



ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

1. การวิเคราะห์แบบสอบถาม เพื่อทดสอบก่อนและหลังการเรียนบทเรียนแบบโปรแกรม

ผลการหาความเชื่อมั่นของแบบสอบถามทั้งฉบับ จำนวน 67 ข้อ ปรากฏว่าแบบสอบถามมีความเชื่อมั่น 0.89 (ดูรายละเอียด จากตารางที่ 1 และรายละเอียดการคำนวณจากหน้า 157 ในภาคผนวก) และได้เลือกแบบสอบถาม เฉพาะข้อที่มีความยาก ตั้งแต่ .20-.80 และมีความอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้นไป มาใช้ในการวิจัยครั้งนี้ จำนวน 50 ข้อ (ดูรายละเอียด จากตารางที่ 2 ในภาคผนวก)

2. การทดลองชั้นหนึ่งคน

การทดลองชั้นหนึ่งคนนี้เป็นการทดลองให้นักเรียนเรียนบทเรียนแบบโปรแกรม เพื่อหาข้อบกพร่องที่ควรแก้ไขให้ดีขึ้น บทเรียนที่ใช้ทดลองครั้งนี้มีทั้งหมด 222 กรอบ 417 คำตอบ ปรากฏผลการทดลองดังนี้

2.1 การทดลองชั้นหนึ่งคนครั้งที่หนึ่ง นักเรียนทำแบบสอบถามก่อนเรียนบทเรียน ใ้ครอยละ 40.00 ทำบทเรียนแบบโปรแกรมใ้ครอยละ 92.09 ทำแบบสอบถามหลังเรียนบทเรียนใ้ครอยละ 90.00 และใช้เวลาเรียนบทเรียนแบบโปรแกรม 5 ชั่วโมง 15 นาที

2.2 การทดลองชั้นหนึ่งคนครั้งที่สอง นักเรียนทำแบบสอบถามก่อนเรียนบทเรียน ใ้ครอยละ 36.00 ทำบทเรียนแบบโปรแกรมใ้ครอยละ 94.96 ทำแบบสอบถามหลังเรียนบทเรียน ใ้ครอยละ 88.00 และใช้เวลาเรียนบทเรียนแบบโปรแกรม 5 ชั่วโมง

หลังจากการทดลองชั้นนี้แล้ว ผู้วิจัยได้พิจารณาปรับปรุงแก้ไขบทเรียน

ดังนี้

1. แก้ไขเปลี่ยนแปลงคำถามในบางกรอบ เพื่อเป็นแนวทางให้ผู้เรียน
ตอบคำถามต่อไปได้ถูกต้อง

2. แก้ไขภาษาที่ใช้เสียใหม่

3. เพิ่มเติมกรอบใหม่ เพื่อขยายความของเนื้อหาให้ชัดเจนยิ่งขึ้น

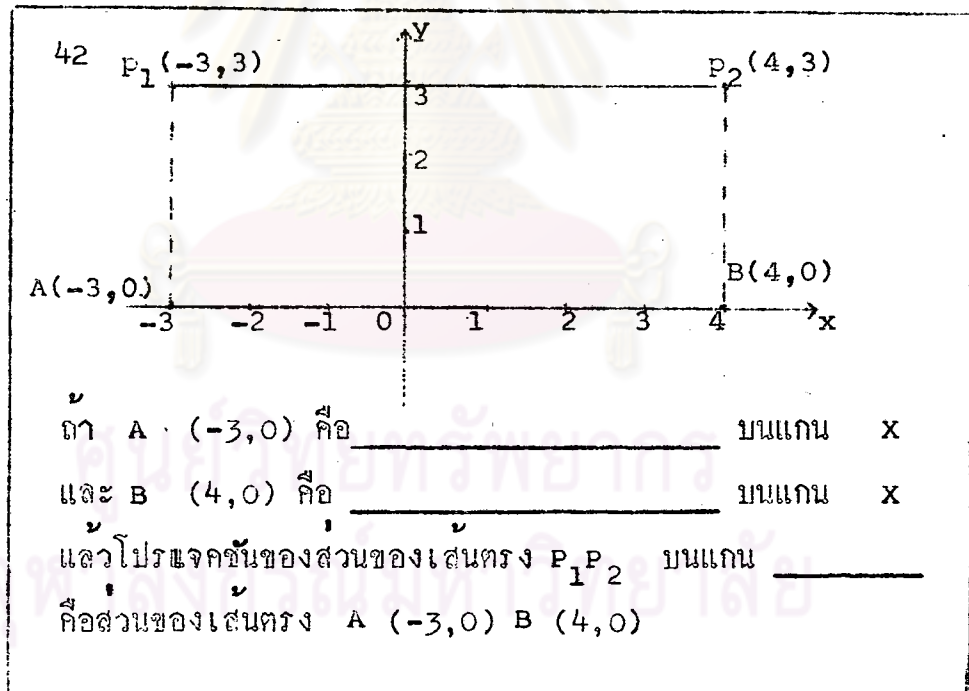
4. แก้ไขข้อความในบางกรอบ ที่นักเรียนทำผิด

