บทที่ 4

ผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ศึกษามโนมติที่คลาดเคลื่อนในวิชาฟิสิกส์ เรื่อง มวล แรงและกฎการเคลื่อนที่ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาตอนปลาย จังหวัดพัทลุง โดยจำแนกตามเพศของนักเรียนและขนาดของโรงเรียน โดยแยก เป็น16 มโนมติ และแต่ละมโนมติ ทำการวัดด้วยแบบทดสอบ ดังนี้

มโนมติที่ 1 แรงเป็นปริมาณทางฟิสิกส์ที่พยายามทำให้วัตถุเคลื่อนที่ โดยเป็นปริมาณเวคเตอร์(Vector Quantity) มีหน่วยเป็นนิวตัน ทำการวัดด้วยแบบทดสอบข้อ 1, 2

มโนมติที่ 2 แรงลัพธ์(Resultant Force) คือผลรวมของแรงย่อยที่กระทำต่อวัตถุ ทำการวัดด้วยแบบทดสอบข้อ 3 , 4, 5

มโนมติที่ 3 วัตถุจะรักษาสภาพหยุดนิ่ง หรือสภาพเคลื่อนที่อย่างสม่ำเสมอในแนวเส้นตรง นอกจากจะมีแรงลัพธ์ที่มีค่าไม่เท่ากับศูนย์ มากระทำ ทำการวัดด้วยแบบทดสอบข้อ 6, 7, 8, 9

มโนมติที่ 4 มวล คือ สมบัติที่ต้านการเปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุ โดยเป็นปริมาณสเกลาร์(Scalar Quantity) มีหน่วยเป็นกิโลกรัม ทำการวัดด้วยแบบทดสอบข้อ 10, 11

มโนมติที่ 5 เมื่อมวลมีขนาดคงที่ ความเร่งของวัตถุแปรผันตรงกับแรงลัพธ์ที่มากระทำ ทำการวัดด้วยแบบทดสอบข้อ 12, 13

มโนมติที่ 6 เมื่อแรงลัพธ์คงที่ ความเร่งของวัตถุแปรผกผันกับมวลของวัตถุนั้น ทำการวัดด้วยแบบทดสอบข้อ 14, 15

มโนมติที่ 7 เมื่อแรงลัพธ์ ซึ่งมีขนาดไม่เท่ากับศูนย์ มากระทำต่อวัตถุ จะทำให้วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร่ง ในทิศทางเดียวกับแรงลัพธ์ที่มากระทำ ทำการวัดด้วยแบบทดสอบข้อ 16 - 18

มโนมติที่ 8 น้ำหนักของวัตถุ คือ แรงดึงดูดของโลกที่กระทำต่อวัตถุ ทำการวัดด้วยแบบทดสอบข้อ 19, 20

มโนมติที่ 9 เมื่อชั่งวัตถุก้อนเดียวกัน ณ ตำแหน่งต่างกัน น้ำหนักของวัตถุจะเปลี่ยนไปตามค่าความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก(g) ในแต่ละบริเวณ ทำการวัดด้วยแบบทดสอบข้อ 21, 22

มโนมติที่ 10 วัตถุต่างๆที่อยู่บนโลก หรือดาวเคราะห์ต่างๆในเอกภพ จะออกแรงดึงดูดซึ่งกันและกัน ทำการวัดด้วยแบบทดสอบข้อ 23

มโนมติที่ 11 ขนาดของแรงดึงดูดระหว่างวัตถุคู่หนึ่ง ๆ จะแปรผันตรงกับผลคูณระหว่างมวลของวัตถุและแปรผกผันกับกำลังสองของระยะทางระหว่างวัตถุทั้งสอง ทำการวัดด้วยแบบทดสอบข้อ 24, 25

มโนมติที่ 12 ทุกแรงกิริยา จะต้องมีแรงปฏิกิริยา ที่มีขนาดเท่ากัน และทิศทางตรงข้ามกันเสมอ ทำการวัดด้วยแบบทดสอบข้อ 26, 27

มโนมติที่ 13 แรงกิริยา และแรงปฏิกิริยา กระทำต่อวัตถุคนละก้อน ซึ่งเป็นคู่เกี่ยวข้องกัน ไม่ว่าระบบจะอยู่นิ่งหรือเคลื่อนที่ ทำการวัดด้วยแบบทดสอบข้อ 28

มโนมติที่ 14 การนำกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 1 ของนิวตันไปประยุกต์ใช้ ทำการวัดด้วยแบบทดสอบข้อ 29 - 33

มโนมติที่ 15 การนำกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 ของนิวตันไปประยุกต์ใช้ ทำการวัดด้วยแบบทดสอบข้อ 34 - 36

มโนมติที่ 16 การนำกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 3 ของนิวตันไปประยุกต์ใช้ ทำการวัดด้วยแบบทดสอบข้อ 37 - 40

