ตาราง 26 (ต่อ)

ข้อ	ค่าความยาก (p)	ค่าอำนาจจำแนก (D)
21	.50	.58
22	.67	.58
23	.35	.29
24	.50	.33
25	.69	.29
26	.54	.25
27	.60	.21
28	.33	.25
29	.54	.25
30	.50	.50
31	.25	.33
32	.58	.25
33	.79	.29
34	.52	.21
35	.31	.46
36	.75	.50
37	.69	.38
38	.81	.21
39	.25	.25
40	.71	.42

1.2 หาค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์ - ริชาร์ดสัน

สูตร (Cronbach, 1990 : 204)

$$r_{tt} = \frac{k}{k-1}\left[1 - \frac{\Sigma pq}{S^2_t}\right]$$

เมื่อ r_{tt} แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

k แทน จำนวนข้อ

p แทน สัดส่วนของคนทำถูกในแต่ละข้อ

q แทน สัดส่วนของคนทำผิดในแต่ละข้อ

S^2_t แทน ค่าความแปรปรวนของคะแนนทั้งหมด

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

$\Sigma pq = 8.55$

$\Sigma x = 1099$

$\Sigma x^2 = 28301$

$N = 48$,$k = 40$

เมื่อ $S^2_t = \frac{N\Sigma x^2 - (\Sigma x)^2}{N^2}$

$= \frac{1358448-1207801}{2304}$

$= 65.38$

ดังนั้น

$r_{tt} = \frac{40}{39}\left[1 - \frac{8.55}{65.38}\right]$

$= .892$

∴ ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีค่า = .892

2. สถิติที่ใช้หาคุณภาพของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน

2.1 หาค่าอำนาจจำแนก โดยวิธีการของการแจกแจงที

สูตร (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2536 : 185 อ้างจาก Edwards, 1987 : 152-154)

$$t = \frac{\bar{X}_H - \bar{X}_L}{\sqrt{\frac{S^2_H}{n_H} + \frac{S^2_L}{n_L}}}$$

เมื่อ t แทน ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ

$\bar{X}_H$ แทน คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มสูง

$\bar{X}_L$ แทน คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มต่ำ

S^2_H แทน คะแนนความแปรปรวนของกลุ่มสูง

S^2_L แทน คะแนนความแปรปรวนของกลุ่มต่ำ

n_H แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มสูง

n_L แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มต่ำ

ตาราง 27 ค่าอำนาจจำแนก (t) ของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ฉบับที่ 1

ข้อ	กลุ่ม	น้ำหนักคะแนน					$\bar{X}$	S^2	t
		1	2	3	4	5			
1	สูง				1	11	4.92	0.08	3.85
	ต่ำ		4	3	1	4	3.42	1.72	
2	สูง				5	7	4.58	0.72	9.26
	ต่ำ		4	8			2.67	0.24	
3	สูง				1	11	4.92	0.08	7.43
	ต่ำ		2	10			2.83	0.15	
4	สูง				8	4	4.33	0.26	6.89
	ต่ำ		4	7	1		2.75	0.39	
5	สูง				8	4	4.33	0.24	4.06
	ต่ำ		3	4	5		3.17	0.67	
6	สูง					12	5.0	0	8.79
	ต่ำ		2	6	4		3.17	0.52	
7	สูง				2	10	4.83	0.15	6.88
	ต่ำ		1	6	5		3.33	0.42	
8	สูง				3	9	4.75	0.20	6.82
	ต่ำ		1	7	4		3.25	0.38	
9	สูง				6	6	4.50	0.27	6.55
	ต่ำ		2	8	2		3.00	0.36	
10	สูง				8	4	4.33	0.24	6.89
	ต่ำ		4	7	1		2.75	0.39	

ตาราง 28 ค่าอำนาจจำแนก (t) ของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ฉบับที่ 2

ข้อ	กลุ่ม	น้ำหนักคะแนน					$\bar{X}$	S^2	t
		1	2	3	4	5			
1	สูง					12	5.0	0	12.16
	ต่ำ	4	4	4			2.0	0.73	
2	สูง					12	5.0	0	11.26
	ต่ำ	1	6	4	1		2.42	0.63	
3	สูง					12	5.00	0	14.01
	ต่ำ	3	6	3			2.0	0.55	
4	สูง				2	10	4.83	0.15	9.99
	ต่ำ	3	4	5			2.17	0.70	
5	สูง				1	11	4.92	0.08	12.12
	ต่ำ	5	4	3			1.83	0.70	
6	สูง					12	5.0	0	12.91
	ต่ำ	1	4	7			2.50	0.45	
7	สูง					12	5.0	0	9.91
	ต่ำ	2	4	5	1		2.42	0.81	
8	สูง					12	5.00	0	25.47
	ต่ำ		1	11			2.92	0.08	
9	สูง				6	6	4.5	0.27	9.88
	ต่ำ	2	7	3			2.08	0.45	
10	สูง				8	4	4.33	0.24	10.05
	ต่ำ	3	7	2			1.92	0.45	

ตาราง 29 ค่าอำนาจจำแนก (t) ของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ฉบับที่ 3

ข้อ	กลุ่ม	น้ำหนักคะแนน					$\bar{X}$	S^2	t
		1	2	3	4	5			
1	สูง				3	9	4.75	0.21	6.03
	ต่ำ	2	2	5	3		2.75	1.11	
2	สูง				4	8	4.67	0.24	6.83
	ต่ำ		7	2	3		2.67	0.79	
3	สูง				4	8	4.67	0.24	9.30
	ต่ำ	5	3	4			1.92	0.81	
4	สูง				1	11	4.92	0.08	9.42
	ต่ำ	6	2	3	1		1.92	1.17	
5	สูง				1	11	4.92	0.08	10.05
	ต่ำ	5	4	2	1		1.92	0.99	
6	สูง				4	8	4.67	0.24	10.21
	ต่ำ	4	5	3			1.92	0.63	
7	สูง					12	5.0	0	13.67
	ต่ำ	2	4	6			2.33	0.61	
8	สูง				1	11	2.25	0.08	11.47
	ต่ำ	2	5	5	5		2.25	0.57	
9	สูง					12	5.00	0	9.56
	ต่ำ	2	3	6	1		2.5	0.82	
10	สูง				1	11	4.92	0.08	15.10
	ต่ำ		2	10			2.83	0.15	
11	สูง				5	7	4.58	0.27	9.79
	ต่ำ	7	2	3			1.67	0.79	
12	สูง				5	7	4.58	0.27	12.14
	ต่ำ	5	6	1			1.67	0.42	

