ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

INSTRUCTIONAL ACTIVITY PACKAGE ON CONIC SECTIONS BY USING A TI–NSPIRE CX CAS GRAPHING CALCULATOR FOR MATHAYOMSUKSA IV STUDENTS

ทัศน์พล วิเศษ

บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

2561

ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ทัศน์พล วิเศษ

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ปีการศึกษา 2561
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

INSTRUCTIONAL ACTIVITY PACKAGE ON CONIC SECTIONS BY USING A TI–NSPIRE CX CAS GRAPHING CALCULATOR FOR MATHAYOMSUKSA IV STUDENTS

THASAPHON WISES

A Thesis Submitted in partial Fulfillment of Requirements

for MASTER OF EDUCATION (Mathematics)

Faculty of Science Srinakharinwirot University

2018

Copyright of Srinakharinwirot University

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง

ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ

TI–Nspire CX CAS สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ของ

ทัศน์พล วิเศษ

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์

ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)

.....

คณะกรรมการสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์

..... ที่ปรึกษาหลัก

(อาจารย์ ดร.สายัณห์ โสธะโร)

..... ประธาน

(อาจารย์ ดร.กิตติศักดิ์ ชยันตราคม)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิศุทธวรรณ ศรีภิรมย์สิรินิลกุล)

ชื่อเรื่อง	ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
ผู้วิจัย	ทัศน์พล วิเศษ
ปริญญา	การศึกษามหาบัณฑิต
ปีการศึกษา	2561
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ ดร. สายัณห์ โสธะโร

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อ 1) สร้างชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้มีประสิทธิภาพที่ระดับ 75/75 2) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในการเรียนเรื่องภาคตัดกรวย และ 3) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในการเรียนเรื่องภาคตัดกรวย กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนศรียานุสรณ์ จังหวัดจันทบุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 1 ห้องเรียน มีนักเรียนจำนวน 25 คน ซึ่งได้จากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) ผู้วิจัยดำเนินการสอนนักเรียนกลุ่มตัวอย่างโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ใช้เวลาสอน 12 คาบ คาบละ 50 นาที และประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างจากคะแนนแบบทดสอบย่อย และคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน นอกจากนี้ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนต่อชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวย

ผลการวิจัยพบว่า 1) ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 82.25/78.17 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้คือ 75/75 2) นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวยมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์ 60 คะแนน มากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ที่ระดับนัยสำคัญ .01 สรุปได้ว่านักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีความสามารถในการเรียนเรื่องภาคตัดกรวยด้วยชุดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น และ 3) นักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจต่อชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวยอยู่ในระดับมาก

คำสำคัญ : ชุดกิจกรรมการเรียนการสอน, ภาคตัดกรวย, เครื่องคำนวณเชิงกราฟ

Title	INSTRUCTIONAL ACTIVITY PACKAGE ON CONIC SECTIONS BY USING A TI–NSPIRE CX CAS GRAPHING CALCULATOR FOR MATHAYOMSUKSA IV STUDENTS
Author	THASAPHON WISES
Degree	MASTER OF EDUCATION
Academic Year	2018
Thesis Advisor	Dr. Sayun Sotaro

The purposes of this study were as follows. 1) to design and develop a package of instructional activities on conic sections by using a TI–Nspire CX CAS graphing calculator for Mathayomsuksa IV students in order to attain an efficiency criterion of 75/75; 2) to study the achievement of students on conic sections; and 3) to study their satisfaction regarding the instructional-activity package. This research was conducted during the second semester of the 2018 academic year. A group of twenty-five Mathayomsuksa IV students were selected by cluster random sampling as the experimental group. The package was created and used to teach a total class with a duration of twelve periods of fifty minutes each. The subjects were taught according to the lesson plans in the package. The responses of the students on exams during the experiment and on the achievement test at the end were collected to evaluate the learning of the students on conic sections. The pupils were also asked to fill in a questionnaire about their satisfaction toward the package.

The results of this study were as follows. 1) The efficiency of the instructional-activity package on conic sections by using a TI-Nspire CX CAS graphing calculator for Mathayomsuksa IV students was 82.25/78.17, above the expected criterion of 75/75; 2) More than 60% of the participants received scores over the setling criterion of 60 at a .01 level of significance. This shows that the usage of graphing calculators in the design of the instructional-activity package was appropriate for students at this level; 3) The mean score of the subject satisfaction toward the instructional-activity package was overall at a 'high' level.

Keyword : Instructional activity package, Conic section, Graphing calculator

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความเมตตา ความช่วยเหลือ และการให้คำปรึกษาอย่างดียิ่งจากอาจารย์ ดร. สายัณห์ โสธะโร อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ ซึ่งท่านได้กรุณาให้คำแนะนำและข้อเสนอแนะต่าง ๆ ที่มีประโยชน์และมีคุณค่าต่องานวิจัย อีกทั้งยังตรวจแก้ข้อบกพร่องของปริญญานิพนธ์ฉบับนี้อย่างละเอียดมาโดยตลอด จนปริญญานิพนธ์เล่มนี้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งและขอกราบขอบพระคุณอาจารย์เป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ ดร. สุกัญญา หะยีสาและ อาจารย์เอนก จันทรจรูญ และอาจารย์รัศมี เนตรสมานนท์ ที่กรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจแก้เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย จนเป็นเครื่องมือวิจัยที่สมบูรณ์

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ ดร. กิตติศักดิ์ ชยันตราคม และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พิศุทธวรรณ ศรีภิรมย์ สิรินิลกุล ที่กรุณาเป็นกรรมการสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์ และให้คำแนะนำและข้อเสนอแนะอันเป็นประโยชน์ ทำให้ปริญญานิพนธ์เล่มนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ประจำภาควิชา และเจ้าหน้าที่ของภาควิชาคณิตศาสตร์ทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือต่าง ๆ เกี่ยวกับการดำเนินการทำปริญญานิพนธ์

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณผู้อำนวยการ รองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ คณะครูกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนศรียานุสรณ์ จังหวัดจันทบุรี ที่กรุณาให้ความช่วยเหลือในการเก็บข้อมูลวิจัยและขอขอบคุณนักเรียนที่ตั้งใจเรียน ทำให้การเก็บข้อมูลวิจัยดำเนินไปได้อย่างราบรื่น

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่จัดโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ และมอบทุนการศึกษาและทุนในการทำวิจัยให้แก่ผู้วิจัย ทำให้ตลอดระยะเวลาของการดำเนินการทำวิจัยเป็นไปได้อย่างราบรื่น

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และครอบครัว ที่คอยเป็นกำลังใจและสนับสนุนผู้วิจัยตลอดมา

ผู้วิจัยขอขอบคุณเพื่อนนิสิตปริญญาโท โดยเฉพาะอย่างยิ่ง นายวีริศ กิตติวรากูล และนางสาวนันทัชพร ทาเกตุ ที่คอยช่วยเหลือและเป็นกำลังใจให้กันเสมอมา

คุณค่าและประโยชน์ของปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณบิดา มารดา และครูบาอาจารย์ทุกท่านที่ได้อบรมสั่งสอนประสิทธิ์ประสาทความรู้ทั้งปวงแก่ผู้วิจัย

ทัศน์พล วิเศษ

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ญ

สารบัญรูปภาพ ..... ฏ

บทที่ 1 บทนำ 1

ภูมิหลัง 1

ความมุ่งหมายของการวิจัย 3

ความสำคัญของการวิจัย 4

ขอบเขตของการวิจัย 4

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย 4

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย 4

ตัวแปรที่ศึกษา 5

ข้อตกลงเบื้องต้น 5

นิยามศัพท์เฉพาะ 5

กรอบแนวคิดในการวิจัย 8

สมมติฐานของการวิจัย 8

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 9

1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับชุดกิจกรรมการเรียนการสอน 10

1.1 ความหมายของชุดกิจกรรมการเรียนการสอน 10

1.2 ประเภทของชุดกิจกรรมการเรียนการสอน 11
1.3 องค์ประกอบของชุดกิจกรรมการเรียนการสอน 14
1.4 ขั้นตอนการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนการสอน 17
1.5 งานวิจัยเกี่ยวกับชุดกิจกรรมการเรียนการสอน 21
2. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการใช้โปรแกรมเรขาคณิตแบบพลวัตในการสอนเรื่อง ภาคตัดกรวย . 23
2.1 การใช้โปรแกรมเรขาคณิตแบบพลวัตในการสอนคณิตศาสตร์ 23
2.2 งานวิจัยเกี่ยวกับการใช้โปรแกรมเรขาคณิตแบบพลวัตในการสอนเรื่อง ภาคตัดกรวย 25
3. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับเครื่องคำนวณเชิงกราฟ 27
3.1 ความหมายของเครื่องคำนวณเชิงกราฟ 27
3.2 เอกสารเกี่ยวกับเครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS 28
3.3 บทบาทของเครื่องคำนวณเชิงกราฟในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน 30
3.4 แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ 31
3.5 งานวิจัยเกี่ยวกับการใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟในการสอนคณิตศาสตร์ 33
4. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจในการเรียน 34
4.1 ความหมายของความพึงพอใจในการเรียน 34
4.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวกับความพึงพอใจในการเรียน 35
4.3 งานวิจัยเกี่ยวกับความพึงพอใจในการเรียน 39
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย 41
1. การกำหนดประชากรและการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง 41
2. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 41
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล 59
4. การจัดกระทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล 61

บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 66
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 77
ความมุ่งหมายของการวิจัย สมมติฐานของการวิจัย และวิธีการดำเนินการวิจัย 77
ความมุ่งหมายของการวิจัย 77
สมมติฐานของการวิจัย 77
วิธีการดำเนินการวิจัย 77
สรุปผลการวิจัย 80
อภิปรายผล 81
ข้อสังเกตที่ได้จากการวิจัย 85
ข้อเสนอแนะ 86
บรรณานุกรม 88
ภาคผนวก 96
ภาคผนวก ก 97
ภาคผนวก ข 111
ภาคผนวก ค 132
ภาคผนวก ง 164
ภาคผนวก จ 201
ภาคผนวก ฉ 233
ประวัติผู้เขียน 235

สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 1 การปฏิบัติกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS 45
ตาราง 2 ค่าเฉลี่ยเลขคณิตและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบย่อยฉบับที่ 1, 2, 3 และ 4 คะแนนจากการทำใบกิจกรรมรายบุคคล และคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในการเรียนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS 67
ตาราง 3 ร้อยละของค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบย่อยแต่ละฉบับ คะแนนที่ได้จากการทำใบกิจกรรมรายบุคคลในชั้นเรียน และคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องภาคตัดกรวย 68
ตาราง 4 ผลการทดสอบสมมติฐานของการวิจัย 70
ตาราง 5 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS 72
ตาราง 6 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบย่อยฉบับที่ 1 98
ตาราง 7 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบย่อยฉบับที่ 2 98
ตาราง 8 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบย่อยฉบับที่ 3 99
ตาราง 9 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบย่อยฉบับที่ 4 99
ตาราง 10 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องภาคตัดกรวย 100
ตาราง 11 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนต่อชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS 100
ตาราง 12 ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบย่อยฉบับที่ 1 101
ตาราง 13 ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบย่อยฉบับที่ 2 102
ตาราง 14 ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบย่อยฉบับที่ 3 103

ตาราง 15 ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบย่อย ฉบับที่ 4 103
ตาราง 16 ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องภาคตัดกรวย 104
ตาราง 17 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS 104
ตาราง 18 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนรายบุคคลที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS..... 106
ตาราง 19 ค่าเฉลี่ยเลขคณิตและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนที่ได้ระหว่างเรียนจากการทำแบบทดสอบย่อยแต่ละฉบับ 108
ตาราง 20 ค่าเฉลี่ยเลขคณิตและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนที่ได้หลังเรียนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องภาคตัดกรวย 108
ตาราง 21 ผลการทดสอบสมมติฐานของการวิจัย 108
ตาราง 22 คะแนนจากแบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนต่อชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS ของนักเรียนรายบุคคล 109

สารบัญรูปภาพ

หน้า

ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย 8

บทที่ 1
บทนำ

ภูมิหลัง

สำหรับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ของนักเรียนในปัจจุบัน นอกจากนักเรียนจะต้องมีความรู้แล้ว นักเรียนยังต้องมีทักษะที่จำเป็นในการใช้ชีวิตในศตวรรษที่ 21 (Brook, 2010) เพื่อให้นักเรียนได้ทั้งความรู้ในสาระวิชาหลัก และทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ทักษะหนึ่ง คือ ทักษะสารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยี (The Partnership for 21st Century Learning, 2015) ซึ่งมีใจความสำคัญว่านักเรียนจะต้องสามารถเข้าถึงสารสนเทศ นำสารสนเทศมาใช้ให้เกิดประโยชน์ มีความสามารถในการรู้เท่าทันสื่อ และใช้เทคโนโลยีเป็นเครื่องมือในการสืบค้น จัดการ ประเมินข้อมูลข่าวสารได้ จะเห็นได้ว่าเทคโนโลยีมีความสำคัญอย่างยิ่งในปัจจุบัน ครูจึงควรนำเทคโนโลยีต่าง ๆ ที่สามารถจัดหาได้มาใช้ในการจัดการเรียนการสอน เพื่อให้นักเรียนเกิดทักษะในด้านนี้ สอดคล้องกับบุชช์ (Busch, 2007) ซึ่งกล่าวว่า ในการจัดการศึกษาในศตวรรษที่ 21 จะต้องใช้เทคโนโลยีในการสนับสนุนนักเรียนให้ได้เรียนรู้อย่างเต็มที่ สนับสนุนวิธีการเรียนรู้ที่เป็นการลงมือปฏิบัติและการสร้างนวัตกรรม และสร้างและปรับปรุงระบบให้มีความสามารถที่จะสนับสนุนการศึกษาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ภาคตัดกรวยเป็นเนื้อหาหนึ่งในสาระเรขาคณิต ซึ่งมีเนื้อหาวิชาและสูตรต่าง ๆ เป็นจำนวนมาก แต่มีเวลาเรียนที่จำกัด ครูจึงมีการจัดกิจกรรรมการเรียนการสอนส่วนใหญ่ที่เป็นลักษณะให้นักเรียนท่องจำทฤษฎีบท กฎ สูตร และบทนิยาม ในหนังสือเรียน ยกตัวอย่างโจทย์ในหนังสือเรียน ลงมือแก้โจทย์ปัญหาให้นักเรียนดู ไม่มีการอธิบายถึงที่มา ไม่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้เรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนไม่เข้าใจมโนทัศน์ต่าง ๆ ในเรื่องภาคตัดกรวยอย่างแท้จริง นอกจากนี้การเขียนกราฟของภาคตัดกรวยเป็นการเขียนกราฟบนกระดาน กราฟจึงมักจะไม่ได้อัตราส่วนที่ควรจะเป็น ส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องภาคตัดกรวยต่ำ สอดคล้องกับสุวิมล เสวกสุริยวงศ์ (2553) ที่กล่าวว่า นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีจุดบกพร่องในการเรียนสาระเรขาคณิตวิเคราะห์ เรื่องภาคตัดกรวย เช่น ในเรื่องวงกลม นักเรียนมีความสับสนในเครื่องหมายของสมการวงกลม ฯลฯ ในเรื่องพาราโบลา นักเรียนสับสนระหว่างสมการทั่วไปของกราฟพาราโบลาว่ามีลักษณะแตกต่างกันอย่างไรบ้าง ฯลฯ ในเรื่องวงรี นักเรียนไม่เข้าใจทิศทางและระยะของแกนเอกและแกนโท ฯลฯ และในเรื่องไฮเพอร์โบลา นักเรียนสับสนลักษณะของกราฟของสมการไฮเพอร์โบลาที่แตกต่างกัน ฯลฯ นั่นคือ นักเรียนขาดความเข้าใจ

บทนิยาม รวมถึงไม่เข้าใจมโนทัศน์ในแต่ละเรื่องของภาคตัดกรวยอย่างเพียงพอ อีกทั้งไม่สามารถเขียนสมการของภาคตัดกรวยเมื่อกำหนดกราฟมาให้ และไม่สามารถเขียนกราฟเมื่อกำหนดสมการของภาคตัดกรวยมาให้ นักเรียนไม่เข้าใจการเลื่อนกราฟ (ทัศนีย์ กาตะโล, 2547) ครูขาดสื่อการเรียนการสอน และเน้นการบรรยายซึ่งไม่เอื้อต่อการให้นักเรียนได้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง จากสภาพปัญหาการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวยข้างต้น ผู้วิจัยได้หาวิธีในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้นักเรียนเกิดความเข้าใจเนื้อหา โดยกิจกรรมการเรียนการสอนนั้นควรเป็นกิจกรรมที่มุ่งเน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง และมีครูเป็นเพียงผู้ชี้แนวทางขณะปฏิบัติกิจกรรม (สุภัทรา เกิดมงคล, 2550)

สภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (National Council of Teachers of Mathematics) กล่าวไว้ในมาตรฐานหลักสูตรและการประเมินสำหรับคณิตศาสตร์ในโรงเรียน (National Council of Teachers of Mathematics, 1989) ว่า เครื่องคำนวณและคอมพิวเตอร์ที่มีโปรแกรมที่เหมาะสมสามารถเปลี่ยนห้องเรียนคณิตศาสตร์เป็นห้องทดลองได้ ครูมีหน้าที่ในการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสงสัยใคร่รู้ในเรื่องที่เรียน และนักเรียนสามารถใช้เทคโนโลยีในการค้นหาข้อมูลด้วยตนเองจนได้รับคำตอบ ดังนั้นการนำเทคโนโลยีมาช่วยใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เรื่องภาคตัดกรวย จะทำให้นักเรียนเห็นภาพของกราฟการเคลื่อนไหวของกราฟเมื่อค่าใดค่าหนึ่งเปลี่ยน ซึ่งทำให้นักเรียนสามารถเข้าใจได้ง่ายและรวดเร็วยิ่งขึ้น สอดคล้องกับอำนาจ เชื้อบ่อคา (2547) ที่กล่าวว่า การนำเทคโนโลยีมาช่วยใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเป็นวิธีหนึ่งที่ช่วยทำให้นักเรียนได้ค้นพบข้อสรุปได้ด้วยตนเองและรวดเร็วยิ่งขึ้น อีกทั้งยังสอดคล้องกับบาร์เร็ตต์ และโกเบ็ล (Barret และ Goebel, 1990) ที่กล่าวว่า นักเรียนสามารถสำรวจและสืบสวนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ได้ โดยครูเป็นผู้นำเสนอปัญหาที่น่าสนใจให้กับนักเรียนและช่วยแนะนำนักเรียนในการสำรวจและสืบสวนเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบ วราวุธ บุตรรัตน์ (2556) ได้นำโปรแกรม C.a.R. ซึ่งเป็นโปรแกรมเรขาคณิตแบบพลวัตมาจัดทำเป็นชุดกิจกรรมการเรียนการสอนในการจัดการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวย เพื่อให้นักเรียนได้สืบเสาะ ค้นหา คาดเดา และสรุปหาเหตุผลด้วยตนเองได้ โดยที่ยังคงรักษาสมบัติและความสัมพันธ์ของรูปกราฟนั้นไว้ ซึ่งผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวยโดยใช้โปรแกรม C.a.R. สามารถผ่านเกณฑ์ได้มากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมดที่ระดับนัยสำคัญ .01 นั่นคือ นักเรียนมีความสามารถในการเรียนเรื่องภาคตัดกรวยด้วยชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวยโดยใช้โปรแกรม C.a.R

ในการทำวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยสนใจที่จะนำเครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS มาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เกี่ยวกับเรขาคณิตแบบพลวัต เรื่องภาคตัดกรวย เครื่องคำนวณดังกล่าวเป็นเครื่องมือที่ใช้สอนคณิตศาสตร์ระบบ Computer Algebra System ถูกพัฒนาขึ้นโดย Texas Instruments สามารถใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ ภายในจะมีแอปพลิเคชันต่าง ๆ ที่สามารถคำนวณ แก้สมการและระบบสมการ สร้างกราฟต่าง ๆ สร้างรูปเรขาคณิต 2 มิติ และ 3 มิติ ฯลฯ ซึ่งสามารถเปิดใช้งานได้หลายแอปพลิเคชันในเวลาเดียวกัน โดยแอปพลิเคชันที่ผู้วิจัยใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวยส่วนใหญ่จะเป็นแอปพลิเคชันที่ใช้สร้างกราฟ ที่สามารถเลื่อน หมุน ย่อ ขยาย สร้างรอย กำหนดจุดตัด วัดความยาว และเคลื่อนไหวได้ (Idris, 2014) แอปพลิเคชันที่ใช้ในการคำนวณ เพื่อคำนวณสูตรต่าง ๆ ในภาคตัดกรวย และแอปพลิเคชันเรขาคณิต เพื่อให้นักเรียนได้สำรวจการเกิดรูปต่าง ๆ และสามารถสืบเสาะ ค้นหา คาดเดา ตั้งข้อคาดการณ์ หาเหตุผล และสรุปด้วยตนเอง อีกทั้งการเคลื่อนไหวต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในเครื่องคำนวณเชิงกราฟ ยังคงรักษาสมบัติและความสัมพันธ์ของรูปนั้นไว้ด้วย นอกจากนี้ สิ่งต่าง ๆ ที่นักเรียนได้กระทำผ่านเครื่องคำนวณเชิงกราฟยังจะสามารถบันทึกเก็บไว้เป็นผลงานของนักเรียน เพื่อให้ครูสามารถตรวจสอบและให้เป็นคะแนนการปฏิบัติจากใบกิจกรรมได้อีกด้วย เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS เป็นเครื่องคำนวณเชิงกราฟที่มีขนาดที่สามารถพกพาได้สะดวก มีปุ่มกดฟังก์ชันต่าง ๆ และมีแป้นสัมผัสที่ใช้เคลื่อนที่เคอร์เซอร์เหมือนกับคอมพิวเตอร์แลปท็อป จึงเป็นเครื่องมือที่เหมาะสำหรับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในห้องเรียน

ด้วยความสำคัญและเหตุผลดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงได้นำเครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS มาจัดทำเป็นชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เพื่อใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในการส่งเสริมให้นักเรียนได้สังเกต สำรวจ ตั้งข้อความคาดการณ์ สืบเสาะและหาเหตุผลได้ด้วยตนเอง

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อสร้างชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้มีประสิทธิภาพที่ระดับ 75/75

2. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในการเรียนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS

3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในการเรียนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS

ความสำคัญของการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้จัดทำชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ใช้สอนนักเรียนในลักษณะที่ให้นักเรียนได้ทำการสังเกต สำรวจ ตั้งข้อความคาดการณ์ และสรุปหาเหตุผลเพื่อตรวจสอบข้อความคาดการณ์ที่ตั้งไว้ ซึ่งเป็นแนวทางหนึ่งในการสร้างหรือพัฒนาบทเรียนโดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟหรือโปรแกรมซอฟต์แวร์ทางคอมพิวเตอร์ สามารถปรับใช้กับคณิตศาสตร์แขนงอื่น ๆ และสาขาวิชาอื่น ๆ ต่อไปได้

ขอบเขตของการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

1. **ประชากร** นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนศรียานุสรณ์ จังหวัดจันทบุรี แบ่งเป็นนักเรียนจำนวน 15 ห้อง มีนักเรียนทั้งหมด 557 คน

2. **กลุ่มตัวอย่าง** นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนศรียานุสรณ์ จังหวัดจันทบุรี จำนวน 1 ห้องเรียน มีนักเรียน 25 คน โดยสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Sampling) โดยจัดห้องเรียนแบบคละความสามารถของนักเรียนที่มีระดับเก่งปานกลาง และอ่อนอยู่ในห้องเดียวกัน

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาการทำวิจัยครั้งนี้เป็นเนื้อหาวิชาในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 4 ในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 คณิตศาสตร์เพิ่มเติม เรื่องภาคตัดกรวย หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ประกอบด้วย

1. วงกลม	จำนวน 3 คาบ
2. วงรี	จำนวน 3 คาบ
3. พาราโบลา	จำนวน 3 คาบ

4. ไฮเพอร์โบลา จำนวน 3 คาบ

ตัวแปรที่ศึกษา

1. **ตัวแปรอิสระ** คือ การเรียนการสอนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

2. **ตัวแปรตาม** ได้แก่

2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในการเรียนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS

2.2 ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในการเรียนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS

ข้อตกลงเบื้องต้น

1. ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน นักเรียนจะต้องมีเครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS เพื่อใช้ในการเรียนการสอน คนละ 1 เครื่อง

2. นักเรียนจะต้องมีความรู้พื้นฐานในการใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS อย่างน้อย 2 ชั่วโมง

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. **เครื่องคำนวณเชิงกราฟ** หมายถึง เครื่องคำนวณเชิงกราฟรุ่น TI–Nspire CX CAS ที่ใช้เป็นสื่อการเรียนการสอน สำหรับครูและนักเรียน

2. **ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS** หมายถึง ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ครูและนักเรียนใช้ร่วมกันที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งในการเรียนแต่ละหน่วยการเรียนรู้ประกอบด้วยใบกิจกรรมและกิจกรรมภาคปฏิบัติบนเครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS นักเรียนจะได้ทำการสำรวจ วิเคราะห์ สังเกต ตั้งข้อคาดการณ์ สร้าง ตรวจคำตอบ และสรุปความรู้ได้ด้วยตนเองจากการทำกิจกรรม ชุดกิจกรรมนี้ประกอบด้วย

1) คู่มือการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS

2) แผนการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับหน่วยการเรียนรู้

3) บทเรียนประกอบการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS ประกอบไปด้วยเนื้อหา 4 เรื่องได้แก่ วงกลม วงรี พาราโบลา และไฮเพอร์โบลา

3. **ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนการสอน** หมายถึง คุณภาพของชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS ที่นำไปใช้กับกลุ่มนำร่องกลุ่มเล็ก กลุ่มกลาง และกลุ่มใหญ่ แล้วทำให้กลุ่มนำร่องบรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้ตามเกณฑ์ 75/75 โดยมีความหมายดังนี้

75 ตัวแรก หมายถึง คะแนนที่ได้จากการทำใบกิจกรรมรายบุคคลในชั้นเรียนและการทำแบบทดสอบย่อย คิดเป็นร้อยละ 75 ของคะแนนทั้งหมด

75 ตัวหลัง หมายถึง คะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องภาคตัดกรวย คิดเป็นร้อยละ 75 ของคะแนนทั้งหมด

การยอมรับประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวย ถือค่าความแปรปรวน 2.5% กล่าวคือ ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวยไม่ควรต่ำกว่าเกณฑ์ 2.5% (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2556, มกราคม-มิถุนายน)

4. **ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องภาคตัดกรวย** หมายถึง คะแนนรวมรายบุคคลที่นักเรียนทำได้จากการวัดผลต่อไปนี้

4.1 การวัดผลระหว่างเรียนจากใบกิจกรรมรายบุคคลและแบบทดสอบย่อย มีน้ำหนักคะแนนรวมคิดเป็นร้อยละ 50 ของคะแนนทั้งหมด พิจารณาจาก

4.1.1 การปฏิบัติจากใบกิจกรรมรายบุคคล คิดเป็นร้อยละ 10 ของคะแนนทั้งหมด

4.1.2 การวัดผลจากแบบทดสอบย่อย คิดเป็นร้อยละ 40 ของคะแนนทั้งหมด ประกอบด้วย

4.1.2.1 การทดสอบย่อยครั้งที่ 1 เรื่องวงกลม คิดเป็นร้อยละ 10 ของคะแนนทั้งหมด

4.1.2.2 การทดสอบย่อยครั้งที่ 2 เรื่องวงรี คิดเป็นร้อยละ 10 ของคะแนนทั้งหมด

4.1.2.3 การทดสอบย่อยครั้งที่ 3 เรื่องพาราโบลา คิดเป็นร้อยละ 10 ของคะแนนทั้งหมด

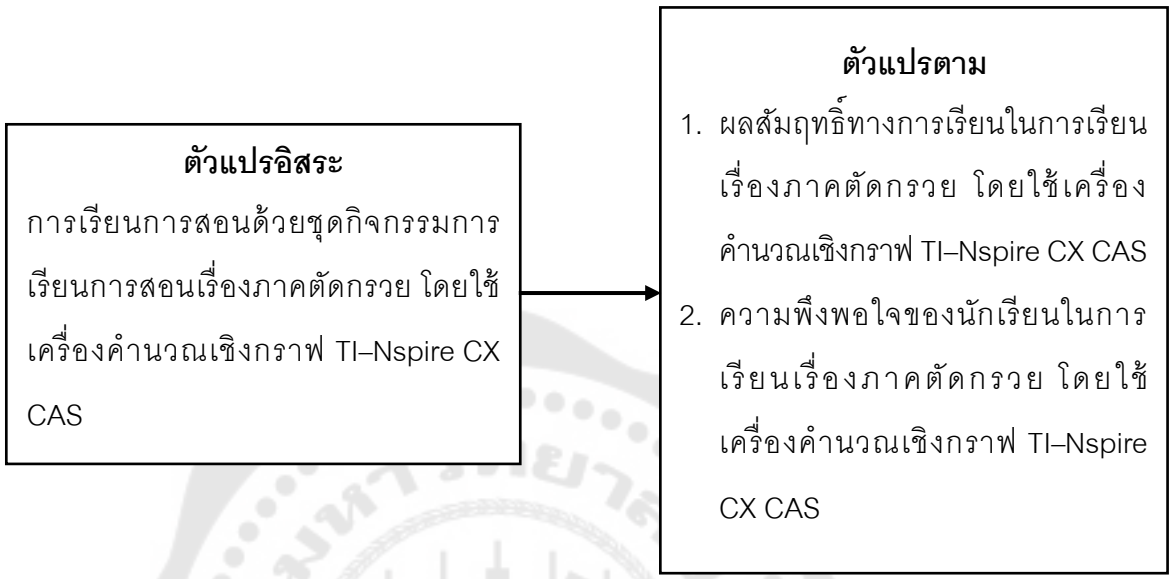
4.1.2.4 การทดสอบย่อยครั้งที่ 4 เรื่องไฮเพอร์โบลา คิดเป็นร้อยละ 10 ของคะแนนทั้งหมด

4.2 การวัดผลหลังเรียนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS มีน้ำหนักคะแนนคิดเป็นร้อยละ 50 ของคะแนนทั้งหมด

5. **เกณฑ์** หมายถึง ค่าร้อยละ 60 ของคะแนนรวมทั้งหมด กล่าวคือ ถ้านักเรียนได้คะแนนรวมจากการประเมินผลระหว่างเรียนและหลังเรียนรวมตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์

6. **ความพึงพอใจของนักเรียนต่อชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ** TI–Nspire CX CAS หมายถึง ความรู้สึกทางจิตใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS ในเชิงบวก พิจารณาจากคะแนนเฉลี่ยการตอบแบบสอบถามวัดความพึงพอใจของนักเรียน ประกอบด้วย 4 ด้าน คือ ด้านเนื้อหา ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน ด้านสื่อการเรียนการสอน และด้านการวัดและประเมินผลที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

กรอบแนวคิดในการวิจัย



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

สมมติฐานของการวิจัย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์ได้มากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และได้นำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับชุดกิจกรรมการเรียนการสอน
    1.1 ความหมายของชุดกิจกรรมการเรียนการสอน
    1.2 ประเภทของชุดกิจกรรมการเรียนการสอน
    1.3 องค์ประกอบของชุดกิจกรรมการเรียนการสอน
    1.4 ขั้นตอนการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนการสอน
    1.5 งานวิจัยเกี่ยวกับชุดกิจกรรมการเรียนการสอน
2. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการใช้โปรแกรมเรขาคณิตแบบพลวัตในการสอนเรื่องภาคตัดกรวย
    2.1 การใช้โปรแกรมเรขาคณิตแบบพลวัตในการสอนคณิตศาสตร์
    2.2 งานวิจัยเกี่ยวกับการใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟในการสอนคณิตศาสตร์
3. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับเครื่องคำนวณเชิงกราฟ
    3.1 ความหมายของเครื่องคำนวณเชิงกราฟ
    3.2 เอกสารเกี่ยวกับเครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS
    3.3 บทบาทของเครื่องคำนวณเชิงกราฟในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน
    3.4 แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ
    3.5 งานวิจัยเกี่ยวกับการใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟในการสอนคณิตศาสตร์
4. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจในการเรียน
    4.1 ความหมายของความพึงพอใจในการเรียน
    4.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวกับความพึงพอใจในการเรียน
    4.3 งานวิจัยเกี่ยวกับความพึงพอใจในการเรียน

1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับชุดกิจกรรมการเรียนการสอน

1.1 ความหมายของชุดกิจกรรมการเรียนการสอน

ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนหรือชุดการเรียนมีชื่อเรียกต่างกัน เช่น ชุดการสอน ชุดการเรียนการสอน ชุดกิจกรรมการเรียนการสอน ชุดการเรียนสำเร็จรูป ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนรายบุคคล ชุดการเรียนด้วยตนเอง ชุดกิจกรรม ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยขอใช้คำว่า “ชุดกิจกรรมการเรียนการสอน” แทนชื่อต่าง ๆ ดังกล่าวข้างต้น ซึ่งมีผู้ให้ความหมายไว้ต่าง ๆ กัน ดังนี้

กู๊ดและเมอร์เคล (Good และ Merkel, 1973) ได้ให้ความหมายของชุดกิจกรรมการเรียนการสอน (Instruction Package) ไว้ว่า เป็นชุดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ประกอบไปด้วยสื่ออุปกรณ์การเรียนการสอน คู่มือครู แบบทดสอบก่อนและหลังเรียน และวัตถุประสงค์การเรียนรู้ ซึ่งต้องมีการตรวจสอบคุณภาพของชุดกิจกรรมการเรียนการสอนด้วย

ดวน (Duane, 1973) ได้ให้ความหมายของชุดกิจกรรมการเรียนการสอน (Learning Package) ว่า มีความหมายเหมือนกับชุดกิจกรรมการเรียนการสอนรายบุคคล (Individualized Instruction) ซึ่งหมายถึง โปรแกรมที่จัดอย่างเป็นระบบเพื่อให้นักเรียนสามารถเรียนได้ตามความสามารถและความสนใจของตนเอง

วิชัย วงษ์ใหญ่ (2523) ให้ความหมายไว้ว่า ระบบการผลิตและการนำสื่อการเรียนหลาย ๆ อย่างมาสัมพันธ์กัน และมีคุณค่าส่งเสริมซึ่งกันและกัน สื่อการเรียนอย่างหนึ่งอาจใช้เพื่อการเร้าความสนใจ ในขณะที่อีกอย่างหนึ่งใช้เพื่ออธิบายข้อเท็จจริงของเนื้อหาและอีกอย่างหนึ่งอาจเพื่อก่อให้เกิดการเสาะแสวงหาอันนำไปสู่ความเข้าใจลึกซึ้ง และป้องกันการเข้าใจความหมายผิด สื่อการเรียนเหล่านี้เรียกอีกประการหนึ่งว่าสื่อประสมที่เรานำมาใช้ให้สอดคล้องกับเนื้อหาวิชาเพื่อช่วยให้นักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้ให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

มัวร์ และควินน์ (Moore และ Quinn, 1994) และ ยุพิน พิพิธกุล (2530) ได้ให้ความหมายของชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเป็นรายบุคคลไปในทำนองเดียวกันว่า เป็นชุดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ให้นักเรียนเรียนด้วยตนเองตามความสามารถของนักเรียนเอง นักเรียนแต่ละคนไม่จำเป็นต้องเรียนไปพร้อม ๆ กัน นักเรียนที่เรียนได้เร็วกว่า สามารถเรียนเนื้อหาถัดไปก่อนได้ด้วยตนเอง ส่วนนักเรียนที่เรียนได้ช้ากว่า สามารถใช้เวลาเรียนเนื้อหานั้น ๆ จนกระทั่งเข้าใจได้ ในชุดกิจกรรมการเรียนการสอนนี้จะประกอบด้วย บัตรคำสั่ง บัตรกิจกรรม บัตรเนื้อหา บัตร

แบบฝึกหัดหรือบัตรงานพร้อมเฉลย และบัตรทดสอบพร้อมเฉลย ในชุดกิจกรรมการเรียนการสอนนั้นจะมีสื่อการเรียนการสอนไว้พร้อม เพื่อที่นักเรียนจะใช้ประกอบการเรียนเรื่องนั้น ๆ

บุญเกื้อ ควรหาเวช (2545) ได้ให้ความหมายว่าเป็นสื่อการสอนชนิดหนึ่งซึ่งเป็นชุดของสื่อประสม (หมายถึง การใช้สื่อการสอนตั้งแต่สองชนิดขึ้นไปร่วมกัน เพื่อให้นักเรียนได้รับความรู้ตามที่ต้องการ สื่อที่นำมาใช้ร่วมกันนี้จะช่วยเสริมประสบการณ์ซึ่งกันและกันตามลำดับขั้นที่จัดเอาไว้) ที่จัดขึ้นสำหรับหน่วยการเรียนตามหัวข้อเนื้อหาและประสบการณ์ของแต่ละหน่วยที่ต้องการจะให้นักเรียนได้รับ โดยจัดเอาไว้เป็นชุด ๆ บรรจุอยู่ในซอง กล่อง หรือกระเป๋า

จากการศึกษาความหมายต่าง ๆ ของชุดกิจกรรมการเรียนการสอน ผู้วิจัยได้รวบรวมและได้สรุปว่าชุดกิจกรรมการเรียนการสอน หมายถึง สื่อการเรียนการสอนที่เป็นรูปแบบสื่อประสมที่ครูสร้างขึ้น จัดอย่างเป็นระบบ ประกอบไปด้วยจุดมุ่งหมาย เนื้อหา แบบฝึกหัด คู่มือครู และวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนต่าง ๆ เพื่อช่วยให้ครูสามารถจัดการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพและเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน จนนักเรียนสามารถบรรลุวัตถุประสงค์ได้

1.2 ประเภทของชุดกิจกรรมการเรียนการสอน

วิชัย วงษ์ใหญ่ (2523) ได้แบ่งชุดกิจกรรมการเรียนการสอนออกเป็น 3 ประเภท ตามลักษณะของการใช้ ซึ่งสอดคล้องกับบุญเกื้อ ควรหาเวช (2545) ได้แก่

1. ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนสำหรับการบรรยาย หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าชุดกิจกรรมการเรียนการสอนสำหรับครูใช้ คือ เป็นชุดกิจกรรมการเรียนการสอนสำหรับกำหนดกิจกรรมและสื่อการเรียนให้ครูใช้ประกอบคำบรรยายเพื่อเปลี่ยนบทบาทการพูดของครูให้น้อยลง ใช้สอนนักเรียนเป็นกลุ่มใหญ่หรือการสอนที่ต้องการปูพื้นฐานให้นักเรียนส่วนใหญ่รู้และเข้าใจในเวลาเดียวกัน มุ่งในการขยายเนื้อหาสาระให้ชัดเจนยิ่งขึ้น และเปิดโอกาสให้นักเรียนร่วมกิจกรรมการเรียนมากยิ่งขึ้น ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนนี้จะมีเนื้อหาเพียงหน่วยเดียวและใช้กับนักเรียนทั้งชั้น สื่อที่ใช้อาจได้แก่ รูปภาพแผนภูมิ สไลด์ ฟิล์มสตริป ภาพยนตร์

2. ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนสำหรับกิจกรรมแบบกลุ่ม ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนนี้มุ่งเน้นที่ตัวนักเรียนได้ประกอบกิจกรรมร่วมกันเป็นกลุ่มเล็ก ๆ ประมาณ 5 – 7 คน และ

อาจจัดการเรียนการสอนในรูปศูนย์การเรียน ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบกิจกรรมกลุ่ม อาจจะต้องขอความช่วยเหลือจากครูเพียงเล็กน้อยในระยะเริ่มต้นเท่านั้น หลังจากเคยชินต่อวิธีการใช้แล้วนักเรียนสามารถช่วยเหลือซึ่งกันและกันได้เอง ในขณะทำกิจกรรมการเรียนหากมีปัญหา นักเรียนสามารถซักถามครูได้เสมอ เมื่อจบการเรียนแต่ละศูนย์แล้ว นักเรียนอาจจะสนใจการเรียนเสริมเพื่อเจาะลึกสิ่งที่เรียนรู้ได้อีกจากศูนย์สำรองที่ครูจัดเตรียมไว้เพื่อเป็นการไม่เสียเวลาที่จะต้องรอคอยผู้อื่น ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนชนิดนี้มักจะใช้ในการสอนแบบกิจกรรมกลุ่ม เช่น การสอนแบบศูนย์การเรียน การสอนแบบกลุ่มสัมพันธ์

3. ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนรายบุคคลหรือชุดกิจกรรมการเรียนการสอนตามเอกัตภาพ เป็นชุดกิจกรรมการเรียนการสอนที่จัดระบบขั้นตอนเพื่อให้นักเรียนใช้เรียนด้วยตนเองตามลำดับขั้นความสามารถของแต่ละคน เมื่อศึกษาครบแล้วจะทำการทดสอบประเมินผลความก้าวหน้า และศึกษาชุดกิจกรรมการเรียนการสอนชุดอื่นต่อไปตามลำดับ เมื่อมีปัญหานักเรียนจะปรึกษากันได้ในระหว่างเรียน และครูพร้อมที่จะให้ความช่วยเหลือทันทีในฐานะผู้ประสานงานหรือผู้ชี้แนะแนวทาง การเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนการสอนนี้จัดเพื่อส่งเสริมศักยภาพการเรียนรู้ของแต่ละบุคคลให้พัฒนาการเรียนรู้ของตนเองไปจนเต็มสุดขีดความสามารถโดยไม่ต้องเสียเวลารอคอยผู้อื่น ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบนี้บางครั้งเรียกว่า บทเรียนโมดูล

ชัยยงค์ พรหมวงศ์, นิคม ทาแดง, และ สมเชาว์ เนตรประเสริฐ (2523) ได้แบ่งชุดกิจกรรมการเรียนการสอนออกเป็น 4 ประเภทใหญ่ ๆ ดังนี้

1. ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนประกอบการบรรยาย เป็นชุดกิจกรรมการเรียนการสอนที่กำหนดกิจกรรมและสื่อการสอนให้ครูประกอบการสอนแบบบรรยาย เพื่อเปลี่ยนบทบาทให้ครูพูดน้อยลง และเปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมกิจกรรมการเรียนมากยิ่งขึ้น ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนประกอบการบรรยายมุ่งช่วยขยายเนื้อหาสาระการสอนแบบบรรยายให้ชัดเจนขึ้น ช่วยให้ครูพูดน้อยลง และให้สื่อการสอนทำหน้าที่แทน ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบบรรยายนี้นิยมใช้กับการฝึกอบรม

2. ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบกลุ่มกิจกรรม เป็นชุดกิจกรรมการเรียนการสอนที่มุ่งให้นักเรียนได้ประกอบกิจกรรมกลุ่มร่วมกัน นักเรียนจะสามารถช่วยเหลือกันและกันได้เองระหว่างประกอบกิจกรรมการเรียน หากมีปัญหา นักเรียนสามารถซักถามครูได้เสมอ

3. ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเอกัตภาพหรือชุดกิจกรรมรายบุคคล เป็นชุดกิจกรรมการเรียนการสอนที่จัดระบบขั้นตอนเพื่อมุ่งให้นักเรียนสามารถศึกษาหาความรู้ด้วยตนเองตามลำดับความสามารถของแต่ละคนเพื่อให้นักเรียนก้าวไปข้างหน้าตามความสามารถ ความสนใจ และความพร้อมของนักเรียน

4. ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนทางไกล เป็นชุดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ครูกับนักเรียนอยู่ต่างถิ่นต่างเวลากัน มุ่งสอนให้นักเรียนศึกษาได้ด้วยตนเองโดยไม่ต้องมาเข้าเรียน ประกอบด้วยสื่อประเภทสิ่งพิมพ์ รายการวิทยุกระจายเสียง วิทยุโทรทัศน์ ภาพยนตร์ และการสอนซ่อมเสริมตามศูนย์บริการการศึกษา เช่น ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนทางไกล มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช นอกจากนี้ยังมีชุดการฝึกอบรม ชุดกิจกรรมของผู้ปกครอง ชุดกิจกรรมทางไปรษณีย์

จากการศึกษาประเภทต่าง ๆ ของชุดกิจกรรมการเรียนการสอน ผู้วิจัยได้รวบรวมและได้สรุปประเภทของชุดกิจกรรมการเรียนการสอนไว้ 4 ประเภท ดังนี้

1. ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนประกอบการบรรยาย หรือชุดกิจกรรมการเรียนการสอนสำหรับครูใช้ หรือชุดกิจกรรมการเรียนการสอนสำหรับครู เป็นชุดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ครูใช้สอนนักเรียนเป็นกลุ่มใหญ่ ครูมีบทบาทในการพูดน้อยลง ให้สื่อการสอนในชุดกิจกรรมทำหน้าที่แทน เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนมากยิ่งขึ้น

2. ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบกลุ่มกิจกรรม เป็นชุดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ใช้สำหรับให้นักเรียนได้ประกอบกิจกรรมร่วมกัน โดยครูให้ความช่วยเหลือเพียงเล็กน้อยในตอนแรก มุ่งที่จะฝึกทักษะในเนื้อหาวิชาที่เรียนและให้นักเรียนมีโอกาสทำงานร่วมกัน

3. ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนรายบุคคล หรือชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเอกัตภาพ เป็นชุดกิจกรรมการเรียนการสอนที่จัดระบบขั้นตอนเพื่อให้นักเรียนใช้เรียนด้วยตนเองเป็นรายบุคคล ตามลำดับขั้นความสามารถ ความสนใจ และความพร้อมของแต่ละคน

4. ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนทางไกล เป็นชุดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ครูกับนักเรียนอยู่ต่างถิ่นต่างเวลากัน มุ่งสอนให้นักเรียนศึกษาได้ด้วยตนเองโดยไม่ต้องมาเข้าเรียน ประกอบด้วยสื่อประเภทสิ่งพิมพ์ รายการวิทยุกระจายเสียง วิทยุโทรทัศน์ ภาพยนตร์ และการสอนซ่อมเสริมตามศูนย์บริการการศึกษา

สำหรับงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยเลือกใช้ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนประกอบการบรรยาย หรือชุดกิจกรรมการเรียนการสอนสำหรับครูใช้ หรือชุดกิจกรรมการเรียนการสอนสำหรับครู เพื่อใช้ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวย

1.3 องค์ประกอบของชุดกิจกรรมการเรียนการสอน

วิชัย วงษ์ใหญ่ (2523) กล่าวว่า ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนประกอบด้วย 6 ส่วน ดังนี้

1. หัวเรื่องคือ การแบ่งเนื้อหาวิชาออกเป็นหน่วย แต่ละหน่วยแบ่งออกเป็นส่วนย่อยเพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้ลึกซึ้งยิ่งขึ้น เพื่อมุ่งเน้นให้เกิดความคิดรวบยอดในการเรียนรู้

2. คู่มือการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนการสอน เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับผู้ใช้ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนจะต้องศึกษาก่อนที่จะใช้ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนจากคู่มือให้เข้าใจเป็นสิ่งแรก จะทำให้การใช้ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

3. วัสดุประกอบการเรียน ได้แก่ พวกสิ่งของหรือข้อมูลต่าง ๆ ที่จะให้นักเรียนศึกษาค้นคว้า เช่น เอกสาร ตำรา บทคัดย่อ รูปภาพ แผนภูมิ วัสดุ สิ่งเหล่านี้ควรจะมีอย่างสมบูรณ์ในชุดกิจกรรมการเรียนการสอนให้มากที่สุดเท่าที่จะกระทำได้

4. บัตรงาน เป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับชุดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบกลุ่ม หรือกิจกรรมแบบศูนย์การเรียน บัตรงานนี้อาจจะเป็นแบบแข็งหรืออ่อนตามขนาดที่เหมาะสมกับวัยของนักเรียน

5. กิจกรรมสำรอง จำเป็นสำหรับชุดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบกลุ่ม หรือการเรียนแบบศูนย์กลางการเรียน ซึ่งกิจกรรมสำรองนี้จะต้องเตรียมไว้สำหรับนักเรียนบางคนที่ทำกิจกรรมเสร็จก่อนคนอื่นได้มีกิจกรรมอย่างอื่นทำ เพื่อเป็นการส่งเสริมการเรียนรู้ได้กว้างและลึกไม่เกิดการเบื่อหน่าย ซึ่งอาจจะมีปัญหาทางวินัยในชั้นขึ้น นักเรียนจะได้ทำกิจกรรมสำรองอันมีเนื้อหาสาระคล้ายกับสิ่งที่เคยเรียนมา แต่กิจกรรมนั้นอาจจะยากหรือมีความลึกซึ้งที่ยั่วยุต่อการเรียน

6. ขนาดรูปแบบของชุดกิจกรรมการเรียนการสอน ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ดีไม่ควรเล็กหรือใหญ่เกินไป เพื่อความสะดวกในการใช้และความสวยงามในการเก็บรักษา

ยุพิน พิพิธกุล (2530) กล่าวว่า ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนรายบุคคลประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้

1. บัตรคำสั่ง จะชี้แจงรายละเอียดว่านักเรียนจะต้องปฏิบัติตามขั้นตอนอย่างไร

2. บัตรกิจกรรม เป็นบัตรที่บอกให้นักเรียนทำกิจกรรมต่าง ๆ สิ่งที่ควรจะมีในบัตรกิจกรรม คือ หัวข้อเรื่องระดับเรื่องสื่อการเรียนการสอน กิจกรรม และเฉลยกิจกรรม

3. บัตรเนื้อหา เป็นบัตรที่บอกเนื้อหาทั้งหมดที่ต้องการให้เรียน สิ่งที่ควรจะมีในบัตรเนื้อหา คือ หัวข้อเรื่องสูตร บทนิยาม และตัวอย่าง

4. บัตรแบบฝึกหัดหรือบัตรงาน เป็นแบบฝึกหัดที่จัดทำไว้เพื่อให้นักเรียนฝึกหัดทำหลังจากที่ได้ทำบัตรกิจกรรมและศึกษาเนื้อหาจนเข้าใจแล้ว ในบัตรแบบฝึกหัดนี้จะต้องทำบัตรเฉลยไว้ให้พร้อม สิ่งที่ควรจะมีในบัตรแบบฝึกหัดหรือบัตรงาน คือ หัวข้อเรื่องสูตร บทนิยาม กฎที่ต้องการใช้ โจทย์แบบฝึกหัด ให้นักเรียนตั้งโจทย์เอง แล้วหาคำตอบ และเฉลยแบบฝึกหัด

5. บัตรทดสอบหรือบัตรปัญหา ถ้าในชุดกิจกรรมการเรียนการสอนนั้นแยกออกเป็นหลายหน่วยย่อย แต่ละหน่วยย่อยนั้นก็จะทำข้อทดสอบก่อนเรียน และข้อทดสอบหลังเรียนไว้ และอาจจะทำข้อทดสอบก่อนและหลังเรียน ซึ่งเป็นข้อทดสอบรวมของหน่วยย่อยไว้อีกก็ได้ สิ่งที่ควรจะมีในบัตรทดสอบ คือ หัวข้อเรื่องข้อทดสอบ และบัตรเฉลย

บุญชม ศรีสะอาด (2537) ได้เสนอแนะว่า ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนควรมีองค์ประกอบที่สำคัญ 4 ประการ ดังนี้

1. คู่มือการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนการสอน เป็นคู่มือที่จัดทำขึ้นเพื่อให้ผู้ใช้ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนศึกษาและปฏิบัติตามเพื่อให้บรรลุผลอย่างมีประสิทธิภาพ อาจประกอบด้วยแผนการสอน สิ่งที่ครูต้องเตรียมก่อนสอน บทบาทของนักเรียน และการจัดชั้นเรียน

2. บัตรงาน เป็นบัตรที่มีคำสั่งว่าจะให้นักเรียนปฏิบัติอะไรบ้าง โดยระบุกิจกรรมตามลำดับขั้นตอนของการเรียน

3. แบบทดสอบวัดผลความก้าวหน้าของนักเรียน เป็นแบบทดสอบที่ใช้สำหรับตรวจสอบว่า หลังจากเรียนชุดกิจกรรมการเรียนการสอนจบแล้ว นักเรียนเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมตามจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้หรือไม่

4. สื่อการเรียนต่าง ๆ เป็นสื่อสำหรับนักเรียนได้ศึกษามีหลายชนิดประกอบกัน อาจเป็นประเภทสิ่งพิมพ์ เช่น บทความ เนื้อหาเฉพาะเรื่องจุลสาร บทเรียนโปรแกรม หรือประเภทโสตทัศนูปกรณ์

มหาวิทยาลัยมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช (2539) ได้แบ่งองค์ประกอบของชุดกิจกรรมการเรียนการสอน ดังนี้

1. คู่มือครู มีส่วนต่าง ๆ คือ คำชี้แจง สิ่งที่ครูต้องเตรียม บทบาทของนักเรียน การจัดชั้นเรียนพร้อมแผนผัง แผนการสอน เนื้อหาสาระประจำศูนย์ต่าง ๆ และการประเมินผล (แบบทดสอบก่อน – หลังเรียน)

2. แบบฝึกหัด เป็นคู่มือของนักเรียนที่ใช้ประกอบกิจกรรมการเรียน บันทึกคำอธิบายของครู และใบงานหรือแบบฝึกหัดตามที่กำหนดไว้ในบัตรกิจกรรม แผนฝึกปฏิบัติ อาจแยกเป็นชุด หรือนำมารวมเป็นเล่มก็ได้

3. สื่อสำหรับศูนย์กิจกรรม ประกอบด้วย บัตรคำสั่ง บัตรเนื้อหา บัตรกิจกรรม บัตรคำถามหรือบัตรนำอภิปราย และบัตรเฉลย รวมทั้งภาพชุด แบบเรียนหรือสิ่งอื่น ๆ หลายชนิดประกอบกัน เช่น บทความ จุลสาร บทเรียนโปรแกรม แถบบันทึกเสียง วีดิทัศน์ ฯลฯ สิ่งต่าง ๆ เหล่านี้ครูอาจบรรจุไว้ในซองหรือกระเป๋า โดยจำนวนบัตรต่าง ๆ มีเท่ากับจำนวนนักเรียน ส่วนสื่อการเรียนต่าง ๆ ควรมีเพียงพอให้ใช้ร่วมกันได้โดยไม่จำเป็นต้องครบคน

4. แบบทดสอบสำหรับการประเมินผล เป็นแบบอิงเกณฑ์ที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ซึ่งครูจะใช้เป็นแบบทดสอบก่อนและหลังเรียน โดยมีกระดาษคำตอบเตรียมไว้ต่างหาก

บุญเกื้อ ควรหาเวช (2545) ได้กล่าวว่า องค์ประกอบที่สำคัญภายในชุดกิจกรรมการเรียนการสอนสามารถจำแนกออกเป็น 4 ส่วนด้วยกัน คือ

1. คู่มือครู เป็นคู่มือและแผนการสอนสำหรับครูหรือนักเรียนตามแต่ชนิดของชุดกิจกรรมการเรียนการสอน ภายในคู่มือชี้แจงถึงวิธีการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเอาไว้อย่างละเอียด อาจจะทำเป็นเล่มหรือแผ่นพับก็ได้ ประกอบด้วย คำนำ (สำหรับคู่มือครูที่เป็นเล่ม) ส่วนประกอบของชุดกิจกรรมการเรียนการสอน คำชี้แจงสำหรับนักเรียน สิ่งที่ครูและนักเรียนต้องเตรียม บทบาทของครูและนักเรียน การจัดห้องเรียน แผนการสอน เนื้อหาสาระของชุดกิจกรรม

การเรียนการสอน แบบฝึกหัดปฏิบัติหรือกระดาษตอบคำถาม และแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน (พร้อมเฉลย)

2. บัตรคำสั่งหรือคำแนะนำ จะเป็นส่วนที่บอกให้นักเรียนดำเนินการเรียนหรือประกอบกิจกรรมแต่ละอย่างตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ บัตรคำสั่งจะมีอยู่ในชุดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบกลุ่มและรายบุคคล ซึ่งจะประกอบด้วย คำอธิบายในเรื่องที่จะศึกษา คำสั่งให้นักเรียนดำเนินกิจกรรม และการสรุปบทเรียน บัตรคำสั่งนี้ มักนิยมใช้กระดาษแข็งตัดเป็นบัตร ขนาด 6 คูณ 8 นิ้ว

3. เนื้อหาสาระและสื่อ จะบรรจุไว้ในรูปของสื่อการสอนต่าง ๆ อาจจะประกอบด้วยบทเรียนโปรแกรม สไลด์ เทปบันทึกเสียง ฟิล์มสตริป แผ่นภาพโปร่งใส วัสดุกราฟิก หุ่นจำลอง ของตัวอย่าง รูปภาพ เป็นต้น นักเรียนจะศึกษาจากสื่อการสอนต่าง ๆ ที่บรรจุอยู่ในชุดกิจกรรมการเรียนการสอนตามบัตรคำที่กำหนดไว้ให้

4. แบบประเมินผล นักเรียนจะทำการประเมินผลความรู้ด้วยตนเองก่อนและหลังเรียน แบบประเมินผลที่อยู่ในชุดกิจกรรมการเรียนการสอนอาจจะเป็นแบบฝึกหัดให้เติมคำในช่องว่าง เลือกคำตอบที่ถูก จับคู่ ดูผลจากการทดลอง หรือให้ทำกิจกรรม เป็นต้น

ในงานวิจัยนี้ ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีองค์ประกอบดังนี้

1. คู่มือการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS

2. แผนการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับหน่วยการเรียนรู้

3. บทเรียนประกอบการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS ประกอบด้วยเนื้อหา 4 เรื่องได้แก่ วงกลม วงรี พาราโบลา และไฮเพอร์โบลา

1.4 ขั้นตอนการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนการสอน

กาญจนา เกียรติประวัติ (2524) ได้วางแนวทางในการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนการสอนไว้ ดังนี้

1. เลือกเรื่องเรื่องที่จะทำจะต้องรู้สึกว่ามีปัญหาในการสอนด้วยวิธีอื่น ๆ จึงจะมีคุณค่าพอสำหรับการสร้าง

2. พัฒนาเรื่องให้เป็นปัญหาเพื่อยั่วยุให้นักเรียนเกิดความสงสัยในคำตอบ การพัฒนาหัวข้อเรื่องให้เป็นปัญหา เช่น วิธีเร้าความสนใจในการเรียนแก่นักเรียน ข้อสำคัญปัญหานั้นจะต้องสัมพันธ์กับจุดสำคัญที่ครูต้องการสอน

3. เนื้อหาสาระ ครูกำหนดเนื้อหาสาระจากการศึกษาขอบเขตในหลักสูตร การศึกษาหลักสูตรจะทำให้ครูรู้ระยะเวลาของการสอนว่าควรเน้นย้ำรายละเอียดเพียงใด เช่น ไม่สอนทุกสิ่งทุกอย่างที่หลักสูตรกำหนดให้สอนในเวลา 10 ชั่วโมง โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเพียง 2 – 3 ชั่วโมง

4. เขียนสังกัป (Concept) หรือหลักการ (Generalization) ของเรื่องเพื่อเป็นหลักในการจัดกิจกรรมและการตั้งคำถามของครู ครูที่สอนโดยคำนึงถึงหลักการและสังกัปของเรื่องเท่ากับส่งเสริมให้นักเรียนคิดเป็นด้วย

5. เขียนจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม แล้วเรียงลำดับโดยเริ่มจากสิ่งที่จะต้องสอนก่อน

6. ระบุวิชาที่จะนำมาสัมพันธ์หรือบูรณาการกันได้ จะช่วยให้การคิดกิจกรรมการเรียนการสอนของครูส่งเสริมความคิดของนักเรียนให้กว้างขวางออกไปในเชิงบูรณาการ

7. คำนึงถึงจิตวิทยาพัฒนาการของนักเรียน นักเรียนแต่ละระดับมีช่วงเวลาความสนใจต่างกัน ลักษณะกิจกรรมที่จัดจะต้องคำนึงถึงวัยนักเรียนที่จะเป็นผู้ลงมือกระทำกิจกรรมนั้นด้วย

8. วิเคราะห์งาน โดยนำจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมแต่ละข้อมาวิเคราะห์กิจกรรมที่ครูและนักเรียนจะต้องทำ ตลอดจนกำหนดสื่อที่จำเป็น แล้วเรียงลำดับกิจกรรมดังกล่าว การกำหนดกิจกรรมการเรียนการสอนจะต้องระบุชัดเจนว่าใคร ทำอะไร ที่ไหน อย่างไร เมื่อไร และเขียนเป็นประโยคบอกเล่าไม่ใช้คำอธิบายเชิงคำถาม วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ประกอบให้วงเล็บหมายเลขไว้

9. รายการอุปกรณ์ เอกสารประกอบการเรียน ควรมีหมายเลขกำกับเพื่อสะดวกต่อการหยิบใช้ สิ่งของที่หาได้จากตู้วิทยาศาสตร์ หรือลำบากในการบรรจุเข้าแฟ้ม เช่น ขันน้ำ ขวด

ควรระบุไว้เป็นอุปกรณ์ส่วนที่ครูต้องหามาเพิ่มเติมก่อนสอน แผนภูมิแผ่นใหญ่ๆ ควรคิดวิธีพับเก็บให้เรียบร้อย

10. การวัดผล ไม่ว่าจะเป็นการวัดก่อนหรือหลังการเรียน จะต้องใช้จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมเป็นหลัก วัดพฤติกรรมที่คาดหวังเป็นสำคัญ พยายามออกแบบการวัดผลให้นักเรียนวัดกันเองและตรวจคำตอบเองได้

11. กิจกรรมสำรอง จัดไว้สำหรับซ่อมพื้นฐานที่จำเป็นของเด็กเรียนอ่อนและเสริมความรู้ของเด็กที่เรียนเร็ว สิ่งเหล่านี้มีผลต่อการรักษาวินัยของห้องเรียนด้วย

12. คู่มือการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนการสอน

13. แฟ้มสำหรับบรรจุชุดกิจกรรมการเรียนการสอนควรมีขนาดมาตรฐานเพื่อสะดวกในการจัดวางและการใช้ โดยถือหลักประโยชน์ ประหยัด คงทน สะดวก และภูมิฐาน

