

วิธีการวิจัย

ในการศึกษานอมนิตที่คลาดเคลื่อนในวิชาฟิสิกส์ ว 021 เรื่อง มวล แรงและกฎการเคลื่อนที่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในจังหวัดพัทลุง ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามรายละเอียดดังนี้

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาวิจัย เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ปีการศึกษา 2540 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ในจังหวัดพัทลุง จำนวนนักเรียนประมาณ 1176 คน จากจำนวนโรงเรียน 21 โรงเรียน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ปีการศึกษา 2540 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา จังหวัดพัทลุง จำนวน 299 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multi-Stage Random Sampling) มีลำดับขั้นตอนในการสุ่มดังนี้

1. หาขนาดกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สูตรของยามานะ (Yamané , 1967 :919)

$$n = \frac{N}{1 + Ne^2}$$

เมื่อ n แทน ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

N แทน ขนาดของประชากร

e แทน ค่าของความคลาดเคลื่อน ในที่นี้ใช้ค่า $e = .05$

จะได้ว่า ต้องใช้ขนาดของกลุ่มตัวอย่างประชากร จำนวน 299 คน

2. แบ่งโรงเรียนออกเป็น 4 ขนาด คือ โรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ โรงเรียนขนาดใหญ่ โรงเรียนขนาดกลาง โรงเรียนขนาดเล็ก ซึ่งแบ่งตามเกณฑ์ของกรมสามัญศึกษาโดยอาศัยจำนวนนักเรียนเป็นเกณฑ์ในการแบ่งและจากการสำรวจโรงเรียนได้ดังนี้

ขนาดใหญ่พิเศษ	จำนวน 2 โรงเรียน	14 ห้องเรียน	จำนวนนักเรียน	598 คน
ขนาดใหญ่	จำนวน 3 โรงเรียน	4 ห้องเรียน	จำนวนนักเรียน	115 คน
ขนาดกลาง	จำนวน 5 โรงเรียน	8 ห้องเรียน	จำนวนนักเรียน	232 คน
ขนาดเล็ก	จำนวน 11 โรงเรียน	12 ห้องเรียน	จำนวนนักเรียน	231 คน

(ตั้งรายละเอียดตามตาราง 1)

ตาราง 1 จำนวนนักเรียนที่เป็นกลุ่มประชากร จำแนกตามขนาดโรงเรียน จำนวนห้องเรียน และจำนวนนักเรียน

ขนาดโรงเรียน	โรงเรียน	จำนวน ห้องเรียน	จำนวนนักเรียน		
			ชาย	หญิง	รวม
ขนาดใหญ่พิเศษ	พัทลุง	9	167	243	410
	สตรีพัทลุง	5	31	157	188
	รวม		198	400	598
ขนาดใหญ่	พัทลุงพิทยาคม	2	20	33	53
	ประภัสสรรังสิต	1	10	17	27
	หารเทา	1	15	20	35
	รวม		45	70	115
ขนาดกลาง	เขาชัยสน	1	5	30	35
	ควนขนุน	3	38	53	91
	ตะโหมด	1	12	7	19
	ป่าพะยอมพิทยาคม	2	42	29	71
	บางแก้วพิทยาคม	1	10	6	16
	รวม		107	125	232
ขนาดเล็ก	อุดมวิทยายน	1	17	11	28
	นาขยาดวิทยาคาร	1	6	-	6

ตาราง 1 (ต่อ)

ขนาดโรงเรียน	โรงเรียน	จำนวน ห้องเรียน	จำนวนนักเรียน		
			ชาย	หญิง	รวม
ขนาดเล็ก	ปากพะยูนพิทยาคาร	1	2	13	15
	กงหราพิชากร	2	12	39	51
	ประชานำรุง	1	14	15	29
	ศรีบรรพตพิทยาคม	1	12	15	27
	ป่าบอนพิทยาคม	1	2	11	13
	นิคมควนขนุนพิทยาคม	1	6	10	16
	ชะรัดชนูปถัมภ์	1	12	9	21
	พนางตุง	1	5	3	8
	วชิรธรรมสถิต	1	9	8	17
	รวม		97	134	231
	รวมทั้งหมด		447	729	1176