ตาราง 30 ค่าอำนาจจำแนก (t) ของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ฉบับที่ 4

ข้อ	กลุ่ม	น้ำหนักคะแนน					$\bar{X}$	S^2	t
		1	2	3	4	5			
1	สูง					12	5.0	0	4.17
	ต่ำ	1	2	3	3	3	3.42	1.72	
2	สูง				1	11	4.92	0.08	4.67
	ต่ำ	2	1	3	5	1	3.17	1.61	
3	สูง					12	5.0	0	4.05
	ต่ำ		1	1	7	3	4.00	0.73	
4	สูง			1		11	4.83	0.33	7.83
	ต่ำ		1	9	2		3.08	0.27	
5	สูง					12	5.0	0	4.02
	ต่ำ		1		8	3	4.08	0.63	
6	สูง					12	5.0	0	8.12
	ต่ำ	1	1	7	3		3	0.73	
7	สูง			1		11	4.83	0.33	8.64
	ต่ำ		5	6	1		2.67	0.42	
8	สูง				2	10	4.83	0.15	9.08
	ต่ำ	3	5	3	1		2.17	0.88	
9	สูง					12	5.00	0	7.26
	ต่ำ	1	2	5	4		3.0	0.91	
10	สูง					12	5.0	0	7.12
	ต่ำ		1	2	9		3.67	0.42	
11	สูง				1	11	4.92	0.08	4.03
	ต่ำ		2	1	7	2	3.75	0.93	
12	สูง					12	5.0	0	6.13
	ต่ำ			1	9	2	4.08	0.27	
13	สูง					12	5.0	0	8.12
	ต่ำ	1	1	7	3		3.00	0.73	
14	สูง				1	11	4.92	0.08	6.76
	ต่ำ	1	1	6	4		3.08	0.81	

ตาราง 31 ค่าอำนาจจำแนก (t) ของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ฉบับที่ 5

ข้อ	กลุ่ม	น้ำหนักคะแนน					$\bar{X}$	S^2	t
		1	2	3	4	5			
1	สูง				1	11	4.92	0.08	6.41
	ต่ำ	5	1	4	1	1	2.33	1.88	
2	สูง					12	5.0	0	6.41
	ต่ำ	2	3	4	2	1	2.75	1.48	
3	สูง				1	11	4.92	0.08	7.39
	ต่ำ	1	3	5	3		2.83	0.88	
4	สูง				1	11	4.92	0.08	8.29
	ต่ำ	4	4	2	2		2.17	1.24	
5	สูง					12	5.0	0	7.96
	ต่ำ	4	4	3	1		2.36	1.32	
6	สูง					12	5.0	0	7.20
	ต่ำ	4	2	3	3		2.42	1.54	
7	สูง					12	5.0	0	5.39
	ต่ำ	1	1	4	5	1	3.33	1.15	
8	สูง					12	5.0	0	6.55
	ต่ำ		1	5	5	1	3.5	0.63	
9	สูง					12	5.00	0	6.19
	ต่ำ	3	2	4	2	1	2.67	1.70	
10	สูง					12	5.0	0	6.68
	ต่ำ		4	4	3	1	3.08	0.99	

ตาราง 32 ค่าอำนาจจำแนก (t) ของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ฉบับที่ 6

ข้อ	กลุ่ม	น้ำหนักคะแนน					$\bar{X}$	S^2	t
		1	2	3	4	5			
1	สูง				2	10	4.83	0.15	7.42
	ต่ำ	4	3	3	2		2.25	1.30	
2	สูง				3	9	4.75	0.20	5.76
	ต่ำ		3	6	2	1	3.08	0.81	
3	สูง				3	9	4.75	0.20	4.94
	ต่ำ	1	2	5	3	1	3.08	1.17	
4	สูง				2	10	4.83	0.15	5.68
	ต่ำ	1	2	4	5		3.08	0.99	
5	สูง				2	10	4.83	0.15	5.38
	ต่ำ	2	2	6	2	1	2.92	1.36	
6	สูง					12	5.0	0	6.66
	ต่ำ	1	3	5	2	1	2.92	1.17	
7	สูง					12	5.0	0	5.32
	ต่ำ	2	1	2	7		3.17	1.42	
8	สูง					12	5.0	0	5.50
	ต่ำ	1	1	2	8		3.42	0.99	
9	สูง				1	11	4.92	0.08	8.20
	ต่ำ	1	2	7	2		2.83	0.70	
10	สูง				1	11	4.92	0.08	5.70
	ต่ำ	1	2	5	3	1	3.08	1.17	
11	สูง				1	11	4.92	0.08	6.68
	ต่ำ	1	2	5	4		3.00	0.91	

หมายเหตุ $t \geq 1.76$

2.2 หาค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบัค

สูตร (Cronbach, 1990 : 204)

$$\alpha_k = \frac{k}{k-1}\left[1 - \frac{\sum S^2_i}{S^2_t}\right]$$

เมื่อ α_k แทน ค่าสัมประสิทธิ์ของความเชื่อมั่น

k แทน จำนวนข้อของเครื่องมือวัด

S^2_i แทน คะแนนความแปรปรวนเป็นรายชื่อ

S^2_t แทน คะแนนความแปรปรวนทั้งฉบับ

ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดฉบับที่ 1

$\sum S^2 i = 7.62$

$\sum X = 1820$

$\sum X^2 = 70906$

$N = 48$

$k = 10$

เมื่อ $S^2_t = \frac{N\sum X^2 - (\sum X)^2}{N^2}$

$= \frac{48(70906) - (1820)^2}{48^2}$

$= 39.53$

$\alpha_k = \frac{10}{9}\left[1 - \frac{7.62}{39.53}\right]$

$= .896$

... ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดฉบับที่ 1 มีค่า = .896

ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดฉบับที่ 2

$\Sigma S^2 i = 13.85$

$\Sigma X = 1786 \qquad \Sigma X^2 = 71550$

$N = 48 \qquad k = 10$

เมื่อ $S^2_t = \frac{N\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}{N^2}$

