่ได้จากการสะท้อนจะมีลักษณะ ใด อย่างไร.....

11. ความหมายของการสะท้อนจุด A คือ

.....

.....

12. สมบัติของการสะท้อนจุด A ประกอบด้วย

12.1 ความยาวของ $\overline{AP}$ กับ $\overline{A'P}$ มีความสัมพันธ์กันดังนี้.....

12.2 ขนาดของมุม $\hat{MPA}$ กับ $\hat{A'PM}$ มีความสัมพันธ์กันดังนี้.....

จากข้อ 12.1 และ 12.2 จะได้ว่า เส้นสะท้อนจะมีความสัมพันธ์อย่างไรกับส่วนของเส้นตรงที่เชื่อมระหว่างจุดที่สมนัยกัน.....

12.3 ถ้าจุดซึ่งเป็นรูปต้นแบบอยู่บนเส้นสะท้อน จะพบว่าภาพที่ได้จากการสะท้อนจะมีลักษณะอย่างไร.....

ข้อ 3) ให้นักเรียนสร้าง $\triangle ABC$ ขึ้นมา 1 รูป จากนั้นให้นักเรียนใช้ macro ในการหา $\triangle A'B'C'$ ซึ่งเป็นภาพที่เกิดจากการสะท้อน $\triangle ABC$ ที่นักเรียนสร้างขึ้น แล้วให้นักเรียนปฏิบัติตามกิจกรรมด้านล่าง

→ · / / / ⊙ = ^ ⊞ ← ↻ ↺

Move: Select a point (shift, more points, ctrl, show old state)!

ให้นักเรียนปฏิบัติดังนี้

1. ให้นักเรียนสร้างเส้นตรง MN เพื่อใช้เป็นเส้นสะท้อน จากนั้นสร้างรูปสามเหลี่ยม ABC ขึ้นมา 1 รูป
2. ให้นักเรียนใช้คำสั่งใน macro ในการสะท้อนจุด A , B และ C โดยใช้เส้นตรง MN เป็นเส้นสะท้อน แล้วตั้งชื่อจุดที่ได้จากการสะท้อนว่าจุด A' , B' และ C' ตามลำดับ แล้วจึงลากเส้นเชื่อมจุด A' , B' และ C' เพื่อให้เกิดเป็นรูปสามเหลี่ยม $A'B'C'$
3. การอ่านชื่อ $\triangle ABC$ นักเรียนมีวิธีการอย่างไร.....
4. การอ่านชื่อ $\triangle A'B'C'$ นักเรียนมีวิธีการอย่างไร.....
5. สร้าง $\overline{AA'}$, $\overline{BB'}$ และ $\overline{CC'}$
 - 5.1 จงสำรวจความยาวระหว่าง $\overline{AB}$ กับ $\overline{A'B'}$, $\overline{BC}$ กับ $\overline{B'C'}$, และ $\overline{AC}$ กับ $\overline{A'C'}$ ว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างไร
 - 5.2 จงสำรวจการขนานกันและความยาวของ $\overline{AA'}$, $\overline{BB'}$ และ $\overline{CC'}$ ว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างไร.....
 - 5.3 จงสำรวจการขนานกันของด้านคู่ที่สมนัยกันของ $\triangle ABC$ และ $\triangle A'B'C'$ ได้ข้อสรุปว่าอย่างไร.....
6. วัดมุม $\hat{ABC}$, $\hat{ACB}$, $\hat{BAC}$, $\hat{A'B'C'}$, $\hat{A'C'B'}$ และ $\hat{B'A'C'}$ จะได้

ขนาดมุม $\hat{ABC}$ = ...	ขนาดมุม $\hat{A'B'C'}$ = ...
ขนาดมุม $\hat{ACB}$ = ...	ขนาดมุม $\hat{A'C'B'}$ = ...
ขนาดมุม $\hat{BAC}$ = ...	ขนาดมุม $\hat{B'A'C'}$ = ...
7. นักเรียนคิดว่ารูปสามเหลี่ยม ABC เท่ากันทุกประการกับรูปสามเหลี่ยม $A'B'C'$ หรือไม่.....

8. สรุปสมบัติของการสะท้อนรูปสามเหลี่ยมประกอบด้วย

8.1

.....

8.2

.....

8.3

.....

8.4.....

.....

.....

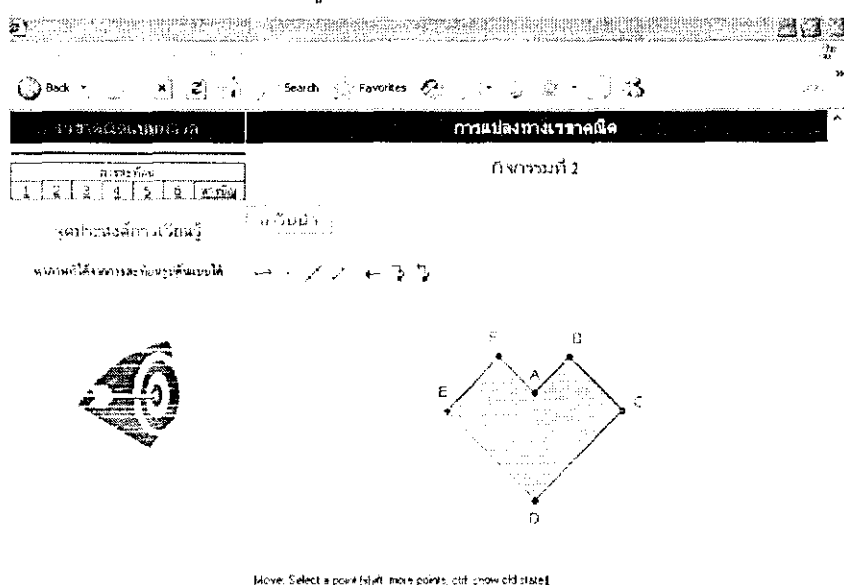


ใบกิจกรรมที่ 2

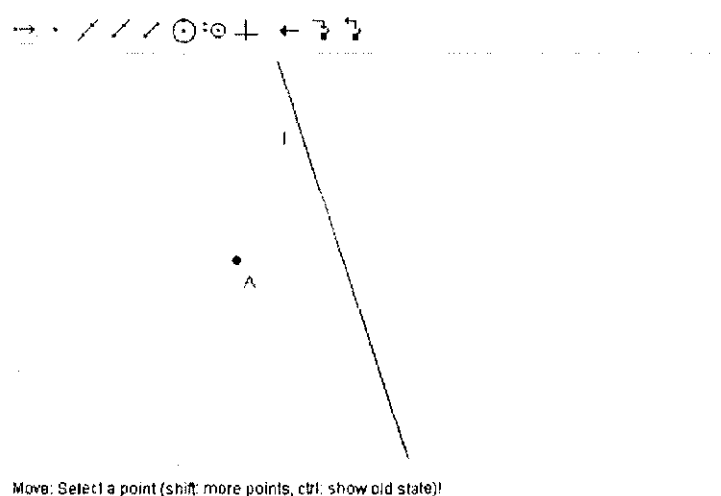
การหาภาพที่ได้จากการสะท้อน

คำชี้แจง ให้นักเรียนปฏิบัติตามกิจกรรมต่อไปนี้ และเติมคำตอบลงในช่องว่าง
เปิดไฟล์ D:\ การแปลงทางเรขาคณิต > การสะท้อน > 2

เกริ่นนำ: นักเรียนคิดว่าเส้นสะท้อนอยู่ที่ใด



ข้อ 1) ให้นักเรียนหาภาพที่ได้จากการสะท้อนจุด A ด้วยเส้นสะท้อนที่ได้จนได้
ว่านักเรียนทำกิจกรรมได้ถูกต้อง จากนั้นให้นักเรียนนำผลลัพธ์ที่ได้มาเขียนในใบกิจกรรมนี้ พร้อมทั้ง
บอกขั้นตอนการสร้าง

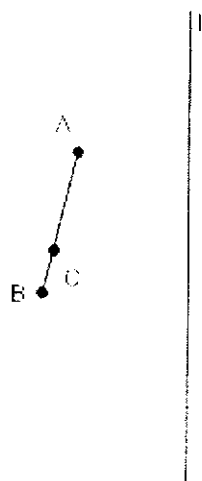


ขั้นที่ 1

ขั้นที่ 2

ข้อ 2) จงหาภาพจากการสะท้อน $\overline{AB}$ ด้วย เส้นสะท้อน l พร้อมทั้งหา ภาพจากการสะท้อนจุด C แล้วนำมาวาดในใบกิจกรรมนี้ (ไม่ต้องเขียนขั้นตอนการสร้าง)

→ · / / / ⊙ ⊙ ⊕ ← ↶ ↷



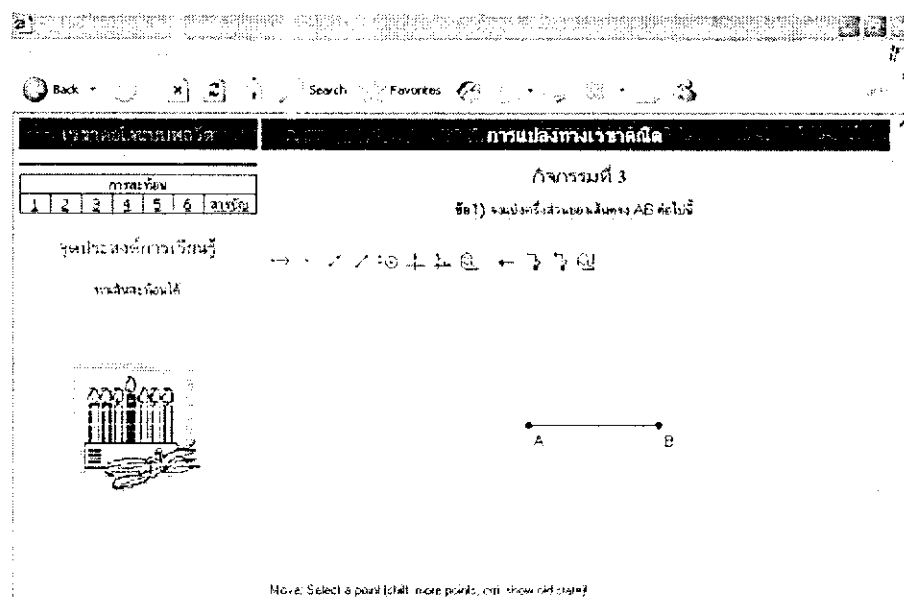
Move: Select a point (shift: more points, ctrl: show old state)!

ใบกิจกรรมที่ 3

หาเส้นสะท้อนของการสะท้อน

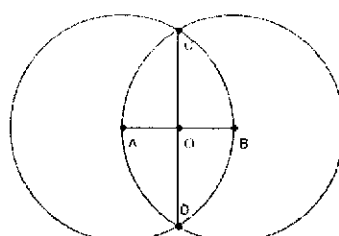
คำชี้แจง ให้นักเรียนปฏิบัติตามกิจกรรมต่อไปนี้ และเติมคำตอบลงในช่องว่าง

เปิดไฟล์ D:\ การแปลงทางเรขาคณิต > การสะท้อน > 3



การแบ่งครึ่งส่วนเส้นตรง AB ทำตามขั้นตอนดังนี้

1. คลิกที่ $\textcircled{\text{C}}$ จากนั้นเลือกที่จุด A , B และ A ตามลำดับ นั่นคือใช้รัศมีเท่ากับความยาว $\overline{AB}$ และใช้ A เป็นจุดศูนย์กลาง ในการสร้างวงกลม
2. คลิกที่จุด $\textcircled{\text{C}}$ จากนั้นเลือกที่จุด A , B และ B ตามลำดับ นั่นคือใช้รัศมีเท่ากับ ข้อ 1. (ความยาวของ $\overline{AB}$) และใช้ B เป็นจุดศูนย์กลาง ในการสร้างวงกลม
3. จะได้จุดตัดระหว่างวงกลมในข้อ 1. และ ข้อ 2. ทั้งสิ้น 2 จุด ให้ตั้งชื่อจุดทั้งสองว่าจุด C และ จุด D จากนั้นลาก $\overline{CD}$ ตัด $\overline{AB}$ ที่จุด O
4. วัดความยาว $\overline{AO}$ และ $\overline{OB}$ จะได้ว่า.....
และ $\overline{CD}$ เป็นส่วนของเส้นตรงที่แบ่งครึ่งและตั้งฉากกับ $\overline{AB}$ ดังรูป



ข้อ 2) ให้นักเรียนหาเส้นสะท้อน เมื่อกำหนดให้จุด A เป็นรูปต้นแบบ และ A' เป็นภาพที่ได้จากการสะท้อน แล้วนำมาเขียนลงในใบกิจกรรมนี้ พร้อมทั้งเขียนขั้นตอนการสร้าง

→ · ∕ ∕ ⊙ ⊙ = ⊥ ← ↗ ↘

•
 A

•
 A'

ขั้นที่ 1

ขั้นที่ 2

.....

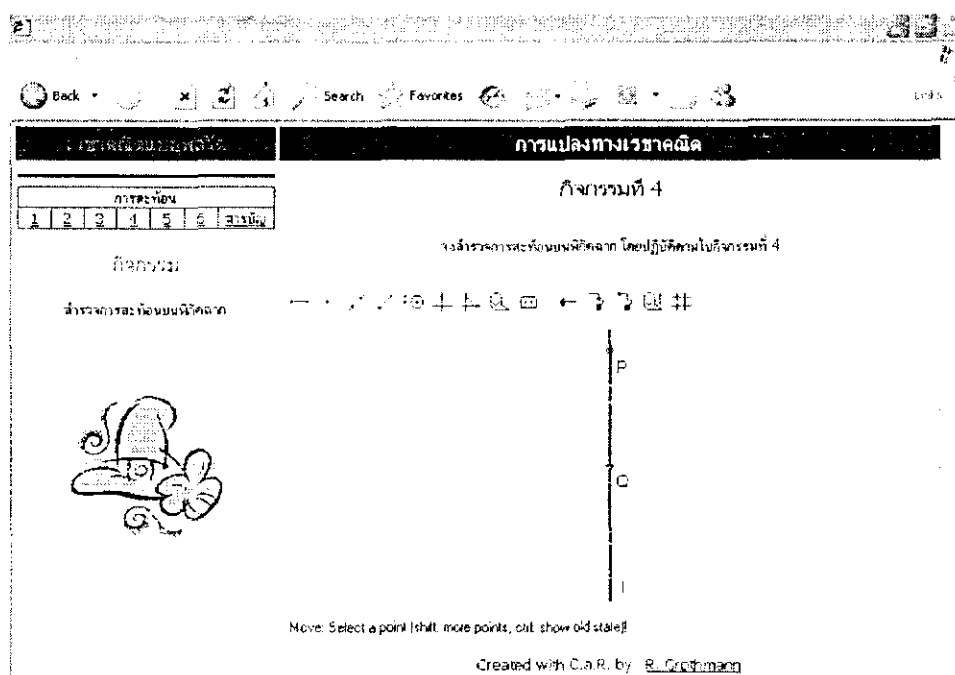
.....

ใบกิจกรรมที่ 4

สำรวจการสะท้อนในระบบพิกัดฉาก

คำชี้แจง ให้นักเรียนปฏิบัติตามกิจกรรมต่อไปนี้ และเติมคำตอบลงในช่องว่าง

เปิดไฟล์ D:\ การแปลงทางเรขาคณิต > การสะท้อน > 4



ให้นักเรียนปฏิบัติดังนี้

1. คลิกที่ # จากนั้นสร้างจุดหนึ่งจุด ตั้งชื่อว่าจุด A , จุด A ที่นักเรียนสร้างมีพิกัดเป็น.....
2. จากโจทย์กำหนดให้ l เป็นเส้นสะท้อน ภาพที่ได้จากการสะท้อนจุด A ควรอยู่ที่พิกัดใด.....
3. ใช้คำสั่ง macro ในการหาภาพที่ได้จากการสะท้อนจุด A โดยตั้งชื่อภาพที่ได้จากการสะท้อนว่า จุด A' จุด A' มีพิกัดเป็น.....
4. เส้นสะท้อนอยู่บนแกนใด.....
 - 4.1 เคลื่อนจุด A ไปที่พิกัด (-2,1) จะได้ว่าจุด A' มีพิกัดเป็น.....
นั่นคือจุด A อยู่ห่างจากแกน Y หน่วย และ จุด A' อยู่ห่างจากแกน Y.....
 - 4.2 เคลื่อนจุด A ไปที่พิกัด (3,-1) จะได้ว่าจุด A' มีพิกัดเป็น.....
นั่นคือจุด A อยู่ห่างจากแกน Y หน่วย และ จุด A' อยู่ห่างจากแกน Y.....
 - 4.3 เคลื่อนจุด A ไปที่พิกัด (-2,-3) จะได้ว่าจุด A' มีพิกัดเป็น.....
 - 4.4 เคลื่อนจุด A ไปที่พิกัด (1,2) จะได้ว่าจุด A' มีพิกัดเป็น.....

5. จากการสังเกตความสัมพันธ์ระหว่างพิกัดของจุด A และพิกัดของจุด A' นักเรียนคิดว่าเราสามารถหาภาพที่ได้จากการสะท้อนรูปต้นแบบเมื่อเส้นสะท้อนอยู่บนแกน Y ได้อย่างไร.....

6. ให้นักเรียนคลิกที่จุด P ดังไว้ แล้วเคลื่อนจุด P ไปที่พิกัด $(-4,0)$ นั่นคือ เส้นสะท้อนจะอยู่บนแกน และจุด A มีพิกัดเป็น จะได้ว่าจุด A' มีพิกัดเป็น.....

6.1 เคลื่อนจุด A ไปที่พิกัด $(3,2)$ จะได้ว่าจุด A' มีพิกัดเป็น.....

นั่นคือจุด A อยู่ห่างจากแกน X หน่วย และ จุด A' อยู่ห่างจากแกน X

6.2 เคลื่อนจุด A ไปที่พิกัด $(1,-2)$ จะได้ว่าจุด A' มีพิกัดเป็น.....

นั่นคือจุด A อยู่ห่างจากแกน X หน่วย และ จุด A' อยู่ห่างจากแกน X

6.3 เคลื่อนจุด A ไปที่พิกัด $(-3,-1)$ จะได้ว่าจุด A' มีพิกัดเป็น.....

7. จากการสังเกตความสัมพันธ์ระหว่างพิกัดของจุด A และพิกัดของจุด A' นักเรียนคิดว่าเราสามารถหาภาพที่ได้จากการสะท้อนรูปต้นแบบเมื่อเส้นสะท้อนอยู่บนแกน X ได้อย่างไร.....

8. ให้นักเรียนคลิกที่จุด Q ดังไว้ แล้วเคลื่อนจุด Q ไปที่พิกัด $(-4,-2)$ นั่นคือเส้นสะท้อนขนานกับแกน และอยู่ห่างจากแกน Y ในทิศทางใด.....เป็นระยะทาง.....หน่วย
จะได้ว่าจุด A' มีพิกัดเป็น.....

8.1 เคลื่อนจุด A ไปที่พิกัด $(-2,2)$ จะได้ว่าจุด A' มีพิกัดเป็น.....

