

371.262 -

ส. 251 ก

๓.๖

การสำราญแบบทดสอบและการวางเขียนคะแนนในแบบฉบับ
วิชาวิทยาศาสตร์ที่วิเคราะห์ด้วยวิธีเคมี

ปริญาบัตร

ของ

สุรัตน์ ขวัญจันทร์

22 เม.ย. 2535

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต

กันยายน 2531

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

คณะกรรมการที่ปรึกษาประจำตัวนิสิต และคณะกรรมการสอบได้พิจารณาปริญญานิพนธ์
ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

คณะกรรมการที่ปรึกษา

..... ประธาน

(รศ.อังคณา สายยศ)

..... กรรมการ

(อ. อาวุธ วัฒนสิน)

คณะกรรมการสอบ

..... ประธาน

(รศ.อังคณา สายยศ)

..... กรรมการ

(อ. อาวุธ วัฒนสิน)

..... กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม

(รศ. ชุติรี วงศ์รัตนะ)

บัณฑิตวิทยาลัยอนุมัติให้รับปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิตของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ศ.ดร.สมพร บัวทอง)

วันที่....13....เดือน.....ตุลาคม..... พ.ศ. ..2531.....

ประกาศขอบคุณ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ได้รับความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจาก รองศาสตราจารย์อังคณา สายยศ อาจารย์อาวุธ วัชรสิน และรองศาสตราจารย์ชูศรี วงศ์รัตน์ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ ข้อคิดเห็น ตลอดจนการแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณ ดร.สงบ ลักษณะ ดร.ชูศักดิ์ ชัมภลชิต อาจารย์บรรทม มณีโชติ และอาจารย์อานนท์ กาญจนกิจโสภณ ที่ได้ให้ความรู้ คำแนะนำ ตลอดจนแนวคิดในการทำวิจัยครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ขรรค์ชัย คงเส้นห์ อาจารย์ปรองชน พูลสวัสดิ์ อาจารย์อรทัย โสภกา อาจารย์สมศรี เพ็ชรขจร และอาจารย์วีระศักดิ์ สวงโห ที่กรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญในการสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตรและตรวจสอบเครื่องมือในการวิจัย

ขอขอบคุณ ผู้อำนวยการ อาจารย์ใหญ่ ผู้ช่วยผู้บริหารฝ่ายวิชาการ คณะครู-อาจารย์ ของโรงเรียนในกลุ่มตัวอย่าง ขอขอบคุณ อาจารย์ศิริกัญ ทุ่งภูมิ ที่ให้ความช่วยเหลือในการเก็บรวบรวมข้อมูล ขอขอบคุณ พี่น้อง ๆ และน้อง ๆ ที่ไม่ได้ออกมาถามมา ณ ที่นี้ และขอบใจนักเรียนทุกคนที่ให้ความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นอย่างดี

ขอบคุณ คุณทองพิศ ขวัญบุญจันทร์ ที่ได้ให้ความช่วยเหลือในการเก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และเป็นกำลังใจในการทำปริญญานิพนธ์นี้

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยขอแนะนำถึงพระคุณของบิดา-มารดา ครู-อาจารย์ และญาติพี่น้อง ที่ได้อบรมสั่งสอน ในการช่วยเหลือ และเป็นกำลังใจแก่ผู้วิจัยตลอดมา

สุรัตน์ ขวัญบุญจันทร์

ปริญญาบัตรฉบับนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากทุนงบประมาณแผ่นดิน ซึ่งมอบให้แก่บัณฑิตในการ
ทำวิจัย ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในพระคุณยิ่ง

สุรัตน์ ขวัญอยู่จันทร์

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ	1
ภูมิหลัง	1
ความหมายของการศึกษาค้นคว้า	5
ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า	5
ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า	5
คำนิยามศัพท์เฉพาะ	6
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	9
ความหมายของการเทียบคะแนน	9
รูปแบบการเทียบคะแนน	10
มโนทัศน์เกี่ยวกับรายชั้โยเดล	20
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเทศไทย	32
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในต่างประเทศ	38
3 วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	45
ประชากร	45
กลุ่มตัวอย่าง	45
เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	47
วิธีดำเนินการสร้างแบบทดสอบ	47
วิธีดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล	49
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	50

4	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	52
	สัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	52
	การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล	53
	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	53
	ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์เกี่ยวกับแบบทดสอบ	53
	ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์เกี่ยวกับค่าความสามารถ	65
	ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์เกี่ยวกับการหาผลการเทียบคะแนน	74
5	สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	77
	ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	77
	กลุ่มตัวอย่าง	77
	เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	77
	วิธีดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล	78
	สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล	78
	อภิปรายผล	80
	ข้อเสนอแนะ	81
	บรรณานุกรม	83
	ภาคผนวก	88

บัญชีตาราง

ตาราง

หน้า

1	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการสร้างเครื่องมือ การเก็บคะแนน และการทานผล แยกตามโรงเรียน	46
2	ค่าความยาก และค่าความสอดคล้อง จากการทดสอบครั้งที่ 1	54
3	ค่าความยาก ค่าความสอดคล้อง จากการทดสอบครั้งที่ 2 แบบทดสอบฉบับ x ..	59
4	ค่าความยาก ค่าความสอดคล้อง จากการทดสอบครั้งที่ 2 แบบทดสอบฉบับ y ..	61
5	ค่าสถิติพื้นฐานและความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวิชาวิทยาศาสตร์	63
6	เปรียบเทียบค่าความยากของข้อคำถามรวม จำนวน 10 ข้อ ของแบบทดสอบฉบับ x และแบบทดสอบฉบับ y	64
7	สถิติพื้นฐานค่าความยากและความสำคัญของข้อคำถามรวม จำนวน 10 ข้อของแบบทดสอบฉบับ x และแบบทดสอบฉบับ y	65
8	การเปรียบเทียบความสามารถของนักเรียนที่สอบแบบทดสอบฉบับ x และฉบับ y	70
9	แสดงการเก็บคะแนน	72
10	ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนความคลาดเคลื่อน	74
11	ค่าดัชนีความเที่ยงพอความคลาดเคลื่อนในการเก็บคะแนน	76
12	ตารางเก็บคะแนน	94
13	ตารางวิเคราะห์หลักสูตร วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องพลังงานและการเปลี่ยนแปลง ...	124

ภาพประกอบ

ภาพประกอบ

ภาพ

- 1 ค่าความสามารถกับคะแนนดิบ และโค้งลักษณะข้อสอบแบบทดสอบฉบับ x 66
- 2 ค่าความสามารถกับคะแนนดิบ และโค้งลักษณะข้อสอบแบบทดสอบฉบับ y 68

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

ปัจจุบันการใช้แบบทดสอบได้พัฒนาขึ้นอย่างกว้างขวาง ทั้งนี้เพราะเป็นเครื่องมือการวัดผลที่มีบทบาทในการสร้างความเสมอภาคหรือสร้างคุณธรรมในการสอบแข่งขัน เช่น การสอบเข้าทำงาน การสอบเลื่อนตำแหน่ง การสอบเลื่อนระดับ การสอบเข้าศึกษาในมหาวิทยาลัย หน่วยงานต่าง ๆ จะมีการสอบขึ้นหลายครั้ง อาจจะมีการสอบประจำปี เช่น การสอบบรรจุเข้ารับราชการ หรือการสอบเข้าศึกษาในมหาวิทยาลัย โดยแต่ละครั้งจะมีผู้เข้าสอบมากกว่าจำนวนที่ต้องการรับในอัตราส่วนที่สูง ผู้เข้าสอบจึงมีการชวนช่วยหาแนวข้อสอบเกวมาศึกษาเพื่อจะได้คะแนนเพิ่มขึ้น เพื่อให้เกิดความยุติธรรม แต่ละหน่วยงานจะมีการสร้างแบบทดสอบใหม่ทุกครั้งที่มีการสอบ โดยจะต้องสร้างให้มีลักษณะของข้อสอบ คือ เนื้อหา และคำสถิติต่าง ๆ ของข้อสอบอยู่ในขอบเขตและระดับเดียวกันกับแบบทดสอบชุดก่อน ๆ เพื่อจะได้แน่ใจว่าวัดในสิ่งที่ต้องการจะวัด มีความเชื่อถือ ตลอดจนสามารถเปรียบเทียบผลกับการสอบครั้งก่อน ๆ ได้

ในการวัดผลทางการศึกษา ส่วนใหญ่ใช้แบบทดสอบเพื่อวัดสมรรถภาพของนักเรียน เครื่องมือที่ใช้วัดส่วนใหญ่เป็นแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเอง ไม่มีการตรวจสอบคุณภาพ ไม่มีคำสถิติใด ๆ บ่งบอกถึงคุณภาพของแบบทดสอบ ครูที่สอนวิชาและระดับชั้นเดียวกัน ที่อยู่ต่าง-โรงเรียนกัน หรือแม้จะเป็นโรงเรียนเดียวกัน ต่างก็สร้างแบบทดสอบขึ้นเอง แบบทดสอบที่แต่ละคนสร้างขึ้นจึงแตกต่างกันทั้งลักษณะ เนื้อหาวิชาและคำสถิติต่าง ๆ ของข้อสอบ ผลของการวัดและการประเมินผลจึงนำมาเปรียบเทียบกันไม่ได้ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2527 : 1) การแก้ปัญหาดังกล่าว มีการรวมกลุ่มกันสร้างแบบทดสอบ โดยทำเป็นกลุ่มโรงเรียน หรือขยายกลุ่มให้ใหญ่ขึ้น และเพื่อไม่ให้เกิดปัญหาข้อสอบรั่ว หรือเกิดการได้เปรียบเสียเปรียบกัน ในระหว่างผู้เข้าสอบ ในกรณีที่สอบไม่พร้อมกัน จึงมีการสร้างแบบทดสอบที่มีลักษณะเหมือน ๆ กัน

ที่เรียกว่า "แบบทดสอบคู่ขนาน" หลาย ๆ ฉบับ เพื่อจะนำเอาคะแนนดิบที่ได้จากการทดสอบ ฉบับต่าง ๆ มาเปรียบเทียบกัน

การสร้างแบบทดสอบคู่ขนานที่จะให้ได้ลักษณะของข้อสอบ คือ เนื้อหาและค่าสถิติของ ข้อสอบเท่าเทียมกันในเรื่องความเป็นจริงทำได้ยากมากและไม่คุ้มกับการลงทุนนักจะได้แค่แบบทดสอบ ที่เทียบเคียงกันเท่านั้น (Gulliksen. 1950 : 174) ทั้งนี้เพราะแบบทดสอบสองฉบับใด ๆ จะเป็นคู่ขนานกัน (Parallel) ก็เมื่อมีสิ่งต่าง ๆ เหล่านี้เหมือนกัน คือ (Holland & Rubin. 1982 : 10 citing Levine. 1955)

1. โครงสร้างของข้อสอบ (Structure)
2. เวลาที่ใช้ในการสอบ (Timing)
3. รูปแบบของข้อสอบ (Format)
4. ชนิดของข้อสอบ (Item Type)
5. เนื้อหาที่ใช้ออกข้อสอบ (Subject Matter)

ในรายการข้อ 2 ถึงข้อ 5 สามารถทำให้เท่าเทียมกันได้ จะมีแต่ค่าความยาก (Difficulty) ที่อยู่ในโครงสร้างของแบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับเท่านั้นที่แตกต่างกัน (ซูตีกต์ ชัมภลลิขิต. 2527 : 2) แต่ ฮอลแลนด์และรูบิน (Holland and Rubin. 1982 : 2) กล่าวว่า เราสามารถชดเชยความแตกต่างของความยากที่ปรากฏอยู่ในแบบทดสอบฉบับต่าง ๆ ได้ โดยการใช้วิธีการทางสถิติช่วยในการปรับคะแนน ที่เรียกว่า "การเทียบคะแนน" (Equating) ซึ่งเรื่องนี้ สงบ ลักษณะ (2525 : 22) กล่าวว่า คะแนนจากแบบทดสอบต่างฉบับกันที่วัด สิ่งเดียวกัน แต่ไม่จำเป็นต้องเป็นข้อสอบคู่ขนานจะถือว่าเทียบเท่ากันได้ ถ้านักเรียนคนใดก็ตาม ทำข้อสอบต่างฉบับแล้วได้คะแนนจริง (True Score) หรือความสามารถจริง (True Ability) เท่ากัน เมื่อได้ก็ตามที่เราสามารถสร้างบัญชีคะแนนเทียบเท่าระหว่างแบบทดสอบได้ การใช้ แบบทดสอบที่ต่างฉบับกันและนักเรียนต่างกลุ่มกันก็จะมีผลความสะกดในการวัดผล เพราะไม่ว่า เขาจะได้รับการทดสอบด้วยแบบทดสอบฉบับใดจะสามารถนำคะแนนเขาไปเทียบเทียบกันได้เสมอ ซึ่งการเทียบคะแนนนี้มี 2 รูปแบบ คือ (สงบ ลักษณะ. 2525 : 23)

1. การเทียบคะแนนตามแนวนอน (Horizontal Equating) เป็นกรณีที่มีข้อสอบ 2 ฉบับ เช่น ฉบับ ก และ ข ที่มีความยากง่ายพอ ๆ กัน นำมาทดสอบกับบุคคลประชากรเดียวกัน แล้วต้องการหาว่าถ้าคะแนนของแบบทดสอบฉบับ ก จึงจะเทียบเท่ากับคะแนนของแบบทดสอบฉบับ ข
2. การเทียบคะแนนตามแนวตั้ง (Vertical Equating) เป็นกรณีที่มีแบบทดสอบ 2 ฉบับ หรือมากกว่า 2 ฉบับ มีความยากต่างกัน นำไปทดสอบประชากรบุคคลต่างระดับความสามารถกัน เช่น ในกรณีของแบบทดสอบมาตรฐานชนิด Multi-Level ที่ต้องการเทียบคะแนนระหว่างแบบทดสอบทั้ง 2 ชุด ตามระดับความสามารถของผู้สอบ

จากสภาพปัญหาการวัดผลหรือการใช้แบบทดสอบในปัจจุบันที่กล่าวแล้วข้างต้น คือปัญหาการเทียบระดับความสามารถระหว่างบุคคลที่สอบเข้าศึกษาต่อในสถานศึกษาต่าง ๆ หรือการสอบเข้าทำงานในแต่ละปี ตลอดจนปัญหาการเทียบคะแนนหรือระดับความสามารถของนักเรียนในการใช้แบบทดสอบเทียบเคียงหลาย ๆ ฉบับในกลุ่มโรงเรียนต่าง ๆ สามารถแก้ได้โดยการเทียบคะแนนตามแนวนอน (Horizontal Equating) การเทียบคะแนนมีหลายรูปแบบ ถ้าแบ่งตามทฤษฎีที่สนับสนุนจะแบ่งได้ 2 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ (Flanagan. 1951 : 750 - 760) กลุ่มทฤษฎีแบบดั้งเดิม (Classical Model) มีรูปแบบเชิงเส้นตรง (Linear Equating Model) รูปแบบอีควิเปอร์เซ็นต์ไทล์ (Equipercentile Equating Model) และรูปแบบการใช้เทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบ (Equating Using the Confirmatory Factor Analysis Model) ส่วนอีกกลุ่มหนึ่งคือ กลุ่มทฤษฎีการวัดความสามารถแฝง (Latent Trait Theory) ซึ่งมีรูปแบบอิงทฤษฎีการตอบข้อสอบ (Item Response Theory Equating Model) จากการศึกษาของ ลอร์ด (Lord. 1980 : 199) พบว่า รูปแบบอิงทฤษฎีการตอบข้อสอบให้ค่าการแปลงคะแนนได้ถูกต้อง และให้โอกาสที่จะคลาดเคลื่อนน้อยกว่ารูปแบบอื่น ๆ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ ปีเตอร์เซน มาร์โค และสตีวาร์ต (Petersen, Marco and Stewart. 1982 : 71 - 135) ที่ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลของการใช้รูปแบบเชิงเส้นตรง รูปแบบอีควิเปอร์เซ็นต์ไทล์ และรูปแบบอิงทฤษฎีการตอบข้อสอบ พบว่า รูปแบบอิงทฤษฎีการตอบข้อสอบสามารถประมาณค่าการสังเกตได้แน่นอนและเหมาะสมที่สุดเพราะไม่มีผลกระทบจากการ

ขาดแคลนข้อมูล และการศึกษาของ โคลเลนและวิทนี (Kolen and Whitney. 1982 : 279 - 294) พบว่า รูปแบบอิงทฤษฎีการตอบข้อสอบให้ความพึงพอมากที่สุด จุดเด่นของการเทียบคะแนนโดยรูปแบบอิงทฤษฎีการตอบข้อสอบมีหลายประการ เช่น (ส่งบ ลักษณะ. 2525 : 22 อ้างอิงมาจาก Angoff. 1971)

1. เป็นที่ยอมรับกันว่าการสร้างแบบทดสอบคู่ขนานตามแนวคิดดั้งเดิมนั้นเป็นไปได้ยากมาก การเทียบคะแนนตามทฤษฎีนี้ไม่สนใจความเป็นข้อสอบคู่ขนานจึงเพิ่มความสะดวกในการพัฒนาข้อสอบ
2. แบบทดสอบที่นำมาเทียบคะแนนนี้ แม้จะมีเงื่อนไขว่าควรวัดสิ่งเดียวกันทุกฉบับ แต่สามารถมีระดับความยากง่ายแตกต่างกันได้ด้วย
3. บุคคลที่นำมาใช้เทียบคะแนนไม่จำเป็นต้องมาจากประชากรเดียวกัน เช่น อาจเป็นเด็กมัธยมศึกษาปีที่ 1 กับมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก็ได้

จากการศึกษาของนักวิจัยหลายท่านที่กล่าวมาพอจะยืนยันได้ว่า การใช้รูปแบบอิงทฤษฎีการตอบข้อสอบให้ผลการเทียบคะแนนได้ถูกต้องและคลาดเคลื่อนน้อยกว่ารูปแบบอื่น ๆ และในทฤษฎีการตอบข้อสอบนี้ยังมีโมเดลการวิเคราะห์อีกหลายโมเดลตามทฤษฎีการวัดความสามารถแฝง (Latent Trait Model) แต่โมเดลของราสค์ (Rasch Model) นั้นสามารถนำมาใช้ในการเรียนการสอนในปัจจุบันได้มาก และดีกว่าโมเดลอื่น ๆ เพราะสามารถใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่มีขนาดเล็กและสามารถวิเคราะห์ได้ด้วยตนเองโดยไม่ต้องอาศัยเครื่องคอมพิวเตอร์

ด้วยสภาพปัญหาที่กล่าวข้างต้น การเทียบคะแนนโดยการสร้างแบบทดสอบคู่ขนานมีข้อจำกัดอย่างมากในการปฏิบัติโดยเฉพาะการทดสอบในสภาพการณ์จริงบางกรณีที่เป็นโปรแกรมการสอบระดับชาติ นโยบาย และข้อกำหนดของระเบียบการดำเนินการสอบอยู่นอกเหนือการพัฒนาวิธีดังกล่าว การเทียบคะแนนจึงต้องเปลี่ยนแปลงไป ด้วยเหตุผลของความเป็นจริงและความจำเป็น การเทียบคะแนนจึงหันมากระบวนทางสถิติมาช่วย ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะสร้างแบบทดสอบวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องพลังงานและการเปลี่ยนแปลง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 2 ฉบับ และใช้วิธีการเทียบคะแนนตามแนวนอน โดยวิเคราะห์ด้วยราสค์โมเดล อันจะเป็นประโยชน์โดยตรงต่อสภาพการเรียนการสอนในปัจจุบัน

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อสร้างแบบทดสอบวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องพลังงานและการเปลี่ยนแปลง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่วิเคราะห์ด้วยวิธี Rasch Model จำนวน 2 ฉบับ ที่เทียบเคียงกัน
2. เพื่อสร้างตารางการเทียบคะแนนความสามารถตามแนวอนเดวย์วิธี Rasch Model วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องพลังงานและการเปลี่ยนแปลง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

จากการศึกษาค้นคว้าจะได้แบบทดสอบวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องพลังงานและการเปลี่ยนแปลง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 2 ฉบับ ที่ใช้แทนแบบทดสอบคู่ขนาน เพราะสามารถเทียบคะแนนจากแบบทดสอบฉบับหนึ่งไปสู่อีกฉบับหนึ่งได้ โดยดูจากตารางเทียบคะแนนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจากการวิเคราะห์ด้วยวิธีการของ Rasch อันจะเป็นประโยชน์ในการเปรียบเทียบผลการสอบในการสอบคัดเลือกต่างปีกัน และเป็นประโยชน์ต่อการวัดผลในโรงเรียน กลุ่มโรงเรียน พร้อมทั้งเป็นแนวทางในการนำ Rasch Model (Rasch Model) มาพัฒนาการวัดผลและประเมินผลต่อไป

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

1. ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2531 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา ในจังหวัดชัยภูมิ จำนวน 30 โรงเรียน 129 ห้องเรียน และจำนวนนักเรียน 4,961 คน
2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2531 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา 1,391 คน โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการสร้างเครื่องมือ จำนวน 5 โรงเรียน

10 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 406 คน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย จำนวน 11 โรงเรียน
 21 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 819 คน และกลุ่มตัวอย่างการทานผล จำนวน 4 โรงเรียน
 4 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 166 คน

คำนิยามศัพท์เฉพาะ

1. การเทียบคะแนน (Equating) หมายถึง กระบวนการที่ใช้วิธีการทางสถิติ เพื่อคัดแปลงคะแนนจากแบบทดสอบ 2 ฉบับ ให้เป็นคะแนนที่สามารถเปรียบเทียบกันได้
2. การเทียบคะแนนตามแนวนอน (Horizontal Equating) หมายถึง การเทียบคะแนนจากแบบทดสอบ 2 ฉบับ ที่วัดความสามารถหรือคุณลักษณะเดียวกัน สร้างจากเนื้อหาเดียวกัน มีความยากพอ ๆ กัน โดยหาค่าเฉลี่ยกับกลุ่มประชากรเดียวกัน แล้วแปลงคะแนนที่เทียบกันได้โดยใช้สมการของลอว์ลและยูเวอร์
3. แบบทดสอบการเทียบคะแนน (Equating Test) หมายถึง แบบทดสอบ วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องพลังงานและการเปลี่ยนแปลง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 2 ฉบับ ฉบับละ 60 ข้อ ซึ่งแต่ละฉบับมีข้อคำถามรวม จำนวน 10 ข้อ โดยผู้วิจัยสร้างขึ้นตามหลักสูตรของกระทรวงศึกษาธิการ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 ซึ่งใช้ตารางวิเคราะห์หลักสูตร เป็นหลักในการสร้างข้อสอบ
4. ข้อคำถามร่วม (Anchor Items) หมายถึง กลุ่มของข้อคำถามจำนวน 10 ข้อ ที่มีอยู่ในแบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับ
5. ความสอดคล้องกับโมเดล (Fit Model) หมายถึง การพิจารณาเหตุการณ์ที่คน ๆ หนึ่ง ทำข้อสอบข้อหนึ่งว่าได้ผลสัมฤทธิ์ผลหรือสอดคล้องเพียงใด โดยดูจากค่า t - test) ที่วิเคราะห์ด้วยโปรแกรมไบคาล (BICAL) ซึ่งในราชคโมเดลมีหลักการที่สำคัญ 2 ข้อ คือ

5.1 คนที่มีความสามารถมากย่อมมีโอกาสทำข้อสอบถูกมากกว่าคนที่มีความสามารถน้อย

5.2 ภายในคนเดียวกันโอกาสที่จะตอบถูกในข้อคำถามที่ง่าย ๆ ย่อมมีมากกว่าโอกาสที่ตอบถูกในข้อคำถามที่ยาก ๆ

6. ความยากของข้อสอบ (Item Difficulty) หมายถึง ความสามารถของผู้สอบที่จะทำข้อคำถามนั้นได้ ซึ่งพิจารณาจากจุดค่าความน่าจะเป็น .50 ถ้าความยากจะมีตั้งแต่ $-\infty$ ถึง ∞ แต่ในทางปฏิบัติจะมีค่าระหว่าง -2 ถึง $+2$ โดยค่า -2 แสดงว่าข้อคำถามนั้นง่ายมาก และ $+2$ แสดงว่า ข้อคำถามนั้นยากมาก

7. ความสามารถของผู้สอบ (Examinee's Ability) หมายถึง ค่าประมาณระดับความสามารถของนักเรียนที่ได้จากการนำผลการตอบแบบทดสอบของนักเรียนแต่ละคนไปประมาณค่าตามทฤษฎีตอบข้อคำถาม ซึ่งคำนวณได้โดยวิธีของราซด์ มีค่าอยู่ระหว่าง -3 ถึง $+3$ ค่า -3 หมายถึง มีความสามารถต่ำ และ $+3$ หมายถึง มีความสามารถสูง

8. ความไม่แปรตามกลุ่ม (Invariance across group) หมายถึง ค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ จะมีค่าแน่นอนไม่แปรตามกลุ่มของผู้เข้ารับการทดสอบ แม้ว่าจะนำข้อสอบชุดเดิมไปใช้กับคนต่างกลุ่มกันจนปรากฏค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ เปลี่ยนไป เป็นการเปลี่ยนเพราะอิทธิพลของการมีจุดตั้งต้น (Origin) ของความสามารถแท้ (θ) บนแกนราบต่างกันไปเท่านั้น ถ้ามีการปรับ (Transform) ค่าความสามารถแท้ให้มีสเกลเดียวกันแล้วค่าพารามิเตอร์เหล่านี้จากการสอบต่างกลุ่มจะคงเดิมเสมอ

9. แบบทดสอบที่มีมิติเดียวกัน (Unidimensional Test) หมายถึง แบบทดสอบที่สร้างขึ้นจากเนื้อหาเดียวกัน เพื่อวัดความสามารถหรือคุณลักษณะเดียวกัน โดยมีความเป็นเอกพันธ์กันสูง

10. กลุ่มทานผล หมายถึง กลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการสอบแบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับเพื่อนำผลการสอบไปใช้ในการตรวจสอบหาดัชนีความเพียงพอ ความคลาดเคลื่อนในการเทียบคะแนน

11. ดัชนีความเพียงพอ (Index of Discrepancy) หมายถึง ค่าที่แสดงถึงความแตกต่างของคะแนนที่ได้จากการสอบ กับคะแนนที่ได้จากตารางเทียบคะแนน โดยวิธีหลัก

การประเมินของทีเคอร์เซาและคนอื่น ๆ (Petersen and others. 1982 : 93 - 94)
ซึ่งมีหลักการยอมรับดังนี้

ระดับน่าพอใจมาก	หมายถึง $c \leq (0.05 s_x)^2$
ระดับน่าพอใจ	หมายถึง $(0.05 s_x)^2 \leq c \leq (0.10 s_x)^2$
ระดับปานกลาง	หมายถึง $(0.10 s_x)^2 < c \leq (0.15 s_x)^2$
ระดับไม่น่าพอใจ	หมายถึง $(0.15 s_x)^2 < c \leq (0.20 s_x)^2$
ระดับไม่น่าพอใจอย่างยิ่ง	หมายถึง $c > (0.20 s_x)^2$

12. ความเชื่อมั่น (Reliability) หมายถึง ความคงเส้นคงวาของผลการวัด
หมายถึง การนำเครื่องมือนั้นไปทดสอบกลุ่มตัวอย่างกี่ครั้ง ๆ ก็ตามก็ยังคงได้คะแนนเท่าเดิม
ซึ่งคำนวณค่าความเชื่อมั่น โดยใช้สูตร คูเคอร์ ริชาร์ดสัน 20 จากโปรแกรม BICAL

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาในเรื่องต่าง ๆ ดังนี้

1. ความหมายของการเทียบคะแนน
2. รูปแบบการเทียบคะแนน
3. มโนทัศน์เกี่ยวกับราชคโหมเกล
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 4.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเทศ
 - 4.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องต่างประเทศ

ความหมายของการเทียบคะแนน

การเทียบคะแนน (Equating) เป็นวิธีการทางสถิติที่มีผู้คิดค้นขึ้นเพื่อให้คะแนนจากแบบทดสอบต่างฉบับเทียบกันได้ (Equivalent Score) ซึ่งผู้ที่ศึกษาในเรื่องนี้ได้นิยามการเทียบคะแนนไว้ในแนวเดียวกัน ดังนี้

ฟลานาแกน (Flanagan. 1951 : 747 - 748) ได้กล่าวถึงการเทียบคะแนนว่าเป็นวิธีการที่ทำคะแนนจากแบบทดสอบต่างฉบับกันสามารถเทียบกันได้

กลิลิกเซน (Gulliksen. 1950 : 298 - 304) ให้ความหมายการเทียบคะแนนว่าเป็นวิธีการทำคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบสองฉบับที่วัดวิชาเดียวกันให้เป็นคะแนนเทียบเคียง (Equivalent Score) ที่เทียบกันได้โดยตรง

แองกอฟ (Angoff. 1971 : 562) ให้ความหมายของการเทียบคะแนนว่าเป็นการแปลงระบบของหน่วยการวัดของแบบทดสอบฉบับหนึ่งไปสู่ระบบของหน่วยการวัดของแบบทดสอบอีกฉบับหนึ่ง คะแนนที่ผ่านการแปลงแล้วจะให้ความหมายของการเทียบกันโดยตรง

ลอร์ด (Lord. 1980 : 195) ให้ความหมายของการเทียบคะแนนว่าเป็นการแปลงคะแนนจากแบบทดสอบต่างฟอร์มให้มีความหมายให้สับเปลี่ยนกันได้ และเพื่อความเสมอภาคของบุคคลผู้รับการทดสอบ

มาร์โค (Marco. 1981 : 105) ให้ความหมายการเทียบคะแนนว่าเป็นกระบวนการแปลงคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบฉบับหนึ่ง ให้มีตัวเลขเทียบเคียง (Equivalent) กับตัวเลขที่ได้จากแบบทดสอบอีกฉบับหนึ่ง

ชูศักดิ์ ชัมภลิต (2527 : 2) ได้สรุปเกี่ยวกับการเทียบคะแนนว่าเป็นกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรม 2 ประการคือ

1. กระบวนการที่ทำให้แบบทดสอบ 2 ฉบับใด ๆ มีความเท่าเทียมกันหรือเท่ากัน ในเชิงโครงสร้าง
2. การใช้วิธีการทางสถิติเพื่อปรับ (Adjust) คะแนนที่ได้จากแบบทดสอบแต่ละฉบับให้อยู่ในมาตราเดียวกันและเทียบกันได้

สงข ลักษณ์ (2522 : 22) ได้กล่าวว่า คะแนนจากแบบทดสอบ 2 ฉบับวัดสิ่งเดียวกัน แต่ไม่จำเป็นต้องเป็นข้อสอบคู่ขนาน จะถือว่าเทียบเท่ากันได้ถ้าคะแนนจากแบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับนั้นมาจากคะแนนจริง (True Score) หรือความสามารถแท้ (True Ability) ที่เท่ากัน

จากความหมายดังกล่าวพอสรุปได้ว่า การเทียบคะแนน คือ วิธีทางสถิติเพื่อปรับคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบ 2 ฉบับ ให้สามารถเปรียบเทียบกันได้ โดยถือเอาความสามารถในการทำข้อสอบของผู้ตอบข้อสอบเป็นเกณฑ์

รูปแบบการเทียบคะแนน

รูปแบบการเทียบคะแนน ปัจจุบันได้มีผู้เสนอไว้หลายรูปแบบพอสรุปได้ดังนี้

1. วิธีเทียบคะแนนรูปแบบเชิงเส้นตรง

รูปแบบเชิงเส้นตรงได้รับความนิยมมาเป็นเวลานาน โดยใช้สมการเส้นตรง

เป็นรูปแบบอยู่ในนิยามที่ว่า คะแนนจากแบบทดสอบ 2 ชุด โดยที่แบบทดสอบทั้ง 2 ชุด ต่างเป็นแบบทดสอบที่วัดในสิ่งเดียวกัน (Parallel Measures) จะพิจารณาตัดสินให้เทียบกันได้ก็ต่อเมื่อคะแนนมาตรฐานทั้งสองชุดมีค่าเท่ากัน คือ

$$(Y - M_y)/S_y = (X - M_x)/S_x$$

เมื่อ X	คือ	คะแนนจากแบบทดสอบฉบับที่ 1
Y	คือ	คะแนนจากแบบทดสอบฉบับที่ 2
M_x	คือ	ค่าเฉลี่ยของแบบทดสอบฉบับที่ 1
M_y	คือ	ค่าเฉลี่ยของแบบทดสอบฉบับที่ 2
S_x	คือ	ค่าความเบี่ยงเบนของแบบทดสอบฉบับที่ 1
S_y	คือ	ค่าความเบี่ยงเบนของแบบทดสอบฉบับที่ 2

ในกรณีรูปแบบการแจกแจงของคะแนนแบบทดสอบฉบับที่ 1 เทียบกับแบบทดสอบฉบับที่ 2 ใช้การเทียบรูปแบบเชิงเส้นตรงได้สะดวกง่าย และมีความเป็นปรนัยเพราะจะเป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้น

การเทียบคะแนนแบบเชิงเส้นตรงโดยใช้แบบทดสอบรวม

ทักเคอร์ เป็นผู้คิดค้นรูปแบบเชิงเส้นตรงโดยใช้แบบทดสอบรวมขึ้น วิธีนี้เริ่มด้วยการมีข้อตกลงเบื้องต้นของการเทียบคะแนนมีฟังก์ชันเป็นเส้นตรง ดังนี้

$$e_x(Y) = \mu_x + \frac{\sigma_x}{\sigma_y} (Y - \mu_y)$$

เมื่อ μ_x , σ_x , μ_y , σ_y เป็นค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนจากแบบทดสอบฉบับที่ 1 และฉบับที่ 2 ตามลำดับ และในการหาค่า μ_x , μ_y , σ_x , σ_y จะหาได้ก็ต่อเมื่อได้กำหนดเงื่อนไขเป็นข้อตกลงเบื้องต้น 2 อย่างคือ

1. ค่าเฉลี่ยและค่าความแปรปรวนอย่างมีเงื่อนไขของ x เมื่อกำหนดแบบทดสอบรวม (V) เดียวกับ y
2. เป็นข้อตกลงตามรูปแบบ (Model Assumption) เพราะเป็นการยอมรับการทำคำาคาดหมายของค่าเฉลี่ยและค่าความแปรปรวน

