

516

๑๖๖๓ ๗

11/12/11

๑๓

การสอนแบบปฏิบัติการเรื่องคุณสมบัติเกี่ยวกับวงกลม  
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ปริญญาโท

ของ

อารีย์ คำปลั่ง

๕7 ก.ย. 2536

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา  
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกคณิตศาสตร์

มีนาคม 2536

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

185385

คณะกรรมการควบคุมและคณะกรรมการสอบได้พิจารณาปริญญาโทฉบับนี้แล้ว  
เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอก  
คณิตศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

คณะกรรมการควบคุม

..... ประธาน  
( รศ. ดร.ลาวัลย์ พลกล้า ) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุภาพร ทรัพย์ไพศาล  
..... กรรมการ  
( อาจารย์สุวรรณ ค้ายกระแสน ) รองศาสตราจารย์ อ.ไพฑูริย์ เชื้อหอม

คณะกรรมการสอบ

..... ประธาน  
( รศ. ดร.ลาวัลย์ พลกล้า )  
..... กรรมการ  
( อาจารย์สุวรรณ ค้ายกระแสน )  
..... กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม  
( อาจารย์ละเอียด ปรารภนาดี ) - x

บัณฑิตวิทยาลัยอนุมัติให้รับปริญญาโทฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร  
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกคณิตศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย  
( ศ. ดร.สมพร บัวทอง ) ศาสตราจารย์ ดร. เจริญศักดิ์  
วันที่ .5. เดือน ..พฤษภาคม..... พ.ศ.....2536..... วิทยาเขต  
วันที่ ..เดือน ..กุมภาพันธ์..... พ.ศ.....2536.....

## ประกาศคุณูปการ

ปริญญาโทฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความช่วยเหลือ และการแนะนำเป็นอย่างดี  
จากรองศาสตราจารย์ ดร.ลาวัลย์ พลกล้า ประธานกรรมการที่ปรึกษา และ  
อาจารย์สุวรรณา คล้ายกระแส กรรมการที่ปรึกษา ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง  
ไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณอาจารย์ละเอียด ประวราณาคี ที่กรุณาให้คำปรึกษาทำให้ปริญญาโทฉบับนี้  
สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณอาจารย์บรรจบ เดวีเลาะ และอาจารย์ชัลปิยะห์ สาโรวาท อาจารย์  
โรงเรียนอิสลามวิทยาลัยแห่งประเทศไทย เขตราชบุรีบูรณะ กรุงเทพมหานคร ที่กรุณาให้  
ความร่วมมือในการดำเนินการวิจัย และให้ความร่วมมือในการทดลองแบบทดสอบ

ขอขอบคุณคุณเส้ารวัย วรเดชะคงคา ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการวิเคราะห์ข้อมูล  
และการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ในการพิมพ์ปริญญาโทฉบับนี้

ขอขอบคุณเพื่อนๆ ทุกคนที่มีส่วนช่วยเหลือ และเป็นกำลังใจให้กับผู้วิจัย

ท้ายสุดนี้ผู้วิจัยขอกราบน้อมรำลึกถึงพระคุณของคุณพ่อ คุณแม่ และพี่ๆ ที่ให้ความอุปการะ  
ทั้งในด้านกำลังใจและกำลังทรัพย์ในการศึกษาของผู้วิจัยตลอดมา

อารีย์ คำปลั่ง

## สารบัญ

บทที่	หน้า
1	บทนำ ..... 1
	คำนำ ..... 1
	ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า ..... 4
	ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า ..... 4
	ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า ..... 4
	นิยามศัพท์เฉพาะ ..... 5
2	เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย ..... 7
	เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบปฏิบัติการ ..... 7
	ความหมายของการสอนแบบปฏิบัติการ ..... 7
	จุดมุ่งหมายของการสอนแบบปฏิบัติการ ..... 10
	ลักษณะของนักเรียนที่เหมาะสมกับการสอนแบบปฏิบัติการ ..... 12
	ลักษณะของเนื้อหาที่เหมาะสมกับการสอนแบบปฏิบัติการ ..... 13
	สื่อการเรียนการสอนแบบปฏิบัติการ ..... 14
	การจัดการ การเรียนการสอนแบบปฏิบัติการ ..... 16
	ขั้นตอนการสอนแบบปฏิบัติการ ..... 18
	ข้อดีและข้อเสียของการสอนแบบปฏิบัติการ ..... 19
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบปฏิบัติการ ..... 24
	สมมติฐานของการวิจัย ..... 30
3	วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า ..... 31
	ประชากร ..... 31

กลุ่มตัวอย่าง .....	31
เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง .....	31
ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง .....	32
เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง .....	32
ขั้นตอนในการสร้าง เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง .....	32
การดำเนินการทดลอง .....	36
การวิเคราะห์ข้อมูล .....	37
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล .....	37
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล .....	40
การวิเคราะห์ข้อมูล .....	40
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล .....	40
5 บทย่อ สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ .....	43
ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า .....	43
สมมติฐานของการวิจัย .....	43
กลุ่มตัวอย่าง .....	43
วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า .....	43
การวิเคราะห์ข้อมูล .....	44
สรุปผลการศึกษาค้นคว้า .....	44
อภิปรายผล .....	44
ข้อสังเกตบางประการจากการทดลอง .....	46
ข้อเสนอแนะ .....	51

บทที่

หน้า

บรรณานุกรม .....	53
ภาคผนวก .....	59
ภาคผนวก ก .....	60
ภาคผนวก ข .....	67
ภาคผนวก ค .....	81
ประวัติย่อของผู้วิจัย .....	146

## บัญชีตาราง

ตาราง

หน้า

1	ผลการทดสอบค่าความแปรปรวนของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของ นักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม .....	42
2	ผลการทดสอบค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม .....	43
3	ผลการทดสอบค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน กลุ่มที่มีระดับความสามารถต่ำ .....	49
4	ผลการทดสอบค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน กลุ่มที่มีระดับความสามารถปานกลาง .....	50
5	ผลการทดสอบค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน กลุ่มที่มีระดับความสามารถสูง .....	51
6	ค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องคุณสมบัติเกี่ยวกับวงกลม .....	61
7	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง คุณสมบัติเกี่ยวกับวงกลม .....	62
8	ระดับผลการเรียนรายวิชา ค 204 และคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชา ค 311 เรื่องคุณสมบัติเกี่ยวกับวงกลม ของกลุ่มทดลอง .....	64
9	ระดับผลการเรียนรายวิชา ค 204 และคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชา ค 311 เรื่องคุณสมบัติเกี่ยวกับวงกลม ของกลุ่มควบคุม .....	65
10	ผลการทดสอบค่าความแปรปรวนของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มที่มี ระดับความสามารถต่ำ ปานกลาง และ สูง ของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม ....	66

## บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ

หน้า

1	ขั้นตอนในการสอนแบบปฏิบัติการ .....	36
---	------------------------------------	----

## บทที่ 1

### บทนำ

#### คำนำ

จุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ในปัจจุบัน มุ่งเน้นให้นักเรียนสามารถคิดเป็น ทำเป็นและแก้ปัญหาเป็น แต่เท่าที่ผ่านมาการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา ยังไม่บรรลุผลสำเร็จตามจุดมุ่งหมายของหลักสูตร ดังจะเห็นได้จากรายงานการวิจัยและประเมินผลวิชาคณิตศาสตร์ร่วมกับนานาชาติระหว่างปี 2521-2528 ซึ่งพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนไทย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในเนื้อหาเลขคณิต พีชคณิต เรขาคณิต การวัด และสถิติ มีคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนนานาชาติ (ภัทรกุล จริยวิทยานนท์. 2530 : 11) และจากรายงานการวิจัยเรื่องการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในโรงเรียนมัธยมศึกษาสังกัดกรมสามัญศึกษาทั่วประเทศในปีการศึกษา 2525 ซึ่งพบว่า วิชาคณิตศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ย 9.94 คะแนนจากคะแนนเต็ม 30 คะแนน ซึ่งคิดเป็นเพียง 1 ใน 3 ของคะแนนเต็ม และยังพบว่ามีนักเรียนทำคะแนนได้ต่ำสุดเพียง 1 คะแนนเท่านั้น (กรมสามัญศึกษา. 2527 : 91) นับว่าเป็นคะแนนที่ต่ำมาก แสดงให้เห็นถึงความล้มเหลวบางประการในการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ สาเหตุที่นักเรียนในระดับมัศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำดังกล่าว อาจเนื่องมาจากปัจจัยต่างๆ หลายด้าน เช่น ด้านเนื้อหา ด้านการสอน และด้านการเรียนรู้ของนักเรียน เป็นต้น

ในด้านเนื้อหานั้น เนื่องจากธรรมชาติของวิชาคณิตศาสตร์มีลักษณะเป็นนามธรรม มีโครงสร้างที่ประกอบด้วยคำนิยาม บทนิยาม ลัทธิพจน์ และทฤษฎีบทต่างๆ ลักษณะดังกล่าวอาจทำให้นักเรียนมีความรู้สึกว่าการศึกษาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ยุ่งยาก ซับซ้อน ยากต่อการเรียนรู้หรือเข้าใจ ในด้านการสอนครูผู้สอนอาจไม่รู้จักรวบรวมเลือกใช้วิธีสอนที่เหมาะสมกับเนื้อหาในแต่ละเรื่อง วิธีสอนที่ครูใช้ตามปกติคือการสอนแบบบรรยายหรืออธิบาย ครูเป็นผู้บอกความรู้ ข้อเท็จจริง กฎเกณฑ์

และทฤษฎีบทต่างๆ ให้นักเรียนจดจำ จากนั้นครูยกตัวอย่าง ให้นักเรียนดูแล้ว ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดตามหนังสือแบบเรียน นักเรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้เพียงเล็กน้อย ไม่มีสื่อการเรียนรู้ที่เป็นรูปธรรมจะช่วยอธิบายเนื้อหาที่เป็นนามธรรมให้นักเรียนเข้าใจได้ การสอนในลักษณะเช่นนี้อาจจะเหมาะสมกับนักเรียนกลุ่มที่มีความสามารถสูง ส่วนนักเรียนกลุ่มที่มีความสามารถปานกลาง และกลุ่มที่มีความสามารถต่ำอาจจะไม่สามารถรับรู้สิ่งที่ครูสอนได้ ทำให้เกิดความเบื่อหน่าย และไม่สนใจบทเรียน นักเรียนจึงไม่เกิดการเรียนรู้ ไม่เกิดมโนคติในเรื่องที่เรียนและไม่สามารถนำเอากฎเกณฑ์ต่างๆ ไปใช้ได้ถูกต้อง

แนวทางในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าวข้างต้นก็คือ ครูผู้สอนจะต้องรู้จักเลือกใช้วิธีสอนที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิธีสอนคณิตศาสตร์มีหลายวิธี เช่น วิธีสอนแบบบรรยาย อภิปราย สาธิต ทดลอง เป็นต้น ผู้วิจัยมีความเห็นว่าวิธีสอนที่จะช่วยแก้ปัญหาการเรียนการสอนได้นั้นควรเป็นวิธีสอนที่ทำให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเอง และสามารถนำความรู้ที่เรียนแล้วไปใช้แก้ปัญหาได้ ซึ่งสอดคล้องกับความเห็นของยุพิน นพินิจกุล ที่กล่าวว่าวิธีสอนที่ดีนั้นเป็นวิธีสอนที่พยายามให้นักเรียนได้ค้นพบ และหาข้อสรุปได้ด้วยตนเอง (ยุพิน นพินิจกุล. 2523 : 15) การที่นักเรียนจะเรียนรู้ด้วยตนเองนั้น ครูผู้สอนจะต้องเปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ให้มากที่สุด ครูจะต้องเปลี่ยนบทบาทจากผู้บอกเป็นผู้จัดสถานการณ์ จัดสื่อการเรียนการสอน และให้คำแนะนำ ซึ่งพะยอม แก้วกำเนิด ได้กล่าวถึงบทบาทของครูที่หลักสูตรพึงประสงค์สรุปได้ว่า ครูจะต้องลดบทบาทของตนเองลง และเพิ่มบทบาทของนักเรียนให้มากขึ้น โดยให้นักเรียนเป็นผู้กระทำ เป็นผู้แก้ปัญหา เป็นผู้ค้นคว้าแลกเปลี่ยนความรู้และประสบการณ์ซึ่งกันและกัน ช่วยเหลือกันทำงานมากขึ้น (พะยอม แก้วกำเนิด. 2533 : 12) ผู้วิจัยมีความเห็นว่าวิธีสอนที่ยึดหลักให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเองวิธีหนึ่งก็คือ วิธีสอนแบบปฏิบัติการ (laboratory method) ซึ่งเป็นวิธีสอนที่เกิดขึ้นตามแนวคิดของจอห์น ดีวอี้ (John Dewey) ที่เชื่อว่าการเรียนรู้สิ่งใดจะเกิดขึ้นได้จากการปฏิบัติสิ่งนั้นจริงๆ (Dewey. 1916 : 84) และสอดคล้องกับแนวคิดในด้านการเรียนรู้ของบรูเนอร์ (Jerome S. Bruner) ที่เน้นให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยการค้นพบ โดยให้นักเรียนทดลองด้วยตนเองให้มากที่สุด (Alchele and Reys. 1973 : 167) การสอนแบบปฏิบัติการเป็นการสอนที่ให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการปฏิบัติกิจกรรม

โดยอาศัยสื่อการเรียนต่างๆ การสอนแบบนี้จะทำให้นักเรียนเกิดความสุขสนุกสนาน สนใจบทเรียนมากขึ้น นักเรียนจะเกิดความเข้าใจ จดจำความรู้ได้นาน และสามารถนำไปใช้ได้ บทบาทของครูในการสอนแบบปฏิบัติการนั้น ครูเป็นเพียงผู้จัดสถานการณ์และสื่อการเรียนการสอน ในขณะที่นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมครูมีโอกาาสสังเกตการทำงานของนักเรียน ทำให้ครูรู้จักนักเรียนมากขึ้น ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการส่งเสริมให้นักเรียนได้พัฒนาขึ้น

ขั้นตอนการสอนแบบปฏิบัติการประกอบด้วยขั้นนำ ขั้นสอน ขั้นสรุป ขั้นฝึกทักษะ และขั้นประเมินผล ในขั้นนำครูจะเสนอแนะให้นักเรียนเข้าใจจุดมุ่งหมายและวิธีการปฏิบัติกิจกรรม โดยอาจแจกคำแนะนำหรือคู่มือปฏิบัติการให้นักเรียนศึกษาเองก็ได้ หลังจากนั้นจึงจะเป็นขั้นสอน ครูจะให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมต่างๆ ด้วยตนเองหรือกลุ่มย่อยภายในระยะเวลาที่กำหนด สื่อการเรียนที่ใช้ในการปฏิบัติกิจกรรมได้แก่บทเรียนปฏิบัติการ ในบทเรียนปฏิบัติการจะประกอบด้วยคำสั่ง คำชี้แจงต่างๆ ให้นักเรียนปฏิบัติตาม ซึ่งวิธีการที่ใช้ในการปฏิบัติอาจจะเป็นการวัด การสร้างรูป การหาข้อมูล การสังเกต การคิดหาเหตุผลเพื่อหาข้อสรุป หรือกฎเกณฑ์ต่างๆ เมื่อนักเรียนทำบทเรียนปฏิบัติการเสร็จแล้วก็เป็นขั้นสรุป เพื่อให้นักเรียนเสนอผลงานและร่วมกันอภิปรายผลงาน โดยมีครูเป็นผู้นำการอภิปรายจนได้ข้อสรุปที่ถูกต้อง แล้วจึงฝึกทักษะจากบัตรงาน เมื่อนักเรียนศึกษาเนื้อหาแต่ละหัวข้อจบแล้วก็ให้ทำแบบทดสอบย่อยก่อนที่จะศึกษาหัวข้อต่อไป การวัดและประเมินผลการเรียนการสอนแบบปฏิบัติการจะประเมินทั้งพฤติกรรม การเรียน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผู้วิจัยมีความเห็นว่าการสอนแบบปฏิบัติการนี้จะช่วยให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอนมากที่สุด ทำให้นักเรียนสนใจบทเรียนและตั้งใจเรียนซึ่งทำให้นักเรียนประสบความสำเร็จในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะทดลองสอนแบบปฏิบัติการ ส่วนเนื้อหาที่จะนำมาใช้ในการวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ใช้เนื้อหา เรื่องคุณสมบัติเกี่ยวกับวงกลมตามเนื้อหาในรายวิชาคณิตศาสตร์ ค 311 เพราะเป็นเนื้อหาที่มีลักษณะเป็นรูปธรรม ซึ่งเหมาะสมที่จะนำมาสร้างเป็นบทเรียนปฏิบัติการให้นักเรียนศึกษาได้ด้วยตนเองหรือกลุ่มย่อย จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะสร้างบทเรียนปฏิบัติการเรื่องคุณสมบัติเกี่ยวกับวงกลม เพื่อใช้ทดลองสอนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยครั้งนี้จะเป็นแนวทางให้ครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ นำการสอนแบบปฏิบัติการไปใช้สอนเนื้อหาอื่นๆ ต่อไป

### ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อสร้างบทเรียนปฏิบัติการ เรื่องคุณสมบัติเกี่ยวกับวงกลมตามเนื้อหาในรายวิชาคณิตศาสตร์ ค 311 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
2. เพื่อศึกษาผลของการสอนแบบปฏิบัติการ เรื่องคุณสมบัติเกี่ยวกับวงกลมตามเนื้อหาในรายวิชาคณิตศาสตร์ ค 311 แก่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

### ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

ผลการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ทำให้ได้บทเรียนปฏิบัติการ เรื่องคุณสมบัติเกี่ยวกับวงกลมตามเนื้อหาในรายวิชาคณิตศาสตร์ ค 311 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งสามารถนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอน เพื่อฝึกให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเองหรือกลุ่มย่อย และเป็นแนวทางสำหรับครูคณิตศาสตร์ในการสร้างบทเรียนปฏิบัติการสำหรับเนื้อหาอื่นๆ เพื่อใช้ในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพ

### ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

1. ประชากร เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2535 ของโรงเรียนอิสลามวิทยาลัยแห่งประเทศไทย เขตราชบุรีบูรณะ กรุงเทพมหานคร ที่เรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค 311 จำนวน 6 ห้องเรียน
2. กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2535 ของโรงเรียนอิสลามวิทยาลัยแห่งประเทศไทย เขตราชบุรีบูรณะ กรุงเทพมหานคร ที่เรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค 311 จำนวน 2 ห้องเรียน โดยแบ่งเป็น
  - 2.1 กลุ่มทดลอง จำนวน 1 ห้องเรียน
  - 2.2 กลุ่มควบคุม จำนวน 1 ห้องเรียน

3. ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา ประกอบด้วย
  - 3.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การสอน 2 วิธี คือ
    - 3.1.1 การสอนแบบปฏิบัติการ
    - 3.1.2 การสอนแบบปกติ
  - 3.2 ตัวแปรตาม ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องคุณสมบัติเกี่ยวกับวงกลม ตามเนื้อหาในรายวิชา คณิตศาสตร์ ค 311
4. ระยะเวลาในการทดลอง ใช้เวลาในการทดลอง กลุ่มละ 9 คาบ
5. เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ เรื่องคุณสมบัติเกี่ยวกับวงกลม ตามเนื้อหาในรายวิชาคณิตศาสตร์ ค 311 ซึ่งมีเนื้อหาย่อยตามหัวข้อต่อไปนี้
  - 5.1 ความสัมพันธ์ระหว่างมุมที่จุดศูนย์กลาง และมุมในส่วนโค้งของวงกลม
  - 5.2 ความสัมพันธ์ระหว่างมุม และส่วนโค้งของวงกลม
  - 5.3 ความสัมพันธ์ระหว่างคอร์ด และส่วนโค้งของวงกลม
  - 5.4 ความสัมพันธ์ระหว่างคอร์ด และเส้นที่ลากจากจุดศูนย์กลางมายังคอร์ด
  - 5.5 ความสัมพันธ์ระหว่างเส้นสัมผัสกับรัศมีของวงกลม

### นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การสอนแบบปฏิบัติการ หมายถึง การสอนที่ให้นักเรียนเรียนจากบทเรียนปฏิบัติการ ซึ่งนักเรียนจะต้องเป็นผู้ปฏิบัติด้วยตนเองหรือปฏิบัติเป็นกลุ่มย่อย เพื่อพิจารณาหาข้อสรุป ข้อความจริง หรือกฎเกณฑ์ต่างๆ หลังจากนั้นครูและนักเรียนจะร่วมกันอภิปรายผลงานของนักเรียน เพื่อให้ได้ข้อสรุปที่ถูกต้อง แล้วจึงฝึกทักษะ
2. บทเรียนปฏิบัติการ หมายถึง บทเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าเพื่อหาข้อสรุป ข้อความจริงหรือกฎเกณฑ์ต่างๆ โดยมีข้อเสนอแนะ (guided discovery)

3. บัตรงาน หมายถึง สื่อการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อให้นักเรียนใช้ในการฝึกทักษะในช่วงเรียน ในการนำข้อสรุป ข้อความจริงหรือกฎเกณฑ์ต่างๆ ไปใช้
4. การสอนแบบปกติ หมายถึง การสอนที่ครูผู้สอนดำเนินการไปตามปกติโดย ไม่มีการปฏิบัติกิจกรรมใดๆ นอกจากการบรรยาย-อธิบาย การถามตอบหรือการอภิปรายเพื่อหาข้อสรุป ข้อความจริง และกฎเกณฑ์ต่างๆ และฝึกทักษะ โดยให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดจากหนังสือแบบเรียน
5. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คะแนนที่ได้จากการทดสอบหลังสิ้นสุดการเรียน ซึ่งวัดด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องคุณสมบัติเกี่ยวกับวงกลมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย

ในการวิจัยเรื่อง การสอนแบบปฏิบัติการ เรื่องคุณสมบัติเกี่ยวกับวงกลมของนักเรียน  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยโดยมีรายละเอียดดังนี้

1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบปฏิบัติการ ได้แก่
  - 1.1 ความหมายของการสอนแบบปฏิบัติการ
  - 1.2 จุดมุ่งหมายของการสอนแบบปฏิบัติการ
  - 1.3 ลักษณะของนักเรียนที่เหมาะสมกับการสอนแบบปฏิบัติการ
  - 1.4 ลักษณะของเนื้อหาที่เหมาะสมกับการสอนแบบปฏิบัติการ
  - 1.5 สื่อการเรียนการสอนแบบปฏิบัติการ
  - 1.6 การจัดการการเรียนการสอนแบบปฏิบัติการ
  - 1.7 ขั้นตอนการสอนแบบปฏิบัติการ
  - 1.8 ข้อดีและข้อเสียของการสอนแบบปฏิบัติการ
2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบปฏิบัติการ

1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบปฏิบัติการ

1.1 ความหมายของการสอนแบบปฏิบัติการ

นักการศึกษาหลายท่าน ได้ให้ความหมายของการสอนแบบปฏิบัติการไว้ดังนี้  
บราวน์ (Brown. 1982 : 93) ได้ให้ความหมายของการสอนแบบปฏิบัติการว่าหมายถึง  
การสอนโดยผ่านประสบการณ์ตรง จากการใช้วัสดุในการสืบสวนหรือการทดลอง มีทั้งการปฏิบัติ  
หรือการสังเกต สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการสอนได้ทั้งการสอนเป็นกลุ่มย่อยและรายบุคคล  
ซึ่งสอดคล้องกับนักการศึกษาไทยเช่น กาญจนา เกียรติประวัติ (2524 : 86) บำรุง กลัดเจริญ

และฉวีวรรณ กินาวงค์ (2527 : 191) ที่ได้ให้ความหมายของการสอนแบบปฏิบัติการว่า เป็นกระบวนการสอนที่ใช้ประสบการณ์ตรงเกี่ยวกับวัสดุ หรือข้อเท็จจริง โดยการสอบสวน ค้นคว้า และทดลอง หรือสังเกต หรือนำเอาไปใช้ ซึ่งอาจจะกระทำเป็นรายบุคคลหรือเป็นกลุ่มย่อย

อบรม สนิทपालและกุลชลี องค์กริพร (2524 : 201-202) ได้ให้ความหมายของการสอนแบบปฏิบัติการว่าหมายถึง การที่นักเรียนได้ทำงานเพื่อค้นพบด้วยตนเองภายใต้การแนะนำของครู ซึ่งต่างจากการสอนแบบสาธิต โดยการสอนแบบปฏิบัติการนักเรียนเป็นผู้กระทำ ส่วนวิธีการสอนแบบสาธิตนั้นครูจะเป็นผู้ทดลองให้นักเรียนดูโดยอาจให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการสาธิตบ้าง และได้แบ่งการสอนแบบปฏิบัติการออกเป็น 2 ประเภทคือ

1. ประเภทที่ใช้การทดลอง (experimental type) เป็นการฝึกหัดให้รู้จักหาความรู้โดยการทดลองเป็นสำคัญ ซึ่งนักเรียนจะต้องกระทำหลายๆ อย่างเช่น สอบสวนค้นคว้าหาวิธีการ วิเคราะห์ และแก้ปัญหา เป็นต้น

2. ประเภทที่ใช้การสังเกต (observation type) เป็นการฝึกหัดให้รู้จักหาความรู้โดยการสังเกตเป็นสำคัญ เช่น ให้ไปชมพิพิธภัณฑ์ นิทรรศการ ดูการสาธิต ตลอดจนทัศนศึกษา เป็นต้น

ประดับ เรืองมาลัย (2524 : 289) แบ่งการทดลองในห้องปฏิบัติการโดยยึดการจัดกิจกรรมในการทดลอง ออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. การทดลองแบบกำหนดแนวทาง (structured laboratory) เป็นการทดลองที่กำหนดให้นักเรียนทำตามคำสั่งในคู่มือการทดลอง (laboratory direction) เพื่อค้นพบข้อสรุปด้วยตนเอง ซึ่งกิจกรรมในการทดลองมีขั้นตอนดังนี้

- 1.1 ครูตั้งปัญหาที่จะทดลองให้
- 1.2 ครูบอกวิธีที่จะรวบรวมข้อมูลให้
- 1.3 ให้นักเรียนรวบรวมข้อมูลตามที่ครูบอก
- 1.4 ให้นักเรียนจัดระเบียบข้อมูลตามที่ครูสั่ง
- 1.5 ให้นักเรียนตอบคำถามของครู
- 1.6 ให้นักเรียนหาข้อสรุปเอง
- 1.7 เขียนรายงานส่งครู แล้วครูบอกว่าใครถูกหรือผิดอย่างไร

2. การทดลองแบบไม่กำหนดแนวทาง (unstructured laboratory) การทดลองแบบนี้ นักเรียนจะค้นหาคำตอบเอง โดยครูเป็นผู้กำหนดปัญหาให้หรือให้นักเรียนช่วยกันกำหนดปัญหาช่วยวางแผนในการแก้ปัญหา โดยออกมาในรูปอภิปรายก่อนการทดลอง เมื่อได้แนวทางในการทดลองแล้ว นักเรียนแต่ละคนก็จะแยกย้ายไปทำการทดลองแล้วนำผลมาอภิปรายอีกครั้งหนึ่ง ครูทำหน้าที่เป็นเพียงพี่เลี้ยงคอยแนะนำนักเรียนเท่านั้น ซึ่งการทดลองแบบนี้จะช่วยส่งเสริมสมรรถภาพทางความคิดแก่นักเรียน

สำหรับการนำเอาการสอนแบบปฏิบัติการมาใช้กับวิชาคณิตศาสตร์นั้น นักการศึกษาได้ให้ความหมายของการสอนคณิตศาสตร์แบบปฏิบัติการไว้ดังนี้

คิตต์ (Kidd. 1970 : 2) กล่าวว่า การสอนคณิตศาสตร์แบบปฏิบัติการเป็นการสอนตามหลักการที่ว่า การเรียนคือ การทำกิจกรรม โดยมุ่งที่กระบวนการเรียนมากกว่ากระบวนการสอน

มาร์ค (Marks. 1970 : 23) ได้ให้ความเห็นว่า การจัดประสบการณ์การเรียนรู้แบบปฏิบัติการมีจุดประสงค์เพื่อให้นักเรียนได้ค้นพบแนวคิดทางคณิตศาสตร์จากการปฏิบัติการทดลอง เช่นการวัด การชั่งน้ำหนัก การพับกระดาษ กิจกรรมที่ทำด้วยมือแบบต่างๆ การสังเกต และการทดลองแบบวิทยาศาสตร์ หลังจากนั้นให้นักเรียนสรุปข้อเท็จจริง และกฎเกณฑ์ต่างๆ

จอห์นสัน และไรซิง (Johnson and Rising. 1972 : 447) กล่าวถึง การสอนคณิตศาสตร์แบบปฏิบัติการว่า เป็นการสอนที่อาจจะเกี่ยวกับ การทดลอง การเล่นเกม การอภิปราย การสร้างโมเดล การสำรวจ การแก้ปัญหา ฯลฯ ซึ่งผู้จะทำกิจกรรมเหล่านี้ จะต้องมีห้องและเครื่องมือโดยเฉพาะสำหรับกิจกรรมนั้นๆ และการสอน โดยการปฏิบัติการอาจจะให้นักเรียนทำเป็นกลุ่มหรือรายบุคคลก็ได้

โคปแลนด์ (Copeland. 1974 : 325 -326) กล่าวถึงการสอนแบบปฏิบัติการว่าเป็นการจัดประสบการณ์ให้ผู้เรียนได้ทำกิจกรรมโดยใช้กับวัตถุที่จับต้องได้ ซึ่งช่วยให้แนวคิดทางคณิตศาสตร์เป็นรูปธรรมตรงตามที่ได้พบ ผู้เรียนได้รับการพัฒนาโนเมติ (concept) ทางคณิตศาสตร์เป็นอย่างดีจากการได้เรียนจากการปฏิบัติกิจกรรมต่างๆ

คูเนย์ (Cooney. 1975 : 351-352) ได้ให้ความหมายของการสอนแบบปฏิบัติการว่าเป็นการสอนที่จัดให้นักเรียนได้กระทำกิจกรรมร่วมกันเป็นกลุ่มเล็กๆ หรือเป็นรายบุคคล โดยมีใบ

คำสั่งระบุขั้นตอนการปฏิบัติกิจกรรมเป็นคู่มือให้นักเรียนปฏิบัติตาม หลังจากนั้นให้นักเรียนตอบคำถามเกี่ยวกับความรู้ที่ได้จากการปฏิบัติกิจกรรม เพื่อให้นักเรียนสรุปความรู้ และกฎเกณฑ์ต่างๆ ด้วยตนเอง สิ่งที่ใช้ในการสอนแบบปฏิบัติการได้แก่ บทเรียนกิจกรรม (activity card) และ บทเรียนปฏิบัติการ (laboratory worksheet)

ลิตู ( ยุพิน นิธิกุล. 2523 : 81 ; อ้างอิงมาจาก Sidhu. 1975 : 92 ) กล่าวว่าวิธีสอนแบบปฏิบัติการยึดหลักให้นักเรียนได้เรียนรู้โดยการกระทำหรือการสังเกต เป็นการนำเอาประสบการณ์มาอธิบายนามธรรม และเป็นวิธีสอนที่นักเรียนสามารถค้นพบข้อสรุปด้วยตนเองได้

ลาวัลย์ พลกล้า ( 2523 : 2 ) ได้กล่าวถึงความหมายของการสอนคณิตศาสตร์แบบปฏิบัติการว่า เป็นวิธีสอนที่ให้นักเรียนได้เรียนรู้คณิตศาสตร์จากการปฏิบัติจริง เป็นการเรียนจากประสบการณ์ตรง นักเรียนได้ทดลองทำ ปฏิบัติ เสาะหาข้อมูล จัดระเบียบข้อมูล นิยามหาข้อสรุป ค้นคว้าหาวิธีการและกระบวนการด้วยตนเอง

## 1.2 จุดมุ่งหมายของการสอนแบบปฏิบัติการ

ในด้านจุดมุ่งหมายของการสอนแบบปฏิบัติการ ได้มีผู้กำหนดจุดมุ่งหมายไว้ดังนี้

อบรม สันภิบาลและกุลชลี องค์กริพร (2524 : 202) บำรุง กลัดเจริญและณวีวรรณ กินาวงค์ (2527 : 192) ได้กล่าวถึงจุดมุ่งหมายของการสอนแบบปฏิบัติการ ดังนี้

1. เพื่อให้นักเรียนได้รับความรู้จากประสบการณ์ตรงโดยการสังเกต และการทดลอง
2. เพื่อให้นักเรียนมีประสบการณ์ในการทดลอง ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนสนใจในบทเรียนมากขึ้น

3. เพื่อพัฒนาทักษะในการใช้เครื่องมือต่างๆ ในการทดลอง

นอกจากนั้นเลียวนาร์ด ( กาญจนา เกียรติประวัตติ. 2524 : 86 ; อ้างอิงมาจาก Leonard. 1972 ) ยังกล่าวถึงบทบาทของการสอนแบบปฏิบัติการไว้ดังนี้

1. เพื่อเรียนรู้ด้านวิธีการ (learning a technique) โดยครูอาจสาธิตวิธีการเฉพาะอย่างให้ผู้เรียนสังเกต และให้ผู้เรียนทดลองแสดงวิธีการนั้นด้วยตนเอง
2. เพื่อฝึกทักษะ (practicing a skill) การปฏิบัติการจะต้องจัดเวลา และสถานที่ให้ผู้เรียนฝึกทักษะให้คล่องแคล่ว เพื่อนำไปใช้

คำสั่งระบุขั้นตอนการปฏิบัติกิจกรรมเป็นคู่มือให้นักเรียนปฏิบัติตาม หลังจากนั้นให้นักเรียนตอบคำถามเกี่ยวกับความรู้ที่ได้จากการปฏิบัติกิจกรรม เพื่อให้นักเรียนสรุปความรู้ และกฎเกณฑ์ต่างๆ ด้วยตนเอง สิ่งที่ใช้ในการสอนแบบปฏิบัติการได้แก่ บทเรียนกิจกรรม (activity card) และ บทเรียนปฏิบัติการ (laboratory worksheet)

สิธู ( ยุพิน พินิจกุล. 2523 : 81 ; อ้างอิงมาจาก Sidhu. 1975 : 92 ) กล่าวว่าวิธีสอนแบบปฏิบัติการยึดหลักให้นักเรียนได้เรียนรู้โดยการกระทำหรือการสังเกต เป็นการนำเอารูปธรรมมาอธิบายนามธรรม และเป็นวิธีสอนที่นักเรียนสามารถค้นพบข้อสรุปด้วยตนเองได้

ลาวัลย์ พลกล้า ( 2523 : 2 ) ได้กล่าวถึงความหมายของการสอนคณิตศาสตร์แบบปฏิบัติการว่า เป็นวิธีสอนที่ให้นักเรียนได้เรียนรู้คณิตศาสตร์จากการปฏิบัติจริง เป็นการเรียนจากประสบการณ์ตรง นักเรียนได้ทดลองทำ ปฏิบัติ เสาะหาข้อมูล จัดระเบียบข้อมูล พิจารณาหาข้อสรุป ค้นคว้าหาวิธีการและกระบวนการด้วยตนเอง

## 1.2 จุดมุ่งหมายของการสอนแบบปฏิบัติการ

ในด้านจุดมุ่งหมายของการสอนแบบปฏิบัติการ ได้มีผู้กำหนดจุดมุ่งหมายไว้ดังนี้

อบรม สันนิบาตและกุลชลี องค์ศิริพร (2524 : 202) บำรุง กลัดเจริญและฉวีวรรณ กินาวงศ์ (2527 : 192) ได้กล่าวถึงจุดมุ่งหมายของการสอนแบบปฏิบัติการ ดังนี้

1. เพื่อให้นักเรียนได้รับความรู้จากประสบการณ์ตรง โดยการสังเกต และการทดลอง
2. เพื่อให้นักเรียนมีประสบการณ์ในการทดลอง ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนสนใจในบทเรียนมากขึ้น

3. เพื่อพัฒนาทักษะในการใช้เครื่องมือต่างๆ ในการทดลอง

นอกจากนั้นเล็ยวาร์ด ( กาญจนา เกียรติประวัติ. 2524 : 86 ; อ้างอิงมาจาก Leonard. 1972 ) ยังกล่าวถึงบทบาทของการสอนแบบปฏิบัติการไว้ดังนี้

1. เพื่อเรียนรู้ด้านวิธีการ (learning a technique) โดยครูอาจสาธิตวิธีการเฉพาะอย่างให้ผู้เรียนสังเกต และให้ผู้เรียนทดลองแสดงวิธีการนั้นด้วยตนเอง
2. เพื่อฝึกทักษะ (practicing a skill) การปฏิบัติการจะต้องจัดเวลา และสถานที่ให้ผู้เรียนฝึกทักษะให้คล่องแคล่ว เพื่อนำไปใช้

