

มหาวิทยาลัยบูรพา
Burapha University

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- บทเรียนเรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้น (แนวเดิน)
- แผนการจัดการเรียนรู้เรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้น (แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3)
- แบบทดสอบเรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้น
- แบบวัดเจตคติของนักเรียนที่มีต่อคณิตศาสตร์เรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้น

บทเรียนเรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้น (แนวเดิน)

ใบความรู้ที่ 3 แนวเดิน

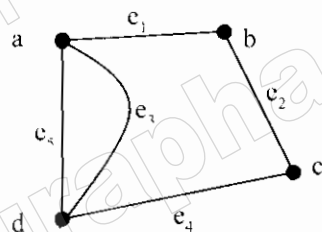
บทนิยาม 7 ให้ u และ v เป็นจุดยอดของกราฟ

แนวเดิน $u-v$ ($u-v$ walk) คือ ลำดับจำกัดของจุดยอดและเส้นเชื่อมสลับกัน

$$u = u_0, e_1, u_1, e_2, u_2, e_3, \dots, u_{n-1}, e_n, u_n = v$$

โดยเริ่มต้นที่จุดยอด u และสิ้นสุดที่จุดยอด v และแต่ละเส้นเชื่อม e_i จะเกิดกับจุดยอด u_{i-1} และ u_i เมื่อ $i \in \{1, 2, 3, \dots, n\}$

ตัวอย่างที่ 14 กำหนดกราฟ G ดังรูป



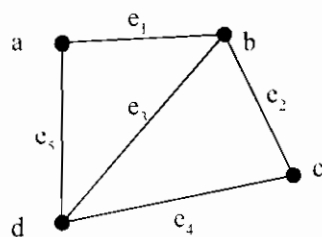
a, e_1, b, e_2, c เป็นแนวเดิน $a-c$

$b, e_2, c, e_4, d, e_5, a$ เป็นแนวเดิน $b-a$

$d, e_4, a, e_5, d, e_3, c$ เป็นแนวเดิน $d-c$

หมายเหตุ สำหรับกราฟใดๆ ที่เป็นกราฟเชิงเดียว อาจเขียนแนวเดินด้วยลำดับของจุดยอด

ตัวอย่างที่ 15 กำหนดกราฟ G ดังรูป



a, b, c, d เป็นแนวเดิน $a-d$

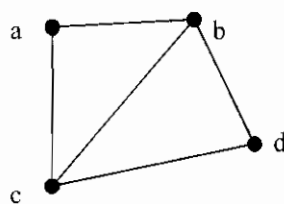
b, d, c, b, a เป็นแนวเดิน $b-a$

d, a, d, c เป็นแนวเดิน $d-c$

บทนิยาม 8 กราฟ G เรียกว่า กราฟเชื่อมโยง (connected graph) ก็ต่อเมื่อ สำหรับจุดยอด u และ v ที่เป็นจุดยอดต่างกันในกราฟ G มีเส้นทาง $u-v$

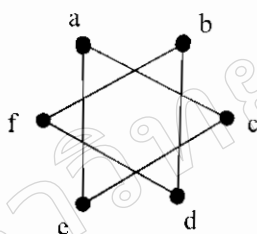
ตัวอย่างที่ 16 กราฟ G ที่กำหนดให้แต่ละข้อเป็นกราฟเชื่อมโยงหรือไม่ เพราะเหตุใด

1.



เป็นกราฟเชื่อมโยง เพราะสำหรับแต่ละจุดยอดที่ต่างกัน จะมีเส้นทางเสมอ

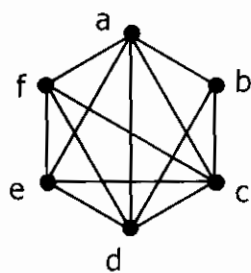
2.



ไม่เป็นกราฟเชื่อมโยง เพราะ ไม่มีเส้นทาง $a-b$ (ยังมีจุดยอดอื่น ๆ อีกที่ไม่มีเส้นทาง แต่หาจุดยอดเพียงคู่เดียวที่ไม่มีเส้นทางก็เพียงพอที่จะสรุปได้ว่า ไม่เป็นกราฟเชื่อมโยง)

ใบงานที่ 3 แนวเดิน

1. กำหนดกราฟ G ดังนี้

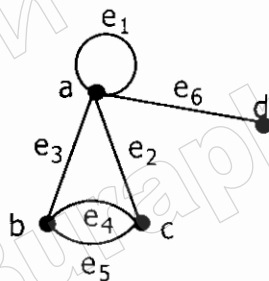


1) จงหาแนวเดิน $a-e$ ที่มีความยาว 3 ในกราฟ G

2) จงหาแนวเดิน $a-c$ ที่มีความยาว 5 ในกราฟ G

3) จงหาแนวเดิน $f-a$ ที่มีความยาว 7 ในกราฟ G

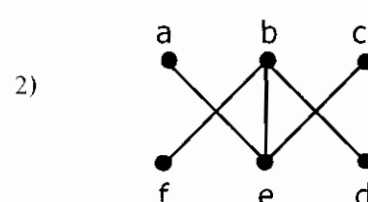
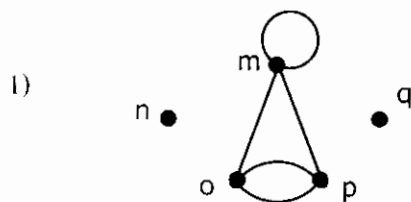
2. จงยกตัวอย่างแนวเดินข้อละ 2 ตัวอย่าง เมื่อกำหนดกราฟ G ดังนี้



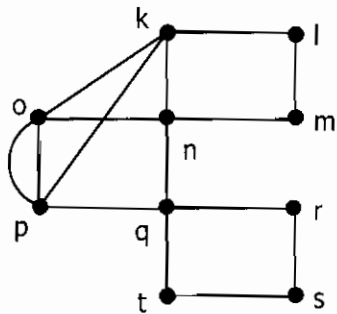
1) แนวเดิน $a-c$

2) แนวเดิน $b-d$

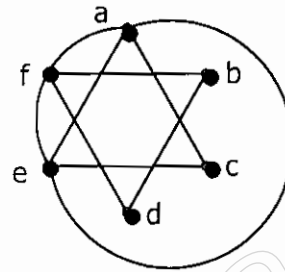
3. กราฟที่กำหนดให้แต่ละข้อเป็นกราฟเชื่อมโยงหรือไม่ เพราะเหตุใด



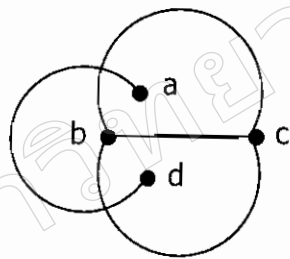
3)