14. การทดลองใช้ ปรับปรุง แก้ไข ทดลอง เมื่อสร้างเสร็จควรได้มีการทดลองใช้กับนักเรียนในระดับที่ต้องการก่อน เพื่อการแก้ไขปรับปรุงก่อนนำไปใช้จริง ในคู่มือครูควรมีแบบบันทึกผลการใช้ไว้ให้ครูบันทึกข้อดี ข้อบกพร่องในการใช้แต่ละครั้งไว้ด้วย

บุญชม ศรีสะอาด (2541) ได้เสนอขั้นตอนในการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนการสอนดังนี้

1. วิเคราะห์ภารกิจการเรียนสำหรับเนื้อหาวิชาที่จะสร้างชุดกิจกรรมการเรียนการสอน กำหนดจุดประสงค์ทั่วไป จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม และจำแนกเนื้อหาออกเป็นหน่วยย่อย ๆ สำหรับสอนแต่ละคาบเวลา

2. สร้างชุดกิจกรรมการเรียนการสอนตามลักษณะของชุดกิจกรรมการเรียนการสอน และทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานและหลักการเรียนการสอนที่ได้กล่าวมาแล้ว โดยมีส่วนประกอบดังนี้ ข้อแนะนำในการใช้จุดประสงค์ของบทเรียน กิจกรรมของนักเรียนและครู เอกสารสำหรับนักเรียนและครู สื่อการเรียนการสอนต่าง ๆ และการประเมินผล

3. ทบทวนและปรับปรุง

4. ให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการพัฒนาหลักสูตร ด้านเนื้อหาสาระ ด้านสื่อการสอนพิจารณาให้ข้อเสนอแนะ ผู้สร้างปรับปรุงตามข้อเสนอแนะนั้น ๆ

5. ทดลองใช้และปรับปรุง โดยนำไปทดลองใช้กับนักเรียนที่เป็นกลุ่มเป้าหมายของการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนการสอน ดังนี้

5.1 ทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง โดยนำชุดกิจกรรมการเรียนการสอนไปทดลองใช้กับนักเรียนหนึ่งคน ทำการสังเกตและบันทึกพฤติกรรมของนักเรียนระหว่างเรียน จับเวลาที่ใช้ในการเรียน สัมภาษณ์หรือให้นักเรียนเขียนวิจารณ์ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนนั้น แล้วนำเอาข้อสนเทศต่าง ๆ ที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่อง

5.2 ทดลองกับกลุ่มย่อย โดยนำชุดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ได้รับการปรับปรุงแล้วในขั้น 5.1 ไปทดลองใช้กับนักเรียนจำนวน 10 คน โดยจะมีการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แล้วนำคะแนนจากการทดสอบมาวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนตามเกณฑ์มาตรฐาน 90/90 นำเอาผลมาปรับปรุงกิจกรรม เนื้อหาสาระและสื่อต่าง ๆ ตามข้อสนเทศที่ได้รับ

5.3 ทดลองกับกลุ่มใหญ่ หลังจากทดลองและปรับปรุงแก้ไขชุดกิจกรรมทั้งสองครั้งแล้ว นำเอาชุดกิจกรรมการเรียนการสอนนี้ไปทดลองใช้กับนักเรียนหนึ่งห้องเรียน แล้วนำผลการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมาหาประสิทธิภาพของบทเรียนตามเกณฑ์มาตรฐาน 90/90

ในการวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้มีขั้นตอนการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนการสอน ดังนี้

1. ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาเรื่องภาคตัดกรวย แบ่งเป็น 4 หน่วย ได้แก่
   1.1 หน่วยที่ 1 เรื่องวงกลม
   1.2 หน่วยที่ 2 เรื่องวงรี
   1.3 หน่วยที่ 3 เรื่องพาราโบลา
   1.4 หน่วยที่ 4 เรื่องไฮเพอร์โบลา
2. สร้างชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวย ประกอบด้วย
   2.1 คู่มือการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวย
   2.2 แผนการจัดการเรียนรู้
   2.3 บทเรียนสำหรับใช้ประกอบการเรียนการสอน ได้แก่ ใบกิจกรรม
3. นำชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวย เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ความเหมาะสมของการจัดกิจกรรม และความเหมาะสมกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง และนำมาปรับปรุง แก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

4. นำชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวย ที่ได้รับการปรับปรุง แก้ไขตามคำแนะนำของคณะกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญมาทดลองสอนกับนักเรียนกลุ่มนำร่องที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง และปรับปรุงข้อบกพร่อง

5. นำชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวย ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

1.5 งานวิจัยเกี่ยวกับชุดกิจกรรมการเรียนการสอน

คาลิด (Khalid, 2004) ได้พัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเทคนิคในบรูไน ด้วยรูปแบบของชุดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ให้นักเรียนเป็นศูนย์กลาง โดยมีสิ่งแวดล้อมทางการเรียนที่เอื้อต่อนักเรียน ได้แก่ การสนับสนุนจากครูและนวัตกรรมต่าง ๆ เพื่อศึกษาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ และเจตคติที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน เมื่อมีการจัดสิ่งแวดล้อมทางการเรียนให้ดีขึ้น ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนเทคนิคที่ผ่านการเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนการสอนนี้มีผลการเรียนรู้ที่ดีขึ้นในทุกด้าน นักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนการสอนนี้มีความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ดีกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีปกติ และนักเรียนมีทัศนคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ดีขึ้นเมื่อเทียบกับก่อนเรียน

ขวัญ เพียซ้าย (2547) ได้สร้างชุดกิจกรรมการเรียนการสอนที่นักเรียนสำคัญที่สุดเรื่องการพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์ และศึกษาความสามารถในการเรียนเรื่องการพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์ รวมทั้งเจตคติของนิสิตวิชาเอกคณิตศาสตร์ ระดับปริญญาตรี ที่มีต่อชุดกิจกรรมการเรียนการสอนที่นักเรียนสำคัญที่สุดเรื่องการพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า นิสิตวิชาเอกคณิตศาสตร์ ระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 2 หลังจากเรียนเรื่องการพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนที่นักเรียนสำคัญที่สุด สามารถสอบผ่านเกณฑ์คะแนนตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไปของคะแนนรวม มีจำนวนมากกว่าร้อยละ 50 ของจำนวนนิสิตทั้งหมดที่ระดับนัยสำคัญ .01 และนิสิตวิชาเอกคณิตศาสตร์ ชั้นปีที่ 2 มีเจตคติต่อชุดกิจกรรมการเรียนการสอนที่นักเรียนสำคัญที่สุดเรื่องการพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับเห็นด้วยมาก

อนุวัฒน์ เดชไธสง (2553) พัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องเวกเตอร์โดยใช้โปรแกรม C.a.R. สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องเวกเตอร์โดยใช้โปรแกรม C.a.R. สามารถผ่านเกณฑ์ได้มากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมดที่ระดับนัยสำคัญ .05 สรุปได้ว่า นักเรียน

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีความสามารถในการเรียนเรื่องเวกเตอร์ ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องเวกเตอร์โดยใช้โปรแกรม C.a.R. ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น และนักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจในการเรียนเรื่องเวกเตอร์โดยใช้โปรแกรม C.a.R. อยู่ในระดับมาก

วรนารถ อยู่สุข (2555) ได้สร้างชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคการศึกษาต้น ปีการศึกษา 2555 โรงเรียนนครนายกวิทยาคม จำนวน 44 คน มีผลการวิจัยดังนี้ ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ภายหลังจากการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ภายหลังจากการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ สูงกว่าก่อนการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรการเรียนรู้เชิงประสบการณ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ภายหลังจากการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 และความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ภายหลังจากการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ สูงกว่าก่อนการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรการเรียนรู้เชิงประสบการณ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เกศินี เพ็ชรรุ่ง (2556) ได้สร้างชุดกิจกรรมการเรียนการสอนตามแนวการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 โรงเรียนบ้านนา “นายกพิทยากร” จำนวน 80 คน พบว่า นักเรียนที่ใช้ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนตามแนวการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงมีมโนทัศน์และความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการใช้โปรแกรมเรขาคณิตแบบพลวัตในการสอนเรื่องภาคตัดกรวย

2.1 การใช้โปรแกรมเรขาคณิตแบบพลวัตในการสอนคณิตศาสตร์

โปรแกรมเรขาคณิตแบบพลวัตเป็นโปรแกรมด้านเรขาคณิตซึ่งเน้นการสร้างรูปเรขาคณิตในลักษณะเดียวกับการใช้สันตรงและวงเวียน แต่มีลักษณะปฏิสัมพันธ์ ผู้ใช้สามารถสร้างรูปและเคลื่อนย้ายรูปได้ โดยการเคลื่อนย้ายจุดหรือย้ายเส้นนั้นสามารถทำได้โดยง่าย และการเคลื่อนย้ายจะยังคงรักษาสมบัติที่ร่วมกันของรูปนั้นไว้เสมอ ทำให้โปรแกรมเรขาคณิตแบบพลวัตเหมาะสำหรับการเรียนรู้เรขาคณิตโดยทดลองสร้างและสำรวจสมบัติหรือค้นหาความจริงในเชิงเรขาคณิตจากรูปหลาย ๆ ลักษณะ (สุธินันท์ บุญพัฒนาภรณ์, 2549)

โปรแกรมเรขาคณิตแบบพลวัตที่มีในปัจจุบันมีสมบัติพื้นฐานของการสร้างและการเคลื่อนย้ายจุด เส้นตรง วงกลม มุม พร้อมทั้งเครื่องมืออำนวยความสะดวกเบื้องต้น เช่น ความยาว ขนาดมุม ซึ่งสามารถจำแนกตามลักษณะการเผยแพร่ได้ 2 ลักษณะ ดังนี้

1. โปรแกรมที่ใช้ในเชิงธุรกิจ เช่น
   - 1.1 Cabri (http://www.chartwellyorke.com/cabri.html)
   - 1.2 Cinderella (http://www.cinderella.de/tiki-index.php)
   - 1.3 GSP (http://www.keypress.com/sketchpad/)
   - 1.4 GEUP (http://www.geup.net/en/index.htm)
   - 1.5 Cabri 3D (http://www.chartwellyorke.com/cabri3d/cabri3d.html)
   - 1.6 Geometry Expressions (http://www.geometryexpressions.com)
   - 1.7 TI–Nspire (https://education.ti.com/)

2. โปรแกรมแบบ General Public License (GPL) คือ โปรแกรมที่ใช้และเผยแพร่โดยไม่เสียค่าใช้จ่าย เช่น
   - 2.1 C.a.R. (http://www.z-u-l.de/)
   - 2.2 CaRMetal (http://db-maths.nuxit.net/CaRMetal/index_en.html)
   - 2.3 Eukleides (http://www.eukleides.org/)
   - 2.4 GeoGebra (http://www.geogebra.at/)
   - 2.5 GeoProof (http://home.gna.org/geoproof/)
   - 2.6 GeoView (http://www-sop.inria.fr/lemme/geoview/geoview.html)

การสำรวจคณิตศาสตร์โดยใช้เทคโนโลยี หมายถึง การศึกษาค้นคว้า การค้นหาข้อเท็จจริง การสร้างข้อคาดเดา การให้เหตุผล การคิดคำนวณเชิงตัวเลข การสร้างแผนภาพแบบเคลื่อนไหว และการเขียนกราฟโดยการใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางคณิตศาสตร์ต่าง ๆ (อุบล กลองกระโทก, 2555) ดังต่อไปนี้

การศึกษาค้นคว้าด้านคณิตศาสตร์โดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในปัจจุบัน นักเรียนสามารถทำได้อย่างไร้พรมแดนไม่ว่าจะอยู่ที่ใดก็ตาม ขึ้นอยู่กับว่าเรารู้จักการใช้ที่ก่อให้เกิดประโยชน์มากน้อยเพียงใด โรงเรียนต้องให้ความสำคัญในเรื่องนี้เป็นอย่างมาก ครูคณิตศาสตร์ไม่สามารถที่จะถ่ายทอดสาระความรู้ในหลักสูตรได้ครบทั้งหมดภายในเวลาที่มีขอบเขตจำกัด การส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักการสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมจากในชั้นเรียนจะมีคุณประโยชน์ที่ประเมินค่ามิได้ การลงทุนทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศนับว่าเป็นการลงทุนที่คุ้มค่า ประเทศที่ส่งเสริมสนับสนุนงบประมาณทางด้านเทคโนโลยีเพื่อการศึกษาจะเป็นประเทศที่มีความรุ่งเรืองทางด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ที่เป็นหัวใจของการพัฒนาประเทศชาติ

การค้นหาข้อเท็จจริง ความพยายามในการค้นหาข้อเท็จจริงต่าง ๆ บางครั้งอาจจะต้องใช้งบประมาณอย่างมาก การนำเทคโนโลยีมาใช้ในการค้นหาข้อเท็จจริงต่าง ๆ เหล่านั้นจะช่วยประหยัดทั้งเวลาและงบประมาณ สามารถนำผลที่ได้รับไปใช้ประโยชน์ได้ทันต่อเหตุการณ์ โปรแกรมคณิตศาสตร์สามารถช่วยให้นักเรียนค้นพบข้อเท็จจริงที่สามารถพิสูจน์ได้

การสร้างข้อคาดเดาทางด้านคณิตศาสตร์เป็นสมบัติอย่างหนึ่งของนักเรียนคณิตศาสตร์ที่จะนำไปสู่การค้นพบข้อเท็จจริงหรือทฤษฎีต่าง ๆ ได้ ซึ่งการสร้างข้อคาดเดานี้เปรียบเสมือนกับขั้นตอนการตั้งสมมติฐานของกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศจะช่วยให้นักเรียนค้นพบอะไรบางอย่างที่อาจจะจริงหรือเป็นจริงแบบมีเงื่อนไขก็ได้ นักเรียนจะเกิดการอยากรู้ อยากทดลอง อยากพิสูจน์ อยากเรียนรู้เนื้อหาที่ยุ่งยากซับซ้อนขึ้น

การให้เหตุผลทางด้านคณิตศาสตร์มีมากมายหลายวิธี ทั้งแบบที่เป็นทางการและแบบที่ไม่เป็นทางการ ขึ้นอยู่กับว่ามีความเชื่อถือหรือได้รับการยอมรับมากน้อยเพียงใด เทคโนโลยีที่มีประสิทธิภาพจะเป็นที่ยอมรับของนักคณิตศาสตร์ ดังนั้น การสำรวจคณิตศาสตร์เกี่ยวกับการให้เหตุผลก็สามารถใช้เทคโนโลยีต่าง ๆ ได้

การคิดคำนวณเชิงตัวเลข นับว่าเทคโนโลยีมีบทบาทมากตั้งแต่ที่มนุษย์สร้างเครื่องคิดเลขแบบง่าย ๆ มาใช้ในการคิดคำนวณ จนกระทั่งสร้างเครื่องคำนวณที่สามารถประมวลผลตัวเลขมาก ๆ ได้ภายในเวลาไม่กี่วินาทีแทนที่จะคำนวณด้วยมือ ต่อมา มนุษย์พยายามสร้างเครื่องคำนวณที่สามารถเขียนกราฟได้อยู่ภายในเครื่องเดียวกันสำเร็จ โดยเฉพาะในต่างประเทศที่เจริญจะอนุญาตให้นำเครื่องคำนวณเชิงกราฟเข้าห้องสอบได้ในวิชาคณิตศาสตร์บางฉบับ ในสภาพการเรียนการสอน ครูสามารถนำมาใช้ และวัดและประเมินผลตามสภาพความเป็นจริงได้

การสร้างแผนภาพแบบเคลื่อนไหว จะเป็นการสำรวจที่ทำให้นักเรียนมองเห็นความชัดเจนของโจทย์ปัญหาที่ซับซ้อนและเป็นนามธรรม ถ้านักเรียนสามารถมองเห็นภาพที่เคลื่อนไหวจะเป็นการช่วยให้นักเรียนเกิดจินตนาการ สร้างความชัดเจนของปัญหา ซึ่งง่ายต่อการแก้ปัญหาดังกล่าวได้

การเขียนกราฟ เดิมการเขียนกราฟบนกระดาษจะเสียเวลามาก กราฟที่เขียนอาจเกิดการคลาดเคลื่อนไม่สอดคล้องกับความเป็นจริง แต่ถ้าเราใช้เทคโนโลยีสารสนเทศต่าง ๆ มาช่วยในการเขียนกราฟ จะทำให้สามารถเขียนได้อย่างถูกต้องตามหลักของคณิตศาสตร์

สำหรับงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยเลือกใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS ซึ่งเป็นโปรแกรมที่มีสมบัติเบื้องต้นของโปรแกรมเรขาคณิตแบบพลวัตพอเพียงและพกพาได้ง่าย ถูกพัฒนาขึ้นโดย Texas Instruments โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นตัวช่วยในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของครู และจุดประกายให้นักเรียนตั้งแต่ระดับชั้นอนุบาลจนถึงชั้นมัธยมศึกษาชอบในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์

2.2 งานวิจัยเกี่ยวกับการใช้โปรแกรมเรขาคณิตแบบพลวัตในการสอนเรื่องภาคตัดกรวย

สันติ อิทธิพลนาวากุล (2550) ได้พัฒนาชุดการเรียนคณิตศาสตร์แบบสืบสวนสอบสวนโดยใช้โปรแกรม GSP (The Geometer's Sketchpad) เพื่อส่งเสริมความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ เรื่องภาคตัดกรวย ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า ชุดการเรียนคณิตศาสตร์แบบสืบสวนสอบสวนโดยใช้โปรแกรม GSP เรื่องภาคตัดกรวย ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 โดยมีค่าเฉลี่ย 85.94/86.64 ความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

หลังได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนคณิตศาสตร์แบบสืบสวนสอบสวนโดยใช้โปรแกรม GSP เรื่อง ภาคตัดกรวย สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนคณิตศาสตร์แบบสืบสวนสอบสวนโดยใช้โปรแกรม GSP เรื่องภาคตัดกรวย ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 65 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

เมเยอร์ (Myers, 2009) ได้ศึกษาการใช้โปรแกรม GSP ในการจัดการเรียนการสอนเรื่องเรขาคณิต ในโรงเรียน 3 แห่งในไมอามี เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนโดยใช้โปรแกรม GSP กับการจัดการเรียนการสอนแบบปกติ โดยพิจารณจากคะแนนการสอบ FCAT (Florida Comprehensive Assessment Test) ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนโดยใช้โปรแกรม GSP มีคะแนน FCAT สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีปกติ

ธิดารัตน์ ลือโลก (2554) ได้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่องภาคตัดกรวย เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถเชิงปริภูมิของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่องภาคตัดกรวย เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถเชิงปริภูมิของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 โดยมีค่าเฉลี่ย 86.02/84.72 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความสามารถเชิงปริภูมิของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภายหลังจากการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่องภาคตัดกรวย ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 65 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

เอสคูเดอร์ (Escuder, 2013) ได้ศึกษาปัจจัยต่าง ๆ ทั้งปัจจัยภายใน ได้แก่ ความกังวลของครู ความเชื่อเกี่ยวกับเทคโนโลยีของครู และการสอนคณิตศาสตร์ และปัจจัยภายนอก ได้แก่ ทรัพยากร และการสนับสนุนของโรงเรียน ในการใช้โปรแกรม GeoGebra ในครู 12 คนที่จบการศึกษาระดับปริญญาโททางด้านคณิตศาสตร์มาแล้ว ผลการวิจัยพบว่า ครูมีความปรารถนาในการเรียนรู้คุณลักษณะใหม่ ๆ ของโปรแกรม และมีความปรารถนาที่จะได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้กับครูคนอื่น ๆ ส่วนปัจจัยภายนอก ได้แก่ การขาดแคลนคอมพิวเตอร์ที่สามารถใช้งานโปรแกรม GeoGebra

วราวุธ บุตรรัตน์ (2556) ได้สร้างชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้โปรแกรม C.a.R. สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนกระสังพิทยาคม อำเภอกระสัง จังหวัดบุรีรัมย์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 นักเรียน 40 คน เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้โปรแกรม C.a.R. และศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้โปรแกรม C.a.R. พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวยโดยใช้โปรแกรม C.a.R. สามารถผ่านเกณฑ์ได้มากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ที่ระดับนัยสำคัญ .01 สรุปได้ว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีความสามารถในการเรียนเรื่องภาคตัดกรวย ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวยโดยใช้โปรแกรม C.a.R. ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น และมีความพึงพอใจในการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวยโดยใช้โปรแกรม C.a.R. อยู่ในระดับมาก

3. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับเครื่องคำนวณเชิงกราฟ

3.1 ความหมายของเครื่องคำนวณเชิงกราฟ

เครื่องคำนวณเชิงกราฟ (Graphing Calculator) หรือเครื่องคิดเลขกราฟิก มีนักการศึกษาทางคณิตศาสตร์และผู้ที่เกี่ยวข้องให้ความหมายไว้ ดังนี้

วัชราภรณ์ ปราณีธรรม (2549) ได้กล่าวว่าเครื่องคิดเลขกราฟิกหมายถึงเครื่องคิดเลขที่สามารถแสดงกราฟและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ต่าง ๆ และเป็นเครื่องมือที่ขยายกรอบความสามารถเพิ่มเติมจากเครื่องคิดเลขวิทยาศาสตร์ (Scientific Calculator)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2550) กล่าวว่า เครื่องคำนวณเชิงกราฟ (Graphing Calculator หรือ Handheld) เป็นเทคโนโลยีสารสนเทศชนิดหนึ่งที่ช่วยให้ครูคณิตศาสตร์สามารถนำเสนอแนวคิดที่เป็นนามธรรมให้เป็นรูปธรรมมากขึ้นได้ นักเรียนสามารถเรียนรู้และทำความเข้าใจ แสดงการเปรียบเทียบได้ง่าย การคำนวณค่าและการดำเนินงานเกี่ยวกับฟังก์ชันต่าง ๆ ทำได้อย่างรวดเร็ว ชัดเจน ถูกต้อง แม่นยำ และตรวจสอบได้ นับว่าเป็นแนวทางหนึ่งที่ช่วยให้นักเรียนสามารถขยายความคิดทางคณิตศาสตร์ได้กว้างขึ้น สามารถนำข้อมูลในชีวิตจริงเข้ามาสู่การคำนวณ สอดคล้องกับสภาพสังคมเทคโนโลยีในปัจจุบัน

เสถียร การคนซื่อ (2552) ให้ความหมายเครื่องคิดเลขกราฟิกว่า เป็นเทคโนโลยีสารสนเทศชนิดหนึ่งที่มีความสามารถในการคำนวณค่าของข้อมูล มีหน่วยความจำในการเก็บข้อมูล และสามารถดำเนินการเกี่ยวกับฟังก์ชันต่าง ๆ จากตารางข้อมูล สามารถสร้างความสัมพันธ์ระหว่างสมการ กราฟ กับตารางได้ แสดงจุดสูงสุดและจุดต่ำสุดของกราฟ และความสามารถในการปฏิบัติการทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับตัวเลขและประโยคสัญลักษณ์ทางพีชคณิต เป็นเทคโนโลยีที่ได้พัฒนามาจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยการนำความสามารถในเรื่องต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มารวบรวมไว้เพื่อให้สะดวกต่อการใช้งานในทุกเนื้อหา และเน้นการดำเนินงานอย่างเป็นขั้นตอน ไม่เน้นเฉพาะการหาคำตอบ จึงเป็นเครื่องมือที่ช่วยให้นักเรียนเพลิดเพลินกับการคิด สามารถทดลองและศึกษาเรื่องต่าง ๆ ด้วยตนเอง สำหรับครูสามารถใช้เป็นเครื่องมือในการสาธิตการสอนเรื่องต่าง ๆ อีกทั้งยังเป็นอุปกรณ์ที่สามารถนำไปจัดกิจกรรมการเรียนรู้อื่น ๆ ที่น่าสนใจได้

จากที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปเป็นความหมายของเครื่องคำนวณเชิงกราฟได้ว่า หมายถึง เครื่องคิดเลขที่มีความสามารถหลากหลายด้าน สามารถทำความรู้ที่มีลักษณะเป็นนามธรรมให้มีลักษณะเป็นรูปธรรมมากขึ้น

3.2 **เอกสารเกี่ยวกับเครื่องคำนวณเชิงกราฟ** TI–Nspire CX CAS

Texas Instruments ได้ผลิตเครื่องคำนวณมาตั้งแต่ปี ค.ศ. 1967 โดยเครื่องคำนวณเชิงกราฟรุ่นแรก ได้แก่ TI–81 ถูกผลิตและเผยแพร่ในปี ค.ศ. 1990 TI–83 ในปี ค.ศ. 1996 ซึ่งถูกปรับปรุงให้มีแอปพลิเคชันที่หลากหลายและสามารถอัพเกรดซอฟต์แวร์ได้ TI–84 ในปี ค.ศ. 2004 มีความเร็วมากกว่า TI–83 ถึง 2 เท่า และมีหน่วยความจำมากกว่า 3 เท่า นอกจากนี้ ยังสามารถเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ได้ด้วยช่องเสียบ USB และมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องมาจนถึงปัจจุบันเป็นเครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS ในปี ค.ศ. 2007 ที่มีแป้นพิมพ์แบบคู่ แยกระหว่างสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์และตัวอักษรภาษาอังกฤษ สามารถนำเสนอปัญหาเดียวได้หลายรูปแบบในเวลาเดียวกันหรือแสดงผล 2 หน้าจอได้พร้อมกัน เช่น การเขียนกราฟโดยการพิมพ์สมการลงไป สามารถเลือกให้หน้าจอแสดงผลทั้งหน้าจอที่เป็นกราฟและหน้าจอที่แสดงเป็นตารางคู่อันดับ (Buckner, 2011)

คุณลักษณะสำคัญหรือคุณสมบัติของเครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS อื่น ๆ ได้แก่

1) โอนถ่ายข้อมูลระหว่างเครื่องและอัพเกรดซอฟต์แวร์ภายในได้ พร้อมสายเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์แบบ USB

2) หน้าจอสี ขนาดจอภาพ 320 x 240 pixel

3) มีหน่วยความจำ 100 MB สำหรับบันทึกและอีก 64MB สำหรับระบบปฏิบัติการ

4) สามารถคำนวณและให้ผลลัพธ์ได้ทั้งจำนวนจริงและจำนวนเชิงซ้อน

5) คำนวณทางพีชคณิต แคลคูลัส เมทริกซ์

6) มีโปรแกรมทางเรขาคณิตบรรจุอยู่ในเครื่อง

7) กราฟฟังก์ชัน กราฟลำดับ กราฟ 3 มิติ และสามารถออกแบบเส้นกราฟได้ถึง 90 แบบ

8) หาค่าจากกราฟ ได้แก่ จุดสูงสุด ต่ำสุด ค่าอินทิกรัล ความชัน จุดตัด สมการเส้นสัมผัส ความยาวส่วนโค้ง

9) กราฟสถิติ ได้แก่ กราฟฮีสโตรแกรม กราฟ Box Plot กราฟแบบจุด กราฟแบบเส้น และสมการถดถอย

10) การคำนวณค่าทางเมทริกซ์ ได้แก่ อินเวอร์ส ดีเทอร์มิเนนต์ ทรานสโพส การดำเนินการตามแถว

11) คำนวณค่าลอการิทึม ตรีโกณมิติ

12) สามารถใส่รูปภาพลงในเครื่องคำนวณได้

จากที่กล่าวมา จะเห็นว่าเครื่องคำนวณเชิงกราฟถูกพัฒนาโดยบริษัท Texas Instruments มาโดยตลอด ซึ่งทำให้มั่นใจได้ว่าเครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI – Nspire CX CAS ที่เป็นรุ่นล่าสุดในปัจจุบันเป็นเครื่องคำนวณเชิงกราฟที่มีประสิทธิภาพที่ดีที่สุด และมีความสามารถในการทำงานที่หลากหลาย

3.3 บทบาทของเครื่องคำนวณเชิงกราฟในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

เครื่องคำนวณเชิงกราฟเริ่มเข้ามามีบทบาทในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์มากขึ้นในปัจจุบัน ทั้งนี้เนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงของโลกที่มีเทคโนโลยีที่ทันสมัยมากขึ้น ประกอบกับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง ซึ่งเครื่องคำนวณเชิงกราฟสามารถช่วยให้นักเรียนทำการสำรวจ สังเกต และสรุปเป็นข้อคาดการณ์ได้ด้วยตนเอง นอกจากนี้ เนื้อหาคณิตศาสตร์ในระดับที่สูงขึ้น จะมีความเป็นนามธรรมมากขึ้น ทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาคณิตศาสตร์ได้ยาก จึงมีการใช้สื่อการสอนต่าง ๆ เข้ามาช่วยให้เนื้อหามีความเป็นรูปธรรมมากขึ้น ซึ่งมีนักการศึกษาได้กล่าวถึงบทบาทของเครื่องคำนวณเชิงกราฟในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ดังนี้

สุรเชษฐ์ บุญยรักษ์ (2549) ได้กล่าวไว้ว่าเครื่องคำนวณเชิงกราฟมีบทบาทในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยช่วยแสดงการกระทำทางคณิตศาสตร์ให้เป็นรูปธรรม เพื่อให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาได้โดยง่าย และเรียนรู้ได้รวดเร็วและลึกซึ้งมากขึ้น

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2550) ได้เห็นความสำคัญในการใช้เครื่องคิดเลขกราฟิกในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ว่า เป็นเทคโนโลยีที่ช่วยให้ครูวิชาคณิตศาสตร์สามารถนำเสนอเนื้อหาที่เป็นนามธรรมให้เป็นรูปธรรมได้มากขึ้น นักเรียนวิชาคณิตศาสตร์สามารถเรียนรู้และทำความเข้าใจ ทำการเปรียบเทียบได้ง่าย ทำได้อย่างรวดเร็ว ชัดเจน ถูกต้อง แม่นยำ และตรวจสอบได้ ซึ่งเป็นแนวทางหนึ่งที่สามารถช่วยขยายความคิดทางคณิตศาสตร์ให้กว้างขึ้น

เสถียร การคนซื่อ (2552) กล่าวว่า เครื่องคำนวณเชิงกราฟเป็นสื่อการเรียนการสอนที่สามารถช่วยให้นักเรียนได้เข้าใจมโนมติ อธิบายสิ่งที่เป็นนามธรรมให้เป็นรูปธรรม ช่วยขยายความคิดทางคณิตศาสตร์ให้กว้างขึ้น สามารถนำข้อมูลในชีวิตจริงเข้ามาสู่การคำนวณ ช่วยถ่ายทอดองค์ความรู้และกระบวนการคิดให้เป็นไปได้ง่ายยิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับสภาพสังคมที่ใช้เทคโนโลยีในปัจจุบัน รวมถึงเป็นการสร้างเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์อีกด้วย

โพเมรันท์ (Pomerantz, 1997) กล่าวว่า เครื่องคำนวณเชิงกราฟมีส่วนช่วยในการคำนวณ แต่ไม่ได้หมายความว่าเครื่องคำนวณเชิงกราฟจะทำงานแทนนักเรียนทั้งหมด งานที่นักเรียนต้องทำอย่างแท้จริง คือ การเข้าใจโจทย์ปัญหาและตัดสินใจในการเลือกแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่จะนำมาใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม เช่น การตีความ

ความเหมาะสมของคำตอบกับสถานการณ์ที่ให้ การเขียนสมการในการแก้ปัญหาให้ถูกต้อง เครื่องคำนวณเชิงกราฟไม่เพียงแค่ทำให้นักเรียนสนใจถึงการมุ่งหาผลลัพธ์เพียงอย่างเดียว แต่ทำให้นักเรียนสนใจที่มาของผลลัพธ์อีกด้วย อีกทั้งเครื่องคำนวณเชิงกราฟยังช่วยให้นักเรียนได้ตั้งข้อความคาดการณ์และตรวจสอบข้อความคาดการณ์นั้นได้ ทำให้นักเรียนไม่เสียเวลาในการคำนวณ และครูมีเวลาเพียงพอที่จะสอนเนื้อหาให้ลึกซึ้งยิ่งขึ้น

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า เครื่องคำนวณเชิงกราฟมีบทบาทที่สำคัญต่อการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในแง่ของการทำให้เนื้อหาหรือบทเรียนที่มีความเป็นนามธรรมมีความเป็นรูปธรรมมากขึ้น ซึ่งช่วยให้นักเรียนสามารถเข้าใจเนื้อหาที่เรียนได้ง่ายและรวดเร็วยิ่งขึ้น อีกทั้งยังทำให้ครูมีเวลาที่จะสอนเนื้อหาที่มีความลึกซึ้งยิ่งขึ้นได้ นอกจากนี้ เครื่องคำนวณเชิงกราฟยังช่วยในการคำนวณ การดำเนินการทางคณิตศาสตร์ต่าง ๆ ทำให้หาผลลัพธ์ที่ต้องการได้อย่างรวดเร็วอีกด้วย สำหรับงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยจะนำเครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS มาเป็นเครื่องมือในการอธิบายมโนทัศน์ของภาคตัดกรวยชนิดต่าง ๆ โดยให้นักเรียนทำการสำรวจสังเกต และตั้งข้อคาดการณ์เกี่ยวกับมโนทัศน์ของภาคตัดกรวยชนิดต่าง ๆ ด้วยตนเอง อีกทั้งยังใช้เพื่อให้นักเรียนเห็นกราฟของภาคตัดกรวยชนิดต่าง ๆ ที่มีอัตราส่วนที่แท้จริง เพื่อให้นักเรียนไม่เกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับการเขียนกราฟของภาคตัดกรวย นอกจากนี้ยังใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟในการคำนวณ เช่น การแก้สมการหาค่าของตัวแปร การกระจายกำลังสองสมบูรณ์ และการทำพหุนามให้อยู่ในรูปกำลังสองสมบูรณ์

3.4 แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ

เทคโนโลยีสารสนเทศที่มีอยู่ในปัจจุบันมีอยู่หลากหลายรูปแบบที่สามารถนำมาใช้ในการบูรณาการให้เข้ากับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เช่น โปรแกรมเรขาคณิตแบบพลวัตต่าง ๆ ดังที่ได้กล่าวไป รูปแบบหนึ่งที่น่าสนใจ ได้แก่ การใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ ปัญหาหนึ่งสำหรับครูคณิตศาสตร์ คือครูคณิตศาสตร์มีความรู้ความสามารถในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในรูปแบบต่าง ๆ ได้อย่างหลากหลาย แต่ครูคณิตศาสตร์ส่วนใหญ่อาจจะขาดแนวทางในการที่จะนำเทคโนโลยีมาใช้ในการบูรณาการให้เข้ากับเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2550) ซึ่งอรญา อัญโย (2553) ได้ให้แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ ดังนี้

1. ครูต้องทราบถึงข้อดีและข้อเสียในการใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟประกอบกิจกรรมการเรียนการสอน รู้วิธีที่จะนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ เวลาที่ควรใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ และเวลาที่ไม่ควรใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ รวมไปถึงสอนนักเรียนด้วยว่าควรใช้เมื่อใด เพื่อส่งเสริมนักเรียนทั้งด้านความรู้ และทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ นอกจากนี้ยังต้องไม่ทำลายจุดประสงค์ที่แท้จริงของการเรียนรู้คณิตศาสตร์

2. กิจกรรมการใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟควรเป็นกิจกรรมหลังจากนักเรียนมีความรู้พื้นฐานในเนื้อหามาก่อนจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของครู แล้วจึงใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟในกิจกรรมที่ทำเพื่อให้นักเรียนมีโอกาสค้นคว้า ทดลอง สังเกต วางแผน และแก้ปัญหาด้วยตนเองหรือจากคำแนะนำของครู

3. ครูควรให้นักเรียนหาคำตอบจากการแสดงวิธีคิดทางคณิตศาสตร์ หรือประมาณค่าคำตอบจากแบบฝึกหัดด้วยตนเอง หรือจากคำแนะนำของครูโดยยังไม่ใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ หลังจากนั้นจึงใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟเพื่อตรวจสอบคำตอบที่ได้

4. ครูใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟในการเตรียมประสบการณ์นอกเหนือจากที่ครูได้ให้กับนักเรียน เช่น การสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนได้สร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเองและสนับสนุนการเรียนรู้ของนักเรียน

5. ครูควรมีความรู้ความสามารถเพียงพอในการใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ มีความกระตือรือร้นในการศึกษาบทความหรืองานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ และได้รับการอำนวยความสะดวกในการนำเครื่องคำนวณเชิงกราฟมาใช้จริงในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

6. ครูควรมีขั้นตอนการสอนที่เหมาะสมกับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ และวิธีการสอนที่เหมาะสมโดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟกับบทเรียนคณิตศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนได้รับประโยชน์สูงสุด

7. ครูสามารถนำเครื่องคำนวณเชิงกราฟไปใช้ประกอบกิจกรรมการเรียนการสอนในรูปแบบของการสาธิตโดยครูหรือนักเรียนเป็นผู้สาธิตก็ได้ หรือจัดแบ่งกลุ่มนักเรียนแล้วมอบหมายให้ศึกษาเองจากใบงาน และร่วมกันอภิปรายเพื่อหาข้อสรุปจากใบกิจกรรมที่กำหนดให้ และจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้นำเครื่องคำนวณเชิงกราฟมาใช้ในการแก้ปัญหา

8. ครูควรใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟในการสอนนักเรียนระดับมัธยมศึกษาที่มีความสามารถทางคณิตศาสตร์ต่ำ เมื่อเนื้อหานั้นไม่ได้มุ่งเน้นความสามารถในการคำนวณ โดยให้ความสำคัญกับการให้นักเรียนคิดหาหนทางในการแก้ปัญหา นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำก็จะเรียนคณิตศาสตร์ได้ดีขึ้น และช่วยกระตุ้นความสนใจของนักเรียนในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

9. ครูควรจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้นักเรียนได้ใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟแก้ปัญหาในชีวิตจริงที่มีความสอดคล้องกับบทเรียน เพื่อให้นักเรียนเกิดความสนใจในกิจกรรมการเรียนการสอน เนื่องจากได้นำไปใช้ในชีวิตจริง

10. ครูต้องยอมรับที่จะใช้เวลามากขึ้นและรอคอยให้นักเรียนค้นพบความรู้จากการสำรวจ และมีความเชื่อมั่นว่า ถ้านักเรียนสามารถค้นพบความรู้ได้ด้วยตนเองแล้วจะทำให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้ไปยังเนื้อหาอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกันได้

จากที่กล่าวข้างต้นสรุปได้ว่า การใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนจะต้องใช้กับเนื้อหาที่มีความเหมาะสมกับการสอนด้วยเครื่องคำนวณเชิงกราฟ ครูจะเป็นผู้ชี้แนะแนวทางในการให้นักเรียนได้เป็นผู้สำรวจเท่านั้น เพื่อให้นักเรียนได้เป็นผู้ค้นพบความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งจะทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ที่ค้นพบได้นั้นกับความรู้ที่เกี่ยวข้องกันได้

3.5 งานวิจัยเกี่ยวกับการใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟในการสอนคณิตศาสตร์

เดแวนไทร์ (Devantire, 1992) ศึกษาอิทธิพลของเครื่องคำนวณเชิงกราฟที่มีต่อความเข้าใจทางการเรียนเรื่องฟังก์ชันและการเขียนกราฟ กลุ่มตัวอย่างในงานวิจัยเป็นนักเรียนที่เรียนวิชาแคลคูลัสเบื้องต้น แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองซึ่งใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน และกลุ่มควบคุมซึ่งไม่ใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่ใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนมีความเข้าใจทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ไม่ใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

ฟ็อกซ์ (Fox, 1998) ได้ศึกษาผลกระทบจากการใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนจำนวน 6 ห้อง

ที่มีความสามารถในการเรียนคณิตศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองที่ใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ และกลุ่มควบคุมที่ไม่ใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ ผลการวิจัยสรุปว่า การใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ช่วยให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียนมากขึ้น และสามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวน สัญลักษณ์ และกราฟได้

ชนกนาถ อาจยะศรี (2553) ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องการแปลงทางเรขาคณิต ที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟกับเรียนโดยการใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 2 ห้องเรียน ห้องเรียนละ 58 คน จากโรงเรียนขอนแก่นวิทยายน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิต ด้วยการใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจในการเรียน

4.1 ความหมายของความพึงพอใจในการเรียน

ราชบัณฑิตยสถาน (2545) ได้ให้ความหมายของคำว่า พึงพอใจว่า รัก ชอบใจ ความพึงพอใจจึงหมายความว่า ความรัก ความชอบใจ

วรวรรณ กฤตยากรนุพงศ์ (2551) ให้ความหมายไว้ว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกชอบต่อกิจกรรมที่กระทำ ที่ปรากฏออกมาทางพฤติกรรมและเป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการทำกิจกรรมต่าง ๆ ของบุคคล

เกตุกนก หนูดี (2553) กล่าวว่า ความพึงพอใจเป็นลักษณะทางจิต เป็นอารมณ์ความรู้สึกหรือทัศนคติของบุคคลที่มีในเชิงบวก อันเนื่องมาจากสิ่งเร้าและแรงจูงใจต่อกิจกรรมที่ทำ ซึ่งอารมณ์และความรู้สึกตลอดจนทัศนคติดังกล่าวมีแนวโน้มที่แสดงออกมาในรูปของพฤติกรรม

เกวลิน เสน่หา (2556) ให้ความหมายของความพึงพอใจ ว่าหมายถึง พฤติกรรมหรือความรู้สึกที่เป็นผลมาจากการได้รับการตอบสนองในสิ่งที่ตั้งไว้

จากการศึกษาความหมายต่าง ๆ ของความพึงพอใจ ผู้วิจัยได้รวบรวมและได้สรุปความหมายของความพึงพอใจว่า เป็นความรู้สึกทางจิตต่อสิ่งที่กระทำในเชิงบวกแสดงออกมาในรูปของพฤติกรรม

4.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวกับความพึงพอใจในการเรียน

ทฤษฎีความต้องการตามลำดับขั้นของมาสโลว์ (Maslow's Hierarchy of Needs) ซึ่งมาสโลว์เห็นว่ามนุษย์ถูกกระตุ้นจากความปรารถนาที่จะได้ครอบครองความต้องการเฉพาะอย่าง โดยได้อธิบายเกี่ยวกับลักษณะของการเกิดความต้องการไว้ดังนี้ คือ (พรรณี ชูทัย เจนจิต, 2545)

1. เมื่อความต้องการในขั้นหนึ่งได้รับการตอบสนองแล้ว คนก็จะมีความต้องการในขั้นต่อไป ซึ่งความต้องการที่ได้รับการตอบสนองนั้นไม่จำเป็นต้องได้รับ 100% เต็มเสียก่อนจึงจะมีความต้องการในขั้นถัดไป ความต้องการของมนุษย์จะได้รับการตอบสนองเพียงบางส่วนและมีบางส่วนจะไม่ได้รับการตอบสนอง

2. เมื่อความต้องการหนึ่งรับการตอบสนอง ก็จะมีความต้องการอื่นเกิดขึ้นมาอีก ความต้องการอื่นที่เกิดขึ้นจะค่อยเป็นค่อยไป มิใช่เกิดอย่างทันท่วงที

3. มาสโลว์เสนอความต้องการไว้ 7 ขั้น ได้แก่

1) ความต้องการทางด้านร่างกาย

2) ความต้องการความปลอดภัย

3) ความต้องการความรักและเป็นเจ้าของ

4) ความต้องการที่จะเป็นที่ยอมรับและได้รับการยกย่อง

5) ความต้องการที่จะตระหนักในความสามารถของตนเองหรือรู้จักตนเอง

6) ความต้องการที่จะรู้และเข้าใจ

7) ความต้องการทางด้านสุนทรียะ

แต่เวลากล่าวโดยทั่ว ๆ ไป จะกล่าวเพียง 5 ขั้นเท่านั้น คือ กล่าวถึงขั้น “การรู้จักตนเองตามสภาพ” หรือ “การตระหนักในความสามารถของตนเอง” ทั้งนี้เพราะถ้าคนพัฒนามาได้ถึงขั้นนี้ ก็จะมีความต้องการหรือพัฒนาขึ้นไปสู่ขั้นที่ 6 และ 7 ได้เอง

มาสโลว์ได้อธิบายถึงลักษณะความต้องการในแต่ละขั้นไว้ให้เห็นชัดเจน ดังนี้

1. ความต้องการทางด้านร่างกาย เป็นความต้องการที่ถือว่าเป็นพื้นฐานที่สำคัญที่สุด ซึ่งได้แก่ ความต้องการอาหาร น้ำ อากาศ การหลับนอน การขับถ่าย ฯลฯ ถ้าความต้องการขั้นนี้ขาดไป ความต้องการขั้นต่าง ๆ ดังกล่าวมาแล้วก็จะขาดหมดทุกอย่าง ตั้งแต่อาหาร ความปลอดภัย ความรัก การตระหนักในความสามารถของตนเอง เพราะสิ่งที่จะเป็นตัวกระตุ้นให้คนแสดงพฤติกรรมมากที่สุด คือความต้องการอาหาร ตราบใดที่เรายังมีความหิว จะทำได้แม้แต่การฉกชิงวิ่งราว ทั้ง ๆ ที่รู้ว่าทำแล้วถ้าตำรวจจับได้จะมีอะไรเกิดขึ้น แต่ในช่วงเวลานั้นเขามิได้คำนึงถึงความปลอดภัยเลย คิดแต่เพียงว่าทำอย่างไรจึงจะทำให้ท้องอิ่ม

2. ความต้องการความปลอดภัย ถ้าหากความต้องการทางด้านร่างกายได้รับการตอบสนองอย่างเพียงพอ มนุษย์ก็จะมีความต้องการในเรื่องอื่นต่อไปอีก คือความต้องการความปลอดภัย ซึ่งได้แก่ความรู้สึกมั่นคงปลอดภัย ความเป็นปึกแผ่น ความต้องการการคุ้มครองปกป้อง ความรู้สึกที่ปลอดภัยจากการถูกคุกคาม ปลอดจากความวิตกกังวล ความต้องการที่จะอยู่ในระเบียบ ความต้องการกฎหมายคุ้มครอง ตลอดจนความต้องการความเข้มแข็งของผู้คุ้มกัน

3. ความต้องการความรักและเป็นเจ้าของ ถ้าหากความต้องการความปลอดภัยได้รับการตอบสนองอย่างเพียงพอ คนก็จะมีความต้องการในเรื่องความรัก และความเป็นเจ้าของขึ้นมาอีก คนทุกคนต้องการเป็นส่วนหนึ่งของกลุ่มที่ตนเองจะต้องเกี่ยวข้องด้วย ไม่มีใครทนได้ถ้ารู้สึกว่าไม่ได้รับการยอมรับจากกลุ่ม มนุษย์ทุกคนอยากได้ความรักจากคนอื่น อยากเป็นเจ้าของคนอื่น และในขณะเดียวกันก็อยากให้ตนเป็นที่รักและเป็นของใครสักคน

4. ความต้องการที่จะเป็นที่ยอมรับและได้รับการยกย่อง เป็นความต้องการที่จะรู้สึกว่าตนเองมีค่าทั้งในสายตาตนเองและในสายตาผู้อื่น คนที่ยอมรับนับถือในตนเอง มองเห็นคุณค่าและความสามารถในตนเองนั้น มี 2 ลักษณะ คือ ลักษณะแรกเป็นคนที่มองเห็นคุณค่าในตนเอง และมีความรู้สึกมั่นคงปลอดภัย คนประเภทนี้จะเป็นคนที่มีความเชื่อมั่นในตนเอง ให้ความร่วมมือและเป็นมิตร ยอมรับผู้อื่น เห็นคุณค่าและศักดิ์ศรีในตัวผู้อื่นเช่นเดียวกับที่มีต่อตนเอง ดังนั้น จึงเป็นผู้ที่สร้างสัมพันธภาพได้ดี เพราะไม่มีลักษณะข่มขู่ คนประเภทนี้เมื่อมอบหมายการงานให้ผู้ใดทำแล้วจะวางใจเพราะคิดว่ามีความสามารถที่จะทำได้เช่นเดียวกันกับตน ลักษณะที่สองเป็นคนที่มองเห็นคุณค่าในตนเอง แต่รู้สึกไม่ใคร่มั่นคงปลอดภัย คนประเภทนี้จะไม่ใคร่ให้ความช่วยเหลือผู้ที่อ่อนแอกว่า จะมีลักษณะข่มขู่มากกว่า ทั้งนี้เนื่องมาจากความรู้สึกไม่ใคร่มั่นคงปลอดภัยนั่นเอง ดังนั้น จะเป็นคนที่มีลักษณะค่อนข้างมั่นใจในตนเอง เห็นคุณค่า

ในตนเองแต่ฝ่ายเดียว โดยที่ไม่ใคร่ยอมรับหรือเห็นคุณค่าในตัวผู้อื่น เป็นคนที่สร้างสัมพันธภาพได้น้อยกว่าพวกแรก คนประเภทนี้เมื่อมอบหมายการงานให้ผู้ใดทำแล้วจะไม่ใคร่ไว้วางใจ เพราะจะคิดว่าไม่มีใครมีความสามารถทำได้ดีเท่ากับตน สำหรับบุคคลที่ความต้องการในด้านนี้ไม่ได้รับการตอบสนอง จะมีความรู้สึกต่ำต้อย ไร้ค่า อ่อนแอ หมดหวัง ไม่มีความหมาย

5. ความต้องการที่จะตระหนักในความสามารถของตนเองหรือรู้จักตนเองตรงตามสภาพ เมื่อความต้องการต่าง ๆ ดังกล่าวทั้ง 4 ขั้น ได้รับการตอบสนองอย่างเพียงพอ มนุษย์จะมีความต้องการที่จะรู้จักตนเองตรงตามสภาพที่ตนเองเป็นอยู่ เข้าใจถึงความสามารถ ความสนใจ ความถนัด และความต้องการของตนเอง โดยไม่มีการปกป้องและบิดเบือน พร้อมที่จะเปิดเผยตนเอง พิจารณาตนเองอย่างใจเป็นธรรม ยอมรับได้ทั้งในส่วนที่เป็นข้อบกพร่องของตนเอง เป็นความต้องการที่คนแต่ละคนต้องการที่จะเป็นคนชนิดที่เราเป็นได้ดีที่สุด ความสามารถที่จะใช้ความสามารถที่ตนเองมีอยู่ได้อย่างเต็มที่ เต็มภาคภูมิ ซึ่งสิ่งเหล่านี้ถือว่าเป็นพื้นฐานในการเลือกอาชีพ ถ้าทำความเข้าใจตนเองได้ถูกต้อง เลือกงานถูกก็มีความสุข ทำงานได้เต็มความสามารถ แต่ถ้าทำไม่ได้ก็จะเกิดความรู้สึกขัดแย้งระหว่างสิ่งที่ตนเองชอบกับงานที่กำลังทำอยู่ตลอดเวลา

ลักขณา สริวัฒน์ (2557) ได้นำเสนอทฤษฎีที่สำคัญ 4 ทฤษฎี ได้แก่

1. ทฤษฎีพฤติกรรมนิยม ทฤษฎีนี้เกิดตามแนวคิดของนักจิตวิทยากลุ่มพฤติกรรมนิยมตามหลักการที่ว่า พฤติกรรมต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นนั้น เนื่องมาจากการตอบสนองต่อสิ่งเร้าและทิศทางของพฤติกรรมก็ถูกกำหนดโดยการเสริมแรงและการลงโทษ หลักการเหล่านี้ได้อธิบายเรื่องแรงจูงใจไว้เช่นกัน ซึ่งได้แก่ การเสริมแรงปฐมภูมิ ที่จะเกี่ยวข้องโดยตรงกับความต้องการทางสรีระ และการเสริมแรงทุติยภูมิที่เกี่ยวข้องกับสิ่งเร้าซึ่งเกิดขึ้นควบคู่กับตัวเสริมแรงปฐมภูมิจนมีคุณสมบัติคล้ายกับตัวเสริมแรงปฐมภูมินั้น ถ้านักเรียนได้รับคำชมเชยหลังจากตอบคำถาม ไม่ว่าจะตอบถูกหรือตอบผิดก็ตาม เขาก็มีแนวโน้มที่จะพยายามตอบต่อไปทุกครั้งที่ครูถาม ลักษณะดังกล่าวจะสร้างนิสัยในการร่วมมือในการเรียนการสอนระหว่างนักเรียนกับครูได้เป็นอย่างดี นอกจากนี้ยังสามารถสร้างเจตคติที่ดีต่อการเรียนการสอนของครูด้วย คือชอบเรียนกับครูคนนี้เพราะได้รับคำชม ได้รับกำลังใจ และไม่เคยดุ ทฤษฎีพฤติกรรมนิยมเน้นการเสริมแรงภายนอกหรือแรงจูงใจภายนอก เช่น การชมเชย การให้คะแนน การให้รางวัล

2. ทฤษฎีปัญญานิยม แนวคิดของนักจิตวิทยากลุ่มปัญญานิยม คือ พฤติกรรมของนักเรียนไม่ได้เกิดจากการตอบสนองต่อเหตุการณ์ภายนอกหรือจากสภาวะที่ไม่สมดุลทางกาย

นั่นคือ ความหิว หรือความกระหายใคร่รู้ แต่เป็นพฤติกรรมที่เกิดจากความคิดหรือสมองที่มีการแปลความหมายจากเหตุการณ์เหล่านั้น ซึ่งนักจิตวิทยาปัญญานิยมเรียกว่า การรับรู้ ซึ่งนักจิตวิทยาปัญญานิยมเชื่อว่า พฤติกรรมเกิดจากการถูกกำหนดด้วยความคิดที่อาจเป็นความเชื่อ ความคาดหวัง หรือเป้าหมาย ไม่ได้เกิดจากการได้รับรางวัล หรือถูกลงโทษมาแล้วในอดีต

3. ทฤษฎีมนุษยนิยม นักทฤษฎีมนุษยนิยมที่มีชื่อเสียงในเรื่องแรงจูงใจ ได้แก่ อับราฮัม มาสโลว์ และคาร์ล โรเจอร์ ที่ได้อธิบายเกี่ยวกับแรงจูงใจของมนุษย์โดยเน้นที่อิสรภาพของบุคคลในการเลือกที่จะกระทำ มีการกำหนดแนวทางพฤติกรรมของตนเอง รวมไปถึงการพัฒนาศักยภาพแห่งตน นักจิตวิทยากลุ่มนี้จะเน้นความสำคัญของแรงจูงใจ ซึ่งบางท่านมีแนวคิดว่า ความต้องการนับถือตนเองและความต้องการตระหนักในตนเพื่อพัฒนาศักยภาพแห่งตนเป็นศูนย์กลางของการแสดงพฤติกรรมทั้งหลาย

4. ทฤษฎีการเรียนรู้ทางสังคม เป็นแนวคิดที่ผสมผสานระหว่างแนวคิดพฤติกรรมนิยมกับแนวคิดปัญญานิยม คือ ให้ความสนใจทั้งผลของการกระทำและความคิด ความเชื่อของบุคคล ทฤษฎีนี้จะอธิบายแรงจูงใจในรูปของผลคูณของการคาดหวังกับคุณค่าของเป้าหมายที่ต้องการ เนื่องจากแรงจูงใจอยู่ในรูปของผลคูณ ดังนั้น หากตัวประกอบตัวใดตัวหนึ่งเป็นศูนย์แรงจูงใจก็จะมีค่าเป็นศูนย์หรือไม่มีแรงจูงใจเลย สำหรับทฤษฎีการเรียนรู้ทางสังคมที่มีชื่อเสียงและเป็นที่รู้จักกันดี คือ ทฤษฎีการเรียนรู้ปัญญาสังคมของแบนดูรา ซึ่งเป็นตัวอย่างของทฤษฎีการคาดหวังและคุณค่าของเป้าหมาย แบนดูราได้เสนอแนวคิดว่า แรงจูงใจเกิดขึ้นจากองค์ประกอบหลายประการ และองค์ประกอบหนึ่งก็คือ ความคิดหรือการคาดหวังผลกรรมที่เกิดจากการกระทำ ความคาดหวังเหล่านี้จะมีความสัมพันธ์เชิงเหตุผลกับความรู้สึกเกี่ยวกับอัตสมรรถนะ นั่นคือ ถ้าเรามีความเชื่อว่าเรามีความสามารถ เราก็ย่อมมีความคาดหวังในการประสบความสำเร็จสูง แต่ถ้าเรามีความเชื่อว่าเราไร้ความสามารถ เราก็ย่อมมีความคาดหวังที่จะประสบความสำเร็จในเรื่องนั้นค่อนข้างต่ำ

จากการศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจในการเรียน ทำให้ผู้วิจัยตระหนักว่า ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนต้องคำนึงถึงสภาพแวดล้อมต่าง ๆ รอบห้องเรียน เช่น การสร้างบรรยากาศผ่อนคลายให้น่าเรียน การจัดกิจกรรมที่ดึงดูดความสนใจของผู้เรียน

4.3 งานวิจัยเกี่ยวกับความพึงพอใจในการเรียน

กรวรรณ แสงไชย (2551) ได้สร้างกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องความเท่ากันทุกประการ โดยใช้การแปลงทางเรขาคณิตและซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในการเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องความเท่ากันทุกประการ โดยใช้การแปลงทางเรขาคณิตและซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องความเท่ากันทุกประการ โดยใช้การแปลงทางเรขาคณิตและซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต สามารถสอบผ่านเกณฑ์ได้มากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมดที่ระดับนัยสำคัญ .01 และนักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจในการเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องความเท่ากันทุกประการ โดยใช้การแปลงทางเรขาคณิตและซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตอยู่ในระดับมาก

เกตุกนก หนูดี (2553) ได้สร้างชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องกำหนดการเชิงเส้นโดยใช้โปรแกรม C.a.R. และโปรแกรม Euler สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์และความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องกำหนดการเชิงเส้นโดยใช้โปรแกรม C.a.R. และโปรแกรม Euler พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องกำหนดการเชิงเส้นโดยใช้โปรแกรม C.a.R. และโปรแกรม Euler สามารถสอบผ่านเกณฑ์ได้มากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมดที่ระดับนัยสำคัญ .05 สรุปได้ว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความสามารถในการเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องกำหนดการเชิงเส้นโดยใช้โปรแกรม C.a.R. และโปรแกรม Euler ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น และนักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจต่อเนื้อหากำหนดการเชิงเส้น และชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องกำหนดการเชิงเส้นโดยใช้โปรแกรม C.a.R. และโปรแกรม Euler อยู่ในระดับมาก

เกวลิน เสน่หา (2556) ได้ใช้กิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องฟังก์ชัน โดยใช้โปรแกรม C.a.R. สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องฟังก์ชัน โดยใช้โปรแกรม C.a.R. ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องฟังก์ชัน โดยใช้โปรแกรม C.a.R. มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์มากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียน

ทั้งหมดที่ระดับนัยสำคัญ .05 สรุปได้ว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีความสามารถในการเรียนเรื่องฟังก์ชันด้วยกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องฟังก์ชัน โดยใช้โปรแกรม C.a.R. ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น และนักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจต่อกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องฟังก์ชัน โดยใช้โปรแกรม C.a.R. อยู่ในระดับมาก

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

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

1. การกำหนดประชากรและการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนศรียานุสรณ์ จังหวัดจันทบุรี แบ่งเป็นนักเรียนจำนวน 15 ห้อง มีนักเรียนทั้งหมด 557 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนศรียานุสรณ์ จังหวัดจันทบุรี จำนวน 1 ห้องเรียน มีนักเรียน 25 คน ที่เรียนวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติมเรื่องภาคตัดกรวย ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนที่จัดแบบคละความสามารถของนักเรียนที่มีระดับเก่ง ปานกลาง และอ่อนอยู่ในห้องเดียวกันเป็นกลุ่ม

2. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้มีการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า ดังนี้

1. ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS เป็นแบบปรนัยชนิดเติมคำตอบ และแบบอัตนัย

3. แบบทดสอบประจำหน่วยการเรียน มีทั้งหมด 4 ฉบับ เป็นแบบปรนัยชนิดเติมคำตอบ และแบบอัตนัย ประกอบด้วย

ฉบับที่ 1 แบบทดสอบย่อยครั้งที่ 1 เรื่องวงกลม

ฉบับที่ 2 แบบทดสอบย่อยครั้งที่ 2 เรื่องวงรี

ฉบับที่ 3 แบบทดสอบย่อยครั้งที่ 3 เรื่องพาราโบลา

ฉบับที่ 4 แบบทดสอบย่อยครั้งที่ 4 เรื่องไฮเพอร์โบลา

4. แบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS

ซึ่งมีรายละเอียดการดำเนินการ ดังนี้

การสร้างชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

1. ศึกษาหลักการมาตรฐานการเรียนรู้ และมาตรฐานการเรียนรู้ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

2. ศึกษาเนื้อหาเรื่องภาคตัดกรวย จากหนังสือต่อไปนี้

2.1 หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เล่ม 2 ตามผลการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561b)

2.2 หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมคณิตศาสตร์ เล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 – 6 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2558b)

2.3 คู่มือครูรายวิชาเพิ่มเติมคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เล่ม 2 ตามผลการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561a)

2.4 คู่มือครูรายวิชาเพิ่มเติมคณิตศาสตร์ เล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 – 6 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2558a)

2.5 หนังสือเรขาคณิตวิเคราะห์ (ภัทรา เตชาภิวาทย์, 2540)

2.6 หนังสือเรขาคณิตวิเคราะห์ (มงคล ทองสงคราม, 2536)

2.7 หนังสือหนึ่งวันผจญภัยในดินแดนคณิตศาสตร์มหัศจรรย์ (อะกิยะมะ จิน และ รูอิซ มาริ-โจ, 2560)

2.8 หนังสือ Graphing Calculator Activities (Lund และ Anderson, 2009)

3. วิเคราะห์เนื้อหาเพื่อกำหนดขอบเขตเนื้อหา และจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมตามหลักสูตรสถานศึกษา และกำหนดเป็นหัวข้อย่อย ดังนี้

หน่วยที่ 1 วงกลม	3	คาบ
หน่วยที่ 2 วงรี	3	คาบ
หน่วยที่ 3 พาราโบลา	3	คาบ
หน่วยที่ 4 ไฮเพอร์โบลา	3	คาบ

4. กำหนดกรอบเนื้อหา โดยแบ่งเนื้อหาออกเป็น 4 หน่วยการเรียนรู้ ซึ่งมีรายละเอียดของเนื้อหาแต่ละหน่วยการเรียนรู้ ดังนี้