ผลจากข้อตกลงเบื้องต้น สรุปหลักการเทียบคะแนนได้ดังนี้ ถ้าคำาคาดหมายเฉลี่ยและค่าความแปรปรวนในแบบทดสอบรวมเท่ากันแล้ว จะได้ค่า $\mu_x, \mu_y, \sigma_x, \sigma_y$ เพื่อจะนำไปแทนค่าในสมการข้างบน จะได้ฟังก์ชันของการเทียบคะแนนเชิงเส้นตรงของ x ไปสู่ y (Braun and Hollan. 1982 : 23 - 24)

2. วิธีเทียบคะแนนรูปแบบอิกวิเปอร์เซนไคล์

รูปแบบอิกวิเปอร์เซนไคล์เริ่มจากการแจกแจงของคะแนนจากแบบทดสอบฉบับที่ 1 และฉบับที่ 2 มีลักษณะคล้ายกัน หรือจะแตกต่างกันบ้างก็เพียงเล็กน้อย การเทียบคะแนนทำได้โดยใช้คะแนน ณ ตำแหน่งเปอร์เซนไคล์เดียวกันของคะแนน 2 ชุดนั้น ผลของการเทียบคะแนนแสดงด้วยกราฟ ขั้นตอนการแปลงคะแนนคือ เลือกกลุ่มตัวอย่างที่มีความสามารถกระจาย คือ มีทั้งเก่ง ปานกลาง และอ่อน แล้วแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็นสองกลุ่ม ให้กลุ่มหนึ่งทำแบบทดสอบฉบับที่ 1 และกลุ่มที่สองทำแบบทดสอบชุดที่ 2 ผลการทดสอบนำมาแจกแจงเป็นคะแนนชุดที่ 1 และชุดที่ 2 คำนวณหาจุดกลางเปอร์เซนไคล์ของการแจกแจง อ่านและทำเครื่องหมายสำหรับคะแนนชุดที่ 1 และชุดที่ 2 ของคะแนนการแจกแจงที่เทียบกับบนกระดาษกราฟทำจุดประมาณ 30 จุด แล้วลากเส้นเชื่อมเป็นเส้นกราฟ ทำการปรับให้เรียบเส้นกราฟนี้จะใช้อ่านค่าแบบทดสอบฉบับที่ 1 ที่สัมพันธ์กับฉบับที่ 2 จากนั้นทำตารางคะแนนแปลงสำเร็จ โดยปกติการเทียบคะแนนรูปแบบอิกวิเปอร์เซนไคล์ให้ภาพการแปลงคะแนนที่สะท้อนถึงระดับความยากง่ายของแบบทดสอบสองฉบับ ถ้าแบบทดสอบฉบับมีค่าความยากใกล้เคียงกัน เส้นกราฟจะมีลักษณะใกล้เคียงเส้นตรง แต่ถ้ามีค่าความยากต่างกันเส้นกราฟจะเป็นเส้นโค้งคะแนนสมมุติที่เกิดขึ้นจะถูกยึดอยู่บนคะแนนดิบเพื่อให้คงรักษาไว้ให้เหมือนชุดก่อนตามต้องการ (Angoff. 1984 : 101)

การเทียบคะแนนตามรูปแบบอิกวิเปอร์เซนไคล์โดยใช้แบบทดสอบรวม

บรุนและฮอลแลนด์ (Braun and Hollan. 1982 : 19 - 22)

ได้แสดงถึงความสัมพันธ์ของแบบทดสอบรวมในการเทียบคะแนนตามรูปแบบอิกวิเปอร์เซนไคล์ คือ กลุ่มตัวอย่างสองกลุ่มที่สุ่มมาอย่างอิสระจากประชากรทั้งหมด (T) โดยกลุ่มตัวอย่างที่ 1 คือ Q เขียนเป็นสมการได้

$$T = fp + (1-f)Q$$

โดยที่ p และ Q ขึ้นอยู่กับน้ำหนักของ f และ (1 - f) ตามลำดับ การคำนวณการแจกแจงของตัวอย่างรวมทำได้โดยคำนวณการแจกแจงตามเงื่อนไขของ กลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 ก่อนแล้วหาค่าเฉลี่ยที่ถ่วงน้ำหนักด้วย f และ 1 - f ซึ่งได้จากสมการคือ

$$f = N_1 / (N_1 + N_2)$$

เมื่อ N_1 และ N_2 คือ ขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ 1 และที่ 2 ตามลำดับ ค่าของ f คือ ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างที่ 1 และกลุ่มตัวอย่างที่ 2

ในรูปแบบการเทียบคะแนนแบบอิกวิเปอร์เซนไคล์มีข้อตกลงเพื่อเอาค่าประมาณ การแจกแจงของแบบทดสอบฉบับที่ 1 และแบบทดสอบฉบับที่ 2 ในประชากรทั้งหมดซึ่งได้ พังค์ชันของการเทียบคะแนนเป็น

$$e_x(y) = F_T(G_T(Y))$$

3. วิธีเทียบคะแนนรูปแบบการใช้เทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบ

วิธีนี้ใช้ความเป็นไปได้ของการวิเคราะห์ตัวประกอบสูงสุด (Maximum Libelihood Factor Analysis) ในการกะประมาณค่าพารามิเตอร์ ในการเทียบคะแนน

ถ้าข้อมูลเหมาะสมกับแฟกเตอร์โมเดล (Factor Model) แล้ว ค่าประมาณที่เป็นไปได้สูงสุด (MLE) จะใช้กับอินฟอร์เมชัน (Information) ในข้อมูลทั้งหมด และได้รับการทดสอบค่าทางสถิติกับกลุ่มตัวอย่างขนาดใหญ่ที่มีข้อตกลงในแต่ละกลุ่มที่เหมาะสมในการทดสอบซึ่งมีวิธีการประมาณความเป็นไปได้สูงสุด (MLE) ตกกลงให้เป็นไปตามโครงสร้างดังนี้

1. การเทียบคะแนนของแบบทดสอบหลาย ๆ ฉบับ
 2. การเทียบคะแนนพื้นฐานของส่วนประกอบของแบบทดสอบย่อย โดยใช้แบบทดสอบเปรียบเทียบทั่วไป (The Common Equating Test)
 3. ผลของความถูกต้องของการประมาณของค่าพารามิเตอร์ที่เปรียบเทียบได้มาจากตัวแปรอินฟอร์เมชัน (Information) ทั้งหมด
 4. ใช้กลุ่มตัวอย่างขนาดใหญ่ จะให้ค่าพารามิเตอร์ในการเปรียบเทียบที่แน่นอน
- ความสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบองค์ประกอบกับการเทียบคะแนนของแบบทดสอบภายใต้ตัวประกอบรวม (Common Factor) เพียงอย่างเดียวก็เพียงพอที่จะอธิบายถึงความแปรปรวนของแบบทดสอบ แบบทดสอบที่มีองค์ประกอบคล้ายกันซึ่งไม่จำเป็นจะต้องเป็นองค์ประกอบเดียว และข้อมูลจะต้องสอดคล้องกับโมเดลจึงจะใช้ในการเทียบคะแนนได้ (Rock. 1982 : 247)
- โจเรสกอก (เรวก็ อินทสระ. 2530 : 19 อ้างอิงมาจาก Joreskog. 1971 : 111) ได้สรุปว่า ถ้าคะแนนจากแบบทดสอบชนิดเดียวกันและคะแนนจริง t_i และ t_j มีความสัมพันธ์เป็นอันเดียวกัน (Correlate Unity) ซึ่งได้จากการสุ่ม f และ t_i จะมีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงดังนี้

$$t_i = v_i + \Lambda_{if} f \quad (1)$$

ถ้าแทนค่าในสมการตามทฤษฎีดั้งเดิม (Lord and Novick. 1968 : 56) จะได้ว่า

$$x_i = v_i + \Lambda_{if} f + e_i \quad (2)$$

เมื่อให้ Σ เป็นความแปรปรวน และความแปรปรวนร่วมในเมตริกของ x และเป็นไดอะกอนอล (Diagonal) จะได้

$$\Sigma = \Lambda \Phi \Lambda' + \Psi \quad (3)$$

เมื่อ Φ คือ ความแปรปรวนของ $-f$

ซึ่งสมการ (2) และ (3) เป็นสมการพื้นฐานของรูปแบบการวิเคราะห์องค์ประกอบที่มีตัวประกอบร่วม (Common Factor) ตัวหนึ่ง ถ้าเวกเตอร์ของคะแนนสอบ (x) มีการแจกแจงเป็นโค้งปกติ การกะประมาณความเป็นไปได้สูงสุดของพารามิเตอร์ที่ไม่ทราบค่า Λ , Φ และ Ψ ซึ่งเป็นค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานก็กะประมาณได้เช่นเดียวกัน

แบบทดสอบที่มีรากฐานของการวัดในโครงสร้างที่เหมือนกันทั้งหมด โปรแกรมการวิเคราะห์ตัวประกอบคงที่ (Confirmatory Factor Analysis Program) จะเป็นชนิดหนึ่งของแบบทดสอบที่มีข้อตกลงเบื้องต้นที่สำคัญเกี่ยวกับรูปแบบและการทดลองภายในกลุ่มประชากรเดียวกันและต่างกลุ่มกัน ต่อมาได้มีการเปรียบเทียบสัดส่วนความเป็นไปได้ของการทดสอบ การกะประมาณความเป็นไปได้สูงสุด (Maximum Likelihood) ของความแปรปรวนร่วมเมตริก Σ ของประชากรคือ $\Sigma = \hat{\Lambda} \hat{\Phi} \hat{\Lambda}' + \hat{\Psi} = Y$ การทดสอบร่วมกันได้เหมาะสมกับโมเดลมากที่สุด ซึ่งในการเทียบอาจจะใช้ประชากรร่วมกันหรือต่างกลุ่ม ที่แสดงถึงค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่นำไปสู่ค่าพารามิเตอร์ จากการทดสอบร่วมกัน (Overall) ได้เหมาะสมกับโมเดลมากที่สุด ซึ่งการเท่ากันอาจจะใช้ประกอบร่วมกัน หรือต่างกลุ่ม ที่แสดงถึงค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่นำไปสู่ค่าพารามิเตอร์ที่ไม่ทราบค่า

การเทียบคะแนนรูปแบบการใช้เทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบโดยใช้แบบทดสอบรวม

การเทียบคะแนนของแบบทดสอบ 2 ฉบับ ที่ใช้แบบทดสอบรวม ซึ่งเป็นการออกแบบนำไปสู่โมเดลของสองแฟกเตอร์

ในกลุ่มตัวอย่างที่ 1 ได้รับการทดสอบด้วยแบบทดสอบ x_1 และ x_2
 กลุ่มตัวอย่างที่ 2 ได้รับการทดสอบด้วยแบบทดสอบ x_1 และ x_2'
 ถึงแม้ว่า x_2 จะมีโครงสร้างที่ดูชานกับ x_2' แต่ก็ยังแตกต่างกัน ในแนว
 ของการวัดจุดเริ่มต้นของสเกล และความแปรปรวนคลาดเคลื่อนที่ไม่เท่ากัน ฉะนั้นความจำเป็น
 และเงื่อนไขสำหรับที่จะทำให้ x_2 กับ x_2' เทียบกันจะขึ้นอยู่กับสององค์ประกอบรวม
 คือ รูปแบบของสององค์ประกอบเฉพาะสัมพันธ์กับกลุ่มตัวอย่างทั้งสอง และค่าคลาดเคลื่อนที่จะให้
 ค่าความเชื่อมั่นเท่ากันโดยทดสอบการเปลี่ยนแปลงในสมการคือ

$$x_1 = v_i + \Lambda_{if} + \Lambda_{ie}$$

นั่นคือ ค่าความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนลดลง โดยใช้ค่าน้ำหนักองค์ประกอบ
 (Factor Loading) สำหรับความสัมพันธ์ของการวัด เมื่อค่าความเชื่อมั่นเท่ากันแล้วจะได้
 ค่าคะแนนจากแบบทดสอบฉบับที่ 2 (x_2 กับ x_2') เทียบกันได้ โดยเอา v_i ซึ่งเป็นค่าคงที่
 ลบออกจาก x_1 แต่ละตัวและหารด้วยค่าน้ำหนักของตัวประกอบ (Factor Loading) แล้ว
 ในแต่ละ x_1 ก็สามารถแสดงความสัมพันธ์ของคะแนนจริงในการเทียบคะแนน

4. วิธีเทียบคะแนนรูปแบบอิงทฤษฎีการตอบข้อสอบ

วิธีนี้ ลอร์ด (Lord, 1980 : 199 - 203) ได้กล่าวว่า แบบทดสอบ
 สองฉบับใด ๆ ที่ใช้เทียบคะแนนกันต้องเป็นแบบทดสอบที่มีมิติเดียวกัน และเทียบคะแนนจาก
 ความสามารถที่เท่ากัน ซึ่งจะมีข้อกำหนดที่สำคัญ 3 ประการ ดังนี้

1. ความเสมอภาค (Equity) คือ สำหรับทุกความสามารถ (θ) จะมี
 การกระจายของคะแนนแปลง ($x(y)$) เหมือนกับเงื่อนไขการกระจายของคะแนนจาก
 แบบทดสอบที่ต้องการเทียบ

2. ความไม่แปรตามกลุ่ม (Invariance Across Groups) คือ คะแนน
 ที่แปลงจะเหมือนเดิมไม่เปลี่ยนแปลงไปตามกลุ่มประชากรที่ต้องการเทียบคะแนน

3. ความสมมาตร (Symmetry) คือ คะแนนในการเทียบจะต้องเหมือนกันไม่ว่าจะเป็นการเทียบจากแบบทดสอบ x ไปแบบทดสอบ y หรือแบบทดสอบ y ไป x แบบทดสอบ

นอกจากนี้ ลอร์ด ได้แบ่งรูปแบบการเทียบคะแนนโดยใช้ทฤษฎีการตอบข้อสอบออกเป็นหลายวิธี ดังนี้

1. วิธีการเทียบคะแนนโดยใช้คะแนนจริง (True-Score Equating)

พิจารณาจากความสัมพันธ์เชิงคณิตศาสตร์ระหว่างความสามารถและจำนวนคะแนนที่ทำถูก ได้ดังนี้

$$\xi = \xi(\theta) = \sum_{i=1}^n p_i(\theta)$$

$$\eta = \eta(\theta) = \sum_{j=1}^m p_j(\theta)$$

เมื่อ ξ คือ คะแนนจริงจากแบบทดสอบฉบับ x

η คือ คะแนนจริงจากแบบทดสอบฉบับ y

n คือ จำนวนข้อของแบบทดสอบฉบับ x

m คือ จำนวนข้อของแบบทดสอบฉบับ y

ในทางปฏิบัติเราจะหาค่า $p_i(\theta)$ และ $p_j(\theta)$ ได้จากการประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบโดยเลือกจะใช้ชนิด One-Parameter, Two-Parameter หรือ Three-Parameter จากนั้นนำคะแนนจริงของผลการสอบจากแบบทดสอบฉบับ x และแบบทดสอบฉบับ y มาหาความสัมพันธ์กัน โดยใช้ค่า θ ที่ระดับเดียวกัน

2. วิธีการเทียบคะแนนโดยใช้คะแนนจริงด้วยแบบทดสอบร่วม (True-Score Equating with an Anchor Test)

การใช้แบบทดสอบรวมทำได้ 2 กรณี คือ ใช้แบบทดสอบรวมรวมเข้าเป็นชุดเดียวกับแบบทดสอบที่ต้องการเทียบ เรียกว่า แบบทดสอบรวมภายใน (Internal Anchor Test) ส่วนในกรณีที่จัดแยกเป็นชุดแบบทดสอบต่างหากจากแบบทดสอบที่ต้องการเทียบ เรียกว่าแบบทดสอบรวมภายนอก (External Anchor Test) จุดมุ่งหมายของการใช้แบบทดสอบรวม คือ เป็นการนำแบบทดสอบเป็นตัวเชื่อมข้อมูลเข้าด้วยกัน เพื่อให้ค่าพารามิเตอร์ที่วิเคราะห์ออกมาอยู่บนมาตราเดียวกัน ซึ่งถ้าขาดข้อสอบรวมแล้วจะไม่สามารถเทียบกันได้ นอกเสียจากว่ากลุ่มตัวอย่างที่สอบแบบทดสอบ x และ y จะมีการกระจายของความสามารถเหมือนกัน

ในทางปฏิบัติจะหาค่าความสามารถ (θ) ของกลุ่มตัวอย่างที่ทำแบบทดสอบรวมไปเทียบมาตรากับแบบทดสอบฉบับ x และแบบทดสอบฉบับ y

3. วิธีการเทียบคะแนนโดยใช้คะแนนดิบด้วยแบบทดสอบรวม (Raw-Score Equating with an Anchor)

ปัญหาการเทียบคะแนนโดยใช้คะแนนจริงคือ ไม่สามารถทราบคะแนนจริงของแต่ละคนได้ นอกจากใช้วิธีประมาณจากผลการสอบโดยสมการ

$$\xi_j = \sum_{i=1}^n D_i(\theta)$$

ซึ่งคะแนนที่ได้เป็นเพียงค่าประมาณเท่านั้น ยังไม่มีคุณสมบัติเป็นคะแนนจริง ดังนั้นการเทียบคะแนนโดยคะแนนจริงจึงคล้ายกับการเทียบคะแนนโดยใช้คะแนนดิบชนิดใหม่นั้นเอง สำหรับการเทียบคะแนนโดยใช้คะแนนดิบในข้อนี้อาศัยข้อมูลจากการตอบแบบทดสอบรวม (Anchor Test)

การดำเนินการเทียบคะแนนโดยวิธีนี้จะเริ่มด้วยการประมาณลักษณะการกระจายของความสามารถของกลุ่มรวม $r(\theta)$ ซึ่งหมายถึง ผู้สอบทั้งหมดที่ทำแบบทดสอบรวมการกระจายของ (θ) ในกลุ่มเป็นการประมาณการกระจายของ $r(\theta)$

การประมาณการกระจายของคะแนนดิบ x สำหรับกลุ่มโดยสมการ

$$\hat{\phi}_x(x) = \frac{1}{N} \sum_{a=1}^N \hat{\phi}_x(x/\hat{\theta}_a)$$

เมื่อ $a = 1, 2, 3, \dots, N$ คือ ผู้สอบในแต่ละระดับ

ถ้า $r(\theta)$ มีลักษณะต่อเนื่อง (Continuous) สามารถประมาณด้วยสมการ

$$\hat{\phi}_x(x) = \int_{-\infty}^{\infty} \hat{\phi}_x(x/\theta) r(\theta) d\theta$$

เมื่อ $\hat{\phi}_x(x/\hat{\theta}_a)$ ได้มาจากการประมาณค่าพารามิเตอร์โดยใช้ทฤษฎีการตอบข้อสอบ (Item Parameter) ของข้อสอบในแบบทดสอบฉบับ x และสมการต่าง ๆ สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับแบบทดสอบฉบับ y ได้เช่นเดียวกัน

เนื่องจากแบบทดสอบฉบับ x และฉบับ y เป็นอิสระจากกัน เมื่อความสามารถ (θ) คงที่ การเทียบคะแนนต้องคำนวณการกระจายร่วม (Joint Distribution) จากสมการ

$$\hat{\phi}(x, y) = \frac{1}{N} \sum_{a=1}^N \hat{\phi}_x(x/\hat{\theta}_a) \hat{\phi}_y(y/\hat{\theta}_a)$$

$$\hat{\phi}(x, y) = \int_{-\infty}^{\infty} \hat{\phi}_x(x/\theta) \hat{\phi}_y(y/\theta) \hat{r}(\theta) d\theta \quad (4)$$

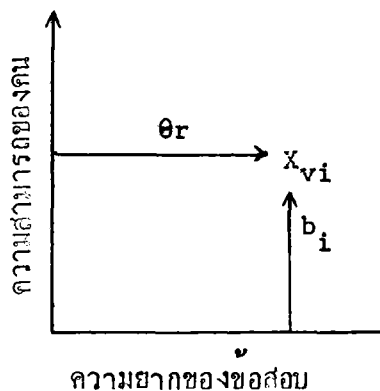
จากสมการข้างต้นจะเห็นบทบาทของแบบสอบร่วมได้ชัดเจน ทำให้สามารถประมาณการแจกแจงร่วม (Joint Distribution) ของ x และ y ได้ ถึงแม้จะไม่มีผู้ใดทำแบบทดสอบทั้งสองฉบับ

สมการ (4) เป็นการแจกแจงร่วมกันของตัวแปรสามตัวคือ θ , x และ y เนื่องจาก θ เป็นตัวระบุคะแนนจริง ξ และ η การแจกแจงนี้จึงนับว่าเป็นการแจกแจงร่วมกันของตัวแปร 4 ตัว คือ ξ , η , x และ y สมการนี้ไม่มีทางอื่นจะประมาณได้ นอกจากระบุความสัมพันธ์เชิงอิควิเปอร์เช่นไคระหว่าง x และ y จาก 2 สมการสุดท้าย

มอนิเตอร์เกี่ยวกับราชคโมเดล

เมื่อคน ๆ หนึ่งทำข้อสอบข้อหนึ่ง เหตุการณ์ขณะนั้นก็คือ คนพยายามใช้ความสามารถที่มี การเอาชนะข้อสอบด้วยการแก้ปัญหาโจทย์ข้อนั้น ถ้าคนมีความสามารถมากกว่าความยากของข้อสอบข้อนั้นโอกาสที่คนจะทำข้อถูกก็มีมาก ในทางตรงกันข้ามถ้าคน ๆ นั้นมีความสามารถน้อยกว่าความยากของข้อสอบ โอกาสที่จะถูกก็มีน้อยไปด้วย หรืออาจพูดอีกอย่างได้ว่าโอกาสที่จะทำผิดก็มีมากและถ้าความสามารถของคนมีพอ ๆ กับความยากของข้อสอบ โอกาสของการทำข้อถูกก็มีอยู่ครึ่งต่อครึ่ง คือ อาจจะทำถูกก็ได้หรืออาจจะทำผิดก็ได้เช่นเดียวกัน

เหตุการณ์ขณะที่บุคคลใช้ความสามารถแก้ปัญหาโจทย์ข้อหนึ่ง ๆ อาจเขียนเป็นรูปได้ดังนี้



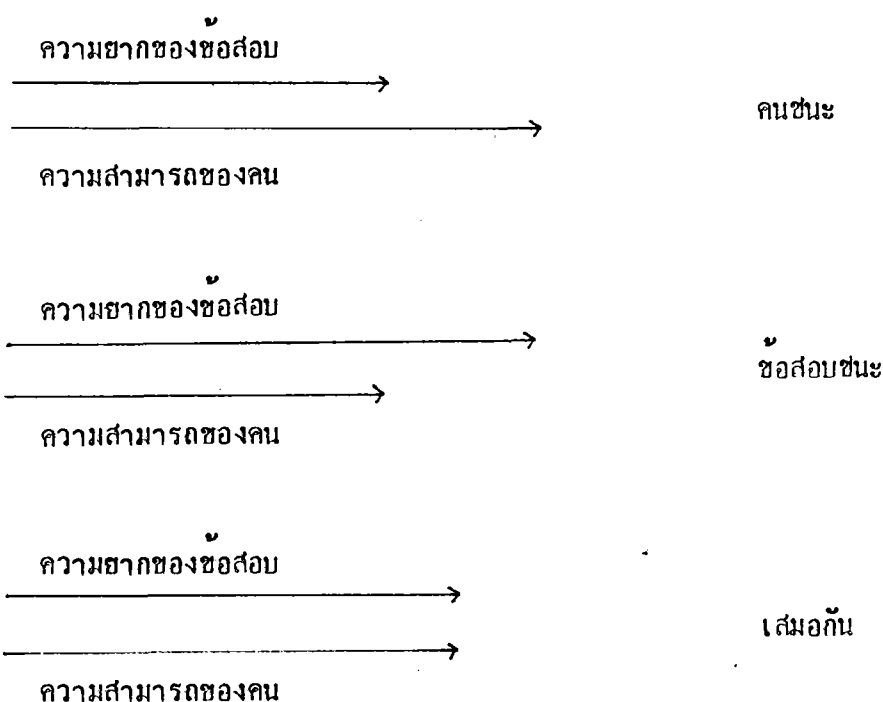
ถ้าคนชนะข้อสอบ $x_{vi} = 1$

ถ้าคนแพ้ข้อสอบ $x_{vi} = 0$

θ_r เป็นค่าความสามารถของคน

b_i เป็นค่าความยากของข้อสอบ

การที่คนใช้ความสามารถสู้กับความยากของข้อสอบ ก็อาจเปรียบเทียบได้กับการนำเอาแรงสองแรงมาสู้กัน แรงใดสูงกว่าก็มีโอกาสชนะแรงที่ต่ำกว่าได้ เพราะฉะนั้นการที่คนใช้ความสามารถสู้กับความยากของข้อสอบ ผลที่ออกมา ก็จะเหมือนกับการบวกลบแรงนั่นเอง ผลลัพธ์ของการบวกหรือลบมีโอกาที่จะเป็นแบบใดแบบหนึ่งใน 3 แบบ ต่อไปนี้



เมื่อกำหนดให้ θ_r คือ ความสามารถของคน และ b_i คือ ความยากของข้อสอบ แล้วการเปรียบเทียบความสามารถของคนกับความยากของข้อสอบผลลัพธ์ อาจเขียนออกมาในเชิงคณิตศาสตร์ได้ดังนี้

$$(\theta_r - b_i) > 0, P\{x_{vi} = 1\} > .5 \quad (5)$$

$$(\theta_r - b_i) < 0, P\{x_{vi} = 1\} < .5 \quad (6)$$

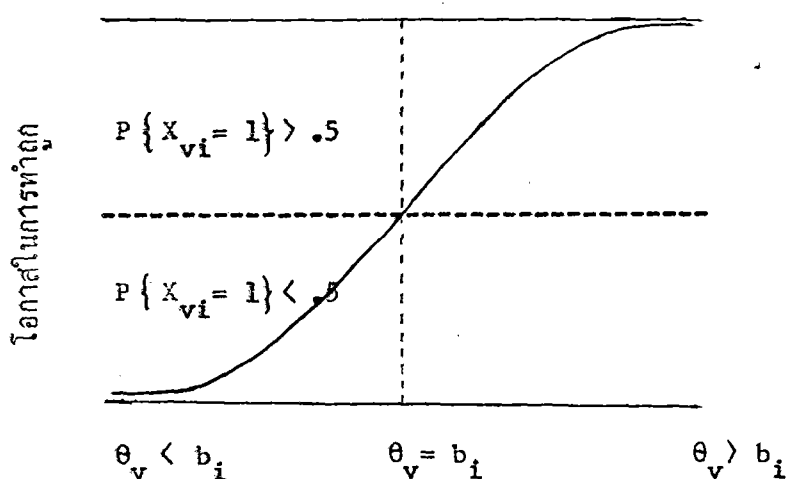
$$(\theta_r - b_i) = 0, \quad P \{X_{vi} = 1\} \approx .5 \quad (7)$$

จากสมการที่ 5 อธิบายได้ว่า เมื่อความสามารถของคน θ_r มีมากกว่าความยากของข้อสอบ b_i ถ้านำเอาความสามารถของคนลบด้วยความยากของข้อสอบแล้ว ผลลัพธ์จะได้มากกว่าศูนย์ โอกาสที่คน ๆ นั้นจะทำข้อสอบข้อนั้นได้ถูกก็จะมีมากกว่า .50

จากสมการที่ 6 อธิบายได้ว่า เมื่อความสามารถของคนลบด้วยความยากของข้อสอบได้ผลลัพธ์น้อยกว่าศูนย์แล้ว โอกาสที่คน ๆ นั้นจะทำข้อสอบข้อนั้นได้ถูกก็จะมีน้อยกว่า .50

จากสมการที่ 7 อธิบายได้ว่า เมื่อความสามารถของคนลบด้วยความยากของข้อสอบได้เท่ากับศูนย์พอดีแล้ว โอกาสที่คน ๆ นั้นจะทำข้อสอบข้อนั้นได้ก็จะเท่ากับ .50 พอดี ซึ่งอาจจะทำถูกหรือผิดก็ได้

จากเงื่อนไขที่ได้อธิบายมานี้ นำมาเขียนเป็นรูปแสดงความน่าจะเป็นดังนี้



$$P \{X_{vi} = 1 | \theta_v, b_i\} = f(\theta_v - b_i)$$

รูปแบบแสดงความสัมพันธ์ระหว่างผลการสอบและความสามารถของผู้สอบตามราชคัมภีร์โมเดล

เมื่อกำหนดให้ ความน่าจะเป็นของบุคคลที่ v
 ความสามารถของบุคคล θ_v
 คะแนนของผู้สอบ X_{vi}
 ความยากของข้อสอบ b_i

ได้สมการสำหรับใช้วิเคราะห์ความน่าจะเป็นในการทำข้อสอบที่เรียกว่า ราชคโมเดล
 (Rasch Model) ได้ดังนี้

$$P \{X_{vi} | \theta_v, b_i\} = \frac{\exp [X_{vi}(\theta_v - b_i)]}{1 + \exp (\theta_v - b_i)} \quad (8)$$

โดยที่ X_{vi} จะมีค่า 2 ค่า คือ

$X_{vi} = 0$ เมื่อตอบผิด

$X_{vi} = 1$ เมื่อตอบถูก

ฉะนั้นเขียนสมการใหม่สำหรับการตอบถูกดังนี้

$$P \{X_{vi} = 1 | \theta_v, b_i\} = \exp(\theta_v - b_i) / [1 + \exp(\theta_v - b_i)] \quad (9)$$

และสมการใหม่สำหรับการตอบผิดดังนี้

$$P \{X_{vi} = 0 | \theta_v, b_i\} = 1 / [1 + \exp(\theta_v - b_i)] \quad (10)$$

ถ้ารวมสมการ 9 กับ 10 เข้าด้วยกันก็จะมีค่าเป็น 1 เพราะเป็นการรวมความน่าจะเป็น
 ของการตอบถูกและการตอบผิด ซึ่งมีค่ารวมกันเท่ากับ 1 เสมอ และค่านี้จะเป็นตัวคูณค่า X_{vi}
 หรือคะแนนที่สังเกตได้นั่นเอง

ถ้าบุคคล v แปรค่าจาก 1 ถึง N และข้อสอบ i แปรค่าจาก 1 ถึง L
แล้วคะแนนที่คนสอบได้จะเป็น

$$r_v = \sum_{i=1}^L x_{vi} \quad \text{เมื่อ } v = 1-N$$

และจำนวนคนที่ทำข้อสอบถูกในแต่ละข้อจะเป็น

$$s_i = \sum_{v=1}^N x_{vi} \quad \text{เมื่อ } i = 1-L$$

เมื่อคำนวณความน่าจะเป็นของการที่ทุกคนทำข้อสอบทุกข้อแล้ว ตัวแปรที่จำเป็นได้แก่
ความสามารถของคนทุกคนและความยากของข้อสอบทุกข้อซึ่งจะเป็นตัวควบคุมคะแนนทั้งหมดและ
ถ้านำค่าเหล่านี้ไปแทนค่าในสมการ 8 จะพบว่าความน่าจะเป็นทั้งหมดเป็นผลคูณของความสามารถ
ของคนกับความยากของข้อสอบนั่นเอง ดังสมการ

$$P \{ (x_{vi}) \mid (\theta_v), (b_i) \} = \prod_{v=1}^N \prod_{i=1}^L \left\{ \frac{\exp x_{vi} (\theta_v - b_i)}{1 + \exp (\theta_v - b_i)} \right\} \quad (11)$$

แต่เพราะว่า

$$\sum_{v=1}^N \sum_{i=1}^L x_{vi} \theta_v = \sum_{v=1}^N r_v \theta_v$$

และเพราะว่า

$$\sum_{v=1}^N \sum_{i=1}^L x_{vi} b_i = \sum_{i=1}^L s_i b_i$$

แทนค่าในสมการ 11 ได้

$$\begin{aligned}
 P \{ (x_{vi}) | (\theta_v), (b_i) \} &= \sum_v^N \sum_l^L \left\{ \frac{\exp(x_{vi}(\theta_v - b_i))}{1 + \exp(\theta_v - b_i)} \right\} \\
 &= \frac{\exp \left[\sum_v^N r_v \theta_v - \sum_l^L s_l b_l \right]}{\sum_v^N \sum_l^L [1 + \exp(\theta_v - b_i)]} \\
 &= \frac{\left[\exp \left(\sum_v^N r_v \theta_v \right) \right] \left[\exp \left(- \sum_l^L s_l b_l \right) \right]}{\sum_v^N \sum_l^L [1 + \exp(\theta_v - b_i)]}
 \end{aligned}$$

จากสมการข้างบนจะเห็นว่า เราสามารถแยกคะแนนของคนออกจากคะแนนของข้อสอบ ทำให้สามารถวิเคราะห์ความสามารถของคนโดยไม่ขึ้นกับข้อสอบ (Person Free) ได้ ในทำนองเดียวกันก็อาจวิเคราะห์ค่าของข้อคำถามโดยไม่ต้องขึ้นกับคนได้ (Item Free) ซึ่งเป็นลักษณะพิเศษของการวิเคราะห์แบบราซโมเดลที่ทำให้สามารถหาค่าวิเคราะห์ของคนและข้อสอบได้เป็นอิสระจากกัน

วิธีประมาณค่าพารามิเตอร์ในราซโมเดล มีด้วยกันหลายวิธีคือ (อาพร วิบูลย์กาญจน์. 2526 : 19 - 20 อ้างอิงมาจาก Wright. 1980 : 188 - 192)

1. The LOG Method เป็นวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ในรูปของ log ของความสำเร็จ ซึ่งเป็นวิธีที่เหมาะสมกับแบบทดสอบที่มีค่าอ่านจำแนกเท่ากันคือ 1 และ 0 ใช้จำนวนคนในการประมาณค่าพารามิเตอร์เป็นจำนวนมาก

2. The PAIR Method เป็นวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์โดยใช้ข้อสอบจับเป็นคู่ ๆ เช่น 1 - 2, 1 - 3, 1 - 4, 2 - 4, ... เป็นต้น เอาจำนวนคนที่พยายามตอบ 2 ข้อ แต่ทำถูกเพียงข้อเดียวมาวิเคราะห์เพื่อหา Sample Free ดังนั้นจึงเหมาะที่จะใช้ประมาณค่าแบบสอบที่มีจำนวนไม่มาก

