

การเปรียบเทียบการสอน
คณิตศาสตร์ โดยวิธีทดลองกับวิธีสอนแบบปกติ
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

พร้อมพรรณ อุดมสิน

สถาบันวิจัยประชากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนกวิชามัธยมศึกษา คณะครุศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สิงหาคม 2521

การเปรียบเทียบการสอน
คณิตศาสตร์ โดยวิธีทดลองกับวิธีสอนแบบปกติของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

พร้อมพรรณ อุดมสิน

สถาบันวิทยบริการ

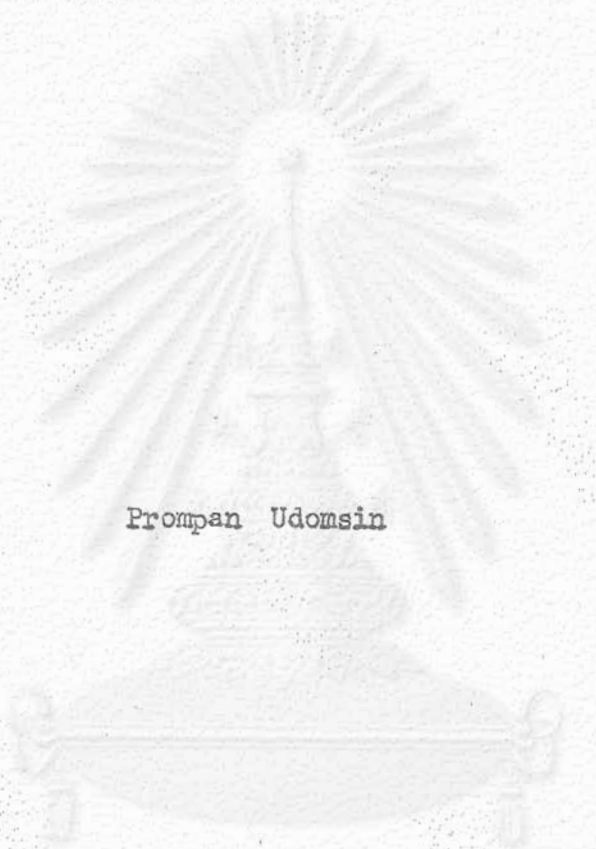
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนกวิชามัธยมศึกษา คณะครุศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สิงหาคม 2521

A COMPARISON OF MATHEMATICS TEACHING
BETWEEN LABORATORY METHOD AND CONVENTIONAL METHOD
OF MATAYOM SUKSA TWO STUDENTS



Prompan Udomsin

Secondary Education Department Faculty of Education
Chulalongkorn University

August 1978

ชื่อโครงการวิจัย การเปรียบเทียบการสอนคณิตศาสตร์โดยวิธีทดลอง กับวิธีสอน
แบบปกติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ชื่อผู้วิจัย พรอมพรรณ อุดมสิน

เดือนและปีที่ทำการวิจัยเสร็จ สิงหาคม 2521

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการวิจัย เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โดยวิธีเรียนแบบทดลองกับเรียนโดยวิธีปกติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่สอง และเปรียบเทียบทัศนคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนจากทั้งสองวิธี

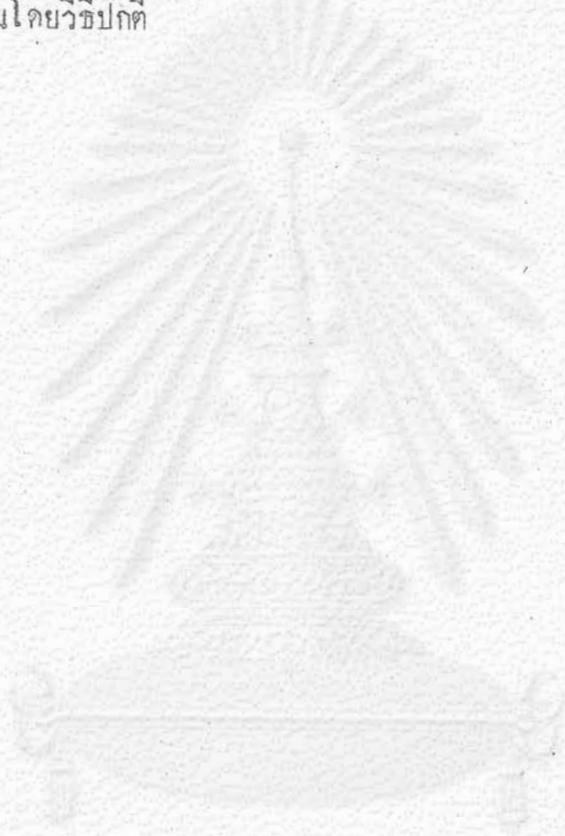
ตัวอย่างประชากร เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่สอง โรงเรียนสาธิตมัธยม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จำนวน 2 ห้องเรียน โดยแบ่งกลุ่มทดลอง 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 45 คน กลุ่มควบคุม 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 43 คน กลุ่มทดลองเรียนแบบวิธีการทดลอง กลุ่มควบคุมเรียนแบบการบรรยายซึ่งเป็นวิธีปกติ นักเรียนทั้งสองกลุ่มนี้ผลการเรียนประจำภาคต้นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 หลังจากการทดลองได้สิ้นสุดลง ได้ทดสอบนักเรียนทั้งสองกลุ่มทันที ด้วยข้อทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผ่านการวิเคราะห์มาแล้ว และสอบถามทัศนคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ก่อนและหลังการทดลองด้วยแบบสอบถามวัดทัศนคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

ผลการวิจัยสรุปได้ว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของกลุ่มที่เรียนโดยวิธีทดลองกับกลุ่มที่เรียนแบบปกติ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01
2. ทัศนคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของ ทั้งสองกลุ่ม ก่อนการทดลองไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01
3. ทัศนคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของกลุ่มที่เรียนแบบปกติ ก่อนและหลังการทดลอง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

4. ทักษะคิดวิเคราะห์ของคนที่เรียนโดยวิธีทดลอง มีทักษะก่อนและ
หลังการทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

5. การเปลี่ยนแปลงทักษะคิดวิเคราะห์ของคนที่เรียนโดยวิธีทดลอง
ดีกว่าคนที่เรียนโดยวิธีปกติ



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Research Title : A Comparison of Mathematics Teaching Between Laboratory Method and Conventional Method of Matayom Suksa Two Students

Name : Prompan Udomsin

Month & Year : August 1978

Abstract

The purposes of this research was two folds: To compare the achievement in learning mathematics between laboratory method and conventional method of Matayom Suksa two students; and to compare the students' attitudes toward mathematics.

The sample of this study were two groups of Matayom Suksa two students at the Laboratory School of Chulalongkorn University; 45 students in experimental group was taught by laboratory method and 43 students in controlled group was taught by conventional method. There were no significant differences in mathematics achievement test scores in the the first semester between two sample group at the .01 level. Right after the end of the experiment, the reliable achievement examination was used to test the students. The students' attitudes toward mathematics questionnaire was administed to both groups of student at the beginning and at the end of the experiment. The finding were as follows:

- 1. There was no significant difference in the achievement between the experimental group who learned by laboratory method and the controlled group who learned by conventional method at the .01 level.

2. There was no significant difference in attitude toward mathematics between the experimental group and the controlled group at the beginning of the experiment.

3. There was no significant difference in attitude toward mathematics before and after the experiment of the controlled group at .01 level.

4. There was significant difference in attitude toward mathematics before and after the experiment of the experimental group at .01 level.

5. The change in attitude of the students in experimental group was better than the students in controlled group.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยเรื่องนี้สำเร็จลงด้วยดี เนื่องจากผู้วิจัยได้รับความกรุณา จาก
อาจารย์ วรรณดี คັນขวงค์ อาจารย์ใหญ่โรงเรียนวัฒนาวิทยาลัย ที่ให้ความช่วยเหลือเป็นอย่างดี จึงขอขอบคุณไว้ ณ ที่นี้ด้วย

พร้อมพรรณ อุดมสิน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

	บทคัดย่อภาษาไทย	หน้า
	บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ก
	กิตติกรรมประกาศ	จ
	รายการตารางประกอบ	ข
	บทที่	ฅ
1	บทนำ	
	ความเป็นมาของปัญหา	1
	ความมุ่งหมายของการวิจัย	3
	สมมติฐานของการวิจัย	3
	ความสำคัญของการวิจัย	3
	ขอบเขตของการวิจัย	4
	ขอตกลงเบี่ยงตน	4
	ความจำกัดของการวิจัย	5
	คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย	5
2	วรรณคดีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	6
	การสอนคณิตศาสตร์โดยวิธีทดลองในต่างประเทศ	6
	การสอนคณิตศาสตร์โดยวิธีทดลองที่ผู้วิจัยได้จัดทำ	9
	วรรณคดีที่เกี่ยวข้อง	10
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	14
3	วิธีดำเนินการวิจัย	17
4	ผลการวิจัย	26
5	สรุปผลการวิจัย และขอเสนอแนะ	30
	บรรณานุกรม	34
	ภาคผนวก	38

รายการตารางประกอบ

ตารางที่		หน้า
1	เปรียบเทียบผลการเรียนของนักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม ก่อนทำการวิจัย	26
2	เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยระหว่างกลุ่มทดลองซึ่งครูสอนแบบ วิธีทดลอง กับกลุ่มควบคุมซึ่งครูสอนแบบปกติ	28
3	เปรียบเทียบทัศนคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลอง และ กลุ่มควบคุมก่อนการทดลองสอน	28
4	เปรียบเทียบทัศนคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ก่อนและหลังการเรียน การสอนของนักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม	29
5	วิเคราะห์แบบทดสอบวิชาเลขคณิต - พีชคณิต หาอำนาจ จำแนกและระดับความยาก	38
6	วิเคราะห์แบบทดสอบวิชาเรขาคณิต หาอำนาจจำแนกและ ระดับความยาก	40

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ความเป็นมาของปัญหา

วิชาคณิตศาสตร์นับว่าเป็นวิชาที่สำคัญวิชาหนึ่ง เป็นวิชาที่บรรจุอยู่ในหลักสูตร ตั้งแต่ประถมศึกษาจนถึงปีแรกของอุดมศึกษา เราเรียนคณิตศาสตร์มาตั้งแต่สมัยโบราณ ตั้งแต่ก่อนรัชสมัยพระบาทสมเด็จพระจุลจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว การศึกษาของไทยยังไม่มีระบบที่แน่นอน สถานที่เรียนมักอยู่ในราชสำนักหรือวัดใหญ่ วิชาที่เรียนได้แก่ การอ่าน การเขียน หนังสือไทย และการคิดเลขบางเล็กน้อย¹

แม้ว่าวิชาคณิตศาสตร์จะมีความสำคัญมาก และเป็นวิชาที่บังคับในหลักสูตร แต่ปรากฏว่านักเรียนส่วนใหญ่ไม่ประสบความสำเร็จในวิชานี้ ดังที่ ทศนิยม อ่องไพฑูริย์ ทำการวิจัยพบว่า วิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่นักเรียนไม่ชอบ และสละตกมาที่สุด² การที่เป็นเช่นนี้ทำให้เกิดความสูญเสียเปล่าทางการศึกษาอย่างมาก

สาเหตุประการหนึ่งที่เป็นเช่นนี้เพราะวิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีลักษณะเป็นนามธรรม เข้าใจได้ยาก ไม่ใช่วิชาที่มองเห็นได้ชัดเจนนักในชีวิตปัจจุบัน และสาเหตุอีกประการหนึ่งก็คือวิธีสอนของครูผู้ที่จะสอนเนื้อหาให้ได้มากที่สุด เมื่อเป็นเช่นนี้ ครูผู้มักจะ

¹ กอ สวัสดิพานิชย์, "ความเป็นมาของการศึกษาในประเทศไทย", ศูนย์ศึกษา, 9 (กันยายน, 2505): 11

² ทศนิยม อ่องไพฑูริย์, "การสืบค้นปัญหาที่เป็นอุปสรรคในการเรียนจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาของโรงเรียนรัฐบาลจังหวัดพระนคร", (ปริญญาานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิตวิทยาลัยวิชาการศึกษาประสานมิตร, 2513)

ดองเอ๋ยด้วยวิธีการสอนแบบบรรยาย และจุดโน้ตจากกระดานดำ อาจจะมีเวลาเหลือเล็กน้อย ทำการอภิปรายกัน เด็กจะไม่ถูกกระตุ้นให้คิดหาเหตุผล หรือสรุปผลด้วยตนเองนัก เด็กที่ไม่สามารถสัมพันธ์ความคิดทางนามธรรม ก็จะลงท้ายด้วยการจดจำเนื้อหาวิชา ซึ่งพวกนี้มีความสามารถในการจดจำได้น้อยก็มักจะสอบตกในวิชานี้

จากปัญหาดังกล่าวเป็นหน้าที่ของนักการศึกษา และผู้บริหารจะต้องหาทางแก้ไข หัววิธีการที่จะทำให้เด็กเรียนวิชาคณิตศาสตร์ด้วยความสนใจ เขาใจ คิดค้นหาเหตุผลด้วยตนเอง และมีทัศนคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์

การแก้ไขปัญหาในการที่จะทำให้เด็กเข้าใจความคิดทางนามธรรม และวิธีสอน โดยให้เด็กจดจำเนื้อหาวิชาน้อยลง โดยให้เรียนด้วยความเข้าใจนั้น พียาเจต์ (Jean Piaget) พบว่าควรให้เรียนรู้โดยการใช้สิ่งที่ป็นรูปธรรม (Physical) ช่วยอธิบาย จะทำให้เข้าใจได้ง่ายยิ่งขึ้น³ ต่างประเทศเช่นประเทศสหรัฐอเมริกา ได้มีการปรับปรุงแก้ไขวิธีการสอนวิชาคณิตศาสตร์ วิธีสอนแบบใหม่วิธีหนึ่งโดยให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง ๆ (Learning by doing) จะช่วยให้นักเรียนเรียนโดยการคิดเอง หาเหตุผล สร้างกฎเกณฑ์ขึ้นด้วยตนเอง ใช้รูปธรรมอธิบายสิ่งที่ป็นนามธรรมได้ นั่นคือการสอนคณิตศาสตร์แบบวิหทดลอง (The Mathematics Laboratory)

ผู้วิจัยมีความสนใจในวิธีสอนแบบการทดลองนี้ ประกอบกับได้เคยศึกษาวิธีสอนแบบนี้ขณะที่ศึกษาอยู่ต่างประเทศ จึงใคร่ที่จะนำวิธีสอนคณิตศาสตร์แบบวิหทดลองมาใช้ในประเทศไทย โดยทำการทดลองเปรียบเทียบผลการสอนคณิตศาสตร์แบบวิหทดลองกับวิธีปกติ

³ Jean Piaget, Judgement and Reasoning in the Child., (New York: Humanities Press, Inc., 1928), p. 29

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่เรียนคณิตศาสตร์โดยวิธีทดลองกับกลุ่มที่เรียนโดยวิธีปกติ
2. เพื่อเปรียบเทียบทัศนคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่เรียนคณิตศาสตร์โดยวิธีทดลองกับกลุ่มที่เรียนโดยวิธีปกติ

สมมติฐานของการวิจัย

1. นักเรียนกลุ่มที่เรียนคณิตศาสตร์โดยวิธีทดลองมีสัมฤทธิ์ผลทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยวิธีปกติ
2. นักเรียนกลุ่มที่เรียนคณิตศาสตร์โดยวิธีทดลองมีทัศนคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ดีกว่ากลุ่มที่เรียนคณิตศาสตร์โดยวิธีปกติ

ความสำคัญของการวิจัย

1. เนื่องจากวิชาคณิตศาสตร์มีลักษณะเป็นนามธรรม และบางบทเรียนยากที่นักเรียนจะเข้าใจได้ วิธีสอนโดยการทดลองนี้จะช่วยให้นักเรียนเข้าใจความคิดทางนามธรรมได้โดยใช้รูปธรรมช่วยอธิบาย
2. เป็นแนวทางในการแก้ไขปรับปรุงหลักสูตรและการสอนระดับมัธยมศึกษา
3. เป็นแนวทางแก่ครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาที่จะนำวิธีการสอนแบบทดลองไปใช้
4. เป็นแนวทางในการเขียนแบบฝึกหัดวิชาคณิตศาสตร์แบบวิธีทดลอง
5. เป็นแนวทางแก่นักการศึกษาในกำกับรัฐโรงเรียนการสอน
6. เป็นแนวทางแก่ผู้วิจัยในการจัดและปรับปรุงการสอนคณิตศาสตร์แบบวิธีทดลองในบทเรียนอื่น ๆ ต่อไป

ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้จำกัดอยู่ภายในขอบเขตดังนี้คือ

1. ผู้วิจัยทำการทดลองสอนวิชาคณิตศาสตร์วิธีทดลองและวิธีปกติ กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จำนวน 2 ห้องเรียน โดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 1 ห้องเรียน กลุ่มควบคุม 1 ห้องเรียน
2. เวลาที่ใช้ในการทดลอง เริ่มในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา พ.ศ. 2520 โดยใช้เวลาดังสิ้น 7 สัปดาห์ รวม 35 ชั่วโมง
3. เนื้อเรื่องที่ทำการทดลอง ใช้หลักสูตรคณิตศาสตร์ทั่วไปชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของกระทรวงศึกษาธิการ ปี พ.ศ. 2503
4. ในการวิเคราะห์ผลการวิจัยไม่คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างเพศ พื้นฐานทางเศรษฐกิจและสังคม สภาพอารมณ์ และสิ่งแวดล้อมของนักเรียนขณะที่ทำการทดลอง

ข้อตกลงเบื้องต้น

1. ตัวอย่างประชากรที่ใช้ในการวิจัยทั้ง 2 กลุ่ม มีความสามารถพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ใกล้เคียงกัน โดยผู้วิจัยได้เปรียบเทียบผลคะแนนจากการทดสอบภาคต้น ปีการศึกษา พ.ศ. 2520 และทดสอบความแตกต่างระหว่างกลุ่ม (๕) ก่อนทำการทดลองสอน
2. แบบทดสอบหามวลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน มีความแม่นยำในเชิงเนื้อหา เพราะมีเนื้อหาครอบคลุมสิ่งที่นักเรียนได้เรียนมาแล้ว และได้ทดลองใช้เพื่อวิเคราะห์ขอทดสอบ ตลอดจนปรับปรุงข้อสอบก่อนนำไปใช้จริง
3. แบบสอบถามวัดทัศนคติต่อวิชาคณิตศาสตร์นั้น วัดทัศนคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ได้จริง นักเรียนที่ได้คะแนนรวมจากแบบสอบถามสูง มีทัศนคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์มากกว่าคนที่ได้คะแนนรวมต่ำ

ความจำกัของการวิจัย

1. กลุ่มนักเรียนที่ผู้วิจัยสอนแบบปกติ ใช้เวลาสัปดาห์ละ 5 ชั่วโมง ส่วนกลุ่มที่สอนแบบวิธีทดลองนั้นได้สอนแบบปกติตามหลักสูตรของกระทรวงศึกษาธิการสัปดาห์ละ 3 ชั่วโมง อีก 2 ชั่วโมงสอนแบบวิธีการทดลองทำในห้วงพักท่อนรายละเอียดยางตอนในการทดลองสอนแบบวิธีทดลอง

คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

1. วิธีสอนคณิตศาสตร์แบบวิธีทดลอง หมายถึง การสอนโดยให้นักเรียนลงมือทดลองทำด้วยตนเอง จากอุปกรณ์ของจริง เพื่อให้นักเรียนได้เก็บข้อมูล สังเกต และนำไปสู่การสรุปกฎเกณฑ์ต่าง ๆ
2. วิธีสอนคณิตศาสตร์แบบปกติ หมายถึง การสอนโดยครูเป็นผู้บรรยาย ตั้งคำถามอธิบาย และอุปกรณ์การสอนส่วนใหญ่เป็นกระดานดำ และชอล์ก
3. ผลสัมฤทธิ์วิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง คะแนนรวมที่ได้ทำได้จากแบบทดสอบทางคณิตศาสตร์ จากวิชาเลขคณิต - พีชคณิต และวิชาเรขาคณิต ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นเอง
4. ทักษะจิตต่อวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง คะแนนรวมจากแบบสอบถาม ทักษะจิตต่อวิชาคณิตศาสตร์ วัดจากแบบสอบถามทักษะจิตต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนาย สุเทพ บุตรกันหา⁴

สถาบันวิทยบริการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

⁴สุเทพ บุตรกันหา "การศึกษาค้นคว้าความสัมพันธ์ระหว่างทักษะจิตต่อวิชาคณิตศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ การยอมรับตนเอง และผลสัมฤทธิ์ทางวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 และมีชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3" (ปริญญาโททางการศึกษามหาบัณฑิตวิทยาลัยศึกษาศาสตร์ ประสานมิตร, 2517)

วรรณคดี และ งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การสอนคณิตศาสตร์โดยวิธีทดลอง (Mathematics Laboratory)

ในพจนานุกรมของเว็บสเตอร์ ให้ความหมายของการทดลองว่าเป็นห้องหรือสถานที่ใช้ทดลองทางวิทยาศาสตร์ หรือสถานที่เตรียมทางเคมี และยาต่าง ๆ⁵ แต่วิธีทดลองทางคณิตศาสตร์นั้นไม่ใช่การทดลองทางวิทยาศาสตร์ มีหลายคำราที่ให้ความหมายแตกต่างกันไป แต่มีความหมายรวมกันอย่างหนึ่ง คือเป็นสถานที่มีอุปกรณ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อใช้สอนโดยวิธีทดลอง

จอห์นสันและไรซิง (Donovan A. Johnson and Gerald R. Rising)

ให้ความหมายของคณิตศาสตร์แบบวิธีทดลองไว้หลายประการคือ

1. เป็นห้องหรือสถานที่ใช้ในการคำนวณ ซึ่งประกอบด้วยเครื่องคิดเลข และเครื่องมือทางการคำนวณอื่น ๆ เช่น คอมพิวเตอร์
2. เป็นห้องที่นักเรียนใช้ทำกิจกรรมเกี่ยวกับบทเรียนเสริมความรู้ หรือบทเรียนที่ใช้สอนประจำวัน
3. เป็นสถานที่คนควา มีตำราทางคณิตศาสตร์ เป็นห้องทำงานแบบโครงการ ห้องเล่นเกมทางคณิตศาสตร์ หรือเป็นห้องเตรียมข้อสอบทางคณิตศาสตร์
4. เป็นห้องที่ใช้สอนคณิตศาสตร์ตามหลักสูตร และเน้นให้นักเรียนได้ประสบการณ์โดยตรงจากการทดลอง เช่นการดูภาพยนตร์ เล่มเกมส์ อภิปราย สร้างโมเดลทางคณิตศาสตร์

⁵Webster's New Twentieth Century Dictionary of English Language.

ซึ่งต้องทำในห้องที่มีอุปกรณ์ในการทำกิจกรรม⁶

มาร์เกอริเต คลัตซ์ (Marguerite Kluttz) ให้ความหมายของคณิตศาสตร์แบบทดลองว่า หมายถึงห้องที่ใช้ในการฝึกการคำนวณ หรือห้องที่มีอุปกรณ์การสอน และบทเรียนแบบโปรแกรมเพื่อให้นักเรียนได้ฝึกฝนแก้ไขข้อบกพร่อง และห้องที่เป็นที่เก็บอุปกรณ์ในทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนทดลองด้วยตนเอง⁷

สตีเฟน ครูลิก และอิงกริด ไวส์ (Stephen Krulik and Ingrid B. Weise) กล่าวว่าคณิตศาสตร์โดยวิธีทดลองนั้น หมายถึง สถานที่ วิธีการ และขบวนการ สถานที่นั้นอาจหมายถึงห้องที่รวมกัน หรือมุมห้องเรียน หรือนอกห้องเรียน วิธีการและขบวนการนั้นคือวิธีการทดลองที่ให้นักเรียนได้ประสบการณ์ตรงจากการทดลองด้วยอุปกรณ์ต่าง ๆ⁸

การสอนคณิตศาสตร์โดยการทดลองเป็นกลยุทธ์ที่มุ่งให้ผู้เรียนได้ประสบการณ์โดยตรงจากการใช้อุปกรณ์เป็นสื่อให้นักเรียนได้ทำการทดลอง วิธีการสอนนี้เป็นวิธีการที่ปรับปรุงการเรียนการสอนส่วนใหญ่ที่ใช้อยู่ทั่วไปโดยนักเรียนจะเรียนจากครูอธิบายจากความสำคัญ ๆ หรือข้อสรุปจากกระดานดำลงในสมุด แต่การเรียนการสอนปัจจุบันเปลี่ยนไป การเรียนมุ่งนักเรียนเป็นศูนย์กลางการเรียน (Student Center) โดยให้นักเรียนร่วมเรียนอย่างกระตือรือร้น ไม่นั่งอยู่กับที่เนื่องจากต้องลงมือกระทำกิจกรรมตามลำพังหรือทำงานเป็นกลุ่ม นักเรียนจะพูด ชักถามปัญหาและอภิปรายปัญหา

⁶ Donovan A. Johnson and Gerald R. Rising, Guidelines For Teaching Mathematics. 2d ed., (Belmont, Calif.: Wadsworth Publishing Co., Inc., 1972), pp 446-447.

