

สรุปผลการวิจัยและขอเสนอแนะ

วัตถุประสงค์

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างบทเรียนแบบโปรแกรมเรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โปเนนต และฟังก์ชันลอการิทึม ที่มีประสิทธิภาพเชื่อถือได้ เพื่อนำไปใช้ในการเรียนการสอนสำหรับระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

กลุ่มตัวอย่าง

ตัวอย่างประชากรที่ใช้ในการวิจัย เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่สี่ แผนกวิทยาศาสตร์ ปีการศึกษา 2518 ของโรงเรียนปทุมคงคา และโรงเรียนมัธยมสาธิตวิทยาลัยครูพระนคร จำนวน 100 คน ซึ่งเรียนคณิตศาสตร์ตามหลักสูตรคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลายของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่บทเรียนแบบโปรแกรมชนิดเส้นตรง เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โปเนนตและฟังก์ชันลอการิทึม จำนวน 301 กรอบ มีค่าตอบที่นักเรียนจะต้องตอบทั้งหมด 547 คำตอบ และแบบสอบซึ่งมีความตรงตามโครงสร้าง (Construct Validity) และความตรงตามเนื้อหา (Content Validity) มีค่าความเชื่อถือได้ 0.81

วิธีการดำเนินการวิจัย

ศึกษาหลักสูตร แบบเรียน ร้องฟังชั้น เอกซ์ไปเนตและฟังชั้นดอกการิทึม ศึกษาวิธีการสร้างบทเรียนแบบโปรแกรม กำหนดวัตถุประสงค์ทั่วไปและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม สร้างแบบสอบและบทเรียนแบบโปรแกรมตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ หลังจากนั้นก็ได้ทำการทดลองชั้นหนึ่งต่อหนึ่ง ชั้นกลุ่มเล็ก และชั้นภาคสนาม แล้วนำผลการทดลองภาคสนามมาวิเคราะห์ทางสถิติ หาประสิทธิภาพของบทเรียนแบบโปรแกรมที่สร้างขึ้นตามมาตรฐาน 90/90

สรุปผลการวิจัย

การหาประสิทธิภาพของบทเรียนแบบโปรแกรมตามเกณฑ์มาตรฐาน 90/90 นั้นปรากฏว่า บทเรียนแบบโปรแกรมที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 95.98/87.36 ซึ่งแสดงว่าบทเรียนแบบโปรแกรมมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 90 ตัวแรก และมีประสิทธิภาพไม่ถึงเกณฑ์มาตรฐาน 90 ตัวหลัง

สำหรับความแตกต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบสอบก่อนและหลังเรียนบทเรียนปรากฏว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ดังนั้นจึงอาจกล่าวได้ว่า การเรียนจากบทเรียนแบบโปรแกรม ร้องฟังชั้น เอกซ์ไปเนตและฟังชั้นดอกการิทึม ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นนี้ ทำให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจในเรื่องนี้เพิ่มขึ้นอย่างแท้จริง ถ้าได้มีการปรับปรุงแก้ไขบทเรียนอีกเพียงเล็กน้อย และจัดเวลาในการเรียนบทเรียนให้เหมาะสมแล้ว อาจจะทำให้บทเรียนมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ได้

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการแก้ไขบทเรียนและนำบทเรียนไปใช้

1.1 บทเรียนที่ควรแก้ไขคือ ครอบคลุมที่ 55 , 130 , 176 , 204 , 213 , 226 และ 288 ซึ่งควรแก้ไขปรับปรุงดังนี้

ครอบคลุมที่ 55 (เกิน)

จงเขียนจำนวนต่อไปนี้ในรูปของ เลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลัง เป็นบวก