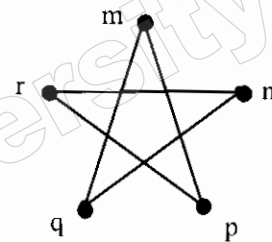
4)



5)



6)



4. กราฟใดต่อไปนี้เป็นกราฟเชื่อมโยง

$$V(G_1) = \{a, b, c, d\} \quad , \quad E(G_1) = \{bc, cd, db\}$$

$$V(G_2) = \{a, b, c, d\} \quad , \quad E(G_2) = \{ab, ac, bc, dd\}$$

$$V(G_3) = \{a, b, c, d\} \quad , \quad E(G_3) = \{ab, ac, cd\}$$

$$V(G_4) = \{a, b, c, d, e\} \quad , \quad E(G_4) = \{ab, ac, cd, ce\}$$

ตอบ

แผนการจัดการเรียนรู้เรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้น (แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และ 3

ชื่อหน่วย ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น ชื่อแผน แนวเดิน

เวลา 2 ชั่วโมง

1. สาระที่ 7 วิยุตคณิต

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. หาแนวเดินและวงจรของกราฟใด ๆ ได้
2. บอกได้ว่ากราฟที่กำหนดให้เป็นกราฟเชื่อมโยงหรือไม่

3. สาระการเรียนรู้

ด้านความรู้

1. แนวเดิน
2. กราฟเชื่อมโยง

ด้านทักษะ / กระบวนการ

1. แก้ปัญหา
2. ให้เหตุผล
3. เชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. มีวินัย
2. ใฝ่เรียนรู้
3. มุ่งมั่นในการทำงาน

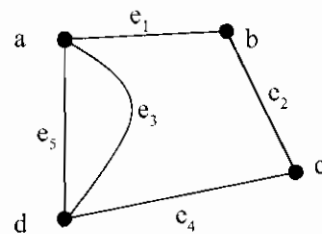
4. สาระสำคัญ

บทนิยาม 7 ให้ u และ v เป็นจุดยอดของกราฟ

แนวเดิน $u-v$ ($u-v$ walk) คือ ลำดับจำกัดของจุดยอดและเส้นเชื่อมสลับกัน

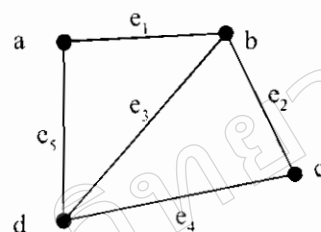
$$u = u_0, e_1, u_1, e_2, u_2, e_3, \dots, u_{n-1}, e_n, u_n = v$$

โดยเริ่มต้นที่จุดยอด u และสิ้นสุดที่จุดยอด v และแต่ละเส้นเชื่อม e_i จะเกิดกับจุดยอด u_{i-1} และ u_i เมื่อ $i \in \{1, 2, 3, \dots, n\}$

ตัวอย่างที่ 14 กำหนดกราฟ G ดังรูป

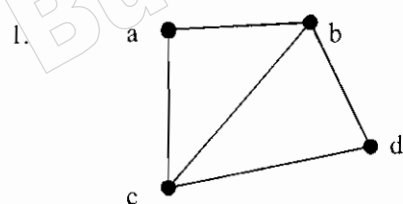
a, e_1, b, e_2, c เป็นแนวนเดิน $a - c$
 $b, e_2, c, e_4, d, e_5, a$ เป็นแนวนเดิน $b - a$
 $d, e_3, a, e_5, d, e_4, c$ เป็นแนวนเดิน $d - c$

หมายเหตุ สำหรับกราฟใด ๆ ที่เป็นกราฟเชิงเดียว อาจเขียนแนวนเดินด้วยลำดับของจุดยอด

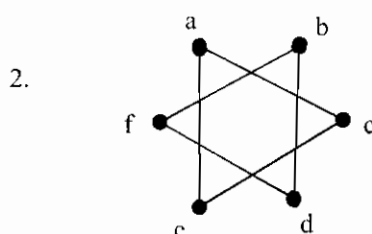
ตัวอย่างที่ 15 กำหนดกราฟ G ดังรูป

a, b, c, d เป็นแนวนเดิน $a - d$
 b, d, c, b, a เป็นแนวนเดิน $b - a$
 d, a, d, c เป็นแนวนเดิน $d - c$

บทนิยาม 8 กราฟ G เรียกว่า กราฟเชื่อมโยง (connected graph) ก็ต่อเมื่อสำหรับจุดยอด u และ v ที่เป็นจุดยอดต่างกันในกราฟ G มีแนวนเดิน $u - v$

ตัวอย่างที่ 16 กราฟ G ที่กำหนดให้แต่ละข้อเป็นกราฟเชื่อมโยงหรือไม่ เพราะเหตุใด

เป็นกราฟเชื่อมโยง เพราะสำหรับแต่ละจุดยอดที่ต่างกัน จะมีแนวนเดินเสมอ



ไม่เป็นกราฟเชื่อมโยง เพราะ ไม่มีแนวนเดิน $a - b$ (ยังมีจุดยอดอื่น ๆ อีกที่ไม่มีแนวนเดิน แต่หาจุดยอดเพียงคู่เดียวที่ไม่มีแนวนเดินก็เพียงพอที่จะสรุปได้ว่า ไม่เป็นกราฟเชื่อมโยง)

5. ชิ้นงานหรือภาระงาน

- ใบงานที่ 3

6. กระบวนการจัดการเรียนรู้

ชั่วโมงที่ 1

1. ผู้สอนให้ผู้เรียนศึกษากรอบนิยาม 7 ตามกลุ่มย่อยที่แบ่งไว้
2. ผู้สอนกำหนดกราฟ G ต่าง ๆ และให้ผู้เรียนยกตัวอย่างแนวดินในกราฟ เช่น ผู้สอนกำหนดแนวดิน $u-v$ ให้ผู้เรียนแต่ละคนยกตัวอย่างแนวดิน $u-v$ ที่ไม่ซ้ำกัน
3. ให้ผู้เรียนทำใบงานที่ 3 ข้อที่ 1, 2
4. ผู้สอนและผู้เรียนช่วยกันเฉลย

ชั่วโมงที่ 2

1. ผู้สอนให้ผู้เรียนศึกษากรอบนิยาม 8
2. ผู้สอนกำหนดกราฟ G ต่าง ๆ และให้ผู้เรียนบอกว่าเป็นกราฟเชื่อมโยงหรือไม่ เพราะเหตุใด โดยสุ่มถามผู้เรียนทีละกลุ่ม
3. ให้ผู้เรียนทำใบงานที่ 3 ข้อที่ 3, 4
4. ผู้สอนและผู้เรียนช่วยกันเฉลย

7. การใช้สื่อเสริมประสิทธิภาพการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้

1. หนังสือเรียนของ สสวท. รายวิชาเพิ่มเติม คณิตศาสตร์ เล่ม 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 – 6
2. บทเรียนเรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้น

8. การวัดและประเมินผลตามสภาพจริง

หลักฐานการเรียนรู้	วิธีวัดผล	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
ผลงานนักเรียนจากการทำใบงาน	ตรวจแบบฝึกทักษะ	ใบงานที่ 3	ทำถูกต้องอย่างน้อย 50%

9. บันทึกหลังการสอน

.....