3. The FCON Method เป็นวิธีประมาณค่าพารามิเตอร์โดยใช้ข้อสอบทุกข้อและคนทุกคนมาวิเคราะห์ เหมาะสำหรับแบบสอบที่มีจำนวนน้อยกว่า 30 ข้อ ถ้ามากกว่า 30 ข้อ จะทำให้การประมาณค่าพารามิเตอร์มีความคลาดเคลื่อน แต่ภายหลังได้มีการปรับปรุงใหม่สามารถใช้กับแบบสอบที่มีจำนวน 60 - 70 ข้อได้

4. The UCON Method เป็นวิธีประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธี Unconditional Maximum Likelihood Procedure ใช้กับแบบสอบที่มีการกระจายของความสามารถของคนและความยากของแบบสอบเป็นการกระจายปกติ (Normal Distribution) และใช้กับแบบสอบที่มีจำนวน 25 ข้อขึ้นไป โดยมากจะใช้กับแบบสอบที่มี 1,000 ข้อขึ้นไป ถ้าจำนวนน้อยใช้ FCON

5. The PROX Method เป็นวิธีประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธีของ Gohen's Approximation ใช้กับแบบสอบที่มีการกระจายของความสามารถของคน และความยากของแบบสอบเป็นลักษณะเบ้ หรือมีแนวโน้มเป็นปกติ โดยมาก PROX และ UCON จะให้ผลเหมือนกัน จะต่างกันที่ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานเพียงเล็กน้อย

6. The UFORM Method ใช้กับแบบสอบที่มีการกระจายความยากของข้อสอบเป็นแบบ Uniform

การคำนวณค่าความยากและค่าความสามารถ

โมเดลของราซค์ เป็นโมเดลที่ใช้พารามิเตอร์ตัวเดียว (One-Parameter Model) โดยถือว่าข้อสอบทุกข้อมีค่าอำนาจจำแนกเท่ากันหมด และไม่มีการเดาได้ถูกต้อง ($a_g = 1.00$, $c_g = 0$) มีสมการดังนี้

$$P_g(\theta) = \frac{e^{Da(\theta-b)_g}}{1+e^{Da(\theta-b)_g}} \quad (g = 1, 2, \dots, n)$$

เมื่อ $P_g(\theta)$ คือ ความน่าจะเป็นที่ผู้สอบคนหนึ่งซึ่งมีระดับความสามารถ θ จะตอบข้อสอบข้อ g ได้ถูกต้อง

b_g คือ ค่าความยากของข้อสอบข้อ g

a คือ ค่าอำนาจจำแนกที่เป็นกลาง ($a = -1$)

D คือ ค่าคงที่ในการปรับมีค่าเท่ากับ 1.7

ต่อมา Wright และ Stone ได้ปรับสมการดังกล่าวเป็น

$$P_g(\theta) = \frac{e^{(\theta - b_g)}}{1 + e^{(\theta - b_g)}} \quad (g = 1, 2, \dots, n)$$

นอกจากนี้ Wright และ Stone ยังได้คิดค้นวิธีคำนวณหรือวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ คือ การคำนวณหาความยาก (b) ของข้อสอบ และคำนวณหาค่าความสามารถรายบุคคล (θ) ทำให้ตามขั้นตอนดังนี้

1. ถ้ามีข้อสอบอยู่ L ข้อ และนำไปสอบเด็กจำนวน N คน ตัดข้อที่ทุกคนทำถูกทั้งเซตหรือทำผิดทั้งเซตออกให้เหลือเพียง L ข้อ และตัดคนที่ได้คะแนนเต็มและคะแนนศูนย์ออกเหลือเพียง N คน

2. กำหนดให้ s_i คือ จำนวนคนที่ทำข้อสอบข้อ i ถูก เมื่อมีข้อสอบมีจำนวนข้อจากข้อ i ถึง L และกำหนดให้ n_r คือ ความถี่หรือจำนวนคนที่ได้คะแนน r เมื่อค่า $r = 1$ ถึง $L - 1$ (เพราะคนที่ได้คะแนนศูนย์และคะแนนเต็มถูกตัดออกแล้ว)

3. คำนวณ $x_i = \ln [(N - s_i) / s_i]$ คือ ค่าอัตราส่วนลอการิทึมของจำนวนคนที่ทำผิดต่อจำนวนคนที่ทำถูกในแต่ละข้อ

$$\bar{X} = \sum X_i / L$$

คือ ค่าเฉลี่ยของ X_i จากข้อสอบ
จำนวน L ข้อ

$$U = \sum (X_i - \bar{X})^2 / (L - 1)$$

คือ ค่าความแปรปรวนของ X_i
จากทุกๆ ข้อ

$$Y_r = \ln [r / (L - r)]$$

คือ ค่าอัตราส่วนลอการิทึมของจำนวน
ทำถูกต้องคนทำผิดที่ L คะแนน

$$\bar{Y} = \frac{L-1}{\sum r} \sum n_r Y_r / N$$

คือ ค่าเฉลี่ยของ Y_r จาก
จำนวน N คน

$$V = \sum n_r (Y_r - \bar{Y})^2 / (N-1)$$

คือ ค่าความแปรปรวนของ Y_r
จำนวน N คน

4. กำหนดให้ $X = \left[\frac{1+U/2.89}{1-UV/8.35} \right]^{\frac{1}{2}}$

ค่าปรับขยายของความยาก
ของข้อสอบ เมื่อคำนึงถึงความ
ยากของข้อสอบแล้ว

$$Y = \left[\frac{1+V/2.89}{1-UV/8.35} \right]^{\frac{1}{2}}$$

ค่าปรับขยายของความสามารถ
ของคน เมื่อคำนึงถึงกลุ่มคน
ทั้งหมดแล้ว

5. ดังนั้น $b_i = Y(X_i - \bar{X})$

ค่าความยากของข้อสอบแต่ละข้อ
ที่ปรับแล้ว

$$\theta_r = X_{yr}$$

ค่าความสามารถของคนแต่ละ
ระดับคะแนนที่ปรับแล้ว

$$SE_{(b_i)} = Y \left[N/S_i(N-S_i) \right]^{\frac{1}{2}}$$

ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน
ของความยากของข้อสอบ

$$SE_{(\theta_r)} = X \left[L/r(L-r) \right]^{\frac{1}{2}} \quad \begin{array}{l} \text{ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน} \\ \text{ของความสามารถของคน} \end{array}$$

การทดสอบความสอดคล้อง (The Analysis of Fit) ตามหลักการที่สำคัญของ
ราชคโมเดล คือ

1. คนที่มีความสามารถมากย่อมมีโอกาสที่จะทำข้อสอบถูกมากกว่าคนที่มีความสามารถ
น้อยกว่า
2. ภายในตัวคนเดียวโอกาสที่จะตอบถูกในข้อคำถามที่ง่าย ๆ ย่อมมีมากกว่าโอกาส
ที่จะตอบถูกในข้อคำถามที่ยาก

ดังนั้นในการวิเคราะห์ข้อสอบตามแนวของราชคโมเดล เมื่อวิเคราะห์เป็นรายข้อ
และรายคนได้แล้วยังต้องทดสอบความสอดคล้อง หรือความเป็นจริงตามเหตุผลตามผล โดยพิจารณา
ใน 2 กรณี คือ

กรณีที่ 1 พิจารณาว่าเหตุการณ์ที่คน ๆ หนึ่งทำข้อสอบฉบับนั้นสมเหตุสมผล หรือไม่
โดยดูว่าบุคคลนั้นทำแบบทดสอบข้อง่าย ๆ ถูก แล้วทำผิดในข้อยากซึ่งเป็นเหตุการณ์ที่สมเหตุสมผล
หรือบุคคลนั้นทำผิดในข้อง่าย ๆ แต่ทำถูกในข้อยาก ซึ่งเป็นเหตุการณ์ที่ไม่สมเหตุสมผล

กรณีที่ 2 พิจารณาว่าเหตุการณ์ที่ข้อสอบข้อหนึ่ง ๆ นั้นคนมีความสามารถมากจะทำให้ถูก
ส่วนคนที่มีความสามารถน้อยจะทำให้ผิดจริงหรือไม่ ถ้ามีเหตุการณ์ตรงข้ามกันจะเรียกว่า ข้อสอบนั้น
มีความบกพร่อง

วิธีวิเคราะห์ความสอดคล้อง

จากความน่าจะเป็นของเหตุการณ์

$$P_{vi} = \frac{\exp(\theta_v - b_i)}{1 + \exp(\theta_v - b_i)}$$

ค่าความแปรปรวนของความน่าจะเป็นของเหตุการณ์

$$SD_P^2 = P_{vi}(1 - P_{vi})$$

ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของความน่าจะเป็นของเหตุการณ์

$$SD_P = \sqrt{P_{vi}(1 - P_{vi})}$$

คะแนนมาตรฐานของเหตุการณ์

$$Z_{vi} = \frac{(X_{vi} - P_{vi})}{\sqrt{P_{vi}(1 - P_{vi})}}$$

ซึ่งคะแนนมาตรฐาน Z_{vi} จะประมาณว่ามีค่าเฉลี่ยเป็น 0 มีความเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 1 หรือมีคุณสมบัติการแจกแจงเป็นโค้งปกตินั่นเอง

$$Z_{vi} \sim N(0, 1)$$

ค่ากำลังสองของคะแนนมาตรฐานนี้ จะมีค่าใกล้เคียงกับค่าไคสแควร์ (Chi-Square)

ที่ความเป็นอิสระของตัวแปรเท่ากับ 1 หรือ

$$Z_{vi}^2 \sim \chi_1^2$$

การทำให้ Z_{vi}^2 มีค่าเท่ากับ χ^2 (Chi-Square) เพื่อให้เป็นหลักฐานอ้างอิงในการตัดสินใจว่าเหตุการณ์ใดสอดคล้องหรือไม่สอดคล้องกับค่าคาดหวังทางสถิติ ถ้าเราวิเคราะห์แล้วพบว่าค่ากำลังสอง (Z_{vi}^2) ใหญ่มากเราก็เริ่มสงสัยได้แล้วว่ามีความผิดปกติเกิดขึ้นเพราะค่านี้คือ ดัชนีของความคลาดเคลื่อนอย่างหนึ่งนั่นเอง

เมื่อให้บุคคล v ทำข้อสอบ i คะแนนได้จะแทนด้วย x_{vi}

$$x_{vi} = 0 \quad \text{ถ้าตอบผิด}$$

$$x_{vi} = 1 \quad \text{ถ้าตอบถูก}$$

ค่ากำลังสองของคะแนนมาตรฐานจะได้

$$z_{vi}^2 = \exp(0-b) \quad \text{สำหรับ } x_{vi} = 0$$

$$z_{vi}^2 = \exp(0-b) \quad \text{สำหรับ } x_{vi} = 1$$

การวิเคราะห์ความไม่สมบูรณ์ของคนสอบ หรือกรณีที่ 1 วิเคราะห์โดยรวมค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานกำลังสองจากข้อแรกถึงข้อสุดท้ายที่คนทำข้อสอบดังนี้

$$v = \frac{\sum z_{vi}^2}{L - 1} \quad L \text{ จำนวนข้อ}$$

$$t_v = \left[\ln(v) + v - 1 \right] \sqrt{(L-1)/b}$$

การวิเคราะห์ความไม่สมบูรณ์ของข้อสอบรายข้อ หรือกรณีที่ 2 ให้รวมค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานกำลังสองของรายข้อที่ทุกคนทำข้อสอบข้อนั้น แล้วคำนวณดังนี้

$$v = \frac{\sum z_{vi}^2}{N - 1} \quad N \text{ คือ จำนวนคน}$$

$$t_i = \left[\ln(v) + v - 1 \right] \sqrt{(N-1)/b}$$

ประสิทธิภาพของข้อสอบนอกจากจะต้องสอดคล้องกับโมเดล แล้วยังต้องพิจารณาถึงความแตกต่างระหว่างความสามารถของคนกับความยากของข้อสอบ คือ ถ้าข้อสอบข้อใดมีความสามารถของกลุ่มตัวอย่างกับค่าความยากใกล้เคียงกัน ข้อสอบนั้นก็จะมีประสิทธิภาพ

ในการใช้มาก แต่ความสามารถของคนกับความยากของข้อสอบแตกต่างกันมาก ข้อสอบข้อนี้
ก็จะมีประสิทธิภาพต่ำ ไรท์และสโตน (Wright and Stone. 1979 : 75) ได้จัดระดับ
ประสิทธิภาพของข้อสอบจากความแตกต่างระหว่างความสามารถของคนกับความยากของข้อสอบ
ไว้ดังนี้ ค่าความแตกต่างระหว่างความสามารถกับค่าความยากน้อยกว่า 1 มีความเหมาะสมกับ
จุดประสงค์มากที่สุด ประสิทธิภาพของข้อสอบมากกว่า 79 เปอร์เซนต์ ความสามารถกับ
ความยากแตกต่างกันระหว่าง 1 - 2 เหมาะสมกับจุดประสงค์มาก มีประสิทธิภาพมากกว่า
45 เปอร์เซนต์ ความสามารถกับความยากแตกต่างกันระหว่าง 2 - 3 ไม่ค่อยเหมาะสมกับ
จุดประสงค์ ประสิทธิภาพของข้อสอบน้อยกว่า 45 เปอร์เซนต์ ความแตกต่างระหว่าง
ความสามารถกับความยากอยู่ระหว่าง 3 - 4 ไม่เหมาะสมกับจุดประสงค์ มีประสิทธิภาพของ
ข้อสอบน้อยกว่า 18 เปอร์เซนต์ และถ้าความสามารถของคนกับความยากของข้อสอบแตกต่างกัน
มากกว่า 4 ไม่ควรนำไปใช้ มีประสิทธิภาพของข้อสอบน้อยกว่า 7 เปอร์เซนต์

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเทศ

งานวิจัยในประเทศไทยได้มีการนำ راشต์โมเดลมาประยุกต์ใช้ประโยชน์หลายประการ
เช่น ใช้วิเคราะห์ข้อสอบ ใช้กำหนดจุดตัดของข้อสอบอิงเกณฑ์ ใช้หาอคติของข้อสอบ (Item
Bias) และใช้การเทียบมาตรฐาน เป็นต้น ดังเช่น อวยพร วิบูลย์กาญจน์ (2526 : 55-60)
ได้เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์แบบสอบอุปมาอุปไมยด้วยคลาสสิกอลกับ راشต์โมเดล โดยใช้
กลุ่มตัวอย่าง 1,884 คน ซึ่งเป็นนักเรียนที่จบชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เครื่องมือที่ใช้เป็น
แบบทดสอบมาตรฐานวิชาวิทยาศาสตร์ และแบบสอบอุปมาอุปไมยของสำนักทดสอบทางการศึกษา
และจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร วิเคราะห์ข้อสอบด้วยคอมพิวเตอร์
โปรแกรมไบคาลและโปรแกรมวิเคราะห์ข้อสอบ ทดสอบความแตกต่างระหว่าง
จำนวนข้อสอบ โดยใช้ค่าสถิติทดสอบ ซี (Z-test) แล้วพบว่า วิเคราะห์คลาสสิกอลได้
34 ข้อ และ راشต์โมเดลได้ 26 ข้อ หากค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สูตร KR-20 ได้ค่า

ความเชื่อมั่น .85 และแบบราซซ์โมเดลได้ .739 หากค่าความเที่ยงตรงเชิงสภาพแบบคลาสสิกคือได้ .49 แบบแบบราซซ์โมเดลได้ .46

ปนัดดา วิยวัฒน์ (2528 : 62 - 71) ได้ศึกษาผลการวิเคราะห์ข้อสอบโดยวิธีแบบเดิมกับวิธีโลจิสติกโมเดลทั้ง 3 พารามิเตอร์ คือ พารามิเตอร์ตัวเดียว พารามิเตอร์ 2 ตัว และพารามิเตอร์ 3 ตัว กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2527 ของจังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 1,687 คน ที่สอบแบบทดสอบคณิตศาสตร์ (ค 101) ชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก จำนวน 50 ข้อ ผู้วิจัยได้วิเคราะห์โดยใช้โปรแกรม ซี ไอ เอ (Classical Item Analysis) โปรแกรม BICAL โปรแกรม LOGIST แล้วนำผลการวิเคราะห์มาเปรียบเทียบกันได้ว่า จำนวนข้อที่ได้รับการคัดเลือกไว้จากวิธีวิเคราะห์แบบเดิมกับวิธีโลจิสติกโมเดลทั้ง 3 พารามิเตอร์ต่างกัน แต่จำนวนข้อที่วิเคราะห์จากพารามิเตอร์ตัวเดียว สองตัว สามตัว ไม่แตกต่างกัน ค่าความเชื่อมั่นของพารามิเตอร์ตัวเดียว สองตัว สามตัว เมื่อปรับจำนวนข้อให้เท่ากันแล้วมีค่าไม่แตกต่างกัน และเมื่อปรับจำนวนข้อให้เท่ากันค่าความเชื่อมั่นของการวิเคราะห์แบบเดิมกับวิธีวิเคราะห์แบบโลจิสติกไม่ต่างกัน ถ้าพิจารณาความสอดคล้องของข้อสอบ พบว่า การคัดเลือกจากการวิเคราะห์พารามิเตอร์ตัวเดียวจะมีความสอดคล้องกับการวิเคราะห์ข้อสอบด้วยวิธีอื่นอย่างไม่มีนัยสำคัญที่ระดับ .05

ชาลิต โทธีนคร (2528 : 80 - 83) ได้เปรียบเทียบผลของการกำหนดจุดตัดแบบทดสอบอิงเกณฑ์ชนิดเลือกตอบโดยวิธีของเบอร์ก วิธีประยุกต์ราซซ์โมเดล และวิธีกำหนดเกณฑ์ผ่านระดับค่าสุด โดยใช้ชั้นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2527 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานการประถมศึกษา จังหวัดนครสวรรค์ จำนวน 325 คน เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา คือ แบบสอบวัดความถนัดทางการเรียนด้านตัวเลข 2 ฉบับ เพื่อจัดระดับความสามารถของกลุ่มตัวอย่าง แบบสอบอิงเกณฑ์กลุ่มทักษะวิชาคณิตศาสตร์ชนิดเลือกตอบ 3 ฉบับ เพื่อจัดกลุ่มรอบรู้และแบบสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มทักษะวิชาคณิตศาสตร์ เพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ของกลุ่มรอบรู้ ผลการศึกษาพบว่า

1. คะแนนผลสัมฤทธิ์ของกลุ่มรอบรู้ที่ผ่านจุดตัดที่กำหนดโดยวิธีของเบอร์ก วิธีประยุกต์ ราชคโมเดล และวิธีกำหนดเกณฑ์ผ่านระดับต่ำสุด แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และพบว่าค่าเฉลี่ยของกลุ่มรอบรู้ที่ผ่านจุดตัดโดยวิธีประยุกต์ราชคโมเดลต่ำกว่ากลุ่มที่ผ่านจุดตัด โดยวิธีกำหนดเกณฑ์ผ่านระดับต่ำสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ที่ได้จากการกำหนดจุดตัด โดยวิธีของเบอร์กมีแนวโน้มให้ค่าสูงสุด รองลงมาได้แก่ วิธีประยุกต์ราชคโมเดลและวิธีกำหนด เกณฑ์ผ่านระดับต่ำสุดตามลำดับ

3. จุดตัดของแบบทดสอบอิงเกณฑ์คำนวณโดยวิธีของ เบอร์กในกลุ่มตัวอย่างที่มีความสามารถสูง ปานกลาง และต่ำ พบว่าได้คะแนนจุดตัดที่แตกต่างกันและมีแนวโน้มว่า กลุ่มสูงมีจุดตัดสูงสุด รองลงมาได้แก่ กลุ่มปานกลางและกลุ่มต่ำตามลำดับ

4. จุดตัดแบบทดสอบอิงเกณฑ์คำนวณโดยวิธีประยุกต์ราชคโมเดลในกลุ่มตัวอย่างที่มีความสามารถสูง ปานกลาง และต่ำ พบว่าในกลุ่มสูงได้คะแนนจุดตัดแตกต่างไปจาก กลุ่มปานกลาง และกลุ่มต่ำ ส่วนระหว่างกลุ่มปานกลางและกลุ่มต่ำได้คะแนนจุดตัดเท่ากัน แต่เมื่อคำนวณร้อยละของคะแนนจุดตัดพบว่า เท่ากับร้อยละ 50 ของคะแนนทั้งหมด เมื่อคิดเฉพาะ ข้อที่เป็นไปตามข้อตกลงของราชคโมเดลในแต่ละกลุ่ม

สมพร บุญอ้อม (2529 : 90 - 92) ได้ศึกษาความคงที่ของค่าพารามิเตอร์ ความยากในการวิเคราะห์ข้อกระทงด้วยราชคโมเดลกับประชากรที่มีความสามารถต่างกัน 3 กลุ่ม มีความโด่ง และความแปรปรวนเท่ากัน การแจกแจงของแต่ละกลุ่มคือ

1. แจกแจงเบ้บวกสำหรับกลุ่มที่มีความสามารถต่ำ
2. แจกแจงแบบปกติสำหรับกลุ่มที่มีความสามารถปานกลาง
3. แจกแจงแบบเบ้ลบสำหรับกลุ่มที่มีความสามารถสูง

โดยใช้เทคนิคมอนติคาร์โลซิมูเลชันจำลองการทดลองในเครื่องคอมพิวเตอร์ ศึกษา กับกลุ่มตัวอย่างกลุ่มละ 500 ข้อสอบจำนวน 30 ข้อ ทดลองซ้ำในแต่ละสถานการณ์ 100 ครั้ง ผลการศึกษาพบว่า

1. พารามิเตอร์ความยากของข้อสอบมีความคงที่ในข้อที่มีความยากไม่สูงหรือต่ำมาก กลุ่มที่มีความสามารถต่ำและกลุ่มที่มีความสามารถสูงพารามิเตอร์ความยากมีความคงที่ 19 ข้อ กลุ่มที่มีความสามารถปานกลางมีความคงที่ 22 ข้อ
2. การกระจายของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าความยากของข้อสอบ เมื่อผู้สอบมีความสามารถต่ำและผู้สอบที่มีความสามารถสูงมีแนวโน้มไม่เป็นสมมาตร เมื่อผู้สอบมีความสามารถปานกลางมีการกระจายเป็นสมมาตร
3. ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าความยากของข้อสอบทั้ง 3 กลุ่ม ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

บัญชี แส่นหวี่ (2530 : 109 - 110) ได้้นำรูปแบบของราชคัมภีร์ประยุกต์ในการออกแบบโครงสร้างแสดงสารสนเทศของแบบทดสอบด้วยการจัดข้อสอบที่มีระดับความยากง่ายให้เหมาะสมกับระดับความสามารถของนักเรียน พบว่า กลุ่มความสามารถต่ำและความสามารถสูงเมื่อทดสอบที่เหมาะสมกับความสามารถของตนเองได้ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการประมาณค่าความสามารถของนักเรียนแตกต่างจากแบบสอบที่เหมาะสมกับกลุ่มความสามารถอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 ส่วนกลุ่มความสามารถปานกลางเมื่อทดสอบแบบสอบที่เหมาะสมกับความสามารถต่าง ๆ ทั้ง 3 ระดับ ได้ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการประมาณค่าความสามารถไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบเมื่อกลุ่มความสามารถต่ำ สอบแบบสอบที่เหมาะสมกับความสามารถต่ำแล้วมีค่าสูงกว่าค่าความเชื่อมั่นที่ได้จากแบบสอบฉบับอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 กลุ่มความสามารถปานกลางสอบแบบสอบที่เหมาะสมกับความสามารถปานกลางมีค่าความเชื่อมั่นสูงกว่าที่ได้จากแบบสอบที่เหมาะสมกับความสามารถต่ำอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 และมีค่าต่ำกว่าที่ได้จากแบบสอบที่เหมาะสมกับความสามารถสูงอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 ส่วนกลุ่มความสามารถสูงสอบแบบสอบที่เหมาะสมกับความสามารถสูงได้ค่าความเชื่อมั่นสูงกว่าที่ได้จากแบบสอบที่เหมาะสมกับความสามารถต่ำอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 และไม่ต่างจากค่าความเชื่อมั่นที่ได้จากแบบสอบที่เหมาะสมกับความสามารถปานกลางอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

เยาวดี รางชัยกุล (ภาวิณี ศรีสุขวัฒนานนท์. 2529 : 2 อ้างอิงมาจาก
 เยาวดี รางชัยกุล. 2518) เป็นบุคคลแรกของไทยที่เห็นความสำคัญในการเทียบมาตรา
 และได้ทำการศึกษาถึงการสอบที่กระทรวงศึกษาธิการจัดดำเนินการให้กับนักเรียนในระบบโรงเรียน
 ซึ่งสอบเดือนมีนาคม 2516 และ 2517 และการสอบที่จัดให้บุคคลทั่ว ๆ ไป ซึ่งอยู่นอกระบบ
 โรงเรียน ซึ่งสอบเดือนสิงหาคม 2516 และ 2517 จากการเทียบมาตราคะแนนของแบบสอบ
 ทั้ง 4 ชุด กับมาตราคะแนนรวม (Common Scale Score) เทียบทีละวิชาด้วยรูปแบบเชิง
 เส้นตรง ผลการเทียบพบว่า คะแนนดิบจากแบบสอบทั้ง 4 ชุด มีความแตกต่างกันในความหมาย
 ของตัวเลข ภายหลังการเทียบมาตรา และการตรวจสอบสัดส่วนของผู้สอบที่ได้รับการตัดสินได้
 และคงด้วยเกณฑ์ร้อยละ 50 แล้วนั้น พบว่า สัดส่วนนักเรียนที่น่าจะสอบได้แต่ได้รับการตัดสินในหัก
 มีจำนวนน่าสนใจ เช่น ถ้ายึดการสอบเมื่อเดือนมีนาคม 2516 เป็นหลักเทียบกับการสอบเมื่อ
 เดือนสิงหาคม 2516 และ มีนาคม 2517 แล้ว ร้อยละ 37.6 ที่ตกเมื่อเดือนสิงหาคม 2516
 และร้อยละ 9 ที่ตกเมื่อเดือนมีนาคม 2517 ควรเป็นผู้ที่สอบได้เมื่อใช้คะแนนตัดสินเทียบเท่า
 การสอบเมื่อเดือนมีนาคม 2516 ที่ร้อยละ 50 ของแบบสอบเช่นเดียวกัน

ชูชีพ พงษ์สมบูรณ์ (2528 : 112 - 118) ได้ศึกษาเปรียบเทียบรูปแบบการเทียบ
 คะแนน 3 วิธี คือ การเทียบเชิงเส้นตรง การเทียบแบบอิกวิเปอร์เซนไทล์ และการเทียบ
 โดยใช้อัตราส่วนข้อสอบ จากรูปแบบที่ใช้แบบทดสอบรวม กับรูปแบบที่ใช้ผู้สอบรวม เพื่อต้องการ
 เปรียบเทียบประสิทธิภาพและความคงที่ของการเทียบคะแนนทั้ง 3 วิธี ใช้กลุ่มตัวอย่างเป็น
 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2526 ทั่วประเทศ สุ่มมาจำนวน 3,721 คน
 ที่เข้าสอบโครงการตรวจคุณภาพทางการศึกษาของกรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ ในจำนวน
 60 ข้อ แบ่งเป็น 2 ฉบับ ฉบับละ 38 ข้อ มีแบบสอบรวมชนิดแบบสอบรวมภายใน จำนวน
 20 ข้อ ผลการเปรียบเทียบได้ว่า ประสิทธิภาพของการเทียบคะแนนระหว่างรูปแบบทดสอบรวม
 กับรูปแบบที่ใช้ผู้สอบรวมในแต่ละวิธีมีประสิทธิภาพไม่แตกต่างกัน ความคงที่ของวิธีการเทียบคะแนน
 โดยรูปแบบที่ใช้ผู้สอบรวมได้ผลว่า วิธีการเทียบโดยใช้อิกวิเปอร์เซนไทล์ที่มีความคงที่มากกว่า

การเทียบเชิงเส้นตรง แต่มีความคงที่พอ ๆ กับการเทียบโดยใช้โครงลักษณะข้อสอบความคงที่
ของวิธีการเทียบคะแนนในรูปแบบที่ใช้แบบสอบรวมได้ผลเหมือนกับรูปแบบที่ใช้ผู้สอบรวม

ภาวณี ศรีสุขวัฒนานนท์ (2529 : 155 - 170) ได้เปรียบเทียบผลของการใช้
รูปแบบการเทียบคะแนนที่ต่างกัน 3 รูปแบบ คือ รูปแบบอิกวิเปอร์เซนไคล์ รูปแบบเชิงเส้นตรง
รูปแบบอิงทฤษฎีการตอบข้อสอบแบบสามพารามิเตอร์ โดยใช้แบบสอบรวมภายในต่างกัน 3 ขนาด
คือ ขนาดร้อยละ 20 (7 ข้อ) ร้อยละ 40 (14 ข้อ) ร้อยละ 60 (21 ข้อ) โดยใช้ข้อสอบ
ทั้งหมด 35 ข้อ การประเมินผลการเทียบคะแนนมี 2 ลักษณะ คือ

1. ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการเทียบคะแนน (SEE) ซึ่งเป็นการวิเคราะห์
ในเชิงทฤษฎีของรูปแบบ

2. คัดชั้นการเปรียบเทียบความแตกต่าง (Index C) ที่ได้จากการวิเคราะห์
กลุ่มตัวอย่างสอบทานผล ซึ่งเป็นการวิเคราะห์ความเพียงพอของวิธีการเทียบคะแนนโดยตรง
กับผลการเทียบสุดท้าย ประชากรและกลุ่มตัวอย่างแยกเป็น 2 กรณี

2.1 กรณีสอบคัดเลือก ประชากรคือผลการสอบรายบุคคล ผู้มีคุณสมบัติขั้นต่ำ
ตามกำหนดระเบียบการสอบคัดเลือกที่กำหนดไว้ 15,875 คน สุ่มตัวอย่างสำหรับการเทียบ
คะแนน 2 กลุ่ม กลุ่มละ 1,500 คน สำหรับการสอบทานผลกลุ่มละ 1,500 คน

2.2 กรณีแบบสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ประชากรคือผลการสอบรายบุคคลในวิชาที่กำหนด
ในระดับอุดมศึกษา จำนวน 12,383 คน สุ่มตัวอย่างเหมือนกรณีแรก แบบทดสอบมีกรณีละ 2 ชุด
โดยมีชุดละ 35 ข้อ มีข้อสอบรวม 21 ข้อ 14 ข้อ และ 7 ข้อ โดยยึดหลักแบบทดสอบรวม
มีค่าความเชื่อมั่นเท่าเทียมกัน ในแต่ละคู่ใช้รูปแบบการเทียบคะแนน 3 รูปแบบ สร้างตาราง
แปลงคะแนนสัมมูลจากแบบทดสอบชุดที่ 1 ไปยังแบบทดสอบชุดที่ 2 แล้ววิเคราะห์ความคลาดเคลื่อน
มาตรฐานของการเทียบคะแนนค่าดัชนีประสิทธิภาพสัมพัทธ์ การวิเคราะห์กลุ่มสอบทานผลโดย
คำนวณดัชนีคำนวณค่าดัชนีเปรียบเทียบความแตกต่าง (C) ผลการศึกษาพบว่า การเทียบ
คะแนนทั้ง 9 รูปแบบ ได้ผลเป็นที่ยอมรับว่า ความยาวของแบบทดสอบรวมมีผลต่อความแม่นยำ
และความเพียงพอของการเทียบคะแนน แต่ในกรณีของแบบสอบคัดเลือกมีผลไม่ชัดเจนในด้านมิติ

เกี่ยวกับรูปแบบการเทียบคะแนนพบว่า กรณีสอบคัดเลือก รูปแบบการเทียบคะแนนที่ให้ผลดีตามลำดับคือ รูปแบบอิกวิเปอร์เซนไทล์ รูปแบบทฤษฎีการตอบข้อสอบและเชิงเส้นตรง กรณีการสอบวัดผลสัมฤทธิ์ รูปแบบที่ให้ผลคือ รูปแบบเชิงเส้นตรงอิกวิเปอร์เซนไทล์และรูปแบบทฤษฎีการตอบข้อสอบ

และเรวดี อินสระระ (2530 : 64 - 69) ได้เปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนของการ^{ฉบับร่าง}เทียบคะแนนและความเที่ยงพอจากการใช้รูปแบบอิงทฤษฎีตอบข้อสอบ กับรูปแบบการใช้เทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบจากกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 2,823 คน ใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ จำนวน 150 ข้อ วิเคราะห์โดยใช้โปรแกรม LOGIST 5 นำค่าพารามิเตอร์แยกเป็น 2 ฉบับ ฉบับละ 45 ข้อ ทั้งสองมีข้อสอบรวม 15 ข้อ ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง แล้วนำมาเทียบคะแนนและหาผลของการเทียบคะแนนได้ผลว่า เมื่อเทียบคะแนนจากฉบับที่ 2 ไปฉบับที่ 1 เปรียบเทียบคะแนนสมมูลของทั้งสองได้ว่า ช่วงคะแนน 1 - 18 รูปแบบอิงทฤษฎีการตอบข้อสอบมีคะแนนสมมูลสูงกว่ารูปแบบเทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบ ช่วงคะแนน 19 - 23 ทั้งสองรูปแบบมีคะแนนสมมูลใกล้เคียงกัน ช่วงคะแนน 24 - 25 รูปแบบเทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบมีคะแนนสมมูลสูงกว่ารูปแบบอิงทฤษฎีการตอบข้อสอบเมื่อตรวจทานผลได้ว่า การหาผลของการเทียบคะแนนรูปแบบอิงทฤษฎีการตอบข้อสอบมีดัชนีความเที่ยงพออยู่ในระดับความพอใจ ส่วนรูปแบบการใช้เทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบ ดัชนีความเที่ยงพออยู่ในระดับปานกลางและรูปแบบการใช้เทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบมีสัดส่วนความคลาดเคลื่อนมาตรฐานทั้งฉบับสูงกว่ารูปแบบอิงทฤษฎีการตอบข้อสอบ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่ศึกษาในต่างประเทศ

การศึกษาเกี่ยวกับราชคโมเดลและการนำราชคโมเดลไปใช้ในการวิเคราะห์งานวิจัยในต่างประเทศ ผู้วิจัยรวบรวมและสรุปได้ดังนี้

ไวท์ลีย์และดิวส์ (Yen. 1979 : 261 citing Whitely and Dawis. 1974)