3. เพื่ออธิบายหลักการ (illustrating a principle) ในสื่อที่ใช้สอนแบบปฏิบัติ การอาจจะมีข้อความซึ่งเป็นการขยายความและยกตัวอย่างการนำไปใช้ ตลอดจนผู้เรียนมีโอกาส นำสิ่งที่เรียน ไปใช้กับปัญหาในลักษณะต่างๆ
4. เพื่อรวบรวมข้อมูลและแปลความ (gather data and gaining) ผู้เรียน มีโอกาสรวบรวมข้อมูล จัดหมวดหมู่ แล้วสรุปผล หรือนำไปใช้ในการแก้ปัญหา
5. เพื่อฝึกใช้เครื่องมือ (learning to use equipment) ทำให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะ การใช้เครื่องมือที่เกี่ยวข้องกับการทำงานต่อไป
6. เพื่อฝึกการสร้างสรรค์ (performing creative work) เป็นการเปิด โอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นต่างๆ

ในด้านการศึกษา กายจนา เกียรติประวัติ (2524 : 290-292) ได้กล่าวถึง ทักษะที่ควรได้รับการพัฒนาในการสอนแบบปฏิบัติการว่า นักเรียนควรสร้างทักษะให้เกิดขึ้นกับ นักเรียนอย่างน้อย 3 ทักษะจากทักษะดังต่อไปนี้

1. ทักษะในการได้มาซึ่งข้อมูล (acquisitive skills) เช่น การรับฟัง อย่างสนใจ การสังเกตอย่างแม่นยำ การสอบถามและการอ่านข้อสนเทศที่เกี่ยวข้องกับการทดลอง
2. ทักษะในการจัดระเบียบข้อมูล (organizational skills) เมื่อได้ข้อมูล มาแล้ว นักเรียนควรมีความสามารถในการจัดระเบียบข้อมูล เช่น การบันทึกข้อมูลในรูปของตาราง แผนภูมิ การเปรียบเทียบข้อมูล การจัดจำแนกข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล และการแปลความหมาย ของข้อมูล
3. ทักษะในด้านความคิดสร้างสรรค์ (creative skills) ได้แก่การมองเห็น ทางแก้ปัญหา การวางแผนแก้ปัญหา และการสรุปผล
4. ทักษะในด้านการติดตั้ง ใช้ และซ่อมแซมเครื่องมือ (manipulative skills) ได้แก่ การรู้จักใช้เครื่องมือ การดูแลและรักษาเครื่องมือ การรู้จักสร้างเครื่องมืออย่างง่ายๆ และการซ่อมแซมเครื่องมือ
5. ทักษะในการสื่อสาร (communicative skill) ได้แก่ การอภิปราย แสดงความคิดเห็น รู้จักอธิบายเพื่อชี้ให้เห็นจุดสำคัญ การรายงานผลการทดลองหน้าชั้น การสรุป ปัญหาในการทดลอง

สำหรับการสอนคณิตศาสตร์แบบปฏิบัติการนั้น ยูนิ นิพิตกุล (2523 : 81) ได้สรุป  
จุดมุ่งหมายในการสอนไว้ 2 ประการ คือ

1. เพื่อให้นักเรียนค้นหาค้นหาโนมิตีด้วยตนเอง
2. เพื่อใช้สำรวจหรือตรวจดูงานที่ทำไปแล้วด้วยตนเอง

### 1.3 ลักษณะของนักเรียนที่เหมาะสมกับการสอนแบบปฏิบัติการ

เนื่องจากนักเรียนแต่ละคนย่อมมีความแตกต่างกันในด้านสติปัญญา ซึ่งถ้าแบ่งเป็นกลุ่มแล้ว  
อาจแบ่งได้เป็น 3 กลุ่มคือ นักเรียนที่มีระดับสติปัญญาสูง ปานกลาง และ ต่ำ นักเรียนในแต่ละกลุ่ม  
ย่อมสามารถรับรู้สิ่งที่เรียนมาได้แตกต่างกัน นักเรียนที่มีระดับสติปัญญาสูง หรือนักเรียนที่เก่งอาจจับ  
รู้ได้ เมื่อฟังคำอธิบายประกอบกับการยกตัวอย่างจากครู ในขณะที่นักเรียนที่มีระดับสติปัญญาปานกลาง  
และต่ำ อาจจะต้องมีสื่อการเรียนการสอนอย่างอื่นด้วยจึงจะเข้าใจสิ่งที่ครูสอน การสอนแบบ  
ปฏิบัติการเป็นการสอนที่เน้นให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมโดยใช้สื่อต่าง ๆ เพื่อช่วยให้นักเรียนค้นพบ  
ความรู้ได้ด้วยตนเอง ดังนั้นวิธีสอนนี้จึงน่าจะเหมาะสมสำหรับนักเรียนที่มีระดับสติปัญญาปานกลาง  
และต่ำ

ยูนิ นิพิตกุล (2530: 237-242) กล่าวถึงลักษณะของนักเรียนที่มีระดับสติปัญญาต่ำ  
ว่ามักเป็นผู้ที่มีเจตคติในทางลบต่อวิชาคณิตศาสตร์ มักจะอ่อนในด้านการใช้ภาษา สัญลักษณ์  
การอ่าน การฟัง ไม่เกิดมโนคติในเรื่องที่เรียน มองไม่ออกในเรื่องที่เป็นนามธรรม ไม่รู้จักสรุป  
ตลอดจนไม่รู้จักเรียงลำดับความคิดและการวิเคราะห์ ในการสอนนักเรียนประเภทนี้ครูควรจัด  
กิจกรรมส่งเสริมหลาย ๆ อย่าง เช่น

1. ให้อ่านหนังสืออ่านประกอบง่าย ๆ และชวนสนุกสนาน เช่น หนังสือเกม การ์ตูน  
เสริมคณิตศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนเรียนโดยไม่เบื่อหน่าย
2. ให้ทำโจทย์ที่เริ่มต้นจากโจทย์ง่าย ๆ ไปสู่ยากตามลำดับ
3. สร้างบทเรียนที่เกี่ยวกับชีวิตประจำวัน และให้ลงมือปฏิบัติจริง เช่น การคำนวณ  
ภาษีเงินได้ การคิดดอกเบี้ย
4. ควรใช้สื่อการเรียนการสอนแบบรูปธรรม เพื่ออธิบายสิ่งที่เป็นนามธรรม
5. ให้นักเรียนมีโอกาสปฏิบัติการทดลองด้วยตนเอง และค้นพบข้อสรุปด้วยตนเอง

6. เปิดโอกาสให้นักเรียนศึกษาด้วยตนเองด้วยการทำกิจกรรมต่าง ๆ โดยครูจะกำหนด บทเรียนให้สั้น ๆ และง่าย ๆ แล้วมีแบบฝึกหัดให้ทำ

ส่วนนักเรียนที่มีระดับสติปัญญาปานกลางนั้น ครูควรจัดกิจกรรมส่งเสริมเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเรียนได้ดีขึ้น ซึ่งอาจจัดได้ดังนี้

1. จัดหาบทเรียนให้ศึกษาเพิ่มเติม
2. จัดให้เรียนเป็นกลุ่มย่อย ๆ โดยมีนักเรียนที่เก่งรวมอยู่ด้วย
3. จัดให้เรียนด้วยตนเอง โดยใช้เอกสารแนะแนวทาง บทเรียนโปรแกรม ฯลฯ
4. จัดให้มีการแข่งขัน และจัดนิทรรศการทางคณิตศาสตร์
5. จัดกิจกรรมให้นักเรียนทำเพื่อให้ประสบความสำเร็จ
6. จัดหาโจทย์แปลก ๆ ให้นักเรียนฝึกคิด

#### 1.4 ลักษณะของเนื้อหาที่เหมาะสมกับการสอนแบบปฏิบัติการ

เนื่องจากการสอนแบบปฏิบัติการเป็นการสอนที่ให้นักเรียนได้เรียนจากการปฏิบัติจริง จากสื่อการเรียนการสอนต่าง ๆ ดังนั้นเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมที่จะนำมาสอนแบบปฏิบัติการควรเป็นเนื้อหาที่มีลักษณะเป็นรูปธรรม และสามารถนำมาสร้างเป็นบทเรียนปฏิบัติการได้

ลาวัลย์ พลกล้า (2523:56) กล่าวว่าเนื้อหาในหลักสูตรระดับมัธยมศึกษาที่สมควรจะนำมาสร้างเป็นบทเรียนปฏิบัติการ เพื่อให้นักเรียนค้นพบความรู้ด้วยตนเอง ได้แก่ เรื่องการชั่ง ตวง วัด พื้นที่รูปสี่เหลี่ยม รูปสามเหลี่ยม วงกลม การหาปริมาตรรูปลูกบาศก์ รูปทรงสี่เหลี่ยม รูปทรงกระบอก รูปทรงกรวย การหาค่า  $\pi$  สมุดสนาม คุณสมบัติของรูปสามเหลี่ยม ความเท่ากันของรูปสามเหลี่ยม ความสัมพันธ์ของรูปสามเหลี่ยมกับรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า การสมมาตร การหาตัวประกอบของ โพลีโนเมียล เลขยกกำลัง ทฤษฎีบทของปีทาโกรัส จำนวนเต็ม อันดับ อนุกรม และความน่าจะเป็น

รวีวรรณ ทุมชัย (มปป. : 111-116) กล่าวว่าตัวอย่างของเนื้อหาที่ควรใช้ในการสอนแบบปฏิบัติการ ได้แก่ เรื่องจำนวนและการคาดคะเน การสำรวจหรือรวบรวมข้อมูล การทดลองเกี่ยวกับความน่าจะเป็น อัตราส่วนและสัดส่วน และเรื่องเกี่ยวกับพีชคณิต และเรขาคณิต

### 1.5 สื่อการเรียนการสอนแบบปฏิบัติการ

การสอนแบบปฏิบัติการเป็นการสอนที่ยึดหลักการเรียนรู้จากรูปธรรมไปหนามธรรม จึงจำเป็นต้องอาศัยสื่อการเรียนการสอนต่างๆ ให้นักเรียนใช้ในการศึกษาหาความรู้ ความจริง กฎเกณฑ์ต่างๆ ด้วยตนเอง

พิชากกร แปลงประสพโชค ได้แบ่งรูปแบบของสื่อการเรียนการสอนในวิชาคณิตศาสตร์ไว้หลายรูปแบบดังนี้ (พิชากกร แปลงประสพโชค. 2526 : 4-58)

1. สิ่งตีพิมพ์ ได้แก่ แบบเรียน บทเรียน โปรแกรม หนังสืออ่านประกอบ วารสาร คู่มือครู ตลอดจนเอกสารแนะนำแนวทางที่ครูผลิตขึ้น สื่อการสอนเหล่านี้ช่วยส่งเสริมสร้างความเข้าใจ ใช้ฝึกฝนทบทวน เสริมประสบการณ์ และสร้างเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์
2. เครื่องมืออำนวยความสะดวกที่ใช้ประกอบการเรียนการสอน ได้แก่ กระดานดำ กระดานกราฟ ตารางตะปู เส้นจำนวน แผ่นเปอร์เซ็นต์สำเร็จรูป อุปกรณ์แผนภูมิวง แผนภูมิแท่ง วงเวียน ไม้โพรแทรกเตอร์ ไม้ทึบ และไม้บรรทัด เป็นต้น
3. ชุดวัสดุต่อสร้างทางคณิตศาสตร์ (constructional sets) ได้แก่ แผ่นรูปหลายเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่า สามเหลี่ยมหน้าจั่ว สามเหลี่ยมมุมฉาก ลูกบาศก์หน่วย แท่งไม้กลม เป็นต้น อุปกรณ์เหล่านี้ใช้ในกิจกรรมการเรียนรูปรูปเรขาคณิต
4. รูปทรง และอุปกรณ์สาธิต-ทดลองทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ แบบจำลองรูปทรงต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ โครงสร้างรูปทรงทางเรขาคณิต อุปกรณ์อธิบายสูตรพีชคณิต อุปกรณ์แสดงการหาพื้นที่ และปริมาตรของรูปเรขาคณิต อุปกรณ์ทดลองทางสถิติ เครื่องมือเขียนรูปกราฟ และเครื่องคำนวณต่างๆ อุปกรณ์เหล่านี้จะช่วยเสริมสร้างความเข้าใจ จินตนาการ และประสิทธิภาพในการจำ
5. แผนภาพและแผนภูมิ ได้แก่ ภาพศิลปะคณิตศาสตร์แบบต่างๆ ภาพนักคณิตศาสตร์ เกียรติความรู้ กราฟรูปต่างๆ สิ่งเหล่านี้นอกจากจะช่วยเสริมสร้างความเข้าใจ และประสบการณ์ให้กว้างขึ้นแล้วยังช่วยสร้างบรรยากาศให้น่าเรียน
6. วัสดุที่ใช้กับเครื่องฉาย ได้แก่ แผ่นโปร่งใส สไลด์ फिल्मสตริป फिल्मภาพยนตร์
7. ของเล่นและเกมต่างๆ ซึ่งใช้ในกิจกรรมนำเข้าสู่บทเรียน และฝึกทักษะ
8. ของจริง ได้แก่ สิ่งต่างๆ ที่มีตามธรรมชาติ รูปถ่าย หรือแบบจำลองของจริง

ของจริงมีประโยชน์ทำให้นักเรียนเกิดความรู้สึกว่าคณิตศาสตร์มิใช่เป็นสิ่งที่ไกลตัว แต่เป็นสิ่งที่น่าสนใจศึกษา

ลาวัลย์ พลกล้า (2523 : 6-11) กล่าวว่าสื่อการเรียนการสอนที่ใช้ในการสอนแบบปฏิบัติการเพื่อให้นักเรียนค้นพบความรู้ ความจริงด้วยตนเอง อาจจัดได้หลายรูปแบบ เช่น

1. บทเรียนปฏิบัติการ (laboratory lesson) เป็นบทเรียนที่ให้นักเรียนเรียนจากการกระทำกิจกรรมต่างๆ จริงๆ นักเรียนต้องทำตามคู่มือการทดลอง (laboratory direction) โดยทำการทดลอง บันทึกข้อมูล แล้วสรุปหาข้อความจริง สูตร กฎเกณฑ์ต่างๆ ด้วยตนเอง

2. บทเรียนกิจกรรม (activity lesson , activity card or activity sheet) เป็นบทเรียนที่บอกให้นักเรียนทำกิจกรรมต่างๆ ตามข้อปฏิบัติ โดยมีข้อเสนอแนะเพื่อช่วยให้นักเรียนตอบคำถามและหาข้อมูลได้ซึ่งแตกต่างกับบทเรียนปฏิบัติการที่นักเรียนจะต้องหาข้อสรุปด้วยการพิจารณาจากข้อมูลต่างๆ ด้วยตนเอง

3. บทเรียนโปรแกรม (programmed text) เป็นสื่อที่ให้นักเรียนใช้เรียนด้วยตนเองตามแนวคิดของนักจิตวิทยากลุ่มสิ่งเร้า-ตอบสนอง (stimulus - response) เนื้อหาในบทเรียนจะถูกแบ่งเป็นเนื้อหาย่อยๆ เป็นตอนๆ ซึ่งเรียกว่า กรอบ (frame) ภายในกรอบจะมีข้อความที่เป็นเนื้อหา มีคำถามให้นักเรียนตอบและมีเฉลยในกรอบหรือหน้าถัดไป การศึกษาจากบทเรียน โปรแกรมจะค่อยๆ เรียนรู้ไปตามลำดับความรู้ นักเรียนเรียนได้เร็วหรือช้าจะขึ้นอยู่กับความสามารถของตนเอง

4. บัตรงาน (work card or work sheet) เป็นสื่อการเรียนที่ฝึกให้นักเรียนเกิดทักษะในการคิดคำนวณ นำความรู้จากข้อเท็จจริง สูตร ทฤษฎีต่างๆ ไปใช้หลังจากเรียนเนื้อหาแล้ว

5. บัตรปัญหา (problem card) เป็นสื่อการเรียนซึ่งใช้ฝึกให้นักเรียนคิดแก้ปัญหา ปัญหาอาจจะมีลักษณะต่างๆ เช่น ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ตามหลักสูตรที่เป็นโจทย์ที่ยากและซับซ้อน หรือปัญหาที่ไม่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ตามหลักสูตรแต่อาศัยความรู้คณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา

6. เกม (game) เป็นสื่อการเรียนรู้ที่เร้าให้นักเรียนเกิดความสนุก สนใจในการเรียนคณิตศาสตร์ อีกทั้งยังเป็นเครื่องมือในการฝึกทักษะการคิดคำนวณ และทักษะการแก้ปัญหา

### 1.6 การจัดการ การเรียนการสอนแบบปฏิบัติการ

เนื่องจากการสอนแบบปฏิบัติการเป็นการสอนที่让孩子ได้มีอิสระในการทำกิจกรรมที่ครูกำหนดให้ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการวางแผนจัดการการเรียนการสอนให้เป็นไปอย่างราบรื่น นักเรียนจึงจะประสบผลสำเร็จในการเรียน การจัดการการสอนแบบปฏิบัติการได้แก่ การจัดกลุ่มในการสอนแบบปฏิบัติการ และการจัดห้องปฏิบัติการคณิตศาสตร์

#### 1.6.1. การจัดกลุ่มในการสอนแบบปฏิบัติการ

การปฏิบัติกิจกรรมของการสอนแบบปฏิบัตินั้น มีทั้งเป็นรายบุคคลและเป็นกลุ่มย่อย งานที่ทำเป็นรายบุคคลนั้น เปิดโอกาสให้ผู้เรียนแต่ละคนมีอิสระที่จะพัฒนามโนคติของตนเอง ส่วนการทำงานเป็นกลุ่มย่อย จะสนองความต้องการทางด้านสังคม ความร่วมมือช่วยเหลือซึ่งกันและกัน เรียนรู้การอยู่ร่วมกับผู้อื่น และการได้แสดงความคิดเห็น ซึ่งเป็นการส่งเสริมพัฒนาการด้านการพูด (Copeland. 1974 : 329-331)

สำหรับจำนวนสมาชิกที่เหมาะสมในการจัดกลุ่มย่อยนั้น ดูนน์และดูนน์ (Dunn and Dunn. 1976 : 64) กล่าวว่า จำนวนสมาชิกที่จัดเข้ากลุ่มเพื่อปฏิบัติกิจกรรมในลักษณะกลุ่มย่อย ควรเป็น 4-6 คน ซึ่งเป็นจำนวนที่ใกล้เคียงกับที่ ลาวัลย์ พลกล้า (2523 : 17) เสนอไว้ว่า ในการจัดให้นักเรียนเรียนแบบปฏิบัติการ ถ้าเป็นกลุ่มย่อยควรมีสมาชิก 2-4 คน สำหรับในการจัดให้นักเรียนเข้ากลุ่มนั้น ในแต่ละกลุ่มควรมีนักเรียนเก่ง ปานกลาง และอ่อนอยู่ในกลุ่มเดียวกัน เพื่อจะได้ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน (ยุพิน นิพิชกุล. 2519 : 75)

อารีรัตน์ สุดเกตุ (2529 : 17) ได้กล่าวถึงการปฏิบัติกิจกรรมในกลุ่มย่อยว่าเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนฝึกความร่วมมือกับกลุ่มในการปฏิบัติงาน และได้แสดงความคิดเห็นในกลุ่มของตน กลุ่มที่มีสมาชิกไม่มาก ทำให้มีการแบ่งงานกันทั่วถึง นักเรียนทุกคนมีโอกาสร่วมกิจกรรม การจัดกลุ่มแบบคณะที่มีทั้งนักเรียนที่เรียนเก่ง ปานกลาง และอ่อนนั้น เป็นการส่งเสริมให้ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน และทำให้การดำเนินการเรียนการสอนไม่ติดขัด เพราะนักเรียนแต่ละกลุ่มจะทำกิจกรรมเสร็จในเวลาไล่เลี่ยกัน

### 1.6.2. การจัดห้องปฏิบัติการคณิตศาสตร์

ห้องปฏิบัติการคณิตศาสตร์ (mathematical laboratory) เป็นสถานที่ที่มีอุปกรณ์ทางคณิตศาสตร์ เพื่อใช้สอนโดยวิธีทดลอง มีผู้ให้ความหมายของห้องปฏิบัติการคณิตศาสตร์ไว้หลายประการคือ (ยุพิน นพินทรกุล. 2523 : 89)

1. เป็นห้องหรือสถานที่ที่ใช้ในการคำนวณ ในห้องนี้ควรมีอุปกรณ์หรือเครื่องมือสำหรับการคำนวณ เช่น เครื่องคิดเลข คอมพิวเตอร์
2. เป็นห้องที่นักเรียนใช้ทำกิจกรรมเกี่ยวกับบทเรียนเสริมความรู้ หรือบทเรียนที่ใช้สอนประจำวัน
3. เป็นสถานที่ค้นคว้า มีตำราทางคณิตศาสตร์ เป็นห้องทำงานแบบโครงการ ห้องเล่นเกมทางคณิตศาสตร์ หรือเป็นห้องเตรียมข้อสอบทางคณิตศาสตร์
4. เป็นห้องที่ใช้สอนคณิตศาสตร์ตามหลักสูตร เพื่อให้นักเรียนได้ประสบการณ์โดยตรงจากการทดลอง เช่น ฐานงานศูนย์ เล่นเกม อภิปราย สร้างโมเดลทางคณิตศาสตร์ ซึ่งต้องทำในห้องที่มีอุปกรณ์ในการทำกิจกรรม

นอกจากนี้จอห์นสันและไรซิง (Johnson and Rising. 1972 : 446-447)

ได้กล่าวถึงวิธีการจัดห้องปฏิบัติการคณิตศาสตร์ว่ามี 3 แบบ คือ

1. วิธีจัดแบบกระจาย (decentralized laboratory) เป็นแบบที่สมบูรณ์ที่สุด ครูคณิตศาสตร์แต่ละคนจะมีห้องๆ หนึ่งที่อยู่ประจำ และให้นักเรียนเข้ามาทำกิจกรรมการทดลองในห้องนั้นๆ ครูมีหน้าที่ดูแลนักเรียนที่เข้ามานั้น ให้คำอธิบาย เป็นที่ปรึกษา ในห้องจะมีโต๊ะเก้าอี้ ที่จัดไว้ให้นักเรียนได้ทำงานทดลองเป็นรายบุคคลหรือกลุ่ม มีอุปกรณ์เพียงพอสำหรับนักเรียนที่เข้ามาเรียน
2. วิธีจัดแบบเคลื่อนที่ (rolling laboratory) การจัดแบบนี้เหมาะสำหรับโรงเรียนที่มีงบประมาณจำกัด ไม่มีห้องปฏิบัติการโดยเฉพาะ และไม่มีอุปกรณ์มากพอ จึงใช้ห้องเรียนเดิมเป็นห้องปฏิบัติการ โดยครูเป็นผู้จัดอุปกรณ์ที่เหมาะสมสำหรับการสอนแต่ละครั้งไว้ล่วงหน้า เมื่อถึงเวลาเรียนคณิตศาสตร์โดยวิธีทดลองครูจะเข็นรถที่บรรจุอุปกรณ์เข้ามาในห้องนักเรียนจะเลื่อนโต๊ะเรียนเข้าหากัน โดยจัดเป็นกลุ่มทำการทดลอง ครูอาจหมุนเวียนกันใช้รถเข็น

อุปกรณ์โดยจัดเวลาให้เหมาะสม วิธีนี้มีข้อเสีย คือ อุปกรณ์อาจจะหายได้ง่าย

3. วิธีจัดแบบรวม (centralized laboratory) แบบนี้ใช้กันมากในโรงเรียนมัธยม โดยทางโรงเรียนจะจัดห้องๆ หนึ่งเป็นห้องปฏิบัติการทางคณิตศาสตร์ร่วมกันใช้หลายๆ ชั้นเรียน จัดครูคณิตศาสตร์คนหนึ่งประจำการอยู่ในห้องเรียนนี้ตลอดเวลา ครูผู้นี้จะทำงานร่วมกับครูคณิตศาสตร์คนอื่น โดยร่วมออกแบบกิจกรรมการสอนโดยวิธีทดลอง ร่วมดูแลนักเรียนขณะเข้ามาทดลอง รับผิดชอบดูแลอุปกรณ์ที่เก็บเพื่อใช้ในห้องนี้ ครูผู้นี้จะต้องมีความสามารถมาก และมีประสบการณ์การสอนที่เพียงพอเพื่อให้คำแนะนำแก่นักเรียน และร่วมปรึกษารื้อกับครูคณิตศาสตร์อื่น ได้อย่างดี

ในห้องปฏิบัติการทางคณิตศาสตร์ จะต้องมียุ้เก็บอุปกรณ์ในการทดลอง เครื่องอัดสำเนา เครื่องเขียน กระดาษ หนังสืออ้างอิงทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนและครูได้ค้นคว้า มีปลั๊กไฟเพียงพอ มีที่แขวน และที่วาง แผ่นป้ายนิเทศ และกระดานดำ อุปกรณ์ทั่วไปที่ใช้ในการทดลองคณิตศาสตร์ คือ เครื่องวัด กรรไกร เครื่องเย็บกระดาษ เครื่องคิดเลข ตะปู กาว กระดาษกราฟ เป็นต้น

### 1.7 ขั้นตอนการสอนแบบปฏิบัติการ

ในการสอนแบบปฏิบัติการ ได้มีผู้เสนอขั้นตอนการสอนแบบปฏิบัติการสรุปได้เป็น 3 ขั้นตอนด้วยกันคือ (กาญจนา เกียรติประวัติ. 2524: 87 ; อบรม สนิทบาลและกุลชลี องค์กริพร. 2524 : 203 ; ยุพิน พิพิธกุล. 2523 : 82)

1. ขั้นนำให้เกิดความเข้าใจและเกิดแรงจูงใจ (introductory step for orientation and motivation) ในขั้นนี้ครูเสนอแนะสิ่งที่จะทำการทดลอง โดยอธิบายให้นักเรียนเข้าใจวิธีการทดลอง จุดมุ่งหมาย พร้อมทั้งแจกคำแนะนำ (guided sheets) หรือคู่มือปฏิบัติการ (laboratory manuals)

2. ขั้นปฏิบัติการ (work period) นักเรียนจะทดลองในปัญหาเดียวกันหรือต่างกันได้ ในการทดลองจะต้องกำหนดเวลา และคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล นักเรียนเก่ง และนักเรียนอ่อนอาจใช้เวลาไม่เท่ากัน

3. **ขั้นเสนอผลการทดลอง (culminating activities)** เมื่อการทดลองเสร็จแล้วก็ให้นักเรียนมารวมกันอีกครั้งเพื่อเสนอผลงาน ซึ่งอาจดำเนินการดังนี้

- 3.1 อธิบายถึงความสำคัญของปัญหาที่แต่ละคนหรือกลุ่มย่อยได้ทำการทดลอง
- 3.2 รายงานข้อมูล หรือข้อค้นคว้าที่รวบรวมได้
- 3.3 แสดงตัวอย่างที่เป็นวัสดุ หรืออื่นๆ ที่ได้จากการทดลอง
- 3.4 แสดงนิทรรศการผลงานด้านต่างๆ พร้อมด้วยการอธิบายประกอบ

ในการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์แต่ละเนื้อหา นั้น ครูผู้สอนจะต้องจัดกิจกรรมต่างๆ ให้เหมาะสมกับเนื้อหา วิธีสอน และเหมาะสมกับนักเรียนซึ่งมีวิธีเรียนและความสามารถในการเรียนต่างกัน และเหมาะสมกับสภาพสังคมสิ่งแวดล้อม การจัดกิจกรรมสำหรับบทเรียนหนึ่งๆ จะต้องมีกิจกรรม 5 ประเภท คือ (ลาวัวลย์ พลกล้า. 2526 : 173-246)

1. กิจกรรมสำหรับนำเข้าสู่บทเรียน เป็นกิจกรรมที่สร้างความสนใจหรือสำรวจ และเตรียมพื้นฐานความรู้เดิมเพื่อเรียนเนื้อหาใหม่
2. กิจกรรมสำหรับการสอนเนื้อหาใหม่ เป็นขั้นตอนสำคัญที่ครูต้องวางแผนอย่างเป็นระบบ ครูต้องรู้จักวิเคราะห์เนื้อหาที่จะสอน และพิจารณากิจกรรมการสอนที่เหมาะสมกับเนื้อหานั้น
3. กิจกรรมการฝึกทักษะ เป็นกิจกรรมหลังจากการเรียนรู้เนื้อหาใหม่ ฝึกทักษะเพื่อให้เกิดความคล่อง จำได้แม่นยำ และจำได้นาน
4. กิจกรรมสำหรับบททวน เป็นกิจกรรมหลังจากที่นักเรียนเรียนจบแต่ละเรื่อง เพื่อรวบรวมข้อสรุปและวิธีการต่างๆ
5. กิจกรรมสำหรับการทดสอบและซ่อมเสริมหลังจากที่นักเรียนได้บททวนเรื่องนั้นๆ แล้ว

### 1.8 ข้อดีและข้อเสียของการสอนแบบปฏิบัติการ

การสอนแบบปฏิบัติการหรือการสอนแบบทดลอง นับว่าเป็นการสอนที่นักเรียนมีส่วนร่วมอย่างแท้จริง และได้เรียนรู้ผ่านประสบการณ์สัมผัสหลายด้านในสภาพการณ์เหมือนชีวิตจริง จึงมีความสอดคล้องกับหลักการเรียนรู้หลายประการ เช่น เป็นการเรียนจากรูปรธรรมไปหานามธรรม

และเป็นการเรียนรู้โดยการกระทำ นอกจากนั้นการสอนแบบปฏิบัติการยังเหมาะสมในการสร้างบุคลิกภาพบางอย่างให้นักเรียนเช่นไม่เชื่อคำบอกกล่าว หรือข้อความต่างๆ ที่ได้ยินได้ฟังง่ายเกินไปโดยไม่มีหลักฐาน ซึ่งเป็นการปลุกฝังให้นักเรียนเป็นผู้มีเหตุผล ชอบพิสูจน์ทดลองค้นคว้าหาความจริงต่างๆ ดังที่สัว์ลัม ยูทธเมธา (2523 : 190) ได้สรุปประโยชน์ของการสอนแบบปฏิบัติการไว้ดังนี้

1. ปลุกฝังนักเรียนให้มีนิสัยในการค้นคว้าหาความจริง ไม่เชื่ออะไรง่าย
2. นักเรียนได้เรียนรู้วิธีการทดลองเพื่อค้นคว้าหาข้อเท็จจริงตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
3. ทำให้นักเรียนเป็นคนช่างสังเกตพิจารณาหาเหตุผลจากสิ่งแวดล้อม ปรับตนให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมได้ดีขึ้น
4. ทำให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยการกระทำ มีประสบการณ์ตรง เป็นการสร้างวิธีการที่ดีในการเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียนต่อไป
5. ทำให้นักเรียนรักและสนใจในบทเรียน เพราะเป็นการเรียนจากสิ่งที่เป็นจริงหรือใกล้เคียงกับสิ่งที่เป็นจริง
6. ทำให้นักเรียนพัฒนาทักษะการใช้เครื่องมือ และการจัดกระบวนการ
7. เรียนรู้ได้แจ่มแจ้ง แม่นยำ สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้
8. ทำให้นักเรียนเป็นคนเชื่อมั่นในตนเอง ไม่เป็นผู้ที่คอยแต่อาศัยผู้อื่น

ส่วนลาวัลล์ พลกล้า (2523 : 3) ได้กล่าวถึงคุณค่าของการสอนคณิตศาสตร์แบบปฏิบัติการไว้ดังต่อไปนี้

1. ช่วยให้นักเรียนเกิดมโนคติในเรื่องนั้นๆ เกิดจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ในการหากระบวนการ และวิธีการต่างๆ
2. นักเรียนสามารถโยงคณิตศาสตร์เข้ากับโลกภายนอกห้องเรียนหรือชีวิตจริง เพราะคณิตศาสตร์ที่นักเรียนเรียนนั้น นักเรียนเรียนจากกิจกรรมที่ปฏิบัติจริงทำให้เกิดมโนคติในเรื่องนั้นๆ นักเรียนจะไม่รู้สึกว่าคณิตศาสตร์เป็นสิ่งลึกลับสำหรับเขา

3. การเรียนจากการปฏิบัติจริงนักเรียนจะเกิดความเข้าใจอย่างถ่องแท้ทำให้เกิดความสามารถในการถ่ายโยง (transfer) การเรียนรู้ ซึ่งเป็นสิ่งที่พึงประสงค์อย่างยิ่งของการศึกษา
  4. บรรยากาศในห้องเรียนจะเป็นแบบนักเรียนเป็นศูนย์กลาง โดยนักเรียนทุกคนต้องคิด ต้องทำ ถ้าทำเป็นกลุ่มย่อยต้องมีการแสดงความคิดเห็น รับผิดชอบต่องานของตนและของกลุ่ม
  5. ทำให้นักเรียนอยู่ในบรรยากาศที่ไม่เคร่งเครียด และมีทัศนคติหรือเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์
  6. เปิดโอกาสในการนำปัญหาต่างๆ มาให้นักเรียนคิดโดยอาศัยวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ เป็นเครื่องช่วยในการวิเคราะห์โจทย์นั้นให้เป็นรูปธรรมหรือกึ่งรูปธรรม ให้เกิดภาพพจน์ เข้าใจปัญหาโจทย์
  7. ช่วยเร้าให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้นในการแก้ปัญหา
  8. เสริมสร้างทักษะในการคำนวณ
- นอกจากนี้สิริ (ยุพิน พิพิธกุล. 2523 : 87-88 ; อ้างอิงมาจาก Sidhu. 1975 : 93) ได้กล่าวถึงข้อดีในการสอนคณิตศาสตร์แบบปฏิบัติการ ดังต่อไปนี้
1. นักเรียนสนใจ เพราะได้ทำสิ่งต่างๆ ด้วยตนเอง
  2. การสอนแบบปฏิบัติการยึดหลักจิตวิทยาสองประการ คือ การเรียนรู้จากรูปธรรมไปหนามธรรม และการเรียนโดยการกระทำ
  3. นักเรียนเข้าใจในเนื้อหาวิชาได้ชัดเจนยิ่งขึ้น และสามารถค้นพบความรู้ด้วยตนเอง
  4. ทำให้นักเรียนเมื่ออิสระในการทำงาน และเกิดความเชื่อมั่นในตนเอง
  5. ช่วยให้นักเรียนรู้จักประสานงาน และแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกัน
  6. เมื่อนักเรียนปฏิบัติแล้วประสบความสำเร็จจะทำให้มีกำลังใจในการเรียน
  7. นักเรียนจะใช้มือได้คล่องแคล่วขึ้นเพราะต้องจับเครื่องมือ และวัสดุต่างๆ
  8. นักเรียนได้เห็นประโยชน์ในการนำคณิตศาสตร์ไปใช้
  9. เนื้อหาบางเรื่องนักเรียนจะเข้าใจได้ดีขึ้นด้วยการปฏิบัติ

จอห์นสัน และไรซิง (Johnson and Rising. 1969 : 302) กล่าวถึงบทบาทของการสอนแบบปฏิบัติการดังนี้

1. นักเรียนได้ฝึกทักษะตามความสามารถของแต่ละคน
2. ได้ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และส่งเสริมนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ
3. ทำให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์
4. ทำให้นักเรียนมีความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้
5. นักเรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรม นักเรียนแต่ละคนได้คิด ได้เก็บข้อมูล เล่นเกม

หรือทดลอง ซึ่งจะทำให้นักเรียนประสบความสำเร็จในการเรียน

ไฮร์เมอร์ และ ทรูบลัด ( Heimer and Trueblood. 1977 : 29 ) กล่าวว่า การสอนแบบปฏิบัติการมีคุณค่าอย่างน้อย 2 ประการคือ

1. เปิดโอกาสให้นักเรียน ได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเอง จากการปฏิบัติกิจกรรม
2. เปิดโอกาสให้นักเรียน ได้ตรวจสอบความรู้

ถึงแม้การสอนแบบปฏิบัติการจะมีประโยชน์และข้อดีต่างๆ หลายประการ ดังกล่าวข้างต้น แต่การสอนแบบนี้ก็มีข้อจำกัดบางประการ ดังที่สัวัดณา อุกัยรัตน์ ( 2526 : 113 ) ได้กล่าวว่า ไม่มีวิธีสอนใดที่จะเป็นวิธีการที่ดีที่สุด ที่จะนำไปใช้ได้ดีเสมอไป การเลือกวิธีการสอนนั้นต้องขึ้นอยู่กับเนื้อหาที่จะสอน

ส่วนยูนิ นินิธกุล ( 2523 : 88 ) ก็ได้กล่าวถึงข้อเสียของการสอนคณิตศาสตร์แบบปฏิบัติการไว้ดังนี้