นั่นคือจุด A อยู่ทางขวาของเส้นสะท้อน PQ และอยู่ห่างจากเส้นสะท้อนเป็นระยะ..... หน่วย

และ จุด A' อยู่ทาง.....ของเส้นสะท้อน PQ และอยู่ห่างจากเส้นสะท้อนเป็นระยะ.....หน่วย

8.2 เคลื่อนจุด A ไปที่พิกัด $(-6,0)$ จะได้ว่าจุด A' มีพิกัดเป็น.....

นั่นคือจุด A อยู่ทางซ้ายของเส้นสะท้อน PQ และอยู่ห่างจากเส้นสะท้อนเป็นระยะ..... หน่วย

และ จุด A' อยู่ทาง.....ของเส้นสะท้อน PQ และอยู่ห่างจากเส้นสะท้อนเป็นระยะ.....หน่วย

8.3 เคลื่อนจุด A ไปที่พิกัด $(-3,-1)$ จะได้ว่าจุด A' มีพิกัดเป็น.....

9. จากการสังเกตความสัมพันธ์ระหว่างพิกัดของจุด A และพิกัดของจุด A' นักเรียนคิดว่าเราสามารถหาภาพที่ได้จากการสะท้อนรูปต้นแบบเมื่อเส้นสะท้อนขนานแกน Y และอยู่ห่างจากแกน Y ไปทางซ้าย 4 หน่วย ได้อย่างไร.....

หมายเหตุ ในกรณีที่เส้นสะท้อนไม่ได้ขนานกับแกน X หรือแกน Y นักเรียนสามารถใช้วิธีหาภาพที่ได้จากการสะท้อนแบบเดียวกับการหาภาพในกิจกรรมที่ 2

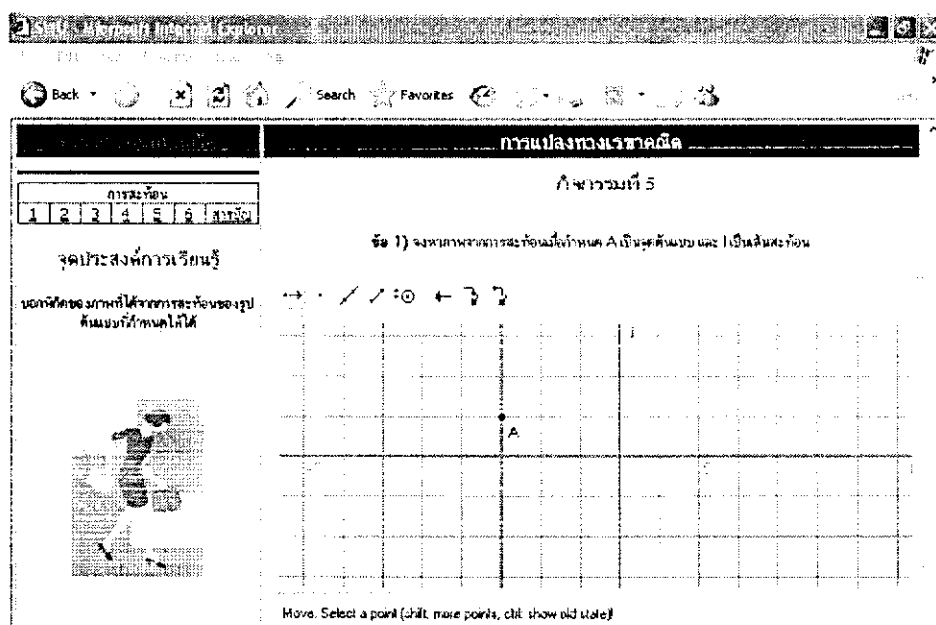
ใบกิจกรรมที่ 5

หาภาพจากการสะท้อนในระบบพิกัดฉาก

คำชี้แจง ให้นักเรียนปฏิบัติตามกิจกรรมต่อไปนี้ และเติมคำตอบลงในช่องว่าง

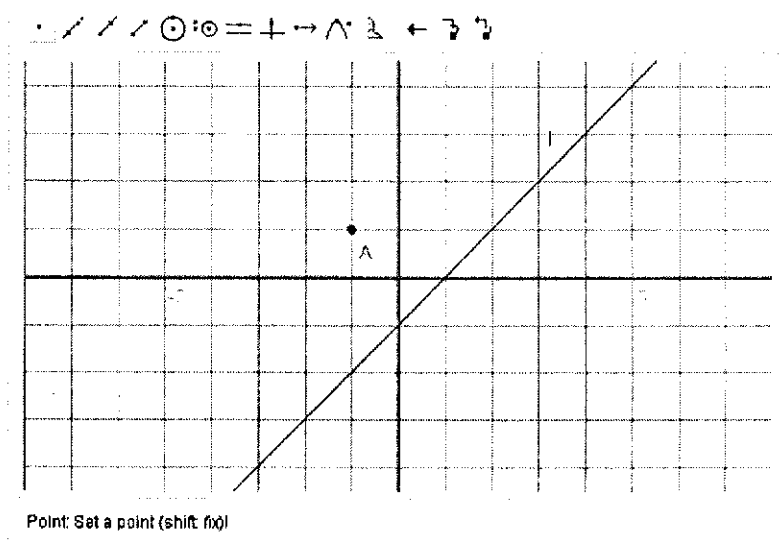
เปิดไฟล์ D:\ การแปลงทางเรขาคณิต > การสะท้อน > 5

ข้อ 1) ให้นักเรียนหาภาพที่ได้จากการสะท้อนจุด A ด้วยเส้นสะท้อน l แล้วนำมาลงจุดในรูปด้านล่างนี้



จะได้ว่าจุด A' มีพิกัดเป็น.....

ข้อ 2) ให้นักเรียนหาภาพที่ได้จากการสะท้อนจุด A ด้วยเส้นสะท้อน l แล้วนำมาลงจุดในรูปด้านล่างนี้



จะได้ว่าจุด A' มีพิกัดเป็น.....

ใบกิจกรรมที่ 6

หาเส้นสะท้อนในระบบพิกัดฉาก

คำชี้แจง ให้นักเรียนปฏิบัติตามกิจกรรมต่อไปนี้ และเติมคำตอบลงในช่องว่าง

เปิดไฟล์ D:\ การแปลงทางเรขาคณิต > การสะท้อน > 6

ข้อ 1) ให้นักเรียนหาเส้นสะท้อนโดยเขียนในรูปด้านล่างนี้

นักเรียนใช้วิธีใดในการหาเส้นสะท้อน.....

.....

.....

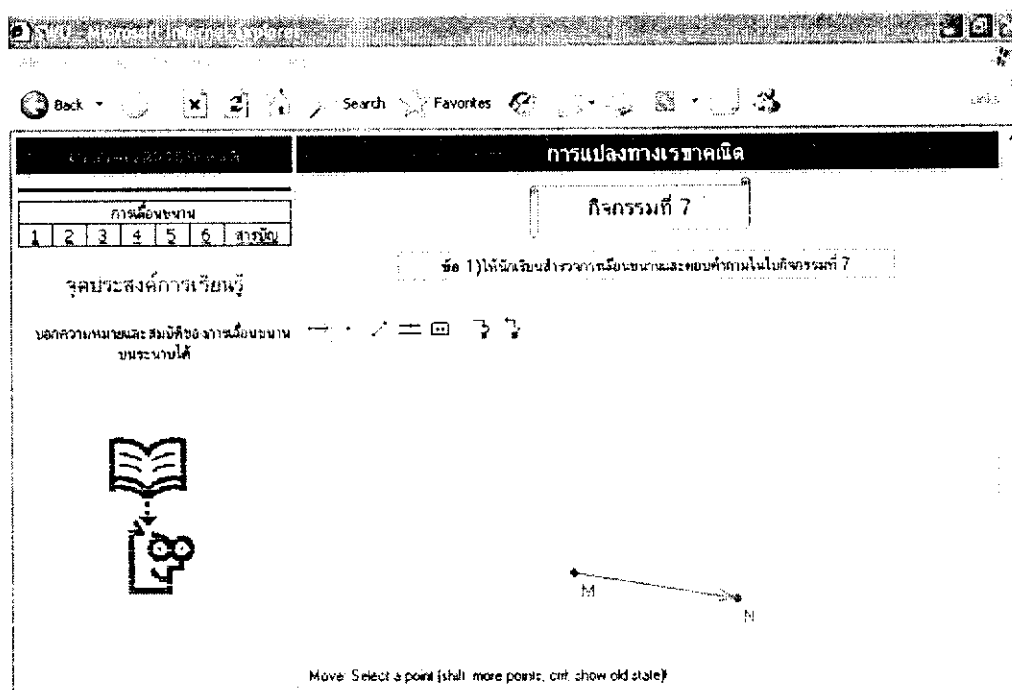
ใบกิจกรรมที่ 7

ความหมายและสมบัติของการเลื่อนขนาน

คำชี้แจง ให้นักเรียนปฏิบัติตามกิจกรรมต่อไปนี้ และเติมคำตอบลงในช่องว่าง

เปิดไฟล์ D:\ การแปลงทางเรขาคณิต > การเลื่อนขนาน > 1

ข้อ 1)



ให้นักเรียนหาภาพที่ได้จากการเลื่อนขนานจุด A ด้วยส่วนของเส้นตรง MN โดยปฏิบัติตามนี้

1. สร้างจุด A
2. ใช้ macro ในการหาภาพที่ได้จากการเลื่อนขนานจุด A ด้วย $\overline{MN}$ โดยการ
 - 2.1 คลิกที่  แล้วเลือก "การเลื่อนขนานจุด" แล้วคลิก OK
 - 2.2 คลิกที่จุด A เพื่อใช้เป็นรูปต้นแบบในการเลื่อนขนาน แล้วเลือกจุด M และ N

ตามลำดับ

2.3 จะได้ภาพที่ได้จากการเลื่อนขนาน ให้ตั้งชื่อว่าจุด A'

3. สร้างส่วนของเส้นตรง AA'
4. วัดความยาว $\overline{AA'}$ จะได้ว่า $AA' = \dots\dots\dots$
5. วัดความยาว $\overline{MN}$ จะได้ว่า $MN = \dots\dots\dots$
6. สร้างส่วนของเส้นตรง MA และ NA' และวัดความยาว จะได้ว่า

$$MA = \dots\dots\dots \quad NA' = \dots\dots\dots$$

7. รูปสี่เหลี่ยม $AA'NM$ เป็นรูปสี่เหลี่ยมชนิดใด.....

8. นักเรียนคิดว่า $\overline{AA'} \parallel \overline{MN}$ หรือไม่ เพราะเหตุใด.....

9. เมื่อเคลื่อนจุด N ไปมา จุด A' จะเคลื่อนที่ตามไปด้วยหรือไม่เพราะเหตุใด.....

10. เคลื่อนจุด N แล้วสังเกตความยาวของ $\overline{AA'}$ และ $\overline{MN}$

เมื่อนักเรียนหยุดเคลื่อนจุด N แล้วให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

$AA' =$

$MN =$

11. เคลื่อนจุด N อีกครั้ง แล้วสังเกต AA' และ MN เมื่อนักเรียนหยุดเคลื่อนจุด N แล้วให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

$AA' =$

$MN =$

12. จากการสังเกต AA' และ MN พบว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างไร.....

13. สรุปความหมายของการเลื่อนขนานคือ.....

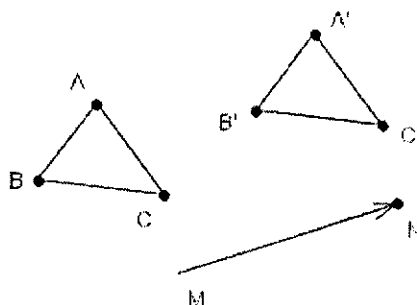
14. สมบัติของการเลื่อนขนานจุด A ประกอบด้วย

1.....

2.....

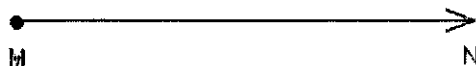
ข้อ2) กำหนดรูปสามเหลี่ยม ABC เป็นรูปต้นแบบ และ รูปสามเหลี่ยม $A'B'C'$ เป็นภาพที่ได้จากการเลื่อนขนานสามเหลี่ยม ABC ด้วยเวกเตอร์ $\overrightarrow{MN}$

$\Rightarrow \cdot \angle = \square \quad \curvearrowright \quad \curvearrowleft$



Move: Select a point (shift: more points, ctrl: show old state)

เกริ่นนำ



จากรูปเวกเตอร์ $\overrightarrow{MN}$ จะมีทิศทางจากจุดเริ่มต้น M ไปยังจุดสิ้นสุด N และมีขนาดเท่ากับ ความยาวของ $\overline{MN}$

ให้นักเรียนปฏิบัติดังนี้

1. สร้างส่วนของเส้นตรง AA' , BB' และ CC'

2. วัดความยาวของ $\overline{AA'}$, $\overline{BB'}$ และ $\overline{CC'}$ จะได้ว่า

$$AA' = \dots\dots\dots, BB' = \dots\dots\dots, CC' = \dots\dots\dots$$

3. วัดความยาวส่วนของ $\overline{MN}$ จะได้ว่า $MN = \dots\dots\dots$

4. พิจารณาความยาวของ $\overline{MN}$, $\overline{AA'}$, $\overline{BB'}$ และ $\overline{CC'}$ ว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างไร.....

.....

5. วัดความยาว $\overline{AC}$, $\overline{A'C'}$, $\overline{AB}$, $\overline{A'B'}$, $\overline{BC}$ และ $\overline{B'C'}$ จะได้ว่า

$$AC = \dots\dots\dots A'C' = \dots\dots\dots$$

$$AB = \dots\dots\dots A'B' = \dots\dots\dots$$

$$BC = \dots\dots\dots B'C' = \dots\dots\dots$$

6. พิจารณาการขนานกันของ $\overline{MN}$, $\overline{AA'}$, $\overline{BB'}$ และ $\overline{CC'}$ ว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างไร.....

.....

7. พิจารณาการขนานกันระหว่างด้านของรูปต้นแบบกับด้านของภาพที่ได้จากการเลื่อนขนานพบว่า.....

.....

8. ให้นักเรียนเคลื่อนจุด N ไปมา แล้วสังเกต AA' , BB' , CC' และ MN จะได้ว่า

$$AA' = \dots\dots\dots BB' = \dots\dots\dots$$

$$CC' = \dots\dots\dots MN = \dots\dots\dots$$

9. ให้นักเรียนเคลื่อนจุด N ไปมา แล้วสังเกตการเคลื่อนที่ของรูปสามเหลี่ยม $A'B'C'$ จะพบว่า

.....

10. ให้นักเรียนเคลื่อนจุด A ไปมา แล้วสังเกตความเปลี่ยนแปลงของรูปสามเหลี่ยม $A'B'C'$ ว่ามีลักษณะอย่างไร.....

11. ให้นักเรียนเคลื่อนจุด N มาทับจุด M แล้วสังเกตรูปสามเหลี่ยม ABC และ $A'B'C'$ ว่ามี

ความสัมพันธ์กันอย่างไร.....

12. สรุปสมบัติของการเลื่อนขนานรูปสามเหลี่ยม

12.1

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

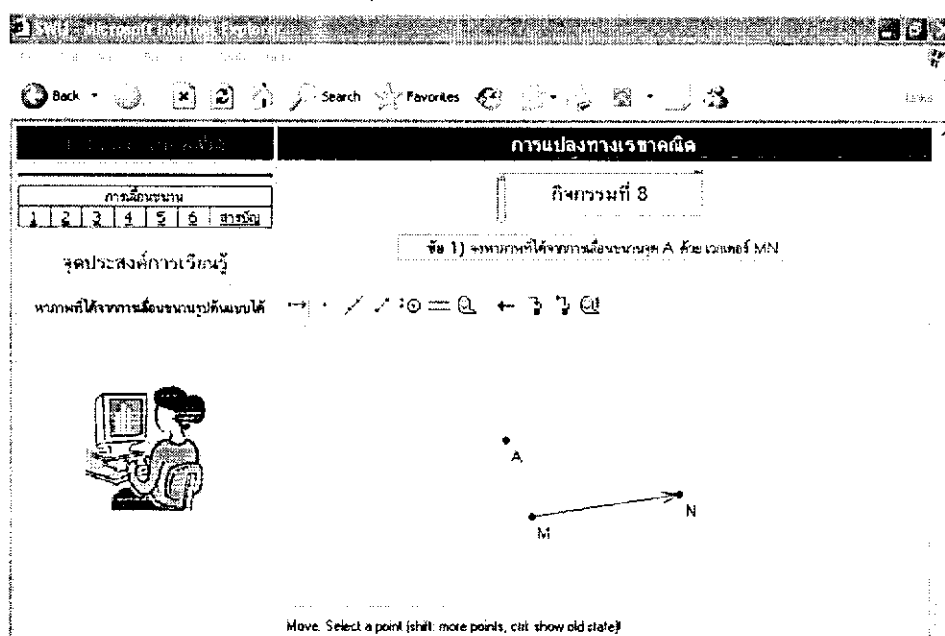
ใบกิจกรรมที่ 8

หาภาพที่ได้จากการเลื่อนขนานรูปต้นแบบ

คำชี้แจง ให้นักเรียนปฏิบัติตามกิจกรรมต่อไปนี้ และเติมคำตอบลงในช่องว่าง

เปิดไฟล์ D:\ การแปลงทางเรขาคณิต > การเลื่อนขนาน > 2

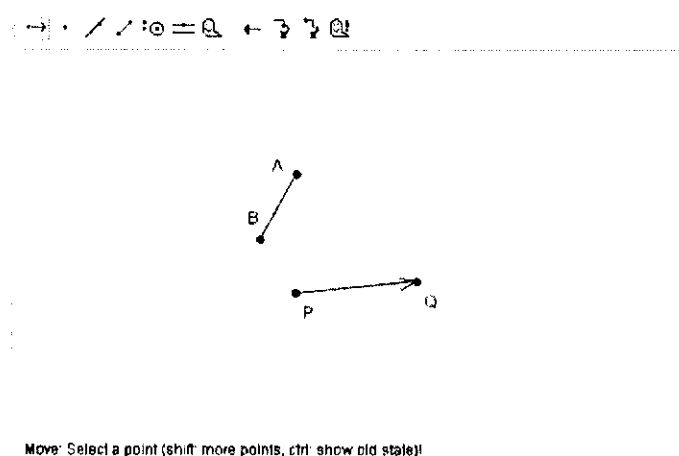
ข้อ 1) จงหาภาพที่ได้จากการเลื่อนขนานจุด A ด้วยเวกเตอร์ MN พร้อมทั้งเขียนขั้นตอนการสร้าง



ขั้นที่ 1

ขั้นที่ 2

ข้อ 2) จงหาภาพที่ได้จากการเลื่อนขนานส่วนของเส้นตรง AB ด้วยเวกเตอร์ PQ



จากข้อ 1 และข้อ 2 นักเรียนใช้สมบัติของการเลื่อนขนานใดหาภาพจากการเลื่อนขนาน

.....