ได้นำแบบสอบถามมาอุปไมยทางภาษา จำนวน 60 ข้อ สอดกับนักศึกษา และนักเรียนเตรียมอุดมศึกษา แล้ววิเคราะห์ด้วยราซด์โมเดล ปรากฏว่า มี 30 - 40 เปอร์เซนต์ของข้อสอบที่ไม่เหมาะสมกับโมเดล และในปีต่อมา เร็นซ์และบาซอว์ (Rentz. 1979 : 7 citing Rentz and Bashow. 1975) ได้วิจัยพบว่า ขนาดของกลุ่มตัวอย่างระหว่าง 500.- 1,000 คน จะทำให้การประมาณค่าพารามิเตอร์มีความคงที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว และจะค่อย ๆ เพิ่มขึ้นเมื่อกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ประมาณค่าพารามิเตอร์มีจำนวน 2,000 และ 4,000 คน

ฟอร์สเตอร์ (Rentz. 1979 : 7 citing Forster. 1976) พบว่า กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ประมาณค่าพารามิเตอร์ 200 คน ก็เพียงพอที่จะให้ค่าพารามิเตอร์ที่ได้มีค่าคงที่ กลุ่มตัวอย่างที่มากกว่า 1,000 คน จะไม่เพิ่มความคงที่ในการประมาณค่าพารามิเตอร์มากนัก

ดูลาส (Douglass. 1981 : 4000 - A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบการใช้รูปแบบ Item Characteristic Curve กับการสอบในระบบห้องเรียน โดยใช้รูปแบบทั้ง 3 รูปแบบ ของทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบประมาณค่าของข้อสอบ 100 ข้อ ที่เป็นข้อสอบปลายปี จากกลุ่มตัวอย่างระดับวิทยาลัย จำนวน 594 - 1,082 คน ข้อสอบแบ่งเป็น 4 ฉบับ แล้วสุ่มข้อสอบฉบับละ 43 - 53 ข้อ ทำการสุ่มผู้สอบมา 200 , 600 และ 800 คน มาวิเคราะห์ ปรากฏว่าการวิเคราะห์ข้อสอบด้วยรูปแบบของราซด์มีความคงที่ของค่าพารามิเตอร์ดีกว่ารูปแบบ 2 และ 3 พารามิเตอร์ และเมื่อมีการเทียบคะแนน (Equating) ของแบบสอบข้ามกลุ่มตัวอย่าง รูปแบบของราซด์มีความคงที่ดีกว่าด้วย

ฮัทเทน (Hutten. 1982 : 4799 - A) ได้ศึกษาความเหมาะสมของข้อมูลจริง กับรูปแบบของทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ 2 รูปแบบ คือ รูปแบบของราซด์ กับรูปแบบ 3 พารามิเตอร์ ในการประมาณค่าพารามิเตอร์ความสามารถและความยากของข้อสอบ ใช้กลุ่มตัวอย่างนักเรียน 1,000 คน จุดมุ่งหมายเพื่อพิจารณาความแม่นยำ (Percision) สำหรับกลุ่มตัวอย่างขนาดเล็ก (250 คน) และแบบสอบสั้น (20 ข้อ) ผลการศึกษาพบว่า รูปแบบของราซด์และรูปแบบ 3 พารามิเตอร์ มีความเหมาะสมกับข้อมูล 80 เปอร์เซนต์

ทั้งสองรูปแบบ เมื่อพิจารณาคะแนนที่หาค่ากับคะแนนที่วัดได้จากสถิติ Kolmogorov-Smirnov แล้วรูปแบบของราชต์เหมาะสมกับข้อมูลทั้งหมดดีกว่ารูปแบบ 3 พารามิเตอร์ (รูปแบบของราชต์ ค่า $K-S = 1.304$ รูปแบบ 3 พารามิเตอร์ $K-S = 1.289$) ในการพิจารณาความสามารถจากแบบสอบจำนวน 20 ข้อ และใช้กลุ่มตัวอย่างขนาดเล็ก 250 คน รูปแบบของราชต์เหมาะสมกว่ารูปแบบ 3 พารามิเตอร์ ผลการศึกษาได้สนับสนุนให้ใช้รูปแบบ 3 พารามิเตอร์ กับกลุ่มตัวอย่างที่มีขนาดตั้งแต่ 1,000 คนขึ้นไป เพื่อจะได้ความแม่นยำในการประมาณค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ทั้งค่าใช้จ่ายในการวิเคราะห์ด้วยรูปแบบของราชต์ถูกกว่ารูปแบบ 3 พารามิเตอร์ เมื่อใช้กลุ่มตัวอย่าง 1,000 คน (รูปแบบของราชต์เสียค่าใช้จ่าย 12.50 เหรียญสหรัฐ ส่วนรูปแบบ 3 พารามิเตอร์ เสียค่าใช้จ่าย 35.12 เหรียญสหรัฐ)

ทอมพกินส์ (Tompkins. 1985 : 2076 - A) ได้ใช้รูปแบบของราชต์ศึกษาเกี่ยวกับผลของความยาวของข้อสอบต่อการประมาณค่าความสามารถในการอ่านและจำแนกความรอบรู้ของนักเรียนเกรด 9 ในรัฐแมริแลนด์ จากการศึกษาโดยการกำหนดความยาวของข้อสอบเป็น 10 , 20 และ 30 ข้อ และคำนวณความสามารถของบุคคลพบว่า ความยาวของข้อสอบมีความสัมพันธ์กับการประมาณค่าความสามารถของบุคคลและการจำแนกความรอบรู้ของผู้เรียน

นอกจากนี้ยังมีการศึกษาการเทียบคะแนนโดยใช้ราชต์โมเดลกับกลุ่มตัวอย่างที่แตกต่างกัน และใช้แบบสอบเป็นแบบข้อคู่-ข้อเดี่ยว ยาก-ง่าย หลายครั้ง เช่น การศึกษาของ เคอร์รี่ บาสซ์ชอว์ และเรนท์ (Curry, Bashaw & Rentz. 1978) ทินส์เลย์และเดวิส (Tinsley & Davis. 1973) ไวล์เลย์และดอว์ส (Whitley & Dawis. 1974) และไรท์ (Wright. 1968) ได้สรุปว่าพารามิเตอร์ความสามารถคงที่ (Invariance) ไม่แปรผันกับข้อสอบชุดย่อย ๆ (Kolen. 1981 : 2)

ลอร์ด (Lord. 1977 : 117 - 138) มาร์โค (Marco. 1977 : 139 - 160) วูดและไวเลย์ (Wood and Wiley. 1977, 1978) ได้เปรียบเทียบวิธีการเทียบคะแนน

โดยวิธีดั้งเดิม (Conventional) กับวิธีใช้ทฤษฎีการตอบข้อสอบ (Item Response Theory) ผลปรากฏว่าได้ผลต่างกัน ซึ่งแตกต่างจากการศึกษาซ้ำของ เรนซ์และบาสซอร์ (Rentz and Bashaw. 1975 : 161 - 179) ที่ใช้แบบทดสอบรวม ผลปรากฏว่าผลการเทียบโดยวิธีราชคโหมเคลวินเคราะห์กับการเทียบโดยใช้เปอร์เซ็นต์ให้ผลเหมือนกัน

มาร์โค, ปีเตอร์เซน และสตีเวอร์ท (Kolen. 1981 : 2 citing Marco, Petersen and Stewart. 1974) ได้ประเมินและเปรียบเทียบวิธีการเทียบคะแนนเชิงเส้นตรง วิธีการเทียบโดยใช้เปอร์เซ็นต์ และวิธีการใช้โด่งลักษณะข้อสอบ ใช้แบบทดสอบ Scholastic Aptitude Test แบ่งแบบทดสอบโดยใช้แบบทดสอบรวม ผลปรากฏว่าแบบทดสอบที่มีความยากแตกต่างกัน วิธีการเทียบโดยใช้โด่งลักษณะข้อสอบให้ผลดีที่สุด และวิธีเทียบเชิงเส้นตรงได้ผลน้อยที่สุด และในปี 1983 ปีเตอร์เซนและคณะ (Petersen and Others. 1983 : 137 - 156) ได้วิเคราะห์ซ้ำ กับเมื่อปี 1979 โดยใช้คะแนนจากการสอบวัดความถนัดทางการเรียน ผลปรากฏว่าสอดคล้องกับผลการศึกษาก่อน นั่นคือการใช้วิธีการเทียบตามทฤษฎีสองตอบข้อสอบได้ผลมีความคงที่มากที่สุด

โคเลน (Kolen. 1981 : 1 - 11) ได้ศึกษารูปแบบของการเทียบคะแนนระหว่างรูปแบบดั้งเดิมสองวิธีคือ รูปแบบเชิงเส้นตรง และรูปแบบอีควิเปอร์เซ็นต์ กับรูปแบบการเทียบคะแนนโดยใช้โด่งลักษณะข้อสอบ ที่ศึกษาทั้ง 1, 2, 3 พารามิเตอร์ แต่ละวิธีเทียบด้วยค่าประมาณจากคะแนนจริง (Estimated True Score Equating) ใช้ข้อมูลจากโครงการ IOWA Test of Educational Development (ITED) ปี ค.ศ. 1978 ศึกษา 2 แบบ คือ เทียบจากฟอร์มที่มีความยากเท่าเทียมกัน และเทียบฟอร์มที่มีความยากต่างกัน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับ 1 คือ เกรด 9 และ 10 ระดับ 2 คือ เกรด 11 และ 12 จำนวนทั้งหมด 10,728 คน จากโรงเรียนในรัฐไอโอวา 34 แห่ง การศึกษาครั้งนี้ใช้เกณฑ์จาก Cross-Validation Criterion ผลการวิจัยพบว่า การเทียบคะแนนทั้งหมดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ .05 การเทียบคะแนนโดยใช้วิธีอีควิเปอร์เซ็นต์

เหมาะสมที่สุดกับแบบทดสอบที่มีความยากต่างกัน ส่วนการเทียบคะแนนโดยใช้โด่งลักษณะข้อสอบพบว่า กรณีใช้พารามิเตอร์ 3 ตัว มีปัญหาที่เกิดขึ้นอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้คือ การกะประมาณค่าไม่ถูกต้องของ Lower Asymptote Parameter

โคเลนและวิทนี (Kolen and Whitney. 1982 : 279 - 292) ได้เปรียบเทียบความถูกต้องของการเทียบคะแนน 4 วิธี คือ การเทียบเชิงเส้นตรง การเทียบโดยใช้ อิกวิเปอร์เซนไทล์ การเทียบโดยอิงทฤษฎีการตอบข้อสอบแบบพารามิเตอร์ตัวเดียวกับแบบสามพารามิเตอร์ ใช้แบบทดสอบ General Educational Development (GED) ซึ่งเป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์เพื่อใช้ในการตัดสินใจประกาศนียบัตรแก่ผู้ที่ต้องการเทียบความรู้ระดับเตรียมอุดมศึกษาทั่วประเทศ แบบทดสอบมี 12 ชุด โดยมีชุดที่ 12 เป็นแบบสอบรวมที่เหลืออีก 11 ชุด เป็นแบบทดสอบที่ใช้สำหรับเทียบคะแนน ผู้เข้าสอบแต่ละคนต้องทำแบบทดสอบ 2 ชุด ในจำนวน 11 ชุด ส่วนชุดที่ 12 ต้องทำทุกคน กลุ่มตัวอย่างมาจากการสอบปี 1980 จำนวนมากกว่า 800,000 คน ทำการสุ่มแบ่งชั้นภูมิหลายชั้น จากประเภทของโรงเรียน เขตทางภูมิศาสตร์ สถานภาพทางสังคม ได้กลุ่มตัวอย่างโรงเรียนละ 22 คน จำนวนคนในแต่ละชุดของแบบทดสอบประมาณ 200 คน ประมาณค่าพารามิเตอร์โดยใช้โปรแกรม LOGIST แล้วสร้างคะแนนสมมูลระหว่างแบบสอบรวมกับแบบสอบอีก 11 ชุด การเทียบผลการวิเคราะห์โดยใช้ Cross-Validation ผลการศึกษาพบว่า วิธีการเทียบคะแนนโดยใช้ อิกวิเปอร์เซนไทล์ และการใช้โด่งลักษณะข้อสอบด้วย 3 พารามิเตอร์ ได้ผลไม่เป็นที่ยอมรับ ขณะเดียวกันวิธีการเทียบคะแนนโดยใช้พารามิเตอร์ตัวเดียวให้ผลคงที่มากกว่า และได้สรุปผลว่า ความถูกต้องของวิธีเทียบคะแนนขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายอย่าง เช่น ลักษณะของแบบทดสอบ รูปแบบการเทียบคะแนน ขนาดกลุ่มตัวอย่าง

โฮมส์ (Holmes. 1982 : 139 - 147) ได้ศึกษาความเหมาะสมของการเทียบคะแนนในแนวตั้งโดยใช้รายชั้โมเดล กับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนเกรด 3 จำนวน 5,310 คน เกรด 4 จำนวน 3,393 คน แบบทดสอบที่ใช้เป็นชุด Comprehensive Tests of Basic

skills (1973) ฟอร์ม 3 จำนวน 183 ข้อ ซึ่งได้รับการวิเคราะห์ว่าเป็นมิติเดียวกับ
ชั้นแรกจากจุดประสงค์เดียวกัน แล้วนำมาวิเคราะห์โดย Factor Analysis เลือกข้อที่มีค่า
Loading สูงกว่า 3.00 ได้ข้อสอบที่แสดงว่าเป็นมิติเดียวกัน 32 ข้อ นำมาคำนวณค่า
พารามิเตอร์ โดยใช้โปรแกรม BICAL แยกข้อสอบออกเป็น 3 ฉบับ - ฉบับง่ายมีค่าความยาก
ตั้งแต่ -0.48 ถึง 0.48 จำนวน 12 ข้อ ฉบับปานกลางมีระดับยากตั้งแต่ .25 ถึง .73
จำนวน 8 ข้อ ฉบับยากมี 12 ข้อ ระดับความยากตั้งแต่ 0.53 ถึง 1.27 แบ่งกลุ่มตัวอย่าง
มาระดับละ 1,000 คน เพื่อตรวจสอบโดย Cross Validation ผลของการเทียบคะแนน
พบว่า การเทียบคะแนนโดยใช้ราศีโมเดลยังมีผลเป็นที่ไม่น่าพอใจ ซึ่งสาเหตุอาจเนื่องจาก
กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ เมื่อประเมินความสามารถแล้วพบว่า มีความสามารถสูงกว่าแบบทดสอบ
ซึ่งการแก้ไขคือ ต้องพยายามเลือกแบบทดสอบให้เหมาะกับโมเดล

ลอร์ดและวินเกอร์สกี (Lord and Wingersky. 1984 : 153 - 161)

ได้เปรียบเทียบการเทียบคะแนนระหว่างวิธีการเทียบโดยใช้คะแนนจริง ซึ่งใช้การวิเคราะห์
ความถี่ของการตอบข้อสอบ และวิธีการเทียบคะแนนรูปแบบอิกวิเปอร์เซนไคล์ ใช้แบบทดสอบ
Scholastic Aptitude Test (SAT) มี 6 ฉบับ แต่ละฉบับมี 85 ข้อ การเทียบคะแนน
จะใช้เป็นลักษณะลูกโซ่ คือเทียบจากฉบับที่หนึ่งไปถึงฉบับที่หก โดยที่ฉบับที่หกกับที่หนึ่งเป็นแบบทดสอบ
ฉบับเดียวกัน ในแต่ละฉบับมีแบบทดสอบรวมฉบับละ 40 ข้อ เป็นตัวปรับให้คะแนนอยู่ในสเกล
เดียวกัน ใช้กลุ่มตัวอย่าง 2,670 คน แยกให้ทำแบบทดสอบฉบับละสองกลุ่ม และแต่ละกลุ่ม
สอบแบบทดสอบรวมต่างกัน ผลการศึกษาพบว่า ไม่สามารถสรุปได้ว่าวิธีการเทียบคะแนนทั้ง
สองวิธีแบบใดดีกว่ากัน และได้ทำการวิเคราะห์ซ้ำผลก็ได้คล้ายคลึงกัน

และฟิลลิป (Phillips. 1986 : 107 - 118) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการเทียบคะแนน
ในแนวตั้ง โดยใช้ราศีโมเดล เพื่อหาคำตอบที่ว่า ถ้านำสิ่งที่ไม่สอดคล้องกับโมเดลออกไปจะมี
ส่วนทำให้เกิด

1. การปรับปรุงข้อมูลให้เหมาะกับโมเดลขึ้น
2. มีอิทธิพลต่อการเทียบคะแนนของแบบทดสอบ 2 ฉบับ

3. เปลี่ยนผลของการเทียบคะแนน

ผู้ศึกษาได้ใช้แบบทดสอบการอ่านและคณิตศาสตร์ทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียน
เกรด 4 และเกรด 5 จำนวน 400 - 500 คน ตามลำดับดังนี้

1. ใช้โปรแกรม BICAL หาค่าพารามิเตอร์และเปรียบเทียบค่าก่อนและหลังเมื่อนำ
สิ่งที่ไม่เหมาะสมกับโมเดลออก

2. เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าความยาก ค่าอำนาจ
จำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้สูตร KR-20

3. เปรียบเทียบกับการเทียบคะแนนแบบอิกวิเปอร์เซ็นต์ัล ซึ่งผลการศึกษาพบว่า
การนำสิ่งที่ไม่เหมาะสมกับโมเดลออกไม่ได้มีส่วนทำให้ค่าประเมิณการเทียบคะแนนเปลี่ยนแปลง

จากงานวิจัยต่าง ๆ ที่กล่าวมาพอสรุปเป็นประเด็นสำคัญ ๆ ได้ดังนี้

1. การเทียบคะแนนโดยใช้ทฤษฎีสองคอมข้อสอบ (Item Response Theory)
มีผลการเทียบดีกว่าวิธีการเทียบตามทฤษฎีคลาสสิกอล (Classical Test Theory)

2. การเทียบคะแนนโดยโลจิสติก 3 พารามิเตอร์ จะต้องใช้จำนวนกลุ่มตัวอย่าง
ที่มีจำนวนมาก ถ้าใช้ในกรณีของกลุ่มตัวอย่างขนาดเล็ก จะทำให้เกิดความผันแปรเชิงสุ่ม
จนทำให้ผลการเทียบคะแนนขาดความแน่นอนไป

3. การเทียบคะแนนโดยราชคโมเดล สามารถใช้ได้กับจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ไม่ต้องมาก
ก็สามารถทำให้ผลการเทียบคะแนนได้ผลคงที่ได้

จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและต่างประเทศ จะเห็นได้ว่า
รูปแบบการสร้างแบบทดสอบสำหรับเทียบคะแนน ควรมีคุณสมบัติที่ต้องการหลายประการคือ
มีประสิทธิภาพในเรื่องความถูกต้อง ค่าใช้จ่าย ประโยชน์ที่ได้รับ ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง
และการนำไปปฏิบัติได้จริง ดังนั้นการสร้างแบบทดสอบสำหรับเทียบคะแนนที่เหมาะสมกับสภาพ
ปัจจุบันมากที่สุดคือ การวิเคราะห์โดยใช้ราชคโมเดล เพราะสามารถใช้กับกลุ่มตัวอย่างขนาดเล็ก
ใช้ได้ทั้งในระดับโรงเรียนหรือกลุ่มโรงเรียน และยังสามารถวิเคราะห์ได้ด้วยตนเองโดยไม่อาศัย
คอมพิวเตอร์

บทที่ 3

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2531 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา ในจังหวัดชัยภูมิ จากโรงเรียนทั้งหมด 30 โรงเรียน มีจำนวนห้องเรียน 129 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 4,961 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2531 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา ในจังหวัดชัยภูมิ ซึ่งเลือกมาโดยการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multistage Random Sampling) ขั้นแรกใช้โรงเรียนเป็นหน่วยการสุ่มได้ 12 โรงเรียน ขั้นที่ 2 ใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่มได้ 35 ห้องเรียน ซึ่งมีขั้นตอนในการสุ่มดังนี้

1. ประมาณกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ใช้คำนวณค่าพารามิเตอร์ 406 คน กลุ่มที่ใช้เทียบคะแนน 819 คน แยกเป็น ฉบับละ 408 คน และ 411 คน ตามลำดับ และกลุ่มทวนผล 166 คน
2. สุ่มโรงเรียน ประมาณ 40 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้วิธีสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) ได้จำนวน 12 โรงเรียน
3. สุ่มห้องเรียนจากโรงเรียนที่สุ่มในข้อที่ 2 โดยใช้วิธีสุ่มอย่างง่ายได้กลุ่มตัวอย่าง ดังตาราง

ตาราง 1 จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการสร้างเครื่องมือ การเทียบคะแนน และการทานผล แยกตามโรงเรียน

โรงเรียน	จำนวนห้องเรียนและนักเรียนที่ใช้สอบ			
	การสร้างเครื่องมือ ห้องเรียน(คน)	การเทียบคะแนน		การทานผล ห้องเรียน(คน)
		ฉบับที่ 1 ห้องเรียน(คน)	ฉบับที่ 2 ห้องเรียน(คน)	
1. ชัยภูมิภักดีชุมพล	2(100)	2(100)		1(50)
2. เมืองพญาแลวิทยา		2(90)		
3. กุดชุมหะวิทยา			2(75)	
4. บ้านค่ายวิทยา		2(75)		
5. แก่งคร้อวิทยา	2(76)		1(40)	1(40)
6. คอนสวรรค์		2(73)		
7. คอนสวรรค์วิทยาคม	2(78)		2(71)	
8. จัตุรัสวิทยาคาร	2(73)	2(70)		
9. เหมองบัวบานวิทยา				1(40)
10. บ้านเขว้าวิทยายน			2(70)	1(36)
11. ภูเขียว	2(79)		2(80)	
12. เหมองบัวระเหววิทยา			2(75)	
รวม	10(406)	10(408)	11(411)	4(166)

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าในครั้งนี้ เป็นแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นในเนื้อหา วิชาวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (ว 203) เรื่องพลังงานและการเปลี่ยนแปลง จำนวน 110 ข้อ และแบ่งข้อสอบออกเป็น 2 ฉบับ ฉบับละจำนวน 60 ข้อ โดยแบบทดสอบ แต่ละฉบับจะมีข้อความถามรวมภายใน (Internal Anchor) จำนวน 10 ข้อ

วิธีดำเนินการสร้าง

การสร้างแบบทดสอบเทียบคะแนนตามแนวนอน ที่วิเคราะห์ด้วยราชต์โมเดล แบ่งการ-
สร้างออกเป็น 3 ตอน คือ

1. การสร้างแบบทดสอบ แบบทดสอบที่สร้างขึ้นเป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก วิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องพลังงานและการเปลี่ยนแปลง จำนวน 147 ข้อ โดยมีรายละเอียดการสร้างดังนี้

1.1 ศึกษาเนื้อหา จุំมุ่งหมายการสอบ จากหนังสือแบบเรียน คู่มือครู และเอกสารของกลุ่มโรงเรียน เรื่องพลังงานและการเปลี่ยนแปลง (ว 203) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

1.2 สร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตรตามแนวของขบม โดยใช้ผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน คือ ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ ที่สอนวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มาแล้วอย่างน้อย 3 ปี จำนวน 3 ท่าน และนักวัดผลที่จบปริญญาโททางค่านักผล จำนวน 2 ท่าน

1.3 สร้างข้อความถามตามตารางวิเคราะห์หลักสูตรแล้วตรวจสอบด้วยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน คือ ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ ที่สอนวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มาแล้วอย่างน้อย 3 ปี จำนวน 3 ท่าน และนักวัดผลที่จบปริญญาโททางค่านักผล จำนวน 2 ท่าน เพื่อที่ว่า ข้อคำถามนั้นได้วัดเนื้อหาและพฤติกรรมตามตารางวิเคราะห์หลักสูตรหรือไม่

1.4 นำข้อคำถามที่สร้างขึ้นในข้อ 1.3 ไปทดสอบกับนักเรียนในกลุ่มตัวอย่างที่ 1 จำนวน 406 คน

1.5 นำผลการสอบจากข้อ 1.4 มาคำนวณหาค่าความยาก (b)

ค่าความสอดคล้อง (t-test) และค่าความสามารถ (θ) โดยใช้โปรแกรม BICAL
 ด้วยวิธี Unconditional maximum likelihood procedure (UCON) ได้ข้อคำถาม
 มีค่าความยาก (b) ตั้งแต่ -1.69 ถึง 2.14 ค่า θ ตั้งแต่ -2.08 ถึง 2.00 ความสามารถ
 เฉลี่ยเท่ากับ -.50 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความสามารถ เท่ากับ .44

1.6 คัดเลือกข้อคำถามที่มีค่าสัมบูรณ์ระหว่างความยากกับความสามารถเฉลี่ย
 น้อยกว่าหรือเท่ากับ 1.40 คือ ค่าความยากตั้งแต่ -1.90 ถึง .90 และมีค่า θ ตั้งแต่
 -1.96 ถึง 1.96 ได้ข้อคำถามที่อยู่ในเกณฑ์ 118 ข้อ ไม่อยู่ในเกณฑ์หรือคัดออก 29 ข้อ

1.7 นำข้อคำถามที่ผ่านเกณฑ์คัดเลือกในข้อ 1.6 มาจับคู่ แต่ละคู่วัดเนื้อหา
 เดียวกัน วัดพฤติกรรมเดียวกัน และมีค่าความยากเท่าเทียมหรือใกล้เคียงกัน ได้ข้อคำถาม
 จำนวน 50 คู่ (100 ข้อ)

1.8 นำข้อคำถามแต่ละคู่ จากข้อ 1.7 แบ่งออกเป็น 2 ฉบับ โดยวิธีการสุ่ม
 ได้ฉบับละ 50 ข้อ แล้วรวมกับข้อคำถามรวม ซึ่งคัดเลือกจากข้อที่มีค่าความยากใกล้เคียง
 จำนวน 10 ข้อ จึงได้แบบทดสอบ 2 ฉบับ โดยแต่ละฉบับมีข้อคำถามฉบับละ 60 ข้อ

2. การเทียบคะแนน

2.1 นำแบบทดสอบที่สร้างเสร็จแล้วจากข้อ 1 ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง 2
 ฉบับ x จำนวน 408 คน ฉบับ y จำนวน 411 คน

2.2 ตรวจให้คะแนน ให้ 1 คะแนน สำหรับข้อที่ตอบถูก 0 คะแนน สำหรับ
 ข้อที่ตอบผิด ไม่ตอบ เว้นว่าง หรือตอบหลายข้อ

2.3 นำคะแนนจากข้อ 2.2 มาวิเคราะห์เพื่อหาค่าพารามิเตอร์ คือ ค่าความยาก
 (b) และค่าความสามารถ (θ) โดยใช้โปรแกรม BICAL

2.4 แปลงค่าความสามารถ (Transformation) ของผู้สอบฉบับ y ให้อยู่
 ในมาตราเดียวกันกับฉบับ x ใช้หลัก Linear equation ตามสูตรของลอว์และฮูเวอร์
 (Loyd and Hoover. 1980 : 186) โดยการนำค่าความยากเฉลี่ยของข้อสอบรวมที่ได้

จากการวิเคราะห์ของผู้เข้าสอบทั้ง 2 ฉบับ จะได้ตัวคงที่ที่จะนำไปแปลงค่าความสามารถ ในการทำแบบทดสอบฉบับ y ให้อยู่ในมาตราเดียวกับ ฉบับ x

2.5 สร้างตารางเทียบความสามารถของผู้สอบฉบับ x และฉบับ y โดยยึด ความสามารถในการทำข้อคำถามร่วม ภายใต้ความสามารถที่เท่าเทียมกัน

2.6 จัดทำคู่มือการใช้แบบทดสอบและตารางการเทียบคะแนน

3. การทานผล

3.1 นำแบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับ ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างที่ 3 จำนวน 166 คน โดยให้ผู้เข้าสอบแต่ละคนทำแบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับ

3.2 นำผลการสอบจากข้อ 3.1 มาตรวจให้คะแนนให้ 1 คะแนน สำหรับข้อที่ ตอบถูก 0 คะแนน สำหรับข้อที่ตอบผิด ไม่ตอบ เว้นว่าง หรือตอบหลายข้อ

3.3 นำคะแนนจากข้อ 3.2 มาคำนวณหาค่าดัชนีความเที่ยงหรือความคลาดเคลื่อน การเทียบคะแนน โดยใช้สูตรของปีเตอร์เซน (Petersen, 1982 : 91)

วิธีดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. วางแผนในการดำเนินการสอบโดยติดต่อขอความร่วมมือ ในการนำแบบทดสอบ ไปทดลองกับนักเรียนในโรงเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง ตลอดจนกำหนดวันและเวลาในการสอบ
2. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สร้างขึ้น จำนวน 147 ข้อ แบ่งออกเป็น 3 ฉบับ ฉบับละ 47, 50 และ 50 ข้อ ตามลำดับ ไปสอบกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 406 คน
3. นำผลจากการสอบในข้อ 2 วิเคราะห์หาค่าพารามิเตอร์ คือ ค่าความยาก (b) ค่าความสามารถ (θ) และค่าความสอดคล้อง (t -test) จากโปรแกรม
4. นำข้อความที่ผ่านเกณฑ์การคัดเลือกจากข้อ 3 จัดทำเป็นแบบทดสอบ 2 ฉบับ คือ ฉบับ x และฉบับ y ฉบับละ 60 ข้อ แต่ละฉบับมีข้อคำถามรวมภายในจำนวน 10 ข้อ
5. นำแบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับ ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างที่ 2 จำนวน 819 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม แบบทดสอบฉบับ x จำนวน 408 คน และแบบทดสอบฉบับ y จำนวน

411 คน นำผลมาใช้เทียบคะแนน โดยใช้ความสามารถในการทำข้อคำถามรวม

6. นำแบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับ ไปทดสอบกับกลุ่มทนายผล จำนวน 166 คน ให้แต่ละคน ทำแบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับ เพื่อหาดัชนีความเที่ยงหรือความคลาดเคลื่อนในการเทียบคะแนน

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. หากค่าสถิติพื้นฐาน คือ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความแปรปรวน
2. หากค่าความยากของข้อคำถาม (b) ค่าความสามารถของผู้เข้าสอบ (θ) และค่าความสอดคล้อง (t-test) ตามหลักการของราซด์ คิวโปรแกรม BICAL
3. ทดสอบความแตกต่างความยากเฉลี่ยของข้อคำถามรวม โดยใช้สูตร t-test (ลวัน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2528 : 84)

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}}$$

- เมื่อ $\bar{X}_1$ แทน ความยากเฉลี่ยข้อคำถามรวม ฉบับที่ 1
 $\bar{X}_2$ แทน ความยากเฉลี่ยข้อคำถามรวม ฉบับที่ 2
 S_1^2 แทน ความแปรปรวนความยากข้อคำถามรวม ฉบับที่ 1
 S_2^2 แทน ความแปรปรวนความยากข้อคำถามรวม ฉบับที่ 2
 n_1 แทน จำนวนข้อคำถามรวม ฉบับที่ 1
 n_2 แทน จำนวนข้อคำถามรวม ฉบับที่ 2

$$df = \frac{(S_1^2/n_1 + S_2^2/n_2)^2}{\frac{(S_1^2/n_1)^2}{n_1 - 1} + \frac{(S_2^2/n_2)^2}{n_2 - 1}}$$

4. แปลงค่าความสามารถของข้อสอบ 2 ฉบับ โดยให้ฉบับ y อยู่ในมาตราเดียวกันกับฉบับ x ใช้หลัก Linear equation (Lloyd and Hoover. 1980 : 186)

$$\theta_x = \frac{a_x}{a_y} \theta_y + \bar{b}_x - \frac{a_x}{a_y} \bar{b}_y$$

เมื่อ	θ_x	แทน	ค่าความสามารถผู้สอบ ฉบับ x
	θ_y	แทน	ค่าความสามารถผู้สอบ ฉบับ y
	a_x	แทน	ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบรวม ฉบับ x
	a_y	แทน	ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบรวม ฉบับ y
	$\bar{b}_x$	แทน	ค่าความยากเฉลี่ยของข้อสอบรวม ฉบับ x
	$\bar{b}_y$	แทน	ค่าความยากเฉลี่ยของข้อสอบรวม ฉบับ y

5. หาค่าดัชนีความเที่ยงพอ เพื่อดูประสิทธิภาพความเที่ยงพอในการเทียบคะแนน โดยใช้สูตรของปีเตอร์เซน (Petersen. 1982 : 91)

$$C = \frac{\sum (X_i - X_i^*)^2}{n s_x^2}$$

เมื่อ	C	แทน	ดัชนีความคลาดเคลื่อนในการเทียบคะแนน
	X_i	แทน	คะแนนจากแบบทดสอบชุด x ของคนที่ i
	X_i^*	แทน	คะแนนจากแบบทดสอบชุด x ที่ได้จากรายการเทียบคะแนนของคนที่ i
	n	แทน	จำนวนคนในกลุ่มตัวอย่างสอบทานผล
	s_x^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนน x

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อความสะดวกและความเข้าใจตรงกัน ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
K	แทน	จำนวนข้อของแบบทดสอบ
$\bar{X}$	แทน	คะแนนเฉลี่ย
S_x	แทน	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
θ	แทน	ความสามารถทางการเรียน
θ_x	แทน	ความสามารถทางการเรียนของนักเรียนที่สอบแบบทดสอบฉบับ x
θ_y	แทน	ความสามารถทางการเรียนของนักเรียนที่สอบแบบทดสอบฉบับ y
θ_y^*	แทน	ความสามารถทางการเรียนของนักเรียนที่สอบแบบทดสอบฉบับ y ที่ถูกแปลงให้อยู่ในสเกลเดียวกับแบบทดสอบฉบับ x
b	แทน	ความยากของข้อคำถาม
b_x	แทน	ความยากของข้อคำถามฉบับ x
b_y	แทน	ความยากของข้อคำถามฉบับ y
b_{xy}	แทน	ความยากของข้อคำถามรวม
$\bar{b}_{xy}$	แทน	ความยากเฉลี่ยของข้อคำถามรวม
X_x	แทน	คะแนนดิบของนักเรียนที่สอบแบบทดสอบฉบับ x
X_y	แทน	คะแนนดิบของนักเรียนที่สอบแบบทดสอบฉบับ y
$\bar{X}_E$	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนนความคลาดเคลื่อน
S_E	แทน	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความคลาดเคลื่อน

c	แทน	ดัชนีความเพียงพอในการเทียบคะแนน
r_{tt}	แทน	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์เกี่ยวกับแบบทดสอบ

- 1.1 ผลการวิเคราะห์ครั้งที่ 1
- 1.2 ผลการวิเคราะห์ครั้งที่ 2
- 1.3 ค่าสถิติพื้นฐานและความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
- 1.4 เปรียบเทียบความยากของข้อคำถามรวม

