

153.93
ร.515ด
จ.2

ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถทางสมองกับความสามารถทางการเรียนวิชาฟิสิกส์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในจังหวัดอ่างทอง

ปริญญานิพนธ์

ของ

ธานินทร์ เถนียวงษ์ ณ อยุธยา

17 S.A. 2539

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการวัดผลการศึกษา

เมษายน 2539

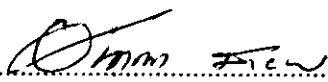
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

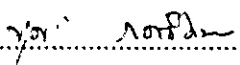
๒ 625๐๑

h 127/4๑

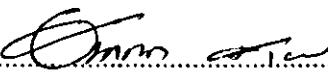
คณะกรรมการควบคุมและคณะกรรมการสอบได้พิจารณาปฏิญานิพนธ์ฉบับนี้แล้ว
เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาคามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอก
การวัดผลการศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

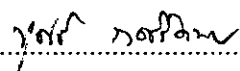
คณะกรรมการควบคุม

..........ประธาน
(รศ.อังคณา สายยศ)

..........กรรมการ
(รศ.บุศรี วงศ์รัตนะ)

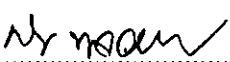
คณะกรรมการสอบ

..........ประธาน
(รศ.อังคณา สายยศ)

..........กรรมการ
(รศ.บุศรี วงศ์รัตนะ)

..........กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(รศ.อาวุธ วัฒนติน)

บัณฑิตวิทยาลัยอนุมัติให้รับปฏิญานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาคามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการวัดผลการศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

..........คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ดร.ศิริยุภา พูลสุวรรณ)

วันที่ ๒๑ เดือน เมษายน พ.ศ. ๒๕๓๙

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ด้วยความช่วยเหลือ แนะนำ ให้ข้อเสนอแนะ ข้อคิดเห็น และแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ อย่างดียิ่งจาก รองศาสตราจารย์อังคณา สายยศ และรองศาสตราจารย์ชูศรี วงศ์รัตนะ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้ พร้อมกันนี้ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์อาวุธ วัฒนสิน ที่กรุณาให้ความรู้และข้อเสนอแนะ ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ เพิ่มเติม เพื่อให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการ ครู - อาจารย์ และผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือ และให้ความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นอย่างดี

ขอกราบขอบพระคุณคุณแม่นภาพรรณ เสนีย์วงศ์ ณ อยุธยา และขอขอบคุณคุณเมณี เสนีย์วงศ์ ณ อยุธยา คุณปฐพินท์ เสนีย์วงศ์ ณ อยุธยา คุณนิโลบล เสนีย์วงศ์ ณ อยุธยา และคุณปภาดา เสนีย์วงศ์ ณ อยุธยา ที่คอยช่วยเป็นกำลังใจให้ประสบความสำเร็จ

คุณค่าและประโยชน์ของปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ขอมอบเป็นเครื่องบูชาบิดา มารดา ครู อาจารย์ ตลอดจนผู้มีพระคุณของผู้วิจัยทุกท่าน ที่ช่วยให้ผู้วิจัยประสบความสำเร็จในการศึกษา

ธานินทร์ เสนีย์วงศ์ ณ อยุธยา

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง.....	1
ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า.....	2
ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า.....	3
ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า.....	3
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	4
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	6
ความหมายและทฤษฎีเกี่ยวกับความสามารถทางสมอง.....	6
ทฤษฎีเบื้องต้นเกี่ยวกับความสามารถทางสมองของมนุษย์.....	7
ลักษณะของวิชาฟิสิกส์.....	21
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	22
สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า.....	29
3 วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า.....	30
ประชากร.....	30
กลุ่มตัวอย่าง.....	30
เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า.....	31
วิธีดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล.....	40
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	41
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	44
สัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	44
การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	45
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	45

5	สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	51
	ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า.....	51
	กลุ่มตัวอย่าง.....	51
	เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า.....	52
	วิธีดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล.....	53
	การวิเคราะห์ข้อมูล.....	53
	สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	54
	อภิปรายผล.....	55
	ข้อเสนอแนะ.....	57
	บรรณานุกรม.....	58
	ภาคผนวก.....	65
	รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ.....	103
	ประวัติย่อของผู้วิจัย.....	104