$= \frac{48(71550) - (1786)^2}{48^2}$

$= 106.16$

$\alpha_k = \frac{10}{9}\left[1 - \frac{13.85}{106.16}\right]$

$= .966$

∴ ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดฉบับที่ 2 มีค่า = .966

ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดฉบับที่ 3

$\Sigma S^2 i = 16.81$

$\Sigma X = 2071 \qquad \Sigma X^2 = 96786$

$N = 48 \qquad k = 12$

เมื่อ $S^2_t = \frac{N\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}{N^2}$

$= \frac{48(96786) - (2071)^2}{48^2}$

$= 154.81$

$\alpha_k = \frac{12}{11}\left[1 - \frac{16.81}{154.81}\right]$

$= .972$

∴ ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดฉบับที่ 3 มีค่า = .972

ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดฉบับที่ 4

$\Sigma S^2 i = 11.25$

$\Sigma X = 2813 \qquad \Sigma X^2 = 168994$

$N = 48 \qquad k = 14$

เมื่อ $S^2_t = \frac{N\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}{N^2}$

$= \frac{48(168994) - (2813)^2}{48^2}$

$= 86.26$

$\alpha_k = \frac{14}{13}\left[1 - \frac{11.25}{86.26}\right]$

$= .936$

∴ ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดฉบับที่ 4 มีค่า = .936

ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดฉบับที่ 5

$\Sigma S^2 i = 12.92$

$\Sigma X = 1927 \qquad \Sigma X^2 = 81371$

$N = 48 \qquad k = 10$

เมื่อ $S^2_t = \frac{N\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}{N^2}$

$= \frac{48(81371) - (1927)^2}{48^2}$

$= 83.54$

$\alpha_k = \frac{10}{9}\left[1 - \frac{12.92}{83.54}\right]$

$= .939$

∴ ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดฉบับที่ 5 มีค่า = .939

ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดฉบับที่ 6

$\Sigma S^2 i = 11.70$

$\Sigma X = 2126 \qquad \Sigma X^2 = 97584$

$N = 48 \qquad k = 11$

เมื่อ $S^2_t = \frac{N\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}{N^2}$

$= \frac{48(97584) - (2126)^2}{48^2}$

$= 71.25$

$\alpha_k = \frac{11}{10}\left[1 - \frac{11.70}{71.25}\right]$

$= .919$

... ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดฉบับที่ 6 มีค่า = .919

ภาคผนวก 9

ข้อมูลจากการทดลอง

1. คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ปรากฏดังตาราง

ตาราง 33 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

a_1		a_2		a_3		a_4
b_1	b_2	b_1	b_2	b_1	b_2	b_3
35	37	46	53	46	41	27
38	28	49	44	50	50	33
41	36	53	50	45	53	24
41	47	56	51	52	52	29
40	44	40	47	28	40	34
36	44	44	44	43	38	34
32	32	51	39	35	43	53
37	31	41	59	38	36	28
33	40	46	42	52	33	29
36	29	49	36	61	41	39
41	36	37	36	45	43	41
45	34	40	46	33	35	44
25	41	48	48	45	40	31
33	39	40	48	39	47	36
34	39	54	40	39	48	38
37	36	51	45	27	38	48

ตาราง 33 (ต่อ)

	a_1		a_2		a_3		a_4
	b_1	b_2	b_1	b_2	b_1	b_2	b_3
	37	29	46	27	32	38	40
	30	33	48	26	42	42	30
	39	35	60	30	30	42	30
	39	34	50	40	58	43	30
	31	28	52	39	50	51	38
	50	25	52	47	29	43	45
	35	42	35	47	46	31	32
	64	41	47	39	42	26	41
n =	24	24	24	24	24	24	24
ΣX =	927	860	1135	1023	1007	994	851
Σx^2 =	27327	31592	54549	45063	44255	42192	31379
$\bar{X}$ =	38.625	35.833	47.29	42.625	41.958	41.958	35.458
S =	8.134	5.806	6.161	7.961	9.332	6.672	7.235
s^2 =	66.158	33.710	37.955	63.375	87.085	44.514	52.346

หมายเหตุ a_4b_3 เป็นกลุ่มควบคุมที่มีการฝึกทักษะเป็นกลุ่มขนาดใหญ่ โดยการสอนแบบเดิม

$N = 144$

$\Sigma X = 5946 \qquad (\Sigma X)^2 = 35354916$

$\Sigma X^2 = 254978$

2. คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ปรากฏดังตาราง

ตาราง 34 คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน

a_1		a_2		a_3		a_4
b_1	b_2	b_1	b_2	b_1	b_2	b_3
38.50	37.83	48.00	45.83	44.00	42.33	34.50
42.17	39.00	47.83	42.50	43.67	42.00	34.67
42.50	38.67	51.50	40.67	42.33	42.17	32.83
41.00	40.00	49.50	43.17	45.67	43.67	36.33
40.50	39.00	42.83	47.33	37.33	42.50	34.17
40.00	38.67	44.00	42.83	42.67	41.00	34.50
38.00	40.50	45.17	43.00	38.83	42.00	41.50
38.67	38.00	44.17	44.33	39.67	43.17	35.33
37.50	36.67	46.00	38.67	47.17	43.17	33.50
39.50	38.00	46.33	44.33	44.50	43.17	36.67
41.00	41.00	42.33	40.50	43.50	40.83	35.00
44.83	44.83	43.00	42.00	38.33	39.17	34.83
37.50	38.67	46.17	40.33	41.50	37.17	32.83
42.33	39.50	43.33	44.67	37.67	42.67	35.17
37.83	36.83	48.00	38.67	39.67	43.00	36.50
38.67	40.83	47.33	42.00	35.50	44.33	39.83
39.00	39.17	45.33	40.83	35.17	35.17	38.17
38.17	37.83	46.67	37.67	39.17	36.17	35.67
38.50	35.67	46.17	40.67	36.33	40.33	35.33