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์เกี่ยวกับค่าความสามารถ

- 2.1 ค่าความสามารถกับคะแนนดิบของนักเรียนที่สอบแบบทดสอบฉบับ x
- 2.2 ค่าความสามารถกับคะแนนดิบของนักเรียนที่สอบแบบทดสอบฉบับ y
- 2.3 การเทียบความสามารถ
- 2.4 การเทียบคะแนน

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์เกี่ยวกับการหาผลการเทียบคะแนน

- 3.1 สถิติพื้นฐานของคะแนนความคลาดเคลื่อน
- 3.2 ค่าดัชนีความเพียงพอความคลาดเคลื่อนในการเทียบคะแนน

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์เกี่ยวกับแบบทดสอบ

- 1.1 ผลการวิเคราะห์ครั้งที่ 1

ผู้วิจัยได้นำผลจากการสอบแบบทดสอบวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องพลังงาน และการเปลี่ยนแปลง จำนวน 147 ข้อ จากกลุ่มตัวอย่าง 406 คน ไปทำการวิเคราะห์ด้วย โปรแกรม BICAL ได้ค่าความยาก (b) ค่าความสอดคล้อง (t-test) ดังแสดงใน ตาราง 2

ตาราง 2 ค่าความยาก และค่าความสอดคล้อง จากการทดลองครั้งที่ 1

ข้อที่	b	t-test	หมายเหตุ	ข้อที่	b	t-test	หมายเหตุ
1	- .70	- .46	คัดเลือกไว้	16	- .45	.75	คัดเลือกไว้
2	- .85	.60	คัดเลือกไว้	17	1.32	.43	คัดออก
3	2.00	- .15	คัดออก	18	- .85	- .23	คัดเลือกไว้
4	.53	.84	คัดเลือกไว้	19	- .03	- .35	คัดเลือกไว้
5	-1.69	1.24	คัดเลือกไว้	20	1.63	.53	คัดออก
6	.72	.62	คัดเลือกไว้	21	-1.13	- .45	คัดเลือกไว้
7	- .81	- .54	คัดเลือกไว้	22	.20	1.97	คัดออก
8	-1.67	- .26	คัดเลือกไว้	23	.60	.12	คัดเลือกไว้
9	- .45	.82	คัดเลือกไว้	24	.42	2.00	คัดออก
10	1.73	.02	คัดออก	25	- .02	.22	คัดเลือกไว้
11	- .79	1.01	คัดเลือกไว้	26	1.18	.63	คัดออก
12	- .65	.39	คัดเลือกไว้	27	.90	- .04	คัดเลือกไว้
13.	- .34	- .36	คัดเลือกไว้	28.	1.68	.12	คัดออก
14.	.42	.98	คัดเลือกไว้	29.	- .85	- .95	คัดเลือกไว้
15.	- .98	- .64	คัดเลือกไว้	30.	- .10	.42	คัดเลือกไว้

ตาราง 2 (ต่อ)

ข้อที่	b	t-test	หมายเหตุ	ข้อที่	b	t-test	หมายเหตุ
31	.65	.16	คัดเลือกไว้	51	-1.09	-1.32	คัดเลือกไว้
32	1.46	.48	คัดออก	52	.18	1.12	คัดเลือกไว้
33	.11	-.07	คัดเลือกไว้	53	.93	1.06	คัดออก
34	.87	.04	คัดเลือกไว้	54	.62	1.39	คัดเลือกไว้
35	-.27	-.35	คัดเลือกไว้	55	.45	.17	คัดเลือกไว้
36	-1.58	-.24	คัดเลือกไว้	56	-1.02	-.65	คัดเลือกไว้
37	.32	.68	คัดเลือกไว้	57	-.96	-.70	คัดเลือกไว้
38	-.92	-.21	คัดเลือกไว้	58	.43	-.22	คัดเลือกไว้
39	.88	-.15	คัดเลือกไว้	59	-.91	-1.25	คัดเลือกไว้
40	.57	.64	คัดเลือกไว้	60	-.85	-.03	คัดเลือกไว้
41	.61	-.02	คัดเลือกไว้	61	-.11	.71	คัดเลือกไว้
42	-.30	.35	คัดเลือกไว้	62	-1.37	-.83	คัดเลือกไว้
43	.99	-1.25	คัดออก	63	1.65	.17	คัดออก
44	-.76	.06	คัดเลือกไว้	64	-1.39	-1.48	คัดเลือกไว้
45	.98	-.19	คัดออก	65	-1.59	-1.51	คัดเลือกไว้
46	1.03	-.09	คัดออก	66	-.34	-1.05	คัดเลือกไว้
47	-.92	-.22	คัดเลือกไว้	67	-.12	.92	คัดเลือกไว้
48	.45	.29	คัดเลือกไว้	68	-1.33	-1.21	คัดเลือกไว้
49	-.05	-.51	คัดเลือกไว้	69	-.53	-.48	คัดเลือกไว้
50	.89	.39	คัดเลือกไว้	70	-.54	-.70	คัดเลือกไว้

ตาราง 2 (ต่อ)

ข้อที่	b	t-test	หมายเหตุ	ข้อที่	b	t-test	หมายเหตุ
71	- .65	- .73	คัดเลือกไว้	91	- .84	- .95	คัดเลือกไว้
72	- .28	.62	คัดเลือกไว้	92	- .40	- .10	คัดเลือกไว้
73	.51	- .98	คัดเลือกไว้	93	.91	.73	คัดออก
74	.02	- .27	คัดเลือกไว้	94	- .46	.86	คัดเลือกไว้
75	.05	- .23	คัดเลือกไว้	95	-1.00	- .03	คัดเลือกไว้
76	- .40	- .41	คัดเลือกไว้	96	- .65	- .37	คัดเลือกไว้
77	.64	.98	คัดเลือกไว้	97	.16	.26	คัดเลือกไว้
78	- .49	-1.67	คัดเลือกไว้	98	-1.50	- .74	คัดเลือกไว้
79	2.14	.09	คัดออก	99	-1.13	- .81	คัดเลือกไว้
80	1.31	1.17	คัดออก	100	- .32	- .08	คัดเลือกไว้
81	.34	- .02	คัดเลือกไว้	101	.54	.25	คัดเลือกไว้
82	1.26	.42	คัดออก	102	- .05	- .65	คัดเลือกไว้
83	1.76	.11	คัดออก	103	1.11	.45	คัดออก
84	.89	.21	คัดเลือกไว้	104	.69	- .61	คัดเลือกไว้
85	- .77	-1.39	คัดเลือกไว้	105	.54	- .31	คัดเลือกไว้
86	1.58	.48	คัดออก	106	.13	- .69	คัดเลือกไว้
87	-1.04	-1.11	คัดเลือกไว้	107	1.32	- .39	คัดออก
88	.44	.43	คัดเลือกไว้	108	.17	.22	คัดเลือกไว้
89	.91	1.00	คัดออก	109	.36	- .75	คัดเลือกไว้
90	- .56	-2.08	คัดออก	110	.96	.68	คัดออก

ตาราง 2 (ต่อ)

ข้อที่	b	t-test	หมายเหตุ	ข้อที่	b	t-test	หมายเหตุ
111	-.89	.23	คัดเลือกไว้	130	-.98	-.66	คัดเลือกไว้
112	.48	.38	คัดเลือกไว้	131	1.23	.85	คัดออก
113	.64	-.27	คัดเลือกไว้	132	.45	.42	คัดเลือกไว้
114	1.03	.34	คัดออก	133	-.12	.21	คัดเลือกไว้
115	1.06	-.04	คัดออก	134	.00	.20	คัดเลือกไว้
116	.47	.77	คัดเลือกไว้	135	-.36	-.36	คัดเลือกไว้
117	-.11	-.87	คัดเลือกไว้	136	-.07	.06	คัดเลือกไว้
118	-.49	-.64	คัดเลือกไว้	137	1.44	.02	คัดออก
119	1.03	.92	คัดออก	138	-.99	-.25	คัดเลือกไว้
120	-.75	-.95	คัดเลือกไว้	139	-.97	-.76	คัดเลือกไว้
121	-.09	-.07	คัดเลือกไว้	140	-.80	-.94	คัดเลือกไว้
122	-1.12	-.86	คัดเลือกไว้	141	-1.34	.09	คัดเลือกไว้
123	.65	.13	คัดเลือกไว้	142	-.20	-.32	คัดเลือกไว้
124	-.67	-.47	คัดเลือกไว้	143	.28	-.02	คัดเลือกไว้
125	-.01	.32	คัดเลือกไว้	144	.12	-.59	คัดเลือกไว้
126	-.04	-1.05	คัดเลือกไว้	145	.20	-.61	คัดเลือกไว้
127	.45	.82	คัดเลือกไว้	146	.10	.21	คัดเลือกไว้
128	-.94	1.04	คัดเลือกไว้	147	-.14	.34	คัดเลือกไว้
129	-.67	-.10	คัดเลือกไว้				

จากตาราง 2 แสดงให้เห็นว่า แบบทดสอบวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องพลังงานและการเปลี่ยนแปลง จำนวน 147 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ -1.69 ถึง 2.14 มีค่าความสอดคล้องตั้งแต่ -2.08 ถึง 2.00 ตัดเลือกข้อคำถามที่มีค่าความยากตั้งแต่ -1.90 ถึง 0.90 และค่าความสอดคล้องตั้งแต่ -1.96 ถึง 1.96 ได้ข้อคำถามที่อยู่ในเกณฑ์ 118 ข้อ ไม่ผ่านเกณฑ์หรือตัดออก 29 ข้อ คือ ข้อ 2, 10, 17, 20, 22, 24, 26, 28, 32, 43, 45, 46, 53, 63, 79, 80, 82, 83, 89, 90, 93, 103, 107, 110, 114, 115, 119, 131 และ 137

1.2 ผลการวิเคราะห์ครั้งที่ 2

ผู้วิจัยนำผลการวิเคราะห์ในครั้งที่ 1 ของแบบทดสอบวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องพลังงานและการเปลี่ยนแปลง โดยนำข้อคำถามที่อยู่ในเกณฑ์ 118 ข้อ แต้นนำมาสร้างแบบทดสอบฉบับ x และแบบทดสอบฉบับ y จำนวน 110 ข้อ ที่วัดพฤติกรรมเดียวกัน จัดทำเป็นแบบทดสอบฉบับ x และแบบทดสอบฉบับ y ฉบับละ 50 ข้อ และแต่ละฉบับมีข้อคำถามรวมภายใน 10 ข้อ ดังนั้นรวมทั้งฉบับของแบบทดสอบฉบับ x และแบบทดสอบฉบับ y มีข้อคำถามฉบับละ 60 ข้อ แล้วนำไปสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 819 คน โดยแบ่งเป็นฉบับ x ทดสอบ 408 คน และฉบับ y ทดสอบ 411 คน นำผลจากการสอบไปทำการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม BICAL ได้ค่าความยาก และค่าความสอดคล้อง ดังแสดงในตาราง 3 และ 4

ตาราง 3 ค่าความยาก ค่าความสอดคล้อง จากการทดสอบครั้งที่ 2 แบบทดสอบฉบับ

ข้อที่	b	t-test	ข้อที่	b	t-test
1	- .75	.27	21	- .61	- .72
2	- .82	-1.70	22	- .44	- .87
3	- .03	1.31	23	- .37	- .92
4	- .12	1.34	24	.26	.79
5	.05	- .81	25	-1.15	- .76
6	- .02	.55	26	- .53	-1.47
7	- .27	.24	27	- .42	.24
8	.10	- .17	28	1.22	1.13
9	.64	.32	29	.10	- .90
10	- .08	- .91	30	.08	1.35
11	.91	- .02	31	.50	- .41
12	-1.38	-1.04	32	2.25	.35
13	- .53	- .15	33	.77	.80
14	.91	.54	34	-1.16	-1.06
15	.09	.25	35	- .22	.13
16	- .47	- .39	36	-1.06	- .88
17	1.20	- .04	37	- .67	-1.11
18	.13	.68	38	-1.08	- .10
19	1.03	1.71	39	- .24	.26
20	.92	.65	40	.67	-1.00

ตาราง 3 (ต่อ)

ข้อที่	b	t-test	ข้อที่	b	t-test
41	.07	- .69	51	- .67	-1.35
42	.83	.24	52	.78	.29
43	- .61	- .12	53	.41	.52
44	.40	- .75	54	.47	.62
45	.47	.69	55	- .40	.19
46	.03	.26	56	- .52	- .68
47	- .66	- .69	57	-1.01	- .20
48	.56	.63	58	.33	- .09
49	.09	- .46	59	.31	- .91
50	- .35	- .54	60	.11	.63

จากตาราง 3 แสดงให้เห็นว่า แบบทดสอบวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องพลังงานและการเปลี่ยนแปลง ฉบับ x จำนวน 60 ข้อ จากผลการสอบครั้งที่ 2 ได้ค่าความยากตั้งแต่ -1.38 ถึง 2.25 และค่าความสอดคล้อง ตั้งแต่ -1.70 ถึง 1.71

ตาราง 4 ค่าความยาก ค่าความสอดคล้อง จากการทดสอบครั้งที่ 2 แบบทดสอบฉบับ

ข้อที่	b	t-test	ข้อที่	b	t-test
1	- .51	.12	21	- .37	- .62
2	- .47	.86	22	- .44	.49
3	-1.11	.45	23	- .87	- .15
4	- .50	.76	24	-1.34	-1.37
5	.68	.61	25	-1.64	-1.40
6	.71	.20	26	- .04	1.61
7	- .77	- .66	27	- .14	.98
8	.14	.08	28	.52	.72
9	.13	- .24	29	- .03	- .01
10	.68	- .10	30	1.17	2.09
11	.33	- .28	31	.59	- .66
12	.66	.73	32	- .64	-1.09
13	.71	1.12	33	.98	.40
14	.16	- .77	34	- .05	- .26
15	- .58	- .33	35	- .56	.29
16	.75	- .11	36	- .10	.58
17	.28	.08	37	-1.13	- .35
18	- .87	-1.19	38	- .12	- .35
19	- .65	.99	39	.20	-1.07
20	.55	.70	40	.84	- .22

ตาราง 4 (ต่อ)

ข้อที่	b	t-test	ข้อที่	b	t-test
41	.74	- .41	51	1.00	.84
42	.29	- .55	52	- .72	-1.02
43	.40	- .26	53	.16	.37
44	1.04	- .12	54	- .14	.13
45	.15	- .80	55	.24	.92
46	- .37	- .82	56	- .76	-1.05
47	- .70	-1.10	57	- .12	- .05
48	- .65	.05	58	.96	.06
49	.72	.20	59	.38	-1.34
50	.47	- .13	60	.27	.08

จากตาราง 4 แสดงให้เห็นว่า แบบทดสอบวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องพลังงาน และการเปลี่ยนแปลง แบบทดสอบฉบับ y จำนวน 60 ข้อ จากผลการสอบครั้งที่ 2 ได้ค่าความยาก ตั้งแต่ -1.63 ถึง 1.17 และค่าความสอดคล้อง ตั้งแต่ -1.40 ถึง 2.09

1.3 ค่าสถิติพื้นฐานและความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

จากการนำแบบทดสอบวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องพลังงานและการเปลี่ยนแปลง จำนวน 2 ฉบับ คือ ฉบับ x และฉบับ y ฉบับละ 60 ข้อ ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 819 คน ได้ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนและความเชื่อมั่นแบบ KR-20 จากโปรแกรม BICAL ดังแสดงในตาราง 5

ตาราง 5 ค่าสถิติพื้นฐานและความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวิชาวิทยาศาสตร์

แบบทดสอบ	N	K	คะแนน สูงสุด	คะแนน ต่ำสุด	$\bar{X}$	S	r_{tt}
ฉบับ x	408	60	49	11	28.534	7.478	.76
ฉบับ y	411	60	53	8	27.603	7.723	.78

จากตาราง 5 แสดงให้เห็นว่า คะแนนสูงสุดของแบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับ ไม่เท่ากับ คะแนนเต็ม และคะแนนต่ำสุดไม่เท่ากับศูนย์ ซึ่งเป็นไปตามหลักการวิเคราะห์ของราสส์ในการที่จะหาค่าพารามิเตอร์ โดยใช้กลุ่มตัวอย่างทั้งหมดได้ และค่าเฉลี่ยของคะแนนแบบทดสอบฉบับ x สูงกว่าแบบทดสอบฉบับ y ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานและค่าความเชื่อมั่น แบบทดสอบฉบับ y สูงกว่าแบบทดสอบฉบับ x

1.4 เปรียบเทียบความยากข้อคำถามรวม

ผู้วิจัยได้นำผลจากการสลับแบบทดสอบวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องพลังงาน และการเปลี่ยนแปลงทั้ง 2 ฉบับ ไปทำการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม BICAL หาค่าความยากของข้อคำถามรวมแต่ละฉบับ ปรากฏค่าความยากของข้อคำถามรวม ดังแสดงในตาราง 6

ตาราง 6 เปรียบเทียบค่าความยากของข้อคำถามรวมจำนวน 10 ข้อ ของแบบทดสอบฉบับ และแบบทดสอบฉบับ

ข้อที่	ฉบับ x (b_{xy})	ข้อที่	ฉบับ y (b_{xy})
1	-0.752	1	-0.510
6	-0.016	6	0.170
17	1.195	16	0.749
22	-0.435	19	-0.650
31	0.499	31	0.592
39	-0.235	38	-0.124
41	0.067	42	0.288
31	-0.674	52	-0.715
54	0.466	55	0.245
59	0.312	59	0.376

จากตาราง 6 แสดงให้เห็นว่า ข้อคำถามรวมของนักเรียนที่สอบแบบทดสอบฉบับ มีความยากตั้งแต่ -0.752 ถึง 1.195 และแบบทดสอบฉบับ y มีความยากตั้งแต่

-0.715 ถึง 0.749 และเมื่อเปรียบเทียบค่าความยากของข้อคำถามร่วมระหว่างแบบทดสอบฉบับ x และแบบทดสอบฉบับ y จึงนำมาทดสอบด้วยค่า t-test ดังตาราง 7

ตาราง 7 สถิติพื้นฐานค่าความยากและค่านัยสำคัญของข้อคำถามร่วม จำนวน 10 ข้อ ของแบบทดสอบฉบับ x และแบบทดสอบฉบับ y

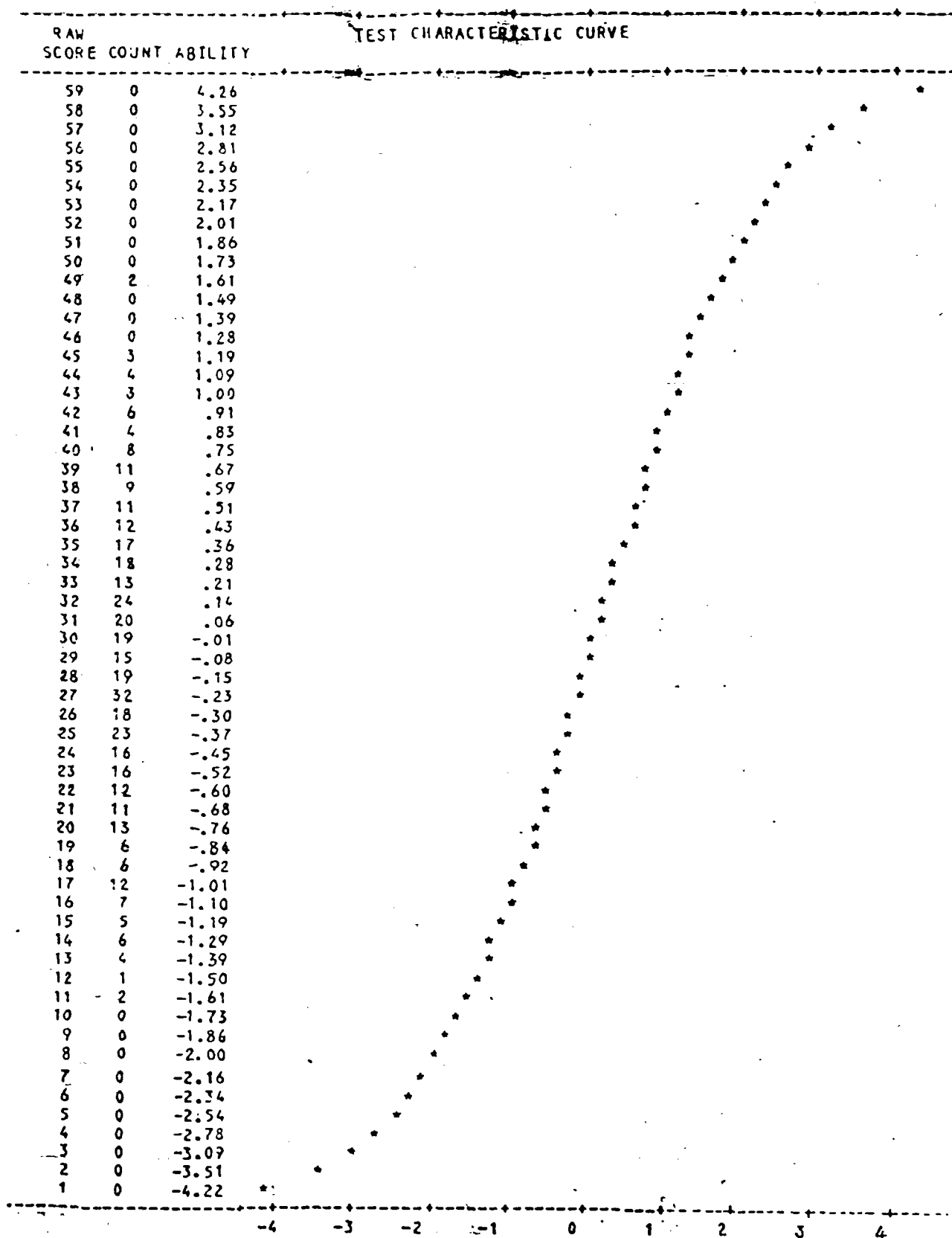
แบบทดสอบ	K	$\bar{b}_{xy}$	S.D	t-test
ฉบับ x	10	0.0427	0.5694	0.00252
ฉบับ y	10	0.0421	0.4915	

จากตาราง 7 แสดงให้เห็นว่า ค่าความยากเฉลี่ยของข้อคำถามร่วม จากนักเรียนที่สอบแบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่าความสามารถของผู้เข้าสอบแบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับ ไม่แตกต่างกัน

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์เกี่ยวกับความสามารถ

2.1 ค่าความสามารถกับคะแนนดิบของนักเรียนที่สอบแบบทดสอบฉบับ x

ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบฉบับ x ไปทดสอบกับนักเรียนในกลุ่มตัวอย่างจำนวน 408 คน แล้วมาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม BICAL ได้ค่าความสามารถของนักเรียนดังภาพประกอบ 1

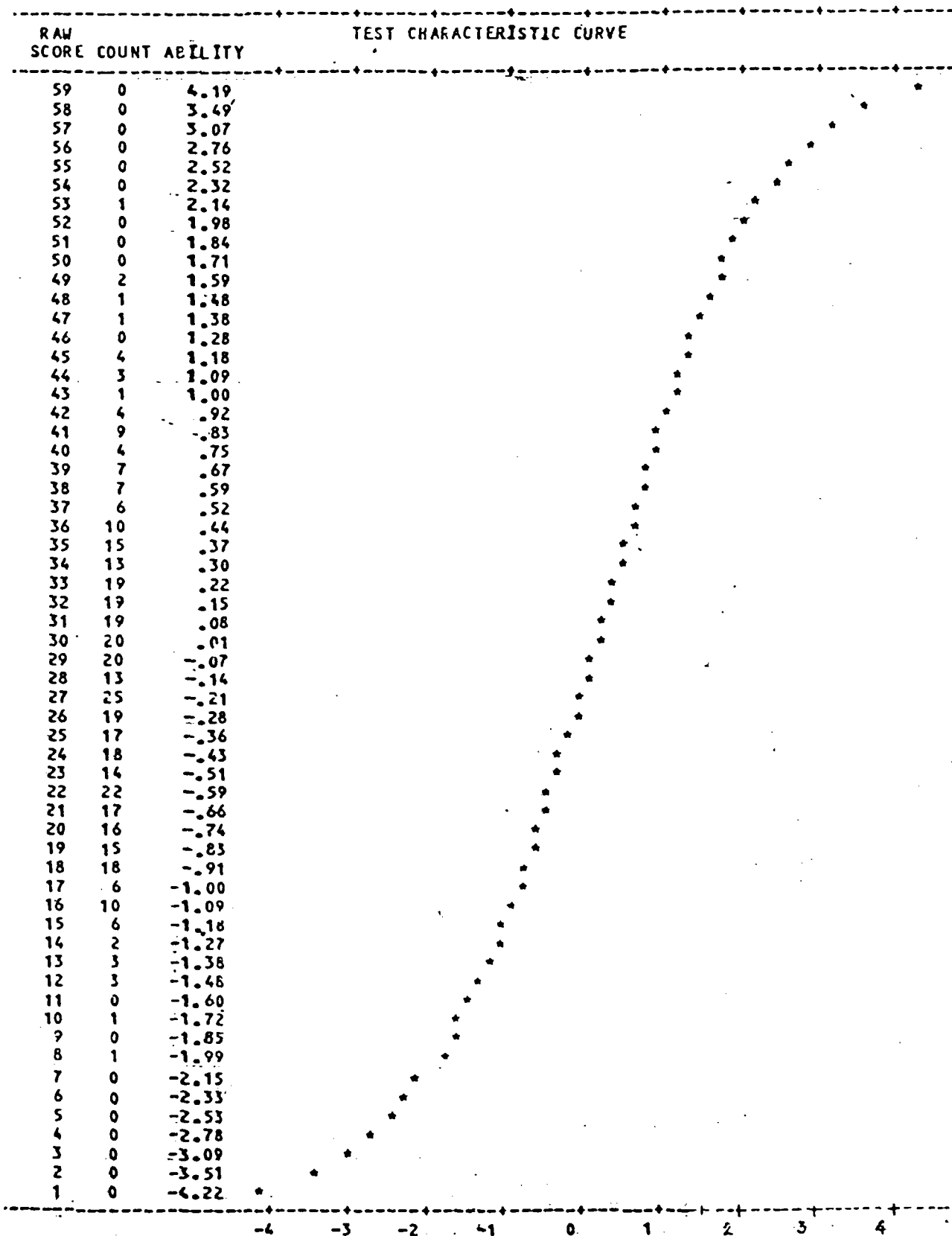


ภาพประกอบ 1 ความสามารถกับคะแนนดิบ และโค้งลักษณะข้อสอบแบบทดสอบฉบับ x

จากภาพประกอบ 1 เป็นการวิเคราะห์ผลการสอบของนักเรียนจำนวน 408 คน ที่สอบแบบทดสอบฉบับ x จำนวน 60 ข้อ ในภาพแสดงโค้งลักษณะแบบทดสอบที่เรียงคะแนน จากสูงที่สุดไปต่ำสุด พร้อมทั้งจำนวนนักเรียนที่สอบได้ค่าความสามารถของผู้สอบแต่ละคะแนน จากโค้งที่ปรากฏนี้จะมีลักษณะคงที่แน่นอนไม่ผันแปรไปตามกลุ่มตัวอย่าง

เมื่อพิจารณารายละเอียดพบว่า นักเรียนที่ได้คะแนนสูงสุด 49 คะแนน มีค่า ความสามารถ เท่ากับ 1.61 จำนวน 2 คน คะแนนต่ำสุด 11 คะแนน มีค่าความสามารถ เท่ากับ -1.61 จำนวน 2 คน

2.2 ค่าความสามารถกับคะแนนดิบของนักเรียนที่สอบแบบทดสอบฉบับ y ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบฉบับ y ไปทดสอบกับนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 411 คน แล้วมาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม BICAL ได้ค่าความสามารถของนักเรียน ดังภาพประกอบ 2



ภาพประกอบ 2 ค่าความสามารถกับคะแนนดิบ และโค้งลักษณะข้อสอบแบบทดสอบฉบับ y

จากภาพประกอบ 2 เป็นการวิเคราะห์ผลการสอบของนักเรียน จำนวน 411 คน ที่สอบแบบทดสอบฉบับ y จำนวน 60 ข้อ ในภาพแสดงโค้งลักษณะเบ้ทศสอบที่เรียงคะแนน จากสูงที่สุดไปต่ำสุด พร้อมทั้งจำนวนนักเรียนที่สอบได้ค่าความสามารถของผู้สอบแต่ละคะแนน จากโค้งที่ปรากฏนี้จะมีลักษณะคงที่แน่นอนไม่ผันแปรไปตามกลุ่มตัวอย่าง

เมื่อพิจารณาตารางละเอียดพบว่า นักเรียนที่ได้คะแนนสูงสุด 53 คะแนน มีค่าความสามารถ เท่ากับ 2.14 จำนวน 1 คน คะแนนต่ำสุด 8 คะแนน มีค่าความสามารถ เท่ากับ -1.99 จำนวน 1 คน

2.3 การเทียบความสามารถ

ผู้วิจัยได้นำผลการวิเคราะห์หาค่าความยากเฉลี่ยของข้อคำถามรวมไปใช้ กับสูตรของ ลอร์ดและฮูเวอร์ (Loyd and Hoover. 1980 : 186) ตามหลัก Linear equation ได้ค่าคงที่ในการแปลง (Transformation) ค่าความสามารถของแบบทดสอบ ฉบับ y ให้อยู่ในมาตราเดียวกันกับแบบทดสอบฉบับ x แล้วนำค่าที่แปลงให้อยู่ในมาตราเดียวกัน มาเทียบค่าใกล้เคียงกันมากที่สุด ได้ผลดังตาราง 8

ตาราง 8 การเทียบความสามารถของนักเรียนที่สอบแบบทดสอบฉบับ x และฉบับ y

θ_x	$\theta_y^* (\theta_y)$	θ_x	$\theta_y^* (\theta_y)$
4.2600	4.1906 (4.1900)	0.6700	0.6706 (0.6700)
3.5500	3.4906 (3.4900)	0.5900	0.5906 (0.5900)
3.1200	3.0706 (3.0700)	0.5100	0.5206 (0.5200)
2.8100	2.7606 (2.7600)	0.4300	0.4406 (0.4400)
2.5600	2.5206 (2.5200)	0.3600	0.3706 (0.3700)
2.3500	2.3206 (2.3200)	0.2800	0.3006 (0.3000)
2.1700	2.1406 (2.1400)	0.2100	0.2206 (0.2200)
2.0100	1.9806 (1.9800)	0.1400	0.1506 (0.1500)
1.8600	1.8406 (1.8400)	0.0600	0.0806 (0.0800)
1.7300	1.7106 (1.7100)	-0.0100	0.0106 (0.0100)
1.6100	1.5906 (1.5900)	-0.0800	-0.0694 (-0.0700)
1.4900	1.4806 (1.4800)	-0.1500	-0.1394 (-0.1400)
1.3900	1.3806 (1.3800)	-0.2300	-0.2094 (-0.2100)
1.2800	1.2806 (1.2800)	-0.3000	-0.2794 (-0.2800)
1.1900	1.1806 (1.1800)	-0.3700	-0.3594 (-0.3606)
1.0900	1.0906 (1.0900)	-0.4500	-0.4294 (-0.4300)
1.0000	1.0006 (1.0000)	-0.5200	-0.5094 (-0.5100)
0.9100	0.9206 (0.9200)	-0.6000	-0.5894 (-0.5900)
0.8300	0.8306 (0.8300)	-0.6800	-0.6594 (-0.6600)
0.7500	0.7506 (0.7500)	-0.7600	-0.7394 (-0.7400)

ตาราง 8 (ต่อ)

θ_x	$\theta_y^* (\theta_y)$	θ_x	$\theta_y^* (\theta_y)$
-0.8400	-0.8294 (-0.8300)	-1.8600	-1.8494 (-1.8500)
-0.9200	-0.9094 (-0.9100)	-2.0000	-1.9894 (-1.9900)
-1.0100	-0.9994 (-1.0000)	-2.1600	-2.1494 (-2.1500)
-1.1000	-1.0894 (-1.1900)	-2.3400	-2.3294 (-2.3300)
-1.1900	-1.1794 (-1.1800)	-2.5400	-2.5294 (-2.5300)
-1.2900	-1.2694 (-1.2700)	-2.7800	-2.7794 (-2.7800)
-1.3900	-1.3794 (-1.3800)	-3.0900	-3.0894 (-3.0900)
-1.5000	-1.4794 (-1.4800)	-3.5100	-3.5094 (-3.5100)
-1.6100	-1.5994 (-1.6000)	-4.2200	-4.2194 (-4.2200)
-1.7300	-1.7194 (-1.7200)		

จากตาราง 8 แสดงให้เห็นว่า ค่าความสามารถของนักเรียนที่สอบแบบทดสอบฉบับ x มีค่าตั้งแต่ -4.2200 ถึง 4.2600 ฉบับ y มีค่าตั้งแต่ -4.2200 ถึง 4.1900 และเมื่อแปลงความสามารถผู้สอบฉบับ y ให้อยู่ในมาตราเดียวกับฉบับ x ได้ค่าความสามารถตั้งแต่ -4.2194 ถึง 4.1906

2.4 การเทียบคะแนน

ผู้วิจัยได้นำตาราง 8 ที่เป็นตารางเทียบความสามารถที่เท่าเทียมกันไปเทียบหาคะแนนดิบ ของแบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับ จากภาพประกอบที่ 1 - 2 ได้ผลดังตาราง 9

ตาราง 9 แสดงการเทียบคะแนน

x_x	x_y	x_x	x_y
59	59	39	39
58	58	38	38
57	57	37	37
56	56	36	36
55	55	35	35
54	54	34	34
53	53	32	32
52	52	31	31
51	51	30	30
50	50	29	29
49	49	28	28
48	48	27	27
47	47	26	26
46	46	25	25
45	45	24	24
44	44	23	23
43	43	22	22
42	42	21	21
41	41	20	20
40	40	19	19

ตาราง 9 (ต่อ)

x_x	x_y	x_x	x_y
18	18	9	9
17	17	8	8
16	16	7	7
15	15	6	6
14	14	5	5
13	13	4	4
12	12	3	3
11	11	2	2
10	10	1	1