1. ไม่สามารถใช้ได้กับทุกบทเรียน เพราะบางบทเรียนใช้วิธีนี้จะทำให้เสียเวลามาก
2. ทำให้นักเรียนคุ้นเคยกับเนื้อหาคณิตศาสตร์ในด้านการค้นพบความจริง มากกว่าการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
3. ถ้าครูจะต้องเตรียมเครื่องมือหลายชุด บางโรงเรียนอาจจะไม่สามารถจัดหาได้
4. นักเรียนอาจจะไม่ประสบผลสำเร็จถ้าคำแนะนำไม่ชัดเจนพอ หรือเครื่องมือที่เตรียมมาไม่เหมาะสม
5. ไม่ทำให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

6. ถ้าครูวางแผนและชี้แจงไม่ดี นักเรียนอาจจะเล่นเครื่องมือที่ใช้ทดลองนั้นๆ มากกว่าจะค้นหาความจริง ชั้นเรียนใหญ่ๆ จึงไม่เหมาะ เพราะครูจะต้องเอาใจใส่นักเรียน เป็นรายบุคคล

7. นักเรียนที่เรียนอ่อนไม่สามารถจะค้นพบความจริงจากการทดลองบางเรื่อง นอกจากจะเป็นเรื่องง่าย

8. นักเรียนอาจจะลอกผลการทดลองกัน ซึ่งครูจะต้องระมัดระวัง

เนื่องจากการสอนแบบปฏิบัติการมีข้อจำกัดดังกล่าว ดังนั้นการที่ครูผู้สอนจะนำการสอนแบบนี้ไปใช้ในวิชาคณิตศาสตร์ให้เกิดประสิทธิภาพมากที่สุด ครูผู้สอนจะต้องมีการเตรียมการอย่างรัดกุม ซึ่งลาวัลย์ พลกล้า (2523 : 3-4) ได้เสนอแนะข้อควรระมัดระวังในการสอนแบบปฏิบัติการไว้ 4 ข้อด้วยกันดังนี้

1. ต้องให้นักเรียนเข้าใจถึงบทบาทของนักเรียนในการเรียนแบบปฏิบัติการว่าต้องทำตามข้อปฏิบัติ การตอบ การสรุป ต้องอาศัยการคิดอย่างมีเหตุผล

2. ต้องมีการเตรียมบทเรียนเป็นอย่างดี ให้ความง่ายที่เหมาะกับความสามารถของนักเรียน ระวังอย่าให้นักเรียนเกิดความผิดหวัง ตื่นตระหนกต่อความล้มเหลวของตนเอง ครูต้องให้เวลานักเรียนเพื่อปรับตัวให้คุ้นเคยกับวิธีการเรียนแบบปฏิบัติการ

3. การสอนแบบปฏิบัติการเป็นการสอนที่เน้นด้านกระบวนการในด้านการเรียนรู้ มากกว่าการรู้เนื้อหาหรือผลของคำตอบ ซึ่งต่างกับการเรียนแบบดั้งเดิมที่มุ่งเนื้อหาและคำตอบ ถึงแม้ว่ากระบวนการเรียนรู้เป็นสิ่งสำคัญอย่างหนึ่ง แต่เนื้อหาของคณิตศาสตร์ก็ยังมีสำคัญที่จะต้องคำนึงด้วย ดังนั้นจึงควรใช้การสอนแบบปฏิบัติการสลับกับการสอนแบบอื่นๆ ด้วย

4. การทำงานแบบรายบุคคลและแบบกลุ่มย่อย ต้องมุ่งให้นักเรียนรู้จักการระดมความคิด การหาเหตุผล เพื่อให้เกิดความเข้าใจในเนื้อหา

ยุพิน นิพิธกุล (2523 : 89) ประดับ เรืองมาลัย (2524 : 293) และอบรม สนิทบาลและกุลชลี องค์กริพร (2524 : 203) ได้เสนอแนะหลักสำคัญในการสอนแบบปฏิบัติการพอสรุปได้เป็นข้อๆ ดังต่อไปนี้

1. ครูจะต้องเตรียมวางแผนการสอนอย่างระมัดระวัง

2. ครูแนะนำ หรือเขียนข้อแนะนำในการปฏิบัติการให้แจ่มแจ้งชัดเจน ในระยะต้นๆ ครูอาจต้องสาธิตให้นักเรียนดู
3. ครูต้องเตรียมเครื่องมือ เครื่องใช้ วัสดุอุปกรณ์ให้พร้อมก่อนจะนำกิจกรรมมาทดลอง ครูต้องมีประสบการณ์ในเรื่องนั้นเป็นอย่างดี เพื่อไม่ให้เกิดปัญหา
4. ให้นักเรียนรู้จุดมุ่งหมายในการทดลองแต่ละครั้งเสมอ
5. ปล่อยให้เด็กคิดและทำกิจกรรมอย่างอิสระ ครูทำหน้าที่คอยดู และช่วยเหลือให้เป็นไปตามข้อเสนอแนะและความมุ่งหมาย และส่งเสริมให้กำลังใจแก่นักเรียน อีกทั้งดูความตั้งใจในการทำงานของนักเรียนด้วย
6. ช่วงเวลาทดลองไม่ควรนานเกินไป พยายามให้นักเรียนสรุปผลการทดลองด้วยตนเอง

## 2. งานวิจัยที่เกี่ยวกับการสอนแบบปฏิบัติการ

ในการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนคณิตศาสตร์แบบปฏิบัติการผู้วิจัยพบว่า ได้มีผู้ทำการศึกษาไว้หลายท่านด้วยกันดังต่อไปนี้

มอนิเออร์ (Monier. 1977 : 2630A - 2631A) ได้ศึกษาผลบางประการของการสอนแบบกิจกรรมในการสอนเรขาคณิตระดับมัธยมศึกษา กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 9 และเกรด 10 จำนวน 602 คน ของโรงเรียนมัธยมศึกษาในประเทศอัฟกานิสถาน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 7 ห้องเรียน กลุ่มควบคุม 7 ห้องเรียน นักเรียนกลุ่มทดลองได้รับการสอนแบบปฏิบัติการกลุ่มละ 24 กิจกรรม เพิ่มจากการฟังบรรยายและศึกษาจากตำรา ส่วนกลุ่มควบคุมได้รับการสอนแบบเดิม ซึ่งใช้เพียงการฟังบรรยายและศึกษาจากตำรา ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง 32 สัปดาห์ ผลการทดลองพบว่า กลุ่มทดลองมีความเข้าใจในเนื้อหาเรขาคณิต มีความคิดสร้างสรรค์ ความสามารถในการอธิบายข้อเท็จจริง และความสามารถในการสร้างขั้นตอนการพิสูจน์ทฤษฎีบททางเรขาคณิต ได้สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

คอร์วิน (Corwin. 1978 : 6584A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบเจตคติ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรขาคณิต ของนักเรียนที่เรียน โดยการสอนแบบบรรยายและอภิปรายและการสอน

แบบปฏิบัติการ ซึ่งมีอุปกรณ์ให้ทำกิจกรรมและให้พับกระดาษด้วย การวิจัยนี้ประกอบด้วยครู 8 คน และนักเรียนจำนวน 354 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 169 คน และกลุ่มควบคุม 185 คน โดยครูแต่ละคนสอนนักเรียน 2 กลุ่ม กลุ่มทดลองได้รับการสอนแบบปฏิบัติการ และกลุ่มควบคุมได้รับการสอนโดยวิธีบรรยายและอภิปราย เวลาที่ใช้ในการทดลอง 15 สัปดาห์ ผลการทดลองพบว่า กลุ่มที่ใช้กิจกรรมปฏิบัติการในการสอนเรขาคณิตมีเจตคติและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างจากกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยวิธีบรรยายและอภิปรายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 แต่ทั้งครูและนักเรียนรู้สึกว่าการใช้เทคนิคพับกระดาษเป็นรูปทรงเรขาคณิตช่วยให้เห็นภาพพจน์และเข้าใจมโนคติได้ดีขึ้น

ลอนดอน (ปีทมา เรียร์วिक्ष์สกุล. 2526 : 18 ; อ้างอิงมาจาก London. 1978 : 2113A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนเกรด 8 ในวิชาคณิตศาสตร์ที่เรียนโดยการสอนแบบเน้นกิจกรรมกับการสอนปกติโดยยึดตำราเป็นหลัก กลุ่มทดลองใช้อุปกรณ์การสอนหลายอย่างรวมทั้งบทเรียนปฏิบัติการ และบทเรียนกิจกรรม สำหรับกลุ่มควบคุมสอนโดยยึดตำราเป็นหลักและใช้ตำราได้อย่างกว้างขวาง ผลการทดลองพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 และพบว่าเจตคติของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมก็แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 นอกจากนี้ยังพบว่าคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบก่อนเรียน และการทดสอบหลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

เดจาร์เนท-ออนดรัส (Dejarnette-Ondrus. 1978 : 3432A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนเกรด 9 ที่เรียนซ่อมเสริม ซึ่งเรียนโดยการสอนแบบปฏิบัติการสลับกับการสอนแบบบรรยาย-อภิปราย กลุ่มทดลองมีนักเรียน 18 คน ให้เรียนจากการสอนแบบปฏิบัติการสัปดาห์ละ 2 วัน อีก 3 วันเรียนจากการสอนแบบบรรยาย-อภิปราย ส่วนกลุ่มควบคุมมีนักเรียน 21 คน ให้เรียนจากการบรรยาย-อภิปราย ทั้ง 5 วันต่อสัปดาห์ ใช้เวลาในการทดลอง 23 สัปดาห์ ผลการทดลองพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกัน แต่กลุ่มทดลองมีเจตคติในทางบวกสูงกว่ากลุ่มควบคุม

เบลาร์ (ปีทมา เจริญวิศิษฐ์สกุล. 2526 : 19 ; อ้างอิงมาจาก Blount. 1980 : 1990A) ได้ทำการศึกษาผลการสอนในห้องปฏิบัติการคณิตศาสตร์เพื่อเสริมการสอนในชั้นเรียนปกติ โดยศึกษาเจตคติที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยทำการทดลองกับนักศึกษา ปีที่ 1 จำนวน 166 คน โดยสุ่มจากนักศึกษาทั้งหมด 813 คน ผลการวิจัยพบว่าการสอนแบบปฏิบัติการซึ่งใช้สลับกับการสอนปกติในชั้นเรียนเมื่อผลต่อเจตคติที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของกลุ่มที่เรียนโดยการสอนแบบปฏิบัติการ สลับกับการสอนปกติ กับกลุ่มที่เรียนจากการสอนปกติแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

สำหรับในประเทศมีผู้ทำการศึกษาผลของการสอนคณิตศาสตร์แบบปฏิบัติการไว้หลาย ท่านด้วยกันอาทิเช่น

เรียมรอง สวัสดิชัย ( 2525 ) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยการสอนแบบปฏิบัติการ และการสอนโดยใช้บทเรียนโปรแกรม กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนกระบุรีวิทยา อำเภอกระบุรี จังหวัดระนอง ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2525 จำนวน 64 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 32 คน กลุ่มทดลองได้รับการสอนแบบปฏิบัติการโดยเรียนจากบทเรียนปฏิบัติการ บทเรียนกิจกรรม บัตรงานและบัตรปัญหา ส่วนกลุ่มควบคุมเรียนจากบทเรียนโปรแกรมแบบเส้นตรงเพียงอย่างเดียว เนื้อหาที่ใช้ในการทดลองได้แก่ เรื่องความเท่ากันทุกประการในรายวิชา ค 204 ซึ่งมีเนื้อหาย่อยได้แก่ ความรู้พื้นฐานเรื่องความเท่ากันทุกประการ ความเท่ากันทุกประการของรูปสามเหลี่ยม ความสัมพันธ์แบบด้าน-มุม-ด้าน มุม-ด้าน-มุม และ ด้าน-ด้าน-ด้าน และคุณสมบัติของรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว นักเรียนทั้งสองกลุ่มใช้เวลาเรียน 12 คาบ คาบละ 50 นาที ผลการทดลองปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่.01 โดยกลุ่มทดลองที่เรียนโดยการสอนแบบปฏิบัติการมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่เรียนโดยใช้บทเรียนโปรแกรม

ปีทมา เจริญวิศิษฐ์สกุล ( 2526 ) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา

คณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียน โดยวิธีสอนแบบปฏิบัติการและวิธีสอนปกติ กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมัธยมสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2525 จำนวน 91 คน โดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 46 คน และกลุ่มควบคุม 45 คน กลุ่มทดลองได้รับการสอนแบบปฏิบัติการโดยเรียนจากบทเรียน ปฏิบัติการที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ส่วนกลุ่มควบคุมเรียนตามปกติ เนื้อหาที่ใช้ในการทดลองได้แก่ เรื่อง เส้นตรงในรายวิชา ค 012 ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 แต่ละกลุ่ม ใช้เวลาสอน 13 คาบ คาบละ 50 นาที ผลการทดลองพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา คณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นตรงของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทาง สถิติที่ .05

วรรณภา เฉลิมพรพงศ์ (2526) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของ นักเรียนที่เรียนโดยการสอนแบบปฏิบัติการและการสอนแบบปกติ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสตรีประเสริฐศิลป์ จังหวัดตราด ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2525 จำนวน 66 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 30 คน และกลุ่มควบคุม 36 คน กลุ่มทดลองได้รับการสอนแบบปฏิบัติการ ส่วนกลุ่มควบคุมได้รับการสอนแบบปกติ เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยเป็นเนื้อหาในรายวิชา ค 022 เรื่องความรู้พื้นฐานเรขาคณิตวิเคราะห์ ซึ่งกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มใช้เวลาเรียน 9 คาบ คาบละ 50 นาที ผลการทดลองปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 แต่จากการสังเกตระหว่างการทดลองพบว่านักเรียนที่เคยได้ คะแนนระดับปานกลางจะสนใจบทเรียนปฏิบัติการ และทำคะแนนได้ดีขึ้นกว่านักเรียนที่เรียนเก่ง ดังนั้นวรรณภา เฉลิมพรพงศ์ จึงเสนอแนะว่าวิธีสอนแบบปฏิบัติการเหมาะสมกับนักเรียนที่มีผล การเรียนระดับปานกลาง

สุนทรี ดิษฐลักษณ์ (2529) ได้ทำการศึกษาความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทาง การเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนคณิตศาสตร์โดยวิธีสอนแบบปฏิบัติการ กลุ่มตัวอย่าง การวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนนครหลวง " อุดมรัชต์วิทยา " จังหวัด พระนครศรีอยุธยา ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2529 จำนวน 75 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 38 คน กลุ่มควบคุม 37 คน กลุ่มทดลองเรียนโดยการสอนแบบปฏิบัติการ ส่วนกลุ่มควบคุมเรียน

โดยการสอนตามคู่มือครู นักเรียนทั้งสองกลุ่มเรียนเนื้อหาเรื่องความคล้ายของสามเหลี่ยม คุณสมบัติของสามเหลี่ยมมุมฉาก และกราฟ ใช้เวลาเรียนกลุ่มละ 14 คาบ คาบละ 50 นาที ผลการทดลองพบว่า กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีความคิดสร้างสรรค์ ด้านความคล่องในการคิด ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 แต่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

อารีรัตน์ สุตเกต (2529) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านมโนคติในวิชาคณิตศาสตร์ และเจตคติต่อวิธีสอนคณิตศาสตร์ของนักเรียน ที่เรียน โดยการสอนแบบปฏิบัติการกับการสอนตามแผนการสอนของกลุ่มโรงเรียนมัธยมศึกษาส่วนกลางกลุ่ม 4 กรุงเทพมหานคร กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนมัธยมวัดธาตุทอง กรุงเทพมหานคร ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2529 จำนวน 96 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมกลุ่มละ 48 คน เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ เรื่องความยาว พื้นที่ และปริมาตร ใช้เวลาในการทดลอง 14 คาบ คาบละ 50 นาที ผลการทดลองพบว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ด้านมโนคติในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียน โดยการสอนแบบปฏิบัติการกับการสอนตามแผนการสอนของกลุ่มโรงเรียนมัธยมศึกษาส่วนกลางกลุ่ม 4 กรุงเทพมหานคร แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 โดยกลุ่มที่เรียน โดยการสอนแบบปฏิบัติการมีผลสัมฤทธิ์ด้านมโนคติในวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่เรียนตามแผนการสอนของกลุ่มโรงเรียนมัธยมศึกษาส่วนกลางกลุ่ม 4 กรุงเทพมหานคร

2. เจตคติต่อวิธีสอนคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียน โดยการสอนแบบปฏิบัติการกับการสอนตามแผนการสอนของกลุ่มโรงเรียนมัธยมศึกษาส่วนกลางกลุ่ม 4 กรุงเทพมหานคร แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

3. เจตคติต่อวิธีสอนคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียน โดยการสอนแบบปฏิบัติการหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

เอนก สุตจำนงค์ (2531) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสนใจในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนที่มีระดับความสามารถในการเรียนต่างกัน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2530 โรงเรียนพะโต๊ะวิทยา กิ่งอำเภอบางละมุง จังหวัดชลบุรี จำนวน 48 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 24 คน และกลุ่มควบคุม 24 คน กลุ่มทดลอง

ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการ ส่วนกลุ่มควบคุมได้รับการสอนตามคู่มือครู เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ เรื่องความเท่ากันทุกประการ ในรายวิชา ค 204 ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 ใช้เวลาในการทดลอง 13 คาบ คาบละ 50 นาที ผลการทดลองพบว่า

1. นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01
2. นักเรียนที่มีระดับความสามารถแตกต่างกัน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01
3. วิธีสอนกับระดับความสามารถในการเรียนมีปฏิสัมพันธ์ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ดังนี้

3.1 กลุ่มนักเรียนที่มีระดับความสามารถในการเรียนต่ำ นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01

3.2 กลุ่มนักเรียนที่มีระดับความสามารถในการเรียนปานกลาง นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

3.3 กลุ่มนักเรียนที่มีระดับความสามารถในการเรียนสูง นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

4. นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู มีความสนใจในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวกับการสอนแบบปฏิบัติการในวิชาคณิตศาสตร์ทั้งในประเทศและต่างประเทศดังกล่าวพบว่า ยังมีงานวิจัยที่ขัดแย้งในด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะทำการศึกษาลักษณะสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ระหว่างผู้ที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการและการสอนแบบปกติ และผลการวิจัยนี้จะได้นำมาเรียบเรียงปฏิบัติการที่จะนำไปใช้ในการเรียนได้ต่อไป

### สมมติฐานของการวิจัย

นักเรียนที่เรียนด้วยการสอนแบบปฏิบัติการ และนักเรียนที่เรียนด้วยการสอนแบบปกติ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง คุณสมบัติเกี่ยวกับวงกลม แตกต่างกัน

### บทที่ 3

#### วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

##### ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนรายวิชา คณิตศาสตร์ ค 311 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2535 ของโรงเรียนอิสลามวิทยาลัยแห่งประเทศไทย เขตราชบุรีบูรณะ กรุงเทพมหานคร จำนวน 6 ห้องเรียน ซึ่งการจัดห้องเรียน เป็นการจัดแบบคละกันระหว่างนักเรียนที่เรียนเก่ง ปานกลาง และอ่อน

##### กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนรายวิชา คณิตศาสตร์ ค 311 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2535 ของโรงเรียนอิสลามวิทยาลัยแห่งประเทศไทย เขตราชบุรีบูรณะ กรุงเทพมหานคร ซึ่งได้จากการสุ่มอย่างง่ายจำนวน 2 ห้องเรียน จาก 6 ห้องเรียน แล้วทำการสุ่มแยกเป็นกลุ่มทดลอง 1 ห้องเรียนจำนวน 45 คน และกลุ่มควบคุมอีก 1 ห้องเรียนจำนวน 45 คน โดยกลุ่มทดลองได้รับการสอนแบบปฏิบัติการ และกลุ่มควบคุมได้รับการสอนแบบปกติ

##### เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง

เนื้อหาที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ เป็นเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 รายวิชา ค 311 เรื่อง คุณสมบัติเกี่ยวกับวงกลม ซึ่งประกอบด้วยเนื้อหาย่อยดังนี้

1. ความสัมพันธ์ระหว่างมุมที่จุดศูนย์กลาง และมุมในส่วนโค้งของวงกลม
2. ความสัมพันธ์ระหว่างมุม และส่วนโค้งของวงกลม

3. ความสัมพันธ์ระหว่างคอร์ต และส่วนโค้งของวงกลม
4. ความสัมพันธ์ระหว่างคอร์ต และเส้นที่ลากจากจุดศูนย์กลางมายังคอร์ต
5. ความสัมพันธ์ระหว่างเส้นสัมผัสกับรัศมีของวงกลม

นักเรียนในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ได้เรียนเนื้อหาเดียวกัน แต่ใช้บทเรียนที่ต่างกัน

### ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง

กลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่มใช้ระยะเวลาในการทดลอง 9 คาบ คาบละ 50 นาที

### เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองนี้ประกอบด้วย

1. บทเรียนปฏิบัติการ เรื่อง คุณสมบัติเกี่ยวกับวงกลม
2. บัตรงาน เรื่อง คุณสมบัติเกี่ยวกับวงกลม
3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง คุณสมบัติเกี่ยวกับวงกลม

### ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1. บทเรียนปฏิบัติการและบัตรงาน เรื่อง คุณสมบัติเกี่ยวกับวงกลม ผู้วิจัยดำเนินการสร้างตามลำดับดังนี้
  - 1.1 ศึกษาขอบเขตของเนื้อหาเรื่อง คุณสมบัติเกี่ยวกับวงกลม จากหนังสือเรียน และคู่มือวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งมีเนื้อหาอยู่ดังนี้
    - 1.1.1 ความสัมพันธ์ระหว่างมุมที่จุดศูนย์กลาง และมุมในส่วนโค้งของวงกลม ซึ่งได้แก่คุณสมบัติต่อไปนี้
      - 1.1.1.1 มุมที่จุดศูนย์กลางของวงกลมจะมีขนาดเป็นสองเท่าของมุมในส่วนโค้งของวงกลม ซึ่งรองรับด้วยส่วนโค้งเดียวกัน

1.1.1.2 มุมในครึ่งวงกลมมีขนาดเท่ากับ 90 องศาหรือ หนึ่งมุมฉาก

1.1.1.3 มุมในส่วนโค้งของวงกลมวงหนึ่งที่รองรับด้วยส่วนโค้ง

เดียวกันจะมีขนาดเท่ากัน

1.1.2 ความสัมพันธ์ระหว่างมุม และส่วนโค้งของวงกลม ซึ่งได้แก่

1.1.2.1 ในวงกลมวงหนึ่งหรือวงกลมที่เท่ากัน ถ้ามุมที่จุดศูนย์กลางมีขนาดเท่ากันแล้ว ส่วนโค้งที่รองรับมุมที่จุดศูนย์กลางนั้นจะยาวเท่ากัน

1.1.2.2 ในวงกลมวงหนึ่งหรือวงกลมที่เท่ากัน ถ้ามุมในส่วนโค้งของวงกลมมีขนาดเท่ากันแล้ว ส่วนโค้งที่รองรับมุมทั้งสองนั้นจะยาวเท่ากัน

1.1.2.3 ในวงกลมวงหนึ่งหรือวงกลมที่เท่ากัน ถ้าส่วนโค้งยาวเท่ากันแล้ว มุมที่จุดศูนย์กลางที่รองรับด้วยส่วนโค้งนั้นมีขนาดเท่ากัน

1.1.2.4 ในวงกลมวงหนึ่งหรือวงกลมที่เท่ากัน ถ้าส่วนโค้งยาวเท่ากันแล้ว มุมในส่วนโค้งที่รองรับด้วยส่วนโค้งนั้นมีขนาดเท่ากัน

1.1.3 ความสัมพันธ์ระหว่างคอร์ต และส่วนโค้งของวงกลม ได้แก่

1.1.3.1 ในวงกลมวงหนึ่งหรือวงกลมที่เท่ากัน คอร์ตที่ยาวเท่ากัน จะตัดส่วนโค้งออกได้ยาวเท่ากัน คือส่วนโค้งน้อยเท่ากับส่วนโค้งน้อย ส่วนโค้งใหญ่เท่ากับส่วนโค้งใหญ่

1.1.3.2 ในวงกลมวงหนึ่งหรือวงกลมที่เท่ากัน คอร์ตที่ตัดวงกลมออกเป็นส่วนโค้งที่ยาวเท่ากันจะยาวเท่ากัน

1.1.4 ความสัมพันธ์ระหว่างคอร์ต และเส้นที่ลากจากจุดศูนย์กลางมายังคอร์ต ได้แก่

1.1.4.1 ส่วนของเส้นตรงที่ลากจากจุดศูนย์กลางมาตั้งฉากกับคอร์ต จะแบ่งครึ่งคอร์ตนั้น

1.1.4.2 ส่วนของเส้นตรงที่ลากจากจุดศูนย์กลางมาแบ่งครึ่งคอร์ต (ที่ไม่ใช่เส้นผ่านศูนย์กลาง) จะตั้งฉากกับคอร์ตนั้น

1.1.4.3 จุดศูนย์กลางของวงกลมที่ผ่านจุดสองจุดที่กำหนดให้จะอยู่บนเส้นตรงที่แบ่งครึ่งและตั้งฉากกับส่วนของเส้นตรงที่มีจุดทั้งสองนั้นเป็นจุดปลาย

1.1.5 ความสัมพันธ์ระหว่างเส้นสัมพันธ์กับรัศมีของวงกลม ได้แก่ เส้นสัมผัส  
ของวงกลมจะตั้งฉากกับรัศมีของวงกลมที่จุดสัมผัส

1.2 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบปฏิบัติการ เพื่อเป็น  
แนวทางในการสร้างบทเรียนปฏิบัติการ บัตรงาน และเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอน

1.3 สร้างบทเรียนปฏิบัติการ และบัตรงาน ให้สอดคล้องกับเนื้อหาและจุดประสงค์  
การเรียนรู้ ซึ่งมีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

1.3.1 บทเรียนปฏิบัติการ มีลำดับขั้นดังนี้

1.3.1.1 กำหนดจุดประสงค์ของการปฏิบัติ

1.3.1.2 กำหนดคโมโนมติ หรือเนื้อหา หรือทักษะที่ต้องการให้

นักเรียนได้เรียนรู้

1.3.1.3 เลือกอุปกรณ์ที่จะให้นักเรียนใช้ในการปฏิบัติ

1.3.1.4 เลือกกิจกรรมที่จะให้นักเรียนปฏิบัติ

1.3.1.5 ออกแบบตารางบันทึกผลการปฏิบัติ

1.3.2 บัตรงาน มีลำดับขั้นดังนี้

1.3.2.1 เขียนเนื้อหา ข้อสรุปของเรื่องที่จะฝึก หรือทำตัวอย่าง  
ให้ดูสัก 1-2 ตัวอย่าง เพื่อทบทวนความรู้ที่เรียนมาแล้ว

1.3.2.2 สร้างโจทย์ที่นำข้อสรุปไปใช้อย่างง่าย ๆ และค่อย ๆ  
ยากขึ้น ในการสร้างโจทย์ดังกล่าว ผู้วิจัยสร้างให้น่าสนใจ และประหยัดเวลาในการทำ

1.3.2.3 ทำบัตรเฉลยแยกออกจากบัตรงาน

1.4 นำบทเรียนปฏิบัติการและบัตรงานไปปรึกษาคณะกรรมการควบคุมปริญญาโท  
และอาจารย์ผู้สอนคณิตศาสตร์ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสม  
แล้วนำไปปรับปรุง

1.5 นำบทเรียนปฏิบัติการและบัตรงานที่ปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยม  
ศึกษาปีที่ 3 จำนวน 5 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อปรับปรุงการใช้ภาษา ความเหมาะสมของ  
เนื้อหา และระยะเวลาที่ใช้ในการเรียน

1.6 นำบทเรียนปฏิบัติการ และบัตรงานที่ได้ทดลองใช้แล้ว ไปให้คณะกรรมการควบคุมปริญญาโท และอาจารย์ผู้สอนคณิตศาสตร์ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตรวจสอบและปรับปรุงอีกครั้งหนึ่ง

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง คุณสมบัติเกี่ยวกับวงกลม ผู้วิจัยดำเนินการสร้างตามลำดับชั้นดังนี้

2.1 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง คุณสมบัติเกี่ยวกับวงกลม เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 60 ข้อ

2.2 นำแบบทดสอบไปปรึกษาคณะกรรมการควบคุมปริญญาโท และอาจารย์ผู้สอนคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา และความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ แล้วนำมาปรับปรุง

2.3 นำแบบทดสอบที่ได้ปรับปรุงแล้วไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนอิสลามวิทยาลัยแห่งประเทศไทย ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 40 คน ซึ่งเป็นนักเรียนที่จัดให้เรียนเนื้อหาเรื่องสมบัติเกี่ยวกับวงกลมก่อนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

2.4 นำแบบทดสอบแบบปรนัยที่ได้จากการทดสอบกับนักเรียนในข้อ 2.3 มาตรวจให้คะแนนโดยข้อที่ตอบถูกให้คะแนน 1 คะแนน ข้อที่ตอบผิด หรือไม่ตอบ หรือเลือกตอบมากกว่า 1 คำตอบ ให้คะแนน 0 คะแนน จากนั้นนำผลการตรวจคะแนนมาวิเคราะห์เป็นรายข้อโดยใช้เทคนิค 27 เปอร์เซ็นต์ เพื่อหาค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r)

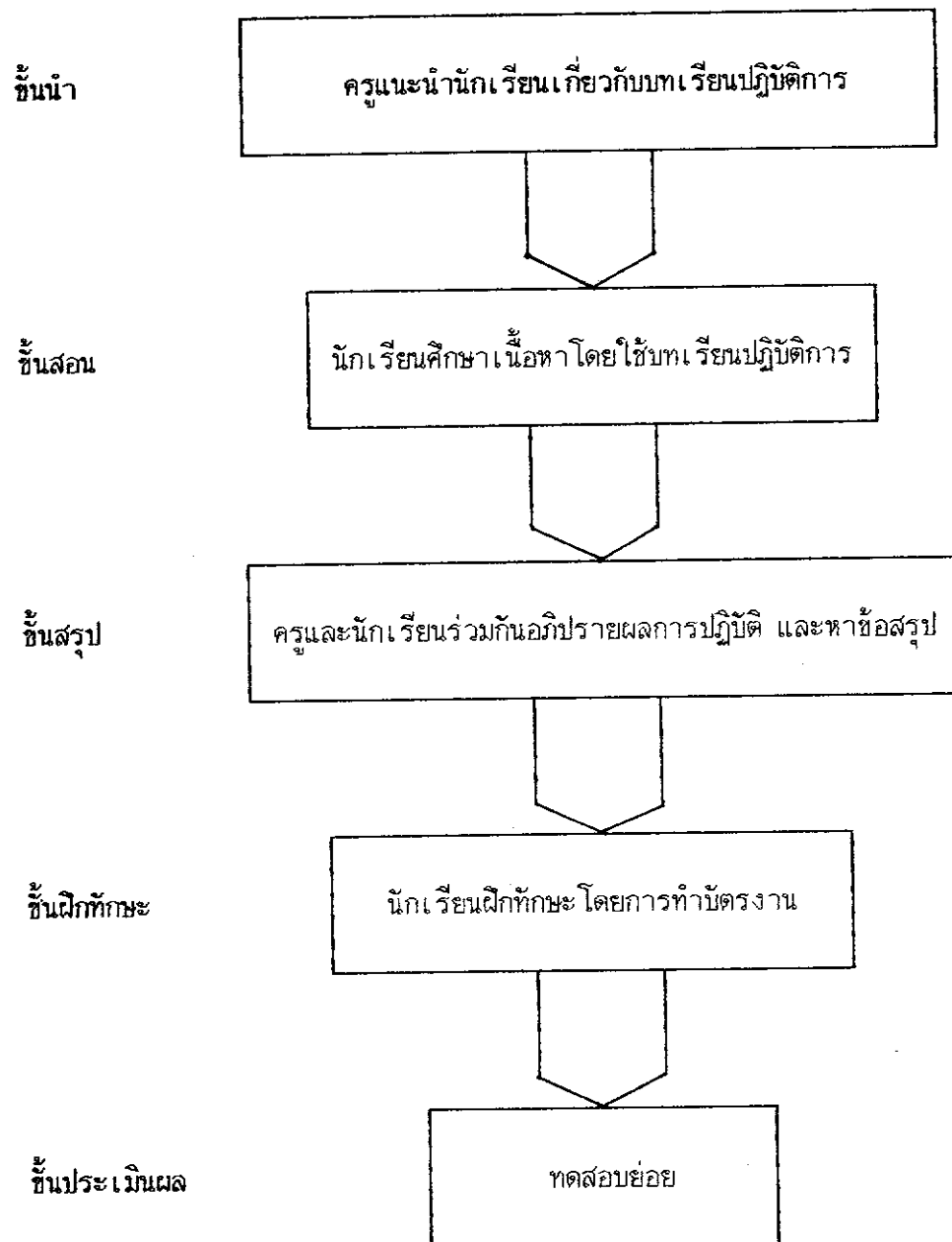
2.5 คัดเลือกข้อสอบแบบปรนัยเฉพาะข้อที่มีค่าความยากง่าย (P) ตั้งแต่ .20 ถึง .80 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ .20 ขึ้นไป จำนวน 40 ข้อ

จากการคัดเลือกข้อสอบปรนัยจำนวน 40 ข้อ ปรากฏว่าข้อสอบมีค่าความยากง่าย (P) ตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.70 ค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.21 ถึง 0.99 และมีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.87

## การดำเนินการทดลอง

ในการวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลอง ตามลำดับขั้นดังนี้

1. ผู้วิจัยสอนกลุ่มทดลองแบบปฏิบัติการ โดยใช้ขั้นตอนในการสอนแต่ละครั้งดังภาพประกอบต่อไปนี้



ภาพประกอบ 1 ขั้นตอนในการสอนแบบปฏิบัติการ

ในขณะที่นักเรียนกลุ่มทดลองเรียน โดยการสอนแบบปฏิบัติการผู้วิจัยสังเกตพฤติกรรมการเรียน  
 ของนักเรียนไปด้วย เช่น ความสนใจต่อบทเรียน ความตั้งใจเรียน ความรับผิดชอบ  
 การให้ความร่วมมือ การแสดงความคิดเห็นและความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ส่วนอาจารย์คณิตศาสตร์  
 ของโรงเรียนอิสลามวิทยาลัยแห่งประเทศไทย สอนกลุ่มควบคุมเรื่องคุณสมบัติเกี่ยวกับวงกลม  
 ทั้งสองกลุ่มใช้เวลาสอน 9 คาบ คาบละ 50 นาที

2. เมื่อสิ้นสุดการสอนแล้ว นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง คุณสมบัติ  
 เกี่ยวกับวงกลมไปทดสอบกับนักเรียนทั้งสองกลุ่ม ใช้เวลาดูกลุ่มละ 90 นาที

### การวิเคราะห์ข้อมูล

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนที่ได้จากการสอบของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม  
 โดยใช้การทดสอบ ที่ (t -test)

### สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ค่าสถิติพื้นฐาน
  - 1.1 ค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องคุณสมบัติเกี่ยวกับวงกลม
  - 1.2 ค่าความแปรปรวนของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องคุณสมบัติเกี่ยวกับ

วงกลม

## 2. การทดสอบค่าเอฟ ( F - test )

$$F = \frac{s_1^2 / \sigma_1^2}{s_2^2 / \sigma_2^2} = \frac{\sigma_2^2 s_1^2}{\sigma_1^2 s_2^2}$$

$$df = (n_1 - 1, n_2 - 1)$$

เมื่อ F แทน ค่าสถิติทดสอบ

$s_1^2$  แทน ค่าความแปรปรวนของกลุ่มทดลอง

$s_2^2$  แทน ค่าความแปรปรวนของกลุ่มควบคุม

## 3. การทดสอบค่าที ( t-test )

3.1 เมื่อประชากรทั้งสองกลุ่มมีค่าความแปรปรวนเท่ากัน (  $\sigma_1^2 = \sigma_2^2$  )

ใช้สูตร

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{s_p \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}$$

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

$$df = n_1 + n_2 - 2$$

3.2 เมื่อประชากรทั้งสองกลุ่มมีค่าความแปรปรวนไม่เท่ากัน. ( $\sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$ )

ให้สูตร

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}}$$

$$df = \frac{[(s_1^2/n_1) + (s_2^2/n_2)]^2}{\frac{(s_1^2/n_1)^2}{n_1 - 1} + \frac{(s_2^2/n_2)^2}{n_2 - 1}}$$