<u>สัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล</u>

n	แทน ขนาด หรือจำนวนกลุ่มตัวอย่าง
$\overline{X}$	แทน ค่าเฉลี่ย (Mean) ของคะแนนผลสัมฤทธิ์
S.D.	แทน ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)
df	แทน ค่าขั้นแห่งความเป็นอิสระ(Degree of freedom)
SS	แทน ค่าผลบวกทั้งหมดของคะแนนกำลังสอง (Sum of square)
MS	แทน ค่าเฉลี่ยของผลบวกกำลังสอง (Mean square)
F	แทน ค่าสถิติในการแจกแจงแบบเอฟ (F - distribution)
t	แทน ค่าสถิติในการแจกแจงแบบที (t - distribution)
** $p < .01$	แทน มีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01
*$p < .05$	แทน มีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05

คะแนนที่ใช้ในการวิเคราะห์ เป็นคะแนนจากการตรวจคำตอบทั้งส่วนที่เป็นคำตอบและส่วนที่เป็นเหตุผล การแปลผลเป็นดังนี้

ถ้าคะแนนที่ได้มีค่ามาก แสดงว่า มีมโนมติที่คลาดเคลื่อนน้อย

ถ้าคะแนนที่ได้มีค่าน้อย แสดงว่า มีมโนมติที่คลาดเคลื่อนมาก

ผลการวิเคราะห์

1. ผลการวิเคราะห์ร้อยละของมโนมติที่คลาดเคลื่อน จำแนกเป็นรายข้อ

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง เพื่อหาร้อยละของนักเรียนที่มีมโนมติที่คลาดเคลื่อนในแต่ละข้อ ได้ผลดังตาราง 4

ตาราง 4 ร้อยละของนักเรียนที่มีมโนมติที่คลาดเคลื่อน จำแนกเป็นรายข้อ

ข้อที่	คำตอบ	เหตุผล					รวม
		1	2	3	4	อื่นๆ	
1	ก	1.67	1.00	1.34	1.00	-	5.01
	ข	-	2.68	2.34	2.34	-	7.36
	ค	-	0.67	0.67	0.33	-	1.67
	ง	2.01	10.71	27.42	45.82	-	85.96
2	ก	16.39	0.67	-	-	-	17.06
	ข	1.34	21.08	1.00	1.00	-	24.42
	ค	2.68	4.68	14.38	4.68	1.34	27.76
	ง	0.67	1.00	0.33	28.76	-	30.76
3	ก	28.76	4.02	12.04	4.02	-	48.84
	ข	-	3.01	2.68	5.35	-	11.04
	ค	7.69	4.68	12.70	0.33	-	25.40
	ง	2.34	2.34	3.68	6.35	-	14.71

ตาราง 4 (ต่อ)

ข้อที่	คำตอบ	เหตุผล					รวม
		1	2	3	4	อื่นๆ	
4	ก	7.36	5.35	3.68	1.00	-	17.39
	ข	9.36	**43.82**	5.02	5.35	-	63.55
	ค	1.67	4.35	5.69	2.68	-	14.39
	ง	-	1.00	-	3.68	-	4.68
5	ก	35.79	3.68	0.67	3.01	-	43.15
	ข	0.33	**23.08**	0.33	0.33	-	24.07
	ค	0.67	0.33	20.41	1.67	-	23.08
	ง	-	-	-	9.70	-	9.70
6	ก	3.34	**58.86**	3.68	7.36	-	73.24
	ข	5.35	3.34	-	4.35	-	13.04
	ค	-	1.34	-	2.34	-	3.68
	ง	0.33	1.00	6.35	2.36	-	10.04
7	ก	1.34	0.67	3.01	3.68	-	8.70
	ข	29.43	2.01	28.76	**29.78**	-	89.98
	ค	0.33	-	0.33	0.33	-	0.99
	ง	-	-	-	0.33	-	0.33
8	ก	10.70	4.68	1.00	0.33	-	16.71
	ข	-	0.67	0.67	-	-	1.34
	ค	0.67	**59.87**	9.04	1.34	-	70.92
	ง	-	0.67	4.01	6.35	-	11.03
9	ก	1.00	5.69	2.01	11.04	-	19.74
	ข	1.00	14.38	0.33	2.34	-	18.05
	ค	3.34	4.35	1.34	**23.75**	-	32.78
	ง	15.05	2.01	0.33	12.04	-	29.43

ตาราง 4 (ต่อ)