4.1 วงกลม 3 คาบ

ชั่วโมงที่ 1 บทนิยามและรูปแบบมาตรฐานของสมการวงกลม

ชั่วโมงที่ 2 รูปแบบทั่วไปของสมการวงกลม

ชั่วโมงที่ 3 โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับวงกลม

4.2 วงรี 3 คาบ

ชั่วโมงที่ 1 บทนิยามและรูปแบบมาตรฐานของสมการวงรี

ชั่วโมงที่ 2 ความเยื้องศูนย์กลางของวงรี

ชั่วโมงที่ 3 โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับวงรี

4.3 พาราโบลา 3 คาบ

ชั่วโมงที่ 1 บทนิยามและรูปแบบมาตรฐานของสมการพาราโบลา

ชั่วโมงที่ 2 ความกว้างของพาราโบลา

ชั่วโมงที่ 3 โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับพาราโบลา

4.4 ไฮเพอร์โบลา 3 คาบ

ชั่วโมงที่ 1 บทนิยามและรูปแบบมาตรฐานของสมการไฮเพอร์โบลา

ชั่วโมงที่ 2 โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับไฮเพอร์โบลา

ชั่วโมงที่ 3 โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับภาคตัดกรวย

5. จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องภาคตัดกรวย ประกอบด้วย

5.1 ชื่อเรื่อง

5.2 ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

5.3 สาระการเรียนรู้

5.4 กิจกรรมการเรียนการสอน ประกอบด้วยขั้นตอน ดังนี้

5.4.1 ขั้นนำ เป็นขั้นที่ครูจะนำเข้าสู่บทเรียนเรื่องภาคตัดกรวย โดยการให้นักเรียนได้ชมวิดิทัศน์เกี่ยวกับการนำความรู้เรื่องภาคตัดกรวยไปใช้ในชีวิตจริง หรือการทบทวนความรู้ต่าง ๆ ที่นักเรียนได้เรียนไปในคาบที่ผ่านมา ผ่านการทำใบกิจกรรมหรือคำถามกระตุ้นความสนใจจากครู เพื่อให้นักเรียนเกิดความสนใจและมีความพร้อมที่จะปฏิบัติกิจกรรมในชั้นเรียนต่อไป

5.4.2 ขั้นสอน เป็นขั้นที่ครูจะจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS และนักเรียนจะได้ปฏิบัติกิจกรรมโดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS ที่นักเรียนจะได้ทำการสังเกต สำรวจ ตั้งข้อคาดการณ์และสรุปหาเหตุผลเพื่อตรวจสอบข้อคาดการณ์ที่ตั้งไว้จากแอปพลิเคชันต่าง ๆ ในเครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS กล่าวคือ ใช้แอปพลิเคชัน Geometry ในการสำรวจการเกิดรูปต่าง ๆ ของภาคตัดกรวย ใช้แอปพลิเคชัน Graphs ในการสร้างกราฟ เลื่อน หมุน ย่อ ขยาย สร้างรอย กำหนดจุดตัด วัดความยาว และเคลื่อนไหวได้ ทำให้เห็นอัตราส่วนที่แท้จริงของกราฟของภาคตัดกรวย และแอปพลิเคชัน Calculator ในการใช้คำนวณสูตรต่าง ๆ ของภาคตัดกรวย แก้สมการหาค่าตัวแปร ทำพหุนามให้อยู่ในรูปกำลังสองสมบูรณ์ และกระจายกำลังสองสมบูรณ์ของพหุนามที่กำหนดให้ นอกจากนี้นักเรียนยังได้ลงมือทำด้วยตนเองโดยไม่ใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS ผ่านการทำใบกิจกรรม โดยครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกแก่นักเรียน

5.4.3 ขั้นสรุป เป็นขั้นที่ครูและนักเรียนจะร่วมกันสรุปความรู้ที่นักเรียนได้เรียนในคาบนั้น ๆ ผ่านการทำใบสรุปความรู้หรือตอบคำถามของครู เพื่อให้ครูได้ประเมินความเข้าใจของนักเรียนที่ได้จากการปฏิบัติกิจกรรม

ผู้วิจัยได้ออกแบบกิจกรรมที่ใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS มาประกอบการทำกิจกรรม ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ ดังตาราง

ตาราง 1 การปฏิบัติกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS

คาบ	เรื่อง	การใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ
1	การเกิดวงกลม วงรี พาราโบลา และไฮเพอร์โบลา	นำเครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS มาใช้ประกอบการอธิบายการเกิดวงกลม วงรี พาราโบลา และไฮเพอร์โบลา โดยให้นักเรียนสำรวจการเกิดวงกลม วงรี พาราโบลา และไฮเพอร์โบลา จากการนำระนาบอันหนึ่งมาตัดกับกรวยคู่หนึ่งที่มีแกนร่วมกันและยอดติดกันในลักษณะต่าง ๆ
	บทนิยามของวงกลม	นำเครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS มาใช้ประกอบการอธิบายบทนิยามของวงกลม โดยให้นักเรียนสำรวจการเกิดรอยของจุดจุดหนึ่งที่เคลื่อนที่ไปรอบจุดคงที่จุดหนึ่งด้วยระยะทางคงที่
	รูปแบบมาตรฐานของสมการวงกลม	นำเครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS มาใช้เพื่อให้นักเรียนเห็นภาพการเปลี่ยนแปลงของกราฟวงกลมเมื่อรัศมีเปลี่ยนไป และการเปลี่ยนแปลงของกราฟเมื่อจุดศูนย์กลางเปลี่ยนไป

ตาราง 1 (ต่อ)

คาบ	เรื่อง	การใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ
2	รูปแบบทั่วไปของสมการวงกลม	นำเครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS มาใช้ในการช่วยให้นักเรียนกระจายกำลังสองสมบูรณ์จากรูปแบบมาตรฐานของสมการวงกลมเป็นรูปแบบทั่วไปได้ เขียนกราฟของสมการวงกลมจากรูปแบบทั่วไปได้ และทำสมการที่อยู่ในรูปแบบทั่วไปให้เป็นรูปแบบมาตรฐานของสมการวงกลม โดยใช้คำสั่งทำให้เป็นกำลังสองสมบูรณ์ รวมถึงหาจุดศูนย์กลางและรัศมีของวงกลม
3	โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับวงกลม	นำเครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS มาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาตามเงื่อนไขของโจทย์ เช่น หาจุดตัดแกน จุดยอด รัศมี สมการเส้นสัมผัสวงกลม และใช้ในการคำนวณค่าตัวแปรต่าง ๆ
4	บทนิยามของวงรี	นำเครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS มาใช้ประกอบการอธิบายบทนิยามของวงรี โดยให้นักเรียนสำรวจการเกิดรอยของจุดจุดหนึ่งที่เคลื่อนที่ไปรอบจุดคงที่สองจุด ซึ่งผลรวมของระยะทางจากจุดนี้ไปยังจุดคงที่สองจุดเป็นระยะทางคงที่
	รูปแบบมาตรฐานของสมการวงรี	นำเครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS มาใช้ประกอบการแสดงการหารูปแบบมาตรฐานของสมการวงรี โดยใช้คำสั่งกระจายกำลังสองสมบูรณ์ และใช้ในการแสดงกราฟของวงรีที่มีสมการอยู่ในรูปมาตรฐานของสมการวงรี เมื่อค่า a และ b เป็นค่าต่าง ๆ เพื่อให้นักเรียนเห็นลักษณะของกราฟวงรีที่วางตัวในแนวตั้งและแนวนอนตามค่า a และ b ที่เปลี่ยนไป รวมไปถึงหาค่า a, b และ c จากรูปแบบมาตรฐานของสมการวงรีที่กำหนดให้ จุดศูนย์กลาง โฟกัส และความยาวแกนเอกและแกนโท

ตาราง 1 (ต่อ)

คาบ	เรื่อง	การใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ
5	ความเยื้องศูนย์กลาง	นำเครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS มาใช้แสดงกราฟของวงรีที่มีสมการอยู่ในรูปมาตรฐานของสมการวงรี เมื่อค่า a และ b เป็นค่าต่าง ๆ ซึ่งทำให้ค่า e ต่างกัน และใช้ในการคำนวณค่า a, b และ c
	รูปแบบมาตรฐานของสมการวงรีที่มีจุดศูนย์กลางที่จุด (h, k)	นำเครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS มาใช้เพื่อให้นักเรียนเห็นการเปลี่ยนแปลงของกราฟเมื่อค่า a และ b เปลี่ยนไป และเห็นการเปลี่ยนแปลงของกราฟเมื่อจุดศูนย์กลางเปลี่ยนไป และใช้ในการคำนวณค่า a, b, c จุดยอด โฟกัส ความยาวแกนเอกและแกนโท และค่าความเยื้องศูนย์กลาง
6	โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับวงรี	นำเครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS มาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาตามเงื่อนไขของโจทย์ เช่น หาจุดยอด โฟกัส จุดศูนย์กลาง ความยาวแกนเอกและแกนโท สมการวงรี และใช้ในการคำนวณค่าตัวแปรต่าง ๆ
7	บทนิยามของพาราโบลา	นำเครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS มาใช้ประกอบการอธิบายบทนิยามของพาราโบลา โดยให้นักเรียนสำรวจการเกิดรอยของจุดจุดหนึ่งที่เคลื่อนที่อยู่ระหว่างจุดคงที่จุดหนึ่งและเส้นคงที่เส้นหนึ่ง โดยที่ระยะทางของจุดนั้นกับจุดคงที่นั้นเท่ากับระยะทางระหว่างจุดนั้นกับเส้นคงที่นั้น
	รูปแบบมาตรฐานของสมการพาราโบลา	นำเครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS มาใช้แสดงกราฟของพาราโบลาที่มีสมการอยู่ในรูปมาตรฐานของสมการพาราโบลา เมื่อค่า p เปลี่ยนไปเป็นค่าต่าง ๆ เพื่อให้นักเรียนเห็นลักษณะของกราฟพาราโบลาที่มีแกนในแนวตั้งและแนวนอนตามค่า p ที่เปลี่ยนไป และใช้ในการหาสมการไดเรกตริกซ์

ตาราง 1 (ต่อ)

คาบ	เรื่อง	การใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ
8	ความกว้างของพาราโบลา	นำเครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS มาใช้ในการสำรวจการเปลี่ยนแปลงของกราฟพาราโบลาเมื่อค่า p เปลี่ยนไปเป็นค่าต่าง ๆ หาสูตรการหาความกว้างของพาราโบลาโดยใช้คำสั่งแก้สมการ
	รูปแบบมาตรฐานของสมการพาราโบลาที่มีจุดศูนย์กลางที่จุด (h, k)	นำเครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS มาใช้เพื่อให้นักเรียนเห็นการเปลี่ยนแปลงของกราฟเมื่อค่า p เปลี่ยนไป และเห็นการเปลี่ยนแปลงของกราฟเมื่อจุดศูนย์กลางเปลี่ยนไป และใช้ในการหาจุดยอด โฟกัส สมการไดเรกตริกซ์ และความกว้างของพาราโบลา
9	โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับพาราโบลา	นำเครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS มาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาตามเงื่อนไขของโจทย์ เช่น หาจุดยอด โฟกัส สมการไดเรกตริกซ์ ความกว้างของพาราโบลา และสมการพาราโบลา และใช้ในการคำนวณค่าตัวแปรต่าง ๆ
10	บทนิยามของไฮเพอร์โบลา	นำเครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS มาใช้ประกอบการอธิบายบทนิยามของไฮเพอร์โบลา โดยให้นักเรียนสำรวจการเกิดรอยของจุดจุดหนึ่งที่เคลื่อนที่ไปรอบจุดคงที่สองจุด ซึ่งผลต่างของระยะทางจากจุดนี้ไปยังจุดคงที่สองจุดเป็นระยะทางคงที่

ตาราง 1 (ต่อ)

คาบ	เรื่อง	การใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ
10	รูปแบบมาตรฐานของสมการไฮเพอร์โบลา	นำเครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS มาใช้ประกอบการแสดงการหารูปแบบมาตรฐานของสมการไฮเพอร์โบลา โดยใช้คำสั่งกระจายกำลังสองสมบูรณ์ ประกอบการอธิบายว่ากราฟของสมการไฮเพอร์โบลาไม่ตัดแกน X โดยใช้คำสั่งแก้สมการ เพื่อให้นักเรียนเห็นลักษณะของกราฟไฮเพอร์โบลาที่มีแกนตามขวางในแนวตั้งและแนวนอน และประกอบการหาสมการเส้นกำกับโดยใช้คำสั่งแก้สมการ
11	รูปแบบมาตรฐานของสมการไฮเพอร์โบลาที่มีจุดศูนย์กลางที่จุด (h, k)	นำเครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS มาใช้เพื่อให้เห็นการเปลี่ยนแปลงของกราฟเมื่อค่า a และ b เปลี่ยนไป และเห็นการเปลี่ยนแปลงของกราฟเมื่อจุดศูนย์กลางเปลี่ยนไป และใช้ในการคำนวณค่า a, b, c จุดยอด โฟกัส สมการเส้นกำกับ และความยาวแกนตามขวางและแกนสังยุค
	โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับไฮเพอร์โบลา	นำเครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS มาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาตามเงื่อนไขของโจทย์ เช่น หาจุดศูนย์กลาง จุดยอด โฟกัส สมการเส้นกำกับ ความยาวแกนตามขวางและแกนสังยุค และสมการไฮเพอร์โบลา และใช้ในการคำนวณค่าตัวแปรต่าง ๆ
12	โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับภาคตัดกรวย	นำเครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS มาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาตามเงื่อนไขของโจทย์ และใช้ในการคำนวณค่าตัวแปรต่าง ๆ

5.5 สื่อและอุปกรณ์การเรียนรู้

5.6 การวัดและประเมินผล

6. สร้างใบกิจกรรมการเรียนการสอน ประกอบด้วย เนื้อหา ตัวอย่าง กิจกรรมแบบฝึกหัด และแฟ้มคำสั่งภาคปฏิบัติบนเครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS

7. กำหนดการวัดผลและประเมินผลของนักเรียน โดยแบ่งการวัดผลและประเมินผลของนักเรียนเป็นดังนี้

7.1 การวัดผลและประเมินผลระหว่างเรียน ครูประเมินจากการสรุปและคำตอบของนักเรียนในการปฏิบัติกิจกรรมจากใบกิจกรรมและแบบทดสอบประจำหน่วยการเรียน มีน้ำหนักคะแนนรวมคิดเป็นร้อยละ 50 ของคะแนนทั้งหมด โดยแบ่งเป็น

7.1.1 การปฏิบัติจากใบกิจกรรมรายบุคคล ร้อยละ 10 ของคะแนนทั้งหมด

7.1.2 การวัดผลและประเมินผลจากแบบทดสอบย่อย ร้อยละ 40 ของคะแนนทั้งหมด ประกอบด้วย

7.1.2.1 การทดสอบย่อยครั้งที่ 1 เรื่องวงกลม ร้อยละ 10 ของคะแนนทั้งหมด

7.1.2.2 การทดสอบย่อยครั้งที่ 2 เรื่องวงรี ร้อยละ 10 ของคะแนนทั้งหมด

7.1.2.3 การทดสอบย่อยครั้งที่ 3 เรื่องพาราโบลา ร้อยละ 10 ของคะแนนทั้งหมด

7.1.2.4 การทดสอบย่อยครั้งที่ 4 เรื่องไฮเพอร์โบลา ร้อยละ 10 ของคะแนนทั้งหมด

7.2 การวัดผลและประเมินผลหลังเรียน ครูประเมินจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS มีน้ำหนักคะแนนรวมคิดเป็นร้อยละ 50 ของคะแนนทั้งหมด

8. สร้างคู่มือการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS สำหรับครูและนักเรียน เพื่อเป็นแนวทางในการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS ที่ถูกต้องและมีประสิทธิภาพ

9. นำชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS ที่สร้างเสร็จแล้ว เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรง

เชิงเนื้อหา ความเหมาะสมของการจัดกิจกรรม และความเหมาะสมกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง และนำมาปรับปรุง แก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

10. นำชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS ที่ได้รับการปรับปรุง แก้ไขตามคำแนะนำของคณะกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญมาทดลองสอนกับนักเรียนกลุ่มนำร่องที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนศรียานุสรณ์ จังหวัดจันทบุรี จำนวน 1 ห้องเรียน มีนักเรียน 25 คน โดยนักเรียนแต่ละคนใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคนละ 1 เครื่อง เพื่อตรวจความชัดเจนของการใช้ภาษา ความเหมาะสมของเนื้อหา และความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนการสอน

11. หาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS ซึ่งประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS มีค่าสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 75/75

12. นำชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS ที่ได้นำไปทดลองสอนแล้ว มาปรับปรุง แก้ไขข้อบกพร่อง แล้วเสนอต่อคณะกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์

13. นำชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS ไปทดลองกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างต่อไป

การสร้างแบบทดสอบย่อย เรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS

แบบทดสอบย่อย เรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS มีทั้งหมด 4 ฉบับ ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

<u>ฉบับที่ 1</u> ใช้วัดหลังจากเสร็จสิ้นกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องวงกลม เพื่อวัดความรู้ความเข้าใจเรื่องวงกลม

แบบทดสอบย่อยฉบับที่ 1 มีน้ำหนักคะแนนคิดเป็นร้อยละ 10 ของคะแนนทั้งหมด ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 แบบทดสอบที่ใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS ประกอบการสอบแบบปรนัยชนิดเติมคำตอบ จำนวน 1 ข้อ

ตอนที่ 2 แบบทดสอบที่ไม่ใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS ประกอบการสอน โดยแบ่งเป็นแบบทดสอบปรนัยชนิดเติมคำตอบ จำนวน 3 ข้อ และแบบทดสอบอัตนัย จำนวน 1 ข้อ

ฉบับที่ 2 ใช้วัดหลังจากเสร็จสิ้นกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องวงรี เพื่อวัดความรู้ความเข้าใจเรื่องวงรี

แบบทดสอบย่อยฉบับที่ 2 มีน้ำหนักคะแนนคิดเป็นร้อยละ 10 ของคะแนนทั้งหมด ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 แบบทดสอบที่ใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS ประกอบการสอนแบบปรนัยชนิดเติมคำตอบ จำนวน 1 ข้อ

ตอนที่ 2 แบบทดสอบที่ไม่ใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS ประกอบการสอน โดยแบ่งเป็นแบบทดสอบปรนัยชนิดเติมคำตอบ จำนวน 3 ข้อ และแบบทดสอบอัตนัย จำนวน 1 ข้อ

ฉบับที่ 3 ใช้วัดหลังจากเสร็จสิ้นกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องพาราโบลา เพื่อวัดความรู้ความเข้าใจเรื่องพาราโบลา

แบบทดสอบย่อยฉบับที่ 3 มีน้ำหนักคะแนนคิดเป็นร้อยละ 10 ของคะแนนทั้งหมด ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 แบบทดสอบที่ใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS ประกอบการสอนแบบปรนัยชนิดเติมคำตอบ จำนวน 1 ข้อ

ตอนที่ 2 แบบทดสอบที่ไม่ใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS ประกอบการสอน โดยแบ่งเป็นแบบทดสอบปรนัยชนิดเติมคำตอบ จำนวน 3 ข้อ และแบบทดสอบอัตนัย จำนวน 1 ข้อ

ฉบับที่ 4 ใช้วัดหลังจากเสร็จสิ้นกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องไฮเพอร์โบลา เพื่อวัดความรู้ความเข้าใจเรื่องไฮเพอร์โบลา

แบบทดสอบย่อยฉบับที่ 4 มีน้ำหนักคะแนนคิดเป็นร้อยละ 10 ของคะแนนทั้งหมด ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 แบบทดสอบที่ใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS ประกอบการสอนแบบปรนัยชนิดเติมคำตอบ จำนวน 1 ข้อ

ตอนที่ 2 แบบทดสอบที่ไม่ใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS ประกอบการสอน โดยแบ่งเป็นแบบทดสอบปรนัยชนิดเติมคำตอบ จำนวน 3 ข้อ และแบบทดสอบอัตนัย จำนวน 1 ข้อ

โดยผู้วิจัยดำเนินการสร้างแบบทดสอบย่อยตามขั้นตอน ต่อไปนี้

1. ศึกษาทฤษฎีและหลักการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากหนังสือ ต่อไปนี้

1.1 หนังสือ Taxonomy of Educational Objectives Book I Cognitive Domain (Bloom, 1956)

1.2 หนังสือ Formative and Summative Evaluation of Student Learning (Wilson, 1971)

1.3 หนังสือการประเมินผลการเรียน (นิภา เมธาวีชัย, 2536)

1.4 หนังสือการวัดผลและการสร้างแบบสอบผลสัมฤทธิ์ (เยาวดี วิบูลย์ศรี, 2548)

1.5 หนังสือการประเมินผลการเรียน (ภัทรา นิคมานนท์, 2543)

1.6 หนังสือการสร้างและพัฒนาเครื่องมือในการวัดและประเมินผลทางการศึกษา (โชติกา ภาษีผล, 2554)

1.7 หนังสือการวัดและการประเมินผลการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ (พร้อมพรรณ อุดมสิน, 2538)

1.8 หนังสือหลักการวัดและประเมินผลการศึกษา (พิชิต ฤทธิ์จรูญ, 2557)

1.9 หนังสือหลักการวัดและประเมินผลการศึกษา (อนุวัติ คูณแก้ว, 2548)

1.10 หนังสือการประเมินการเรียนรู้ (ชวลิต ชูกำแพง, 2550)

1.11 หนังสือการวัดและการประเมินทักษะการปฏิบัติ (กมลวรรณ ตังธนกานนท์, 2557)

1.12 หนังสือการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ (โชติกา ภาษีผล, ณัฏฐภรณ์ หลาวทอง, และ กมลวรรณ ตังธนกานนท์, 2558)

1.13 หนังสือการวัดผลและประเมินผลการศึกษาแนวใหม่ (อนุวัติ คูณแก้ว, 2558)

1.14 หนังสือทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2556)

2. วิเคราะห์เนื้อหา ความคิดรวบยอด และผลการเรียนรู้ของเนื้อหาเรื่องภาคตัดกรวย เพื่อนำมาสร้างแบบทดสอบย่อย

3. สร้างแบบทดสอบย่อยแต่ละฉบับ โดยแต่ละฉบับออกข้อสอบให้ครอบคลุมเนื้อหาและผลการเรียนรู้ที่กำหนด ดังนี้

ตอนที่ 1 แบบทดสอบที่ใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS ประกอบการสอบแบบปรนัยชนิดเติมคำตอบ จำนวน 2 ข้อ

ตอนที่ 2 แบบทดสอบที่ไม่ใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS ประกอบการสอบ โดยแบ่งเป็นแบบทดสอบปรนัยชนิดเติมคำตอบ จำนวน 6 ข้อ และแบบทดสอบอัตนัย จำนวน 2 ข้อ

4. นำแบบทดสอบย่อยแต่ละฉบับเสนอต่อคณะกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน โดยพิจารณาว่าแบบทดสอบย่อยที่สร้างขึ้นสอดคล้องกับเนื้อหาและผลการเรียนรู้หรือไม่ โดยใช้เกณฑ์ ดังนี้

+1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้สอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้สอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

-1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้ไม่สอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

5. นำแบบทดสอบย่อย เรื่องภาคตัดกรวย ที่ได้รับการตรวจสอบจากคณะกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญมาคำนวณหาค่า IOC แล้วคัดเลือกแบบทดสอบที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป

6. นำแบบทดสอบย่อยที่คัดเลือกมาแล้วไปทดสอบกับนักเรียนกลุ่มนำร่องที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักเรียนกลุ่มเดียวกับที่ใช้ในการทดลองสอนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนการสอน จำนวน 25 คน

7. นำแบบทดสอบย่อยที่ได้ให้นักเรียนสอบมาตรวจให้คะแนน โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

7.1 แบบทดสอบปรนัยชนิดเติมคำตอบ และแบบทดสอบที่ใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS ประกอบการสอบ มีเกณฑ์การให้คะแนนในแต่ละข้อ คือ

ข้อที่ตอบถูกได้	1	คะแนน
ข้อที่ตอบผิดหรือไม่ตอบได้	0	คะแนน

7.2 แบบทดสอบแบบอัตนัย มีเกณฑ์การให้คะแนนโดยนำเกณฑ์การให้คะแนนของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2545) มาปรับให้เหมาะสมกับแบบทดสอบในแต่ละข้อ

8. นำคะแนนที่ได้จากการตรวจแบบทดสอบย่อยมาวิเคราะห์หาความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) เป็นรายข้อ คัดเลือกข้อที่มีความยากง่ายอยู่ในช่วง 0.20 – 0.80 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป ใช้เป็นแบบทดสอบย่อยแต่ละฉบับ ดังนี้

ตอนที่ 1 แบบทดสอบที่ใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS ประกอบการสอบแบบปรนัยชนิดเติมคำตอบ จำนวน 1 ข้อ

ตอนที่ 2 แบบทดสอบที่ไม่ใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS ประกอบการสอบ โดยแบ่งเป็นแบบทดสอบแบบปรนัยชนิดเติมคำตอบ จำนวน 3 ข้อ และแบบทดสอบอัตนัย จำนวน 1 ข้อ

9. นำแบบทดสอบย่อยที่ผ่านการคัดเลือกมาแล้ว มาคำนวณหาค่าความเชื่อมั่นโดยใช้วิธีการหาสัมประสิทธิ์แอลฟา (α – Coefficient) ของครอนบัค (Cronbach) ผลการวิเคราะห์ปรากฏว่า ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบย่อยฉบับที่ 1 เท่ากับ 0.90 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบย่อยฉบับที่ 2 เท่ากับ 0.93 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบย่อยฉบับที่ 3 เท่ากับ 0.97 และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบย่อยฉบับที่ 4 เท่ากับ 0.95

10. นำแบบทดสอบย่อยไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS ใช้ทดสอบนักเรียนหลังจากจัดกิจกรรมการเรียนการสอนทั้ง 4 หน่วยการเรียนรู้เสร็จสิ้น โดยผู้วิจัยดำเนินการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. ศึกษาทฤษฎีและหลักการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากหนังสือ ต่อไปนี้

1.1 หนังสือ Taxonomy of Educational Objectives Book I Cognitive Domain (Bloom, 1956)

1.2 หนังสือ Formative and Summative Evaluation of Student Learning (Wilson, 1971)

1.3 หนังสือการประเมินผลการเรียน (นิภา เมธาวีชัย, 2536)

1.4 หนังสือการวัดผลและการสร้างแบบสอบผลสัมฤทธิ์ (เยาวดี วิบูลย์ศรี, 2548)

1.5 หนังสือการประเมินผลการเรียน (ภัทรา นิคมานนท์, 2543)

1.6 หนังสือการสร้างและพัฒนาเครื่องมือในการวัดและประเมินผลทางการศึกษา (โชติกา ภาษีผล, 2554)

1.7 หนังสือการวัดและการประเมินผลการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ (พร้อมพรรณ อุดมสิน, 2538)

1.8 หนังสือหลักการวัดและประเมินผลการศึกษา (พิชิต ฤทธิ์จรูญ, 2557)

1.9 หนังสือหลักการวัดและประเมินผลการศึกษา (อนุวัติ คูณแก้ว, 2548)

1.10 หนังสือการประเมินการเรียนรู้ (ชวลิต ชูกำแพง, 2550)

1.11 หนังสือการวัดและการประเมินทักษะการปฏิบัติ (กมลวรรณ ตังธนกานนท์, 2557)

1.12 หนังสือการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ (โชติกา ภาษีผล และคนอื่น ๆ, 2558)

1.13 หนังสือการวัดผลและประเมินผลการศึกษาแนวใหม่ (อนุวัติ คูณแก้ว, 2558)

1.14 หนังสือทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2556)

2. วิเคราะห์เนื้อหา ความคิดรวบยอด และผลการเรียนรู้ของเนื้อหาเรื่องภาคตัดกรวย เพื่อใช้ในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องภาคตัดกรวย

3. สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องภาคตัดกรวย โดยออกข้อสอบให้ครอบคลุมเนื้อหาและผลการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ โดยแบบทดสอบแบ่งออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 แบบทดสอบที่ใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS ประกอบการสอบ แบบปรนัยชนิดเติมคำตอบ จำนวน 8 ข้อ

ตอนที่ 2 แบบทดสอบที่ไม่ใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS ประกอบการสอน โดยแบ่งเป็นแบบทดสอบปรนัยชนิดเติมคำตอบ จำนวน 14 ข้อ และแบบทดสอบอัตนัย จำนวน 4 ข้อ

4. นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเสนอต่อคณะกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา โดยพิจารณาว่าแบบทดสอบที่สร้างขึ้นสอดคล้องกับเนื้อหาและผลการเรียนรู้ที่คาดหวังหรือไม่ โดยใช้เกณฑ์ดังนี้

+1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้สอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้สอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

-1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้ไม่สอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

5. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องภาคตัดกรวย ที่ได้รับการตรวจสอบจากคณะกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญมาคำนวณหาค่า IOC แล้วคัดเลือกแบบทดสอบที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป

6. นำแบบทดสอบที่คัดเลือกมาแล้วไปทดสอบกับนักเรียนกลุ่มนำร่องที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักเรียนกลุ่มเดียวกับที่ใช้ในการทดลองสอนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนการสอน จำนวน 25 คน

7. นำแบบทดสอบที่ได้ให้นักเรียนสอบมาตรวจให้คะแนน โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

7.1 แบบทดสอบปรนัยชนิดเติมคำตอบ และแบบทดสอบที่ใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS ประกอบการสอน มีเกณฑ์การให้คะแนนในแต่ละข้อ คือ

ข้อที่ตอบถูกได้	1	คะแนน
ข้อที่ตอบผิดหรือไม่ตอบได้	0	คะแนน

7.2 แบบทดสอบแบบอัตนัย มีเกณฑ์การให้คะแนนโดยนำเกณฑ์การให้คะแนนของ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2545) มาปรับให้เหมาะสมกับแบบทดสอบในแต่ละข้อ เช่นเดียวกับเกณฑ์การให้คะแนนของแบบทดสอบย่อย

8. นำคะแนนที่ได้จากการตรวจแบบทดสอบมาวิเคราะห์หาความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) เป็นรายข้อ คัดเลือกข้อที่มีความยากง่ายอยู่ในช่วง 0.20 – 0.80 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป ใช้เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่ประกอบด้วย 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 แบบทดสอบที่ใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS ประกอบการสอบแบบปรนัยชนิดเติมคำตอบ จำนวน 4 ข้อ

ตอนที่ 2 แบบทดสอบที่ไม่ใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS ประกอบการสอบ โดยแบ่งเป็นแบบทดสอบปรนัยชนิดเติมคำตอบ จำนวน 7 ข้อ และแบบทดสอบอัตนัย จำนวน 2 ข้อ เพื่อใช้เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องภาคตัดกรวย สำหรับทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง

9. นำแบบทดสอบที่ผ่านการคัดเลือกมาแล้ว มาคำนวณหาค่าความเชื่อมั่น โดยใช้วิธีการหาสัมประสิทธิ์แอลฟา (α – Coefficient) ของครอนบัค (Cronbach) ผลการวิเคราะห์ปรากฏว่าค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเท่ากับ 0.96

10. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS ไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

การสร้างแบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนต่อชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS

แบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนต่อชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS ใช้วัดความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS หลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนและทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเสร็จสิ้นแล้ว โดยผู้วิจัยดำเนินการสร้างแบบวัดความพึงพอใจตามขั้นตอน ต่อไปนี้

1. ศึกษาวิธีสร้างแบบวัดความพึงพอใจจากเอกสาร ตำราที่เกี่ยวข้อง วิธีการ และหลักการสร้างแบบวัดความพึงพอใจ แล้วกำหนดแนวทางในการออกแบบแบบสอบถามวัดความพึงพอใจตามวิธีของลิเคอร์ท (Likert)

2. สร้างแบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนต่อชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS จำนวน 30 ข้อ แบ่งเป็น 4 ด้าน คือ ด้านเนื้อหา ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน ด้านสื่อการเรียนการสอน และด้านการวัดและ

ประเมินผล โดยปรับปรุงจากแบบสอบถามวัดความพึงพอใจของนักเรียนจากวรวรรณ กฤตยากรนุพงศ์ (2551) และวราวุธ บุตรรัตน์ (2556) มีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ และข้อความเป็นข้อความทางบวก โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนในแต่ละข้อ ดังนี้

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

3. นำแบบวัดความพึงพอใจที่สร้างขึ้นเสนอต่อคณะกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน เพื่อพิจารณาและเสนอแนะเกี่ยวกับการใช้ภาษาในแต่ละข้อให้มีความชัดเจน ตรงประเด็น และเหมาะสมยิ่งขึ้น

4. นำแบบวัดความพึงพอใจที่ได้ปรับปรุง แก้ไขแล้ว คัดเลือกให้เหลือ 20 ข้อ เพื่อนำไปทดสอบกับนักเรียนกลุ่มนำร่องที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักเรียนกลุ่มเดียวกับที่ใช้ในการทดลองสอนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนการสอนและทดสอบด้วยแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องภาคตัดกรวย จำนวน 25 คน

5. นำผลการทดสอบที่ได้มาคำนวณหาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดความพึงพอใจ โดยใช้วิธีการหาสัมประสิทธิ์แอลฟา (α – Coefficient) ของครอนบัค (Cronbach) ซึ่งได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดความพึงพอใจเท่ากับ 0.94

6. นำแบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนต่อชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS ไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนาและทดลองเพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์และความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS ผู้วิจัยได้ใช้แบบแผนในการวิจัยแบบ Randomized One – Group Posttest Only Design

ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

1. ผู้วิจัยเตรียมความพร้อมด้านการใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS ให้นักเรียน ช่วงเวลานอกเวลาเรียนปกติจำนวน 2 คาบ คาบละ 50 นาที เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกการใช้และมีความคุ้นเคยกับเครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS ก่อนที่จะได้ใช้ในการเรียนการสอนจริง

2. ผู้วิจัยทำการสอนนักเรียนกลุ่มตัวอย่างด้วยชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยใช้เวลาเรียนจำนวน 12 คาบ

3. เมื่อนักเรียนปฏิบัติกิจกรรมการเรียนการสอนแต่ละเรื่องเสร็จสิ้นแล้ว ผู้วิจัยทดสอบนักเรียนด้วยแบบทดสอบย่อยของแต่ละเรื่องโดยใช้เวลาเรื่องละ 1 คาบ

4. เมื่อสิ้นสุดการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS จำนวน 2 คาบ

5. ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนต่อชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS ใช้เวลา 30 นาที รวมเวลาทั้งหมดที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ 20 ชั่วโมง 30 นาที

6. ผู้วิจัยนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้วิธีการทางสถิติ ดังนี้

6.1 คะแนนจากใบกิจกรรมและแบบทดสอบประจำหน่วยการเรียน มีน้ำหนักคะแนนรวมคิดเป็นร้อยละ 50 ของคะแนนทั้งหมด โดยแบ่งเป็น

6.1.1 คะแนนจากการปฏิบัติจากใบกิจกรรมรายบุคคล คิดเป็นร้อยละ 10 ของคะแนนทั้งหมด

6.1.2 คะแนนจากการวัดผลจากแบบทดสอบย่อย คิดเป็นร้อยละ 40 ของคะแนนทั้งหมด แบ่งเป็น

6.1.2.1 แบบทดสอบย่อยฉบับที่ 1 เรื่องวงกลม คิดเป็นร้อยละ 10 ของคะแนนทั้งหมด

6.1.2.2 แบบทดสอบย่อยฉบับที่ 2 เรื่องวงรี คิดเป็นร้อยละ 10 ของคะแนนทั้งหมด

6.1.2.3 แบบทดสอบย่อยฉบับที่ 3 เรื่องพาราโบลา คิดเป็นร้อยละ 10 ของคะแนนทั้งหมด

6.1.2.4 แบบทดสอบย่อยฉบับที่ 4 เรื่องไฮเพอร์โบลา คิดเป็นร้อยละ 10 ของคะแนนทั้งหมด

6.2 คะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS มีน้ำหนักคะแนนรวม คิดเป็นร้อยละ 50 ของคะแนนทั้งหมด

4. การจัดกระทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการและใช้สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. หาค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยนำคะแนนจากแบบทดสอบย่อยฉบับที่ 1 แบบทดสอบย่อยฉบับที่ 2 แบบทดสอบย่อยฉบับที่ 3 แบบทดสอบย่อยฉบับที่ 4 และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องภาคตัดกรวย มาใช้

2. หาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS แล้วนำผลมาเทียบกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ได้แก่ 75/75

3. ทดสอบสมมติฐานการวิจัยที่ว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS สามารถผ่านเกณฑ์ได้มากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด โดยใช้สถิติทดสอบทวินาม (Binomial test)

4. ทดสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ใช้สถิติดังนี้

4.1 การหาค่าดัชนีความสอดคล้องจากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง โดย IOC

4.2 การหาค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้วิธีการหาสัมประสิทธิ์แอลฟา (α – Coefficient) ของครอนบัค (Cronbach)

4.3 การวิเคราะห์แบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนโดยใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และนำเสนอน้ำหนักความคิดโดยใช้การประเมินค่าความคิดเห็นของประคอง กรรณสูต (2538) ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย 4.50 – 5.00 หมายถึง นักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด หลังจากเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS

คะแนนเฉลี่ย 3.50 – 4.49 หมายถึง นักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก หลังจากเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS

คะแนนเฉลี่ย 2.50 – 3.49 หมายถึง นักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับปานกลาง หลังจากเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS

คะแนนเฉลี่ย 1.50 – 2.49 หมายถึง นักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อย หลังจากเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS

คะแนนเฉลี่ย 1.00 – 1.49 หมายถึง นักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อยที่สุด หลังจากเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติพื้นฐาน

1.1 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (มนตรี สังข์ทอง, 2557)

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

เมื่อ $\overline{x}$ คือ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต

x_i คือ คะแนนของนักเรียนคนที่ i

n คือ จำนวนนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

1.2 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (กมลวรรณ ตังธนกานนท์, 2558)

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

เมื่อ s คือ ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน

x_i คือ คะแนนของนักเรียนคนที่ i

$\bar{x}$ คือ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต

n คือ จำนวนนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

2. สถิติที่ใช้ในการทดสอบคุณภาพเครื่องมือ

2.1 ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนการสอน (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2556, มกราคม-มิถุนายน)

$$E_1 = \frac{\frac{\sum_{i=1}^{n} x_i}{n}}{A} \times 100 \quad \text{หรือ} \quad E_1 = \frac{\bar{x}}{A} \times 100$$

เมื่อ E_1 คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการ

x_i คือ คะแนนที่ได้จากแบบทดสอบย่อยของนักเรียนคนที่ i

n คือ จำนวนนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

A คือ คะแนนเต็มของแบบทดสอบย่อย

$\bar{x}$ คือ ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนแบบทดสอบย่อย

$$E_2 = \frac{\frac{\sum_{i=1}^{n} F_i}{n}}{B} \times 100 \quad \text{หรือ} \quad E_2 = \frac{\bar{F}}{B} \times 100$$

เมื่อ E_2 คือ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

F_i คือ คะแนนที่ได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนคนที่ i

n คือ จำนวนนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

B คือ คะแนนเต็มของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

$\bar{F}$ คือ ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

2.2 ค่าความยากง่าย (p) และอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบ (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ, 2543)

$$p_i = \frac{(H_i + L_i)}{T_i(N_H + N_L)}$$

$$r_i = \frac{(H_i - L_i)}{\left[\frac{T_i(N_H + N_L)}{2}\right]}$$

เมื่อ p_i คือ ค่าความยากง่ายข้อที่ i

r_i คือ อำนาจจำแนกข้อที่ i

H_i คือ คะแนนรวมข้อที่ i ของแต่ละคนในกลุ่มสูง

L_i คือ คะแนนรวมข้อที่ i ของแต่ละคนในกลุ่มต่ำ

T_i คือ คะแนนเต็มของข้อที่ i

N_H คือ จำนวนนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มสูง

N_L คือ จำนวนนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มต่ำ

2.3 ค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อสอบ (IOC) (ศิริชัย พงษ์วิชัย, 2558)

$$IOC = \frac{\sum_{i=1}^{N} R_i}{N}$$

เมื่อ IOC คือ ค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อสอบ

R_i คือ คะแนนที่ผู้เชี่ยวชาญคนที่ i ให้

N คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.4 ค่าความเชื่อมั่น โดยใช้วิธีการหาสัมประสิทธิ์แอลฟา (α – Coefficient) ของครอนบัค (Cronbach) (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ, 2543)

$$\alpha = \frac{k}{k-1}\left(1-\frac{\sum_{i=1}^{k} s_i^{\,2}}{s_t^{\,2}}\right)$$

เมื่อ α คือ ค่าสัมประสิทธิ์ของความเชื่อมั่น

k คือ จำนวนข้อของแบบทดสอบ

$s_i^{\,2}$ คือ คะแนนความแปรปรวนของคะแนนเป็นรายข้อ

$s_t^{\,2}$ คือ คะแนนความแปรปรวนของคะแนนแบบทดสอบทั้งฉบับ

โดยที่ $$s_i^{\,2} = \frac{n\sum_{j=1}^{N} x_j^{\,2} - \left(\sum_{j=1}^{N} x_j\right)^2}{n(n-1)}$$

เมื่อ $s_i^{\,2}$ คือ คะแนนความแปรปรวนของคะแนนเป็นรายข้อ

x_j คือ คะแนนของนักเรียนคนที่ j ในข้อที่ i

n คือ จำนวนนักเรียนทั้งหมด

และ $$s_t^{\,2} = \frac{n\sum_{i=1}^{N} x_i^{\,2} - \left(\sum_{i=1}^{N} x_i\right)^2}{n^2}$$

เมื่อ $s_t^{\,2}$ คือ คะแนนความแปรปรวนของแบบทดสอบทั้งฉบับ

x_i คือ คะแนนแบบทดสอบทั้งฉบับของคนที่ i

n คือ จำนวนนักเรียนทั้งหมด

3. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

3.1 การทดสอบทวินาม (Binomial Test) คำนวณโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้สร้างชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยมีความมุ่งหมาย (1) เพื่อสร้างชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้มีประสิทธิภาพที่ระดับ 75/75 (2) เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในการเรียนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS และ (3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในการเรียนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS ข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้วิเคราะห์และนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 สร้างชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้มีประสิทธิภาพที่ระดับ 75/75

ตอนที่ 2 ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในการเรียนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS

ตอนที่ 3 ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในการเรียนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS

มีรายละเอียดดังนี้

ตอนที่ 1 สร้างชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้มีประสิทธิภาพที่ระดับ 75/75

1.1 ค่าเฉลี่ยเลขคณิตและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในการเรียน เรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS ผู้วิจัยนำคะแนนจากแบบทดสอบย่อยฉบับที่ 1, 2, 3 และ 4 คะแนนจากการทำใบกิจกรรมรายบุคคล และคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในการเรียนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้

เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS มาหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแสดงดังตาราง 2

ตาราง 2 ค่าเฉลี่ยเลขคณิตและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบย่อยฉบับที่ 1, 2, 3 และ 4 คะแนนจากการทำใบกิจกรรมรายบุคคล และคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในการเรียนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS

แหล่งที่มาของคะแนน	คะแนนเต็ม (คะแนน)	ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$)	ค่าเฉลี่ยเลขคณิตคิดเป็นร้อยละของคะแนนเต็ม	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)
1. แบบทดสอบย่อยฉบับที่ 1 เรื่องวงกลม	10	7.48	74.75	2.73
2. แบบทดสอบย่อยฉบับที่ 2 เรื่องวงรี	10	7.65	76.50	2.18
3. แบบทดสอบย่อยฉบับที่ 3 เรื่องพาราโบลา	10	8.21	82.09	2.39
4. แบบทดสอบย่อยฉบับที่ 4 เรื่องไฮเพอร์โบลา	10	7.79	77.93	1.72
5. ใบกิจกรรมรายบุคคล	10	10.00	100.00	0.00
รวม	50	41.13	82.25	1.03
6. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในการเรียนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS	50	39.09	78.17	1.47
รวม	50	39.09	78.17	1.47
รวมทั้งหมด	100	80.21	80.21	9.35

จากตาราง 2 พบว่า นักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบย่อยแต่ละฉบับเป็น 7.48, 7.65, 8.21 และ 7.79 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 74.75, 76.50, 82.09 และ 77.93 ของคะแนนเต็ม มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.73, 2.18, 2.39 และ 1.72 ตามลำดับ มีค่าเฉลี่ยของคะแนนที่ได้จากใบกิจกรรมรายบุคคลเป็น 10 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 100 ของคะแนนเต็ม ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.00 และคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในการเรียนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS เท่ากับ 39.09 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 78.17 ของคะแนนเต็ม และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.47 ส่งผลให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนรวมเท่ากับ 80.21 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 80.21 ของคะแนนทั้งหมด และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 9.35

1.2 การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนการสอน

การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มตัวอย่าง ให้มีประสิทธิภาพที่ระดับ 75/75 โดย 75 ตัวแรก เขียนแทนด้วย E_1 หมายถึง คะแนนที่ได้จากการทำใบกิจกรรมรายบุคคลในชั้นเรียนและการทำแบบทดสอบย่อย คิดเป็นร้อยละ 75 ของคะแนนทั้งหมด และ 75 ตัวหลัง เขียนแทนด้วย E_2 หมายถึง คะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องภาคตัดกรวย คิดเป็นร้อยละ 75 ของคะแนนทั้งหมด ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแสดงดังตาราง 3

ตาราง 3 ร้อยละของค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบย่อยแต่ละฉบับ คะแนนที่ได้จากการทำใบกิจกรรมรายบุคคลในชั้นเรียน และคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องภาคตัดกรวย

แหล่งที่มาของคะแนน	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย	ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรม
คะแนนรวมระหว่างเรียน (E_1)	50	41.13	82.25
คะแนนรวมหลังเรียน (E_2)	50	39.09	78.17

จากตาราง 3 พบว่า คะแนนรวมของแบบทดสอบย่อยแต่ละฉบับและคะแนนใบกิจกรรมรายบุคคลของนักเรียนที่ได้ระหว่างการเรียนมีค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ย (E_1) เท่ากับ 82.25 และคะแนนรวมของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องภาคตัดกรวย ที่ได้หลังเรียนมีค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ย (E_2) เท่ากับ 78.17 หมายความว่า ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 82.25/78.17 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ 75/75

ตอนที่ 2 ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในการเรียนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS

การทดสอบสมมติฐานของการวิจัย

ผู้วิจัยได้ทดสอบสมมติฐานของการวิจัยโดยใช้การทดสอบทวินาม (Binomial Test) เพื่อทดสอบจำนวนนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์ (ได้คะแนนรวมตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไป ของคะแนนรวมทั้งหมด) มากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด โดยนำคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบย่อยแต่ละฉบับ คะแนนที่ได้จากใบกิจกรรมรายบุคคลในชั้นเรียน และคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง มาคำนวณหาคะแนนรวมของนักเรียนแต่ละคน แล้วนำคะแนนรวมของนักเรียนแต่ละคนมาทดสอบสมมติฐาน

การวิจัยนี้มีสมมติฐานการวิจัยว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์ได้มากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด มีผลการทดสอบสมมติฐานโดยใช้การทดสอบทวินาม (Binomial Test) ดังตาราง 4

ตาราง 4 ผลการทดสอบสมมติฐานของการวิจัย

จำนวนนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง	จำนวนนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์	ร้อยละของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์ (สัดส่วน)	ค่าสัดส่วนทดสอบ	Exact Sig. (1-tailed)
25	22	88 (0.88)	0.60	0.002**

** ที่ระดับนัยสำคัญ .01

จากตาราง 4 พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์จำนวน 22 คน จากนักเรียนทั้งหมด 25 คน คิดเป็นร้อยละ 88 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ซึ่งมากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ที่ระดับนัยสำคัญ .01

ตอนที่ 3 ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในการเรียนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS

การประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยแบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนต่อชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS ที่มีลักษณะเป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) แบ่งเป็น 5 ระดับ ข้อความในแบบวัดเป็นข้อความที่มีความหมายทางบวก มีเกณฑ์การให้คะแนนในแต่ละข้อ ดังนี้

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

การแปลความหมายของคะแนนเฉลี่ยรวม ซึ่งเป็นผลของการวัดความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS ใช้การประเมินค่าความคิดเห็นของประคอง กรรณสูต (2538) ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย 4.50 – 5.00 หมายถึง นักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด หลังจากเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS

คะแนนเฉลี่ย 3.50 – 4.49 หมายถึง นักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก หลังจากเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS

คะแนนเฉลี่ย 2.50 – 3.49 หมายถึง นักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับปานกลาง หลังจากเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS

คะแนนเฉลี่ย 1.50 – 2.49 หมายถึง นักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อย หลังจากเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS

คะแนนเฉลี่ย 1.00 – 1.49 หมายถึง นักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อยที่สุด หลังจากเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS

ผลการประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS แสดงดังตาราง 5

ตาราง 5 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS

ข้อที่	ข้อความ	ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ระดับความพึงพอใจ
ด้านเนื้อหา				
1.	การจัดเรียงเนื้อหาในใบกิจกรรมทำให้ข้าพเจ้าเข้าใจได้ง่าย	4.26	0.66	มาก
2.	การจัดเรียงเนื้อหาในใบกิจกรรมมีความเหมาะสม	4.52	0.59	มากที่สุด
3.	เนื้อหาในชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS เหมาะสมกับระดับความสามารถของข้าพเจ้า	4.28	0.68	มาก
4.	การเรียนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS ทำให้ข้าพเจ้าแก้ปัญหาได้สะดวกและรวดเร็วยิ่งขึ้น	4.16	0.90	มาก
5.	การเรียนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS เอื้อให้ข้าพเจ้าได้ตั้งข้อความคาดการณ์ และสรุปหาเหตุผลได้ด้วยตนเอง	4.04	0.73	มาก
	รวมด้านเนื้อหา	4.25	0.73	มาก

ตาราง 5 (ต่อ)

ข้อที่	ข้อความ	ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ระดับความพึงพอใจ
<u>ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน</u>				
6.	กิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS ช่วยส่งเสริมบรรยากาศในชั้นเรียน ให้ข้าพเจ้ามีความสนใจเรียนมากยิ่งขึ้น	4.36	0.70	มาก
7.	การจัดลำดับเนื้อหาในใบกิจกรรมมีความต่อเนื่อง ชัดเจน	4.48	0.71	มาก
8.	กิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS ทำให้ข้าพเจ้ามีความกระตือรือร้นในการเรียนมากยิ่งขึ้น	4.08	0.64	มาก
9.	กิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS ทำให้ข้าพเจ้าได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง	4.68	0.63	มากที่สุด
10.	กิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS ทำให้ข้าพเจ้ามีความสนใจในการเรียนเรื่องภาคตัดกรวยมากยิ่งขึ้น	4.04	0.68	มาก
	รวมด้านกิจกรรมการเรียนการสอน	4.33	0.70	มาก

ตาราง 5 (ต่อ)

ข้อที่	ข้อความ	ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ระดับความพึงพอใจ
<u>ด้านสื่อการเรียนการสอน</u>				
11.	ข้าพเจ้ารู้สึกว่าเครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS ใช้งานง่ายและมีความสะดวกในการเรียนเรื่องภาคตัดกรวย	4.24	0.66	มาก
12.	การเห็นกราฟจากเครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS ทำให้ข้าพเจ้าเข้าใจในการเรียนเรื่องภาคตัดกรวยมากยิ่งขึ้น	4.40	0.71	มาก
13.	การเห็นการเลื่อนกราฟที่แสดงในเครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS ทำให้ข้าพเจ้าเข้าใจในการเรียนเรื่องภาคตัดกรวยมากยิ่งขึ้น	4.52	0.59	มากที่สุด
14.	การเรียนผ่านการสำรวจด้วยเครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS ทำให้ข้าพเจ้าได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเอง	4.12	0.60	มาก
15.	เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS มีความเหมาะสมสำหรับใช้ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์	4.52	0.65	มากที่สุด
	รวมด้านสื่อการเรียนการสอน	4.36	0.65	มาก

ตาราง 5 (ต่อ)

ข้อที่	ข้อความ	ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ระดับความพึงพอใจ
<u>ด้านการวัดและประเมินผล</u>				
16.	การเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS ทำให้ข้าพเจ้ามีความรู้สึกมั่นใจในการเรียน	4.24	0.72	มาก
17.	ข้าพเจ้ามีความรู้สึกทางบวกต่อการทำใบกิจกรรมรายบุคคล	4.44	0.65	มาก
18.	การเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS ทำให้ข้าพเจ้ามีความรู้สึกอยากเรียนวิชาคณิตศาสตร์มากยิ่งขึ้น	4.16	0.69	มาก
19.	ข้าพเจ้ามีโอกาสในการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อน	4.44	0.58	มาก
20.	ข้าพเจ้าเห็นคุณค่าและความสำคัญของการเรียนวิชาคณิตศาสตร์มากยิ่งขึ้น	4.32	0.75	มาก
	รวมด้านการวัดและประเมินผล	4.32	0.68	มาก
	รวมทั้งฉบับ	4.31	0.69	มาก

จากตาราง 5 พบว่า คะแนนเฉลี่ยทั้งฉบับมีค่าเท่ากับ 4.31 หมายความว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS ทั้งฉบับอยู่ในระดับมาก สำหรับในแต่ละด้าน ได้แก่ ด้านเนื้อหา ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน ด้านสื่อการเรียนการสอน และด้านการวัดและประเมินผล มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า ข้อที่ 2. การจัดเรียงเนื้อหาในใบกิจกรรมมีความเหมาะสม ข้อที่ 9. กิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS ทำให้ข้าพเจ้าได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง ข้อที่ 13. การเห็นการเลื่อนกราฟที่แสดงในเครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS ทำให้ข้าพเจ้าเข้าใจในการเรียนเรื่องภาคตัดกรวยมากยิ่งขึ้น และข้อที่ 15. เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS มีความเหมาะสมสำหรับใช้ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ นักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ส่วนในข้ออื่น ๆ นักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

บทที่ 5
สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ความมุ่งหมายของการวิจัย สมมติฐานของการวิจัย และวิธีการดำเนินการวิจัย

ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ตั้งความมุ่งหมายไว้ ดังนี้

1. เพื่อสร้างชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้มีประสิทธิภาพที่ระดับ 75/75

2. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในการเรียนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS

3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในการเรียนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS

สมมติฐานของการวิจัย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์ได้มากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด

วิธีการดำเนินการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนศรียานุสรณ์ จังหวัดจันทบุรี

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนศรียานุสรณ์ จังหวัดจันทบุรี จำนวน 1 ห้องเรียน มีนักเรียน 25 คน ที่เรียนวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม เรื่องภาคตัดกรวย ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้

ห้องเรียนที่จัดแบบคละความสามารถของนักเรียนที่มีระดับเก่ง ปานกลาง และอ่อนอยู่ในห้องเดียวกันเป็นกลุ่ม

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้มีการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า ดังนี้

1. ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS เป็นแบบปรนัยชนิดเติมคำตอบ และแบบอัตนัย

3. แบบทดสอบประจำหน่วยการเรียน มีทั้งหมด 4 ฉบับ เป็นแบบปรนัย ชนิดเติมคำตอบ และแบบอัตนัย ประกอบด้วย

ฉบับที่ 1 แบบทดสอบย่อยครั้งที่ 1 เรื่องวงกลม

ฉบับที่ 2 แบบทดสอบย่อยครั้งที่ 2 เรื่องวงรี

ฉบับที่ 3 แบบทดสอบย่อยครั้งที่ 3 เรื่องพาราโบลา

ฉบับที่ 4 แบบทดสอบย่อยครั้งที่ 4 เรื่องไฮเพอร์โบลา

4. แบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

1. ผู้วิจัยเตรียมความพร้อมด้านการใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS ให้นักเรียน ช่วงเวลานอกเวลาเรียนปกติจำนวน 2 คาบ คาบละ 50 นาที เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกการใช้และมีความคุ้นเคยกับเครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS ก่อนที่จะได้ใช้ในการเรียนการสอนจริง

2. ผู้วิจัยทำการสอนนักเรียนกลุ่มตัวอย่างด้วยชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยใช้เวลาเรียนจำนวน 12 คาบ

3. เมื่อนักเรียนปฏิบัติกิจกรรมการเรียนการสอนแต่ละเรื่องเสร็จสิ้นแล้ว ผู้วิจัยทดสอบนักเรียนด้วยแบบทดสอบย่อยของแต่ละเรื่องโดยใช้เวลาเรื่องละ 1 คาบ

4. เมื่อสิ้นสุดการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS จำนวน 2 คาบ

5. ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนต่อชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS ใช้เวลา 30 นาที รวมเวลาทั้งหมดที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ 20 ชั่วโมง 30 นาที

6. ผู้วิจัยนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้วิธีการทางสถิติ ดังนี้

6.1 คะแนนจากใบกิจกรรมและแบบทดสอบประจำหน่วยการเรียน มีน้ำหนักคะแนนรวมคิดเป็นร้อยละ 50 ของคะแนนทั้งหมด โดยแบ่งเป็น

6.1.1 คะแนนการปฏิบัติจากใบกิจกรรมรายบุคคล คิดเป็นร้อยละ 10 ของคะแนนทั้งหมด

6.1.2 คะแนนการวัดผลจากแบบทดสอบย่อย คิดเป็นร้อยละ 40 ของคะแนนทั้งหมด แบ่งเป็น

6.1.2.1 แบบทดสอบย่อยฉบับที่ 1 เรื่องวงกลม คิดเป็นร้อยละ 10 ของคะแนนทั้งหมด

6.1.2.2 แบบทดสอบย่อยฉบับที่ 2 เรื่องวงรี คิดเป็นร้อยละ 10 ของคะแนนทั้งหมด

6.1.2.3 แบบทดสอบย่อยฉบับที่ 3 เรื่องพาราโบลา คิดเป็นร้อยละ 10 ของคะแนนทั้งหมด

6.1.2.4 แบบทดสอบย่อยฉบับที่ 4 เรื่องไฮเพอร์โบลา คิดเป็นร้อยละ 10 ของคะแนนทั้งหมด

6.2 คะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS มีน้ำหนักคะแนนรวมคิดเป็นร้อยละ 50 ของคะแนนทั้งหมด

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการและใช้สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. หาค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยนำคะแนนจากแบบทดสอบย่อยฉบับที่ 1 แบบทดสอบย่อยฉบับที่ 2 แบบทดสอบย่อยฉบับที่ 3 แบบทดสอบย่อยฉบับที่ 4 และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องภาคตัดกรวย มาใช้

2. หาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS แล้วนำผลมาเทียบกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ได้แก่ 75/75

3. ทดสอบสมมติฐานการวิจัยที่ว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS สามารถผ่านเกณฑ์ได้มากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด โดยใช้สถิติทดสอบทวินาม (Binomial Test)

4. ประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS

สรุปผลการวิจัย

1. ผลการหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนการสอนจากนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง พบว่า ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีร้อยละของคะแนนที่ได้ระหว่างเรียนเท่ากับ 82.25 และมีร้อยละของคะแนนที่ได้หลังเรียนเท่ากับ 78.17 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 82.25/78.17 ซึ่งมีค่าสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้คือ 75/75

2. นักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์มากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ที่ระดับนัยสำคัญ .01 ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีความสามารถในการเรียน เรื่อง ภาคตัดกรวย โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

3. นักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจต่อการเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนการสอน เรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS ซึ่งประเมินจากคะแนนเฉลี่ยการตอบแบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS ทั้งฉบับ พบว่า นักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจต่อการเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนการสอน อยู่ในระดับมาก

อภิปรายผล

ผลการวิจัยด้วยชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สามารถอภิปรายผลได้ ดังนี้

1. ผลการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้มีประสิทธิภาพ 75/75 พบว่า ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีประสิทธิภาพเท่ากับ 82.25/78.17 ซึ่งมีค่าสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ อาจเนื่องมาจากประเด็นต่อไปนี้

1.1 ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยสร้างขึ้นอย่างเป็นระบบ โดยผู้วิจัยได้ศึกษาขั้นตอนการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนการสอนจากกาญจนา เกียรติประวัติ (2524) และบุญชม ศรีสะอาด (2541) มาเป็นอย่างดี นอกจากนี้ผู้วิจัยยังได้สร้างชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวย เพื่อให้สามารถแก้ปัญหาในการเรียนเรื่องภาคตัดกรวยของสุวิมล เสวกสุริยวงศ์ (2553) ที่ได้กล่าวไว้ในภูมิหลังข้างต้น

1.2 ในขั้นตอนการหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนการสอน ผู้วิจัยได้ดำเนินการหาประสิทธิภาพตามวิธีการทดสอบประสิทธิภาพของสื่อหรือชุดการสอนจากชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2556, มกราคม-มิถุนายน) กล่าวคือ ผู้วิจัยดำเนินการทดลองชุดกิจกรรมการเรียน

การสอนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น กับนักเรียนกลุ่มนำร่อง 3 กลุ่ม ที่จัดนักเรียนแบบคละความสามารถ ได้แก่ กลุ่มเล็ก ประกอบด้วยนักเรียน 3 คน กลุ่มกลาง ประกอบด้วยนักเรียน 10 คน และกลุ่มใหญ่ ประกอบด้วยนักเรียน 25 คน และดำเนินการปรับปรุงแก้ไขชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเมื่อทดลองเสร็จสิ้นในแต่ละกลุ่ม จนได้ค่าประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนการสอนสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้