⁷ Marguerite Kluttz, "The Mathematics Laboratory A Meaningful Approach to Mathematics Instruction", The Mathematics Teacher, LVI (March, 1963): 141

⁸ Stephen Krulik and Ingrid B. Weise, Teaching Secondary School Mathematics (Philadelphia: W.B. Sander Co., 1975), p. 202

การสอนคณิตศาสตร์โดยวิธีทดลองเปิดโอกาสให้ครูไต่สวนแบบเวกต์บุทเทิล คือ นักเรียนได้ทำงานตามความสามารถของตนเอง โดยใส่อุปกรณ์การสอนเป็นสื่อ เพื่อให้เข้าใจ คณิตศาสตร์ดีขึ้น การเรียนแบบนี้นักเรียนจะได้ค้นคว้า รวบรวมเหตุผล ทดลองทฤษฎี หรือกฎเกณฑ์ต่าง ๆ สิ่งที่น่าสนใจคือกระตุ้นให้นักเรียนที่เรียนอ่อนได้ร่วมมือทำการทดลองด้วยตนเอง และนักเรียนที่เรียนเก่งจะได้ใช้ความคิดสร้างสรรค์เนื่องจากการเรียนแบบนี้เปิดโอกาสให้นักเรียนทำงานอย่างอิสระ ใช้วัสดุอุปกรณ์ที่สะดวก ซึ่ง ตัวอย่างจริง ๆ ถังนั้นบรรยากาศในห้องเรียนจะเป็นไปตามธรรมชาติของเด็กที่ต้องการเคลื่อนที่ มีความสนุกสนาน

การสอนแบบนี้ต้องมีอุปกรณ์การสอนที่เหมาะสม และพอเพียงกับนักเรียนดังนั้นมีปัจจัยสำคัญคือเงินที่ใช้ซื้อวัสดุอุปกรณ์ สตีเฟน ครูลิก (Stephen Krulik) ได้แบ่งวิธีจัดการสอนคณิตศาสตร์โดยวิธีทดลองที่เหมาะสมกับโรงเรียนมัธยม 3 แบบคือ

1. วิธีจัดแบบกระจาย (The Decentralized Laboratory) เป็นแบบที่สมบูรณ์ที่สุด โดยครูคณิตศาสตร์แต่ละคนจะมีห้องๆ หนึ่งจัดไว้ให้ครูผู้นั้นได้อยู่ประจำ และให้นักเรียนเข้ามาทำกิจกรรมการทดลอง ครูมีหน้าที่ดูแลนักเรียนที่เข้ามาในห้องอธิบาย เป็นที่ปรึกษา ในห้องจะมีโต๊ะ เก้าอี้ ที่จัดไว้ให้นักเรียนได้ทำงานทดลองเป็นรายบุคคล หรือกลุ่ม มีอุปกรณ์เพียงพอสำหรับนักเรียนที่เข้ามาเรียน
2. วิธีจัดแบบเคลื่อนที่ (The Rolling Laboratory) การจัดแบบนี้เหมาะสำหรับโรงเรียนที่มีงบประมาณจำกัด ไม่มีห้องพิเศษจัดไว้เป็นห้องทดลอง และอุปกรณ์ไม่มากพอ การเรียนในห้องเรียนเดิมโดยครูจะเป็นผู้จัดอุปกรณ์ที่เหมาะสมสำหรับการทดลองครั้งหนึ่ง ใส่วางโต๊ะ บนโต๊ะนั้นครูคณิตศาสตร์อาจจะหมุนเวียนกันใช้โดยจัดเวลาให้เหมาะสม เมื่อถึงเวลาเรียนคณิตศาสตร์โดยวิธีทดลอง ครูจะเป็นรถที่บรรจุอุปกรณ์ให้พอเพียงสำหรับนักเรียนในห้อง นักเรียนจะเลื่อนโต๊ะเรียนเข้าหากันโดยจับเป็นกลุ่ม ทำการทดลองวิธีนั้นข้อเสียคือ บางครั้งอุปกรณ์จะหายในระหว่างการทดลอง
3. วิธีจัดแบบรวม (The Centralized Laboratory) แบบนี้ใช้กันมากในโรงเรียนมัธยม เป็นแบบที่ใช้ผสมระหว่างแบบที่ 1 และ 2 โดยทางโรงเรียนจะจัดห้อง ๆ หนึ่ง เป็นห้องทดลองทางคณิตศาสตร์รวมกันใช้หลาย ๆ ชั้นเรียน จัดครูคณิตศาสตร์คนหนึ่ง

ประจำการอยู่ในห้องตลอดเวลา ครูผู้หนึ่งจะทำงานร่วมกับครูคณิตศาสตร์อื่น โดยร่วมออกแบบกิจกรรมการสอนโดยวิธีทดลอง รวมครูและนักเรียนขณะเขามาทำการทดลอง กับฝึกขอบเขตอุปกรณ์ที่แก้ไขในห้องนี้ ครูผู้หนึ่งจะต้องมีความสามารถมาก มีประสบการณ์การสอนที่พอเพียง เพื่อให้คำแนะนำแก่นักเรียน และร่วมปรึกษาร่วมกับครูคณิตศาสตร์ผู้นั้นได้อย่างไร?

ห้องทดลองทางคณิตศาสตร์ จะต้องมีตู้เก็บวัสดุอุปกรณ์ในการทดลอง มีเครื่องอัดสำเนา เครื่องเขียน กระจก หนังสืออ้างอิงทางคณิตศาสตร์เพื่อให้นักเรียนและครูได้คนควา มีปลั๊กไฟพอเพียง มีที่แขวน mobiles และที่วาง model กระจกบานมอร์ต (Bulletin Board) และกระดานคำด้วย อุปกรณ์ที่ใช้ทั่วไปในการทดลองทางคณิตศาสตร์ทั่วไปคือ เชือก เครื่องวัด กรรไกร เครื่องเขียนกระจก เครื่องคิดเลข กระจก กราฟ ตะปู กาว¹⁰

การสอนคณิตศาสตร์โดยวิธีทดลองที่ผู้วิจัยได้จัดทำ

ในการจัดการสอนคณิตศาสตร์โดยวิธีทดลองที่สมบูรณ์นั้น ผู้วิจัยไม่สามารถจะจัดได้ เพราะมีงบประมาณจำกัด ไม่สามารถที่จะซื้ออุปกรณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ใช้สำหรับการทดลองที่จำหน่ายจากต่างประเทศ และในประเทศไทยนั้นอุปกรณ์การทดลองทางคณิตศาสตร์ยังไม่แพร่หลาย ดังนั้นผู้วิจัยจึงต้องจัดหาอุปกรณ์ที่ประดิษฐ์ขึ้นมาเอง หรือการทดลองที่ใช้อุปกรณ์จากวัสดุที่หาง่าย เช่น กระจก กรรไกร กาว เทปวัด กระจกแข็ง และผู้วิจัยได้รวบรวมและจัดทำแบบฝึกหัดการทดลองคณิตศาสตร์ซึ่งเหมาะสมสำหรับหลักสูตร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 การทดลองหาในห้องเรียนซึ่งเป็นแบบวิธีการเคลื่อนที่ (The Rolling Laboratory) โดยใช้โต๊ะเรียนของนักเรียนจัดกลุ่มเขาหากัน กลุ่มละ 2 - 3 คน

⁹Stephen Krulik, A Mathematics Laboratory Handbook for Secondary Schools, (Philadelphia: W.B. Saunders, 1972), pp. 3-5

¹⁰Donovan A. Johnson, op. cit., p. 107

วรรณคดีที่เกี่ยวข้องของ

เทือก กุสุมา ณ อยุชยา กล่าวไว้ว่า ถ้าให้ถึงปรมัตถ์ของการเรียนการสอนแล้ว ก็ให้เด็กเรียนด้วยตนเอง ให้เด็กเรียนด้วยการกระทำของตนเอง ครูเป็นแต่เพียงบรรณเทศก์ เป็นเพียงที่เลี้ยงเลี้ยงประคอง¹¹

จอห์น เพอร์รี่ (John Perry) กล่าวว่า ประมวลรายวิชาคณิตศาสตร์ของโรงเรียนมัธยมในอังกฤษนั้นไม่ถูกต้อง เขาทำการทดลองที่กลาสโก (Glasgow) ในปี 1901 โดยปล่อยให้นักเรียนได้ค้นพบด้วยตนเองมากกว่าให้ครูเป็นผู้บอก วิธีการนี้ให้คุณค่าแก่นักเรียนมาก เพอร์รี่เสนอวิธีการทดลอง โดยใช้วัสดุอุปกรณ์ทดลองให้เห็นจริง เขาทำการสอนให้นักเรียนได้ทดลองทางเรขาคณิตจากวัสดุของจริงก่อนที่จะได้เรียนเรขาคณิตอย่างเป็นทางการ สิ่งเหล่านี้เป็นการลดภาระของจำทางเรขาคณิต¹²

ชาร์ล เอช บัตเลอร์ และเอฟ ลินวูด เรน (Charles H. Butler and F. Lynwood Wren) กล่าวถึงวิธีสอนคณิตศาสตร์แบบวิธีทดลองว่าเป็นวิธีหนึ่งที่ทำให้ นักเรียนค้นคว้า และเน้นวิธีหลีกเลี่ยงข้อเสียต่าง ๆ ทางการสอนแบบบรรยาย วิธีการสอนแบบนี้จะทำให้นักเรียนได้มีโอกาสพัฒนาความคิดรวบยอดที่เพิ่งได้เรียนรู้ และทำความเข้าใจรายละเอียดต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับความคิดรวบยอดเหล่านั้น ในการสอนครูจะให้นักเรียนได้วาดภาพรูป ซึ่ง ดวง นัม ทาคาเนเลีย ประมาณค่า ค้นหาสิ่งที่ควรจะได้จากข้อมูลให้นักเรียนได้ทำด้วยตนเอง¹³

11

เทือก กุสุมา ณ อยุชยา "ครูที่ดีคือครูที่ไม่สอน" ศูนย์ศึกษา, 11 (กุมภาพันธ์ 2501): 8

¹²The National Council of Teachers of Mathematics, The Teaching of Secondary School Mathematics, 33 Yearbook, (Washington D.C., The National Council of Teachers of Mathematics, Co., 1970), pp. 15-16.

¹³Charles H. Butter and F. Lynwood wren, The Teaching of Secondary Mathematics (New York: McGraw-Hill Book Co., 1951), p 164

แมกซ์ เอ โซเบล (Max A. Sobel) กล่าวว่า การจัดการเรียนคณิตศาสตร์โดยวิธีทดลองนั้นอาจจะใช้เวลามากกว่าการเรียนแบบปกติ ซึ่งครูจะบอกและแสดงให้ดู แต่ทว่ามีผลสำเร็จในการโน้มน้าวให้นักเรียนได้สนใจคณิตศาสตร์ เนื่องจากเด็กได้ประสบการณ์ในการรวบรวมและได้พิสูจน์ข้อเท็จจริง และกฎเกณฑ์ต่าง ๆ ด้วยตนเอง¹⁴

ริชาร์ด คับเบิลยู โคลแลนด์ (Richard W. Copeland) กล่าวว่า การสอนคณิตศาสตร์โดยวิธีทดลองเป็นการสนองความต้องการในการเรียนระดับแรก โดยให้เด็กได้ทดลองจากของจริงด้วยวัสดุอุปกรณ์ทางคณิตศาสตร์หรือสิ่งที่เห็นในชีวิตประจำวัน ซึ่งเด็กจะได้พัฒนาความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์จากการที่ได้ทดลองทำด้วยตนเอง ในการที่จะสนองความต้องการเช่นนี้ ทางโรงเรียนควรจัดห้องเรียนที่สามารถดัดแปลงได้ เช่น การทดลองทางคณิตศาสตร์¹⁵

อีเลียคิม มัวร์ (Eliakim Moore) ศาสตราจารย์ทางคณิตศาสตร์แห่งมหาวิทยาลัยชิคาโก ได้กล่าวในปี ค.ศ. 1902 ที่สมาคมคณิตศาสตร์แห่งอเมริกาว่าในการเรียนการสอนควรเปิดโอกาสให้นักเรียนฝึกหัดสังเกต ทดลอง และรวบรวมข้อมูลเพื่อแสดงว่าคณิตศาสตร์สามารถเกี่ยวข้องกับสิ่งของที่จับต้องได้

ในการพัฒนาให้นักเรียนได้เรียนโดยวิธีวิจัย ให้เขาซึ่งฝึกปฏิบัติ ซึ่งเป็นวิธีการเบื้องต้นทางวิทยาศาสตร์นั้นคือ วิธีการทดลองทางคณิตศาสตร์

¹⁴Max A. Sobel "The Junior High School Mathematics, Motivation V.S. Monotony" The Mathematics Teacher LXVIII, (October, 1975); 479.

¹⁵Richard W. Copeland, How Children Learn Mathematics, (New York: The Macmillan Company, 1970), p. 264.

บางคนคิดว่า การสอนเป็นรายบุคคลเป็นอุดมคติ วิธีการทดลองเป็นการใช้บาง
ส่วนที่ช่วยให้พบอุดมคติได้ วิธีการทดลองเป็นวิธีการที่เปลี่ยนแปลงได้ตามภาวะ เพื่อ
ช่วยนักเรียนเป็นรายบุคคล หรือกลุ่มเล็ก ๆ ครูจะช่วยนักเรียนให้ได้ศึกษาด้วยตนเอง ไม่
ใช้ควยคำพูด เอกสาร หนังสือแบบเรียน¹⁶

คัมเบิลยู ซอเยอร์ (W.W. Sawyer) เป็นนักคณิตศาสตร์ เป็นผู้ศึกษา
วิธีให้นักเรียนเรียนด้วยตนเอง เขากล่าวว่า ถ้านักเรียนเขาสูบทเรียนโดยเขาตามคำถาม
ให้นักเรียนเขา และทดลองด้วยตนเอง นักเรียนจะเรียนอย่างกระตือรือร้นมากกว่าเรียน
แบบนั่งอยู่เฉย ๆ ซึ่งเป็นการถ่ายเทจากการจำไปสู่วิธีการค้นพบและจะเกิดความเข้าใจ
ซอเยอร์บอกว่าการจำนั้นง่ายมาก และความเข้าใจนั้นของยาก และเป็นความจริงที่ว่า
จะยากมากที่จำโดยไม่เข้าใจ ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์นั้นทำให้นักเรียนได้เห็น
สัมพันธ์ด้วยตนเอง โดยการรวบรวมข้อมูลการทดลอง ซึ่งเป็นกุญแจไปสู่ความเข้าใจ¹⁷

เอร์เนสต์ ฮิลการ์ด (Ernest Hilgard) ได้รายงานในปี ค.ศ. 1956
เกี่ยวกับหลักสำคัญ 14 ประการในทฤษฎีบทการเรียนรู้ ข้อหนึ่งใน 14 ข้อนั้น คือ การสอน
ให้นักเรียนเรียนรู้อย่างมีความหมาย โดยการทำกิจกรรมจะช่วยให้นักเรียนเรียนได้เร็ว
ขึ้นกว่าเรียนโดยรู้ความหมายที่แท้จริง¹⁸

¹⁶ Eliahim H. Moore "On the Roundation of Mathematics", Cited
in Reading in History of Mathematics Education (Washington, D.C.:
The National Council of Teachers of Mathematics, 1970), pp.247-251.

¹⁷ W.W. Sawyer, Vision in Elementary Mathematics, (Penguin
Books, Inc., 1964) p.80

¹⁸ Ernest R. Hilgard, Theories of Learning, 4th ed (Englewood
Cliffs, N.J., Prentice Hall Co., 1975), pp. 485-487.

แอนน์ ทอมส์ (Anne Thomps) กล่าวว่า การเรียนคณิตศาสตร์โดยวิธีการทดลองด้วยตนเอง เป็นการให้ประสบการณ์แก่ผู้เรียน ประสบการณ์นั้นจะนำไปสู่ประสบการณ์ที่กว้างขึ้นไปอีก คุณค่าที่สำคัญคือเด็กไม่ลืมประสบการณ์นั้น¹⁹

อีดิธ อี บิ๊ก (Edith E. Biggs) ได้เขียนถึงหลักสำคัญ 3 ประการในการสอนคณิตศาสตร์ ไม่ว่าจะสอนในชั้นเรียน ในมหาวิทยาลัย วิทยาลัย หรือการฝึกอบรมครูว่า

1. ให้เด็กได้คิดด้วยตนเอง
2. ให้เด็กได้ค้นพบแบบแผนการเรียนคณิตศาสตร์ด้วยตนเอง ซึ่งอาจจะค้นพบทุกหนแห่งที่มีอยู่ในธรรมชาติแล้ว หรือสิ่งที่มนุษย์ประดิษฐ์ขึ้นมา
3. ให้เด็กมีทักษะเมื่อเขาต้องการ²⁰

โฮเวิร์ด อีเวส (Howard Eves) กล่าวว่าวิชาคณิตศาสตร์มีลักษณะเด่น 2 ประการคือ ลักษณะนามธรรม (Abstraction) และลักษณะการสรุปในกรณีทั่วไป (Generalization) การสอนคณิตศาสตร์แบบใหม่จึงควรเข้าใจลักษณะนามธรรมได้ การสอนในระดับประถมหรือมัธยมศึกษาตอนต้น จึงควรให้นักเรียนได้ประสบการณ์โดยอาศัยรูปธรรมก่อน ต่อไปจึงขยายความคิดเข้าสู่นามธรรม และสรุปเป็นกฎเกณฑ์ เพื่อนำไปใช้ในกรณีทั่วไปได้²¹

¹⁹Anne Thomps, "Different Ways of Learning Mathematics", The Mathematics In School, LXVII (March, 1974), : 19

²⁰Edith E. Biggs "Mathematics Laboratories and Teacher Centers", The Arithmetics Teacher, XV (May 1968): 400

²¹Howard Eves, An Introduction To History of Mathematics, (New York: Holt - Rinchard and Winston, 1969), p.351

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เนื่องจากการวิจัยเรื่องการสอนคณิตศาสตร์โดยวิธีทดลองนี้ ยังไม่มีผู้ใดได้ทำ
กันมาก่อนในประเทศไทย แต่ในต่างประเทศนั้นมีผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

มาติน ซีมัวร์ โคอเฮน (Martin Seymour Cohen) ได้ทำการวิจัย
เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทัศนคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ โดยวิธีทดลองกับวิธีปกติ
ของนักเรียนชายที่เรียนอ่อนในโรงเรียนมัธยม เขาทำการทดลองกับนักเรียนชาย 28 คน
ในชั้น 7 - 8 จากโรงเรียนที่ฟิลาเดลเฟีย (Philadelphia Public and Parochial
Schools) โดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 14 คน กลุ่มควบคุม 14 คน
ทำการทดลองเป็นเวลา 6 สัปดาห์ สอนเรื่องเศษส่วน และทักษะการคำนวณ การสอนกลุ่ม
ทดลองนั้น เขาใช้อุปกรณ์ช่วยให้นักเรียนได้ทำการทดลองคณิตศาสตร์ด้วยตนเอง ส่วนการ
สอนวิธีปกติใช้กระดานดำ ชอล์ก หลังจากสอนแล้วใช้ข้อสอบวินิจฉัยเลขคณิตของสแตนฟอร์ด
(Stanford Diagnostic Arithmetic Test) เพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ผลทางการ
เรียน และใช้การสำรวจทัศนคติของครอฟอร์ด และยานอฟสกี (Crawford - Yanofsky
Attitude Survey) วัดความเปลี่ยนแปลง ทัศนคติ วิเคราะห์สัมฤทธิ์ผลโดยวิธี
สมการ (Simple - Multiple Regression Analysis) และทดสอบสมมุติฐาน
เกี่ยวกับทัศนคติโดยใช้ข้อทดสอบแบบสัญญาณ (Sign Test)

การเปรียบเทียบผลการเรียนระหว่าง 2 กลุ่ม ปรากฏว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์
ของการเรียนจาก วิธีทดลองสูงกว่าวิธีปกติ และนักเรียนพอใจที่จะเรียนโดยวิธีทดลอง
ต่อไปมากกว่าวิธีปกติ

การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นในชั้นทดลองย่อย ไม่มีความแตกต่างกัน
ระหว่าง 2 กลุ่ม ในเรื่องความเข้าใจ และความคิดรวบยอดมีความแตกต่างกันเล็กน้อย
แต่ในเรื่องการคำนวณ กลุ่มควบคุมมีความแตกต่างสูงกว่า

การเปรียบเทียบทัศนคติต่อวิชาคณิตศาสตร์นั้น กลุ่มทดลองแสดงให้เห็นว่า

ทัศนคติที่ชัดเจนในเรื่องคณิตศาสตร์มีความยาก ส่วนเรื่องความสำคัญทางคณิตศาสตร์ คณิตศาสตร์
น่าสนใจ ไม่มีการเปลี่ยนทัศนคติของทั้ง 2 กลุ่ม²²

มุฮัมมัด อับราฮิม มูเนียร์ (Mohammad Ibrahim Monier)

ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาผลการสอนแบบนักเรียนรวมกิจกรรมในการสอนเรขาคณิต ของนัก
เรียนมัธยมศึกษาตอนปลายในอาฟริกา การสอนโดยใช้กิจกรรมมีการเฉลยคำตอบ และนักเรียน
รวมกิจกรรม มีกิจกรรมทั้งสิ้น 48 กิจกรรม (มี 24 กิจกรรมที่ใช้ในชั้น 8 และ 9) ซึ่งใช้
ช่วยในการสอนเรขาคณิตแบบปกติซึ่งเป็นแบบการบรรยายใช้หนังสือเรียน และการท่องจำ

กลุ่มตัวอย่างใช้นักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย 602 คน และใช้ครู 8 คน แบ่ง
นักเรียนเป็นกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

มูเนียร์ ตั้งสมมติฐานว่า ไม่มีความแตกต่างกันระหว่างการสอน 2 แบบ ในด้าน
ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนเรขาคณิต ซึ่งแบ่งออกเป็น 6 ด้านคือ ด้านความคิดรวบยอด การ
สร้างสรรค์ ความสามารถในการจำ การแก้ปัญหา การอธิบายข้อเท็จจริง การพิสูจน์แบบ
ทีละขั้นตอน เขาใช้ข้อทดสอบที่คณะครูสอนสร้างขึ้นเองวัดสัมฤทธิ์ผลทางการเรียนทั้ง 6 ด้าน

ผลการวิจัยนั้นการสอนแบบให้นักเรียนรวมกิจกรรมมีสัมฤทธิ์ผลมากกว่าการสอน
แบบปกติ ดังนี้

1. นักเรียนเข้าร่วมกิจกรรมอย่างกระตือรือร้น
2. นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์สูงขึ้นในด้านความคิดสร้างสรรค์
3. นักเรียนมีประสิทธิภาพดีขึ้นในด้านการอธิบายความคิดเห็น
4. นักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้ดีขึ้น

²²Martin Seymour Cohen "A Comparison of Effects of Laboratory
and Conventional Mathematics Teaching Upon Underachieving Middle School
Boys" Dissertation Abstracts International XXXI (April, 1971): 5026-A

5. นักเรียนจะจำได้ดียิ่งขึ้น
6. นักเรียนมีการพัฒนาความสามารถในการพิสูจน์ทฤษฎีบทดีขึ้น²³



สถาบันวิทยบริการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

²³ Mohammad Ibrahim Monier, "Some Effects of An Activity Approach to Teaching Geometry in the High School in Afghanistan" Dissertation Abstracts Internation, 38 November 1977), 2630

วิธีดำเนินการวิจัย และการรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามลำดับขั้นดังนี้

1. ศึกษาวิธีสอนคณิตศาสตร์แบบวิธีทดลอง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาวิธีสอนคณิตศาสตร์แบบวิธีทดลองจากเอกสาร และหนังสือต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

- 1.1 The Arithmetic Teacher [↓]เรื่อง Mathematic Laboratory and Teacher Centers.²⁴
- 1.2 Mathematics Teacher [↓]เรื่อง Organizing a Mathematics Laboratory²⁵
- 1.3 The Laboratory Approach to Mathematics [↓]เรื่อง Laboratory Method²⁶
- 1.4 Teaching Mathematics [↓]เรื่อง Laboratory experiments.²⁷

²⁴Edith E. Bigges, op cit., pp 400-455.