เมื่อแก้ไขบทเรียนแบบโปรแกรมเรียบร้อยแล้วปรากฏว่าจำนวนกรอบเพิ่ม
เป็น 223 กรอบ และจำนวนคำตอบลดลงเป็น 415 คำตอบ

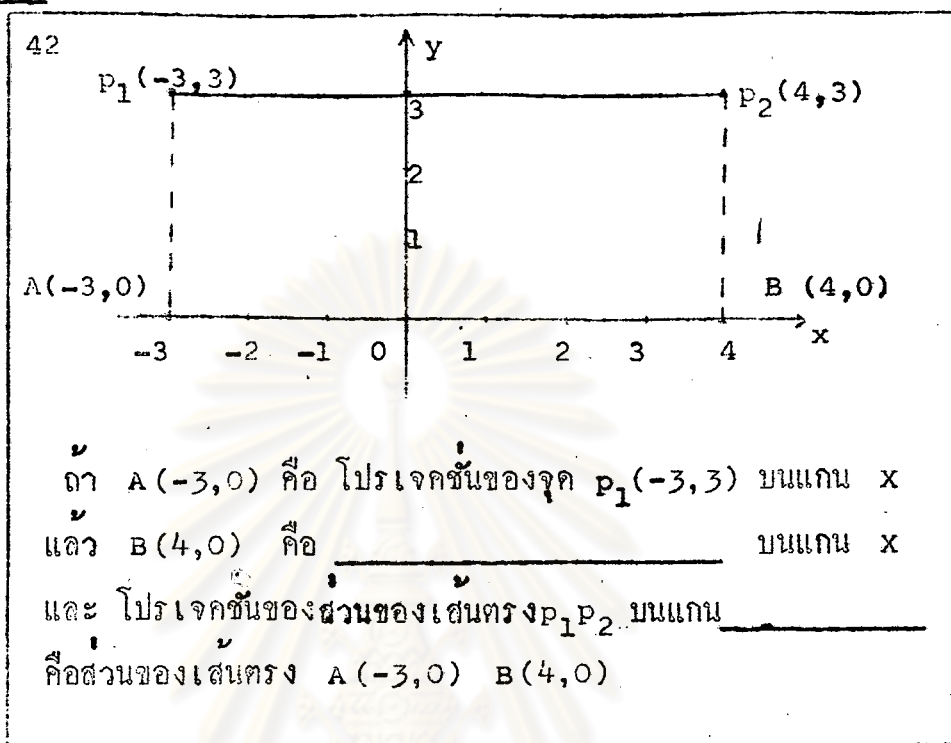
ตัวอย่างกรอบที่แก้ไข

กรอบที่ 42

กรอบเดิม



กรอบที่แก้ไขแล้ว



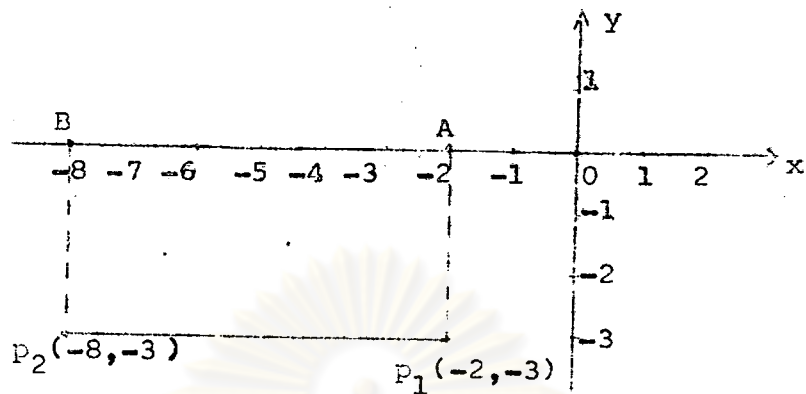
สาเหตุที่แก้ไข เพื่อต้องการให้นักเรียนตอบคำถามในกรอบได้ถูกต้องและ

ตรงกัน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กรอบที่ 43

43.