ตาราง 34 (ต่อ)

	a_1		a_2		a_3		a_4
	b_1	b_2	b_1	b_2	b_1	b_2	b_3
	40.00	40.00	45.00	39.17	41.83	43.50	37.67
	40.17	41.50	46.67	40.33	44.67	44.67	39.00
	46.17	42.83	46.33	41.50	37.00	41.67	41.17
	44.50	39.00	40.00	43.67	41.50	38.68	37.83
	44.00	36.67	43.67	42.33	39.50	37.67	39.33
$n =$	24	24	24	24	24	24	24
$\Sigma X =$	971.01	940.670	1095	1009.00	977.18	990.210	872.33
$\Sigma X^2 =$	39430.960	36966.766	50107.092	42562.510	40046.062	41012.193	31847.181
$\bar{X} =$	40.459	39.195	45.625	42.042	40.716	41.259	36.347
$S =$	2.512	2.060	2.534	2.489	3.358	2.616	2.472
$S^2 =$	6.309	4.243	6.422	6.194	11.277	6.842	6.110

หมายเหตุ a_4b_3 เป็นกลุ่มควบคุมที่มีการฝึกทักษะเป็นกลุ่มขนาดใหญ่ โดยการสอนแบบเดิม

$N = 144$

$\Sigma X = 5982.74 \qquad (\Sigma X)^2 = 35793177.910$

$\Sigma X^2 = 250091.486$

ภาคผนวก 10

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทดสอบสมมติฐาน

1. หาค่ามัชฌิมเลขคณิต (Arithmatic Mean)

สูตร (Ferquson, 1981 : 49)

$$\bar{X} = \frac{\Sigma X}{N}$$

เมื่อ $\bar{X}$ แทน ค่ามัชฌิมเลขคณิต

ΣX แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N แทน จำนวนนักเรียน

2. หาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) โดยใช้สูตร

สูตร (Ferguson, 1981 : 68)

$$S = \sqrt{\frac{N\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}{N(N-1)}}$$

เมื่อ S แทน ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ΣX^2 แทน ผลรวมกำลังสองของคะแนนแต่ละจำนวน

$(\Sigma X)^2$ แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละคะแนนยกกำลังสอง

N แทน จำนวนนักเรียน

3. ทดสอบความเป็นเอกพันธ์ของความแปรปรวน ใช้วิธีการของ

คอคแครน (Cochran's test) โดยใช้สูตร

สูตร (Kirk, 1982 : 78)

$$C = \frac{S^2_{j\,largest}}{\sum_{j=1}^{k} S^2_j}$$

เมื่อ $S^2_{jlargest}$ แทน ความแปรปรวนที่มีค่าสูงสุด

$\sum_{j=1}^{p} S^2_j$ แทน ผลรวมของความแปรปรวนทั้งหมด

3.1 ทดสอบความเป็นเอกพันธ์ของความแปรปรวนของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

$$S^2_{jlargest} = 87.085$$

$$\sum_{j=1}^{p} S^2_j = 332.797$$

แทนค่าสูตร

$$C = \frac{87.085}{332.797}$$

$$= 0.262$$

ค่าจากตาราง E.11 (Kirk,1982 : 829)

$$C_{.05\ (6,23)} = .3135$$

$$C_{.01\ (6,23)} = .3529$$

3.2 ทดสอบความเป็นเอกพันธ์ของความแปรปรวนของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน

$$S^2_{jlargest} = 11.277$$

$$\sum_{j=1}^{p} S^2_j = 41.287$$

แทนค่าสูตร

$$C = \frac{11.277}{41.287}$$

$$= 0.273$$

ค่าจากตาราง E.11 (Kirk,1982 : 829)

$C_{.05\ (6,23)} = .3135$

$C_{.01\ (6,23)} = .3529$

4. วิเคราะห์ความแปรปรวนแบบแฟคทอเรียลสุ่มสมบูรณ์ โดยใช้สัญลักษณ์และสูตรในการคำนวณดังนี้

สูตร (ดัดแปลง Kirk, 1982 : 355)

สัญลักษณ์ในการคำนวณ

$$[\ ABS\ ] = \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{p}\sum_{k=1}^{q} Y^2_{ijk}$$

$$[\ Y\ ] = \left(\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{p}\sum_{k=1}^{q} Y_{ijk}\right)^2/npg$$

$$[\ A\ ] = \sum_{j=1}^{p}\frac{\left(\sum_{i=1}^{n}\sum_{k=i}^{q} Y_{ijk}\right)^2}{nq}$$

$$[\ B\ ] = \sum_{k=1}^{q}\frac{\left(\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=i}^{p} Y_{ijk}\right)^2}{np}$$

$$[\ AB\ ] = \sum_{j=1}^{p}\sum_{k=1}^{q}\frac{\left(\sum_{i=1}^{n} Y_{ijk}\right)^2}{n}$$

เมื่อ Y_{ijk} แทน คะแนนของนักเรียนแต่ละคนที่เข้ารับการทดลอง

n แทน จำนวนนักเรียนในแต่ละกลุ่มทดลอง

p แทน ระดับของตัวแปรของขนาดของกลุ่ม

q แทน ระดับของตัวแปรของวิธีการฝึกทักษะ

$\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{p}\sum_{k=1}^{q} Y^2_{ijk}$ แทน ผลรวมของแต่ละคะแนนยกกำลังสอง

$\left(\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{p}\sum_{k=1}^{q} Y_{ijk}\right)^2$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง

$\sum_{j=1}^{p}\left(\sum_{i=1}^{n}\sum_{k=1}^{q} Y_{ijk}\right)^2$ แทน ผลรวมกำลังสองของคะแนนรวมแต่ละระดับของขนาดของกลุ่ม

$\sum_{k=1}^{q}\left(\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{p} Y_{ijk}\right)^2$ แทน ผลรวมกำลังของคะแนนรวมแต่ละระดับของวิธีการฝึกทักษะ

$\sum_{j=1}^{p}\sum_{k=1}^{q}\left(\sum_{i=1}^{n} Y_{ijk}\right)^2$ แทน ผลรวมกำลังของคะแนนรวมในละเซลของขนาดของกลุ่มและวิธีการฝึกทักษะ

สูตรคำนวณ (Kirk, 1982 : 355)

$SS_{total} = [\,ABS\,] - [\,Y\,]$

$SS_{A} = [\,A\,] - [\,Y\,]$

$SS_{B} = [\,B\,] - [\,Y\,]$

$SS_{AB} = [\,AB\,] - [\,A\,] - [\,B\,] + [\,Y\,]$

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

ตาราง 35 การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ แฟคทอเรียลสุ่มสมบูรณ์ 3 x 2

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

4.1 วิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลจากการคำนวณข้อมูลจากตาราง 33 จะได้ตารางสรุป AB ดังนี้

ตาราง 36 ตารางสรุป AB ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

	b_1	b_2	Tatal
a_1	927	860	1787
a_2	1135	1023	2158
a_3	1007	944	2001
Total	3069	2877	5946

[ABS] = 254978

[Y] = 245520.250

[A] = 246965.292

[B] = 245776.250

[AB] = 247323.667

ดังนั้น

SS_{total} = 254978 - 245520.25 = 9457.75

SS_A = 246965.292 - 245520.250 = 1445.042

SS_B = 245776.250 - 245520.250 = 256

SS_{AB} = 247323.667 - 246965.292 - 245776.250 + 245520.250 = 102.375

$SS_{W.cell}$ = 254978 - 247323.667 = 7654.333

แทนค่าในตาราง 35 ได้ดังนี้

Source	SS	df	MS	F
A	1445.042	2	722.521	13.026 **
B	256	1	256	4.615 *
AB	102.375	2	51.188	0.923
W.cell	7654.333	138	55.466	
Total	9457.75			

**p<.01

*P<.05

4.2 วิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน

ผลของการคำนวณข้อมูลจากตาราง 34 จะได้ตารางสรุป AB ดังนี้

ตาราง 37 ตารางสรุป AB ของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน

	b_1	b_2	Tatal
a_1	971.01	940.670	1911.680
a_2	1095.00	1009.00	2104.00
a_3	977.180	990.210	1967.390
Total	3043.190	2939.880	5983.07

[ABS] = 250091.486

[Y] = 248563.736

[A] = 248999.163

[B] = 248665.275

[AB] = 248665.275

ดังนั้น

SS_{total} = 250091.486 - 248563.936 = 1527.750

SS_A = 248999.163 - 248563.736 = 435.427

SS_B = 248665.275 - 248563.736 = 101.539

SS_{AB} = 249175.961 - 248999.163 - 248665.275 + 248563.736 = 75.259

$SS_{w.cell}$ = 250091.486 - 249175.961 = 915.525

แทนค่าในตาราง 35 ได้ดังนี้

Source	SS	df	MS	F
A	435.427	2	217.714	32.818 **
B	101.539	1	101.539	15.306 **
AB	75.259	2	37.630	5.672 **
W.cell	915.525	138	6.634	
Total	1527.75			

** p<.01

5. การเปรียบเทียบพหุคูณ (Multiple Comparison) หลังจากวิเคราะห์ความแปรปรวน พบว่า การวิเคราะห์ความแปรปรวนของตัวแปรหลักแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ผู้วิจัยจึงทำการเปรียบเทียบพหุคูณต่อ เพื่อดูว่าระดับของตัวแปรหลักคู่ใดบ้างที่แตกต่างกันโดยใช้วิธี SHD ของทูกีย์ (Tukey) สูตรในการคำนวณ (Kirk, 1982 : 147)

$$\psi_{(HSD)} = q_{\alpha(p,\nu)} \sqrt{\frac{MS_e}{n}}$$

เมื่อ $\psi_{(HSD)}$ แทน ค่าความแตกต่างระหว่างคะแนนทุกคู่

q แทน ค่า q จากตารางสติวเดนไทซ์เรนจ์

α แทน ระดับนัยสำคัญทางสถิติ

ν แทน ชั้นแห่งความเป็นอิสระของ MS_e

MS_e แทน ค่าเฉลี่ยของผลบวกกำลังสองของความคลาดเคลื่อน

n แทน จำนวนตัวอย่างในแต่ละระดับการทดลอง

5.1 การเปรียบเทียบพหุคูณของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มขนาดต่าง ๆ เป็นดังนี้

ขั้นที่ 1 เรียงค่าเฉลี่ยทั้งหมดจากมากไปหาน้อย

$\bar{X}_2 = 44.958$

$\bar{X}_3 = 41.688$

$\bar{X}_1 = 37.229$

ขั้นที่ 2 แทนค่าสูตรและหาค่า q จากตารางสติวเดนไทซต์เรนจ์ตามระดับนัยสำคัญ

$$\sqrt{\frac{MS_e}{n}} = \sqrt{\frac{55.466}{48}} = 1.075$$

จากตาราง E.7 (Kirk, 1982 : 822)

$$\Psi_{(HSD)} = q_{.01(3,138)}\sqrt{\frac{MS_e}{n}}$$

$$= (4.12)(1.075)$$

$$= 4.429$$

$$\Psi_{(HSD)} = q_{.05(3,138)}\sqrt{\frac{MS_e}{n}}$$

$$= (3.31)(1.075)$$

$$= 3.558$$

ขั้นที่ 3 เรียงค่าเฉลี่ยจากมากไปหาน้อย โดยทำเป็นตารางสองทางแบบเมตริกซ์ และหาผลต่างของค่าเฉลี่ยแต่ละคู่ในตาราง