.....

.....

10. ข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้เชี่ยวชาญ

(.....)

ตำแหน่ง.....

มหาวิทยาลัยบูรพา
Burapha University

แบบทดสอบเรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้น

แบบทดสอบเรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้น

คำอธิบาย

1. ข้อสอบเป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ทั้งหมด 9 หน้า (25 ข้อ) 25 คะแนน
2. ให้เขียนเครื่องหมายกากบาท (X) ลงในช่องสี่เหลี่ยมในกระดาษคำตอบ

ตัวอย่าง ถ้าต้องการเลือกคำตอบ ข้อ ก

ก	ข	ค	ง
X			

ตัวอย่าง ถ้าต้องการเปลี่ยนคำตอบจากข้อ ก เป็น ข้อ ค

ก	ข	ค	ง
X		X	

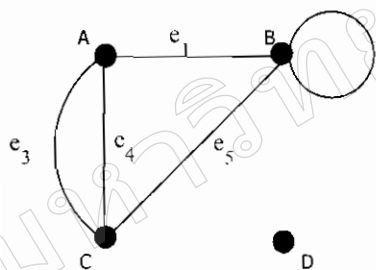
3. ในการทำข้อสอบให้เขียนด้วยปากกาเท่านั้น
4. ห้ามนำข้อสอบออกจากห้องโดยเด็ดขาด
5. ห้ามทำการทุจริตใดๆ ในการสอบ
6. เวลาในการสอบ 50 นาที

แบบทดสอบเรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้น

1. ข้อใดเป็นความหมายของกราฟ

- ก. กราฟ G คือ แผนภาพที่ประกอบด้วยเซตของจุดยอด $V(G)$ ซึ่ง $V(G) \neq \emptyset$ และเซตของเส้นเชื่อม $E(G)$ ที่เชื่อมระหว่างจุดยอด
- ข. กราฟ G คือ แผนภาพที่ประกอบด้วยจุดยอด $V(G)$ ซึ่ง $V(G) \neq \emptyset$ และเส้นเชื่อม $E(G)$
- ค. กราฟ G คือ แผนภาพที่ประกอบด้วยเซตของจุดยอด $V(G)$ และเซตของเส้นเชื่อม $E(G)$ ที่เชื่อมระหว่างจุดยอด
- ง. มีคำตอบที่ถูกต้องมากกว่า 1 ข้อ

2. ข้อใดถูกต้อง เมื่อกำหนดกราฟ G ดังรูป

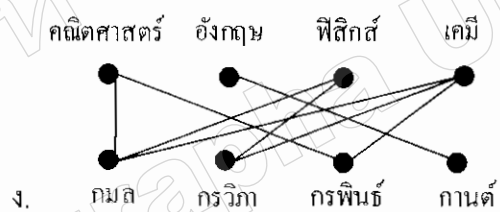
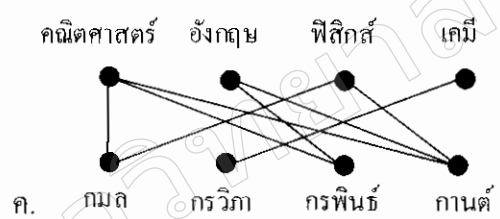
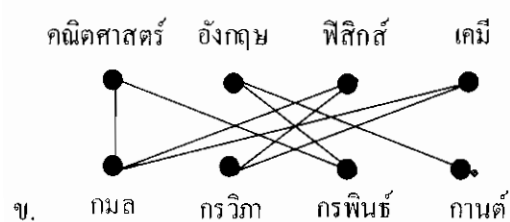
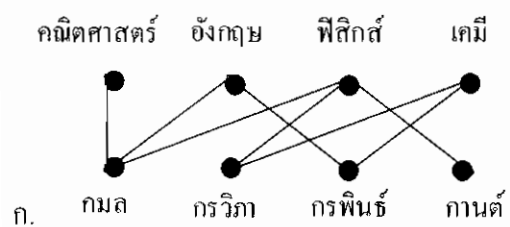


- ก. $V(G) = \{A, B, C\}$, $E(G) = \{e_1, e_4, e_5\}$
- ข. $V(G) = \{A, B, C\}$, $E(G) = \{e_1, e_2, e_3, e_4, e_5\}$
- ค. $V(G) = \{A, B, C, D\}$, $E(G) = \{e_1, e_4, e_5\}$
- ง. $V(G) = \{A, B, C, D\}$, $E(G) = \{e_1, e_2, e_3, e_4, e_5\}$

3. โรงเรียนแห่งหนึ่งต้องการรับสมัครครูผู้สอน 4 วิชา มีผู้มาสมัคร 4 คน ซึ่งแต่ละคนมีความสามารถในการสอนวิชาต่างๆ ดังนี้

วิชา ผู้สมัคร	คณิตศาสตร์	ภาษาอังกฤษ	ฟิสิกส์	เคมี
กมล	✓	—	✓	✓
กรวิภา	—	—	✓	✓
กรพินธ์	✓	—	—	✓
กานต์	—	✓	—	—

กราฟในข้อใดแทนแบบจำลองของความสามารถในการสอนของผู้สมัครทั้ง 4 คน



4. กราฟในข้อใดเป็นแบบจำลองของความเป็นเพื่อนของทั้ง 5 คน โดยใช้จุดยอดแทนชื่อ และจุดยอดสองจุดมีเส้นเชื่อมก็ต่อเมื่อเป็นเพื่อนกัน ดังข้อมูลต่อไปนี้

เต้าส่วนเป็นเพื่อนกับเต้าหู้

เต้าส่วนเป็นเพื่อนกับเต้าเจี้ยว

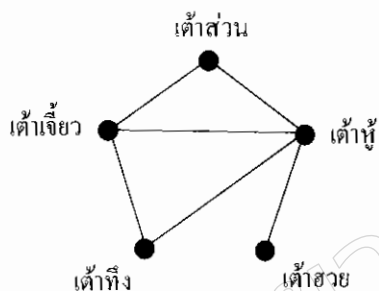
เต้าหู้เป็นเพื่อนกับเต้าฮวย

เต้าหู้เป็นเพื่อนกับเต้าทึง

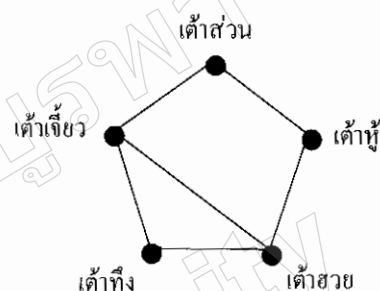
เต้าเจี้ยวเป็นเพื่อนกับเต้าฮวย

เต้าเจี้ยวเป็นเพื่อนกับเต้าทึง

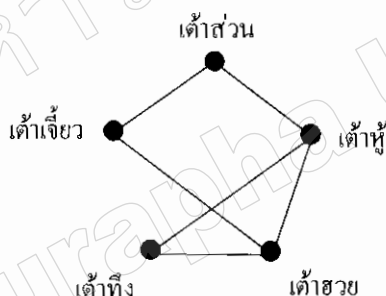
ก.