ข้อที่	คำตอบ	เหตุผล					รวม
		1	2	3	4	อื่นๆ	
10	ก	7.69	5.02	2.34	34.45	-	49.50
	ข	-	1.34	13.38	2.68	-	17.40
	ค	3.68	9.03	5.02	10.02	-	27.75
	ง	0.33	1.67	0.67	2.68	-	5.35
11	ก	3.01	6.35	19.40	11.37	-	40.13
	ข	0.33	20.74	1.34	4.35	-	26.76
	ค	5.35	-	0.67	3.01	-	9.03
	ง	13.04	-	-	11.04	-	24.08
12	ก	1.67	3.34	16.39	0.33	-	21.73
	ข	6.02	3.68	2.34	1.34	-	13.38
	ค	0.33	2.68	3.34	10.37	-	16.72
	ง	2.34	28.43	6.69	10.71	-	48.17
13	ก	15.72	1.00	1.67	1.34	0.33	20.06
	ข	8.70	4.35	36.45	2.01	-	51.51
	ค	0.33	2.34	6.35	1.00	-	10.02
	ง	2.63	11.04	2.01	2.34	0.33	18.41
14	ก	14.72	12.37	21.41	7.36	-	55.86
	ข	0.33	1.67	1.00	-	-	3.00
	ค	-	0.33	1.34	0.33	-	2.00
	ง	1.34	6.02	2.68	29.10	-	39.14
15	ก	17.06	18.74	9.36	19.06	-	64.22
	ข	-	0.67	1.34	1.34	-	3.35
	ค	0.33	0.33	0.67	-	-	1.33
	ง	1.67	6.02	7.02	16.39	-	31.10

ตาราง 4 (ต่อ)

ข้อที่	คำตอบ	เหตุผล					รวม
		1	2	3	4	อื่นๆ	
16	ก	1.67	1.67	5.35	0.33	-	9.02
	ข	43.48	5.69	6.69	1.34	-	57.20
	ค	2.01	6.35	5.02	0.67	-	14.05
	ง	1.00	1.00	3.01	14.72	-	19.73
17	ก	3.68	2.34	10.37	0.33	-	16.72
	ข	4.68	9.36	5.69	4.68	-	24.41
	ค	16.39	3.34	9.71	5.02	-	34.46
	ง	3.01	1.00	1.34	19.06	-	24.41
18	ก	2.01	0.67	-	0.67	-	3.35
	ข	2.34	15.05	3.01	0.67	-	21.07
	ค	0.67	1.67	33.11	8.70	-	44.15
	ง	0.67	1.00	7.36	22.40	-	31.43
19	ก	14.38	1.67	0.33	1.67	-	18.05
	ข	1.34	1.34	3.02	0.33	-	6.03
	ค	9.36	3.68	47.49	1.00	-	61.53
	ง	2.02	5.69	3.34	3.34	-	14.39
20	ก	11.37	38.14	3.34	1.34	-	54.19
	ข	6.35	7.36	6.35	1.34	-	21.40
	ค	0.67	1.34	16.05	0.33	-	18.39
	ง	1.00	1.00	1.00	3.02	-	6.02
21	ก	3.34	3.01	2.01	1.67	-	10.03
	ข	33.78	13.71	5.69	2.01	-	55.19
	ค	-	4.35	6.69	-	-	11.04
	ง	1.00	8.70	9.36	4.68	-	23.74

ตาราง 4 (ต่อ)

ข้อที่	คำตอบ	เหตุผล					รวม
		1	2	3	4	อื่นๆ	
22	ก	8.70	16.05	2.01	34.78	-	61.54
	ข	4.02	7.02	5.02	0.67	-	16.73
	ค	0.33	7.69	9.37	1.67	-	19.06
	ง	-	0.67	1.67	0.33	-	2.67
23	ก	1.34	1.67	1.00	0.33	-	4.34
	ข	1.34	3.34	5.69	0.33	-	10.70
	ค	1.00	67.23	7.03	0.67	-	75.93
	ง	5.02	1.34	1.00	1.67	-	9.03
24	ก	34.78	1.34	2.68	1.00	-	39.80
	ข	6.35	22.41	6.35	5.35	-	40.46
	ค	2.02	2.34	11.38	3.01	-	18.75
	ง	-	0.33	0.33	0.33	-	0.99
25	ก	4.01	3.34	1.67	1.67	-	10.69
	ข	1.34	2.02	2.68	1.67	-	7.71
	ค	4.68	8.36	34.78	33.11	-	80.93
	ง	-	-	-	0.67	-	0.67
26	ก	16.38	12.37	42.82	3.01	-	72.58
	ข	3.02	11.37	7.02	3.34	-	24.75
	ค	-	-	1.34	1.00	-	2.34
	ง	-	-	-	0,33	-	0.33
27	ก	2.34	13.38	7.35	1.34	-	24.41
	ข	14.38	1.34	2.01	-	-	17.73
	ค	2.68	1.34	21.40	1.67	-	27.09
	ง	0.67	-	-	30.10	-	30.77

ตาราง 4 (ต่อ)