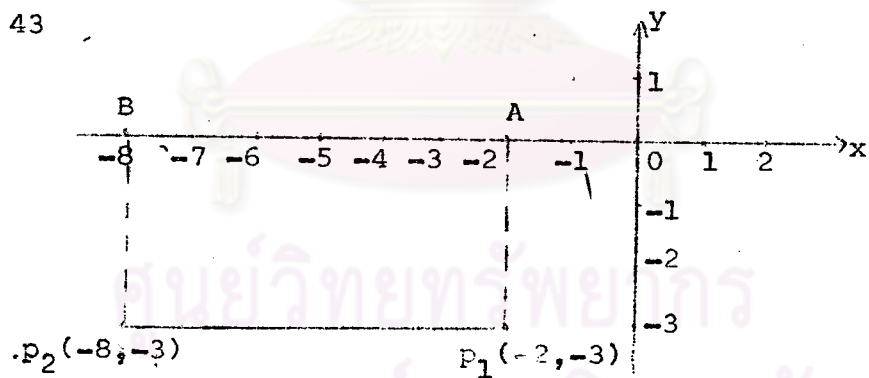
โปรเจกชันของจุด $P_1(-2, -3)$ บนแกน x คือ _____ และ

โปรเจกชันของจุด $P_2(-8, -3)$ บนแกน x คือ _____

แล้วโปรเจกชันของส่วนของเส้นตรง P_1P_2 บนแกน x คือ _____

กรอบที่แก้ไขแล้ว

43



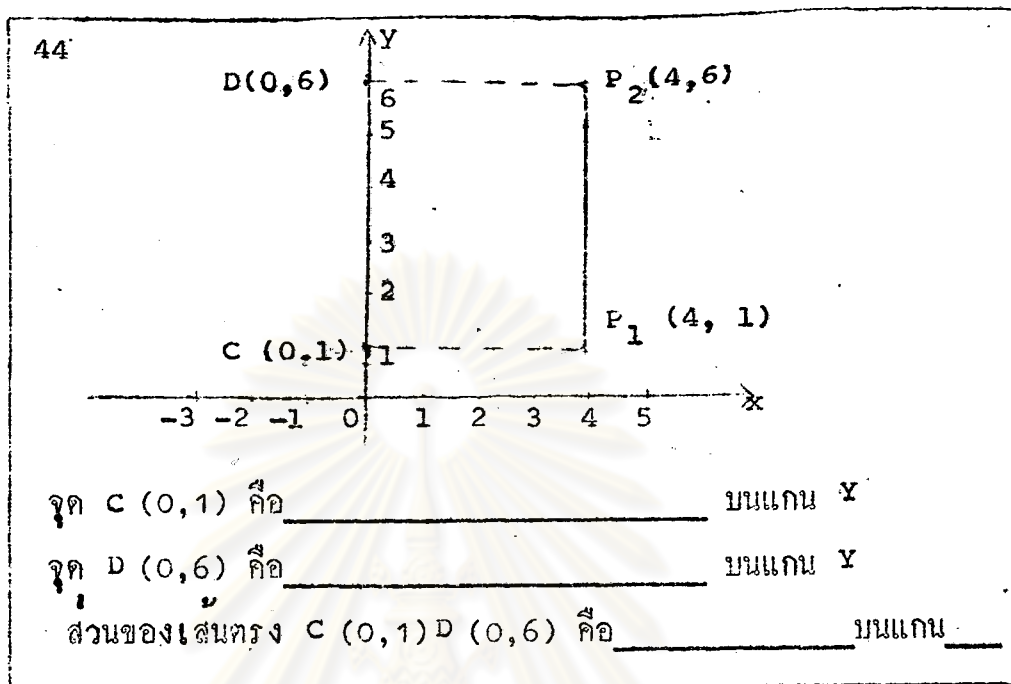
โปรเจกชันของจุด $P_1(-2, -3)$ บนแกน x คือ _____ และ