เมื่อ	t	แทน	ค่าสถิติทดสอบ
	$\bar{x}_1$	แทน	คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลอง
	$\bar{x}_2$	แทน	คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มควบคุม
	$n_1$	แทน	จำนวนนักเรียนของกลุ่มทดลอง
	$n_2$	แทน	จำนวนนักเรียนของกลุ่มควบคุม
	$s_1^2$	แทน	ค่าความแปรปรวนของคะแนนของกลุ่มทดลอง
	$s_2^2$	แทน	ค่าความแปรปรวนของคะแนนของกลุ่มควบคุม
	$s_p^2$	แทน	ค่าความแปรปรวนร่วมของคะแนนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

( Walpole. 1980 : 170 )

## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

#### การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเรื่อง การสอนแบบปฏิบัติการ เรื่องคุณสมบัติ เกี่ยวกับวงกลมของนักเรียน  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับดังนี้

1. ทดสอบค่าความแปรปรวนของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของกลุ่มทดลอง  
และกลุ่มควบคุม
2. ทดสอบค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของกลุ่มทดลองและ  
กลุ่มควบคุม

#### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ผลการทดสอบค่าความแปรปรวนของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลอง  
และกลุ่มควบคุม โดยใช้การทดสอบค่าเอฟ (F-test) ปรากฏผลดังตาราง 1

ตาราง 1 ผลการทดสอบค่าความแปรปรวนของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน  
กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	จำนวนนักเรียน	ความแปรปรวน	F
กลุ่มทดลอง	45	27.573	1.90
กลุ่มควบคุม	45	14.543	

$$F_{.025 : (44, 44)} = 1.8364$$

$$F_{.975 : (44, 44)} = 0.5445$$

จากตารางจะเห็นว่า  $1.90 > 1.8364$  แสดงว่าค่าความแปรปรวนของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

2. ผลการทดสอบค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้การทดสอบค่าที (t-test) ปรากฏผลดังตาราง 2

ตาราง 2 ผลการทดสอบค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	n	$\bar{X}$	$s^2$	t
กลุ่มทดลอง	45	27.2000	27.573	3.15
กลุ่มควบคุม	45	24.1556	14.543	

$$t_{(.005 : 80)} = \pm 2.639$$

จากตาราง 2 จะเห็นว่า  $3.15 > 2.639$  แสดงว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลอง ( $\bar{X} = 27.2000$ ) สูงกว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มควบคุม ( $\bar{X} = 24.1556$ )

## บทที่ 5

### บทย่อ สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

#### ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อสร้างบทเรียนปฏิบัติการ เรื่อง คุณสมบัติเกี่ยวกับวงกลมตามเนื้อหาในรายวิชาคณิตศาสตร์ ค 311 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
2. เพื่อศึกษาผลของการสอนแบบปฏิบัติการ เรื่อง คุณสมบัติเกี่ยวกับวงกลมตามเนื้อหาในรายวิชาคณิตศาสตร์ ค 311 แก่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

#### สมมติฐานของการวิจัย

นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการ และนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง คุณสมบัติเกี่ยวกับวงกลม แตกต่างกัน

#### กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนรายวิชาคณิตศาสตร์ ค 311 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2535 ของโรงเรียนอิสลามวิทยาลัยแห่งประเทศไทย เขตราชบุรีบูรณะ กรุงเทพมหานคร ซึ่งได้มาจากการสุ่มอย่างง่ายจำนวน 2 ห้องเรียนจาก 6 ห้องเรียนซึ่งจัดแบบคละ แล้วทำการสุ่มแยกเป็นกลุ่มทดลอง 1 ห้องเรียนจำนวน 45 คน และกลุ่มควบคุม 1 ห้องเรียนจำนวน 45 คน กลุ่มทดลองได้รับการสอนแบบปฏิบัติการ และกลุ่มควบคุมได้รับการสอนแบบปกติ

#### วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

1. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
  - 1.1 บทเรียนปฏิบัติการ และบัตรงานเรื่องคุณสมบัติเกี่ยวกับวงกลม

1.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องคุณสมบัติเกี่ยวกับวงกลม ซึ่งเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือกจำนวน 40 ข้อ มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.70 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.21 ถึง 0.99 และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับเท่ากับ 0.87

## 2. การดำเนินการทดลอง

2.1 ผู้วิจัยสอนกลุ่มทดลอง โดยใช้การสอนแบบปฏิบัติการ ครูประจำวิชาสอนกลุ่มควบคุมโดยใช้การสอนแบบปกติ ใช้เวลากลุ่มละ 9 คาบ คาบละ 50 นาที

2.2 เมื่อเสร็จสิ้นการสอนแล้วทดสอบนักเรียนทั้งสองกลุ่ม โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องคุณสมบัติเกี่ยวกับวงกลมใช้เวลา 1 ชั่วโมง 30 นาที

### การวิเคราะห์ข้อมูล

ทดสอบค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมโดยใช้การทดสอบค่าที (t-test)

### สรุปผลการศึกษาค้นคว้า

นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการ และนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องคุณสมบัติเกี่ยวกับวงกลม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ

### อภิปรายผล

จากการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการ และนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทั้งสองกลุ่ม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ โดยนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการมีค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ ทั้งนี้ น่าจะมีสาเหตุมาจาก

1. ลักษณะขั้นตอนการสอนแบบปฏิบัติการช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างแท้จริง กล่าวคือ ในขั้นนำครูจะกระตุ้นเพื่อให้นักเรียนเกิดความสนใจ อยากรู้อยากทดลอง ขั้นปฏิบัติการ นักเรียนได้ทดลองปฏิบัติจริง โดยการสังเกต ค้นหาข้อมูล รวบรวมข้อมูล ตรวจสอบข้อมูล และสามารถหาข้อสรุปได้ด้วยตนเอง ซึ่งในขั้นนี้นักเรียนทุกคนมีโอกาสคิดอย่างอิสระ และได้แสดงความคิดเห็นกันในกลุ่มย่อย ขั้นสรุปนักเรียนสามารถรายงานผลการปฏิบัติและร่วมอภิปรายผลการปฏิบัติ โดยมีครูเป็นผู้นำการอภิปรายเพื่อให้ได้ข้อสรุปที่ถูกต้องและครบถ้วน ขั้นฝึกทักษะ นักเรียนจะสามารถนำข้อสรุปไปใช้ได้อย่างถูกต้อง โดยการฝึกทำบัตรงานด้วยตนเอง ลักษณะขั้นตอนการสอนแบบปฏิบัติการดังกล่าวเป็นการสอนที่เน้นกระบวนการเรียนรู้หรือวิธีการค้นหาความรู้ โดยนักเรียนเป็นผู้กระทำ การสอนเช่นนี้จะทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาที่เรียนอย่างแท้จริงและนักเรียนจะสามารถจดจำความรู้ได้นานกว่าการสอนที่เน้นให้นักเรียนรู้เนื้อหาโดยการฟังคำอธิบายจากครูเพียงอย่างเดียว

2. สื่อการเรียนการสอนในการสอนแบบปฏิบัติการเป็นของจริงหรือวัสดุที่นักเรียนสามารถจับต้องได้ สื่อที่ใช้ในครั้งนี้ได้แก่ บทเรียนปฏิบัติการและบัตรงาน ในบทเรียนปฏิบัติการจะมีสื่อและอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการค้นหาหรือตรวจสอบข้อมูล จึงมีส่วนช่วยเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้มากกว่าการเรียนโดยไม่มีสื่อและอุปกรณ์ ในขั้นฝึกทักษะนักเรียนได้ฝึกทักษะจากบัตรงานที่สร้างขึ้นโดยสอดคล้องกับหลักการเรียนรู้จากง่ายไปยาก ทำให้นักเรียนเรียนรู้อย่างค่อยเป็นค่อยไป ค่อยพัฒนาไปทีละน้อย และเมื่อนักเรียนทำบัตรงานเสร็จแล้วก็จะตรวจคำตอบจากบัตรเฉลยด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนได้เห็นผลงานและความก้าวหน้าของตนเอง เกิดความภาคภูมิใจ และมีความพยายามที่จะแก้ไขข้อผิดพลาดด้วยตนเอง

3. เนื้อหาที่ผู้วิจัยนำมาใช้ในการทดลองครั้งนี้คือเรื่อง คุณสมบัติเกี่ยวกับวงกลม เนื้อหามีลักษณะเป็นรูปธรรมซึ่งนับว่าเป็นเนื้อหาที่เหมาะสมจะนำมาสร้างเป็นบทเรียนปฏิบัติการเพื่อให้นักเรียนได้ค้นคว้าด้วยตนเอง โดยการใช้กิจกรรมต่าง ๆ เช่น การสร้าง การวัด การเปรียบเทียบ การสังเกต และการสรุป

### ข้อสังเกตบางประการจากการทดลอง

#### 1. ข้อสังเกตจากการปฏิบัติกิจกรรมของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการ

##### 1.1 ในระยะแรก ๆ ของการสอนแบบปฏิบัติการ (บทเรียนปฏิบัติการที่ 1-2 )

นักเรียนยังไม่คุ้นเคยกับขั้นตอนต่าง ๆ ที่จะต้องปฏิบัติ และความสามารถในการอ่านของนักเรียนยังมีน้อยมาก กล่าวคือ นักเรียนอ่านบทเรียนไม่เข้าใจ ปฏิบัติไม่ได้ตามข้อกำหนดในบทเรียน นักเรียนจะรีบถามโดยไม่พยายามคิดหรือปรึกษาหารือกันภายในกลุ่ม ผู้วิจัยต้องคอยกระตุ้นให้นักเรียนช่วยกันคิดช่วยกันทำ แต่ก็มีนักเรียนที่มีระดับความสามารถสูงและปานกลางเท่านั้นที่เป็นผู้ปฏิบัติกิจกรรม ส่วนนักเรียนที่มีระดับความสามารถต่ำจะเป็นเพียงผู้สังเกตการณ์ ต่อมาในระยะหลังของการทดลอง (บทเรียนปฏิบัติการที่ 3-5) นักเรียนเริ่มเคยชินกับการเรียนเช่นนี้ ปฏิสัมพันธ์ภายในกลุ่มมีมากขึ้น นักเรียนเริ่มแบ่งงานกันทำอย่างทั่วถึง ช่วยกันคิด อภิปราย และแสดงความคิดเห็นร่วมกันในกลุ่มย่อย เพื่อหาข้อสรุปให้ได้

##### 1.2 จากการตรวจสอบสรุปผลการปฏิบัติของนักเรียนแต่ละกลุ่มย่อย และจากการ

ร่วมอภิปรายข้อสรุป พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถหาข้อสรุปได้อย่างถูกต้อง แต่ในการรายงานผลสรุปออกมานั้นยังพบข้อบกพร่องในเรื่องการใช้ภาษา มีบางกลุ่มที่ได้ข้อสรุปไม่ถูกต้องครบถ้วน แต่เมื่อมีการร่วมอภิปรายกันในชั้นเรียน นักเรียนก็จะเข้าใจและยอมรับข้อสรุปที่ถูกต้อง ข้อสังเกตอีกประการที่พบในการสรุปผลการปฏิบัติของนักเรียนก็คือ นักเรียนมักจะนำข้อสังเกตย่อย ๆ มาเขียนเป็นผลสรุปโดยไม่ได้รวบรวมเรียบเรียงให้สมบูรณ์หรือกล่าวเป็นกรณีทั่ว ๆ ไป

##### 1.3 ในบทเรียนปฏิบัติการผู้วิจัยได้เตรียมสื่อและอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้นักเรียนหาวิธีการค้นหาหรือตรวจสอบข้อมูล เช่น ไม้โพรแทรกเตอร์ วงเวียน แผ่นใสพร้อมปากกาเขียนแผ่นใส,

กระดาษสำหรับพิมพ์ พบว่านักเรียนนิยมใช้ไม้โพรแทรกเตอร์ในการค้นหาหรือตรวจสอบข้อมูลที่เกี่ยวกับการวัดขนาดของมุม และนักเรียนนิยมใช้แผ่นโปร่งใสตรวจสอบเกี่ยวกับความเท่ากันของขนาดของมุมหรือส่วนโค้ง

#### 2. ข้อสังเกตจากพฤติกรรมการเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการ

##### 2.1 ความสนใจต่อบทเรียน นักเรียนจะให้ความสนใจต่อบทเรียนปฏิบัติการและ

บัตรงาน ซึ่งเห็นได้จากเมื่อครูเดินเข้าไปในชั้นเรียนพร้อมสื่อการเรียนการสอน นักเรียนจะสนใจและสอบถามว่าวันนี้จะเรียนอะไร จะปฏิบัติกิจกรรมใด และเมื่อครูแจกบทเรียนปฏิบัติการพร้อมซอง

สื่อและอุปกรณ์ นักเรียนจะรู้สึกตื่นเต้นตั้งใจที่ได้พบเห็นบทเรียนและสื่อต่าง ๆ นอกเหนือจากบทเรียนที่เคยเรียนมา และรับลงมือปฏิบัติกิจกรรมทันที สำหรับบทเรียนนั้นนักเรียนส่วนใหญ่จะชอบทำบัตรงาน โดยให้เหตุผลว่าบัตรงานง่ายและไม่ต้องเสียเวลาในการลอกโจทย์เหมือนที่เคยเรียนมา

2.2 ความตั้งใจเรียน นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการจะตั้งใจเรียนเป็นอย่างดี ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าการสอนแบบปฏิบัติการมีกิจกรรมที่นักเรียนต้องทำอยู่ตลอดเวลา เมื่อนักเรียนทำบทเรียนปฏิบัติการแล้วต้องฝึกทักษะด้วยบัตรงาน ผู้ที่ทำบัตรงานเสร็จก่อนผู้วิจัยจะให้ทำหน้าที่แจกงานให้เพื่อนและคอยให้คำแนะนำแก่นักเรียนที่ทำได้ นักเรียนส่วนใหญ่จึงไม่ค่อยมีเวลาเล่นกัน นอกจากนี้ในช่วงที่ผู้วิจัยทำการทดลองนั้นเป็นช่วงระยะเวลาที่ใกล้สอบปลายภาค นักเรียนจึงตั้งใจเรียนเพื่อเตรียมตัวสอบไปด้วย

2.3 ความรับผิดชอบ นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการมีความรับผิดชอบในการเรียนสูง สามารถทำงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จภายในเวลาที่กำหนดและรู้จักเก็บรักษาเครื่องมือ สื่อ และอุปกรณ์ให้เรียบร้อยหลังจากทำบทเรียนปฏิบัติการเสร็จแล้ว

2.4 การให้ความร่วมมือ และการมีส่วนร่วมในการเรียน ก่อนที่จะเริ่มทดลองผู้วิจัยได้บอกกับนักเรียนว่าวิธีการสอนที่ครูจะใช้ทดลองกับนักเรียนต่อไปนี้เป็นวิธีสอนวิธีหนึ่งที่จะฝึกให้นักเรียนรู้จักเรียนด้วยตนเอง ผลการทดลองจะได้นำไปใช้ให้เป็นประโยชน์ต่อไป ปรากฏว่านักเรียนให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี และทุกคนมีส่วนร่วมในการเรียน รู้จักปรึกษาหารือกัน นักเรียนที่เรียนเก่งกว่าก็มีน้ำใจช่วยอธิบายแก่นักเรียนที่เรียนอ่อนกว่า

2.5 การแสดงความคิดเห็น การสอนแบบปฏิบัติการส่งเสริมให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นทั้งในกลุ่มย่อยและหน้าชั้นเรียน นักเรียนเมื่ออิสระเต็มที่ในการแสดงความคิดเห็น กล่าวพูดกล้าเสนอผลงานออกมาโดยไม่กลัวว่าจะถูกหรือผิด และในขณะที่เพื่อนแสดงความคิดเห็น คนอื่น ๆ ก็จะนั่งฟังอย่างตั้งใจ และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น แต่เป็นที่น่าสังเกตว่านักเรียนคนใดที่ทำหน้าที่รายงานผลงานของกลุ่มก็จะรายงานทุกครั้งไปโดยไม่ได้มีการหมุนเวียนให้คนอื่นรายงานบ้าง

2.6 ความคิดริเริ่ม จากการสังเกตพบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการจะมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในการปฏิบัติกิจกรรมจากบทเรียนปฏิบัติการและการทำบัตรงาน เช่น นักเรียนสามารถมองเห็นความเกี่ยวข้องกันของข้อสรุปต่างๆ ตัวอย่างเช่น สามารถนำข้อสรุปที่กล่าวว่ามีมุมที่จุดศูนย์กลางของวงกลมมีขนาดเป็น 2 เท่าของมุมในส่วนโค้งของวงกลมซึ่งรองรับ

ด้วยส่วนโค้งเดียวกัน ไปใช้หาข้อสรุปที่กล่าวว่า มุมในครึ่งวงกลมเป็นมุมฉาก โดยไม่ต้องอาศัย การวัด โดยให้เหตุผลว่ามุมที่จุดศูนย์กลางของวงกลมเป็นมุมตรงซึ่งมีขนาด 180 องศา ดังนั้น มุมในครึ่งวงกลมจะมีขนาด 90 องศาหรือหนึ่งมุมฉาก

3. ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อศึกษาว่ากลุ่มนักเรียน ที่มีระดับความสามารถต่ำ ปานกลาง และสูง ที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการจะมีผลสัมฤทธิ์ทาง การเรียนแตกต่างจากกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบปกติหรือไม่ ผู้วิจัยได้แบ่งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แต่ละกลุ่มออกเป็น 3 กลุ่มโดยใช้ระดับผลการเรียนในรายวิชาคณิตศาสตร์ ค 204 เป็นเกณฑ์ดังนี้

3.1 นักเรียนกลุ่มที่มีระดับความสามารถต่ำ คือ นักเรียนที่มีระดับผลการเรียน 0 และ 1

3.2 นักเรียนกลุ่มที่มีระดับความสามารถปานกลางคือ นักเรียนที่มีระดับผล การเรียน 2

3.3 นักเรียนกลุ่มที่มีระดับความสามารถสูง คือ นักเรียนที่มีระดับผลการเรียน 3 และ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏดังตาราง 3-5

ตาราง 3 ผลการทดสอบค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มที่มีระดับ ความสามารถต่ำ

กลุ่มตัวอย่าง	n	$\bar{X}$	$s^2$	t
กลุ่มทดลอง	24	24.8750	19.9398	2.47
กลุ่มควบคุม	24	22.1667	9.0144	

$$t_{(.025 : 46)} = \pm 2.013$$

จากตาราง 3 จะเห็นว่า  $2.47 > 2.013$  แสดงว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มที่มีระดับความสามารถต่ำของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตาราง 4 ผลการทดสอบค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มที่มีระดับความสามารถปานกลาง

กลุ่มตัวอย่าง	n	$\bar{X}$	$s^2$	t
กลุ่มทดลอง	16	29.3125	21.0236	2.31
กลุ่มควบคุม	16	25.9375	13.3225	

$$t_{(.025 : 30)} = \pm 2.042$$

จากตาราง 4 จะเห็นว่า  $2.31 > 2.042$  แสดงว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มที่มีระดับความสามารถปานกลางของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตาราง 5 ผลการทดสอบค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มที่มีระดับความสามารถสูง

กลุ่มตัวอย่าง	n	$\bar{X}$	$s^2$	t
กลุ่มทดลอง	5	31.600	35.3000	1.28
กลุ่มควบคุม	5	28.000	4.4999	

$$t_{(0.025; 8)} = \pm 2.306$$

จากตาราง 5 เมื่อใช้การทดสอบค่าที่ เมื่อประชากรทั้งสองมีค่าความแปรปรวนเท่ากัน พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มที่มีระดับความสามารถสูงของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 ทั้งนี้เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างของแต่ละกลุ่มมีขนาดค่อนข้างเล็กจึงทำให้ผลการทดสอบค่าความแปรปรวนไม่แตกต่างกันทั้งๆ ที่ค่าความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มแตกต่างกันมาก

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพิ่มเติมข้างต้น พบว่า นักเรียนกลุ่มที่มีระดับความสามารถต่ำที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการจะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่มีระดับความสามารถต่ำที่ได้รับการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ กลุ่มนักเรียนที่มีระดับความสามารถปานกลางที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการจะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มนักเรียนที่มีระดับความสามารถปานกลางที่ได้รับการสอนแบบปกติ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่านักเรียนจะมีโอกาสได้ปฏิบัติจริงจากบทเรียนและสื่อต่างๆ นอกจากนั้นกลุ่มนักเรียนที่มีระดับความสามารถต่ำและปานกลางจะได้รับการสอน การช่วยเหลือแนะนำจากนักเรียนที่มีระดับความสามารถสูงขณะที่เรียนเป็นกลุ่มย่อย สิ่งเหล่านี้อาจมีส่วนช่วยให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของ

นักเรียนกลุ่มที่มีระดับความสามารถต่ำและปานกลางในกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม ส่วนกลุ่มนักเรียนที่มีระดับความสามารถสูงที่เรียนด้วยการสอนแบบปฏิบัติการและการสอนแบบปกติมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน ที่เป็นเช่นนี้อาจเป็นเพราะกลุ่มนักเรียนที่มีระดับความสามารถสูงอาจจะสามารถมองเห็นข้อสรุปได้โดยไม่ต้องมีการปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ จึงขาดความกระตือรือร้นในช่วงระยะหลัง ๆ นอกจากนี้นักเรียนที่มีระดับความสามารถสูงมีภาระที่ต้องคอยช่วยสอน ช่วยเหลือแนะนำ แก่นักเรียนที่มีระดับความสามารถปานกลางและต่ำ จึงไม่ค่อยมีเวลาทบทวนบทเรียนของตน ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองและควบคุมไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่เมื่อพิจารณาคะแนนของนักเรียนเป็นรายบุคคลพบว่านักเรียนที่มีระดับความสามารถสูงที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการสามารถทำคะแนนได้สูงมากคือ 38 คะแนนจากคะแนนเต็ม 40 คะแนน จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพิ่มเติมดังกล่าว ผู้วิจัยจึงสรุปได้ว่า การสอนแบบปฏิบัติการเป็นการสอนที่เหมาะสมกับนักเรียนที่มีระดับความสามารถต่ำและปานกลาง

### ข้อเสนอแนะ

#### 1. ข้อเสนอแนะเพื่อการศึกษาปฏิบัติ

1.1 จากผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ ผู้วิจัยจึงมีความเห็นว่าการส่งเสริมให้นำการสอนแบบปฏิบัติการไปใช้สอนคณิตศาสตร์ในบางเรื่องในโรงเรียนทั่วๆ ไป เพราะการสอนแบบปฏิบัติการนอกจากจะทำให้ให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาความรู้ได้ด้วยตนเองแล้ว ยังทำให้นักเรียนตั้งใจเรียนมากขึ้น รู้จักทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม กล้าคิด กล้าทำ กล้าแสดงออก และรู้จักช่วยเหลือซึ่งกันและกัน

1.2 ครูผู้สอนคณิตศาสตร์ ควรฝึกสร้างบทเรียนปฏิบัติการและบัตรงานในเนื้อหาอื่น ๆ ที่เหมาะสมเพื่อใช้ในการสอนแบบปฏิบัติการ ซึ่งจะเป็นการฝึกให้นักเรียนรู้จักศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง นอกจากนั้นควรสร้างบทเรียนปฏิบัติการและบัตรงานให้เหมาะสมกับระดับความสามารถของนักเรียนด้วย

1.3 ในการสอนแบบปฏิบัติการควรมีห้องเรียนปฏิบัติการที่จัดไว้เหมาะสม เพื่อความสะดวกในการจัดกิจกรรม ห้องเรียนควรกว้างกว่าห้องเรียนโดยปกติ มีแสงสว่างเพียงพอ อากาศถ่ายเทได้ดี ไม่มีเสียงรบกวน มีที่วางสื่อการเรียนการสอน มีที่สำหรับส่งงาน และมีโต๊ะ เก้าอี้ที่สามารถเคลื่อนย้ายได้ง่ายเพื่อความสะดวกในการจัดกลุ่ม

## 2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรทำการสอนแบบปฏิบัติการในเนื้อหาเรขาคณิตอื่น ๆ ซึ่งเหมาะสมที่จะ นำมาสร้างเป็นบทเรียนปฏิบัติการได้ เช่น ความเท่ากันทุกประการของรูปสามเหลี่ยม เส้นขนาน เป็นต้น

2.2 ควรทำการวิจัยเพื่อศึกษาผลของการสอนแบบปฏิบัติการในประเด็นต่าง ๆ เช่น ความสามารถในการแก้ปัญหา เจตคติต่อวิธีสอน เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ความคงทน ในการเรียนรู้และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ เป็นต้น โดยอาศัยเครื่องมือในการวัดที่มีประสิทธิภาพ

2.3 ควรทำการวิจัยเพื่อศึกษาผลของการสอนแบบปฏิบัติการ แก่นักเรียนที่มี ระดับความสามารถสูง ปานกลาง และต่ำ ที่เรียนด้วยบทเรียนปฏิบัติการและบัตรงานที่มีระดับ ความยากง่ายต่างกันตามระดับความสามารถของนักเรียน

גברת אורנה

## บรรณานุกรม

- กาญจนา เกียรติประวัติ. วิธีสอนทั่วไปและทักษะการสอน. กรุงเทพฯ : วัฒนาพานิช, 2524.
- บำรุง กัลลเจเจริญ และฉวีวรรณ กิณางค์. วิธีสอนทั่วไป. พิมพ์ครั้งที่ 2. พิษณุโลก : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ พิษณุโลก, 2527.
- ประดับ เรืองมาลัย. หลักการสอนและการเตรียมประสบการณ์ภาคปฏิบัติ. กรุงเทพฯ : วัฒนาพานิช, 2524.
- ปัทมา เจริญวิเศษกุล. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องเส้นตรง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโดยวิธีสอนแบบปฏิบัติการ. ปริญญาเนิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2526. อัดสำเนา.
- พะยอม แก้วกำเนิด. "บทบาทของครูกับความต้องการของหลักสูตรฉบับปรับปรุง 2534," สสวท. 18 (70) : 3-13 ; เมษายน-มิถุนายน 2533.
- พิชากร แปลงประสพโชค. "การใช้สื่อการสอนคณิตศาสตร์," ใน เอกสารการสอนชุดวิชาการสอนคณิตศาสตร์ หน่วยที่ 8-15. หน้า 4-63. กรุงเทพฯ : สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2526.
- ภัทรกุล จริยวิทยานนท์. "ผลสัมฤทธิ์วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของไทยเทียบกับนานาชาติ," สสวท. 15(2) : 8-14 ; เมษายน-มิถุนายน 2530.
- ยุพิน พิพิธกุล. การเรียนการสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ : บพิธการพิมพ์, 2523.
- \_\_\_\_\_. การสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ : คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2530.
- \_\_\_\_\_. การสอนคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา. กรุงเทพฯ : กรุงเทพการพิมพ์, 2519.
- รวีวรรณ ธุมชัย. วิธีสอนคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา. กรุงเทพฯ : ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, มปป.

- ✓ เรียนรอง สวัสดิชัย. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องความเท่ากันทุกประการ โดยใช้วิธีสอนแบบปฏิบัติการ และบทเรียนโปรแกรม. ปรินทิพินันท์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2525. อัดสำเนา.
- ✓ ลาวัลย์ พลกล้า. "การจัดกิจกรรมการสอนคณิตศาสตร์," ใน เอกสารการสอนชุดวิชาการสอนคณิตศาสตร์ หน่วยที่ 8-15. หน้า 153-247. กรุงเทพฯ : สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2526.
- ✓ . การสอนวิชาคณิตศาสตร์แบบปฏิบัติการ. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2523.
- ✓ วรรณณา เฉลิมพรพงศ์. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องความรู้พื้นฐานเรขาคณิตวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโดยวิธีสอนแบบปฏิบัติการ. ปรินทิพินันท์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2526. อัดสำเนา.
- ✓ สามัญศึกษา, กรม. "การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้น ม. 3 ในโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษาทั่วประเทศ," การวิจัยทางการศึกษา. 14(1) : 79-98 ; มกราคม-มีนาคม 2527.
- ✓ สุนทร ดิษฐลักษณ์. การศึกษาความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนคณิตศาสตร์ โดยวิธีสอนแบบปฏิบัติการ. ปรินทิพินันท์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2529. อัดสำเนา.
- ✓ สุวัฒน์ ยุทธเมธา. การเรียนการสอนปัจจุบัน. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์, 2523.
- ✓ สุวัฒนา อุทัยรัตน์. "สมรรถภาพของครูคณิตศาสตร์," ใน เอกสารการสอนชุดวิชาการสอนคณิตศาสตร์ หน่วยที่ 1-7. หน้า 92-128. กรุงเทพฯ : สาขาวิชาคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2526.
- ✓ อบรม สนิทपाल และกุลชลี องค์ศิริพร. ประสบการณ์วิชาชีพชั้นภาคปฏิบัติ. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์, 2524.

อารีรัตน์ สุดเกตุ. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านมโนทัศน์ในวิชาคณิตศาสตร์ และเจตคติต่อวิธีสอนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยการสอนแบบปฏิบัติการกับการสอนตามแผนการสอนของกลุ่มโรงเรียนมัธยมศึกษาส่วนกลาง กลุ่ม 4 กรุงเทพมหานคร. ปรินทิพินันท์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2529. อัดสำเนา.

เอนก สุดจำนงค์. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสนใจในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีระดับความสามารถแตกต่างกัน โดยการสอนแบบปฏิบัติการ. ปรินทิพินันท์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2531. อัดสำเนา.

Alchele, Douglas B. and Robert E. Reys. Readings in Secondary School Mathematics. 2nd ed ; Boston : Prindle Weber and Schmidt, Inc, 1973.

X Blount, Merris Alenzo. "Effect of a Recycling Laboratory on Attitude Towards and Achivement on Mathematics Among College Freshmen," Dissertation Abstracts International. 41(5) : 1990A ; November, 1980.

Brown, R. Nacino. Festus E. Oke and Desmond P. Brown. Curriculum and Instruction. Hong Kong : The Macmillan Press Ltd., 1982.

X Cooney, Thomas J. Dynamic of Teaching Secondary School Mathematics. Boston : Houghton Mifflin. Co., 1975.

X Copeland, Richard W. How Children Learn Mathematics. New York : Macmillan Press Ltd., 1974.

X Corwin, Vera-Anna Whittier Verafelf. "A Comparision of Learning Geometry With or Without Laboratory Activities Using Manipulative Aids and Paper Folding Techniques," Dissertation Abstracts International. 11(65) : 6584A - 6585A ; May, 1978.

- X Dejarnette - Ondrus, Patricia Sue. "A Study of the Effect of A Laboratory Approach in Conjunction with Classroom Instruction on Student Performance in and Attitude Towards Mathematics," Dissertation Abstracts International. 39(6) : 3432A ; December, 1978.
- X Dewey, John. Democracy and Education. New York : Macmillan, 1916.
- X Dunn, Rita and Kenneth Dunn. Teaching Students Through Their Individual Learning Styles : A Practical Approach. New York : Reston., 1976.
- X Heimer, Ralph T. and Cecil R. Trueblood. Strategies for Teaching Children Mathematics. Addison - Wesley Publishing Company, Inc., 1977.
- X Johnson, Donovan A. and Gerald R. Rising. Guidelines for Teaching Mathematics. California : Wadsworth Publishing Company, Inc., 1969.
- \_\_\_\_\_. Guidelines for Teaching Mathematics. 2 nd. ed, California : Wadsworth Publishing Company, Inc., 1972.
- X Kidd, P. Kenneth, Shirley S. Myers and David M. Ciley. The Laboratory Approach to Mathematics. Science Research Associates, Inc., 1970.
- X Leonard, Joan M. et al. General Method of Effective Teaching. New York : Thomas Y. Crowell Company. 1972.
- X London, Ernest. " A Comparative Study of the Achievement of Urban Eight Grade Mathematics Students Using an Activity Oriented Mode of Instruction and a Conventional Textbook Mode," Dissertation Abstracts International. 39(4) : 2113A ; October, 1978.
- X Marks, John L. Teaching Elementary School Mathematics for Understanding. New York : McGraw-Hill ,Inc., 1970.

- X Monier, Mohammad Ibrahim. "Some Effects of an Activity Approach to Teaching Geometry in the High Schools in Afghanistan,"  
Dissertation Abstracts International. 5 : 2630A - 2631A ;  
November, 1977.
- Sidhu, Kulbir Singh. The Teaching of Mathematics. Sterling Publishers  
PVT. LTD. 1975.
- X Walpole, Ronald E. Mathematical Statistics. London : Prentice - Hall  
International, 1980.

ภาคผนวก

#### ภาคผนวก ก

- ค่าความยากง่าย (P) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่น ของแบบทดสอบ  
วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องคุณสมบัติเกี่ยวกับวงกลม
- ระดับผลการเรียนรายวิชา ค 204 และคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชา  
ค 311 เรื่องคุณสมบัติเกี่ยวกับวงกลม ของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม
- ค่าความแปรปรวนของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มที่มี  
ระดับความสามารถต่ำ ปานกลาง และสูง ของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม

ตาราง 6 ค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์  
ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องคุณสมบัติเกี่ยวกับวงกลม

ข้อที่	ค่าความยากง่าย(P)	ค่าอำนาจจำแนก(r)	ข้อที่	ค่าความยากง่าย(P)	ค่าอำนาจจำแนก(r)
1	0.60	0.99	21	0.20	0.28
2	0.50	0.24	22	0.50	0.49
3	0.40	0.74	23	0.50	0.24
4	0.30	0.51	24	0.60	0.98
5	0.45	0.86	25	0.20	0.28
6	0.70	0.77	26	0.70	0.26
7	0.20	0.56	27	0.35	0.63
8	0.50	0.49	28	0.45	0.86
9	0.55	0.86	29	0.50	0.98
10	0.40	0.74	30	0.30	0.77
11	0.55	0.86	31	0.30	0.51
12	0.60	0.74	32	0.55	0.21
13	0.45	0.61	33	0.30	0.51
14	0.35	0.43	34	0.40	0.49
15	0.45	0.32	35	0.60	0.74
16	0.60	0.74	36	0.65	0.88
17	0.45	0.85	37	0.35	0.63
18	0.35	0.43	38	0.25	0.40
19	0.55	0.23	39	0.40	0.49
20	0.50	0.73	40	0.40	0.49

ตาราง 7 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง  
คุณสมบัติเกี่ยวกับวงกลม

ข้อที่	ค่าเฉลี่ย	ค่าความแปรปรวน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
1	0.525	0.256	0.506
2	0.325	0.225	0.474
3	0.325	0.225	0.474
4	0.275	0.204	0.452
5	0.350	0.233	0.483
6	0.500	0.256	0.506
7	0.175	0.148	0.385
8	0.375	0.240	0.490
9	0.475	0.256	0.506
10	0.400	0.246	0.496
11	0.600	0.246	0.496
12	0.600	0.246	0.496
13	0.450	0.254	0.504
14	0.300	0.215	0.464
15	0.375	0.240	0.490
16	0.575	0.251	0.501
17	0.450	0.254	0.504
18	0.675	0.225	0.474
19	0.575	0.251	0.501
20	0.475	0.256	0.506

ตาราง 7 (ต่อ)

ข้อที่	ค่าเฉลี่ย	ค่าความแปรปรวน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
21	0.275	0.204	0.452
22	0.575	0.251	0.501
23	0.150	0.131	0.362
24	0.600	0.246	0.496
25	0.300	0.215	0.464
26	0.700	0.215	0.464
27	0.375	0.240	0.490
28	0.500	0.256	0.506
29	0.425	0.251	0.501
30	0.275	0.204	0.452
31	0.275	0.204	0.452
32	0.475	0.256	0.506
33	0.225	0.179	0.423
34	0.425	0.251	0.501
35	0.650	0.233	0.483
36	0.625	0.240	0.490
37	0.275	0.204	0.452
38	0.325	0.225	0.474
39	0.350	0.233	0.483
40	0.300	0.215	0.464

ค่าเฉลี่ยทั้งหมดนี้เท่ากับ	16.900
ค่าความแปรปรวนทั้งหมดนี้เท่ากับ	60.041
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานทั้งหมดนี้เท่ากับ	7.749
ค่าความเชื่อมั่น (KR-20) เท่ากับ	0.8727

ตาราง 8 ระดับผลการเรียนรายวิชา ค 204 และคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชา  
ค 311 เรื่องคุณสมบัติเกี่ยวกับวงกลม ของกลุ่มทดลอง

คนที่	ระดับผลการเรียน	คะแนน	คนที่	ระดับผลการเรียน	คะแนน
1	2	29	24	1	34
2	1	24	25	1	28
3	2	23	26	2	27
4	0	20	27	0	20
5	3	26	28	3	27
6	1	31	29	1	26
7	1	24	30	2	37
8	4	38	31	2	25
9	1	26	32	0	22
10	3	29	33	2	34
11	1	24	34	2	32
12	2	27	35	1	26
13	1	26	36	2	28
14	1	30	37	1	30
15	1	24	38	2	26
16	1	26	39	2	26
17	2	37	40	2	28
18	2	24	41	0	20
19	1	27	42	2	30
20	1	31	43	1	18
21	2	36	44	1	17
22	3	38	45	1	19
23	1	24			

ตาราง 9 ระดับผลการเรียนรายวิชา ค 204 และคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชา  
ค 311 เรื่องคุณสมบัติเกี่ยวกับวงกลม ของกลุ่มควบคุม

คนที่	ระดับผลการเรียน	คะแนน	คนที่	ระดับผลการเรียน	คะแนน
1	1	25	24	1	21
2	2	24	25	1	20
3	2	28	26	0	23
4	2	25	27	1	22
5	1	27	28	1	22
6	1	27	29	1	21
7	1	24	30	2	24
8	1	23	31	2	21
9	1	24	32	1	25
10	2	30	33	2	25
11	2	30	34	1	24
12	2	28	35	2	23
13	1	27	36	1	24
14	1	18	37	2	27
15	1	20	38	3	25
16	1	18	39	3	28
17	1	17	40	3	30
18	1	19	41	2	29
19	2	21	42	2	28
20	1	20	43	3	27
21	0	18	44	3	30
22	2	20	45	2	32
23	1	23			

ตาราง 10 ผลการทดสอบค่าความแปรปรวนของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มที่มีระดับความสามารถต่ำ ปานกลาง และ สูง ของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม

ระดับความสามารถ	กลุ่มตัวอย่าง	n	$\bar{X}$	$S^2$	F
ต่ำ	กลุ่มทดลอง	24	24.8750	19.9398	2.21
	กลุ่มควบคุม	24	22.1667	9.0144	
ปานกลาง	กลุ่มทดลอง	16	29.3125	21.0236	1.62
	กลุ่มควบคุม	16	25.9375	13.3225	
สูง	กลุ่มทดลอง	5	31.6000	35.3000	7.84
	กลุ่มควบคุม	5	28.0000	4.4999	

$$F_{.025 : (23, 23)} = 2.33$$

$$F_{.975 : (23, 23)} = 0.429$$

$$F_{.025 : (15, 15)} = 2.86$$

$$F_{.975 : (15, 15)} = 0.350$$

$$F_{.025 : (4, 4)} = 9.60$$

$$F_{.975 : (4, 4)} = 0.104$$

ภาคผนวก ช.