ตัวอย่าง

$$(2^{10})^{-2} = \frac{1}{2^{10}} \left[\because (2^{10})^{-2} = 2^{-20} = \frac{1}{2^{20}} \right]$$

$$\therefore (2^{-3})^4 = \dots\dots\dots$$

$$(a^{-5})^{-3} = \dots\dots\dots$$

ควรแก้ไขเป็นดังนี้

จงทำเลขยกกำลังต่อไปนี้ ให้มีเลขชี้กำลัง เป็นบวก

ตัวอย่าง

$$(2^{10})^{-2} = \frac{1}{2^{20}} \left[\because (2^{10})^{-2} = 2^{-20} = \frac{1}{2^{20}} \right]$$

$$\therefore (2^{-3})^4 = \dots\dots\dots$$

$$(a^5)^{-3} = \dots\dots\dots$$

สาเหตุที่ควรแก้ไขครอบคลุมที่ 55 เป็นดังนี้เพราะจะทำให้แนวการศึกษาและแนวการ

ตอบมีลักษณะเดียวกัน

กรอบที่ 130 (เดิม)

$$y = x^2 \dots\dots\dots \text{ฟังก์ชัน}$$

(เป็น / ไม่เป็น)

$$y = \pm \sqrt{x} \dots\dots\dots \text{ฟังก์ชัน}$$

(เป็น / ไม่เป็น)

ควรจะแก้ไขเป็นดังนี้

$$y = x^2 \dots\dots\dots \text{ฟังก์ชัน}$$

(เป็น / ไม่เป็น)

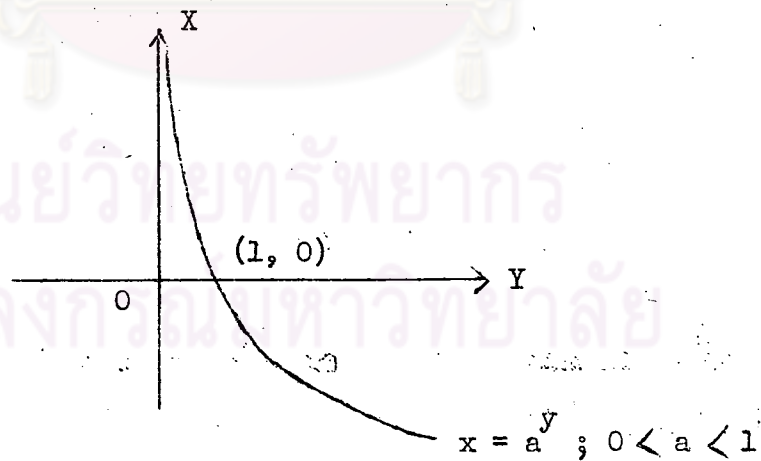
$$y^2 = x \dots\dots\dots \text{ฟังก์ชัน}$$

(เป็น / ไม่เป็น)

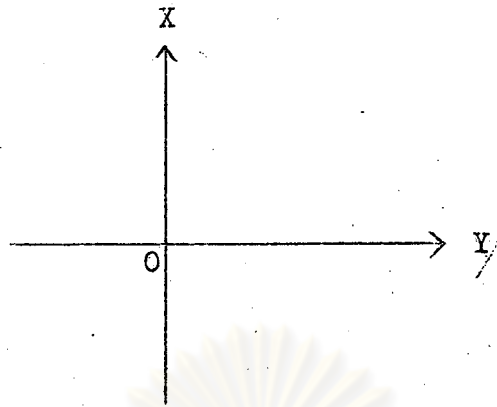
เมื่อแก้ไขปรับปรุงแล้วจะทำให้นักเรียนดูโง่มากยิ่งขึ้นว่าเป็นฟังก์ชันหรือไม่ ซึ่งนักเรียนอาจจะใช้ความรู้ต่าง ๆ ที่เคยเรียนมาแล้ว ตรวจสอบก็ได้ เพราะเป็นการทบทวนเรื่องฟังก์ชันเท่านั้น

กรอบที่ 176 (เดิม)