ข้อที่	คำตอบ	เหตุผล					รวม
		1	2	3	4	อื่นๆ	
28	ก	3.01	5.02	1.34	-	-	9.37
	ข	20.07	3.68	2.68	5.02	-	31.45
	ค	4.01	1.34	13.36	0.33	-	19.04
	ง	24.08	1.67	2.68	11.71	-	40.14
29	ก	23.75	2.68	2.68	1.67	-	30.78
	ข	4.35	20.40	3.01	2.34	-	30.10
	ค	3.34	1.67	13.38	3.01	-	21.40
	ง	2.68	0.33	2.68	12.03	-	17.72
30	ก	4.01	2.01	5.02	0.33	-	11.37
	ข	1.67	5.02	2.01	1.00	-	9.70
	ค	2.34	2.68	37.46	10.37	-	52.85
	ง	-	1.00	8.70	16.38	-	26.08
31	ก	1.34	11.03	5.69	1.34	-	19.40
	ข	3.34	5.02	4.01	1.67	-	14.04
	ค	27.76	3.01	13.71	1.67	-	46.15
	ง	1.34	3.68	10.37	5.02	-	20.41
32	ก	49.15	3.34	3.34	2.34	-	58.17
	ข	5.35	11.04	2.68	1.67	-	20.74
	ค	2.01	5.69	5.69	5.02	-	18.41
	ง	0.67	-	-	2.01	-	2.68
33	ก	11.71	3.68	2.34	-	-	17.74
	ข	1.34	9.03	9.36	3.01	-	22.74
	ค	2.68	9.70	9.03	10.03	-	31.44
	ง	-	2.34	3.01	22.73	-	28.08

ตาราง 4 (ต่อ)

ข้อที่	คำตอบ	เหตุผล					รวม
		1	2	3	4	อื่นๆ	
34	ก	18.73	3.34	3.68	0.33	-	26.08
	ข	1.34	20.07	4.68	1.34	0.33	27.43
	ค	2.01	2.68	17.73	4.01	-	26.43
	ง	0.67	0.33	2.01	16.72	-	19.73
35	ก	8.03	1.34	1.00	1.34	-	11.71
	ข	1.34	17.07	4.68	0.67	-	23.76
	ค	3.34	4.01	48.16	1.00	-	56.51
	ง	1.00	1.34	1.67	4.01	-	8.02
36	ก	4.01	2.68	24.42	0.67	-	31.78
	ข	1.67	22.74	1.34	0.33	-	26.08
	ค	2.01	3.34	6.02	13.04	-	24.41
	ง	9.03	0.67	4.35	3.68	-	17.73
37	ก	12.04	4.35	14.38	10.70	-	41.47
	ข	2.34	14.05	2.01	1.00	-	19.40
	ค	1.00	3.34	7.36	7.36	-	19.06
	ง	4.35	10.37	1.34	4.01	-	20.07
38	ก	15.73	5.02	2.34	3.34	-	26.43
	ข	1.00	3.34	1.67	1.00	-	7.01
	ค	2.34	0.67	13.05	7.02	-	23.08
	ง	6.69	15.38	5.69	15.72	-	43.48
39	ก	10.70	3.68	4.01	3.01	-	21.40
	ข	6.02	3.34	0.67	2.01	-	12.04
	ค	3.01	7.36	2.68	-	-	13.05
	ง	11.37	5.35	9.70	27.09	-	53.51

ตาราง 4 (ต่อ)

ข้อที่	คำตอบ	เหตุผล					รวม
		1	2	3	4	อื่นๆ	
40	ก	26.42	6.35	2.01	3.34	-	38.12
	ข	5.02	14.72	5.69	1.67	-	27.10
	ค	1.34	1.67	13.71	2.68	-	19.40
	ง	1.00	1.00	2.34	11.04	-	15.38

หมายเหตุ **ตัวหนาเน้น** แทน คำตอบถูกและเหตุผลถูก

จากตาราง 4 พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถเลือกได้ถูกต้อง ทั้งในส่วนของคำตอบ และ เหตุผล โดยร้อยละของนักเรียนที่ตอบถูกต่ำสุด ที่พบ คือ ร้อยละ 3.01 ในแบบทดสอบข้อ 11 และสูงสุด คือ ร้อยละ 67.22 ในแบบทดสอบข้อ 23 ถ้าพิจารณาเฉพาะผู้ที่เลือกคำตอบได้ถูกต้อง นักเรียนที่ตอบถูกต่ำสุดที่พบ คือ ร้อยละ 9.03 ในแบบทดสอบข้อ 11 และสูงสุด ร้อยละ89.97 ในแบบทดสอบข้อ 7

เมื่อหาค่าเฉลี่ยร้อยละของนักเรียนที่เลือกทั้งคำตอบและเหตุผลถูกต้องในแต่ละข้อ ภายใต้ มโนมติเดียวกัน ได้ผลดังตาราง 5 ซึ่งเมื่อเรียงลำดับค่าร้อยละจากน้อยไปมาก ได้ผลดังตาราง 6