โปรเจกชันของจุด $P_2(-8, -3)$ บนแกน x คือ _____

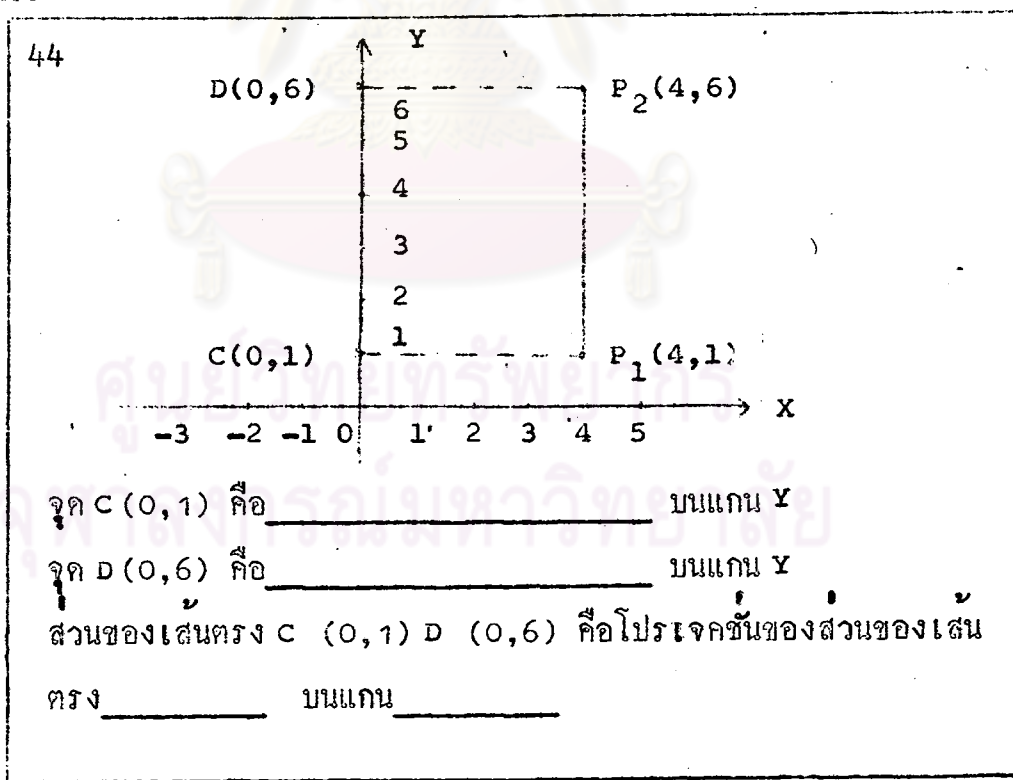
แล้วโปรเจกชันของส่วนของเส้นตรง P_1P_2 บนแกน x คือส่วนของเส้น
ตรง _____

สาเหตุที่แก้ไข เพื่อต้องการให้นักเรียนตอบคำถามใดถูกตองมากขึ้น

กรอบที่ 44



กรอบที่แก้ไขแล้ว



สาเหตุที่แก้ไข เพื่อต้องการให้นักเรียนตอบคำถามได้ถูกต้องมากขึ้น

กรอบที่ 76

76. ให้ $A(6,1)$, $B(10,9)$ และ $C(-6,7)$ เป็นจุดยอดของสามเหลี่ยม

ABC

$$\text{ถ้า } |AB|^2 = 80$$

$$|AC|^2 = 180$$

$$|BC|^2 = \underline{\hspace{2cm}}$$

∴ สามเหลี่ยม ABC เป็นสามเหลี่ยม เพราะว่า

กรอบที่แก้ไขแล้ว

76. ให้ $A(13,5)$, $B(5,5)$ และ $C(13,11)$ เป็นจุดยอดของสามเหลี่ยม

ABC

$$\text{ถ้า } |AB|^2 = 64$$

$$|AC|^2 = 36$$

$$|BC|^2 = \underline{\hspace{2cm}}$$

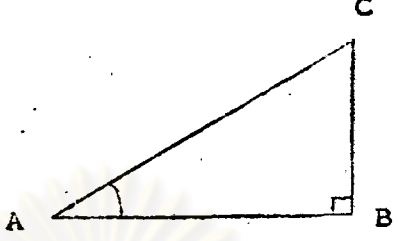
∴ สามเหลี่ยม ABC เป็นสามเหลี่ยม เพราะว่า

สาเหตุที่แก้ไข เพราะว่ามีตัวเลขเดิม นักเรียนสังเกตได้ยาก จึงแก้ตัวเลขใหม่
เพื่อให้นักเรียนสังเกตได้ว่า สามเหลี่ยมที่ให้เป็นสามเหลี่ยมมุมฉาก

กรอบที่ 103

เป็นกรอบเพิ่มเติม

103.



ABC เป็นสามเหลี่ยมมุมฉากจะได้ว่า

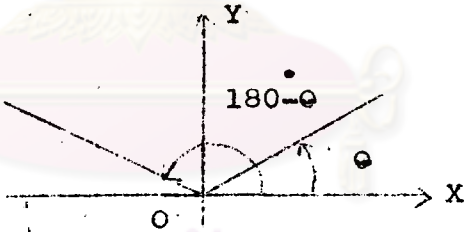
tangent ของมุม A = $\tan A = \frac{\text{ด้านตรงข้ามมุม A}}{\text{ด้านประชิดมุม A}}$

$\therefore \tan A = \underline{\hspace{2cm}}$

สาเหตุที่เพิ่มกรอบนี้ เพื่อให้นักเรียนตอบคำถามในกรอบต่อไปได้ถูกต้องมากขึ้น

กรอบที่ 106

106.