ใบกิจกรรมที่ 9

หาเวกเตอร์ของการเลื่อนขนาน

คำชี้แจง ให้นักเรียนปฏิบัติตามกิจกรรมต่อไปนี้ และเติมคำตอบลงในช่องว่าง

เปิดไฟล์ D:\ การแปลงทางเรขาคณิต > การเลื่อนขนาน > 3

ข้อ 1) กำหนดรูปสามเหลี่ยม ABC เป็นรูปต้นแบบ และรูปสามเหลี่ยม $A'B'C'$ เป็นภาพที่ได้จากการเลื่อนขนาน รูปสามเหลี่ยม ABC จงหาเวกเตอร์ PQ เมื่อกำหนดจุด P เป็นจุดเริ่มต้น พร้อมทั้งเขียนขั้นตอนการสร้าง

การแปลงทางเรขาคณิต

กิจกรรมที่ 9

ข้อ 1) กำหนดรูปสามเหลี่ยม ABC เป็นรูปต้นแบบ และรูปสามเหลี่ยม $A'B'C'$ เป็นภาพที่ได้จากการเลื่อนขนาน รูปสามเหลี่ยม ABC จงหาเวกเตอร์ PQ เมื่อกำหนดจุด P เป็นจุดเริ่มต้น

Move: Select a point (shift: more points, click: show old state)

ขั้นที่ 1

ขั้นที่ 2

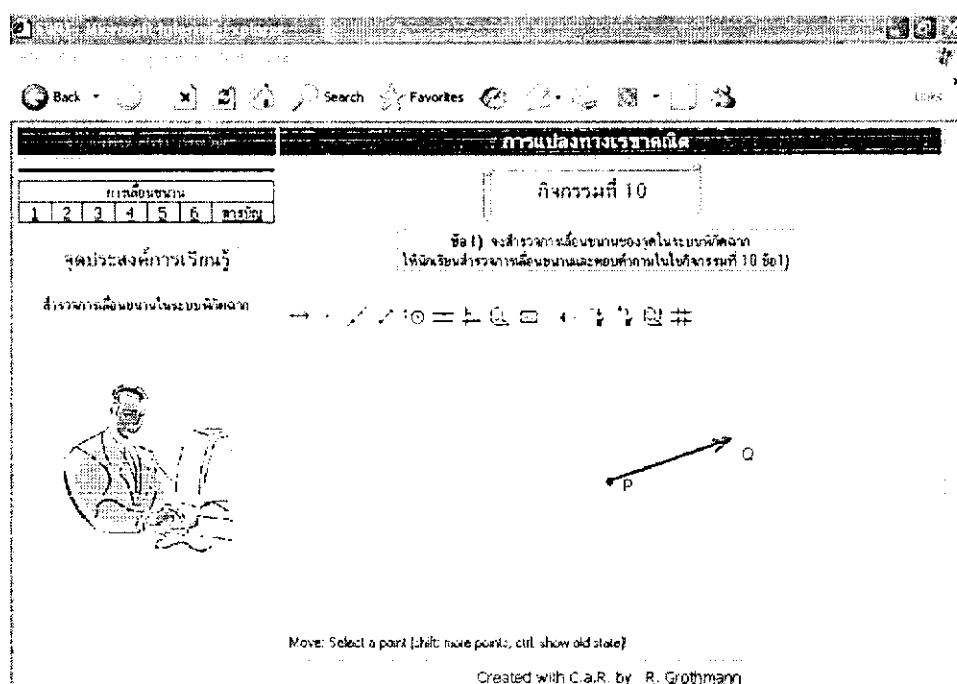
ใบกิจกรรมที่ 10

สำรวจการเลื่อนขนานในระบบพิกัดฉาก

คำชี้แจง ให้นักเรียนปฏิบัติตามกิจกรรมต่อไปนี้ และเติมคำตอบลงในช่องว่าง

เปิดไฟล์ D:\ การแปลงทางเรขาคณิต > การเลื่อนขนาน > 4

ข้อ 1) จงสำรวจการเลื่อนขนานของจุดในระบบพิกัดฉาก



ให้นักเรียนปฏิบัติดังนี้

1. คลิกที่ # จากนั้นสร้างจุดหนึ่งจุด ตั้งชื่อว่าจุด A , จุด A ที่นักเรียนสร้างมีพิกัดเป็น.....
2. จากที่โจทย์กำหนดเวกเตอร์ PQ มาให้
จุด P มีพิกัดเป็น..... และจุด Q มีพิกัดเป็น.....
นักเรียนคิดว่าภาพที่ได้จากการเลื่อนขนานจุด A ด้วยเวกเตอร์ PQ จะอยู่ที่พิกัดใด.....
3. ใช้คำสั่ง macro ในการหาภาพที่ได้จากการเลื่อนขนานจุด A โดยตั้งชื่อภาพที่ได้จากการเลื่อนขนานว่าจุด A' จะได้ว่าจุด A' มีพิกัดเป็น.....
4. เคลื่อนจุด Q ไปมาแล้วสังเกตการเคลื่อนที่ของจุด A และจุด A'
4.1 นักเรียนต้องเคลื่อนจุด Q ไปที่ตำแหน่งใด จึงจะทำให้จุด A และจุด A' มีพิกัดที่สอง (y) เหมือนกัน แต่พิกัดแรก (x) ต่างกัน.....

4.2 นักเรียนต้องเคลื่อนจุด O ไปที่ตำแหน่งใดจึงจะทำให้จุด A และจุด A' มีพิกัดแรก (x) เหมือนกัน แต่พิกัดที่สอง ต่างกัน.....

5. จงสังเกตการเคลื่อนที่ A และ จุด A' โดยปฏิบัติตามนี้

5.1 เคลื่อนจุด O ไปที่พิกัด (3,0) จุด A มีพิกัดเป็น.....และจุด A' มีพิกัดเป็น.....
นั่นคือจุด O อยู่ห่างจากจุด P ตามแนวแกน X..... หน่วย และ
จุด A' อยู่ห่างจากจุด A ตามแนวแกน X..... หน่วย

5.2 เคลื่อนจุด O ไปที่พิกัด (-2,0) จุด A มีพิกัดเป็น.....และจุด A' มีพิกัดเป็น.....
นั่นคือจุด O อยู่ห่างจากจุด P ตามแนวแกน X..... หน่วย และ
จุด A' อยู่ห่างจากจุด A ตามแนวแกน X..... หน่วย

5.3 เคลื่อนจุด O ไปที่พิกัด (0,2) จุด A มีพิกัดเป็น.....และจุด A' มีพิกัดเป็น.....
นั่นคือจุด O อยู่ห่างจากจุด P ตามแนวแกน Y..... หน่วย และ
จุด A' อยู่ห่างจากจุด A ตามแนวแกน Y..... หน่วย

5.4 เคลื่อนจุด O ไปที่พิกัด (0,-1) จุด A มีพิกัดเป็น.....และจุด A' มีพิกัดเป็น.....
นั่นคือจุด O อยู่ห่างจากจุด P ตามแนวแกน Y..... หน่วย และ
จุด A' อยู่ห่างจากจุด A ตามแนวแกน Y..... หน่วย

6. เราสามารถหาภาพที่ได้จากการเลื่อนขนานรูปต้นแบบเมื่อเวกเตอร์ที่กำหนดให้ขนานกับแกน X และเวกเตอร์มีขนาดเท่ากับ 5 หน่วยได้อย่างไร.....

7. คลิกที่จุด O ค้างไว้ แล้วเคลื่อนจุด O ไปที่พิกัด (-2,1) นั่นคือ จุด A มีพิกัดเป็น.....
และจุด A' มีพิกัดเป็น.....

7.1 จุด O อยู่ห่างจากจุด P ไปตามแนวแกน X หน่วย
แล้วเคลื่อนที่ขึ้นไปตามแนวแกน Y..... หน่วย

7.2 จุด A' อยู่ห่างจากจุด A ไปตามแนวแกน X หน่วย
แล้วเคลื่อนที่ขึ้นไปตามแนวแกน Y..... หน่วย

8. คลิกที่จุด O ค้างไว้ แล้วเคลื่อนจุด O ไปที่พิกัด (4,-3) นั่นคือ จุด A มีพิกัดเป็น.....
และจุด A' มีพิกัดเป็น.....

8.1 จุด O อยู่ห่างจากจุด P ไปตามแนวแกน X หน่วย
แล้วเคลื่อนที่ลงไปตามแนวแกน Y..... หน่วย

8.2 จุด A' อยู่ห่างจากจุด A ไปตามแนวแกน X หน่วย
แล้วเคลื่อนที่ลงไปตามแนวแกน Y..... หน่วย

9. เราใช้วิธีหาภาพที่ได้จากการเลื่อนขนานจุด A ซึ่งมีพิกัดเป็น $(1,2)$ โดยที่เวกเตอร์มีจุดเริ่มต้นเป็น $P(0,0)$ และจุดปลายเป็น $Q(-3,2)$ ได้อย่างไร.....
10. นักเรียนคิดว่าจุด A' ซึ่งเป็นภาพที่ได้จากการเลื่อนขนานจะอยู่ที่พิกัดใด เมื่อจุด A ซึ่งเป็นรูปต้นแบบอยู่ที่พิกัด $(-5,1)$ โดยที่เวกเตอร์มีจุดเริ่มต้นเป็น $P(2,1)$ และจุดปลายเป็น $Q(6,2)$
-
11. เคลื่อนจุด A ไปที่พิกัด $(-5,1)$ เคลื่อนจุด P ไปที่พิกัด $(2,1)$ และเคลื่อนจุด Q ไปที่พิกัด $(6,2)$ จะได้จุด A' อยู่ที่พิกัด..... ตรงกับที่นักเรียนคาดการณ์ในข้อ 11. หรือไม่.....
12. สมมติให้ $M(0,0)$ เป็นจุดเริ่มต้นของเวกเตอร์ และจุด $N(a,b)$ เป็นจุดปลายของเวกเตอร์ และจุด $A(x,y)$ เป็นรูปต้นแบบ แล้วภาพที่ได้จากการเลื่อนขนานจุด A จะมีพิกัดเป็น.....
13. กำหนดให้ลำดับการเลื่อนขนานเป็น $\langle a, b \rangle$ โดยที่ a หมายถึงการเคลื่อนที่ในแนวนอน และ b หมายถึงการเคลื่อนที่ในแนวตั้ง และกำหนดให้การเคลื่อนที่ไปทางขวาหรือขึ้นบนมีเครื่องหมายเป็นบวก และการเคลื่อนที่ไปทางซ้ายหรือลงล่างมีเครื่องหมายเป็นลบ เช่น
- $\langle 1, -3 \rangle$ หมายถึง การเคลื่อนที่ไปทางขวา 1 หน่วย และลงล่าง 3 หน่วย
- 13.1 เมื่อเคลื่อนที่จุด $A(2,1)$ ด้วย $\langle 2, -2 \rangle$ จะได้จุด A' มีพิกัดเป็น.....
- 13.2 เมื่อเคลื่อนที่จุด $A(-1,3)$ ด้วย $\langle -3, 4 \rangle$ จะได้จุด A' มีพิกัดเป็น.....
- 13.3 เมื่อเคลื่อนที่จุด $A(x, y)$ ด้วย $\langle a, b \rangle$ จะได้จุด A' มีพิกัดเป็น.....



ใบกิจกรรมที่ 11

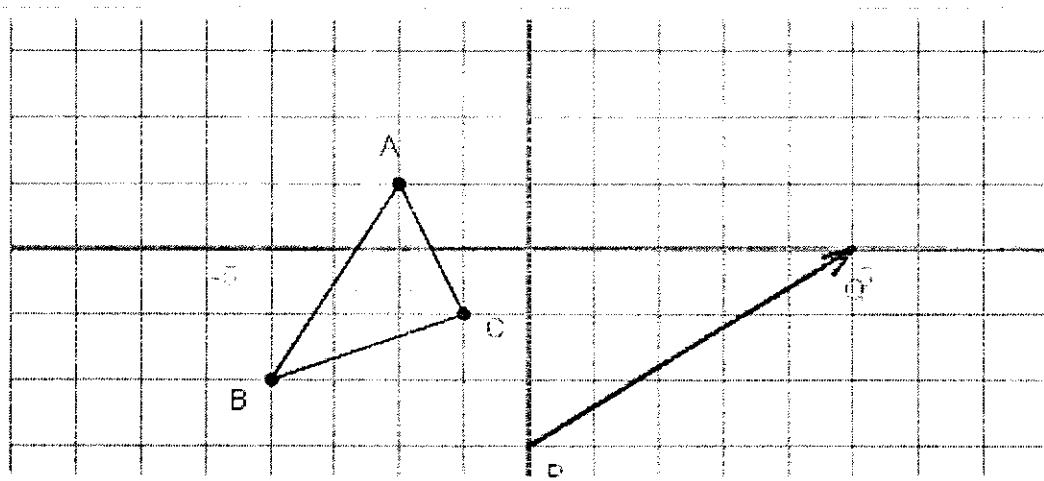
การหาภาพที่ได้จากการเลื่อนขนานในระบบพิกัดฉาก

คำชี้แจง ให้นักเรียนปฏิบัติตามกิจกรรมต่อไปนี้ และเติมคำตอบลงในช่องว่าง

เปิดไฟล์ D:\ การแปลงทางเรขาคณิต > การเลื่อนขนาน > 5

ข้อ 1) ให้นักเรียนหาภาพที่ได้จากการเลื่อนขนาน $\triangle ABC$ ด้วยเวกเตอร์ PQ แล้วนำมาเขียนในรูปด้านล่างนี้

→ · / / : ⊙ = ← ↶ ↷



Move: Select a point (shift: more points, ctrl: show old state)!

นักเรียนใช้วิธีใดในการหาภาพที่ได้จากการเลื่อนขนาน.....

.....

.....

ใบกิจกรรมที่ 12

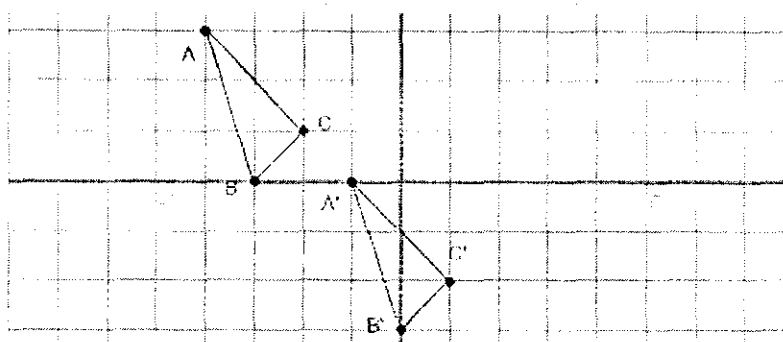
หาเวกเตอร์ของการเลื่อนขนานในระบบพิกัดฉาก

คำชี้แจง ให้นักเรียนปฏิบัติตามกิจกรรมต่อไปนี้ และเติมคำตอบลงในช่องว่าง

เปิดไฟล์ D:\ การแปลงทางเรขาคณิต > การเลื่อนขนาน > 6

ข้อ 1) จงหาเวกเตอร์ของการเลื่อนขนาน ΔABC (พร้อมทั้งนำมาเขียนในใบกิจกรรมนี้)

• $\swarrow \searrow \circ = \pm \rightarrow \leftarrow \nearrow \nwarrow$

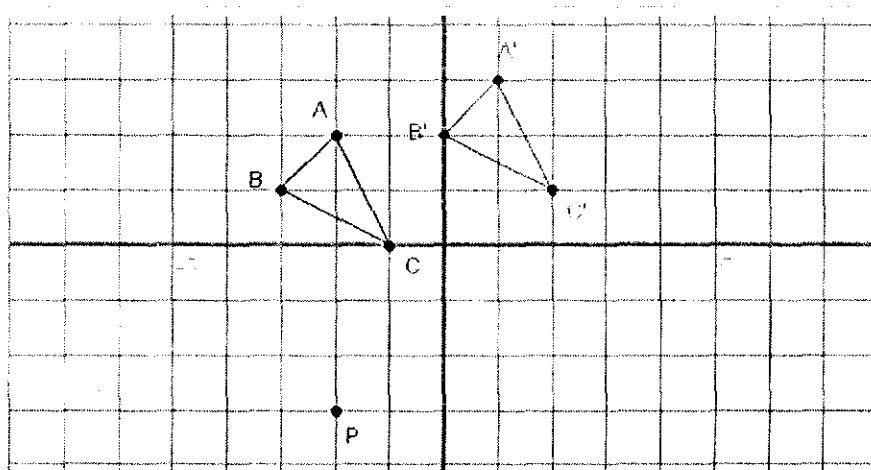


Point: Set a point (shift: fix)

วิธีการหาเวกเตอร์ทำโดย.....

ข้อ 2) จงหาเวกเตอร์ของการเลื่อนขนาน ΔABC เมื่อกำหนดให้จุด P เป็นจุดเริ่มต้นของเวกเตอร์ (พร้อมทั้งนำมาเขียนในใบกิจกรรมนี้)

• $\swarrow \searrow \circ = \pm \rightarrow \leftarrow \nearrow \nwarrow$



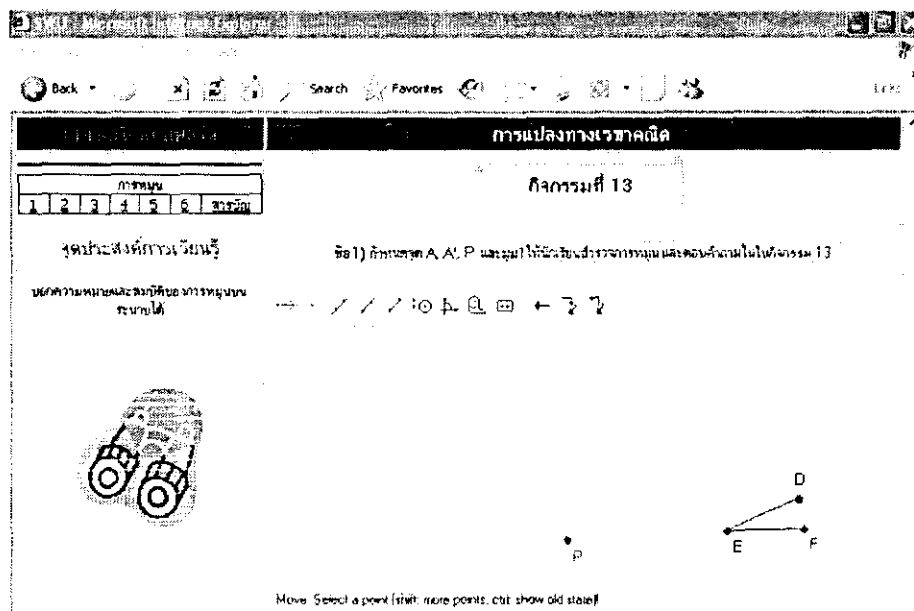
Point: Set a point (shift: fix)

ใบกิจกรรมที่ 13

ความหมายและสมบัติของการหมุน

คำชี้แจง ให้นักเรียนปฏิบัติตามกิจกรรมต่อไปนี้ และเติมคำตอบลงในช่องว่าง
เปิดไฟล์ D:\ การแปลงทางเรขาคณิต > การหมุน > 1

ข้อ 1)



ให้นักเรียนปฏิบัติดังนี้

1. สร้างจุด A

2. ใช้คำสั่ง macro ในการหาภาพที่ได้จากการหมุนจุด A ที่นักเรียนสร้าง โดย

2.1 เลือก  > การหมุนจุดด้วยมุม 3 จุด > OK

2.2 เลือก จุด A, P, D, E และ F ตามลำดับ

จะได้ภาพจากการหมุน ให้ตั้งชื่อจุดที่ได้จากการหมุนว่าจุด A'

จุด A' เป็นภาพที่ได้จากการหมุนจุด A โดยใช้จุด P เป็นจุดหมุน ขนาดมุมของการหมุน

เท่ากับ $m(\angle DEF)$ และทิศทางการหมุนเป็นการหมุนตามเข็มนาฬิกา

3. สร้าง $\overline{AP}$ และ $\overline{A'P}$ และวัดความยาว จะได้

$AP = \dots\dots\dots$ และ $A'P = \dots\dots\dots$

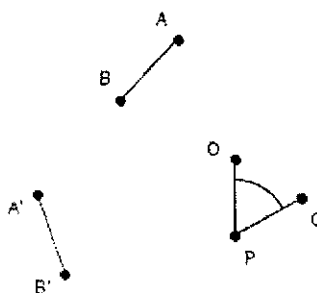
4. AP กับ $A'P$ มีความสัมพันธ์กันอย่างไร.....