1.3 การหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนการสอนของผู้วิจัย พิจารณาจากคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบย่อยแต่ละฉบับ คะแนนการทำใบกิจกรรมรายบุคคล และคะแนนการทำแบบทดทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องภาคตัดกรวย จะเห็นว่า คะแนนที่ได้มาไม่ได้มาจากการทำแบบทดสอบเพียงอย่างเดียว แต่ยังมาจากการทำใบกิจกรรมรายบุคคลในชั้นเรียนด้วย แสดงถึงว่า นักเรียนจะต้องมีความตั้งใจในการเรียนในแต่ละคาบเรียน เพื่อที่จะสามารถทำใบกิจกรรมรายบุคคลส่งได้ ประกอบกับในการดำเนินการทดลอง เมื่อผู้จัยได้จัดกิจกรรมการเรียนการสอนจบในแต่ละเรื่องย่อย ได้แก่ วงกลม วงรี พาราโบลา และไฮเพอร์โบลา ผู้วิจัยจะให้นักเรียนทำแบบทดสอบย่อยของเรื่องนั้น ๆ ทันทีในคาบเรียนถัดไป จำนวนทั้งหมด 4 ครั้ง ทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการทบทวนบทเรียนแต่ละเรื่องเป็นระยะ ๆ เพื่อให้ตนเองมีความพร้อมในการทำแบบทดสอบย่อย ส่งผลให้นักเรียนมีความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับเรื่องภาคตัดกรวยได้เป็นอย่างดี สอดคล้องกับนันทชัย นวลสอาด (2554) ที่กล่าวว่า การให้นักเรียนทำแบบทดสอบย่อยระหว่างเรียน ทำให้นักเรียนมีความสนใจในการเรียนยิ่งขึ้น เพื่อเป็นการสร้างความพร้อมให้กับตนเอง นอกจากนี้เมื่อเสร็จสิ้นกิจกรรมการเรียนการสอนทั้ง 4 เรื่องผู้วิจัยได้มีการทบทวนเนื้อหาให้นักเรียนจำนวน 2 คาบเรียน ทำให้นักเรียนได้ทบทวนความรู้ที่ได้เรียนมาทั้งหมดอีกครั้งหนึ่ง

2. ผลการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในการเรียน เรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS พบว่า นักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์มากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ที่ระดับนัยสำคัญ .01 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ อาจเนื่องมาจากประเด็นต่อไปนี้

2.1 การลำดับเนื้อหาของบทเรียน เรื่องภาคตัดกรวย ผู้วิจัยได้จัดเรียงเนื้อหาตามหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เล่ม 2 ตามผลการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561b) ซึ่งเป็นการลำดับเนื้อหาจากเรื่องที่มีความซับซ้อนน้อยไปเรื่องที่มีความซับซ้อนมาก มีโจทย์ปัญหาที่หลากหลาย อีกทั้งยังช่วยเสริมสร้างทักษะให้นักเรียนสามารถทำโจทย์ปัญหาที่ซับซ้อนขึ้นได้ และการใช้ภาษามีความเข้าใจง่าย ทำให้นักเรียนสามารถเข้าใจบทเรียนได้ดี เห็นได้จากความพึงพอใจของนักเรียนในแบบวัดความพึงพอใจ ข้อที่ 2. การจัดเรียงเนื้อหาในใบกิจกรรมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด

2.2 ในแต่ละคาบเรียน ผู้วิจัยได้จัดกิจกรรมการเรียนการสอนในลักษณะที่ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเองผ่านการใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS และตอบคำถามลงในใบกิจกรรมรายบุคคล เมื่อหมดคาบเรียน ผู้วิจัยให้นักเรียนบันทึกผลงานที่นักเรียนได้ทำลงในเครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS และส่งใบกิจกรรมรายบุคคล เพื่อที่ผู้วิจัยจะสามารถนำผลงานของนักเรียนในเครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS และใบกิจกรรมรายบุคคลที่นักเรียนทำมาตรวจสอบความถูกต้อง และส่งคืนนักเรียนในคาบเรียนถัดไป เพื่อให้นักเรียนทราบผลป้อนกลับจากการทำผลงานและใบกิจกรรมรายบุคคล ทราบถึงข้อบกพร่องและข้อผิดพลาดที่ตนเองได้กระทำขึ้น ทำให้นักเรียนมีความตั้งใจในการปฏิบัติกิจกรรมมากยิ่งขึ้น สอดคล้องกับยุพิน พิพิธกุล (2530) ที่กล่าวว่า การให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดทำให้ครูสามารถประเมินความสามารถของนักเรียนและเป็นการประเมินการสอนของครูด้วย อีกทั้งยังทำให้นักเรียนได้เกิดการเรียนรู้ในหลายมิติ และจากความพึงพอใจของนักเรียนในแบบวัดความพึงพอใจ ข้อที่ 9. กิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS ทำให้ข้าพเจ้าได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง อยู่ในระดับมากที่สุด

2.3 การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีลักษณะที่ให้นักเรียนได้สำรวจ สังเกต และสร้างข้อคาดการณ์จากการปฏิบัติด้วยตนเอง โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS มีการฝึกทักษะจากการทำแบบฝึกหัดและ

ทำแบบทดสอบย่อยในแต่ละเรื่องส่งผลให้นักเรียนได้เรียนรู้และมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง สอดคล้องกับบาร์เร็ตต์ และโกเบ็ล (Barret และ Goebel, 1990) ที่กล่าวว่า นักเรียนสามารถสำรวจและสืบสวนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ได้ โดยครูเป็นผู้นำเสนอปัญหาที่น่าสนใจให้กับนักเรียน และช่วยแนะนำนักเรียนในการสำรวจและสืบสวนเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบ และจากความพึงพอใจของนักเรียนในแบบวัดความพึงพอใจ ข้อที่ 13. การเห็นการเลื่อนกราฟที่แสดงในเครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS ทำให้ข้าพเจ้าเข้าใจในการเรียนเรื่องภาคตัดกรวยมากยิ่งขึ้น อยู่ในระดับมากที่สุด อีกทั้งการใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS ยังทำให้นักเรียนเห็นเนื้อหาหรือบทเรียนจากที่มีความเป็นนามธรรมเป็นรูปธรรมมากขึ้น ซึ่งช่วยให้นักเรียนสามารถเข้าใจเนื้อหาที่เรียนได้ง่ายและรวดเร็วยิ่งขึ้น สอดคล้องกับสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2550) ที่กล่าวว่า เครื่องคิดเลขกราฟิกเป็นเทคโนโลยีที่ช่วยให้ครูวิชาคณิตศาสตร์สามารถนำเสนอเนื้อหาที่เป็นนามธรรมให้เป็นรูปธรรมได้มากขึ้น นักเรียนวิชาคณิตศาสตร์สามารถเรียนรู้ ทำความเข้าใจ และเปรียบเทียบได้ง่าย รวดเร็ว ชัดเจน ถูกต้อง แม่นยำ และตรวจสอบได้ ซึ่งเป็นแนวทางหนึ่งที่สามารถช่วยขยายความคิดทางคณิตศาสตร์ให้กว้างขึ้น

2.4 จากผลการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่ามีนักเรียน 3 คน ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในการเรียนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS ไม่ผ่านเกณฑ์ แต่เมื่อพิจารณาคะแนนแบบทดสอบย่อยและคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่านักเรียนทั้ง 3 คน มีพัฒนาการของคะแนนดีขึ้นเป็นลำดับ

3. ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อการเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS พบว่า นักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจต่อการเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS อยู่ในระดับมาก อาจเนื่องมาจากการดำเนินการวิจัยมีนักเรียนกลุ่มตัวอย่างจำนวน 25 คน ทำให้ผู้วิจัยสามารถอำนวยการสอนนักเรียนทุกคนได้อย่างทั่วถึง โดยผู้วิจัยสามารถให้คำแนะนำทางการเรียนและการใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS แก่นักเรียนได้อย่างใกล้ชิด เป็นการส่งเสริมบรรยากาศในการเรียนให้ไม่ตึงเครียด มีความเป็นกันเอง อีกทั้งนักเรียนยังได้เรียนรู้จากการปฏิบัติกิจกรรมโดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS ที่สามารถทำการสำรวจ สังเกต ตั้งข้อคาดการณ์ และสรุปด้วยตนเอง และสามารถสังเกตการเคลื่อนไหวของรอยทางเรขาคณิต

ได้ซ้ำ ๆ จนเกิดเป็นองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนได้เรียนตามความสามารถ ความถนัด และความสนใจของตนเอง นักเรียนจึงรู้สึกสนุก ไม่เกิดความเครียดในการเรียนรู้ ส่งผลให้นักเรียนเกิดความพึงพอใจหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS ในระดับมาก สอดคล้องกับงานวิจัยของกมล เอกไทยเจริญ (2545, ธันวาคม) ที่พบว่า ผู้เรียนระดับปริญญาตรีที่เรียนเรื่องพีชคณิตเชิงเส้น ด้วยเครื่องคำนวณเชิงกราฟ มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก และเขมจิรา เที่ยงอยู่ (2561) ที่พบว่า นักเรียนระดับมัธยมศึกษาที่เรียนเรื่องความสัมพันธ์และฟังก์ชัน ด้วยเครื่องคำนวณเชิงกราฟ มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากเช่นกัน

ข้อสังเกตที่ได้จากการวิจัย

จากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยพบข้อสังเกต ดังนี้

1. ในคาบแรก ๆ ของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ผู้วิจัยมักจะประสบปัญหาการจัดการเรียนการสอนได้ไม่ทันเวลา เนื่องจากนักเรียนยังมีความคุ้นเคยกับเครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS ไม่มากนัก ทำให้นักเรียนพบปัญหาเกี่ยวกับการใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS ซึ่งผู้วิจัยจะต้องเข้าไปแก้ปัญหาให้นักเรียนเป็นรายบุคคล ส่งผลให้เกิดความล่าช้าในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ผู้วิจัยแก้ปัญหาโดยการแจ้งนักเรียนเรื่องสาระสำคัญที่ต้องการในคาบเรียนนั้น ๆ และร่วมกันทำโจทย์ปัญหาบางข้อก่อน จากนั้นมอบหมายให้นักเรียนทำโจทย์ปัญหาข้อที่เหลือเป็นการบ้าน ซึ่งปัญหาที่นักเรียนไม่คุ้นเคยกับเครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS เกิดขึ้นเพียง 3 คาบแรกเท่านั้น ในคาบถัด ๆ มานักเรียนเริ่มใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS ได้อย่างคล่องแคล่ว จึงไม่เกิดปัญหาความล่าช้าจากการใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS อีก นอกจากนี้ ผู้วิจัยยังประสบปัญหาด้านเวลาในบางคาบเรียนที่นักเรียนเข้าห้องเรียนสาย เนื่องจากติดภารกิจหน้าเสาธงหรือเดินมาจากห้องเรียนที่เรียนคาบเรียนก่อนหน้าเลิกชั้นเรียนช้า ซึ่งส่งผลให้เกิดความล่าช้าในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเช่นกัน โดยผู้วิจัยได้แก้ปัญหาเช่นเดียวกับปัญหาข้างต้น

2. ในแต่ละคาบเรียน ผู้วิจัยให้นักเรียนลงมือปฏิบัติกิจกรรมโดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS และให้นักเรียนทำใบกิจกรรมด้วยตนเองเป็นรายบุคคล อีกทั้งยังให้บันทึกผลงานที่นักเรียนทำลงในเครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS และส่งใบกิจกรรม

รายบุคคลท้ายคาบเรียนทุกครั้ง ส่งผลให้นักเรียนเกิดความสนใจและมีความกระตือรือร้นในการเรียนค่อนข้างสูง

3. ถึงแม้ว่าในคาบเรียนหลัง ๆ นักเรียนจะใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS ได้ชำนาญแล้ว แต่ยังมีนักเรียนบางส่วนที่อาจจะป้อนข้อมูลไม่ถูกต้องหรือทำตามคำสั่งในกิจกรรมไม่ทันเพื่อน ส่งผลให้นักเรียนเหล่านั้นตามเนื้อหาที่เรียนไม่ทัน ผู้วิจัยแก้ปัญหาโดยเน้นย้ำให้นักเรียนตรวจสอบข้อมูลที่ป้อนลงในเครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS กับเพื่อน ๆ อยู่เสมอ อีกทั้งผู้วิจัยยังได้ทำการป้อนข้อมูลไปพร้อมกับนักเรียนซึ่งแสดงให้นักเรียนเห็นผ่านจอภาพฉายโปรเจคเตอร์ ซึ่งเป็นการช่วยให้นักเรียนได้ตรวจสอบข้อมูลที่ถูกต้องอีกช่องทางหนึ่งควบคู่กันไปอีกด้วย

4. นักเรียนที่เรียนด้วยเครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS มีความมั่นใจในการทำโจทย์ปัญหามากขึ้น เนื่องจากได้เห็นภาพรวมของการทำโจทย์ปัญหาผ่านการทำโดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS แล้วจึงลงมือทำโจทย์ปัญหาด้วยตนเอง ส่งผลให้นักเรียนเกิดความสนุกในการเรียน บรรยากาศในการเรียนไม่ตึงเครียด นอกจากนี้ นักเรียนยังสามารถทำโจทย์ปัญหาได้มากขึ้นด้วย

5. การใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS ประกอบกิจกรรมการเรียนการสอน ทำให้นักเรียนสามารถปฏิบัติตามเงื่อนไขที่กำหนด เพื่อนำไปสู่การตั้งข้อคาดการณ์และหาข้อสรุปจากสิ่งที่สังเกตได้อย่างรวดเร็ว เนื่องจากสิ่งที่แสดงบนเครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS เป็นรูปธรรมและมีอัตราส่วนที่แท้จริง รูปไม่บิดเบี้ยว อีกทั้งนักเรียนยังสามารถทำการสำรวจซ้ำไปซ้ำมาได้เท่าที่ต้องการ

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 ครูผู้สอนควรจะมีความชำนาญในการใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS ก่อนที่จะนำมาใช้จัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้นักเรียน โดยการศึกษาคู่มือการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนอย่างละเอียด เพื่อที่จะสามารถแก้ปัญหาที่อาจเกิดขึ้นจากการใช้งานเครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS ของนักเรียนได้

1.2 การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนประกอบการใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS ควรจัดให้กับห้องเรียนที่มีนักเรียนไม่มากจนเกินไป เพื่อที่ครูผู้สอนจะดูแลนักเรียนได้อย่างทั่วถึง หรือควรมีผู้ช่วยสอนในการช่วยเหลือนักเรียน เมื่อนักเรียนประสบปัญหาในการใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS

1.3 ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ไม่จำเป็นจะต้องใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS ทุกคาบเรียน ควรเลือกใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS ให้เหมาะสมกับเนื้อหาที่จะสอน

2. ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัย

2.1 ควรนำชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมาแก้ไขปรับปรุงแล้วนำไปทดลองกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างอื่น ๆ ที่มีขนาดใหญ่ขึ้น เพื่อหาข้อสรุปที่แน่นอนยิ่งขึ้นไป

2.2 ควรนำชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไปใช้ประกอบกับวิธีการสอนรูปแบบอื่น ๆ

2.3 ควรนำแนวคิดการใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS ประกอบชุดกิจกรรมการเรียนการสอนไปใช้ในการสอนเนื้อหาอื่น ๆ ทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสม เช่น วงกลม เส้นขนาน เมทริกซ์ เรขาคณิต การสร้างกราฟของฟังก์ชันต่าง ๆ

2.4 ควรนำแนวคิดการใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS ประกอบชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวยไปพัฒนาต่อยอดเป็นการประยุกต์ใช้ภาคตัดกรวยในชีวิตจริงและมีการบูรณาการร่วมกับศาสตร์อื่น ๆ เช่น การรับสัญญาณของจานดาวเทียม การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ เส้นทางของวงโคจรของดาวเคราะห์ในระบบสุริยจักรวาล

บรรณานุกรม

กมล เอกไทยเจริญ. (2545, ธันวาคม). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติของผู้เรียนระดับปริญญาตรี สาขาคณิตศาสตร์ ที่มีต่อการเรียนวิชาชีพพีชคณิตเชิงเส้น โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ. วารสารวิทยาศาสตร์ มศว, *18*(2), 52-61.

กมลวรรณ ตังธนกานนท์. (2557). การวัดและประเมินทักษะการปฏิบัติ. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

กมลวรรณ ตังธนกานนท์. (2558). ระเบียบวิธีสถิติทางการศึกษา (*Statistical Methods in Education)*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

กรวรรณ แสงไชย. (2551). ผลของวิธีสอนแบบกำกับตนเองและคะแนนเฉลี่ยสะสมที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และลักษณะพื้นฐานความเป็นนักวิจัยของนักเรียน (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

กาญจนา เกียรติประวัติ. (2524). วิธีสอนทั่วไปและทักษะการสอน. กรุงเทพฯ: วัฒนาพานิช.

เกตุกนก หนูดี. (2553). ชุดกิจกรรมการเรียนการสอน เรื่องกำหนดการเชิงเส้นโดยใช้โปรแกรม *C.a.R.* และโปรแกรม *Euler* สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ *3 (*ปริญญานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

เกวลิน เสน่หา. (2556). กิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องฟังก์ชั่น โดยใช้โปรแกรม *C.a.R.* สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ *4 (*ปริญญานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

เกศินี เพ็ชรรุ่ง. (2556). การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

ขวัญ เพียซ้าย. (2547). การศึกษาความสามารถในการเรียนเรื่องการพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์โดยใช้ชุดการเรียนการสอนที่ผู้เรียนสำคัญที่สุดของนิสิตวิชาเอกคณิตศาตร์ระดับปริญญาตรี (ปริญญานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

เขมจิรา เซี่ยงอยู่. (2561). ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องความสัมพันธ์และฟังก์ชัน โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษา (ปริญญานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

ชนกนาถ อาจยะศรี. (2553). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์เรื่องการแปลงทางเรขาคณิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม *The Geometer's Sketchpad (GSP)* และโปรแกรมเครื่องคำนวณเชิงกราฟ (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย, เลย.

ชวลิต ชูกำแพง. (2550). การประเมินการเรียนรู้. มหาสารคาม: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2556, มกราคม-มิถุนายน). การทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอน. วารสารศิลปากรศึกษาศาสตร์วิจัย, *5*(1), 11-20.

ชัยยงค์ พรหมวงศ์, นิคม ทาแดง, และ สมเชาว์ เนตรประเสริฐ. (2523). เทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา (*20301) :* เอกสารการสอนชุดวิชา. กรุงเทพฯ: ฝ่ายการพิมพ์ สำนักเทคโนโลยีการศึกษา. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

โชติกา ภาษีผล. (2554). การสร้างและพัฒนาเครื่องมือในการวัดและประเมินผลการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

โชติกา ภาษีผล, ณัฏฐภรณ์ หลาวทอง, และ กมลวรรณ ตังธนกานนท์. (2558). การวัดและประเมินผลการเรียนรู้. กรุงเทพฯ: ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ทัศนีย์ กาตะโล. (2547). การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เรื่องภาคตัดกรวย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ *4 (*วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

ธิดารัตน์ ลือโลก. (2554). การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ภาคตัดกรวย เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถเชิงปริภูมิของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ *4 (*ปริญญานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

นันทชัย นวลสอาด. (2554). ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติโดยใช้วิธีการเรียนแบบร่วมมือด้วยเทคนิค *STAD* สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ *4 (*ปริญญานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

นิภา เมธาวีชัย. (2536). การประเมินผลการเรียน (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: ฝ่ายเอกสารตำรา สถาบันราชภัฏธนบุรี.

บุญเกื้อ ควรหาเวช. (2545). นวัตกรรมการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: ภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

บุญชม ศรีสะอาด. (2537). การพัฒนาการสอน. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

บุญชม ศรีสะอาด. (2541). การพัฒนาการสอน. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม.

ประคอง กรรณสูต. (2538). สถิติเพื่อการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์ (พิมพ์ครั้งที่ 2 ฉบับปรับปรุงแก้ไข). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พรรณี ชูทัย เจนจิต. (2545). จิตวิทยาการเรียนการสอน (พิมพ์ครั้งที่ 5 ฉบับแก้ไขเพิ่มเติม). กรุงเทพฯ: เมธีทิปส์.

พร้อมพรรณ อุดมสิน. (2538). การวัดและการประเมินผลการเรียนการสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พิชิต ฤทธิ์จรูญ. (2557). หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 9). กรุงเทพฯ: เฮ้าส์ ออฟ เคอร์มิสท์.

ภัทรา เตชาภิวาทย์. (2540). เรขาคณิตวิเคราะห์ (*Analytic Geometry)* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ภัทรา นิคมานนท์. (2543). การประเมินผลการเรียน *(Learning Evaluation)* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์ สถาบันราชภัฏจันทรเกษม.

มงคล ทองสงคราม. (2536). เรขาคณิตวิเคราะห์ (*Analytic Geometry)*. ม.ป.ท.: ม.ป.พ.

มนตรี สังข์ทอง. (2557). หลักสถิติ (*Principles of Statistics)*. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น.

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. (2539). เอกสารการสอนชุดวิชา วิทยาการการสอน หน่วยที่ *1–7* (พิมพ์ครั้งที่ 14). กรุงเทพฯ: อรุณการพิมพ์.

ยุพิน พิพิธกุล. (2530). การสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เยาวดี วิบูลย์ศรี. (2548). การวัดผลและการสร้างแบบสอบผลสัมฤทธิ์ (*Measurement and Achievement Test Construction)* (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ราชบัณฑิตยสถาน. (2545). พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. *2542*. กรุงเทพฯ: นานมีบุ๊คส์.

ล้วน สายยศ, และ อังคณา สายยศ. (2543). เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้ (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาสน์.

ลักขณา สริวัฒน์. (2557). จิตวิทยาสำหรับครู (*Psychology for Teachers)*. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.

วรนารถ อยู่สุข. (2555). การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ *4* โดยใช้ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

วรวรรณ กฤตยากรนุพงศ์. (2551). กิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องความเท่ากันทุกประการ โดยใช้การแปลงทางเรขาคณิตและซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ *2 (*ปริญญานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

วราวุธ บุตรรัตน์. (2556). ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวยโดยใช้โปรแกรม *C.a.R.* สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ *4 (*ปริญญานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ., กรุงเพพฯ.

วัชราภรณ์ ปราณีธรรม. (2549). การศึกษาความเข้าใจเกี่ยวกับฟังก์ชันกำลังสองของนักเรียนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้เครื่องคิดเลขกราฟิก (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

วิชัย วงษ์ใหญ่. (2523). พัฒนาหลักสูตรและการสอนมิติใหม่ (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: ภาควิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ศิริชัย กาญจนวาสี. (2556). ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม (*Classical Test Theory)* (พิมพ์ครั้งที่ *7* ฉบับปรับปรุงเพิ่มเติม). กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศิริชัย พงษ์วิชัย. (2558). การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยคอมพิวเตอร์ (พิมพ์ครั้งที่ 25). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2545). คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการ : สถาบันฯ.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2550). คู่มือการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย. กรุงเทพฯ: เจริญรัฐการพิมพ์.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2558a). คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ : เอกสารประกอบหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช *2551*. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการ : สถาบันฯ.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2558b). หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม คณิตศาสตร์ : กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ *4* ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช *2551*. กรุงเทพฯ: องค์การค้าของคุรุสภา.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2561a). คู่มือครูรายวิชาเพิ่มเติมคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ *4* เล่ม *2* ตามผลการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. *2560)* ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช *2551*. กรุงเทพฯ: สกสค. ลาดพร้าว.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2561b). หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ *4* เล่ม *2* ตามผลการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. *2560)* ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช *2551*. กรุงเทพฯ: สกสค. ลาดพร้าว.

สันติ อิทธิพลนาวากุล. (2550). การพัฒนาชุดการเรียนคณิตศาสตร์แบบสืบสวนสอบสวนโดยใช้โปรแกรม *GSP (The Geometer's Sketchpad)* เพื่อส่งเสริมความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวยระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ *4 (*ปริญญานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

สุธินันท์ บุญพัฒนาภรณ์. (2549). กิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิตโดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ *2 (*ปริญญานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

สุภัทรา เกิดมงคล. (2550). กิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องสมบัติของวงกลมโดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ *3 (*ปริญญานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

สุรเชษฐ์ บุญยรักษ์. (2549). การพัฒนาชุดกิจกรรม เรื่องการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ *1* สาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์, อุตรดิตถ์.

สุวิมล เสวกสุริยวงศ์. (2553). การสังเคราะห์งานวิจัยเกี่ยวกับการสร้างแบบสอบวินิจฉัยทางคณิตศาสตร์ (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

เสถียร การคนซื่อ. (2552). การใช้เครื่องคิดเลขกราฟิกเพื่อพัฒนาในการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันกำลังสอง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ *4* โรงเรียนสันกำแพง จังหวัดเชียงใหม่ (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

อนุวัฒน์ เดชไธสง. (2553). ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องเวกเตอร์โดยใช้โปรแกรม *C.a.R.* สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ *2 (*ปริญญานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

อนุวัติ คูณแก้ว. (2548). หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา. เพชรบูรณ์: คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์.

อนุวัติ คูณแก้ว. (2558). การวัดผลและประเมินผลการศึกษาแนวใหม่. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อรญา อัญโย. (2553). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยบูรณาการการใช้ตัวแทนที่หลากหลายและเครื่องคำนวณเชิงกราฟที่มีต่อมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เรื่องฟังก์ชัน (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

อะกิยะมะ จิน, และ รูอิซ มาริ-โจ. (2560). หนึ่งวันผจญภัยในดินแดนคณิตศาสตร์มหัศจรรย์ [*A Day's Adventure in Math Wonderland]* (พิมพ์ครั้งที่ 2 ฉบับปรับปรุง) (จิณดิษฐ์ ละออ ปักษิณ, และ รตินันท์ บุญเคลือบ, ผู้แปล). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. (ต้นฉบับพิมพ์ ค.ศ. 2008)

อำนาจ เชื้อบ่อคา. (2547). ผลของการใช้โปรแกรม *GSP* ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เรื่องพาราโบลาชั้นมัธยมศึกษาปีที่ *3 (*สารนิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

อุบล กลองกระโทก. (2555). หน่วยที่ *12* การสำรวจคณิตศาสตร์โดยใช้เทคโนโลยี. นนทบุรี: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมธิราช.

Barret, G., และ Goebel, J. (1990). *Unit 24 The Impact of Graphing Calculators on the Teaching and Learning of Mathematics in Teaching & Learning Mathematics in the 1990s*. VA: The Council.

Bloom, B. S. (1956). *Taxonomy of Educational Objectives : The Classification of Educational Goals*. NY: Longmans Green.

Brook, Y. S. (2010). *21st–Century Skills in Teaching with the Tools Kids Really Use: Learning with Web and Mobile Technologies*. CA: Corwin Press.

Buckner, B. R. (2011). *The Impact of Using Technology on Student Achievement: Teaching Functions with the TI-Nspire to 9th Grade Algebra Students (Master's thesis).* University of Louisville, KY.

Busch, T. (2007). *Maximizing the Impact: the Pivotal Role of Technology in a 21st Century Education System Task Force Members*. n.p.

Devantire, A. T. (1992). *The Impact of Graphing Calculators on the Understanding of Function and Their Graphs (Master's thesis).* School of Graduate Studies Central Michigan University, MI.

Duane, J. E. (1973). *Induvidualized Instruction - Programs and Materials*. Englewood Cliffs, NJ: Educational Technology.

Escuder, A. (2013). *Middle School Teachers' Usage of Dynamic Mathematics Learning Environments as Cognitive Instructional Tools (Doctoral dissertation).* Florida Atlantic University, FL.

Fox, L. F. (1998). *The Effects of a Graphing Calculator Used in an Active Learning Environment on Intermediate Algebra Student's Achievement and Attitude (Doctoral dissertation).* University of South Florida, FL.

Good, C. V., และ Merkel, W. R. (1973). *Dictionary of Education : Prepared under the Auspices of Phi Delta Kappa* (3rd ed.). NY: McGraw-Hill.

Idris, N. (2014). *TI–Nspire CX Graphing Calculator Technology–Based Learning Environment: Enhancing Higher Order Thinking Skills and Mathematics Performances (Master's thesis).* Universiti Pendidikan, Malaysia.

Khalid, M. (2004). *Enhancing the Mathematical Achievement of Technical Education Students in Brunei Darussalam using a Teaching and Learning Package (Doctoral dissertation).* Curtin University of Technology, Bentley, WA.

Lund, C., และ Anderson, E. (2009). *Graphing Calculator Activities*. MN: IPMG.

Moore, K. D., และ Quinn, C. (1994). *Secondary Instructional Methods*. Madison, WI: WCB Brown & Benchmark.

Myers, R. Y. (2009). *The Effects of the Use of Technology in Mathematics Instruction on Student Achievement (Doctoral dissertation).* Florida International University, FL.

National Council of Teachers of Mathematics. (1989). *Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics*. VA: The Council.

Pomerantz, H. (1997). The Role of Calculators in Math Education. Retrieved from http://www.education.ti.com/sites/US/download/pdf/therole.pdf

The Partnership for 21st Century Learning. (2015). P21 Framework Definitions. Retrieved from http://www.p21.org/storage/documents/docs/P21_Framework_Definitions_New_Logo_2015.pdf

Wilson, J. (1971). *"Evaluation of Learning in Secondary School Mathematics" in Handbook on Formative and Summative Evaluation of Student Learning. Edited by Benjamin S. Bloom*. NY: McGraw–Hill Book.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
การวิเคราะห์ข้อมูล

ตาราง *6* ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบย่อยฉบับที่ 1

ข้อที่	ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ			IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
ตอนที่ 1 ใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
1					
ตอนที่ 2 ไม่ใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ					
1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
2	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
3	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
4	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้

ตาราง *7* ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบย่อยฉบับที่ *2*

ข้อที่	ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ			IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
ตอนที่ 1 ใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
1					
ตอนที่ 2 ไม่ใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ					
1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
2	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
3	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
4	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้

ตาราง *8* ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบย่อยฉบับที่ 3

ข้อที่	ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ			IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
ตอนที่ 1 ใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
1					
ตอนที่ 2 ไม่ใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ					
1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
2	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
3	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
4	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้

ตาราง *9* ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบย่อยฉบับที่ 4

ข้อที่	ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ			IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
ตอนที่ 1 ใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
1					
ตอนที่ 2 ไม่ใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ					
1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
2	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
3	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
4	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้

ตาราง *10* ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องภาคตัดกรวย

ข้อที่	ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ			IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
ตอนที่ 1 ใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ					
1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
2	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
3	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
4	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
ตอนที่ 2 ไม่ใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ					
1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
2	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
3	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้

ตาราง *11* ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนต่อชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS

ข้อที่	ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ			IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
2	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
3	0	+1	+1	0.67	ใช้ได้
4	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
5	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
6	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
7	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
8	0	+1	+1	0.67	ใช้ได้
9	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้

ตาราง 11 (ต่อ)

ข้อที่	ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ			IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
10	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
11	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
12	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
13	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
14	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
15	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
16	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
17	0	+1	+1	0.67	ใช้ได้
18	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
19	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
20	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้

หมายเหตุ คะแนน +1 สำหรับข้อสอบที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

คะแนน 0 สำหรับข้อสอบที่ไม่แน่ใจว่าสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

คะแน -1 สำหรับข้อสอบที่ไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

ตาราง *12* ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบย่อย ฉบับที่ 1

ข้อที่	p	r
ตอนที่ 1 ใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ		
1	0.60	0.55
ตอนที่ 2 ไม่ใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ		
1	0.60	0.47
2	0.68	0.60

ตาราง 12 (ต่อ)

ข้อที่	p	r
3	0.69	0.49
4	0.64	0.64

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบย่อยฉบับที่ 1 คำนวณโดยวิธีการหาสัมประสิทธิ์แอลฟา (α – Coefficient) ของครอนบัค (Cronbach) มีค่าเท่ากับ 0.88

ตาราง *13* ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบย่อยฉบับที่ 2

ข้อที่	p	r
ตอนที่ 1 ใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ		
1	0.63	0.56
ตอนที่ 2 ไม่ใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ		
1	0.64	0.67
2	0.64	0.66
3	0.59	0.68
4	0.63	0.47

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบย่อยฉบับที่ 2 คำนวณโดยวิธีการหาสัมประสิทธิ์แอลฟา (α – Coefficient) ของครอนบัค (Cronbach) มีค่าเท่ากับ 0.91

ตาราง *14* ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบย่อย ฉบับที่ 3

ข้อที่	p	r
ตอนที่ 1 ใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ		
1	0.59	0.55
ตอนที่ 2 ไม่ใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ		
1	0.61	0.59
2	0.61	0.67
3	0.61	0.64
4	0.55	0.54

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบย่อยฉบับที่ 3 คำนวณโดยวิธีการหาสัมประสิทธิ์แอลฟา (α – Coefficient) ของครอนบัค (Cronbach) มีค่าเท่ากับ 0.95

ตาราง *15* ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบย่อย ฉบับที่ 4

ข้อที่	p	r
ตอนที่ 1 ใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ		
1	0.62	0.59
ตอนที่ 2 ไม่ใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ		
1	0.65	0.65
2	0.63	0.64
3	0.59	0.49
4	0.62	0.61

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบย่อยฉบับที่ 4 คำนวณโดยวิธีการหาสัมประสิทธิ์แอลฟา (α – Coefficient) ของครอนบัค (Cronbach) มีค่าเท่ากับ 0.93

ตาราง *16* ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องภาคตัดกรวย

ข้อที่	p	r
ตอนที่ 1 ใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ		
1	0.61	0.45
2	0.62	0.43
3	0.68	0.60
4	0.67	0.61
ตอนที่ 2 ไม่ใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ		
1	0.68	0.61
2	0.68	0.64
3	0.63	0.67

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องภาคตัดกรวย คำนวณโดยวิธีการหาสัมประสิทธิ์แอลฟา (α – Coefficient) ของครอนบัค (Cronbach) มีค่าเท่ากับ 0.73

ตาราง *17* ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS

ข้อที่	ระดับความคิดเห็น					$\bar{x}$	S.D.	แปลผล
	5	4	3	2	1			
1	36% (9 คน)	52% (13 คน)	12% (3 คน)	0%	0%	4.24	0.66	มาก
2	56% (14 คน)	40% (10 คน)	4% (1 คน)	0%	0%	4.52	0.59	มากที่สุด
3	40% (10 คน)	48% (12 คน)	12% (3 คน)	0%	0%	4.28	0.68	มาก

ตาราง 17 (ต่อ)

ข้อที่	ระดับความคิดเห็น					$\bar{x}$	S.D.	แปลผล
	5	4	3	2	1			
4	44% (11 คน)	32% (8 คน)	20% (5 คน)	4% (1 คน)	0%	4.16	0.90	มาก
5	28% (7 คน)	48% (12 คน)	24% (6 คน)	0%	0%	4.04	0.73	มาก
6	48% (12 คน)	40% (10 คน)	12% (3 คน)	0%	0%	4.36	0.70	มาก
7	60% (15 คน)	28% (7 คน)	12% (3 คน)	0%	0%	4.48	0.71	มาก
8	24% (6 คน)	60% (15 คน)	16% (4 คน)	0%	0%	4.08	0.64	มาก
9	76% (19 คน)	16% (4 คน)	8% (2 คน)	0%	0%	4.68	0.63	มากที่สุด
10	24% (6 คน)	56% (14 คน)	20% (5 คน)	0%	0%	4.04	0.68	มาก
11	36% (9 คน)	52% (13 คน)	12% (3 คน)	0%	0%	4.24	0.66	มาก
12	52% (13 คน)	36% (9 คน)	12% (3 คน)	0%	0%	4.40	0.71	มาก
13	56% (14 คน)	40% (10 คน)	4% (1 คน)	0%	0%	4.52	0.59	มากที่สุด
14	24% (6 คน)	64% (16 คน)	12% (3 คน)	0%	0%	4.12	0.60	มาก
15	60% (15 คน)	32% (8 คน)	8% (2 คน)	0%	0%	4.52	0.65	มากที่สุด

ตาราง 17 (ต่อ)

ข้อที่	ระดับความคิดเห็น					$\bar{x}$	S.D.	แปลผล
	5	4	3	2	1			
16	40% (10 คน)	44% (11 คน)	16% (4 คน)	0%	0%	4.24	0.72	มาก
17	52% (13 คน)	40% (10 คน)	8% (2 คน)	0%	0%	4.44	0.65	มาก
18	32% (8 คน)	52% (13 คน)	16% (4 คน)	0%	0%	4.16	0.69	มาก
19	48% (12 คน)	48% (12 คน)	4% (1 คน)	0%	0%	4.44	0.58	มาก
20	48% (12 คน)	36% (9 คน)	16% (4 คน)	0%	0%	4.32	0.75	มาก

ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS โดยวิธีการหาสัมประสิทธิ์แอลฟา (α – Coefficient) ของครอนบัค (Cronbach) มีค่าเท่ากับ 0.94

ตาราง *18* คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนรายบุคคลที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS

คนที่	แบบทดสอบย่อย (ฉบับละ 10 คะแนน)				ใบกิจกรรมรายบุคคล (10 คะแนน)	แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (50 คะแนน)	รวม (100 คะแนน)
	ฉบับที่ 1	ฉบับที่ 2	ฉบับที่ 3	ฉบับที่ 4			
1	6.56	6.96	9.09	6.96	10	35.64	75.22
2	9.06	8.93	10	8.75	10	42.55	89.29
3	10	10	10	9.11	10	47.34	96.45

ตาราง 18 (ต่อ)

คนที่	แบบทดสอบย่อย (ฉบับละ 10 คะแนน)				ใบกิจกรรมรายบุคคล (10 คะแนน)	แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (50 คะแนน)	รวม (100 คะแนน)
	ฉบับที่ 1	ฉบับที่ 2	ฉบับที่ 3	ฉบับที่ 4			
4	10	9.82	10	9.11	10	45.21	94.14
5	5.63	5.89	4.77	5.71	10	31.38	63.39
6	9.38	9.64	10	9.11	10	45.21	93.34
7	8.13	8.75	9.77	8.75	10	41.49	86.89
8	5.94	6.25	6.36	6.43	10	32.98	67.96
9	2.50	2.50	3.41	3.93	10	25.53	47.87
10	10	10	10	9.64	10	49.47	99.11
11	3.13	3.93	4.09	5.00	10	28.72	54.87
12	8.13	8.57	9.77	8.75	10	40.43	85.64
13	6.25	6.79	8.18	6.79	10	35.11	73.11
14	3.13	4.46	4.09	5.54	10	29.79	57.00
15	10	10	10	10	10	50.00	100.00
16	9.38	9.29	10	8.93	10	42.55	90.14
17	7.50	7.14	9.09	8.21	10	36.70	78.65
18	9.38	9.46	10	9.11	10	44.68	92.63
19	5.63	6.07	5.45	6.25	10	31.91	65.32
20	10	10	10	9.11	10	48.94	98.04
21	10	10	10	10	10	50.00	100.00
22	5.00	5.00	4.55	5.71	10	30.85	61.11
23	7.81	7.50	9.55	8.57	10	37.23	80.66
24	8.13	7.86	9.77	8.57	10	38.83	83.16
25	6.25	6.43	7.27	6.79	10	34.57	71.31

ตาราง *19* ค่าเฉลี่ยเลขคณิตและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนที่ได้ระหว่างเรียนจากการทำแบบทดสอบย่อยแต่ละฉบับ

แบบทดสอบย่อย	คะแนนเต็ม	ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$)	ร้อยละของคะแนนเต็ม	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน *(S.D.)*
ฉบับที่ 1	10	7.48	74.75	2.37
ฉบับที่ 2	10	7.65	76.50	2.18
ฉบับที่ 3	10	8.21	82.09	2.39
ฉบับที่ 4	10	7.79	77.93	1.72

ตาราง *20* ค่าเฉลี่ยเลขคณิตและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนที่ได้หลังเรียนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องภาคตัดกรวย

แบบทดสอบ	คะแนนเต็ม	ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$)	ร้อยละของคะแนนเต็ม	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน *(S.D.)*
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	50	39.09	78.17	1.47

ตาราง *21* ผลการทดสอบสมมติฐานของการวิจัย

	Catagory	N	Observed Prop.	Test Prop.	Exact Sig. (1-tailed)
Group 1 ผ่านเกณฑ์	2.00	22	.9	.6	.002
Group 2 ไม่ผ่านเกณฑ์	1.00	3	.1		
Total		25	1.0		

การทดสอบสมมติฐาน

การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับจำนวนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS ใช้การทดสอบทวินาม (Binomial test) ซึ่งเป็นการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าสัดส่วนประชากร ดังนี้

สมมติฐานทางสถิติ คือ H_0: p = 0.6

H_1: p > 0.6

α = .01

เนื่องจากจำนวนนักเรียนกลุ่มตัวอย่างซึ่งมี 25 คน ไม่เพียงพอที่จะใช้การแจกแจงปกติ จึงใช้การแจกแจงทวินามในการทดสอบสมมติฐาน

พิจารณาเงื่อนไข $P(x \geq 22 \mid p = 0.6) < 0.01$ หรือไม่

เนื่องจาก $P(x \geq 22 \mid p = 0.6) = \sum_{x=22}^{25} \binom{25}{x} (0.6)^x (0.4)^{25-x} = 0.002 < 0.01$

เพราะฉะนั้นปฏิเสธ H_0 และสรุปได้ว่านักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์มากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ที่ระดับนัยสำคัญ .01

ตาราง *22* คะแนนจากแบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนต่อชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS ของนักเรียนรายบุคคล

คนที่	ข้อที่																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	5	5	4	5	5	4	5	4	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	4
2	4	4	4	5	4	3	4	4	4	3	4	5	5	4	5	4	4	4	4	4
3	5	5	5	4	4	4	5	4	5	5	5	4	5	4	4	5	5	4	5	5
4	5	5	5	4	4	5	5	4	5	5	4	5	5	5	5	4	5	5	5	5
5	4	4	5	3	4	5	5	5	5	4	4	5	5	4	5	4	4	4	5	5
6	4	4	3	3	3	5	4	4	3	4	5	4	4	3	5	3	4	4	4	4
7	4	4	5	4	3	4	4	4	4	4	5	5	5	4	4	4	4	5	5	4

ตาราง 22 (ต่อ)

คนที่	ข้อที่																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
8	3	3	4	3	3	4	3	4	5	4	4	5	5	4	5	5	5	4	4	3
9	4	5	5	4	4	4	5	4	5	4	4	4	5	5	5	4	4	4	5	4
10	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	4	5	4	5	5
11	5	5	4	5	4	4	5	4	5	3	3	3	4	3	4	4	5	4	5	3
12	4	5	4	5	5	5	5	4	5	5	4	5	4	4	5	5	5	5	5	5
13	5	5	4	5	4	4	4	4	5	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5
14	3	4	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	4	4
15	4	4	4	2	3	3	4	3	4	4	3	3	3	4	3	4	4	3	4	4
16	4	5	4	4	5	4	5	4	5	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	5
17	4	4	4	4	4	3	3	3	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
18	3	4	4	4	5	5	5	4	5	4	5	4	4	4	4	4	4	3	3	4
19	4	4	5	5	4	5	5	5	5	4	4	4	4	4	5	4	5	3	4	3
20	5	5	4	5	4	5	5	4	5	4	4	5	5	4	4	5	5	5	4	5
21	5	5	5	4	5	5	4	5	5	5	4	5	4	5	5	5	5	5	4	5
22	4	5	5	5	4	5	5	5	5	4	5	5	5	4	5	5	5	5	4	5
23	5	5	5	5	3	5	5	4	5	5	5	5	5	4	5	5	5	4	4	5
24	4	5	3	5	5	5	5	5	5	4	5	4	5	5	5	3	3	4	5	3
25	4	4	4	3	4	4	4	3	4	3	4	4	4	4	4	3	4	4	5	5

ภาคผนวก ข

- คู่มือการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS

- คู่มือการใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS

คู่มือการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

โดย

นายทัศน์พล วิเศษ

หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาคณิตศาสตร์

ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

หลักการและเหตุผล

เรื่องภาคตัดกรวยมีเนื้อหาประกอบไปด้วย วงกลม วงรี พาราโบลา และไฮเพอร์โบลา ซึ่งเนื้อหาต่าง ๆ ในภาคตัดกรวยมีความสำคัญและมีประโยชน์ต่อโลกเป็นอย่างยิ่ง เนื่องจากสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้ เช่น ความรู้เรื่องวงรีนำไปใช้ในการผลิตเครื่องสลายนิ่ว (Extracorporeal Shock Wave Lithotripsy/ESWL) โดยไม่ต้องผ่าตัด ความรู้เรื่องพาราโบลานำไปใช้ในการผลิตจานดาวเทียมที่มีการรวมสัญญาณไว้ที่จุดเดียว ความรู้เรื่องไฮเพอร์โบลานำไปใช้ในการสร้างหอระบายความร้อนที่มีโครงสร้างที่สามารถทำให้ความร้อนระบายได้อย่างรวดเร็ว ถึงแม้ว่าเรื่องภาคตัดกรวยจะมีความสำคัญและประโยชน์อย่างมากมาย แต่นักเรียนจำนวนมากยังคงมีปัญหาในการเรียนเรื่องภาคตัดกรวยอยู่ เช่น ในเรื่องวงกลม นักเรียนมีความสับสนในเครื่องหมายของสมการวงกลม ฯลฯ ในเรื่องพาราโบลา นักเรียนสับสนระหว่างสมการทั่วไปของกราฟพาราโบลาว่ามีลักษณะแตกต่างกันอย่างไรบ้าง ฯลฯ ในเรื่องวงรี นักเรียนไม่เข้าใจทิศทางและระยะของแกนเอกและแกนโท ฯลฯ และในเรื่องไฮเพอร์โบลา นักเรียนสับสนลักษณะของกราฟของสมการไฮเพอร์โบลาที่แตกต่างกัน ฯลฯ นั่นคือ นักเรียนขาดความเข้าใจในบทนิยาม รวมถึงไม่เข้าใจมโนทัศน์ในแต่ละเรื่องของภาคตัดกรวยอย่างเพียงพอ อีกทั้งไม่สามารถเขียนสมการของภาคตัดกรวยเมื่อกำหนดกราฟมาให้ และไม่สามารถเขียนกราฟเมื่อกำหนดสมการของภาคตัดกรวยมาให้ นักเรียนไม่เข้าใจการเลื่อนกราฟ ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยเห็นว่าเครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS กรวย ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ใช้สอนคณิตศาสตร์ระบบ Computer Algebra System มีความสามารถในการคำนวณ แก้สมการและระบบสมการ สร้างกราฟต่าง ๆ สร้างรูปเรขาคณิต 2 มิติ และ 3 มิติ โดยมีแอปพลิเคชันที่เหมาะสมในการนำมาสอนเรื่องภาคตัดกรวย ได้แก่ แอปพลิเคชันที่ใช้สร้างกราฟ ที่สามารถเลื่อน หมุน ย่อ ขยาย สร้างรอย กำหนดจุดตัด วัดความยาว และเคลื่อนไหวได้ แอปพลิเคชันที่ใช้ในการคำนวณ เพื่อคำนวณสูตรต่าง ๆ ในภาคตัดกรวย และแอปพลิเคชันเรขาคณิต เพื่อให้นักเรียนได้สำรวจการเกิดรูปต่าง ๆ เพื่อให้นักเรียนสามารถสืบเสาะค้นหา คาดเดา ตั้งข้อคาดการณ์ หาเหตุผล และสรุปด้วยตนเอง อีกทั้งการเคลื่อนไหวต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในเครื่องคำนวณเชิงกราฟ ยังคงรักษาสมบัติและความสัมพันธ์ของรูปนั้นไว้ด้วย นอกจากนี้สิ่งต่าง ๆ ที่นักเรียนได้กระทำผ่านเครื่องคำนวณเชิงกราฟยังจะสามารถบันทึกเก็บไว้เป็นผลงานของนักเรียน เพื่อให้ครูสามารถตรวจสอบและให้คะแนนเป็นคะแนนการปฏิบัติจากใบกิจกรรมได้อีกด้วย

วัตถุประสงค์

เพื่อให้ครูใช้ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเป็นเครื่องมือประกอบการสอนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

เนื้อหา

ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ประกอบไปด้วย 4 หน่วยการเรียนรู้ ได้แก่

1. หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 วงกลม จำนวน 3 คาบ
2. หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 วงรี จำนวน 3 คาบ
3. หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 พาราโบลา จำนวน 3 คาบ
4. หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 ไฮเพอร์โบลา จำนวน 3 คาบ

แนวทางการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนการสอน

ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีองค์ประกอบดังนี้

1. คู่มือการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
2. สื่อการเรียนการสอน ประกอบด้วย
    2.1 ใบกิจกรรมรายบุคคล
    2.2 ใบความรู้
    2.3 เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS
3. แผนการจัดการเรียนรู้
4. แบบทดสอบย่อย จำนวน 4 ฉบับ
5. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องภาคตัดกรวย
6. แบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนต่อชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS

การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นไปตามโครงการสอนดังนี้

โครงการสอน

คาบที่	**แผนการจัดการเรียนรู้**	**เรื่อง**	**ระยะเวลา (คาบ)**
ฝึกการใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS			2
1	1	บทนิยามของวงกลม รูปแบบมาตรฐานของสมการวงกลม	1
2	2	รูปแบบมาตรฐานของสมการวงกลม (ต่อ) รูปแบบทั่วไปของสมการวงกลม	1
3	3	โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับวงกลม	1
ทำแบบทดสอบย่อยฉบับที่ 1			1
4	4	บทนิยามของวงรี รูปแบบมาตรฐานของสมการวงรี	1
5	5	รูปแบบมาตรฐานของสมการวงรี (ต่อ) ความเยื้องศูนย์กลางของวงรี	1
6	6	โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับวงรี	1
ทำแบบทดสอบย่อยฉบับที่ 2			1
7	7	บทนิยามของพาราโบลา รูปแบบมาตรฐานของสมการพาราโบลา	1
8	8	รูปแบบมาตรฐานของสมการพาราโบลา (ต่อ) ความกว้างของพาราโบลา	1
9	9	โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับพาราโบลา	1
ทำแบบทดสอบย่อยฉบับที่ 3			1
10	10	บทนิยามของไฮเพอร์โบลา รูปแบบมาตรฐานของสมการไฮเพอร์โบลา	1
11	11	รูปแบบมาตรฐานของสมการไฮเพอร์โบลา (ต่อ) โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับไฮเพอร์โบลา	1

คาบที่	แผนการจัดการเรียนรู้	เรื่อง	ระยะเวลา (คาบ)
12	12	โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับภาคตัดกรวย	1
ทำแบบทดสอบย่อยฉบับที่ 4			1
ทบทวนความรู้			1
ทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องภาคตัดกรวย			2
ทำแบบวัดความพึงพอใจของนักเรียน			0.5

ผลการเรียนรู้เรื่องภาคตัดกรวย

หน่วยการเรียนรู้	เรื่อง	ผลการเรียนรู้
1	บทนิยามของวงกลม	1. อธิบายบทนิยามของวงกลม
	รูปแบบมาตรฐานของสมการวงกลม	1. อธิบายรูปแบบมาตรฐานของสมการวงกลม 2. อธิบายการเปลี่ยนแปลงของกราฟเมื่อจุดศูนย์กลางเปลี่ยน
	รูปแบบทั่วไปของสมการวงกลม	1. อธิบายรูปแบบทั่วไปของสมการวงกลม 2. พิจารณาการเป็นสมการวงกลมจากสมการที่ไม่ได้อยู่ในรูปแบบมาตรฐานของสมการวงกลม 3. ทำสมการที่อยู่ในรูปแบบมาตรฐานเป็นรูปแบบทั่วไป 4. ทำสมการที่อยู่ในรูปแบบทั่วไปเป็นรูปแบบมาตรฐาน
	โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับวงกลม	1. เขียนกราฟของสมการวงกลมจากสมการวงกลม 2. ระบุสมการวงกลมจากกราฟ 3. ระบุสมการวงกลมจากสิ่งที่กำหนดให้

หน่วยการเรียนรู้	เรื่อง	ผลการเรียนรู้
2	บทนิยามของวงรี	1. อธิบายบทนิยามของวงรี
	รูปแบบมาตรฐานของสมการวงรี	1. อธิบายรูปแบบมาตรฐานของสมการวงรี 2. อธิบายการเปลี่ยนแปลงของกราฟเมื่อจุดศูนย์กลางเปลี่ยน
	ความเยื้องศูนย์กลางของวงรี	1. อธิบายความเยื้องศูนย์กลางของวงรี 2. หาความเยื้องศูนย์กลางของวงรี 2. อธิบายความรีของวงรี
	โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับวงรี	1. ทำสมการที่อยู่ในรูปแบบทั่วไปเป็นรูปแบบมาตรฐาน 2. เขียนกราฟของสมการวงรีจากสมการวงรี 3. ระบุสมการวงรีจากกราฟ 4. ระบุสมการวงรีจากสิ่งที่กำหนดให้
3	บทนิยามของพาราโบลา	1. อธิบายบทนิยามของพาราโบลา
	รูปแบบมาตรฐานของสมการพาราโบลา	1. อธิบายรูปแบบมาตรฐานของสมการพาราโบลา 2. อธิบายการเปลี่ยนแปลงของกราฟเมื่อจุดศูนย์กลางเปลี่ยน
	ความกว้างของพาราโบลา	1. อธิบายความกว้างของพาราโบลา 2. หาความกว้างของพาราโบลา
	โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับพาราโบลา	1. ทำสมการที่อยู่ในรูปแบบทั่วไปเป็นรูปแบบมาตรฐาน 2. เขียนกราฟของสมการพาราโบลาจากสมการพาราโบลา 3. ระบุสมการพาราโบลาจากกราฟ 4. ระบุสมการพาราโบลาจากสิ่งที่กำหนดให้

หน่วยการเรียนรู้	เรื่อง	ผลการเรียนรู้
4	บทนิยามของไฮเพอร์โบลา	1. อธิบายบทนิยามของไฮเพอร์โบลา
	รูปแบบมาตรฐานของสมการไฮเพอร์โบลา	1. อธิบายรูปแบบมาตรฐานของสมการไฮเพอร์โบลา 2. อธิบายการเปลี่ยนแปลงของกราฟเมื่อจุดศูนย์กลางเปลี่ยน
	โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับไฮเพอร์โบลา	1. ทำสมการที่อยู่ในรูปแบบทั่วไปเป็นรูปแบบมาตรฐาน 2. เขียนกราฟของสมการไฮเพอรโบลาจากสมการไฮเพอร์โบลา 3. ระบุสมการไฮเพอร์โบลาจากกราฟ 4. ระบุสมการไฮเพอร์โบลาจากสิ่งที่กำหนดให้
	โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับภาคตัดกรวย	1. อธิบายรูปแบบทั่วไปของสมการภาคตัดกรวย 2. ระบุชนิดของภาคตัดกรวยจากสมการรูปแบบทั่วไป 3. ระบุสมการภาคตัดกรวยจากสิ่งที่กำหนดให้

การประเมินผลการเรียน

การประเมินผลการเรียนของนักเรียน แบ่งเป็น

1. การประเมินผลระหว่างเรียน

1.1 ประเมินจากการทำแบบทดสอบย่อยฉบับที่ 1 ของนักเรียน มีน้ำหนักคะแนนคิดเป็นร้อยละ 10 ของคะแนนทั้งหมด

1.2 ประเมินจากการทำแบบทดสอบย่อยฉบับที่ 2 ของนักเรียน มีน้ำหนักคะแนนคิดเป็นร้อยละ 10 ของคะแนนทั้งหมด

1.3 ประเมินจากการทำแบบทดสอบย่อยฉบับที่ 3 ของนักเรียน มีน้ำหนักคะแนนคิดเป็นร้อยละ 10 ของคะแนนทั้งหมด

1.4 ประเมินจากการทำแบบทดสอบย่อยฉบับที่ 4 ของนักเรียน มีน้ำหนักคะแนนคิดเป็นร้อยละ 10 ของคะแนนทั้งหมด

1.5 ประเมินจากใบกิจกรรมรายบุคคลของนักเรียน มีน้ำหนักคะแนนคิดเป็นร้อยละ 10 ของคะแนนทั้งหมด

2. การประเมินผลหลังเรียน

2.1 ประเมินจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องภาคตัดกรวยของนักเรียน มีน้ำหนักคะแนนคิดเป็นร้อยละ 50 ของคะแนนทั้งหมด

เกณฑ์ หมายถึง ร้อยละ 60 ของคะแนนทั้งหมด

นักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ หมายถึง ผู้ที่ได้คะแนนตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไปของคะแนนทั้งหมด

คำชี้แจงการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนสำหรับครู

1. ก่อนการดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ครูควรศึกษาเนื้อหาในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ รวมไปถึงใบกิจกรรมในชุดกิจกรรมการเรียนการสอน และแผนการจัดการเรียนรู้เรื่องภาคตัดกรวยอย่างละเอียด เพื่อให้ทราบถึงแนวทางในการนำชุดกิจกรรมการเรียนการสอนไปใช้

2. ในขณะการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ครูควรเน้นให้นักเรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเองภายใต้การแนะนำของครู โดยครูมีหน้าที่ในการกระตุ้นความอยากรู้ของนักเรียน มีการใช้คำถามกระตุ้น เพื่อให้นักเรียนมีความสงสัยใคร่รู้ จนสรุปเป็นมโนทัศน์ได้ด้วยตนเองได้

คู่มือการใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS

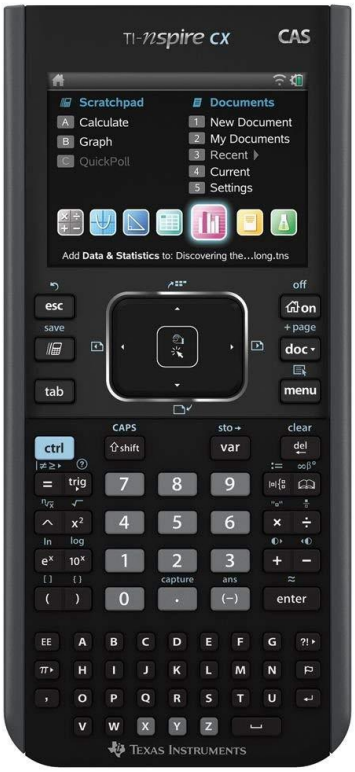
เอกสารฉบับนี้จะแนะนำนักเรียนเกี่ยวกับการใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS เบื้องต้น เพื่อให้นักเรียนมีพื้นฐานการใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS ก่อนเข้าสู่บทเรียนเรื่องภาคตัดกรวย แบ่งเป็นหัวข้อดังนี้

1. การเปิดและปิดเครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS

1.1 เปิดเครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS โดยกดปุ่ม [on]

1.2 ปิดเครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS โดยกดปุ่ม [off] ซึ่งกดได้โดยการกดปุ่ม [ctrl] [on]

2. ปุ่มต่าง ๆ บนเครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS



จากรูป นักเรียนจะเห็นว่ามีตัวเลขหรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ต่าง ๆ ซึ่งถ้าจำแนกตามสีของตัวอักษร จะแบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มตัวอักษรสีขาว และกลุ่มตัวอักษรสีฟ้า

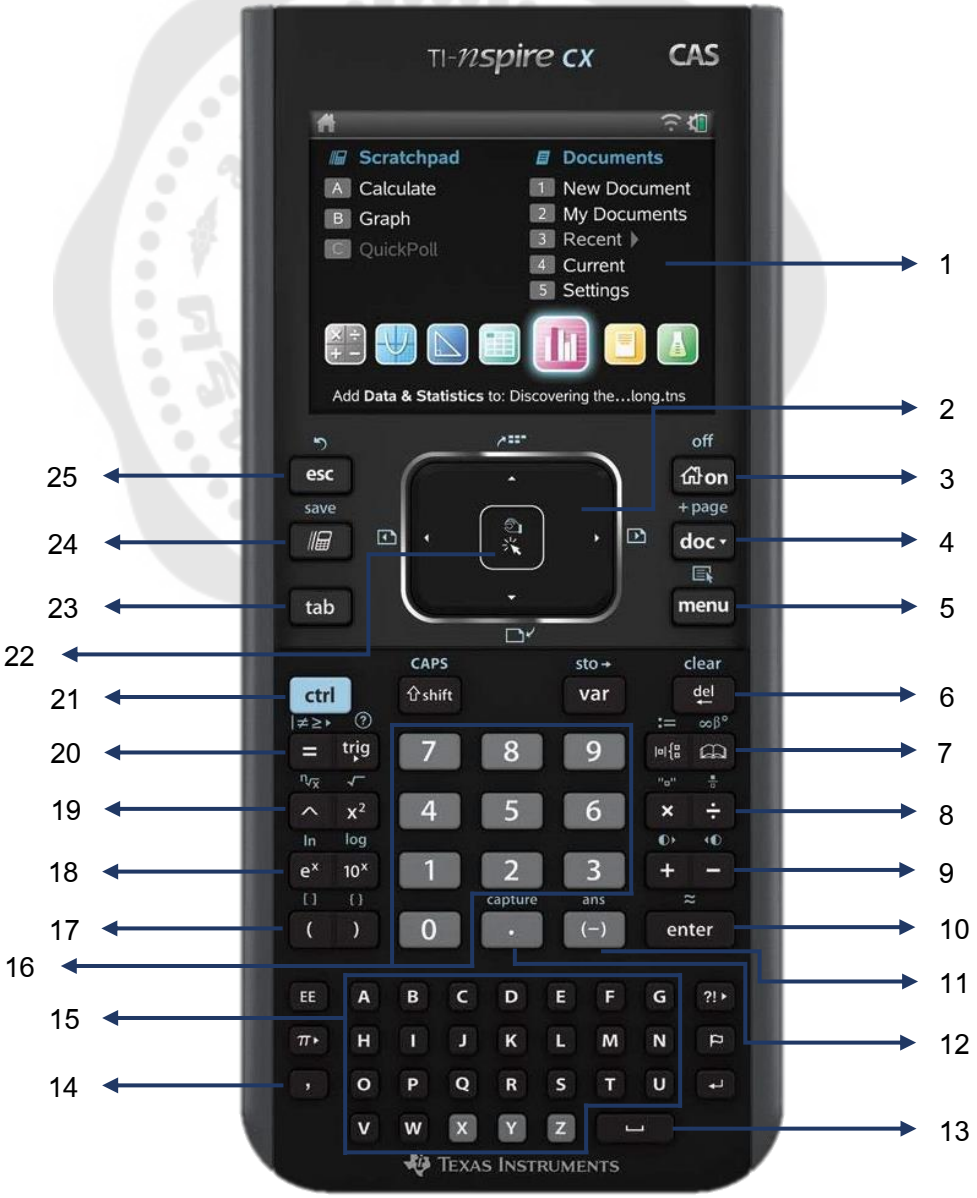
2.1 กลุ่มตัวอักษรสีขาว

หากนักเรียนต้องการพิมพ์ตัวอักษรในกลุ่มตัวอักษรสีขาว นักเรียนสามารถกดปุ่มนั้น ๆ ได้เลย เช่น ต้องการพิมพ์ $3+5$ นักเรียนสามารถกด [3] [+] [5] ได้เลย