3. เทียบสัดส่วนจำนวนนักเรียนที่เป็นกลุ่มประชากรในโรงเรียนแต่ละขนาด เพื่อหาขนาดของกลุ่มตัวอย่าง ได้ดังตาราง 2

ตาราง 2 จำนวนกลุ่มตัวอย่างแบ่งตามขนาดโรงเรียน

ขนาดโรงเรียน	จำนวนประชากร	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง
ใหญ่พิเศษ	598	152
ใหญ่	115	29
กลาง	232	59
เล็ก	231	59
รวม	1176	299

4. สุ่มโรงเรียนมัธยมศึกษาในจังหวัดพัทลุง โดยใช้วิธีสุ่มอย่างง่าย(Simple Random Sampling) จากโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษทั้งหมด 2 โรงเรียน สุ่มมา 1 โรงเรียน จากโรงเรียนขนาดใหญ่ทั้งหมด 3 โรงเรียน สุ่มมา 1 โรงเรียน จากโรงเรียนขนาดกลางทั้งหมด 5 โรงเรียน สุ่มมา 3 โรงเรียน และ จากโรงเรียนขนาดเล็กทั้งหมด 11 โรงเรียน สุ่มมา 5 โรงเรียน รวมทั้งหมด 10 โรงเรียน
5. สุ่มนักเรียนเป็นกลุ่มตัวอย่างในข้อ 4 โดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย(Simple Random Sampling) ได้ จำนวนนักเรียนจากโรงเรียนที่มีขนาดต่างๆ ดังตาราง 3

ตาราง 3 จำนวนนักเรียน แบ่งตามเพศ และขนาดของโรงเรียน

รายชื่อโรงเรียน	ชาย	หญิง	รวม
ขนาดใหญ่พิเศษ			
สตรีพัทลุง	27	125	152
ขนาดใหญ่			
พัทลุงพิทยาคม	11	18	29
ขนาดกลาง			
ควนขนุน	13	17	30
ตะโหมด	4	2	6
ป่าพะยอมพิทยาคม	14	9	23
ขนาดเล็ก			
กงหราพิชากร	6	15	21
ประชานำรุง	6	6	12
ศรีบรรพตพิทยาคม	5	6	11
นิคมควนขนุนพิทยาคม	2	4	6
ชะรัดชนูปถัมภ์	5	4	9
รวม	93	206	299

แบบแผนการวิจัย

ผู้วิจัยได้กำหนดแบบแผนการวิจัยดังต่อไปนี้

ใช้แบบการวิจัยชนิดแบบวัดเพียงครั้งเดียว(One Shot Case Study Design) โดยกำหนดรูปแบบการวิจัยดังนี้ (Borg and Gall ,1989 :670)

	(X)	T_2	
เมื่อ	(X)		หมายถึง ตัวแปรทดลองเกิดขึ้นอยู่ก่อนแล้ว
		T_2	หมายถึง การสอบหลังการทดลอง(Post-test) โดยใช้แบบการทดสอบวัดมโนมิตีที่คลาดเคลื่อนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นทำการทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างตามโรงเรียนที่ได้สุ่มไว้แล้ว

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ คือ แบบทดสอบวัดมโนมิตีวิชาฟิสิกส์(ว 021) เรื่อง มวล แรง และกฎการเคลื่อนที่จำนวน 1 ฉบับ ซึ่งผู้ทำการวิจัยสร้างขึ้นเองโดยมีขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือต่อไปนี้

1. ศึกษาหลักสูตร คู่มือครู หนังสืออ่านประกอบ หนังสือเรียนวิชาฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เล่ม 2 ว 021 ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2533) ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี(สสวท.) เรื่อง มวล แรงและกฎการเคลื่อนที่ รวมทั้งเอกสาร ตำราต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับเรื่อง มวล แรงและกฎการเคลื่อนที่ เพื่อรวบรวมเนื้อหา นำมาทำเป็นรายการมโนมิตี
2. ศึกษาหนังสือ เอกสาร ที่เกี่ยวข้องกับการสร้างเครื่องมือในการวิจัย เพื่อนำมาสร้างแบบทดสอบวัดมโนมิตีที่รวบรวมไว้ในข้อ 1 ซึ่งลักษณะของแบบทดสอบจะเป็นแบบทดสอบเพื่อการวินิจฉัย (Diagnostic Test) โดยในแบบทดสอบแต่ละข้อ จะประกอบด้วย 2 ส่วน ดังนี้
 - ส่วนที่ 1 เป็นข้อคำถาม และมีคำตอบเป็นตัวเลือก
 - ส่วนที่ 2 เป็นเหตุผลที่นักเรียนใช้ในการเลือกตอบ จากตัวเลือกในส่วนที่ 1 ซึ่งเป็นกาให้เหตุผลแบบปลายเปิด นักเรียนสามารถเขียนตอบได้โดยอิสระ

3. นำแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเองในข้อ 2 ไปปรึกษา และขอคำแนะนำจากการอาจารย์ที่ปรึกษา วิทยานิพนธ์ แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ
4. นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ความถูกต้องของตัวเลือก และความเหมาะสมของตัวลวง และให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาว่าแบบทดสอบที่สร้างขึ้นนี้มีความสอดคล้องกับมโนคติในวิชาฟิสิกส์(ว 021) เรื่อง มวล แรง และกฎการเคลื่อนที่หรือไม่
5. นำแบบทดสอบที่ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบพิจารณาแล้วมาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง และทำการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ
6. นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วนำไปทดลองใช้ (Try-out) ครั้งที่ 1 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ ที่เป็นนักเรียนในกลุ่มประชากร แต่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ซึ่งนักเรียนที่ใช้ทดลองแบบทดสอบเป็นนักเรียน จากโรงเรียนพัทลุง จำนวน 19 คน โรงเรียน ปรภัสสรรังสิต จำนวน 26 คน โรงเรียนเขาชัยสน จำนวน 27 คน และโรงเรียนอุดมวิทยายาน จำนวน 13 คน รวมทั้งหมด 85 คน โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อหาค่าความยากง่าย (Difficulty; P) ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination; r) และค่าความเที่ยง (Reliability r_{tt}) โดยวิธีของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (K-R 20).
7. นำแบบทดสอบที่ได้จากข้อ 6 มาปรับปรุงแก้ไข โดยในส่วนของข้อ 2 ที่เป็นส่วนของเหตุผลในการเลือกตอบนำมารวบรวมเหตุผลที่นักเรียนให้ไว้จากการตอบแบบทดสอบ เพื่อนำมาสร้างเป็นเหตุผลชนิดเลือกตอบ และเพิ่มตัวเลือกสุดท้ายในแต่ละข้อเป็นเหตุผลอื่นๆ และเว้นที่ให้นักเรียนเขียนตอบโดยอิสระด้วย
8. นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน พิจารณาความเหมาะสมของตัวเลือกและตัวลวงของเหตุผลเลือกตอบในข้อที่ 2 ในแต่ละข้อ
9. นำแบบทดสอบที่ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาแล้วจากข้อที่ 8 มาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ

10. นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญจากข้อที่ 9 ไปทดลองใช้ (Try out) ครั้งที่ 2 กับนักเรียนซึ่งเป็นกลุ่มประชากร แต่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง กับนักเรียนโรงเรียน พัทลุง จำนวน 49 คน โรงเรียนหารเทา จำนวน 8 คน โรงเรียนบางแก้วพิทยาคม จำนวน 16 คนและ โรงเรียนวชิรธรรมสถิต จำนวน 12 คน รวมทั้งหมด 85 คน

11. นำแบบทดสอบที่นักเรียนตอบมาแล้วครั้งที่ 2 มาหาค่าความยากง่าย (Difficulty; P) ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination; r) และค่าความเที่ยง (Reliability; r_{tt}) มาปรับปรุงแก้ไขและคัดเลือกแบบทดสอบที่วัดมโนคติได้ไม่ชัดเจนออกจำนวน 2 ข้อ หาค่าความเที่ยงของแบบทดสอบ โดยใช้วิธีของ คูเดอร์-ริชาร์ดสัน (K-R 20) ได้ค่าความยากง่าย (P) ตั้งแต่ .20 - .78 ค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ .26 - .78 และค่าความเที่ยง (r_{tt}) = .84