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 แสดงจำนวนกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามขนาดโรงเรียน.....	31
2 แสดงค่าสถิติพื้นฐานและค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของแบบทดสอบ.....	46
3 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในระหว่างความสามารถทางสมอง ด้านต่าง ๆ และสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างความสามารถทางสมอง ด้านต่าง ๆ กับความสามารถทางการเรียนวิชาฟิสิกส์.....	48
4 แสดงน้ำหนักความสำคัญ (Beta Weight) ของความสามารถทางสมอง.....	49
5 แสดงค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนกรายตัวเลือก ของแบบทดสอบ ความสามารถทางสมองด้านตัวเลข.....	66
6 แสดงค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนกรายตัวเลือก ของแบบทดสอบ ความสามารถทางสมองด้านภาษา.....	71
7 แสดงค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนกรายตัวเลือก ของแบบทดสอบ ความสามารถทางสมองด้านเหตุผล.....	76
8 แสดงค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนกรายตัวเลือก ของแบบทดสอบ ความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์.....	81
9 แสดงค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนกรายตัวเลือก ของแบบทดสอบ ความสามารถทางสมองด้านการรับรู้.....	86
10 แสดงค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนกรายตัวเลือก ของแบบทดสอบ ความสามารถทางการเรียนวิชาฟิสิกส์.....	91
11 แสดงค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ ของแบบทดสอบ ความสามารถทางสมองด้านตัวเลข.....	97
12 แสดงค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ ของแบบทดสอบ ความสามารถทางสมองด้านภาษา.....	98

13	แสดงค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ ของแบบทดสอบ ความสามารถทางสมองด้านเหตุผล.....	99
14	แสดงค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ ของแบบทดสอบ ความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์.....	100
15	แสดงค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ ของแบบทดสอบ ความสามารถทางสมองด้านการรับรู้.....	101
16	แสดงค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ ของแบบทดสอบ ความสามารถทางการเรียนวิชาฟิสิกส์.....	102

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 แบบความสัมพันธ์ของสมรรถภาพทางสมองตามทฤษฎีสององค์ประกอบ....	8
2 โครงสร้างของความสามารถทางสมองตามทฤษฎีไฮราคิคัล.....	10
3 แสดงลำดับขั้นในการดำเนินการสร้างแบบทดสอบความสามารถทางสมอง..	32
4 แสดงลำดับขั้นในการดำเนินการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์.....	35

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีผลต่อการดำเนินชีวิตและการพัฒนาประเทศในสถานะปัจจุบันเป็นอย่างมาก ไม่ว่าจะเป็นด้านสังคม สิ่งแวดล้อม หรือเศรษฐกิจ เป็นที่ทราบกันโดยทั่วไปแล้วว่า นักวิทยาศาสตร์ทำการค้นพบความรู้และความจริงได้โดยอาศัย การสังเกตข้อเท็จจริงต่าง ๆ แล้วนำเอาข้อเท็จจริงต่าง ๆ เหล่านั้นมาสรุปเป็นกฎเกณฑ์ขึ้น (เกษม สุทธอม. 2516 : 5) การที่ได้มีโอกาสเรียนรู้และเข้าใจในวิชาวิทยาศาสตร์ อันเป็นความจริงเกี่ยวกับกฎเกณฑ์ทางธรรมชาติ และสามารถนำความรู้ที่ได้เรียนรู้ไปสร้าง เทคโนโลยีใหม่ ๆ แล้วนำกลับมาใช้เพื่อเพิ่มผลผลิตให้เพียงพอกับจำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้น นอกจากนี้การเรียนรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ทำให้มองเห็นปัญหา และวิธีการแก้ปัญหาอย่างชาญฉลาดและมีเหตุผล

วิชาวิทยาศาสตร์มีมากมายหลายสาขาเช่น เคมี ชีววิทยา ฟิสิกส์ ธรณีวิทยา คณิตศาสตร์ ฯลฯ แต่ที่มีความสำคัญมากสาขาหนึ่งก็คือ วิชาฟิสิกส์ ซึ่งเป็นวิชาพื้นฐานเบื้องต้นที่สำคัญที่สุดของการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ ผลที่ได้จากวิชาฟิสิกส์มีส่วนสำคัญในการพัฒนาความคิดใหม่ ตลอดจนเครื่องมือหรืออุปกรณ์ใหม่ ๆ ที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน ไม่มีสาขาวิชาใดที่จะประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้มากกว่าวิชาฟิสิกส์ เพราะ

1. วิชาฟิสิกส์เกี่ยวข้องกับกฎเกณฑ์พื้นฐานทางธรรมชาติ เช่น กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน, กฎแรงดึงดูดระหว่างมวล ฯลฯ
2. วิชาฟิสิกส์ สอนให้รู้จักการสังเกต
3. วิชาฟิสิกส์ ทำให้เกิดความคิดอย่างมีเหตุผล

การศึกษาทางด้านฟิสิกส์ก่อให้เกิดการพัฒนาทางเทคโนโลยี ทำให้มนุษย์มีเครื่องผ่อนแรงในการทำงาน อันเป็นผลทำให้การดำรงชีวิตสะดวกสบายขึ้น เนื่องจากฟิสิกส์เป็นวิชาที่นำความเจริญก้าวหน้ามาสู่โลก ในบางประเทศ เช่น สหภาพโซเวียตได้กำหนดให้นักเรียนระดับมัธยมศึกษา (high-school student) เรียนวิชาฟิสิกส์อย่างน้อย 3 - 4 ปี แทนที่จะเรียนเพียงปีเดียว