จากฟังก์ชัน $x = a^y$ เมื่อ $0 < a < 1$ กราฟจะมีลักษณะดังนี้



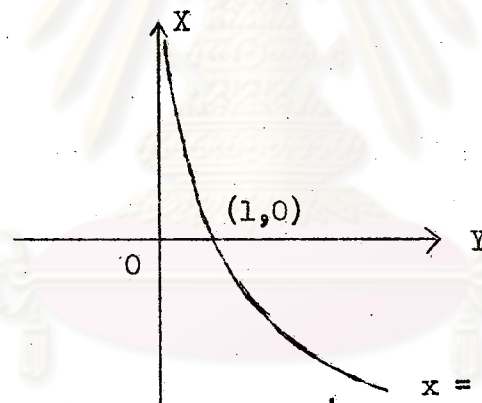
ดังนั้น กราฟของ $x = a^y$ เมื่อ $a > 1$ จะมีลักษณะดังนี้คือ



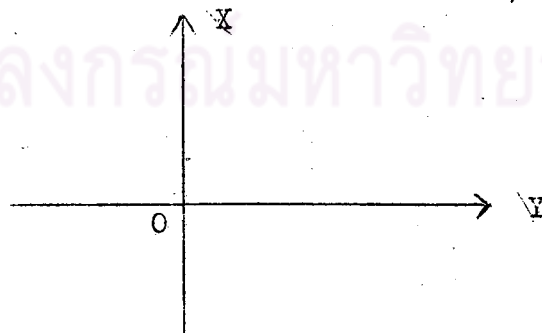
นักเรียนจะเห็นว่ากราฟของ $x = a^y$ เมื่อ $0 < a < 1$
และ $a > 1$ จะผ่านจุด (.....,) เสมอ

ควรจะแก้ไขดังนี้

จากฟังก์ชัน $x = a^y$ เมื่อ $0 < a < 1$ กราฟจะมีลักษณะดังนี้



ดังนั้น กราฟของ $x = a^y$ เมื่อ $a > 1$ จะมีลักษณะดังนี้คือ
(ให้นักเรียนเขียนกราฟของ $x = a^y$ เมื่อ $a > 1$ เอง)



นักเรียนจะเห็นวากาของ $x = a^y$ เมื่อ $0 < a < 1$

และกราฟของ $x = a^y$ เมื่อ $a > 1$ จะผ่านจุด (.....,.....) เสมอ

สาเหตุที่ควรจะต้องเติม " (ให้นักเรียนเขียนกราฟของ $x = a^y$ เมื่อ $a > 1$ เอง) "

เพราะคำสั่งไม่ชัดเจน นักเรียนส่วนมากจึงไม่ได้เขียนกราฟ

กรอบที่ 204 (เดิม)

จงหาค่าของลอการิทึมต่อไปนี้

$$\log_6 6^{50} = \dots\dots\dots \text{(ผลสำเร็จ)}$$

$$\log_7 7^{-3} = \dots\dots\dots \text{(ผลสำเร็จ)}$$

$$\log_5 5^{\frac{1}{2}} = \dots\dots\dots \text{(ผลสำเร็จ)}$$

$$\log_{10} \sqrt[3]{10} = \dots\dots\dots \text{(ผลสำเร็จ)}$$

กรอบที่ 204 ควรจะแก้ไขเป็น

จงหาค่าของลอการิทึมต่อไปนี้

$$\log_6 6^{50} = \dots\dots\dots \text{(ผลสำเร็จ)}$$

$$\log_7 7^{-3} = \dots\dots\dots \text{(ผลสำเร็จ)}$$

$$\log_5 5^{\frac{1}{2}} = \dots\dots\dots \text{(ผลสำเร็จ)}$$

$$\log_{10} 10^{-\frac{2}{3}} = \dots\dots\dots \text{(ผลสำเร็จ)}$$

การที่แก้ไขปรับปรุงเป็นรูปนี้ก็เพราะ เขียนในรูปกรณฑ์ซับซ้อนเกินไป และนักเรียนส่วนมากไม่ชอบ

กรอบที่ 213 (เดิม)