²⁵Raymond Sweet, "Organizing a Mathematics Laboratory", The Mathematics Teacher LX (Febuary, 1967): 117-120

²⁶Kenneth Kidd and S.S. Myers, and D.M. Cilley, The Laboratory Approach to Mathematics, (Chicago: Research Associated, Inc., 1970) pp. 3-168

²⁷Max A. Sobel and Evan M. Maletsky, Teaching Mathematics: A Sourcebook of Aids, Activities and Strategies, (Englewood Cliffs, N.J., Prentice - Hall, Inc., 1975) pp. 87-225

1.5 Multi - Sensory Aids in the Teaching of Mathematic

เรื่อง Mathematics Classroom Becomes a Laboratory²⁸

ศึกษาเนื้อหาที่ได้อ่าน

ผู้วิจัยได้ศึกษาเนื้อหาที่จะสอนวิชาคณิตศาสตร์โดยยึดหนังสือแบบเรียนคณิตศาสตร์ วิชาเลขคณิต - พีชคณิต และแบบเรียนวิชาเรขาคณิต ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของกระทรวงศึกษาธิการ โดยมีหัวข้อเรื่องที่จะสอนดังนี้

วิชาเลขคณิต - พีชคณิต

1. ราก (Root)
2. การถอดรากลำดับที่สอง
3. การถอดรากลำดับที่สาม
4. ดอกเบี๋ย
5. พันธุ์รูปเหลี่ยมต่าง ๆ
6. พันทวงแหวน และพันทวงกลม
7. ปริมาตรของกระบอก

วิชาเรขาคณิต

1. ทฤษฎีไพทาโกรัส
2. บทสร้างการหารากลำดับที่สอง
3. การสร้างรูปสี่เหลี่ยมต่าง ๆ
4. การสร้างรูปสี่เหลี่ยมใหม่พื้นที่เท่ากับรูปสี่เหลี่ยมที่กำหนดให้

²⁸ The National Council of Teachers of Mathematics, Multi-Sensory Aids in the Teaching of Mathematics, Eighteenth Yearbook (Washington D.C., The National Council of Teachers of Mathematics, Inc., 1945), pp 16-30

3. รวบรวมแบบฝึกหัดเกี่ยวกับการสอนคณิตศาสตร์โดยวิธีทดลอง (Mathematics Laboratory Exercises) จากหนังสืออ้างอิงทางคณิตศาสตร์ และหนังสือแบบเรียนต่าง ๆ เพื่อให้สอดคล้องกับหัวข้อที่สอนในระหว่างทำการวิจัย

4. การเลือกตัวอย่างประชากร

นำคะแนนสอบคณิตศาสตร์ประจำภาคต้น โดยไม่รวมคะแนนเก็บระหว่างภาคประจำปี พ.ศ. 2520 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จำนวน 5 ห้องเรียน หาค่ามัธยิมเลขคณิต (Arithmetic Mean) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) แล้วมาพิจารณาเลือกห้องที่มีมัธยิมเลขคณิต และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานใกล้เคียงกับห้องมัธยมศึกษาปีที่ 2 ค. มากที่สุด (เนื่องจากผู้วิจัยได้ทำการสอนคณิตศาสตร์ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ค. อยู่แล้ว) นำคะแนนของนักเรียนทั้ง 2 ห้องนี้ไปทดสอบความมีนัยสำคัญของความแตกต่างระหว่างมัธยิมเลขคณิต โดยทดสอบค่า ใช้ระดับความมีนัยสำคัญ .01 เมื่อทดสอบแล้วหาว่ามีความแตกต่างกันระหว่างคะแนนของทั้ง 2 กลุ่ม จึงนำทั้ง 2 กลุ่มมาจับสลาก เพื่อกำหนดให้กลุ่มหนึ่งเป็นกลุ่มทดลอง อีกกลุ่มหนึ่งเป็นกลุ่มควบคุม

การคำนวณค่ามัธยิมเลขคณิต ใช้สูตร²⁹

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

$\sum X$ = ผลบวกของคะแนนทั้งหมดของข้อมูลชุดหนึ่ง

N = จำนวนนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

การคำนวณค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ใช้สูตร³⁰

$$S.D = \sqrt{\frac{\sum X^2}{N} - \left(\frac{\sum X}{N}\right)^2}$$

²⁹ ประคอง วรรณสุต, สถิติศาสตร์ประยุกต์สำหรับครู (พิมพ์ครั้งที่ 4, พระนคร: ไทวันพานิช, 2517), หน้า 40

³⁰ เรืองเดียวกัน, หน้า 51

S.D	=	ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
$\sum X^2$	=	ผลบวกของคะแนนกำลังสอง
$\sum X$	=	ผลบวกของคะแนนทั้งหมดของข้อมูล
N	=	จำนวนนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

การคำนวณค่า Z ใช้สูตร³¹

$$Z = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sigma(\bar{X}_1 - \bar{X}_2)}$$

$$Z = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2)}{\sigma(\bar{X}_1 - \bar{X}_2)}$$

ความแตกต่างของมัชฌิมเลขคณิต

$$\bar{X}_1 =$$

ค่ามัชฌิมเลขคณิตของกลุ่มควบคุม

$$\bar{X}_2 =$$

ค่ามัชฌิมเลขคณิตของกลุ่มทดลอง

$$\sigma(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) =$$

ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของความแตกต่างระหว่างมัชฌิมเลขคณิต

การคำนวณค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของความแตกต่างระหว่างมัชฌิมเลขคณิต

ใช้สูตร³²

$$\sigma(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) = \sqrt{\frac{\sigma_1^2}{N_1} + \frac{\sigma_2^2}{N_2}}$$

$$\sigma_1 =$$

ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนห้องควบคุม

$$\sigma_2 =$$

ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนห้องทดลอง

$$N_1 =$$

จำนวนนักเรียนห้องควบคุม

$$N_2 =$$

จำนวนนักเรียนห้องทดลอง

³¹ เรืองเดียวกัน, หน้า 87

³² เรืองเดียวกัน, หน้า 88

5. การสร้างและการคัดเลือกข้อทดสอบสัมฤทธิ์ผลทางการเรียนคณิตศาสตร์
ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างและคัดเลือกแบบทดสอบสัมฤทธิ์ผลทางการเรียน
คณิตศาสตร์ดังนี้

5.1 สร้างแบบทดสอบสัมฤทธิ์ผลทางการเรียนคณิตศาสตร์ 2 ชุด คือ
แบบทดสอบวิชาเลขคณิต - พีชคณิต และแบบทดสอบวิชาเรขาคณิต

5.2 สร้างเห็นแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ (Multiple Choice)
มีข้อเลือกตอบ 4 คำตอบ

5.3 สร้างแบบทดสอบทั้ง 2 ชุด ให้สอดคล้องกับเนื้อหาบทเรียน และ
ครอบคลุมหลักสูตรเรื่องการสอนดังกล่าวมาแล้ว ดังนั้นแบบทดสอบนี้จะมี ความแม่นยำใน
เชิงเนื้อหา (Content Validity)³³

5.4 นำแบบทดสอบที่สร้างเสร็จ 2 ชุด ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยม
ศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวัฒนาวิทยาลัย จำนวน 60 คน

5.5 ทำการวิเคราะห์แบบทดสอบทั้ง 2 ชุด โดยหาค่าระดับความยาก
ง่าย (p) และอำนาจจำแนก (r) ของข้อทดสอบแต่ละข้อ ใช้วิธีวิเคราะห์แบบ คัด
27% (High - Low 27% group Method of Item Analysis)

และเปิดตารางวิเคราะห์ข้อทดสอบ (Item Analysis Table) ของ
จุง เต ฟาง (Chung teh Fan)³⁴

5.6 เลือกข้อทดสอบที่มีค่าความยากง่ายระหว่าง .20 - .80 และ
อำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้นไป ไปใช้กับประชากรจริง

³³Victor H. Noll, and Dale P. Scamell, Introduction to Educational Measurement, 3rd 2d (Boston : Hongton-Mifflin Co., 1972), p.253

³⁴จุง เต ฟาง, ตารางวิเคราะห์ข้อทดสอบ, พิมพ์ในประเทศไทยโดยได้รับ
อนุญาติจาก E.T.S. แห่งสหรัฐอเมริกา (พระนคร, ไทยวัฒนาพานิช, 2514).

5.7 ค่าความหาค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อถือได้ของข้อทดสอบ (Reliability) โดยสูตรของ คูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder Richardson) ³⁵ สูตรในการคำนวณมีดังนี้

$$R_{kt} = \frac{n(S.D^2) - \bar{X}^2}{(S.D^2)(n-1)}$$

R_{kt} = สัมประสิทธิ์ความเชื่อถือได้ของข้อทดสอบทั้งหมด

n = จำนวนของข้อสอบ

\bar{X} = มัชฌิมเลขคณิตของคะแนนของนักเรียนกลุ่มนั้น

$S.D$ = ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน

ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อถือได้ (R_{kt}) จะต้องไม่น้อยกว่า .60 แบบทดสอบชุดนั้นจึงจะใช้ได้

6. การคัดเลือกแบบสอบถามทัศนคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยได้นำแบบสอบถามทัศนคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ของสุเทพ บุณย์ภักดี นำมาทดสอบใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งไม่ได้อยู่ในกลุ่มประชากรที่ใช้ จำนวน 10 คน เพื่อตรวจดูความผิดพลาดของข้อกระทง และนำแบบสอบถามนั้นใช้กับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างประชากรทั้ง 2 กลุ่ม โดยสอบถามก่อนทำการวิจัย (Pre-test) และเมื่อสิ้นสุดการวิจัยอีกครั้งหนึ่ง (Post-test) เพื่อศึกษาเปรียบเทียบทัศนคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนแต่ละกลุ่ม

7. การดำเนินการสอน

ผู้วิจัยได้ทำการทดลองสอนนักเรียนทั้ง 2 กลุ่มด้วยตนเอง โดยให้กลุ่มทดลองเรียนแบบวิธีทดลอง กลุ่มควบคุมเรียนแบบวิธีปกติ ใช้เวลาเรียนทั้งหมด 7 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 5 คาบ (คาบละ 50 นาที) โดยเริ่มทำการทดลองเมื่อวันที่ 7 พฤศจิกายน 2520 และสิ้นสุดเมื่อ 30 ธันวาคม 2520

เนื่องจากการเรียนแบบวิธีทดลองนั้นถ้าจะทำอย่างเดียว นักเรียนจะเรียนไม่ครบตามหลักสูตร วิธีทดลองปฏิบัตินั้นทำไม่ได้ทุก ๆ คาบเรียน การเรียนแบบทดลองนั้นทำเมื่อเรียนแบบปกติแล้วนำมาทำการทดลองให้เห็นจริงด้วยตนเอง หรือทำการทดลอง

³⁵ ยุกุณ พิศุทธิกุล, การสอนคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา, (พระนคร: กรุงเทพฯ การพิมพ์, 2519), หน้า 141

ก่อนชั้นบทเรียนนั้น ผู้วิจัยจึงกำหนดให้วันที่กลุ่มทดลองมีคาบเรียนติดต่อกัน 2 คาบเรียนในแต่ละสัปดาห์ เป็นการเรียนแบบวิธีทดลอง

8. การรวบรวมและการวิเคราะห์ข้อมูล ดำเนินการดังนี้

8.1 นำคะแนนจากแบบทดสอบสัมฤทธิ์ผลทางการเรียนทั้ง 2 ฉบับ คือ แบบทดสอบสัมฤทธิ์ผลทางการเรียนวิชาเลขคณิต - พีชคณิต และแบบทดสอบสัมฤทธิ์ผลวิชาเรขาคณิต มาตรวจให้คะแนน โดยให้คะแนนข้อถูกข้อละ 1 คะแนน ตอบผิดหรือไม่ตอบ หรือตอบมากกว่า 1 คำตอบให้ 0 คะแนน

8.2 ทดสอบความแตกต่างระหว่างกลุ่ม โดยนำคะแนนรวมจากแบบทดสอบทั้งสองชุด หากามีซิมิลเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน แล้วทดสอบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของคะแนนจากแบบทดสอบทั้ง 2 ชุด ใช้ระดับความมีนัยสำคัญ .01 โดยตรวจสอบค่า t_{36} ที่สูตรดังนี้

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{S(\bar{X}_1 - \bar{X}_2)}$$

t = ความแตกต่างของมีซิมิลเลขคณิต

\bar{X}_1 = ค่ามีซิมิลเลขคณิตของคะแนนกลุ่มควบคุม

\bar{X}_2 = ค่ามีซิมิลเลขคณิตของคะแนนกลุ่มทดลอง

$S(\bar{X}_1 - \bar{X}_2)$ = ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของความแตกต่างระหว่าง

มีซิมิลเลขคณิต

9. การเปรียบเทียบทัศนคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ มีวิธีดำเนินงานดังนี้

9.1 นำแบบสอบถามทัศนคติต่อวิชาคณิตศาสตร์มาให้ตรวจให้คะแนน การตรวจให้คะแนนมีวิธีการดังนี้คือ

จากข้อ 1 - 27					
ถ้าตอบข้อ	เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ให้	5	คะแนน	
"	เห็นด้วย	ให้	4	คะแนน	
"	ไม่แน่ใจ	ให้	3	คะแนน	
"	ไม่เห็นด้วย	ให้	2	คะแนน	
"	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ให้	1	คะแนน	

จากข้อ 28 - 56					
ถ้าตอบข้อ	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ให้	5	คะแนน	
"	ไม่เห็นด้วย	ให้	4	คะแนน	
"	ไม่แน่ใจ	ให้	3	คะแนน	
"	เห็นด้วย	ให้	2	คะแนน	
"	เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ให้	1	คะแนน	

ที่ให้คะแนนเช่นนี้ เพราะว่า จากข้อ 1 - 27 ลักษณะคำถามเป็นแบบทัศนคติ
 ที่จิตวิทยาการศึกษา ส่วนข้อ 28 - 56 ข้อความเป็นทางตรงข้ามกับข้อ 1 - 27 เมื่อ
 ตรวจให้คะแนนแล้ว คะแนนรวมของทุก ๆ ข้อ คือคะแนนทัศนคติวิทยาการศึกษาของ
 นักเรียนคนนั้น คนที่ได้คะแนนรวมสูง แสดงว่ามีทัศนคติที่จิตวิทยาการศึกษามากกว่าคน
 ที่ได้คะแนนรวมต่ำ

9.2 ทดสอบความแตกต่างระหว่างกลุ่ม โดยนำคะแนนรวมจากแบบสอบถาม
 ทัศนคติวิทยาการศึกษา ของการสอบ Pre - test ทั้ง 2 ห้องเรียน โดยทดสอบ
 ค่า Z ให้ระดับความมีนัยสำคัญ .01 การตรวจสอบค่า Z ³⁷ ใช้สูตรดังนี้

$$Z = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sigma(\bar{X}_1 - \bar{X}_2)}$$

Z = ค่าความแตกต่างของมัธยัมเลขคณิต

\bar{X}_1 = มัธยัมเลขคณิตของการสอบ Pre-test ของกลุ่มควบคุม

\bar{X}_2 = มัธยัมเลขคณิตของการสอบ Post-test ของกลุ่มทดลอง

$\sqrt{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2)}$ = ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของความแตกต่างระหว่างมัธยัมเลขคณิต

9.3 ทดสอบความแตกต่างมัธยัมเลขคณิตคือวิชาคณิตศาสตร์ระหว่างการสอบ Pre-test และ Post-test ของแต่ละกลุ่ม โดยทดสอบค่า Z ใช้ระดับความมีนัยสำคัญ .01 การตรวจพบค่า Z 38 ให้สูตรดังนี้

$$Z = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2)}}$$

Z = ค่าความแตกต่างมัธยัมเลขคณิต

\bar{X}_1, \bar{X}_2 = มัธยัมเลขคณิตของการสอบ Pre-test และ Post-test

$\sqrt{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2)}$ = ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของความแตกต่างระหว่างมัธยัมเลขคณิตจากการสอบ Pre-test และ Post-test ของนักเรียนกลุ่มเดียวกัน

ผลการวิจัย

ผลที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนคณิตศาสตร์วิธีทดลองกับวิธีปกติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่สอง มีรายละเอียดดังนี้

1. การเลือกตัวอย่างประชากร

จากการหาค่ามัธยัมเลขคณิต (\bar{X}) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D) ของคะแนนจากข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ประจำภาคต้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่สอง โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (ฝ่ายมัธยม) จำนวน 5 ห้องเรียน เพื่อนำห้องเรียนอีกห้องหนึ่งที่มีค่ามัธยัมเลขคณิต และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานใกล้เคียงกับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ค. มากที่สุด ปรากฏว่า ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก. มีผลคะแนนใกล้เคียงกันมากที่สุด และเมื่อทดสอบความมีนัยสำคัญของความแตกต่างของผลการเรียนก่อนการทดลอง โดยทดสอบค่า Z ปรากฏว่าไม่แตกต่างกันที่ระดับความมีนัยสำคัญ .01 ดังปรากฏในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบผลการเรียนของนักเรียนทั้ง 2 กลุ่มก่อนทำการวิจัย

ชั้น	จำนวนนักเรียน	\bar{X}	S.D	อัตราส่วนวิกฤต (Z)
ม.ศ. 2 ค.	45	65.56	19.53	0.59
ม.ศ. 2 ก.	43	68.05	19.92	

วิกฤติระดับความมีนัยสำคัญ .01

เมื่อทดสอบแล้วพบว่าทั้ง 2 กลุ่มมีผลการเรียนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ผู้วิจัยได้นำทั้ง 2 ห้องเรียนมาจับสลาก ปรากฏว่าชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ค. เป็นกลุ่มทดลอง และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก. เป็นกลุ่มควบคุม

2. การเปรียบเทียบผลการเรียนคณิตศาสตร์แบบวิธีทดลองกับวิธีปกติ ผู้วิจัย

ได้ทำการเปรียบเทียบ 2 ด้านคือ

2.1 เปรียบเทียบสัมฤทธิ์ผลทางการเรียน โดยใช้แบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง แบบทดสอบนี้มี 2 ฉบับคือ แบบทดสอบสัมฤทธิ์ผลทางการเรียนเลขคณิต - พีชคณิต กับแบบทดสอบสัมฤทธิ์ผลทางการเรียนเรขาคณิต แบบทดสอบนี้นำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวัฒนาวิทยาลัย และนำไปวิเคราะห์หาระดับความยากง่าย (Level of Difficulty) แบบทดสอบวิชาเลขคณิต - พีชคณิต มีค่า .52 - .81 แบบทดสอบวิชาเรขาคณิตมีค่า .41 - .81 และมีอำนาจจำแนก (Discrimination power) ของข้อทดสอบวิชาเลขคณิต - พีชคณิต มีค่า .21 - .82 แบบทดสอบเรขาคณิตมีค่า .21 - .82 (ทั้งตารางที่ 5 - 6 ในภาคผนวก) มีสัมประสิทธิ์ความเที่ยง (Reliability) ของแบบทดสอบวิชาเลขคณิต - พีชคณิตเป็น .84 ของแบบทดสอบวิชาเรขาคณิตเป็น .75 (รายละเอียดในภาคผนวก) แล้วนำทดสอบนี้ไปวัดผลสัมฤทธิ์ในการเรียนหลังการทดลองทันที

2.2 เปรียบเทียบทัศนคติวิชาคณิตศาสตร์ก่อนการทดลองของนักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม โดยใช้แบบสอบถามทัศนคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ของ สุเทพ บุตรกันหา

2.3 เปรียบเทียบทัศนคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ก่อนและหลังการทดลองของนักเรียนแต่ละกลุ่ม โดยใช้แบบสอบถามเดียวกัน

3. ผลการวิจัยปรากฏดังนี้คือ

3.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนห้องที่ครูสอน แบบวิธีทดลองกับวิธีปกติ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 (ตารางที่ 2)

3.2 ทัศนคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ก่อนการทดลอง ของนักเรียน ทั้ง 2 กลุ่ม ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 (ตารางที่ 3)

3.3 ทัศนคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 แต่ของกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 (ตารางที่ 4)

3.4 ทศนคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของ กลุ่มทดลองดีกว่ากลุ่มควบคุม

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยระหว่างกลุ่มทดลองซึ่งครูสอนแบบ
วิธีทดลอง กับกลุ่มควบคุมซึ่งครูสอนแบบปกติ

กลุ่มนักเรียน	จำนวน นักเรียน	มัธยัมเลขคณิต (เป็น %)	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน	อัตราส่วนวิกฤติ (z)
กลุ่มทดลอง	45	69.31	21.62	0.53
กลุ่มควบคุม	43	71.88	23.29	

วัดระดับความมีนัยสำคัญ .01

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบทศนคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของ กลุ่มทดลองและ
กลุ่มควบคุมก่อนการทดลองสอน

กลุ่มนักเรียน	จำนวน นักเรียน	มัธยัมเลขคณิต	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน	อัตราส่วนวิกฤติ (ค่า z)
กลุ่มทดลอง	45	185.71	23.13	0.18
กลุ่มควบคุม	43	193.88	37.48	

วัดระดับความมีนัยสำคัญ .01

ตารางที่ 4 เปรียบเทียบทัศนคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ก่อนและหลังการเรียนการสอนของนักเรียนทั้งสองกลุ่ม

กลุ่มนักเรียน	ทัศนคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ก่อนการเรียนการสอน			ทัศนคติต่อวิชาคณิตศาสตร์หลังการเรียนการสอน			อัตราส่วนวิกฤต (ค่า Z)
	จำนวนนักเรียน	มัธยัมเลขคณิต	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	จำนวนนักเรียน	มัธยัมเลขคณิต	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	
กลุ่มทดลอง	45	185.71	23.13	45	201.58	18.32	3.62 *
กลุ่มควบคุม	43	193.89	25.94	43	201.68	18.62	1.59

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ และ .01

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สรุปผลการวิจัย และขอเสนอแนะ

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลการสอนคณิตศาสตร์วิธีทดลอง กับวิธีปกติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่สอง โดยการเปรียบเทียบสัมฤทธิ์ผลของการเรียนและเปรียบเทียบทัศนคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

ตัวอย่างประชากร

ตัวอย่างประชากรที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่สอง จากโรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จำนวน 88 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มทดลอง 45 คน กลุ่มควบคุม 43 คน

วิธีดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยได้นำคะแนนสอบวิชาคณิตศาสตร์ภาคต้น ประจำปี พ.ศ. 2520 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่สอง โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จำนวนทั้งหมด 5 ห้องเรียน มาคัดเลือกหาห้องเรียนที่มีพื้นฐานความรู้ทางคณิตศาสตร์ใกล้เคียงกับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ค. ซึ่งผู้วิจัยได้สอนอยู่แล้ว ปรากฏว่าชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก มีคะแนนเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานใกล้เคียงกันมากที่สุด แล้วนำคะแนนทั้งสองห้องมาทดสอบความแตกต่างระหว่างกลุ่ม (\bar{x}) ที่ระดับนัยสำคัญ .01 ปรากฏได้ค่า \bar{x} เท่ากับ 0.59 แสดงว่าพื้นฐานความรู้ของทั้งสองกลุ่มนี้ไม่แตกต่างกันทางสถิติ จึงจับฉลากจัดกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ปรากฏว่า ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ค. เป็นกลุ่มทดลอง และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก. เป็นกลุ่มควบคุม ผู้วิจัยได้สอนนักเรียนทั้งสองกลุ่มด้วยตนเองเป็นเวลา 7 สัปดาห์ โดยให้กลุ่มควบคุมเรียนแบบการบรรยายซึ่งเป็นวิธีปกติ และกลุ่มทดลองเรียนแบบสหการทดลองทางคณิตศาสตร์

เมื่อผู้วิจัยทำการสอนทั้งสองกลุ่มแล้ว ได้เปรียบเทียบผลการสอนโดยใช้แบบ
สอบ 2 ชนิดคือ

1. แบบสอบเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบทดสอบที่ผู้วิจัยได้สร้าง
ขึ้นเอง ซึ่งผ่านการวิเคราะห์แล้ว แล้วนำมาคะแนนสอบมาทดสอบหาความแตกต่างระหว่าง
กลุ่ม (Z) ที่ระดับความมีนัยสำคัญ .01
2. แบบสอบเพื่อวัดทัศนคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้ใช้แบบสอบถามทัศนคติ
ต่อวิชาคณิตศาสตร์ ของ สุเทพ บุตรภักดีหา ทัศนคติก่อนทำการทดลองสอน และทดสอบ
ทัศนคติหลังการเรียนการสอนเสร็จสิ้นลง แล้วนำข้อมูลมาทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติ เพื่อ
เปรียบเทียบทัศนคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ก่อนการทดลองของทั้งสองกลุ่ม และเปรียบเทียบ
ทัศนคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังการทดลองของแต่ละกลุ่ม