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลดังนี้

1. ผู้วิจัยนำหนังสือจากภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี ไปยังผู้อำนวยการสำนักงานสามัญศึกษาจังหวัดพัทลุง เพื่อขอความอนุเคราะห์ให้ทำหนังสือขอความร่วมมือในการวิจัยไปยังหัวหน้าสถานศึกษาของโรงเรียนต่างๆ ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง ในจังหวัดพัทลุง
2. ผู้วิจัยนำหนังสือขอความร่วมมือในการวิจัยไปยังโรงเรียนที่เป็นกลุ่มทดลองเครื่องมือวิจัยและตัวอย่างประชากรล่วงหน้าด้วยตนเอง เพื่อบันทึกหมายเวลาในการทดสอบ
3. ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูล โดยนำแบบทดสอบวัดมโนคติไปทดสอบนักเรียนด้วยตนเอง ตามวันเวลาที่นัดหมาย
4. ในการทดสอบทุกครั้งผู้วิจัยจะชี้แจงวัตถุประสงค์ของการทดสอบพร้อมทั้งประโยชน์ที่จะได้รับให้นักเรียนเข้าใจความสำคัญ และตั้งใจทำแบบทดสอบอย่างเต็มความสามารถ โดยก่อนลงมือทำแบบทดสอบ ผู้คุมสอบจะอ่านคำสั่งและคำชี้แจงของแบบทดสอบพร้อมทั้งอธิบายให้นักเรียนเข้าใจก่อน

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยผู้วิจัยนำข้อมูลทั้งหมดมาวิเคราะห์หาค่าทางสถิติดังนี้

1. ตรวจสอบคะแนนของนักเรียนตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้โดยกำหนดเกณฑ์ในการให้คะแนนดังนี้
นักเรียนตอบถูกทั้งสองส่วนทั้งคำถามและเหตุผลถือว่านักเรียนมีมโนคติที่ถูกต้อง ให้ 1 คะแนน
นักเรียนตอบผิดทั้งสองส่วนหรือตอบเฉพาะส่วนใดส่วนหนึ่งถูกใน 2 ส่วนถือว่านักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อน ให้ 0 คะแนน
2. นำแบบทดสอบที่ตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์แล้วมาแจกแจงความถี่ตามรายชื่อออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่มีมโนคติถูกต้อง กลุ่มที่มีมโนคติที่คลาดเคลื่อน แล้วแยกตามเพศและขนาดโรงเรียน และหาค่าร้อยละของจำนวนนักเรียนที่เลือกตอบในแต่ละกลุ่ม
3. นำกลุ่มที่มีมโนคติที่คลาดเคลื่อนมาหาค่าร้อยละของจำนวนนักเรียนที่คลาดเคลื่อนในแต่ละมโนคติ โดยแยกตามเพศและขนาดของโรงเรียน
4. เปรียบเทียบมโนคติที่คลาดเคลื่อนระหว่างนักเรียนชายกับนักเรียนหญิง โดยใช้การทดสอบค่าที (t - test)
5. เปรียบเทียบมโนคติที่คลาดเคลื่อนระหว่างนักเรียนที่ศึกษาอยู่ในโรงเรียนที่มีขนาดแตกต่างกัน โดยการทดสอบค่าเอฟ (F - test) จากวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One - way Analysis of Variance ; ANOVA) และการทดสอบรายคู่โดยวิธีของเชฟเฟ (Scheffé)

สถิติที่ใช้ในการวิจัย

1. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพของเครื่องมือ ได้แก่
 - 1.1 ค่าความยาก (Difficulty) ใช้สูตรดังนี้ (Gronlun & Linn, 1990 : 249)

$$P = \frac{R}{N}$$

เมื่อ	P	แทน ค่าความยากของคำถามแต่ละข้อ
	R	แทน จำนวนผู้ตอบถูกในแต่ละข้อ
	N	แทน จำนวนผู้เข้าสอบทั้งหมด

1.2 ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) ใช้สูตรดังนี้ (Gronlun & Linn, 1990 : 250)

$$r = \frac{R_U - R_L}{N/2}$$

เมื่อ	r	แทน ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ
	R_U	แทน จำนวนผู้ตอบถูกข้อนั้นในกลุ่มเก่ง
	R_L	แทน จำนวนผู้ตอบถูกข้อนั้นในกลุ่มอ่อน
	N	แทน จำนวนคนในกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด

1.3 หาค่าความเที่ยง (Reliability) ใช้สูตร K-R 20 ดังนี้ (Payne, 1992 :280)

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1} \left\{ 1 - \frac{\sum pq}{S_t^2} \right\}$$

เมื่อ	r_{tt}	แทน ค่าความเที่ยงของแบบทดสอบทั้งฉบับ
	n	แทน จำนวนข้อในแบบทดสอบ
	p	แทน สัดส่วนของคนทำถูกในแต่ละข้อ
	q	แทน สัดส่วนของคนทำผิดในแต่ละข้อ
	S_t^2	แทน ความแปรปรวนของคะแนนทั้งฉบับ

2. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล มีดังนี้

2.1 ค่าร้อยละ หาได้ดังนี้

$$\text{ค่าร้อยละ} = \frac{\text{จำนวนผู้ตอบคำถามนั้น}}{\text{จำนวนผู้ตอบทั้งหมด}} \times 100$$

2.2 การทดสอบสมมติฐาน ใช้การทดสอบที (t-test)

2.2.1 ถ้า $\sigma_1^2 = \sigma_2^2$ ใช้สูตร ดังนี้ (Fleming and Nellis, 1994 : 199)

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{S_p^2 \left(\frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2} \right)}}$$

เมื่อ
$$S_p^2 = \frac{(N_1 - 1)S_1^2 + (N_2 - 1)S_2^2}{N_1 + N_2 - 2}$$

โดยมี
$$df = N_1 + N_2 - 2$$

2.2.2 ถ้า $\sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$ ใช้สูตร ดังนี้ (Fleming and Nellis, 1994 : 199)

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{N_1} + \frac{S_2^2}{N_2}}}$$

โดยมี
$$df = \frac{\left(\frac{S_1^2}{N_1} + \frac{S_2^2}{N_2} \right)^2}{\frac{\left(\frac{S_1^2}{N_1} \right)^2}{N_1 - 1} + \frac{\left(\frac{S_2^2}{N_2} \right)^2}{N_2 - 1}}$$

เมื่อ \bar{X}_1, \bar{X}_2 แทน ค่าเฉลี่ยของข้อมูลกลุ่มตัวอย่างที่ 1 และ 2 ตามลำดับ

S_p^2 แทน ความแปรปรวนรวม (Pooled Variance)

S_1^2, S_2^2 แทน ความแปรปรวนของข้อมูลกลุ่มตัวอย่างที่ 1 และ 2 ตามลำดับ

N_1, N_2 แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ 1 และ 2 ตามลำดับ

3. การทดสอบค่าเอฟ (F - test)

ใช้สำหรับสมมติฐานในกรณีที่กลุ่มตัวอย่างมี 4 กลุ่ม โดยใช้สูตรดังนี้

(Hinkle, Wiersma and Jurs, 1982 : 261)

$$F = \frac{MS_B}{MS_W}$$

- เมื่อ F แทน ค่าสถิติที่จะใช้พิจารณา
 MS_B แทน ค่าเฉลี่ยของผลบวกกำลังสองระหว่างกลุ่ม
 MS_W แทน ค่าเฉลี่ยของผลบวกกำลังสองภายในกลุ่ม

4. เปรียบเทียบพหุคูณเมื่อพบว่าค่าเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยใช้วิธีการของเซฟเฟ (Scheffé Method) โดยใช้สูตรดังนี้ (Hinkle, Wiersma and Jurs, 1982 : 266)

$$F = \frac{(\bar{X}_i - \bar{X}_j)^2}{(K-1)MS_W \left[\frac{1}{n_i} + \frac{1}{n_j} \right]}$$

- เมื่อ F แทน ค่าสถิติในการแจกแจงแบบเอฟ (F - Distribution)
 \bar{X}_i แทน ค่าเฉลี่ยของข้อมูลในกลุ่มที่ i
 \bar{X}_j แทน ค่าเฉลี่ยของข้อมูลในกลุ่มที่ j
 MS_W แทน ค่าความแปรปรวนภายในกลุ่ม
 K แทน จำนวนกลุ่มที่ศึกษา
 n_i แทน จำนวนตัวอย่างในกลุ่มที่ i
 n_j แทน จำนวนตัวอย่างในกลุ่มที่ j