5. จุด A และจุด A' อยู่บนวงกลมเดียวกันหรือไม่.....

6. ให้นักเรียนสร้างวงกลมรัศมีเท่ากับ PA และใช้ P เป็นจุดศูนย์กลาง

7. เราพบว่าจุด A และจุด A' มีความสัมพันธ์กันอย่างไร.....
8. วัดขนาดของมุม $A'PA$ จะได้ $m(A'PA) = \dots\dots\dots$ วัดขนาดของมุม FED จะได้ $m(FED) = \dots\dots\dots$
9. ขนาดมุม $m(A'PA)$ กับ $m(FED)$ มีความสัมพันธ์กันอย่างไร.....
10. เคลื่อนจุด F ไปมาเพื่อเปลี่ยนขนาดของมุม FED แล้วสังเกตความสัมพันธ์ระหว่างจุด A กับจุด A'
11. เมื่อเคลื่อนจุด F ไปมา $m(FED)$ กับ $m(A'PA)$ มีความสัมพันธ์อย่างไร.....
12. เคลื่อนจุด A ไปมา แล้วสังเกตความสัมพันธ์ระหว่างจุด A กับจุด A'
13. เมื่อเคลื่อนจุด A ไปมา ความยาวของ $\overline{AP}$ กับ $\overline{A'P}$ มีความสัมพันธ์กันอย่างไร.....
14. นักเรียนคิดว่าในการหมุนมีองค์ประกอบใดบ้างจึงจะได้ภาพจากการหมุน
- 14.1 รูปต้นแบบ
- 14.2
- 14.3
15. ความหมายของการหมุนควรจะเป็นอย่างไร.....
-
-
-
16. สมบัติของการหมุนจุด A โดยมีจุด P เป็นจุดหมุน ขนาดมุมของการหมุนเท่ากับ $m(FED)$ และทิศทางของการหมุนเป็นการหมุนตามเข็มนาฬิกา ด้วยประกอบด้วย
- 16.1.....
- 16.2.....

ข้อ 2) ให้ $\overline{A'B'}$ เป็นภาพที่ได้จากการหมุน $\overline{AB}$ รอบจุด P ด้วยขนาดของมุม QPO



Point: Set a point (shift: fix)

ให้นักเรียนปฏิบัติดังนี้

1. สำนัวจความยาวของ $\overline{AB}$ กับ $\overline{A'B'}$ จะได้

$AB = \dots\dots\dots$ $A'B' = \dots\dots\dots$

$AB = A'B'$ ใช่หรือไม่.....

และการขนานกันของ $\overline{AB}$ กับ $\overline{A'B'}$ มีความสัมพันธ์กันอย่างไร.....

2. เคลื่อนจุด A ไปมา ความยาว $\overline{AB}$ กับ $\overline{A'B'}$ มีความสัมพันธ์กันอย่างไร.....

3. สร้าง $\overline{AA'}$ แล้วหาเส้นตรงที่แบ่งครึ่งและตั้งฉากกับ $\overline{AA'}$ โดย

3.1 คลิกที่ : ⊙ จากนั้นเลือกรัศมียาวพอสมควร คะเนให้ยาวเกินกว่าครึ่งหนึ่งของความยาว $\overline{AA'}$ แล้วคลิกที่จุด A เพื่อใช้เป็นจุดศูนย์กลาง

3.2 คลิกที่ : ⊙ ใช้รัศมีเท่ากับข้อ 3.1 แล้วใช้จุด A' เป็นจุดศูนย์กลางของวงกลม

3.3 ลากเส้นตรงเชื่อมจุดระหว่างวงกลมวงแรก (ข้อ 3.1) และวงกลมวงที่สอง (ข้อ 3.2) และตั้งชื่อว่าเส้นตรง l

3.4 ช้อนวงกลมทั้งสอง และ $\overline{AA'}$

3.5 จุด P ซึ่งเป็นจุดหมุน อยู่บนเส้นตรงนี้หรือไม่.....

3.6 เราสามารถหาดำแหน่งของจุด P ได้หรือไม่.....

4. สร้าง $\overline{BB'}$ แล้วหาเส้นตรงที่แบ่งครึ่งและตั้งฉากกับ $\overline{BB'}$ โดยทำในลักษณะเดียวกับข้อ 3.

4.1 เมื่อได้เส้นตรงแล้ว จุด P ซึ่งเป็นจุดหมุน อยู่บนเส้นตรงนี้หรือไม่.....

4.2 เราสามารถหาดำแหน่งของจุด P ได้อย่างไร.....

5. สมบัติของการหมุนส่วนของเส้นตรงประกอบด้วย

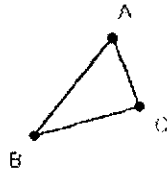
5.1

5.2

5.3

ข้อ 3) จงใช้ macro ในการหาภาพที่ได้จากการหมุน $\triangle ABC$ โดยใช้จุด B เป็นจุดหมุน ตามเข็มนาฬิกาด้วย มุมขนาดเท่ากับมุม DEF

• / / : @ → □ ← ↶ ↷



Point: Set a point (shift: fix)

ให้นักเรียนปฏิบัติดังนี้

1. หาภาพที่ได้จากการหมุน $\triangle ABC$ ซึ่งเป็นรูปต้นแบบ ใช้จุด B เป็นจุดหมุน ด้วยทิศทางตามเข็มนาฬิกาด้วยมุมขนาดเท่ากับมุม DEF และตั้งชื่อภาพที่ได้จากการหมุนว่า $\triangle A'B'C'$

2. พิจารณาจุดใดๆของ $\triangle ABC$ กับ $\triangle A'B'C'$ ว่ามีลักษณะที่สัมพันธ์กันอย่างไร.....

3. การหมุนที่มีจุดหมุนอยู่บนรูปต้นแบบจะทำให้ภาพกับรูปต้นแบบมีจุดหมุนนั้นเป็นจุดเดียวกันใช่หรือไม่

4. เคลื่อนจุด F ไปทับกับจุด D แล้วสังเกต $\triangle ABC$ กับ $\triangle A'B'C'$

นักเรียนสามารถนำ $\triangle ABC$ ไปทับ $\triangle A'B'C'$ ได้สนิทหรือไม่.....

5. $\triangle ABC$ เท่ากันทุกประการกับ $\triangle A'B'C'$ หรือไม่.....

ใบกิจกรรมที่ 14
การหาภาพที่ได้จากการหมุน

คำชี้แจง ให้นักเรียนปฏิบัติตามกิจกรรมต่อไปนี้ และเติมคำตอบลงในช่องว่าง
เปิดไฟล์ D:\ การแปลงทางเรขาคณิต > การหมุน > 2

ข้อ 1) การสร้างมุมให้มีขนาดเท่ากับขนาดของมุมที่กำหนด

การแปลงทางเรขาคณิต						
การหมุน						
1	2	3	4	5	6	สำรวจ

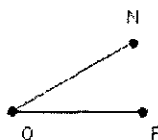
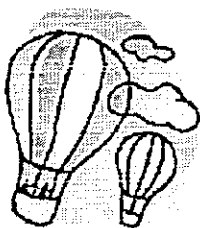
กิจกรรมที่ 14

จุดประสงค์การเรียนรู้

ข้อ 1) การสร้างมุมให้มีขนาดเท่ากับขนาดของมุมที่กำหนดให้

หาภาพที่ได้จากการหมุนรูปต้นแบบได้

• / / / : ⊙ → □ ← ↺ ↻



Point Set a point (shift: fix)!

จงสร้าง $\angle XYZ$ ให้มีขนาดเท่ากับขนาดของ $\angle NOP$

1. สร้าง $\overline{YZ}$

2. คลิกที่ $\odot$ ใช้ O เป็นจุดศูนย์กลาง รัศมีพอสมควร ตัด $\overline{OP}$ และ $\overline{ON}$ ที่จุด D

และจุด E ตามลำดับ

3. คลิกที่ $\odot$ ใช้ Y เป็นจุดศูนย์กลาง รัศมียาวเท่ากับ OD เขียนวงกลม CI ตัด $\overline{YZ}$ ที่จุด F

4. ใช้ F เป็นจุดศูนย์กลาง รัศมีเท่ากับ DE ตัดวงกลม CI ที่จุด X

5. สร้าง $\overline{YX}$

6. สำรวจ $m(\angle XYZ)$ และ $m(\angle NOP)$ จะได้.....

ใบกิจกรรมที่ 15

หาจุดหมุน ทิศทางการหมุน และขนาดของมุมที่ใช้ในการหมุน

คำชี้แจง ให้นักเรียนปฏิบัติตามกิจกรรมต่อไปนี้ และเติมคำตอบลงในช่องว่าง
เปิดไฟล์ D:\ การแปลงทางเรขาคณิต > การหมุน > 3

ข้อ 1) ให้นักเรียนหาจุดหมุน ขนาดของมุม และบอกทิศทางของการหมุนในใบกิจกรรมนี้

การแปลงทางเรขาคณิต

กิจกรรมที่ 15

จุดประสงค์การเรียนรู้

หาจุดหมุน ขนาดของมุม ทิศทางการหมุน และบอกทิศทางการหมุน เมื่อการแปลงคือการหมุน และหาขนาดของมุมที่ใช้ในการหมุน

ข้อ 1) กำหนดให้เส้นตรง FG' เป็นภาพที่ได้จากการหมุนสิ่งตรง FG ของการหมุน ทิศทางการหมุน และขนาดของการหมุนที่ใช้ในการหมุน

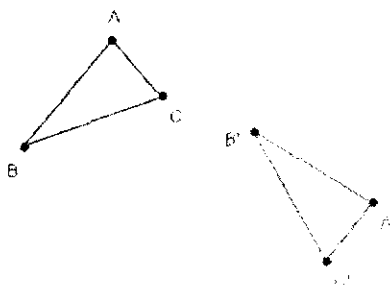
→ . / / / : @ = + ± □ + 3 7 2

Move: Select a point (shift: more points, ctrl: show old state)

ทิศทางการหมุนคือ..... ขนาดของมุมที่หมุนคือ.....

ข้อ 2) ให้นักเรียนหาจุดหมุน ขนาดของมุม และบอกทิศทางการหมุนในใบกิจกรรมนี้

→ . / / / : @ = + ± □ + 3 7 2



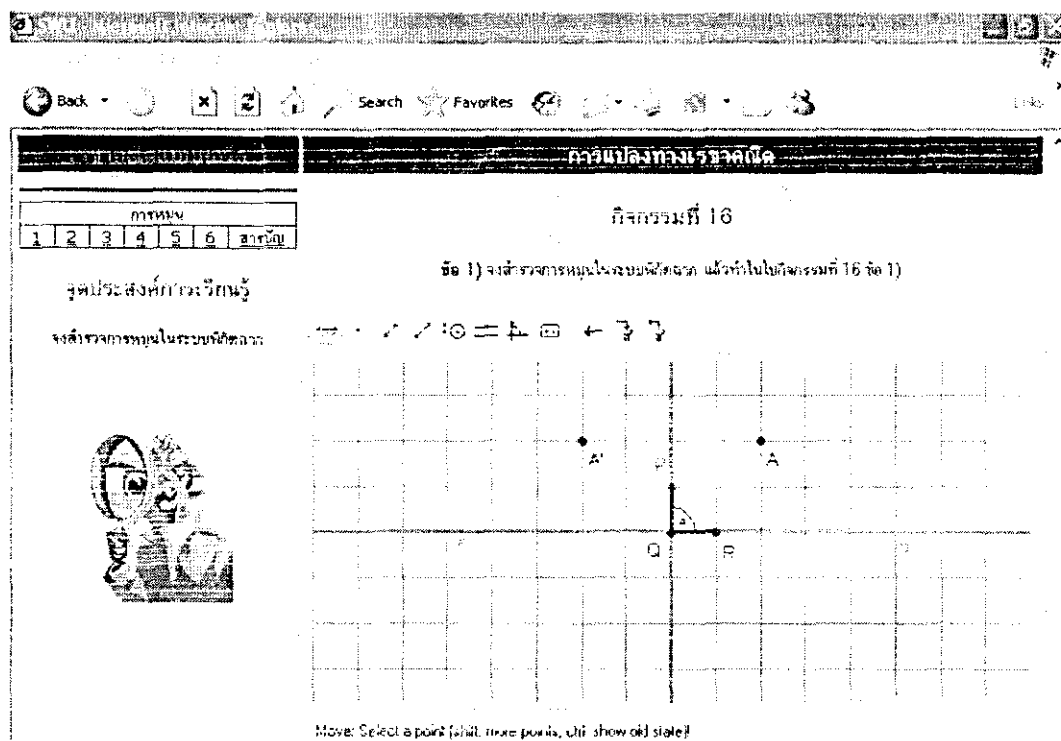
ทิศทางการหมุนคือ..... ขนาดของมุมที่หมุนคือ

ใบกิจกรรมที่ 16

สำรวจการหมุนในระบบพิกัดฉาก

คำชี้แจง ให้นักเรียนปฏิบัติตามกิจกรรมต่อไปนี้ และเติมคำตอบลงในช่องว่าง
เปิดไฟล์ D:\ การแปลงทางเรขาคณิต > การหมุน > 4

ข้อ 1)



ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

กำหนดให้จุด A' เป็นภาพที่ได้จากการหมุน โดยมีจุด A เป็นรูปต้นแบบ หมุนรอบจุด O

- จากโจทย์ที่กำหนดให้จุดหมุน O อยู่ที่พิกัด.....ขนาดของมุม $\angle RQP$ เท่ากับ.....ทิศทางการหมุนคือ.....
- จุด A อยู่ที่พิกัด..... จุด A' อยู่ที่พิกัด.....
- เคลื่อนจุด A ไปที่พิกัด (3,1) จะได้ว่าจุด A' มีพิกัดเป็น.....
- เคลื่อนจุด A ไปที่พิกัด (-1,2) จะได้ว่าจุด A' มีพิกัดเป็น.....
- เคลื่อนจุด A ไปที่พิกัด (0,-2) จะได้ว่าจุด A' มีพิกัดเป็น.....
- เคลื่อนจุด A ไปที่พิกัด (2,0) จะได้ว่าจุด A' มีพิกัดเป็น.....

ใบกิจกรรมที่ 17

ภาพที่ได้จากการหมุนในระบบพิกัดฉาก

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

เปิดไฟล์ D:\ การแปลงทางเรขาคณิต > การหมุน > 5

ข้อ 1) จงหาภาพที่ได้จากการหมุนจุด A ด้วยจุดหมุน Q ทวนเข็มนาฬิกาด้วยมุมขนาด 90 องศา แล้วนำมาเขียนในใบกิจกรรมนี้

The screenshot shows a geometry software window titled "การแปลงทางเรขาคณิต" (Geometric Transformations). It features a coordinate plane with a grid. Points are plotted as follows: A at (1, 2), Q at (1, 0), R at (1, 1), and P at (2, 0). A 90-degree angle is marked at point Q, indicating a counter-clockwise rotation. The software interface includes a menu bar with options like "การหมุน" (Rotation), a toolbar with various geometric tools, and a status bar at the bottom that reads "Move: Select a point (shift: more points; ctrl: show old state)".

ภาพที่ได้จากการหมุนจุด A มีพิกัดเป็น.....