2.2 กลุ่มตัวอักษรสีฟ้า

หากนักเรียนต้องการพิมพ์ตัวอักษรในกลุ่มตัวอักษรสีขาว นักเรียนต้องกดปุ่ม [ctrl] ก่อน แล้วจึงกดปุ่มที่มีตัวอักษรสีน้ำเงินอยู่ข้างบน เช่น ต้องการพิมพ์ $\sqrt{16}$ นักเรียนสามารถพิมพ์ได้โดยกด [ctrl] [x²] [1] [6]

หน้าที่ของปุ่มต่าง ๆ บนแป้นพิมพ์ของเครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS



หมายเลข 1 เป็นหน้าจอแสดงภาพของเครื่องคำนวณเชิงกราฟ เมื่อเปิดเครื่องจะปรากฏหน้าจอที่เรียกว่า Home Screen ซึ่งแสดงแถบเครื่องมือ 3 กลุ่ม ได้แก่

1. กลุ่ม Scratchpad บริเวณด้านซ้ายของจอภาพ ประกอบด้วย Calculate, Graph และ QuickPoll

2. กลุ่ม Documents บริเวณด้านขวาของจอภาพ ประกอบด้วย New Document, My Documents, Recent, Current และ Settings

3. กลุ่ม Applications บริเวณด้านล่างของจอภาพ ประกอบด้วย Calculator, Graphs, Geometrys, List & Spreadsheet, Data & Statistics, Notes และ Venier DataQuest

หมายเลข 2 เป็นปุ่มเคอร์เซอร์ (Cursor) เปรียบเสมือนเมาส์ในคอมพิวเตอร์ หากต้องการเลื่อนเคอร์เซอร์ไปที่ตำแหน่งใด สามารถทำได้โดยกดปุ่มนี้ โดยที่

▲ เป็นการเคลื่อนที่ขึ้นข้างบน

▼ เป็นการเคลื่อนที่ลงข้างล่าง

◀ เป็นการเคลื่อนที่ไปทางซ้าย

▶ เป็นการเคลื่อนที่ไปทางขวา

หมายเลข 3 เรียกว่าปุ่ม Home ทำงานได้ 2 ลักษณะ คือ

1. เปิดและปิดเครื่องคำนวณเชิงกราฟ

1.1 เปิดเครื่อง กด [on]

1.2 ปิดเครื่อง กด [off] โดยกด [ctrl] [on]

2. เมื่อต้องการกลับมายังหน้า Home Screen ในระหว่างการทำงานใดงานหนึ่ง

หมายเลข 4 เรียกว่าปุ่ม Document ทำงานได้ 2 ลักษณะ คือ

1. เปิดเมนูเอกสาร กด [doc]

2. เพิ่มหน้าการทำงาน กด [+page] โดยกด [ctrl] [doc]

หมายเลข 5 เรียกว่าปุ่ม Menu คือปุ่มที่ใช้ในการเปิดเมนูของแอปพลิเคชันที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน

หมายเลข 6 เรียกว่าปุ่ม Delete มีหน้าที่ลบข้อความ ดังนี้

1. ลบทีละตัว กด [del]

2. ลบทั้งหมด กด [clear] โดยกด [ctrl] [del]

หมายเลข 7 เรียก [📖] ว่าปุ่ม Catalog

1. เมื่อต้องการค้นหาคำสั่งและเครื่องมือทั้งหมดที่เครื่องคำนวณเชิงกราฟมี กด [📖]

2. เมื่อต้องการพิมพ์สัญลักษณ์หรือตัวแปรทางคณิตศาสตร์ กด [∞β°] โดยกด [ctrl] [📖]

เรียก [▫{▫] ว่าปุ่ม Set equal to

1. เมื่อต้องการพิมพ์สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ กด [▫{▫]

2. เมื่อต้องการนิยามค่าหรือตัวแปร กด [:=] โดยกด [ctrl] [:=]

หมายเลข 8 1. เมื่อต้องการดำเนินการหาร กด [÷] หรือกด [▫/▫] โดยกด [ctrl] [÷]

2. เมื่อต้องการดำเนินการคูณ กด [×] เมื่อต้องการใส่เครื่องหมายอัญประกาศ กด ["▫"] โดยกด [ctrl] [×]

หมายเลข 9 1. เมื่อต้องการดำเนินการลบ กด [−] เมื่อต้องการลดความสว่างของหน้าจอ กด [◐‹] โดยกด [ctrl] [−]

2. เมื่อต้องการดำเนินการบวก กด [+] เมื่อต้องการเพิ่มความสว่างของหน้าจอ กด [›◐] โดยกด [ctrl] [+]

หมายเลข 10 เรียกว่าปุ่ม Enter ใช้ในการยอมรับการกดเลือกในแต่ละคำสั่งหรือแต่ละเมนู

เมื่อต้องการให้ผลลัพธ์จากการคำนวณเป็นทศนิยม กด [≈] โดยกด [ctrl] [enter]

หมายเลข 11 1. เมื่อต้องการพิมพ์จำนวนลบ กด [(−)] หน้าจำนวนนั้น เช่น พิมพ์ -3 ได้โดยกด [(−)] [3]

2. เมื่อต้องการนำผลลัพธ์ของโจทย์ก่อนหน้ามาใช้ในการคำนวณ กด [ans] โดยกด [ctrl] [(−)]

หมายเลข 12 ใช้เมื่อต้องการพิมพ์จุด

หมายเลข 13 ใช้เมื่อต้องการเว้นระยะห่างของตัวเลขหรือเครื่องหมายหรือตัวอักษร เหมือน Space Bar ของคอมพิวเตอร์

หมายเลข 14 ใช้เมื่อต้องการพิมพ์เครื่องหมายจุลภาค

หมายเลข 15 ใช้เมื่อต้องการพิมพ์ตัวอักษรภาษาอังกฤษ

หมายเลข 16 ใช้เมื่อต้องการพิมพ์ตัวเลข

หมายเลข 17 ใช้เมื่อต้องการพิมพ์วงเล็บ

1. เมื่อต้องการพิมพ์วงเล็บสี่เหลี่ยม กด [[]] โดยกด [ctrl] [(]
2. เมื่อต้องการพิมพ์วงเล็บปีกกา กด [{}] โดยกด [ctrl] [)]

หมายเลข 18 1. เมื่อต้องการพิมพ์ e ยกกำลังใด ๆ กด [e^x] และเมื่อต้องการพิมพ์ ln กด [ln] โดยกด [ctrl] [e^x]

2. เมื่อต้องการพิมพ์ 10 ยกกำลังใด ๆ กด [10^x] และเมื่อต้องการพิมพ์ log กด [log] โดยกด [ctrl] [10^x]

หมายเลข 19 1. เมื่อต้องการพิมพ์เลขชี้กำลัง กด [^] และเมื่อต้องการหารากที่ใด ๆ กด [$\sqrt[n]{x}$] โดยกด [ctrl] [^]

2. เมื่อต้องการพิมพ์กำลังสอง กด [x^2] และเมื่อต้องการพิมพ์รากที่สอง กด [$\sqrt{}$] โดยกด [ctrl] [x^2]

หมายเลข 20 1. เมื่อต้องการพิมพ์ = กด [=] และเมื่อต้องการพิมพ์เครื่องหมายอสมการ กด [|≠≥▸] โดยกด [ctrl] [=]

2. เมื่อต้องการพิมพ์ฟังก์ชันตรีโกณ กด [trig]

หมายเลข 21 เรียกว่าปุ่ม Ctrl หรือ Control ใช้เมื่อต้องการพิมพ์ตัวอักษรหรือสัญลักษณ์ที่เป็นสีฟ้า

หมายเลข 22 เรียกว่าปุ่ม Lock ใช้ในการเลื่อนเคอร์เซอร์ได้เช่นเดียวกัน โดยใช้การสัมผัสเหมือนกับ Touch pad บนคอมพิวเตอร์แล็บท็อป

หมายเลข 23 เรียกว่าปุ่ม Tab ใช้สำหรับเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์

หมายเลข 24 เรียกว่า Scratchpad เป็นปุ่มลัดของเมนู Scratchpad

1. เมื่อต้องการคำนวณผ่าน Calculate หรือเขียนกราฟผ่าน Graph กด [▦]
2. เมื่อต้องการบันทึกผลงาน กด [save] โดยกด [ctrl] [▦]

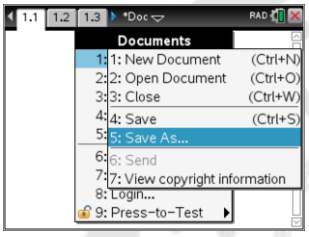
หมายเลข 25 เรียกว่าปุ่ม Esc หรือ Escape

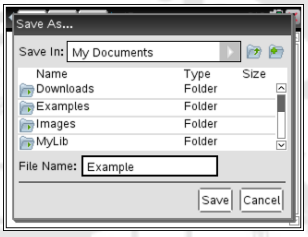
1. เมื่อต้องการปิดหน้าต่างใด ๆ เช่นเมนู กด esc

2. เมื่อต้องการย้อนกลับการกระทำที่ทำล่าสุด กด [↶] โดยกด ctrl esc หรือย้อนการกระทำโดยกด ctrl Z ก็ได้

3. การบันทึกข้อมูล

เมื่อเสร็จสิ้นการทำงานแล้วต้องการที่จะบันทึกสิ่งที่ทำ สามารถทำได้โดยกด doc แล้วเลือก 1: File แล้วเลือก 5: Save As จากนั้นเลือกแฟ้มที่ต้องการบันทึกไฟล์ แล้วตั้งชื่อไฟล์ แล้วกด Save หรือกด enter

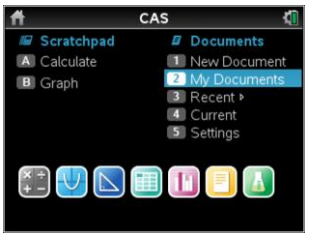


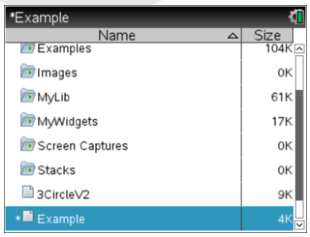


หรือสามารถกด ctrl S ก็ได้ หน้าจอจะปรากฏหน้าต่างบันทึกผลงานโดยทันที (ถ้าไฟล์นั้นถูกบันทึกเป็นครั้งแรก)

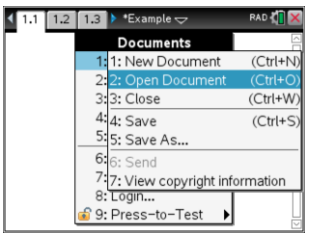
4. การเปิดไฟล์ที่บันทึกไว้

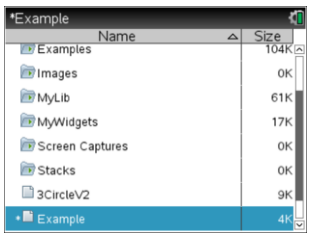
4.1 เมื่อหน้าจออยู่ที่หน้า Home Screen สามารถทำได้โดยกด 2 My Documents แล้วใช้ ▲ และ ▼ ในการเลื่อนหาไฟล์ที่ต้องการเปิด แล้วกด enter





4.2 เมื่อหน้าจออยู่ในหน้าแอปพลิเคชันต่าง ๆ สามารถทำได้โดยกด doc แล้วเลือก 1: File จากนั้นเลือก 2: Open Document แล้วใช้ ▲ และ ▼ ในการเลื่อนหาไฟล์ที่ต้องการ แล้วกด enter

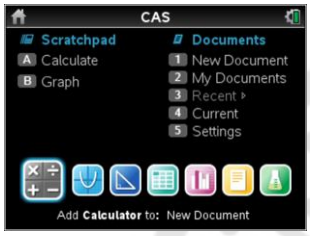


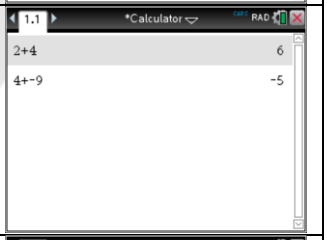
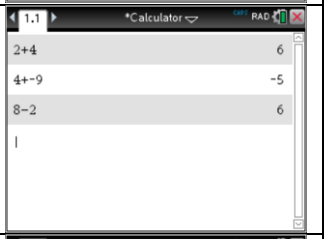
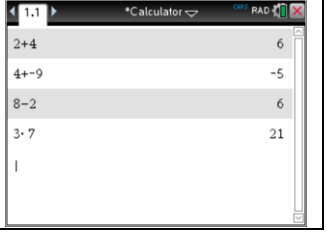


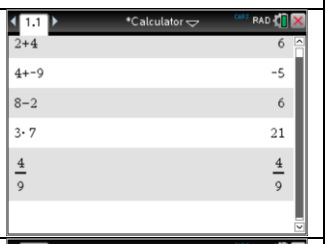
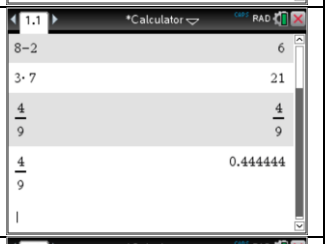
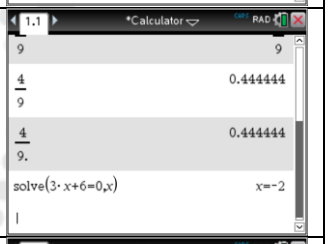
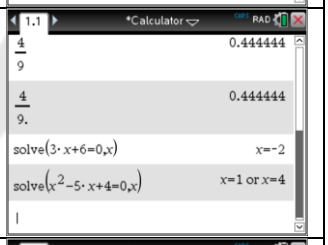
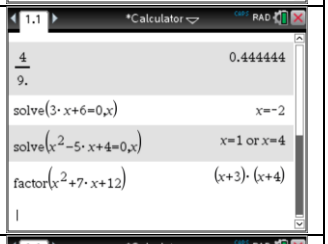
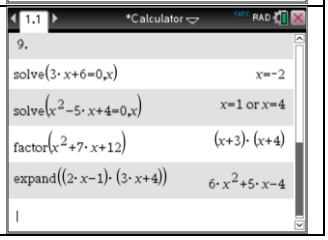
5. การใช้แอปพลิเคชันต่าง ๆ

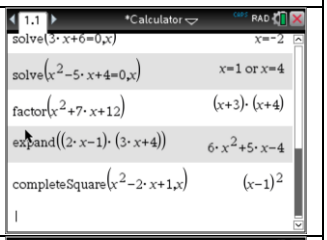
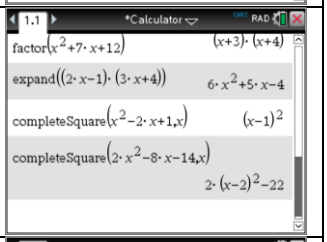
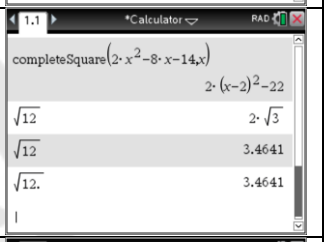
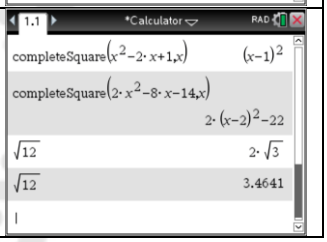
5.1 การใช้แอปพลิเคชัน Calculator

เมื่อเข้าแอปพลิเคชัน Calculator จากหน้าจอ Home จะได้ดังภาพ



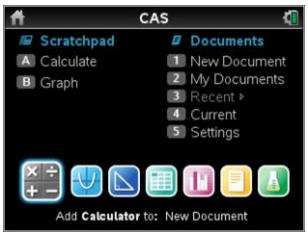
คำสั่ง	ปุ่มที่กด	ผลที่ได้
หาค่าของ $2+4$	2 + 4 enter	
หาค่าของ $2+(-9)$	2 + (−) 9 enter	
หาค่าของ $8-2$	8 − 2 enter	
หาค่าของ 3×7	3 × 7 enter	

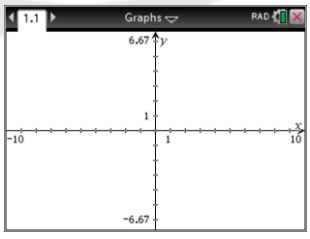
คำสั่ง	ปุ่มที่กด	ผลที่ได้
หาค่าของ $4\div9$ ในรูปเศษส่วน	4 ÷ 9 enter	
หาค่าของ $4\div9$ ในรูปทศนิยม วิธีที่ 1	4 ÷ 9 ctrl enter	
หาค่าของ $4\div9$ ในรูปทศนิยม วิธีที่ 2	4 ÷ 9 . enter	
หาค่า x จากสมการ $3x+6=0$	menu เลือก 3: Algebra เลือก 1: Solve แล้วพิมพ์ 3 X + 6 = 0 , X enter	
หาค่า x จากสมการ $x^2-5x+4=0$	menu เลือก 3: Algebra เลือก 1: Solve แล้วพิมพ์ X x² − 5 X + 4 = 0 , X enter	
แยกตัวประกอบ $x^2+7x+12$	menu เลือก 3: Algebra เลือก 2: Factor แล้วพิมพ์ X x² + 7 X + 1 2 enter	
กระจาย $(2x-1)(3x+4)$	menu เลือก 3: Algebra เลือก 3: Expand แล้วพิมพ์ (2 X − 1) (3 X + 4) enter	

คำสั่ง	ปุ่มที่กด	ผลที่ได้
ทำ x^2-2x+1 ให้อยู่ในรูปกำลังสองสมบูรณ์	menu เลือก 3: Algebra เลือก 5: Complete the Square แล้วพิมพ์ X x² − 2 X + 1 , X enter	
ทำ $2x^2-8x-14$ ให้อยู่ในรูปกำลังสองสมบูรณ์	menu เลือก 3: Algebra เลือก 5: Complete the Square แล้วพิมพ์ 2 X x² − 8 X − 1 4 , X enter	
หาค่าของ $\sqrt{12}$ ในรูปกรณฑ์	ctrl x² 1 2 enter	
หาค่าของ $\sqrt{12}$ ในรูปทศนิยม	ctrl x² 1 2 ctrl enter หรือ ctrl x² 1 2 . enter	

5.2 การใช้แอปพลิเคชัน Graphs

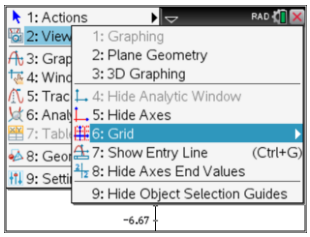
เมื่อเข้าแอปพลิเคชัน Graphs จากหน้าจอ Home จะได้ดังภาพ

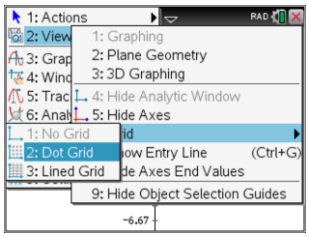


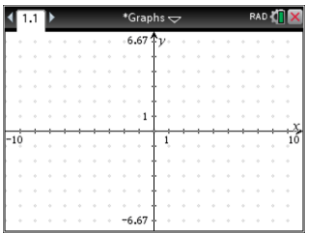


การใส่ Dot Grid

ทำได้โดยกด menu เลือก 2: View เลือก 6: Grid และเลือก 2: Dot Grid

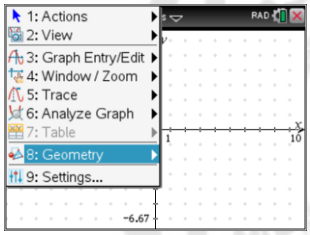


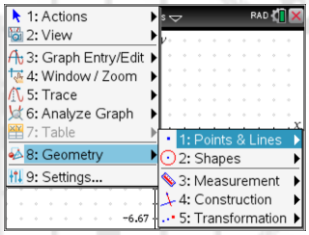


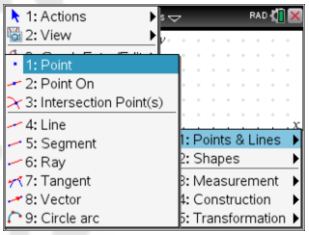


การลงจุด

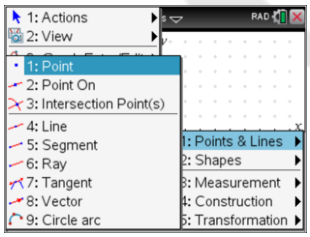
ทำการกด menu เลือก 8: Geometry เลือก 1: Points & Lines จะเห็นว่าคำสั่งเกี่ยวกับการลงจุดบนกราฟมี 3 คำสั่ง ได้แก่ 1: Point เป็นคำสั่งในการลงจุดใด ๆ บนกราฟ 2: Point On เป็นคำสั่งในการลงจุดบนกราฟ บนแกน หรือบน Dot Grid และ 3: Intersection Point(s) เป็นคำสั่งในการหาจุดตัดของกราฟ

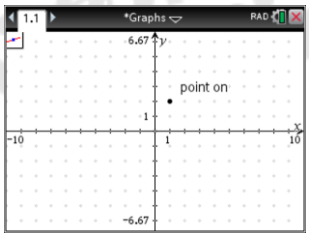


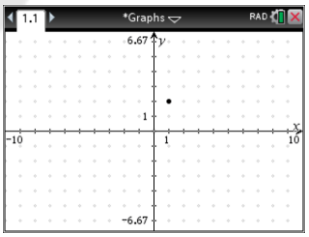




เช่น ต้องการลงจุด $(1, 2)$ สามารถทำได้โดยกด menu เลือก 8: Geometry เลือก 1: Points & Lines และเลือก 2: Point On แล้วนำเคอร์เซอร์ไปวางที่พิกัด $(1, 2)$ แล้วกด enter 2 ครั้ง

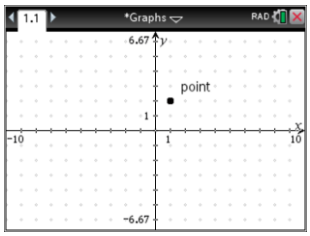


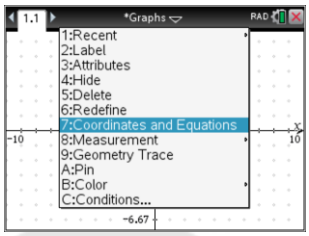


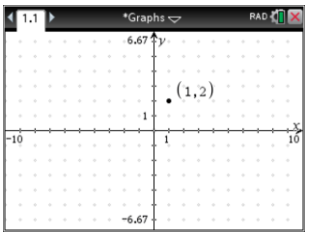


การแสดงพิกัดของจุดหรือสมการของกราฟ

จะเห็นว่าจุด $(1, 2)$ ที่ทำการลงนั้น ไม่ได้มีพิกัดแสดงอยู่ สามารถทำการแสดงพิกัดของจุด $(1, 2)$ ได้โดยนำเคอร์เซอร์ไปวางที่จุด $(1, 2)$ แล้วกด ctrl menu เลือก 7: Coordinates and Equations จะปรากฏเป็นพิกัดของจุด $(1, 2)$ ตามต้องการ

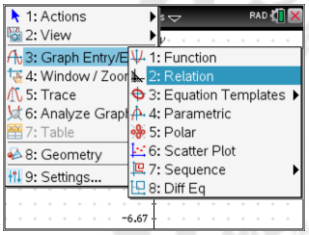


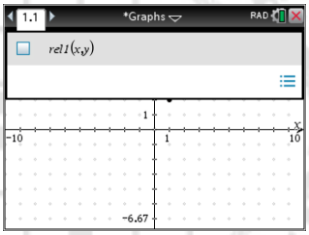




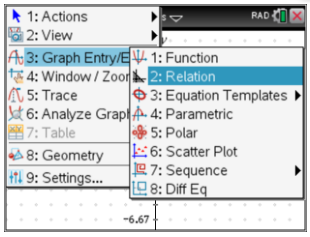
การเขียนกราฟ

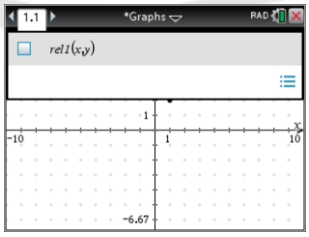
ทำการกด menu เลือก 3: Graph Entry/Edit จะเห็นว่ามีคำสั่งเกี่ยวกับการป้อนสมการมากมาย ในที่นี้จะใช้ 2: Relation เนื่องจากสามารถพิมพ์สมการรูปแบบใดก็ได้ในคำสั่งนี้

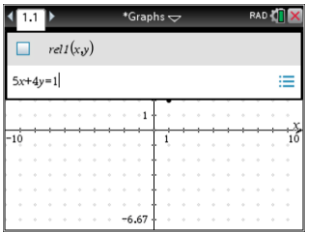


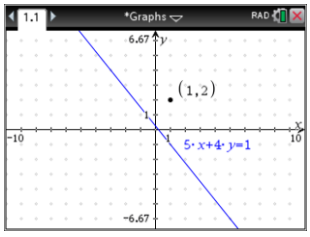


เช่น ต้องการเขียนกราฟของสมการ $5x+4y=1$ สามารถทำได้โดยกด menu เลือก 3: Graph Entry/Edit และเลือก 2: Relation แล้วกด 5 X + 4 Y = = enter จะปรากฏเป็นกราฟตามต้องการ

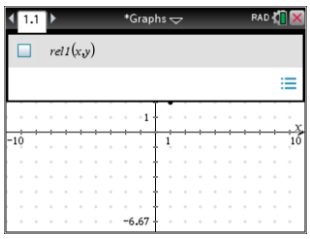
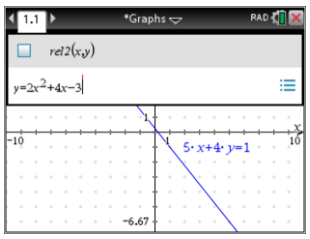
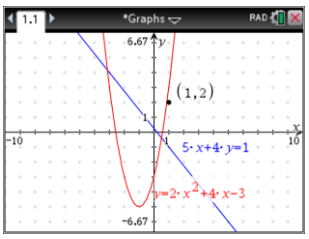






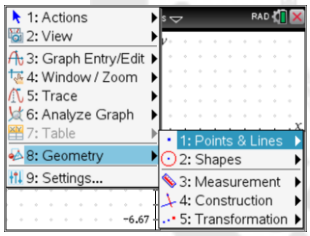
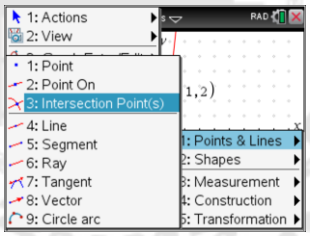
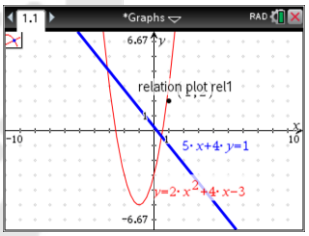
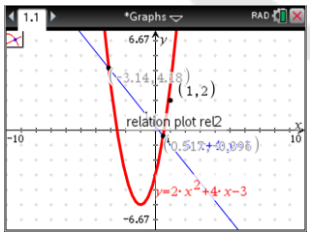
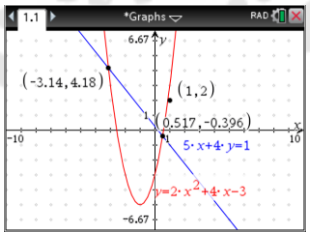


ถ้าต้องการเขียนกราฟของสมการ $y=2x^2+4x-3$ สามารถทำได้โดยกด menu เลือก 3: Graph Entry/Edit และเลือก 2: Relation แล้วกด 2 X x² + 4 X − 3 enter จะปรากฏเป็นกราฟตามต้องการ

การหาจุดตัดของกราฟ

จะเห็นว่ากราฟของ $5x+4y=1$ และ $y=2x^2+4x-3$ ตัดกัน 2 จุด สามารถทำการแสดงพิกัดของจุดตัดทั้งสองได้โดยกด menu เลือก 8: Geometry เลือก 1: Points & Lines และเลือก 3: Intersection Point(s) แล้วนำเคอร์เซอร์ไปวางที่กราฟของ $5x+4y=1$ แล้วกด enter จากนั้นนำเคอร์เซอร์ไปวางที่กราฟของ $y=2x^2+4x-3$ แล้วกด enter จะได้เป็นพิกัดของจุดตัดของกราฟทั้งสองตามต้องการ

ภาคผนวก ค
ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องภาคตัดกรวย
โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8		
รายวิชา	**คณิตศาสตร์**	**ชั้นมัธยมศึกษาปีที่** 4
หน่วยการเรียนรู้	**เรขาคณิตวิเคราะห์**	
หัวข้อเรื่อง	**ความกว้างของพาราโบลาและรูปแบบมาตรฐานของสมการพาราโบลาที่มีจุดศูนย์กลางที่จุด** (h, k)	
ปีการศึกษา	2561 **ภาคเรียนที่** 2	**เวลา** 50 **นาที**

1. **จุดประสงค์การเรียนรู้**

เพื่อให้นักเรียนสามารถ

1.1 อธิบายความหมายของเลตัสเรกตัม

1.2 ระบุจุดศูนย์กลาง โฟกัส ไดเรกตริกซ์ และความยาวเลตัสเรกตัมจากสมการพาราโบลา

1.3 เขียนกราฟของสมการพาราโบลาจากรูปแบบมาตรฐานของสมการพาราโบลา

1.4 อธิบายการเปลี่ยนแปลงของกราฟเมื่อจุดศูนย์กลางเปลี่ยน

2. **สาระการเรียนรู้**

2.1 ความหมายของเลตัสเรกตัม

เลตัสเรกตัม (latus rectum) คือ คอร์ดที่ตั้งฉากกับแกนของพาราโบลาและผ่านโฟกัสของพาราโบลา (ส่วนของเส้นตรงที่มีจุดปลายอยู่บนพาราโบลา เรียกว่า คอร์ดของพาราโบลา) ความยาวของเลตัสเรกตัมใช้วัดความกว้างของพาราโบลา ซึ่งเลตัสเรกตัมยาว $|4p|$ หน่วย

ตัวอย่างที่ 1 จากการสำรวจไฟล์ 8.1Parabola_Latusrectum จงตอบคำถามต่อไปนี้

1) ในแต่ละหน้า ค่า p ที่เป็นไปได้มีอะไรบ้าง

ตอบ ในหน้า 1.1 และ 1.3 ค่า p ที่เป็นไปได้คือ $0.25, 0.5, 0.75, 1, \ldots, 3$

ในหน้า 1.2 และ 1.4 ค่า p ที่เป็นไปได้คือ

$-3, -2.75, -2.5, -2.25, \ldots, -0.25$

2) ในแต่ละหน้า ค่า p ที่เปลี่ยนไปสัมพันธ์กับความกว้างและแคบของกราฟอย่างไร

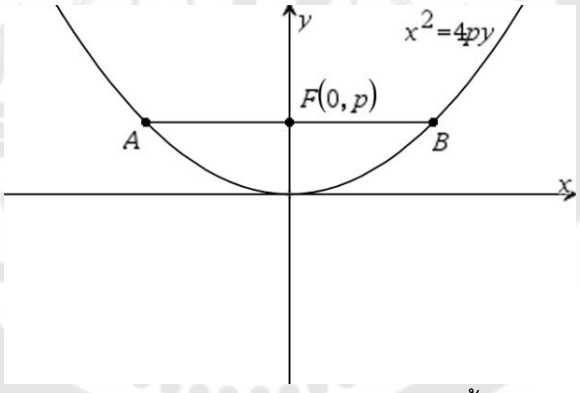
ตอบ ในหน้า 1.1 และ 1.3 ยิ่งค่า p มีค่ามากขึ้น จะทำให้กราฟกว้างมากขึ้น

ยิ่งค่า p มีค่าน้อยลง จะทำให้กราฟแคบลง

ในหน้า 1.2 และ 1.4 ยิ่งค่า p มีค่าน้อยลง (ติดลบมาก) จะทำให้กราฟกว้างมากขึ้น

ยิ่งค่า p มีค่ามากขึ้น (ติดลบน้อย) จะทำให้กราฟแคบลง

ตัวอย่างที่ 2 ในการพิจารณาความกว้างหรือความแคบของกราฟพาราโบลา จะพิจารณาจากความยาวของคอร์ดที่ผ่านโฟกัสและตั้งฉากกับแกนของพาราโบลา (**คอร์ด** (cord) ของพาราโบลา คือ ส่วนของเส้นตรงที่มีจุดปลายอยู่บนพาราโบลา) คอร์ดนี้เรียกว่า **เลตัสเรกตัม** (latus rectum)



จากรูป $\overline{AB}$ เป็นเลตัสเรกตัม จะหาความยาวเลตัสเรกตัมได้ ดังนี้

หาพิกัดของจุด A และ B เนื่องจาก จุด A และ B เป็นจุดตัดระหว่าง $y=p$ และ $x^2=4py$

หาพิกัดของจุดตัดโดยแทนค่า $y=p$ ในสมการ $x^2=4py$ จะได้

$$\begin{aligned} x^2 &= 4(p)(p) \\ x^2 &= 4p^2 \\ x^2-4p^2 &= 0 \\ (x-2p)(x+2p) &= 0 \\ x &= -2p \quad \text{หรือ} \quad 2p \end{aligned}$$

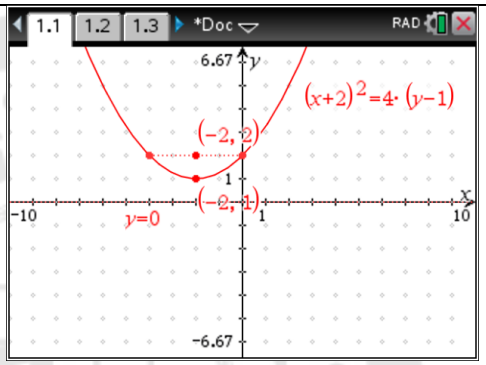
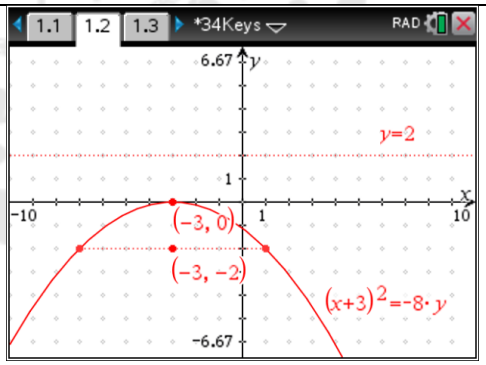
นั่นคือ กราฟทั้งสองตัดกันที่จุด $A(-2p,\ p)$ และ $B(2p,\ p)$

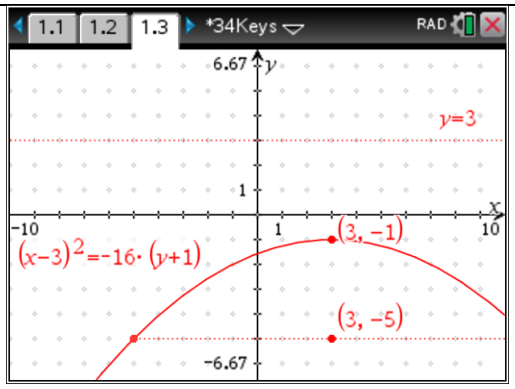
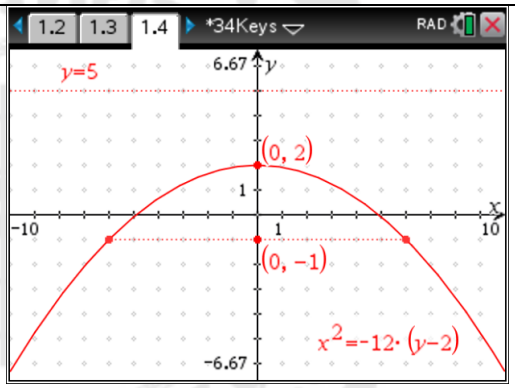
จากสูตรการหาระยะทางระหว่างจุดสองจุด จะได้

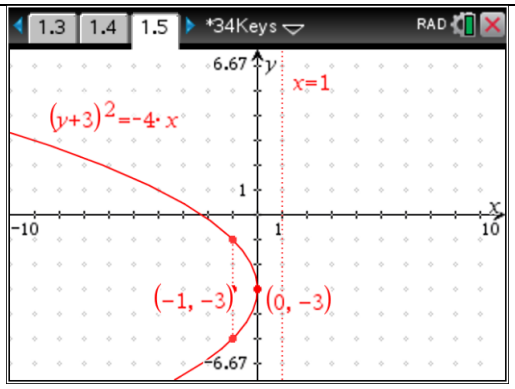
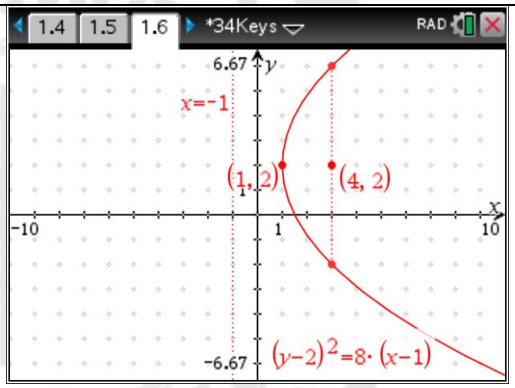
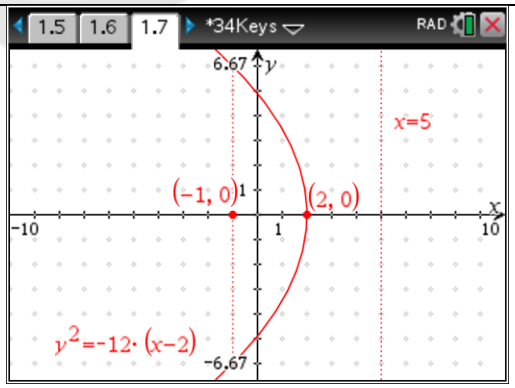
$$\text{ความยาวเลตัสเรกตัม} = \sqrt{(2p-(-2p))^2+(p-p)^2}$$
$$= \sqrt{(4p)^2}$$
$$= |4p|$$

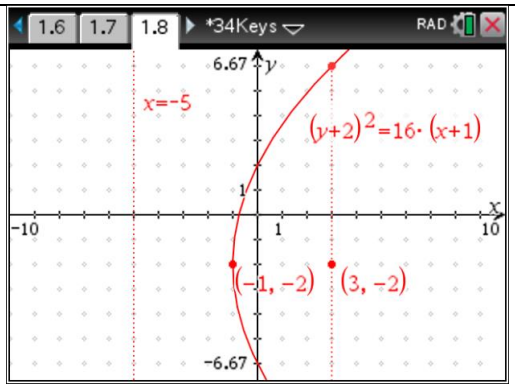
ดังนั้น เลตัสเรกตัมมีความยาว $|4p|$ หน่วย

ตัวอย่างที่ 3 จากการสำรวจไฟล์ 34Parabola_Equation2 จงเติมตารางให้สมบูรณ์

ค่าของตัวแปร	**หน้า** 1.1
$h_1=-2$ $k_1=1$ $p_1=1$	 สมการ คือ $(x+2)^2=4(y-1)$ จุดยอด คือ $(-2,1)$ โฟกัส คือ $(-2,2)$ ความยาวเลตัสเรกตัม $\lvert 4(1)\rvert=4$ สมการไดเรกตริกซ์ คือ $y=0$
$h_1=-3$ $k_1=0$ $p_1=-2$	 สมการ คือ $(x+3)^2=-8y$ จุดยอด คือ $(-3,0)$ โฟกัส คือ $(-3,-2)$ ความยาวเลตัสเรกตัม $\lvert 4(-2)\rvert=8$ สมการไดเรกตริกซ์ คือ $y=2$

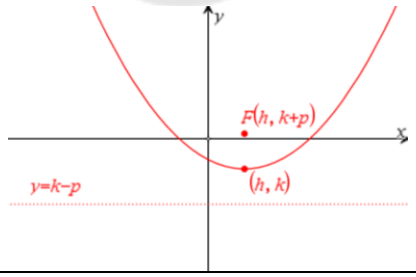
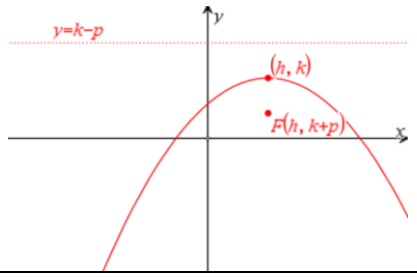
ค่าของตัวแปร	หน้า 1.1
$h_1 = 3$ $k_1 = -1$ $p_1 = -4$	 สมการ คือ $(x-3)^2 = -16(y+1)$ จุดยอด คือ $(3, -1)$ โฟกัส คือ $(3, -5)$ ความยาวเลตัสเรกตัม $\lvert 4(-4)\rvert = 16$ สมการไดเรกตริกซ์ คือ $y = 3$
$h_1 = 0$ $k_1 = 2$ $p_1 = 3$	 สมการ คือ $x^2 = -12(y-2)$ จุดยอด คือ $(0, 2)$ โฟกัส คือ $(0, -1)$ ความยาวเลตัสเรกตัม $\lvert 4(3)\rvert = 12$ สมการไดเรกตริกซ์ คือ $y = 5$

ค่าของตัวแปร	หน้า 1.2
$h_2 = 0$ $k_2 = -3$ $p_2 = -1$	 สมการ คือ $(y+3)^2 = -4x$ จุดยอด $(0, -3)$ โฟกัส $(-1, -3)$ ความยาวเลตัสเรกตัม $\|4(-1)\| = 4$ สมการไดเรกตริกซ์ คือ $x = 1$
$h_2 = 1$ $k_2 = 2$ $p_2 = 2$	 สมการ คือ $(y-2)^2 = 8(x-1)$ จุดยอด $(1, 2)$ โฟกัส $(4, 2)$ ความยาวเลตัสเรกตัม $\|4(2)\| = 8$ สมการไดเรกตริกซ์ คือ $x = -1$
$h_2 = 2$ $k_2 = 0$ $p_2 = -3$	 สมการ คือ $y^2 = -12(x-2)$ จุดยอด คือ $(2, 0)$ โฟกัส คือ $(-1, 0)$ ความยาวเลตัสเรกตัม $\|4(-3)\| = 12$ สมการไดเรกตริกซ์ คือ $x = 5$

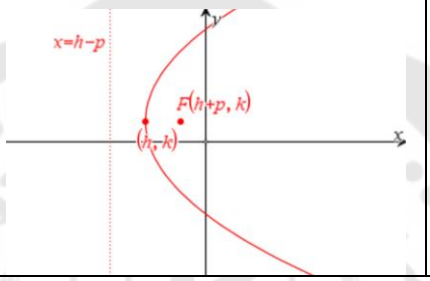
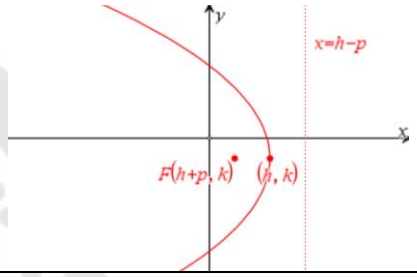
ค่าของตัวแปร	หน้า 1.2
$h_2 = -1$ $k_2 = -2$ $p_2 = 4$	 สมการ คือ $(y+2)^2 = 16(x+1)$ จุดยอด คือ $(-1,-2)$ โฟกัส คือ $(3,-2)$ ความยาวเลตัสเรกตัม $\lvert 4(4)\rvert = 16$ สมการไดเรกตริกซ์ คือ $x = -5$

ตัวอย่างที่ 4 จงเติมตารางให้สมบูรณ์

รูปแบบมาตรฐานของสมการพาราโบลาที่มีจุดศูนย์กลางอยู่ที่จุด (h, k) และมี<u>แกนในแนวตั้ง</u>

สมการรูปแบบมาตรฐาน	$(x-h)^2 = 4p(y-k)$	
จุดยอด	(h, k)	
โฟกัส	$(h, k+p)$	
ไดเรกตริกซ์	$y = k-p$	
ความยาวเลตัสเรกตัม	$\lvert 4p\rvert$	
กราฟ	เมื่อ $p>0$ 	เมื่อ $p<0$ 

รูปแบบมาตรฐานของสมการพาราโบลาที่มีจุดศูนย์กลางอยู่ที่จุด (h, k) และมีแกนในแนวนอน

สมการรูปแบบมาตรฐาน	$(y-k)^2 = 4p(x-h)$	
จุดยอด	(h, k)	
โฟกัส	$(h+p, k)$	
ไดเรกตริกซ์	$x = h-p$	
ความยาวเลตัสเรกตัม	$\lvert 4p \rvert$	
กราฟ	เมื่อ $p>0$ 	เมื่อ $p<0$ 

3. สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้

3.1 ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวย

3.2 ใบกิจกรรมที่ 8.1 ความกว้างของพาราโบลา

3.3 ใบกิจกรรมที่ 8.2 รูปแบบมาตรฐานของสมการพาราโบลา 2

3.4 เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS

4. กิจกรรมการเรียนรู้

4.1 ขั้นนำ

ขั้นนี้ใช้เวลาประมาณ 5 นาที ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

4.1.1 ครูนำเข้าสู่บทเรียน เรื่องความกว้างของพารษโบลาและรูปแบบมาตรฐานของสมการพาราโบลาที่มีจุดศูนย์กลางที่จุด (h, k) โดยทบทวนความรู้เดิมของนักเรียน มีคำถามกระตุ้นดังนี้

1) พาราโบลามีบทนิยามว่าอย่างไร

[นักเรียนควรตอบว่า พาราโบลา (Parabola) คือเซตของจุดทั้งหมดในระนาบซึ่งห่างจากจุดที่ตรึงอยู่กับที่จุดหนึ่งและเส้นตรงที่ตรึงอยู่กับที่เส้นหนึ่งเป็นระยะทางเท่ากัน จุดที่ตรึงอยู่กับที่นี้เรียกว่า โฟกัส และเส้นตรงที่ตรึงอยู่กับที่นี้เรียกว่า เส้นบังคับ หรือ ไดเรกตริกซ์ (directrix) ของพาราโบลา]

2) รูปแบบมาตรฐานของสมการพาราโบลาเป็นอย่างไร

[นักเรียนควรตอบว่า รูปแบบมาตรฐานของสมการพาราโบลาที่มีจุดศูนย์กลางอยู่ที่จุดกำเนิดและมีแกนในแนวตั้ง คือ $x^2 = 4py$ รูปแบบมาตรฐานของสมการพาราโบลาที่มีจุดศูนย์กลางอยู่ที่จุดกำเนิดและมีแกนในแนวนอน คือ $y^2 = 4px$]

4.1.2 ครูแจกเครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS และใบกิจกรรมที่ 8.1 ความกว้างของพาราโบลา ให้นักเรียนทุกคน

4.2 ขั้นสอน

ขั้นนี้ใช้เวลาประมาณ 40 นาที ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

4.2.1 ครูให้นักเรียนเปิดไฟล์ 33Ellipse_Latusrectum จากนั้นครูให้นักเรียนดำเนินการสำรวจตามคำชี้แจงในใบกิจกรรม และให้นักเรียนทำตัวอย่างที่ 1 ซึ่งเป็นตัวอย่างเกี่ยวกับการสำรวจการเปลี่ยนแปลงของค่า p เป็นค่าต่าง ๆ ครูให้นักเรียนสังเกตความสัมพันธ์ของค่า p กับกราฟที่เปลี่ยนแปลงไป ระหว่างนี้ครูเดินดูความเรียบร้อยของห้องเรียนและตอบคำถามที่นักเรียนสงสัย จากนั้นครูถามคำถามนักเรียน ดังนี้

1) ในแต่ละหน้า ค่า p ที่เป็นไปได้มีอะไรบ้าง

[นักเรียนควรตอบว่า ในหน้า 1.1 และ 1.3 ค่า p ที่เป็นไปได้คือ $0.25, 0.5, 0.75, \ 1, \ldots, 3$ ในหน้า 1.2 และ 1.4 ค่า p ที่เป็นไปได้คือ $-3, -2.75, -2.5, -2.25, \ \ldots, -0.25$]

2) ในแต่ละหน้า ค่า p ที่เปลี่ยนไปสัมพันธ์กับความกว้างและแคบของกราฟอย่างไร

[นักเรียนควรตอบว่า ในหน้า 1.1 และ 1.3 ยิ่งค่า p มีค่ามากขึ้น จะทำให้กราฟกว้างมากขึ้น ยิ่งค่า p มีค่าน้อยลง จะทำให้กราฟแคบลง ในหน้า 1.2 และ 1.4 ยิ่งค่า p มีค่าน้อยลง (ติดลบมาก) จะทำให้กราฟกว้างมากขึ้น ยิ่งค่า p มีค่ามากขึ้น (ติดลบน้อย) จะทำให้กราฟแคบลง]

4.2.2 ครูอธิบายให้นักเรียนฟังเกี่ยวกับสิ่งที่ใช้ระบุถึงความกว้างหรือแคบของพาราโบลา ว่าคือคอร์ดที่ผ่านโฟกัสและตั้งฉากกับแกนของพาราโบลา ซึ่งมีชื่อเรียกว่า เลตัสเรกตัม

4.2.3 ครูและนักเรียนร่วมกันทำตัวอย่างที่ 2 ซึ่งเป็นตัวอย่างเกี่ยวกับการหาความยาวของเลตัสเรกตัม โดยครูใช้คำถาม ดังนี้

1) จากรูป เลตัสเรกตัมคือส่วนของเส้นตรงใด

[นักเรียนควรตอบว่า ส่วนของเส้นตรง AB]

2) จะหาความยาวของ $\overline{AB}$ ได้อย่างไร

[นักเรียนควรตอบว่า หาพิกัดของจุด A และ B แล้วใช้สูตรระยะทางระหว่างจุดสองจุด]

3) จะหาพิกัดของจุด A และ B ได้อย่างไร

[นักเรียนควรตอบว่า จุด A และ B เป็นจุดตัดระหว่างเส้นตรง $y = p$ และพาราโบลา $x^2 = 4py$ จึงหาจุดตัดของทั้งสองเส้นเป็นพิกัดของจุด A และ B ดังนี้

$$\begin{aligned} x^2 &= 4(p)(p) \\ x^2 &= 4p^2 \\ x^2 - 4p^2 &= 0 \\ (x-2p)(x+2p) &= 0 \\ x &= -2p \quad \text{หรือ} \quad 2p \end{aligned}$$

]

4) ได้พิกัดของจุด A และ B เป็นอย่างไร

[นักเรียนควรตอบว่า $A(-2p,\ p)$ และ $B(2p,\ p)$]

5) หาระยะทางระหว่างจุด A และ B เป็นความยาวของเลตัสเรกตัมได้เท่าไร

[นักเรียนควรตอบว่า

ความยาวเลตัสเรกตัม $= \sqrt{(2p-(-2p))^2+(p-p)^2}$

$= \sqrt{(4p)^2}$

$= |4p|$]

4.2.4 ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปความหมายของเลตัสเรกตัม ว่าคือ คอร์ดที่ตั้งฉากกับแกนของพาราโบลาและผ่านโฟกัสของพาราโบลา (ส่วนของเส้นตรงที่มีจุดปลายอยู่บนพาราโบลา เรียกว่า คอร์ดของพาราโบลา) ความยาวของเลตัสเรกตัมใช้วัดความกว้างของพาราโบลา ซึ่งเลตัสเรกตัมยาว $|4p|$ หน่วย

4.2.5 ครูแจกใบกิจกรรมที่ 8.2 รูปแบบมาตรฐานของสมการพาราโบลา 2 พร้อมให้นักเรียนเปิดไฟล์ 34Parabola_Equation2 และครูให้นักเรียนสำรวจการเปลี่ยนแปลงของกราฟพาราโบลาตามคำชี้แจงในใบกิจกรรม จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันทำตัวอย่างที่ 3 ข้อ 1) – 2) ซึ่งเป็นตัวอย่างเกี่ยวกับการเขียนกราฟตามเครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS เขียนรูปแบบมาตรฐานของสมการพาราโบลาจากกราฟ และหาสิ่งต่าง ๆ ตามที่โจทย์กำหนด

4.2.6 ครูให้นักเรียนสังเกตการเปลี่ยนแปลงของกราฟเมื่อค่า h, k และ p เปลี่ยนไปเทียบกับกราฟต้นแบบสีดำในแต่ละหน้า จากนั้นครูถามคำถามนักเรียน ดังนี้

1) กราฟของสมการที่มีค่า $h_1=-2, k_1=1$ และ $p_1=1$ เปลี่ยนแปลงไปจากกราฟของสมการต้นแบบสีดำในหน้า 1.1 อย่างไร

[นักเรียนควรตอบว่า กราฟเลื่อนไปทางซ้าย 2 หน่วย และเลื่อนขึ้นข้างบน 1 หน่วย]

2) กราฟของสมการที่มีค่า $h_1=3, k_1=-1$ และ $p_1=-2$ เปลี่ยนแปลงไปจากกราฟของสมการต้นแบบสีดำในหน้า 1.1 อย่างไร

[นักเรียนควรตอบว่า กราฟเลื่อนไปทางขวา 3 หน่วย และเลื่อนขึ้นข้างบน 1 หน่วย]

4.2.7 ครูให้นักเรียนลงมือทำตัวอย่างที่ 3 ข้อ 3) – 8) ด้วยตนเอง ครูเน้นย้ำให้นักเรียนสังเกตการเปลี่ยนแปลงของกราฟเมื่อค่า h, k และ p เปลี่ยนไป เทียบกับกราฟต้นแบบสีดำ ระหว่างนี้ครูเดินดูความเรียบร้อยของห้องเรียนและตอบคำถามที่นักเรียนสงสัย

4.2.8 ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยตัวอย่างที่ 3 ข้อ 3) – 8) โดยครูสุ่มให้นักเรียนตอบคำถามแต่ละข้อ

4.2.9 ครูให้นักเรียนสรุปการเปลี่ยนแปลงของกราฟเมื่อค่า h, k และ p เปลี่ยนไป โดยครูใช้คำถาม ดังนี้

1) การเปลี่ยนแปลงของค่า h และ k ในเรื่องพาราโบลา ทำให้กราฟเปลี่ยนไปในลักษณะเดียวกับการเปลี่ยนแปลงของค่า h และ k ในเรื่องวงกลมและวงรีหรือไม่

[นักเรียนควรตอบว่า เป็นไปในลักษณะเดียวกัน]

2) การเปลี่ยนแปลงของค่า p ทำให้กราฟเปลี่ยนไปอย่างไร

[นักเรียนควรตอบว่า ยิ่งค่า p มีค่ามากขึ้น จะทำให้กราฟกว้างมากขึ้น ยิ่งค่า p มีค่าน้อยลง จะทำให้กราฟแคบลง และยิ่งค่า p มีค่าน้อยลง (ติดลบมาก) จะทำให้กราฟกว้างมากขึ้น ยิ่งค่า p มีค่ามากขึ้น (ติดลบน้อย) จะทำให้กราฟแคบลง]

4.2.10 ครูและนักเรียนร่วมกันทำตัวอย่างที่ 4 ซึ่งเป็นตัวอย่างการเติมช่องว่างให้สมบูรณ์เกี่ยวกับรูปแบบมาตรฐานของสมการพาราโบลาที่มีจุดศูนย์กลางอยู่ที่จุด (h, k)

4.3 ขั้นสรุป

ขั้นนี้ใช้เวลาประมาณ 5 นาที ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

4.3.1 เพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของนักเรียนแต่ละคน ครูถามคำถามถึงสิ่งที่นักเรียนได้เรียนในวันนี้ โดยคำถามมีดังนี้

1) เลตัสเรกตัมมีความหมายว่าอย่างไร

[นักเรียนควรตอบว่า คอร์ดที่ตั้งฉากกับแกนของพาราโบลาและผ่านโฟกัสของพาราโบลา (ส่วนของเส้นตรงที่มีจุดปลายอยู่บนพาราโบลา เรียกว่า คอร์ดของ

พาราโบลา) ความยาวของเลตัสเรกตัมใช้วัดความกว้างของพาราโบลา ซึ่งเลตัสเรกตัมยาว $|4p|$ หน่วย]

2) รูปแบบมาตรฐานของสมการพาราโบลาที่มีจุดศูนย์กลางอยู่ที่จุด (h, k) เป็นอย่างไร

[นักเรียนควรตอบว่า รูปแบบมาตรฐานของสมการพาราโบลาที่มีจุดศูนย์กลางอยู่ที่จุด (h, k) และมีแกนในแนวตั้ง คือ $(x-h)^2 = 4p(y-k)$ รูปแบบมาตรฐานของสมการพาราโบลาที่มีจุดศูนย์กลางอยู่ที่จุด (h, k) และมีแกนในแนวนอน คือ $(y-k)^2 = 4p(x-h)$]

4.3.2 ครูเก็บเครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS และใบกิจกรรมที่ 8.1 – 8.2 เพื่อนำมาตรวจให้คะแนน และมอบหมายให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดในหนังสือเรียนเพิ่มเติม

5. การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้

เพื่อให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ในคาบนี้ มีดังนี้

จุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัดและประเมินผล	การวัดผล	การประเมินผล
ด้านความรู้ทางคณิตศาสตร์ : 1. อธิบายความหมายของเลตัสเรกตัม 2. ระบุจุดศูนย์กลาง โฟกัส ไดเรกตริกซ์ และความยาวเลตัสเรกตัมจากสมการพาราโบลา	**วิธีวัดผล** : พิจารณาจากความถูกต้องของคำตอบของนักเรียนในใบกิจกรรมที่ 8.1 ความกว้างของพาราโบลา **เครื่องมือวัดผล** : ใบกิจกรรมที่ 8.1 ความกว้างของพาราโบลา	**เกณฑ์การให้คะแนน** : ในแต่ละข้อคำถาม ถ้านักเรียนตอบได้ถูกต้อง จะได้ 1 คะแนน ถ้านักเรียนตอบได้ไม่ถูกต้อง จะได้ 0 คะแนน **เกณฑ์การประเมินผล** : ถ้านักเรียนได้คะแนนตั้งแต่ร้อยละ 60 ของคะแนนรวมขึ้นไป ถือว่าผ่าน

จุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัดและประเมินผล	การวัดผล	การประเมินผล
3. เขียนกราฟของสมการพาราโบลาจากรูปแบบมาตรฐานของสมการพาราโบลา 4. อธิบายการเปลี่ยนแปลงของกราฟเมื่อจุดศูนย์กลางเปลี่ยน	**<u>วิธีวัดผล</u>** : พิจารณาจากความถูกต้องของคำตอบของนักเรียนในใบกิจกรรมที่ 8.2 รูปแบบมาตรฐานของสมการพาราโบลา 2 **<u>เครื่องมือวัดผล</u>** : ใบกิจกรรมที่ 8.2 รูปแบบมาตรฐานของสมการพาราโบลา 2	**<u>เกณฑ์การให้คะแนน</u>** : ในแต่ละข้อคำถาม ถ้านักเรียนตอบได้ถูกต้อง จะได้ 1 คะแนน ถ้านักเรียนตอบได้ไม่ถูกต้อง จะได้ 0 คะแนน **<u>เกณฑ์การประเมินผล</u>** : ถ้านักเรียนได้คะแนนตั้งแต่ร้อยละ 60 ของคะแนนรวมขึ้นไป ถือว่าผ่าน

6. **บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้**

6.1 **ด้านนักเรียน**

(ระบุ ความรู้/ทักษะและกระบวนการ/คุณลักษณะอันพึงประสงค์ของนักเรียนที่พบ)

.....

.....

.....

.....

.....

6.2 **ด้านผู้สอน**

(ระบุ ปัญหาหรือผลการจัดการเรียนรู้/ข้อเสนอแนะสำหรับการจัดการเรียนรู้ครั้งต่อไป)

.....

.....

.....

.....

.....

6.3 **ด้านอื่น ๆ (ถ้ามี)**

.....

.....

.....

.....

.....