จากตาราง 9 แสดงให้เห็นผลการเทียบคะแนนดิบของแบบทดสอบฉบับ x และฉบับ y ที่เรียงจากลำดับคะแนนสูงสุดไปหาคะแนนต่ำสุด โดยเทียบมาจากความสามารถที่เท่าเทียมกัน เมื่อพิจารณารายละเอียดพบว่า แบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับ ได้คะแนนดิบที่เท่ากับทุกคะแนน คือ ผู้ที่สอบแบบทดสอบฉบับ x ได้คะแนนดิบ 11 คะแนน แล้วจะได้คะแนนดิบในแบบทดสอบฉบับ y เป็น 11 คะแนนด้วย เป็นต้น

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์เกี่ยวกับการทานผล

3.1 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนความคลาดเคลื่อน

ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับ ไปทดสอบกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มทานผล
จำนวน 166 คน โดยให้แต่ละคนทำแบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับ ได้ค่าสถิติพื้นฐาน ดังแสดงใน
ตาราง 10

ตาราง 10 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนความคลาดเคลื่อน

x_y	$\bar{x}_E$	s_E
12	2.333	1.527
13	1.500	0.577
14	3.000	1.414
15	2.000	0.000
16	2.666	1.528
17	2.500	1.291
18	3.000	1.826
19	2.200	1.304
20	2.666	2.251
21	2.400	1.516
22	1.000	1.309
23	2.200	1.643
24	1.666	0.577
25	1.571	1.718

ตาราง 10 (ต่อ)

X_y	$\bar{X}_E$	S_E
26	2.200	1.304
27	1.900	2.234
28	2.800	1.483
29	4.333	2.309
30	1.857	1.464
31	2.500	1.195
32	2.000	0.894
33	3.166	1.169
34	3.750	1.707
35	3.750	1.258
36	3.000	1.225
37	3.333	2.082
38	2.400	2.074
39	2.400	1.673
40	2.833	1.169
41	2.333	1.155
42	2.250	2.629
43	2.750	1.258
44	1.750	2.217
45	2.750	0.957
46	5.500	0.707

จากตาราง 10 แสดงให้เห็นว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนความคลาดเคลื่อน ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความคลาดเคลื่อน ในการเทียบคะแนนจากตารางเทียบคะแนน ได้ค่าเฉลี่ยของคะแนนความคลาดเคลื่อนในระดับคะแนนทั้งหมดมีค่าอยู่ระหว่าง 1.000 ถึง 5.500 นั่นคือ การเทียบคะแนนจากตารางเทียบคะแนน (ตาราง 9) ได้ค่าเฉลี่ยของคะแนนความคลาดเคลื่อนในแต่ละช่วงคะแนน ประมาณ 1.000 คะแนน ถึง 5.500 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความคลาดเคลื่อนในระดับคะแนนต่าง ๆ มีค่าอยู่ระหว่าง 0.000 ถึง 2.629 นั่นคือ คะแนนของความคลาดเคลื่อนมีความเบี่ยงเบนมาตรฐาน แต่ละช่วงคะแนนประมาณ 0.000 คะแนน ถึง 2.629 คะแนน

3.2 ค่าดัชนีความเที่ยงพอความคลาดเคลื่อนในการเทียบคะแนน

เมื่อนำค่าคะแนนความคลาดเคลื่อนจากตาราง 10 มาคำนวณหาค่าดัชนีความเที่ยงพอในการเทียบคะแนน (c) โดยใช้สูตรของปีเตอร์เซน (Petersen, 1982 : 91) และเปรียบเทียบหลักการประเมินของปีเตอร์เซน ได้ดังตาราง 11

ตาราง 11 ค่าดัชนีความเที่ยงพอความคลาดเคลื่อนในการเทียบคะแนน

จำนวนคนในกลุ่มทวนผล (N)	$\sum (x_i - x_1^*)^2$	s_x^2	s_x	C
166	1414	83.627	9.1447	0.1019*

$c \leq 0.4572$ * ระดับน่าพอใจมาก

จากตาราง 11 แสดงให้เห็นว่า ค่าดัชนีความเที่ยงพอความคลาดเคลื่อนในการเทียบคะแนน มีค่า 0.1019 ซึ่งน้อยกว่าค่า C ที่ 0.4572 นั่นคือ ค่าดัชนีความเที่ยงพอความคลาดเคลื่อนในการเทียบคะแนนอยู่ในระดับน่าพอใจมาก

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อสร้างแบบทดสอบวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องพลังงานและการเปลี่ยนแปลง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่วิเคราะห์ด้วยวิธีราซค์โมเดล จำนวน 2 ฉบับ ที่เทียบเคียงกัน
2. เพื่อสร้างตารางการเทียบคะแนนความสามารถตามแนวอนควยวิธีราซค์โมเดล วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องพลังงานและการเปลี่ยนแปลง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2531 ของโรงเรียนในสังกัดกรมสามัญศึกษา ในจังหวัดชัยภูมิ จำนวน 35 ห้องเรียน จำนวน 1,391 คน ซึ่งเลือกมาโดยการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multistage Random Sampling)

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องพลังงานและการเปลี่ยนแปลง จำนวน 2 ฉบับ ฉบับละ 60 ข้อ แต่ละฉบับมีข้อคำถามรวมภายใน (Internal Anchor) จำนวน 10 ข้อ

วิธีดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล

ขั้นตอนในการดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลในการศึกษาครั้งนี้

1. วางแผนในการดำเนินการสอบโดยติดต่อขอความร่วมมือ ในการนำแบบทดสอบไปทดลองกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ตลอดจนกำหนดวันและเวลาในการสอบ
2. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สร้างขึ้น จำนวน 147 ข้อ ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 406 คน
3. นำผลการสอบในข้อ 2 มาวิเคราะห์หาค่าความยาก (b) ความสามารถ (θ) และความสอดคล้องกับโมเดล (t -test)
4. นำข้อคำถามที่มีคุณภาพจากการวิเคราะห์ในข้อ 3 จัดเป็นแบบทดสอบ 2 ฉบับ ฉบับละ 60 ข้อ ซึ่งแต่ละฉบับจะมีข้อคำถามรวมภายในจำนวน 10 ข้อ
5. นำแบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับ ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างที่ต้องการเปรียบเทียบจำนวน 819 คน โดยแบ่งสอบฉบับ x และฉบับ y จำนวน 408 และ 411 คน ตามลำดับ
6. นำแบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับ ไปทดสอบกับกลุ่มทนายผล โดยให้ผู้เข้าสอบแต่ละคนทำแบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับ จำนวน 166 คน

สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล

จากการวิเคราะห์ข้อมูลแล้วสามารถสรุปผลการวิเคราะห์ได้ดังนี้

1. การคัดเลือกข้อคำถาม จากการทดลองครั้งที่ 1 ข้อคำถามจำนวน 147 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ -1.69 ถึง 2.14 มีค่า t ตั้งแต่ -2.08 ถึง 2.00 ค่าเฉลี่ยของความยากเท่ากับ $-.50$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความยากเท่ากับ $.44$ คัดเลือกข้อคำถามที่มีค่าความยาก ตั้งแต่ -1.90 ถึง $.90$ มีค่า t ตั้งแต่ -1.96 ถึง 1.96 ได้ข้อคำถามที่อยู่ในเกณฑ์ 118 ข้อ เมื่อนำมาสร้างเป็นแบบทดสอบฉบับ x และแบบทดสอบฉบับ y ฉบับละ 50 ข้อ และข้อคำถามรวม 10 ข้อ รวมเป็นข้อคำถามที่นำมาใช้จริง 110 ข้อ โดยแบบทดสอบ

ฉบับ x มีค่าความยากตั้งแต่ -1.58 ถึง $.87$ ค่าความยากเฉลี่ยเท่ากับ $-.2838$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าความยาก เท่ากับ $.6224$ แบบทดสอบฉบับ y มีค่าความยากตั้งแต่ -1.67 ถึง $.67$ ค่าความยากเฉลี่ย เท่ากับ $-.2835$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าความยาก เท่ากับ $.6316$ แสดงว่า แบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับ มีค่าความยากเฉลี่ยใกล้เคียงกัน

2. ข้อคำถามรวม การนำข้อคำถามรวม จำนวน 10 ข้อ เข้าไปในแบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับ เรียงตามลำดับเนื้อหา แบบทดสอบฉบับ x ข้อคำถามรวมคือ ข้อที่ 1, 6, 17, 22, 31, 39, 41, 51, 54 และ 59 แบบทดสอบฉบับ y ข้อคำถามรวมคือ ข้อที่ 1, 6, 16, 19, 31, 38, 42, 55, และ 59

3. ค่าสถิติพื้นฐาน ความเชื่อมั่น และข้อคำถามรวม ของแบบทดสอบ 2 ฉบับ จากการทดลองครั้งที่ 2 พบว่า ค่าเฉลี่ย การกระจายของคะแนน และความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับ มีค่าใกล้เคียงกัน คือ แบบทดสอบฉบับ x มีค่าเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน เท่ากับ 28.534 และ 7.478 แบบทดสอบฉบับ y มีค่าเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน เท่ากับ 27.603 และ 7.723 ความเชื่อมั่นแบบทดสอบฉบับ x เท่ากับ $.76$ และความเชื่อมั่นแบบทดสอบฉบับ y เท่ากับ $.78$ ข้อคำถามรวมแบบทดสอบฉบับ x มีค่าความยากตั้งแต่ $-.752$ ถึง 1.195 แบบทดสอบฉบับ y มีค่าความยากตั้งแต่ $-.715$ ถึง $.749$ เมื่อทดสอบค่าความยากเฉลี่ยของข้อคำถามรวม ปรากฏว่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติระดับ $.05$

4. การเทียบความสามารถและการางเทียบคะแนน แปลงความสามารถแบบทดสอบฉบับ y ให้อยู่ในมาตราเดียวกับแบบทดสอบฉบับ x ความสามารถสูงสุดของแบบทดสอบฉบับ x คือ 4.2600 เทียบเท่าความสามารถของแบบทดสอบฉบับ y คือ 4.1900 และความสามารถต่ำสุดของแบบทดสอบฉบับ x คือ -4.2200 เทียบเท่าความสามารถของแบบทดสอบฉบับ y คือ -4.2200 นำค่าความสามารถที่เท่ากับนำตารางเทียบคะแนนแบบทดสอบฉบับ x และแบบทดสอบฉบับ y มีค่าคะแนนดิบเท่ากันทั้งหมด คือ แบบทดสอบฉบับ x ได้ 5, 10, 13, 44 และ 56 เทียบกับคะแนนดิบของแบบทดสอบฉบับ y คือ 5, 10, 13, 44 และ 56 ตามลำดับ

5. การหาผล โดยวิเคราะห์หาดัชนีความเพียงพอความคลาดเคลื่อนในการเทียบคะแนน นำไปเทียบกับเกณฑ์การประเมินของปีเตอร์สัน และคนอื่น ๆ ปรากฏว่า อยู่ในระดับน่าพอใจมาก

อภิปรายผล

1. การวิเคราะห์ผลการสอบครั้งที่ 1 ข้อคำถามจำนวน 147 ข้อ ได้ข้อคำถามที่เหมาะสมกับโมเดล จำนวน 118 ข้อ คิดเป็น 80.27 เปอร์เซนต์ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของเร็นท์และรีเด็นเจอร์ (Rentz. 1979 : 3 - 5 citing Rentz and Ridenour. 1978) ที่พบว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่เป็นแบบทดสอบมาตรฐาน เมื่อนำมาวิเคราะห์ด้วยราชคโมเดล มีข้อคำถาม 80 - 97 เปอร์เซนต์ ที่เหมาะสมกับโมเดล และสอดคล้องกับการศึกษาของไพล์และดวิส (Yen. 1979 : 261 citing Whitely and Dewis. 1974) ที่พบว่า แบบทดสอบอุปมาอุปไมยทางภาษา เมื่อวิเคราะห์กับราชคโมเดล มีข้อคำถาม 30 - 40 เปอร์เซนต์ ที่ไม่เหมาะสมกับโมเดล นั่นคือ มีข้อคำถามที่เหมาะสมกับโมเดล 60 - 70 เปอร์เซนต์

2. ค่าความยากของข้อคำถามรวม ผลการทดสอบค่าเฉลี่ยความยากของข้อคำถามรวมของแบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับ พบว่า แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่าความสามารถของผู้สอบแบบทดสอบ 2 ฉบับ มีความสามารถเทียบเท่ากัน เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างที่สอบแบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับ สุ่มมาจากกลุ่มประชากรเดียวกัน (อรพินท์ เจริญพงษ์. 2525 : 11)

3. การเทียบความสามารถและตารางเทียบคะแนน ผลการวิเคราะห์ในครั้งนี้ในแต่ละระดับคะแนนได้ค่าความสามารถที่ใกล้เคียงกันมาก และเมื่อแปลงค่าความสามารถให้แบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับ อยู่ในมาตราเดียวกันแล้ว ในแต่ละระดับคะแนนได้ค่าความสามารถที่ใกล้เคียงกันมากขึ้น และบางระดับคะแนนมีค่าความสามารถค่าเดียวกัน แสดงว่าคะแนนของแบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับ มีค่าเท่ากัน เพราะมาจากค่าความสามารถที่เท่ากัน (สงวน ลักษณะ. 2525 : 22)

จากคะแนนดิบของแบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับ มีค่าเท่ากัน เพราะแบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับนี้มาจากการจับคู่ของข้อคำถามที่วัดพฤติกรรมเดียวกัน และมีค่าความยากเท่ากัน หรือใกล้เคียงกัน จะเห็นได้ว่า ข้อคำถามในแบบทดสอบ 2 ฉบับนี้ มีค่าสถิติที่อยู่ในโครงสร้างคือ ค่าความยากของข้อคำถามเท่ากัน ดังนั้นแบบทดสอบ 2 ฉบับนี้ จึงสามารถเทียบคะแนนดิบได้เท่ากัน (Holland and Rubin, 1982 : 10 citing Levine, 1955)

4. ดัชนีความเที่ยงของความสามารถเคลื่อนการเทียบคะแนน ผลการหาค่าดัชนีความเที่ยงของความคลาดเคลื่อนของการเทียบคะแนน โดยใช้สูตรของปีเตอร์เซน แล้วประเมินโดยใช้เกณฑ์ของปีเตอร์เซนและคนอื่นๆ (Petersen and others, 1982 : 91 - 94) ได้ค่าดัชนีความเที่ยงพอในระดับน่าพอใจมาก ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของปีเตอร์เซน คูก และสต็อกคิง (Petersen Cook and Stocking, 1981) ที่พบว่า การเทียบคะแนนในรูปแบบอิงทฤษฎีการตอบข้อสอบให้ผลระดับน่าพอใจมาก และผลการวิจัยมีค่าดัชนีความเที่ยงพอความคลาดเคลื่อนในการเทียบคะแนนอยู่ในระดับน่าพอใจมากกว่าการศึกษาของเรวดี อินทสระ (2530 : 68) ที่พบว่า การเทียบคะแนนรูปแบบอิงทฤษฎีการตอบข้อคำถาม มีดัชนีความเที่ยงพอ อยู่ในระดับน่าพอใจเท่านั้น

ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ทำให้ผู้วิจัยได้แนวคิดที่จะเสนอแนะดังนี้

1. เนื่องจากการวิเคราะห์ข้อคำถามตามวิธีของราสค์ไม่มีการวิเคราะห์ตัวเลือก ดังนั้น ก่อนที่จะนำข้อคำถามมาวิเคราะห์ตามวิธีของราสค์ ควรมีการวิเคราะห์ตามทฤษฎีคลาสสิกอล (The Classical Test Theory) เพื่อหาคุณภาพตัวเลือกก่อน
2. ควรนำการเทียบคะแนนในแนวนอนไปใช้ในการคัดเลือก เพื่อเปรียบเทียบความสามารถของผู้สอบในแต่ละปี โดยเฉพาะแบบทดสอบวัดความถนัด (Aptitude test)

3. ในการศึกษารังนี้ไม่ได้เปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนการเทียบคะแนนเชิงทฤษฎีกับการปฏิบัติ ดังนั้นควรมีการศึกษาเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนเชิงทฤษฎีกับการปฏิบัติต่อไป

4. ในการสร้างตารางเทียบคะแนนตามแนวนอนครั้งนี้ สร้างจากแบบทดสอบ 2 ฉบับที่วัดเนื้อหาและพฤติกรรมเดียวกัน และยังมีค่าความยากเท่ากันด้วย ดังนั้นควรมีการทำการวิจัยที่สร้างตารางเทียบคะแนน จากแบบทดสอบที่วัดเนื้อหาและพฤติกรรม ตลอดจนค่าความยากที่ต่างกันตามแนวนอนด้วย

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- ชวลิต โพธิ์นคร. การเปรียบเทียบผลของการกำหนดจุดตัดแบบทดสอบอิงเกณฑ์ชนิดเลือกตอบโดยวิธีของเบอร์ก วิธีประยุกตราซค์โมเดล และวิธีกำหนดเกณฑ์ผ่านระดับต่ำสุด. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2528.
- ชูศักดิ์ ชัมภลิจิต. Test Equating Procedures. เอกสารประกอบคำบรรยายในโครงการสัมมนาระดับชาติ ครั้งที่ 4 โครงการพัฒนาแบบทดสอบโครงการพัฒนาการศึกษาอาเซียน, 2527.
- บัญชา แสนทวี. การประยุกต์รูปแบบของราซค์ในการออกแบบโค้งแสดงสารสนเทศของแบบสอบผลสัมฤทธิ์วิชาคณิตศาสตร์ตามระดับความสามารถของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ ค.ม. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2530.
- ปนัดดา วัชร์ฉนะ. การศึกษาผลการวิเคราะห์ข้อสอบโดยวิธีโลจิสติกโมเดลกับวิธีแบบเดิม (คลาสสิกัลโมเดล) ในวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2528.
- ภาวดี ศรีสุขวัฒนาภัทร์. การเปรียบเทียบผลการใช้รูปแบบการเทียบมาตรฐานที่ต่างกันเมื่อแบบทดสอบรวมมีความยาวต่างกัน. วิทยานิพนธ์ ค.ค. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2529.
- เรวดี อินทสระระ. การเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนของการเทียบมาตรฐานระหว่างรูปแบบอิงเกณฑ์การตอบข้อสอบกับรูปแบบการใช้เทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบ. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2530.
- ลวน สายยศ และอังคณา สายยศ. หลักการวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : ศึกษาพร, 2528.
- _____. หลักการสร้างแบบทดสอบความถนัดทางการเรียน. กรุงเทพฯ : วัฒนาพานิช, 2527.
- สงบ ลักษณะ. "การเทียบระดับคะแนนระหว่างแบบทดสอบ (Equating)" วารสารวัดผลการศึกษา. 4(2) : 21 - 32 ; กันยายน - ธันวาคม, 2525.

- สมพร บุณย์. การศึกษาความคงที่ของค่าความแปรปรวนในการวิเคราะห์ข้อกระแงด้วยวิธีโมเดล. วิทยานิพนธ์ ค.ม. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2529.
- สุธรรม จันทน์หอม. การวิเคราะห์ข้อสอบแบบวิธีโมเดล. คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2528.
- ศึกษาธิการ, กระทรวง. หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521. กรุงเทพฯ : จงเจริญการพิมพ์, 2520.
- อรพินท์ เลี้ยวพงษ์. วิธีทางสถิติ : การทดสอบสมมติฐาน. คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2525.
- อวยพร วิบูลย์กาญจน์. การเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์แบบสอบอุปมาอุปไมยด้วยคลาสสิกัลโมเดลกับวิธีโมเดล. วิทยานิพนธ์ ค.ม. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2526.
- Angoff, W.H. Education Measurement. 2nd ed. Washington D.C. : American Council on Education, 1971.
- _____. Scales Norms and Equivalent Scores. Educational Testing Service, 1984.
- Braun, Henry I and Holland, D.W. "Observed-Score Test Equating : a Mathematical Analysis of Some ETS Equating Procedures," Test Equating. P. 9 - 50, ed by P.W. Holland and D.B. Rubin. New York, Academic Press, 1982.
- Douglass, J.B. "A Comparison of Item Characteristic Curve Models for Classroom Examination System," Dissertation Abstracts International. 41(9) : 4000-A ; March, 1981.
- Flanagan, T.C. Educational Measurement. Washington D.C. : American Council on Education, 1951.
- Gulliksen, Harold. Theory of Mental Test. New York : Willey, 1950.
- Holmas, S.E. "Unidimensionality and Vertical Equating with the Rasch Model," Journal of Educational Measurement. 19 : 139 - 147 ; Summer 1982.
- Holand, Paul W. and Rubin Donald B., vd. Test Equating. New York : Academic Press, 1982.

- Hutten, Leah R. "The Fit of Empirical Data to Two Latent Trait Models," Dissertation Abstracts International. 42(11) : 4799-A ; May 1982.
- Kolen, M.J. "Comparison of Traditional and Item Response Theory Methods for Equating Test," Journal of Educational Measurement. 18 : 1 - 11 ; Spring 1981.
- Kolen M.J. and Whitney, D.R. "Comparison of Four Procedures for Equating the Tests of General Educational Development," Journal of Educational Measurement. 19 : 279 - 294 ; Summer 1982.
- Lord, F.M. Applications of Item Response Theory to Practical Testing Problem. New Jersey : Hillsdale Erlbaum, 1980.
- _____. "Practical Applications of Item Characteristic Curve Theory," Journal of Educational Measurement. 14 : 117 - 138 ; Summer 1977.
- Loyd B.H. and Hoover H.D. "Vertical Equating Using the Rasch Model," Journal of Educational Measurement. 17(3) : 179 - 193 ; Fall 1980.
- Marco, Cary L. "Equating Tests in an Era of Test Disclosure," New Directions for Testing and Measurement. 8 : 105 - 122 ; September 1981.
- _____. "Item Characteristic Curve Solutions to Three Intractable Testing Problems," Journal of Educational Measurement. 14 : 139 - 160 ; Summer 1977.
- Petersen, N.S.; Marco, G.L. and Stewart, E.E. "A Test of the Adequacy of Linear Score Equating Methods," In P.W. Holland and D.B. Rubin (Eds.) Test Equating. New York : Academic Press, 1982. p. 77 - 135.
- Phillips S.E. "The Effects of the Deletion of Misfitting Persons of Vertical Equating the Rasch Model," Journal of Education Measurement. 23(2) : 107 - 118 ; Summer 1986.
- Rentz, R. Robert, and Rentz, Charlotte C. "Does the Rasch Model Really Work? : A Discussion for Practitioners," Measurement in Education. 10 : 1 - 11 ; Spring 1979.
- Rock, D.A. "Equating Using the Confirmatory Factor Analysis Model," in Test Equating. P. 251 - 254, ed. by P.W. Holland and D.B. Rubin New York : Academic Press, 1982.

- Tompkins, L.J. "An Investigation of the Effects of Test Length by Using the One-Parameter Item Response Model," Dissertation Abstracts International. 45(7) : 2076-A ; January 1985.
- Wright B.D. and Stone M.H. Best Test Design. Chicago : MESA Press, 1979.
- Yen, Wendy M. and Allen, Mary J. Introduction to Measurement Theory. California : Wadsworth Inc., 1979.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

คู่มือการใช้แบบทดสอบและตารางเทียบคะแนน

คู่มือการใช้แบบทดสอบและตารางเทียบคะแนน

ความหมายของแบบทดสอบ

แบบทดสอบและตารางเทียบคะแนนในแนวนอน วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องพลังงานและการเปลี่ยนแปลงสร้างขึ้นเพื่อใช้สอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องพลังงานและการเปลี่ยนแปลงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ใช้แทนแบบทดสอบคูขนาน เพราะสามารถเทียบคะแนนโดยดูจากตารางเทียบคะแนนที่สร้างขึ้นจากการวิเคราะห์วิธีกรการของราชค ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการเปรียบเทียบผลการสอบต่างเวลากัน หรือเวลาเดียวกันแต่ใช้แบบทดสอบต่างฉบับกัน

โครงสร้างของแบบทดสอบ

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องพลังงานและการเปลี่ยนแปลงนี้เป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก จำนวน 2 ฉบับ คือ

1. แบบทดสอบฉบับ x จำนวน 60 ข้อ มีข้อคำถามรวมภายใน (Internal Anchor Items) จำนวน 10 ข้อ คือ ข้อที่ 1, 6, 17, 22, 31, 39, 41, 51, 54 และ 59
2. แบบทดสอบฉบับ y จำนวน 60 ข้อ มีข้อคำถามรวมภายใน (Internal Anchor Items) จำนวน 10 ข้อ คือ ข้อที่ 1, 6, 16, 19, 31, 38, 42, 52, 55 และ 59

ตัวอย่างแบบทดสอบฉบับ x

- 8) น้ำ 40 กรัม อุณหภูมิ 0°C ต้องการให้ร้อนเป็นน้ำ 80°C

จะต้องได้รับความร้อนปริมาณเท่าใด

- ก. 2 กิโลจูล
- ข. 40 กิโลจูล
- ค. 80 กิโลจูล
- ง. 1,600 กิโลจูล
- จ. 3,200 กิโลจูล

39) เด็กเล็ก ๆ ยังไม่สามารถช่วยเหลือตนเองได้ จะต้องอาศัยร่วมกับครอบครัว
ลักษณะแบบนี้คล้ายคลึงกับส่วนใดของธาตุ

- ก. อะตอม
- ข. โปรตอน
- ค. โมเลกุล
- ง. นิวเคลียส
- จ. อิเล็กตรอน

ตัวอย่างแบบทดสอบฉบับ Y

3) พลังงานศักย์ $\longrightarrow$ พลังงานกล $\longrightarrow$ พลังงานไฟฟ้า
จากแผนภาพข้างบน เป็นการผลิตไฟฟ้าจากอะไร

- ก. ลม
- ข. น้ำ
- ค. แสง
- ง. ไอน้ำ
- จ. น้ำมัน

38) เด็กเล็ก ๆ ยังไม่สามารถช่วยเหลือตนเองได้ จะต้องอาศัยร่วมกับครอบครัว
ลักษณะแบบนี้คล้ายคลึงกับส่วนใดของธาตุ

- ก. อะตอม
- ข. โปรตอน
- ค. โมเลกุล
- ง. นิวเคลียส
- จ. อิเล็กตรอน

การห้แบบทดสอบ

ในการสร้างแบบทดสอบนี้ได้เริ่มดำเนินการสร้างตั้งแต่เดือนเมษายน ถึงกันยายน 2531 ได้ดำเนินการทดลอง 3 ครั้ง โดยนำไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 1,391 คน เป็นนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2531 จังหวัดชัยภูมิ โดยดำเนินการสอบ ปรับปรุงคัดเลือกและจัดแบบทดสอบ ดังนี้

การทดสอบครั้งที่ 1 ทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 406 คน ข้อคำถาม 147 ข้อ แบ่งออกเป็น 3 ฉบับ คือ 47 ข้อ 50 ข้อ และ 50 ข้อ ตามลำดับ ให้กลุ่มตัวอย่าง แต่ละคนทำแบบทดสอบทั้ง 3 ฉบับ แล้วมาวิเคราะห์ตามแนวราชโมเดล เพื่อหาความยาก (b) และความสามารถ (θ) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป BICAL คัดเลือกข้อคำถามที่มี ค่าที่ (t-test) ตั้งแต่ -1.96 ถึง 1.96 และค่าความยาก (b) ตั้งแต่ -1.90 ถึง .90 พิจารณาข้อคำถามวัดพฤติกรรมตามตารางวิเคราะห์หลักสูตร จับคู่ข้อคำถามที่วัดพฤติกรรมเดียวกัน และมีความยากเท่าเทียมกัน ได้แบบทดสอบ 2 ฉบับ ฉบับละ 60 ข้อ แต่ละฉบับมีข้อคำถาม รวมภายใน จำนวน 10 ข้อ

การทดสอบครั้งที่ 2 ทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 819 คน แบ่งเป็นแบบทดสอบ ฉบับ x จำนวน 408 คน แบบทดสอบฉบับ y จำนวน 411 คน นำผลการสอบมาวิเคราะห์ ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป BICAL เพื่อหาความยากของข้อสอบรวม และความสามารถของแต่ละ ระดับคะแนนดิบ แล้วนำค่าความยากเฉลี่ยของข้อคำถามรวมมาวิเคราะห์โดยใช้หลัก Linear equation สูตรของ ลอร์ดและฮูเวอร์ (Loyd and Hoover. 1980 : 186) เพื่อแปลง ความสามารถของผู้สอบแบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับ ให้อยู่ในมาตราเดียวกัน

การทดสอบครั้งที่ 3 ทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 166 คน ให้กลุ่มตัวอย่างแต่ละคน ทำแบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับ นำมาหาความสัมพันธ์ของความคลาดเคลื่อนในการเทียบคะแนนใช้สูตร ของปีเตอร์เซนและใช้เกณฑ์ประเมินของปีเตอร์เซนและคนอื่นๆ (Petersen and others. 1982 : 91 - 94) ได้ผลอยู่ในระดับน่าพอใจมาก

คุณภาพของแบบทดสอบ

ข้อคำถามแต่ละข้อในแบบทดสอบ คัดเลือกจากข้อที่มีค่า t (t-test) ตั้งแต่ -1.96 ถึง 1.96 ค่าความยากตั้งแต่ -1.90 ถึง 0.90 (ค่าสัมบูรณ์ความแตกต่างระหว่างความสามารถเฉลี่ยกับค่าความยากต่างกันเท่ากับ 1.4) สร้างตามตารางวิเคราะห์ถ้อยคำ และค่าความเชื่อมั่นที่หาโดยสูตร KR-20 ฉบับ x เท่ากับ 0.76 ฉบับ y เท่ากับ 0.78

วิธีดำเนินการสอบ

การดำเนินการสอบแบบทดสอบมีลำดับขั้นดังนี้

1. การเตรียมตัวก่อนสอบ ควรปฏิบัติดังนี้

1.1 กำหนดวัน เวลา สถานที่สอบ จัดกรรมการคุมสอบ และผู้ตรวจคำตอบ

1.2 จัดเตรียมอุปกรณ์การสอบ ได้แก่ แบบทดสอบ กระดาษคำตอบ เฉลย ตารางเทียบคะแนน ให้มีจำนวนเพียงพอสำหรับผู้เข้าสอบและผู้ตรวจ

1.3 ผู้ดำเนินการสอบควรศึกษา คำชี้แจง วิธีดำเนินการสอบ การตรวจกระดาษคำตอบ การเทียบคะแนนให้เข้าใจถูกต้องก่อน

2. วิธีดำเนินการสอบ ควรปฏิบัติดังนี้

2.1 แจกกระดาษคำตอบ พร้อมแบบทดสอบ ให้นักเรียนกรอกรายการในกระดาษคำตอบ

2.2 อ่านคำชี้แจงที่ปกหน้าแบบทดสอบให้นักเรียนฟัง แล้วให้นักเรียนลงมือทำ ใช้เวลาตามที่ปรากฏในปกหน้าแบบทดสอบ

3. การเตือนเวลา ควรปฏิบัติดังนี้ เตือนเวลาครั้งแรกเมื่อเวลาผ่านไปครึ่งหนึ่งของเวลาที่กำหนด เตือนครั้งที่ 2 เมื่อเหลือเวลาอีก 5 นาที จะหมดเวลา

4. วิธีปฏิบัติเมื่อหมดเวลา ให้ผู้สอบวางดินสอหรือปากกาแล้วเก็บกระดาษคำตอบ และแบบทดสอบ

วิธีการตรวจให้คะแนน

คำตอบที่ถูกให้ 1 คะแนน ตอบผิด เว้นว่าง หรือตอบหลายข้อให้ 0 คะแนน แล้วรวมคะแนนทั้งฉบับ

ตารางเทียบคะแนน

ตารางเทียบคะแนนของแบบทดสอบ 2 ฉบับนี้ เป็นตารางเทียบจากความสามารถที่เท่าเทียมกัน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2531 จังหวัดชัยภูมิ จำนวน 819 คน

ตาราง 12 ตารางเทียบคะแนน

ฉบับ x	ฉบับ y	ฉบับ x	ฉบับ y
59	59	30	30
58	58	29	29
57	57	28	28
56	56	27	27
55	55	26	26
54	54	25	25
53	53	24	24
52	52	23	23
51	51	22	22
50	50	21	21

ตาราง 12 (ต่อ)

ฉบับ x	ฉบับ y	ฉบับ x	ฉบับ y
49	49	20	20
48	48	19	19
47	47	18	18
46	46	17	17
45	45	16	16
44	44	15	15
43	43	14	14
42	42	13	13
41	41	12	12
40	40	11	11
39	39	10	10
38	38	9	9
37	37	8	8
36	36	7	7
35	35	6	6
34	34	5	5
33	33	4	4
32	32	3	3
31	31	2	2
		1	1

การแปลผล

เมื่อนักเรียนได้รับการสอบจากแบบทดสอบต่างฉบับกัน สามารถนำมาเปรียบเทียบกัน
ได้โดยดูจากตารางเทียบคะแนน ตัวอย่างเช่น เด็กชาย ก สอบแบบทดสอบฉบับ x ได้
15 คะแนน เด็กชาย ข สอบแบบทดสอบฉบับ y ได้ 15 คะแนน และจากตารางเทียบคะแนน
15 คะแนน ของแบบทดสอบฉบับ x เท่ากับ 15 คะแนน ของแบบทดสอบฉบับ y แสดงว่า
เด็กชาย ก มีความสามารถเท่ากับเด็กชาย ข

ภาคผนวก ข

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์

เรื่องพลังงานและการเปลี่ยนแปลงฉบับ x และฉบับ y

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องพลังงานและการเปลี่ยนแปลง

คำอธิบายการทำแบบทดสอบ

1. แบบทดสอบฉบับนี้มีจำนวน 60 ข้อ ให้เวลาทำ 50 นาที นักเรียนควรพยายามทำให้ครบทุกข้อจึงจะได้คะแนนดี
2. คำถามทุกข้อเป็นแบบปรนัยเลือกตอบ ให้นักเรียนเลือกข้อที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว จาก ก, ข, ค, ง และ จ เมื่อนักเรียนเลือกได้ข้อใดให้ขีดเครื่องหมายกากบาท (X) ในช่องสี่เหลี่ยมใต้ข้อที่นักเรียนเลือก ในกระดาษคำตอบ ดังตัวอย่างต่อไปนี้

(0) ข้อใดไม่ใช่พลังงาน

- ก. แสง
- ข. เสียง
- ค. ไฟฟ้า
- ง. น้ำไหล
- จ. ความร้อน

นักเรียนจะเห็นว่า คำตอบที่ถูกต้องคือ ข้อ ง. ก็ไปขีดเครื่องหมายกากบาทในช่องสี่เหลี่ยมใต้ข้อ ง. ในกระดาษคำตอบ ดังนี้

ข้อ (0)

ก	ข	ค	ง	จ
			X	

3. ถ้านักเรียนขีดคำตอบแล้วแต่ต้องการเปลี่ยนคำตอบใหม่ ให้ขีดทับรอยเดิมเสียก่อน ดังตัวอย่างการเปลี่ยนคำตอบจาก ข้อ ง. เป็น ข้อ ก. ดังนี้

ข้อ (0)

ก	ข	ค	ง	จ
X			X	

4. เมื่อนักเรียนพบข้อที่ยาก ๆ ให้ข้ามไปทำข้อที่ง่าย ๆ ก่อน เมื่อมีเวลาเหลือจึงกลับมาทำข้อที่ยากใหม่

1. ทำไมจึงกล่าวว่า ดวงอาทิตย์เป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญที่สุด
 - ก. ดวงอาทิตย์เป็นต้นกำเนิดของพลังงานทั้งหมดที่มนุษย์ต้องการ
 - ข. ดวงอาทิตย์ให้พลังงานที่สำคัญ ๆ สำหรับนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน
 - ค. ดวงอาทิตย์เป็นต้นกำเนิดของพลังงานความร้อน ช่วยให้สิ่งมีชีวิตได้รับความอบอุ่น
 - ง. ดวงอาทิตย์เป็นต้นกำเนิดของพลังงานแสงที่ช่วยในการมองเห็นสิ่งต่าง ๆ ของมนุษย์
 - จ. ดวงอาทิตย์เป็นต้นกำเนิดของพลังงานที่สามารถเปลี่ยนรูปไปเป็นพลังงานอื่น ๆ ได้อีกหลายพลังงาน
2. พืชสะสมพลังงานจากดวงอาทิตย์ไว้ ในรูปใด
 - ก. พลังงานเคมี
 - ข. พลังงานจลน์
 - ค. พลังงานศักย์
 - ง. พลังงานแสง
 - จ. พลังงานความร้อน

3. การเผาไหม้ของยางรถยนต์ มีก๊าซใดเกิดขึ้นมากที่สุด
 - ก. ออกซิเจน
 - ข. คาร์บอนไดออกไซด์
 - ค. ซัลเฟอร์ไดออกไซด์
 - ง. คาร์บอนมอนอกไซด์
 - จ. ไนโตรเจนไดออกไซด์
4. ข้อใดกล่าวถึงความหมายของความร้อนแฝงได้ถูกต้อง
 - ก. ความร้อนที่ทำให้สารมีอุณหภูมิสูงขึ้น
 - ข. ความร้อนที่ทำให้สารเปลี่ยนสถานะ
 - ค. ความร้อนที่ทำให้สารเปลี่ยนสถานะโดยมีอุณหภูมิลดลง
 - ง. ความร้อนที่ทำให้สารเปลี่ยนสถานะโดยมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น
 - จ. ความร้อนที่ทำให้สารเปลี่ยนสถานะโดยที่อุณหภูมิไม่เปลี่ยนแปลง
5. น้ำ 6 กรัม อุณหภูมิ 30°C เปลี่ยนเป็นน้ำที่อุณหภูมิ 100°C จะต้องใช้ปริมาณความร้อนเท่าใด
 - ก. 30 b กิโลจูล
 - ข. 70 b กิโลจูล
 - ค. 100 b กิโลจูล
 - ง. 130 b กิโลจูล
 - จ. 300 b กิโลจูล

6. ถ่านไฟฉายเมื่อใช้ไปนาน ๆ จะไม่มีกระแสไหล เพราะขาดพลังงานใด

- ก. พลังงานกล
- ข. พลังงานเคมี
- ค. พลังงานแสง
- ง. พลังงานไฟฟ้า
- จ. พลังงานความร้อน

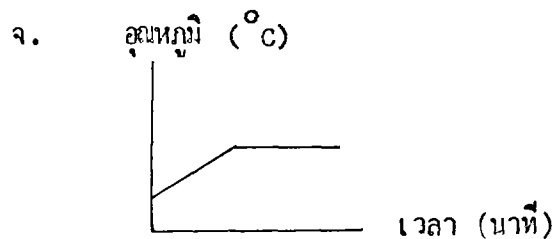
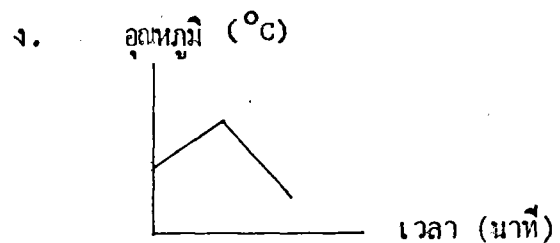
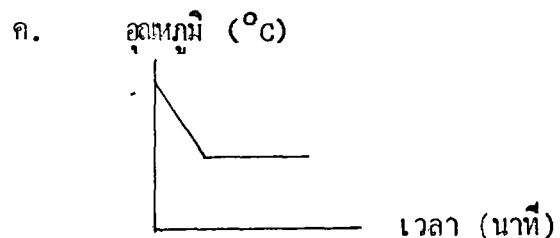
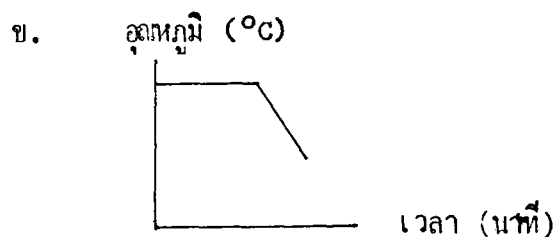
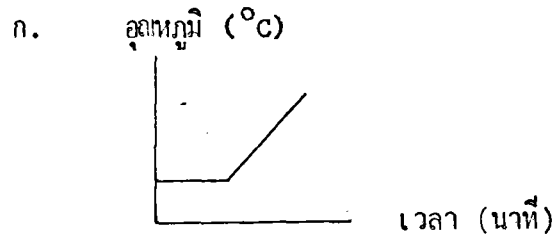
7. ข้อใดเมื่อนำไปทำเป็นน้ำแข็ง จะคายความร้อนออกมาน้อยที่สุด

- ก. น้ำ 10°C
- ข. น้ำ 30°C
- ค. น้ำ 50°C
- ง. น้ำ 70°C
- จ. น้ำ 100°C

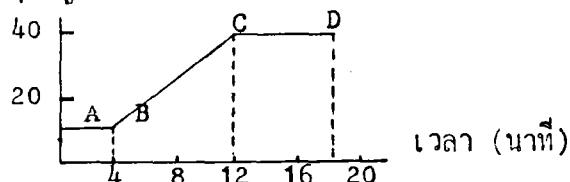
8. น้ำ 40 กรัม อุณหภูมิ 0°C ต้องการให้ร้อนเป็นน้ำ 80°C จะต้องได้รับความร้อนปริมาณเท่าใด

- ก. 2 กิโลจูล
- ข. 40 กิโลจูล
- ค. 80 กิโลจูล
- ง. 1,600 กิโลจูล
- จ. 3,200 กิโลจูล

9. กราฟข้อใด แสดงถึงความร้อนแฝงของการหลอมเหลวได้ถูกต้อง



10. อุณหภูมิ ($^{\circ}\text{C}$)



กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร ก

ช่วงใดของกราฟที่แสดงว่า สาร ก มีอุณหภูมิสูงขึ้น

- ก. AB
- ข. BC
- ค. CD
- ง. AB, BC
- จ. BC, CD

11. ใช้น้ำเดือดมวล 10 กรัม ความดันเป็นน้ำเดือดที่ 100°C จะต้องคายปริมาณความร้อนเท่าใด

- ก. 0 แคลอรี
- ข. 540 แคลอรี
- ค. 800 แคลอรี
- ง. 1,000 แคลอรี
- จ. 5,400 แคลอรี

12. การเปลี่ยนแปลงทำให้เกิดสารใหม่ปรากฏการณ์เช่นนี้เรียกว่าอะไร

- ก. พลังงานกล
- ข. พลังงานเคมี
- ค. ปฏิกิริยาเคมี
- ง. การทดลองเคมี
- จ. การเกิดธาตุใหม่

13. ถ้ามอเตอร์แรง แต่ตะเกียงกาซอะเซทิลีนดับลงไปเฉย ๆ นักเรียนควรทำอย่างไร

- ก. ตรวจสอบการเชื่อมต่อและนำวาล์วออกหรือยัง
- ข. ตรวจสอบที่ก๊าซเดินผ่านว่ารั่วหรืออุดตันหรือไม่
- ค. เปลี่ยนมาใช้ตะเกียงดวงใหม่ เพราะดวงเก่าเสื่อมคุณภาพ
- ง. เปลี่ยนใช้เทียนมาจุดแทน เพราะไฟแรงกว่า
- จ. ไม่ต้องทำอย่างไร เพราะนานไป ก๊าซอะเซทิลีนจะเสื่อมคุณภาพ

14. ข้อใดไม่เกิดปฏิกิริยาเคมี

- ก. เผาฟืนให้กลายเป็นถ่าน
- ข. มีดเหล็กใช้ปอกมะม่วงมีสีดำ
- ค. สับปะรดเปรี้ยวเช่นน้ำปูนใสให้หายเปรี้ยว
- ง. มีดเหล็กที่ไม่ได้เช็ดให้แห้งทิ้งไว้จะเป็นสนิม
- จ. เอน้ำตาลละลายน้ำแล้วเคี่ยวให้เป็นน้ำเชื่อม

15. ในการทดลองเผาผลาญไขมัน นักเรียน
ไม่ควรปฏิบัติตามข้อใด

- ก. ใช้ที่เก็บจับหลอดไขมันเชื่อมขณะเผา
- ข. บันทึกมวลก่อนเผาและหลังเผา
อย่างละเอียด
- ค. สังเกตลักษณะเปลวไฟที่เกิดขึ้นอย่างละเอียด
- ง. สังเกตลักษณะของสารที่ได้หลังเผา
อย่างละเอียด
- จ. สังเกตลักษณะของหลอดไขมันเชื่อมก่อนเผา
อย่างละเอียด

16. ข้อใดเป็นปฏิกิริยาเคมี

- ก. ทำน้ำเชื่อม
- ข. ทำเกลือจากน้ำทะเล
- ค. ตมน้ำให้กลายเป็นไอ
- ง. ทำน้ำให้เป็นน้ำแข็ง
- จ. หยดน้ำมะนาวลงบนหินอ่อน

17. กระบวนการใดที่เกิดขึ้นในขณะที่ของเหลว
เปลี่ยนสถานะกลายเป็นไอ

- ก. ดูดความร้อน
- ข. คายความร้อน
- ค. ดูดและคายความร้อน
- ง. การเกิดปฏิกิริยาเคมี
- จ. การเปลี่ยนแปลงทางเคมี

18. ลูกโป่งสวรรค์ที่กำลังลอยขึ้นไปมี

พลังงานอะไร

- ก. พลังงานศักย์
- ข. พลังงานจลน์
- ค. พลังงานเคมี
- ง. พลังงานไฟฟ้า
- จ. พลังงานความร้อน

19. "คอปเปอร์คาร์บอเนต มีสีฟ้าอมเขียว
เมื่อเผาเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลแก่ หรือดำ
และมีก๊าซเกิดขึ้น" เขียนแผนภาพการ
เปลี่ยนแปลงพลังงานได้ตามข้อใด

- ก. พลังงานแสง $\longrightarrow$ พลังงานเคมี
- ข. พลังงานเคมี $\longrightarrow$ พลังงานความร้อน
- ค. พลังงานความร้อน $\longrightarrow$ พลังงานเคมี
- ง. พลังงานความร้อน $\longrightarrow$ พลังงานแสง
- จ. พลังงานแสง $\longrightarrow$ พลังงานความร้อน

20. พลังงานที่ทำให้โมเลกุลของสารเกิด

การสั่นสะเทือนตลอดเวลา คือ

พลังงานในข้อใด

- ก. พลังงานศักย์
- ข. พลังงานจลน์
- ค. พลังงานเคมี
- ง. พลังงานไฟฟ้า
- จ. พลังงานความร้อน

21. การกระทำในข้อใดที่ทำให้ค่าพลังงานศักย์ของวัตถุลดลง

- ก. โกงคันธนู
- ข. ไขลานนาฬิกา
- ค. ดึงถังน้ำขึ้นจากบ่อ
- ง. กดสปริงให้หดสั้นลง

จ. ปล่อยก้อนหินจากหน้าผา

22. การผลิตกระแสไฟฟ้าพลังน้ำ มีการเปลี่ยนแปลงพลังงานอย่างไร

ก. พลังงานศักย์ $\rightarrow$ พลังงานกล
พลังงานไฟฟ้า $\leftarrow$ พลังงานจลน์ $\leftarrow$

ข. พลังงานศักย์ $\rightarrow$ พลังงานจลน์
พลังงานไฟฟ้า $\leftarrow$ พลังงานกล $\leftarrow$

ค. พลังงานจลน์ $\rightarrow$ พลังงานศักย์
พลังงานไฟฟ้า $\leftarrow$ พลังงานกล $\leftarrow$

ง. พลังงานจลน์ $\rightarrow$ พลังงานกล
พลังงานไฟฟ้า $\leftarrow$ พลังงานศักย์ $\leftarrow$

จ. พลังงานกล $\rightarrow$ พลังงานศักย์
พลังงานไฟฟ้า $\leftarrow$ พลังงานจลน์ $\leftarrow$

23. กรดทำให้กระดาษลิตมัส เปลี่ยนแปลงอย่างไร

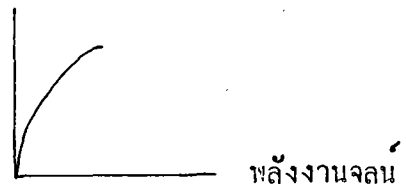
- ก. ไม่เปลี่ยน
- ข. แดงเป็นขาว
- ค. น้ำเงินเป็นขาว
- ง. แดงเป็นน้ำเงิน
- จ. น้ำเงินเป็นผลง

24. ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานจลน์กับความเร็วคือข้อใด

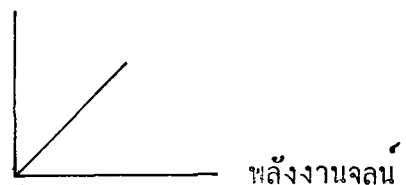
ก. ความเร็ว



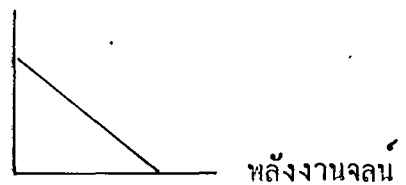
ข. ความเร็ว



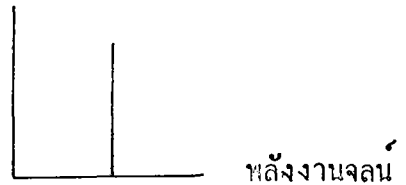
ค. ความเร็ว



ง. ความเร็ว



จ. ความเร็ว



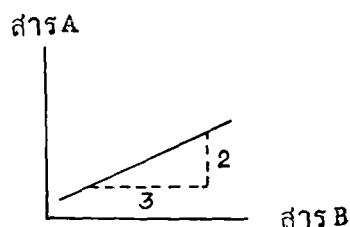
25. ข้อใดไม่สามารถใช้ทำอินดิเคเตอร์ได้

- ก. ดอกมะลิ
- ข. ดอกมะเขือ
- ค. ดอกกุหลาบ
- ง. ดอกเฟื่องฟ้า
- จ. ดอกผักตบชวา

26. การเกิดปฏิกิริยาเคมี ปรากฏว่าหลอดที่ 1 ไตสาร ก เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากน้ำเงินเป็นแดง หลอดที่ 2 ไตสาร ข เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากแดงเป็นน้ำเงิน หลอดที่ 3 ไตสาร ค ไม่เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัส คำกล่าวในข้อใดถูกต้องที่สุด
- สาร ก, ข เป็นกรด สาร ค เป็นเบส
 - สาร ก เป็นกรด สาร ข เป็นเบส สาร ค เป็นกลาง
 - สาร ก เป็นเบส สาร ข เป็นกรด สาร ค เป็นกลาง
 - สาร ก เป็นกลาง สาร ข เป็นกรด สาร ค เป็นกรด
27. เกณฑ์ในการเลือกดอกไม้ทำอินดิเคเตอร์คือข้อใด
- ต้องไม่เปลี่ยนสีในสารละลายที่เป็นกลาง
 - เปลี่ยนสีในสารละลายที่เป็นเบสเท่านั้น
 - เปลี่ยนสีในสารละลายที่เป็นกรดเท่านั้น
 - เปลี่ยนเป็นสีหนึ่งในสารละลายที่เป็นกรดและเป็นอีกสีหนึ่งในน้ำบริสุทธิ์
 - เปลี่ยนเป็นสีหนึ่งในสารละลายที่เป็นกรดและเป็นอีกสีหนึ่งในสารละลายที่เป็นเบส
28. การทดสอบความบริสุทธิ์ของกรดน้ำส้มใช้สารอะไร
- แบเรียมซัลเฟต
 - แบเรียมคลอไรด์
 - แคลเซียมคลอไรด์
 - โซเดียมคาร์บอเนต
 - แคลเซียมคาร์บอเนต
29. สบู่ที่ใช้ซักผ้า มีสมบัติเป็นอะไร
- กรด
 - เบส
 - กลาง
 - เกลือ
 - อ็อกไซด์
30. ในการทดลองทำอินดิเคเตอร์ด้วยดอกไม้ ถ้าไม่มีกระดาษรอง ควรใช้สิ่งใดแทน
- กระดาษฟาง
 - กระดาษทิชชู
 - กระดาษเซลโลเฟน
 - กระดาษสมุดวาดเขียน
 - กระดาษจากหนังสือเก่า

31. ถ้าเหลวคัมมิกเนเชื่อมแล้วนำไปซึ่ง พบว่า น้ำหนักเพิ่มขึ้นจากก่อนเผา เพราะเหตุใด
- เครื่องซึ่งไม่ละเอียดพอ
 - มีน้ำหนักของออกซิเจนเพิ่มเข้ามา
 - เหลวคัมมิกเนเชื่อมถูกความร้อนน้ำหนักจะเพิ่ม
 - ระหว่างเผามีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์รวมเข้าไป
 - หลังเหลวคัมมิกเนเชื่อมมีถ่านและซีเมนต์เพิ่ม ทำให้น้ำหนักเพิ่ม

32.



จากกราฟ ถ้าเดิมมีสาร A จำนวน 15 กรัม
 ภายหลังทำปฏิกิริยากับสาร B ปรากฏว่า
 เหลือสาร A อยู่ 5 กรัม เดิมมีสาร B เท่าไร

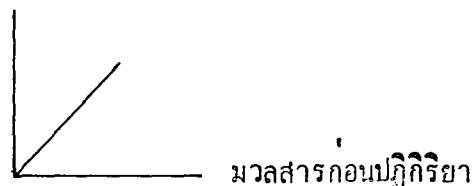
- 5 กรัม
- 10 กรัม
- 15 กรัม
- 20 กรัม
- 25 กรัม

33. ข้อใดแสดงความสัมพันธ์ของมวลสารก่อน
 และหลังปฏิกิริยาตามกฎทรงมวล

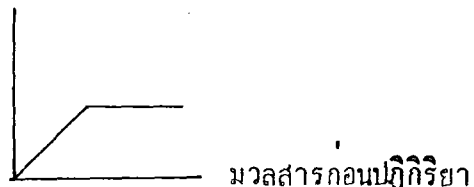
ก. มวลสารหลังปฏิกิริยา



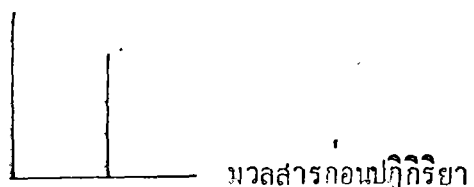
ข. มวลสารหลังปฏิกิริยา



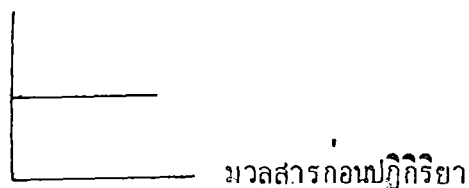
ค. มวลสารหลังปฏิกิริยา



ง. มวลสารหลังปฏิกิริยา



จ. มวลสารหลังปฏิกิริยา



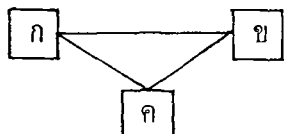
34. เมื่อนำสาร P มารวมตัวกับสาร Q 20 กรัม ได้สาร R เกิดขึ้นมวล 50 กรัม สาร P ที่ใช้นั้นมวลเท่าใด
- 10 กรัม
 - 20 กรัม
 - 30 กรัม
 - 50 กรัม
 - 70 กรัม
35. ส่วนที่เล็กที่สุดที่ยังแสดงคุณสมบัติของธาตุนั้นคืออะไร
- ไอออน
 - อะตอม
 - โมเลกุล
 - นิวเคลียส
 - อิเล็กตรอน
36. สัญลักษณ์ของสังกะสี คือข้อใด
- Ca
 - Ag
 - Zn
 - Na
 - Cl
37. จากสูตร CO_2 หมายความว่าอย่างไร
- คาร์บอน 1 กรัม รวมตัวกับออกซิเจน 2 กรัม
 - คาร์บอน 1 อะตอม รวมตัวกับออกซิเจน 2 อะตอม
 - คาร์บอน 2 อะตอม รวมตัวกับออกซิเจน 1 อะตอม
 - คาร์บอน 1 หน่วยมวล รวมตัวกับออกซิเจน 2 หน่วยมวล
 - คาร์บอน 2 หน่วยมวล รวมตัวกับออกซิเจน 1 หน่วยมวล
38. โมเลกุลของ สารใด มีจำนวนอะตอมน้อยที่สุด
- Ca(OH)_2
 - H_2SO_4
 - H_2CO_3
 - CuSO_4
 - $\text{Pb(NO}_3)_2$
39. เด็กเล็ก ๆ ยังไม่สามารถช่วยเหลือตนเองได้จะต้องรวมกับครอบครัวลักษณะแบบนี้คล้ายคลึงกับส่วนใดของธาตุ
- อะตอม
 - โปรตอน
 - โมเลกุล
 - นิวเคลียส
 - อิเล็กตรอน

40. ข้อใดที่แสดงว่าพลังงานเคมีเปลี่ยนรูปเป็นพลังงานไฟฟ้า

- ก. เซลล์ไฟฟ้า
- ข. เชื้อถ่านหิน
- ค. การแยกน้ำด้วยไฟฟ้า
- ง. การทำงานของไดนาโม
- จ. การถ่วงน้ำหนักกับมอเตอร์

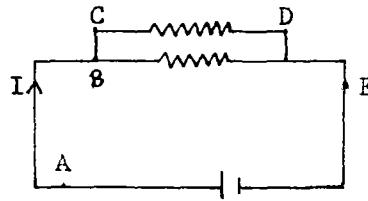
41. เซลล์ไฟฟ้า ก, ข และ ค แต่ละเซลล์มีความต่างศักย์ไฟฟ้าดังนี้ 250, 750 และ 850 ตามลำดับ เมื่อนำเซลล์ทั้ง 3 มาต่อกันด้วยลวดตัวนำ ดังรูป

กระแสไฟฟ้าจะไหลในทิศทางใด



- ก. ก → ข → ค
- ข. ก → ค → ข
- ค. ค → ก → ข
- ง. ค → ข → ก
- จ. ข → ค → ก

42.



จากแผนภาพข้างบน ศักย์ไฟฟ้าที่จุดใดมีค่าสูงที่สุด

- ก. A
- ข. B
- ค. C
- ง. D
- จ. E

43. เซลล์ไฟฟ้าเคมี ทำหน้าที่อย่างไร

- ก. เปลี่ยนพลังงานเคมีเป็นพลังงานกล
- ข. เปลี่ยนพลังงานกลเป็นพลังงานเคมี
- ค. เปลี่ยนพลังงานเคมีเป็นพลังงานไฟฟ้า
- ง. เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานเคมี
- จ. เปลี่ยนพลังงานเคมีเป็นพลังงานความร้อน

44. อะตอมหรือกลุ่มของอะตอมที่ขาดอิเล็กตรอนเรียกว่าอะไร

- ก. ไอออนลบ
- ข. ไอออนบวก
- ค. อะตอมอิสระ
- ง. อิเล็กโตรด
- จ. อิเล็กโตรไลต์

45. การทำงานของไดนาโม อาศัยหลักการอะไร
- หมุนขดลวดในสนามแม่เหล็กที่มีขั้วต่างกัน
 - หมุนขดลวดในสนามแม่เหล็กที่มีขั้วเหมือนกัน
 - หมุนขดลวดสนามแม่เหล็กสลับทิศต่างกัน
 - หมุนขดลวดผ่านสนามแม่เหล็กโดยผ่าน กระแสไฟฟ้าเข้าขดลวด
 - หมุนขดลวดในสนามแม่เหล็กไฟฟ้าชั่วคราว โดยใช้กระแสไฟฟ้า
46. ข้อใดไม่ใช่หลักการการทำงานของมอเตอร์
- ฟัดลม
 - กระดิ่งไฟฟ้า
 - เครื่องบดน้ำแข็ง
 - จักรเย็บผ้าไฟฟ้า
 - เครื่องรับโทรทัศน์
47. "หนังสือตกจากโต๊ะ" พลังงานที่เกิดขึ้น คือข้อใด
- พลังงานกล
 - พลังงานเคมี
 - พลังงานศักย์
 - พลังงานจลน์
 - พลังงานความร้อน

48. เครื่องใช้ไฟฟ้าในข้อใด อาศัยมอเตอร์ในการทำงาน
- พัดลม, โทรทัศน์
 - ตู้เย็น, เครื่องเป่าผม
 - กาต้มน้ำ, เครื่องปั๊มขมปัง
 - เครื่องโกนหนวด, เครื่องเล่นวีดีโอ
 - เครื่องปั่นผลไม้, เครื่องขยายเสียง
49. ข้อใดเป็นการเปลี่ยนแปลงพลังงานกล เป็นพลังงานไฟฟ้า
- ดัดจักรยานไฟไหม้รถสว่างขึ้น
 - เปิดตู้เย็นเอาน้ำอัดลมเพื่อดื่ม
 - เปิดวิทยุฟังเพลง
 - กดสวิตช์ไฟฟ้าสว่างห้อง
 - ต่อสายไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ไปยัง กระดิ่งไฟฟ้า
50. การตกของวัตถุก้อนหนึ่ง ณ จุดหนึ่งพบว่า จะมีค่าของพลังงานศักย์น้อยที่สุด ณ จุดนั้น ค่าของพลังงานจลน์จะเป็นอย่างไร
- คงที่
 - น้อยที่สุด
 - มากที่สุด
 - เท่ากับค่าของพลังงานศักย์ที่น้อยที่สุด
 - เท่ากับค่าของพลังงานศักย์ที่มากที่สุด

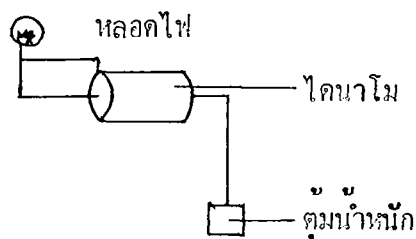
51. การหยิบหนังสือมาวางบนโต๊ะ มีการเปลี่ยนแปลงพลังงานจลน์เป็นพลังงานศักย์ ข้อใดมีการเปลี่ยนแปลงพลังงานเหมือนกับเหตุการณ์ข้างต้น

- ก. นาฬิกาคว่ำลงเดิน
- ข. มะพร้าวหล่นจากต้น
- ค. น้ำไหลจากกอกสู่พื้นดิน
- ง. โยนก้อนหินค้างบนหลังคา
- จ. เด็กชมทีวีที่นั่งในสวนดอกไม้

52. สารในสถานะของแข็ง ของเหลว และก๊าซ จะมีพลังงานจลน์ เรียงลำดับจากมากไปน้อยตามข้อใด

- ก. ของแข็ง ของเหลว ก๊าซ
- ข. ของเหลว ของแข็ง ก๊าซ
- ค. ก๊าซ ของเหลว ของแข็ง
- ง. ของแข็ง ก๊าซ ของเหลว
- จ. ก๊าซ ของแข็ง ของเหลว

53.



จากภาพ เมื่อตุ้มน้ำหนักเคลื่อนที่ลง หลอดไฟจะสว่าง ลำดับการเปลี่ยนแปลงพลังงานข้อใดถูกต้อง

- ก. พลังงานจลน์ → พลังงานไฟฟ้า
พลังงานศักย์ ←
- ข. พลังงานไฟฟ้า → พลังงานจลน์
พลังงานศักย์ ←
- ค. พลังงานจลน์ → พลังงานกล
พลังงานไฟฟ้า ←
- ง. พลังงานศักย์ → พลังงานจลน์
พลังงานไฟฟ้า ←
- จ. พลังงานศักย์ → พลังงานไฟฟ้า
พลังงานจลน์ ←

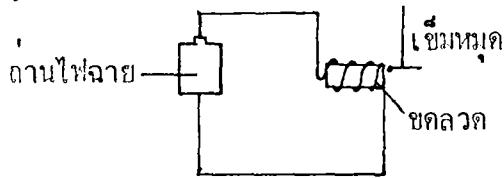
54. อุปกรณ์ใดมีหลักการทำงานเหมือน กระจกไฟฟ้า

- ก. เครื่องซักผ้า
- ข. เครื่องดูดฝุ่น
- ค. เครื่องปรับอากาศ
- ง. เครื่องรับโทรทัศน์
- จ. เครื่องรับโทรเลข

55. "เมื่อผ่านกระแสไฟฟ้าเข้าไปในขดลวดจะทำให้เกิดสนามแม่เหล็กรอบบริเวณขดลวด" การประดิษฐ์สิ่งใด สอดคล้องกับหลักการนี้

- ก. นาฬิกา
- ข. โทรทัศน์
- ค. โทรศัพท์
- ง. ถ่านไฟฉาย
- จ. กระจกไฟฟ้า

56.



จากรูปเมื่อกระแสไฟฟ้าผ่านในวงจร เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

- ก. เข็มหมุดแกว่งไปมา
- ข. ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง
- ค. เข็มหมุดเคลื่อนที่เข้าหาขดลวด
- ง. เข็มหมุดเคลื่อนที่ออกจากขดลวด
- จ. ขดลวดเริ่มร้อนเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ

57. อุปกรณ์ชนิดใด เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานเสียง

- ก. วิทยุ
- ข. ระเบิด
- ค. โทรเลข
- ง. เครื่องปรับอากาศ
- จ. เครื่องจักรกล

58. ภาพฉายเกิดจากการเปลี่ยนแปลงพลังงานอย่างไร

- ก. พลังงานแสง → พลังงานเคมี
- ข. พลังงานกล → พลังงานแสง
- ค. พลังงานไฟฟ้า → พลังงานเคมี
- ง. พลังงานความร้อน → พลังงานแสง
- จ. พลังงานความร้อน → พลังงานเคมี

59. ปรากฏการณ์ในข้อใด เป็นการเปลี่ยนแปลงพลังงานแสงเป็นพลังงานเคมี

- ก. จุดไม้ขีดไฟ
 - ข. เพลวค้มักเนเชื่อม
 - ค. การสร้างอาหารของพืช
 - ง. การทำงานของเครื่องไฟฟ้า
 - จ. การทำงานของเครื่องยนต์น้ำควย
- พลังงานจากดวงอาทิตย์

60. กระดาษอัมโมเนีย ใช้ประโยชน์ในงานประเภทใด

- ก. สดาปัตยกรรม
- ข. อุตสาหกรรม
- ค. ธุรกิจบันเทิง
- ง. กลีกรรม
- จ. ค้าขาย

แบบทดสอบวิชาวิทยาศาสตร์
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องพลังงานและการเปลี่ยนแปลง

(ฉบับ y)

คำอธิบายการทำแบบทดสอบ

1. แบบทดสอบฉบับนี้มีจำนวน 60 ข้อ ให้เวลาทำ 50 นาที นักเรียนควรพยายามทำให้ครบทุกข้อจึงจะได้คะแนนดี

2. คำถามทุกข้อเป็นแบบปรนัยเลือกตอบ ให้นักเรียนเลือกข้อที่ถูกต้องเพียงข้อเดียว จาก ก, ข, ค, ง และ จ เมื่อนักเรียนเลือกข้อใดให้ขีดเครื่องหมายกากบาท (X) ในช่องสี่เหลี่ยมใต้ข้อที่นักเรียนเลือก ในกระดาษคำตอบ ดังตัวอย่างต่อไปนี้

(0) ข้อใดไม่ใช่พลังงาน

ก. แสง

ข. เสียง

ค. ไฟฟ้า

ง. น้ำไหล

จ. ความร้อน

นักเรียนจะเห็นว่า คำตอบที่ถูกต้องคือ ข้อ ง.