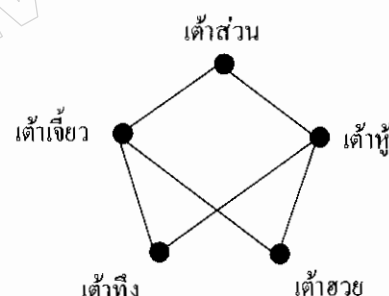
ข.



ค.

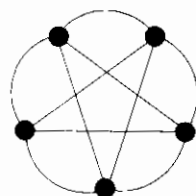


ง.

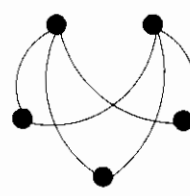


5. กราฟในข้อใด ไม่ใช่ กราฟเชิงเดียว

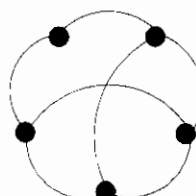
ก.



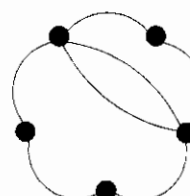
ข.



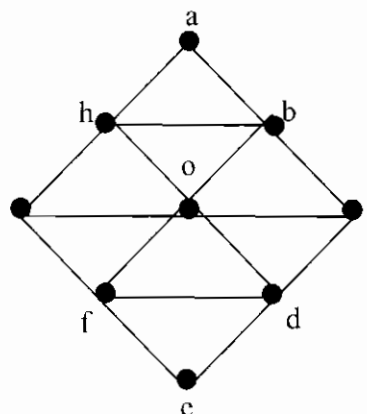
ค.



ง.



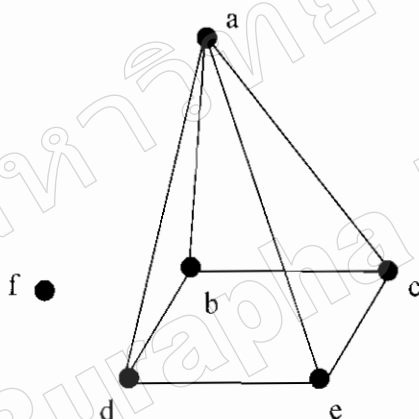
6. พิจารณาข้อความต่อไปนี้ เมื่อกำหนดกราฟดังรูป



- 1) จุดยอด a และจุดยอด g เป็นจุดยอดประชิด
 - 2) จุดยอด o ประชิดกับจุดยอด b, d, h และ f
 - 3) เส้นเชื่อม de เกิดกับจุดยอด e
 - 4) เส้นเชื่อมที่เกิดกับจุดยอด c คือ cb, co, cg และ cd
- ข้อใดถูกต้อง

- ก. ข้อ 1) และ ข้อ 3)
- ข. ข้อ 1) และ ข้อ 4)
- ค. ข้อ 2) และ ข้อ 3)
- ง. ข้อ 2) และ ข้อ 4)

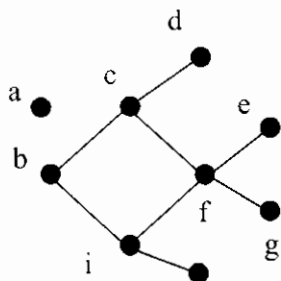
7. พิจารณาข้อความต่อไปนี้ เมื่อกำหนดกราฟดังรูป



- 1) จุดยอด a และ f เป็นจุดยอดคู่
 - 2) จุดยอด b, d และ e เป็นจุดยอดคี่
- ข้อใดถูกต้อง

- ก. 1) ถูก และ 2) ถูก
- ข. 1) ถูก และ 2) ผิด
- ค. 1) ผิด และ 2) ถูก
- ง. 1) ผิด และ 2) ผิด

8. พิจารณาข้อความต่อไปนี้ เมื่อกำหนดกราฟดังรูป



- 1) จุด d, c, g และ h เป็นจุดยอดเอกเทศ
 - 2) ดีกรีของจุด f เท่ากับ 4
- ข้อใดถูกต้อง

- ก. 1) ถูก และ 2) ถูก
- ข. 1) ถูก และ 2) ผิด
- ค. 1) ผิด และ 2) ถูก
- ง. 1) ผิด และ 2) ผิด

9. กราฟที่มี 45 เส้น มีจุดที่มีดีกรี 3 อยู่ 14 จุด ที่เหลือมีดีกรีเป็น 6 กราฟนี้มีทั้งหมดกี่จุด

ก. 8

ข. 14

ค. 20

ง. 22

10. จำนวนเส้นเชื่อมของกราฟที่มีผลบวกของดีกรีของจุดยอดทุกจุดในกราฟเป็นจำนวนเท่าใดที่ไม่สามารถสร้างกราฟได้