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 11		
รายวิชา	**คณิตศาสตร์**	**ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4**
หน่วยการเรียนรู้	**เรขาคณิตวิเคราะห์**	
หัวข้อเรื่อง	**รูปแบบมาตรฐานของสมการไฮเพอร์โบลาที่มีจุดศูนย์กลางที่จุด (h, k) และโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับไฮเพอร์โบลา**	
ปีการศึกษา	2561 **ภาคเรียนที่** 2	**เวลา** 50 **นาที**

1. จุดประสงค์การเรียนรู้

เพื่อให้นักเรียนสามารถ

1.1 ระบุค่า a, b, c จุดศูนย์กลาง จุดยอด ความยาวแกนตามขวาง และความยาวแกนสังยุคจากสมการไฮเพอร์โบลา

1.2 เขียนกราฟของสมการไฮเพอร์โบลาจากรูปแบบมาตรฐานของสมการไฮเพอร์โบลา

1.3 อธิบายการเปลี่ยนแปลงของกราฟเมื่อจุดศูนย์กลางเปลี่ยน

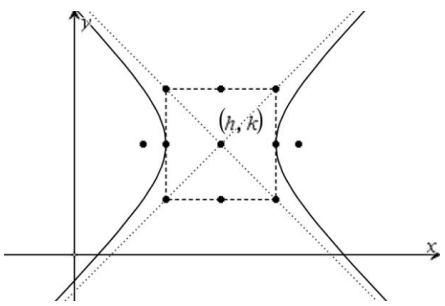
1.4 พิจารณาการเป็นสมการไฮเพอร์โบลาของสมการที่ไม่ได้อยู่ในรูปแบบมาตรฐานของสมการไฮเพอร์โบลา

1.5 หาสมการพาราโบลาจากเงื่อนไขของโจทย์

2. สาระการเรียนรู้

2.1 รูปแบบมาตรฐานของสมการไฮเพอร์โบลา

รูปแบบมาตรฐานของสมการไฮเพอร์โบลา ที่มีจุดศูนย์กลางอยู่ที่จุด (h, k)



สมการ $\frac{(x-h)^2}{a^2}-\frac{(y-k)^2}{b^2}=1,\ a>0,\ b>0$

แกนตามขวางอยู่ใน แนวนอน

จุดศูนย์กลาง (h, k)

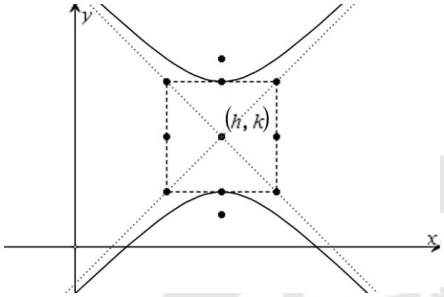
จุดยอด $(h-a, k), (h+a, k)$

โฟกัส $(h-c, k), (h+c, k)$

เมื่อ $c^2=a^2+b^2$

จุดปลายแกนสังยุค $(h, k-b), (h, k+b)$

สมการเส้นกำกับ $y-k=\pm\frac{b}{a}(x-h)$



แกนตามขวางยาว $2a$ หน่วย

แกนสังยุคยาว $2b$ หน่วย

สมการ $\frac{(y-k)^2}{a^2}-\frac{(x-h)^2}{b^2}=1,\ a>0,\ b>0$

แกนตามขวางอยู่ใน แนวตั้ง

จุดศูนย์กลาง $(h,\ k)$

จุดยอด $(h,\ k-a),\ (h,\ k+a)$

โฟกัส $(h,\ k-c),\ (h,\ k+c)$

เมื่อ $c^2=a^2+b^2$

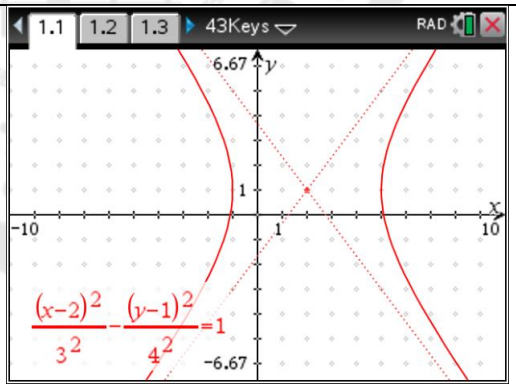
จุดปลายแกนสังยุค $(h-b,\ k),\ (h+b,\ k)$

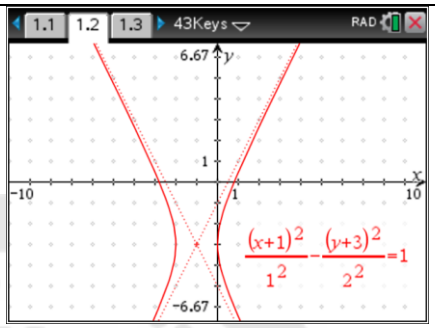
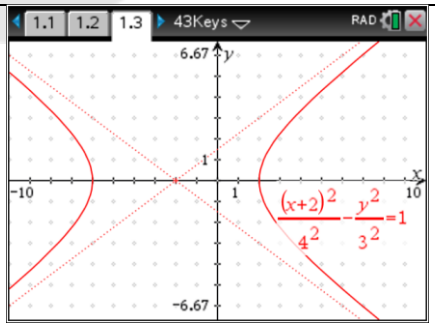
สมการเส้นกำกับ $y-k=\pm\frac{a}{b}(x-h)$

แกนตามขวางยาว $2a$ หน่วย

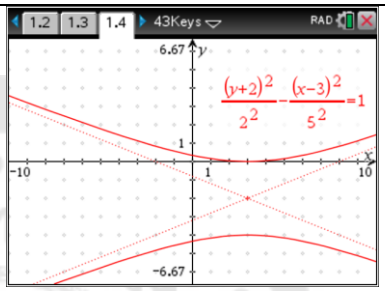
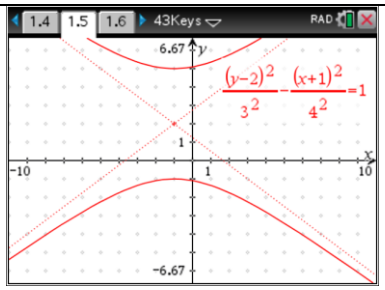
แกนสังยุคยาว $2b$ หน่วย

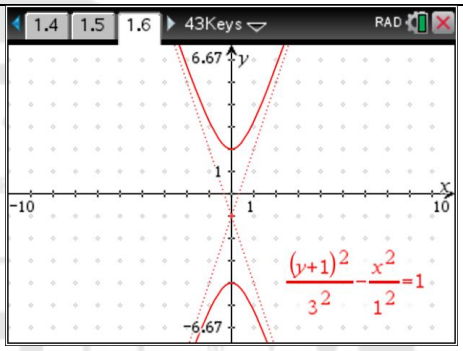
ตัวอย่างที่ 1 จากการสำรวจไฟล์ 43Hyperbola_Equation2 ให้นักเรียนเติมตารางให้สมบูรณ์

ค่าของตัวแปร	**หน้า** 1.1
$h_1=2$ $k_1=1$ $a_1=3$ $b_1=4$	 กราฟที่ได้ เกิดจากการเลื่อนกราฟ $\frac{x^2}{a_1^{\,2}}-\frac{y^2}{b_1^{\,2}}=1$ ไปทาง ขวา 2 หน่วย และ ขึ้นบน 1 หน่วย สมการ คือ $\frac{(x-2)^2}{3^2}-\frac{(y-1)^2}{4^2}=1$ จุดศูนย์กลาง คือ $(2,\ 1)$ $a=3$ $b=4$ $c=\sqrt{9+16}=5$ จุดยอด คือ $(-1,\ 1)$ และ $(5,\ 1)$ โฟกัส คือ $(-3,\ 1)$ และ $(7,\ 1)$

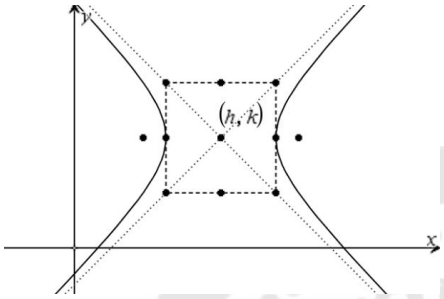
ค่าของตัวแปร	หน้า 1.1
	สมการเส้นกำกับ คือ $y=-\frac{4}{3}x+\frac{11}{3}$ และ $y=\frac{4}{3}x-\frac{5}{3}$ แกนตามขวางขนานแกน X ยาว 6 หน่วย แกนสังยุคขนานแกน Y ยาว 8 หน่วย
$h_1=-1$ $k_1=-3$ $a_1=1$ $b_1=2$	 กราฟที่ได้ เกิดจากการเลื่อนกราฟ $\frac{x^2}{a_1^2}-\frac{y^2}{b_1^2}=1$ ไปทาง ซ้าย 1 หน่วย และ ลงล่าง 3 หน่วย สมการ คือ $\frac{(x+1)^2}{1^2}-\frac{(y+3)^2}{2^2}=1$ จุดศูนย์กลาง คือ $(-1,-3)$ $a=1$ $b=2$ $c=\sqrt{1+4}=\sqrt{5}$ จุดยอด คือ $(-2,-3)$ และ $(0,-3)$ โฟกัส คือ $(-1-\sqrt{5},-3)$ และ $(-1+\sqrt{5},-3)$ สมการเส้นกำกับ คือ $y=-2x-5$ และ $y=2x-1$ แกนตามขวางขนานแกน X ยาว 2 หน่วย แกนสังยุคขนานแกน Y ยาว 4 หน่วย
$h_1=-2$ $k_1=0$ $a_1=4$ $b_1=3$	 กราฟที่ได้ เกิดจากการเลื่อนกราฟ $\frac{x^2}{a_1^2}-\frac{y^2}{b_1^2}=1$ ไปทาง ซ้าย 2 หน่วย สมการ คือ $\frac{(x+2)^2}{4^2}-\frac{y^2}{3^2}=1$ จุดศูนย์กลาง คือ $(-2,0)$ $a=4$ $b=3$ $c=\sqrt{16+9}=5$

ค่าของตัวแปร	หน้า 1.1
	จุดยอด คือ $(-6, 0)$ และ $(2, 0)$ โฟกัส คือ $(-7, 0)$ และ $(3, 0)$ สมการเส้นกำกับ คือ $y=-\frac{3}{4}x-\frac{3}{2}$ และ $y=\frac{3}{4}x+\frac{3}{2}$ แกนตามขวางขนานแกน X ยาว 8 หน่วย แกนสังยุคขนานแกน Y ยาว 6 หน่วย

ค่าของตัวแปร	หน้า 1.2
$h_2=3$ $k_2=-2$ $a_2=2$ $b_2=5$	 กราฟที่ได้ เกิดจากการเลื่อนกราฟ $\frac{y^2}{a_2^{\,2}}-\frac{x^2}{b_2^{\,2}}=1$ ไปทาง ขวา 3 หน่วย และ ลงล่าง 2 หน่วย สมการ คือ $\frac{(y+2)^2}{2^2}-\frac{(x-3)^2}{5^2}=1$ จุดศูนย์กลาง คือ $(3,-2)$ $a=2$ $b=5$ $c=\sqrt{4+25}=\sqrt{29}$ จุดยอด คือ $(3, 0)$ และ $(3,-4)$ โฟกัส คือ $(3,-2-\sqrt{29})$ และ $(3,-2+\sqrt{29})$ สมการเส้นกำกับ คือ $y=-\frac{2}{5}x-\frac{4}{5}$ และ $y=\frac{2}{5}x-\frac{16}{5}$ แกนตามขวางขนานแกน Y ยาว 4 หน่วย แกนสังยุคขนานแกน X ยาว 10 หน่วย
$h_2=-1$ $k_2=2$ $a_2=3$ $b_2=4$	 กราฟที่ได้ เกิดจากการเลื่อนกราฟ $\frac{y^2}{a_2^{\,2}}-\frac{x^2}{b_2^{\,2}}=1$ ไปทาง ซ้าย 1 หน่วย และ ขึ้นบน 2 หน่วย

ค่าของตัวแปร	หน้า 1.2
	สมการ คือ $\frac{(y-2)^2}{3^2}-\frac{(x+1)^2}{4^2}=1$ จุดศูนย์กลาง คือ $(-1,\ 2)$ $a=\ 3$ $b=\ 4$ $c=\ \sqrt{9+16}=5$ จุดยอด คือ $(-1,\ 5)$ และ $(-1,\ -1)$ โฟกัส คือ $(-1,\ 7)$ และ $(-1,\ -3)$ สมการเส้นกำกับ คือ $y=-\frac{3}{4}x+\frac{5}{4}$ และ $y=\frac{3}{4}x+\frac{11}{4}$ แกนตามขวางขนานแกน Y ยาว 6 หน่วย แกนสังยุคขนานแกน X ยาว 8 หน่วย
$h_2=0$ $k_2=-1$ $a_2=3$ $b_2=1$	 กราฟที่ได้ เกิดจากการเลื่อนกราฟ $\frac{y^2}{a_2{}^2}-\frac{x^2}{b_2{}^2}=1$ ไป ข้างล่าง 1 หน่วย สมการ คือ $\frac{(y+1)^2}{3^2}-\frac{x^2}{1^2}=1$ จุดศูนย์กลาง คือ $(0,\ -1)$ $a=\ 3$ $b=\ 1$ $c=\ \sqrt{9+1}=\sqrt{10}$ จุดยอด คือ $(0,\ 2)$ และ $(0,\ -4)$ โฟกัส คือ $(0,\ -1-\sqrt{10})$ และ $(0,\ -1+\sqrt{10})$ สมการเส้นกำกับ คือ $y=-\frac{3}{4}x-1$ และ $y=\frac{3}{4}x-1$ แกนตามขวางขนานแกน Y ยาว 6 หน่วย แกนสังยุคขนานแกน X ยาว 2 หน่วย

ตัวอย่างที่ 2 จงเติมตารางรูปแบบมาตรฐานของสมการไฮเพอร์โบลา ที่มีจุดศูนย์กลางอยู่ที่จุด (h, k) ให้สมบูรณ์



สมการ $\frac{(x-h)^2}{a^2}-\frac{(y-k)^2}{b^2}=1,\ a>0,\ b>0$

แกนตามขวางอยู่ใน แนวนอน

จุดศูนย์กลาง (h, k)

จุดยอด $(h-a, k), (h+a, k)$

โฟกัส $(h-c, k), (h+c, k)$

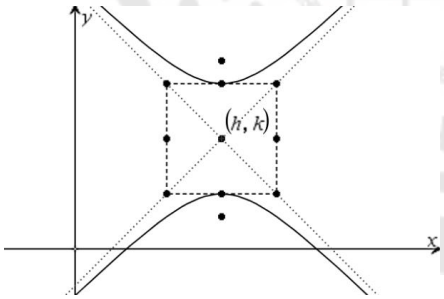
เมื่อ $c^2=a^2+b^2$

จุดปลายแกนสังยุค $(h, k-b), (h, k+b)$

สมการเส้นกำกับ $y-k=\pm\frac{b}{a}(x-h)$

แกนตามขวางยาว $2a$ หน่วย

แกนสังยุคยาว $2b$ หน่วย



สมการ $\frac{(y-k)^2}{a^2}-\frac{(x-h)^2}{b^2}=1,\ a>0,\ b>0$

แกนตามขวางอยู่ใน แนวตั้ง

จุดศูนย์กลาง (h, k)

จุดยอด $(h, k-a), (h, k+a)$

โฟกัส $(h, k-c), (h, k+c)$

เมื่อ $c^2=a^2+b^2$

จุดปลายแกนสังยุค $(h-b, k), (h+b, k)$

สมการเส้นกำกับ $y-k=\pm\frac{a}{b}(x-h)$

แกนตามขวางยาว $2a$ หน่วย

แกนสังยุคยาว $2b$ หน่วย

ตัวอย่างที่ 3 จงแสดงว่าสมการ $x^2-2y^2+2x+8y+1=0$ มีกราฟเป็นไฮเพอร์โบลา แล้วหาจุดศูนย์กลาง จุดยอด โฟกัส สมการเส้นกำกับ ความยาวแกนตามขวาง และความยาวแกนสังยุคของไฮเพอร์โบลา พร้อมทั้งเขียนกราฟ

วิธีทำ

$$\begin{aligned}(x^2+2x)-(2y^2-8y) &= -1\\ 2(y^2-4y)-(x^2+2x) &= 1\\ 2(y^2-4y+4)-(x^2+2x+1) &= 1+8-1\\ 2(y-2)^2-(x+1)^2 &= 8\\ \frac{2(y-2)^2}{8}-\frac{(x+1)^2}{8} &= 1\\ \frac{(y-2)^2}{4}-\frac{(x+1)^2}{8} &= 1\end{aligned}$$

นั่นคือ กราฟเป็นรูปไฮเพอร์โบลาที่มีแกนตามขวางวางตัวในแนวตั้ง

มี $a=\sqrt{4}=2,\ b=\sqrt{8}=2\sqrt{2}$ และ $c=\sqrt{8+4}=2\sqrt{3}$

จุดศูนย์กลางคือ $(-1,\ 2)$

จุดยอดคือ $(-1,\ 0)$ และ $(-1,\ 4)$

โฟกัสคือ $(-1,\ 2-2\sqrt{3})$ และ $(-1,\ 2+2\sqrt{3})$

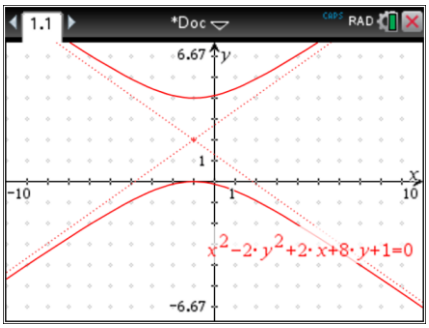
สมการเส้นกำกับคือ

$$\begin{aligned}y-2 &= \pm\frac{2}{2\sqrt{2}}(x+1)\\ y &= \pm\left(\frac{\sqrt{2}}{2}x+\frac{\sqrt{2}}{2}\right)+2\\ &= \frac{\sqrt{2}}{2}x+\frac{4+\sqrt{2}}{2} \text{ และ } -\frac{\sqrt{2}}{2}x+\frac{4-\sqrt{2}}{2}\end{aligned}$$

แกนตามขวางยาว 4 หน่วย

แกนสังยุคยาว $4\sqrt{2}$ หน่วย

เขียนเป็นกราฟได้ดังนี้



ตัวอย่างที่ 4 จงหาสมการของไฮเพอร์โบลาที่มีโฟกัสอยู่ที่ $(-1, -2)$ และ $(5, -2)$ และแกนตามขวางยาว 4 หน่วย แล้วเขียนสมการไฮเพอร์โบลา

วิธีทำ เนื่องจากโฟกัสอยู่ที่ $(-1, -2)$ และ $(5, -2)$ ทำให้ได้ว่าไฮเพอร์โบลาจะวางตัวในแนวนอน

ซึ่งมีสมการอยู่ในรูป $\frac{(x-h)^2}{a^2} - \frac{(y-k)^2}{b^2} = 1$

จุดศูนย์กลางของไฮเพอร์โบลาจะอยู่ระหว่างโฟกัสทั้งสอง หาได้ดังนี้

$$\begin{aligned}(h, k) &= \left(\frac{-1+5}{2}, \frac{-2+(-2)}{2}\right) \\ &= \left(\frac{4}{2}, \frac{-4}{2}\right) \\ &= (2, -2)\end{aligned}$$

จากแกนตามขวางยาว 4 หน่วย ทำให้ได้ว่า $a = 2$

และจากโฟกัสทั้งสองที่ทราบ ทำให้ได้ว่า $c = 3$

หาค่า b^2 จาก

$$\begin{aligned}c^2 &= a^2 + b^2 \\ b^2 &= c^2 - a^2 \\ &= 3^2 - 2^2 \\ &= 9 - 4 \\ &= 5\end{aligned}$$

ดังนั้น สมการของไฮเพอร์โบลา คือ $\frac{(x-2)^2}{4} - \frac{(y+2)^2}{5} = 1$

ตัวอย่างที่ 5 จงหาสมการไฮเพอร์โบลาที่มีจุดยอดที่ $(-2, 2)$ และ $(-2, -2)$ และผ่านจุด $(1, 4)$

วิธีทำ เนื่องจากจุดยอดอยู่ที่จุด $(-2, 2)$ และ $(-2, -2)$ ทำให้ได้ว่าไฮเพอร์โบลาจะวางตัวในแนวตั้ง ซึ่งมีสมการอยู่ในรูป $\frac{(y-k)^2}{a^2} - \frac{(x-h)^2}{b^2} = 1$

จุดศูนย์กลางของไฮเพอร์โบลาจะอยู่ระหว่างจุดยอดทั้งสอง หาได้ดังนี้

$$(h, k) = \left(\frac{-2+(-2)}{2}, \frac{2+(-2)}{2}\right)$$

$$= \left(\frac{-4}{2}, \frac{0}{2}\right)$$

$$= (-2, 0)$$

จากจุดยอดทั้งสองที่ทราบ ทำให้ได้ว่า $a = 2$ และกราฟผ่านจุด $(1, 4)$ หาค่า b^2 ได้ดังนี้

$$\frac{(y-k)^2}{a^2} - \frac{(x-h)^2}{b^2} = 1$$

$$\frac{(4-0)^2}{2^2} - \frac{(1+2)^2}{b^2} = 1$$

$$\frac{16}{4} - \frac{9}{b^2} = 1$$

$$4 - \frac{9}{b^2} = 1$$

$$3 = \frac{9}{b^2}$$

$$b^2 = 3$$

ดังนั้น สมการของไฮเพอร์โบลา คือ $\frac{y^2}{4} - \frac{(x+2)^2}{3} = 1$

3. สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้

3.1 ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวย

3.2 ใบกิจกรรมที่ 11.1 รูปแบบมาตรฐานของสมการไฮเพอร์โบลา 2

3.3 ใบกิจกรรมที่ 11.2 โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับไฮเพอร์โบลา

3.4 เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS

4. กิจกรรมการเรียนรู้

4.1 ขั้นนำ

ขั้นนี้ใช้เวลาประมาณ 5 นาที ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

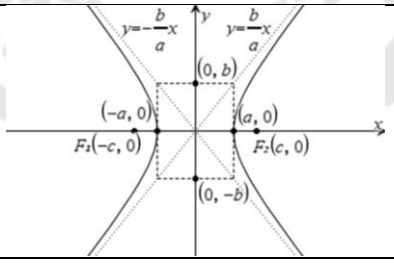
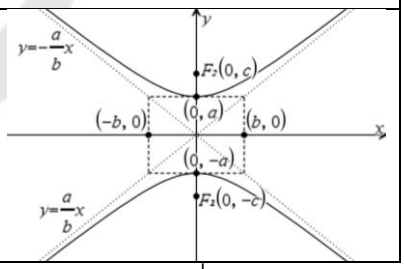
4.1.1 ครูนำเข้าสู่บทเรียน เรื่องรูปแบบมาตรฐานของสมการไฮเพอร์โบลาที่มีจุดศูนย์กลางที่จุด (h, k) และโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับไฮเพอร์โบลาโดยทบทวนความรู้เดิมของนักเรียน มีคำถามกระตุ้นดังนี้

1) ไฮเพอร์โบลามีบทนิยามว่าอย่างไร

[นักเรียนควรตอบว่า ไฮเพอร์โบลา (Hyperbola) คือเซตของจุดทั้งหมดในระนาบซึ่งผลต่างของระยะทางจากจุดใด ๆ ไปยังจุดตรึงสองจุดมีค่าคงตัว โดยค่าคงตัวนี้ต้องน้อยกว่าระยะห่างระหว่างจุดที่ตรึงอยู่กับที่ทั้งสองจุด จุดสองจุดที่ตรึงอยู่กับที่นี้เรียกว่า โฟกัส (focus) ของไฮเพอร์โบลา]

2) รูปแบบมาตรฐานของสมการไฮเพอร์โบลาเป็นอย่างไร

[นักเรียนควรตอบว่า

สมการรูปแบบมาตรฐาน	$\frac{x^2}{a^2}-\frac{y^2}{b^2}=1$ เมื่อ $a>0$ และ $b>0$	$\frac{y^2}{a^2}-\frac{x^2}{b^2}=1$ เมื่อ $a>0$ และ $b>0$
จุดยอด	$(-a,0),(a,0)$	$(0,-a),(0,a)$
แกนตามขวาง	อยู่บนแกน X มีความยาว $2a$ หน่วย	อยู่บนแกน Y มีความยาว $2b$ หน่วย
แกนสังยุค	อยู่บนแกน Y มีความยาว $2b$ หน่วย	อยู่บนแกน X มีความยาว $2a$ หน่วย
เส้นกำกับ	$y=\pm\frac{b}{a}x$	$y=\pm\frac{a}{b}x$
โฟกัส	$(-c,0),(c,0)$ เมื่อ $c^2=a^2+b^2$	$(0,-c),(0,c)$ เมื่อ $c^2=a^2+b^2$
กราฟ		

]

4.1.2 ครูแจกเครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS และใบกิจกรรมที่ 11.1 รูปแบบมาตรฐานของสมการไฮเพอร์โบลา 2 ให้นักเรียนทุกคน

4.2 ขั้นสอน

ขั้นนี้ใช้เวลาประมาณ 40 นาที ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

4.2.1 ครูให้นักเรียนเปิดไฟล์ 43Hyperbola_Equation2 ครูให้นักเรียนสำรวจการเปลี่ยนแปลงของกราฟไฮเพอร์โบลาตามคำชี้แจงในใบกิจกรรม จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันทำตัวอย่างที่ 1 ซึ่งเป็นตัวอย่างเกี่ยวกับการเขียนกราฟตามเครื่อง

คำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS เขียนรูปแบบมาตรฐานของสมการไฮเพอร์โบลาจากกราฟ และหาสิ่งต่าง ๆ ตามที่โจทย์กำหนด

4.2.2 ครูให้นักเรียนสังเกตการเปลี่ยนแปลงของกราฟเมื่อค่า h_1, k_1, a_1 และ b_1 เปลี่ยนไปเทียบกับกราฟของ $\frac{x^2}{a_1^{\,2}}-\frac{y^2}{b_1^{\,2}}=1$ จากนั้นครูถามคำถามนักเรียน ดังนี้

1) กราฟของสมการที่มีค่า $h_1=2,\ k_1=1,\ a_1=3$ และ $b_1=4$ เปลี่ยนแปลงไปจากกราฟของสมการ $\frac{x^2}{a_1^{\,2}}-\frac{y^2}{b_1^{\,2}}=1$ อย่างไร และมีจุดศูนย์กลางอยู่ที่จุดใด

[นักเรียนควรตอบว่า กราฟเลื่อนไปทางขวา 2 หน่วย เลื่อนขึ้นข้างบน 1 หน่วย และมีจุดศูนย์กลางอยู่ที่จุด $(2,1)$]

2) กราฟของสมการที่มีค่า $h_1=-1,\ k_1=-3,\ a_1=1$ และ $b_1=2$ เปลี่ยนแปลงไปจากกราฟของสมการ $\frac{x^2}{a_1^{\,2}}-\frac{y^2}{b_1^{\,2}}=1$ อย่างไร และมีจุดศูนย์กลางอยู่ที่จุดใด

[นักเรียนควรตอบว่า กราฟเลื่อนไปทางซ้าย 1 หน่วย เลื่อนลงข้างล่าง 3 หน่วย และมีจุดศูนย์กลางอยู่ที่จุด $(-1,-3)$]

4.2.3 ครูให้นักเรียนลงมือทำข้อที่เหลือด้วยตนเอง ครูเน้นย้ำให้นักเรียนสังเกตการเปลี่ยนแปลงของกราฟเมื่อค่า h_1, k_1, a_1 และ b_1 หรือ h_2, k_2, a_2 และ b_2 เปลี่ยนไปเทียบกับกราฟต้นแบบ ระหว่างนี้ครูเดินดูความเรียบร้อยของห้องเรียนและตอบคำถามที่นักเรียนสงสัย

4.2.4 ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยตัวอย่างที่ 1 โดยครูสุ่มให้นักเรียนตอบคำถามแต่ละข้อ

4.2.5 ครูให้นักเรียนสรุปการเปลี่ยนแปลงของกราฟเมื่อค่า h_1, k_1, a_1 และ b_1 หรือ h_2, k_2, a_2 และ b_2 เปลี่ยนไป โดยครูใช้คำถาม ดังนี้

1) การเปลี่ยนแปลงของค่า h และ k ทำให้กราฟเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร

[นักเรียนควรตอบว่า กราฟจะเลื่อนไปทางขวา เมื่อค่า h เปลี่ยนเป็นค่าบวก กราฟจะเลื่อนไปทางซ้าย เมื่อค่า h เปลี่ยนเป็นค่าลบ กราฟจะเลื่อนขึ้นข้างบน เมื่อค่า k เปลี่ยนเป็นค่าบวก กราฟจะเลื่อนลงข้างล่าง เมื่อค่า k เปลี่ยนเป็นค่าลบ]

2) การเปลี่ยนแปลงของค่า h และ k ในเรื่องไฮเพอร์โบลา ทำให้กราฟเปลี่ยนไปในลักษณะเดียวกับการเปลี่ยนแปลงของค่า h และ k ในเรื่องวงกลม วงรี และพาราโบลาหรือไม่

[นักเรียนควรตอบว่า เป็นไปในลักษณะเดียวกัน]

4.2.6 ครูและนักเรียนร่วมกันทำตัวอย่างที่ 2 ซึ่งเป็นตัวอย่างเกี่ยวกับการเติมตาราง รูปแบบมาตรฐานของสมการไฮเพอร์โบลาที่มีจุดศูนย์กลางอยู่ที่จุด (h, k) โดยครูสุ่มถามนักเรียนแต่ละคนให้ตอบในแต่ละช่องของตาราง

4.2.7 ครูให้นักเรียนทำตัวอย่างที่ 3 ซึ่งเป็นตัวอย่างที่กำหนดสมการในรูปแบบทั่วไปมาให้ แล้วให้นักเรียนแสดงให้เห็นว่าสมการนี้เป็นสมการของไฮเพอร์โบลา ด้วยเครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS เพื่อให้นักเรียนเห็นภาพรวมของการทำโจทย์ปัญหาข้อนี้ ก่อนที่จะลงมือทำโดยไม่ใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS โดยการพิมพ์สมการ $x^2-2y^2+2x+8y+1=0$ แล้วใช้คำสั่งในเครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS ในการแสดงค่าต่าง ๆ ตามที่โจทย์กำหนด

4.2.8 ครูให้นักเรียนทำตัวอย่างที่ 3 โดยไม่ใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS โดยครูใช้คำถามกับนักเรียน ดังนี้

1) จะแสดงให้เห็นได้อย่างไรว่า สมการนี้เป็นสมการของไฮเพอร์โบลา

[นักเรียนควรตอบว่า ทำให้อยู่ในรูปแบบมาตรฐานของสมการไฮเพอร์โบลา]

2) ทำให้อยู่ในรูปรูปแบบมาตรฐานของสมการไฮเพอร์โบลาได้เป็นอย่างไร

[นักเรียนควรตอบว่า จัดกลุ่มพจน์ที่มีตัวแปร x และ y แล้วทำให้อยู่ในรูปกำลังสองสมบูรณ์ ได้เป็น $2(y-2)^2-(x+1)^2=8$ และจัดรูปได้เป็น $\frac{(y-2)^2}{4}-\frac{(x+1)^2}{8}=1$]

3) ไฮเพอร์โบลานี้มีจุดศูนย์กลาง จุดยอด โฟกัส สมการเส้นกำกับ ความยาวแกนตามขวาง และความยาวแกนสังยุคเป็นอย่างไร

[นักเรียนควรตอบว่า จุดศูนย์กลางคือ $(-1, 2)$ จุดยอดคือ $(-1, 0)$ และ $(-1, 4)$ โฟกัสคือ $(-1, 2-2\sqrt{3})$ และ $(-1, 2+2\sqrt{3})$ สมการเส้นกำกับคือ

$y=\frac{\sqrt{2}}{2}x+\frac{4+\sqrt{2}}{2}$ และ $y=-\frac{\sqrt{2}}{2}x+\frac{4-\sqrt{2}}{2}$ แกนตามขวางยาว 4 หน่วย และแกนสังยุคยาว $4\sqrt{2}$ หน่วย]

4.2.9 ครูและนักเรียนร่วมกันตรวจคำตอบกับเครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS

4.2.10 ครูและนักเรียนร่วมกันทำตัวอย่างที่ 4 ซึ่งเป็นตัวอย่างเกี่ยวกับการหาสมการไฮเพอร์โบลา จากเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดให้ ด้วยเครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS โดยการลงจุด $(-1,-2)$ และ $(5,-2)$ หาพิกัดของจุดกึ่งกลางระหว่างจุดทั้งสอง ซึ่งเป็นจุดศูนย์กลางของไฮเพอร์โบลา ลงจุดยอดจากข้อมูลที่ทราบว่าแกนตามขวางยาว 4 หน่วย เป็นจุด $(0,-2)$ และ $(4,-2)$ แล้วสร้างกราฟจากโฟกัสทั้งสองและจุดยอดหนึ่งจุด จะได้เป็นสมการไฮเพอร์โบลาตามต้องการ

4.2.11 ครูและนักเรียนร่วมกันทำตัวอย่างที่ 4 โดยไม่ใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS โดยครูถามคำถามนักเรียนดังนี้

1) ไฮเพอร์โบลาวางตัวในลักษณะใด มีรูปแบบมาตรฐานของสมการไฮเพอร์โบลาเป็นอย่างไร

[นักเรียนควรตอบว่า ไฮเพอร์โบลาวางตัวในแนวนอน มีรูปแบบมาตรฐานของสมการไฮเพอร์โบลาเป็น $\frac{(x-h)^2}{a^2}-\frac{(y-k)^2}{b^2}=1$]

2) สามารถหาจุดศูนย์กลางของไฮเพอร์โบลาได้อย่างไร

[นักเรียนควรตอบว่า จากโฟกัส 2 จุดที่ทราบ หาจุดกึ่งกลางระหว่างโฟกัสจะได้เป็นจุดศูนย์กลางของไฮเพอร์โบลา นั่นคือจุด $(2,-2)$]

3) จากความยาวแกนตามขวางที่ทราบ ทำให้ได้ค่าอะไร

[นักเรียนควรตอบว่า จะได้ $a=2$]

4) จากโฟกัสที่ทราบ นอกจากหาจุดศูนย์กลางของไฮเพอร์โบลาได้แล้ว ยังได้อะไรอีก

[นักเรียนควรตอบว่า ทำให้ได้ $c=3$]

5) สามารถหาค่า b^2 ได้อย่างไร และได้เท่าไร

[นักเรียนควรตอบว่า จาก $c^2=a^2+b^2$ จะได้ $b^2=5$]

6) ดังนั้น สมการของไฮเพอร์โบลาเป็นอย่างไร

[นักเรียนควรตอบว่า สมการของไฮเพอร์โบลา คือ $\frac{(x-2)^2}{4}-\frac{(y+2)^2}{5}=1$]

4.2.12 ครูและนักเรียนร่วมกันตรวจสอบกับคำตอบที่ได้จากเครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS

4.2.13 ครูและนักเรียนร่วมกันทำตัวอย่างที่ 5 ซึ่งเป็นตัวอย่างเกี่ยวกับการหาสมการไฮเพอร์โบลา จากเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดให้ ด้วยเครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS โดยการลงจุดยอดทั้งสอง และจุด $(1, 4)$ หาพิกัดของจุดกึ่งกลางระหว่างจุดยอดทั้งสอง ซึ่งเป็นจุดศูนย์กลางของไฮเพอร์โบลา คือจุด $(-2, 0)$ ทำให้ได้ว่าไฮเพอร์โบลาวางตัวในแนวตั้งมีจุด $(-2, 0)$ เป็นจุดศูนย์กลาง และผ่านจุด $(1, 4)$ จึงทำการแทนค่าจุดศูนย์กลางและจุดที่กราฟผ่านในสมการ $\frac{(y-k)^2}{a^2}-\frac{(x-h)^2}{b^2}=1$ เพื่อหาค่า b^2 จะได้เป็นสมการไฮเพอร์โบลาตามต้องการ

4.2.14 ครูให้นักเรียนทำตัวอย่างที่ 5 ด้วยตัวเอง ระหว่างนี้ครูเดินดูความเรียบร้อยของห้องเรียนและตอบคำถามที่นักเรียนสงสัย เมื่อเสร็จแล้ว ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยตัวอย่างที่ 5 บนกระดาน และตรวจสอบกับคำตอบที่ได้จากเครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS

4.2.15 ครูเน้นย้ำให้นักเรียนบันทึกผลงานตนเองในเครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS

4.3 ขั้นสรุป

ขั้นนี้ใช้เวลาประมาณ 5 นาที ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

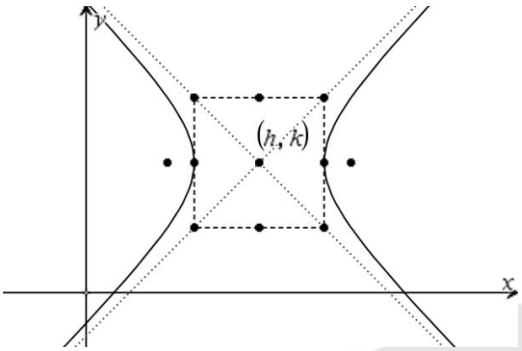
4.3.1 เพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของนักเรียนแต่ละคน ครูถามคำถามถึงสิ่งที่นักเรียนได้เรียนในวันนี้ โดยคำถามมีดังนี้

1) รูปแบบมาตรฐานของสมการไฮเพอร์โบลาที่มีจุดยอดอยู่ที่จุด (h, k) เป็นอย่างไร

[นักเรียนควรตอบว่า

สมการ $\frac{(x-h)^2}{a^2}-\frac{(y-k)^2}{b^2}=1,\ a>0,\ b>0$

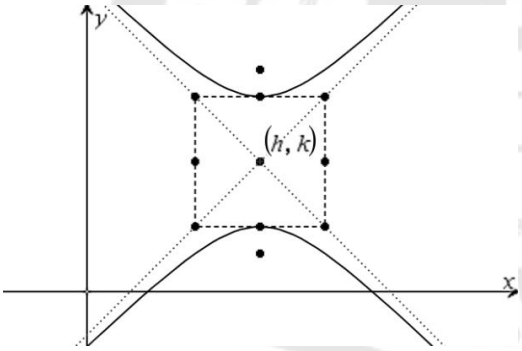
แกนตามขวางอยู่ใน แนวนอน



จุดศูนย์กลาง	$(h,\ k)$	
จุดยอด	$(h-a,\ k),\ (h+a,\ k)$	
โฟกัส	$(h-c,\ k),\ (h+c,\ k)$	
	เมื่อ $c^2=a^2+b^2$	
จุดปลายแกนสังยุค	$(h,\ k-b),\ (h,\ k+b)$	
สมการเส้นกำกับ	$y-k=\pm\frac{b}{a}(x-h)$	
แกนตามขวางยาว	$2a$	หน่วย
แกนสังยุคยาว	$2b$	หน่วย

สมการ $\frac{(y-k)^2}{a^2}-\frac{(x-h)^2}{b^2}=1,\ a>0,\ b>0$

แกนตามขวางอยู่ใน แนวตั้ง



จุดศูนย์กลาง	$(h,\ k)$	
จุดยอด	$(h,\ k-a),\ (h,\ k+a)$	
โฟกัส	$(h,\ k-c),\ (h,\ k+c)$	
	เมื่อ $c^2=a^2+b^2$	
จุดปลายแกนสังยุค	$(h-b,\ k),\ (h+b,\ k)$	
สมการเส้นกำกับ	$y-k=\pm\frac{a}{b}(x-h)$	
แกนตามขวางยาว	$2a$	หน่วย
แกนสังยุคยาว	$2b$	หน่วย

]

4.3.2 ครูเก็บเครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS และใบกิจกรรมที่ 11.1 – 11.2 เพื่อนำมาตรวจให้คะแนน และมอบหมายให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดในหนังสือเรียนเพิ่มเติม

5. **การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้**

เพื่อให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ในคาบนี้ มีดังนี้

จุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัดและประเมินผล	**การวัดผล**	**การประเมินผล**
<u>ด้านความรู้ทางคณิตศาสตร์</u> : 1. ระบุค่า a, b, c จุดศูนย์กลาง จุดยอด ความยาวแกนตามขวาง และความยาวแกนสังยุคจากสมการไฮเพอร์โบลา 2. เขียนกราฟของสมการไฮเพอร์โบลาจากรูปแบบมาตรฐานของสมการไฮเพอร์โบลา 3. อธิบายการเปลี่ยนแปลงของกราฟเมื่อจุดศูนย์กลางเปลี่ยน	**<u>วิธีวัดผล</u>** : พิจารณาจากความถูกต้องของคำตอบของนักเรียนในใบกิจกรรมที่ 11.1 รูปแบบมาตรฐานของสมการไฮเพอร์โบลา 2 **<u>เครื่องมือวัดผล</u>** : ใบกิจกรรมที่ 11.1 รูปแบบมาตรฐานของสมการไฮเพอร์โบลา 2	**<u>เกณฑ์การให้คะแนน</u>** : ในแต่ละข้อคำถาม ถ้านักเรียนตอบได้ถูกต้อง จะได้ 1 คะแนน ถ้านักเรียนตอบได้ไม่ถูกต้อง จะได้ 0 คะแนน **<u>เกณฑ์การประเมินผล</u>** : ถ้านักเรียนได้คะแนนตั้งแต่ร้อยละ 60 ของคะแนนรวมขึ้นไป ถือว่าผ่าน
4. พิจารณาการเป็นสมการไฮเพอร์โบลาของสมการที่ไม่ได้อยู่ในรูปแบบมาตรฐานของสมการ 5. หาสมการพาราโบลาจากเงื่อนไขของโจทย์	**<u>วิธีวัดผล</u>** : พิจารณาจากความถูกต้องของคำตอบของนักเรียนในใบกิจกรรมที่ 11.2 โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับไฮเพอร์โบลา **<u>เครื่องมือวัดผล</u>** : ใบกิจกรรมที่ 11.2 โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับไฮเพอร์โบลา	**<u>เกณฑ์การให้คะแนน</u>** : ในแต่ละข้อคำถาม ถ้านักเรียนตอบได้ถูกต้อง จะได้ 1 คะแนน ถ้านักเรียนตอบได้ไม่ถูกต้อง จะได้ 0 คะแนน **<u>เกณฑ์การประเมินผล</u>** : ถ้านักเรียนได้คะแนนตั้งแต่ร้อยละ 60 ของคะแนนรวมขึ้นไป ถือว่าผ่าน

6. **บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้**

6.1 **ด้านนักเรียน**

(ระบุ ความรู้/ทักษะและกระบวนการ/คุณลักษณะอันพึงประสงค์ของนักเรียนที่พบ)

.....

.....

.....

.....

.....

6.2 **ด้านผู้สอน**

(ระบุ ปัญหาหรือผลการจัดการเรียนรู้/ข้อเสนอแนะสำหรับการจัดการเรียนรู้ครั้งต่อไป)

.....

.....

.....

.....

.....

6.3 **ด้านอื่น ๆ (ถ้ามี)**

.....

.....

.....

.....

.....

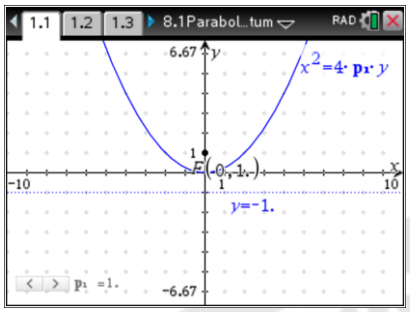
ภาคผนวก ง

- **ตัวอย่างใบกิจกรรมรายบุคคล**
- **ตัวอย่างเฉลยใบกิจกรรมรายบุคคล**

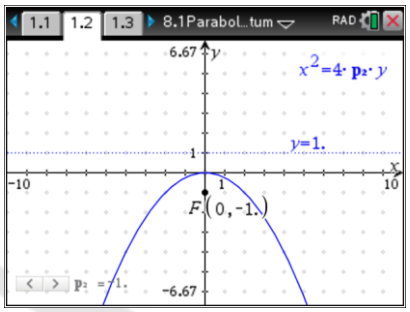
ใบกิจกรรมที่ 8.1 ความกว้างของพาราโบลา

คำชี้แจง ให้นักเรียนเปิดไฟล์ 8.1Parabola_Latusrectum จะเห็นว่ามีหน้า 1.1 – 1.4 ที่มีกราฟและสมการของพาราโบลาแตกต่างกัน ดังภาพ

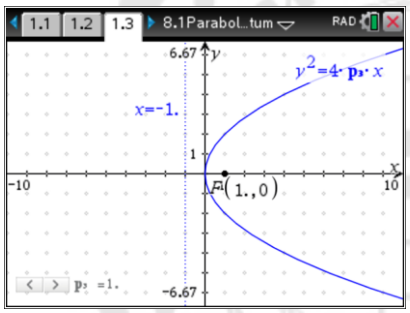
หน้า 1.1



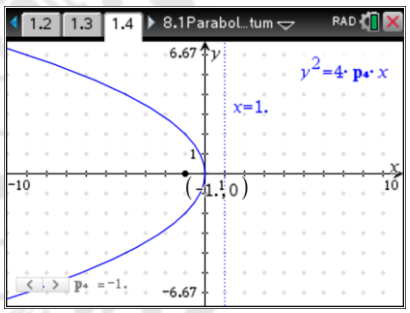
หน้า 1.2



หน้า 1.3



หน้า 1.4



ในแต่ละหน้า ให้นักเรียนใช้ ▶ และ ◀ เพื่อสำรวจการเปลี่ยนแปลงของกราฟ สังเกตค่า p_1, p_2, p_3 และ p_4 ที่เปลี่ยนแปลงไป และลักษณะของกราฟพาราโบลา แล้วตอบคำถามต่อไปนี้

1. ในแต่ละหน้า ค่า p ที่เป็นไปได้มีอะไรบ้าง

   ตอบ ในหน้า 1.1 และ 1.3 ค่า p ที่เป็นไปได้คือ.....

   ในหน้า 1.2 และ 1.4 ค่า p ที่เป็นไปได้คือ.....

2. ในแต่ละหน้า ค่า p ที่เปลี่ยนไปสัมพันธ์กับความกว้างและแคบของกราฟอย่างไร

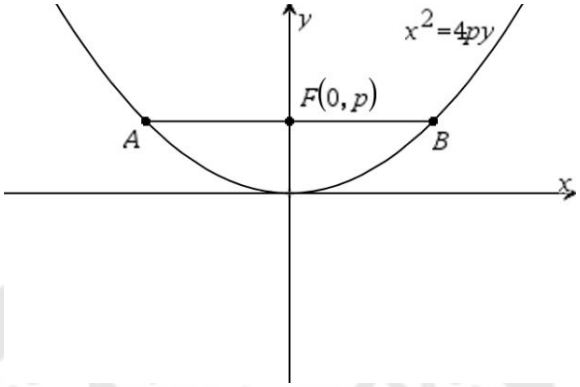
   ตอบ ในหน้า 1.1 และ 1.3.....

   .....

   ในหน้า 1.2 และ 1.4 .....

   .....

ในการพิจารณาความกว้างหรือความแคบของกราฟพาราโบลา จะพิจารณาจากความยาวของคอร์ดที่ผ่านโฟกัสและตั้งฉากกับแกนของพาราโบลา (**คอร์ด** (cord) ของพาราโบลา คือ ส่วนของเส้นตรงที่มีจุดปลายอยู่บนพาราโบลา) คอร์ดนี้เรียกว่า **เลตัสเรกตัม** (latus rectum)



จากรูป $\overline{AB}$ เป็นเลตัสเรกตัม จะหาความยาวเลตัสเรกตัมได้ ดังนี้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ความหมายของเลตัสเรกตัม

เลตัสเรกตัม (latus rectum) คือ .....

.....

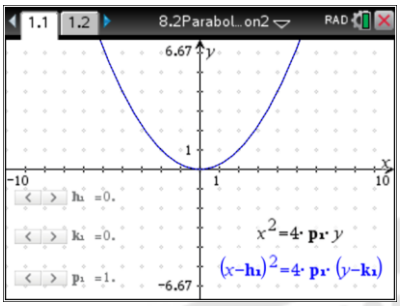
.....

.....

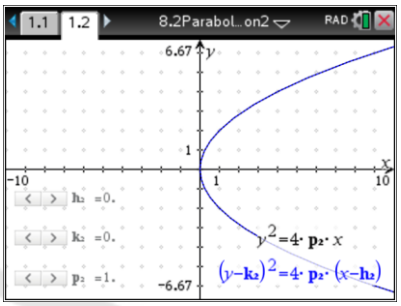
ใบกิจกรรมที่ 8.2 รูปแบบมาตรฐานของสมการพาราโบลา 2

คำชี้แจง ให้นักเรียนเปิดไฟล์ 8.2Parabola_Equation2 โดยกด 1 My Documents ▶ 8.2Parabola_ Equation2 จะเห็นว่ามีหน้า 1.1 – 1.2 ดังภาพ

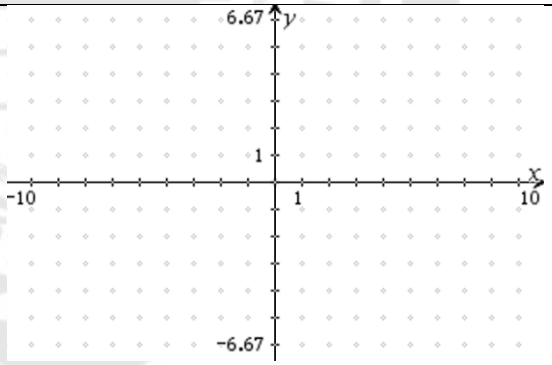
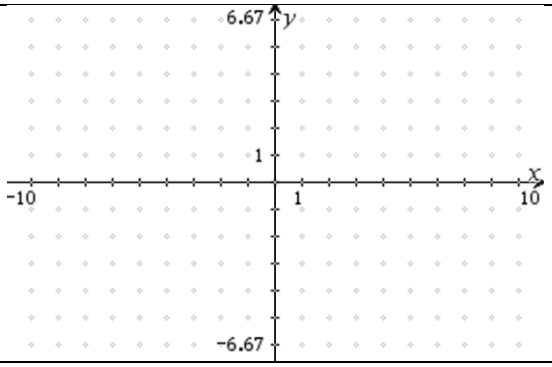
หน้า 1.1

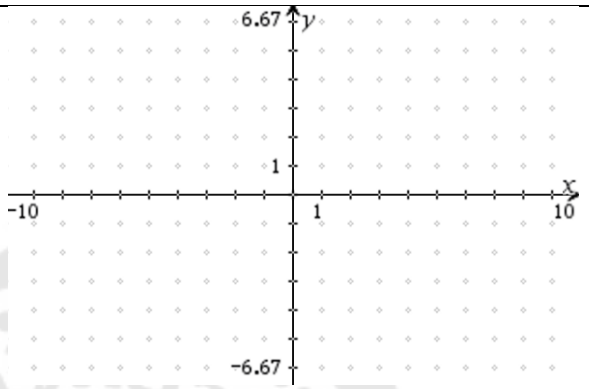
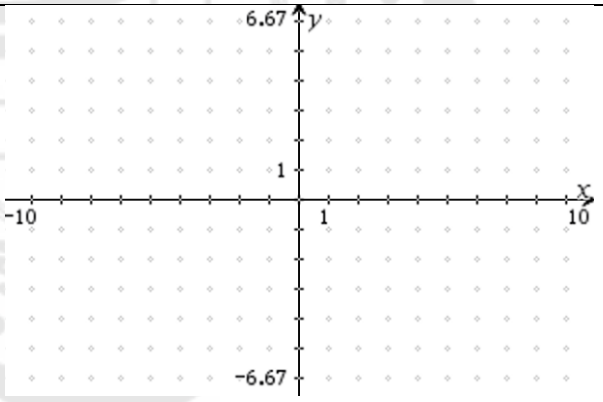


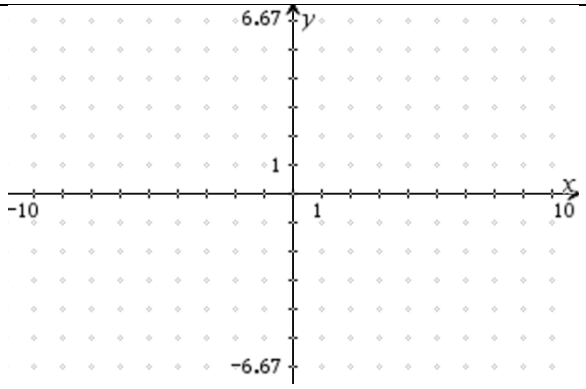
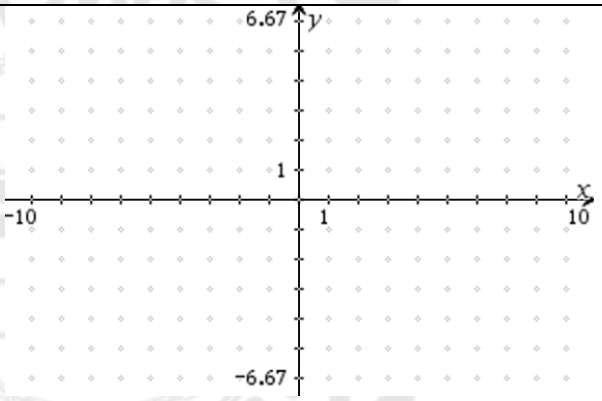
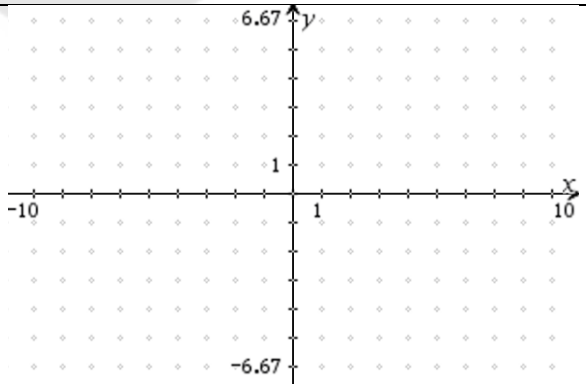
หน้า 1.2

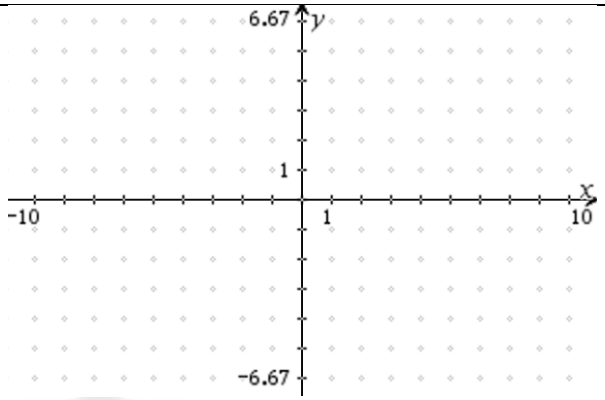


ให้นักเรียนเปลี่ยนค่า h_1, k_1 และ p_1 ในหน้า 1.1 และเปลี่ยนค่า h_2, k_2 และ p_2 ในหน้า 1.2 สังเกตการเปลี่ยนแปลงของกราฟ เทียบกับกราฟต้นแบบสีดำที่มี $h=0$ และ $k=0$ แล้วเติมตารางให้สมบูรณ์

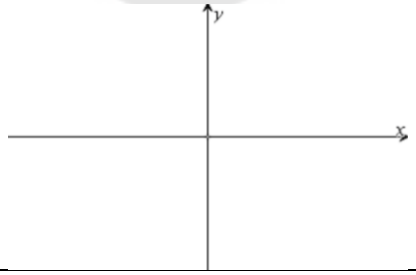
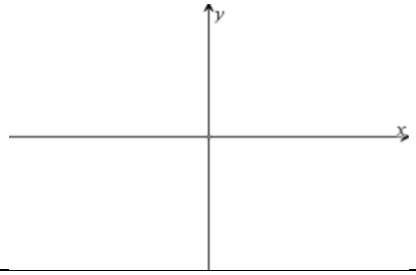
ค่าของตัวแปร	หน้า 1.1
$h_1=-2$ $k_1=1$ $p_1=1$	 สมการ คือ..... จุดยอด คือ ..... โฟกัส คือ ..... ความยาวเลตัสเรกตัม ..... สมการไดเรกตริกซ์ คือ .....
$h_1=-3$ $k_1=0$ $p_1=-2$	

ค่าของตัวแปร	หน้า 1.1
	สมการ คือ..... จุดยอด คือ ..... โฟกัส คือ ..... ความยาวเลตัสเรกตัม ..... สมการไดเรกตริกซ์ คือ .....
$h_1 = 3$ $k_1 = -1$ $p_1 = -4$	 สมการ คือ..... จุดยอด คือ ..... โฟกัส คือ ..... ความยาวเลตัสเรกตัม ..... สมการไดเรกตริกซ์ คือ .....
$h_1 = 0$ $k_1 = 2$ $p_1 = 3$	 สมการ คือ..... จุดยอด คือ ..... โฟกัส คือ ..... ความยาวเลตัสเรกตัม ..... สมการไดเรกตริกซ์ คือ .....

ค่าของตัวแปร	หน้า 1.2
$h_2 = 0$ $k_2 = -3$ $p_2 = -1$	 สมการ คือ..... จุดยอด คือ ..... โฟกัส คือ ..... ความยาวเลตัสเรกตัม ..... สมการไดเรกตริกซ์ คือ .....
$h_2 = 1$ $k_2 = 2$ $p_2 = 2$	 สมการ คือ..... จุดยอด คือ ..... โฟกัส คือ ..... ความยาวเลตัสเรกตัม ..... สมการไดเรกตริกซ์ คือ .....
$h_2 = 2$ $k_2 = 0$ $p_2 = -3$	 สมการ คือ..... จุดยอด คือ ..... โฟกัส คือ ..... ความยาวเลตัสเรกตัม ..... สมการไดเรกตริกซ์ คือ .....

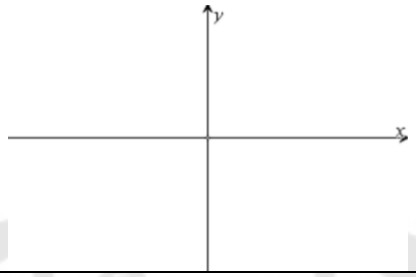
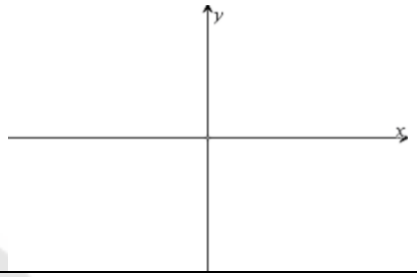
ค่าของตัวแปร	หน้า 1.2
$h_2 = -1$ $k_2 = -2$ $p_2 = 4$	 สมการ คือ..... จุดยอด คือ ..... โฟกัส คือ ..... ความยาวเลตัสเรกตัม ..... สมการไดเรกตริกซ์ คือ .....

รูปแบบมาตรฐานของสมการพาราโบลาที่มีจุดศูนย์กลางอยู่ที่จุด (h, k) และ<u>มีแกนในแนวตั้ง</u>

สมการรูปแบบมาตรฐาน		
จุดยอด		
โฟกัส		
ไดเรกตริกซ์		
ความยาวเลตัสเรกตัม		
กราฟ	เมื่อ $p > 0$ 	เมื่อ $p < 0$ 

รูปแบบมาตรฐานของสมการพาราโบลาที่มีจุดศูนย์กลางอยู่ที่จุด (h, k) และ<u>มีแกนในแนวนอน</u>

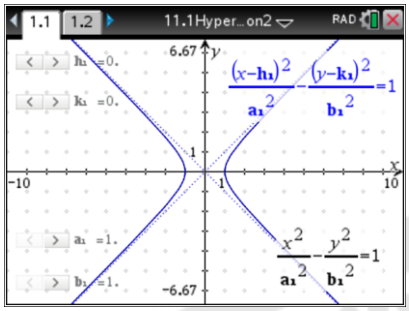
สมการรูปแบบมาตรฐาน	

จุดยอด		
โฟกัส		
ไดเรกตริกซ์		
ความยาวเลตัสเรกตัม		
กราฟ	เมื่อ $p > 0$ 	เมื่อ $p < 0$ 

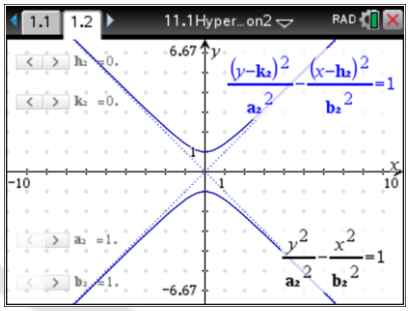
ใบกิจกรรมที่ 11.1 รูปแบบมาตรฐานของสมการไฮเพอร์โบลา 2

คำชี้แจง ให้นักเรียนเปิดไฟล์ 11.1Hyperbola_Equation2 โดยกด [1] My Documents ▶ 11.1 Hyperbola_Equation2 หน้าจอจะปรากฏเป็นหน้า 1.1 และ 1.2 ดังภาพ

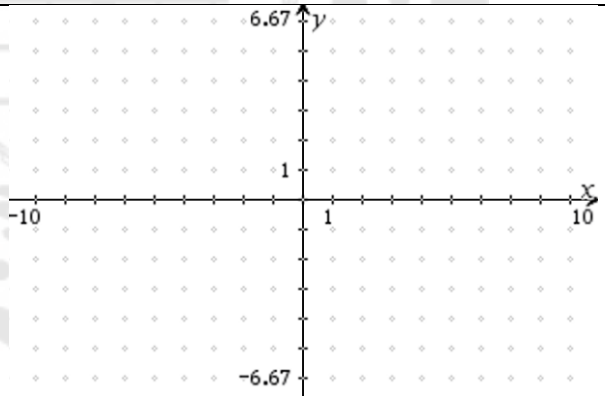
หน้า 1.1

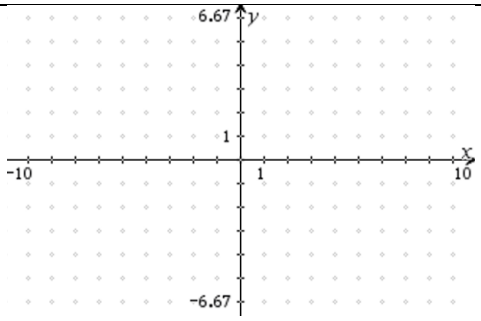
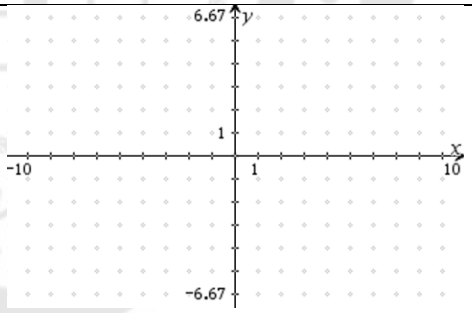


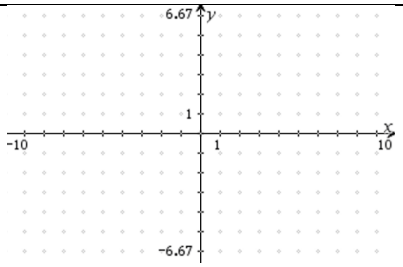
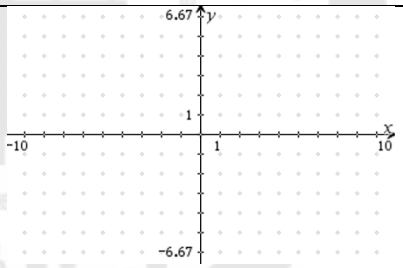
หน้า 1.2

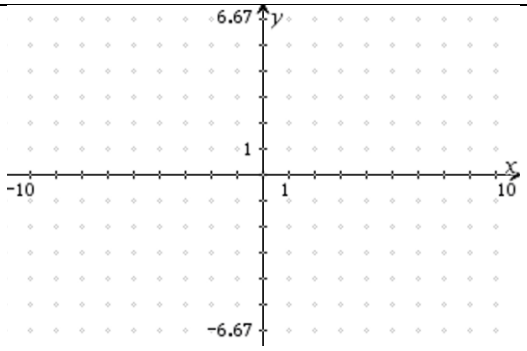


ให้นักเรียนเปลี่ยนค่า h_1, k_1, a_1 และ b_1 ในหน้า 1.1 และเปลี่ยนค่า h_2, k_2, a_2 และ b_2 ในหน้า 1.2 สังเกตการเปลี่ยนแปลงของกราฟ เทียบกับกราฟต้นแบบสีดำที่มี $h=0$ และ $k=0$ แล้วเติมตารางให้สมบูรณ์

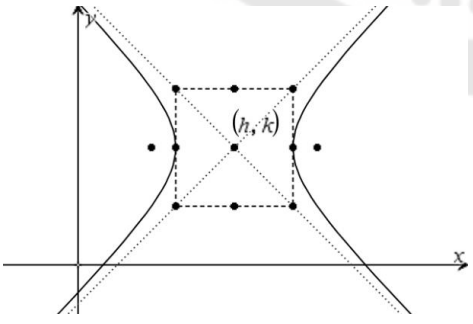
ค่าของตัวแปร	หน้า 1.1
$h_1=2$ $k_1=1$ $a_1=3$ $b_1=4$	 กราฟที่ได้ เกิดจากการเลื่อนกราฟ $\frac{x^2}{a_1^2}-\frac{y^2}{b_1^2}=1$ ไปทาง.....(ซ้าย/ขวา) .....หน่วย และ.....(ขึ้นบน/ลงล่าง) .....หน่วย สมการ คือ..... จุดศูนย์กลาง คือ ..... $a=$..... $b=$..... $c=$..... จุดยอด คือ .....และ..... โฟกัส คือ .....และ..... สมการเส้นกำกับ คือ .....และ..... แกนตามขวางขนานแกน..... ยาว.....หน่วย แกนสังยุคขนานแกน..... ยาว.....หน่วย

ค่าของตัวแปร	หน้า 1.1
$h_1 = -1$ $k_1 = -3$ $a_1 = 1$ $b_1 = 2$	 กราฟที่ได้ เกิดจากการเลื่อนกราฟ $\frac{x^2}{a_1^2} - \frac{y^2}{b_1^2} = 1$ ไปทาง…….(ซ้าย/ขวา) ……หน่วย และ……..(ขึ้นบน/ลงล่าง) ……..หน่วย สมการ คือ…… จุดศูนย์กลาง คือ …… $a =$……. $b =$……. $c =$……. จุดยอด คือ ……และ…… โฟกัส คือ ……และ……. สมการเส้นกำกับ คือ ……..และ……. แกนตามขวางขนานแกน……. ยาว…….....หน่วย แกนสังยุคขนานแกน……... ยาว…….....หน่วย
$h_1 = -2$ $k_1 = 0$ $a_1 = 4$ $b_1 = 3$	 กราฟที่ได้ เกิดจากการเลื่อนกราฟ $\frac{x^2}{a_1^2} - \frac{y^2}{b_1^2} = 1$ ไปทาง…….(ซ้าย/ขวา) ……หน่วย และ……..(ขึ้นบน/ลงล่าง) ……..หน่วย สมการ คือ…… จุดศูนย์กลาง คือ …… $a =$……. $b =$……. $c =$……. จุดยอด คือ ……และ…… โฟกัส คือ ……และ……. สมการเส้นกำกับ คือ ……..และ……. แกนตามขวางขนานแกน……. ยาว…….....หน่วย แกนสังยุคขนานแกน……... ยาว…….....หน่วย

ค่าของตัวแปร	หน้า 1.2
$h_2 = 3$ $k_2 = -2$ $a_2 = 2$ $b_2 = 5$	 กราฟที่ได้ เกิดจากการเลื่อนกราฟ $\frac{y^2}{a_2{}^2} - \frac{x^2}{b_2{}^2} = 1$ ไปทาง…….. ……..หน่วย และ…….. ……..หน่วย สมการ คือ…… จุดศูนย์กลาง คือ …… $a =$……. $b =$……. $c =$…… จุดยอด คือ ……และ…… โฟกัส คือ ……และ…… สมการเส้นกำกับ คือ ……และ…… แกนตามขวางขนานแกน……. ยาว…….....หน่วย แกนสังยุคขนานแกน…….. ยาว…….....หน่วย
$h_2 = -1$ $k_2 = 2$ $a_2 = 3$ $b_2 = 4$	 กราฟที่ได้ เกิดจากการเลื่อนกราฟ $\frac{y^2}{a_2{}^2} - \frac{x^2}{b_2{}^2} = 1$ ไปทาง…….. ……..หน่วย และ…….. ……..หน่วย สมการ คือ…… จุดศูนย์กลาง คือ …… $a =$……. $b =$……. $c =$…… จุดยอด คือ ……และ…… โฟกัส คือ ……และ…… สมการเส้นกำกับ คือ ……และ…… แกนตามขวางขนานแกน……. ยาว…….....หน่วย แกนสังยุคขนานแกน…….. ยาว…….....หน่วย

ค่าของตัวแปร	หน้า 1.2
$h_2 = 0$ $k_2 = -1$ $a_2 = 3$ $b_2 = 1$	 กราฟที่ได้ เกิดจากการเลื่อนกราฟ $\frac{y^2}{a_2^2} - \frac{x^2}{b_2^2} = 1$ ไป……. ……..หน่วย สมการ คือ…… จุดศูนย์กลาง คือ …… $a =$……. $b =$……. $c =$……. จุดยอด คือ ……และ……. โฟกัส คือ ……และ……. สมการเส้นกำกับ คือ ……..และ…….. แกนตามขวางขนานแกน……. ยาว…….....หน่วย แกนสังยุคขนานแกน……. ยาว…….....หน่วย

รูปแบบมาตรฐานของสมการไฮเพอร์โบลา ที่มีจุดศูนย์กลางอยู่ที่จุด (h, k)



สมการ……

แกนตามขวางอยู่ใน…….(แนวตั้ง/แนวนอน)

จุดศูนย์กลาง …….