	$\bar{X}_2$ = 44.958	$\bar{X}_3$ = 41.688	$\bar{X}_1$ = 37.227
$\bar{X}_2$ = 44.958	-	3.27	7.731**
$\bar{X}_3$ = 41.688		-	4.461*
$\bar{X}_1$ = 37.227			-

** p<.01

* p<.05

5.2 การเปรียบเทียบพหุคูณของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ของกลุ่มขนาดต่าง ๆ เป็นดังนี้

ขั้นที่ 1 เรียงค่าเฉลี่ยทั้งหมดจากมากไปหาน้อย

$\bar{X}_2$ = 43.826

$\bar{X}_3$ = 40.987

$\bar{X}_1$ = 39.827

ขั้นที่ 2 แทนค่าสูตรและหาค่า q จากตารางสติวเดนไทซ์เรนจ์ตามระดับนัยสำคัญ

$$\sqrt{\frac{MS_e}{n}} = \sqrt{\frac{6.634}{48}} = 0.372$$

จากตาราง E.7 (Kirk, 1982 : 822)

$$\psi_{(HSD)} = q_{.01(3,138)}\sqrt{\frac{MS_e}{n}}$$
$$= (4.12)(0.372)$$
$$= 1.533$$
$$\psi_{(HSD)} = q_{.05(3,138)}\sqrt{\frac{MS_e}{n}}$$
$$= (3.31)(0.372)$$
$$= 1.231$$

ขั้นที่ 3 เรียงค่าเฉลี่ยจากมากไปหาน้อย โดยทำเป็นตารางสองทางแบบเมตริกซ์ และหาผลต่างของค่าเฉลี่ยแต่ละคู่ในตาราง

	$\bar{X}_2 = 43.826$	$\bar{X}_3 = 40.987$	$\bar{X}_1 = 39.827$
$\bar{X}_2 = 43.826$	-	2.839**	3.999**
$\bar{X}_3 = 40.987$		-	1.16
$\bar{X}_1 = 39.827$			-

** $p<.01$

* $p<.05$

6. ทดสอบผลการทดลองรอง (Simple Main Effects Test) ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของคะแนนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานพบว่าอิริยาร่วมมีนัยสำคัญ จึงทดสอบการทดลองรอง โดยใช้สูตร (Kirk, 1982 : 368)

$$SS_{A\,at\,b_1} = \sum_{j=1}^{p}\frac{\left(\sum_{i=1}^{n} Y_{ij1}\right)^2}{n} - \frac{\left(\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{p} Y_{ij1}\right)^2}{np}$$

$$SS_{A\,at\,b_2} = \sum_{j=1}^{p}\frac{\left(\sum_{i=1}^{n} Y_{ij2}\right)^2}{n} - \frac{\left(\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{p} Y_{ij2}\right)^2}{np}$$

$$SS_{B\,at\,a_1} = \sum_{k=1}^{q}\frac{\left(\sum_{i=1}^{n} Y_{i1k}\right)^2}{n} - \frac{\left(\sum_{i=1}^{n}\sum_{k=1}^{q} Y_{i1k}\right)^2}{nq}$$

$$SS_{B\,at\,a_2} = \sum_{k=1}^{q}\frac{\left(\sum_{i=1}^{n} Y_{i2k}\right)^2}{n} - \frac{\left(\sum_{i=1}^{n}\sum_{k=1}^{q} Y_{i2k}\right)^2}{nq}$$

$$SS_{B\,at\,a_1} = \sum_{k=1}^{q}\frac{\left(\sum_{i=1}^{n} Y_{i3k}\right)^2}{n} - \frac{\left(\sum_{i=1}^{n}\sum_{k=1}^{p} Y_{i3k}\right)^2}{nq}$$

เมื่อ n แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่เข้ารับการทดลองในแต่ละกลุ่ม

p แทน ระดับของตัวแปร A (ขนาดของกลุ่ม)

q แทน ระดับของตัวแปร B (วิธีการฝึกทักษะ)

$$SS_{Aatb_1} = \frac{971.01^2}{24} + \frac{1095^2}{24} + \frac{977.18^2}{24} - \frac{97.101 + 1095 + 977.18^2}{72}$$

$$= 129031.924 - 128625.075$$

$$= 406.849$$

$$SS_{Aatb_2} = \frac{940.670^2}{24} + \frac{1009.50^2}{24} + \frac{990.210^2}{24} - \frac{940.670 + 1009.50 + 990.210^2}{72}$$

$$= 120186.089 - 120081.035$$

$$= 105.054$$

$$SS_{Bata_1} = \frac{971.01^2}{24} + \frac{940.670^2}{24} - \frac{971.01 + 940.670^2}{48}$$

$$= 76155.020 - 76135.842$$

$$= 19.178$$

$$SS_{Bata_2} = \frac{1095^2}{24} + \frac{1009^2}{24} - \frac{1095 + 1009^2}{48}$$

$$= 92379.417 - 92225.333$$

$$= 154.084$$

$$SS_{Bata_3} = \frac{977.18^2}{24} + \frac{990.210^2}{24} - \frac{977.18 + 990.21^2}{48}$$

$$= 80641.525 - 80637.988$$

$$= 35.37$$

ผลการทดลองอย่างง่าย

Source of Varration	SS	df	MS	F
A	432.427	2	217.714	32.818**
B	101.539	1	101.539	15.306**
AB	75.259	2	37.630	5.672**
A_{atb_1}	406.849	2	203.425	30.664**
A_{atb_2}	105.054	2	52.527	7.918**
B_{ata_1}	19.178	1	19.178	2.891
B_{ata_2}	154.084	1	154.084	23.226**
B_{ata_3}	35.37	1	35.37	5.332*
W.cell	915.525	138	6.634	
Total	2248.285	143		