ก. 7

ข. 8

ค. 10

ง. 12

11. ถ้ากราฟมีจุดยอดจำนวน 5 จุด ดีกรีในข้อใดไม่สามารถสร้างกราฟดังกล่าวได้

ก. 1, 1, 2, 3, 4

ข. 1, 2, 3, 3, 5

ค. 1, 2, 2, 3, 4

ง. 2, 2, 2, 3, 3

12. กราฟ G มีจำนวนจุดยอด 11 จุด และมีดีกรีดังนี้

1, 1, 1, 3, 3, 4, 5, 6, 7, 8 และ x ค่าของ x ที่สามารถสร้างกราฟได้ตรงกับข้อใด

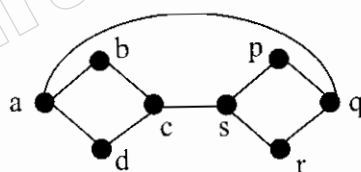
ก. 6

ข. 7

ค. 8

ง. มีคำตอบที่ถูกต้องมากกว่า 1 ข้อ

13. พิจารณาข้อความต่อไปนี้ เมื่อกำหนดกราฟ G ดังรูป



1) a, b, c, d, a เป็นวัฏจักร

2) a, b, c, s, p, q, a เป็นวัฏจักร

ข้อใดถูกต้อง

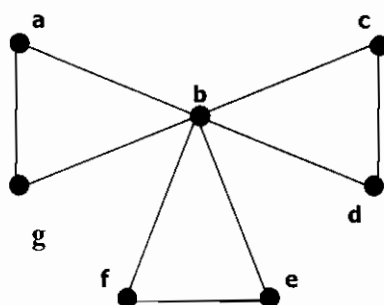
ก. 1) ถูก และ 2) ถูก

ข. 1) ถูก และ 2) ผิด

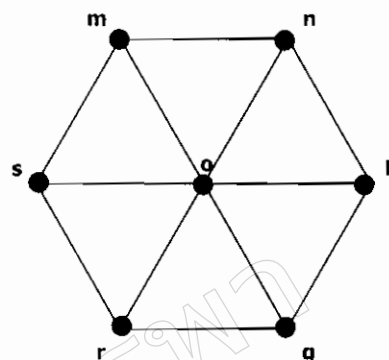
ค. 1) ผิด และ 2) ถูก

ง. 1) ผิด และ 2) ผิด

กำหนดกราฟ G และ H ดังรูปใช้ตอบคำถามข้อ 14 – 17



กราฟ G



กราฟ H

14. ข้อใด ไม่ใช่ แนวเดิน a – d

ก. a, b, c, d

ข. a, g, b, d

ค. a, g, c, d

ง. a, b, f, c, b, d

15. ข้อใดเป็นวงจร

ก. a, b, c, d, b, g

ข. g, b, d, c, b, g

ค. f, e, b, c, d, b, f

ง. มีคำตอบที่ถูกต้องมากกว่า 1 ข้อ

16. ข้อใดถูกต้อง

ก. G เป็นกราฟออยเลอร์,

H เป็นกราฟออยเลอร์

ข. G เป็นกราฟออยเลอร์,

H ไม่เป็นกราฟออยเลอร์

ค. G ไม่เป็นกราฟออยเลอร์,

H เป็นกราฟออยเลอร์

ง. G ไม่เป็นกราฟออยเลอร์,

H ไม่เป็นกราฟออยเลอร์

17. ข้อใด ไม่ใช่ วิธี

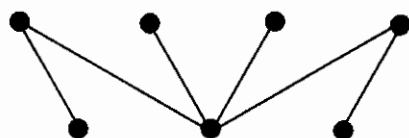
ก. m, n, p, q, r, s

ข. m, n, p, q, o, s

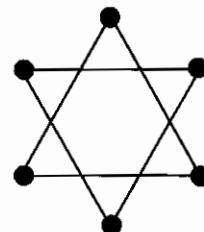
ค. m, n, p, q, r, s, o

ง. m, n, p, q, r, s, o, p

18. ข้อใดถูกต้อง เมื่อกำหนดกราฟ G และ H ดังรูป



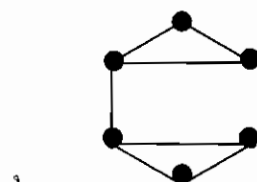
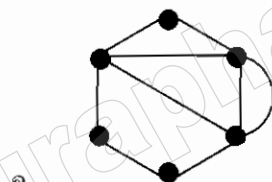
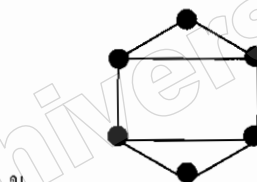
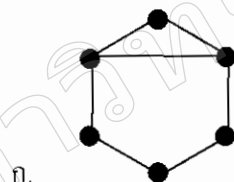
กราฟ G



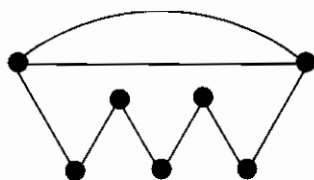
กราฟ H

- ก. G เป็นกราฟเชื่อมโยง, H เป็นกราฟเชื่อมโยง
- ข. G เป็นกราฟเชื่อมโยง, H ไม่เป็นกราฟเชื่อมโยง
- ค. G ไม่เป็นกราฟเชื่อมโยง, H เป็นกราฟเชื่อมโยง
- ง. G ไม่เป็นกราฟเชื่อมโยง, H ไม่เป็นกราฟเชื่อมโยง

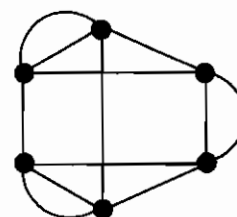
19. กราฟในข้อใดมีวงจรย่อย



20. ข้อใดถูกต้อง เมื่อกำหนดกราฟ G และ H ดังรูป



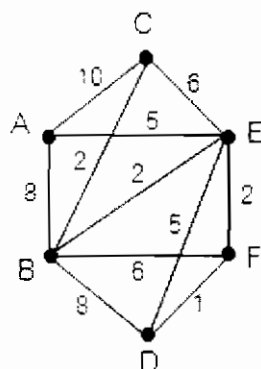
กราฟ G



กราฟ H

- ก. G เป็นกราฟออยเลอร์, H เป็นกราฟออยเลอร์
- ข. G เป็นกราฟออยเลอร์, H ไม่เป็นกราฟออยเลอร์
- ค. G ไม่เป็นกราฟออยเลอร์, H เป็นกราฟออยเลอร์
- ง. G ไม่เป็นกราฟออยเลอร์, H ไม่เป็นกราฟออยเลอร์

21. จากกราฟที่กำหนดให้ วิธี A – F ที่สั้นที่สุด มีผลรวมของน้ำหนักเป็นเท่าใด



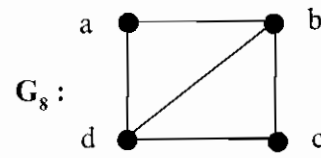
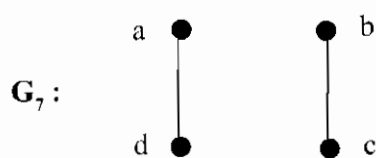
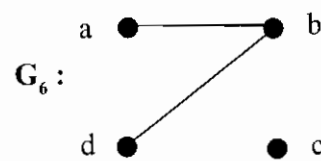
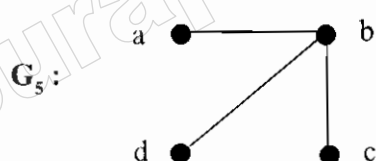
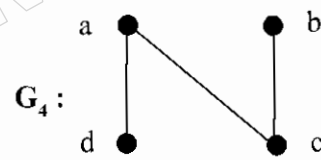
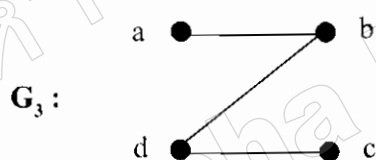
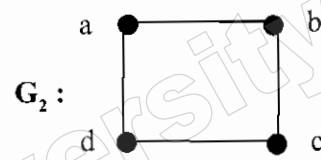
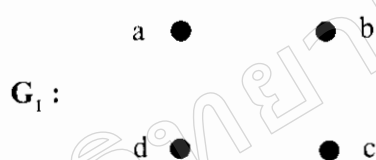
ก. 7