จุดยอด …….

โฟกัส …….

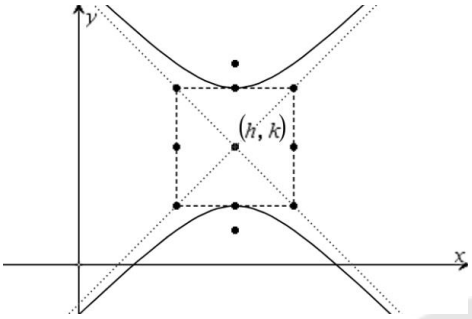
…….

จุดปลายแกนสังยุค…….

สมการเส้นกำกับ…….

แกนตามขวางยาว……หน่วย

แกนสังยุคยาว……หน่วย



สมการ……

แกนตามขวางอยู่ใน……(แนวตั้ง/แนวนอน)

จุดศูนย์กลาง ……

จุดยอด ……

โฟกัส ……

……

จุดปลายแกนสังยุค……

สมการเส้นกำกับ……

แกนตามขวางยาว……หน่วย

แกนสังยุคยาว……หน่วย

ใบกิจกรรมที่ 11.2 โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับไฮเพอร์โบลา

คำชี้แจง ในโจทย์ปัญหาแต่ละข้อ ให้นักเรียนแก้ปัญหาโดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS แล้วจึงลงมือแสดงวิธีทำ และให้นักเรียนบันทึกสิ่งที่นักเรียนทำในเครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS โดยกด ~ ¢ 1: File ¢ 5: Save As ตั้งชื่อเป็น work11.2-เลขที่-ชื่อ

1. จงแสดงว่าสมการ $x^2-2y^2+2x+8y+1=0$ มีกราฟเป็นไฮเพอร์โบลา แล้วหาจุดศูนย์กลาง จุดยอด โฟกัส สมการเส้นกำกับ ความยาวแกนตามขวาง และความยาวแกนสังยุคของไฮเพอร์โบลา พร้อมทั้งเขียนกราฟ

   วิธีทำ .....

   .....

   .....

   .....

   .....

   .....

   .....

   .....

   .....

   .....

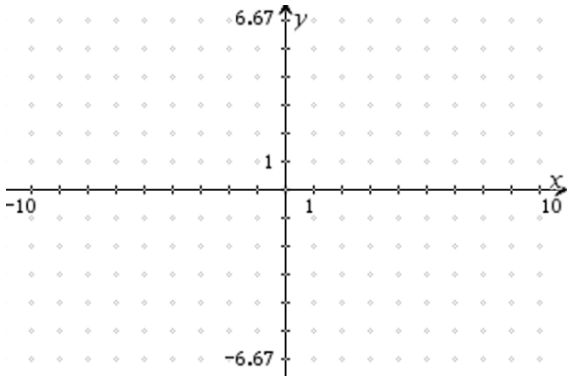
   .....

   .....

   .....

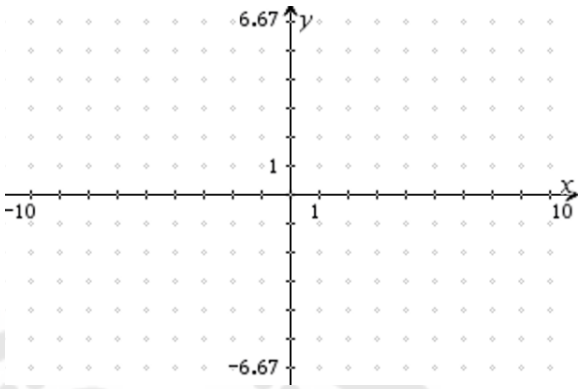
   .....

   เขียนเป็นกราฟได้ดังนี้



2. จงหาสมการของไฮเพอร์โบลาที่มีโฟกัสอยู่ที่ $(-1, -2)$ และ $(5, -2)$ และแกนตามขวางยาว 4 หน่วย แล้วเขียนสมการไฮเพอร์โบลา

วิธีทำ



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

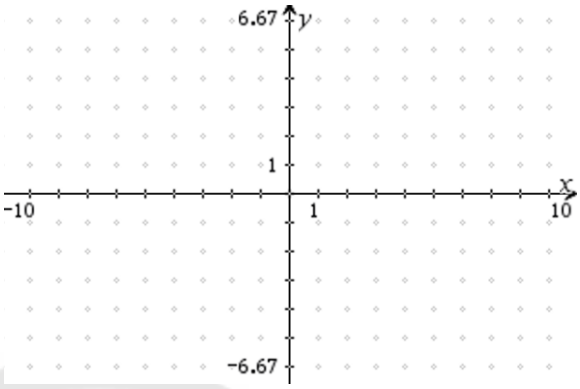
.....

.....

.....

3. จงหาสมการไฮเพอร์โบลาที่มีจุดยอดที่ $(-2, 2)$ และ $(-2, -2)$ และผ่านจุด $(1, 4)$

วิธีทำ



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

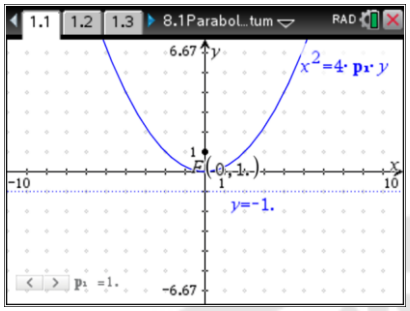
.....

.....

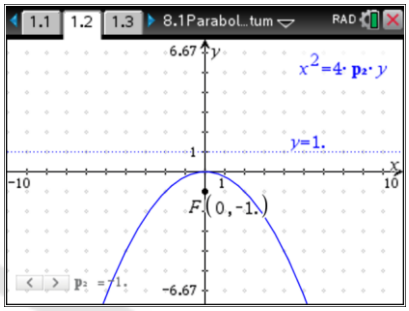
เฉลยใบกิจกรรมที่ 8.1 ความกว้างของพาราโบลา

คำชี้แจง ให้นักเรียนเปิดไฟล์ 8.1Parabola_Latusrectum จะเห็นว่ามีหน้า 1.1 – 1.4 ที่มีกราฟและสมการของพาราโบลาแตกต่างกัน ดังภาพ

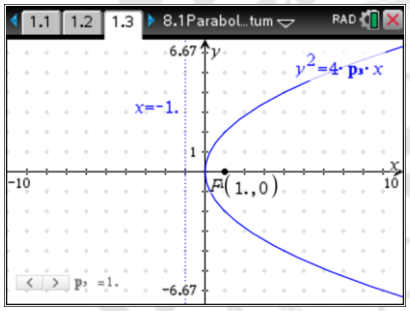
หน้า 1.1



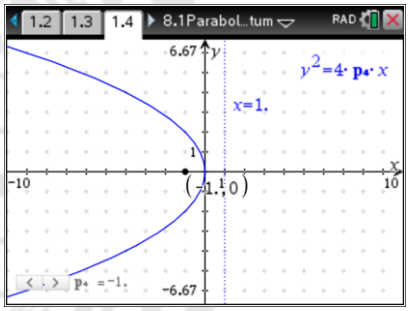
หน้า 1.2



หน้า 1.3



หน้า 1.4



ในแต่ละหน้า ให้นักเรียนใช้ ▶ และ ◀ เพื่อสำรวจการเปลี่ยนแปลงของกราฟ สังเกตค่า p_1, p_2, p_3 และ p_4 ที่เปลี่ยนแปลงไป และลักษณะของกราฟพาราโบลา แล้วตอบคำถามต่อไปนี้

1. ในแต่ละหน้า ค่า p ที่เป็นไปได้มีอะไรบ้าง

   ตอบ ในหน้า 1.1 และ 1.3 ค่า p ที่เป็นไปได้คือ $0.25, 0.5, 0.75, 1, \ldots, 3$

   ในหน้า 1.2 และ 1.4 ค่า p ที่เป็นไปได้คือ $-3, -2.75, -2.5, -2.25, \ldots, -0.25$

2. ในแต่ละหน้า ค่า p ที่เปลี่ยนไปสัมพันธ์กับความกว้างและแคบของกราฟอย่างไร

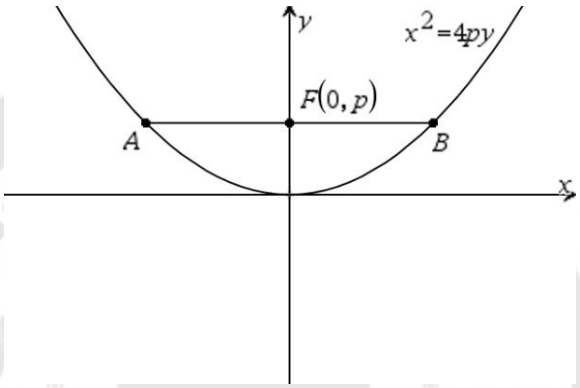
   ตอบ ในหน้า 1.1 และ 1.3 ยิ่งค่า p มีค่ามากขึ้น จะทำให้กราฟกว้างมากขึ้น

   ยิ่งค่า p มีค่าน้อยลง จะทำให้กราฟแคบลง

   ในหน้า 1.2 และ 1.4 ยิ่งค่า p มีค่าน้อยลง (ติดลบมาก) จะทำให้กราฟกว้างมากขึ้น

ยิ่งค่า p มีค่ามากขึ้น (ติดลบน้อย) จะทำให้กราฟแคบลง

ในการพิจารณาความกว้างหรือความแคบของกราฟพาราโบลา จะพิจารณาจากความยาวของคอร์ดที่ผ่านโฟกัสและตั้งฉากกับแกนของพาราโบลา (**คอร์ด** (cord) ของพาราโบลา คือ ส่วนของเส้นตรงที่มีจุดปลายอยู่บนพาราโบลา) คอร์ดนี้เรียกว่า **เลตัสเรกตัม** (latus rectum)



จากรูป $\overline{AB}$ เป็นเลตัสเรกตัม จะหาความยาวเลตัสเรกตัมได้ ดังนี้

หาพิกัดของจุด A และ B

เนื่องจาก จุด A และ B เป็นจุดตัดระหว่างเส้นตรง $y=p$ และพาราโบลา $x^2=4py$

หาพิกัดของจุดตัดโดยแทนค่า $y=p$ ในสมการ $x^2=4py$ จะได้

$$\begin{aligned} x^2 &= 4(p)(p) \\ x^2 &= 4p^2 \\ x^2-4p^2 &= 0 \\ (x-2p)(x+2p) &= 0 \\ x &= -2p \quad \text{หรือ} \quad 2p \end{aligned}$$

นั่นคือ กราฟทั้งสองตัดกันที่จุด $A(-2p,\ p)$ และ $B(2p,\ p)$

จากสูตรการหาระยะทางระหว่างจุดสองจุด จะได้

$$\begin{aligned} \text{ความยาวเลตัสเรกตัม} &= \sqrt{(2p-(-2p))^2+(p-p)^2} \\ &= \sqrt{(4p)^2} \\ &= |4p| \end{aligned}$$

ดังนั้น เลตัสเรกตัมมีความยาว $|4p|$ หน่วย

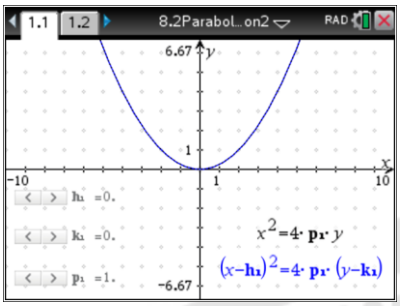
ความหมายของเลตัสเรกตัม

เลตัสเรกตัม (latus rectum) คือ คอร์ดที่ตั้งฉากกับแกนของพาราโบลาและผ่านโฟกัสของพาราโบลา (ส่วนของเส้นตรงที่มีจุดปลายอยู่บนพาราโบลา เรียกว่า คอร์ดของพาราโบลา) ความยาวของเลตัสเรกตัมใช้วัดความกว้างของพาราโบลา ซึ่งเลตัสเรกตัมยาว $|4p|$ หน่วย

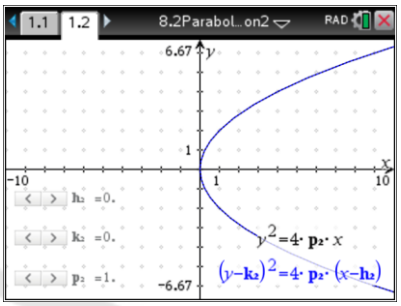
เฉลยใบกิจกรรมที่ 8.2 รูปแบบมาตรฐานของสมการพาราโบลา 2

คำชี้แจง ให้นักเรียนเปิดไฟล์ 8.2Parabola_Equation2 โดยกด 1 My Documents ▶ 8.2Parabola_ Equation2 จะเห็นว่ามีหน้า 1.1 – 1.2 ดังภาพ

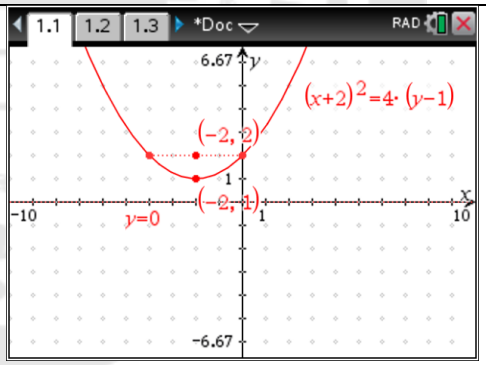
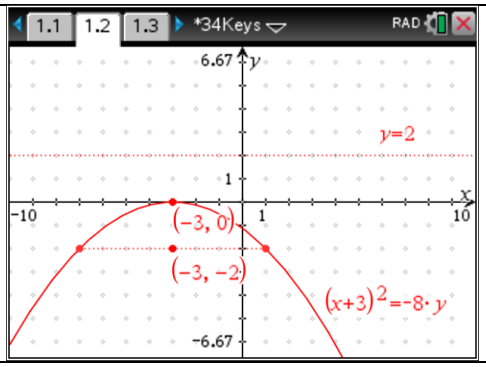
หน้า 1.1

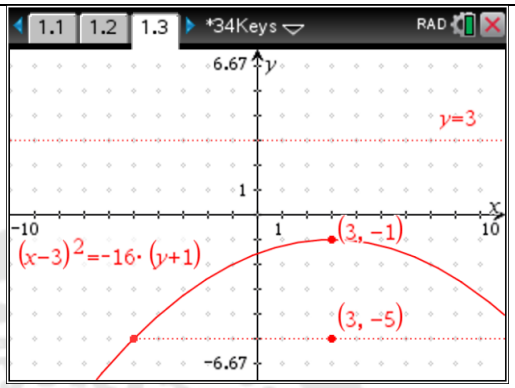
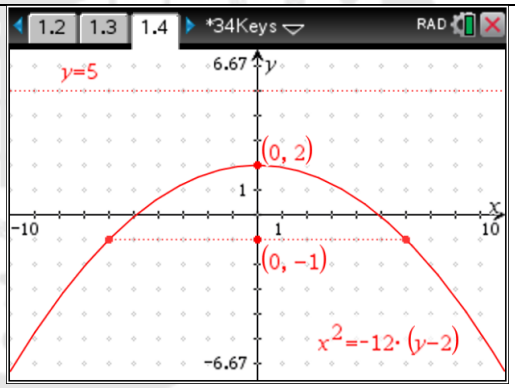


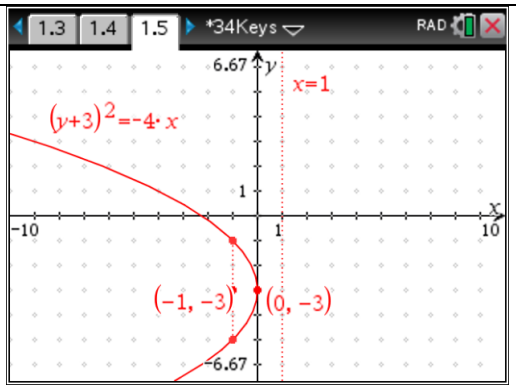
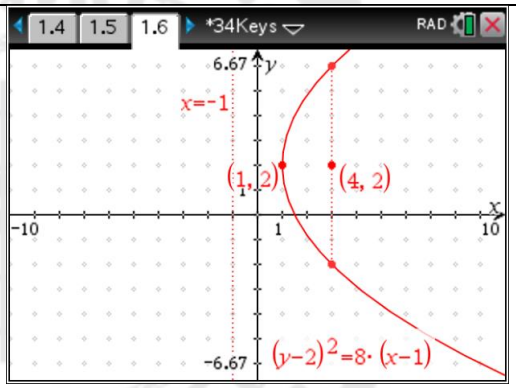
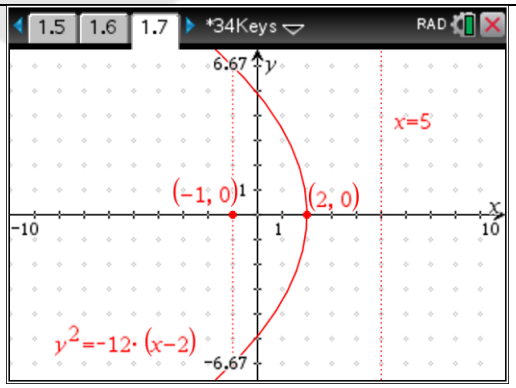
หน้า 1.2

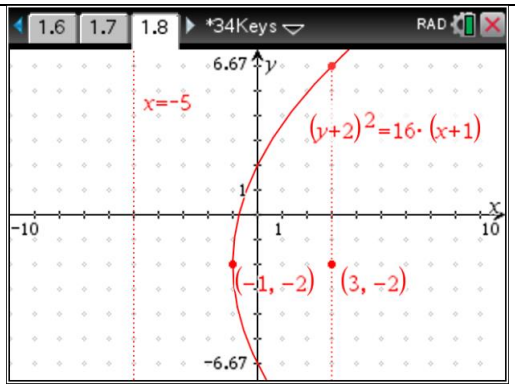


ให้นักเรียนเปลี่ยนค่า h_1, k_1 และ p_1 ในหน้า 1.1 และเปลี่ยนค่า h_2, k_2 และ p_2 ในหน้า 1.2 สังเกตการเปลี่ยนแปลงของกราฟ เทียบกับกราฟต้นแบบสีดำที่มี $h=0$ และ $k=0$ แล้วเติมตารางให้สมบูรณ์

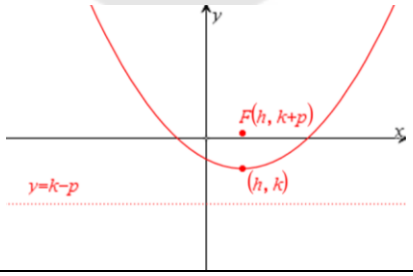
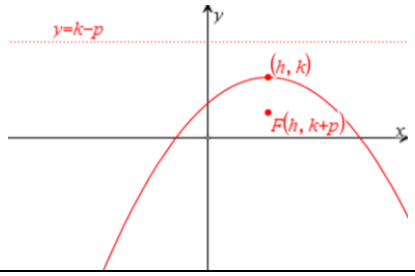
ค่าของตัวแปร	หน้า 1.1
$h_1=-2$ $k_1=1$ $p_1=1$	 สมการ คือ $(x+2)^2=4(y-1)$ จุดยอด คือ $(-2,1)$ โฟกัส คือ $(-2,2)$ ความยาวเลตัสเรกตัม $\lvert 4(1)\rvert=4$ สมการไดเรกตริกซ์ คือ $y=0$
$h_1=-3$ $k_1=0$ $p_1=-2$	

ค่าของตัวแปร	หน้า 1.1
	สมการ คือ $(x+3)^2=-8y$ จุดยอด คือ $(-3, 0)$ โฟกัส คือ $(-3, -2)$ ความยาวเลตัสเรกตัม $\lvert 4(-2)\rvert = 8$ สมการไดเรกตริกซ์ คือ $y=2$
$h_1=3$ $k_1=-1$ $p_1=-4$	 สมการ คือ $(x-3)^2=-16(y+1)$ จุดยอด คือ $(3, -1)$ โฟกัส คือ $(3, -5)$ ความยาวเลตัสเรกตัม $\lvert 4(-4)\rvert = 16$ สมการไดเรกตริกซ์ คือ $y=3$
$h_1=0$ $k_1=2$ $p_1=3$	 สมการ คือ $x^2=-12(y-2)$ จุดยอด คือ $(0, 2)$ โฟกัส คือ $(0, -1)$ ความยาวเลตัสเรกตัม $\lvert 4(3)\rvert = 12$ สมการไดเรกตริกซ์ คือ $y=5$

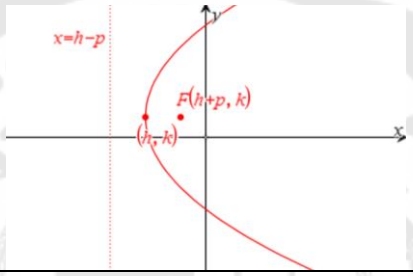
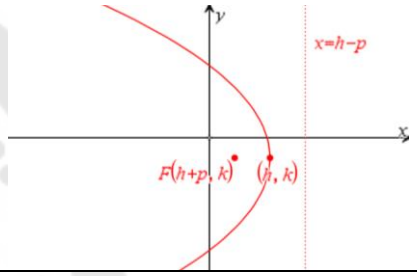
ค่าของตัวแปร	หน้า 1.2
$h_2 = 0$ $k_2 = -3$ $p_2 = -1$	 สมการ คือ $(y+3)^2 = -4x$ จุดยอด $(0, -3)$ โฟกัส $(-1, -3)$ ความยาวเลตัสเรกตัม $\lvert 4(-1)\rvert = 4$ สมการไดเรกตริกซ์ คือ $x = 1$
$h_2 = 1$ $k_2 = 2$ $p_2 = 2$	 สมการ คือ $(y-2)^2 = 8(x-1)$ จุดยอด $(1, 2)$ โฟกัส $(4, 2)$ ความยาวเลตัสเรกตัม $\lvert 4(2)\rvert = 8$ สมการไดเรกตริกซ์ คือ $x = -1$
$h_2 = 2$ $k_2 = 0$ $p_2 = -3$	 สมการ คือ $y^2 = -12(x-2)$ จุดยอด คือ $(2, 0)$ โฟกัส คือ $(-1, 0)$ ความยาวเลตัสเรกตัม $\lvert 4(-3)\rvert = 12$ สมการไดเรกตริกซ์ คือ $x = 5$

ค่าของตัวแปร	หน้า 1.2
$h_2 = -1$ $k_2 = -2$ $p_2 = 4$	 สมการ คือ $(y+2)^2 = 16(x+1)$ จุดยอด คือ $(-1, -2)$ โฟกัส คือ $(3, -2)$ ความยาวเลตัสเรกตัม $\|4(4)\| = 16$ สมการไดเรกตริกซ์ คือ $x = -5$

รูปแบบมาตรฐานของสมการพาราโบลาที่มีจุดศูนย์กลางอยู่ที่จุด (h, k) และ<u>มีแกนในแนวตั้ง</u>

สมการรูปแบบมาตรฐาน	$(x-h)^2 = 4p(y-k)$	
จุดยอด	(h, k)	
โฟกัส	$(h, k+p)$	
ไดเรกตริกซ์	$y = k-p$	
ความยาวเลตัสเรกตัม	$\|4p\|$	
กราฟ	เมื่อ $p > 0$ 	เมื่อ $p < 0$ 

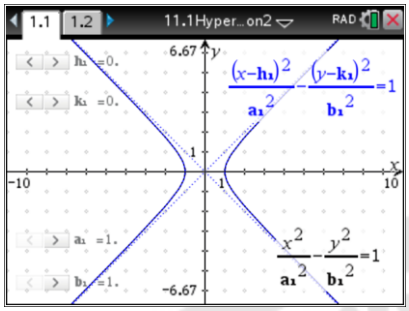
รูปแบบมาตรฐานของสมการพาราโบลาที่มีจุดศูนย์กลางอยู่ที่จุด (h, k) และ<u>มีแกนในแนวนอน</u>

สมการรูปแบบมาตรฐาน	$(y-k)^2 = 4p(x-h)$	
จุดยอด	(h, k)	
โฟกัส	$(h+p, k)$	
ไดเรกตริกซ์	$x = h-p$	
ความยาวเลตัสเรกตัม	$\lvert 4p \rvert$	
กราฟ	เมื่อ $p>0$ 	เมื่อ $p<0$ 

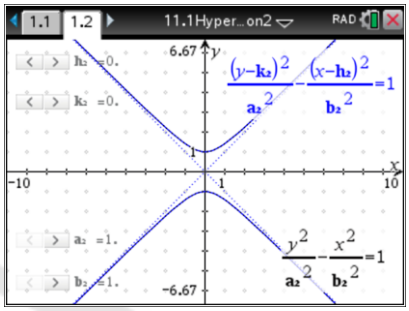
เฉลยใบกิจกรรมที่ 11.1 รูปแบบมาตรฐานของสมการไฮเพอร์โบลา 2

คำชี้แจง ให้นักเรียนเปิดไฟล์ 11.1Hyperbola_Equation2 โดยกด [1] My Documents ▶ 11.1 Hyperbola_Equation2 หน้าจอจะปรากฏเป็นหน้า 1.1 และ 1.2 ดังภาพ

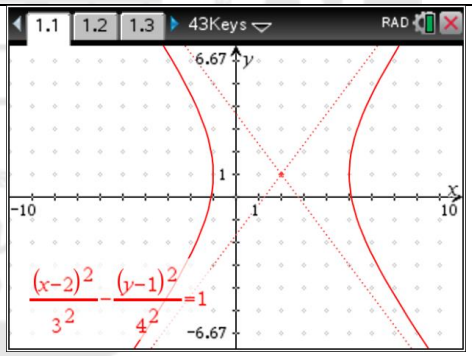
หน้า 1.1

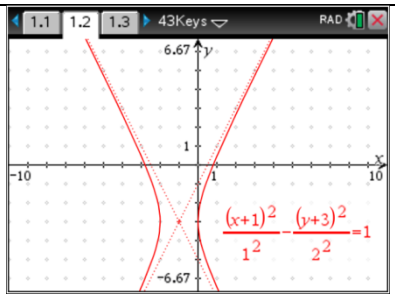
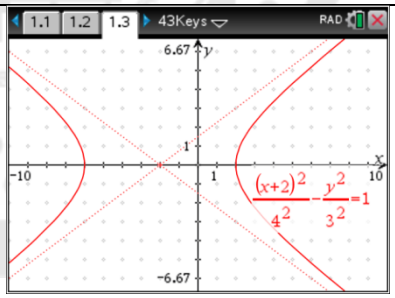


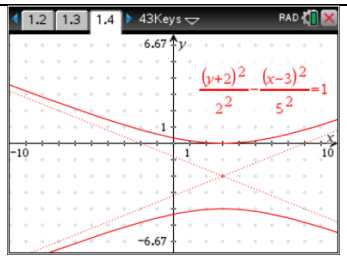
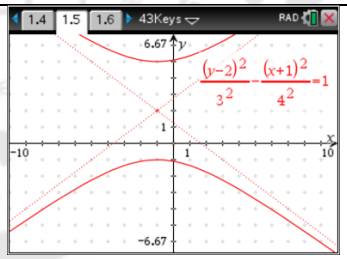
หน้า 1.2

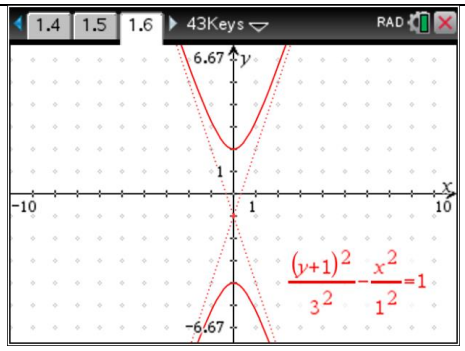


ให้นักเรียนเปลี่ยนค่า h_1, k_1, a_1 และ b_1 ในหน้า 1.1 และเปลี่ยนค่า h_2, k_2, a_2 และ b_2 ในหน้า 1.2 สังเกตการเปลี่ยนแปลงของกราฟ เทียบกับกราฟต้นแบบสีดำที่มี $h=0$ และ $k=0$ แล้วเติมตารางให้สมบูรณ์

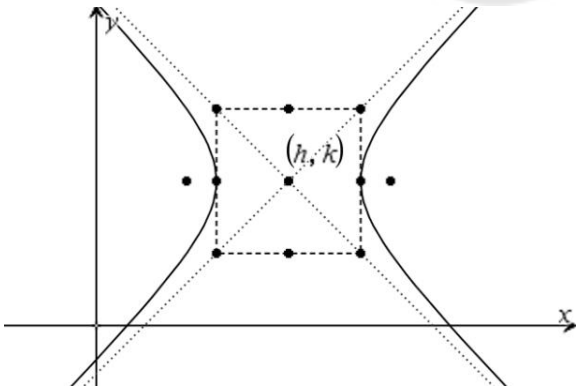
ค่าของตัวแปร	หน้า 1.1
$h_1=2$ $k_1=1$ $a_1=3$ $b_1=4$	 กราฟที่ได้ เกิดจากการเลื่อนกราฟ $\frac{x^2}{a_1^2}-\frac{y^2}{b_1^2}=1$ ไปทาง ขวา (ซ้าย/ขวา) 2 หน่วย และ ขึ้นบน (ขึ้นบน/ลงล่าง) 1 หน่วย สมการ คือ $\frac{(x-2)^2}{3^2}-\frac{(y-1)^2}{4^2}=1$ จุดศูนย์กลาง คือ $(2, 1)$ $a=3$ $b=4$ $c=\sqrt{9+16}=5$ จุดยอด คือ $(-1, 1)$ และ $(5, 1)$ โฟกัส คือ $(-3, 1)$ และ $(7, 1)$ สมการเส้นกำกับ คือ $y=-\frac{4}{3}x+\frac{11}{3}$ และ $y=\frac{4}{3}x-\frac{5}{3}$ แกนตามขวางขนานแกน X ยาว 6 หน่วย แกนสังยุคขนานแกน Y ยาว 8 หน่วย

ค่าของตัวแปร	หน้า 1.1
$h_1=-1$ $k_1=-3$ $a_1=1$ $b_1=2$	 กราฟที่ได้ เกิดจากการเลื่อนกราฟ $\frac{x^2}{a_1^{\,2}}-\frac{y^2}{b_1^{\,2}}=1$ ไปทาง ซ้าย 1 หน่วย และ ลงล่าง 3 หน่วย สมการ คือ $\frac{(x+1)^2}{1^2}-\frac{(y+3)^2}{2^2}=1$ จุดศูนย์กลาง คือ $(-1,-3)$ $a=$ 1 $b=$ 2 $c=\sqrt{1+4}=\sqrt{5}$ จุดยอด คือ $(-2,-3)$ และ $(0,-3)$ โฟกัส คือ $(-1-\sqrt{5},-3)$ และ $(-1+\sqrt{5},-3)$ สมการเส้นกำกับ คือ $y=-2x-5$ และ $y=2x-1$ แกนตามขวางขนานแกน X ยาว 2 หน่วย แกนสังยุคขนานแกน Y ยาว 4 หน่วย
$h_1=-2$ $k_1=0$ $a_1=4$ $b_1=3$	 กราฟที่ได้ เกิดจากการเลื่อนกราฟ $\frac{x^2}{a_1^{\,2}}-\frac{y^2}{b_1^{\,2}}=1$ ไปทาง ซ้าย 2 หน่วย สมการ คือ $\frac{(x+2)^2}{4^2}-\frac{y^2}{3^2}=1$ จุดศูนย์กลาง คือ $(-2,0)$ $a=$ 4 $b=$ 3 $c=\sqrt{16+9}=5$ จุดยอด คือ $(-6,0)$ และ $(2,0)$ โฟกัส คือ $(-7,0)$ และ $(3,0)$ สมการเส้นกำกับ คือ $y=-\frac{3}{4}x-\frac{3}{2}$ และ $y=\frac{3}{4}x+\frac{3}{2}$ แกนตามขวางขนานแกน X ยาว 8 หน่วย แกนสังยุคขนานแกน Y ยาว 6 หน่วย

ค่าของตัวแปร	หน้า 1.2
$h_2 = 3$ $k_2 = -2$ $a_2 = 2$ $b_2 = 5$	 กราฟที่ได้ เกิดจากการเลื่อนกราฟ $\frac{y^2}{a_2^{\,2}}-\frac{x^2}{b_2^{\,2}}=1$ ไปทาง ขวา 3 หน่วย และ ลงล่าง 2 หน่วย สมการ คือ $\frac{(y+2)^2}{2^2}-\frac{(x-3)^2}{5^2}=1$ จุดศูนย์กลาง คือ $(3,-2)$ $a=$ 2 $b=$ 5 $c=\sqrt{4+25}=\sqrt{29}$ จุดยอด คือ $(3,0)$ และ $(3,-4)$ โฟกัส คือ $(3,-2-\sqrt{29})$ และ $(3,-2+\sqrt{29})$ สมการเส้นกำกับ คือ $y=-\frac{2}{5}x-\frac{4}{5}$ และ $y=\frac{2}{5}x-\frac{16}{5}$ แกนตามขวางขนานแกน Y ยาว 4 หน่วย แกนสังยุคขนานแกน X ยาว 10 หน่วย
$h_2 = -1$ $k_2 = 2$ $a_2 = 3$ $b_2 = 4$	 กราฟที่ได้ เกิดจากการเลื่อนกราฟ $\frac{y^2}{a_2^{\,2}}-\frac{x^2}{b_2^{\,2}}=1$ ไปทาง ซ้าย 1 หน่วย และ ขึ้นบน 2 หน่วย สมการ คือ $\frac{(y-2)^2}{3^2}-\frac{(x+1)^2}{4^2}=1$ จุดศูนย์กลาง คือ $(-1,2)$ $a=$ 3 $b=$ 4 $c=\sqrt{9+16}=5$ จุดยอด คือ $(-1,5)$ และ $(-1,-1)$ โฟกัส คือ $(-1,7)$ และ $(-1,-3)$ สมการเส้นกำกับ คือ $y=-\frac{3}{4}x+\frac{5}{4}$ และ $y=\frac{3}{4}x+\frac{11}{4}$ แกนตามขวางขนานแกน Y ยาว 6 หน่วย แกนสังยุคขนานแกน X ยาว 8 หน่วย

ค่าของตัวแปร	หน้า 1.2
$h_2 = 0$ $k_2 = -1$ $a_2 = 3$ $b_2 = 1$	 กราฟที่ได้ เกิดจากการเลื่อนกราฟ $\frac{y^2}{a_2^2} - \frac{x^2}{b_2^2} = 1$ ไป ข้างล่าง 1 หน่วย สมการ คือ $\frac{(y+1)^2}{3^2} - \frac{x^2}{1^2} = 1$ จุดศูนย์กลาง คือ $(0, -1)$ $a =$ 3 $b =$ 1 $c =$ $\sqrt{9+1} = \sqrt{10}$ จุดยอด คือ $(0, 2)$ และ $(0, -4)$ โฟกัส คือ $(0, -1-\sqrt{10})$ และ $(0, -1+\sqrt{10})$ สมการเส้นกำกับ คือ $y = -\frac{3}{4}x - 1$ และ $y = \frac{3}{4}x - 1$ แกนตามขวางขนานแกน Y ยาว 6 หน่วย แกนสังยุคขนานแกน X ยาว 2 หน่วย

รูปแบบมาตรฐานของสมการไฮเพอร์โบลา ที่มีจุดศูนย์กลางอยู่ที่จุด (h, k)



สมการ $\frac{(x-h)^2}{a^2} - \frac{(y-k)^2}{b^2} = 1,\ a > 0,\ b > 0$

แกนตามขวางอยู่ใน แนวนอน (แนวตั้ง/แนวนอน)

จุดศูนย์กลาง (h, k)

จุดยอด $(h-a, k), (h+a, k)$

โฟกัส $(h-c, k), (h+c, k)$

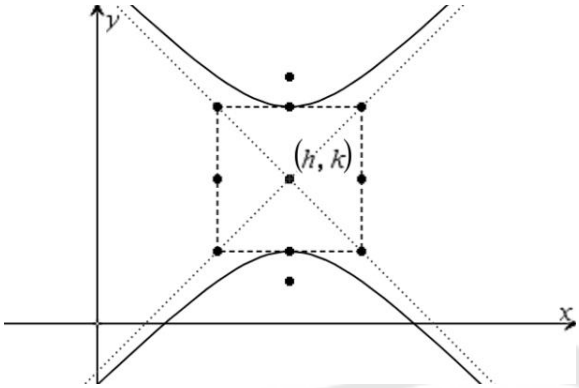
เมื่อ $c^2 = a^2 + b^2$

จุดปลายแกนสังยุค $(h, k-b), (h, k+b)$

สมการเส้นกำกับ $y - k = \pm\frac{b}{a}(x-h)$

แกนตามขวางยาว $2a$ หน่วย

แกนสังยุคยาว $2b$ หน่วย



สมการ $\frac{(y-k)^2}{a^2}-\frac{(x-h)^2}{b^2}=1,\ a>0,\ b>0$

แกนตามขวางอยู่ใน แนวตั้ง (แนวตั้ง/แนวนอน)

จุดศูนย์กลาง $(h,\ k)$

จุดยอด $(h,\ k-a),\ (h,\ k+a)$

โฟกัส $(h,\ k-c),\ (h,\ k+c)$

เมื่อ $c^2=a^2+b^2$

จุดปลายแกนสังยุค $(h-b,\ k),\ (h+b,\ k)$

สมการเส้นกำกับ $y-k=\pm\frac{a}{b}(x-h)$

แกนตามขวางยาว $2a$ หน่วย

แกนสังยุคยาว $2b$ หน่วย

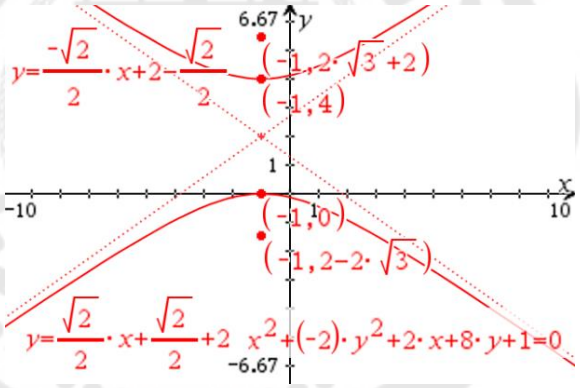
เฉลยใบกิจกรรมที่ 11.2 โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับไฮเพอร์โบลา

คำชี้แจง ในโจทย์ปัญหาแต่ละข้อ ให้นักเรียนแก้ปัญหาโดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS แล้วจึงลงมือแสดงวิธีทำ และให้นักเรียนบันทึกสิ่งที่นักเรียนทำในเครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS โดยกด doc ▶ 1: File ▶ 5: Save As ตั้งชื่อเป็น work11.2-เลขที่-ชื่อ

1. จงแสดงว่าสมการ $x^2-2y^2+2x+8y+1=0$ มีกราฟเป็นไฮเพอร์โบลา แล้วหาจุดศูนย์กลาง จุดยอด โฟกัส สมการเส้นกำกับ ความยาวแกนตามขวาง และความยาวแกนสังยุคของไฮเพอร์โบลา พร้อมทั้งเขียนกราฟ

การใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS ในการแก้ปัญหา ทำได้ดังนี้

ทำการพิมพ์สมการ $x^2-2y^2+2x+8y+1=0$ ลงในเครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS แล้วทำการหาจุดยอด โฟกัส สมการเส้นกำกับ ความยาวแกนตามขวาง และความยาวแกนสังยุค จะได้ดังรูป



วิธีทำ

$$\begin{aligned}
(x^2+2x)-(2y^2-8y) &= -1\\
2(y^2-4y)-(x^2+2x) &= 1\\
2(y^2-4y+4)-(x^2+2x+1) &= 1+8-1\\
2(y-2)^2-(x+1)^2 &= 8\\
\frac{2(y-2)^2}{8}-\frac{(x+1)^2}{8} &= 1\\
\frac{(y-2)^2}{4}-\frac{(x+1)^2}{8} &= 1
\end{aligned}$$

นั่นคือ กราฟเป็นรูปไฮเพอร์โบลาที่มีแกนตามขวางวางตัวในแนวตั้ง

มี $a=\sqrt{4}=2,\ b=\sqrt{8}=2\sqrt{2}$ และ $c=\sqrt{8+4}=2\sqrt{3}$

จุดศูนย์กลางคือ $(-1,\ 2)$ จุดยอดคือ $(-1,\ 0)$ และ $(-1,\ 4)$

โฟกัสคือ $(-1,\ 2-2\sqrt{3})$ และ $(-1,\ 2+2\sqrt{3})$

สมการเส้นกำกับคือ

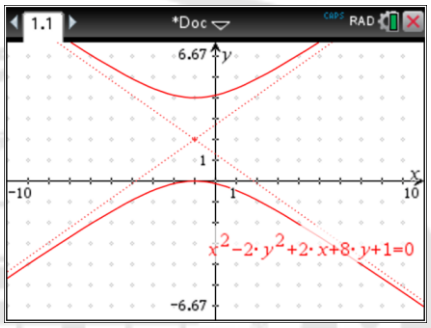
$$y-2 = \pm\frac{2}{2\sqrt{2}}(x+1)$$

$$y = \pm\left(\frac{\sqrt{2}}{2}x+\frac{\sqrt{2}}{2}\right)+2$$

$$= \frac{\sqrt{2}}{2}x+\frac{4+\sqrt{2}}{2} \text{ และ } -\frac{\sqrt{2}}{2}x+\frac{4-\sqrt{2}}{2}$$

แกนตามขวางยาว 4 หน่วย แกนสังยุคยาว $4\sqrt{2}$ หน่วย

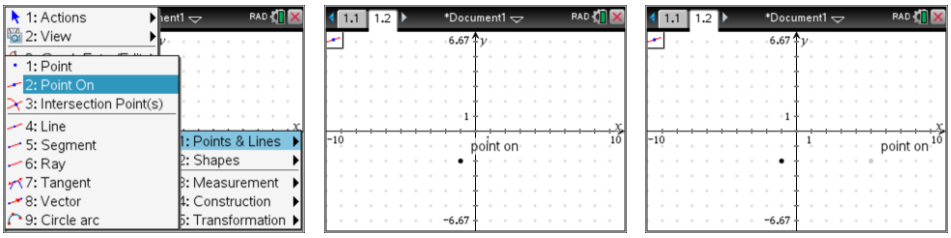
เขียนเป็นกราฟได้ดังนี้



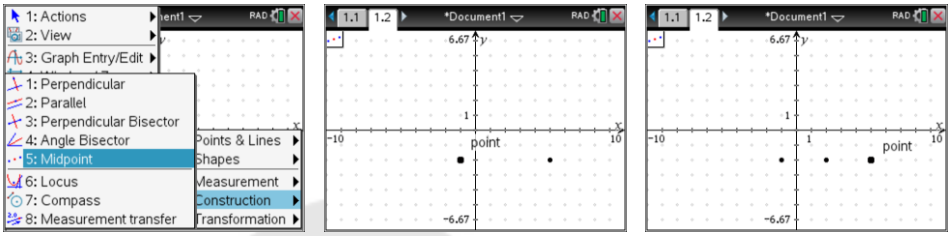
2. จงหาสมการของไฮเพอร์โบลาที่มีโฟกัสอยู่ที่ $(-1,-2)$ และ $(5,-2)$ และแกนตามขวางยาว 4 หน่วย แล้วเขียนสมการไฮเพอร์โบลา

การใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS ในการแก้ปัญหา ทำได้ดังนี้

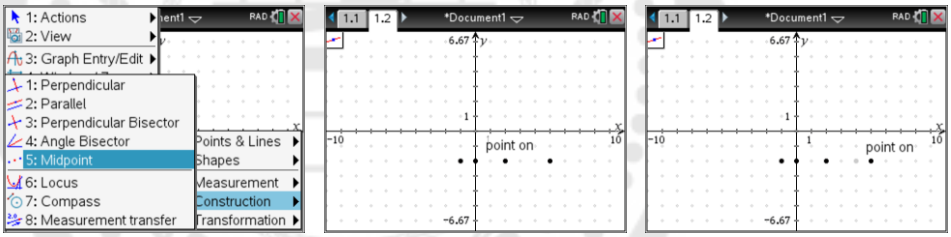
1. เข้าแอพพลิเคชัน Graphs เพิ่ม Dot Grid
2. ลงจุดโฟกัสทั้งสอง โดยกด menu ▶ 8:Geometry ▶ 1:Points & Lines ▶ 2:Point on แล้วนำเคอร์เซอร์มาวางที่พิกัด $(-1,-2)$ แล้วกด enter 2 ครั้ง ทำเช่นเดียวกันนี้กับจุด $(5,-2)$



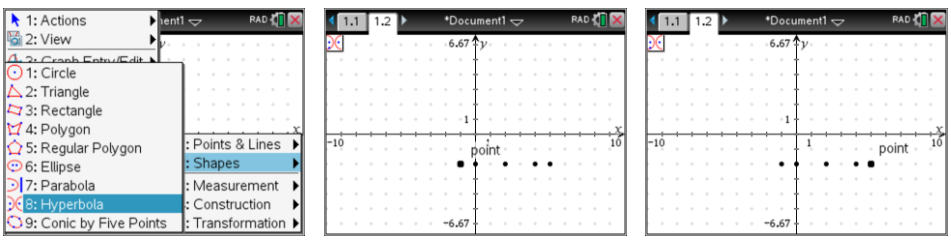
3. สร้างจุดศูนย์กลางไฮเพอร์โบลาจากโฟกัสทั้งสอง โดยกด menu ▶ 8:Geometry ¢ 4: Construction ▶ 5: Midpoint แล้วนำเคอร์เซอร์มาวางที่จุด $(-1,-2)$ แล้วกด enter จากนั้นนำเคอร์เซอร์มาวางที่จุด $(5,-2)$ แล้วกด enter จะได้เป็นจุดศูนย์กลางไฮเพอร์โบลาตามต้องการ

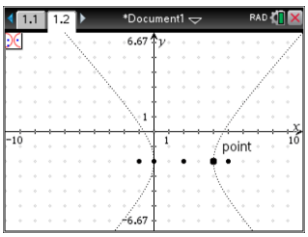


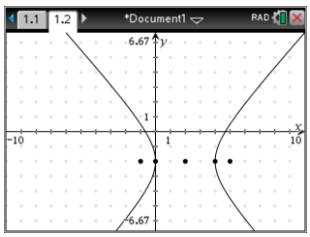
4. จากแกนตามขวางยาว 4 หน่วย และจุดศูนย์กลางที่ได้ ทำให้ทราบว่าจุดยอดจะอยู่ที่จุด $(0,-2)$ และ $(4,-2)$ จึงทำการลงจุดยอดทั้งสอง โดยกด menu ▶ 8:Geometry ▶ 1:Points & Lines ▶ 2:Point on แล้วนำเคอร์เซอร์มาวางที่พิกัด $(0,-2)$ แล้วกด enter 2 ครั้ง ทำเช่นเดียวกันนี้กับจุด $(4,-2)$



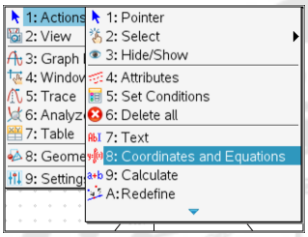
5. ทำการสร้างกราฟของไฮเพอร์โบลาจากโฟกัสทั้งสองและจุดบนไฮเพอร์โบลา 1 จุด (ในที่นี้คือจุดยอด) โดยกด menu ▶ 8:Geometry ▶ 2: Shapes ▶ 8: Hyperbola แล้วนำเคอร์เซอร์มาวางที่จุด $(-1,-2)$ แล้วกด enter จากนั้นนำเคอร์เซอร์มาวางที่จุด $(5,-2)$ แล้วกด enter และนำเคอร์เซอร์มาวางที่จุด $(4,-2)$ แล้วกด enter

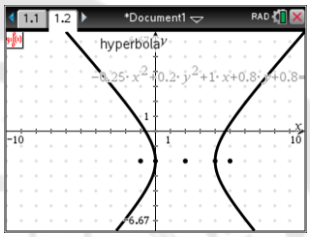


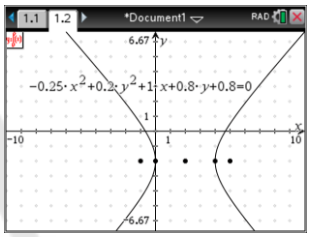




6. ทำการแสดงสมการของกราฟไฮเพอร์โบลา โดยกด menu ▶ 1:Actions ▶ 8:Coordinates and Equations แล้วนำเคอร์เซอร์มาวางที่ไฮเพอร์โบลา แล้วกด enter 2 ครั้ง จะได้สมการของไฮเพอร์โบลาตามต้องการ







วิธีทำ เนื่องจากโฟกัสอยู่ที่ $(-1,-2)$ และ $(5,-2)$ ทำให้ได้ว่าไฮเพอร์โบลาจะวางตัวในแนวนอน

ซึ่งมีสมการอยู่ในรูป $\dfrac{(x-h)^2}{a^2}-\dfrac{(y-k)^2}{b^2}=1$

จุดศูนย์กลางของไฮเพอร์โบลาจะอยู่ระหว่างโฟกัสทั้งสอง หาได้ดังนี้

$$\begin{aligned}(h,\,k) &= \left(\frac{-1+5}{2},\frac{-2+(-2)}{2}\right)\\ &= \left(\frac{4}{2},\frac{-4}{2}\right)\\ &= (2,-2)\end{aligned}$$

จากแกนตามขวางยาว 4 หน่วย ทำให้ได้ว่า $a=2$

และจากโฟกัสทั้งสองที่ทราบ ทำให้ได้ว่า $c=3$

หาค่า b^2 จาก

$$\begin{aligned}c^2 &= a^2+b^2\\ b^2 &= c^2-a^2\\ &= 3^2-2^2\\ &= 9-4\end{aligned}$$

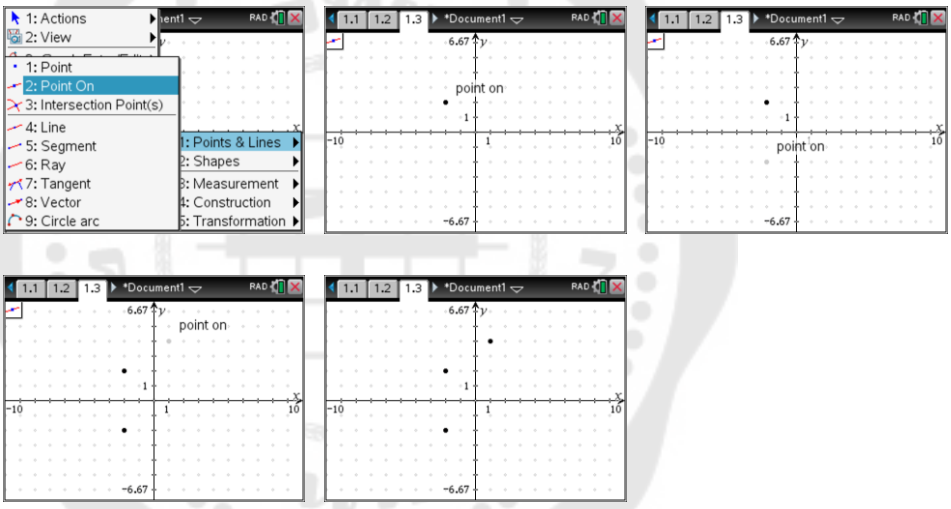
$$= \quad 5$$

ดังนั้น สมการของไฮเพอร์โบลา คือ $\frac{(x-2)^2}{4}-\frac{(y+2)^2}{5}=1$

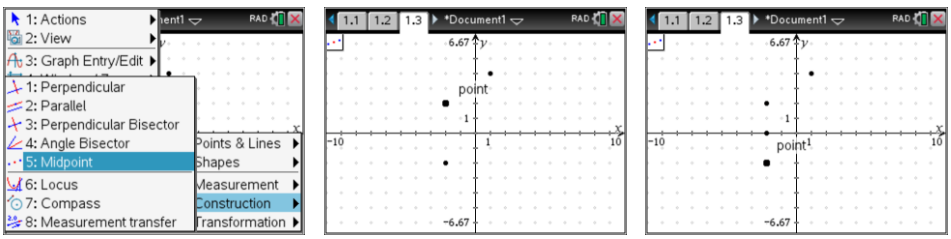
3. จงหาสมการไฮเพอร์โบลาที่มีจุดยอดที่ $(-2, 2)$ และ $(-2, -2)$ และผ่านจุด $(1, 4)$

การใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS ในการแก้ปัญหา ทำได้ดังนี้

1. เข้าแอพพลิเคชัน Graphs เพิ่ม Dot Grid
2. ลงจุดของจุดยอดทั้งสองและจุด $(1, 4)$ โดยกด menu ▶ 8:Geometry ▶ 1:Points & Lines ▶ 2:Point on แล้วนำเคอร์เซอร์มาวางที่พิกัด $(-2, 2)$ แล้วกด enter 2 ครั้ง ทำเช่นเดียวกันนี้กับจุด $(-2, -2)$ และ $(1, 4)$



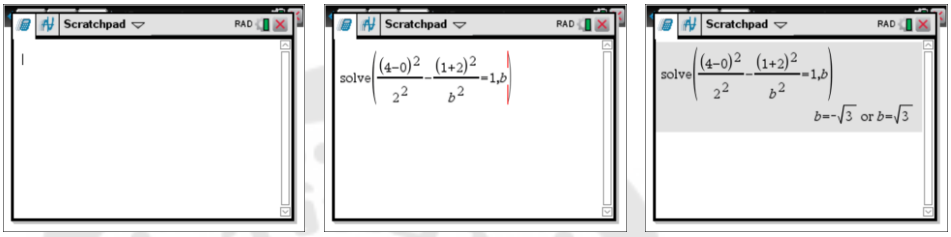
3. ทำการหาพิกัดของจุดศูนย์กลางของไฮเพอร์โบลาจากจุดยอดทั้งสอง โดยกด menu ▶ 8:Geometry ▶ 4: Construction ▶ 5: Midpoint แล้วนำเคอร์เซอร์มาวางที่จุด $(-2, 2)$ แล้วกด enter จากนั้นนำเคอร์เซอร์มาวางที่จุด $(-2, -2)$ แล้วกด enter จะได้เป็นจุดศูนย์กลางไฮเพอร์โบลาตามต้องการ



4. จะเห็นว่าไฮเพอร์โบลาจะวางตัวในแนวตั้ง ซึ่งมีสมการอยู่ในรูป

$\frac{(y-k)^2}{a^2}-\frac{(x-h)^2}{b^2}=1$ มี $a=2$ จุดศูนย์กลางคือ $(-2,\ 0)$ และกราฟผ่านจุด $(1,\ 4)$

5. ทำการหาค่า b^2 โดยกด » แล้วพิมพ์ $solve\left(\frac{(4-0)^2}{2^2}-\frac{(1+2)^2}{b^2}=1,\ b\right)$ จากนั้นกด enter จะได้เป็นค่า b ซึ่งทำให้ได้ว่า $b^2=3$



6. ดังนั้น สมการไฮเพอร์โบลา คือ $\frac{y^2}{4}-\frac{(x+2)^2}{3}=1$

วิธีทำ เนื่องจากจุดยอดอยู่ที่จุด $(-2,\ 2)$ และ $(-2,\ -2)$ ทำให้ได้ว่าไฮเพอร์โบลาจะวางตัวในแนวตั้ง ซึ่งมีสมการอยู่ในรูป $\frac{(y-k)^2}{a^2}-\frac{(x-h)^2}{b^2}=1$

จุดศูนย์กลางของไฮเพอร์โบลาจะอยู่ระหว่างจุดยอดทั้งสอง หาได้ดังนี้

$$(h,\ k) = \left(\frac{-2+(-2)}{2},\ \frac{2+(-2)}{2}\right)$$
$$= \left(\frac{-4}{2},\ \frac{0}{2}\right)$$
$$= (-2,\ 0)$$

จากจุดยอดทั้งสองที่ทราบ ทำให้ได้ว่า $a=2$ และกราฟผ่านจุด $(1,\ 4)$ หาค่า b^2 ได้ดังนี้

$$\frac{(y-k)^2}{a^2}-\frac{(x-h)^2}{b^2} = 1$$
$$\frac{(4-0)^2}{2^2}-\frac{(1+2)^2}{b^2} = 1$$
$$\frac{16}{4}-\frac{9}{b^2} = 1$$
$$4-\frac{9}{b^2} = 1$$

$$3 = \frac{9}{b^2}$$

$$b^2 = 3$$

ดังนั้น สมการของไฮเพอร์โบลา คือ $\frac{y^2}{4} - \frac{(x+2)^2}{3} = 1$

ภาคผนวก จ

- **ตัวอย่างแบบทดสอบย่อย**
- **แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องภาคตัดกรวย**
- **ตัวอย่างเฉลยแบบทดสอบย่อย**
- **เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องภาคตัดกรวย**
- **แบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนต่อชุดกิจกรรมการเรียนการสอน เรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ** TI–Nspire CX CAS

แบบทดสอบย่อยครั้งที่ 1 เรื่องวงกลม

ตอนที่ 1 แบบทดสอบที่ใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS ประกอบการสอน

คำชี้แจง ให้นักเรียนเติมคำตอบในช่องว่างให้ถูกต้อง และบันทึกสิ่งที่ทำในเครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS โดยกด ctrl S ด้วยชื่อ Test1-เลขที่-ชื่อ (เช่น Test1-99-Thasaphon)

1. สมการวงกลมที่มีจุดศูนย์กลางอยู่ในจตุภาคที่ 2 มีรัศมียาว 5 หน่วย และสัมผัสกับเส้นตรง $3x-4y-9=0$ ที่จุด $(-1,-3)$ ได้แก่.....