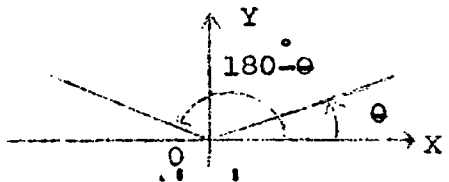


$\tan(180^\circ - \theta)$ มีค่าเท่ากับ $\underline{\hspace{2cm}}$

$\tan 135^\circ$ มีค่าเท่ากับ $\underline{\hspace{2cm}}$

กรอบที่แก้ไขแล้ว

106



$\therefore \tan(180^\circ - \theta)$ มีค่าเท่ากับ $-\tan \theta$

$\therefore \tan 135^\circ = \tan(180^\circ - 45^\circ) = \underline{\hspace{1cm}} = \underline{\hspace{1cm}}$

สาเหตุที่แก้ไข เพื่อให้นักเรียนได้ทราบว่า $\tan(180^\circ - \theta) = -\tan\theta$
และจะทำให้ให้นักเรียนตอบคำถามได้ถูกต้องมากขึ้น

กรอบที่ 118

118. ถ้าจุด P_1 และจุด P_2 อยู่บนเส้นที่ตั้งฉากกับแกน x
แล้ว $x_2 - x_1 = \underline{\hspace{2cm}}$
ดังนั้นความชันของเส้นตรงนี้คือ $m = \underline{\hspace{2cm}}$ ซึ่งไม่อาจหาค่าได้

กรอบที่แก้ไขแล้ว

118. ถ้าจุด P_1 และจุด P_2 อยู่บนเส้นที่ตั้งฉากกับแกน x
แล้ว $x_2 - x_1 = \underline{\hspace{2cm}}$
ดังนั้น ความชันของเส้นตรงนี้คือ $m = \underline{\hspace{2cm}}$ ซึ่งไม่มีความหมาย

สาเหตุที่แก้ไข เพื่อแก้ไขภาษาให้ถูกต้อง

กรอบที่ 174

174. ถ้าให้ y -intercept เท่ากับ b แสดงว่าเส้นตรงตัด
แกน y ที่จุด $\underline{\hspace{2cm}}$ หรือ เส้นตรงผ่านจุด $\underline{\hspace{2cm}}$

กรอบที่แก้ไขแล้ว

174. ถ้าให้ y -intercept เท่ากับ b แสดงว่าเส้นตรงตัด
แกน y ที่จุด $(0, b)$ หรือเส้นตรงผ่านจุด $\underline{\hspace{2cm}}$

สาเหตุที่แก้ไข เพื่อต้องการให้นักเรียนตอบคำถามได้ถูกต้องและตรงกัน

กรอบที่ 202

202. จุดที่เส้นตรง $2y-3x = 8$ ตัดแกน X คือจุด _____
 จุดที่เส้นตรง $2y-3x = 8$ ตัดแกน Y คือจุด _____

กรอบที่แก้ไขแล้ว

202. จุดที่เส้นตรง $2y-3x = 8$ ตัดแกน X คือจุด $(-\frac{8}{3}, 0)$
 จุดที่เส้นตรง $2y-3x = 8$ ตัดแกน Y คือจุด _____

สาเหตุที่แก้ไข เพื่อต้องการให้นักเรียนตอบคำถามได้ถูกต้องและตรงกัน

กรอบที่ 217

217. เพราะว่า A และ B เป็นศูนย์พร้อมกันไม่ได้ จะเกิดเป็น
 2 กรณี คือ
 กรณีที่ 1 $B \neq 0$
 กรณีที่ 2 $B = 0$ เมื่อ A _____

กรอบที่แก้ไขแล้ว

217. เนื่องจาก A และ B เป็นศูนย์พร้อมกันไม่ได้ จะเกิดเป็น
 2 กรณี คือ
 กรณีที่ 1 $B \neq 0$
 กรณีที่ 2 $B = 0$ เมื่อ A _____

สาเหตุที่แก้ไข เพื่อใช้ภาษาที่ถูกต้อง

3. การทดลองชั้นกลุ่มเล็ก

หลังจากปรับปรุงแก้ไขบทเรียนที่ได้ทดลองในชั้นหนึ่งคนแล้ว จึงนำบทเรียนมาทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง 10 คน ปรากฏผลดังนี้