ข. 12

ค. 14

ง. 17

กำหนดกราฟ $G_1, G_2, G_3, G_4, G_5, G_6, G_7$ และ G_8 ดังรูป ใช้ตอบคำถามข้อ 22 – 23



22. กราฟย่อยทั้งหมดของกราฟ G_7 มีกี่กราฟ

ก. 18

ข. 20

ค. 24

ง. 30

23. จากกราฟ $G_1, G_2, G_3, G_4, G_5, G_6, G_7$ และ G_8 มีกี่กราฟที่เป็นต้นไม้แผ่ทั่วของกราฟ G_8

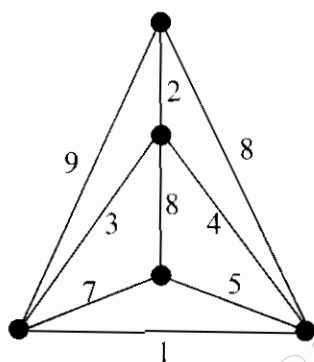
ก. 2

ข. 3

ค. 4

ง. 5

24. ต้นไม้แผ่ทั่วน้อยที่สุดของ G มีน้ำหนักเท่ากับข้อใด เมื่อกำหนดกราฟ G ดังรูป



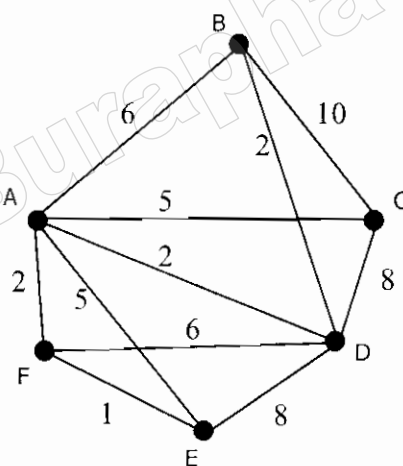
ก. 10

ข. 11

ค. 12

ง. 15

25. มีอำเภอ 6 อำเภอ คือ A, B, C, D, E และ F ระหว่างอำเภอต่างๆ มีถนนเชื่อมระหว่างอำเภอตามแผนผัง ดังรูป ให้จำนวนจริงที่กำหนดบนเส้นเชื่อมแต่ละเส้นเป็นค่าน้ำหนักแสดงค่าใช้จ่ายมีหน่วยเป็นล้านบาท ในการสร้างถนนเชื่อมระหว่างอำเภอ ถ้าบริษัทรับเหมาต้องการเสียค่าใช้จ่ายน้อยที่สุดแล้วบริษัทต้องเสียค่าใช้จ่ายกี่ล้านบาท



ก. 12

ข. 14

ค. 17

ง. 20

แบบวัดเจตคติของนักเรียนที่มีต่อคณิตศาสตร์เรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้น

แบบวัดเจตคติต่อคณิตศาสตร์เรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้น

คำชี้แจง

1. แบบวัดฉบับนี้ต้องการให้นักเรียนแสดงความรู้สึก ความคิดเห็นที่มีต่อคณิตศาสตร์เรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้น ความคิดเห็นของนักเรียนเป็นความคิดเห็นเฉพาะบุคคล ไม่มีถูกหรือผิด ฉะนั้นขอให้ตอบให้ตรงกับความรู้สึกของนักเรียน
2. ในแต่ละข้อจะมีข้อความที่กำหนดให้ ขอให้ท่านนักเรียนอ่านข้อความให้เข้าใจ แล้วแสดงความคิดเห็นที่มีต่อข้อความด้วยการทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องหนึ่งที่ตรงกับความคิดเห็นของนักเรียน ดังตัวอย่างการตอบดังนี้

ตัวอย่าง

ข้อที่	ข้อความ	ระดับความคิดเห็น				
		เห็นด้วยอย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
0	ฉันมีความสุขในการเรียนเรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้น		✓			

แสดงว่า ผู้ตอบเห็นด้วยกับข้อความที่กล่าวว่า “ฉันมีความสุขในการเรียนเรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้น”

แบบวัดเจตคติต่อคณิตศาสตร์เรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้น

ข้อที่	ข้อความ	ระดับความคิดเห็น				
		เห็น ด้วย อย่าง ยิ่ง	เห็น ด้วย	ไม่ แน่ใจ	ไม่ เห็น ด้วย	ไม่ เห็น ด้วย อย่าง ยิ่ง
1	ทฤษฎีกราฟเบื้องต้นฝึกให้คนคิดอย่างเป็นระบบ					
2	ทฤษฎีกราฟเบื้องต้นเป็นเรื่องที่เข้าใจง่าย เพราะมีขั้นตอน					
3	ฉันสนุกกับการแก้ปัญหาเรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้นที่ยากและท้าทายความคิด					
4	ทฤษฎีกราฟเบื้องต้นเป็นเรื่องที่ฉันมีความกระตือรือร้นในการค้นคว้าหาความรู้อยู่เสมอ					
5	ฉันชอบเรียนเรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้นมากกว่าเรื่องอื่น					
6	ฉันชอบสนทนาคำถามเรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้นกับเพื่อน					
7	ทฤษฎีกราฟเบื้องต้นเป็นเรื่องที่น่าเบื่อหน่าย					
8	ฉันสามารถเรียนรู้เรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้นได้รวดเร็ว กว่าเรื่องอื่น					
9	ฉันสามารถตอบปัญหาเรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้นได้ดีกว่าเรื่องอื่น					
10	ทฤษฎีกราฟเบื้องต้นช่วยให้การทำงานของฉันมีขั้นตอนที่ดีขึ้น					
11	ฉันไม่สนุกกับการคิดเรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้น					
12	ฉันขี้เกียจทำแบบฝึกหัดเรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้น					
13	ฉันไม่ชอบทำการบ้านเรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้น					
14	ฉันสบายใจเมื่อได้ทำกิจกรรมหรืองานที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎีกราฟเบื้องต้น					

ข้อที่	ข้อความ	ระดับความคิดเห็น				
		เห็นด้วยอย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
15	ทฤษฎีกราฟเบื้องต้นเป็นเรื่องที่สนุก					
16	ทฤษฎีกราฟเบื้องต้นเป็นเรื่องที่ไม่ยาก ถ้าใช้ความพยายาม					
17	ฉันรู้สึกหนักใจเมื่อเข้าสอบเรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้น					
18	ฉันชอบเข้าร่วมกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับเรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้น					
19	ทฤษฎีกราฟเบื้องต้นฝึกให้คนตัดสินใจอย่างมีเหตุผล					
20	เราสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้โดยไม่ต้องอาศัยความรู้เรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้น					
21	ฉันชอบคิดถึงสิ่งที่อยู่รอบตัวให้เกี่ยวข้องกับทฤษฎีกราฟเบื้องต้นอยู่เสมอ					
22	ทฤษฎีกราฟเบื้องต้นเป็นปัจจัยสำคัญต่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี					
23	ฉันรู้สึกมั่นใจในการทำข้อสอบเรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้น					
24	ฉันคิดว่าควรลดชั่วโมงการเรียนเรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้นและเพิ่มชั่วโมงเรียนเรื่องอื่นแทน					
25	ฉันรู้สึกประหม่าและกลัวเมื่อครูเรียกออกไปทำกิจกรรมเรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้นหน้าชั้นเรียน					
26	ฉันชอบทำแบบฝึกหัดเรื่องอื่นมากกว่าเรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้น					
27	ฉันชอบตอบปัญหาเรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้น					