ผลการวิจัย

1. นักเรียนทั้งสองกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมได้คะแนนจากแบบทดสอบวัด
สัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01
2. นักเรียนทั้งสองกลุ่มได้คะแนนจากแบบสอบถามทัศนคติต่อวิชาคณิตศาสตร์
ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01
3. นักเรียนกลุ่มควบคุมได้คะแนนจากแบบสอบถามทัศนคติต่อวิชาคณิตศาสตร์
ก่อนและหลังการทดลองไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01
4. นักเรียนกลุ่มทดลองได้คะแนนจากแบบสอบถามทัศนคติต่อวิชาคณิตศาสตร์
ก่อนและหลังการทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01
5. การเปลี่ยนแปลงทัศนคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลองดีกว่ากลุ่ม
ควบคุม

อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบการสอนคณิตศาสตร์แบบวิธีทดลองและวิธีปกติ

ซึ่งเปรียบเทียบสองแง่คือ

1. เปรียบเทียบสัมฤทธิ์ผลทางการเรียน ปรากฏว่าผลการสอนคณิตศาสตร์ทั้งสองวิธีไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 ทั้งนี้เพราะสัมฤทธิ์ผลการเรียนรู้เน้นวัดจากผลสอบสัมฤทธิ์ผลทางการเรียนซึ่งมุ่งวัดแคตงานเนื้อหาวิชาตามหลักสูตร ไม่ได้วัดทักษะต่างๆที่เกิดขึ้น จึงทำให้ผลการเรียนทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน แต่จากการสังเกตของผู้วิจัยพบว่ากลุ่มทดลองซึ่งครูสอนแบบวิธีทดลองนั้น เมื่อถึงเวลาที่ให้นักเรียนทำการทดลองด้วยตนเองนักเรียนมีความสนใจ กระตือรือร้น และสนุกต่อการรวมกิจกรรมกับเพื่อนนักเรียนได้เปลี่ยนอิริยาบถขณะทำการทดลองโดยไม่ต้องนั่งเฉยอยู่กับโต๊ะเรียน ซึ่งเป็นการเรียนแบบปกติในการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม นักเรียนมีความรับผิดชอบ แบ่งงานกันภายในกลุ่ม ในการใช้เครื่องมือเครื่องใช้ในการทดลองนั้นเมื่อเสร็จแล้วก็เก็บรักษา และเมื่อจบการทดลองมีการอภิปรายผล สรุปกฎเกณฑ์ และความคิดรวบยอด นักเรียนกล้าที่จะออกมาแสดงความคิดเห็นหน้าชั้น ซึ่งลักษณะนี้พบได้น้อยมากในกลุ่มควบคุม ซึ่งครูสอนแบบบรรยาย บางครั้งมีการสาธิตและตั้งคำถามให้คิด

สาเหตุประการหนึ่งที่ทำให้สัมฤทธิ์ผลทางการเรียนแบบวิธีทดลองไม่แตกต่างกับแบบวิธีปกติ อาจจะเป็นเพราะในแบบวิธีปกตินั้น ครูได้ใจคำถาม ถามให้นักเรียนสรุปความคิดเห็นรวบยอดต่างๆ ด้วยตนเอง แทนที่จะฟังครูบรรยายอย่างเดียว

อีกประการหนึ่งนั้น อาจจะเป็นเพราะนักเรียนทั้งสองกลุ่มใกล้ชิดกันมากเมื่อครูสอนห้องหนึ่งก็นำไปใช้เวลาสักพักถึงการเรียนการสอนอีกห้องหนึ่ง

2. การเปรียบเทียบทัศนคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ปรากฏว่าไม่มีความแตกต่างกันระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมก่อนการทดลองสอน แต่เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างก่อนและหลังการทดลองอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 แสดงว่ากลุ่มทดลองมีการเปลี่ยนแปลงทัศนคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ดีกว่ากลุ่มควบคุม ทั้งนี้เพราะกลุ่มทดลองได้ฝึกทักษะต่างๆหลายด้านในการเรียนแบบวิธีทดลอง นักเรียนสนุกสนานได้เห็นความสำคัญของวิชาคณิตศาสตร์ ไกรูจักนำคณิตศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวัน ไกรูคู่แค้นของวิชาคณิตศาสตร์ ส่วนกลุ่มควบคุมเรียนแบบวิธีปกติซึ่งไม่เอื้อให้นักเรียนเห็นความสำคัญของวิชาคณิตศาสตร์ จึงไม่มีการเปลี่ยนแปลงทัศนคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

ขอเสนอแนะ

1. ผู้ที่อยู่ในวงการศึกษ ควรจะพิจารณาว่าเอาการสอนคณิตศาสตร์แบบวิธีทดลองไปเป็นแนวทางในการปรับปรุงหลักสูตรคณิตศาสตร์ เพื่อส่งเสริมผู้เรียนในด้านการทำงานร่วมกับผู้อื่น หรือทำงานเดี่ยว และเป็นการเรียนคณิตศาสตร์ใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด
2. ทางวงการศึกษ ควรจะสนับสนุนให้มีการผลิตอุปกรณ์การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เพื่อใช้ทดลองหรือสาธิตในการสอนคณิตศาสตร์ ซึ่งทำให้การเรียนการสอนสมบูรณ์ขึ้น
3. ผู้วิจัยใครจะเสนอแนะให้ผู้สนใจในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ให้นำวิธีการทดลองไปใช้ ซึ่งถ้ามีงบประมาณพอเพียงก็อาจจะจัด เป็นแบบห้องทดลองทางคณิตศาสตร์ โดยตรง
4. ในการวิจัยครั้งนี้ ในการจัดกิจกรรม ทำแบบฝึกหัดการทดลองนั้น เป็นแนวทางเท่านั้น ผู้สนใจอาจจะนำแนวทางเหล่านี้ เขียนแบบฝึกหัดในการทดลองให้เหมาะสมกับหลักสูตรใดก็ได้เกือบทุกบทเรียน
5. ทางโรงเรียนควรส่งเสริมให้นักเรียนมีทัศนคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ เพราะทัศนคติที่ดีสำหรับให้มีผลสัมฤทธิ์ทางวิชาคณิตศาสตร์สูงขึ้น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

กอ สวัสดิ์ภานิชย์. "ความเป็นมาของการศึกษาในประเทศไทย" ศูนย์ศึกษา. 9 (กันยายน, 2505):

จุง เต ฟ่าง. ตารางวิเคราะห์หข้อทดสอบ. พิมพ์ในประเทศไทย โดยได้รับอนุมัติจาก E.T.S. แห่งสหรัฐอเมริกา พระนคร: ไทยวัฒนาพานิช, 2514

เทือก กุสุมา ณ อยุธยา. "ครูที่คัดครูที่ไม่สอน". ศูนย์ศึกษา. 11 (กุมภาพันธ์, 2507), 8

ทัศนีย์ อ่องไพบูลย์. "การสืบค้นปัญหาที่เป็นอุปสรรคในการเรียนจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาของโรงเรียนรัฐบาลจังหวัดพระนคร" ปริญญาานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต วิทยาลัยการศึกษาประสานมิตร, 2513

ประคอง วรรณสุต. สถิติศาสตร์ประยุกต์สำหรับครู. พิมพ์ครั้งที่ 4 พระนคร: ไทยวัฒนาพานิช, 2517

ยุพิน พิพิธกุล. การสอนคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา. พระนคร: กรุงเทพมหานคร, 2519.

สุเทพ บุตรกันหา. "การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทัศนคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ การยอมรับตนเอง และผลสัมฤทธิ์ทางวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 และมัธยมศึกษาปีที่ 3" ปริญญาานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต วิทยาลัยการศึกษาประสานมิตร, 2517

- Biggs, Edith E. "Mathematics Laboratories and Teacher Centers,"
The Arithmetic Teacher, XV (May, 1968), 400
- Butter, Charles H. and Wren, F. Lynwood. The Teaching of
Secondary Mathematics. New York: McGraw-Hill Book
Co., 1951.
- Cohen, Martin Seymour. "A Comparison of Effects of Laboratory and
Conventional Mathematics Teaching Upon Underachieving
Middle School Boys", Dissertation Abstracts International,
XXXI (April, 1971), 5026-A.
- Copeland, Richard W. How Children Learn Mathematics. New York: The
Macmillan Company, 1970
- Eves, Howard. An Introduction to History of Mathematics. New York:
Holt - Rinehard and Winston, 1969.
- Hilgard, Ernest R. Theories of Learning, 4th ed. New York: Prentice
Hall Co., 1975.
- Johnson, Donovan A. and Rising, Gerald R. Guidelines for Teaching
Mathematics, 2nd ed. Belmont, Calif: Wadsworth Publishing
Co., Inc., 1972.
- Midd, Kenneth, Myers, S.S. and Gilley, D.M., The Laboratory Approach
to Mathematics. Chicago: Research Associated, Inc., 1970
- Kluttz, Marguette. "The Mathematics Laboratory - A Meaningful approach
to Mathematics Instruction", The Mathematics Teacher, LVI
(March, 1963), 141.

- Krulik, Stephen. A Mathematics Laboratory Handbook for Secondary Schools. Philadelphia: W.B. Saunders, 1972.
- Krulik, Stephen and Weise, Ingrid B. Teaching Secondary School Mathematics. Philadelphia: W.B. Saunders, 1975.
- Monier, Mohammad Ibrahim. "Some Effects of an Activity Approach to Teaching Geometry in the High School in Afghanistan", Dissertation Abstracts International, XXXVIII (November, 1977), 2630 - A.
- Moore, Eliakim H. "On the Foundation of Mathematics" Cited in Reading in History of Mathematics Education. Washington D.C.: The National Council of Teachers of Mathematics, 1970
- The National Council of Teachers of Mathematics. The Teaching of Secondary School Mathematics, 33 Yearbook, Washington D.C.: The National Council of Teachers of Mathematics, 1970.
- Noll, Victor H, and Scannell, Dale P. Introduction to Educational Measurement, 3rd ed. Boston: Houghton - Mifflin Co., 1972.
- Piaget, Jean. Judgement and Reasoning in the Child. New York: Humanities Press, Inc., 1928.
- Sawyer, W.W. Vision in Elementary Mathematics. Penguin Books Inc., 1964.
- Sobel, Max A. "The Junior High School Mathematics, Motivation V.S. Monotony", The Mathematics Teacher. LXVIII, (October, 1975), 479.

Sobel, Max A. and Malestsky, Dvan M. Teaching Mathematics: A Source Book of Aids, Activities and Strategies. New York: Prentice Hall Inc., 1975.

Smeets, Raymond. "Organizing a Mathematics Laboratory", The Mathematics Teacher, LX (February, 1967), 117-120

Thomps, Anne. "Different Ways of Learning Mathematics", The Mathematic Teacher, LXVII (March, 1974), 19

Webster's New Twentieth Century Dictionary of English Language, Unabridged
2nd edit., Cleveland: World Publishing Co., 1971

ภาคผนวก ก.
 ตารางที่ 5 วิเคราะห์แบบทดสอบวิชาเลขคณิต-พีชคณิต
 ที่ได้เลือกข้อที่มีอำนาจจำแนกและระดับความสูง
 (ใช้วิเคราะห์แบบตัด 27%)

ข้อที่	P_H	P_2	ความยากง่าย(p)	อำนาจจำแนก (α)
1	.90	.69	.80	.31
2	.95	.61	.81	.50
3	.79	.50	.65	.32
4	.83	.22	.53	.60
5	.96	.25	.65	.74
6	.99	.38	.76	.77
7	.96	.58	.80	.55
8	.71	.33	.52	.38
9	.95	.58	.79	.52
10	.71	.33	.52	.38
11	.96	.50	.77	.61
12	.96	.57	.80	.56
13	.88	.71	.80	.25
14	.92	.25	.61	.68
15	.99	.25	.70	.82
16	.92	.17	.57	.73
17	.96	.58	.80	.55
18	.99	.33	.74	.79
19	.83	.42	.64	.44
20	.83	.33	.59	.51

ตารางที่ 5 วิเคราะห์แบบทดสอบวิชาเลขคณิต-พีชคณิต
 ที่ได้เลือกข้อที่มีอำนาจจำแนกและระดับความยากสูง
 (ใช้วิเคราะห์แบบตัด 27%) ต่อ

ข้อ ข้อที่	P_H	P_2	ความยากง่าย(p)	อำนาจจำแนก(r)
21	.96	.50	.77	.61
22	.93	.63	.80	.43
23	.88	.70	.80	.31
24	.90	.69	.80	.58
25	.96	.54	.79	.58
26	.88	.72	.81	.23
27	.86	.71	.79	.21
28	.92	.66	.80	.38
29	.88	.25	.58	.63
30	.96	.21	.63	.77

สถาบันวิทยบริการ
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 6 วิเคราะห์แบบทดสอบวิชาเรขาคณิตที่ได้ออกข้อที่มี

อำนาจจำแนกและระดับความยากสูง

(ใช้วิเคราะห์แบบตัด 27%)

ข้อที่	P_H	P_2	ความยากง่าย(p)	อำนาจจำแนก (r)
1	.97	.54	.80	.61
2	.96	.54	.79	.58
3	.99	.50	.81	.72
4	.92	.46	.72	.54
5	.71	.50	.61	.22
6	.99	.38	.76	.77
7	.89	.70	.80	.28
8	.92	.67	.81	.37
9	.99	.25	.70	.82
10	.96	.46	.75	.63
11	.79	.58	.69	.24
12	.83	.46	.65	.40
13	.83	.54	.69	.33
14	.58	.25	.41	.34
15	.87	.71	.80	.23
16	.96	.50	.77	.61
17	.79	.25	.52	.54
18	.92	.08	.50	.80
19	.79	.25	.52	.54
20	.92	.42	.70	.57

ตารางที่ 6 วิเคราะห์แบบทดสอบวิชาเรขาคณิตที่ได้ออกข้อที่

อำนาจจำแนกและระดับความยากสูง

(ใช้วิเคราะห์แบบตัด 27%) ต่อ

ข้อที่	P_H	P_2	ความยากง่าย (p)	อำนาจจำแนก (r)
21	.87	.50	.70	.43
22	.87	.73	.80	.21
23	.75	.33	.54	.43
24	.92	.42	.70	.57
25	.95	.58	.79	.52

สัมประสิทธิ์ความเชื่อถือได้ของแบบทดสอบวิชาเลขคณิต-พีชคณิตทดลองใช้

$$n = 30$$

$$N = 60$$

$$\sum X = 1310$$

$$\sum X^2 = 30580$$

$$\begin{aligned} S.D &= \sqrt{\frac{\sum X^2}{N} - \left(\frac{\sum X}{N}\right)^2} \\ &= \sqrt{\frac{30580}{60} - \left(\frac{1310}{60}\right)^2} \\ &= \sqrt{509.6666 - 476.6944} \\ &= \sqrt{32.9722} \\ &= 5.7421 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bar{X} &= \frac{\sum X}{N} \\ &= \frac{1310}{60} \\ &= 21.8333 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} r_{tt} &= \frac{n(S.D)^2 - \bar{X}(n-\bar{X})}{S.D^2(n-1)} \\ &= \frac{30(5.7421)^2 - 21.8333(30-21.8333)}{(5.7421)^2(30-1)} \\ &= \frac{30(32.9722) - 21.8333(8.1667)}{32.9722(29)} \\ &= \frac{989.1660 - 178.3060}{956.1938} \\ &= \frac{810.86}{956.1938} \end{aligned}$$

$$r_{tt} = 0.8480$$

สัมประสิทธิ์ความเชื่อถือได้ของแบบทดสอบวิชาเรขาคณิตที่ทดลองไว้

$$n = 25$$

$$N = 60$$

$$\sum X = 917$$

$$\sum X^2 = 15312$$

$$S.D = \sqrt{\frac{\sum X^2}{N} - \left(\frac{\sum X}{N}\right)^2}$$

$$= \sqrt{\frac{15312}{60} - \left(\frac{917}{60}\right)^2}$$

$$= \sqrt{255.2 - 233.5802}$$

$$= \sqrt{21.6198}$$

$$= 4.647$$

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

$$= \frac{917}{60}$$

$$= 15.2833$$

$$r_{tt} = \frac{n(S.D)^2 - \bar{X}(n-\bar{X})}{S.D^2(n-1)}$$

$$= \frac{25(21.6198) - 15.2833(25 - 15.2833)}{21.6198(24)}$$

$$= \frac{25(21.6198) - 15.2833(9.7167)}{518.8752}$$

$$= \frac{540.495 - 148.5032}{518.8752}$$

$$= \frac{391.9918}{518.8752}$$

$$r_{tt} = 0.7554$$

ภาคผนวก ข

ทดสอบความแตกต่างของมัธยฐานเลขคณิตจากการสอบก่อนการทดลอง
ของนักเรียนกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง
N_1	= 43	= 45
$\sum X_1$	= 2926	$\sum X_2$ = 2950
\bar{X}_1	= $\frac{\sum X_1}{N_1}$	\bar{X}_2 = $\frac{\sum X_2}{N_2}$
	= $\frac{2926}{43}$	\bar{X}_2 = $\frac{2950}{45}$
	= 68.0465	= 65.5555
$\sum X_1^2$	= 216188	$\sum X_2^2$ = 210542
σ_1	= $\sqrt{\frac{\sum X_1^2}{N_1} - \left(\frac{\sum X_1}{N_1}\right)^2}$	σ_2 = $\sqrt{\frac{\sum X_2^2}{N_2} - \left(\frac{\sum X_2}{N_2}\right)^2}$
	= $\sqrt{\frac{216188}{43} - \left(\frac{2926}{43}\right)^2}$	= $\sqrt{\frac{210542}{45} - \left(\frac{2950}{45}\right)^2}$
	= $\sqrt{5027.6279 - 4630.3277}$	= $\sqrt{4678.7111 - 4297.5308}$
	= $\sqrt{397.0338}$	= $\sqrt{381.1803}$
	= 19.9257	= 19.5238
σ_1^2	= 397.0338	σ_2^2 = 381.1803
	$\sigma(\bar{X}_1 - \bar{X}_2)$ = $\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{N_1} + \frac{\sigma_2^2}{N_2}}$	
	= $\sqrt{\frac{397.0338}{43} + \frac{381.1803}{45}}$	
	= $\sqrt{9.2333 + 8.4706}$	
	= $\sqrt{17.7039}$	
	= 4.2076	

$$\begin{aligned}
 z &= \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sigma(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)} \\
 &= \frac{68.0465 - 65.5555}{4.2085} \\
 &= \frac{2.4910}{4.2076} \\
 &= 0.592
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 H_0 : \mu_1 &= \mu_2 \\
 .0592 &< 1.96
 \end{aligned}$$

∴ ความถี่มีเลขคณิตของคะแนนก่อนการทดลองไม่แตกต่างกัน
ที่ระดับความมีนัยสำคัญ .01

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ทดสอบความแตกต่างของมีซนิมเลขคณิตของคะแนนรวมจากแบบทดสอบ

สัมฤทธิ์ผลทางคณิตศาสตร์ ระหว่างกลุ่มทดลอง

กับกลุ่มควบคุม

	กลุ่มควบคุม
N_1	= 43
$\sum X_1$	= 3091
\bar{X}_1	= $\frac{\sum X_1}{N_1}$
	= $\frac{3091}{43}$
	= 71.883
$\sum X_1^2$	= 245529
	= $\sqrt{\frac{\sum X_1^2}{N_1} - \left(\frac{\sum X_1}{N_1}\right)^2}$
	= $\sqrt{\frac{245529}{43} - \frac{3091^2}{43}}$
	= $\sqrt{5709.98 - 5167.26}$
	= $\sqrt{542.72}$
	= 23.29
σ_1^2	= 542.72

	กลุ่มทดลอง
N_2	= 45
$\sum X_2$	= 3119
\bar{X}_2	= $\frac{\sum X_2}{N_2}$
	= $\frac{3119}{45}$
	= 69.311
$\sum X_2^2$	= 237217
σ_2	= $\sqrt{\frac{\sum X_2^2}{N_2} - \left(\frac{\sum X_2}{N_2}\right)^2}$
	= $\sqrt{\frac{237217}{45} - \frac{3119^2}{45}}$
	= $\sqrt{5271.49 - 4804.03}$
	= $\sqrt{467.46}$
	= 21.62
σ_2^2	= 467.46

$$\begin{aligned} \sigma(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) &= \sqrt{\frac{\sigma_1^2}{N_1} + \frac{\sigma_2^2}{N_2}} \\ &= \sqrt{\frac{542.72}{43} + \frac{467.46}{45}} \\ &= \sqrt{12.62 + 10.39} \\ &= \sqrt{23.01} \\ &= 4.797 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 z &= \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)}} \\
 &= \frac{71.883 - 69.311}{4.797} \\
 &= \frac{2.572}{4.797} \\
 &= 0.536
 \end{aligned}$$

$$H_0: \mu_1 = \mu_2$$

$$0.536 < 1.96$$

∴ ค่าสถิติทดสอบของคะแนนรวมหลังการทดลองไม่แตกต่างกัน
ที่ระดับความนัยสำคัญ .01

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ทดสอบความแตกต่างของมัธยฐานเลขคณิตจากแบบทดสอบวัดทัศนคติ
ก่อนการทดสอบระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

$$\begin{aligned}
 & \text{กลุ่มควบคุม} \\
 N_1 &= 43 \\
 \sum X_1 &= 8337 \\
 \sum X_1^2 &= 1676845 \\
 \bar{X}_1 &= \frac{\sum X_1}{N_1} \\
 &= \frac{8337}{43} \\
 &= 193.8837
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \sigma_1 &= \sqrt{\frac{\sum X_1^2}{N_1} - \left(\frac{\sum X_1}{N_1}\right)^2} \\
 &= \sqrt{\frac{1676845}{43} - \left(\frac{8337}{43}\right)^2} \\
 &= 37.4899
 \end{aligned}$$

$$\sigma_1^2 = 1405.498$$

$$\begin{aligned}
 & \text{กลุ่มทดลอง} \\
 N_2 &= 45 \\
 \sum X_2 &= 8357 \\
 \sum X_2^2 &= 1576065 \\
 \bar{X}_2 &= \frac{\sum X_2}{N_2} \\
 &= \frac{8357}{45} \\
 &= 185.7111
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \sigma_2 &= \sqrt{\frac{\sum X_2^2}{N_2} - \left(\frac{\sum X_2}{N_2}\right)^2} \\
 &= \sqrt{\frac{1576065}{45} - \frac{8357^2}{45}} \\
 &= 23.1311
 \end{aligned}$$

$$\sigma_2^2 = 535.05$$

$$\sigma(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) = \sqrt{\frac{\sigma_1^2}{N_1} + \frac{\sigma_2^2}{N_2}}$$

$$= \sqrt{\frac{1405.498}{43} + \frac{535.05}{45}}$$

$$= \sqrt{32.686 + 11.89}$$

$$= 44.576$$

$$\begin{aligned}z &= \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)}} \\ &= \frac{193.8837 - 185.7111}{44.576} \\ &= 0.1833\end{aligned}$$

$$0.18 < 1.96$$

ค่าสถิติทดสอบของคะแนนจากแบบสอบถามทัศนคติต่อวิชาเลขคณิตก่อน
การทดลองของทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกันที่ระดับความมีนัยสำคัญ .01

สถาบันวิทยบริการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ทดสอบความแตกต่างของมัธยฐานเลขคณิตจากแบบทดสอบวัดทัศนคติต่อ
วิชาคณิตศาสตร์ของกลุ่มควบคุม

ก่อนการทดลอง

$$N_1 = 43$$

$$\sum X_1 = 8337$$

$$\sum X_1^2 = 1645345$$

$$\bar{X}_1 = \frac{\sum X_1}{N_1}$$

$$= \frac{8337}{43}$$

$$= 193.89$$

$$s_1^2 = \sqrt{\frac{1645345 - \left(\frac{8337}{43}\right)^2}{43}}$$

$$= \sqrt{38263.84} = 37590.89$$

$$= \sqrt{672.95}$$

$$= 25.94$$

$$s_1^2 = 672.95$$

หลังการทดลอง

$$N_2 = 43$$

$$\sum X_2 = 8670$$

$$\sum X_2^2 = 1763022$$

$$\bar{X}_2 = \frac{\sum X_2}{N_2}$$

$$= \frac{8670}{43}$$

$$= 201.63$$

$$s_2^2 = \sqrt{\frac{1763022 - \left(\frac{8670}{43}\right)^2}{43}}$$

$$= \sqrt{41000.51} = 40653.81$$

$$= \sqrt{346.70}$$

$$= 18.62$$

$$s_2^2 = 346.70$$

$$\begin{aligned} (\bar{X}_1 - \bar{X}_2) &= \sqrt{\frac{s_1^2}{N_1} + \frac{s_2^2}{N_2}} \\ &= \sqrt{\frac{672.95}{43} + \frac{346.70}{43}} \\ &= \sqrt{15.65 + 8.06} \\ &= \sqrt{23.71} \\ &= 4.869 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 z &= \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)}} \\
 &= \frac{201.63 - 193.89}{4.87} \\
 &= \frac{7.74}{4.87} \\
 &= 1.59
 \end{aligned}$$

$$H_0: \mu_1 = \mu_2$$

$$1.59 < 1.96$$

∴ ความถี่นิยมเลขคณิตของคะแนนรวมจากแบบทดสอบวัดทัศนคติต่อวิชา
คณิตศาสตร์ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ จึงยอมรับสมมุติฐาน

ที่ว่า $\mu_1 = \mu_2$

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ทดสอบความแตกต่างของมัถุณิมเลขคณิตจากแบบทดสอบวัดทัศนคติ
ต่อวิชาคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลอง

ก่อนการทดลอง

$$\begin{aligned} N_1 &= 45 \\ \sum X_1 &= 8357 \\ \sum X_1^2 &= 1576065 \\ \bar{X}_1 &= \frac{\sum X_1}{N_1} \\ &= \frac{8357}{45} = 185.71 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sigma_1 &= \sqrt{\frac{\sum X_1^2}{N_1} - \left(\frac{\sum X_1}{N_1}\right)^2} \\ &= \sqrt{\frac{1576065}{45} - \left(\frac{8357}{45}\right)^2} \\ &= \sqrt{35023.67 - 34488.62} \\ &= \sqrt{535.05} \\ &= 23.13 \end{aligned}$$

$$\sigma_1^2 = 535.05$$

$$\sigma^2(\bar{X}_1 - \bar{X}_2)$$

หลังการทดลอง

$$\begin{aligned} N_2 &= 45 \\ \sum X_2 &= 9071 \\ \sum X_2^2 &= 1843615 \\ \bar{X}_2 &= \frac{\sum X_2}{N_2} \\ &= \frac{9071}{45} \\ &= 201.58 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sigma_2 &= \sqrt{\frac{\sum X_2^2}{N_2} - \left(\frac{\sum X_2}{N_2}\right)^2} \\ &= \sqrt{\frac{1843615}{45} - \left(\frac{9071}{45}\right)^2} \\ &= \sqrt{40969.22 - 40633.60} \\ &= \sqrt{335.62} \\ &= 18.32 \end{aligned}$$

$$\sigma_2^2 = 335.62$$

$$\begin{aligned} &= \sqrt{\frac{\sigma_1^2}{N_1} + \frac{\sigma_2^2}{N_2}} \\ &= \sqrt{\frac{535.05}{45} + \frac{335.62}{45}} \\ &= \sqrt{11.89 + 7.45} \\ &= \sqrt{19.35} \\ &= 4.39 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 z &= \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sigma(\bar{X}_1 - \bar{X}_2)} \\
 &= \frac{201.58 - 185.71}{4.39} \\
 &= \frac{15.87}{4.39} \\
 &= 3.615
 \end{aligned}$$

$$H_0: \mu_1 = \mu_2$$

$$3.615 > 1.96$$

∴ ค่ามีดัชนีเลขคณิตของคะแนนทดสอบทั้งสองคราวแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ จึงปฏิเสธสมมุติฐานที่ว่า $\mu_1 = \mu_2$ และคะแนนจากการทดสอบครั้งหลัง ต่ำกว่าครั้งแรก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ค.