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

เรื่องคุณสมบัติเกี่ยวกับวงกลม

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

เรื่อง คุณสมบัติเกี่ยวกับวงกลม

ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3

คำชี้แจง

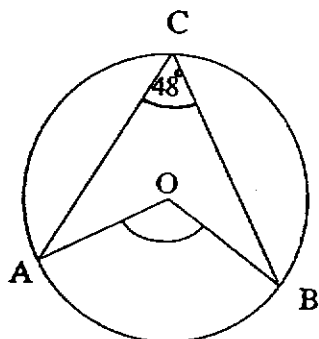
1. แบบทดสอบมีทั้งหมด 40 ข้อ ใช้เวลา 90 นาที
2. ข้อสอบทุกข้อเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือกให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียวจากตัวเลือก ก ข ค หรือ ง ข้อใดข้อหนึ่ง แล้วกาเครื่องหมาย X ลงในกระดาษคำตอบ ดังตัวอย่าง

ตัวอย่าง	ข้อ	ก	ข	ค	ง
	0		X		

3. ถ้านักเรียนต้องการเปลี่ยนคำตอบให้กาเครื่องหมาย = ทับคำตอบเดิมเสียก่อน แล้วจึงตอบตัวเลือกใหม่ ดังนี้

ข้อ	ก	ข	ค	ง
0		<del>X</del>	X	

1.

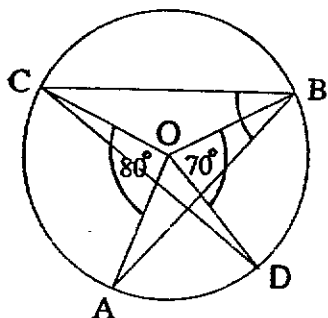


จากรูป O เป็นจุดศูนย์กลางของวงกลม

ถ้า  $\angle ACB = 48$  องศา แล้ว  $\angle AOB$  กางกี่องศา

- ก. 24 องศา      ข. 48 องศา  
ค. 90 องศา      ง. 96 องศา

2.



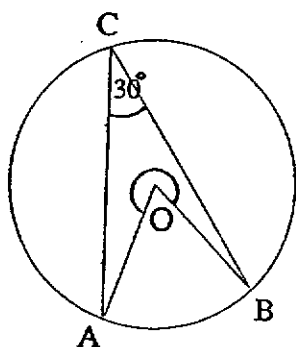
จากรูป O เป็นจุดศูนย์กลางของวงกลม

$\angle AOC = 80$  องศา และ  $\angle BOD = 70$  องศา

จงหาขนาดของมุม ABC

- ก. 35 องศา      ข. 40 องศา  
ค. 50 องศา      ง. 55 องศา

3.

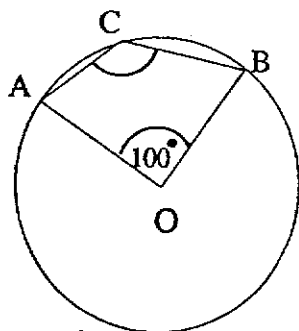


จากรูป O เป็นจุดศูนย์กลางของวงกลม

ถ้า  $\angle ACB = 30$  องศา มุมกลับ AOB กางกี่องศา

- ก. 60 องศา      ข. 120 องศา  
ค. 300 องศา      ง. 330 องศา

4.

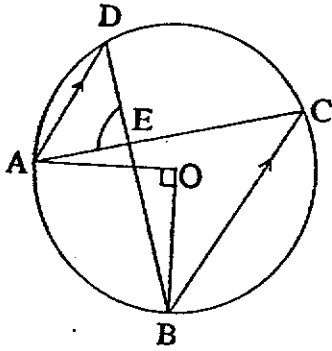


จากรูป O เป็นจุดศูนย์กลางของวงกลม

ถ้า  $\angle AOB = 100$  องศา แล้ว  $\angle ACB$  กางกี่องศา

- ก. 50 องศา      ข. 100 องศา  
ค. 120 องศา      ง. 130 องศา

5.



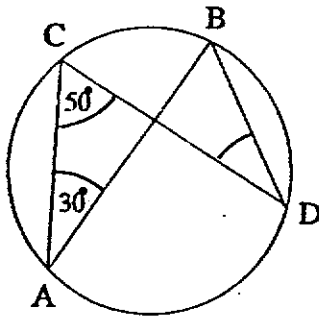
จากรูป  $O$  เป็นจุดศูนย์กลางของวงกลม

ถ้า  $\angle AOB = 90$  องศา และ  $\overline{AD} \parallel \overline{BC}$

แล้ว  $\angle AED$  กางกี่องศา

- ก. 45 องศา      ข. 60 องศา  
ค. 90 องศา      ง. 100 องศา

6.

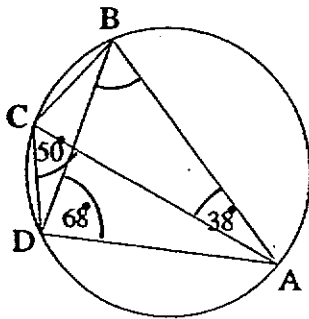


จากรูป ถ้า  $\angle ACD = 50$  องศา และ  $\angle CAB = 30$  องศา

แล้วมุม  $BDC$  กางกี่องศา

- ก. 20 องศา      ข. 30 องศา  
ค. 40 องศา      ง. 50 องศา

7.

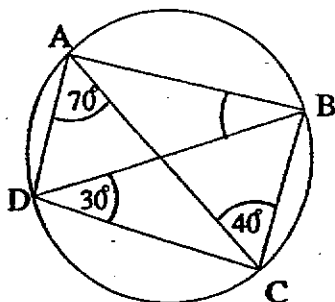


จากรูป ถ้า  $\angle BAC = 38$  องศา,  $\angle ACD = 50$  องศา

และ  $\angle ADB = 68$  องศา แล้ว  $\angle ABD$  กางกี่องศา

- ก. 68 องศา      ข. 62 องศา  
ค. 50 องศา      ง. 38 องศา

8.

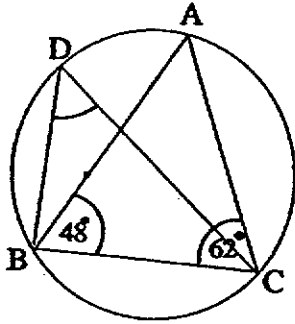


จากรูป ถ้า  $\angle CAD = 70$  องศา  $\angle BDC = 30$  องศา

และ  $\angle ACB = 40$  องศา  $\angle ABD$  กางกี่องศา

- ก. 40 องศา      ข. 50 องศา  
ค. 70 องศา      ง. 30 องศา

9.

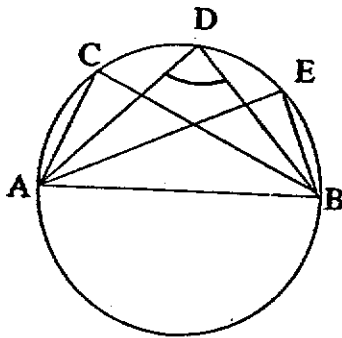


จากรูปถ้า  $\hat{ABC} = 48$  องศา และ  $\hat{ACB} = 62$  องศา

แล้ว  $\hat{BDC}$  กางกี่องศา

- ก. 48 องศา      ข. 62 องศา  
ค. 70 องศา      ง. 90 องศา

10.

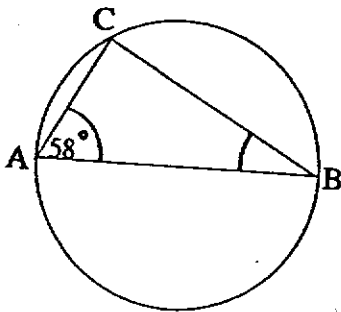


จากรูป  $\overline{AB}$  เป็นเส้นผ่านศูนย์กลางของวงกลม

มุม  $\hat{ADB}$  กางกี่องศา

- ก. 45 องศา      ข. 60 องศา  
ค. 90 องศา      ง. หาไม่ได้เพราะข้อมูล  
ไม่เพียงพอ

11.

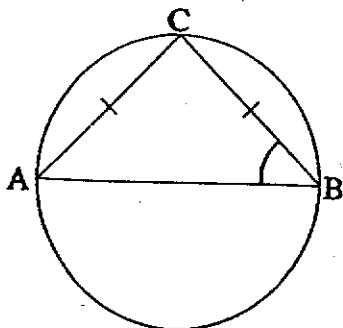


จากรูป  $\overline{AB}$  เป็นเส้นผ่านศูนย์กลางของวงกลม

มุม  $\hat{ABC}$  กางกี่องศา

- ก. 12 องศา      ข. 22 องศา  
ค. 30 องศา      ง. 32 องศา

12.



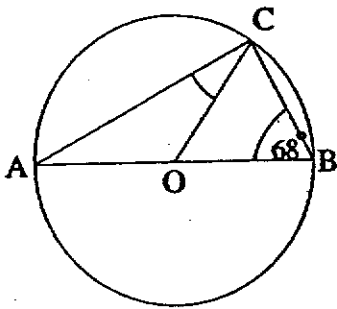
จากรูป  $\overline{AB}$  เป็นเส้นผ่านศูนย์กลางของวงกลม

คอร์ด AC ยาวเท่ากับคอร์ด BC จงหาขนาด

ของมุม  $\hat{ABC}$

- ก. 30 องศา      ข. 45 องศา  
ค. 50 องศา      ง. 60 องศา

13.

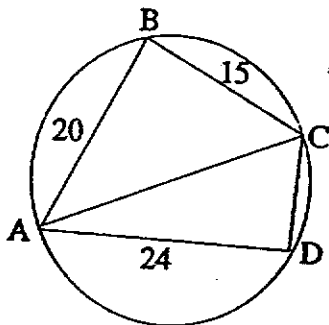


จากรูป  $O$  เป็นจุดศูนย์กลางของวงกลม  $\overline{AB}$  เป็นเส้นผ่านศูนย์กลางของวงกลม

ถ้า  $\angle OBC = 68$  องศา มุม  $\angle ACO$  กว้างกี่องศา

- ก. 22 องศา      ข. 45 องศา  
ค. 30 องศา      ง. 68 องศา

14.



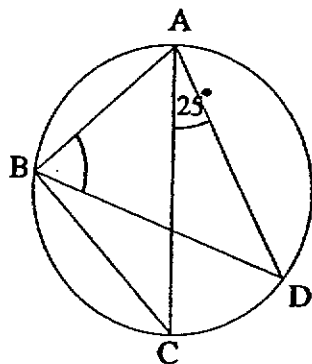
จากรูป  $\overline{AC}$  เป็นเส้นผ่านศูนย์กลางของวงกลม

ถ้า  $AB = 20$  หน่วย  $BC = 15$  หน่วย และ

$AD = 24$  หน่วยแล้ว  $CD$  ยาวกี่หน่วย

- ก. 10                      ข. 8  
ค. 7                        ง. 6

15.

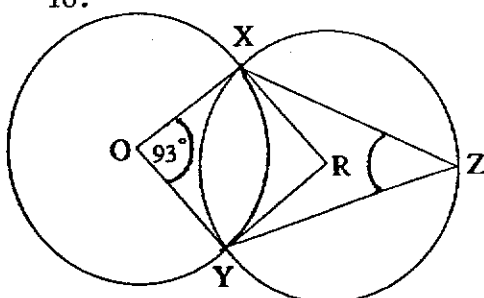


จากรูป  $\overline{AC}$  เป็นเส้นผ่านศูนย์กลางของวงกลม

ถ้า  $\angle CAD = 25$  องศา มุม  $\angle ABD$  กว้างกี่องศา

- ก. 65 องศา            ข. 75 องศา  
ค. 85 องศา            ง. 95 องศา

16.



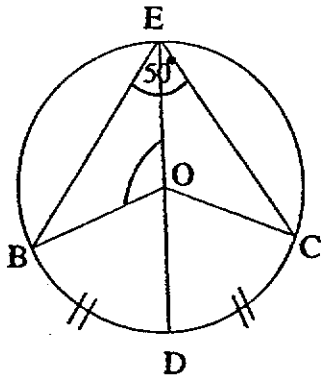
วงกลมที่มี  $O$  และ  $R$  เป็นจุดศูนย์กลางมีรัศมีเท่ากัน

ตัดกันที่  $X$  และ  $Y$  ดังรูป ถ้า  $\angle XOY = 93$  องศา

จงหาขนาดของมุม  $\angle XZY$

- ก. 43.5 องศา      ข. 46.5 องศา  
ค. 47 องศา      ง. 93 องศา

17.



จากรูป O เป็นจุดศูนย์กลางของวงกลม

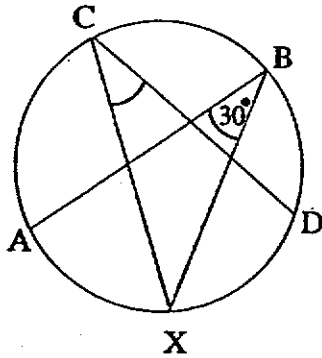
ถ้า  $\widehat{BEC} = 50$  องศา และ  $m(\widehat{BD}) = m(\widehat{CD})$

มุม BOE กางกึ่งค่า

ก. 100 องศา      ข. 130 องศา

ค. 155 องศา      ง. 160 องศา

18.



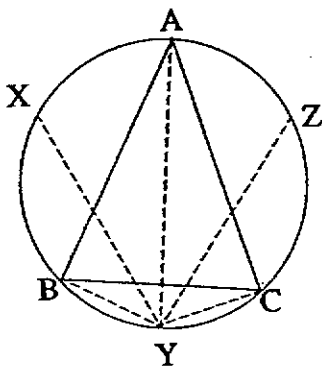
จากรูป X เป็นจุดกึ่งกลางของส่วนโค้ง AD

ถ้า  $\widehat{ABX} = 30$  องศา แล้ว  $\widehat{DCX}$  กางกึ่งค่า

ก. 15 องศา      ข. 30 องศา

ค. 45 องศา      ง. 60 องศา

19.



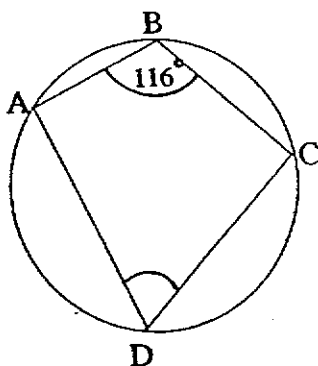
จากรูป X, Y, Z เป็นจุดกึ่งกลางของส่วนโค้ง

AB, BC และ CA ตามลำดับ ข้อใดถูกต้อง

ก.  $\widehat{XYB} = \widehat{XYA}$       ข.  $\widehat{AYZ} = \widehat{CYZ}$

ค.  $\widehat{BAY} = \widehat{YAC}$       ง. ถูกทุกข้อ

20.



จากรูป  $\square ABCD$  แนบในวงกลม และ  $\widehat{ABC} = 116$

องศา จงหาขนาดของมุม ADC

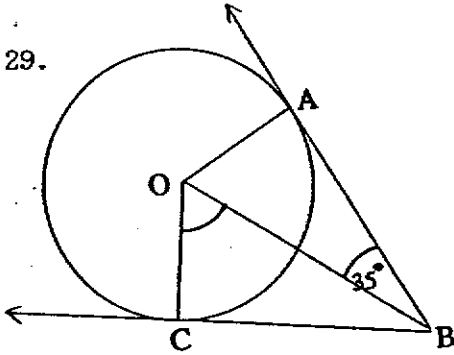
ก. 64 องศา      ข. 60 องศา

ค. 56 องศา      ง. 54 องศา





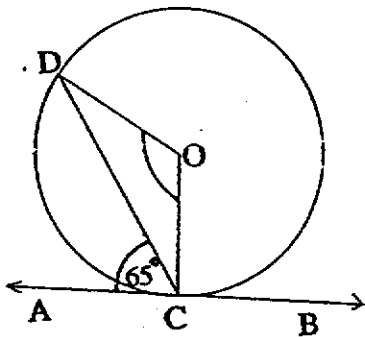
29.



จากรูป  $\vec{BA}$  และ  $\vec{BC}$  สัมผัสวงกลมที่จุด A และ C ตามลำดับ ถ้า  $\hat{ABO} = 35$  องศา  $\hat{BOC}$  กางกี่องศา

- ก. 40 องศา      ข. 45 องศา  
ค. 50 องศา      ง. 55 องศา

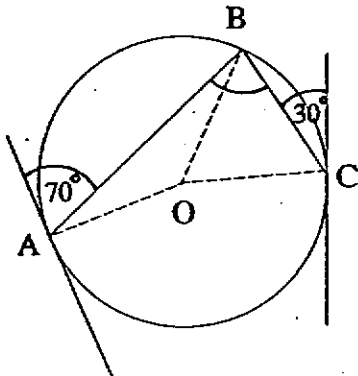
30.



จากรูป  $\vec{OC}$  เป็นรัศมีของวงกลม และ  $\vec{AB}$  เป็นเส้นสัมผัส ถ้า  $\hat{ACD} = 65$  องศา แล้ว  $\hat{COD}$  กางกี่องศา

- ก. 130 องศา      ข. 150 องศา  
ค. 50 องศา      ง. 25 องศา

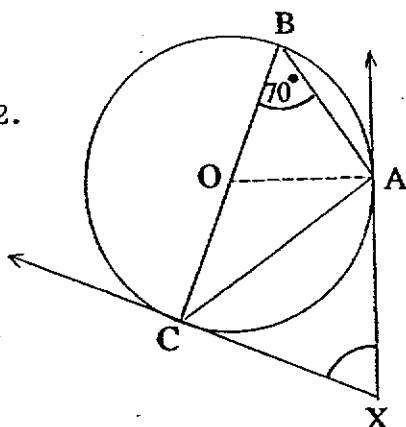
31.



จากรูป O เป็นจุดศูนย์กลางของวงกลม A และ C เป็นจุดสัมผัส จงหาขนาดของมุม ABC

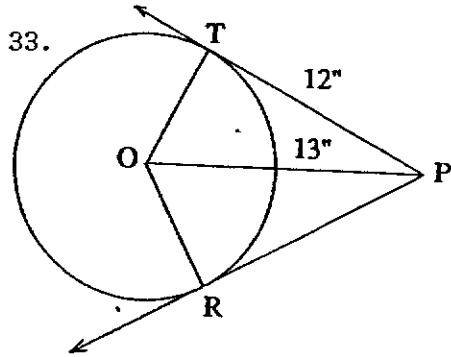
- ก. 60 องศา      ข. 70 องศา  
ค. 80 องศา      ง. 85 องศา

32.



$\vec{XA}$  และ  $\vec{XC}$  สัมผัสวงกลมที่จุด A และ C ตามลำดับ  $\vec{BC}$  เป็นเส้นผ่านศูนย์กลาง ถ้า  $\hat{ABC} = 70$  องศา มุม  $\angle AXC$  กางกี่องศา

- ก. 20 องศา      ข. 40 องศา  
ค. 60 องศา      ง. 70 องศา

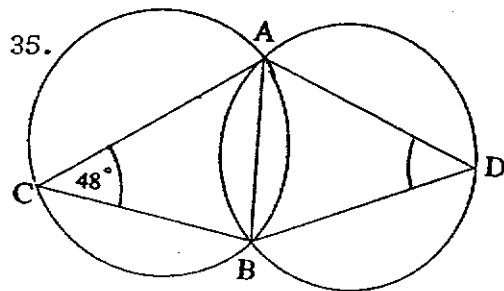


จากรูป O เป็นจุดศูนย์กลางของวงกลม  
 $\overline{OP}$  ยาว 13 นิ้ว  $\overline{PT}$  ยาว 12 นิ้ว  
 วงกลมมีรัศมียาวกี่นิ้ว

- ก. 5
- ข. 6
- ค. 6.5
- ง. 7.5

34. จากข้อ 33 ถ้า R เป็นจุดสัมผัสของวงกลม  $\overline{PR}$  ยาวเท่าไร

- ก. 10
- ข. 11
- ค. 12
- ง. 13

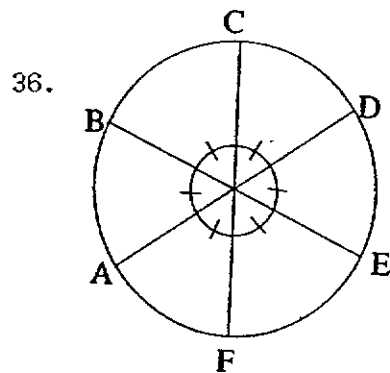


จากรูปวงกลมทั้งสองเป็นวงกลมที่เท่ากัน

$\overline{AB}$  เป็นคอร์ดร่วมกันของวงกลมทั้งสอง

ให้  $\angle ACB = 48$  องศา จงหา  $\angle ADB$

- ก. 48 องศา
- ข. 96 องศา
- ค. 42 องศา
- ง. 90 องศา



แบ่งมุมรอบจุดศูนย์กลางของวงกลม

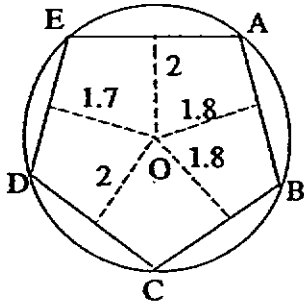
เป็นมุมที่เท่า ๆ กันดังรูป ถ้า  $m(\widehat{AB}) = 12$  ซม.

วงกลมมีเส้นรอบวงยาวกี่เซนติเมตร

- ก. 24 ซม.
- ข. 48 ซม.
- ค. 60 ซม.
- ง. 72 ซม.



40.



O เป็นจุดศูนย์กลางของวงกลม คอร์ดต่าง ๆ

อยู่ห่างจากจุดศูนย์กลางต่าง ๆ กันดังรูป ข้อใดถูก

ก.  $AB > AE$

ข.  $DE < DC$

ค.  $DC > CB$

ง.  $DE < BC$

#####

เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ข้อที่	คำตอบ	ข้อที่	คำตอบ
1	ง	21	ค
2	ข	22	ง
3	ค	23	ข
4	ง	24	ข
5	ค	25	ง
6	ข	26	ง
7	ค	27	ก
8	ก	28	ข
9	ค	29	ง
10	ค	30	ก
11	ง	31	ค
12	ข	32	ข
13	ก	33	ก
14	ค	34	ค
15	ก	35	ก
16	ข	36	ง
17	ข	37	ค
18	ข	38	ก
19	ง	39	ค
20	ก	40	ก

ภาคผนวก ค.

- แผนการสอนแบบปฏิบัติการ
- สื่อการเรียนการสอนแบบปฏิบัติการ ได้แก่
  - บทเรียนปฏิบัติการ
  - บัตรงาน
  - บัตรเฉลย

แผนการสอนแบบปฏิบัติการ

## คาบที่ 0

### เรื่อง ทบทวนความรู้พื้นฐาน

จุดประสงค์ เมื่อนักเรียนเรียนจบบทเรียนนี้แล้ว นักเรียนจะมีความสามารถดังนี้

1. บอกได้ว่า ส่วนประกอบใดเป็นเคอร์เวต เส้นสัมผัส จุดสัมผัส มุมในส่วนโค้งของวงกลม มุมที่จุดศูนย์กลางของวงกลม และมุมในครึ่งวงกลม เมื่อกำหนดวงกลมและส่วนประกอบต่างๆ มาให้
2. หาขนาดของมุมภายในของรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วได้ เมื่อกำหนดขนาดของมุมหนึ่งของรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วมาให้
3. บอกทฤษฎีพีทาโกรัส และนำทฤษฎีพีทาโกรัสไปใช้ได้
4. บอกเงื่อนไขที่ทำให้รูปสามเหลี่ยมสองรูปคล้ายกัน หรือเท่ากันทุกประการได้

### สื่อการเรียนการสอน

1. บทเรียนทบทวนความรู้พื้นฐาน
2. แบบทดสอบเรื่องความรู้พื้นฐาน
3. บัตรเฉลยแบบทดสอบ

### กิจกรรมการเรียนการสอน

1. ครูชี้แจงแนวปฏิบัติ และจุดประสงค์ในการเรียนการสอนแบบปฏิบัติการ ใช้เวลาประมาณ 5 นาที
2. ครูแจกบทเรียนทบทวนความรู้พื้นฐานให้นักเรียนแต่ละคนศึกษา ใช้เวลา 15 นาที
3. นักเรียนทำแบบทดสอบเรื่องความรู้พื้นฐาน ใช้เวลา 15 นาที
4. ครูแจกบัตรเฉลยแบบทดสอบให้นักเรียนตรวจคำตอบด้วยตนเอง
5. ครูอธิบายข้อผิดพลาดที่นักเรียนยังไม่เข้าใจ และให้นักเรียนแก้ไขให้ถูกต้อง

### การวัดผล

สังเกตผลการทำแบบทดสอบ

## คาบที่ 1

### เรื่อง คุณสมบัติเกี่ยวกับวงกลม

จุดประสงค์ เมื่อนักเรียนเรียนจบบทเรียนนี้แล้ว นักเรียนจะมีความสามารถดังนี้

1. บอกได้ว่ามุมที่จุดศูนย์กลางของวงกลมวงหนึ่งหรือวงกลมที่เท่ากัน มีขนาดเป็นสองเท่าของมุมในส่วนโค้งของวงกลมซึ่งรองรับด้วยส่วนโค้งเดียวกันหรือส่วนโค้งที่เท่ากัน
2. บอกได้ว่ามุมในครึ่งวงกลมมีขนาดเป็น 90 องศาหรือหนึ่งมุมฉาก
3. บอกได้ว่ามุมในส่วนโค้งของวงกลมวงหนึ่งหรือวงกลมที่เท่ากัน ซึ่งรองรับด้วยส่วนโค้งที่ยาวเท่ากัน จะมีขนาดเท่ากัน
4. บอกได้ว่ามุมที่จุดศูนย์กลางของวงกลมวงหนึ่งหรือวงกลมที่เท่ากัน ซึ่งรองรับด้วยส่วนโค้งที่ยาวเท่ากัน จะมีขนาดเท่ากัน
5. บอกได้ว่าในวงกลมวงหนึ่งหรือวงกลมที่เท่ากัน ถ้ามุมในส่วนโค้งของวงกลมมีขนาดเท่ากันแล้ว ส่วนโค้งที่รองรับมุมนั้นจะยาวเท่ากัน
6. บอกได้ว่าในวงกลมวงหนึ่งหรือวงกลมที่เท่ากัน ถ้ามุมที่จุดศูนย์กลางของวงกลมมีขนาดเท่ากันแล้ว ส่วนโค้งที่รองรับมุมนั้นจะยาวเท่ากัน

### สื่อการเรียนการสอน

1. บทเรียนปฏิบัติการที่ 1
2. บัตรงานที่ 1/1

### กิจกรรมการเรียนการสอน

1. แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มย่อย กลุ่มละ 4 คน
2. ครูแจกบทเรียนปฏิบัติการที่ 1 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มปฏิบัติตามคำสั่งในบทเรียน ใช้เวลาปฏิบัติการกลุ่มละ 15 นาที
3. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมารายงานผลการปฏิบัติ
4. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการปฏิบัติและหาข้อสรุปที่ถูกต้อง
5. ครูแจกบัตรงานที่ 1/1 ให้นักเรียนทำเป็นการบ้าน

การวัดผล

1. สังเกตพฤติกรรมการเรียนของนักเรียน ในขณะที่นักเรียนปฏิบัติงาน
2. สังเกตผลงานจาก บทเรียนปฏิบัติการที่ 1

### คาบที่ 2-3

#### เรื่อง คุณสมบัติเกี่ยวกับวงกลม

จุดประสงค์ เมื่อนักเรียนเรียนจบบทเรียนนี้แล้ว นักเรียนจะมีความสามารถดังนี้

1. หาขนาดของมุมในส่วนโค้งของวงกลม เมื่อกำหนดขนาดของมุมที่จุดศูนย์กลางของวงกลมวงหนึ่งหรือวงกลมที่เท่ากันซึ่งรองรับด้วยส่วนโค้งเดียวกันหรือส่วนโค้งที่เท่ากัน
2. หาขนาดของมุมที่จุดศูนย์กลาง เมื่อกำหนดขนาดของมุมในส่วนโค้งของวงกลมวงหนึ่งหรือวงกลมที่เท่ากันซึ่งรองรับด้วยส่วนโค้งเดียวกันหรือส่วนโค้งที่เท่ากัน
3. หาขนาดของมุมในครึ่งวงกลมได้
4. หามุมในส่วนโค้งของวงกลมวงหนึ่งหรือวงกลมที่เท่ากัน เมื่อกำหนดส่วนโค้งที่เท่ากันมาให้
5. หามุมที่จุดศูนย์กลางของวงกลมวงหนึ่งหรือวงกลมที่เท่ากัน เมื่อกำหนดส่วนโค้งที่เท่ากันมาให้
6. หาส่วนโค้งที่เท่ากัน เมื่อกำหนดมุมในส่วนโค้งของวงกลมวงหนึ่งหรือวงกลมที่เท่ากันมาให้
7. หาส่วนโค้งที่เท่ากัน เมื่อกำหนดมุมที่จุดศูนย์กลางของวงกลมวงหนึ่งหรือวงกลมที่เท่ากันมาให้

#### สื่อการเรียนการสอน

1. บัตรงานที่ 1/1, 1/2 และ 1/3
2. บัตรเฉลยที่ 1/1, 1/2 และ 1/3

#### กิจกรรมการเรียนการสอน

##### คาบที่ 2

1. ครูทบทวนข้อสรุปที่ได้จากบทเรียนปฏิบัติการที่ 1 โดยการถามตอบ
2. ครูเฉลยบัตรงานที่ 1/1 พร้อมทั้งอธิบายข้อผิดพลาดที่นักเรียนยังไม่เข้าใจ

โดยให้นักเรียนตรวจคำตอบและแก้ไขข้อผิดพลาดด้วยตนเอง จากนั้นครูจึงแจกบัตรเฉลยที่ 1/1 ให้นักเรียนเก็บไว้เพื่อศึกษาทบทวน

3. ครูแจกบัตรงานที่ 1/2 ให้นักเรียนแต่ละคนทำ ใช้เวลาประมาณ 20 นาที
4. ครูแจกบัตรเฉลยที่ 1/2 ให้นักเรียนตรวจคำตอบด้วยตนเอง
5. ครูอธิบายข้อผิดพลาดในข้อที่นักเรียนยังไม่เข้าใจ และให้นักเรียนแก้ไขให้ถูกต้อง

### คาบที่ 3

1. ครูแจกบัตรงานที่ 1/3 ให้นักเรียนแต่ละคนทำ ใช้เวลาประมาณ 25 นาที
2. ครูแจกบัตรงานที่ 1/3 โดยการถามตอบนักเรียนแต่ละคน พร้อมทั้งอธิบายข้อผิดพลาดที่นักเรียนยังไม่เข้าใจ นักเรียนตรวจคำตอบและแก้ไขข้อผิดพลาดด้วยตนเอง
3. ครูแจกบัตรเฉลยที่ 1/3 ให้นักเรียนเก็บไว้เพื่อศึกษาทบทวน

### การวัดผล

1. สังเกตพฤติกรรมการเรียนของนักเรียนในขณะที่นักเรียนทำบัตรงาน
2. สังเกตผลงานจาก บัตรงานที่ 1/1, 1/2 และ 1/3

## ตอนที่ 4

เรื่อง คุณสมบัติเกี่ยวกับวงกลม

จุดประสงค์ เมื่อนักเรียนเรียนจบบทเรียนนี้แล้ว นักเรียนจะมีความสามารถดังนี้

1. บอกได้ว่าผลบวกของขนาดของมุมตรงข้ามกันของรูปสี่เหลี่ยมที่แนบในวงกลมเท่ากับ 180 องศา
2. หาขนาดของมุมตรงข้ามกับมุมที่กำหนดให้ ในรูปสี่เหลี่ยมที่แนบในวงกลม

สื่อการเรียนการสอน

1. บทเรียนปฏิบัติการที่ 2
2. บัตรงานที่ 2
3. บัตรเฉลยที่ 2

กิจกรรมการเรียนการสอน

1. ครูแจกบทเรียนปฏิบัติการที่ 2 ให้นักเรียนแต่ละคนทำใช้เวลาประมาณ 15 นาที  
ถ้านักเรียนยังทำไม่ได้ ครูจึงให้คำแนะนำ
2. นักเรียนรายงานผลการปฏิบัติ
3. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการปฏิบัติ และหาข้อสรุปที่ถูกต้อง
4. ครูแจกบัตรงานที่ 2 ให้นักเรียนแต่ละคนทำใช้เวลาประมาณ 10 นาที
5. ครูแจกบัตรเฉลยที่ 2 ให้นักเรียนตรวจคำตอบด้วยตนเอง
6. ครูอธิบายข้อผิดพลาดในข้อที่นักเรียนยังไม่เข้าใจ และให้นักเรียนแก้ไขให้ถูกต้อง

การวัดผล

1. สังเกตพฤติกรรมการเรียนขณะที่นักเรียนปฏิบัติงาน
2. สังเกตผลงานจากบทเรียนปฏิบัติการที่ 2 และบัตรงานที่ 2

## คาบที่ 5

### เรื่อง คุณสมบัติเกี่ยวกับวงกลม

จุดประสงค์ เมื่อนักเรียนเรียนจบบทเรียนนี้แล้ว นักเรียนจะมีความสามารถดังนี้

1. บอกได้ว่าในวงกลมวงหนึ่งหรือวงกลมที่เท่ากัน คอร์ดที่ยาวเท่ากันจะตัดส่วนโค้งออกได้ยาวเท่ากันคือ ส่วนโค้งน้อยเท่ากับส่วนโค้งน้อย ส่วนโค้งใหญ่เท่ากับส่วนโค้งใหญ่
2. บอกได้ว่าในวงกลมวงหนึ่งหรือวงกลมที่เท่ากัน คอร์ดที่ตัดวงกลมออกเป็นส่วนโค้งที่ยาวเท่ากัน จะยาวเท่ากัน
3. หาส่วนโค้งที่ยาวเท่ากัน เมื่อกำหนดคอร์ดที่ยาวเท่ากันมาให้
4. หาคอร์ดที่ยาวเท่ากัน เมื่อกำหนดส่วนโค้งที่ยาวเท่ากันมาให้