ตาราง 5 ร้อยละของนักเรียนที่มีมโนมติที่คลาดเคลื่อน จำแนกเป็นรายมโนมติ

มโนมติที่	ร้อยละของนักเรียนที่มีมโนมติ	
	ถูกต้อง	คลาดเคลื่อน
1	33.45	66.55
2	31.87	68.13
3	43.07	56.93
4	8.20	91.80
5	32.44	67.56
6	20.24	79.76
7	27.42	72.58

ตาราง 5 (ต่อ)

มโนมติที่	ร้อยละของนักเรียนที่มีมโนมติ	
	ถูกต้อง	คลาดเคลื่อน
8	21.92	78.02
9	12.71	87.29
10	67.23	32.77
11	33.95	66.05
12	16.39	83.61
13	24.08	75.92
14	24.01	75.99
15	25.31	74.69
16	13.55	86.45
รวม	27.24	72.76

ตาราง 6 ร้อยละของนักเรียนที่มีมโนมติที่คลาดเคลื่อน จำแนกเป็นรายมโนมติ เรียงลำดับจากมากไปน้อย

ลำดับที่	มโนมติที่	ร้อยละของนักเรียนที่มีมโนมติ	
		ถูกต้อง	คลาดเคลื่อน
1	4	8.20	91.80
2	9	12.71	87.29
3	16	13.55	86.45
4	12	16.39	83.61
5	6	20.24	79.76
6	8	21.92	78.02
7	14	24.01	75.99
8	13	24.08	75.92
9	15	25.31	74.69
10	7	27.42	72.58

ตาราง 6 (ต่อ)

ลำดับที่	มโนมติที่	ร้อยละของนักเรียนที่มีมโนมติ	
		ถูกต้อง	คลาดเคลื่อน
11	2	31.87	68.13
12	5	32.44	67.56
13	1	33.45	66.55
14	11	33.95	66.05
15	3	43.07	56.93
16	10	67.23	32.77

จากตาราง 5 และ 6 พบว่า นักเรียนมีมโนมติที่คลาดเคลื่อนมากที่สุด คือ มโนมติที่ 4 และรองลงมา คือ มโนมติที่ 9 และนักเรียนมีมโนมติที่คลาดเคลื่อนน้อยที่สุด คือ มโนมติที่ 10

โดยภาพรวม นักเรียนมีมโนมติที่คลาดเคลื่อน เรื่อง มวล แรง และกฎการเคลื่อนที่ จำนวน ร้อยละ 72.76

2 ผลการเปรียบเทียบมโนมติที่คลาดเคลื่อน จำแนกตามเพศ

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบมโนมติที่คลาดเคลื่อน ในกลุ่มตัวอย่าง โดยทำการเปรียบเทียบระหว่างนักเรียนชายและนักเรียนหญิง โดยใช้ t - test ได้ผลดังตาราง

ตาราง 7 ผลการเปรียบเทียบมโนมติที่คลาดเคลื่อน จำแนกตามเพศ

มโนมติที่	เพศ	n	$\bar{X}$	S.D.	t
1	ชาย	93	.3011	.347	- 1.21
	หญิง	206	.3519	.314	
2	ชาย	93	.2688	.334	- 1.60
	หญิง	206	.3350	.325	
3	ชาย	93	.3844	.270	- 1.65
	หญิง	206	.4393	.259	
4	ชาย	93	.0699	.174	- .44
	หญิง	206	.0801	.209	

(ตาราง 7 ต่อ)

มโนมติที่	เพศ	n	$\overline{X}$	S.D.	t
5	ชาย	93	.3226	.318	- .01
	หญิง	206	.3228	.330	
6	ชาย	93	.2151	.289	.24
	หญิง	206	.2063	.284	
7	ชาย	93	.2688	.266	- .19
	หญิง	206	.2751	.271	
8	ชาย	93	.2527	.282	1.26
	หญิง	206	.2087	.271	
9	ชาย	93	.1075	.219	- .83
	หญิง	206	.1311	.247	
10	ชาย	93	.5591	.499	- 1.56
	หญิง	206	.6553	.476	
11	ชาย	93	.2742	.290	- 2.48 *
	หญิง	206	.3689	.338	
12	ชาย	93	.1237	.229	- 1.74
	หญิง	206	.1772	.282	
13	ชาย	93	.2366	.427	- .12
	หญิง	206	.2427	.430	
14	ชาย	93	.2172	.201	- 1.31
	หญิง	206	.2495	.190	
15	ชาย	93	.2652	.258	.47
	หญิง	206	.2508	.224	
16	ชาย	93	.1102	.150	- 1.93 *
	หญิง	206	.1493	.188	
รวม	ชาย	93	.2401	.121	- 1.97 *
	หญิง	206	.2694	.114	

* $p < .05$

จากผลในตาราง 7 พบว่า

1. นักเรียนชายและนักเรียนหญิง มีมโนมติที่คลาดเคลื่อนแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 จำนวน 2 มโนมติ ได้แก่มโนมติที่ 11 และมโนมติที่ 16 โดยนักเรียนชายมีแนวโน้มจะมีมโนมติที่คลาดเคลื่อนมากกว่านักเรียนหญิง