ข้อที่	ข้อความ	ระดับความคิดเห็น				
		เห็นด้วยอย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
28	ฉันใช้เวลาในการทบทวนหรือหาความรู้เพิ่มเติมเรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้นน้อยกว่าเรื่องอื่น					
29	คนเก่งเรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้นชอบถือความคิดเห็นของตนเองเป็นใหญ่โดยไม่มีเหตุผล					
30	ฉันชอบนำเรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้นมาใช้ในชีวิตประจำวันเสมอ เช่น การเดินทางให้ครบทุกจุดโดยใช้เวลาให้น้อยที่สุดหรือใช้ระยะทางน้อยที่สุด					

.....

ภาคผนวก ข
ผลการหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- ผลการประเมินแบบทดสอบ โดยผู้เชี่ยวชาญ
- ผลการหาค่าอำนาจจำแนกและค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
- ผลการหาค่าอำนาจจำแนกและค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดเจตคติ

ผลการประเมินแบบทดสอบ โดยผู้เชี่ยวชาญ

จุดประสงค์การเรียนรู้เรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้น

1. บอกความหมายและนิยามของกราฟได้
2. บอกจุดยอดและเส้นเชื่อมของกราฟใด ๆ ได้
3. สามารถสร้างแบบจำลองโดยใช้จุดและเส้นแทนปัญหาเพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหาได้
4. บอกได้ว่ากราฟใดเป็นกราฟอย่างง่าย (กราฟเชิงเดียว) หรือกราฟหลายเชิงได้
5. บอกถึงความสัมพันธ์ของจุดยอดประชิดและความสัมพันธ์เกิดกับในกราฟใด ๆ ได้
6. บอกดีกรีของจุดใด ๆ ในกราฟได้และบอกว่าจุดใดเป็นจุดยอดคู่หรือจุดยอดคี่
7. นำความรู้ในทฤษฎีบทที่ 1 ไปใช้แก้ปัญหาบางประการได้
8. นำความรู้ในทฤษฎีบทที่ 2 ไปใช้แก้ปัญหาบางประการได้
9. หาแนวเดินและวงจรของกราฟใด ๆ ได้
10. บอกได้ว่ากราฟที่กำหนดให้เป็นกราฟเชื่อมโยงหรือไม่
11. บอกได้ว่ากราฟที่กำหนดให้เป็นกราฟออยเลอร์หรือไม่
12. หาวิธี วิธีที่สั้นที่สุดและวัฏจักรของกราฟใด ๆ ได้
13. หากกราฟย่อยและต้นไม้แผ่ทั่วของกราฟที่กำหนดให้ได้
14. หาด้านไม้แผ่ทั่วน้อยที่สุดของกราฟถ่วงน้ำหนักและนำไปใช้แก้ปัญหาบางประการได้

ตารางที่ 7 ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้

จุดประสงค์ ข้อที่	ข้อสอบ ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			ผลรวมของ คะแนน	IOC	ผลการ พิจารณา
คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3					
1	1	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
2	2	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
3	3	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
	4	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
4	5	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
5	6	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
6	7	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
	8	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
7	9	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
	10	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
8	11	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
	12	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
12	13	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
9	14	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
	15	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
11	16	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
12	17	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
10	18	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
11	19	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
	20	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
12	21	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
13	22	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
	23	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
14	24	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
	25	1	1	1	3	1	สอดคล้อง

เกณฑ์ : คัดเลือกข้อสอบที่มีดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป

ผลการหาค่าอำนาจจำแนกและค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

ตารางที่ 8 ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบ

ข้อที่	r	ข้อที่	r
1	0.27	14	0.44
2	0.45	15	0.39
3	0.24	16	0.32
4	0.25	17	0.23
5	0.46	18	0.48
6	0.25	19	0.28
7	0.27	20	0.44
8	0.29	21	0.41
9	0.24	22	0.47
10	0.44	23	0.36
11	0.39	24	0.22
12	0.29	25	0.26
13	0.39		

เกณฑ์ : คัดเลือกข้อที่มีค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ .20 ขึ้นไป

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบตามวิธีของโลเวทท์

$$\text{สูตร } r_{cc} = 1 - \frac{K \sum X - \sum X^2}{(K-1) \sum (X-C)^2}$$

$$\begin{aligned}
 \text{คำนวณ } r_{cc} &= 1 - \frac{25(1401) - 22149}{(25-1)(2623)} \\
 &= 1 - \frac{35025 - 22149}{24(2623)} \\
 &= 1 - \frac{12876}{62952} \\
 &= 1 - 0.2045 \\
 &= 0.7955
 \end{aligned}$$

ผลการหาค่าอำนาจจำแนกและค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดเจตคติ

ตารางที่ 9 ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบวัดเจตคติ

ข้อที่	r	ข้อที่	r
1	0.23	16	0.19
2	0.11	17	0.12
3	0.29	18	0.09
4	0.10	19	0.07
5	0.21	20	0.16
6	0.23	21	0.16
7	0.16	22	0.12
8	0.29	23	0.12
9	0.30	24	0.08
10	0.25	25	0.19
11	0.30	26	0.21
12	0.27	27	0.10
13	0.20	28	0.18
14	0.15	29	0.17
15	0.10	30	0.12

เกณฑ์ : คัดเลือกข้อคำถามที่มีค่าอำนาจจำแนกมากกว่าศูนย์

หาความเชื่อมั่นของแบบวัดเจตคติด้วยวิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบัค

$$\text{สูตร} \quad \alpha = \left(\frac{N}{N-1} \right) \left(1 - \frac{\sum S_i^2}{S_t^2} \right)$$

$$\begin{aligned} \text{คำนวณ} \quad \alpha &= \left(\frac{200}{200-1} \right) \left(1 - \frac{8,2154}{477.2652} \right) \\ &= 0.9877 \end{aligned}$$

ภาคผนวก ค
ผลการทดสอบสมมติฐานในการวิจัย

การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และ 3

การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าสัดส่วนประชากรของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ซึ่งใช้ตัวสถิติ Z ทดสอบ (Z – Test for Population)

$$\text{สมมติฐานคือ } H_0 : P \leq 0.8$$

$$H_1 : P > 0.8$$

$$\alpha = .05$$

$$\text{ตัวสถิติทดสอบ } Z = \frac{\hat{p} - p_0}{\sqrt{\frac{p_0 q_0}{N}}} \quad \text{เมื่อ } q_0 = 1 - p_0$$

เมื่อ $\hat{p}$ แทน สัดส่วนของนักเรียนที่สอบผ่านเกณฑ์ของกลุ่มตัวอย่างในชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 2 ($\hat{p} = \frac{35}{38}$)

p_0 แทน สัดส่วนของนักเรียนที่สอบผ่านเกณฑ์ของประชากร ($p_0 = 0.8$)

N แทน จำนวนคนของกลุ่มตัวอย่างในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 38 คน ($N = 38$)

$$\text{แทนค่า } Z = \frac{\frac{35}{38} - 0.8}{\sqrt{\frac{0.8 \times (1 - 0.8)}{38}}}$$

$$= 1.87$$

$$Z_{0.05} = 1.645$$

$$\text{ซึ่ง } Z > Z_{0.05}$$

ดังนั้นปฏิเสธ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ .05

แสดงว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สอบผ่านเกณฑ์ร้อยละ 50 เรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้น เป็น
จำนวนมากกว่าร้อยละ 80 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ที่ระดับนัยสำคัญ .05

การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าสัดส่วนประชากรของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
ซึ่งใช้สถิติ Z ทดสอบ (Z – Test for Population)

$$\text{สมมติฐานคือ } H_0 : P \leq 0.8$$

$$H_1 : P > 0.8$$

$$\alpha = .05$$

$$\text{ตัวสถิติทดสอบ } Z = \frac{\hat{p} - p_0}{\sqrt{\frac{p_0 q_0}{N}}} \quad \text{เมื่อ } q_0 = 1 - p_0$$

เมื่อ $\hat{p}$ แทน สัดส่วนของนักเรียนที่สอบผ่านเกณฑ์ของกลุ่มตัวอย่างในชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 3 ($\hat{p} = \frac{36}{39}$)

p_0 แทน สัดส่วนของนักเรียนที่สอบผ่านเกณฑ์ของประชากร ($p_0 = 0.8$)

N แทน จำนวนคนของกลุ่มตัวอย่างในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 39 คน ($N = 39$)

$$\text{แทนค่า } Z = \frac{\frac{36}{39} - 0.8}{\sqrt{\frac{0.8 \times (1 - 0.8)}{39}}}$$

$$= 1.92$$

$$Z_{0.05} = 1.645$$

$$\text{ซึ่ง } Z > Z_{0.05}$$

ดังนั้นปฏิเสธ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ .05

แสดงว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สอบผ่านเกณฑ์ร้อยละ 50 เรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้น เป็น
จำนวนมากกว่าร้อยละ 80 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ที่ระดับนัยสำคัญ .05

การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับเจตคติของนักเรียนที่มีต่อคณิตศาสตร์เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และ 3

การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าสัดส่วนประชากรของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ซึ่งใช้สถิติ Z ทดสอบ (Z – Test for Population)

สมมติฐานคือ $H_0 : P \leq 0.75$

$H_1 : P > 0.75$

$\alpha = .05$

$$\text{ตัวสถิติทดสอบ } Z = \frac{\hat{p} - p_0}{\sqrt{\frac{p_0 q_0}{N}}} \quad \text{เมื่อ } q_0 = 1 - p_0$$

เมื่อ $\hat{p}$ แทน สัดส่วนของนักเรียนที่สอบผ่านเกณฑ์ของกลุ่มตัวอย่างในชั้น

มัธยมศึกษาปีที่ 2 ($\hat{p} = \frac{37}{38}$)

p_0 แทน สัดส่วนของนักเรียนที่สอบผ่านเกณฑ์ของประชากร ($p_0 = 0.75$)

N แทน จำนวนคนของกลุ่มตัวอย่างในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 38 คน ($N = 38$)

$$\text{แทนค่า } Z = \frac{\frac{37}{38} - 0.75}{\sqrt{\frac{0.75 \times (1 - 0.75)}{38}}}$$

$$= 3.18$$

$$Z_{0.05} = 1.645$$

ซึ่ง $Z > Z_{0.05}$

ดังนั้นปฏิเสธ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ .05

แสดงว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนเรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้น มีเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์เรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้นได้คะแนนเจตคติเฉลี่ยตั้งแต่ 3.5 ขึ้นไปมากกว่าร้อยละ 75 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าสัดส่วนประชากรของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ซึ่งใช้ตัวสถิติ Z ทดสอบ (Z – Test for Population)

$$\text{สมมติฐานคือ } H_0 : P \leq 0.75$$

$$H_1 : P > 0.75$$

$$\alpha = .05$$

$$\text{ตัวสถิติทดสอบ } Z = \frac{\hat{p} - p_0}{\sqrt{\frac{p_0 q_0}{N}}} \quad \text{เมื่อ } q_0 = 1 - p_0$$

เมื่อ $\hat{p}$ แทน สัดส่วนของนักเรียนที่สอบผ่านเกณฑ์ของกลุ่มตัวอย่างในชั้น

$$\text{มัธยมศึกษาปีที่ 3 } (\hat{p} = \frac{36}{39})$$

p_0 แทน สัดส่วนของนักเรียนที่สอบผ่านเกณฑ์ของประชากร ($p_0 = 0.75$)

N แทน จำนวนคนของกลุ่มตัวอย่างในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 38 คน ($N = 39$)

$$\text{แทนค่า } Z = \frac{\frac{36}{39} - 0.75}{\sqrt{\frac{0.75 \times (1 - 0.75)}{39}}}$$

$$= 2.49$$

$$Z_{0.05} = 1.645$$

$$\text{ซึ่ง } Z > Z_{0.05}$$

ดังนั้นปฏิเสธ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ .05

แสดงว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนเรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้น มีเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์เรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้นได้คะแนนเจตคติเฉลี่ยตั้งแต่ 3.5 ขึ้นไปมากกว่าร้อยละ 75 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ภาคผนวก ง

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือ

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือ

- | | |
|-----------------------|--|
| 1. ดร.พรเจริญ บัวพุ่ม | ผู้ทรงคุณวุฒิในการสอบวิทยานิพนธ์
มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ |
| 2. นางเรณู วงษ์ชุ่ม | ข้าราชการบำนาญ (ครูชำนาญการพิเศษ อันดับ ค.ศ. 3
ครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ โรงเรียนสิงห์บุรี) |
| 3. นางสมศรี นุชบงค์ | ครูชำนาญการพิเศษ อันดับ ค.ศ. 3
ครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ โรงเรียนบางระจันวิทยา |