ข้อสอบเลขคณิต - พีชคณิต

ข้อ
.....ข้อ
.....

จงเขียนวงกลมล้อมรอบข้อที่ถูกที่สุด

1. $\sqrt{16y^4}$ มีค่าเท่ากับ

ก. $2y$

ข. $2y^2$

ค. $4y^2$

ง. $8y^2$

2. รากกำลังที่สองของ $\frac{1}{64x^6}$ คือ

ก. $\frac{1}{4x^2}$

ข. $\frac{1}{4x^3}$

ค. $\frac{1}{8x^2}$

ง. $\frac{1}{8x^3}$

3. รากกำลังที่สองของ 16.675 คือ

ก. 4.835

ข. 4.038

ค. 4.083

ง. 4.008

4. รากกำลังที่สองของ 2200 คือ

ก. 110

ข. 46.94

ค. 46.91

ง. 46.90

5. รากกำลังที่สองของ .000144 คือ

ก. 0.12

ข. 0.012

ค. 0.0012

ง. 0.00012

6. รากกำลังที่สองของ $x^2y^2 - 4xy + 4$ คือ

ก. $xy + 4$

ข. $xy - 4$

ค. $xy + 2$

ง. $xy - 2$

7. $(1-3x^2)$ เป็นรากกำลังที่สองของ

ก. $1-6x^2+9x^4$

ข. $1-6x+9x^2$

ค. $1+6x^2-9x^4$

ง. $1+6x+9x^2$

8. $\sqrt{9-6(x-y)+(x-y)^2}$ คือ

ก. $3+x+y$

ข. $3+x-y$

ค. $3-x+y$

ง. $3-x-y$

9. รากกำลังที่สองของ $4a^4 - 4a^3 + 5a^2 - 2a + 1$ คือ
- ก. $2a^2 + a + 1$
 ข. $2a^2 - a + 1$
 ค. $2a^2 + a - 1$
 ง. $2a - a + 1$
10. ถ้า $x - a + \frac{1}{x}$ เป็นรากกำลังที่สองของ $x^2 - 4x + 6 - \frac{1}{x} + \frac{1}{x^2}$ แล้ว a จะมีค่า
- ก. + 2
 ข. - 2
 ค. + 4
 ง. - 4
11. วงกลมวงหนึ่งมีพื้นที่ 154 ซม^2 วงกลมนี้มีรัศมี
- ก. 7
 ข. 14
 ค. 24.5
 ง. 49
12. $\sqrt[5]{-32x^{10}}$ เท่ากับ
- ก. $2x^5$
 ข. $\pm 2x^2$
 ค. $+2x^2$
 ง. $-2x^2$
13. ทิศนรูปสี่เหลี่ยมจตุรัสมีด้านยาวด้านละ 40 วา ทิศนมีพื้นที่
- ก. 80 ตารางวา
 ข. 160 ตารางวา
 ค. 800 ตารางวา
 ง. 1600 ตารางวา
14. ทำถนนล้อมรอบที่ดินทั้ง 4 ด้าน ให้ถนนกว้าง 2 วา ถนนมีพื้นที่
- ก. 352 ตารางวา
 ข. 336 ตารางวา
 ค. 328 ตารางวา
 ง. 320 ตารางวา
15. รากกำลังที่สามของ $700 \times 2 \times 49 \times 5$ เท่ากับ
- ก. 140
 ข. 70
 ค. $35\sqrt[3]{2}$
 ง. $35\sqrt[3]{4}$
16. รากกำลังที่สามของ 0.064 คือ
- ก. 0.4
 ข. 0.8
 ค. 0.04
 ง. 0.08

17. รากกำลังสี่ของ $a^3 + 9a^2b + 27ab^2 + 27b^3$ คือ
- ก. $a + 3b$
 ข. $a - 3b$
 ค. $a + b$
 ง. $a + 9b$
18. สี่เหลี่ยมจัตุรัสมีด้านยาวด้านละ 8 นิ้ว ลากเส้นต่อจุดกึ่งกลางทุกด้านจะเกิด \square ใหม่ซึ่งมีพื้นที่
- ก. 8 ตร.นิ้ว
 ข. 12 "
 ค. 16 "
 ง. 32 "
19. รากกำลังสี่ของ $27x + 108x^2 + 90x^3 - 80x^4 - 60x^5 + 48x^6 - 8x^7$ คือ
- ก. $3 + 4x - 2x^2$
 ข. $3 + 4x - 2x^3$
 ค. $3 + 6x - 2x^2$
 ง. $3 + 12x - 2x^2$
20. \square ขนมแปียกปูนมีเส้นทะแยงมุมยาว 6 นิ้ว และ 10 นิ้ว และด้านยาว 4 นิ้ว จะมีพื้นที่เท่าไร
- ก. 15
 ข. 30
 ค. 60
 ง. 16
21. \square คางหมู มีด้านคู่ขนานยาว 6 และ 10 มีพื้นที่ 236 ตร.ซม. คู่ขนานห่างกันเท่าไร
- ก. 7.86
 ข. 14.75
 ค. 28.87
 ง. 29.5
22. ค่าพาย (π) เป็นค่าคงที่ที่ได้จากอัตราส่วนของ
- ก. เส้นรอบวงกับรัศมี
 ข. เส้นรอบวงกับเส้นผ่าศูนย์กลาง
 ค. พื้นที่วงกลมกับรัศมี
 ง. พื้นที่วงกลมกับเส้นผ่าศูนย์กลาง
23. กระดาษสี่เหลี่ยมจัตุรัสยาวด้านละ 14 นิ้ว นำมาตัดเป็นรูปวงกลมใหญ่ที่สุดเท่าที่จะทำได้ วงกลมนี้มีพื้นที่
- ก. 616 ตร.นิ้ว
 ข. 308 "
 ค. 154 "
 ง. 22 "
24. กลองทรงสี่เหลี่ยมมีด้านยาว 11" กว้าง 4" และสูง 1" มีปริมาตร
- ก. 15 ลูกบาศก์นิ้ว
 ข. 16 "
 ค. 40 "
 ง. 44 "

25. นำทรายที่บรรจุเต็มในกล่องข้อ 24
ภายใต้หลอดทรงกระบอกที่มี 7 นิ้ว
ทรายจะสูง

ก. 0.07 นิ้ว

ข. 0.29 "

ค. 1 "

ง. 2 "

26. ท่อสังกะสีทำดังทรงกระบอกที่ไม่มี
ฝาปิด ให้รัศมียาว 7 นิ้ว สูง 10 นิ้ว
ต้องใช้สังกะสีเท่าใด

ก. 440 ตร.นิ้ว

ข. 374 ตร.นิ้ว

ค. 584 ตร.นิ้ว

ง. 594 ตร.นิ้ว

27. เงินต้น 110 บาทใน 1 ปี อัตรา
ดอกเบี้ย 10% ต่อปี ดอกเบี้ยเป็น
เงินเท่าไร (คิดดอกเบี้ยเชิงเดียว)

ก. 1

ข. 9

ค. 10

ง. 11

28. จงหาดอกเบี้ยทบต้นของเงินต้น
500 บาท ใน 2 ปี อัตราดอกเบี้ย
5%

ก. 26.25

ข. 41.25

ค. 50.00

ง. 51.25

29. เงินต้น 200 บาทในเวลา 1 ปี
อัตราดอกเบี้ย 4% คิดดอกเบี้ยทบต้น
ครึ่งปีต่อครึ่ง จะต้องนำเงินไปคืน
เจ้าหน้าที่

ก. 208 บาท

ข. 208.08 บาท

ค. 204.08 บาท

ง. 212.08 บาท

30. เงินต้น 200 บาท ในเวลา 1 ปี อัตรา
ดอกเบี้ย 4% คิดดอกเบี้ยทบต้นครึ่งปี
ต่อครึ่ง จะต้องนำเงินไปคืนเจ้าหน้าที่

ก. 208 บาท

ข. 208.08 บาท

ค. 204.08 บาท

ง. 212.08 บาท

ข้อสอบเรขาคณิต ม.ศ. 2

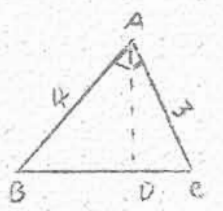
ข้อ ชั้น

จงเขียนวงกลมล้อมรอบข้อความที่ถูกต้องที่สุด

1. $\triangle ABC$ มีด้าน AB และ BC ยาว 9" และ 12" ตามลำดับ $\hat{A}BC = 90^\circ$ ดังนั้น AC ยาว
 - ก. 21 นิ้ว
 - ข. 15 นิ้ว
 - ค. 7.93 นิ้ว
 - ง. 3 นิ้ว

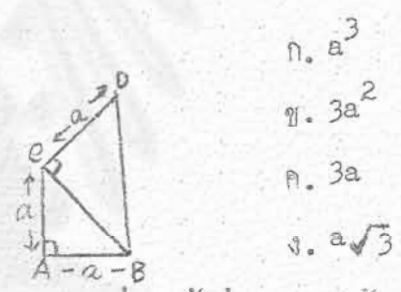
2. \square จตุรัส $ABCD$ มีด้านยาวด้านละ 1 หน่วย ดังนั้นเส้นทแยงมุมจะยาว
 - ก. 1 หน่วย
 - ข. $\sqrt{2}$ หน่วย
 - ค. 2 หน่วย
 - ง. 4 หน่วย

3. จากรูป ABC เป็น \triangle มุมฉาก มีมุม A เป็นมุมฉากลากเส้นจากมุม A มาตั้งฉากกับฐาน BC ที่จุด D ดังนั้น BC จะยาว



- ก. 8
- ข. 7
- ค. 6
- ง. 5

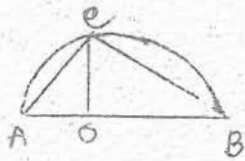
4. จากรูปในข้อ 3 ด้าน AD ยาว
 - ก. 2.4
 - ข. 1.8
 - ค. 1.5
 - ง. 2
5. จากรูป BD จะยาว



- ก. a^3
- ข. $3a^2$
- ค. $3a$
- ง. $a\sqrt{3}$

6. สามเหลี่ยมหน้าจั่ว ABC มีด้านประกอบมุมยอด AB และ AC ยาว 5 ซม. ลากเส้นจากมุมยอด A มาตั้งฉากกับฐาน BC ซึ่งยาว 8 ซม. ที่จุด D ดังนั้นความสูงของ $\triangle ABC$ คือ
 - ก. 3 ซม.
 - ข. 4 ซม.
 - ค. 5 ซม.
 - ง. 6 ซม.

7. เป็นเส้นผ่าศูนย์กลางของครึ่งวงกลม มีจุดศูนย์กลางอยู่ที่ O ให้ยาว 4 ซม. ดังนั้น ΔO^2 จะเท่ากับ



- ก. 2
- ข. 4
- ค. 8
- ง. 16

8. จากรูปในข้อ 7 $AC^2 + BC^2$ เท่ากับ

- ก. 16
- ข. 14
- ค. 12
- ง. 8

9. ABCD เป็นสี่เหลี่ยมคางหมูดังรูป ดังนั้นส่วนสูงของ \square คางหมูจะเท่ากับ

- ก. 9
- ข. 6.24
- ค. 3
- ง. 1

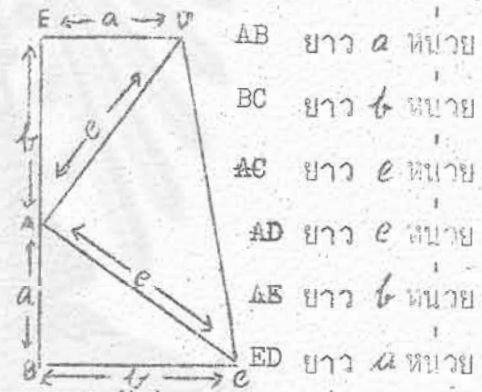
10. จากโจทย์ข้อ 9 พื้นที่เหลี่ยมคางหมูจะเท่ากับ

- ก. 81
- ข. 54
- ค. 27
- ง. 21

11. ABCD เป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัสรูปที่หนึ่งมีด้านยาวด้านละ 4 ซม. O เป็นจุดศูนย์กลางของเส้นทแยงมุม BD ดังนั้น DO^2 มีค่า

- ก. 9
- ข. 8
- ค. 7
- ง. 6

12. ให้



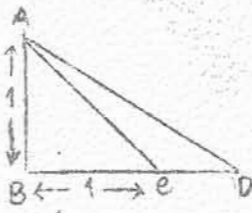
ดังนั้นพื้นที่ ΔABC จะเท่ากับ

- ก. C^2
- ข. $\frac{1}{2} C^2$
- ค. $2C\sqrt{3C}$
- ง. $3C$

13. จากรูปในข้อ 12 พื้นที่เหลี่ยมคางหมู BCDE เท่ากับ

- ก. $\frac{1}{2} (a^2 + b)^2$
- ข. $\frac{1}{2} (a^2 + b)^2$
- ค. $\frac{1}{2} (a^2 + 2ab + b^2)$
- ง. $\frac{1}{2} (a^2 - 2ab + C^2)$

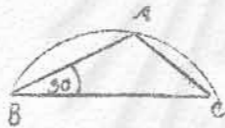
14. $\triangle ABC$ เป็น \triangle มุมฉาก มี $BD=AC$ ดังนั้น $\triangle D^2$ จะมีพื้นที่



- ก. 1
- ข. 2
- ค. $\sqrt{2}$
- ง. 3

15. มุม A เป็นมุมภายในในครึ่งวงกลม ให้ $\hat{B} = 30^\circ$ ดังนั้น \hat{C} จะกาง

- ก. 45°
- ข. 60°
- ค. 90°
- ง. 150°

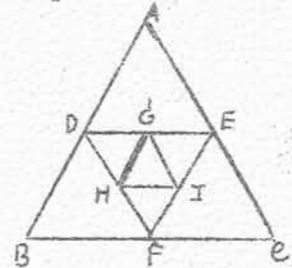


16. จากรูปข้อ 15 ถ้ามุม B โตขึ้น มุม A จะกาง
- ก. โตขึ้น
 - ข. เล็กลง
 - ค. เท่าเดิม
 - ง. เป็นมุมกลับ

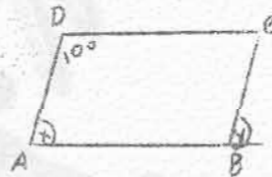
17. รูป $\triangle ABC$ มีด้านยาวด้านละ 6", 8" และ 10" ตามลำดับ $\triangle ABC$ จะเป็นสามเหลี่ยม
- ก. มุมแหลม
 - ข. มุมป้าน
 - ค. มุมฉาก
 - ง. มุมกางไม่เท่ากัน

18. $\triangle ABC$ เป็น \triangle ด้านเท่ายาวด้านละ 4" จงหาเส้นรอบรูปของ $\triangle GHI$

- ก. 1
- ข. 2
- ค. 3
- ง. 4

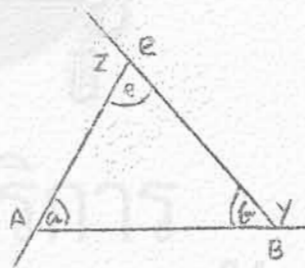


19. ABCD เป็น \square รูปหนึ่ง มี $\hat{X}=\hat{Y}$, $\hat{D} = 100^\circ$ ต้องการพิสูจน์ว่า ABCD เป็น \square ด้านขนาน ต้องใช้หลักการอะไรที่สุด



- ก. มุมแย้ง
- ข. มุมประชิด
- ค. มุมตรงข้าม
- ง. มุมสมนัย

- 20.



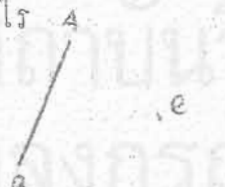
จากรูป

- ก. $\hat{x}+\hat{y}+\hat{z} = \hat{a}+\hat{b}+\hat{c}$
- ข. $\hat{x}+\hat{y}+\hat{z} = 2(\hat{a}+\hat{b}+\hat{c})$
- ค. $\hat{x}+\hat{y}+\hat{z} = 2(\hat{a}+\hat{b}+\hat{c})$
- ง. $\hat{x}+\hat{y}+\hat{z} = 180^\circ$

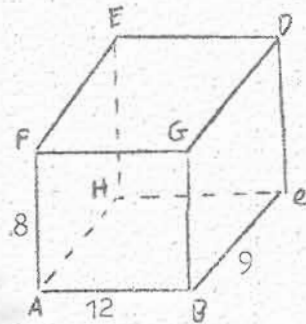
21. สี่เหลี่ยมรูปว่าวใด เมื่อลากเส้นทแยงมุมใดก็ตามจะทำให้เกิด Δ 2 รูปที่เท่ากันทุกประการเสมอ
- ด้านขนานหรือขนมเป็ยกมุม
 - จัตุรัสหรือทนมเป็ยกมุม
 - ด้านขนานหรือจัตุรัส
 - ด้านขนานหรือผืนผ้า

22. สี่เหลี่ยมด้านขนานและสี่เหลี่ยมผืนผ้า มีคุณสมบัติเหมือนกันอยู่อย่างหนึ่งคือ
- เส้นทแยงมุมแบ่งครึ่งซึ่งกันและกัน
 - " ยาวเท่ากัน
 - " แบ่งครึ่งมุมตรงข้าม
 - " ทั้งฉากซึ่งกันและกัน

23. ถ้าต้องการลากเส้นขนานกับ AB ให้ผ่านจุด C โดยมีเครื่องมือเพียงไม้บรรทัดหนึ่งอัน และคินสอ 1 แท่งเราจะเริ่มสร้างอย่างไร

- 
- ลากเส้น
 - ลากเส้น
 - แบ่งครึ่ง AB ที่ D
 - ลาก $CD \perp AB$

24.