นักเรียนทำแบบสอบถามเรียนบทเรียนโคเจดีย์ร้อยละ 28.2

ทำบทเรียนแบบโปรแกรมโคเจดีย์ร้อยละ 91.22

ทำแบบสอบถามเรียนบทเรียนโคเจดีย์ร้อยละ 76.8

และใช้เวลาเรียนบทเรียนแบบโปรแกรมโคเจดีย์ 4 ชั่วโมง 31.5 นาที

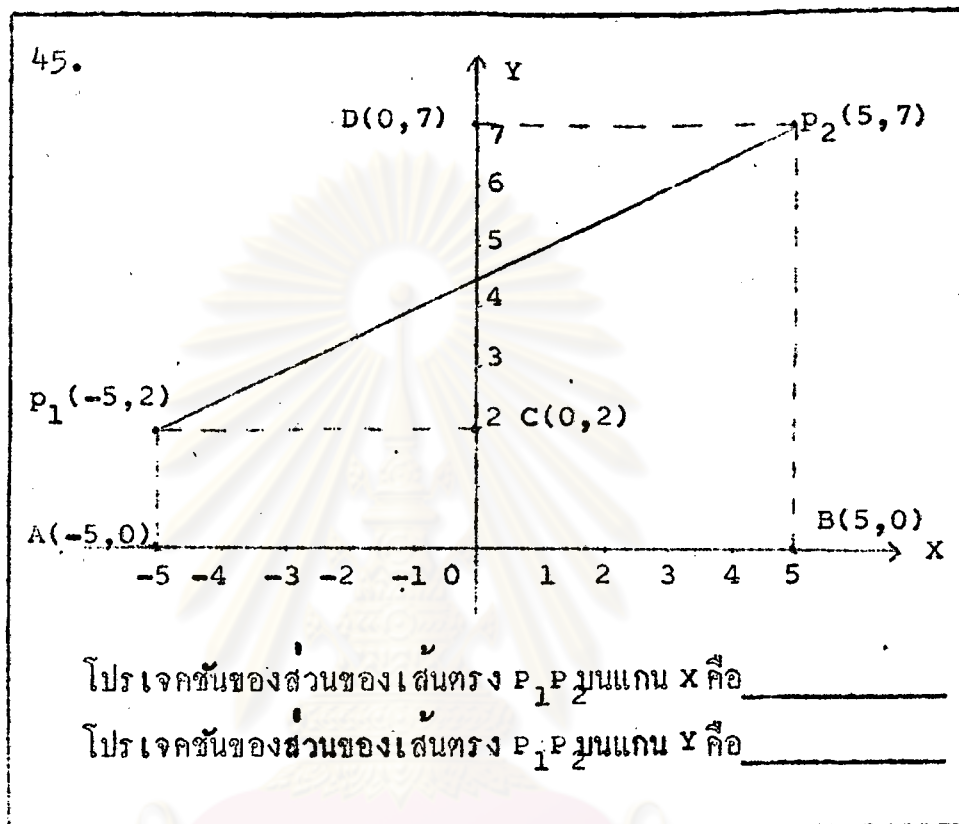
(ดูรายละเอียดจากตารางที่ 3 ในภาคผนวก)

ผู้วิจัยได้ปรับปรุงแก้ไขบทเรียนอีกครั้งหนึ่ง โดยการแก้ไขข้อความในกรอบเมื่อแก้ไขบทเรียนเรียบร้อยแล้ว ปรากฏว่าจำนวนกรอบยังคงเป็น 223 กรอบ แต่จำนวนคำตอบเป็น 414 คำตอบ