2. นักเรียนชายและนักเรียนหญิงมีมโนมติที่คลาดเคลื่อนไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จำนวน 14 มโนมติ ได้แก่มโนมติที่ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14 และ 15

3. มโนมติโดยภาพรวมในเรื่อง มวล แรง และกฎการเคลื่อนที่ ของนักเรียนชายและนักเรียนหญิง มีมโนมติที่คลาดเคลื่อนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05 โดยนักเรียนชายมีแนวโน้มจะมีมโนมติที่คลาดเคลื่อนมากกว่านักเรียนหญิง

3. ผลการเปรียบเทียบมโนมติที่คลาดเคลื่อน จำแนกตามขนาดของโรงเรียน

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบมโนมติที่คลาดเคลื่อนในกลุ่มตัวอย่าง โดยทำการเปรียบเทียบระหว่างนักเรียนที่ศึกษาในโรงเรียนที่มีขนาดต่างกัน โดยใช้การทดสอบเอฟ (F - test) จากวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One - way Analysis of Variance ; ANOVA) และทดสอบรายคู่ โดยวิธีของเชฟเฟ ได้ผลดังตาราง 8 และตาราง 9

ตาราง 8 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน(S.D.) ในแต่ละขนาดโรงเรียน

มโนมติที่	ขนาดเล็ก (N = 59)		ขนาดกลาง (N = 59)		ขนาดใหญ่ (N = 29)		ขนาดใหญ่พิเศษ (N = 152)	
	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.
1	.483	.307	.271	.298	.138	.264	.342	.328
2	.373	.297	.158	.279	.115	.223	.390	.340
3	.415	.265	.369	.260	.397	.195	.451	.273
4	.085	.189	.068	.173	.000	.000	.092	.226
5	.356	.322	.280	.338	.293	.314	.332	.325
6	.254	.284	.212	.297	.190	.247	.194	.288
7	.333	.277	.198	.256	.241	.234	.285	.272

ตาราง 8 (ต่อ)

มโนมติที่	ขนาดเล็ก (N = 59)		ขนาดกลาง (N = 59)		ขนาดใหญ่ (N = 29)		ขนาดใหญ่พิเศษ (N = 152)	
	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.
8	.186	.244	.203	.310	.328	.242	.224	.275
9	.119	.215	.076	.181	.103	.206	.148	.269
10	.627	.488	.542	.502	.655	.484	.651	.478
11	.314	.292	.305	.322	.328	.276	.365	.350
12	.110	.209	.229	.312	.000	.000	.184	.280
13	.475	.504	.085	.281	.138	.351	.230	.422
14	.329	.222	.190	.198	.172	.088	.237	.183
15	.384	.254	.136	.165	.414	.170	.221	.224
16	.153	.250	.114	.156	.138	.127	.140	.160
โดยรวม	.303	.121	.207	.103	.222	.069	.272	.119

จากผลในตาราง 8 พบว่า นักเรียนที่ศึกษาในโรงเรียนขนาดเล็ก มีคะแนนเฉลี่ยมากกว่านักเรียนที่ศึกษาในโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ ขนาดใหญ่ และขนาดกลาง จำนวน 7 มโนมติ ได้แก่ มโนมติที่ 1, 5, 6, 7, 13, 14, และ 16 และพบว่า นักเรียนที่ศึกษาในโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ มีคะแนนเฉลี่ยมากกว่านักเรียนที่ศึกษาในโรงเรียนขนาดเล็ก ขนาดกลาง และขนาดใหญ่ จำนวน 3 มโนมติ ได้แก่มโนมติที่ 2, 3, และ 4 และในมโนมติที่ 8, 10, และ 15 พบว่า นักเรียนที่ศึกษาในโรงเรียนขนาดใหญ่ มีคะแนนเฉลี่ยมากกว่านักเรียนที่ศึกษา ในโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ ขนาด - กลาง และขนาดเล็ก และมีมโนมติที่ 12 เพียงมโนมติเดียว ที่นักเรียนที่ศึกษาในโรงเรียนขนาดกลาง มีคะแนน เฉลี่ยมากกว่านักเรียนที่ศึกษาในโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ ขนาดเล็ก และขนาดใหญ่ และมโนมติในภาพรวมพบว่า นักเรียนที่ศึกษาในโรงเรียนขนาดเล็กมีคะแนนเฉลี่ยมากกว่า นักเรียนที่ศึกษา ในโรงเรียนใหญ่พิเศษ ขนาดใหญ่ และขนาดกลาง