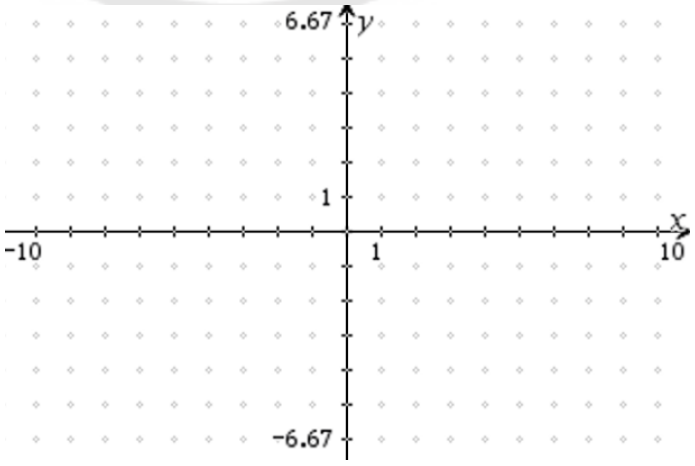
ตอนที่ 2 แบบทดสอบที่ไม่ใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS ประกอบการสอน

1. ในแต่ละข้อต่อไปนี้ จงเติมคำตอบให้ถูกต้อง พร้อมทั้งเขียนกราฟ

1.1 $(x+4)^2+(y-2)^2=4$

จุดศูนย์กลาง คือ..... รัศมียาว.....หน่วย

เขียนเป็นกราฟได้ ดังนี้

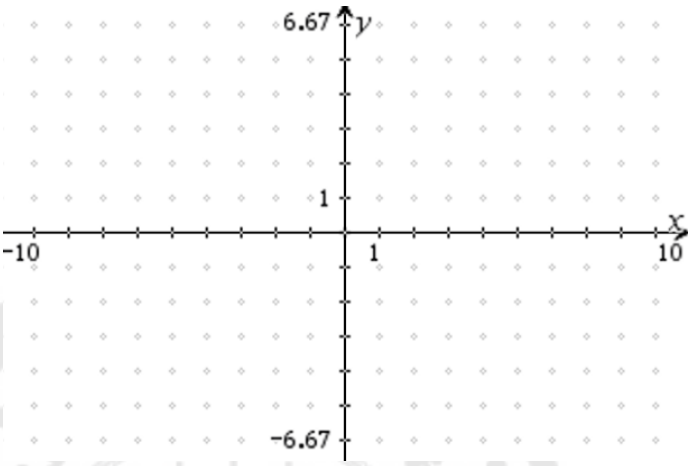


1.2 $x^2+y^2+2x-4y-11=0$

รูปแบบมาตรฐาน คือ.....

จุดศูนย์กลาง คือ..... รัศมียาว.....หน่วย

เขียนเป็นกราฟได้ ดังนี้

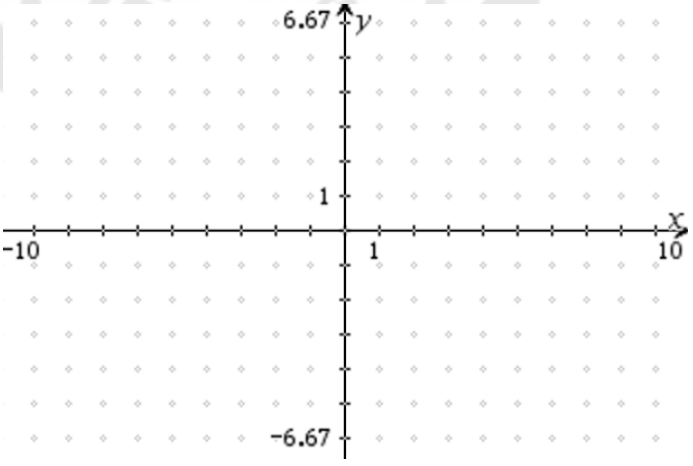


1.3 $2x^2+2y^2-8x+16y+32=0$

รูปแบบมาตรฐาน คือ.....

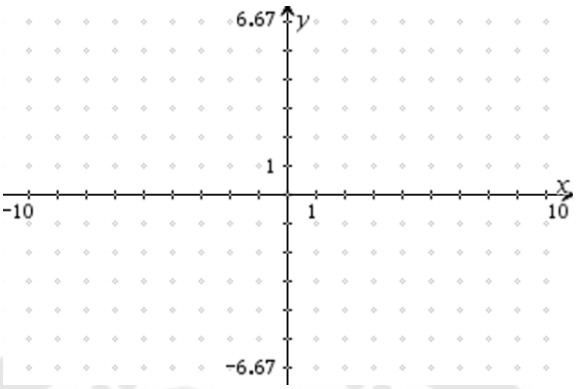
จุดศูนย์กลาง คือ..... รัศมียาว.....หน่วย

เขียนเป็นกราฟได้ ดังนี้



2. จงหาสมการวงกลมที่มีส่วนของเส้นตรงที่เชื่อมจุด $(-2, 1)$ และ $(6, -3)$ เป็นเส้นผ่านศูนย์กลาง พร้อมทั้งเขียนกราฟ

วิธีทำ



……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

แบบทดสอบย่อยครั้งที่ 2 เรื่องวงรี

ตอนที่ 1 แบบทดสอบที่ใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS ประกอบการสอน

คำชี้แจง ให้นักเรียนเติมคำตอบในช่องว่างให้ถูกต้อง และบันทึกสิ่งที่ทำในเครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS โดยกด ctrl S ด้วยชื่อ Test2-เลขที่-ชื่อ (เช่น Test2-99-Thasaphon)

1. สมการวงรีที่มีโฟกัสทั้งสองอยู่ที่จุดศูนย์กลางของวงกลม $x^2+y^2-6x-4y=0$ และ $x^2+y^2-6x+8y+23=0$ และแกนโทยาวเท่ากับระยะห่างระหว่างโฟกัสทั้งสอง ได้แก่.....

ตอนที่ 2 แบบทดสอบที่ไม่ใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS ประกอบการสอน

1. ในแต่ละข้อต่อไปนี้ จงเติมคำตอบให้ถูกต้อง พร้อมทั้งเขียนกราฟ

1.1 $\frac{(x+3)^2}{9}+\frac{(y-1)^2}{25}=1$

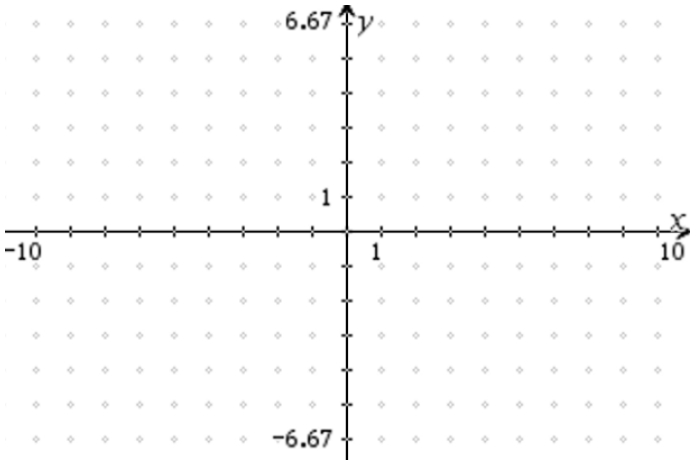
จุดศูนย์กลาง คือ..... จุดยอด คือ.....

โฟกัส คือ..... ความเยื้องศูนย์กลาง คือ.....

แกนเอกขนานแกน..... มีความยาว.....หน่วย

แกนโทขนานแกน..... มีความยาว.....หน่วย

เขียนเป็นกราฟได้ ดังนี้



1.2 $5(x+2)^2+9(y+2)^2=45$

รูปแบบมาตรฐาน คือ……

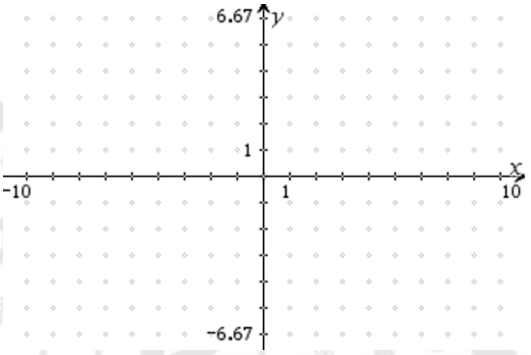
จุดศูนย์กลาง คือ…… จุดยอด คือ……

โฟกัส คือ…… ความเยื้องศูนย์กลาง คือ……..

แกนเอกขนานแกน…… มีความยาว……หน่วย

แกนโทขนานแกน…..…… มีความยาว……หน่วย

เขียนเป็นกราฟได้ ดังนี้



1.3 $4x^2+36y^2+8x-140=0$

รูปแบบมาตรฐาน คือ……

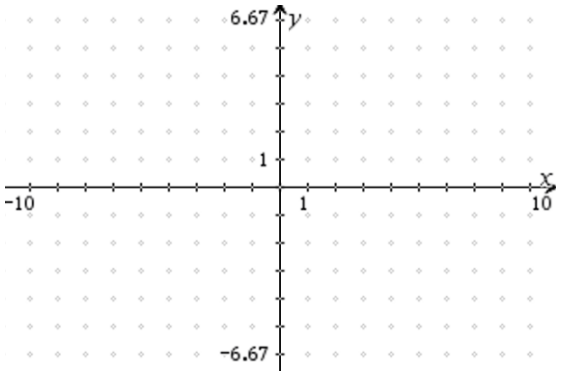
จุดศูนย์กลาง คือ…… จุดยอด คือ……

โฟกัส คือ…… ความเยื้องศูนย์กลาง คือ……..

แกนเอกขนานแกน…… มีความยาว……หน่วย

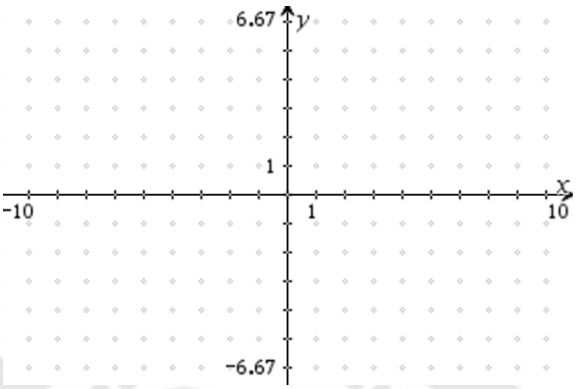
แกนโทขนานแกน…..…… มีความยาว……หน่วย

เขียนเป็นกราฟได้ ดังนี้



2. จงหาสมการวงรีที่มีผลบวกของระยะทางจากจุดใด ๆ บนวงรีไปยังโฟกัส $(4, 2)$ และ $(4, -4)$ เท่ากับ 10 หน่วย

วิธีทำ



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แบบทดสอบ เรื่องภาคตัดกรวย

คำชี้แจง จากรูปแบบทั่วไปของสมการภาคตัดกรวยต่อไปนี้ ให้นักเรียนระบุชนิดของภาคตัดกรวย และรูปแบบมาตรฐานของสมการนั้น แล้วเขียนกราฟและเติมคำตอบในช่องว่างให้ถูกต้อง

1. $x^2 + y^2 + 2x - 4y - 11 = 0$

เป็นสมการ……. รูปแบบมาตรฐาน คือ.....

จุดศูนย์กลาง คือ..... รัศมียาว.....หน่วย

จุดยอด คือ..... โฟกัส คือ.....

ความเยื้องศูนย์กลาง คือ…… เลตัสเรกตัมยาว.....หน่วย

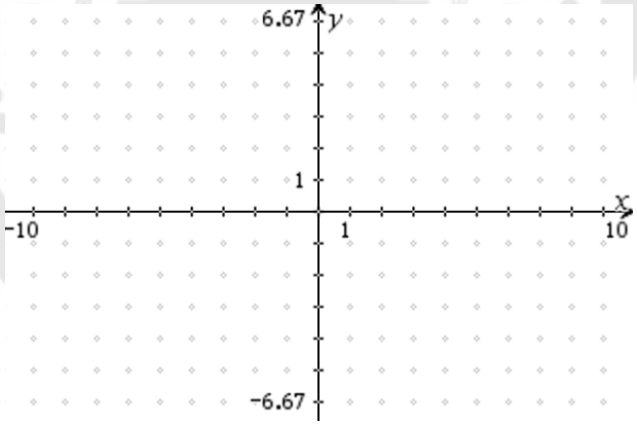
แกนเอกยาว.....หน่วย แกนโทยาว.....หน่วย

สมการไดเรกตริกซ์ คือ.....

แกนตามขวางยาว.....หน่วย แกนสังยุคยาว.....หน่วย

สมการเส้นกำกับ คือ.....

เขียนเป็นกราฟได้ ดังนี้



2. $x^2 - 4x - 12y - 20 = 0$

เป็นสมการ…… รูปแบบมาตรฐาน คือ.....

จุดศูนย์กลาง คือ..... รัศมียาว.....หน่วย

จุดยอด คือ..... โฟกัส คือ.....

ความเยื้องศูนย์กลาง คือ…… เลตัสเรกตัมยาว.....หน่วย

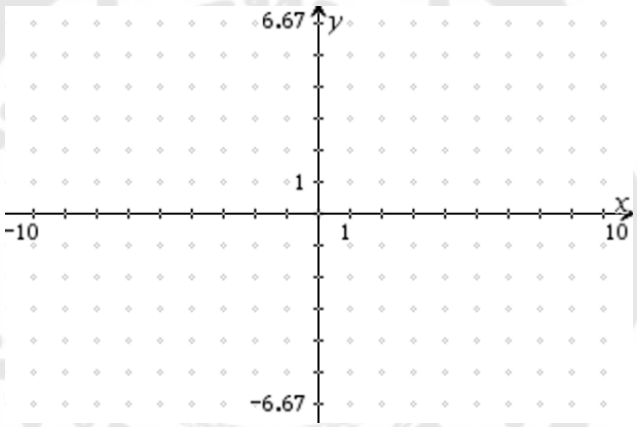
แกนเอกยาว.....หน่วย แกนโทยาว.....หน่วย

สมการไดเรกตริกซ์ คือ.....

แกนตามขวางยาว.....หน่วย แกนสังยุคยาว.....หน่วย

สมการเส้นกำกับ คือ.....

เขียนเป็นกราฟได้ ดังนี้



3. $20x^2 - 25y^2 + 160x + 420 = 0$

เป็นสมการ…… รูปแบบมาตรฐาน คือ.....

จุดศูนย์กลาง คือ..... รัศมียาว.....หน่วย

จุดยอด คือ..... โฟกัส คือ.....

ความเยื้องศูนย์กลาง คือ…… เลตัสเรกตัมยาว.....หน่วย

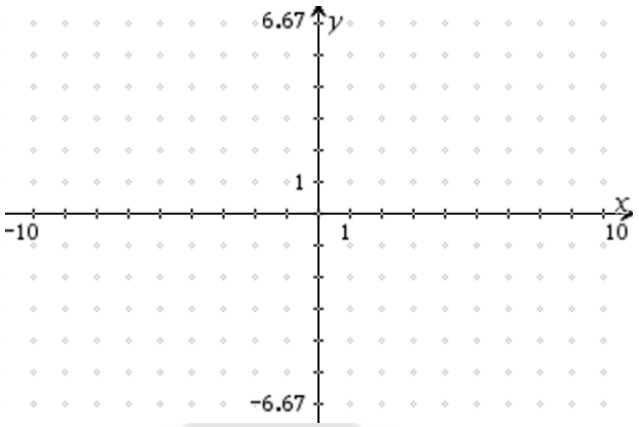
แกนเอกยาว.....หน่วย แกนโทยาว.....หน่วย

สมการไดเรกตริกซ์ คือ.....

แกนตามขวางยาว.....หน่วย แกนสังยุคยาว.....หน่วย

สมการเส้นกำกับ คือ.....

เขียนเป็นกราฟได้ ดังนี้



4. $9x^2+5y^2+36x-10y-4=0$

เป็นสมการ…… รูปแบบมาตรฐาน คือ.....

จุดศูนย์กลาง คือ..... รัศมียาว.....หน่วย

จุดยอด คือ..... โฟกัส คือ.....

ความเยื้องศูนย์กลาง คือ…… เลตัสเรกตัมยาว.....หน่วย

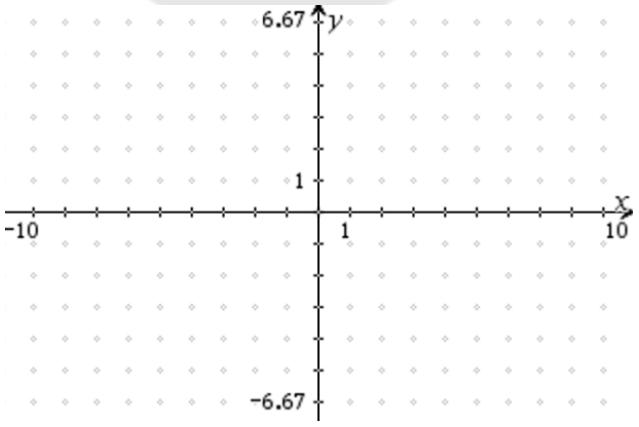
แกนเอกยาว.....หน่วย แกนโทยาว.....หน่วย

สมการไดเรกตริกซ์ คือ.....

แกนตามขวางยาว.....หน่วย แกนสังยุคยาว.....หน่วย

สมการเส้นกำกับ คือ.....

เขียนเป็นกราฟได้ ดังนี้



2. จงระบุชนิดของสมการภาคตัดกรวยต่อไปนี้

2.1 $2x^2+7y^2+5x+4y+1=0$ .....

2.2 $-5x^2+8y^2+3x-10y+25=0$ .....

2.3 $-15x^2-64y^2-4x-7y+20=0$ .....

2.4 $3x^2+3y^2+4x-5y-10=0$ .....

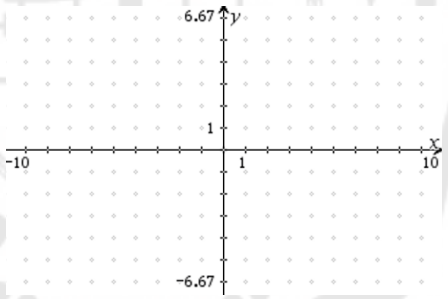
2.5 $-4y^2+2x-7y=0$ .....

2.6 $9x^2-7x-8y-6=0$ .....

2.7 $7x^2-9y^2+12x+15y-26=0$ .....

3. จงหารูปแบบมาตรฐานของสมการวงรีที่มีโฟกัสอยู่ที่จุดยอดของไฮเพอร์โบลา $\frac{(x+1)^2}{9}-\frac{(y+2)^2}{7}=1$ และจุดยอดอยู่ที่โฟกัสของไฮเพอร์โบลานี้

วิธีทำ



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

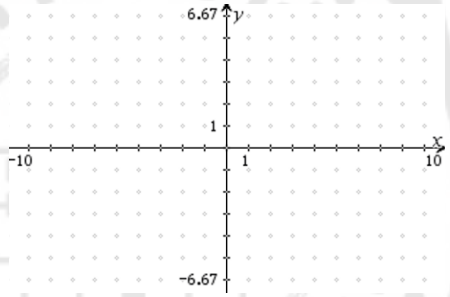
.....

.....

.....

4. จงหารูปแบบมาตรฐานของสมการพาราโบลาที่มีเลตัสเรกตัมขนานกับแกน Y และมีความยาวเท่ากับเส้นผ่านศูนย์กลางของวงกลม $2x^2+2y^2-12x+8y+18=0$ จุดยอดอยู่ที่จุดศูนย์กลางของวงกลมนี้ และกราฟไม่ตัดแกน Y

วิธีทำ



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เฉลยแบบทดสอบย่อยครั้งที่ 1 เรื่องวงกลม

ตอนที่ 1 แบบทดสอบที่ใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS ประกอบการสอน

คำชี้แจง ให้นักเรียนเติมคำตอบในช่องว่างให้ถูกต้อง และบันทึกสิ่งที่ทำในเครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS โดยกด ctrl S ด้วยชื่อ Test1-เลขที่-ชื่อ (เช่น Test1-99-Thasaphon)

1. สมการวงกลมที่มีจุดศูนย์กลางอยู่ในจตุภาคที่ 2 มีรัศมียาว 5 หน่วย และสัมผัสกับเส้นตรง $3x-4y-9=0$ ที่จุด $(-1,-3)$ ได้แก่ $(x+4)^2+(y-1)^2=5^2$

แนวคิด สร้างเส้นตรง $3x-4y-9=0$ แล้วลงจุด $(-1,-3)$ จากนั้นสร้างเส้นตั้งฉากเส้นตรง $3x-4y-9=0$ ที่จุด $(-1,-3)$ แล้วสร้างวงกลมที่มีจุดศูนย์กลางที่จุด $(-1,-3)$ รัศมียาว 5 หน่วย หาจุดตัดของวงกลมกับเส้นตั้งฉากที่อยู่ในจตุภาคที่ 2 จะได้เป็นจุดศูนย์กลางของวงกลมที่ต้องการ

เกณฑ์การให้คะแนน

ส่วนการตอบคำถาม

ระดับคะแนน	คำอธิบาย
1	ตอบได้ถูกต้อง
0	ตอบไม่ถูกต้อง หรือไม่ตอบ

ส่วนการแสดงแนวคิดในเครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS

ระดับคะแนน	คำอธิบาย
4	สร้างเส้นตรง $3x-4y-9=0$ สร้างจุด $(-1,-3)$ สร้างจุด $(-4,1)$ ซึ่งเป็นจุดศูนย์กลางของวงกลม และสร้างวงกลมได้ถูกต้อง
3	สร้างเส้นตรง $3x-4y-9=0$ สร้างจุด $(-1,-3)$ และสร้างจุด $(-4,1)$ ซึ่งเป็นจุดศูนย์กลางของวงกลมได้ถูกต้อง
2	สร้างเส้นตรง $3x-4y-9=0$ **และ**สร้างจุด $(-1,-3)$ ได้ถูกต้อง
1	สร้างเส้นตรง $3x-4y-9=0$ **หรือ**สร้างจุด $(-1,-3)$ ได้ถูกต้อง
0	แนวคิดที่แสดงไม่เกี่ยวข้องกับคำถาม หรือไม่แสดงแนวคิด

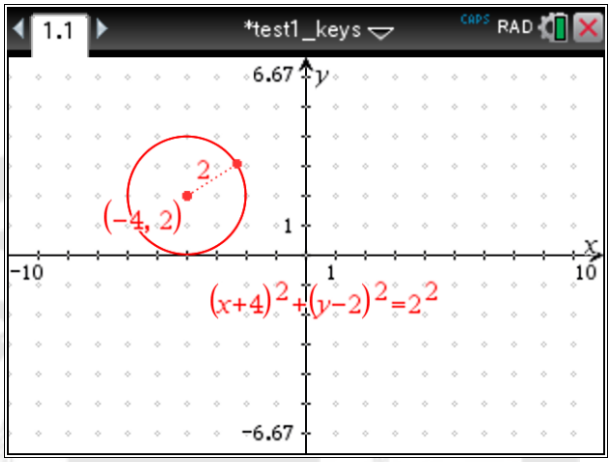
ตอนที่ 2 แบบทดสอบที่ไม่ใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS ประกอบการสอบ

1. ในแต่ละข้อต่อไปนี้ จงเติมคำตอบให้ถูกต้อง พร้อมทั้งเขียนกราฟ (ช่องละ 1 คะแนน และวาดกราฟ 1 คะแนน แล้วทำเป็นคะแนนเต็มข้อละ 2 คะแนน)

1.1 $(x+4)^2+(y-2)^2=4$

จุดศูนย์กลาง คือ $(-4, 2)$ รัศมียาว 2 หน่วย

เขียนเป็นกราฟได้ ดังนี้

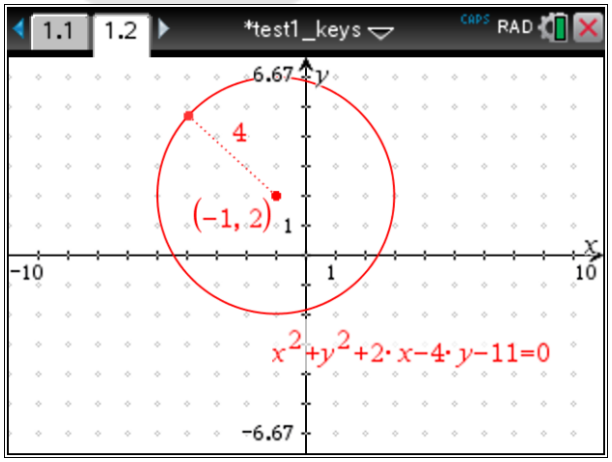


1.2 $x^2+y^2+2x-4y-11=0$

รูปแบบมาตรฐาน คือ $(x+1)^2+(y-2)^2=4^2$

จุดศูนย์กลาง คือ $(-1, 2)$ รัศมียาว 4 หน่วย

เขียนเป็นกราฟได้ ดังนี้

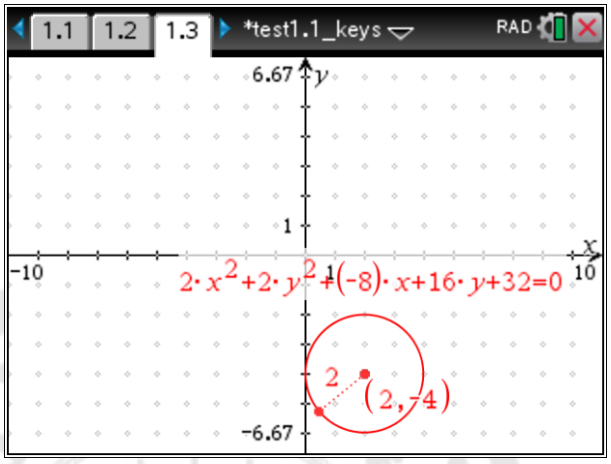


1.3 $2x^2+2y^2-8x+16y+32=0$

รูปแบบมาตรฐาน คือ $(x-2)^2+(y+4)^2=2^2$

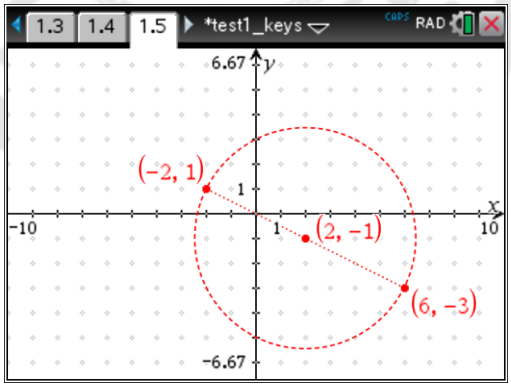
จุดศูนย์กลาง คือ $(2,-4)$ รัศมียาว 2 หน่วย

เขียนเป็นกราฟได้ ดังนี้



2. จงหาสมการวงกลมที่มีส่วนของเส้นตรงที่เชื่อมจุด $(-2,1)$ และ $(6,-3)$ เป็นเส้นผ่านศูนย์กลาง

วิธีทำ



เนื่องจากส่วนของเส้นตรงที่เชื่อมจุด $(-2,1)$ และ $(6,-3)$ เป็นเส้นผ่านศูนย์กลาง จึงได้ว่าจุดกึ่งกลางระหว่างจุด $(-2,1)$ และ $(6,-3)$ จะเป็นจุดศูนย์กลางของวงกลม จากสูตรจุดกึ่งกลางระหว่างจุดสองจุด จะได้

$$(h,k) = \left(\frac{-2+6}{2}, \frac{1+(-3)}{2}\right)$$

$$= \left(\frac{4}{2}, \frac{-2}{2}\right)$$

$$= (2, -1)$$

นั่นคือ จุดศูนย์กลางของวงกลม คือ $(2, -1)$

และรัศมีของวงกลมคือระยะห่างระหว่างจุดศูนย์กลางของวงกลมกับจุดบนวงกลม

จะได้ว่า รัศมีของวงกลมคือระยะห่างระหว่างจุด $(2, -1)$ และ $(-2, 1)$

จากสูตรระยะห่างระหว่างจุดสองจุด จะได้

$$d = \sqrt{((-2)-2)^2 + (1-(-1))^2}$$

$$= \sqrt{(-4)^2 + 2^2}$$

$$= \sqrt{16+4}$$

$$= \sqrt{20}$$

$$= 2\sqrt{5}$$

นั่นคือ รัศมีของวงกลมยาว $2\sqrt{5}$ หน่วย

ดังนั้น สมการของวงกลม คือ $(x-2)^2 + (y+1)^2 = (2\sqrt{5})^2$ หรือ

$(x-2)^2 + (y+1)^2 = 20$

เกณฑ์การให้คะแนน

ส่วนการตอบคำถาม

ระดับคะแนน	คำอธิบาย
1	ตอบได้ถูกต้อง
0	ตอบไม่ถูกต้อง หรือไม่ตอบ

ส่วนการแสดงวิธีทำ

ระดับคะแนน	คำอธิบาย
4	แสดงวิธีการหาจุดศูนย์กลางของวงกลมได้ถูกต้อง **และ**แสดงการหารัศมีได้ถูกต้อง
2	แสดงวิธีการหาจุดศูนย์กลางของวงกลมได้ถูกต้อง **หรือ**แสดงการหารัศมีได้ถูกต้อง
0	วิธีทำที่แสดงไม่เกี่ยวข้องกับคำถาม หรือไม่แสดงวิธีทำ

เฉลยแบบทดสอบย่อยครั้งที่ 2 เรื่องวงรี

ตอนที่ 1 แบบทดสอบที่ใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS ประกอบการสอบ

คำชี้แจง ให้นักเรียนเติมคำตอบในช่องว่างให้ถูกต้อง และบันทึกสิ่งที่ทำในเครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS โดยกด ctrl S ด้วยชื่อ Test2-เลขที่-ชื่อ (เช่น Test2-99-Thasaphon)

1. สมการวงรีที่มีโฟกัสทั้งสองอยู่ที่จุดศูนย์กลางของวงกลม $x^2+y^2-6x-4y=0$ และ $x^2+y^2-6x+8y+23=0$ และแกนโทยาวเท่ากับระยะห่างระหว่างโฟกัสทั้งสอง

ได้แก่ $0.11x^2+0.056y^2-0.67x+0.11y+0.056=0$ หรือ $\frac{(x-3)^2}{9}+\frac{(y+1)^2}{18}=1$

แนวคิด สร้างวงกลม $x^2+y^2-6x-4y=0$ และ $x^2+y^2-6x+8y+23=0$ แล้วหาจุดศูนย์กลางของวงกลมทั้งสองได้เป็นจุด $(3,\ 2)$ และ $(3,\ -4)$ ตามลำดับ ทำให้ได้ว่าจุด $(3,\ -1)$ เป็นจุดศูนย์กลางของวงรี จากนั้นหาจุดที่อยู่บนวงรี จากข้อมูลที่ว่าแกนโทยาวเท่ากับระยะห่างระหว่างโฟกัสทั้งสอง จะได้ว่าแกนโทยาว 6 หน่วย นั่นคือ $b=3$ ทำให้ได้ว่า $(6,\ -1)$ เป็นจุดปลายแกนโทจุดหนึ่งของวงรี แล้วทำการสร้างวงรีจากโฟกัสทั้งสองและจุดบนวงรี

เกณฑ์การให้คะแนน

ส่วนการตอบคำถาม

ระดับคะแนน	คำอธิบาย
1	ตอบได้ถูกต้อง
0	ตอบไม่ถูกต้อง หรือไม่ตอบ

ส่วนการแสดงแนวคิดในเครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS

ระดับคะแนน	คำอธิบาย
4	สร้างวงกลมทั้งสอง หาจุดศูนย์กลางของวงกลม หาจุดศูนย์กลางของวงรี หาจุดที่อยู่บนวงรีได้อย่างน้อย 1 จุด และสร้างวงรีได้ถูกต้อง
3	สร้างวงกลมทั้งสอง หาจุดศูนย์กลางของวงกลม หาจุดศูนย์กลางของวงรี และหาจุดที่อยู่บนวงรีได้อย่างน้อย 1 จุด
2	สร้างวงกลมทั้งสอง หาจุดศูนย์กลางของวงกลม และหาจุดศูนย์กลางของวงรีได้ถูกต้อง
1	สร้างวงกลมทั้งสองและหาจุดศูนย์กลางของวงกลมได้ถูกต้อง
0	แนวคิดที่แสดงไม่เกี่ยวข้องกับคำถาม หรือไม่แสดงแนวคิด

ตอนที่ 2 แบบทดสอบที่ไม่ใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS ประกอบการสอบ

1. ในแต่ละข้อต่อไปนี้ จงเติมคำตอบให้ถูกต้อง พร้อมทั้งเขียนกราฟ (ช่องละ 1 คะแนน และวาดกราฟ 1 คะแนน แล้วทำเป็นคะแนนเต็มข้อละ 2 คะแนน)

1.1 $\frac{(x+3)^2}{9}+\frac{(y-1)^2}{25}=1$

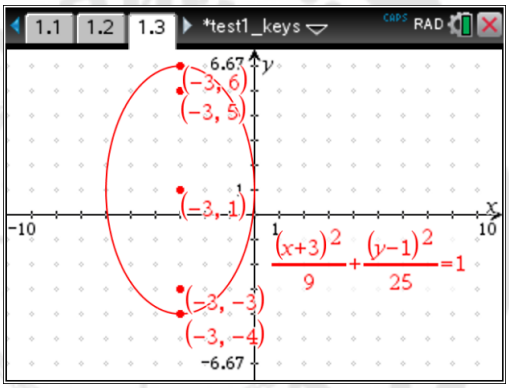
จุดศูนย์กลาง คือ $(-3, 1)$ จุดยอด คือ $(-3, 6)$ และ $(-3, -4)$

โฟกัส คือ $(-3, 5)$ และ $(-3, -3)$ ความเยื้องศูนย์กลาง คือ $\frac{4}{5}$

แกนเอกขนานแกน Y มีความยาว 10 หน่วย

แกนโทขนานแกน X มีความยาว 6 หน่วย

เขียนเป็นกราฟได้ ดังนี้



1.2 $5(x+2)^2+9(y+2)^2=45$

รูปแบบมาตรฐาน คือ $\frac{(x+2)^2}{9}+\frac{(y+2)^2}{5}=1$

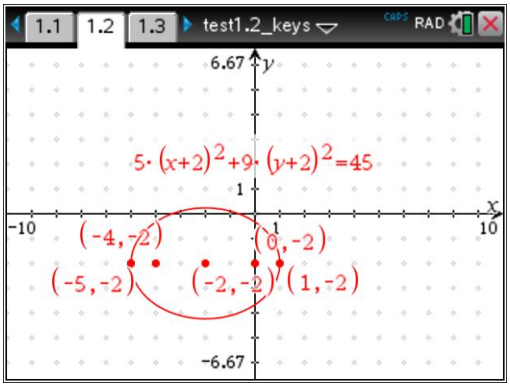
จุดศูนย์กลาง คือ $(-2, -2)$ จุดยอด คือ $(-5, -2)$ และ $(1, -2)$

โฟกัส คือ $(-4, -2)$ และ $(0, -2)$ ความเยื้องศูนย์กลาง คือ $\frac{2}{3}$

แกนเอกขนานแกน X มีความยาว 6 หน่วย

แกนโทขนานแกน Y มีความยาว $2\sqrt{5}$ หน่วย

เขียนเป็นกราฟได้ ดังนี้



1.3 $4x^2+36y^2+8x-140=0$

รูปแบบมาตรฐาน คือ $\frac{(x+1)^2}{36}+\frac{y^2}{4}=1$

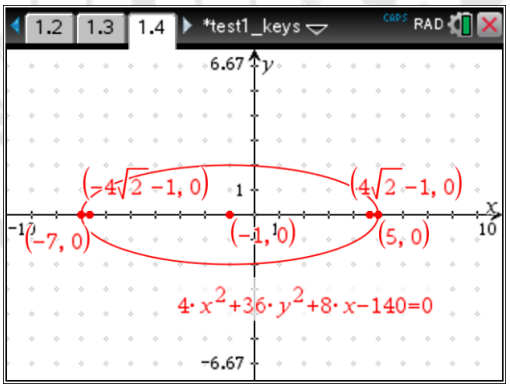
จุดศูนย์กลาง คือ $(-1,\ 0)$ จุดยอด คือ $(-7,\ 0)$ และ $(5,\ 0)$

โฟกัส คือ $(-4\sqrt{2}-1,\ 0)$ และ $(4\sqrt{2}-1,\ 0)$ ความเยื้องศูนย์กลาง คือ $\frac{2\sqrt{2}}{3}$

แกนเอกขนานแกน X มีความยาว 12 หน่วย

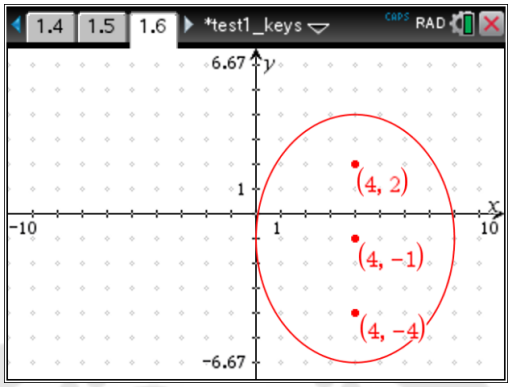
แกนโทขนานแกน Y มีความยาว 4 หน่วย

เขียนเป็นกราฟได้ ดังนี้



3. จงหาสมการวงรีที่มีผลบวกของระยะทางจากจุดใด ๆ บนวงรีไปยังโฟกัส $(4, 2)$ และ $(4, -4)$ เท่ากับ 10 หน่วย

วิธีทำ



เนื่องจากผลบวกของระยะทางจากจุดใด ๆ บนวงรีไปยังโฟกัส $(4, 2)$ และ $(4, -4)$ เท่ากับ 10 หน่วย จะได้ว่า $2a = 10$ นั่นคือ $a = 5$

จากโฟกัสคือจุด $(4, 2)$ และ $(4, -4)$ จะได้ว่าเป็นวงรีที่มีแกนเอกขนานกับแกน Y

และจะได้ว่า ระยะห่างระหว่างโฟกัสทั้งสองคือ 6 หน่วย

ทำให้ได้ว่า $2c = 6$ นั่นคือ $c = 3$

หา b^2 จาก

$$\begin{aligned} a^2 &= b^2 + c^2 \\ b^2 &= a^2 - c^2 \\ &= 5^2 - 3^2 \\ &= 25 - 9 \\ &= 16 \end{aligned}$$

และจุดศูนย์กลางของวงรี คือจุดกึ่งกลางระหว่างโฟกัสทั้งสอง

จะได้ว่า จุดศูนย์กลางของวงรีคือจุดกึ่งกลางระหว่างจุด $(4, 2)$ และ $(4, -4)$

จากสูตรจุดกึ่งกลางระหว่างจุดสองจุด จะได้

$$\begin{aligned} (h, k) &= \left(\frac{4+4}{2}, \frac{2+(-4)}{2}\right) \\ &= \left(\frac{8}{2}, \frac{-2}{2}\right) \\ &= (4, -1) \end{aligned}$$

นั่นคือ จุดศูนย์กลางของวงรี คือ $(4, -1)$

ดังนั้น สมการของวงรี คือ $\frac{(x-4)^2}{16}+\frac{(y+1)^2}{25}=1$

เกณฑ์การให้คะแนน

ส่วนการตอบคำถาม

ระดับคะแนน	คำอธิบาย
1	ตอบได้ถูกต้อง
0	ตอบไม่ถูกต้อง หรือไม่ตอบ

ส่วนการแสดงวิธีทำ

ระดับคะแนน	คำอธิบาย
4	แสดงวิธีการหาค่าความยาวแกนเอก ค่าความยาวแกนโท ค่าสองเท่าของระยะโฟกัส และจุดศูนย์กลางของวงรีได้ถูกต้องทั้งหมด
3	แสดงวิธีการหาค่าความยาวแกนเอก ค่าความยาวแกนโท ค่าสองเท่าของระยะโฟกัส หรือจุดศูนย์กลางของวงรีได้ถูกต้อง สามอย่างจากสี่อย่าง
2	แสดงวิธีการหาค่าความยาวแกนเอก ค่าความยาวแกนโท ค่าสองเท่าของระยะโฟกัส หรือจุดศูนย์กลางของวงรีได้ถูกต้อง สองอย่างจากสี่อย่าง
1	แสดงวิธีการหาค่าความยาวแกนเอก ค่าความยาวแกนโท ค่าสองเท่าของระยะโฟกัส หรือจุดศูนย์กลางของวงรีได้ถูกต้อง อย่างใดอย่างหนึ่ง
0	วิธีทำที่แสดงไม่เกี่ยวข้องกับคำถาม หรือไม่แสดงวิธีทำ

เฉลยแบบทดสอบ เรื่องภาคตัดกรวย

คำชี้แจง จากรูปแบบทั่วไปของสมการภาคตัดกรวยต่อไปนี้ ให้นักเรียนระบุชนิดของภาคตัดกรวย และรูปแบบมาตรฐานของสมการนั้น แล้วเขียนกราฟและเติมคำตอบในช่องว่างให้ถูกต้อง (ช่องที่สามารถเติมได้ ช่องละ 1 คะแนน และวาดกราฟ 1 คะแนน แล้วทำเป็นคะแนนเต็มข้อละ 5 คะแนน)

1. $x^2+y^2+2x-4y-11=0$

เป็นสมการ วงกลม รูปแบบมาตรฐาน คือ $(x+1)^2+(y-2)^2=16$

จุดศูนย์กลาง คือ $(-1, 2)$ รัศมียาว 4 หน่วย

จุดยอด คือ – โฟกัส คือ –

ความเยื้องศูนย์กลาง คือ – เลตัสเรกตัมยาว – หน่วย

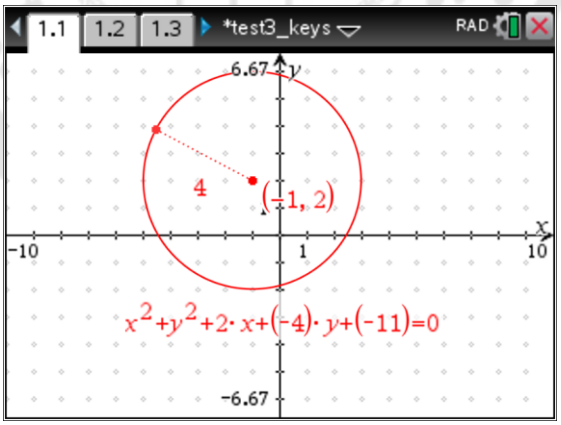
แกนเอกยาว – หน่วย แกนโทยาว – หน่วย

สมการไดเรกตริกซ์ คือ –

แกนตามขวางยาว – หน่วย แกนสังยุคยาว – หน่วย

สมการเส้นกำกับ คือ –

เขียนเป็นกราฟได้ ดังนี้



2. $x^2-4x-12y-20=0$

เป็นสมการ พาราโบลา รูปแบบมาตรฐาน คือ $(x-2)^2=12(y+2)$

จุดศูนย์กลาง คือ – รัศมียาว – หน่วย

จุดยอด คือ $(2,-2)$ โฟกัส คือ $(2,1)$

ความเยื้องศูนย์กลาง คือ – เลตัสเรกตัมยาว 12 หน่วย

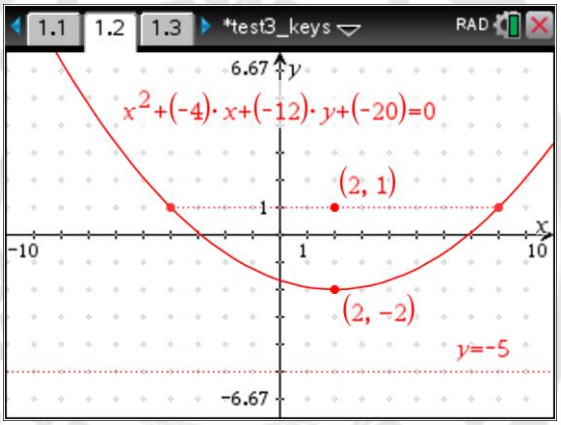
แกนเอกยาว – หน่วย แกนโทยาว – หน่วย

สมการไดเรกตริกซ์ คือ $y=-5$

แกนตามขวางยาว – หน่วย แกนสังยุคยาว – หน่วย

สมการเส้นกำกับ คือ –

เขียนเป็นกราฟได้ ดังนี้



3. $20x^2-25y^2+160x+420=0$

เป็นสมการ ไฮเพอร์โบลา รูปแบบมาตรฐาน คือ $\frac{y^2}{4}-\frac{(x+4)^2}{5}=1$

จุดศูนย์กลาง คือ $(-4,0)$ รัศมียาว – หน่วย

จุดยอด คือ $(-4,2)$ และ $(-4,-2)$ โฟกัส คือ $(-4,3)$ และ $(-4,-3)$

ความเยื้องศูนย์กลาง คือ – เลตัสเรกตัมยาว – หน่วย

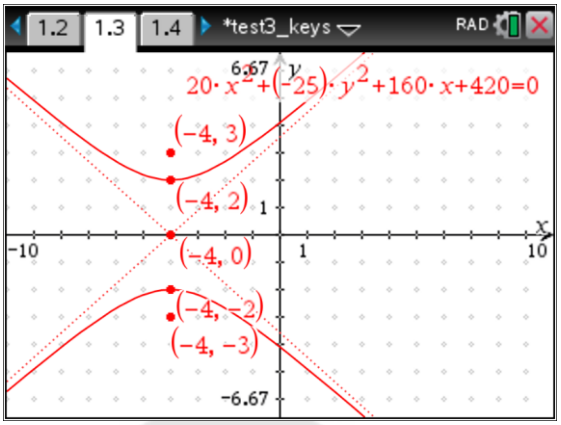
แกนเอกยาว – หน่วย แกนโทยาว – หน่วย

สมการไดเรกตริกซ์ คือ –

แกนตามขวางยาว 4 หน่วย แกนสังยุคยาว $2\sqrt{5}$ หน่วย

สมการเส้นกำกับ คือ $y=-\frac{2\sqrt{5}x}{5}-\frac{8\sqrt{5}}{5}$ และ $y=\frac{2\sqrt{5}x}{5}+\frac{8\sqrt{5}}{5}$

เขียนเป็นกราฟได้ ดังนี้



4. $9x^2+5y^2+36x-10y-4=0$

เป็นสมการ วงรี รูปแบบมาตรฐาน คือ $\frac{(x+2)^2}{5}+\frac{(y-1)^2}{9}=1$

จุดศูนย์กลาง คือ $(-2, 1)$ รัศมียาว – หน่วย

จุดยอด คือ $(-2, 4)$ และ $(-2, -2)$ โฟกัส คือ $(-2, 3)$ และ $(-2, -1)$

ความเยื้องศูนย์กลาง คือ $\frac{2}{3}$ เลตัสเรกตัมยาว – หน่วย

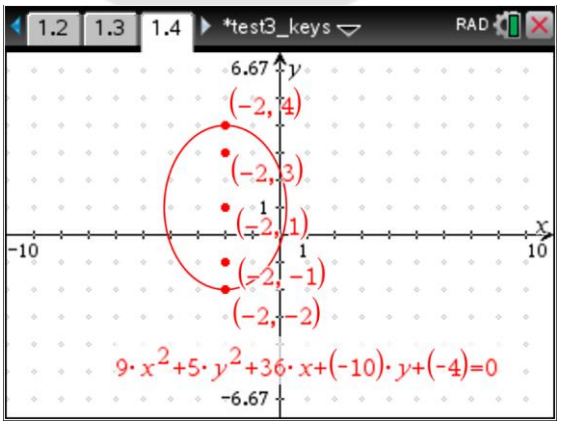
แกนเอกยาว 6 หน่วย แกนโทยาว $2\sqrt{5}$ หน่วย

สมการไดเรกตริกซ์ คือ –

แกนตามขวางยาว – หน่วย แกนสังยุคยาว – หน่วย

สมการเส้นกำกับ คือ –

เขียนเป็นกราฟได้ ดังนี้



2. จงระบุชนิดของสมการภาคตัดกรวยต่อไปนี้ (ข้อละ 1 คะแนน)

2.1 $2x^2+7y^2+5x+4y+1=0$ วงรี

2.2 $-5x^2+8y^2+3x-10y+25=0$ ไฮเพอร์โบลา

2.3 $-15x^2-64y^2-4x-7y+20=0$ วงรี

2.4 $3x^2+3y^2+4x-5y-10=0$ วงกลม

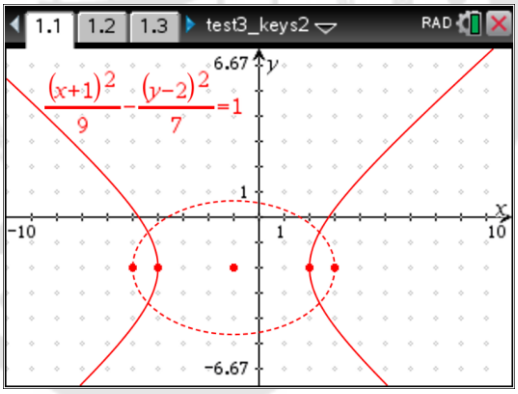
2.5 $-4y^2+2x-7y=0$ พาราโบลา

2.6 $9x^2-7x-8y-6=0$ พาราโบลา

2.7 $7x^2-9y^2+12x+15y-26=0$ ไฮเพอร์โบลา

3. จงหารูปแบบมาตรฐานของสมการวงรีที่มีโฟกัสอยู่ที่จุดยอดของไฮเพอร์โบลา $\frac{(x+1)^2}{9}-\frac{(y+2)^2}{7}=1$ และจุดยอดอยู่ที่โฟกัสของไฮเพอร์โบลานี้

วิธีทำ



พิจารณาไฮเพอร์โบลา $\frac{(x+1)^2}{9}-\frac{(y+2)^2}{7}=1$ เป็นไฮเพอร์โบลาที่วางตัวในแนวนอน มีจุดศูนย์กลางที่จุด $(-1,-2)$ และมีค่า $a^2=9, b^2=7$ และ $c^2=9+7=16$

นั่นคือ ไฮเพอร์โบลามีจุดยอดที่ $(-4,-2)$ และ $(2,-2)$ และมีโฟกัสที่ $(-5,-2)$ และ $(3,-2)$

จะได้ว่า วงรีที่ต้องการจะมีจุดยอดที่ $(-5,-2)$ และ $(3,-2)$ และมีโฟกัสที่ $(-4,-2)$ และ $(2,-2)$

ซึ่งเป็นวงรีที่วางตัวในแนวนอนมีจุดศูนย์กลางที่จุด $(-1,-2)$ มีค่า $a^2=16$ และ $c^2=9$

นั่นคือ จะมีค่า $b^2=16-9=7$

ดังนั้น รูปแบบมาตรฐานของสมการวงรีที่ต้องการ คือ $\frac{(x+1)^2}{16}+\frac{(y+2)^2}{7}=1$

เกณฑ์การให้คะแนน

ส่วนการตอบคำถาม

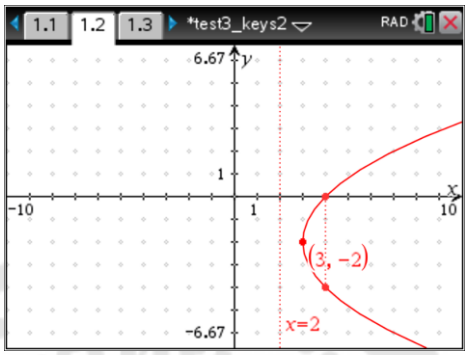
ระดับคะแนน	คำอธิบาย
1	ตอบได้ถูกต้อง
0	ตอบไม่ถูกต้อง หรือไม่ตอบ

ส่วนการแสดงวิธีทำ

ระดับคะแนน	คำอธิบาย
4	แสดงวิธีการหาจุดยอด และโฟกัสของไฮเพอร์โบลาได้ ระบุจุดยอด และโฟกัสของวงรีได้ และหาจุดศูนย์กลางของวงรีได้ถูกต้อง
3	แสดงวิธีการหาจุดยอด และโฟกัสของไฮเพอร์โบลาได้ และระบุจุดยอด และโฟกัสของวงรีได้ถูกต้อง
2	แสดงวิธีการหาจุดยอด และโฟกัสของไฮเพอร์โบลาได้ถูกต้อง
1	แสดงวิธีการหาจุดยอด หรือโฟกัสของไฮเพอร์โบลาได้ถูกต้อง
0	วิธีทำที่แสดงไม่เกี่ยวข้องกับคำถาม หรือไม่แสดงวิธีทำ

4. จงหารูปแบบมาตรฐานของสมการพาราโบลาที่มีเลตัสเรกตัมขนานกับแกน Y และมีความยาวเท่ากับเส้นผ่านศูนย์กลางของวงกลม $2x^2+2y^2-12x+8y+18=0$ จุดยอดอยู่ที่จุดศูนย์กลางของวงกลมนี้ และกราฟไม่ตัดแกน Y

วิธีทำ



พิจารณาวงกลม

$$\begin{aligned} 2x^2+2y^2-12x+8y+18 &= 0 \\ x^2+y^2-6x+4y+9 &= 0 \\ (x^2-6x)+(y^2+4y) &= -9 \\ (x^2-6x+9)+(y^2+4y+4) &= -9+9+4 \\ (x-3)^2+(y+2)^2 &= 4 \\ (x-3)^2+(y+2)^2 &= 2^2 \end{aligned}$$

จะได้ว่าวงกลมนี้มีจุดศูนย์กลางที่จุด $(3,-2)$ รัศมียาว 2 หน่วย

นั่นคือมีเส้นผ่านศูนย์กลางยาว 4 หน่วย

ทำให้ได้ว่า พาราโบลามีจุดยอดอยู่ที่จุด $(3,-2)$ และมีเลตัสเรกตัมยาว 4 หน่วย

เนื่องจากพาราโบลามีเลตัสเรกตัมขนานกับแกน Y

จะได้ว่า พาราโบลาที่ต้องการเป็นพาราโบลาที่วางตัวในแนวนอน

มีรูปแบบมาตรฐานอยู่ในรูป $(y-k)^2=4p(x-h)$

โดยที่ $(h,k)=(3,-2)$

จากเลตัสเรกตัมยาว 4 หน่วย

จะได้ว่า $|4p|=4$ นั่นคือ $p=1$ หรือ -1

ซึ่งถ้า $p=-1$ จะได้กราฟเปิดไปทางซ้าย ซึ่งตัดกับแกน Y

จึงได้ว่า $p=1$

ดังนั้น รูปแบบมาตรฐานของสมการพาราโบลาที่ต้องการ คือ $(y+2)^2 = 4(x-3)$

เกณฑ์การให้คะแนน

ส่วนการตอบคำถาม

ระดับคะแนน	คำอธิบาย
1	ตอบได้ถูกต้อง
0	ตอบไม่ถูกต้อง หรือไม่ตอบ

ส่วนการแสดงวิธีทำ

ระดับคะแนน	คำอธิบาย
4	แสดงวิธีการหาความยาวเส้นผ่านศูนย์กลางของวงกลม จุดศูนย์กลางของวงกลม แนวการวางตัวของพาราโบลา และค่า p ของพาราโบลาได้ถูกต้องทั้งหมด
3	แสดงวิธีการหาความยาวเส้นผ่านศูนย์กลางของวงกลม จุดศูนย์กลางของวงกลม แนวการวางตัวของพาราโบลา หรือค่า p ของพาราโบลาได้ถูกต้องสามอย่างจากสี่อย่าง
2	แสดงวิธีการหาความยาวเส้นผ่านศูนย์กลางของวงกลม จุดศูนย์กลางของวงกลม แนวการวางตัวของพาราโบลา หรือค่า p ของพาราโบลาได้ถูกต้องสองอย่างจากสี่อย่าง
1	แสดงวิธีการหาความยาวเส้นผ่านศูนย์กลางของวงกลม จุดศูนย์กลางของวงกลม แนวการวางตัวของพาราโบลา หรือค่า p ของพาราโบลาได้ถูกต้องอย่างใดอย่างหนึ่ง
0	วิธีทำที่แสดงไม่เกี่ยวข้องกับคำถาม หรือไม่แสดงวิธีทำ

แบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการสอน โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS

<u>คำชี้แจง</u>

1. หลังจากสิ้นสุดการเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS ให้นักเรียนประเมินกิจกรรมการเรียนการสอนผ่านแบบวัดความพึงพอใจฉบับนี้
2. แบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนมีต่อการสอน โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS มีจำนวน 20 ข้อ
3. ให้นักเรียนอ่านข้อความทางด้านซ้าย แล้วเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างทางด้านขวาเพียงช่องเดียวที่ตรงกับความคิดเห็นของนักเรียนมากที่สุด
4. ระดับความพึงพอใจแต่ละช่อง มีความหมายดังนี้

มากที่สุด	หมายความว่า	นักเรียนเห็นด้วยกับข้อความนั้นมากที่สุด
มาก	หมายความว่า	นักเรียนเห็นด้วยกับข้อความนั้นมาก
ปานกลาง	หมายความว่า	นักเรียนเห็นด้วยกับข้อความนั้นปานกลาง
น้อย	หมายความว่า	นักเรียนเห็นด้วยกับข้อความนั้นน้อย
น้อยที่สุด	หมายความว่า	นักเรียนเห็นด้วยกับข้อความนั้นน้อยที่สุด

ข้อที่	ข้อความ	ระดับความพึงพอใจ				
		มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
ด้านเนื้อหา						
1.	การจัดเรียงเนื้อหาในใบกิจกรรมทำให้ข้าพเจ้าเข้าใจได้ง่าย					
2.	การจัดเรียงเนื้อหาในใบกิจกรรมมีความเหมาะสม					
3.	เนื้อหาในชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่อง ภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS เหมาะสมกับระดับความสามารถของข้าพเจ้า					
4.	การเรียนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS ทำให้ข้าพเจ้าแก้ปัญหาได้สะดวกและรวดเร็วยิ่งขึ้น					
5.	การเรียนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS เอื้อให้ข้าพเจ้าได้ตั้งข้อความคาดการณ์ และสรุปหาเหตุผลได้ด้วยตนเอง					
ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน						
6.	กิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS ช่วยส่งเสริมบรรยากาศในชั้นเรียน ให้ข้าพเจ้ามีความสนใจเรียนมากยิ่งขึ้น					
7.	การจัดลำดับเนื้อหาในใบกิจกรรมมีความต่อเนื่องชัดเจน					
8.	กิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS ทำให้ข้าพเจ้ามีความกระตือรือร้นในการเรียนมากยิ่งขึ้น					

ข้อที่	ข้อความ	ระดับความพึงพอใจ				
		มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
9.	กิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS ทำให้ข้าพเจ้าได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง					
10.	กิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS ทำให้ข้าพเจ้ามีความสนใจในการเรียนเรื่องภาคตัดกรวยมากยิ่งขึ้น					
ด้านสื่อการเรียนการสอน						
11.	ข้าพเจ้ารู้สึกว่าเครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS ใช้งานง่ายและมีความสะดวกในการเรียนเรื่องภาคตัดกรวย					
12.	การเห็นกราฟจากเครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS ทำให้ข้าพเจ้าเข้าใจในการเรียนเรื่องภาคตัดกรวยมากยิ่งขึ้น					
13.	การเห็นการเลื่อนกราฟที่แสดงในเครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS ทำให้ข้าพเจ้าเข้าใจในการเรียนเรื่องภาคตัดกรวยมากยิ่งขึ้น					
14.	การเรียนผ่านการสำรวจด้วยเครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS ทำให้ข้าพเจ้าได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเอง					
15.	เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS มีความเหมาะสมสำหรับใช้ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์					

ข้อที่	ข้อความ	ระดับความพึงพอใจ				
		มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
ด้านการวัดผลและประเมินผล						
16.	การเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS ทำให้ข้าพเจ้ามีความรู้สึกมั่นใจในการเรียน					
17.	ข้าพเจ้ามีความรู้สึกทางบวกต่อการทำใบกิจกรรมรายบุคคล					
18.	การเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS ทำให้ข้าพเจ้ามีความรู้สึกอยากเรียนวิชาคณิตศาสตร์มากยิ่งขึ้น					
19.	ข้าพเจ้ามีโอกาสในการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อน					
20.	ข้าพเจ้าเห็นคุณค่าและความสำคัญของการเรียนวิชาคณิตศาสตร์มากยิ่งขึ้น					

ภาคผนวก ฉ
รายนามผู้เชี่ยวชาญ

รายนามผู้เชี่ยวชาญ

รายนามผู้เชี่ยวชาญที่ให้ความอนุเคราะห์ตรวจสอบความถูกต้องด้านเนื้อหา การใช้ภาษา และความเหมาะสมของชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS ตรวจสอบความสอดคล้องของเนื้อหากับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ของแบบทดสอบย่อย และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องภาคตัดกรวย รวมไปถึงตรวจสอบความเหมาะสมของการใช้ภาษาในแบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนต่อการเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ TI–Nspire CX CAS มีดังนี้

1. อาจารย์ ดร.สุกัญญา หะยีสาและ
   อาจารย์ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
2. อาจารย์เอนก จันทรจรูญ
   อาจารย์ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
3. อาจารย์รัศมี เนตรสมานนท์
   อาจารย์กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนศรียานุสรณ์ จังหวัดจันทบุรี

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	ทัศน์พล วิเศษ
วัน เดือน ปี เกิด	9 พฤศจิกายน 2536
สถานที่เกิด	กรุงเทพมหานคร
วุฒิการศึกษา	พ.ศ. 2555 มัธยมศึกษาตอนปลาย จากโรงเรียนเบญจมราชูทิศ จันทบุรี
	พ.ศ. 2560 ครุศาสตรบัณฑิต (ค.บ.) สาขาวิชา มัธยมศึกษา (วิทยาศาสตร์) (เกียรตินิยมอันดับ 2) จากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
	พ.ศ. 2562 การศึกษามหาบัณฑิต (กศ.ม.) สาขาวิชา คณิตศาสตร์ จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ที่อยู่ปัจจุบัน	8/27 หมู่ 11 ตำบลพลับพลา อำเภอเมืองจันทบุรี จังหวัดจันทบุรี