รูป ABCDEFGH

มี $AF = 8''$ $AB = 12''$ $BC = 9''$ ดังนั้น ถ้าลาก AC , ABC จะเป็น Δ

- มุมแหลม
- มุมป้าน
- มุมฉาก
- มุมตรง

25. จากข้อ 24 ΔC จะยาว

- 21
- 15
- 8
- 3

แบบสอบถาม

แบบสอบถามต่อไปนี้ เป็นแบบสอบถามเกี่ยวกับความคิดเห็นของท่าน ในวิชา
คณิตศาสตร์ ขอให้ท่านอ่านแล้วพิจารณาไตร่ตรองดูว่า ท่านเห็นด้วยหรือไม่ เพื่อกักฉันทินใจ
 ค่ะแล้ว ให้ท่านกาเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องในกระดาษคำตอบตามความคิดเห็นของท่าน
 ดังตัวอย่างการตอบข้อ (๐) และข้อ (๐๐) ดังนี้

เห็นด้วย อย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย อย่างยิ่ง
		✓		
	✓			

(๐) คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เรียนง่าย

(๐๐) คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่น่าสนใจ

แบบสอบถามมีทั้งหมด 56 ข้อ และมีเวลาทำ 40 นาที คำตอบของทุก ๆ ท่าน
 จะเก็บไว้เป็นความลับ และจะไม่เปิดเผยหรือเผยแพร่ต่อผลการเรียนของท่านแต่อย่างใด
 ขอให้ท่านตอบทุกข้อ อย่าได้เว้นข้ามข้อใดข้อหนึ่งไป เพื่อประโยชน์ในการนำคะแนนไป
 แปลผล

ขอขอบคุณทุกท่านที่ให้ความร่วมมือ

สุเทพ บุครกัณฑ์

นิสิตปริญญาโท สาขาการวัดผลการศึกษา

วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร นครหลวงกรุงเทพธนบุรี

1. ศึกษาคณิตศาสตร์สามารถนำไปใช้กับวิชาอื่น ๆ ได้
2. นักเรียนควรสนใจที่จะแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์ที่แปลก ๆ
3. ตำราคณิตศาสตร์ใหม่ ๆ เป็นสิ่งที่น่าสนใจ
4. ทางโรงเรียนควรจัดนิทรรศการเกี่ยวกับคณิตศาสตร์บ้าง
5. ควรจะเพิ่มชั่วโมงเรียนคณิตศาสตร์ให้มากกว่านี้
6. เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์มีความเหมาะสมและเป็นประโยชน์ต่อผู้เรียน
7. ในห้องสมุดควรมีตำราคณิตศาสตร์มาก ๆ
8. ศึกษาคณิตศาสตร์มีส่วนช่วยในการพัฒนาสังคมและประชาชาติ
9. คณิตศาสตร์ เป็นวิชาที่น่าสนใจ
10. ทางโรงเรียนควร เชื้อเชิญผู้เชี่ยวชาญทางคณิตศาสตร์มาบรรยายให้นักเรียนฟัง
11. ในการดำเนินกิจการต่าง ๆ ต้องอาศัยวิชาคณิตศาสตร์เป็นส่วนมาก
12. ครูควรมีอุปกรณ์ในการสอนวิชาคณิตศาสตร์
13. ครูควรจัดสอนพิเศษในวิชาคณิตศาสตร์ให้แก่ักเรียน
14. ควรจัดให้มีการอภิปรายในชั่วโมงเรียนวิชาคณิตศาสตร์
15. เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ช่วยให้คนมีความสังเกตเพิ่มขึ้น
16. คณิตศาสตร์ เป็นวิชาที่มีความสำคัญ
17. ชั่วโมงเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เป็นชั่วโมงที่สนุกสนาน
18. ครูสอนคณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญในการพัฒนาสติปัญญาของนักเรียน
19. คนจะมีเหตุผลและมีระเบียบวินัยต้องอาศัยวิชาคณิตศาสตร์
20. ผู้ที่จะลงพุนสาขาใดควรมีความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์
21. นักเรียนควรสนใจทำแบบฝึกหัดวิชาคณิตศาสตร์ให้มาก
22. วิชาคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์กับทุก ๆ วิชา
23. นักวิทยาศาสตร์ต้องนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหา
24. วิชาคณิตศาสตร์สามารถนำไปใช้ในทีวีตประจำวันได้

25. โรงเรียนควรจัดตั้งศูนย์คณิตศาสตร์ขึ้น
26. เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์มีความละเอียดพอและเหมาะกับเวลาเรียน
27. เมื่อมีปัญหเกี่ยวกับคณิตศาสตร์นักเรียนควรจะช่วยตัวเอง
28. เมื่อเรียนวิชาคณิตศาสตร์แล้วจะทำให้เกิดความสับสนในสมอง
29. การเปลี่ยนแปลงตำราเรียนคณิตศาสตร์อยู่เรื่อย ๆ ทำให้ไม่น่าสนใจ
30. การตอบปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นเรื่องที่ไม่น่าสนใจ
31. นักเรียนควรลอกแบบฝึกหัดให้เสร็จก่อนที่จะถึงชั่วโมงเรียนคณิตศาสตร์
32. นักเรียนรู้สึกไร้ค่าเมื่อเด็กรุ่นน้องถามปัญหาทางคณิตศาสตร์
33. เวลาสอนวิชาคณิตศาสตร์ครูไม่ควรถามนักเรียนมาก ควรสอนไปเรื่อย ๆ
34. คนที่โคะแนนคณิตศาสตร์ต่ำแต่โคะแนนวิชาอื่นสูง แสดงว่าคนนั้นรู้จักเอาตัวรอดได้ดี
35. ถ้าตีวิชาคณิตศาสตร์ออกจากหลักสูตร นักเรียนจะสบายใจมาก
36. นักเรียนรู้สึกไม่สบายใจเมื่อครูให้ทำแบบฝึกหัดวิชาคณิตศาสตร์
37. คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีคะแนนสูง แต่มีประโยชน์น้อย
38. เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์บางเรื่องยากเกินไป ไม่ควรนำมาสอนในระดับนี้
39. การเรียนวิชาคณิตศาสตร์ไม่สามารถจะซัดเกลานิสัยของคนได้
40. ระหว่างคณิตศาสตร์กับวิชาอื่น นักเรียนควรจะสนใจวิชาอื่นมากกว่า
41. ผู้ที่สนใจเรียนวิชาคณิตศาสตร์ มักจะโคะแนนวิชาอื่นต่ำ
42. ครูสอนวิชาคณิตศาสตร์ไม่ควรจู้เรื่องการทำแบบฝึกหัดมากเกินไป
43. นักเรียนควรทำแบบฝึกหัดคณิตศาสตร์เฉพาะข้อที่ครูกำหนดให้เท่านั้น
44. คนเราอาจจะไม่ต้องใช้วิชาคณิตศาสตร์เลย โดยใช้วิชาอื่น ๆ แทนก็ได้
45. การเรียนวิชาคณิตศาสตร์มาก ๆ อาจจะทำให้เป็นโรคประสาทก็ได้
46. ครูสอนวิชาคณิตศาสตร์ไม่ควรรบกวนให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดมากเกินไป
47. ควรให้ตำราเรียนวิชาคณิตศาสตร์เฉพาะเล่มที่ครูกำหนดให้พอ

48. วิธีการทางคณิตศาสตร์ เป็นวิธีการที่สลับซับซ้อนมากเกินไป
49. นักเรียนรู้สึกหนักใจเมื่อถึงเวลาสอบวิชาคณิตศาสตร์
50. การเรียนวิชาคณิตศาสตร์ไม่จำเป็นต้องทำแบบฝึกหัดมาก
51. ถ้าไม่มีวิชาคณิตศาสตร์นักเรียนคงจะสอบตกนอกลง
52. แบบฝึกหัดวิชาคณิตศาสตร์บางข้อที่ยาก ๆ อาจหองเอาได้
53. การทำแบบฝึกหัดวิชาคณิตศาสตร์ด้วยตนเอง ไม่ค่อยได้ผลเท่ากับการ
ไต่ถามคนอื่น
54. การเรียนวิชาคณิตศาสตร์โดยการลอกคนอื่นได้ผลดี
55. ไม่ควรเชื่อกำล่าวที่ว่า "คณิตศาสตร์เป็นราชินีของวิทยาศาสตร์"
56. คนขยันและฉลาดเท่านั้นที่จะเรียนวิชาคณิตศาสตร์ได้

.....

ขอขอบคุณทุก ๆ ท่าน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ง

แบบฝึกหัดคณิตศาสตร์แบบทดสอบ

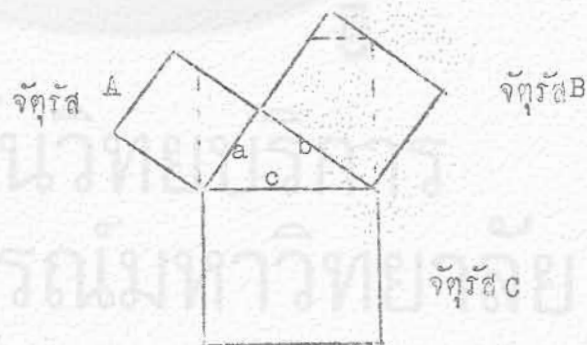


สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ทฤษฎีไพทาโกรัส

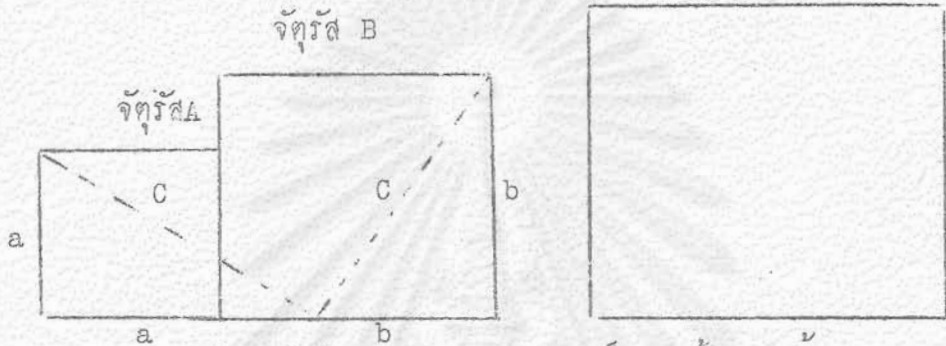
วัตถุประสงค์ เพื่อให้นักเรียนได้เข้าใจทฤษฎีไพทาโกรัสอย่างชัดเจน
อุปกรณ์ กรรไกร คินสอ กระดาษ ไม้บรรทัด
วิธีการ ก.

1. สร้างรูปสามเหลี่ยมมุมฉากขึ้น 1 รูป ทำเครื่องหมายบอก
 ว่ามุมไหนเป็นมุมฉาก ใ้คานตรงข้ามมุมฉากชื่อว่า C อีกสอง
 คานที่ประกอบมุมฉากเรียกว่า a และ b สร้างสี่เหลี่ยม
 จตุรัส C บนคาน C จตุรัส B บนคาน b จตุรัส A
 บนคาน a แบ่งรูปจตุรัส A โดยลากเส้นจากปลายของคาน
 ตรงข้ามมุมฉากเส้นตั้งฉากขึ้นไปจนพบกันในรูปจตุรัส B แบ่ง
 ออกเป็น 3 ส่วน โดยลากเส้นตั้งฉากจากคานตรงข้ามมุมฉาก
 พบกับคานหนึ่งของจตุรัส A แล้วลากเส้นอีกเส้นหนึ่งขนานกับ
 คานตรงข้ามมุมฉาก



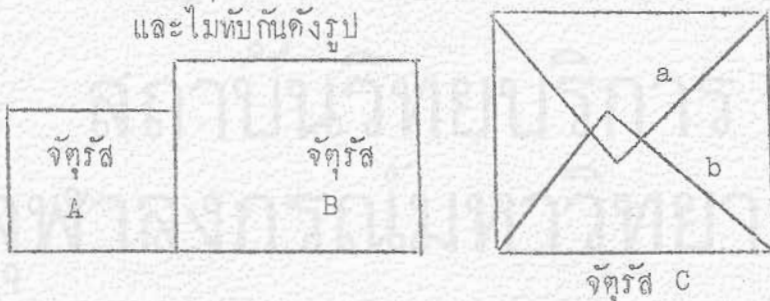
2. ตัดรูปจตุรัส A ออกเป็น 2 ส่วน และจตุรัส B ออกเป็น
 3 ส่วน ตามเส้นที่ลากไว้
3. นักเรียนจงบรรจุชิ้นส่วนทั้ง 5 ชิ้นนี้ในจตุรัส C
4. $a^2 + b^2 = c^2$ หรือไม่ เพราะเหตุใด

- ข. 1. กอปปี้จัตุรัส A, B และ C จากข้อ ก. นำจัตุรัส A และ B มาวางไว้ติดกัน ลากเส้นประจากปลายของจัตุรัส A และ B ให้ยาวเท่าด้าน C พบกันที่จุด ๆ หนึ่ง



2. ตัดรูปจัตุรัส A และ B ออกเป็น 5 ชิ้นตามเส้น
3. จงแสดงว่าชิ้นส่วนทั้ง 5 ชิ้นสามารถบรรจุอยู่ในจัตุรัส C ได้
4. $a^2 + b^2 = c^2$ หรือไม่ เพราะเหตุใด

- ค. 1. หากกอบนจัตุรัส A, B และ C วางรูปจัตุรัส A และ B ให้ติดกับด้านหนึ่งที่จัตุรัส C นั้น ที่มุมยอดทั้ง 4 สร้างรูปสามเหลี่ยมมุมฉากใหม่มีด้านหนึ่งเป็น a, b, c และสามเหลี่ยมนั้นอยู่ภายในจัตุรัสและไม่ทับกันดังรูป

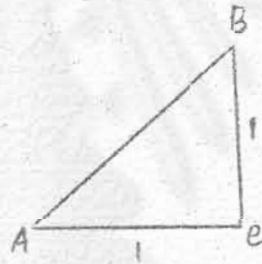


2. จัดรูปจากจัตุรัส C ออกเป็น 5 ชิ้น
3. จงแสดงว่าทั้ง 5 ชิ้นนั้น จะบรรจุในจัตุรัส A และ B ได้หรือไม่
4. $a^2 + b^2 = c^2$ หรือไม่ เพราะเหตุใด

ค่าของรากที่สอง

- วัตถุประสงค์
1. เพื่อให้นักเรียนได้ทราบถึงที่มาของรากที่สองค่าต่าง ๆ
 2. เพื่อให้ได้มีทักษะในการวาดรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก
 3. เพื่อให้นักเรียนรู้จักวิธีเสนอบนรูปแบบ อุปกรณและเครื่องมือ กระจกกราฟ ไม้นับตัด ไมโปรแทรกเตอร์ กรรไกร เทปกระดาษสี

- วิธีดำเนินการ
1. วางกระดาษกราฟลงบนโต๊ะสร้างสามเหลี่ยมมุมฉาก ABC โดยให้มีความประกอบมุมฉากยาวด้านละ 1 หน่วย ตั้งแนวด้านตรงข้ามมุมฉากยาว 1 หน่วย



ตัดเทปกระดาษสีให้ยาวเท่ากับด้านตรงข้ามมุมฉาก AB ความยาวของเทปคือ $\sqrt{2}$ หน่วย

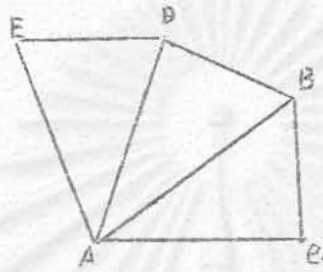
2. สร้างสามเหลี่ยมมุมฉากอีกรูปหนึ่ง โดยให้ AB เป็นด้านประกอบมุมฉากด้านหนึ่ง และด้านประกอบมุมฉากอีกด้านหนึ่งยาว 1 หน่วย ให้มุม B เป็นมุมฉาก ดังนั้นด้านตรงข้ามมุมฉาก AD ยาว 1 หน่วย



ตัดเทปกระดาษสีให้ยาวเท่ากับด้าน AD ความยาวของเทปนี้จะยาว

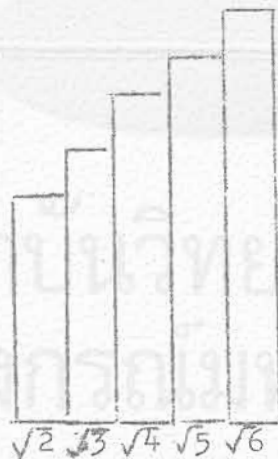
$\sqrt{3}$ หน่วย

3. สร้างสามเหลี่ยมมุมฉากอีกรูปหนึ่งโดยให้ AD เป็นด้านประกอบมุมฉาก
 ด้านหนึ่ง มีมุม D เป็นมุมฉาก ด้านประกอบมุมฉากอีกด้านหนึ่งคือ DE ยาว 1 หน่วย ดังนั้น
 ด้านตรงข้ามมุมฉาก AE ยาวกี่หน่วย



ตัดเทพกระดาษสี่เหลี่ยมเท่ากับ AE ดังนั้นความยาวของเทปนี้คือ $\sqrt{4}$
 หน่วยนักเรียนอาจจะถูกตองหรือไม่โดยเปรียบเทียบความยาวของเทปนี้กับหน่วยที่เริ่มทำ
 ความยาวของเทปจะต้องยาวเท่ากัน

4. โดยวิธีการเช่นนี้ ทำต่อไปจนได้ความยาวของเทปเป็น $\sqrt{2}$ $\sqrt{3}$
 $\sqrt{4}$ $\sqrt{5}$ $\sqrt{6}$ ของความยาวของเทปทั้ง 5 คำมาตั้งเป็นกราฟดังนี้



ค่าของพาย(π)

วัตถุประสงค์ เพื่อให้ให้นักเรียนได้รู้จักการหาค่าของพายจากวัตถุที่เป็นวงกลม

อุปกรณ์ วัตถุที่เป็นวงกลมที่นักเรียนหามาขนาดต่าง ๆ กัน 6 อัน เช่น ล้อรถจักรยาน, กระจก กระจก ของเล่นที่เป็นวงกลม ฝากระจก

วิธีการดำเนินการทดลอง

ก. ขั้นพบทวน

1. วงกลมคือรูปแบบราบที่เป็นรูปปิด มีจุดทุก ๆ จุดอยู่ห่างจากจุด ๆ หนึ่งนั้น เรียกว่า
2. เส้นตรงที่ผ่านจุดกึ่งกลางของวงกลมและไปพบกับเส้นรอบวงทั้งสองข้าง เส้นนั้นเรียกว่า
3. เส้นรอบวงของวงกลม คือ

ข. ขั้นดำเนินการทดลอง

วัดเส้นรอบวงและเส้นผ่าศูนย์กลางของวงกลมของนักเรียนที่วัดหามาทั้ง 6 อัน เมื่อวัดได้เท่าไร นำข้อมูลใส่ในตารางข้างล่างนี้ คำนวณผลบวกของเส้นรอบวงและเส้นผ่าศูนย์กลาง ผลต่างของเส้นรอบวงและเส้นผ่าศูนย์กลาง ผลคูณและผลหารของเส้นรอบวงและเส้นผ่าศูนย์กลางของวัตถุแต่ละอัน

วัตถุ	เส้นรอบวง (C)	เส้นผ่าศูนย์กลาง (D)	$C + D$	$C - D$	$C \times D$	$C \div D$
1						
2						
3						
4						
5						
6						

1. จากตารางดังกล่าว นักเรียนจงสังเกตุว่าในช่องไหนที่มีค่าใกล้เคียงกันที่สุด
2. จงหาค่าเฉลี่ยของค่าตารางของนั้น
3. จากผลของข้อ 1 และ 2 ที่นักเรียนหาคได้จากตารางของผลการคำนวณ ค่านี้ใกล้เคียงกับ 3.14 ไหม
4. ในภาษาคณิตศาสตร์ เราเรียกอัตราส่วนของเส้นรอบวงและเส้นผ่าศูนย์กลางของวงกลมนี้ว่าค่าพาย
5. ดังนั้น เส้นรอบวงของวงกลมจะมีค่าเป็น เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลางวงกลม
6. นักเรียนพอจะคำนวณหาค่าเส้นรอบวงของวงกลมต่อไปหรือไม่ จงได้ลงในตารางข้างล่างนี้

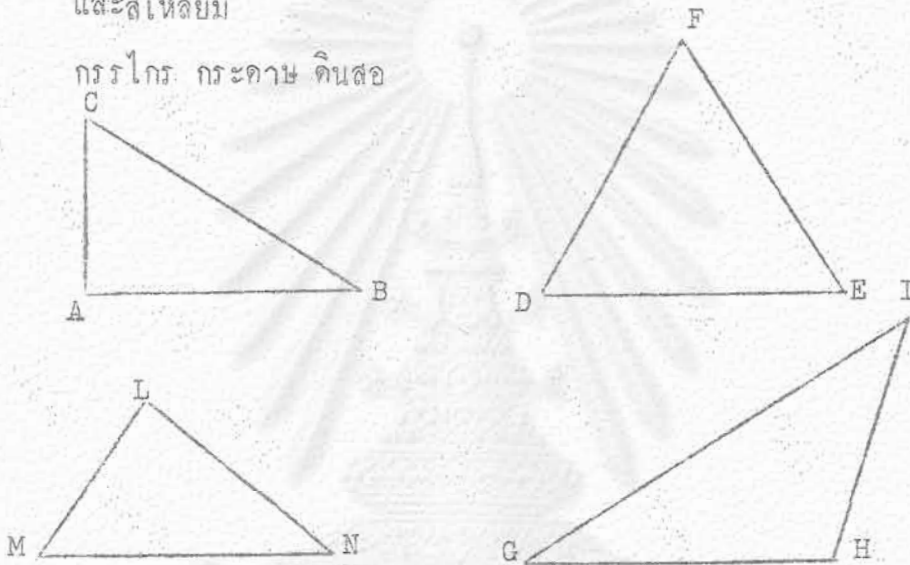
	เส้นผ่าศูนย์กลาง	เส้นรอบวง
ลอรธ	7 นิ้ว	
กระป๋อง	6 นิ้ว	
ตระกร้า	21 นิ้ว	

7. ถ้านักเรียนรู้ค่าของพาย (π) และเส้นรอบวง นักเรียนจะหาสูตรที่คำนวณค่าของเส้นผ่าศูนย์กลางว่าเป็นอย่างไร
8. รัศมีของวงกลมคือ เส้นตรงจากจุดศูนย์กลางของวงกลมไปพบเส้นรอบวงด้านหนึ่ง ถ้านักเรียนทราบค่าของเส้นรอบวง จะหาค่าของรัศมีวงกลมว่าเป็นอย่างไร
9. จงหาเส้นรอบวงกลมซึ่งมีรัศมียาว 3 นิ้ว

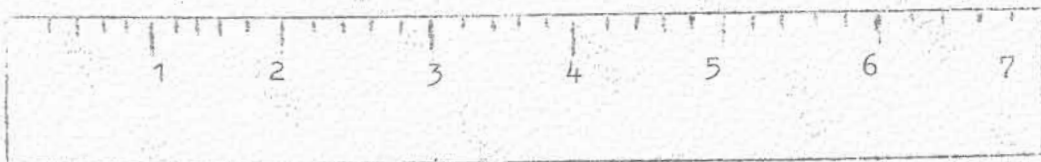
จุดกึ่งกลางของสามเหลี่ยมและสี่เหลี่ยม

วัตถุประสงค์ เพื่อให้นักเรียนได้ประสบการณ์ตรงโดยการวัดความยาวเส้นตรงที่ต่อจากจุดกึ่งกลางของด้านสามเหลี่ยมและสี่เหลี่ยม และจะได้นพบความสัมพันธ์ของความยาวของเส้นตรงที่ต่อระหว่างจุดกึ่งกลางของด้านสามเหลี่ยมและสี่เหลี่ยมและสี่เหลี่ยม

อุปกรณ์ กรรไกร กระดาษ ดินสอ

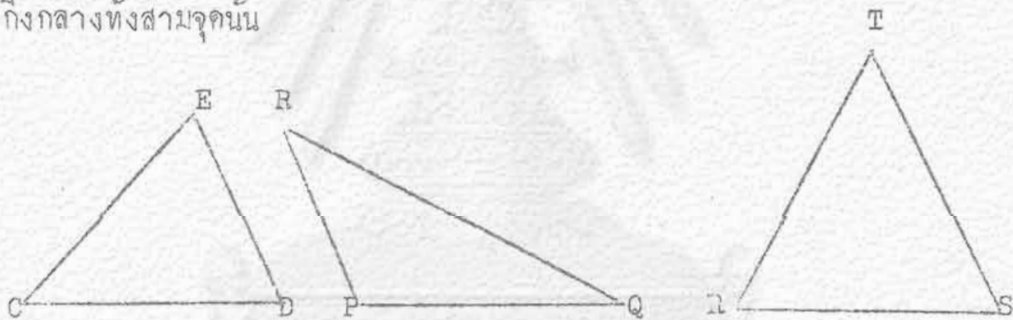


1. ให้ AB, DE, GH และ MN เป็นฐานของสามเหลี่ยม ABC, DEF, GHI และ MNL
2. ตัดรูปไม้บรรทัดจากข้างล่างนี้ หาจุดกึ่งกลางของด้าน AC และ BC, DF และ EF, GI และ IH, ML และ NL
3. ทอดจุดกึ่งกลางของด้านทั้งสองของสามเหลี่ยมแต่ละรูปคึงกล่าว
4. จงวัดฐานของสามเหลี่ยม และวัดความยาวของเส้นที่ต่อจุดกึ่งกลางของด้านทั้งสองของสามเหลี่ยม เมื่อวัดได้แล้วบรรจุขอมูลลงในตารางต่อไปนี้



รูปสามเหลี่ยม	ความยาวของฐาน	ความยาวของเส้นที่ต่อจุดกึ่งกลางของด้านทั้งสอง
$\triangle ABC$		
$\triangle DEF$		
$\triangle GHI$		
$\triangle MNL$		

5. จากตารางดังกล่าว จงเติมคำต่อไปนี้
 "ในสามเหลี่ยมใด ๆ ความยาวของเส้นที่ต่อจุดกึ่งกลางของด้านทั้งสองของสามเหลี่ยม
 เป็น ของความยาวของสามเหลี่ยมนั้น"
6. ในสามเหลี่ยมต่อไปนี้ จงหาจุดกึ่งกลางของด้านทั้งสามของสามเหลี่ยม ลากเส้นที่ต่อ
 จุดกึ่งกลางทั้งสามจุดนั้น



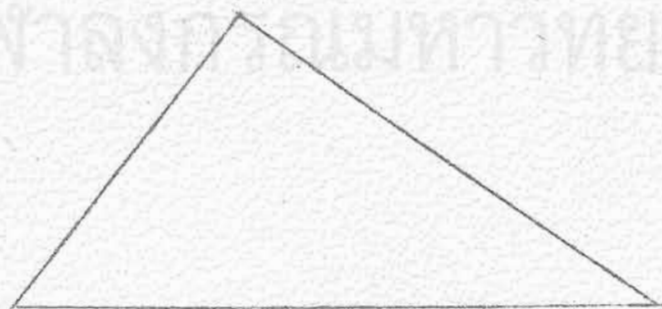
7. วัดเส้นรอบรูปของสามเหลี่ยมทั้งสาม และวัดเส้นรอบรูปของรูปสามเหลี่ยมเล็กที่อยู่
 ภายใน เติมข้อมูลลงในตารางข้างล่างนี้

รูปสามเหลี่ยม	เส้นรอบรูปของ	
	สามเหลี่ยมรูปใหญ่	สามเหลี่ยมเล็กที่อยู่ภายใน
$\triangle CEP$		
$\triangle PQR$		
$\triangle RST$		

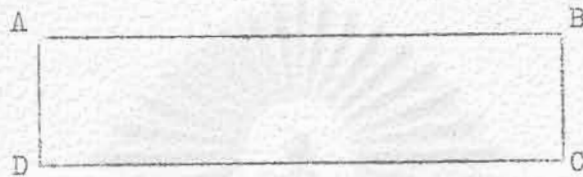
8. ถ้าเส้นรอบรูปของสามเหลี่ยมรูปใหญ่เป็น "a" หน่วย และเส้นรอบรูปของรูปสามเหลี่ยมเล็กภายในเป็น "b" หน่วย นักเรียนจงหาสูตรที่แสดงความสัมพันธ์ของเส้นรอบรูปทั้งสองนั้น
9. จงใช้สูตรที่ได้นั้น คำนวณหาความยาวต่อไปนี้