ตาราง 9 ผลการเปรียบเทียบมโนมติที่คลาดเคลื่อน จำแนกตามขนาดของโรงเรียน

มโนมติที่	แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F	ผลการเปรียบเทียบรายคู่
1	ระหว่างกลุ่ม	3	2.6670	.8890	9.1053**	โรงเรียนขนาดใหญ่ ขนาดกลาง และขนาดใหญ่พิเศษ มีมโนมติที่คลาดเคลื่อนมากกว่าโรงเรียนขนาดเล็ก และโรงเรียนขนาดใหญ่มีมโนมติที่คลาดเคลื่อนมากกว่าโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ
	ภายในกลุ่ม	295	28.8029	.0979		
	รวม	298	31.4699			
2	ระหว่างกลุ่ม	3	3.6720	1.2240	12.6454**	โรงเรียนขนาดใหญ่ และขนาดกลาง มีมโนมติที่คลาดเคลื่อนมากกว่าโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ และขนาดเล็ก
	ภายในกลุ่ม	295	28.5540	.0968		
	รวม	298	32.2259			
3	ระหว่างกลุ่ม	3	.3412	.1047	1.5211	
	ภายในกลุ่ม	295	20.3154	.0689		
	รวม	298	20.6296			
4	ระหว่างกลุ่ม	3	.2152	.0717	1.8373	
	ภายในกลุ่ม	295	11.5156	.0390		
	รวม	298	11.7308			
5	ระหว่างกลุ่ม	3	.2137	.0712	.6693	
	ภายในกลุ่ม	295	31.3917	.1064		
	รวม	298	31.6054			

ตาราง 9 (ต่อ)

มโนมติที่	แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F	ผลการเปรียบเทียบรายคู่
6	ระหว่างกลุ่ม	3	.1659	.0553	.6792	
	ภายในกลุ่ม	295	24.0197	.0814		
	รวม	298	24.1586			
7	ระหว่างกลุ่ม	3	.6001	.2000	2.8125	
	ภายในกลุ่ม	295	20.9829	.0711		
	รวม	298	21.5831			
8	ระหว่างกลุ่ม	3	.4187	.1396	1.8681	
	ภายในกลุ่ม	295	22.0411	.0747		
	รวม	298	22.4599			
9	ระหว่างกลุ่ม	3	.2361	.0787	1.3913	
	ภายในกลุ่ม	295	16.6853	.0566		
	รวม	298	16.9214			
10	ระหว่างกลุ่ม	3	.5347	.1782	.7564	
	ภายในกลุ่ม	295	69.5121	.2356		
	รวม	298	70.0468			
11	ระหว่างกลุ่ม	3	.2136	.0712	.6650	
	ภายในกลุ่ม	295	31.5808	.1071		
	รวม	298	31.7943			
12	ระหว่างกลุ่ม	3	1.2573	.4191	6.1703 **	โรงเรียนขนาดใหญ่ มีมโนมติที่
	ภายในกลุ่ม	295	20.0370	.0679		คลาดเคลื่อนมากกว่าโรงเรียน
	รวม	298	21.2943			ขนาดกลางและขนาดใหญ่พิเศษ
13	ระหว่างกลุ่ม	3	4.9850	1.6617	9.8676 **	โรงเรียนขนาดใหญ่และขนาด
	ภายในกลุ่ม	295	49.6772	.1684		ใหญ่พิเศษ มีมโนมติที่คลาด
	รวม	298	54.6622			เคลื่อนมากกว่าโรงเรียนขนาดเล็ก

ตาราง 9 (ต่อ)

มโนมติที่	แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F	ผลการเปรียบเทียบรายคู่
14	ระหว่างกลุ่ม	3	.7478	.2493	7.0524 **	โรงเรียนขนาดใหญ่ ขนาดกลาง และขนาดใหญ่พิเศษมีมโนมติที่คลาดเคลื่อนมากกว่าโรงเรียนขนาดเล็ก
	ภายในกลุ่ม	295	10.4265	.0353		
	รวม	298	11.1743			
15	ระหว่างกลุ่ม	3	2.7277	.9092	19.6160 **	โรงเรียนขนาดกลาง และขนาดใหญ่พิเศษ มีมโนมติที่คลาดเคลื่อนมากกว่าโรงเรียนขนาดเล็กและขนาดใหญ่
	ภายในกลุ่ม	295	13.6737	.0464		
	รวม	298	16.4013			
16	ระหว่างกลุ่ม	3	.0456	.0152	.4803	
	ภายในกลุ่ม	295	9.3323	.0316		
	รวม	298	9.3779			
โดยรวม	ระหว่างกลุ่ม	3	.3328	.1129	8.9394 **	โรงเรียนขนาดกลางและขนาดใหญ่มีมโนมติที่คลาดเคลื่อนมากกว่าโรงเรียนขนาดเล็กและโรงเรียนขนาดกลางมีมโนมติที่คลาดเคลื่อนมากกว่าโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ
	ภายในกลุ่ม	295	3.7265	.0126		
	รวม	298	4.0653			

** $p < .01$

จากผลในตาราง 9 พบว่า

1. นักเรียนที่ศึกษาในโรงเรียนที่มีขนาดต่างกัน มีมโนมติที่คลาดเคลื่อนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 จำนวน 6 มโนมติ คือ มโนมติที่ 1, 2, 12, 13, 14, และ 15