ใบกิจกรรมที่ 18

หาจุดหมุนและทิศทางของการหมุนในระบบพิกัดฉาก

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

เปิดไฟล์ D:\ การแปลงทางเรขาคณิต > การหมุน > 6

ข้อ 1) ให้นักเรียนหาจุดหมุน ขนาดของมุม และบอกทิศทางของการหมุนในใบกิจกรรมนี้

การแปลงทางเรขาคณิต

กิจกรรมที่ 18

ข้อ 1) หาจุดหมุน และทิศทางของการหมุน

จุดที่จะส่งคือการเวียน

หาจุดหมุน ขนาดของมุม และบอกทิศทาง
การหมุนในระบบพิกัดฉากได้

Move: Select a point (shift, more points, ctrl, show old state)

จุดหมุนอยู่ที่พิกัด

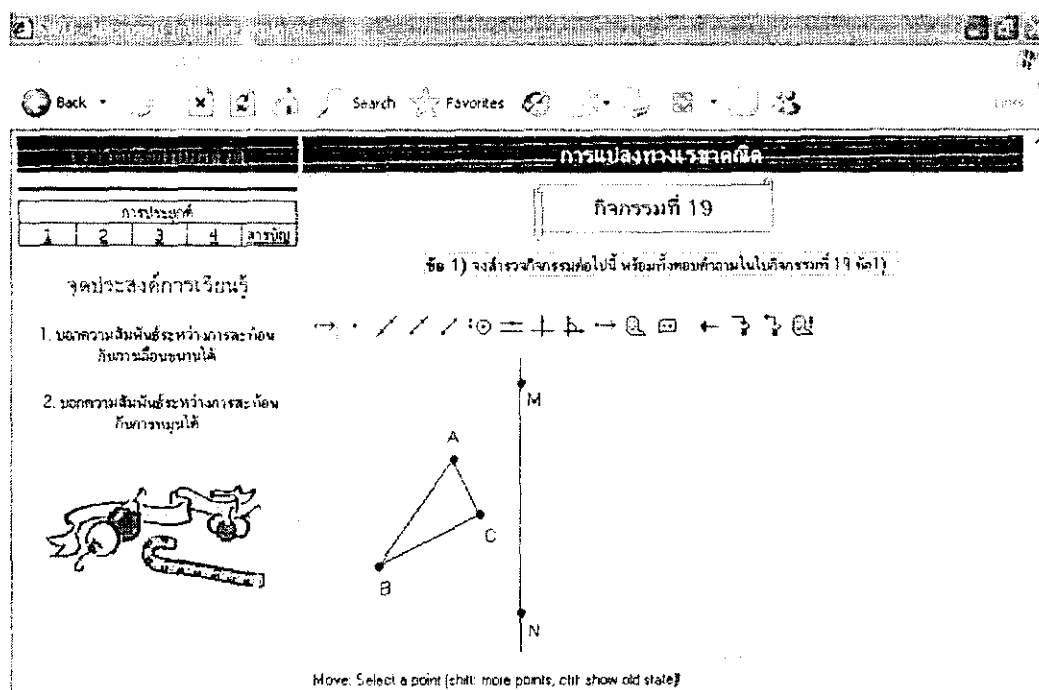
ใบกิจกรรมที่ 19

ความสัมพันธ์ระหว่างการสะท้อนกับการเลื่อนขนาน
และการสะท้อนกับการหมุน

คำชี้แจง ให้นักเรียนปฏิบัติตามกิจกรรมต่อไปนี้ และเติมคำตอบลงในช่องว่าง

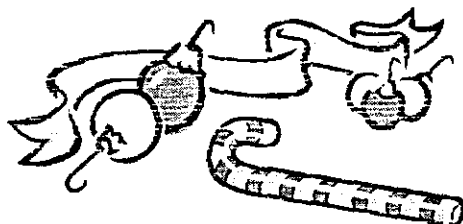
เปิดไฟล์ D:\ การแปลงทางเรขาคณิต > การประยุกต์ > 1

ข้อ 1)



1. สะท้อนรูป $\triangle ABC$ โดยใช้ $\overline{MN}$ เป็นเส้นสะท้อน แล้วตั้งชื่อว่า $\triangle A'B'C'$
2. สร้างจุด D ทางด้านขวาของ $\triangle A'B'C'$
3. สร้างเส้นขนานที่ขนานกับ $\overline{MN}$ และผ่านจุด D โดยคลิกที่ $\equiv$ แล้วเลือกที่ $\overline{MN}$ และจุด D ตามลำดับ ให้ตั้งชื่อเส้นตรงนี้ว่าเส้นตรง l
4. สะท้อนรูป $\triangle A'B'C'$ โดยใช้เส้นตรง l เป็นเส้นสะท้อน แล้วตั้งชื่อว่า $\triangle A''B''C''$
5. เคลื่อนจุด A ไปมาแล้วสังเกตลักษณะของ $\triangle A'B'C'$ และ $\triangle A''B''C''$
เมื่อเคลื่อนจุด A ไปมาจุด A' และจุด A'' เคลื่อนที่ไปด้วยหรือไม่.....
6. สร้าง $\overline{AA''}$
7. สร้างจุด E และ F ที่ $\overline{AA''}$ ตัดกับ $\overline{MN}$ และ $\overline{AA''}$ ตัดกับเส้นตรง l ตามลำดับ
8. วัด $\overline{AA''}$ และ $\overline{EF}$ จะได้ $\overline{AA''} = \dots\dots\dots$ $\overline{EF} = \dots\dots\dots$

11. เปรียบเทียบระหว่างขนาดของมุม $\widehat{CMC''}$ กับขนาดของมุม $\widehat{DMP}$ จะได้ว่า.....
 สำนวน CM และ CM' จะได้ว่า CM และ CM' สัมพันธ์กันอย่างไร.....
12. หมุน $\triangle ABC$ โดยใช้จุด M เป็นจุดหมุน ขนาดของมุมเท่ากับ $\widehat{CMC''}$
 รูปที่เกิดจากการหมุนทับ $\triangle A'B'C'$ สนิทพอดีหรือไม่.....
13. ภาพจากการหมุนในข้อ 11. เป็นภาพเดียวกับภาพที่ได้จากการสะท้อน 2 ครั้งที่ทำมาข้างต้นหรือไม่.....
 การสะท้อน 2 ครั้งนั้น เส้นสะท้อนทั้งสองมีความสัมพันธ์กันอย่างไร.....
14. จงสรุปความสัมพันธ์ระหว่างการสะท้อนกับการหมุน.....



ใบกิจกรรมที่ 20

หาเส้นสะท้อนจากการสะท้อน 2 ครั้ง

คำชี้แจง ให้นักเรียนปฏิบัติตามกิจกรรมต่อไปนี้ และเติมคำตอบลงในช่องว่าง

เปิดไฟล์ D:\ การแปลงทางเรขาคณิต > การประยุกต์ > 2

ข้อ 1) จงหาเส้นสะท้อน จากการสะท้อนที่ทำให้เกิดจุด A' ซึ่งเป็นการสะท้อน 2 ครั้งของจุด A

การแปลงทางเรขาคณิต

กิจกรรมที่ 20

จุดประสงค์การเรียนรู้

หาเส้นสะท้อนจากการสะท้อน 2 ครั้งได้

ข้อ 1) จงหาเส้นสะท้อนจากการสะท้อนที่ทำให้เกิดจุด A' B' C' ซึ่งเป็นการสะท้อน 2 ครั้ง ของรูป ABC

Move: Select a point (shift: fix) more points, ctrl: show old state

ข้อ 2) จงหาเส้นสะท้อน จากการสะท้อนที่ทำให้เกิดจุด A' ซึ่งเป็นการสะท้อน 2 ครั้งของจุด A พร้อมทั้งหาขนาดของมุม

การแปลงทางเรขาคณิต

กิจกรรมที่ 20

จุดประสงค์การเรียนรู้

หาเส้นสะท้อนจากการสะท้อน 2 ครั้งได้

ข้อ 2) จงหาเส้นสะท้อนจากการสะท้อนที่ทำให้เกิดจุด A' ซึ่งเป็นการสะท้อน 2 ครั้งของจุด A พร้อมทั้งหาขนาดของมุม

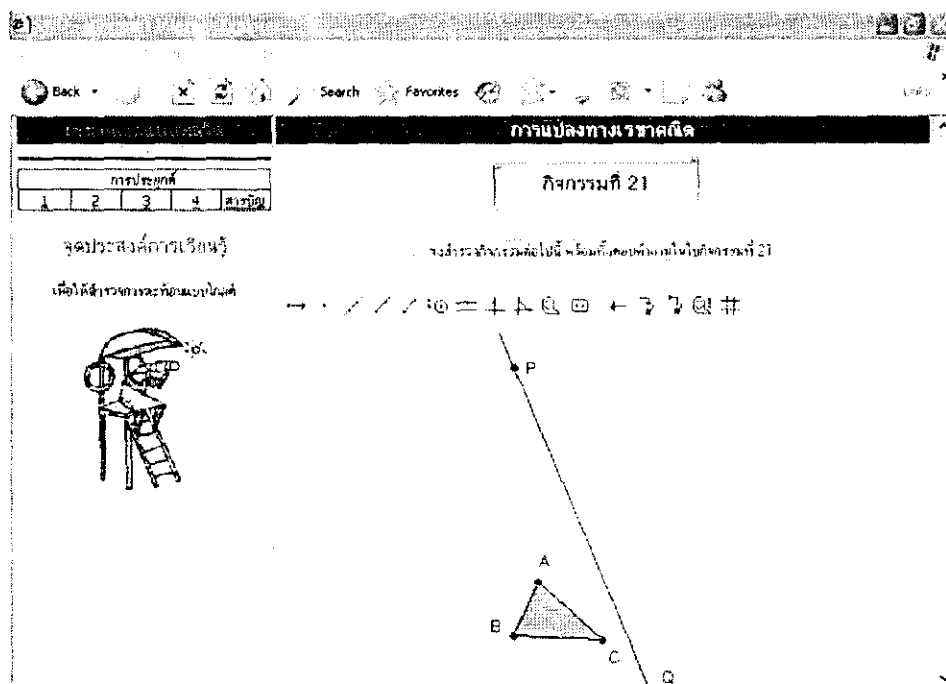
Point: Set a point (shift: fix)

ใบกิจกรรมที่ 21

การสะท้อนแบบไกลด์

คำชี้แจง ให้นักเรียนปฏิบัติตามกิจกรรมต่อไปนี้ และเติมคำตอบลงในช่องว่าง

เปิดไฟล์ D:\ การแปลงทางเรขาคณิต > การประยุกต์ > 3



ให้นักเรียนปฏิบัติดังนี้

1. สะท้อน $\triangle ABC$ โดยใช้ $\overline{PQ}$ เป็นเส้นสะท้อน แล้วตั้งชื่อภาพที่ได้จากการสะท้อนว่า $\triangle A'B'C'$
2. สร้างจุด R บน $\overline{PQ}$
3. เลื่อนขนาน $\triangle A'B'C'$ โดยใช้ QR เป็นเวกเตอร์ แล้วตั้งชื่อภาพที่ได้จากการเลื่อนขนานนี้ว่า $\triangle A''B''C''$

เรียก $\triangle A''B''C''$ ว่าเป็นภาพที่ได้จากการสะท้อนแบบไกลด์ โดยมี $\triangle ABC$ เป็นรูปต้นแบบ

4. เคลื่อนจุด R แล้วสังเกตผลของการสะท้อนแบบไกลด์

เมื่อเคลื่อนจุด R ไปมา พบว่า.....

5. การสะท้อนแบบไกลด์เป็นผลจากการแปลงทางเรขาคณิตแบบใด.....

6. เราสามารถหาการเลื่อนขนานรูปเรขาคณิตได้โดยใช้วิธีการใดบ้างจงอธิบาย.....

7. ดังนั้นในการสะท้อนแบบไกลด์เราสามารถทำได้โดย.....

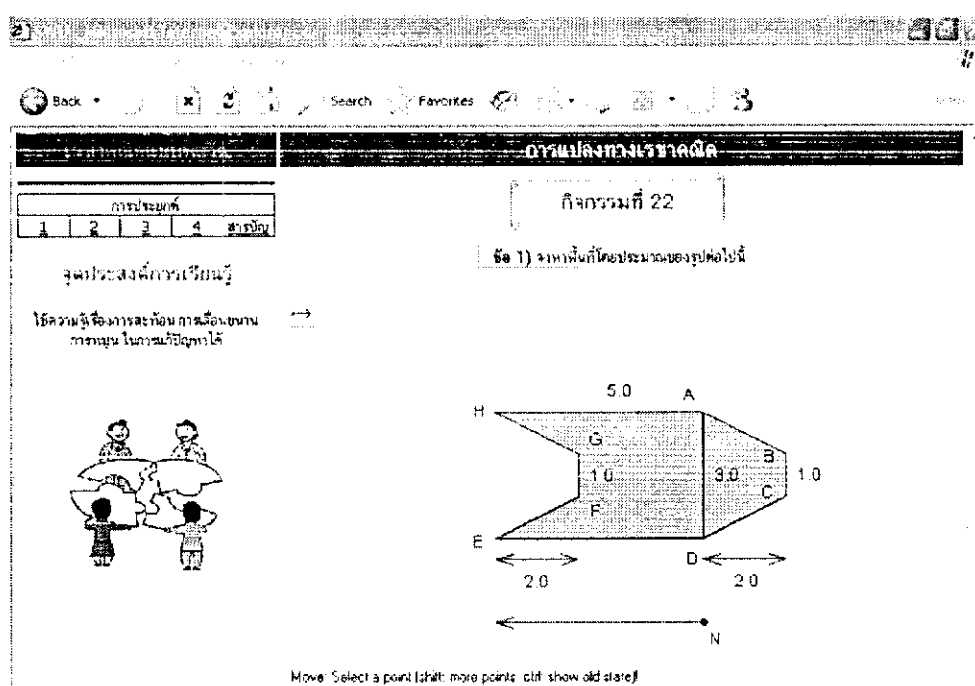
ใบกิจกรรมที่ 22

การประยุกต์โดยใช้การสะท้อน การเลื่อนขนาน การหมุน

คำชี้แจง ให้นักเรียนปฏิบัติตามกิจกรรมต่อไปนี้ และเติมคำตอบลงในช่องว่าง

เปิดไฟล์ D:\ การแปลงทางเรขาคณิต > การประยุกต์ > 4

ข้อ 1) จงหาพื้นที่โดยประมาณของรูปต่อไปนี้



กำหนดให้ $\overline{HG} \parallel \overline{AB}$ และ $\overline{EF} \parallel \overline{CD}$

ให้นักเรียนปฏิบัติดังนี้

1. เราจะสามารถหาพื้นที่ของรูปนี้ได้อย่างไร.....
2. ให้นักเรียนคลิกที่จุด N แล้วเคลื่อนที่ไปตามแนวเวกเตอร์ จะได้ว่ารูปใดเคลื่อนที่.....
3. ต้องเคลื่อนที่จุด N ไปเป็นระยะทางเท่าใดจึงจะสามารถหาพื้นที่ของรูปนี้ได้.....
4. จากการเคลื่อนที่จุด N ข้างต้น ใช้ความรู้เรื่องใดเข้ามาช่วยในการหาพื้นที่.....
5. พื้นที่โดยประมาณของรูปนี้เท่ากับ.....

วิธีทำ

1. สร้าง $\overline{AA'}$
2. เลื่อนขนานจุด A' ด้วยเวกเตอร์ $A'A$

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ภาคผนวก ง
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
เรื่องการแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต

**แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
เรื่องการแปลงทางเรขาคณิต ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2**

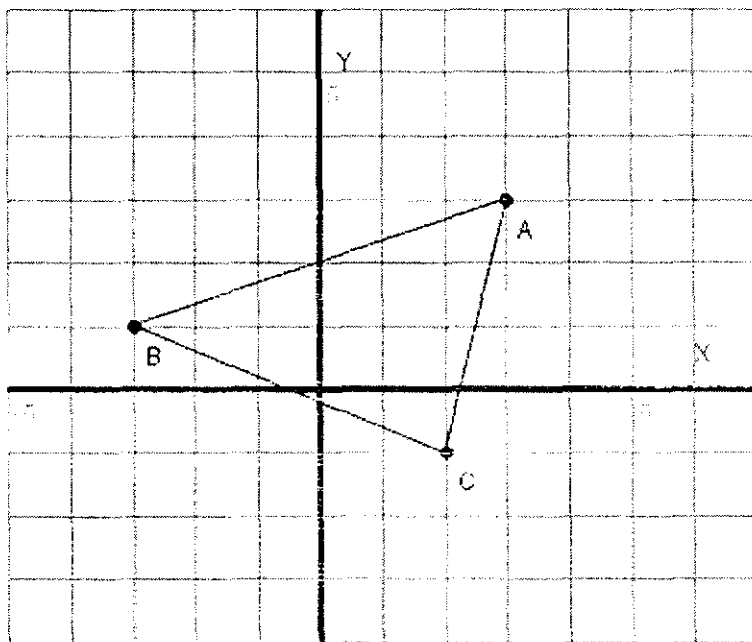
คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้สร้างขึ้นเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้การสอนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิตโดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต
2. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ
3. ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย X ลงในกระดาษคำตอบในแต่ละข้อ โดยเลือกคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว
4. ในแต่ละข้อคำถามจะมีคำตอบที่ถูกต้องเพียง 1 คำตอบเท่านั้น
5. เวลาที่ใช้ในการทำแบบทดสอบ 70 นาที

1. จุด $A(-9,4)$ สะท้อนด้วยแกน X แล้วพิกัดของจุด A' ซึ่งเป็นภาพจากการสะท้อนจุด A มีพิกัดเท่าไร
 ก. $(9,4)$ ข. $(9,-4)$ ค. $(-9,-4)$ ง. $(-4,-9)$

2. จุดในข้อต่อไปนี้เป็นจุดที่เกิดจากการสะท้อนของ $A(3,-4)$ ด้วยเส้นสะท้อน $y = 4$
 ก. $(3,12)$ ข. $(11,-4)$ ค. $(12,3)$ ง. $(-4,11)$

จงใช้รูปต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 3-4



3. ถ้า $\triangle A'B'C'$ เป็นภาพที่ได้จากการสะท้อน $\triangle ABC$ โดยมีแกน Y เป็นแกนสะท้อน ข้อใดต่อไปนี้ถูกต้อง

- ก. พิกัดของ B' คือ $(-2,1)$ ข. พิกัดของ B' คือ $(2,-1)$
 ค. พิกัดของ C' คือ $(-3,-1)$ ง. พิกัดของ A' คือ $(-3,3)$

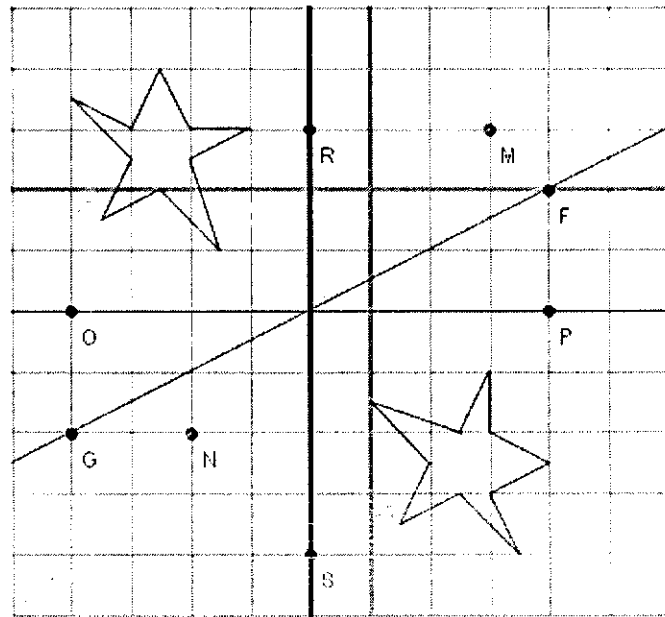
4. ถ้า $\triangle A'B'C'$ เป็นภาพที่ได้จากการสะท้อน $\triangle ABC$ โดยมีแกน X เป็นแกนสะท้อน ข้อใดต่อไปนี้ถูกต้อง

- ก. พิกัดของ A' คือ $(-3,3)$ ข. พิกัดของ C' คือ $(2,1)$
 ค. พิกัดของ C' คือ $(-3,1)$ ง. พิกัดของ B' คือ $(-2,-1)$

5. กำหนดจุด D มีพิกัดเป็น $(4,-3)$ จงหาพิกัดของจุด D' ซึ่งเป็นภาพที่ได้จากการสะท้อนจุด D โดยมีแกน Y เป็นแกนสะท้อน แล้วสะท้อนต่อด้วยแกน X

- ก. $(4,3)$ ข. $(-4,3)$ ค. $(-4,-3)$ ง. $(-3,4)$

6. จากรูปด้านล่างเส้นใดเป็นสะท้อน



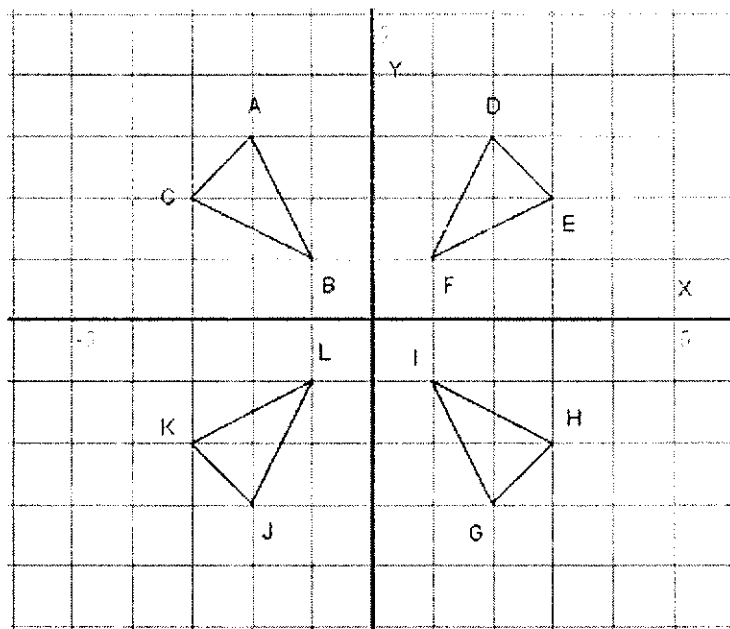
ก. $\overline{MN}$

ข. $\overline{OP}$

ค. $\overline{FG}$

ง. $\overline{RS}$

จงใช้รูปต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 7



7. กำหนดให้ $\triangle DEF$ เป็นรูปต้นแบบ แล้ว $\triangle ACB$ เป็นภาพที่ได้จากการแปลงชนิดใด