### สื่อการเรียนการสอน

1. บทเรียนปฏิบัติการที่ 3
2. บัตรงานที่ 3
3. บัตรเฉลยที่ 3

### กิจกรรมการเรียนการสอน

1. แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มย่อยกลุ่มละ 4 คน
2. ครูแจกบทเรียนปฏิบัติการที่ 3 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มปฏิบัติตามคำสั่งในบทเรียน ใช้เวลากลุ่มละประมาณ 15 นาที
3. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมารายงานผลการปฏิบัติ
4. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการปฏิบัติ และหาข้อสรุปที่ถูกต้อง
5. ครูแจกบัตรงานที่ 3 ให้นักเรียนแต่ละคนทำใช้เวลาประมาณ 10 นาที
6. ครูแจกบัตรเฉลยที่ 3 ให้นักเรียนตรวจคำตอบด้วยตนเอง
7. ครูอธิบายข้อผิดพลาดในข้อที่นักเรียนยังไม่เข้าใจ และให้นักเรียนแก้ไขให้ถูกต้อง

### การวัดผล

1. สังเกตพฤติกรรมการเรียนของนักเรียน ในขณะที่นักเรียนทำบัตรงาน
2. ตรวจสอบผลงานจากบทเรียนปฏิบัติการที่ 3 และบัตรงานที่ 3

## คาบที่ 6

### เรื่อง คุณสมบัติเกี่ยวกับวงกลม

จุดประสงค์ เมื่อนักเรียนเรียนจบบทเรียนนี้แล้ว นักเรียนจะมีความสามารถดังนี้

1. บอกได้ว่าส่วนของเส้นตรงที่ลากจากจุดศูนย์กลางมาตั้งฉากกับคอร์ดจะแบ่งครึ่งคอร์ดนั้น
2. บอกได้ว่าส่วนของเส้นตรงที่ลากจากจุดศูนย์กลางมาแบ่งครึ่งคอร์ดจะตั้งฉากกับคอร์ดนั้น
3. บอกได้ว่าคอร์ดสั้นจะอยู่ห่างจากจุดศูนย์กลางเป็นระยะทางมากกว่าคอร์ดยาว
4. บอกได้ว่าคอร์ดที่ยาวเท่ากันจะอยู่ห่างจากจุดศูนย์กลางเป็นระยะทางเท่ากัน

### สื่อการเรียนการสอน

1. บทเรียนปฏิบัติการที่ 4
2. บัตรงานที่ 4/1
3. บัตรเฉลยที่ 4/1

### กิจกรรมการเรียนการสอน

1. แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มย่อยกลุ่มละ 4 คน
2. ครูแจกบทเรียนปฏิบัติการที่ 4 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มปฏิบัติตามคำสั่งในบทเรียนใช้เวลากลุ่มละ 15 นาที
3. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมารายงานผลการปฏิบัติ
4. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการปฏิบัติ และหาข้อสรุปที่ถูกต้อง
5. ครูแจกบัตรงานที่ 4/1 ให้นักเรียนทำเป็นการบ้าน

### การวัดผล

1. สังเกตพฤติกรรมการเรียนของนักเรียน ในขณะที่นักเรียนทำบัตรงาน
2. ตรวจสอบผลงานจากบทเรียนปฏิบัติการที่ 4

## คาบที่ 7

### เรื่อง คุณสมบัติเกี่ยวกับวงกลม

จุดประสงค์ เมื่อนักเรียนเรียนจบบทเรียนนี้แล้ว นักเรียนจะมีความสามารถดังนี้

1. ทหาระยะห่างจากจุดศูนย์กลางมายังคอร์ด เมื่อกำหนดความยาวของคอร์ด และรัศมีของวงกลม
2. หาความยาวของคอร์ด เมื่อกำหนดรัศมีของวงกลม และระยะห่างจากจุดศูนย์กลางมายังคอร์ด
3. หารัศมีของวงกลม เมื่อกำหนดความยาวคอร์ด และระยะห่างจากจุดศูนย์กลางมายังคอร์ด
4. เปรียบเทียบความยาวของคอร์ดต่างๆ ที่กำหนดให้ เมื่อกำหนดระยะห่างจากจุดศูนย์กลางมายังคอร์ดต่างๆ เหล่านั้น

### สื่อการเรียนการสอน

1. บัตรงานที่ 4/1 และ 4/2
3. บัตรเฉลยที่ 4/1 และ 4/2

### กิจกรรมการเรียนการสอน

1. ครูเฉลยบัตรงานที่ 4/1 โดยการถามตอบ และอธิบายข้อผิดพลาดที่นักเรียนยังไม่เข้าใจ ให้นักเรียนตรวจคำตอบและแก้ไขข้อผิดพลาดด้วยตนเอง จากนั้นครูจึงแจกบัตรเฉลยที่ 4/1 ให้นักเรียนเก็บไว้เพื่อศึกษาทบทวน
3. ครูแจกบัตรงานที่ 4/2 ให้นักเรียนแต่ละคนทำ ใช้เวลาประมาณ 15 นาที
4. ครูแจกบัตรเฉลยที่ 4/2 ให้นักเรียนตรวจคำตอบด้วยตนเอง
5. ครูอธิบายข้อผิดพลาดในข้อที่นักเรียนยังไม่เข้าใจ และให้นักเรียนแก้ไขให้ถูกต้อง

### การวัดผล

1. สังเกตพฤติกรรมการเรียนของนักเรียน ในขณะที่นักเรียนทำบัตรงาน
2. ตรวจผลงานจากบัตรงานที่ 4/1 และ 4/2

## คาบที่ 8

เรื่อง คุณสมบัติเกี่ยวกับวงกลม

จุดประสงค์ เมื่อนักเรียนเรียนจบบทเรียนนี้แล้ว นักเรียนจะมีความสามารถดังนี้

1. บอกได้ว่าเส้นสัมผัสวงกลมจะตั้งฉากกับรัศมีของวงกลมที่จุดสัมผัส
2. บอกได้ว่าส่วนของเส้นตรงที่ลากจากจุดภายนอกจุดหนึ่งมายังจุดสัมผัสจะยาวเท่ากัน

สื่อการเรียนการสอน

1. บทเรียนปฏิบัติการที่ 5
2. บัตรงานที่ 5/1

กิจกรรมการเรียนการสอน

1. แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มย่อยกลุ่มละ 4 คน
2. ครูแจกบทเรียนปฏิบัติการที่ 5 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มปฏิบัติตามคำสั่งในบทเรียน

ใช้เวลากลุ่มละประมาณ 15 นาที

3. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมารายงานผลการปฏิบัติ ที่
4. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการปฏิบัติ และหาข้อสรุปที่ถูกต้อง
5. ครูแจกบัตรงานที่ 5/1 ให้นักเรียนทำเป็นการบ้าน

การวัดผล

1. สังเกตพฤติกรรมการเรียนของนักเรียนในขณะที่ปฏิบัติงาน
2. ตรวจสอบผลงานจากบทเรียนปฏิบัติการที่ 5

## คาบที่ 9

เรื่อง คุณสมบัติเกี่ยวกับวงกลม

จุดประสงค์ เมื่อนักเรียนเรียนจบบทเรียนนี้แล้ว นักเรียนจะมีความสามารถดังนี้

1. หาขนาดของมุมที่จุดศูนย์กลางของวงกลมซึ่งรองรับด้วยคอร์ดคอร์ดหนึ่งได้  
เมื่อกำหนดขนาดของมุมที่คอร์ดนั้นทำมุมกับเส้นสัมผัส

2. หาส่วนของเส้นตรงที่เท่ากันที่ลากจากจุดภายนอกจุดหนึ่งมาสัมผัสกับวงกลมได้

สื่อการเรียนการสอน

1. บัตรงานที่ 5/1 และ 5/2
3. บัตรเฉลยที่ 5/1 และ 5/2

กิจกรรมการเรียนการสอน

1. ครูทบทวนข้อสรุปเกี่ยวกับเส้นสัมผัสซึ่งเรียนในคาบที่ 8 โดยการถามตอบ
2. ครูเฉลยบัตรงานที่ 5/1 โดยการถามตอบ และอธิบายข้อผิดพลาดที่นักเรียนยังไม่เข้าใจ ให้นักเรียนตรวจคำตอบและแก้ไขข้อผิดพลาดด้วยตนเอง จากนั้นครูจึงแจกบัตรเฉลยที่ 5/1 ให้นักเรียนเก็บไว้เพื่อศึกษาทบทวน
3. ครูแจกบัตรงานที่ 5/2 ให้นักเรียนแต่ละคนทำ ใช้เวลา 15 นาที
4. ครูแจกบัตรเฉลยที่ 5/2 ให้นักเรียนตรวจคำตอบด้วยตนเอง
5. ครูอธิบายข้อผิดพลาดในข้อที่นักเรียนยังไม่เข้าใจ และให้นักเรียนแก้ไขให้ถูกต้อง

การวัดผล

1. สังเกตพฤติกรรมการเรียนของนักเรียนในขณะที่นักเรียนทำบัตรงาน
2. ตรวจสอบผลงานจากบัตรงานที่ 5/1 และ 5/2

บทเรียนปฏิบัติการ

## บทเรียนปฏิบัติการที่ 1

เรื่อง คุณสมบัติเกี่ยวกับวงกลม

ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3

จำนวนผู้ปฏิบัติ กลุ่มละ 4 คน

### จุดประสงค์

1. เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างมุมที่จุดศูนย์กลางของวงกลมและมุมในส่วนโค้งของวงกลมซึ่งรองรับด้วยส่วนโค้งเดียวกัน
2. เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างมุมในส่วนโค้งของวงกลมซึ่งรองรับด้วยส่วนโค้งเดียวกัน
3. เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างมุมและส่วนโค้งของวงกลมในวงกลมวงหนึ่งหรือวงกลมที่เท่ากัน

### สื่อและอุปกรณ์

1. แผ่นภาพรูปวงกลม
2. ไมโครแทรกเตอร์
3. กระดาษ และกรรไกรตัดกระดาษ
4. แผ่นใส และปากกาเขียนแผ่นใส

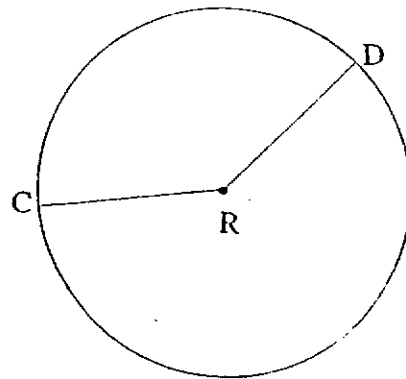
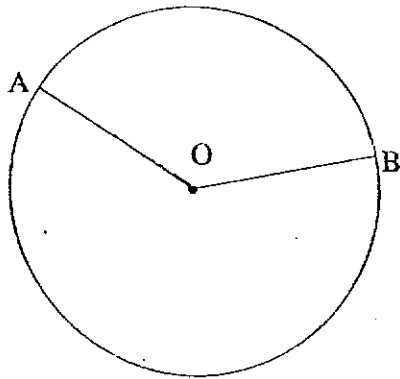
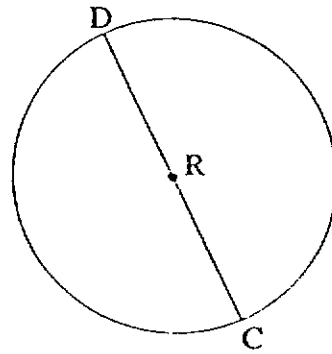
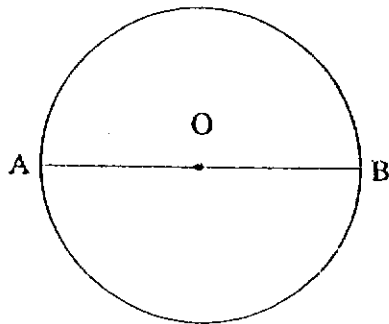
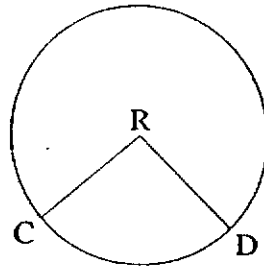
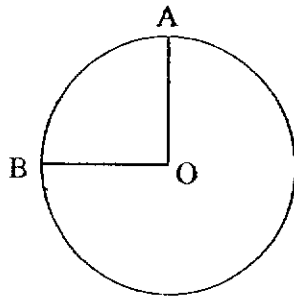
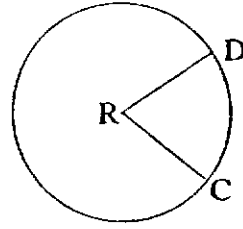
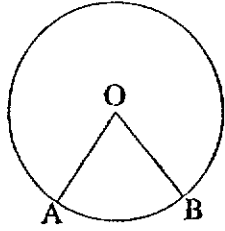
### ปฏิบัติการ

จากแผ่นภาพรูปวงกลมที่กำหนดให้  $O$  และ  $R$  เป็นจุดศูนย์กลางของวงกลมที่เท่ากันสองวง ให้  $\widehat{AOB}$  และ  $\widehat{CRD}$  เป็นมุมที่จุดศูนย์กลางของวงกลมทั้งสองตามลำดับ และมุมทั้งสองมีขนาดเท่ากัน

ให้นักเรียนปฏิบัติตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. สร้างมุมในส่วนโค้งของวงกลม โดยใช้ส่วนโค้ง AB และ CD เป็นฐานรองรับ  
อย่างน้อยวงกลมละ 3 มุม
2. สังเกตและหาความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของมุมในส่วนโค้งของวงกลมที่สร้างขึ้น  
ในแต่ละรูป
3. สังเกตและหาความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของมุมที่จุดศูนย์กลางของวงกลมและ  
มุมในส่วนโค้งของวงกลมที่สร้างขึ้นในแต่ละรูป
4. สังเกตวงกลมที่เท่ากัน และหาความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของมุมที่จุดศูนย์กลาง  
ของวงกลม กับความยาวของส่วนโค้งที่รองรับมุนั้น
5. สังเกตวงกลมที่เท่ากัน และหาความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของมุมในส่วนโค้ง  
ของวงกลม กับความยาวของส่วนโค้งที่รองรับมุนั้น
6. ใช้สื่อและอุปกรณ์ที่กำหนดให้ตรวจสอบข้อสังเกตในข้อ 2-5
7. สรุปผลการปฏิบัติ

แผนภาพรูปร่างกลม บทเรียนปฏิบัติการที่ 1



## บทเรียนปฏิบัติการที่ 2

เรื่อง คุณสมบัติเกี่ยวกับวงกลม

ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3

จำนวนผู้ปฏิบัติ 1 คน

### จุดประสงค์

เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของมุมที่อยู่ตรงข้ามกันของรูปสี่เหลี่ยมที่แนบในวงกลม

สื่อและอุปกรณ์ รูปวงกลม 1 วง

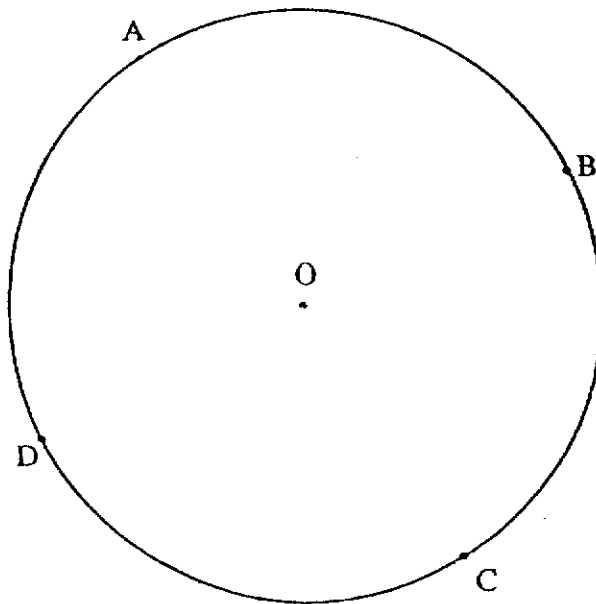
### ปฏิบัติการ

จากรูปวงกลมที่กำหนดให้  $O$  เป็นจุดศูนย์กลางของวงกลม  $A, B, C$  และ  $D$  เป็นจุดบนเส้นรอบวงของวงกลม

ให้นักเรียนปฏิบัติตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. ลากคอร์ด เชื่อมจุดทั้งสี่ให้เป็นรูปสี่เหลี่ยมที่แนบในวงกลม
2. จงหาผลบวกของขนาดของมุม  $ABC$  และมุม  $ADC$  โดยอาศัยคุณสมบัติเกี่ยวกับวงกลมที่เรียนมาแล้ว พร้อมทั้งแสดงวิธีทำ
3. สรุปผลการปฏิบัติ

แผนภาพรูปวงกลม บทเรียนปฏิบัติการที่ 2



## บทเรียนปฏิบัติการที่ 3

เรื่อง คุณสมบัติเกี่ยวกับวงกลม

ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3

จำนวนผู้ปฏิบัติ กลุ่มละ 4 คน

### จุดประสงค์

เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างคอร์ด และส่วนโค้งของวงกลมในวงกลมเดียวกันหรือวงกลมที่เท่ากัน

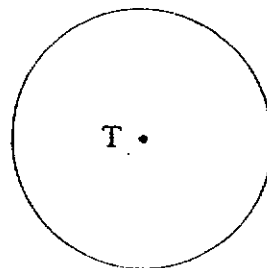
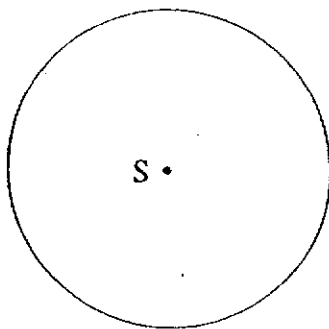
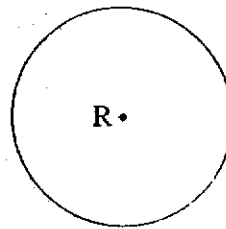
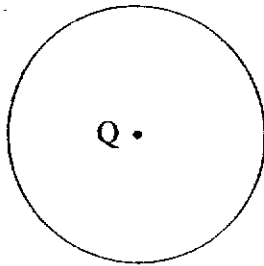
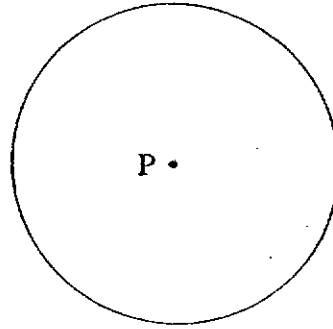
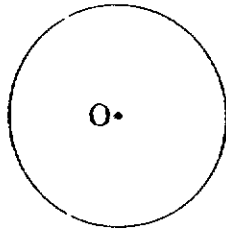
### สื่อและอุปกรณ์

1. แผ่นภาพรูปวงกลม
2. ไม้โปรแทรกเตอร์
3. วงเวียน
4. กระดาษ และกรรไกรตัดกระดาษ
5. แผ่นใส และปากกาเขียนแผ่นใส

### ปฏิบัติการ

1. จากแผ่นภาพรูปวงกลม สร้างคอร์ด AB ยาวพอสมควร
2. ใช้ B เป็นจุดศูนย์กลาง กางวงเวียนรัศมี AB เขียนส่วนโค้งตัดเส้นรอบวงที่จุด C ลากคอร์ด BC
3. ใช้ C เป็นจุดศูนย์กลาง กางวงเวียนรัศมีเท่าเดิม เขียนส่วนโค้งตัดเส้นรอบวงที่จุด D ลากคอร์ด CD
4. สังเกต และหาความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของคอร์ด BC และ CD กับความยาวของส่วนโค้งที่รองรับคอร์ดนั้น
5. ทาวิธีตรวจสอบ ข้อสังเกตในข้อ 4 โดยอาศัยสื่อและอุปกรณ์ที่กำหนดให้
6. สรุปผลการปฏิบัติ

## แผนภาพรูปร่างกลม บทเรียนปฏิบัติการที่ 3



## บทเรียนปฏิบัติการที่ 4

เรื่อง คุณสมบัติเกี่ยวกับวงกลม

ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3

จำนวนผู้ปฏิบัติ กลุ่มละ 4 คน

### จุดประสงค์

เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างคอร์ดและเส้นที่ลากจากจุดศูนย์กลางมายังคอร์ด

### สื่อและอุปกรณ์

1. แผ่นวงกลม ก ข และ ค
2. ไม้โปรแทรกเตอร์
3. กระดาษ และกรรไกรตัดกระดาษ
4. แผ่นใส และปากกาเขียนแผ่นใส

### ปฏิบัติการ

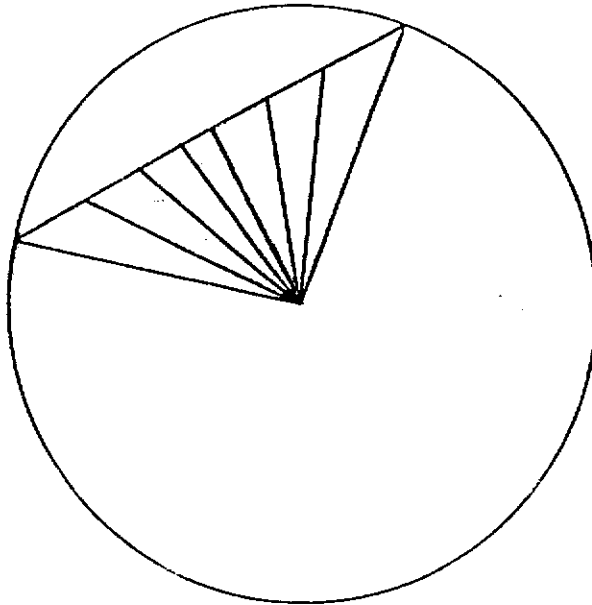
#### ตอนที่ 1

1. จากแผ่นวงกลม ก สังเกตความยาวของส่วนของเส้นตรงต่าง ๆ ที่ลากจากจุดศูนย์กลางมายังคอร์ด
2. พิจารณาว่าส่วนของเส้นตรง เส้นที่สั้นที่สุดมีความสัมพันธ์กับคอร์ดอย่างไร
3. ทหาวิธีตรวจสอบความสัมพันธ์ในข้อ 2 โดยอาศัยสื่อและอุปกรณ์ที่กำหนดให้
4. สรุปผลการปฏิบัติ

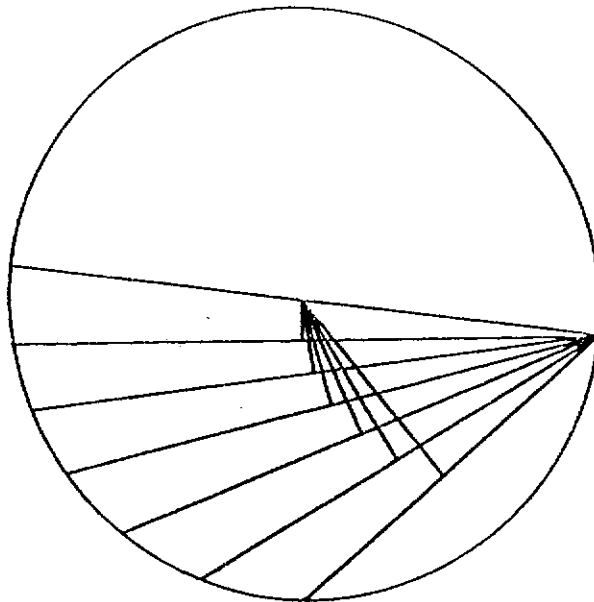
**ตอนที่ 2**

1. จากแผนวงกลม ข และ ค สังเกตและหาความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของคอร์ตต่าง ๆ กับระยะห่างจากจุดศูนย์กลาง ไปยังคอร์ตเหล่านั้น
2. ทาวิธีตรวจสอบความสัมพันธ์ในข้อ 1 โดยอาศัยสื่อและอุปกรณ์ที่กำหนดให้
3. สรุปลผลการปฏิบัติ

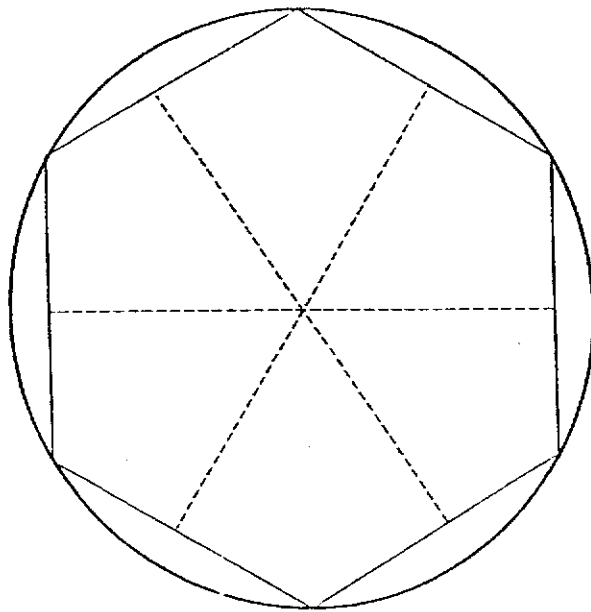
แผนภาพรูปวงกลม ก บทเรียนปฏิบัติการที่ 4



แผนภาพรูปวงกลม ข บทเรียนปฏิบัติการที่ 4



แผนภาพรูปร่างกลม ค บทเรียนปฏิบัติการที่ 4



## บทเรียนปฏิบัติการที่ 5

เรื่อง คุณสมบัติเกี่ยวกับวงกลม

ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3

จำนวนผู้ปฏิบัติ กลุ่มละ 4 คน

### จุดประสงค์

1. เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างเส้นสัมผัสกับรัศมีของวงกลม
2. เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของส่วนของเส้นตรงที่ลากจากจุดภายนอกมายังจุดสัมผัส

มายังจุดสัมผัส

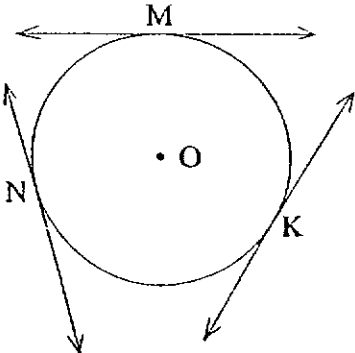
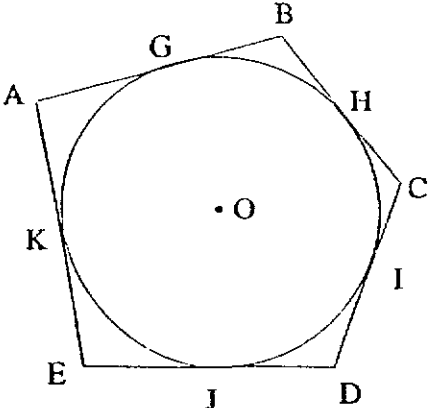
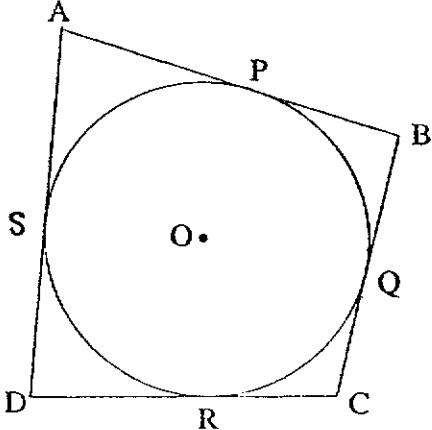
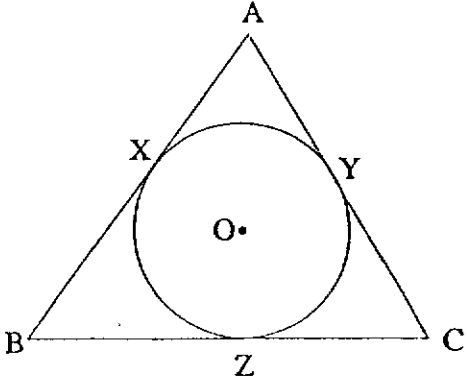
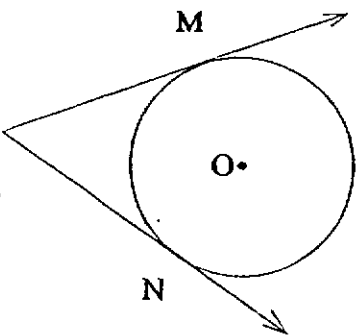
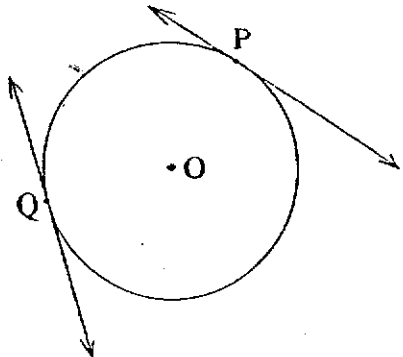
### สื่อและอุปกรณ์

1. แผ่นภาพรูปวงกลม
2. ไม้โปรแทรกเตอร์
3. กระดาษ และกรรไกรตัดกระดาษ
4. แผ่นใส และปากกาเขียนแผ่นใส

### ปฏิบัติการ

1. จากแผ่นภาพรูปวงกลม และเส้นสัมผัสวงกลม ณ จุดสัมผัสที่กำหนดให้ลากส่วนของเส้นตรงจากจุดศูนย์กลางไปยังจุดสัมผัสทุกจุด
2. สังเกต และพิจารณาว่า เส้นสัมผัสกับส่วนของเส้นตรงที่ลากในข้อ 1 มีความสัมพันธ์กันอย่างไร
3. สังเกต และพิจารณาว่า ส่วนของเส้นตรงที่ลากจากจุดภายนอกจุดหนึ่งมายังจุดสัมผัสมีความสัมพันธ์กันอย่างไร
4. ทาวิธีตรวจสอบข้อสังเกตในข้อ 2 และข้อ 3 โดยอาศัยสื่อและอุปกรณ์ที่กำหนดให้
5. สรุปผลการปฏิบัติ

แผนภาพรูปวงกลม บทเรียนปฏิบัติครั้งที่ 5



บัตรงาน

## บัตรงานที่ 1/1

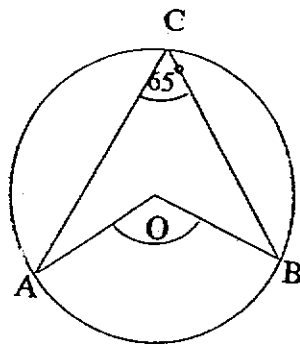
เรื่อง คุณสมบัติเกี่ยวกับวงกลม

ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3

### เนื้อหา

1. ในวงกลมวงหนึ่งหรือวงกลมที่เท่ากัน มุมที่จุดศูนย์กลางของวงกลมมีขนาดเป็น 2 เท่าของมุมในส่วนโค้งของวงกลมซึ่งรองรับด้วยส่วนโค้งเดียวกัน
2. มุมในครึ่งวงกลมมีขนาด 90 องศา หรือหนึ่งมุมฉาก
3. ในวงกลมวงหนึ่งหรือวงกลมที่เท่ากัน ถ้าส่วนโค้งยาวเท่ากันแล้ว มุมในส่วนโค้งของวงกลมซึ่งรองรับด้วยส่วนโค้งนั้นจะมีขนาดเท่ากัน
4. ในวงกลมวงหนึ่งหรือวงกลมที่เท่ากัน ถ้าส่วนโค้งยาวเท่ากันแล้ว มุมที่จุดศูนย์กลางของวงกลมซึ่งรองรับด้วยส่วนโค้งนั้นจะมีขนาดเท่ากัน
5. ในวงกลมวงหนึ่งหรือวงกลมที่เท่ากัน ถ้ามุมที่จุดศูนย์กลางของวงกลมมีขนาดเท่ากันแล้ว ส่วนโค้งที่รองรับมุมนั้นจะยาวเท่ากัน
6. ในวงกลมวงหนึ่งหรือวงกลมที่เท่ากัน ถ้ามุมในส่วนโค้งของวงกลมมีขนาดเท่ากันแล้ว ส่วนโค้งที่รองรับมุมนั้นจะยาวเท่ากัน

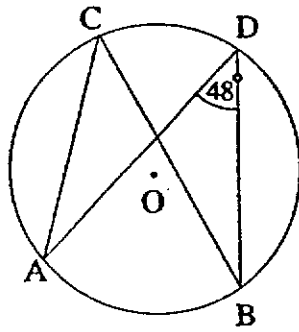
แบบฝึกหัด วงกลมต่อไปนี้นี้มี O เป็นจุดศูนย์กลาง จงเติมคำตอบที่ถูกต้องลงในช่องว่างแต่ละข้อ



ให้  $\angle ACB = 65$  องศา

ดังนั้น  $\angle AOB = \underline{\hspace{2cm}}$  องศา

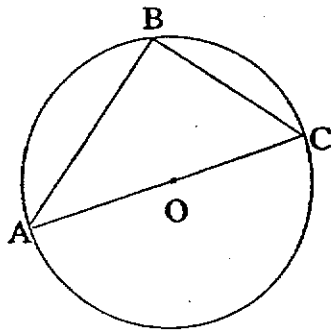
2.



ให้  $\angle ADB = 48$  องศา

ดังนั้น  $\angle ACB =$  \_\_\_\_\_ องศา

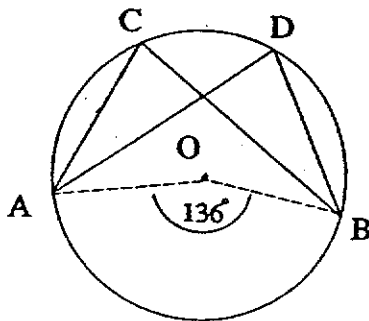
3.



ให้  $\overline{AC}$  เป็นเส้นผ่านศูนย์กลาง

ดังนั้น  $\angle ABC =$  \_\_\_\_\_ องศา

4.

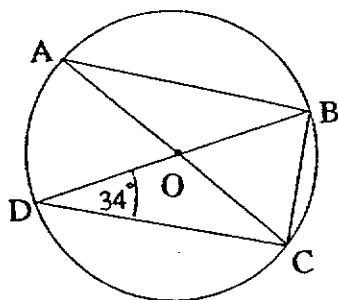


ให้  $\angle AOB = 136$  องศา

ดังนั้น  $\angle ACB =$  \_\_\_\_\_ องศา

$\angle ADB =$  \_\_\_\_\_ องศา

5.



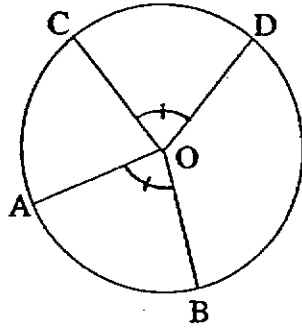
ให้  $\overline{AC}$  และ  $\overline{BD}$  เป็นเส้นผ่านศูนย์กลาง

และ  $\angle BDC = 34$  องศา

ดังนั้น  $\angle CAB =$  \_\_\_\_\_ องศา

และ  $\angle ABC =$  \_\_\_\_\_ องศา

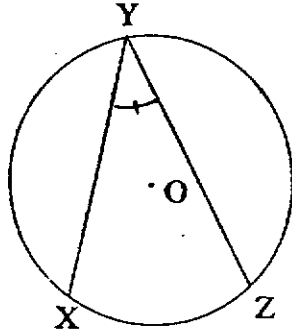
6.



ให้  $\hat{AOB} = \hat{COD}$

ดังนั้น  $m(\widehat{AB}) = \underline{\hspace{2cm}}$

7.

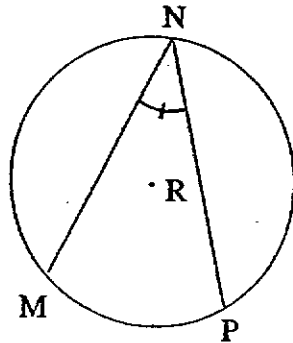


ให้วงกลมที่มี O และ R เป็นจุดศูนย์กลาง

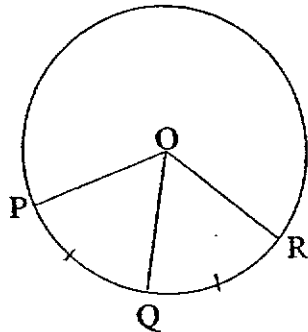
เป็นวงกลมที่เท่ากัน

และ  $\hat{XYZ} = \hat{MNP}$

ดังนั้น  $m(\widehat{MP}) = \underline{\hspace{2cm}}$



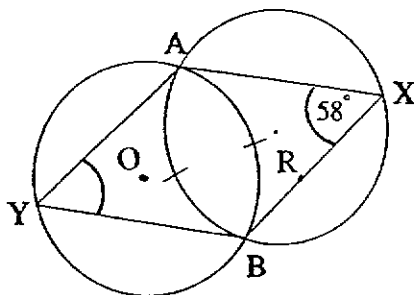
8.



ให้  $m(\widehat{PQ}) = m(\widehat{QR})$

ดังนั้น  $\hat{POQ} = \underline{\hspace{2cm}}$

9.