ก็ไปขีดเครื่องหมายกากบาทในช่องสี่เหลี่ยม

ใต้ข้อ ง. ในกระดาษคำตอบ ดังนี้

ข้อ (0) ก ข ค ง จ

			X	
--	--	--	---	--

3. ถ้านักเรียนขีดคำตอบแล้วแต่ต้องการเปลี่ยนคำตอบใหม่ ให้ขีดทับรอยเดิมเสียก่อน ดังตัวอย่างการเปลี่ยนคำตอบจาก ข้อ ง. เป็น ข้อ ก. ดังนี้

ข้อ (0) ก ข ค ง จ

X			X	
---	--	--	---	--

4. เมื่อนักเรียนพบข้อที่ยาก ๆ ให้ข้ามไปทำข้อที่ง่าย ๆ ก่อน เมื่อมีเวลาเหลือจึงหันมาทำข้อที่ยากใหม่

1. ทำไมจึงกล่าวว่า ดวงอาทิตย์เป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญที่สุด

ก. ดวงอาทิตย์เป็นต้นกำเนิดของพลังงานทั้งหมดที่มนุษย์ต้องการ

ข. ดวงอาทิตย์ให้พลังงานที่สำคัญ ๆ สำหรับนำไปใช้ในชีวิตรประจำวัน

ค. ดวงอาทิตย์เป็นต้นกำเนิดของพลังงานความร้อน ช่วยให้อสิ่งมีชีวิตได้รับความอบอุ่น

ง. ดวงอาทิตย์เป็นต้นกำเนิดของพลังงานแสง ที่ช่วยในการมองเห็นสิ่งต่าง ๆ ของมนุษย์

จ. ดวงอาทิตย์เป็นต้นกำเนิดของพลังงานที่สามารถเปลี่ยนรูปไปเป็นพลังงานอื่น ๆ ได้อีกหลายพลังงาน

2. การผลิตไฟฟ้าระบบใด ที่อาศัยพลังงานจากดวงอาทิตย์

ก. ระบบดีเซล

ข. ระบบเบนซิน

ค. ระบบพลังน้ำ

ง. ระบบพลังไอน้ำ

จ. ระบบกังหันก๊าซ

3. พลังงานศักย์ $\rightarrow$ พลังงานกล $\rightarrow$

พลังงานไฟฟ้า จากแผนภาพข้างบน เป็นการผลิตไฟฟ้าจากอะไร

ก. ลม

ข. น้ำ

ค. แสง

ง. ไอน้ำ

จ. น้ำมัน

4. ปรากฏการณ์ใดที่สนับสนุนเรื่อง "พลังงาน

ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง ขนาด

รูปร่าง อุณหภูมิ และสถานะ

ก. การเกิดลม

ข. การเกิดฝน

ค. การเกิดฟ้าผ่า

ง. การเกิดฟ้าร้อง

จ. การเกิดฟ้าแลบ

5. น้ำแข็ง $0^{\circ}\text{C} \xrightarrow{Q_1}$ น้ำ $0^{\circ}\text{C} \xrightarrow{Q_2}$
 ไอน้ำ $100^{\circ}\text{C} \xleftarrow{Q_3}$ น้ำเดือด $100^{\circ}\text{C} \xleftarrow{Q_3}$

จากแผนภาพ (Q แทนปริมาณความร้อน)

ปริมาณความร้อนที่ทำให้น้ำแข็ง 0°C กลายเป็นน้ำเดือดมีค่าเท่าไร

ก. Q_1

ข. Q_2

ค. $Q_1 + Q_2$

ง. $Q_2 + Q_3$

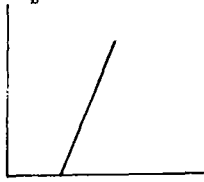
จ. $Q_1 + Q_2 + Q_3$

6. น้ำ a กรัม อุณหภูมิ 30°C เปลี่ยนเป็นน้ำอุณหภูมิ 100°C จะต้องใช้ปริมาณความร้อนเท่าไร

- ก. $30a$ แคลอรี
- ข. $70a$ แคลอรี
- ค. $100a$ แคลอรี
- ง. $130a$ แคลอรี
- จ. $300a$ แคลอรี

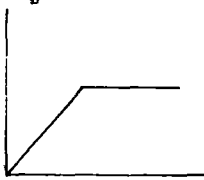
7. กราฟข้อใด ที่แสดงการเปลี่ยนสถานะของน้ำ จากของเหลวกลายเป็นไอได้ถูกต้อง

ก. อุณหภูมิ ($^{\circ}\text{C}$)



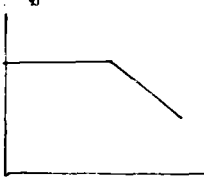
เวลา (นาที)

ข. อุณหภูมิ ($^{\circ}\text{C}$)



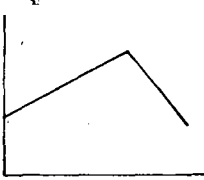
เวลา (นาที)

ค. อุณหภูมิ ($^{\circ}\text{C}$)



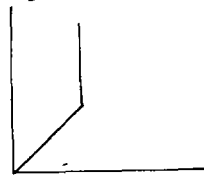
เวลา (นาที)

ง. อุณหภูมิ ($^{\circ}\text{C}$)



เวลา (นาที)

จ. อุณหภูมิ ($^{\circ}\text{C}$)



เวลา (นาที)

8. ข้อใดเกี่ยวข้องกับความร้อนแฝง

- ก. น้ำ 100°C เป็นไอน้ำ
- ข. น้ำ 100°C เป็นน้ำ 0°C
- ค. น้ำ 0°C เป็นน้ำ 100°C
- ง. น้ำ 0°C เป็นน้ำอุณหภูมิห้อง
- จ. น้ำอุณหภูมิห้อง เป็นน้ำ 0°C

9. ต้องการทำให้แก้วแข็ง 20 กรัม หลอมเหลว เพียงครั้งก่อน ต้องใช้ความร้อนเท่าไร

- ก. 10 แคลอรี
- ข. 20 แคลอรี
- ค. 800 แคลอรี
- ง. 1,600 แคลอรี
- จ. 3,200 แคลอรี

10. น้ำแข็งหลอมเหลวที่อุณหภูมิ 0°C แต่วัสดุแข็ง จะแข็งตัวที่อุณหภูมิใด

- ก. 0°C
- ข. 4°C
- ค. ต่ำกว่า 0°C เล็กน้อย
- ง. ต่ำกว่า 4°C เล็กน้อย
- จ. สูงกว่า 0°C เล็กน้อย

11. น้ำแข็ง 10 กรัม จะต้องใช้ปริมาณความร้อนเท่าใด เพื่อใช้ในการละลายน้ำแข็งให้เป็นน้ำ 0°C
- 80 แคลอรี
 - 400 แคลอรี
 - 800 แคลอรี
 - 1,000 แคลอรี
 - 1,400 แคลอรี
12. ข้อใดเป็นการเปลี่ยนทางเคมี
- การละลายน้ำแข็ง
 - การละลายน้ำตาลในน้ำ
 - การกลั่นตัวของน้ำจากไอน้ำ
 - การทำนาเกลือของชาวนาเกลือ
 - การเตรียมกาช่ออกซิเจนจากน้ำ
13. หลักการทำงานของตะเกียงกาช่อเซติลินเกิดขึ้นโดยอาศัยอะไร
- พลังงานความร้อนจากไม้ขีดไฟ
 - พลังงานแสงจากคัลเซียมคาร์ไบด์
 - คุณสมบัติของกาช่อเซติลินซึ่งติดไฟได้
 - คัลเซียมคาร์ไบด์กับน้ำเป็นปฏิกิริยาคายความร้อน
 - คุณสมบัติของกาช่อเซติลินลอยพุ่งขึ้นในอากาศ เร็วจนเกิดแสง
14. สารละลายที่นำไฟฟ้าได้เรียกว่าอะไร
- อิเล็กโทรไลต์
 - อิเล็กโทรไลต์
 - อิเล็กโทรไลต์
 - อิเล็กโทรไลต์
 - อิเล็กโทรไลต์
15. การทดลองเผาโคปเปอร์คาร์บอเนตแล้วผ่านก๊าซที่โคลงในสารละลายคัลเซียมไฮดรอกไซด์ ถ้าหากไม่มีสารละลายคัลเซียมไฮดรอกไซด์ ควรใช้สิ่งใดแทน
- น้ำฝน
 - น้ำกลอง
 - น้ำปูนใส
 - น้ำประปา
 - น้ำข้าวขาว
16. กระบวนการใดที่เกิดขึ้นในขณะที่ของเหลวเปลี่ยนสถานะกลายเป็นไอ
- ดูดความร้อน
 - คายความร้อน
 - ดูดและคายความร้อน
 - การเกิดปฏิกิริยาเคมี
 - การเปลี่ยนแปลงทางเคมี

17. ปรากฏการณ์ใดไม่เกิดปฏิกิริยาเคมี

- ก. จุกไม้ขีดไฟ
- ข. น้ำเสียมีกลิ่นเหม็น
- ค. ถ่านในเตาที่ร้อนแดง
- ง. หยดกรดลงบนหินปูน
- จ. น้ำแข็งละลายในน้ำหวาน

18. ขณะที่ก้อนหินหล่นจากภูเขาลงมา พลังงานศักย์ และพลังงานจลน์ ของก้อนหินมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

- ก. พลังงานศักย์คงที่ พลังงานจลน์ลดลง
- ข. พลังงานศักย์เพิ่มขึ้น พลังงานจลน์ลดลง
- ค. พลังงานศักย์ลดลง พลังงานจลน์คงที่
- ง. พลังงานศักย์ลดลง พลังงานจลน์เพิ่มขึ้น
- จ. พลังงานทั้งสองชนิดเพิ่มขึ้น

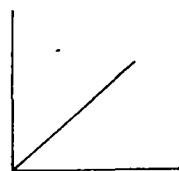
19. การผลิตกระแสไฟฟ้าพลังน้ำ มีการเปลี่ยนแปลงพลังงานอย่างไร

- ก. พลังงานศักย์ $\rightarrow$ พลังงานกล
พลังงานไฟฟ้า $\leftarrow$ พลังงานจลน์
- ข. พลังงานศักย์ $\rightarrow$ พลังงานจลน์
พลังงานไฟฟ้า $\leftarrow$ พลังงานกล
- ค. พลังงานจลน์ $\rightarrow$ พลังงานศักย์
พลังงานไฟฟ้า $\leftarrow$ พลังงานกล
- ง. พลังงานจลน์ $\rightarrow$ พลังงานกล
พลังงานไฟฟ้า $\leftarrow$ พลังงานศักย์
- จ. พลังงานกล $\rightarrow$ พลังงานศักย์
พลังงานไฟฟ้า $\leftarrow$ พลังงานจลน์

20. ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานศักย์กับ

ความสูง คือข้อใด

ก. ความสูง



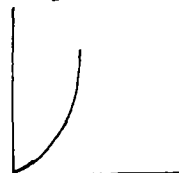
พลังงานศักย์

ข. ความสูง



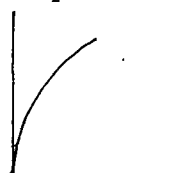
พลังงานศักย์

ค. ความสูง



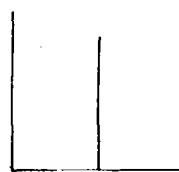
พลังงานศักย์

ง. ความสูง



พลังงานศักย์

จ. ความสูง



พลังงานศักย์

21. มนุษย์เคลื่อนไหวได้เพราะมีการเปลี่ยนแปลง
พลังงานอย่างไร
- พลังงานเคมี $\rightarrow$ พลังงานกล
 - พลังงานกล $\rightarrow$ พลังงานเคมี
 - พลังงานกล $\rightarrow$ พลังงานไฟฟ้า
 - พลังงานไฟฟ้า $\rightarrow$ พลังงานกล
 - พลังงานเคมี $\rightarrow$ พลังงานความร้อน
22. ข้อใดที่แสดงว่า พลังงานเคมีเปลี่ยนรูปเป็น
พลังงานไฟฟ้า
- แบตเตอรี่รถยนต์
 - การแยกน้ำด้วยไฟฟ้า
 - เครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังน้ำ
 - การถ่วงน้ำหนักกับมอเตอร์
 - กาศวิทย์ไฟแลวหลอดไฟสว่าง
23. โยนวัดดูให้เคลื่อนในแนวตั้ง พลังงานใดเกิดการ
เปลี่ยนแปลง
- พลังงานกล
 - พลังงานแสง
 - พลังงานเสียง
 - พลังงานเคมี
 - พลังงานความร้อน
24. อินดิเคเตอร์หมายถึงอะไร
- สารที่ใช้ทดสอบความเป็นธาตุ
 - สารที่ใช้ทดสอบความเป็นเบส
 - ตัวเร่งที่ทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมี
 - สารที่ใช้ทดสอบการเกิดปฏิกิริยาเคมี
 - สารที่ใช้ทดสอบความเป็นกรดและเบส
25. การเลือกดอกไม้ทำอินดิเคเตอร์ ควรคำนึงถึง
สิ่งใด
- สีของดอกไม้
 - ชนิดของดอกไม้
 - กลิ่นของดอกไม้
 - ขนาดของดอกไม้
 - จำนวนของดอกไม้
26. ข้อใดใช้ทำอินดิเคเตอร์ ได้ดีที่สุด
- ดอกชบา
 - ดอกกุหลาบ
 - ดอกบานบุรี
 - ดอกตอยตุง
 - ดอกบานเย็น
27. เมื่อนำกระดาษลิตมัสจุ่มลงในสารละลายชนิดหนึ่ง
ปรากฏว่าสีของกระดาษลิตมัสเปลี่ยนจากแดงเป็น
น้ำเงิน สรุปได้ตามข้อใด
- กระดาษลิตมัสมีคุณภาพดี
 - สารละลายชนิดนั้นเป็นกรด
 - สารละลายชนิดนั้นเป็นเบส
 - สารละลายชนิดนั้นเป็นกลาง
 - สารละลายชนิดนั้นต้องมีคุณสมบัติอย่างใดอย่าง
28. ดอกไม้ในข้อใดทดสอบความเป็นกรด-เบส ได้ดี
ที่สุด
- | | |
|----------------|-----------------|
| ก. ดอกบัว | ข. ดอกชา |
| ค. ดอกแสด | ง. ดอกพุทธรักษา |
| จ. ดอกพลับพลึง | |

29. ถ้าน้ำส้มสายชูหยดลงบนพื้น แล้วมีฟองอากาศเกิดขึ้นทันทีทำด้วยอะไร

- ก. ไม้สัก
- ข. หินอ่อน
- ค. ซีเมนต์
- ง. ไม้ปาเก้
- จ. กระเบื้องยาง

30. น้ำส้มสายชูเข้มข้น ทำมาจากอะไร

- ก. กรดมด
- ข. กรดเกลือ
- ค. กรดน้ำส้ม
- ง. กรดกำมะถัน
- จ. กรดคาร์บอนิก

31. ถ้าเหลวลวคัมกับเนเชื่อมแล้วนำไปซึ่ง พบว่า น้ำหนักเพิ่มขึ้นจากก่อนเผา เพราะเหตุใด

- ก. เครื่องซึ่งไม่ละเอียดพอ
- ข. มีน้ำหนักของออกซิเจนเพิ่มเข้ามา
- ค. ลวคัมกับเนเชื่อมถูกความร้อนน้ำหนักจะเพิ่ม
- ง. ระหว่างเผามีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์รวมเข้าไป
- จ. หลังเผาเหลวลวคัมกับเนเชื่อมมีด้านและซีเดาเพิ่มทำให้หนักเพิ่ม

32. เมื่อนำสาร A และสาร B มาทำปฏิกิริยากันพอดีได้สารประกอบ D โดยต้องใช้สาร A และสาร B ดังต่อไปนี้

การทดลองครั้งที่	มวล A (กรัม)	มวล B (กรัม)
1	0.01	0.02
2	0.50	1.00
3	1.00	2.00
4	4.00	8.00
5	16.00	32.00

จากตารางข้างตามีมวล A 3 กรัม จะต้องใช้มวล B เท่าใด ถึงจะทำปฏิกิริยาพอดี

- ก. 2 กรัม
- ข. 3 กรัม
- ค. 4 กรัม
- ง. 5 กรัม
- จ. 6 กรัม

33. สารประกอบชนิดหนึ่งประกอบด้วยสาร A 25 กรัม และสาร B 15 กรัม ถ้านำสาร A 72 กรัมจะมีสาร อยู่เท่าใด

- ก. 40 กรัม
- ข. 45 กรัม
- ค. 50 กรัม
- ง. 55 กรัม
- จ. 60 กรัม

34.

สารที่ทำปฏิกิริยา	การเปลี่ยนแปลง ที่สังเกตเห็น	มวล(กรัม)	
		ก่อน	หลัง
สารละลายโปแตสเซียมไอโอไดน์กับ สารละลายเลดไนเตรด	เกิดตะกอน สีเหลือง	40.9	40.9

จากตารางข้างบนสรุปได้อย่างไร

- ก. การทำปฏิกิริยาเคมีเกิดตะกอนสีเหลือง
- ข. ปฏิกิริยาเคมีนี้ใช้ส่วนผสมเท่า ๆ กัน
- ค. มวลของสารก่อนและหลังทำปฏิกิริยาเคมีเท่ากัน
- ง. ตัวตะกอนเปลี่ยนคุณสมบัติของสารที่ทำปฏิกิริยา
- จ. ตัวตะกอนที่ใส่ลงไปเพื่อช่วยเร่งปฏิกิริยาเปลี่ยนสารละลายเป็นตะกอนสีเหลือง

35. สัญลักษณ์ของทองแดง คือข้อใด

- ก. Fe
- ข. Cu
- ค. Mg
- ง. Hg
- จ. Si

36. ใครเป็นผู้กล่าวว่า "สารทุกชนิดประกอบด้วยอนุภาคเล็ก ๆ ที่เรียกว่าอะตอม"

- ก. แอมแปร์
- ข. ดาล
- ค. เอคิสัน
- ง. ฟาราเดย์
- จ. ลาวัซซีเยร์

37. กรดซัลฟริก (H_2SO_4) ประกอบด้วยไฮโดรเจนกี่อะตอม

- ก. 1 อะตอม
- ข. 2 อะตอม
- ค. 3 อะตอม
- ง. 4 อะตอม
- จ. 5 อะตอม

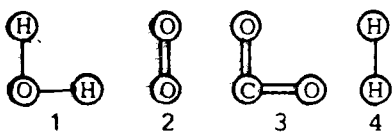
38. เด็กเล็กๆ ยังไม่สามารถช่วยเหลือตนเองได้จะต้องรวมกับครอบครัว ลักษณะแบบนี้คล้ายคลึงกับส่วนใดของธาตุ

- ก. อะตอม
- ข. โปรตอน
- ค. โมเลกุล
- ง. นิวเคลียส
- จ. อิเล็กตรอน

39. แบตเตอรี่ คืออะไร

- ก. เซลล์ไฟฟ้า 1 เซลล์
- ข. เซลล์ไฟฟ้าหลายเซลล์
- ค. เซลล์ไฟฟ้าที่มีขนาดใหญ่
- ง. เซลล์ไฟฟ้าที่มีขนาดเล็ก
- จ. เซลล์ไฟฟ้าที่เติมน้ำกลั่น

40.



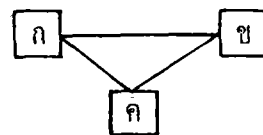
จากภาพข้างบน ข้อใดแสดงแผนภาพจำลองโมเลกุลของธาตุ

- ก. 1, 2
- ข. 2, 3
- ค. 3, 4
- ง. 2, 4
- จ. 1, 2, 3, 4

41. ถ้าจุด A และจุด B มีศักย์ไฟฟ้าเท่ากัน
กล่าวข้อใดถูกต้องมากที่สุด

- ก. กระแสไฟฟ้าจะไหลจากจุด A ไปยังจุด B
- ข. กระแสไฟฟ้าจะไหลจากจุด B ไปยังจุด A
- ค. กระแสไฟฟ้าไหลสลับไปมา
- ง. กระแสไฟฟ้าจะไม่ไหล
- จ. ถูกทุกข้อ

42. เซลล์ไฟฟ้า ก, ข และ ค แต่ละเซลล์มีความ
ต่างศักย์ไฟฟ้าดังนี้ 250 , 750 และ 850 โวลต์
ความลัดับ เมื่อนำเซลล์ทั้ง 3 มาต่อเชื่อมกัน
ด้วยลวดตัวนำดังรูป กระแสไฟฟ้าจะไหลใน
ทิศทางใด



- ก. ก → ข → ค
- ข. ก → ค → ข
- ค. ค → ก → ข
- ง. ค → ข → ก
- จ. ข → ค → ก

43. สารละลายที่ทำหน้าที่เป็นตัวนำไฟฟ้า เรียกว่า
อะไร

- ก. อีออน
- ข. อิเล็กตรอน
- ค. นิวเคลียส
- ง. อิเล็กโตรไลต์
- จ. อิเล็กโตรด

44. ส่วนประกอบที่สำคัญของแบตเตอรี่รถยนต์
คืออะไร

- ก. ภาชนะกักน้ำกรด ข. น้ำกรดกับขั้วไฟฟ้า
- ค. แผ่นตะกั่วกับน้ำกรด
- ง. ขั้วไฟฟ้ากับอิเล็กโตรด
- จ. ขั้วไฟฟ้ากับอิเล็กโตรด

45. เครื่องมือที่เปลี่ยนรูปพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกลเรียกว่าอะไร

- ก. ไดนาโม
- ข. มอเตอร์
- ค. อิเล็กโตรด
- ง. แบตเตอรี่
- จ. หม้อไฟฟ้า

46. เครื่องมือชนิดใดที่มีการตรงข้ามกับ

- ไดนาโม
- ก. เครื่องกำเนิด
- ข. แบตเตอรี่
- ค. สวิตช์ไฟฟ้า
- ง. หม้อแปลง
- จ. มอเตอร์

47. หม้อไฟรถจักรยาน ต้องใช้พลังงานอะไรก่อนเป็นอันดับแรก จึงจะให้แสงสว่าง

- ก. พลังงานกล
- ข. พลังงานแสง
- ค. พลังงานเคมี
- ง. พลังงานไฟฟ้า
- จ. พลังงานความร้อน

48. อุปกรณ์ชนิดใดที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล

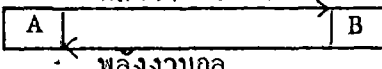
- ก. พัดลม ข. เตาไฟฟ้า
- ค. วิทยุ ง. โทรศัพท์
- จ. หม้อแปลงไฟฟ้า

49. นาฬิกาที่ไขลานเต็ม จะมีพลังงานใด

- ก. พลังงานกล
- ข. พลังงานจลน์
- ค. พลังงานศักย์
- ง. พลังงานเคมี
- จ. พลังงานความร้อน

50. อุปกรณ์ชนิดใด ที่เปลี่ยนพลังงานกลเป็นพลังงานไฟฟ้า

- ก. ตู้เย็น
- ข. ไดนาโม
- ค. มอเตอร์
- ง. แบตเตอรี่
- จ. เครื่องเหลาดินสอ

51. 

จากรูป ถ้า A เป็นเครื่องมือผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานกล และ B เป็นเครื่องมือผลิตพลังงานกลจากพลังงานไฟฟ้า A และ B คืออะไร

- ก. A คือไดนาโม B คือมอเตอร์
- ข. A คือมอเตอร์ B คือไดนาโม
- ค. A คือแบตเตอรี่ B คือไดนาโม
- ง. A คือไดนาโม B คือแบตเตอรี่
- จ. A คือแอมมิเตอร์ B คือโวลต์มิเตอร์

52. การหีบกังล้อมาวางบนศีรษะ มีการเปลี่ยนแปลงพลังงานจลน์มาเป็นพลังงานศักย์ ข้อใดมีการเปลี่ยนแปลงเหมือนกับเหตุการณ์ข้างต้น

- ก. นาฬิกาถ่วงเดิน
- ข. มะพร้าวหล่นจากต้น
- ค. น้ำไหลจากก๊อกสู่พื้นดิน
- ง. โยนก้อนหินค้างบนหลังคา
- จ. เด็กขว้างก้อนหินในสวนดอกไม้

53. การเป่านกหวีด มีการเปลี่ยนแปลงพลังงานอย่างไร

- ก. พลังงานกล $\rightarrow$ พลังงานจลน์
พลังงานเสียง $\leftarrow$
- ข. พลังงานจลน์ $\rightarrow$ พลังงานกล
พลังงานเสียง $\leftarrow$
- ค. พลังงานเสียง $\rightarrow$ พลังงานจลน์
พลังงานกล $\leftarrow$
- ง. พลังงานเคมี $\rightarrow$ พลังงานจลน์
พลังงานเสียง $\leftarrow$
- จ. พลังงานเคมี $\rightarrow$ พลังงานเสียง
พลังงานจลน์ $\leftarrow$

54. ขบวนการเปลี่ยนแปลงในกระดิ่งไฟฟ้าเป็นไปตามข้อใด

- ก. พลังงานไฟฟ้า $\rightarrow$ พลังงานแม่เหล็ก
พลังงานเสียง $\rightarrow$ พลังงานกล
- ข. พลังงานไฟฟ้า $\rightarrow$ พลังงานแม่เหล็ก
พลังงานกล $\rightarrow$ พลังงานเสียง
- ค. พลังงานไฟฟ้า $\rightarrow$ พลังงานเสียง
พลังงานแม่เหล็ก $\rightarrow$ พลังงานเสียง
- ง. พลังงานไฟฟ้า $\rightarrow$ พลังงานกล
พลังงานแม่เหล็ก $\rightarrow$ พลังงานเสียง
- จ. พลังงานไฟฟ้า $\rightarrow$ พลังงานแม่เหล็ก
พลังงานเสียง $\rightarrow$ พลังงานไฟฟ้า

55. อุปกรณ์ใด มีหลักการทำงานเหมือนกระดิ่งไฟฟ้า

- ก. เครื่องซักผ้า
- ข. เครื่องดูดฝุ่น
- ค. เครื่องปรับอากาศ
- ง. เครื่องรับโทรทัศน์
- จ. เครื่องรับโทรเลข

56. เมื่อผ่านกระแสไฟฟ้าผ่านขดลวด ทำให้เกิดอะไร

- ก. พลังงานความร้อน
- ข. พลังงานเคมี ค. พลังงานแสง
- ง. สนามแม่เหล็ก จ. การระเบิด

57. เมื่อต่อกระดิ่งไฟฟ้าเข้ากับแบตเตอรี่ จะได้ยินเสียงกระดิ่งดัง แต่เมื่อถอดฝากระดิ่งออก จะได้ยินเสียงเป็นอีกเสียงหนึ่ง การทดลองนี้จะสรุปได้ว่าการเกิดเสียงขึ้นอยู่กับสิ่งใด

- ก. แบตเตอรี่
- ข. กระแสไฟฟ้า
- ค. สันามแม่เหล็ก
- ง. ต้นกำเนิดเสียง
- จ. การสั่นสะเทือน

58. กระดาษอัมโมเนียมมีคุณสมบัติเหมือนกระดาษชนิดใด

- ก. กระดาษตะกั่ว
- ข. กระดาษคาร์บอน
- ค. กระดาษอลูมิเนียม
- ง. กระดาษพิมพ์เขียว
- จ. กระดาษกรองแสง

59. ปฏิกิริยาการใด เปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานเคมี

- ก. จุดไม้ขีดไฟ
- ข. เผาถ่านไม้ในเตา
- ค. การสร้างอาหารของพืช
- ง. การทำงานของกระดิ่งไฟฟ้า
- จ. การทำงานของเครื่องยนต์น้ำด้วยพลังงานจากดวงอาทิตย์

60. เมื่อวางกระดาษอัมโมเนียมไว้ที่กลางแจ่งจะเกิดการเปลี่ยนแปลงส่วนใดของกระดาษ

- ก. ขนาดของกระดาษ
- ข. กลิ่นของกระดาษ
- ค. พลังงานแสงในกระดาษ
- ง. สารเคมีอยู่บนกระดาษ
- จ. พลังงานความร้อนในกระดาษ

ภาคผนวก ค

ตารางวิเคราะห์หลักสูตรและผู้เชี่ยวชาญ

ตาราง 12 แสดงการวิเคราะห์หลักสูตร

ตารางวิเคราะห์หลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องพลังงานและการเปลี่ยนแปลง

ภาคเรียนที่ 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

เนื้อหา \ วัตถุประสงค์	ความรู้ ความจำ	ความ เข้าใจ	การนำ ไปใช้	การ วิเคราะห์	การ สังเคราะห์	รวม	อันดับ ความสำคัญ
1. ความสำคัญของพลังงาน	1	1	-	2	-	4	8
2. ความร้อนแฝง	1	2	3	1	-	7	2
3. การเปลี่ยนแปลงของสาร	1	3	1	1	-	6	4
4. การเปลี่ยนแปลงของพลังงาน	1	2	-	1	1	6	4
5. อินดิเคเตอร์	4	-	2	1	-	7	2
6. กฎทรงมวล	-	-	2	1	1	4	8
7. อะตอมและโมเลกุล	2	2	-	1	-	5	6
8. พลังงานกลและพลังงานไฟฟ้า	2	4	-	3	-	9	1
9. พลังงานไฟฟ้าและพลังงานเสียง	1	1	-	2	-	4	8
10. พลังงานแสงและพลังงานเคมี	1	1	-	1	-	3	11
11. พลังงานเคมีและพลังงานไฟฟ้า	2	-	-	2	1	5	6
รวม	16	16	8	16	3	60	-
อันดับความสำคัญ	1	1	4	1	5	-	-

ผู้เชี่ยวชาญ

ผู้เชี่ยวชาญด้านวัดผล

1. นายขรรค์ชัย คงเส้นห์ อาจารย์ 1 ระดับ 5 โรงเรียนสุราษฎร์ธานีพิทยาคม
อ.เมือง จ.สุราษฎร์ธานี
ช่วยราชการที่สาขาวิจัยและวัดผล สสวท. กรุงเทพฯ
2. นายปรองชน พูลสวัสดิ์ อาจารย์ 1 ระดับ 4 โรงเรียนค่ายลูกเสือ
อ.วิเชียรบุรี จ.เพชรบูรณ์
ช่วยราชการที่สาขาวิจัยและวัดผล สสวท. กรุงเทพฯ

ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอน

3. น.ส.อรทัย โสภา นิติศปริญญโท มศว ประสานมิตร เอกการมัธยมศึกษา
(การสอนวิทยาศาสตร์) อาจารย์ 1 ระดับ 4
โรงเรียนคอยเต่าวิทยาคม อ.คอยเต่า จ.เชียงใหม่
4. น.ส.สมศรี เพชรขจร นิติศปริญญโท มศว ประสานมิตร เอกการมัธยมศึกษา
(การสอนวิทยาศาสตร์) อาจารย์ 1 ระดับ 3
โรงเรียนท่าตะโกวิทยา กิ่ง อ.ท่าตะโก จ.ชุมพร
5. นายวีระศักดิ์ สว่างโท อาจารย์ 1 ระดับ 4 โรงเรียนกุศคุ้มวิทยา
อ.เมือง จ.ชัยภูมิ

การสร้างแบบทดสอบและตารางเทียบคะแนนในแวนอน
วิชาวิทยาศาสตร์ที่วิเคราะห์ด้วยราชาโนเคล

บทคัดย่อ
ของ
สุรัตน์ ขวัญจันทร์

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษาหาบัณฑิต
กันยายน 2531

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อสร้างแบบทดสอบและตารางเทียบคะแนนในแนวอน
 วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องพลังงานและการเปลี่ยนแปลง ที่วิเคราะห์ด้วยวิธีสถิติโมเดล กลุ่มตัวอย่าง
 เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2531 ในจังหวัดชัยภูมิ จำนวน 1,391 คน
 โดยใช้วิธีการสุ่มแบบหลายขั้นตอน วิธีการศึกษาประกอบด้วย การทดสอบครั้งที่ 1 วิเคราะห์
 หาค่าหาค่าเฉลี่ยของข้อคำถาม และค่าความสามารถของผู้เข้าสอบ ตามแบบวิธีสถิติโมเดลด้วย
 โปรแกรม BICAL แล้วคัดเลือกข้อคำถามที่มีค่า -1.96 ถึง 1.96 และพิจารณาค่าสัมบูรณ์
 ของความแตกต่างระหว่างความยากกับความสามารถเฉลี่ยน้อยกว่าหรือเท่ากับ 1.4 ($|t - b|$
 ≤ 1.4) ได้แบบทดสอบ 2 ฉบับ ๆ ละ 60 ข้อ มีข้อคำถามรวมภายใน 10 ข้อ การทดสอบ
 ครั้งที่ 2 วิเคราะห์หาค่าความสามารถของผู้เข้าสอบ ค่าความยากของข้อคำถามรวม และ
 ความเชื่อมั่น นำค่าความยากเฉลี่ยของข้อคำถามรวม มาแปลงค่าความสามารถของนักเรียน
 ที่สอบแบบทดสอบ 2 ฉบับ ให้อยู่ในมาตราเดียวกัน โดยใช้หลักสมการเส้นตรง และสร้าง
 ตารางเทียบคะแนนของแบบทดสอบ 2 ฉบับ ภายใต้ความสามารถที่เท่ากัน การทดสอบครั้งที่ 3
 นำผลการสอบมาวิเคราะห์หาค่าดัชนีความเที่ยงพอความคลาดเคลื่อนในการเทียบคะแนน

ผลการศึกษาพบว่า แบบทดสอบ 2 ฉบับ มีค่าความยากตั้งแต่ -1.38 ถึง 2.25 และ
 -1.63 ถึง 1.17 มีค่า t ตั้งแต่ -1.70 ถึง 1.71 และ -1.40 ถึง 2.09 ความเชื่อมั่น
 ของแบบทดสอบที่คำนวณจาก KR-20 เท่ากับ $.76$ และ $.78$ ตามลำดับ เมื่อนำคะแนนดิบ
 จากแบบทดสอบ 2 ฉบับ นำมาสร้างตารางเทียบคะแนน ภายใต้ความสามารถที่เท่ากัน
 ได้คะแนนดิบแต่ละค่าเท่ากันทุกคะแนน และได้ค่าดัชนีความเที่ยงพอความคลาดเคลื่อนในการ
 เทียบคะแนนเท่ากับ $.1019$ ซึ่งอยู่ในระดับน่าพอใจมาก

A CONSTRUCTION OF TEST AND HORIZONTAL EQUATING TABLE
IN SCIENCE USING THE RASCH MODEL

AN ABSTRACT

BY

SURAT KWANBOONJAN

Presented in partial fulfillment of the requirements
for the Master of Education degree
at Srinakharinwirot University

September 1988

The purpose of this study was to construct a set of test items and a horizontal equating table on "the energy and the energy transformation" of science subject. The samples of 1,391 Mathayom Suksa II students of the academic year 1988 in Chaiyaphum province were selected by multistage random sampling technique. The research methodology was divided into three phases. First, the item parameters and the examinee's abilities of the tests were estimated under the Rasch model using BICAL program. The items with t-values ranging from -1.96 to 1.96 and the appropriate difficulty ($| \theta - b | \leq 1.4$) were then selected. The items of the test were divided into two forms : form X and form Y. Each form composed of 60 items, with 10 items in common. Second, the examinee's ability, the difficulty of the common items and the reliability of the two forms of tests were estimated. Then the averages of the difficulty indexes of the common items of the two forms of tests were transformed into the same scale by linear equation. The horizontal equating table was constructed to compare the raw scores underlying equal abilities of the two forms of tests. Finally, the index of discrepancy was determined.

The results showed that the two forms of tests had the values of the difficulty indexes at -1.38 to 2.25 and -1.63 to 1.17. The t-values were -1.70 to 1.71 and -1.40 to 2.09. The reliability coefficients (KR-20) were .76 and .78, respectively. The horizontal equating table showed that the two forms of tests yielded the same raw scores when the examinee's abilities were equal. The degree of discrepancy by equating model was 0.1019 which showed the very satisfactory level.