เส้นรอบรูปของ	
สามเหลี่ยมรูปใหญ่	สามเหลี่ยมรูปเล็กภายใน
12	
$5\frac{1}{2}$	3
	$4\frac{1}{2}$
$16\frac{1}{2}$	
	$3\frac{1}{4}$

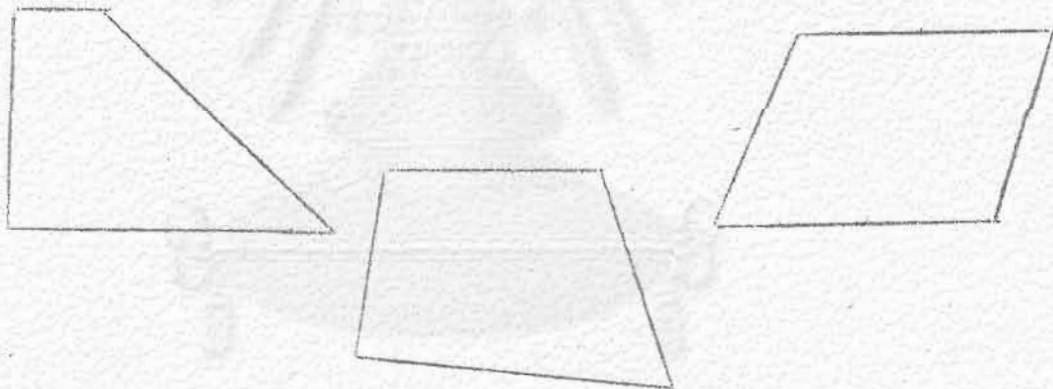
10. ถ้านักเรียนต้องการสร้างรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายคลึงกับรูปสามเหลี่ยมข้างล่างนี้ แต่ให้มีเส้นรอบรูปเป็น $\frac{1}{4}$ ของสามเหลี่ยมเดิม จงแสดงว่าจะสร้างอย่างไร



11. ในรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ABCD จงหาจุดกึ่งกลางของด้าน AB, BC, CD, DA
ให้จุดกึ่งกลางทั้ง 4 จุดนั้นคือ E, F, G, H ตามลำดับ



12. ลากเส้นต่อจุดกึ่งกลาง EF, FG, GH และ HE
 13. รูปสี่เหลี่ยม EFGH เป็นสี่เหลี่ยมอะไร
 14. ในรูปสี่เหลี่ยมต่อไปนี้ ลากเส้นต่อจุดกึ่งกลางของด้านทั้งสี่



15. เมื่อลากเส้นต่อจุดกึ่งกลางของด้านทั้งสี่ (อย่าให้เส้นที่ต่อจุดกึ่งกลางนั้นตัดกัน)
เราจะได้เป็นรูปสี่เหลี่ยมอะไร

ปริมาตรและพื้นที่ของผิว

วัตถุประสงค์

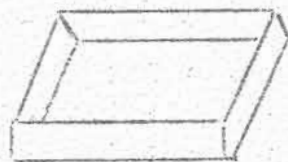
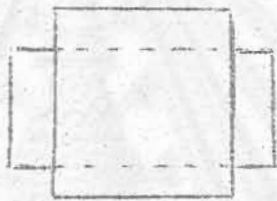
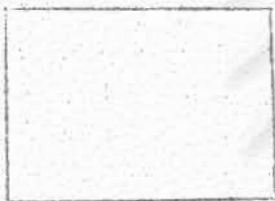
- 1) เพื่อให้นักเรียนได้สร้างกล่องสี่เหลี่ยม
- 2) ให้รู้จักคำนวณหาปริมาตรและพื้นที่ผิวของกล่องสี่เหลี่ยม
- 3) เพื่อให้นักเรียนได้รู้จักหากล่องขนาดประหยัดที่ผลิตขึ้น

อุปกรณ์

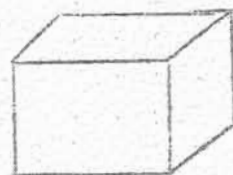
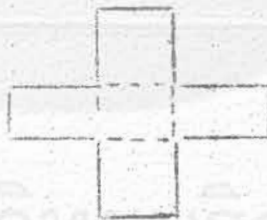
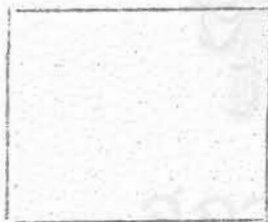
กรรไกร Cellophane tape ไม้บรรทัด กระดาษแข็ง 1 - 3 แผ่น

วิธีทำ

ในการทำกล่องกระดาษคานบนเปิด ใช้กระดาษแข็งยาว 10 ซม. กว้าง 7 ซม. ตัดมุมสี่เหลี่ยมจัตุรัส และพับตามรอยปรุ จะได้กล่องสี่เหลี่ยมคานบนหน้าเปิด



ถ้าตัดมุมสี่เหลี่ยมจัตุรัส จะได้กล่องที่ทรงสูงชันแต่มีฐานเล็กกว่า



ส่วน ก.

1. ถ้าโรงงานต้องการสร้างกล่องที่มีปริมาตรมากที่สุด ให้นักเรียนเปิดดูเกณฑ์ที่ 3 และทำตามนั้น เพื่อจะพับเป็นกล่องคานบนหน้าเปิด
2. จงคำนวณหาปริมาตรของกล่องแต่ละกล่อง
3. วัดกล่องแต่ละกล่องทั้งคานกว้าง ยาว และ สูง และคำนวณหาปริมาตร

	ความกว้าง (ก)	ความยาว (ย)	ความสูง (ล)	ปริมาตร
กล่องที่ 1	ขม.	ขม.	ขม.	ขม. ³
กล่องที่ 2	ขม.	ขม.	ขม.	ขม. ³
กล่องที่ 3	ขม.	ขม.	ขม.	ขม. ³

ปริมาตรของกล่องคำนวณได้จาก กว้าง \times ยาว \times สูง

4. กล่องไหนที่มีปริมาตรมากที่สุด

ส่วนช.

5. ถ้าโรงงานทำกล่องกระดาษต้องการหากกล่องที่มีพื้นที่ผิวน้อยที่สุด พื้นที่ผิวของกล่องได้จากผลบวกของพื้นที่ของทุกด้าน จงหาพื้นที่ผิวของกล่องที่ 3 นั้น และหาว่ากล่องไหนมีพื้นที่ผิวน้อยที่สุด

กล่องที่ 1 กล่องที่ 2 กล่องที่ 3

พื้นที่ผิวด้านหน้า (ยาว \times สูง)			
พื้นที่ผิวด้านหลัง (ยาว \times สูง)			
พื้นที่ผิวด้านข้าง (กว้าง \times สูง)			
พื้นที่ผิวด้านข้าง (กว้าง \times สูง)			
พื้นที่ผิวส่วนล่าง (กว้าง \times ยาว)			

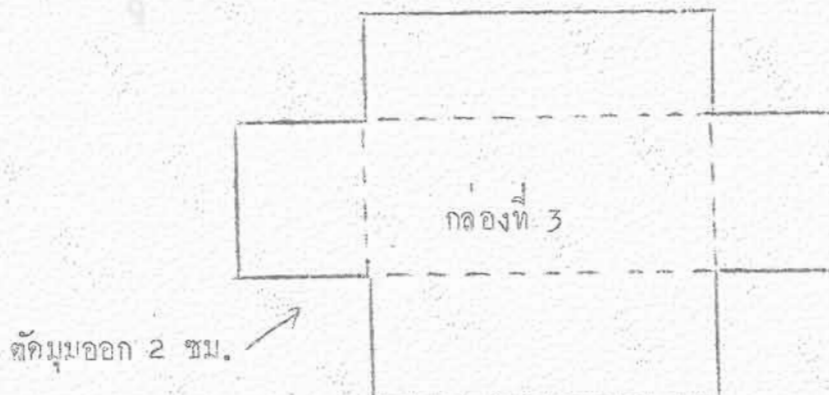
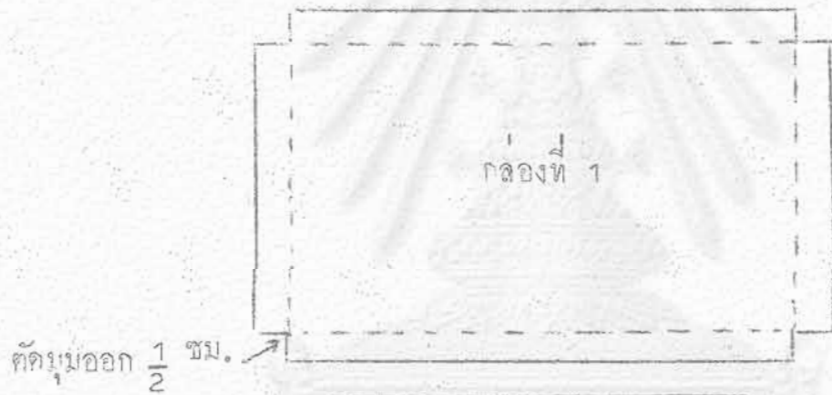
6. โรงงานต้องการซื้อกล่องที่มีราคาประหยัดที่สุดโดยคิดให้พื้นที่ผิว 1 ตารางเซนติเมตรต่อราคา 1 สตางค์ โรงงานจะต้องหากกล่องขนาดประหยัด (คือประหยัดราคาซื้อ) นักเรียนจงหากกล่องที่มีราคาประหยัดที่สุด โดยหาราคาคอปริมาตรของกล่อง

กล่องที่ 1 กล่องที่ 2 กล่องที่ 3

พื้นที่ผิว ราคาต่อพื้นที่ตารางเซนติเมตร (0.01บาท)

ปริมาตร

กล่องไหนเป็นกล่องที่โรงงานซื้อได้ประหยัดสุด
ตัดกระดาษตามรูปกล่องทั้ง 3 นี้



เส้นทแยงมุมของรูปเหลี่ยม

วัตถุประสงค์ เพื่อนักเรียนจะได้

1. ค้นพบและหาสูตรเพื่อใช้เพื่อหาเส้นทแยงมุมในรูปสามเหลี่ยมทางเรขาคณิต
2. ใช้สูตรที่ค้นพบไปแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวัน

อุปกรณ์

กระดาษ คินสอ ไม้บรรทัด

วิธีการ

1. เส้นทแยงมุมของรูปเหลี่ยมทางเรขาคณิตคือ เส้นที่ลากจากมุมยอดของรูปเหลี่ยมไปยังอีกมุมหนึ่ง ที่มุมทั้งสองนั้นไม่อยู่บนเส้นตรงเดียวกัน
2. ให้นักเรียนลากเส้นทแยงมุมจากยอดของรูปเหลี่ยมข้างล่างนี้ และตอบคำถามในตารางนี้

รูปเหลี่ยม	จำนวนมุมยอด	จำนวนเส้นทแยงมุมที่ลากจากแต่ละมุม	จำนวนเส้นทแยงมุมทั้งหมด
รูปสามเหลี่ยม			
รูปสี่เหลี่ยม			
รูปห้าเหลี่ยม			
รูปหกเหลี่ยม			
รูปเจ็ดเหลี่ยม			
รูปแปดเหลี่ยม			



3. จะมีเส้นทแยงมุมทั้งหมดกี่เส้นในรูปสี่เหลี่ยม (ดูตารางประกอบ)
4. สร้างรูปสี่เหลี่ยมและดูว่าค่าตอบนั้นตรงกันไหม
5. จะมีเส้นทแยงมุมกี่เส้นในรูป n เหลี่ยม
6. สมมุติว่าโรงเรียนเลิกวันนี้แล้วให้นักเรียนทุกคนสัมผัสมือกันทั่วทุกคนแต่ละคน มีโอกาสสัมผัสมือกันทุกคน จะมีการสัมผัสมือกันกี่ครั้ง

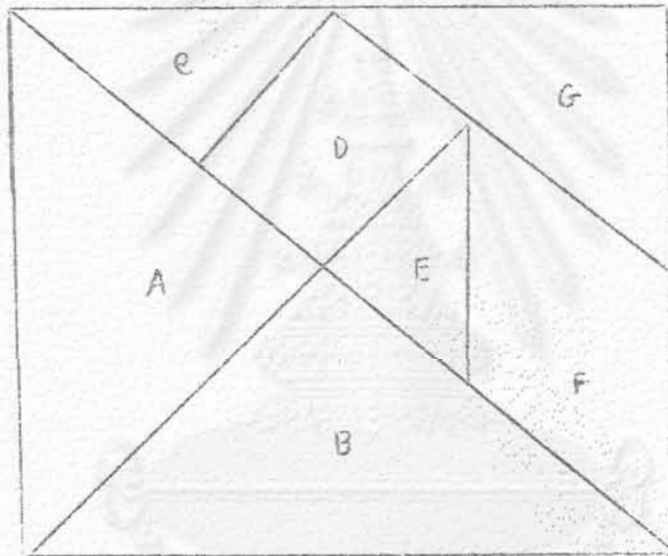
ขอแนะนำ

- ก. สมมุติว่านักเรียนเพียง 4 คน สัมผัสมือกัน เราอาจจะดูแบบแผนการสัมผัสมือเหมือนกับ การลากเส้นทแยงมุมของรูปสี่เหลี่ยม การสัมผัสมือทั้ง 4 คน มีจำนวนเท่ากับการลากเส้นทแยงมุมจากมุมยอดของรูปสี่เหลี่ยม ดังนั้นจะมีการสัมผัสมือกี่ครั้ง
- ข. ใช้วิธีการนี้หาจำนวนสัมผัสมือกันของนักเรียน 7 คน จะมีการสัมผัสมือกัน ครั้ง
- ค. เมื่อนักเรียนเห็นความสัมพันธ์แล้ว ลองตอบคำถามจากข้างบนนี้ว่า จะมีการสัมผัสกันกี่ครั้ง ในจำนวนนักเรียนทั้งหมดนี้
- ง. มีการสัมผัสมือกี่ครั้ง ถ้าจำนวนนักเรียนทั้งหมดมี n คน.....

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คุณสมบัติของสามเหลี่ยมและสี่เหลี่ยม

- วัตถุประสงค์
1. เพื่อให้นักเรียนได้รู้จักสร้างรูปทางเรขาคณิตโดยอาศัยชิ้นส่วนจากรูปตัดที่ตัดออกมา
 2. เพื่อให้พบพวณเกี่ยวกับคุณสมบัติของรูปเหลี่ยมต่าง ๆ
- อุปกรณ์
- กระดาษ กรรไกร ไม้บรรทัด ไม้โปรแทรกเตอร์
- วิธีทำ
- ให้นักเรียนตัดชิ้นส่วนต่าง ๆ ออกเป็น 7 ส่วน ดังรูป



นำชิ้นส่วนต่าง ๆ มาต่อกัน จะได้รูปสี่เหลี่ยมและสามเหลี่ยม เช่น นำชิ้น (ดังตัวอย่างข้างล่างนี้) ต่อไปนำ 3 ชิ้นมาต่อกัน และ 4 ชิ้นมาต่อกัน 5 ชิ้น 6 ชิ้น 7 ชิ้นเรื่อย ๆ ถ้าการต่อกันได้เป็นรูปสามเหลี่ยมหรือสี่เหลี่ยมให้จดชอชูลไว้ในแผนที่ 2

<u>รูป</u>	<u>รูปร่าง</u>	<u>ชื่อ</u>
		สามเหลี่ยมหน้าจั่ว
		สี่เหลี่ยมคางหมู
		สี่เหลี่ยมคางหมู,
		" จตุรัส
		" มินฉา
		" ขนมหี่ยกหู

ชั้น	 หน้าจำ	 คานชาน	 ฉนฉา	 ชนมเปือกขุน	 จัตุรัส	 คางหมู
A						
B						
C						
D						
E						
F						
G						
AB						
AB						
AB						
AG						

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คุณสมบัติของสีเหลืองต่าง ๆ
ใช้ชิ้นส่วนที่ต่อกัน แล้วจะใช้ไม้บันทึก หรือไม่ไปแทรกเตอร์วัดคุณสมบัติ

	<input type="checkbox"/> งานขนาน	<input type="checkbox"/> เส้นฉาก	<input type="checkbox"/> ขนบเบี่ยงกบูน	<input type="checkbox"/> จตุรัส	<input type="checkbox"/> กางมุม
งานตรงข้ามทั้ง 2 คู่ขนานกัน					
งานตรงข้าม 1 คู่ขนานกัน					
งานตรงข้ามทั้ง 2 คู่ขนานกัน					
งานตรงข้าม 1 คู่เท่ากัน					
ทั้ง 4 ด้านเท่ากัน					
มุมตรงข้ามกางเท่ากัน					
มุมทั้ง 4 กางมุมละ 90°					
เส้นทะแยงมุมแบ่งออกเป็นสามเหลี่ยม สองรูปเท่ากัน					
เส้นทะแยงมุมแบ่งออกเป็นสามเหลี่ยม หน้าจั่วเท่า ๆ กันสองรูป					
เส้นทะแยงมุมยาวเท่ากัน					
เส้นทะแยงมุมแบ่งครึ่งมุมตรงข้าม					
เส้นทะแยงมุมตั้งฉากซึ่งกันและกัน					
เส้นทะแยงมุมแบ่งครึ่งซึ่งกันและกัน					

ปริมาตรของสี่เหลี่ยมจัตุรัส

วัตถุประสงค์

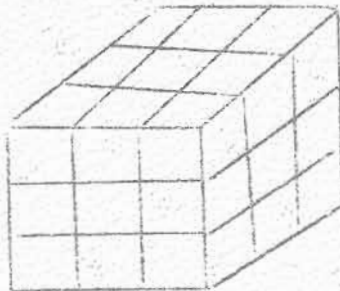
1. เพื่อให้นักเรียนได้รู้จักคำนวณหาปริมาตรของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส
2. เพื่อให้คุณเคยกับรูปทรงสามมิติ

อุปกรณ์

แท่งไม้สี่เหลี่ยมจัตุรัส 27 แท่ง กระดาม ดินสอ

วิธีการ

1. ข้างหน้าของนักเรียนมีกล่องบรรจุสี่เหลี่ยมจัตุรัสเล็ก ๆ รูปจัตุรัสแต่ละอันมีปริมาตร 1 หน่วยปริมาตร ปริมาตรนี้ได้จากผลคูณของความยาว ความกว้าง ความสูง (ปริมาตร = กว้าง ยาว สูง) นักเรียนต้องการหาปริมาตรของจัตุรัสใหม่ที่มีด้านยาวแต่ละด้านเป็น 2 เท่าของจัตุรัสแรก นักเรียนจะต้องใช้จัตุรัสอันเล็ก ๆ กี่อันต่อกัน (.....)
2. ถ้านักเรียนต้องการหาปริมาตรของวัตถุรูปใหม่ที่มีด้านแต่ละด้านยาวเป็น 3 เท่าของจัตุรัสรูปแรก นักเรียนต้องใช้จัตุรัสเล็กกี่อันต่อกัน ปริมาตรใหม่เป็นเท่าไร แต่ละด้านยาวเท่าไร (.....)
3. นี่เป็นจัตุรัสรูปใหม่ที่ระบายสีน้ำเงินรอบนอกทั้ง 6 ด้าน และตัดเป็นจัตุรัสเล็ก 27 อัน (ดังรูป) นักเรียนบอกได้ใหม่ว่าจัตุรัสเล็ก 27 อันนี้ อันไหนที่ไม่ได้ระบายสีเลย (.....)
 มีกี่อันที่ระบายสีทั้ง 6 หน้า (.....)
 มีกี่อันที่ระบายสี 3 หน้า (.....)
 มีกี่อันที่ระบายสี 2 หน้า (.....)
 มีกี่อันที่ระบายสีเพียงหน้าเดียว (.....)



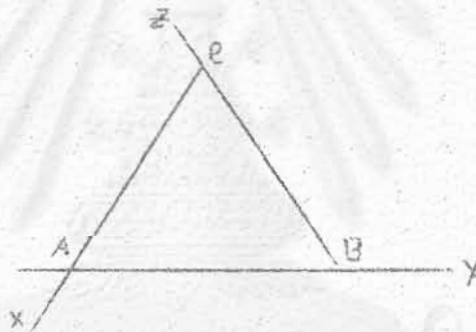
ด้านและมุมของรูปเหลี่ยม

วัตถุประสงค์ เพื่อให้นักเรียนได้ค้นพบวิธีหามุมภายนอกและมุมภายในของรูปเหลี่ยมต่าง ๆ โดยวิธีการอื่น ๆ ซึ่งมีใช้วัดมุมโดยตรง และได้ใช้แบบแผนการค้นพบนั้นเป็นเกณฑ์ต่อไป

อุปกรณ์ กระดาษ ไม้บรรทัด ดินสอ ไม้โปรแทรกเตอร์

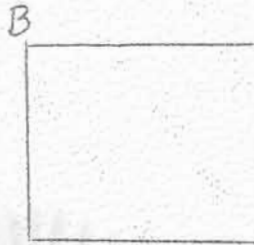
วิธีการ ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ นักเรียนอาจจะคำนวณในกระดาษก็ได้

- ก. รูปสามเหลี่ยมคางหมู
รูปนี้เป็นรูปเหลี่ยมทางเรขาคณิตที่มีด้านน้อยที่สุด



1. ถ้าให้จุด A เป็นมุมยอด มีเส้นทแยงมุมก็เส้นที่ลากจากมุมอื่น ๆ มายังมุมยอด
2. ดังนั้นจะมีรูปสามเหลี่ยมเกิดขึ้นกี่รูป (นับรวมทั้งสามเหลี่ยมเดิมด้วย)
3. จงวัดมุมภายในสามเหลี่ยม และหาผลบวกของมุมภายในของสามเหลี่ยมเหล่านี้
4. มุมภายในของรูปสามเหลี่ยมแต่ละมุมทางเท่าไร
5. มุมภายนอกแต่ละมุมทางเท่าไร $\hat{XAB} = \hat{YBC} = \hat{ZCA} =$
6. ผลบวกของมุมภายนอกของรูปสามเหลี่ยมเป็น องศา

ข. รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส



ลากเส้นทแยงมุมไปยังมุมยอด B โดยไม่ให้เส้นทแยงมุมตัดกันและลากเส้นเพื่อวัดมุมภายนอก เช่นเดียวกับข้อ ก.