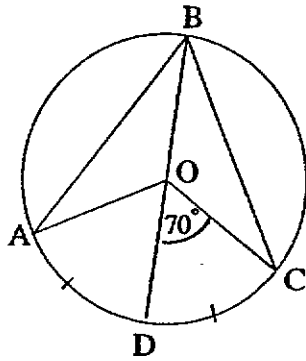
ให้วงกลมที่มี O และ R เป็นจุดศูนย์กลางเป็น

วงกลมที่เท่ากันและตัดกันที่จุด A และ B ดังรูป

ให้  $\hat{AXB} = 58$  องศา

ดังนั้น  $\hat{AYB} = \underline{\hspace{2cm}}$  องศา

10.



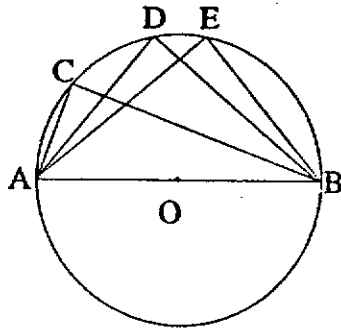
ให้  $\angle COD = 70$  องศา

และ  $m(\widehat{CD}) = m(\widehat{AD})$

ดังนั้น  $\angle AOD = \underline{\hspace{2cm}}$  องศา

และ  $\angle ABD = \underline{\hspace{2cm}}$  องศา

11.



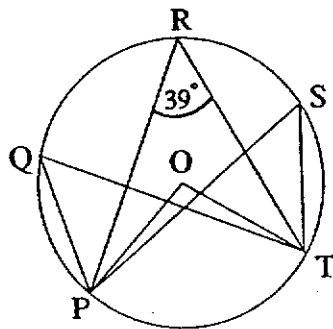
ให้  $\overline{AB}$  เป็นเส้นผ่านศูนย์กลาง

ดังนั้น  $\angle ACB = \underline{\hspace{2cm}}$  องศา

$\angle ADB = \underline{\hspace{2cm}}$  องศา

และ  $\angle AEB = \underline{\hspace{2cm}}$  องศา

12.



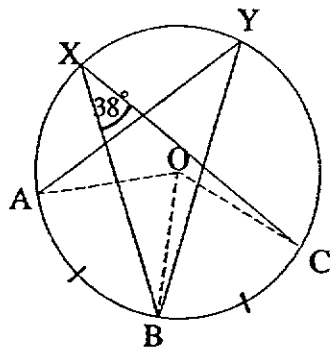
ให้  $\angle PRT = 39$  องศา

ดังนั้น  $\angle PQT = \underline{\hspace{2cm}}$  องศา

$\angle PST = \underline{\hspace{2cm}}$  องศา

และ  $\angle POT = \underline{\hspace{2cm}}$  องศา

13.



ให้  $m(\widehat{AB}) = m(\widehat{BC})$

และ  $\angle BXC = 38$  องศา

ดังนั้น  $\angle AYB = \underline{\hspace{2cm}}$  องศา

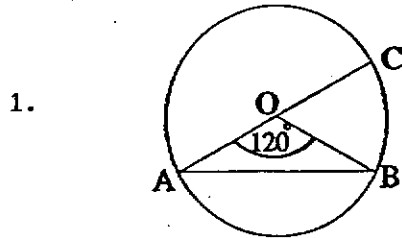
และ  $\angle AOB = \angle BOC = \underline{\hspace{2cm}}$  องศา

## บัตรงานที่ 1/2

เรื่อง คุณสมบัติเกี่ยวกับวงกลม

ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3

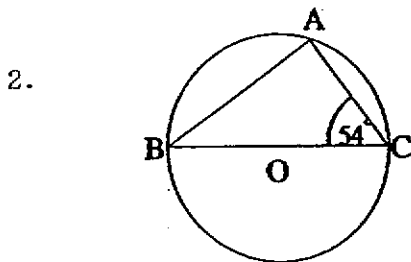
ตัวอย่าง



ให้  $\angle AOB = 120$  องศา

ดังนั้น  $\angle OAB = \angle OBA = \underline{30}$  องศา

และ  $\angle BOC = \underline{60}$  องศา



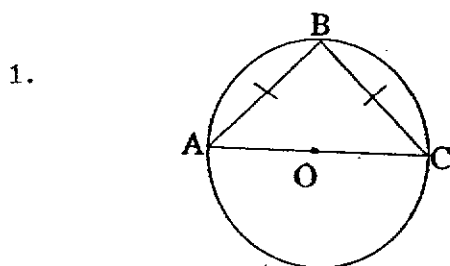
ให้  $\overline{BC}$  เป็นเส้นผ่านศูนย์กลาง

และ  $\angle ACB = 54$  องศา

เพราะว่า  $\angle BAC = \underline{90}$  องศา

ดังนั้น  $\angle ABC = \underline{36}$  องศา

แบบฝึกหัด วงกลมต่อไปนี้ มี O เป็นจุดศูนย์กลาง จงเติมคำตอบที่ถูกต้องลงในช่องว่างในแต่ละข้อ

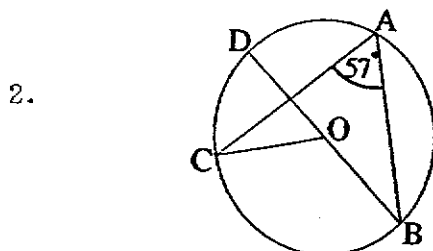


ให้  $\overline{AC}$  เป็นเส้นผ่านศูนย์กลาง

และ  $AB = BC$

ดังนั้น  $\angle ABC = \underline{\hspace{2cm}}$  องศา

และ  $\angle BAC = \underline{\hspace{2cm}}$  องศา



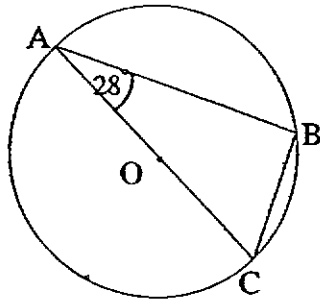
ให้  $\overline{BD}$  เป็นเส้นผ่านศูนย์กลาง

และ  $\angle BAC = 57$  องศา

ดังนั้น  $\angle BOC = \underline{\hspace{2cm}}$  องศา

และ  $\angle COD = \underline{\hspace{2cm}}$  องศา

3.



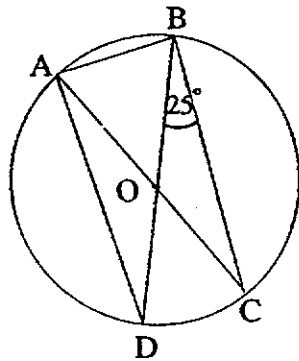
ให้  $\overline{AC}$  เป็นเส้นผ่านศูนย์กลาง

และ  $\hat{BAC} = 28$  องศา

ดังนั้น  $\hat{ABC} = \underline{\hspace{2cm}}$  องศา

และ  $\hat{ACB} = \underline{\hspace{2cm}}$  องศา

4.



ให้  $\overline{BD}$  เป็นเส้นผ่านศูนย์กลาง

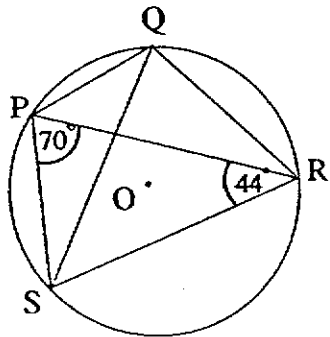
และ  $\hat{CBD} = 25$  องศา

ดังนั้น  $\hat{CAD} = \underline{\hspace{2cm}}$  องศา,

$\hat{BAD} = \underline{\hspace{2cm}}$  องศา

และ  $\hat{BAC} = \underline{\hspace{2cm}}$  องศา

5.



ให้  $\hat{RPS} = 70$  องศา

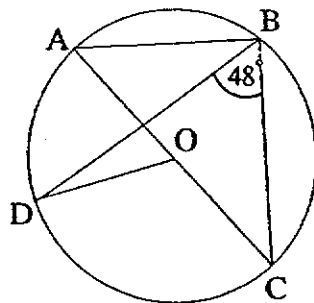
และ  $\hat{SRP} = 44$  องศา

ดังนั้น  $\hat{SQP} = \underline{\hspace{2cm}}$  องศา และ

$\hat{SQR} = \underline{\hspace{2cm}}$  องศา

และ  $\hat{PQR} = \underline{\hspace{2cm}}$  องศา

6.



ให้  $\overline{AC}$  เป็นเส้นผ่านศูนย์กลาง

และ  $\hat{CBD} = 48$  องศา

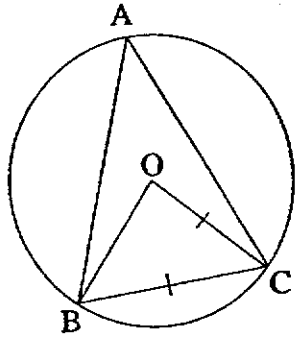
ดังนั้น  $\hat{COD} = \underline{\hspace{2cm}}$  องศา

$\hat{AOD} = \underline{\hspace{2cm}}$  องศา

และ  $\hat{ABC} = \underline{\hspace{2cm}}$  องศา

$\hat{ABD} = \underline{\hspace{2cm}}$  องศา

7.



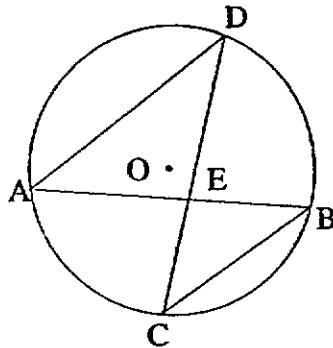
ให้  $OC = CB$

ดังนั้น  $\triangle OBC$  เป็นรูปสามเหลี่ยม \_\_\_\_\_

ดังนั้น  $\hat{BOC} =$  \_\_\_\_\_ องศา

และ  $\hat{BAC} =$  \_\_\_\_\_ องศา

8.



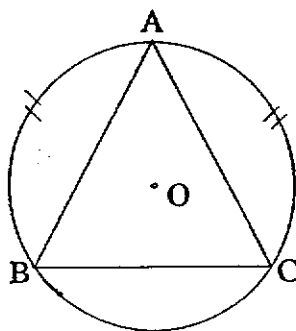
จากรูปจะได้  $\hat{ABC} = \hat{ADC}$

$\hat{BCD} =$  \_\_\_\_\_

$\hat{AED} =$  \_\_\_\_\_

ดังนั้น  $\triangle AED \sim \triangle$  \_\_\_\_\_

9.

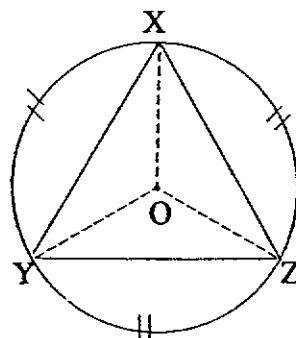


ให้  $m(\widehat{AB}) = m(\widehat{AC})$

ดังนั้น  $\hat{ABC} =$  \_\_\_\_\_

$\triangle ABC$  เป็นรูปสามเหลี่ยม \_\_\_\_\_

10.



ให้  $m(\widehat{XY}) = m(\widehat{YZ}) = m(\widehat{XZ})$

ดังนั้น \_\_\_\_\_ =  $\hat{YXZ} =$  \_\_\_\_\_ = \_\_\_\_\_ องศา

และ  $\triangle XYZ$  เป็นรูปสามเหลี่ยม \_\_\_\_\_

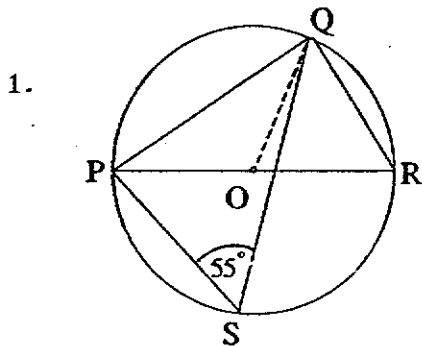
และ  $\hat{XOZ} =$  \_\_\_\_\_ = \_\_\_\_\_ = \_\_\_\_\_ องศา

บัตรงานที่ 1/3

เรื่อง คุณสมบัติเกี่ยวกับวงกลม

ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3

ตัวอย่าง



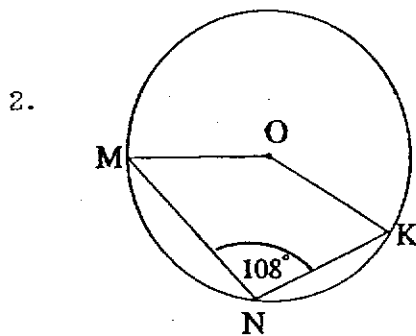
ให้  $\overline{PR}$  เป็นเส้นผ่านศูนย์กลาง

และ  $\angle PSQ = 55$  องศา

ดังนั้น  $\angle PRQ = 55$  องศา

และ  $\angle PQR = 90$  องศา

$\angle QPR = 180 - 90 - 55 = 35$  องศา



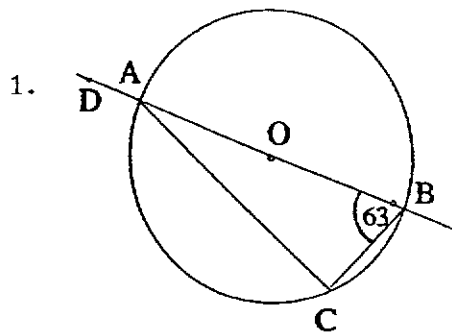
ให้  $\angle MNK = 108$  องศา

ดังนั้น มุมกลับ  $\angle MOK = 216$  องศา

$\angle MOK = 360 - 216 = 144$  องศา

แบบฝึกหัด

ตอนที่ 1 วงกลมต่อไปนี้ มี O เป็นจุดศูนย์กลาง จงเติมคำตอบที่ถูกต้องในช่องว่างแต่ละข้อ



ให้  $\overline{AB}$  เป็นเส้นผ่านศูนย์กลาง

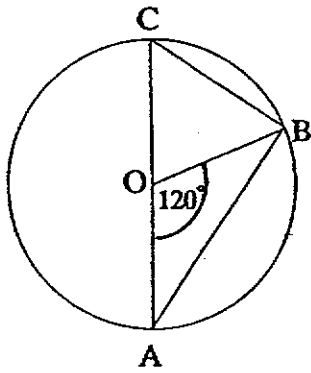
และ  $\angle ABC = 63$  องศา

ดังนั้น  $\angle ACB = \underline{\hspace{2cm}}$  องศา

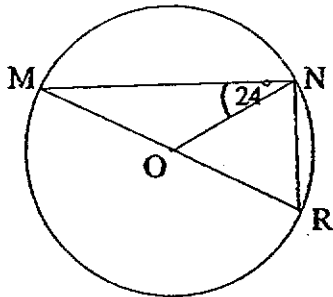
และ  $\angle BAC = \underline{\hspace{2cm}}$  องศา

และ  $\angle DAC = 180 - \underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{2cm}}$  องศา

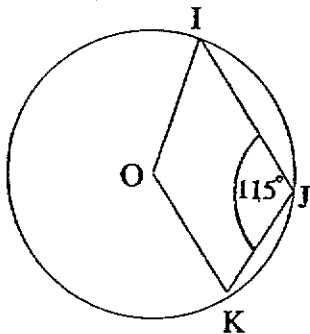
2.

ให้  $\overline{AC}$  เป็นเส้นผ่านศูนย์กลางและ  $\hat{AOB} = 120$  องศาดังนั้น  $\hat{ABO} = \hat{OAB} = \underline{\hspace{2cm}}$  องศา $\hat{ABC} = \underline{\hspace{2cm}}$  องศาดังนั้น  $\hat{OBC} = \underline{\hspace{2cm}}$  องศา

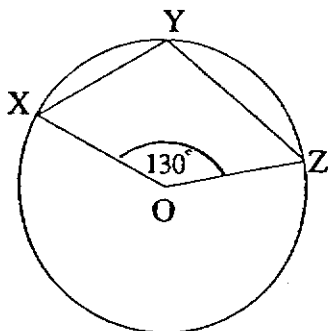
3.

ให้  $\overline{MR}$  เป็นเส้นผ่านศูนย์กลางและ  $\hat{MNO} = 24$  องศาดังนั้น  $\hat{NMO} = \underline{\hspace{2cm}}$  องศาและ  $\hat{MON} = \underline{\hspace{2cm}}$  องศาเพราะฉะนั้น  $\hat{NOR} = \underline{\hspace{2cm}}$  องศาและ  $\hat{ORN} = \hat{ONR} = \underline{\hspace{2cm}}$  องศา

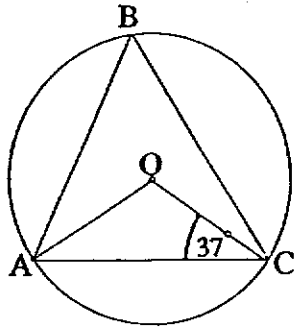
4.

ให้  $\hat{IJK} = 115$  องศาดังนั้น มุมกลับ  $\hat{IOK} = \underline{\hspace{2cm}}$  องศาดังนั้น  $\hat{IOK} = \underline{\hspace{2cm}}$  องศา

5.

ให้  $\hat{XOZ} = 130$  องศาดังนั้น มุมกลับ  $\hat{XOZ} = \underline{\hspace{2cm}}$  องศาดังนั้น  $\hat{XYZ} = \underline{\hspace{2cm}}$  องศา

6.

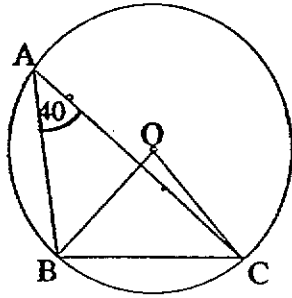


ให้  $\hat{ACO} = 37$  องศา  $= \hat{OAC}$

ดังนั้น  $\hat{AOC} = \underline{\hspace{2cm}}$  องศา

และ  $\hat{ABC} = \underline{\hspace{2cm}}$  องศา

7.

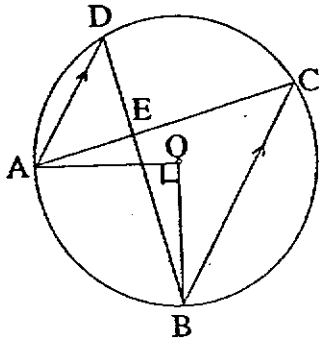


ให้  $\hat{BAC} = 40$  องศา

ดังนั้น  $\hat{BOC} = \underline{\hspace{2cm}}$  องศา

และ  $\hat{OBC} = \hat{OCB} = \underline{\hspace{2cm}}$  องศา

8.



ให้  $\hat{AOB} = 90$  องศา

และ  $\overline{AD}$  ขนานกับ  $\overline{BC}$

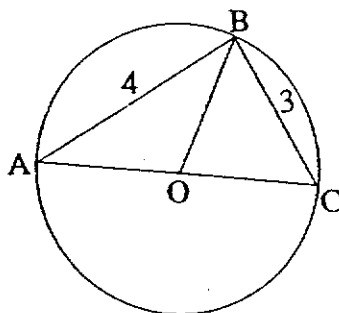
ดังนั้น  $\hat{ACB} = \underline{\hspace{2cm}}$  องศา เพราะ  $\underline{\hspace{2cm}}$

$\hat{ADE} = \underline{\hspace{2cm}}$  องศา เพราะ  $\underline{\hspace{2cm}}$

$\hat{DAE} = \underline{\hspace{2cm}}$  องศา เพราะ  $\underline{\hspace{2cm}}$

ดังนั้น  $\hat{AED} = \underline{\hspace{2cm}}$  องศา

9.



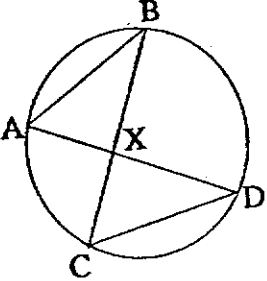
ให้  $\overline{AC}$  เป็นเส้นผ่านศูนย์กลาง

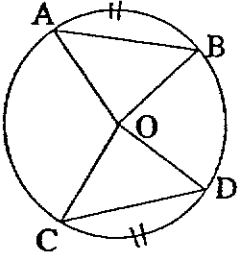
และให้  $AB = 4$  ซม  $BC = 3$  ซม

ดังนั้น  $AC = \underline{\hspace{2cm}}$  ซม

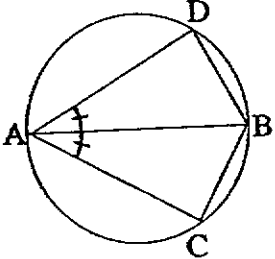
และ  $OB = \underline{\hspace{2cm}}$  ซม

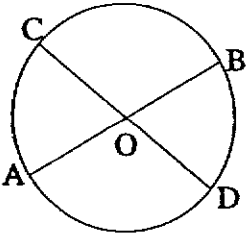
## ตอนที่ 2

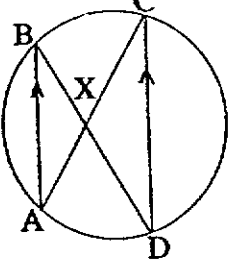
ตัวอย่างที่ 1	ข้อความ	เหตุผล
 <p>จากรูปจงแสดงว่า  <math>\triangle AXB \sim \triangle CXD</math></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>\hat{B}AD = \hat{B}CD</math></li> <li>2. <math>\hat{A}BC = \hat{A}DC</math></li> <li>3. <math>\hat{B}XA = \hat{C}XD</math></li> <li>4. <math>\triangle AXB \sim \triangle CXD</math></li> </ol>	<p>เป็นมุมในส่วนโค้งที่รองรับด้วยส่วนโค้งเดียวกัน (ส่วนโค้ง BD)</p> <p>เป็นมุมในส่วนโค้งที่รองรับด้วยส่วนโค้งเดียวกัน (ส่วนโค้ง AC)</p> <p>เป็นมุมตรงข้ามของเส้นตรงที่ตัดกัน</p> <p>จากข้อ 1, 2 และ 3</p>

ตัวอย่างที่ 2	ข้อความ	เหตุผล
 <p>จากรูปให้ O เป็นจุดศูนย์กลาง และ <math>m(\widehat{AB}) = m(\widehat{CD})</math> จงแสดงว่า <math>AB = CD</math></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>m(\widehat{AB}) = m(\widehat{CD})</math></li> <li>2. <math>\hat{A}OB = \hat{C}OD</math></li> <li>3. <math>AO = OC</math></li> <li>4. <math>BO = OD</math></li> <li>5. <math>\triangle AOB \cong \triangle COD</math></li> <li>6. <math>AB = CD</math></li> </ol>	<p>กำหนดให้</p> <p>จากข้อ 1</p> <p>รัศมีของวงกลมเดียวกัน</p> <p>รัศมีของวงกลมเดียวกัน</p> <p>ด.ม.ด.</p> <p>จากข้อ 5</p>

แบบฝึกหัด จากตารางในแต่ละข้อต่อไปนี้ จงเติมข้อความหรือเหตุผลเพื่อทำให้การพิสูจน์  
สมเหตุสมผล

ข้อ 1	ข้อความ	เหตุผล
 <p>กำหนด <math>\overline{AB}</math> เป็นเส้นผ่านศูนย์กลาง กลาง คอร์ด AD และ AC ทำมุมกับ <math>\overline{AB}</math> เท่ากันจงแสดงว่า <math>\triangle ABD \cong \triangle ABC</math></p>	<p>1. _____ = <math>\angle CAB</math></p> <p>2. <math>\angle ADB =</math> _____</p> <p>3. <math>AB = AB</math></p> <p>4. <math>\triangle ABD \cong \triangle ABC</math></p>	<p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>

ข้อ 2	ข้อความ	เหตุผล
 <p>ให้ O เป็นจุดศูนย์กลาง <math>\overline{AB}</math> และ <math>\overline{CD}</math> เป็นเส้น ผ่านศูนย์กลาง จงแสดงว่า</p> <p>1. <math>m(\widehat{BD}) = m(\widehat{AC})</math></p> <p>2. <math>m(\widehat{BC}) = m(\widehat{AD})</math></p>	<p>1. _____ = _____</p> <p>2. <math>m(\widehat{BD}) = m(\widehat{AC})</math></p> <p>3. _____ = _____</p> <p>4. <math>m(\widehat{BC}) = m(\widehat{AD})</math></p>	<p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>

ข้อ 3	ข้อความ	เหตุผล
 <p>กำหนดให้ <math>\overline{AB}</math> ขนานกับ <math>\overline{CD}</math>  <math>\overline{BD}</math> ตัด <math>\overline{AC}</math> ที่จุด X จงแสดงว่า  <math>\triangle AXB</math> เป็นรูปสามเหลี่ยม  หน้าจั่ว</p>	1. $\hat{BAC} = \underline{\hspace{2cm}}$	
	2. $\underline{\hspace{2cm}} = \hat{ABX}$	
	3. $\underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{2cm}}$	คุณสมบัติการถ่ายทอด
	4. $\triangle AXB$ เป็นรูป สามเหลี่ยมหน้าจั่ว	

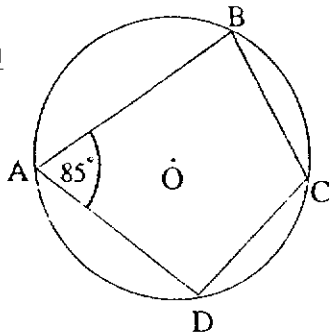
## บัตรงานที่ 2

เรื่อง คุณสมบัติเกี่ยวกับวงกลม

ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3

เนื้อหา ผลบวกของขนาดของมุมตรงข้ามกันของรูปสี่เหลี่ยมที่แนบในวงกลมเท่ากับ 180 องศา

ตัวอย่าง



รูปสี่เหลี่ยม ABCD แนบในวงกลมที่มี O เป็นจุด

ศูนย์กลาง ดังรูป จะได้ว่า

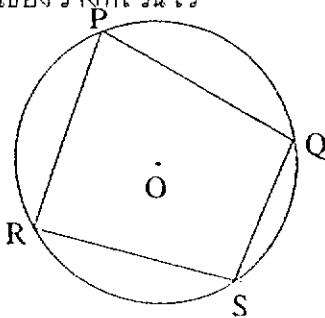
$$\hat{BAD} + \hat{BCD} = 180 \text{ องศา}$$

$$\text{ดังนั้น } \hat{BCD} = 180 - \hat{BAD}$$

$$= 180 - 85 = 95 \text{ องศา}$$

แบบฝึกหัด รูปสี่เหลี่ยมแต่ละข้อต่อไปนี้แนบในวงกลมที่มี O เป็นจุดศูนย์กลาง จงเติมคำตอบที่ถูกต้องลงในช่องว่างที่เว้นไว้

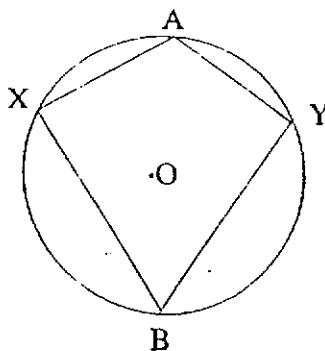
1.



$$\hat{PQS} + \hat{PRS} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ องศา}$$

$$\hat{QPR} + \underline{\hspace{2cm}} = 180 \text{ องศา}$$

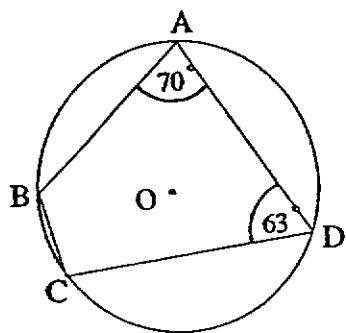
2.



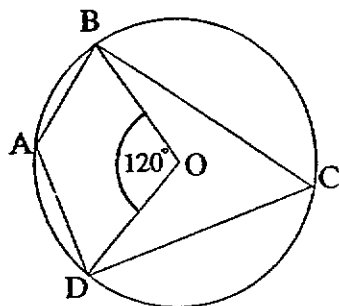
$$\hat{A} = 180 - \underline{\hspace{2cm}}$$

$$\hat{X} + \hat{Y} = \underline{\hspace{2cm}}$$

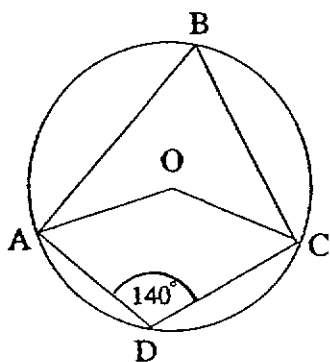
3.

ให้  $\hat{BAD} = 70$  องศาดังนั้น  $\hat{BCD} = \underline{\hspace{2cm}}$  องศาให้  $\hat{ADC} = 63$  องศาดังนั้น  $\hat{ABC} = \underline{\hspace{2cm}}$  องศา

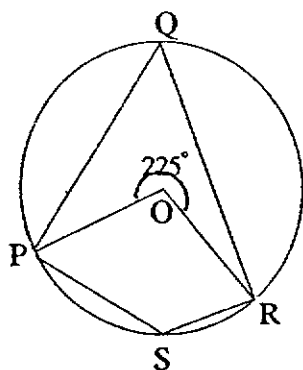
4.

ให้  $\hat{BOD} = 120$  องศาดังนั้น  $\hat{BCD} = \underline{\hspace{2cm}}$  องศาและ  $\hat{BAD} = \underline{\hspace{2cm}}$  องศา

5.

ให้  $\hat{ADC} = 140$  องศาดังนั้น  $\hat{ABC} = \underline{\hspace{2cm}}$  องศาและ  $\hat{AOC} = \underline{\hspace{2cm}}$  องศา

6.

ให้มุมกลับ  $\hat{POR} = 225$  องศาดังนั้น  $\hat{PSR} = \underline{\hspace{2cm}}$  องศาและ  $\hat{POR} = \underline{\hspace{2cm}}$  องศา

### บัตรงานที่ 3

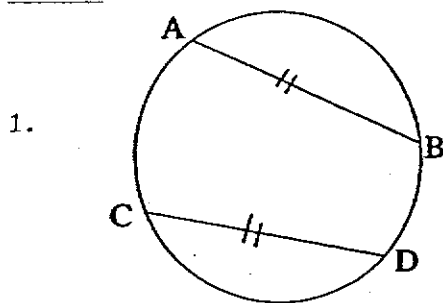
เรื่อง คุณสมบัติเกี่ยวกับวงกลม

ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3

เนื้อหา 1. ในวงกลมวงหนึ่ง หรือวงกลมที่เท่ากัน คอร์ดที่ยาวเท่ากันจะตัดส่วนโค้งออกได้ยาวเท่ากัน คือ ส่วนโค้งน้อยเท่ากับส่วนโค้งน้อย ส่วนโค้งใหญ่เท่ากับส่วนโค้งใหญ่

2. ในวงกลมวงหนึ่งหรือวงกลมที่เท่ากัน คอร์ดที่ตัดวงกลมออกเป็นส่วนโค้งที่ยาวเท่ากัน จะยาวเท่ากัน

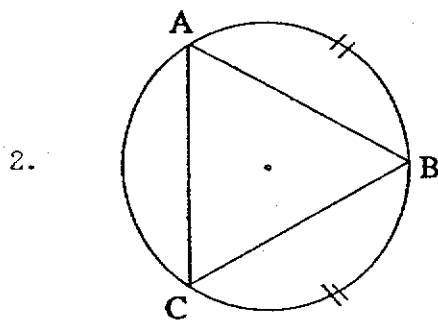
ตัวอย่าง



ให้  $AB = CD$

ดังนั้น  $m(\widehat{AB}) = m(\widehat{CD})$

และ  $m(\widehat{ACB}) = m(\widehat{CAD})$

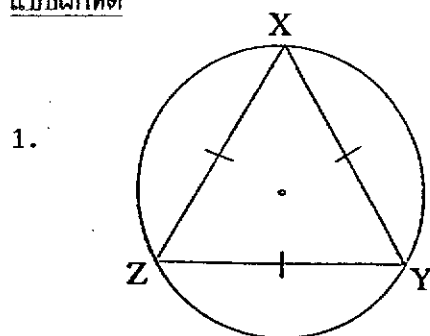


ให้  $m(\widehat{AB}) = m(\widehat{CB})$

และให้  $AB = 10$  หน่วย

ดังนั้น  $CB = \underline{10}$  หน่วย

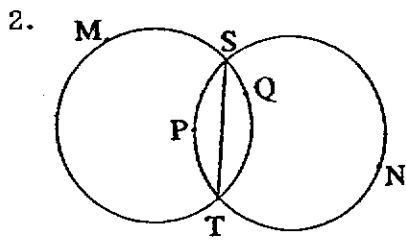
แบบฝึกหัด



ให้  $\triangle XYZ$  เป็นรูปสามเหลี่ยมด้านเท่า

ดังนั้น  $\underline{\quad} = m(\widehat{YZ}) = \underline{\quad}$

และ  $m(\widehat{XZY}) = \underline{\quad} = \underline{\quad}$

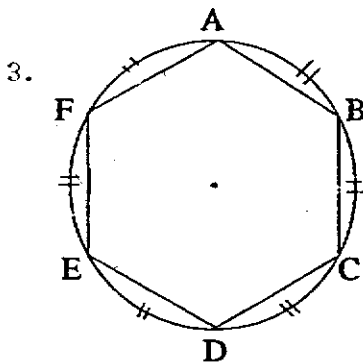


ให้  $\overline{ST}$  เป็นคอร์ดร่วมของวงกลมที่เท่ากัน

M, N, P และ Q เป็นจุดที่อยู่บนวงกลม

ดังนั้น  $m(\widehat{SQT}) = \underline{\hspace{2cm}}$

และ  $m(\widehat{SMT}) = \underline{\hspace{2cm}}$



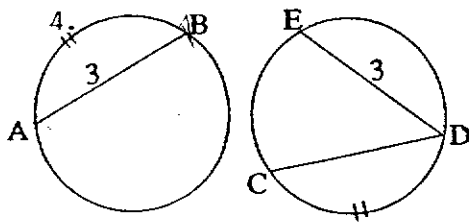
แบ่งเส้นรอบวงของวงกลมออกเป็น 6 ส่วน

เท่า ๆ กัน ลากคอร์ดเชื่อมจุดแบ่งทั้งหมด

จะได้รูป \_\_\_\_\_ แนบในวงกลม

ให้  $AB = 2$  หน่วย

ดังนั้น  $BC = \underline{\hspace{1cm}} = DE = \underline{\hspace{1cm}} = \underline{\hspace{1cm}}$  หน่วย



วงกลมทั้งสองนี้มีขนาดเท่ากัน

ให้  $AB = ED = 3$  หน่วย

และ  $m(\widehat{AB}) = m(\widehat{CD})$

ดังนั้น  $\overline{CD}$  ยาว \_\_\_\_\_ หน่วย

และ  $m(\widehat{DE}) = \underline{\hspace{2cm}}$

## บัตรงานที่ 4/1

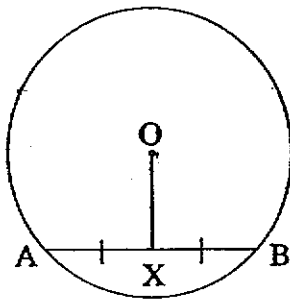
เรื่อง คุณสมบัติเกี่ยวกับวงกลม

ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3

- เนื้อหา
1. ส่วนของเส้นตรงที่ลากจากจุดศูนย์กลางมาตั้งฉากกับคอร์ดจะแบ่งครึ่งคอร์ดนั้น
  2. ส่วนของเส้นตรงที่ลากจากจุดศูนย์กลางมาแบ่งครึ่งคอร์ดจะตั้งฉากกับคอร์ด
  3. คอร์ดสั้นจะอยู่ห่างจากจุดศูนย์กลางเป็นระยะทางมากกว่าคอร์ดยาว
  4. คอร์ดที่ยาวเท่ากันจะอยู่ห่างจากจุดศูนย์กลางเป็นระยะทางเท่ากัน

ตัวอย่าง

1.

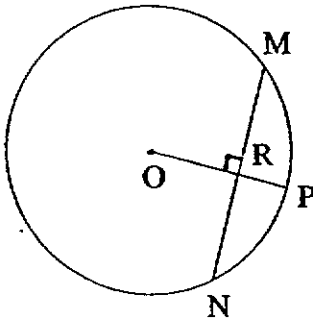


ให้  $O$  เป็นจุดศูนย์กลาง

และ  $AX = XB$

ดังนั้น  $\angle OXA = \angle OXB = 90$  องศา

2.



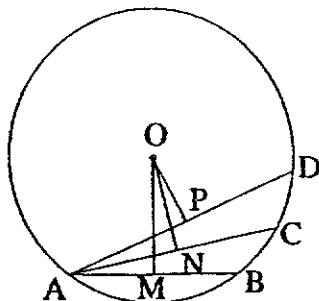
ให้  $O$  เป็นจุดศูนย์กลาง

และ  $\overline{MN}$  เป็นคอร์ดยาว 7 หน่วย

$\overline{OP}$  ตั้งฉากกับ  $\overline{MN}$  ที่จุด  $R$

ดังนั้น  $MR = RN = \underline{3.5}$  หน่วย

3.