ตัวอย่างกรอบที่แก้ไข

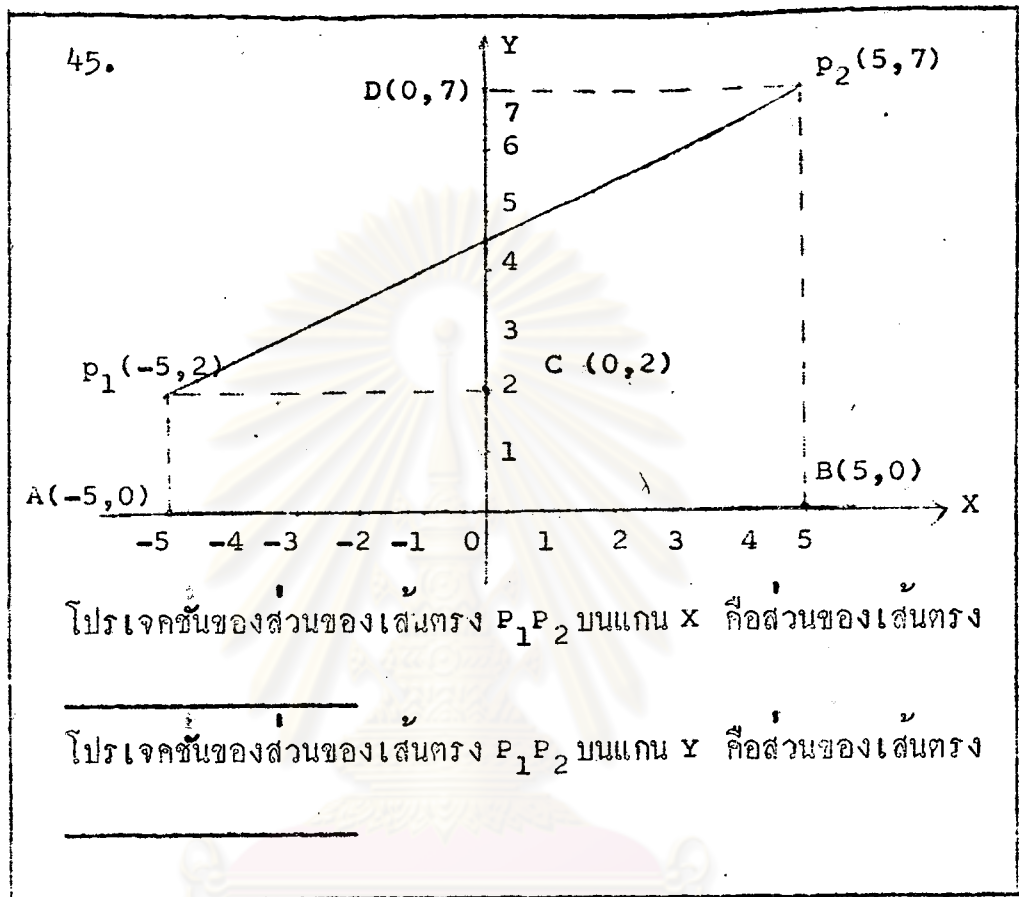
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กรอပ်ที่ 45



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กรอบที่แก้ไขแล้ว



สาเหตุที่แก้ไข เพื่อให้นักเรียนตอบคำถามได้ถูกต้องและตรงกัน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กรอบที่ 85

85.

ความยาวด้าน p_1m_1 , mm_2 , mm_1 , และ m_2p_2 เขียนในเทอมของ \bar{x} , \bar{y} , x_1 , y_1 , x_2 และ y_2 ใต้งี้

ความยาวด้าน $p_1m_1 =$ _____

ความยาวด้าน $mm_2 =$ _____

ความยาวด้าน $mm_1 =$ _____

ความยาวด้าน $p_2m_2 =$ _____

กรอบที่แก้ไข

85.

ความยาวด้าน p_1m_1 , mm_2 , mm_1 และ m_2p_2 เขียนในเทอมของ \bar{x} , \bar{y} , x , y , x_2 และ y_2 ใต้งี้

ความยาวด้าน $p_1m_1 = \bar{x} - x_1$

ความยาวด้าน $mm_2 =$ _____

ความยาวด้าน $mm_1 =$ _____

ความยาวด้าน $p_2m_2 =$ _____

สาเหตุที่แก้ไข เพื่อต้องการให้นักเรียนตอบคำถามในกรอบได้ถูกต้องและตรงกัน

4. การทดลองภาคสนาม

ปรากฏผลการทดลองดังนี้

นักเรียนทำแบบสอบถามเรียนบทเรียนโคเจดีย์ร้อยละ 32.76

ทำบทเรียนแบบโปรแกรมโคเจดีย์ร้อยละ 92.93

ทำแบบสอบถามหลังเรียนบทเรียนโคเจดีย์ร้อยละ 70.76

(ดูรายละเอียดจากตารางที่ 4 และรายละเอียดการวิเคราะห์ หน้า 16๕ ในภาคผนวก) และเวลาที่ใช้เรียนบทเรียนโคเจดีย์ 5 ชั่วโมง 16 นาที

จากผลการทดลองภาคสนาม แสดงว่าบทเรียนแบบโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง "เส้นตรง" ที่สร้างขึ้นนี้มีประสิทธิภาพเป็น 92.93/70.76 เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐาน 90/90 ที่ตั้งไว้แล้ว แสดงว่าบทเรียนแบบโปรแกรมนี้นี้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐานร้อยละ 90 ตัวแรก แต่ยังไม่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐานร้อยละ 90 ตัวหลัง กล่าวคือ นักเรียนทำบทเรียนแบบโปรแกรมโคเจดีย์สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้ คือร้อยละ 90 ตัวแรก แต่ทำแบบสอบถาม โคเจดีย์ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้ คือร้อยละ 90 ตัวหลัง

5. การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามนำมาใช้ในการวิจัย

หาค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามทั้งฉบับจำนวน 50 ข้อ ที่นำมาใช้ในการวิจัยอีกครั้งหนึ่ง ปรากฏผลว่า แบบสอบถามมีความเชื่อมั่นเป็น 0.82 (ดูรายละเอียดจากตารางที่ 5 และรายละเอียดการคำนวณจากหน้า 171 ในภาคผนวก)