1. มีเส้นทแยงมุมกี่เส้นที่ลากจากมุมทั้ง 4 มายังมุมยอด B.....
2. จะเกิดสามเหลี่ยมขึ้นรูป
3. ผลบวกของมุมภายในของรูปสี่เหลี่ยมเป็น
(เกิดจากผลคูณของจำนวนสามเหลี่ยมกับมุมภายในของสามเหลี่ยม)
4. มุมภายในแต่ละมุมกาง
5. มุมภายนอกแต่ละมุมกาง
6. ผลบวกของมุมภายนอกของสี่เหลี่ยมเป็น องศา

ค. รูปห้าเหลี่ยมด้านเท่า

ลากเส้นตามให้นักเรียนต้องการ



1. จำนวนเส้นทแยงมุมจากมุมยอดมุมหนึ่งคือ
2. จำนวนสามเหลี่ยมที่เกิดขึ้น
3. ผลบวกของมุมภายในของรูปห้าเหลี่ยม
4. มุมภายในของรูปห้าเหลี่ยมแต่ละมุมกาง
5. มุมภายนอกของรูปห้าเหลี่ยมแต่ละมุมกาง
6. ผลบวกของมุมภายนอก

ว่าหนด้าน ของรูป ที่ เลขบม	จำนวนเส้น ทะแยงมุม	จำนวนรูป ที่เก็ดขึ้น	ผบวม ภายใน	มุมภายใน แต่ละมุม	มุมภายนอก แต่ละมุม	ผลบวกของมุม ภายนอก
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						

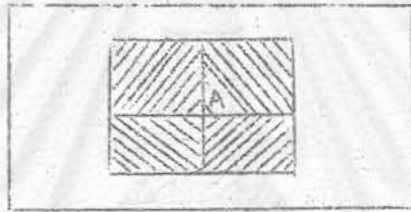
ง. นักเรียนจงสรุปผลการทดลองวันนี้ว่านักเรียนได้สรุปอะไรบ้าง

วัตถุประสงค์ เพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้วิธีปูกระเบื้องโดยใช้รูปเหลี่ยมด้านเท่า

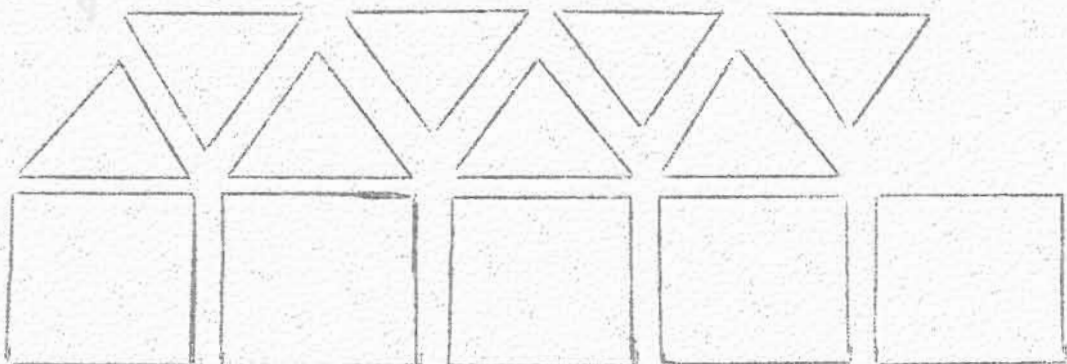
อุปกรณ์ กรรไกร กระดาษ ไม้โปรแทรกเตอร์

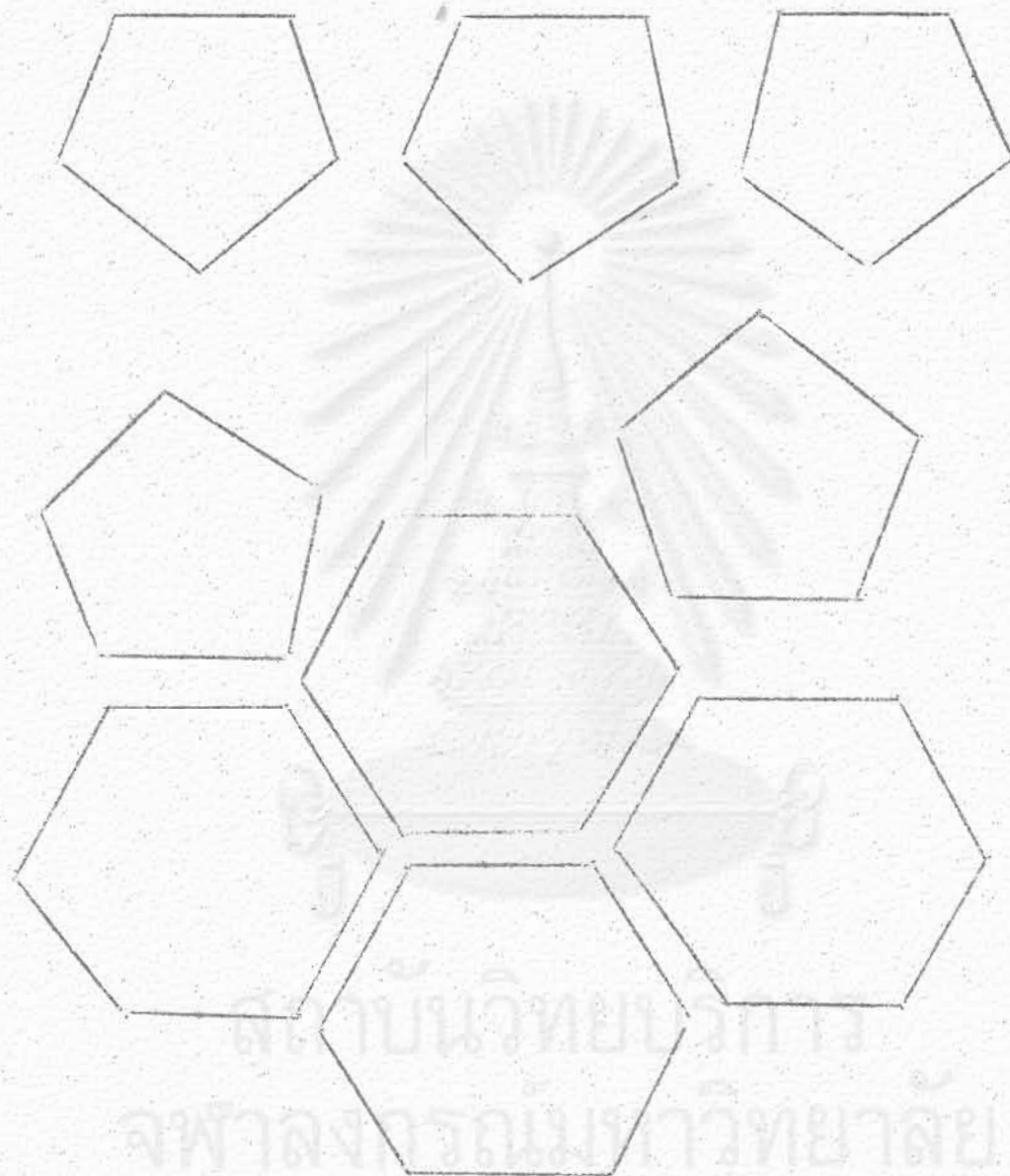
วิธีทำ

1. สมมติว่าเราจะปูกระเบื้องในห้องสี่เหลี่ยมผืนผ้า โดยใช้กระเบื้องรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า 4 ด้าน วิธีการหนึ่ง คือ ให้มุมยอดทั้ง 4 พบกันที่จุด ๆ หนึ่ง ดังรูปข้างล่างนี้ จงวัดมุมภายในของรูปสี่เหลี่ยมแต่ละมุม มุมทั้งหมดที่กระเบื้องสี่เหลี่ยมพบกันที่จุด ๆ หนึ่งทางกึ่งกลาง



2. ถ้าเรามีกระเบื้องสามเหลี่ยมด้านเท่า 6 รูป นำไปปูพื้นและให้มุมยอดสามเหลี่ยมพบกันที่จุด ๆ หนึ่ง จะมีมุม 6 มุมพบกัน นักเรียนจงวัดมุมภายในของสามเหลี่ยมแต่ละมุม จุดที่มุมทั้ง 6 พบกันรวมกันได้กึ่งกลาง นักเรียนจะได้พื้นกระเบื้องเป็นรูปอย่างไร
3. การปูกระเบื้องโดยใช้รูปเหลี่ยมนั้นไม่ซ้อนกันเรียกว่า Tessellation
4. ให้นักเรียนใช้กรรไกรตัดรูปเหลี่ยมด้านเท่าต่อไปนี้ เมื่อตัดแล้วแยกวางไว้ตามชนิดของรูป

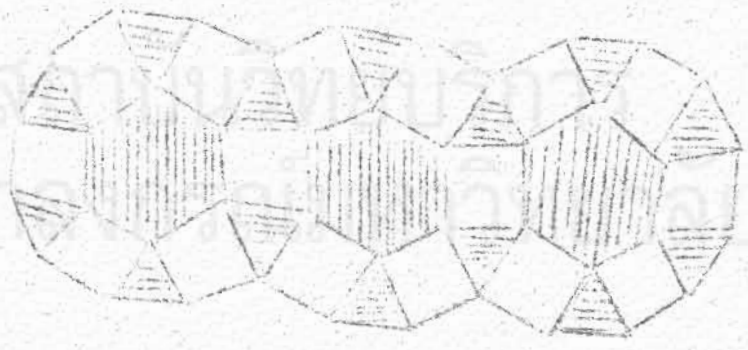




5. จงใช้รูปสามเหลี่ยมทั้งหมด วางใหม่ขุดพบกันที่จุด A อย่าให้สามเหลี่ยมนั้นซ้อนกันแล้ว ตอบคำถามในตารางข้างล่างนี้
6. ใช้รูปสี่เหลี่ยมทั้งหมด วางเรียงกันโดยให้มุมยอดพบกันที่จุด A ถัดไปใช้รูปห้าเหลี่ยม หกเหลี่ยม แล้วตอบคำถามในตารางนี้

รูปเหลี่ยม	มุมภายในของรูป เหลี่ยมแต่ละมุม	จำนวนของมุมยอด ที่พบกันที่จุด A	ที่จุด A มุมทั้ง หมดรวมกันเท่า	รูปเหลี่ยมนี้จะวางปูพื้นโดย ให้พบกันที่จุด ๆ หนึ่งได้หรือไม่
สามเหลี่ยม				
สี่เหลี่ยม				
ห้าเหลี่ยม				
หกเหลี่ยม				

7. นักเรียนรู้อย่างไรว่ารูปเหลี่ยมรูปไหน จะนำมาปูพื้นได้โดยให้พบกันที่จุด ๆ หนึ่ง
8. คำนวณรูปเหลี่ยมที่จะนำมาปูพื้นโดยให้มุมยอดพบกันที่จุด ๆ หนึ่งคือรูปเหลี่ยม
.....
9. สมมุติว่านักเรียนมีรูป 10 เหลี่ยมคานเท่า ซึ่งมุมภายในกางมุมละ 144°
นักเรียนจะสามารถนำมาวางต่อกันได้หรือไม่
10. จงใช้สามเหลี่ยม สี่เหลี่ยม หกเหลี่ยม มาวางต่อกัน แล้วลองระบายสีดู นี่เป็น
ตัวอย่างอย่างหนึ่งเท่านั้น



11. สรุปผลการทดลองวันนี้
-
-

รูปสามเหลี่ยมและวงกลม

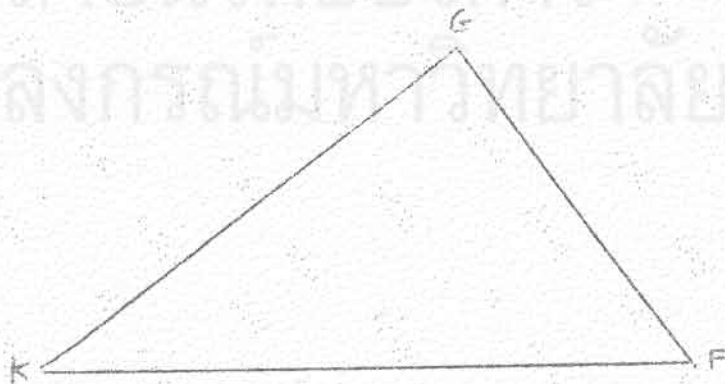
วัตถุประสงค์ เพื่อให้นักเรียนมีทักษะในการสร้างรูปเรขาคณิต และรู้จักจุดศูนย์กลาง ที่ วงกลมอยู่ภายใน และ นอกสามเหลี่ยม

อุปกรณ์ วงเวียน ไม้บรรทัด ไม้โปรแทรกเตอร์

วิธีการ

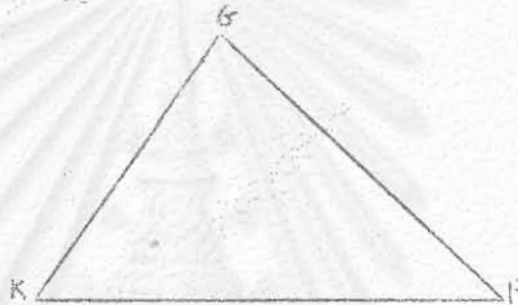
I. การสร้างวงกลมล้อมรอบสามเหลี่ยม

1. ในสามเหลี่ยม KFG แบ่งครึ่งด้าน KF, FG, GK ที่จุด M_1, M_2, M_3 ตามลำดับ
2. จากจุดยอดทั้งสาม ลากเส้นจากจุดยอดของสามเหลี่ยมไปยังจุดแบ่งครึ่ง M_1, M_2, M_3 นั้น
3. เส้นตรงที่ลากไปแบ่งครึ่งด้านทั้งสามนี้พบกันที่จุด หนึ่ง ให้จุดนี้ว่า C
4. เส้นตรงที่ลากจากจุดยอดไปแบ่งครึ่งฐาน เราเรียกว่าเส้น (Median) มัชยฐาน จุดที่เส้นมัชยฐานพบกันเรียกว่าจุด Control
5. จากจุด M_1, M_2, M_3 ลากเส้นตั้งฉากกับ KF, FG, GK พบกันที่จุด N
6. กางวงเวียนให้ N เป็นจุดศูนย์กลาง รัศมี NK เขียนวงกลม
7. วงกลมที่ได้มีความสัมพันธ์กับสามเหลี่ยม KFG อย่างไร



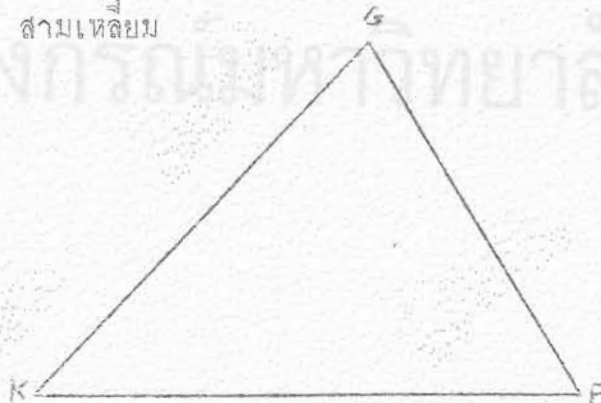
II. จุด Orthocenter

- ลากเส้นจากมุมยอดทั้งสามของสามเหลี่ยม KGF ไปตั้งฉากกับฐาน KG, GF และ FK ตามลำดับ ที่จุด A_1, A_2, A_3
- เส้นตรงที่ลากนี้มาตั้งฉากกับฐานนี้พบกันที่จุด ๆ หนึ่ง จุดนั้นเรียกว่า Orthogonal ให้ชื่อว่าจุด O
- จงหาจุดกึ่งกลางของด้าน OK, OF และ OG ให้ชื่อว่า H_1, H_2, H_3 ตามลำดับ



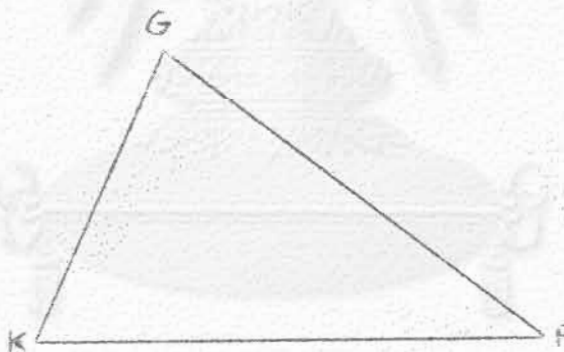
III. วงกลมที่อยู่ภายในของสามเหลี่ยม

- แบ่งครึ่งมุมทั้งสามของสามเหลี่ยม KGF
- ลากเส้นแบ่งมุมนั้น เส้นทั้งสามจะพบกันที่จุด ๆ หนึ่ง เรียกว่าจุดศูนย์กลางของวงกลมภายใน ให้ชื่อว่าจุด I
- จากจุด I ลากเส้นไปตั้งฉากกับฐาน KF ที่จุด T
- กางวงเวียนให้จุดศูนย์กลางอยู่ที่ I รัศมี IT ตีวงกลม วงกลมนั้นจะบรรจุอยู่ภายในสามเหลี่ยมโดยสัมผัสด้านทั้งสามของสามเหลี่ยม



IV. วงกลมที่เกิดจากจุด 9 จุด ของ อูลเลอร์ (Euler's Nine Point Circle)

1. จากกิจกรรมข้อ I สร้างจุด M_1, M_2, M_3 และ C
2. จากกิจกรรมข้อ II สร้างจุด $A_1, A_2, A_3, H_1, H_2, H_3, O$
3. ลากเส้น OC
4. แบ่ง OC ที่ E
5. กางวงเวียนให้จุดศูนย์กลางอยู่ที่ E รัศมี EM_1 เขียนวงกลม
6. วงกลมนี้ประกอบด้วยจุดทั้งหมดกี่จุด



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วัดส่วนสูงโดยวิธีอ้อม

- วัตถุประสงค์
- 1) เพื่อให้นักเรียนได้รู้จักเครื่องมือ Clinometer & Hypsometer
 - 2) เพื่อให้อ่านหลักเกี่ยวกับสามเหลี่ยมคล้ายคลึง
 - 3) เพื่อให้อ่านหลักวัดความสูงของสิ่งของต่าง ๆ โดยวิธีทางอ้อม

อุปกรณ์

กระดาษแข็ง หลอดกาแฟ ค่าย ตูมน้ำหนักเล็ก ๆ เข็มกลัด เพนกระดาษ
กระดาษ ดินสอ

วิธีการ

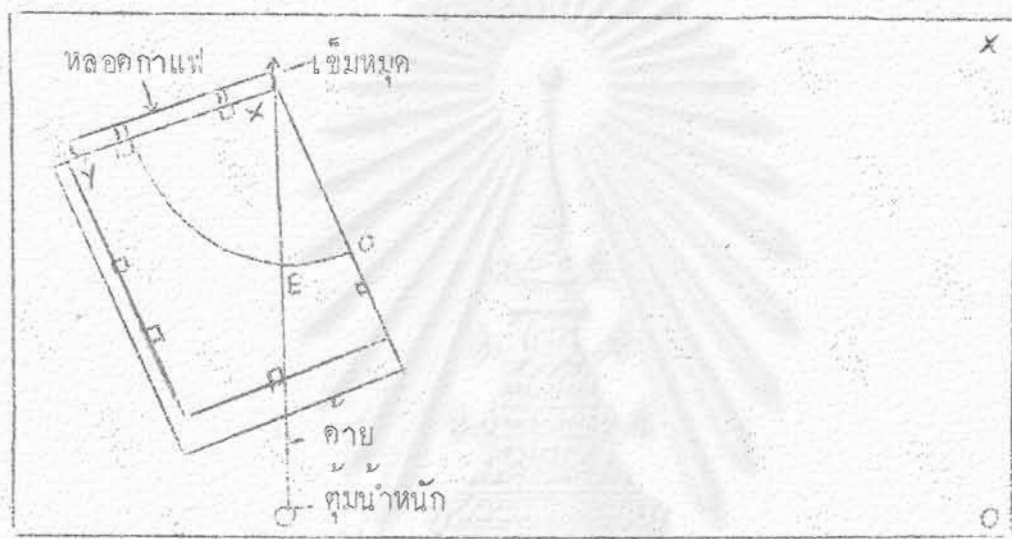
พบทวนสมมุติฐานนักเรียนต้องการใช้เครื่องมือ Clinometer วัดความสูงของสิ่งของสิ่งหนึ่ง ซึ่งไม่สามารถป็นขึ้นไปวัดได้ มีวิธีการวัดโดยทางอ้อม ขั้นแรกคือวัดระยะจากสิ่งของนั้นมายังจุดยอดของมุมเงยขึ้น เรียกระยะนี้ว่า BX และวัดมุมที่เท้าต่อสิ่งของนั้นเป็นมุม OXE ต่อมาความสูง AC และบวกกับความสูง BC ก็จะเห็นความสูงทั้งหมดของวัตถุนั้น

ระยะ BX	มุม OXE	มุม BXC	ความสูง BC	ความสูงทั้งหมดของวัตถุ
30 เมตร	25°	-----	-----	-----
10 เมตร	30°	-----	-----	-----

ให้นักเรียนวัดความสูงของสิ่งใดต้องการสัก 2 สิ่งโดยใช้ Clinometer

สมมุติว่า นักเรียนต้องการวัดความสูงของสิ่งของสิ่งหนึ่งโดยใช้เครื่องมือ อีกอย่างหนึ่ง โดยทางอ้อม เครื่องมืออีกอย่างหนึ่งที่จะวัดได้คือ Hypsometer ครึ่งแรกวัดระยะจากสิ่งของนั้นมายังจุดยอดของ Hypsometer ให้ระยะนั้นเรียกว่า BX ต่อมาวัดระยะที่เสอกตัดกับเส้นในแนวเส้นตรงของ Hypsometer เรียกระยะนี้ว่า OE โยความสูงในเรือ่งสักส่วน เพื่อหาระยะ BC บวกกับความสูง BA ก็จะเห็นความสูงของสิ่งนั้น

ระยะ BX	ระยะ OE	ความสูง BC	ความสูงของสิ่งของนั้น
50 เมตร	30	-----	-----
15 เมตร	110	-----	-----

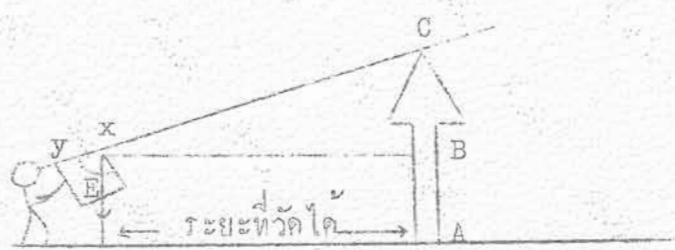


วิธีการสร้าง Clinometer

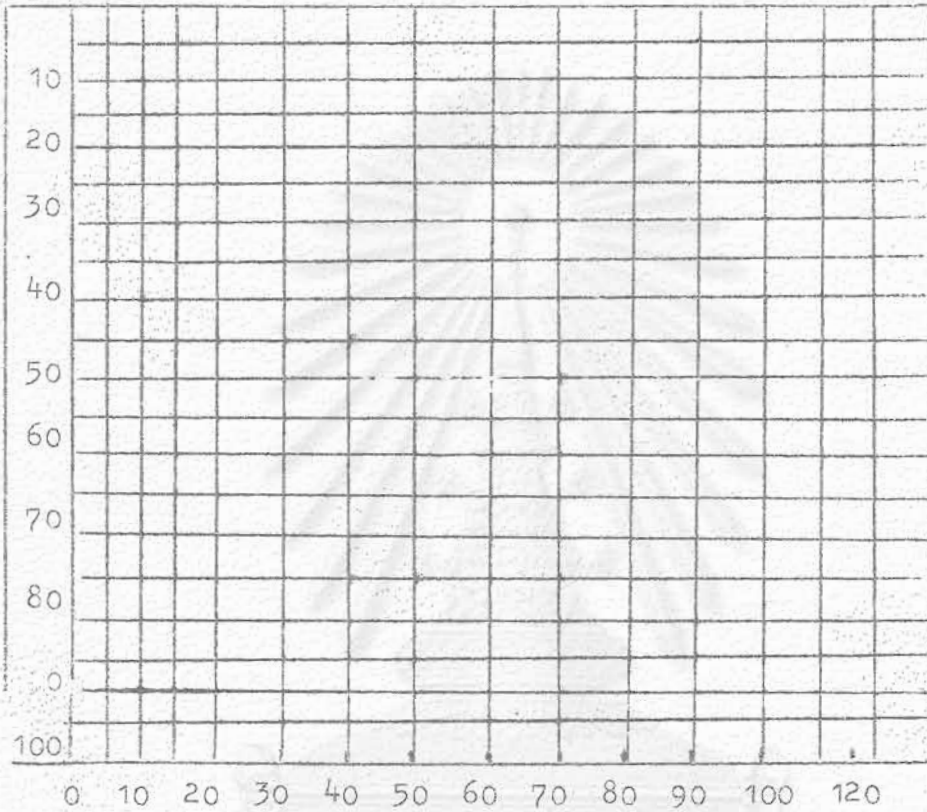
ตัดรูปข้างบนตามกรอบนอก แล้วใช้เข็มเปิดบนกระดาษแข็ง ให้เส้น XY ชานานไปกับเส้นขอบบนทางกระดาษแข็ง วางหลอดกาแล๊พบนสันกระดาษมีควยค้ายให้แนบ นำเข็มตมุดครึ่งไว้ที่มุมทางขวามือเหนือสุด นำค้ายมาผูกกับตุ้มน้ำหนักเพื่อให้หย้อยไปในแนวตั้ง

วิธีใช้ Clinometer ให้นักเรียนมองดูตามระยะ xy ให้เห็นจุดยอดของวัตถุพอดี ทำเครื่องหมายจุด E ไว้ เมื่อเส้นค้ายตัดกับมุม

มุม HXC เป็นมุมเงย ระยะราบถึงจุดยอดของวัตถุ มุม OXE นี้ถ่ายไปจากสเกล เป็นมุมที่อยู่ขนาดเดียวกัน ทหารยะ BC แล้วนำมาบวกกับระยะ AC



แบบร่าง Hypsometer



ตัดรูปข้างบนตามกรอบนอกนำมาประคึกกับกระดาษแข็งให้เส้น XY สมนานกับชั้นของกระดาษข้างบน นำค้ายผูกกับหลอดกาแฟ ให้ X เป็นจุดอยู่ข้างบนซ้ายสุดหอยเรืออกให้จุดที่ขึ้นหมุดปัก

ใช้ Hypsometer วัดสิ่งของที่ต้องการวัด คูให้ระดับสันบนของอุปกรณ์กับจุดยอดของวัตถุ ให้จุดนั้นเป็น

วัดมุม BXC & OXE จะเป็นมุมที่กางเท่ากัน พระยะ BC อ่าสั้นมากกับระยะ BA เพื่อหาความสูงของสิ่งตลทั้งหมด