ให้  $O$  เป็นจุดศูนย์กลาง

และ  $M, N$  และ  $P$  เป็นจุดกึ่งกลาง

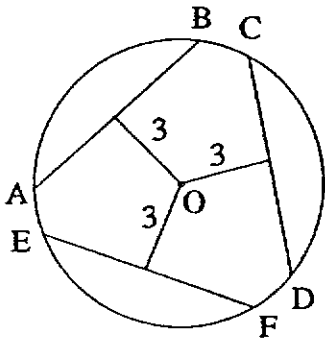
ของคอร์ด  $AB, AC$  และ  $AD$  ตามลำดับ

$AB < AC < AD$

ดังนั้น  $\underline{OM} > \underline{ON} > \underline{OP}$



5.



คอร์ด AB, CD และ EF อยู่ห่างจากจุด

ศูนย์กลางเป็นระยะทาง 3 หน่วย

ดังนั้น  $AB = \underline{\hspace{1cm}} = \underline{\hspace{1cm}}$

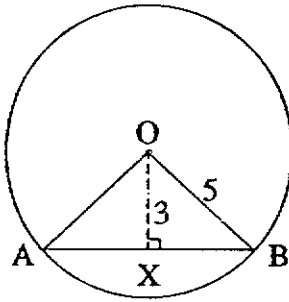
และ  $m(\widehat{EF}) = \underline{\hspace{1cm}} = \underline{\hspace{1cm}}$

## บัตรงานที่ 4/2

เรื่อง คุณสมบัติเกี่ยวกับวงกลม

ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3

ตัวอย่าง



ให้ O เป็นจุดศูนย์กลางของวงกลมที่มี  
รัศมี 5 หน่วย คอร์ด AB อยู่ห่างจาก  
จุดศูนย์กลาง 3 หน่วย

จากทฤษฎีบทพีทาโกรัสจะได้

$$(OB)^2 = (OX)^2 + (XB)^2$$

$$5^2 = 3^2 + (XB)^2$$

$$(XB)^2 = 25 - 9 = 16$$

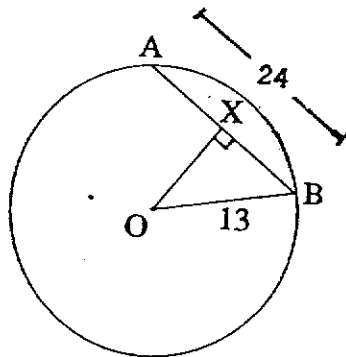
เพราะฉะนั้น  $XB = 4$  หน่วย

ดังนั้น คอร์ด AB ยาว 8 หน่วย

แบบฝึกหัด

วงกลมต่อไปนี้มี O เป็นจุดศูนย์กลาง จงเติมคำตอบที่ถูกต้องในช่องว่างที่เว้นไว้

1.



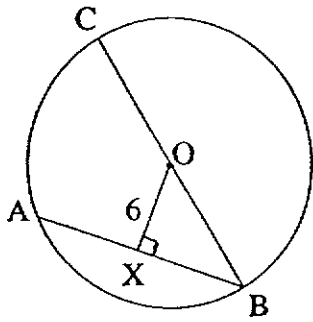
วงกลมมีรัศมี 13 นิ้ว

$\overline{AB}$  เป็นคอร์ดยาว 24 นิ้ว

ดังนั้น คอร์ด AB อยู่ห่างจาก

จุดศูนย์กลาง \_\_\_\_\_ นิ้ว

2.



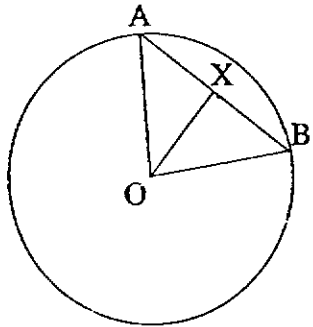
ให้เส้นผ่านศูนย์กลางของวงกลมยาว 20 ซม

และ  $OX = 6$  ซม

ดังนั้น  $AX = \underline{\hspace{2cm}}$  ซม

$AB = \underline{\hspace{2cm}}$  ซม

3.



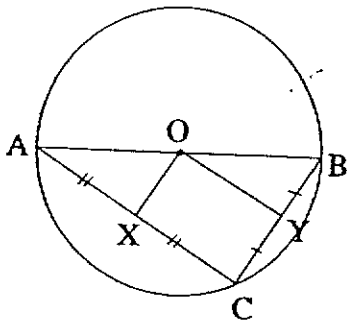
ให้คอร์ด AB ยาว 8 ซม

X เป็นจุดกึ่งกลาง ของคอร์ด AB

และ  $OX$  ยาว 3 ซม

ดังนั้น รัศมียาว  $\underline{\hspace{2cm}}$  ซม

4.



ให้  $\overline{AB}$  เป็นเส้นผ่านศูนย์กลาง

X และ Y เป็นจุดกึ่งกลางของ

คอร์ด AC และ BC ตามลำดับ

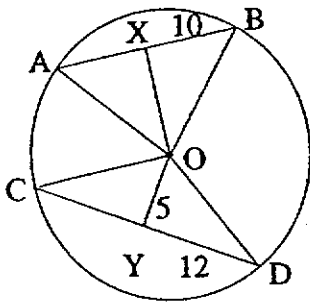
ดังนั้น  $\angle OXC = \underline{\hspace{2cm}}$  องศา

$\angle OYC = \underline{\hspace{2cm}}$  องศา

และ  $\angle XCY = 90$  องศา

$OXCY$  เป็นรูปสี่เหลี่ยม  $\underline{\hspace{2cm}}$

5.



ให้ X และ Y เป็นจุดกึ่งกลางของ

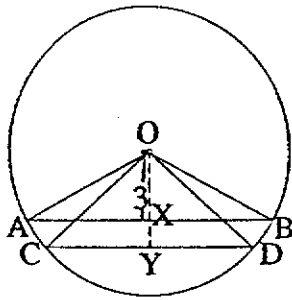
คอร์ด AB และ CD

ดังนั้น  $OD = \underline{\hspace{2cm}}$  หน่วย

$OB = \underline{\hspace{2cm}}$  หน่วย

$OX = \underline{\hspace{2cm}}$  หน่วย

6.



คอร์ด AB และ CD อยู่ห่างจากจุด

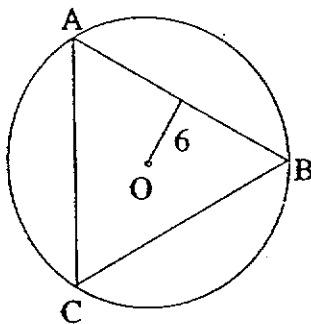
ศูนย์กลาง 3 และ 4 หน่วยตามลำดับ

และ  $\overline{CD}$  ยาว 6 หน่วย

ดังนั้น  $OD = \underline{\hspace{2cm}}$  ;  $OB = \underline{\hspace{2cm}}$

$XB = \underline{\hspace{2cm}}$  ;  $AB = \underline{\hspace{2cm}}$

7.



$\triangle ABC$  แนบในวงกลมที่มีรัศมี 10 หน่วย

แต่ละด้านของรูปสามเหลี่ยมอยู่ห่าง

จากจุดศูนย์กลาง 6 หน่วย

ดังนั้น  $AB = \underline{\hspace{2cm}}$  หน่วย

เส้นรอบรูปของรูปสามเหลี่ยมยาว  $\underline{\hspace{2cm}}$  หน่วย

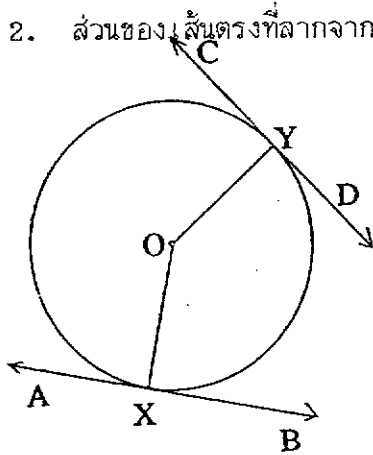
### บัตรงานที่ 5/1

เรื่อง คุณสมบัติเกี่ยวกับวงกลม

ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3

- เนื้อหา
1. เส้นสัมผัสจะตั้งฉากกับรัศมีของวงกลมที่จุดสัมผัส
  2. ส่วนของเส้นตรงที่ลากจากจุดภายนอกจุดหนึ่งมายังจุดสัมผัสจะยาวเท่ากัน

ตัวอย่าง



ให้ O เป็นจุดศูนย์กลางของวงกลม

$\vec{AB}$  และ  $\vec{CD}$  สัมผัสวงกลมที่ X และ Y ตามลำดับ

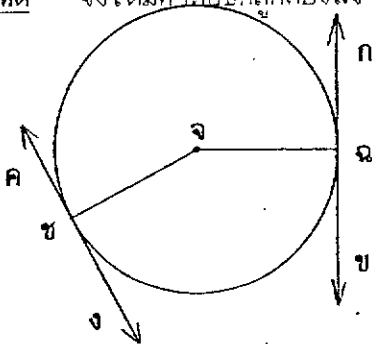
ดังนั้น  $\hat{OXA} = \hat{OXB} = 90$  องศา

และ  $\hat{OYC} = \hat{OYD} = 90$  องศา

แบบฝึกหัด

จงเติมคำตอบที่ถูกต้องลงในช่องว่าง

1.



จ เป็นจุดศูนย์กลางของวงกลม

$\vec{กข}$  และ  $\vec{คง}$  สัมผัสวงกลมที่จุด จ

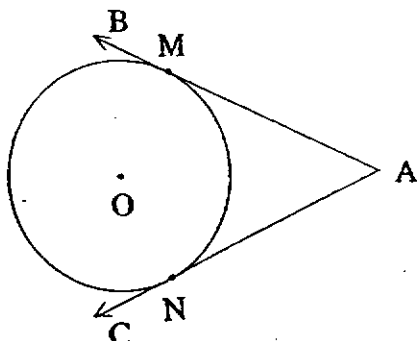
และ ช ตามลำดับ

ดังนั้น  $\hat{กจ} = \hat{คจ} = \underline{\hspace{2cm}}$  องศา

$\underline{\hspace{2cm}} = \hat{จข} = \underline{\hspace{2cm}}$  องศา

วงกลมต่อไปนี้ให้ O เป็นจุดศูนย์กลาง จงเติมคำตอบที่ถูกต้องในช่องว่างที่เว้นไว้

2.



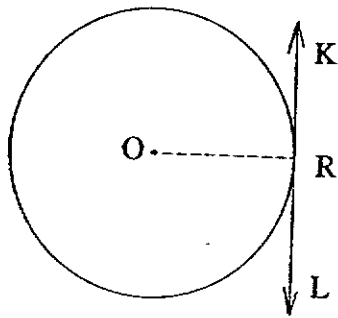
$\vec{AB}$  และ  $\vec{AC}$  สัมผัสวงกลมที่ M

และ N ตามลำดับ

ถ้า  $AM = 10$  หน่วย

ดังนั้น  $AN = \underline{\hspace{2cm}}$

3.



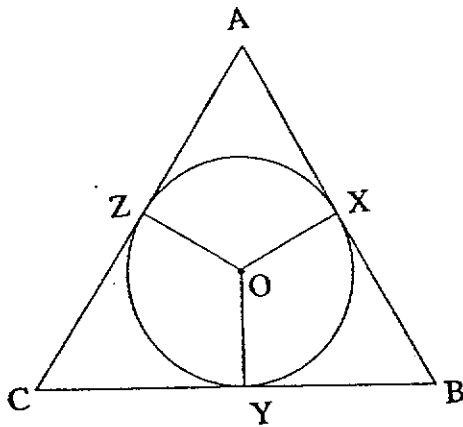
เส้นตรง KL ผ่านวงกลมที่จุด R เพียงจุดเดียว

ดังนั้น  $\vec{KL}$  เป็นเส้น \_\_\_\_\_

ดังนั้น  $\hat{ORK} =$  \_\_\_\_\_ องศา

และ  $\hat{ORL} =$  \_\_\_\_\_ องศา

4.



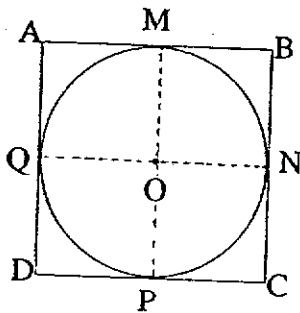
$\triangle ABC$  สัมผัสวงกลมที่จุด X, Y

และ Z ดังรูป

ดังนั้น  $\vec{OX}$  ตั้งฉากกับ \_\_\_\_\_

$\hat{OZA} =$  \_\_\_\_\_ องศา

5.



วงกลม O บรรจุในรูปสี่เหลี่ยม ABCD

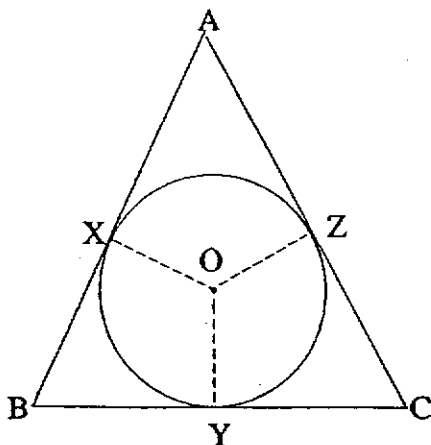
และสัมผัสด้านทั้งสี่ของรูปสี่เหลี่ยมที่จุด M, N

P และ Q ดังรูป

ดังนั้น  $\vec{AB} \perp$  \_\_\_\_\_

$\vec{ON} \perp$  \_\_\_\_\_

6.



จากรูป X, Y และ Z เป็นจุดสัมผัส

ดังนั้น  $BX =$  \_\_\_\_\_

$AZ =$  \_\_\_\_\_

$CY =$  \_\_\_\_\_

$\hat{AXO} =$  \_\_\_\_\_ องศา

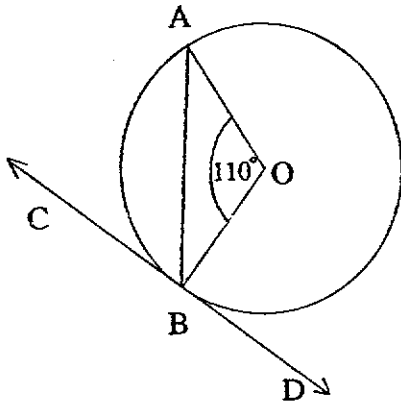
บัตรงานที่ 5/2

เรื่อง คุณสมบัติเกี่ยวกับวงกลม

ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3

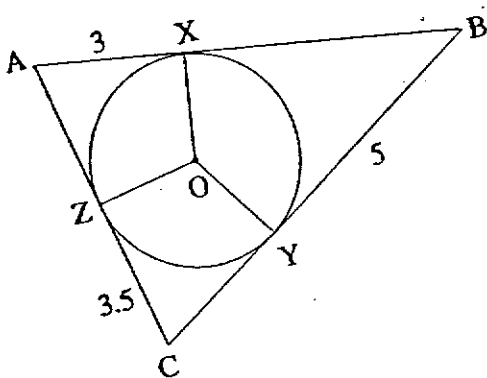
ตัวอย่าง

1.



จากรูปให้  $\overleftrightarrow{CD}$  สัมผัสวงกลมที่มี O เป็น  
จุดศูนย์กลางที่จุด B และ  $\angle AOB = 110$  องศา  
ดังนั้น  $\angle OBA = \frac{35}{\text{องศา}} = \angle OAB$   
และ  $\angle OBC = \frac{90}{\text{องศา}}$   
ดังนั้น  $\angle ABC = \frac{90 - 35}{\text{องศา}} = \frac{55}{\text{องศา}}$

2.

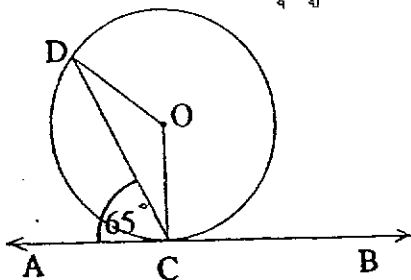


$\triangle ABC$  สัมผัสวงกลมที่จุด X, Y และ Z  
ถ้า  $AX = 3$ ,  $BY = 5$  และ  $CZ = 3.5$   
ดังนั้น  $XB = BY = 5$   
 $AZ = AX = 3$   
 $XY = CZ = 3.5$

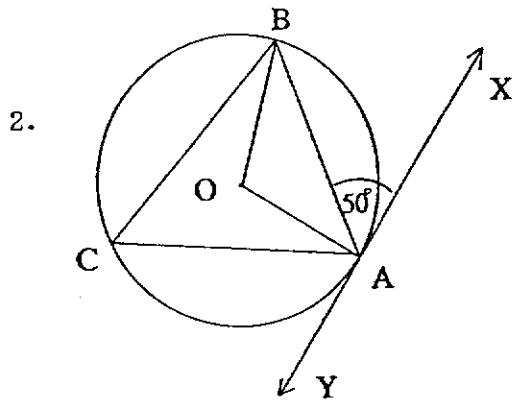
แบบฝึกหัด

วงกลมต่อไปนี้ มี O เป็นจุดศูนย์กลาง จงเติมคำตอบที่ถูกต้องในช่องว่างที่เว้นไว้

1.



จากรูปให้  $\angle ACD = 65$  องศา  
ดังนั้น  $\angle DCO = \angle CDO = \underline{\hspace{2cm}}$  องศา  
และ  $\angle COD = \underline{\hspace{2cm}}$  องศา



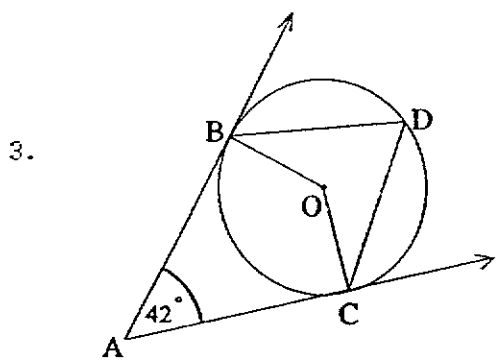
ให้  $\overleftrightarrow{XY}$  สัมผัสวงกลมที่จุด A

และ  $\hat{XAB} = 50$  องศา

ดังนั้น  $\hat{OAB} = \hat{OBA} = \underline{\hspace{2cm}}$  องศา

และ  $\hat{AOB} = \underline{\hspace{2cm}}$  องศา

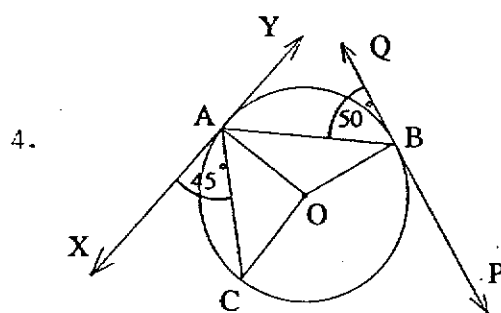
ดังนั้น  $\hat{ACB} = \underline{\hspace{2cm}}$  องศา



ถ้า  $\hat{BAC} = 42$  องศา

ดังนั้น  $\hat{BOC} = \underline{\hspace{2cm}}$  องศา

และ  $\hat{BDC} = \underline{\hspace{2cm}}$  องศา



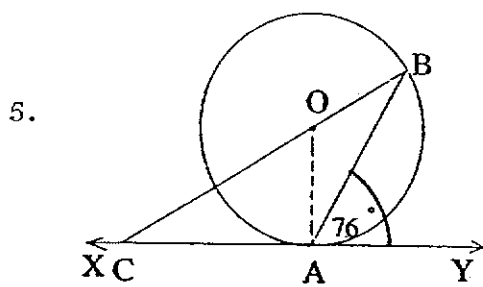
ถ้า  $\hat{CAX} = 45$  องศา

และ  $\hat{QBA} = 50$  องศา

ดังนั้น  $\hat{CAO} = \underline{\hspace{2cm}}$  องศา

และ  $\hat{BOA} = \underline{\hspace{2cm}}$  องศา

ดังนั้น  $\hat{CAB} = \underline{\hspace{2cm}}$  องศา



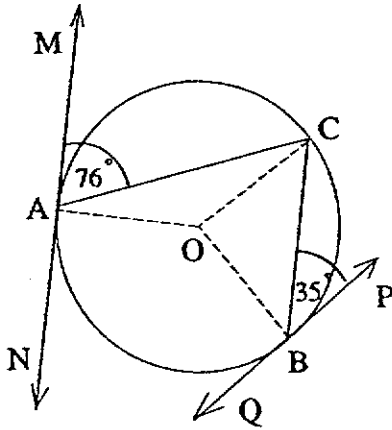
ถ้า  $\hat{BAY} = 76$  องศา

ดังนั้น  $\hat{OAB} = \hat{OBA} = \underline{\hspace{2cm}}$  องศา

ดังนั้น  $\hat{AOC} = \underline{\hspace{2cm}}$  องศา

และ  $\hat{ACO} = \underline{\hspace{2cm}}$  องศา

6.



ถ้า  $\hat{MAC} = 76$  องศา

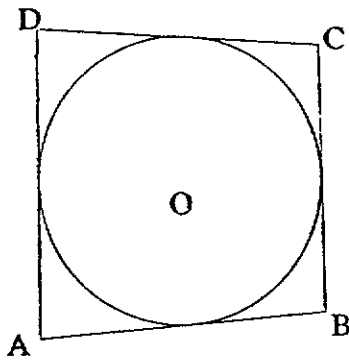
และ  $\hat{CBP} = 35$  องศา

ดังนั้น  $\hat{CAO} = \underline{\hspace{2cm}}$  องศา

และ  $\hat{CBO} = \underline{\hspace{2cm}}$  องศา

ดังนั้น  $\hat{ACB} = \underline{\hspace{2cm}}$  องศา

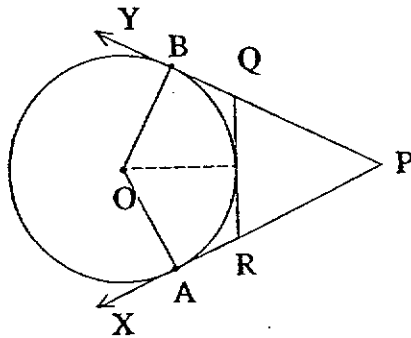
7.



ถ้า  $AB + CD = 20$  หน่วย

ดังนั้น  $AD + BC = \underline{\hspace{2cm}}$

8.



ถ้า  $PA = 10$  นิ้ว

ดังนั้น  $PR + RQ + QP = \underline{\hspace{2cm}}$  นิ้ว

บัตรเฉลย

## บัตรเฉลยที่ 1/1

1.  $\hat{AOB} = 130$  องศา

2.  $\hat{ACB} = 48$  องศา

3.  $\hat{ABC} = 90$  องศา

4.  $\hat{ACB} = 68$  องศา

$\hat{ADB} = 68$  องศา

5.  $\hat{CAB} = 34$  องศา

$\hat{ABC} = 90$  องศา

6.  $m(\widehat{AB}) = m(\widehat{CD})$

7.  $m(\widehat{MP}) = m(\widehat{XZ})$

8.  $\hat{POQ} = \hat{QOR}$

9.  $\hat{AYB} = 58$  องศา

10.  $\hat{AOD} = 70$  องศา

$\hat{ABD} = 35$  องศา

11.  $\hat{ACB} = 90$  องศา

$\hat{ADB} = 90$  องศา

$\hat{AEB} = 90$  องศา

12.  $\hat{PQT} = 39$  องศา

$\hat{PST} = 39$  องศา

$\hat{POT} = 78$  องศา

13.  $\hat{AYB} = 38$  องศา

$\hat{AOB} = \hat{BOC} = 76$  องศา

## บัตรเฉลยที่ 1/2

1.  $\hat{A}BC = 90$  องศา

$\hat{B}AC = 45$  องศา

2.  $\hat{B}OC = 114$  องศา

$\hat{C}OD = 66$  องศา

3.  $\hat{A}BC = 90$  องศา

$\hat{A}CB = 62$  องศา

4.  $\hat{C}AD = 25$  องศา

$\hat{B}AD = 90$  องศา

$\hat{B}AC = 65$  องศา

5.  $\hat{S}QP = 44$  องศา

$\hat{S}QR = 70$  องศา

$\hat{P}QR = 114$  องศา

6.  $\hat{C}OD = 96$  องศา

$\hat{A}OD = 84$  องศา

$\hat{A}BC = 90$  องศา

$\hat{A}BD = 42$  องศา

7.  $\triangle OBC$  เป็นรูปสามเหลี่ยมด้านเท่า

$\hat{B}OC = 60$  องศา

$\hat{B}AC = 30$  องศา

8.  $\hat{B}CD = \hat{B}AD$

$\hat{A}ED = \hat{C}EB$

$\triangle AED \sim \triangle CEB$

9.  $\hat{A}BC = \hat{ACB}$

 $\triangle ABC$  เป็นรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว

10.  $\hat{X}ZY = \hat{Y}XZ = \hat{X}YZ = 60$  องศา

 $\triangle XYZ$  เป็นรูปสามเหลี่ยมด้านเท่า

$\hat{X}OZ = \hat{Y}OZ = \hat{X}OY = 120$  องศา

## บัตรเฉลยที่ 1/3

## ตอนที่ 1

1.  $\hat{ACB} = 90$  องศา  
 $\hat{BAC} = 27$  องศา  
 $\hat{DAC} = 180 - 27 = 153$  องศา
2.  $\hat{ABO} = \hat{OAB} = 30$  องศา  
 $\hat{ABC} = 90$  องศา  
 $\hat{OBC} = 60$  องศา
3.  $\hat{NMO} = 24$  องศา  
 $\hat{MON} = 132$  องศา  
 $\hat{NOR} = 48$  องศา  
 $\hat{ORN} = \hat{ONR} = 66$  องศา
4. มุมกลับ  $\hat{IOK} = 230$  องศา  
 $\hat{IOK} = 130$  องศา
5. มุมกลับ  $\hat{XOZ} = 230$  องศา  
 $\hat{XYZ} = 115$  องศา
6.  $\hat{AOC} = 106$  องศา  
 $\hat{ABC} = 53$  องศา
7.  $\hat{BOC} = 80$  องศา  
 $\hat{OBC} = \hat{OCB} = 50$  องศา
8.  $\hat{ACB} = 45$  องศา เพราะ มีขนาด  
เป็นครึ่งหนึ่งของมุม  $\hat{AOB}$   
 $\hat{ADE} = 45$  องศา เพราะเป็นมุม  
ซึ่งรองรับด้วยส่วนโค้ง  $AB$  เดียวกัน  
 $\hat{DAE} = 45$  องศา เพราะเป็น  
มุมแย้งกับมุม  $\hat{BCA}$   
 $\hat{AED} = 90$  องศา
9.  $AC = 5$  ซม.  
 $OB = 2.5$  ซม.

## ตอนที่ 2

ข้อ 1		ข้อ 2	
ข้อความ	เหตุผล	ข้อความ	เหตุผล
1. $\hat{DAB} = \hat{CAB}$	โจทย์กำหนด	1. $\hat{BOD} = \hat{AOC}$	เป็นมุมตรงข้ามกัน
2. $\hat{ADB} = \hat{ACB}$	เป็นมุมฉาก	2. $m(\widehat{BD}) = m(\widehat{AC})$	จากข้อ 1
3. $AB = AB$	ด้านร่วม	3. $\hat{BOC} = \hat{AOD}$	เป็นมุมตรงข้ามกัน
4. $\triangle ABD \cong \triangle ABC$	ม.ม.ด.	4. $m(\widehat{BC}) = m(\widehat{AD})$	จากข้อ 3

ข้อ 3	
ข้อความ	เหตุผล
1. $\hat{BAC} = \hat{BDC}$	มุมในส่วนโค้งที่รองรับด้วย ส่วนโค้งเดียวกัน
2. $\hat{BDC} = \hat{ABX}$	เป็นมุมแย้งกัน
3. $\hat{BAC} = \hat{ABX}$	คุณสมบัติการถ่ายทอด
4. $\triangle AXB$ เป็นรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว	จากข้อ 3

## บัตรเฉลยที่ 2

1.  $\hat{PQS} + \hat{PRS} = 180$  องศา

$\hat{QPR} + \hat{QSR} = 180$  องศา

2.  $\hat{A} = 180 - \hat{B}$

$\hat{X} + \hat{Y} = 180$  องศา

3.  $\hat{BCD} = 110$  องศา

$\hat{ABC} = 117$  องศา

4.  $\hat{BCD} = 60$  องศา

$\hat{BAD} = 120$  องศา

5.  $\hat{ABC} = 40$  องศา

$\hat{AOC} = 80$  องศา

6.  $\hat{PSR} = 112.5$  องศา

$\hat{POR} = 135$  องศา

## บัตรเฉลยที่ 3

1.  $m(\widehat{XY}) = m(\widehat{YZ}) = m(\widehat{XZ})$

$m(\widehat{XZY}) = m(\widehat{YXZ}) = m(\widehat{XYZ})$

2.  $m(\widehat{SQT}) = m(\widehat{SPT})$

$m(\widehat{SMT}) = m(\widehat{SNT})$

3. รูปหกเหลี่ยมด้านเท่า

$BC = CD = DE = EF = FA = 2$  หน่วย

4. CD ยาว 3 หน่วย

$m(\widehat{DE}) = m(\widehat{CD})$

## บัตรเฉลยที่ 4/1

1.  $AX = 5$

$XB = 5$

2.  $\hat{\text{ORP}} = 90$  องศา

$\hat{\text{ORQ}} = 90$  องศา

$\triangle \text{OPR} \cong \triangle \text{OQR}$

ด.ม.ด.

3.  $\hat{\text{OMF}} = \hat{\text{OME}} = 90$  องศา

4.  $OX > OY$

$\hat{\text{CYO}} = 90$  องศา

5.  $AB = CD = EF$

$m(\widehat{\text{EF}}) = m(\widehat{\text{CD}}) = m(\widehat{\text{AB}})$

## บัตรเฉลยที่ 4/2

1. คอร์ด AB อยู่ห่างจากจุดศูนย์กลาง 5 นิ้ว

2.  $AX = 8$  ซม.

$AB = 16$  ซม.

3. รัศมียาว 5 ซม.

4.  $\hat{\text{OXC}} = 90$  องศา

$\hat{\text{OYC}} = 90$  องศา

 $\square \text{OXCY}$  เป็นรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก

5.  $OD = 13$  หน่วย

$OB = 13$  หน่วย

$OX = \sqrt{69}$  หน่วย

6.  $OD = 5$  หน่วย ;  $OB = 5$  หน่วย

$XB = 4$  หน่วย ;  $AB = 8$  หน่วย

7.  $AB = 16$  หน่วย

เส้นรอบรูปยาว 48 หน่วย

## บัตรเฉลยที่ 5/1

$$1. \hat{\angle} กฉจ = \hat{\angle} ขฉจ = 90 \text{ องศา}$$

$$\hat{\angle} จชค = \hat{\angle} จชง = 90 \text{ องศา}$$

$$2. AN = 10 \text{ หน่วย}$$

3.  $\overleftrightarrow{KL}$  เป็นเส้นสัมผัส

$$\hat{\angle} ORK = 90 \text{ องศา}$$

$$\hat{\angle} ORL = 90 \text{ องศา}$$

4.  $\overline{OX}$  ตั้งฉากกับ  $\overline{AB}$

$$\hat{\angle} OZA = 90 \text{ องศา}$$

$$5. \overline{AB} \perp \overline{OM}$$

$$\overline{ON} \perp \overline{BC}$$

$$6. BX = BY$$

$$AZ = AX$$

$$CY = CZ$$

$$\hat{\angle} AXO = 90 \text{ องศา}$$

## บัตรเลขที่ 5/2

1.  $\hat{DCO} = \hat{CDO} = 25$  องศา

$\hat{COD} = 130$  องศา

2.  $\hat{OAB} = \hat{OBA} = 40$  องศา

$\hat{AOB} = 100$  องศา

$\hat{ACB} = 50$  องศา

3.  $\hat{BOC} = 138$  องศา

$\hat{BDC} = 69$  องศา

4.  $\hat{CAO} = 45$  องศา

$\hat{BOA} = 100$  องศา

$\hat{CAB} = 85$  องศา

5.  $\hat{OAB} = \hat{OBA} = 14$  องศา

$\hat{AOC} = 28$  องศา

$\hat{ACO} = 62$  องศา

6.  $\hat{CAO} = 14$  องศา

$\hat{CBO} = 55$  องศา

$\hat{ACB} = 69$  องศา

7.  $AD + BC = 20$  หน่วย

8.  $PR + RQ + QP = 20$  นิ้ว

## ประวัติย่อของผู้วิจัย

ชื่อ นางสาว อารีย์ ชื่อสกุล คำปลั่ง  
เกิดวันที่ 7 เดือน สิงหาคม พุทธศักราช 2510  
สถานที่เกิด อำเภออ่าวลึก จังหวัดกระบี่  
สถานที่อยู่ปัจจุบัน 679/665 หมู่ 1 ซอยประชาอุทิศ 45  
ถนนประชาอุทิศ แขวงบางมด เขตราชบุรีบูรณะ  
กรุงเทพฯ 10140  
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน อาจารย์ 1 ระดับ 3  
สถานที่ทำงานปัจจุบัน โรงเรียนอิสลามวิทยาลัยแห่งประเทศไทย ถนนประชาอุทิศ  
แขวงทุ่งครุ เขตราชบุรีบูรณะ กรุงเทพฯ 10140

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2528 มัธยมศึกษาปีที่ 6 (แผนกวิทยาศาสตร์) จากโรงเรียน  
สิงห์ราชพิทยาคม

พ.ศ. 2532 การศึกษามัธยมศึกษา เกียรตินิยมอันดับ 2 (วิชาเอกคณิตศาสตร์)  
จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

พ.ศ. 2536 การศึกษามหาบัณฑิต (วิชาเอกคณิตศาสตร์) จากมหาวิทยาลัย  
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

การสอนแบบปฏิบัติการ เรื่องคุณสมบัติเกี่ยวกับวงกลม  
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

บทคัดย่อ

ของ

อารีย์ คำปล้อง

\*

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกคณิตศาสตร์

มีนาคม 2536

การศึกษาในครั้งนี้มีจุดประสงค์เพื่อ สร้างบทเรียนปฏิบัติการ เรื่องคุณสมบัติเกี่ยวกับ วงกลมสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และเพื่อศึกษาผลของการสอนแบบปฏิบัติการ เรื่องคุณสมบัติเกี่ยวกับวงกลม

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนรายวิชาคณิตศาสตร์ ค 311 ของ โรงเรียนอิสลามวิทยาลัยแห่งประเทศไทย เขตราชบุรีบูรณะ กรุงเทพมหานคร ในภาคเรียน ที่ 1 ปีการศึกษา 2535 จำนวน 2 ห้องเรียน ห้องเรียนละ 45 คน โดยสุ่มเป็นกลุ่มทดลอง 1 ห้องเรียน และกลุ่มควบคุม 1 ห้องเรียน ผู้วิจัยสอนกลุ่มทดลองโดยใช้การสอนแบบปฏิบัติการ โดยนักเรียนได้เรียนจากบทเรียนปฏิบัติการ และบัตรงาน ส่วนครูประจำวิชาสอนกลุ่มควบคุม โดยใช้การสอนแบบปกติ ในแต่ละกลุ่มใช้เวลาสอน 9 คาบ คาบละ 50 นาที เมื่อสิ้นสุดการสอน แล้วทดสอบนักเรียนทั้งสองกลุ่มโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องคุณสมบัติ เกี่ยวกับวงกลมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการสอน แบบปฏิบัติการ และนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ 0.01 โดยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการสูงกว่าของ นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ

A LABORATORY APPROACH ON PROPERTIES OF CIRCLES FOR  
MATHAYOM SUKSA III STUDENTS

AN ABSTRACT  
BY  
AREE KHAMPLONG

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

March 1993

The purposes of this study were to produce the laboratory lesson on properties of circles for Mathayom Suksa III students and to study the effect of laboratory approach on properties of circles for Mathayom Suksa III students.

The subjects were two groups of Mathayom Suksa III students at Islamic College of Thailand at Khet Rat Burana, Bangkok registered for Mathematics 311 in the first semester of the 1992 academic year. Each groups comprised of 45 students.

The two groups were randomly selected to be the experimental group and the controlled group. The researcher taught the experimental group by using the laboratory approach. The experimental group studied by doing the laboratory lessons and work sheets. The controlled group was taught by using the conventional teaching. The experiment took 9 periods, 50 minutes per period. The achievement test on properties of circles invented by the researcher was administered at the end of the experiment to both groups.

The results indicated that the achievement of the students being taught by the laboratory approach and the conventional teaching were significantly different at the 0.01 level, the achievement of the students being taught by the laboratory approach were higher than the achievement of the students being taught by the conventional teaching.