**p < .01

*p < .05

7. การเปรียบเทียบพหุคูณ (Multiple Comparirson) หลังจากวิเคราะห์ความแปรปรวน

7.1 เมื่อพบว่า $A_{at}b_i$ มีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นจึงต้องเปรียบเทียบพหุคูณ เพื่อรู้ว่าที่ระดับใดของ A ต่างกันบ้างที่ b_1 โดยใช้วิธีการของทูกีย์

การเปรียบเทียบพหุคูณระหว่างขนาดของกลุ่มต่าง ๆ ที่ระดับของการฝึกทักษะโดยการใช้เกม

ขั้นที่ 1 เรียงค่าเฉลี่ยทั้งหมดจากมากไปหาน้อย

$$\bar{AB}_{21} = 45.625$$

$$\bar{AB}_{31} = 40.716$$

$$\bar{AB}_{11} = 40.459$$

ขั้นที่ 2 แทนค่าสูตรและหาค่า q จากตารางสติวเดนไทซ์เรนจ์ ตามระดับนัยสำคัญ

$$\sqrt{\frac{MS_e}{n}} = \sqrt{\frac{6.634}{24}} = 0.526$$

จากตาราง E.7 (Kirk, 1982 : 822)

$$\Psi_{(HSD)} = q_{.01(3,138)}\sqrt{\frac{MS_e}{n}}$$

$$= (4.12)(0.526)$$

$$= 2.167$$

$$\Psi_{(HSD)} = q_{.05(3,138)}\sqrt{\frac{MS_e}{n}}$$

$$= (3.31)(0.526)$$

$$= 1.741$$

ขั้นที่ 3 เรียงค่าเฉลี่ยจากมากไปหาน้อย โดยทำเป็นตารางสองทางแบบเมตริกซ์ และหาผลต่างของค่าเฉลี่ยแต่ละคู่ในตาราง

	$\bar{AB}_{21}$ = 45.625	$\bar{AB}_{31}$ = 40.716	$\bar{AB}_{11}$ = 40.459
$\bar{AB}_{21}$ = 45.625	-	4.909**	5.166**
$\bar{AB}_{31}$ = 40.716		-	0.257
$\bar{AB}_{11}$ = 40.459			-

** p<.01

7.2 พบว่า $A_{at}b_2$ มีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นจึงต้องเปรียบเทียบพหุคูณ เพื่อรู้ว่าที่ระดับใดของ A ต่างกันบ้างที่ b_2 โดยใช้วิธีการของทูกีย์

การเปรียบเทียบพหุคูณระหว่างขนาดของกลุ่มต่าง ๆ ที่ระดับของฝึกทักษะโดยการใช้แบบฝึกทักษะ

ขั้นที่ 1 เรียงค่าเฉลี่ยทั้งหมดจากมากไปหาน้อย

$\bar{AB}_{22}$ = 42.042

$\bar{AB}_{32}$ = 41.259

$\bar{AB}_{12}$ = 39.195

ขั้นที่ 2 แทนค่าสูตรและหาค่า q จากตารางสติวเดนไทซ์เรนจ์ ตามระดับนัยสำคัญ ดังขั้นที่ 2 ของข้อ 6.1

ขั้นที่ 3 เรียงค่าเฉลี่ยจากมากไปหาน้อย โดยทำเป็นตารางสองทางแบบเมตริกซ์ และหาค่าผลต่างของค่าเฉลี่ยแต่ละคู่ในตาราง

	$\bar{AB}_{22}$ = 42.042	$\bar{AB}_{32}$ = 41.259	$\bar{AB}_{12}$ = 39.195
$\bar{AB}_{22}$ = 42.042	-	0.783	2.847**
$\bar{AB}_{32}$ = 41.259		-	2.064*
$\bar{AB}_{11}$ = 39.195			-

** p<.01

* p<.05

8. ทดสอบนัยสำคัญของความแตกต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม โดยใช้สูตรในการคำนวณดังนี้

สูตร (วิเชียร เกตุสิงห์, 2526 : 59)

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\left(\frac{n_1 s_1^2 + n_2 s_2^2}{n_1 + n_2 - 2}\right)\left(\frac{n_1 + n_2}{n_1 n_2}\right)}}$$

เมื่อ $\bar{X}_1$ แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มทดลองในแต่ละระดับ

$\bar{X}_2$ แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มควบคุม

n_1 แทน จำนวนข้อมูลในกลุ่มทดลองแต่ละระดับ

n_2 แทน จำนวนข้อมูลในกลุ่มควบคุม

8.1 สำหรับผลการทดสอบนัยสำคัญของความแตกต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองที่ฝึกทักษะโดยการใช้เกมที่ระดับต่าง ๆ ของขนาดกลุ่ม และกลุ่มควบคุมที่ฝึกทักษะโดยการสอนแบบเดิมเป็นดังนี้

กลุ่มขนาด 2 คน	กลุ่มควบคุม
$n = 24$	$n = 24$
$\bar{X}_1 = 38.625$	$\bar{X}_2 = 35.458$
$s^2_1 = 66.158$	$s^2_2 = 52.346$

แทนค่าจากสูตรจะได้ $t = 1.394$

กลุ่มขนาด 4 คน	กลุ่มควบคุม
n = 24	n = 24
$\bar{X}_1$ = 47.290	$\bar{X}_2$ = 35.458
s^2_1 = 37.955	s^2_2 = 52.346

แทนค่าจากสูตรจะได้ t = 5.983**

กลุ่มขนาด 6 คน	กลุ่มควบคุม
n = 24	n = 24
$\bar{X}_1$ = 41.958	$\bar{X}_2$ = 35.458
s^2_1 = 87.085	s^2_2 = 52.346

แทนค่าจากสูตรจะได้ t = 2.645**

8.2 สำหรับผลการทดสอบนัยสำคัญของความแตกต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองที่ฝึกทักษะโดยการใช้แบบฝึกทักษะที่ระดับต่าง ๆ ของขนาดกลุ่ม และกลุ่มควบคุมที่ฝึกทักษะโดยการสอนแบบเดิมเป็นดังนี้