ค่าเรกเทอริสติก ของ $\log_{10} 57$ คือ

ค่าเรกเทอริสติก ของ $\log_{10} 5.7$ คือ

ค่าเรกเทอริสติก ของ $\log_2 \frac{1}{4}$ คือ

ค่าเรกเทอริสติก ของ $\log_{10} \frac{1}{10}$ คือ

ควรจะแก้ไขเป็นดังนี้

ค่าเรกเทอริสติก ของ $\log_{10} 57$ คือ 1

ค่าเรกเทอริสติก ของ $\log_{10} 5.7$ คือ

ค่าเรกเทอริสติก ของ $\log_2 \frac{1}{4}$ คือ - 2

ค่าเรกเทอริสติก ของ $\log_{10} \frac{1}{1000}$ คือ

กรอบที่แก้ไขแล้วจะมีการชี้แนะ ซึ่งเป็นแนวให้นักเรียนได้คิด

กรอบที่ 226 (เดิม)

จงบอกค่าเรกเทอริสติกและแมนทิสสาของ $\log 79214$ และ

$\log 45.13$

จะได้ว่า

ค่าเรกเทอริสติก ของ $\log 79214$ คือ

แมนทิสสา ของ $\log 79214$ คือ

ค่าเรกเทอริสติก ของ $\log 45.13$ คือ

แมนทิสสา ของ $\log 45.13$ คือ

ควรจะแก้ไขเป็นดังนี้

ค่าเรคเทอริสติก ของ $\log 79214$ คือ

แมนทิสสา ของ $\log 79214$ คือ \log

ค่าเรคเทอริสติก ของ $\log 45.13$ คือ

แมนทิสสา ของ $\log 45.13$ คือ \log

กรอบ 226 นี้ นักเรียนส่วนมากตอบค่าแมนทิสสานิด เพราะนักเรียนมักจะลืมเขียนคำว่า "log" จะเขียนเฉพาะตัวเลข เมื่อแก้ไขแล้วนักเรียนจะได้ทำความเข้าใจเกี่ยวกับแมนทิสสาที่เป็นรูปลอการิทึม เพื่อจะได้นำไปใช้ตอบคำถามในกรอบต่อไปได้ถูกต้องด้วย

กรอบที่ 288 (เดิม)

การคำนวณในเรื่องลอการิทึม บางครั้งจำเป็นจะต้อง เปลี่ยนฐานของลอการิทึม จากฐานหนึ่ง ไปยังอีกฐานหนึ่ง เช่นอาจจะเปลี่ยนฐานอื่นมาเป็นฐานสิบ แล้วใช้ตารางลอการิทึมฐานสิบ คำนวณหาค่าที่ต้องการได้

การเปลี่ยนฐานลอการิทึมจากฐาน a ไปเป็นฐาน b ทำได้ดังนี้

$$\text{พิจารณา สมการ } y = \log_a x$$

$$\text{ซึ่งอาจเขียนได้ในรูป } x = a^y$$

เขียนในรูปลอการิทึมฐาน b ได้

$$\log_b x = \log_b a^y$$

$$\therefore \log_b x = y \log_b a$$

$$\text{ดังนั้น } y = \frac{\log_b x}{\log_b a}$$

นั่นคือ

$$\log_a x = \frac{\log_b x}{\log_b a}$$

ตัวอย่าง จงหาค่าของ $\log_{16} 8$

วิธีทำ ถ้าเราเปลี่ยนเป็นลอการิทึมฐาน 2 ก็สามารรถคำนวณได้โดยไม่ต้องใช้ตาราง

$$\text{จะได้ } \log_{16} 8 = \frac{\log_2 8}{\log_2 16} = \frac{3}{4} = 0.75$$

$$\text{ถ้าเปลี่ยนเป็นฐาน 10 จะได้ } \log_{16} 8 = \frac{\log 8}{\log 16}$$

$$\text{จากตารางจะได้ } = \frac{0.9031}{1.2041} = 0.75$$

$$\therefore \log_{16} 8 = \dots\dots\dots$$

เพื่อจะให้นักเรียนได้เรียนรู้ไปตามลำดับขั้น จึงแบ่งกรอบที่ 288 ออกเป็น

2 กรอบดังนี้ คือ

กรอบที่ 288 (แก้ไขแล้ว)