ก. สะท้อนด้วยแกน X

ข. สะท้อนด้วยแกน Y

ค. เลื่อนขนานไป $\langle 0, 4 \rangle$

ง. หมุนรอบจุดกำเนิดด้วยขนาดมุม 45°

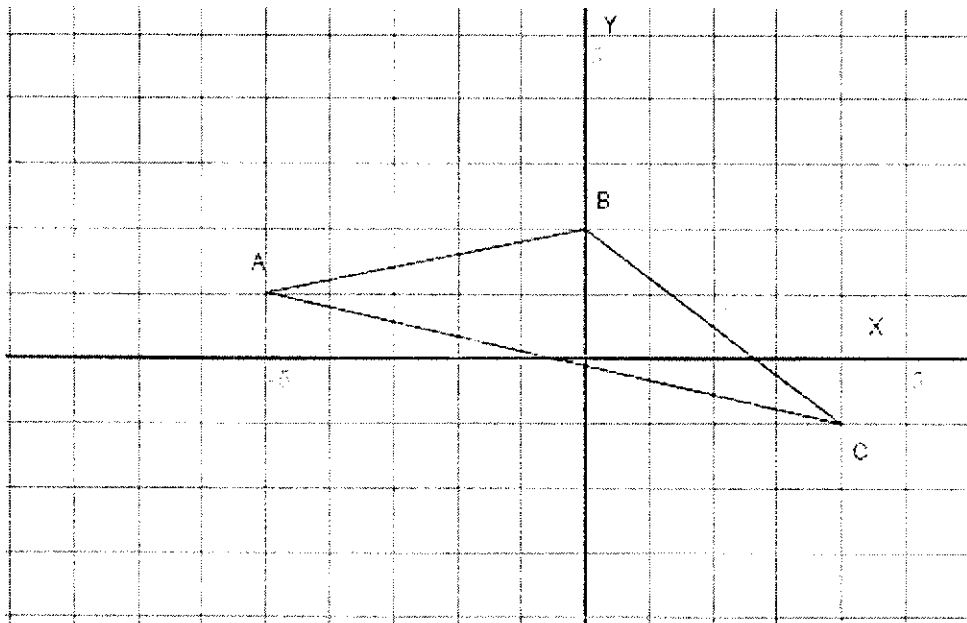
8. จุดในข้อใดเกิดจากการสะท้อนของจุด $(5,3)$ ด้วยเส้นตรง $x = 2$

- ก. $(5,-7)$ ข. $(1,3)$ ค. $(-1,3)$ ง. $(-5,-7)$

9. ถ้าสะท้อนจุด $A(3,4)$ แล้วทำให้เกิดจุด $A'(-1,4)$ เมื่อใช้เส้นสะท้อนนี้ จุดใดต่อไปนี้เป็นภาพที่ได้จากการสะท้อนจุด $B(0,2)$

- ก. $(0,-2)$ ข. $(4,2)$ ค. $(0,2)$ ง. $(2,2)$

จงใช้รูปต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 10 – 11



10. ถ้าเลื่อนขนานรูป $\triangle ABC$ ไปทางซ้าย 5 หน่วยและเลื่อนขึ้น 3 หน่วย ข้อใดต่อไปนี้เป็นถูกต้อง

- ก. พิกัดใหม่ของจุด A เป็น $(-10,3)$ ข. พิกัดใหม่ของจุด B เป็น $(-5,-1)$
ค. พิกัดใหม่ของจุด B เป็น $(-4,4)$ ง. พิกัดใหม่ของจุด C เป็น $(-1,2)$

11. ถ้าเลื่อนขนานรูป $\triangle ABC$ ไปทางขวา 1 หน่วยและเลื่อนขึ้น 2 หน่วย ข้อใดต่อไปนี้เป็นถูกต้อง

- ก. พิกัดใหม่ของจุด A เป็น $(3,-4)$ ข. พิกัดใหม่ของจุด B เป็น $(1,4)$
ค. พิกัดใหม่ของจุด A เป็น $(4,3)$ ง. พิกัดใหม่ของจุด C เป็น $(5,-1)$

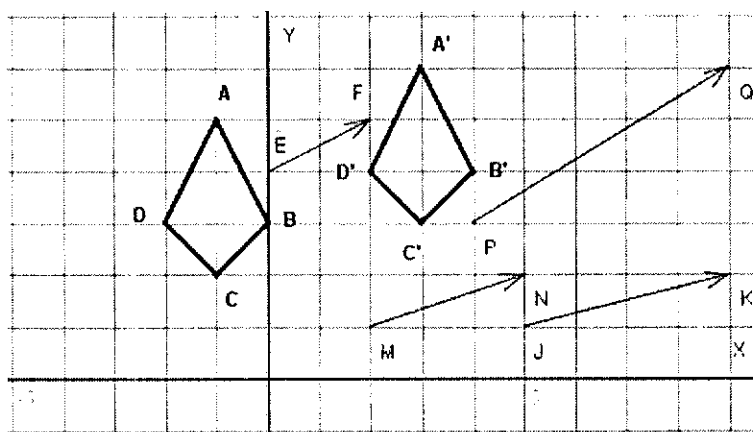
12. จุด $A(5,-1)$ เลื่อนขนานด้วย $\langle -2, 3 \rangle$ จงหาพิกัดของจุด A'

- ก. $(-3,-2)$ ข. $(3,-2)$ ค. $(3,2)$ ง. $(7,-4)$

13. กำหนดให้จุด $A(-1,2)$ เป็นรูปต้นแบบ และ $A'(3,-1)$ เป็นภาพที่ได้จากการเลื่อนขนานจุด A เมื่อใช้เวกเตอร์ของการเลื่อนขนานนี้ จุดในข้อใดเกิดจากการเลื่อนขนานจุด $B(3,-3)$

- ก. $B'(7,-6)$ ข. $B'(-1,-6)$ ค. $B'(-1,0)$ ง. $B'(7,0)$

14. กำหนดให้รูปสี่เหลี่ยม $A'B'C'D'$ เป็นภาพที่ได้จากการเลื่อนขนานรูปสี่เหลี่ยม $ABCD$ เวกเตอร์ใดเป็นเวกเตอร์ของการเลื่อนขนานรูปนี้



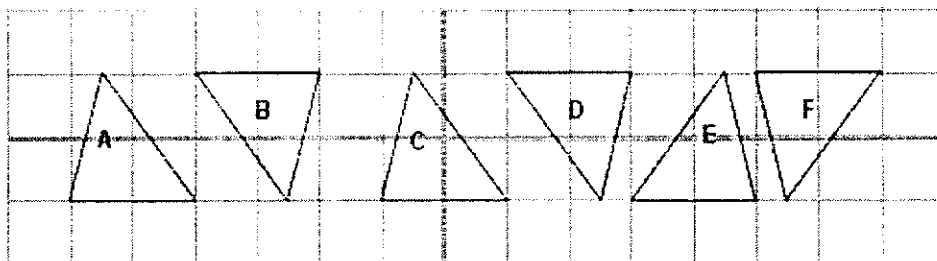
ก. เวกเตอร์ EF

ข. เวกเตอร์ JK

ค. เวกเตอร์ MN

ง. เวกเตอร์

จงใช้รูปต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 15



15. กำหนดให้รูป A เป็นรูปต้นแบบ ภาพ C เกิดจากการแปลงแบบใด

ก. เลื่อนขนานรูป A ด้วย $\langle 3, 0 \rangle$

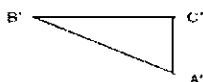
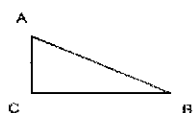
ข. เลื่อนขนานรูป A ด้วย $\langle 5, 0 \rangle$

ค. สะท้อนรูป A ด้วยเส้นสะท้อน $x = -2.5$

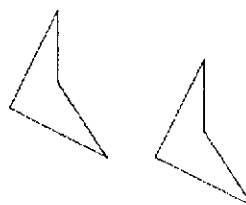
ง. สะท้อนรูป A ด้วยเส้นสะท้อน $y = -2.5$

16. ต่อไปนี้ข้อใดแสดงการเลื่อนขนาน

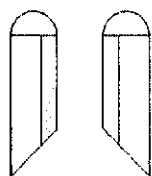
ก.



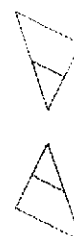
ข.



ค.

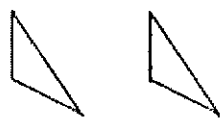


ง.



17. ต่อไปนี้ข้อใดไม่แสดงการเลื่อนขนาน

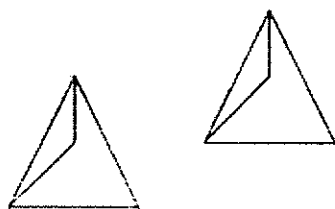
ก.



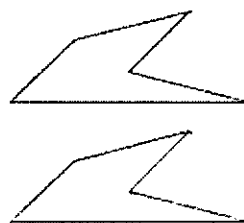
ข.



ค.

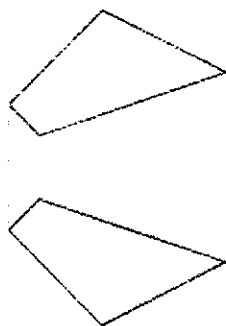


ง.

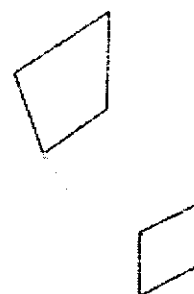


18. ข้อใดต่อไปนี้เป็นภาพของการเลื่อนขนานที่ถูกต้อง

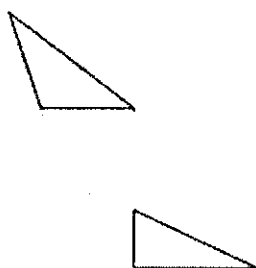
ก.



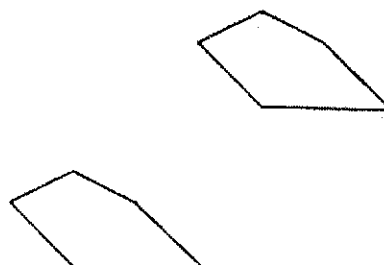
ข.



ค.

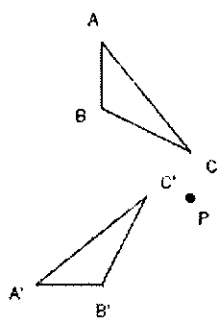


ง.

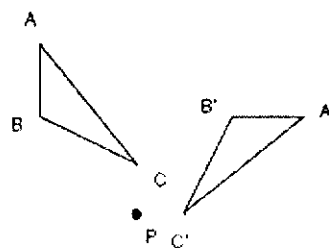


24. ข้อใดต่อไปนี้เป็นภาพหมุน $\triangle ABC$ ในลักษณะทวนเข็มนาฬิกา โดยมีจุด P เป็นจุดหมุน เป็นมุม 90°

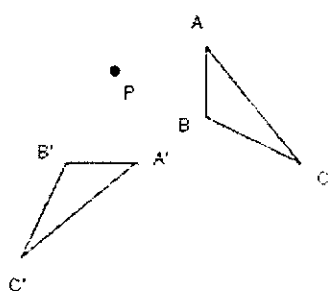
ก.



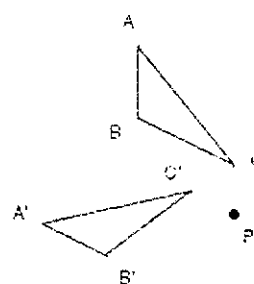
ข.



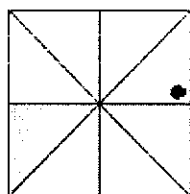
ค.



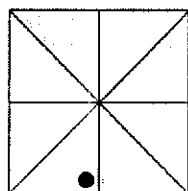
ง.



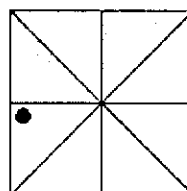
25. รูปใดเกิดจากการหมุนรูปต่อไปนี้



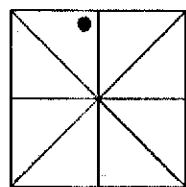
ก.



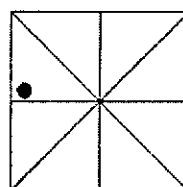
ข.



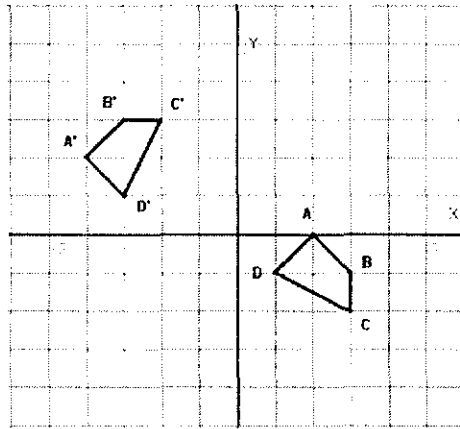
ค.



ง.



26. กำหนดให้รูปสี่เหลี่ยม $ABCD$ เป็นรูปต้นแบบ และรูปสี่เหลี่ยม $A'B'C'D'$ เป็นภาพที่ได้จากการหมุน แล้วจุดหมุนอยู่ที่พิกัดใด



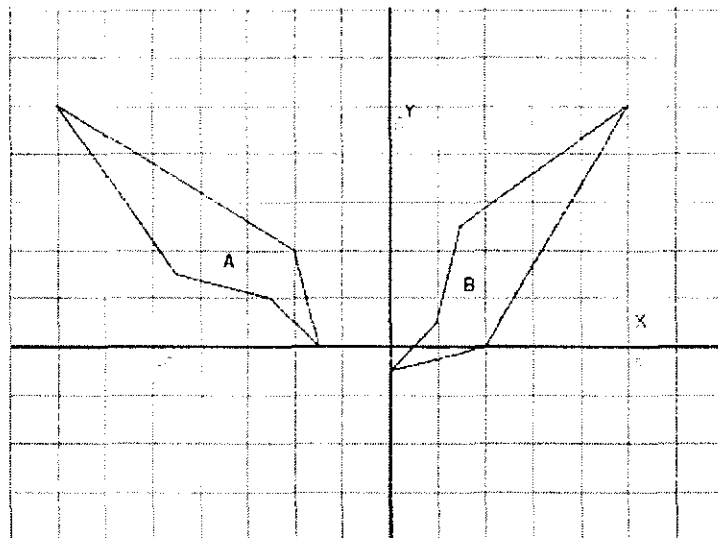
ก. $(-2, -2)$

ข. $(0, 2)$

ค. $(-2, -3)$

ง. $(-1, 0)$

27. จากรูปจงพิจารณาว่าข้อใดถูกต้อง



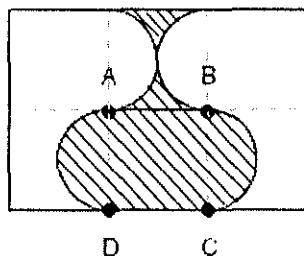
ก. รูป B เป็นภาพที่ได้จากการหมุนรูป A ทวนเข็มนาฬิกา 90°

ข. รูป B เป็นภาพที่ได้จากการสะท้อน 2 ครั้ง โดยที่เส้นสะท้อนทั้งสองเส้นตั้งฉากกัน

ค. รูป B เป็นภาพที่ได้จากการสะท้อน 2 ครั้ง โดยที่เส้นสะท้อนทั้งสองเส้นขนานกัน

ง. ถูกทั้งข้อ ก. และข้อ ข.

28. กำหนดให้พื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยม $ABCD$ มีพื้นที่ 28 ตารางหน่วย จงหาพื้นที่โดยประมาณของส่วนที่แรเงต่อไปนี้



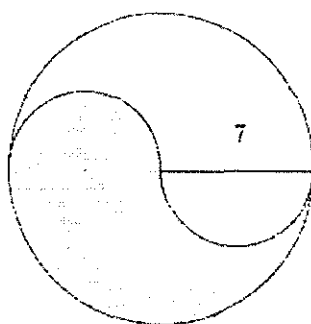
ก. 28 ตารางหน่วย

ข. 56 ตารางหน่วย

ค. 88 ตารางหน่วย

ง. 96 ตารางหน่วย

29. จงหาพื้นที่ส่วนที่แรเงของรูปต่อไปนี้โดยประมาณ



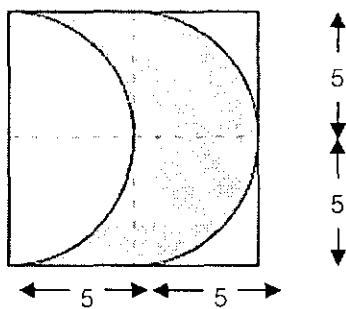
ก. 77 ตารางหน่วย

ข. 80 ตารางหน่วย

ค. 154 ตารางหน่วย

ง. 160 ตารางหน่วย

30. จงหาพื้นที่ส่วนที่แรเงของรูปต่อไปนี้โดยประมาณ



ก. 20 ตารางหน่วย

ข. 25 ตารางหน่วย

ค. 40 ตารางหน่วย

ง. 50 ตารางหน่วย

**แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
เรื่องการแปลงทางเรขาคณิต ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2**

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้สร้างขึ้นเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิต
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้การสอนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิต
โดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต

2. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย จำนวน 3 ข้อ

3. ให้นักเรียนใช้วงเวียน และสันตรงในการแสดงวิธีทำในแบบทดสอบฉบับนี้ให้ถูกต้อง

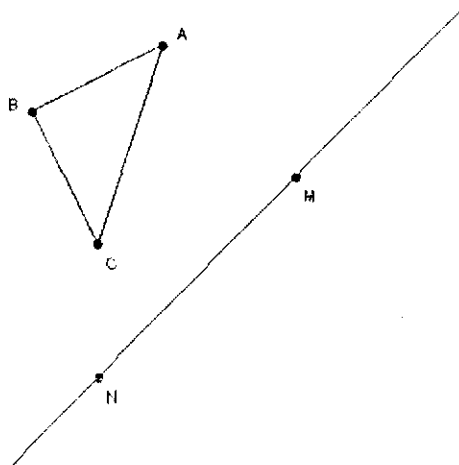
ครบถ้วน

4. เวลาที่ใช้ในการทดสอบ 30 นาที

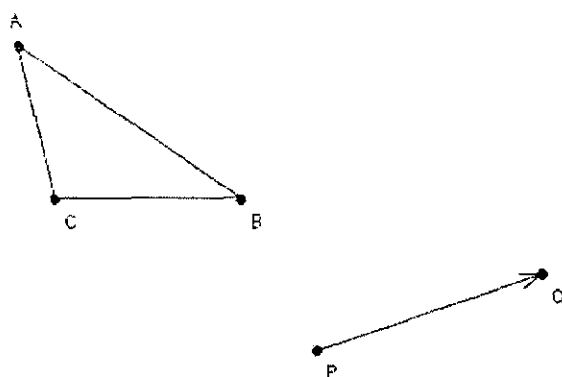
5. ข้อสอบแต่ละข้อ ข้อละ 3 คะแนน

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

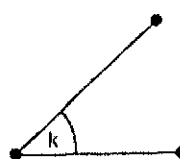
1. กำหนด $\triangle ABC$ เป็นรูปต้นแบบ และเส้นตรง MN เป็นเส้นสะท้อน จงหาภาพที่ได้จากการสะท้อน $\triangle ABC$ เป็นรูปต้นแบบ โดยใช้เส้นตรง MN เป็นเส้นสะท้อน



2. กำหนด $\triangle ABC$ เป็นรูปต้นแบบ และเวกเตอร์ PQ เป็นเวกเตอร์ของการเลื่อนขนาน จงหาภาพที่ได้จากการเลื่อนขนาน $\triangle ABC$ ด้วยเวกเตอร์ PQ



3. กำหนดจุด A เป็นรูปต้นแบบ จงหาภาพที่ได้จากการหมุนจุด A รอบจุด P โดยขนาดของการหมุนเท่ากับมุม k ทวนเข็มนาฬิกา



ภาคผนวก จ

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้เรื่องการแปลงทางเรขาคณิต
โดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต

หน่วยที่ 1 การสะท้อน (REFLECTION) จำนวน 3 คาบ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

วิชา คณิตศาสตร์พื้นฐาน 2

ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 2

เรื่อง ความหมายและสมบัติของการสะท้อน

จำนวน 1 คาบ

1. สำคัญ

การสะท้อน เป็นการส่งจุดใดๆ บนรูปต้นแบบ (Pre-image) ไปยังจุดบนภาพ (Image) ที่เกิดจากการสะท้อน ผ่านเส้นสะท้อน (Reflection line) โดยที่ระยะห่างจากจุดใดๆ บนรูปต้นแบบไปยังเส้นสะท้อนจะเท่ากับระยะห่างจากจุดนั้นๆ บนภาพที่เกิดจากการสะท้อนไปยังเส้นสะท้อน

สมบัติของการสะท้อน ประกอบด้วย

1. รูปต้นแบบกับภาพที่ได้จากการสะท้อนรูปต้นแบบนั้นเท่ากันทุกประการ
2. เส้นสะท้อนจะแบ่งครึ่งและตั้งฉากกับส่วนของเส้นตรงที่เชื่อมระหว่างจุดแต่ละจุดบนรูปต้นแบบกับจุดแต่ละจุดบนภาพที่สมนัยกัน นั่นคือ ระยะห่างระหว่างจุดบนรูปต้นแบบกับเส้นสะท้อนจะเท่ากับระยะห่างระหว่างจุดที่เกิดจากการสะท้อนกับเส้นสะท้อน
3. ส่วนของเส้นตรงที่เชื่อมจุดแต่ละจุดบนรูปต้นแบบกับจุดที่สมนัยกันบนภาพที่ได้จากการสะท้อนต้องขนานกัน
4. ด้านคู่ที่สมนัยกันระหว่างรูปต้นแบบกับภาพที่ได้จากการสะท้อนไม่จำเป็นต้องขนานกันทุกคู่

จากการสังเกตการทำกิจกรรมพบว่า ส่วนของเส้นตรงบนรูปต้นแบบและภาพที่ได้จากการสะท้อนของส่วนของเส้นตรงนั้นไม่จำเป็นต้องขนานกันทุกคู่

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้

นักเรียนสามารถบอกความหมายและสมบัติของการสะท้อนบนระนาบได้

ด้านทักษะ/กระบวนการ

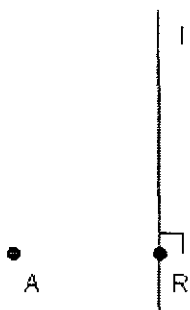
1. มีความสามารถในการให้เหตุผล
2. มีความสามารถในการสื่อสาร และการนำเสนอ

ด้านคุณลักษณะ

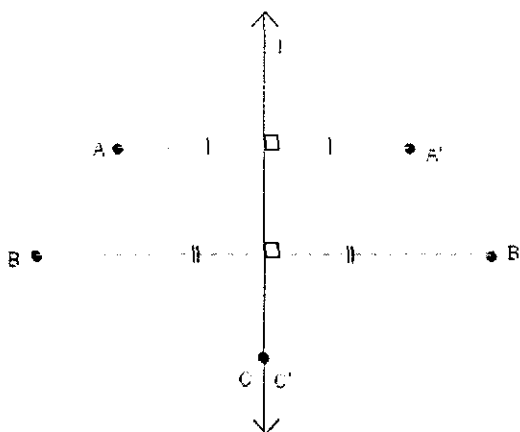
1. มีความสนใจและกระตือรือร้นในการเรียนและการทำงาน
2. มีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย
3. มีความเชื่อมั่นในตนเอง และกล้าแสดงความคิดเห็น

3. สารการเรียนรู้

ระยะห่างระหว่างจุด A กับเส้น l จะวัดความยาวโดยลากเส้นตรงให้ตั้งฉากกับเส้นตรง l และผ่านจุด A นั่นคือ ระยะห่างระหว่างจุด A กับเส้นตรง l จะเท่ากับความยาวของ $\overline{AR}$ ดังรูป



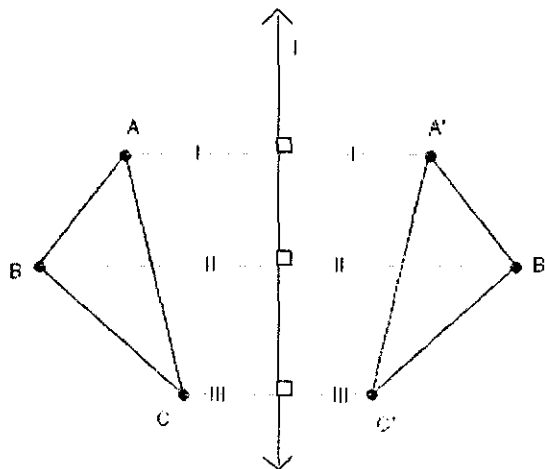
การสะท้อน เป็นการส่งจุดใดๆ บนรูปต้นแบบไปยังจุดบนภาพที่เกิดจากการสะท้อน ผ่านเส้นสะท้อน โดยที่ระยะห่างจากจุดใดๆ บนรูปต้นแบบไปยังเส้นสะท้อนจะเท่ากับระยะห่างจากจุดนั้นๆ บนภาพที่เกิดจากการสะท้อนไปยังเส้นสะท้อน



จากรูปการสะท้อนบนระนาบเป็นการแปลงทางเรขาคณิตที่มีเส้นตรง l เป็นเส้นสะท้อน โดยที่

1. จุด A เป็นจุดบนระนาบ และไม่อยู่บนเส้นตรง l แล้วเส้นตรง l จะแบ่งครึ่งและตั้งฉากกับ $\overline{AA'}$ เมื่อจุด A' เป็นภาพที่ได้จากการสะท้อนจุด A
2. จุด B เป็นจุดบนระนาบ และไม่อยู่บนเส้นตรง l แล้วเส้นตรง l จะแบ่งครึ่งและตั้งฉากกับ $\overline{BB'}$ เมื่อจุด B' เป็นภาพที่ได้จากการสะท้อนจุด B
3. จุด C อยู่บนเส้นตรง l แล้วจุด C และจุด C' ซึ่งเป็นภาพที่ได้จากการสะท้อนจะเป็นจุดเดียวกัน

การสะท้อน $\triangle ABC$ ซึ่งเป็นรูปต้นแบบ ด้วยเส้นสะท้อน l จะได้ $\triangle A'B'C'$ เป็นภาพที่ได้จากการสะท้อน ดังรูป



สมบัติของการสะท้อน ประกอบด้วย

1. รูปต้นแบบกับภาพที่ได้จากการสะท้อนรูปต้นแบบนั้นเท่ากันทุกประการ
2. เส้นสะท้อนจะแบ่งครึ่งและตั้งฉากกับส่วนของเส้นตรงที่เชื่อมระหว่างจุดแต่ละจุดบนรูปต้นแบบกับจุดแต่ละจุดบนภาพที่สมนัยกัน นั่นคือ ระยะห่างระหว่างจุดบนรูปต้นแบบกับเส้นสะท้อนจะเท่ากับระยะห่างระหว่างจุดที่เกิดจากการสะท้อนกับเส้นสะท้อน

3. ส่วนของเส้นตรงที่เชื่อมจุดแต่ละจุดบนรูปต้นแบบกับจุดที่สมนัยกันบนภาพที่ได้จากการสะท้อนจะขนานกัน แต่ไม่จำเป็นต้องยาวเท่ากัน

4. ด้านคู่ที่สมนัยกันระหว่างรูปต้นแบบกับภาพที่ได้จากการสะท้อนไม่จำเป็นต้องขนานกันทุกคู่

จากการสังเกตการทำกิจกรรมพบว่า ส่วนของเส้นตรงบนรูปต้นแบบและภาพที่ได้จากการสะท้อนของส่วนของเส้นตรงนั้นไม่จำเป็นต้องขนานกันทุกคู่

4. สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้

1. แฟ้มคำสั่ง/คอมพิวเตอร์
2. ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่องความหมายและสมบัติของการสะท้อน

5. กิจกรรมการเรียนรู้

1. ครูนำนักเรียนสนทนาเกี่ยวกับ “การส่องกระจกเงา” นักเรียนเคยสังเกตอักษรที่ปักอยู่บนเสื้อนักเรียนว่ามีลักษณะอย่างไรหรือไม่ (อักษรกลับข้าง) นักเรียนคิดว่าภาพที่เห็นในกระจกเงาเรียกว่าอย่างไร (ภาพสะท้อน)

2. อธิบายให้นักเรียนทราบว่า อักษรที่อยู่บนเส้นนักเรียนนี้จะเรียกว่า "รูปต้นแบบ" และอักษรที่อยู่ในกระจก้นั้น เรียกว่า "ภาพ" จากการสะท้อน

3. ให้นักเรียนทำใบกิจกรรมที่ 1 ข้อ 1) ซึ่งประกอบด้วย

- ให้นักเรียนสำรวจรูปที่กำหนด โดยให้นักเรียนวัดความยาว วัดขนาดมุม
- ให้นักเรียนตั้งข้อความคาดการณ์ โดยครูเป็นผู้แนะแนวทางในการสำรวจทำให้นักเรียน

สามารถคาดการณ์ความหมายและสมบัติของการสะท้อนจุดได้

- ให้นักเรียนเสนอข้อความคาดการณ์ของตนเอง และช่วยกันสรุป

4. ให้นักเรียนทำใบกิจกรรมที่ 1 ข้อ 2) โดยในใบกิจกรรมนี้ต้องการให้นักเรียนเห็นร่องรอยของการเคลื่อนที่ของจุด C' ซึ่งเป็นภาพจากการสะท้อนจุด C ซึ่งเหมือนกับการสะท้อนของจุดแต่ละจุดบนส่วนของเส้นตรง AB ภาพที่ได้ก็จะสะท้อนไปอยู่บนส่วนของเส้นตรง $A'B'$ ด้วยนั่นเอง

5. ให้นักเรียนทำใบกิจกรรมที่ 1 ข้อ 3) จากนั้น ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายสมบัติของการสะท้อนของรูปสามเหลี่ยมที่นักเรียนสร้างขึ้นในกิจกรรมที่ 3)

6. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปความหมายและสมบัติของการสะท้อน

6.การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้

การวัด	การประเมินผล	เครื่องมือวัด
- สังเกตจากการปฏิบัติตามใบกิจกรรม - สังเกตการให้เหตุผล และการสื่อสารและนำเสนอ	- ทำใบกิจกรรมที่ 1 ได้ถูกต้อง - ตอบคำถามได้ถูกต้อง	- ดูจากใบกิจกรรม

หน่วยที่ 1 การสะท้อน (REFLECTION) จำนวน 3 คาบ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

วิชา คณิตศาสตร์พื้นฐาน 2

ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 2

เรื่อง การหาภาพจากการสะท้อน และหาเส้นสะท้อน

จำนวน 1 คาบ

1. สาระสำคัญ

การหาภาพที่ได้จากการสะท้อนเมื่อกำหนดรูปต้นแบบและเส้นสะท้อนมาให้ ใช้หลักการว่า เมื่อลากเส้นเชื่อมระหว่างจุดที่สมนัยกันแล้วเส้นเชื่อมนี้จะตั้งฉากกับเส้นสะท้อน และระยะห่างระหว่างจุดต้นแบบกับเส้นสะท้อนจะเท่ากับระยะห่างระหว่างจุดที่เกิดจากการสะท้อนกับเส้นสะท้อน

การหาเส้นสะท้อนจะใช้สมบัติของการสะท้อนว่า เส้นสะท้อนจะแบ่งครึ่งและตั้งฉากกับส่วนของเส้นตรงที่เชื่อมระหว่างจุดแต่ละจุดที่สมนัยกันบนรูปต้นแบบกับภาพที่ได้จากการสะท้อน

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้

นักเรียนสามารถ

1. หาภาพที่ได้จากการสะท้อนรูปต้นแบบได้
2. หาเส้นสะท้อนของการสะท้อนเมื่อกำหนดรูปต้นแบบและภาพที่ได้จากการสะท้อนได้

ด้านทักษะ/กระบวนการ

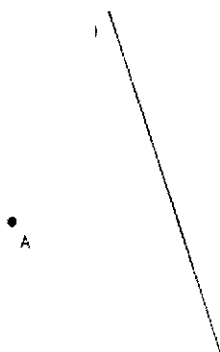
1. มีความสามารถในการให้เหตุผล
2. มีความสามารถในการสื่อสาร และการนำเสนอ

ด้านคุณลักษณะ

1. มีความสนใจและกระตือรือร้นในการเรียนและการทำงาน
2. มีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย
3. มีความเชื่อมั่นในตนเอง และกล้าแสดงความคิดเห็น

3. สารการเรียนรู้

การหาภาพจากการสะท้อน : จงหาภาพจากการสะท้อนจุด A ด้วยเส้นสะท้อน l



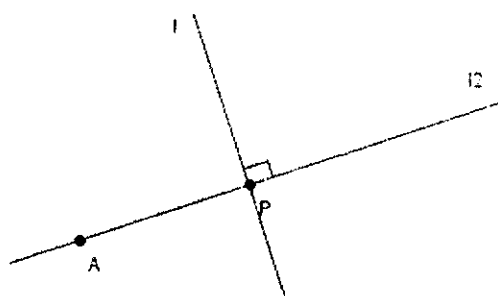
แนวคิด

หาจุด A' ซึ่งเป็นภาพที่ได้จากการสะท้อนจุด A ด้วยเส้นสะท้อน l โดยจุด A' จะอยู่บนเส้นตรงที่ผ่านจุด A และตั้งฉากกับเส้นตรง l โดยระยะห่างระหว่างจุด A' กับเส้นสะท้อน l จะเท่ากับระยะห่างของจุด A กับเส้นสะท้อน l

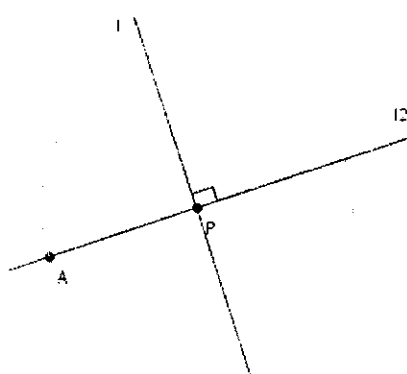
จากแนวคิดทำได้ดังนี้

1. สร้างเส้นตรง l_2 ให้ผ่านจุด A และตั้งฉากกับเส้นตรง l โดยใช้เครื่องมือ $\perp$ แล้วตั้งชื่อจุดตัดระหว่างเส้นตรง l กับเส้นตรง l_2 ว่าจุด P
2. สร้างวงกลมรัศมีเท่ากับ AP ใช้จุด P เป็นจุดศูนย์กลาง
3. จะได้จุด A' ซึ่งอยู่ที่จุดตัดระหว่างวงกลมกับ l_2 ดังรูป

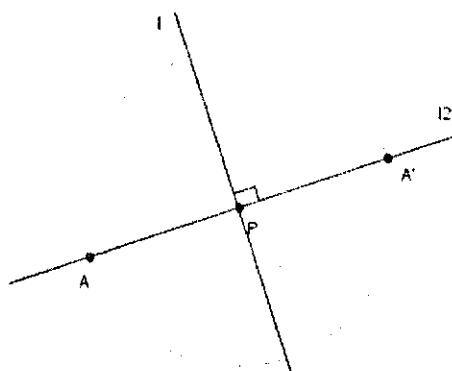
1.



2.



3.



การหาเส้นสะท้อน: จงหาเส้นสะท้อน เมื่อกำหนดให้ A เป็นรูปต้นแบบ และ A' เป็นภาพจากการสะท้อนจุด A



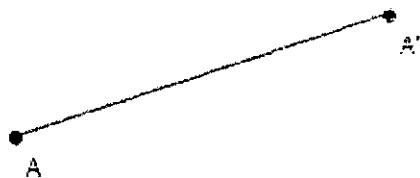
แนวคิด

การหาเส้นสะท้อนนั้น จะใช้สมบัติของการสะท้อนที่ว่า "เส้นสะท้อนจะแบ่งครึ่งและตั้งฉากกับส่วนของเส้นตรงที่เชื่อมระหว่างจุดแต่ละจุดบนรูปต้นแบบกับจุดแต่ละจุดบนภาพที่สมนัยกัน"

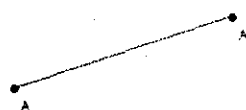
จากแนวคิด ทำได้ดังนี้

1. สร้าง $\overline{AA'}$
2. สร้างวงกลมโดยใช้จุด A และจุด A' เป็นจุดศูนย์กลางรัศมีเท่ากัน
3. ได้จุดตัดระหว่างวงกลมในข้อ 1. กับข้อ 2. ทั้งสิ้น 2 จุด ตั้งชื่อจุดตัดทั้งสองว่า D และ E ตามลำดับ จากนั้นสร้างเส้นตรงผ่านจุด D และจุด E ซึ่งเส้นตรงที่ได้นี้คือเส้นสะท้อนที่ต้องการ

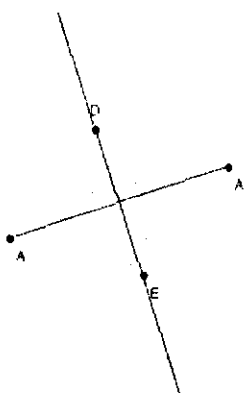
1.



2.



3.



4. สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้

1. แฟ้มคำสั่ง/ คอมพิวเตอร์
2. ใบกิจกรรมที่ 2 และ 3 เรื่องการหาภาพจากการสะท้อน และหาเส้นสะท้อน
3. เอกสารแบบฝึกหัดที่ 1 เรื่องการหาภาพจากการสะท้อน และหาเส้นสะท้อน

5. กิจกรรมการเรียนรู้

1. ครูใช้การถาม-ตอบเพื่อทบทวนสมบัติของการสะท้อน
2. ให้นักเรียนเปิดแฟ้มคำสั่งที่ เปิดไฟล์ D:\ การแปลงทางเรขาคณิต > การสะท้อน > 2 แล้วใช้ถามนักเรียนว่า จากรูปเก็ร็นำนั้น เส้นสะท้อนจะอยู่ ณ ตำแหน่งใด (เส้นสะท้อนจะเป็นเส้นตรงที่ผ่านจุด A และ จุด D)
3. ครูแนะนำนักเรียนว่ารูปหกเหลี่ยม ABCDEF เป็นรูปสมมาตรบนเส้นสะท้อนที่มีแกนสมมาตร 1 เส้น คือ $\overline{AD}$
4. ให้นักเรียนปฏิบัติตามใบกิจกรรมที่ 2 หลังจากนั้นช่วยกันสรุปวิธีหาภาพจากการสะท้อนเมื่อกำหนดรูปต้นแบบและเส้นสะท้อนมาให้
5. ให้นักเรียนปฏิบัติตามใบกิจกรรมที่ 3 หลังจากนั้นช่วยกันสรุปวิธีหาเส้นสะท้อน เมื่อกำหนดรูปต้นแบบและภาพจากการสะท้อนมาให้
6. ให้นักเรียนช่วยกันสรุปวิธีหาภาพจากการสะท้อนเมื่อกำหนดรูปต้นแบบมาให้ และวิธีหาเส้นสะท้อน
7. ให้นักเรียนทำเอกสารแบบฝึกหัดที่ 1 เรื่องการหาภาพจากการสะท้อน และหาเส้นสะท้อน

6. การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้

การวัด	การประเมินผล	เครื่องมือวัด
- สังเกตจากการปฏิบัติตามใบกิจกรรม - การตรวจแบบฝึกหัด - สังเกตการให้เหตุผล และการสื่อสารและนำเสนอ	- ทำใบกิจกรรมที่ 2 และ 3 ถูกต้อง - ทำแบบฝึกหัดที่ 1 ถูกต้อง - ตอบคำถามถูกต้อง	- คูจากใบกิจกรรม - แบบฝึกหัด

บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้.....

หน่วยที่ 1 การสะท้อน (REFLECTION) จำนวน 3 คาบ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

วิชา คณิตศาสตร์พื้นฐาน 2

ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 2

เรื่อง การสะท้อนในระบบพิกัดฉาก

จำนวน 1 คาบ

1. สาระสำคัญ

1. ถ้าจุด A มีพิกัดเป็น (x, y) แล้ว จุด A' ซึ่งเป็นภาพที่ได้จากการสะท้อนจุด A เมื่อแกน Y เป็นเส้นสะท้อนจะมีพิกัดเป็น $(-x, y)$
2. ถ้าจุด A มีพิกัดเป็น (x, y) แล้ว จุด A' ซึ่งเป็นภาพที่ได้จากการสะท้อนจุด A เมื่อแกน X เป็นเส้นสะท้อนจะมีพิกัดเป็น $(x, -y)$

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้

นักเรียนสามารถ

1. บอกพิกัดของภาพที่ได้จากการสะท้อนรูปต้นแบบที่กำหนดให้ได้
2. หาเส้นสะท้อนเมื่อกำหนดรูปต้นแบบและภาพที่ได้จากการสะท้อนได้
3. เมื่อกำหนดรูปเรขาคณิตสองรูปที่มาให้ สามารถบอกได้ว่ารูปคู่ใดเป็นผลจากการ

สะท้อน

ด้านทักษะ/กระบวนการ

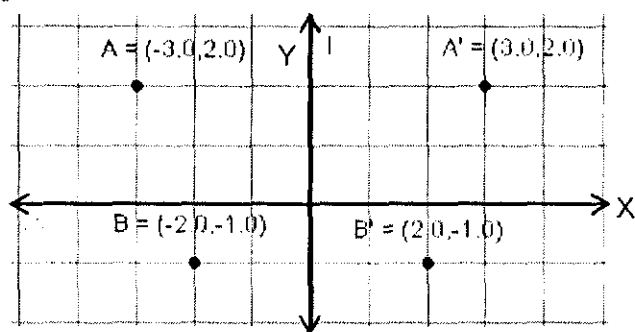
1. มีความสามารถในการให้เหตุผล
2. มีความสามารถในการสื่อสาร และการนำเสนอ

ด้านคุณลักษณะ

1. มีความสนใจและกระตือรือร้นในการเรียนและการทำงาน
2. มีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย
3. มีความเชื่อมั่นในตนเอง และกล้าแสดงความคิดเห็น

3. สารการเรียนรู้

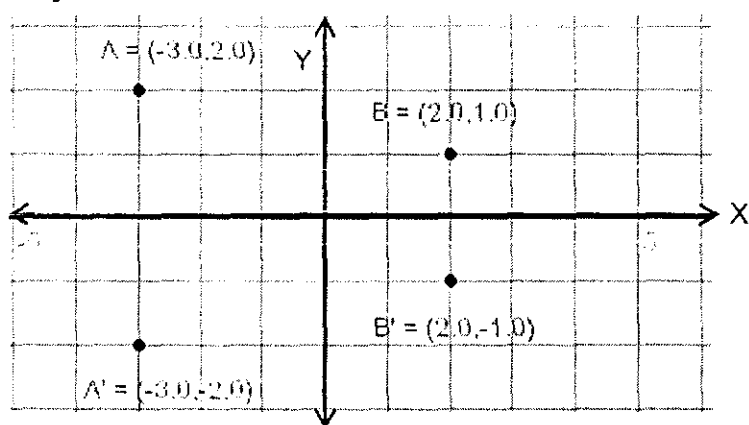
1. การสะท้อนรูปต้นแบบ เมื่อแกน Y เป็นเส้นสะท้อน



จากรูปข้างต้นเมื่อสังเกตจุด A ซึ่งเป็นรูปต้นแบบโดยมีแกน Y เป็นเส้นสะท้อน จะได้จุด A' เป็นภาพที่ได้จากการสะท้อน จะพบว่าพิกัดของจุด A' จะมีพิกัดแรกเป็นจำนวนตรงข้ามของพิกัดแรกของจุด A ซึ่งเป็นรูปต้นแบบ และพิกัดที่สองจะยังคงเป็นค่าเดียวกับพิกัดที่สองของรูปต้นแบบ ซึ่งในกรณีของจุด B' ก็สามารถหาได้ด้วยหลักการนี้เช่นกัน

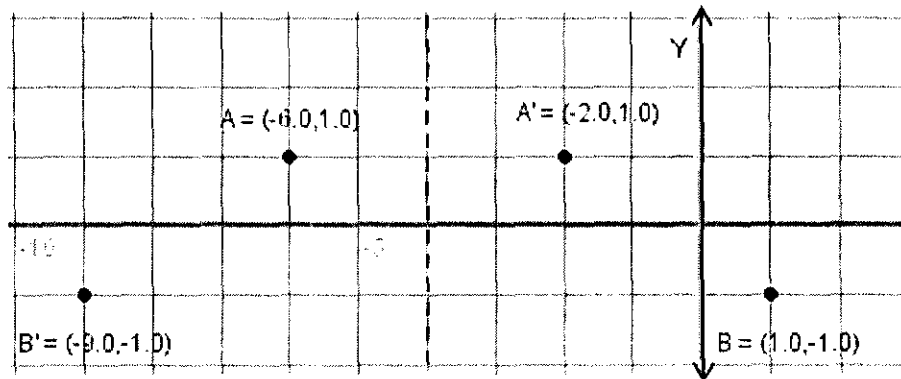
หมายเหตุ $-3.0 = -3$

2. การสะท้อนรูปต้นแบบ เมื่อแกน X เป็นเส้นสะท้อน



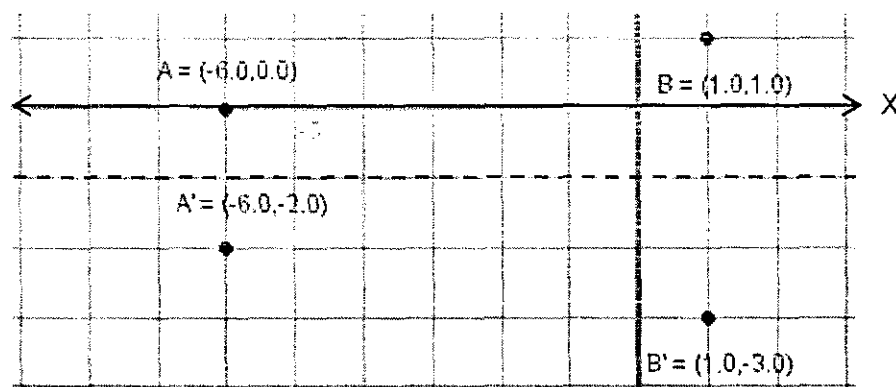
จากรูปข้างต้นเมื่อสังเกตจุด A ซึ่งเป็นรูปต้นแบบโดยมีแกน X เป็นเส้นสะท้อน จะได้จุด A' เป็นภาพที่ได้จากการสะท้อน จะพบว่าพิกัดของจุด A' จะมีพิกัดแรกเหมือนกับพิกัดแรกของจุด A ซึ่งเป็นรูปต้นแบบ และพิกัดที่สองจะเป็นจำนวนตรงข้ามของพิกัดที่สองของรูปต้นแบบ ซึ่งในกรณีของจุด B' ก็สามารถหาได้ด้วยหลักการนี้เช่นกัน

3. การสะท้อนรูปต้นแบบ เมื่อเส้นสะท้อน (เส้นตรง l) ขนานกับแกน Y
 จากรูปจะเห็นว่าเส้นสะท้อนขนานกับแกน Y ไปทางซ้าย 2 หน่วย



จากรูปข้างต้นได้ว่าจุด $A(-6, 1)$ อยู่ทางซ้ายของเส้นสะท้อน l เป็นระยะ 2 หน่วย จะได้จุด A' ซึ่งเป็นภาพที่ได้จากการสะท้อนจุด A อยู่ทางขวาของเส้นสะท้อน l เป็นระยะ 2 หน่วยเช่นกัน ซึ่งพิกัดของจุด A' เป็น $(-2, 1)$

4. การสะท้อนรูปต้นแบบ เมื่อเส้นสะท้อน (เส้นตรง l) ขนานกับแกน X
 จากรูปจะเห็นว่าเส้นสะท้อนขนานกับแกน X ไปทางซ้าย 1 หน่วย



จากรูปข้างต้นได้ว่าจุด $A(-6, 0)$ อยู่ทางด้านบนของเส้นสะท้อน l เป็นระยะ 1 หน่วย จะได้จุด A' ซึ่งเป็นภาพที่ได้จากการสะท้อนจุด A อยู่ทางด้านล่างของเส้นสะท้อน l เป็นระยะ 1 หน่วยเช่นกัน ซึ่งพิกัดของจุด A' เป็น $(-6, -2)$

4. สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้

1. เพิ่มคำสั่ง/ คอมพิวเตอร์
2. ใบกิจกรรมที่ 4, 5 และ 6 เรื่องการสะท้อนในระบบพิกัดฉาก
3. เอกสารแบบฝึกหัดที่ 2 และ 3 เรื่องการสะท้อนในระบบพิกัดฉาก

5. กิจกรรมการเรียนรู้

1. ครูใช้การถาม-ตอบ นักเรียนเพื่อทบทวนสมบัติการสะท้อน
2. ให้นักเรียนทำใบกิจกรรมที่ 4 เพื่อสำรวจการสะท้อนในระบบพิกัดฉาก
3. ให้นักเรียนตั้งข้อความคาดการณ์เกี่ยวกับพิกัดของจุดบนภาพที่ได้จากการสะท้อนรูป

ต้นแบบ

4. ให้นักเรียนตรวจสอบข้อความคาดการณ์โดยทำตามใบกิจกรรม
5. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปวิธีหาพิกัดของจุดบนภาพที่ได้จากการสะท้อนรูปต้นแบบ
6. ให้นักเรียนทำใบกิจกรรมที่ 5 และ 6
7. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปวิธีหาพิกัดของจุดบนภาพที่ได้จากการสะท้อนรูปต้นแบบ

6. การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้

การวัด	การประเมินผล	เครื่องมือวัด
- สังเกตจากการปฏิบัติตามใบกิจกรรม - การตรวจแบบฝึกหัด - สังเกตการให้เหตุผล และการสื่อสารและนำเสนอ	- ทำใบกิจกรรมที่ 4 - 6 ถูกต้อง - ทำแบบฝึกหัดที่ 2 และ 3 ถูกต้อง - การตั้งข้อความคาดการณ์ของนักเรียน - การตอบคำถามของนักเรียน	- ดูจากใบกิจกรรม - แบบฝึกหัด

บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้.....

ภาคผนวก จ

แบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนต่อการเรียนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิต
โดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต

**แบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนต่อการเรียนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิต
โดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต**

คำชี้แจง

1. แบบวัดความพึงพอใจฉบับนี้เป็นแบบวัดความพึงพอใจต่อการเรียนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีจำนวน 20 ข้อ แบ่งเป็น 2 ตอน คือ

ตอนที่ 1 เป็นแบบวัดความพึงพอใจต่อการเรียนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิตโดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต

ตอนที่ 2 เป็นแบบวัดความพึงพอใจต่อการร่วมกิจกรรมการเรียนการสอน

2. ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องทางขวามือหลังข้อความที่ตรงกับความรู้สึกที่แท้จริงของนักเรียนเพียงช่องเดียว คำตอบที่นักเรียนตอบนั้นไม่มีถูกหรือผิด เพราะแต่ละคนย่อมมีความรู้สึกแตกต่างกันไป

3. ในแต่ละช่องที่แสดงความความพึงพอใจ มีความหมายดังนี้

พึงพอใจมากที่สุด	หมายความว่า นักเรียนเห็นด้วยกับข้อความข้อนั้นมากที่สุด
พึงพอใจมาก	หมายความว่า นักเรียนเห็นด้วยกับข้อความข้อนั้นมาก
พึงพอใจปานกลาง	หมายความว่า นักเรียนเห็นด้วยกับข้อความข้อนั้นปานกลาง
พึงพอใจน้อย	หมายความว่า นักเรียนเห็นด้วยกับข้อความข้อนั้นน้อย
พึงพอใจน้อยที่สุด	หมายความว่า นักเรียนเห็นด้วยกับข้อความข้อนั้นน้อยที่สุด

ตัวอย่าง

ข้อที่	ข้อความ	ระดับความพึงพอใจ				
		มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
1	กิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตทำให้ข้าพเจ้ามั่นใจในตนเองเกี่ยวกับการเรียนมากขึ้น		✓			

ตอนที่ 1

ข้อที่	ข้อความ	ระดับความพึงพอใจ				
		มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
1	ข้าพเจ้ารู้สึกไม่เครียด และไม่หนักใจต่อการเรียน เรื่องการแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต					
2	การเรียนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต ทำให้ข้าพเจ้ามีความกระตือรือร้นในการเรียนมากขึ้น					
3	เนื้อหาจากกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิตโดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต เหมาะกับระดับความเข้าใจของข้าพเจ้า					
4	จากการทำใบกิจกรรมในแต่ละคาบ ทำให้ข้าพเจ้าเข้าใจเนื้อหาเรื่องการแปลงทางเรขาคณิตมากขึ้น					
5	เนื้อหาในกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิตโดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตเหมาะสมกับระยะเวลาเรียน ทำให้ข้าพเจ้าศึกษาด้วยความสบายใจ					
6	เนื้อหาของกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิตช่วยในการแก้ปัญหาเกี่ยวกับพื้นที่ได้					
7	เนื้อหาจากใบกิจกรรมมากไป ทำให้ข้าพเจ้าศึกษาไม่ทันกับเวลาที่กำหนดให้					
8	ข้าพเจ้าสามารถทราบผลลัพธ์จากการทำกิจกรรมได้ทันที					
9	การมีปฏิสัมพันธ์กับซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตทำให้ข้าพเจ้าเข้าใจเนื้อหามากขึ้น					
10	การเรียนด้วยซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตทำให้ข้าพเจ้าสามารถตั้งข้อความคาดการณ์ได้					

ตอนที่ 2

ข้อที่	ข้อความ	ระดับความพึงพอใจ				
		มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
1	ข้าพเจ้าเข้าใจคำถามในใบกิจกรรมอย่างชัดเจน					
2	ข้าพเจ้ารู้สึกสนุกกับการทำใบกิจกรรมระหว่างเรียน					
3	กิจกรรมการเรียนการสอน โดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต ทำให้ข้าพเจ้ามีความตั้งใจมากขึ้น					
4	การปฏิบัติกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิตโดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตทำให้ข้าพเจ้าสามารถจำได้นาน					
5	จากการปฏิบัติกิจกรรมเรื่องการแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตทำให้ข้าพเจ้ามีโอกาสแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนมากขึ้น					
6	จากการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิตโดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตทำให้ข้าพเจ้ามีกำลังใจ อยากเรียนคณิตศาสตร์					
7	กิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตทำให้ข้าพเจ้าเกิดการค้นพบด้วยตนเอง					
8	กิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตช่วยพัฒนาความคิดของข้าพเจ้า					
9	ข้าพเจ้ารู้สึกง่วงนอนทุกครั้งที่เรียนโดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต					
10	การเรียนการสอนโดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตทำให้ข้าพเจ้ามองเห็นภาพมากขึ้น					

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

ภาคผนวก ช
รายนามผู้เชี่ยวชาญ

รายนามผู้เชี่ยวชาญ

รายนามผู้เชี่ยวชาญการสอนคณิตศาสตร์ ที่ได้รับความอนุเคราะห์ตรวจสอบความถูกต้องด้านเนื้อหาและความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต ความเที่ยงตรงของเนื้อหา ความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ และความเหมาะสมของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต มีดังนี้

1. อาจารย์เมตต์ แย้มวงษ์

ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

2. รองศาสตราจารย์ยงยุทธ ธนุกฤติ

ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

3. อาจารย์ธัญชัย ภูอุดม

ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

4. อาจารย์เอนก จันทรวงษ์

ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

5. อาจารย์อรรถศาสตร์ นิมิตรพันธ์

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต

ประวัติย่อผู้วิจัย

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ ชื่อสกุล	นางสาวสุธินันท์ บุญพัฒนาภรณ์
วันเดือนปีเกิด	21 สิงหาคม 2524
สถานที่เกิด	อำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	541 พัฒนาการ 39 สวนหลวง กรุงเทพฯ 10250
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	อาจารย์
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม)
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2538	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ เตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการ จังหวัดสมุทรปราการ
พ.ศ. 2541	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ เตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการ จังหวัดสมุทรปราการ
พ.ศ. 2545	กศ.บ.(คณิตศาสตร์) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
พ.ศ. 2548	กศ.ม.(คณิตศาสตร์) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