2. นักเรียนที่ศึกษาในโรงเรียนที่มีขนาดต่างกัน มีมโนมติที่คลาดเคลื่อน ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จำนวน 10 มโนมติ คือ มโนมติที่ 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,10,11, และ 16

3. นักเรียนที่ศึกษาในโรงเรียนที่มีขนาดต่างกัน มีมโนมติที่คลาดเคลื่อนโดยภาพรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01

โดยภาพรวม นักเรียนที่ศึกษาในโรงเรียนที่มีขนาดต่างกัน มีมโนมติที่คลาดเคลื่อนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01 และเมื่อพิจารณาเป็นรายมโนมติ พบว่านักเรียนที่ศึกษาในโรงเรียนที่มีขนาดต่างกัน มีมโนมติที่คลาดเคลื่อนแตกต่างกันอย่าง มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 จำนวน 6 มโนมติ ดังนั้น เพื่อให้ทราบว่า นักเรียนที่ศึกษาในโรงเรียนขนาดใดบ้าง ที่มีมโนมติที่คลาดเคลื่อนแตกต่างกัน จึงนำมาเปรียบเทียบรายคู่ โดยวิธีของ เชฟเฟ พบว่า

1. นักเรียนที่ศึกษาในโรงเรียนขนาดกลาง และขนาดใหญ่ มีมโนมติที่คลาดเคลื่อนมากกว่านักเรียนที่ศึกษาในโรงเรียนขนาดเล็ก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01 ส่วนนักเรียนที่ศึกษาในโรงเรียนขนาดกลาง และขนาดใหญ่พิเศษ มีมโนมติที่คลาดเคลื่อน ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จำนวน 3 มโนมติ คือ มโนมติที่ 1, 13, และ 14

2. นักเรียนที่ศึกษาในโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ มีมโนมติที่คลาดเคลื่อนมากกว่านักเรียนที่ศึกษาในโรงเรียนขนาดเล็ก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01 ในมโนมติที่ 13, 14 และที่ระดับ .05 ในมโนมติที่ 1 ตามลำดับ ส่วนนักเรียนที่ศึกษาในโรงเรียนขนาดกลาง และขนาดใหญ่พิเศษ มีมโนมติที่คลาดเคลื่อน ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

3. นักเรียนที่ศึกษาในโรงเรียนขนาดใหญ่ มีมโนมติที่คลาดเคลื่อนมากกว่านักเรียน ที่ศึกษาในโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01 ส่วนนักเรียนที่ศึกษาในโรงเรียนขนาดใหญ่ และขนาดกลาง มีมโนมติที่คลาดเคลื่อน ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในมโนมติที่ 1

4. นักเรียนที่ศึกษาในโรงเรียนขนาดใหญ่ และขนาดกลาง มีมโนมติที่คลาดเคลื่อนมากกว่านักเรียนที่ศึกษาในโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ และขนาดเล็ก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01 ส่วนนักเรียนที่ศึกษาในโรงเรียนระหว่างโรงเรียนขนาดอื่นๆ มีมโนมติที่คลาดเคลื่อนไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในมโนมติที่ 2

5. นักเรียนที่ศึกษาในโรงเรียนขนาดใหญ่ มีมโนมติที่คลาดเคลื่อนมากกว่านักเรียน ที่ศึกษาในโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ และขนาดกลาง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01 ส่วนนักเรียนที่ศึกษาในโรงเรียนระหว่างโรงเรียนขนาดอื่นๆ มีมโนมติที่คลาดเคลื่อน ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในมโนมติที่ 12

6. นักเรียนที่ศึกษาในโรงเรียนขนาดกลางและขนาดใหญ่พิเศษ มีมโนมติที่คลาดเคลื่อน มากกว่านักเรียนที่ศึกษาในโรงเรียนขนาดใหญ่ และขนาดเล็ก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01 ส่วนนักเรียนที่ศึกษาในโรงเรียนระหว่างโรงเรียนขนาดอื่นๆ มีมโนมติที่คลาดเคลื่อนไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในมโนมติที่ 15

7. โดยภาพรวม นักเรียนที่ศึกษาในโรงเรียนขนาดกลางและขนาดใหญ่ มีมโนมติที่คลาดเคลื่อนมากกว่านักเรียนที่ศึกษาในโรงเรียนขนาดเล็ก และ นักเรียนที่ศึกษาในโรงเรียนขนาดกลาง มีมโนมติที่คลาดเคลื่อนมากกว่า นักเรียนที่ศึกษาในโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ อย่างมีนัยสำคัญทาง สถิติ ที่ระดับ .01 ส่วนนักเรียนที่ศึกษาในโรงเรียนระหว่างโรงเรียนขนาดอื่นๆ มีมโนมติที่คลาดเคลื่อน ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