กลุ่มขนาด 2 คน	กลุ่มควบคุม
n = 24	n = 24
$\bar{X}_1$ = 35.833	$\bar{X}_2$ = 35.458
s^2_1 = 33.710	s^2_2 = 52.346

แทนค่าจากสูตรจะได้ t = 0.194

กลุ่มขนาด 4 คน	กลุ่มควบคุม
$n = 24$	$n = 24$
$\bar{X}_1 = 42.625$	$\bar{X}_2 = 35.458$
$s^2_1 = 63.375$	$s^2_2 = 52.346$

แทนค่าจากสูตรจะได้ $t = 4.714^{**}$

กลุ่มขนาด 6 คน	กลุ่มควบคุม
$n = 24$	$n = 24$
$\bar{X}_1 = 41.417$	$\bar{X}_2 = 35.458$
$s^2_1 = 44.514$	$s^2_2 = 52.346$

แทนค่าจากสูตรจะได้ $t = 2.909^{**}$

8.3 สำหรับผลการทดสอบนัยสำคัญของความแตกต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของกลุ่มทดลองที่ฝึกทักษะโดยการใช้เกมที่ระดับต่าง ๆของขนาดกลุ่ม และกลุ่มควบคุมที่ฝึกทักษะโดยการสอนแบบเดิมเป็นดังนี้

กลุ่มขนาด 2 คน	กลุ่มควบคุม
$n = 24$	$n = 24$
$\bar{X}_1 = 40.459$	$\bar{X}_2 = 36.347$
$s^2_1 = 6.309$	$s^2_2 = 6.110$

แทนค่าจากสูตรจะได้ $t = 7.298^{**}$

กลุ่มขนาด 4 คน	กลุ่มควบคุม
n = 24	n = 24
$\bar{X}_1$ = 45.625	$\bar{X}_2$ = 36.347
s^2_1 = 6.422	s^2_2 = 6.110

แทนค่าจากสูตรจะได้ t = 12.596**

กลุ่มขนาด 6 คน	กลุ่มควบคุม
n = 24	n = 24
$\bar{X}_1$ = 40.716	$\bar{X}_2$ = 36.347
s^2_1 = 11.277	s^2_2 = 6.110

แทนค่าจากสูตรจะได้ t = 5.036**

8.4 สำหรับผลการทดสอบนัยสำคัญของความแตกต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของกลุ่มทดลองที่ฝึกทักษะโดยการใช้แบบฝึกทักษะที่ระดับต่าง ๆ ของขนาดกลุ่ม และกลุ่มควบคุมที่ฝึกทักษะโดยการสอนแบบเดิมเป็นดังนี้

กลุ่มขนาด 2 คน	กลุ่มควบคุม
n = 24	n = 24
$\bar{X}_1$ = 39.195	$\bar{X}_2$ = 36.347
s^2_1 = 4.243	s^2_2 = 6.110

แทนค่าจากสูตรจะได้ t = 4.253**

กลุ่มขนาด 4 คน	กลุ่มควบคุม
n = 24	n = 24
$\bar{X}_1$ = 42.042	$\bar{X}_2$ = 36.347
s^2_1 = 6.194	s^2_2 = 6.110

แทนค่าจากสูตรจะได้ t = 7.802**

กลุ่มขนาด 6 คน	กลุ่มควบคุม
n = 24	n = 24
$\bar{X}_1$ = 41.259	$\bar{X}_2$ = 36.347
s^2_1 = 6.842	s^2_2 = 6.110

แทนค่าจากสูตรจะได้ t = 6.558**

ค่า t จากตาราง 16 (วิเชียร เกตุสิงห์, 2526 : 178)

$t_{.01(2,46)}$ = 2.36

$t_{.05(2,46)}$ = 1.68

**p < .01

p < .05

8.5 สำหรับผลการทดสอบนัยสำคัญของความแตกต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองที่ฝึกทักษะโดยการใช้เกมที่ทุกระดับของขนาดกลุ่ม และกลุ่มควบคุมที่ฝึกทักษะโดยการสอนแบบเดิมเป็นดังนี้

กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
$n = 72$	$n = 24$
$\bar{X}_1 = 42.625$	$\bar{X}_2 = 35.458$
$s^2_1 = 74.857$	$s^2_2 = 52.346$

แทนค่าจากสูตรจะได้ $t = 3.602^{**}$

ส่วนกลุ่มทดลองที่ฝึกทักษะโดยการใช้แบบฝึกทักษะเป็นดังนี้

กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
$n = 72$	$n = 24$
$\bar{X}_1 = 39.958$	$\bar{X}_2 = 35.458$
$s^2_1 = 54.745$	$s^2_2 = 52.346$

แทนค่าจากสูตรจะได้ $t = 2.557^{**}$

8.6 สำหรับผลการทดสอบนัยสำคัญของความแตกต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของกลุ่มทดลองที่ฝึกทักษะโดยการใช้เกมที่ทุกระดับของขนาดกลุ่ม และกลุ่มควบคุมที่ฝึกทักษะโดยการสอนแบบเดิมเป็นดังนี้

กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
$n = 72$	$n = 24$
$\bar{X}_1 = 42.622$	$\bar{X}_2 = 36.347$
$s^2_1 = 13.418$	$s^2_2 = 6.110$

แทนค่าจากสูตรจะได้ $t = 7.707^{**}$

ส่วนกลุ่มทดลองที่ฝึกทักษะโดยการใช้แบบฝึกทักษะเป็นดังนี้

กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
$n = 72$	$n = 24$
$\bar{X}_1 = 40.832$	$\bar{X}_2 = 36.347$
$s^2_1 = 7.060$	$s^2_2 = 6.110$

แทนค่าจากสูตรจะได้ $t = 7.180^{**}$

ค่า t จากตาราง 16 (วิเชียร เกตุสิงห์, 2526 : 178)

$t_{.01(2,94)} = 2.36$

$t_{.05(2,94)} = 1.66$

$^{**}p < .01$

$^{*}p < .05$