การคำนวณในเรื่องลอการิทึม บางครั้งจำเป็นจะต้อง เปลี่ยนฐานของลอการิทึม จากฐานหนึ่ง ไปยังอีกฐานหนึ่ง เช่นอาจจะเปลี่ยนฐานอื่นมาเป็นฐานสิบ แล้วใช้ตารางลอการิทึมฐานสิบ คำนวณหาค่าที่ต้องการได้

การเปลี่ยนฐานลอการิทึมจากฐาน a ไปเป็นฐาน b ทำได้ดังนี้

$$\text{พิจารณา สมการ } y = \log_a x$$

$$\text{ซึ่งอาจเขียนได้ในรูป } x = a^y$$

เขียนในรูปลอการิทึมฐาน b ได้

$$\log_b x = \log_b a^y$$

$$\therefore \log_b x = y \log_b a$$

$$\text{ดังนั้น } y = \frac{\log_b x}{\log_b a}$$

$$\text{นั่นคือ } \log_a x = \frac{(\dots\dots\dots)}{\log_b a}$$

กรอบที่ 289 (กรอบที่เพิ่ม)

จงหาค่าของ $\log_{16} 8$

วิธีทำ ถ้าเราเปลี่ยนเป็นลอการิทึมฐาน 2 ก็สามารรถคำนวณได้โดย
ไม่ต้องใช้ตาราง

$$\text{จะได้ } \log_{16} 8 = \frac{\log_2 8}{\log_2 16} = \frac{3}{4} = 0.75$$

$$\text{ถ้าเปลี่ยนเป็นฐาน 10 จะได้ } \log_{16} 8 = \frac{\log 8}{\log 16}$$

$$\text{จากตารางจะได้ } = \frac{0.9031}{1.2041} = 0.75$$

$$\therefore \log_{16} 8 = \dots\dots\dots$$

1.2 เมื่อนำบทเรียนแบบโปรแกรมไปสอน หลังจากให้นักเรียนเรียนจากบทเรียน
แล้ว ครูผู้สอนควรสรุปและเน้นเนื้อหาที่สำคัญ ๆ ให้อีกครั้งหนึ่ง

1.3 ควรจะนำบทเรียนแบบโปรแกรมเรื่องนี้ ไปวิจัยอีกครั้งหนึ่ง โดยทดลอง
กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ห้า แผนกวิทยาศาสตร์ ซึ่งเรียนคณิตศาสตร์ตามหลักสูตรคณิตศาสตร์
มัธยมศึกษาตอนปลายของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ในภาคต้นของ
ปีการศึกษา และนับเป็นการเรียนการสอนจริง ๆ โดยที่ครูผู้สอนไม่ต้องสอนซ้ำอีก แต่เน้น
เนื้อหาที่สำคัญให้เล็กน้อย รวมทั้งคะแนนที่ได้จากการทำแบบสอบหลังเรียนบทเรียนก็นับเป็น
คะแนนเก็บด้วย ก็จะทำให้บทเรียนนี้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

1.4 ควรจะได้มีการนำบทเรียนแบบโปรแกรมไปใช้สอนในโรงเรียน

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรส่งเสริมให้มีการสร้างบทเรียนคณิตศาสตร์ที่เป็นบทเรียนแบบ
โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์เรื่องอื่น ๆ ด้วย

2.2 ส่งเสริมให้มีการสร้างบทเรียนคณิตศาสตร์ที่เป็นบทเรียนแบบโปรแกรม
ชนิดสาขาควย

2.3 ควรจะมีการวิจัยเปรียบเทียบสัมฤทธิ์ผลในการเรียนจากบทเรียนแบบ
โปรแกรม กับการเรียนจากครูตามปกติในชั้นเรียน



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย