16. ซื้อก๋วยเตี๋ยวเส้นใหญ่ 1.2 กก. ซื้อเส้นเล็ก 1.5 กก. ซื้อผัก 1.3 กก. ซื้อเนื้อ 0.7 กก. รวมซื้อของมาทั้งหมดกี่ กก.

<u>วิธีทำ</u>

ซื้อก๋วยเตี๋ยวเส้นใหญ่	1.2	กก.
ซื้อเส้นเล็ก	1.5	กก.
ซื้อผัก	1.3	กก.
ซื้อเนื้อ	0.7	กก.

ดังนั้นรวมซื้อของมาทั้งหมด = 1.2 + 1.5 + 1.3 + 0.7 = ☐ กก.

<u>วิธีคิด</u>

ซื้อก๋วยเตี๋ยวเส้นใหญ่	1.2	กก.
ซื้อเส้นเล็ก	1.5 +	กก.
ซื้อผัก	1.3 +	กก.
ซื้อเนื้อ	<u>0.7</u> +	กก.
ดังนั้นรวมซื้อของมาทั้งหมด	<u>4.7</u>	กก.

17. แม่สุนัขตัวหนึ่งออกลูกมา 5 ตัว เจ้าของชั่งน้ำหนักไว้ เลี้ยงต่อมาอีกเดือนหนึ่ง ชั่งน้ำหนักได้ดังตารางนี้

ตัวที่	1	2	3	4	5
แรกเกิด	0.4 กก.	0.5 กก.	0.3 กก.	0.4 กก.	0.6 กก.
ครบเดือน	0.9 กก.	0.7 กก.	0.6 กก.	0.7 กก.	0.8 กก.
วิธีทำหาน้ำหนักที่เพิ่มโดยเอาน้ำหนักที่ครบเดือน ลบ น้ำหนักแรกเกิด					
น้ำหนักเพิ่ม	0.5 กก.	0.2 กก.	0.3 กก.	0.3 กก.	0.2 กก.

ตอบคำถาม

(1) ลูกสุนัขตัวใดน้ำหนักเพิ่มขึ้นมากที่สุด

<u>ตอบ</u> ตัวที่ 1 (เพิ่มขึ้น 0.5 กก.)

(2) ลูกสุนัขตัวที่ 3 น้ำหนักเพิ่มขึ้นเท่าใด

ตอบ เพิ่มขึ้น 0.3 กก.

(3) ลูกสุนัขตัวใดน้ำหนักเพิ่มเท่ากันบ้าง

ตอบ ลูกสุนัขตัวที่ 2 กับ ตัวที่ 5 และลูกสุนัขตัวที่ 3 กับตัวที่ 4

(4) ขณะนี้ลูกสุนัขตัวใดมีน้ำหนักเท่ากันบ้าง

ตอบ ลูกสุนัขตัวที่ 2 กับตัวที่ 4

(5) น้ำหนักของลูกสุนัขตัวที่ 1 และตัวที่ 5 เพิ่มขึ้นต่างกันเท่าใด

ตอบ 0.3 กก.

วิธีคิด

น้ำหนักลูกสุนัขตัวที่ 1 เพิ่มขึ้น	0.5	กก.
น้ำหนักลูกสุนัขตัวที่ 5 เพิ่มขึ้น	0.2	กก.
น้ำหนักลูกสุนัขตัวที่ 1 และ 5 เพิ่มต่างกัน	0.3	กก.

18. แม่ซื้อปลากระป๋อง 2 กระป๋อง หนักกระป๋องละ 300 กรัม และซื้อน้ำตาลอีกครึ่งกิโลกรัม ของทั้งหมดหนักรวมกันเท่าใด

วิธีทำ

แม่ซื้อปลากระป๋องหนักกระป๋องละ	300	ก.
แม่ซื้อปลากระป๋อง	2	กระป๋อง
ซื้อน้ำตาลอีก	ครึ่ง	กก.

ของทั้งหมดหนักรวมกัน = (300ก. x 2 กระป๋อง) + ครึ่งกก. = □

วิธีคิด

แม่ซื้อปลากระป๋องหนักกระป๋องละ	300	ก.
ซื้อมา	× 2	กระป๋อง
รวมน้ำหนักปลากระป๋องเท่ากับ	600	ก.

ซื้อน้ำตาลอีกครึ่งกก. (ทำให้เป็น ก.)

1 กก. = 1,000 ก.

ครึ่ง กก. = 1,000 ÷ 2 = 500 ก.

ดังนั้นของทั้งหมดหนักรวมกัน = 600 + 500 = 1,100 ก.

ทำให้เป็นกิโลกรัมต่อจะได้

1,000 ก. = 1 กก.

1,100 ก. = 1,100 ÷ 1,000 = 1 กก.100 ก.

ของทั้งหมดหนักเท่ากับ 1 กิโลกรัม 100 กรัม

19. ขายหมูไป 2 ตัว ตัวที่หนึ่งหนัก 102 กก. 800 ก ตัวที่สองหนัก 130 กก. 400 ก. หมูตัวที่สองหนักกว่าตัวแรกเท่าใด

<u>วิธีทา</u>

หมูตัวแรกหนัก	102 กก.	800 ก.
หมูตัวที่สองหนัก	130 กก.	400 ก.

หมูตัวที่สองหนักกว่าตัวแรก = 130 กก.400 ก. - 102 กก. 800 ก.= □

<u>วิธีคิด</u>

	กก.	ก.
หมูตัวที่สองหนัก	130	400
หมูตัวแรกหนัก	102	800
หมูตัวที่สองหนักกว่าหมูตัวแรก	27	600

(400 ก. ลบ 800 ก. ไม่ได้ จึงกระจาย 130 กก. มา 1 กก. ได้ 1,000 ก. รวมกับ 400 ก. ได้ 1,400 ก. ลบ 800 ก. เหลือ 600 ก.)

แบบสำรวจความถูกต้องในการทำแบบฝึกหัด

กลุ่มที่_____ (_____)

เครื่องหมาย ✓ หมายถึง นักเรียนตรวจแบบฝึกหัดของตนเองถูกต้อง
เครื่องหมาย ✗ หมายถึง นักเรียนตรวจแบบฝึกหัดของตนเองผิด

ข้อ / ที่	1					2					3	4	5	6
	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5				
1														
2														
3														
4														
5														
6														
.														
.														
.														
25														
26														
27														
28														
29														
30														

ข้อ / ที่	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1													
2													
3													
4													
5													
6													
.													
.													
.													
25													
26													
27													
28													
29													
30													

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

เรื่อง การชั่ง ชั้น ประถมศึกษาปีที่ 3

<u>คำชี้แจง</u>

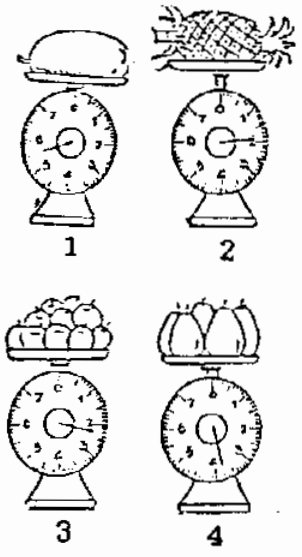
1. แบบทดสอบมีทั้งหมด 20 ข้อ ให้เวลาทำ 20 นาที ให้นักเรียนทำด้วยความตั้งใจ รอบคอบ และควรทำทุกข้อ

2. แบบทดสอบเป็นแบบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว แล้วทำเครื่องหมายกากบาท (X) ลงในช่องสี่เหลี่ยม ☐ ในกระดาษคำตอบ ให้ตรงกับข้อที่นักเรียนเลือก

3. ถ้านักเรียนตอบคำถามไปแล้วแต่ต้องการเปลี่ยนคำตอบใหม่ ให้นักเรียนลบออกหรือทำเครื่องหมาย ⋊ เสียก่อน แล้วจึงขีดคำตอบใหม่

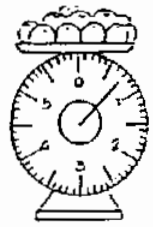
4. ให้นักเรียนเปิดหน้าต่อ ๆ ไป ดูว่ามีครบทุกหน้าหรือไม่

รูปต่อไปนี้ใช้ตอบคำถามข้อ 1 และ 2

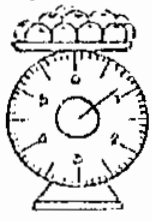


1. ของบนเครื่องชั่งรูปใดที่หนัก 2 กิโลกรัม 3 ขีด
   - ก. รูปที่ 1
   - ข. รูปที่ 2
   - ค. รูปที่ 3
   - ง. รูปที่ 4
2. ของบนเครื่องชั่งรูปใดมีน้ำหนักมากที่สุด ?
   - ก. รูปที่ 1
   - ข. รูปที่ 2
   - ค. รูปที่ 3
   - ง. รูปที่ 4

รูปต่อไปนี้ใช้ตอบคำถามข้อ 3



3. ของบนเครื่องชั่งมีน้ำหนักเท่าใด?
   - ก. 6 ขีด
   - ข. 700 กรัม
   - ค. 1 กิโลกรัม
   - ง. ครึ่ง กิโลกรัม
4. สมศรีซื้อส้ม 1 กิโลกรัม แม่ค้าชั่งให้โดยเข็มชั่งชี้ดังในภาพข้างล่าง แสดงว่าแม่ค้าชั่งส้มให้สมศรีขาดไปเท่าไร ?



   - ก. 1 ขีด
   - ข. 2 ขีด
   - ค. 150 กรัม
   - ง. 300 กรัม

5. จากข้อ 4 ถ้าส้มราคากิโลกรัมละ 10 บาท สมศรีซื้อส้มจริง ๆ คิดเป็นเงินกี่บาท ?

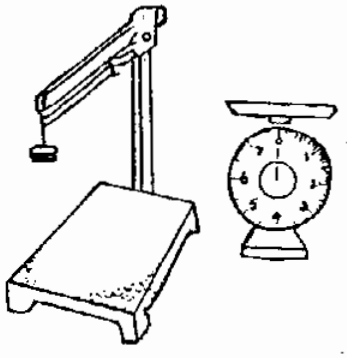
   ก. 7 บาท

   ข. 8 บาท

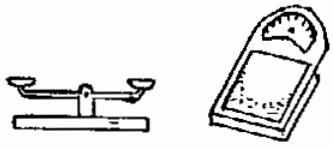
   ค. 9 บาท

   ง. 10 บาท

รูปต่อไปนี้ใช้ตอบคำถามข้อ 6



1 2



3 4

6. ถ้าต้องการชั่งข้าวสาร 1 กระสอบ ควรใช้เครื่องชั่งแบบใด ?

   ก. แบบที่ 1

   ข. แบบที่ 2

   ค. แบบที่ 3

   ง. แบบที่ 4

7. สมศรีเรียนอยู่ชั้น ป. 3 จำได้ว่าตนเองหนัก 28 ...แต่จำไม่ได้ว่าหน่วยที่ใช้ข้างหลังเป็นอะไร จงช่วยสมศรีคิดว่าหน่วยนั้นคืออะไร?

   ก. ขีด

   ข. กรัม

   ค. เมตร

   ง. กิโลกรัม

8. ซื้อไก่ 2 ตัว ตัวแรกหนัก 2.6 กิโลกรัม ตัวที่สองหนัก 2.8 กิโลกรัม ไก่ 2 ตัวรวมกันหนักเท่าใด ?

   ก. 5 กก. 400 ก.

   ข. 5 กก. 800 ก.

   ค. 4 กก. 400 ก.

   ง. 4 กก. 800 ก.

9. น้ำยาล้างจานขวดหนึ่งบอกน้ำหนักสุทธิ 500 กรัม แสดงว่ามีน้ำหนักกี่ขีด ?

   ก. 2 ขีด

   ข. 3 ขีด

   ค. 4 ขีด

   ง. 5 ขีด

10. เอาผลไม้ใส่เข่งแล้วนำไปชั่ง ปรากฏว่าหนัก 20.5 กก. ถ้าเข่งหนัก 1.7 กก. ผลไม้หนักจริงเท่าไร ?

    ก. 18 กก. 200 ก.
    ข. 18 กก. 800 ก.
    ค. 19 กก. 200 ก.
    ง. 19 กก. 800 ก.

11. ส้มราคากิโลกรัมละ 7 บาท ลางสาดกิโลกรัมละ 5 บาท สุภาซื้อส้ม 1 กิโลกรัมครึ่ง ลางสาดอีก 2 กิโลกรัม สุภาต้องจ่ายเงินเท่าไร?

    ก. 3.50 บาท
    ข. 12.00 บาท
    ค. 17.00 บาท
    ง. 20.50 บาท

12. ลูกวัวตัวหนึ่งหนัก 9,700 กรัม ลูกแพะตัวหนึ่งหนัก 3,200 กรัม ลูกวัวหนักกว่าลูกแพะเท่าไร ?

    ก. 6 กิโลกรัม 50 กรัม
    ข. 6 กิโลกรัม 60 กรัม
    ค. 6 กิโลกรัม 500 กรัม
    ง. 6 กิโลกรัม 600 กรัม

13. แม่ค้าต้องการชั่งผักกาดขาว 2 กิโลกรัมครึ่ง แต่เมื่อชั่งแล้วหนัก 2 กิโลกรัม 9 ขีด แม่ค้าจะต้องหยิบผักออกเท่าไร ?

    ก. 4 ขีด
    ข. 5 ขีด
    ค. 6 ขีด
    ง. 7 ขีด

14. หนังสือพิมพ์ลงข่าวว่า ส้มโอผลที่ชนะการประกวดหนัก 500... แต่หน่วยข้างหลังนั้นพิมพ์ไม่ชัด นักเรียนจงคะเนว่า ส้มโอนั้นจะหนักเท่าไร ?

    ก. ขีด
    ข. กรัม
    ค. เมตร
    ง. กิโลกรัม

15. ชาลีหนัก 25 กิโลกรัม สุดาหนัก 27 กิโลกรัม 500 กรัม ชาลีจะต้องเพิ่มน้ำหนักอีกเท่าไรจึงจะหนักเท่าสุดา ?

    ก. 2 กิโลกรัม 50 กรัม
    ข. 2 กิโลกรัม 500 กรัม
    ค. 3 กิโลกรัม 50 กรัม
    ง. 3 กิโลกรัม 500 กรัม

16. ปลาตัวแรกหนัก 6 ขีด ตัวที่สองหนัก 800 กรัม ตัวที่สามหนักครึ่งกิโลกรัม ตัวที่สี่หนัก 1 กิโลกรัม ปลาตัวใดหนักที่สุด ?

ก. ตัวที่ 1

ข. ตัวที่ 2

ค. ตัวที่ 3

ง. ตัวที่ 4

17. นมกระป๋องหนึ่งหนัก 350 กรัม ถ้าซื้อ 5 กระป๋อง จะหนักเท่าไร?

ก. 1 กิโลกรัม 5 ขีด

ข. 1 กิโลกรัม 8 ขีด

ค. 1 กิโลกรัม 650 กรัม

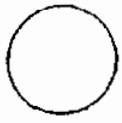
ง. 1 กิโลกรัม 750 กรัม

รูปต่อไปนี้ใช้ตอบคำถามข้อ 18

6 กก. 200 ก.

3 กก. 300 ก.

2 กก. 200 ก.



100 ก.

18. ของทั้งหมดหนักรวมกันเท่าไร ?

ก. 9 กิโลกรัม 900 กรัม

ข. 10 กิโลกรัม 400 กรัม

ค. 11 กิโลกรัม 800 กรัม

ง. 12 กิโลกรัม 100 กรัม

ตารางต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 19-20

ชื่อ	สุกรี	สมาน	รอเชะ	ฮาสนะ
คะเน	25 กก.	29 กก.	23 กก.	20 กก.
ชั่งจริง	24 กก.300 ก.	30 กก.500 ก.	23 กก.200 ก.	22 กก.500 ก.

19. คะเนน้ำหนักของใครผิดมากที่สุด ?
    ก. สุกรี
    ข. สมาน
    ค. รอเชะ
    ง. ฮาสนะ

20. คะเนน้ำหนักของใครได้ใกล้เคียงกับน้ำหนักจริงมากที่สุด ?
    ก. สุกรี
    ข. สมาน
    ค. รอเชะ
    ง. ฮาสนะ

กระดาษคำตอบ

ชื่อ-นามสกุล .....

โรงเรียน .....

ข้อ	ก	ข	ค	ง
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

ข้อ	ก	ข	ค	ง
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				

ภาคผนวก 2
สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพของเครื่องมือ

1. หาค่าความยาก (Difficulty) คือ ค่า P และค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) คือ ค่า r ของแบบทดสอบที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลเป็นรายข้อ โดยใช้เทคนิค 27 % และใช้ตารางสำเร็จรูป จุง เตย์ ฟาน ดังที่ปรากฏในตาราง 12

ตาราง 12 ค่าความยาก (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

ข้อ	ค่าความยาก (P)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
1	.72	.80
2	.67	.70
3	.50	.59
4	.50	.59
5	.40	.21
6	.72	.80
7	.50	.59
8	.57	.63
9	.68	.72
10	.45	.31
11	.45	.31
12	.50	.59
13	.62	.62
14	.50	.59

ข้อ	ค่าความยาก (P)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
15	.50	.59
16	.57	.63
17	.38	.62
18	.39	.42
19	.67	.70
20	.24	.39

2. หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบ โดยใช้สูตร KR - 20 (Ebel, 1966 : 327)

$$r = \frac{K}{K-1}\left(1 - \frac{\Sigma pq}{S^2}\right)$$

เมื่อ r หมายถึง ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
K หมายถึง จำนวนข้อในแบบทดสอบ
p หมายถึง สัดส่วนของผู้ที่ตอบถูก
q หมายถึง สัดส่วนของผู้ที่ตอบผิด
S^2 หมายถึง ความแปรปรวนของคะแนนรวมทั้งหมด

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

$$K = 20$$
$$S^2 = 29.837$$
$$pq = 4.494$$

แทนค่าสูตร

$$r = \frac{20}{20-1}\left(1 - \frac{4.494}{29.837}\right)$$

ดังนั้น ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบมีค่าเท่ากับ .894

ภาคผนวก 3

คะแนนที่ได้จากการทดลองและสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. คะแนนที่ได้จากการทดลอง

ตาราง 13 คะแนนที่ได้จากการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

a_1			a_2		
b_1	b_2	b_3	b_1	b_2	b_3
13	19	17	16	12	8
15	16	15	11	10	9
17	13	13	12	11	7
16	12	13	8	4	8
16	9	11	13	7	4
15	16	15	15	6	7
13	17	13	13	5	5
15	13	12	11	9	7
13	15	11	12	13	4
13	10	10	12	11	5
13	17	13	11	8	5
15	16	15	12	11	9
17	16	13	5	7	7
12	17	12	7	7	9
13	15	15	11	10	5
16	17	11	12	12	8
15	16	16	11	11	5

	a_1			a_2		
	b_1	b_2	b_3	b_1	b_2	b_3
	15	15	13	9	10	9
	13	17	12	7	12	4
	9	19	10	9	6	8
	13	16	12	10	10	9
	13	13	11	8	5	2
	15	17	12	12	8	10
	11	10	9	11	11	12
	10	11	13	10	10	11
	13	19	12	9	8	7
	16	15	14	11	10	10
	17	16	12	7	9	5
	10	13	9	16	11	8
	13	16	15	7	9	9
n	30	30	30	30	30	30
Σx	415	451	379	318	273	216
Σx^2	5871	6987	4903	3578	2647	1718
$\bar{x}$	13.833	15.033	12.633	10.600	9.100	7.200
SD	2.119	2.671	1.991	2.673	2.369	2.369
SD^2	4.490	7.134	3.964	7.145	5.612	5.612

2. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติต่าง ๆ ดังนี้

2.1 หาค่ามัชฌิมเลขคณิต ($\overline{X}$)

สูตร (Ferguson, 1981 : 49)

$$\overline{X} = \frac{\sum X}{N}$$

เมื่อ $\overline{X}$ หมายถึง ค่ามัชฌิมเลขคณิต

$\sum X$ หมายถึง ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N หมายถึง จำนวนนักเรียนทั้งหมด

2.2 หาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)

สูตร (Ferguson, 1981 : 49)

$$SD = \sqrt{\frac{N\sum X^2 - (\sum X)^2}{N\ (N-1)}}$$

เมื่อ SD หมายถึง ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\sum X^2$ หมายถึง ผลรวมกำลังสองของคะแนนแต่ละจำนวน

$(\sum X)^2$ หมายถึง ผลรวมของคะแนนแต่ละจำนวนยกกำลังสอง

N หมายถึง จำนวนนักเรียนทั้งหมด

2.3 วิเคราะห์ความเป็นเอกพันธ์ของความแปรปรวน ซึ่งเป็นการทดสอบข้อตกลงเบื้องต้นข้อหนึ่งของการใช้ ANOVA ก่อนที่จะนำไปใช้ทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ ในที่นี้ใช้วิธีการทดสอบของฮาร์ทเล่ย์ (Hartley's Test) มีสูตรในการคำนวนดังนี้ (Winer, 1971 : 206)

$$F_{max} = \frac{S^2_{largest}}{S^2_{smallest}}$$

เมื่อ $S^2_{largest}$ หมายถึง ความแปรปรวนที่มีค่าสูงสุด

$S^2_{smallest}$ หมายถึง ความแปรปรวนที่มีค่าต่ำสุด

ผลการคำนวณจะได้

$S^2_1 = 4.490$

$S^2_2 = 7.134$

$S^2_3 = 3.964$

$S^2_4 = 7.145$

$S^2_5 = 5.612$

$S^2_6 = 5.612$

แทนค่าสูตร

$$F_{max} = \frac{7.145}{3.964}$$

$$= 1.802$$

จากตาราง C.7 (Winer, 1971 : 875)

$F_{max.05\ (6,29)} = 2.91$

2.4 วิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ 2 × 3 แฟคทอเรียลสุ่มสมบูรณ์โมเดลกำหนด โดยมีสัญลักษณ์และกระบวนการในการคำนวณดังนี้ (Kirk, 1968 : 174-176)

สัญลักษณ์ในการคำนวณ

$$\sum_{1}^{N} (ABS)^2 = [ABS]$$

$$(\sum_{1}^{N} ABS)^2/npq = [X]$$

$$\sum_{1}^{p} [(\sum_{1}^{q} A)^2/np] = [A]$$

$$\sum_{1}^{q} [(\sum_{1}^{p} B)^2/nq] = [B]$$

$$\sum_{1}^{p}\sum_{1}^{q} [(AB)^2/n] = [AB]$$

ตาราง 14 สูตรการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ 2 × 3 แฟคทอเรียล สุ่มสมบูรณ์โมเดลกำหนด

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F
A	SS_A	p-1	SS_A/df	$MS_A/MS_{w.cell}$
B	SS_B	q-1	SS_B/df	$MS_B/MS_{w.cell}$
AB	SS_{AB}	(p-1)(q-1)	SS_{AB}/df	$MS_{AB}/MS_{w.cell}$
W.cell	$SS_{w.cell}$	pq(n-1)	$SS_{w.cell}/df$	
total	SS_{total}	npq-1		

ขั้นตอนการคำนวณของคะแนนที่ได้จากผลการทดลองในตาราง 13 เพื่อนำค่าต่าง ๆ มาใส่ตามสูตร มีดังต่อไปนี้

ตาราง 15 ตารางสรุป AB

	b_1	b_2	b_3	รวม
a_1	415	451	379	1,245
a_2	318	273	216	807
รวม	733	724	595	2,052

การคำนวณ

$$\sum_{1}^{N}(ABS)^2 = [ABS]$$

$$= (13)^2 + (15)^2 \ldots + (8)^2 + (9)^2$$

$$= 25704.000$$

$$(\sum_{1}^{N} ABS)^2/npq = [X]$$

$$= (2,052)^2/(30)(2)(3)$$

$$= 23392.800$$

$$\sum_{1}^{p}[(\sum_{1}^{q} A)^2/np] = [A]$$

$$= 17222.500 + 7236.100$$

$$= 24458.600$$

$$\sum_{1}^{q}[(\sum_{1}^{p} B)^2/nq] = [B]$$

$$= 8954.817 + 8736.267 + 5900.417$$

$$= 23591.501$$

$$\sum_{1}^{pq}\sum_{1}[(AB)^2/n] = [AB]$$

$$= \{(415)^2/30\} + \ldots + \{(216)^2/30\}$$

$= 24719.199$

$SS_{total} = [ABS] - [X]$

$= 25704 - 23392.800$

$= 2311.200$

$SS_A = [A] - [X]$

$= 24458.600 - 23392.800$

$= 1065.800$

$SS_B = [B] - [X]$

$= 23591.501 - 23392.800$

$= 198.701$

$SS_{AB} = [AB] - [A] - [B] + [X]$

$= 24719.199 - 24458.600 - 23591.501 + 23392.800$

$= 61.898$

$SS_{w.cell} = [ABS] - [AB]$

$= 25704 - 24719.199 = 984.801$

แทนค่าต่าง ๆ ในตาราง 14 ได้ดังนี้

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F
A	1,065.800	1	1,065.800	188.304**
B	198.701	2	99.351	17.553**
AB	61.898	2	30.949	5.468**
W.cell	984.801	174	5.660	
total	2,311.200	179		

** P < .01

2.5 การเปรียบเทียบพหุคูณ (Multiple Comparison) หลังวิเคราะห์ความแปรปรวน พบว่าการวิเคราะห์ความแปรปรวนของตัวแปรหลักแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ผู้วิจัยจึงทำการเปรียบเทียบพหุคูณต่อ เพื่อดูว่าระดับของตัวแปรหลักคู่ใดบ้างที่แตกต่างกัน โดยใช้วิธี HSD ของทูกี้ย์ (Tukey) สูตรในการคำนวณ (Kirk, 1968 : 88)

$$HSD = q_{\alpha,\nu}\sqrt{\frac{MS_e}{n}}$$

เมื่อ q หมายถึง ค่าจากการแจกแจงของสติวเดนไทซ์เรนจ์ (Studentized range)

α หมายถึง ระดับนัยสำคัญทางสถิติ

ν หมายถึง ชั้นแห่งความเป็นอิสระของ MS_e และจำนวนระดับในการทดลอง

MS_e หมายถึง ค่าเฉลี่ยของผลบวกกำลังสองของความคลาดเคลื่อน

n หมายถึง จำนวนตัวอย่างในแต่ละระดับการทดลอง

การเปรียบเทียบพหุคูณของวิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับทั้ง 3 วิธี มีดังนี้

ขั้นที่ 1 เรียงค่าเฉลี่ยทั้งหมดจากมากไปหาน้อย

$\overline{X}_1 = 12.217$

$\overline{X}_2 = 12.067$

$\overline{X}_3 = 9.917$

ขั้นที่ 2 แทนค่าสูตรและหาค่า q จากตารางสติวเดนไทซ์เรนจ์ตามระดับนัยสำคัญ

$$\sqrt{\frac{MS_e}{n}} = \sqrt{\frac{6.976}{60}} = 0.341$$

จากตาราง D.7 (Kirk, 1968 : 531)

$$HSD = q_{.01(3,174)}\sqrt{\frac{MS_e}{n}}$$

$$= (4.12)(.341) = 1.405$$

$$HSD = q_{.05(3,174)}\sqrt{\frac{MS_e}{n}}$$

$$= (3.31)(.341) = 1.129$$

ขั้นที่ 3 เรียงค่าเฉลี่ยจากมากไปหาน้อย โดยทำเป็นตารางสองทางแบบเมตริกซ์และหาผลต่างของค่าเฉลี่ยแต่ละคู่ในตาราง

	$\bar{X}_1 = 12.217$	$\bar{X}_2 = 12.067$	$\bar{X}_3 = 9.917$
$\bar{X}_1 = 12.217$	-	0.150	2.300**
$\bar{X}_2 = 12.067$		-	2.150**
$\bar{X}_3 = 9.917$			-

**p < .01

2.6 การทดสอบผลการทดลองรอง (Simple Main Effect Test) ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่ากิริยาร่วมมีนัยสำคัญ จึงทดสอบผลการทดลองรองต่อโดยใช้สูตรดังนี้ (Kirk, 1968 : 178-181)

$$SS_{A \text{ at } b1} = \sum_{1}^{p}[(AB_{i1})^2/n] - (\sum_{1}^{p} B_{i1})^2/np$$

$$SS_{A \text{ at } b2} = \sum_{1}^{p}[(AB_{i2})^2/n] - (\sum_{1}^{p} B_{i2})^2/np$$

$$SS_{A \text{ at } b3} = \sum_{1}^{p}[(AB_{i3})^2/n] - (\sum_{1}^{p} B_{i3})^2/np$$

$$SS_{B \text{ at } a1} = \sum_{1}^{q}[(AB_{1j})^2/n] - (\sum_{1}^{q} A_{1j})^2/nq$$

$$SS_{B \text{ at } a2} = \sum_{1}^{q}[(AB_{2j})^2/n] - (\sum_{1}^{q} A_{2j})^2/nq$$

สัญลักษณ์ในการคำนวณ

$\sum_{1}^{p}(AB_{i1})^2$ หมายถึง ผลรวมของคะแนนแต่ละคะแนนยกกำลังสองของตัวแปร A และตัวแปร B ที่ระดับ b_1

$(\sum_{1}^{p} B_{i1})^2$ หมายถึง ผลรวมของคะแนนทั้งหมดของตัวแปร B ที่ระดับ b_1 ยกกำลังสอง

$\sum_{1}^{p}(AB_{i2})^2$ หมายถึง ผลรวมของคะแนนแต่ละคะแนนยกกำลังสองของตัวแปร A และ B ที่ระดับ b_2

$(\sum_{1}^{p} B_{i2})^2$ หมายถึง ผลรวมของคะแนนทั้งหมดของตัวแปร B ที่ระดับ b_2 ยกกำลังสอง

$\sum_{1}^{p}(AB_{i3})^2$ หมายถึง ผลรวมของคะแนนแต่ละคะแนนยกกำลังสองของตัวแปร A และตัวแปร B ที่ระดับ b_3

$(\sum_{1}^{p} B_{i3})^2$ หมายถึง ผลรวมของคะแนนทั้งหมดของตัวแปร B ที่ระดับ b_3 ยกกำลังสอง

$\sum_{1}^{q}(AB_{1j})^2$ หมายถึง ผลรวมของคะแนนแต่ละคะแนนยกกำลังสองของตัวแปร A และตัวแปร B ที่ระดับ a_1

$(\sum_{1}^{q} A_{1j})^2$ หมายถึง ผลรวมของคะแนนทั้งหมดของตัวแปร A ที่ระดับ a_1 ยกกำลังสอง

$\sum_{1}^{q}(AB_{2j})^2$ หมายถึง ผลรวมของคะแนนแต่ละคะแนนยกกำลังสองของตัวแปร A และตัวแปร B ที่ระดับ a_2

$(\sum_{1}^{q} A_{2j})^2$ หมายถึง ผลรวมของคะแนนทั้งหมดของตัวแปร A ที่ระดับ a_2 ยกกำลังสอง

ผลการคำนวณ

จากข้อมูลตาราง 15 (ตารางสรุป AB)

$$SS_{A \text{ at } b_1} = \sum_{1}^{p}[(AB_{i1})^2/n] - (\sum_{1}^{p} B_{i1})^2/np = 156.816$$

$$SS_{A \text{ at } b_2} = \sum_{1}^{p}[(AB_{i2})^2/n] - (\sum_{1}^{p} B_{i2})^2/np = 552.181$$

$$SS_{A \text{ at } b_3} = \sum_{1}^{p}[(AB_{i3})^2/n] - (\sum_{1}^{p} B_{i3})^2/np = 442.816$$

$$SS_{B \text{ at } a_1} = \sum_{1}^{q}[(AB_{1j})^2/n] - (\sum_{1}^{q} A_{1j})^2/nq = 86.400$$

$$SS_{B \text{ at } a_2} = \sum_{1}^{q}[(AB_{2j})^2/n] - (\sum_{1}^{q} A_{2j})^2/nq = 174.200$$

ตาราง 16 ผลการทดสอบผลการทดลองรอง

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F
A	1,065.800	1	1,065.800	188.304**
A at b_1	156.816	1	156.816	27.706**
A at b_2	552.181	1	552.181	97.558**
A at b_3	442.816	1	442.816	78.236**
B	198.701	2	99.351	17.553**
B at a_1	86.400	2	43.200	7.633**
B at a_2	174.200	2	87.100	15.389**
AB	61.898	2	30.949	5.468**
W.cell	984.801	174	5.660	
total	2,540.200	179		

** P < .01

ผลการวิเคราะห์พบว่า A at b_1, A at b_2, A at b_3, B at a_1 และ B at a_2 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ตัวแปร B at a_1 และ B at a_2 มี 3 ระดับ ดังนั้นจึงเปรียบเทียบพหุคูณเพื่อดูว่าที่ระดับใดของตัวแปร B ต่างกันที่ a_1 และระดับใดของตัวแปร B ต่างกันที่ a_2 โดยใช้ HSD ของทูกี้ย์ (Tukey)(Kirk, 1968 : 88)

$$HSD = q_{\alpha,\nu}\sqrt{\frac{MS_e}{n}}$$

เมื่อ q หมายถึง ค่าจากการแจกแจงของสติวเดนไทซ์เรนจ์ (Studentized range)

α หมายถึง ระดับนัยสำคัญทางสถิติ

ν หมายถึง ชั้นแห่งความเป็นอิสระของ MS_e และจำนวนระดับในการทดลอง

MS_e หมายถึง ค่าเฉลี่ยของผลบวกกำลังสองของความคลาดเคลื่อน

n หมายถึง จำนวนตัวอย่างในแต่ละระดับการทดลอง

ค่าจากตาราง D.7 (Kirk, 1968 : 531)

$$HSD = q_{.01\,(3,174)}\sqrt{\frac{MS_e}{n}} = (4.12)(.341) = 1.405$$

$$HSD = q_{.05\,(3,174)}\sqrt{\frac{MS_e}{n}} = (3.31)(.341) = 1.129$$

ผลการเปรียบเทียบพหุคูณระหว่างวิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับที่ระดับของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง

	$\overline{AB}_{12}$=15.033	$\overline{AB}_{11}$=12.833	$\overline{AB}_{13}$=12.633
B at a_1			
$\overline{AB}_{12}$=15.033	-	2.200**	2.400**
$\overline{AB}_{11}$=12.833		-	0.200
$\overline{AB}_{13}$=12.633			-

** p < .01

ผลการเปรียบเทียบพหุคูณระหว่างวิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับที่ระดับของนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ

	$\overline{AB}_{21}$=10.600	$\overline{AB}_{22}$=9.100	$\overline{AB}_{23}$=7.200
B at a_2			
$\overline{AB}_{21}$ = 10.600	-	1.500**	3.400**
$\overline{AB}_{22}$ = 9.100		-	1.900**
$\overline{AB}_{23}$ = 7.200			-

** p < .01