6. การหาความก้าวหน้าในการเรียนหลังการเรียนบทเรียน

จากผลของการทดสอบก่อนและหลังเรียนบทเรียน ผู้วิจัยได้วิเคราะห์หาค่าความแตกต่างระหว่างคะแนนจากแบบสอบก่อนและหลังเรียนบทเรียนได้ดังนี้

นักเรียนจำนวน 100 คน	คะแนนสอบก่อนเรียน บทเรียน (x_1)	คะแนนสอบหลังเรียน บทเรียน (x_2)	คะแนนความก้าวหน้า $d=x_2-x_1$	d^2
รวม	1638	3538	1896	41484
เฉลี่ย	16.38	35.38		
เฉลี่ยร้อยละ	32.76	70.76		

(ดูรายละเอียดได้จากตารางที่ 4 ในภาคผนวก)

สมมุติฐาน คะแนนการทดสอบก่อนและหลังเรียนบทเรียนไม่แตกต่างกัน

$$\begin{aligned}
 z &= \frac{\sum d}{\sqrt{\frac{n \sum d^2 - (\sum d)^2}{n-1}}} \\
 &= \frac{1896}{\sqrt{\frac{100(41484) - (1896)^2}{100-1}}} \\
 &= \frac{1896}{\sqrt{\frac{4148400 - 3594816}{99}}} \\
 &= \frac{1896}{\sqrt{5591.7575}} \\
 &= \frac{1896}{74.7781} \\
 &= 25.355017
 \end{aligned}$$

เนื่องจากค่า Z ที่ระดับนัยสำคัญ .01 มีค่าเป็น 2.58

... แสดงว่าคะแนนสอบก่อนและหลังการเรียนบทเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 จึงสรุปได้ว่าในการเรียนบทเรียนแบบโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องเส้นตรง ที่สร้างขึ้นนี้ทำให้นักเรียนมีความรู้เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

การอภิปรายผลการวิจัย

เนื่องจาก ผลการวิจัยบทเรียนแบบโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องเส้นตรงที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเป็น 92.93/70.76 ซึ่งแสดงว่าบทเรียนแบบโปรแกรมนี้อมีประสิทธิภาพไม่ถึงเกณฑ์มาตรฐาน 90/90 ตามที่กำหนดไว้ ซึ่งอาจมีสาเหตุดังนี้

1. เวลาที่ใช้ในการทดลองภาคสนามเป็นเวลาตอนเย็นหลังเลิกเรียนแล้ว จึงเป็นสาเหตุที่ทำให้นักเรียนขาดความสนใจในการทำบทเรียนและแบบสอบ
2. ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลองเป็นระยะใกล้สอบไล่ภาคต้น ในระยะนั้นนักเรียนมีการทดสอบย่อยหลายวิชา นักเรียนจึงขาดความสนใจ และความตั้งใจในการทำบทเรียน จึงทำให้นักเรียนเรียนรู้เนื้อหาได้ไม่สมบูรณ์และนักเรียนไม่มีเวลาทบทวนเนื้อหา เป็นเหตุให้นักเรียนทำแบบสอบหลังเรียนบทเรียนมีประสิทธิภาพไม่ถึงมาตรฐาน
3. นักเรียนที่ใช้ในการทดลองภาคสนามเป็นนักเรียนที่ได้จากการสุ่ม ซึ่งบางคนอาจไม่สมัครที่จะทำการทดลองเรียนบทเรียน จึงทำให้นักเรียนทำแบบสอบหลังการเรียนบทเรียนไม่ถึงคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 90 ซึ่งแบบสอบที่เลือกมามีค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกพอเหมาะ
4. นักเรียนไม่คุ้นเคยกับการเรียนโดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรมมาก่อน
5. เนื้อหาในบทเรียนนี้ ไม่ได้อยู่ในหลักสูตรที่นักเรียนจะต้องเรียน และไม่สอดคล้องกับคะแนนสอบของนักเรียน จึงทำให้นักเรียนขาดความตั้งใจในการทำแบบสอบ

ผลการทดลอง คะแนนสอบของนักเรียนหลังเรียนบทเรียนต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานไม่มากนัก ถ้านำบทเรียนนี้ไปแก้ไขอีกเล็กน้อย และนำไปทดลองกับนักเรียนในช่วงเวลาที่นักเรียนสามารถให้ความสนใจได้อย่างเต็มที่แล้ว ก็คาดว่าบทเรียนคงจะมีประสิทธิภาพได้ตามเกณฑ์มาตรฐาน 90/90 อย่างแน่นอน