จากรายงานการประชุมของสหภาพฟิสิกส์และฟิสิกส์ประยุกต์ระหว่างชาติ (International Union of Physics and Applied Physics) ซึ่งได้มีการประชุม ณ กรุงริโอ เดจาเนโร ประเทศบราซิล ระหว่างวันที่ 1 - 6 กรกฎาคม 2516 สรุปผลการประชุมและเสนอรายงานต่อองค์การยูเนสโกว่า วิชาฟิสิกส์เป็นพื้นฐานที่สำคัญที่สุดของการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ แต่การจัดการเรียนวิชาฟิสิกส์ยังไม่กว้างขวางและยังไม่เป็นที่พอใจ การจัดส่วนมากประสบความล้มเหลวในการส่งเสริมความรู้ การสอนทฤษฎีใหม่ ๆ การสอนที่จะนำไปสู่ความเข้าใจในสังกัดทางฟิสิกส์ และการให้นักเรียนได้รู้จักใช้วิธีการของฟิสิกส์ที่จำเป็นเพื่อใช้ในการทำงาน นอกจากนี้การดำเนินการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ยังไม่มีประสิทธิภาพที่จะนำไปสู่ความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศด้วย (ขวลิต วัฒนวงศ์ 2517 : 4 - 5 อ้างอิงมาจาก International Union of Physics and Applied Physics 2516 : 14 - 15) ซึ่งเป็นการแสดงให้เห็นถึงความล้มเหลวในการเรียนการสอนฟิสิกส์

จากการวิจัยของเอลเลียตพบว่า การเลือกเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนมีความสัมพันธ์กับความกลัวที่จะไม่ได้เกรดดี ความยากของวิชาฟิสิกส์และค่าระดับคะแนนเฉลี่ยของนักเรียน (Walter. 1972 : 6336) นอกจากนี้ พูล (Pools. 1972 : 154) ยังพบว่านักเรียนเลือกเรียนวิชาฟิสิกส์มีทัศนคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์มากกว่านักเรียนที่ไม่เลือกเรียนวิชาฟิสิกส์ นักเรียนที่เลือกเรียนวิชาฟิสิกส์มีสติปัญญา ความถนัด และคะแนนเฉลี่ยสูงกว่านักเรียนกลุ่มอื่น ๆ เพราะฉะนั้นการที่จะให้การเรียนประสบความสำเร็จนั้น นักเรียนควรจะเรียนตามความถนัด ตามความสามารถของตนเอง ซึ่งมอสโควิทซ์ กล่าวว่า ความถนัดเป็นเครื่องชี้ศักยภาพและความสามารถทางการเรียนรู้ (Moskowitz and Other. 1969 : 247)

✓ ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถทางสมองกับความสามารถทางการเรียนวิชาฟิสิกส์
2. เพื่อศึกษาว่าความสามารถทางสมองด้านใด ที่ส่งผลต่อความสามารถทางการเรียนวิชาฟิสิกส์

✓ ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

ทำให้ทราบว่า ความสามารถทางสมองและความสามารถทางการเรียนวิชาฟิสิกส์มีความสัมพันธ์กันมากน้อยเพียงใดและความสามารถทางสมองแต่ละด้านส่งผลต่อความสามารถทางการเรียนวิชาฟิสิกส์อย่างไร ซึ่งผลที่ได้จะเป็นแนวทางในการพัฒนาและส่งเสริมระดับความสามารถให้สอดคล้องกับการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ต่อไป

✓ ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

1. ประชากรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ปีการศึกษา 2538 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษาในจังหวัดอ่างทอง ที่เรียนแผนการวิทยาศาสตร์ จำนวน 468 คน

2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ปีการศึกษา 2538 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษาในจังหวัดอ่างทอง จำนวน 222 คน โดยวิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling) โดยใช้ขนาดโรงเรียนเป็นชั้น (Strata) นักเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม (Sampling Unit)

3. ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา

3.1 ตัวแปรอิสระ (Independent Variable) ได้แก่ ความสามารถทางสมองจำแนกตามทฤษฎีของเธอร์สตัน คือ

3.1.1 ความสามารถด้านตัวเลข

3.1.2 ความสามารถด้านภาษา

3.1.3 ความสามารถด้านเหตุผล

3.1.4 ความสามารถด้านการรับรู้

3.1.5 ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์

3.2 ตัวแปรตาม (Dependent Variable) คือ ความสามารถทางการเรียนวิชาฟิสิกส์

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. ความสามารถทางสมอง หมายถึง ขีกระดับสูงสุดของการกระทำที่มีอยู่ในตัวของบุคคลที่ได้จากการเรียนรู้ การฝึก และประสบการณ์ต่าง ๆ ซึ่งได้แก่ความสามารถด้านต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1.1 ความสามารถด้านภาษา หมายถึง ความสามารถในการเข้าใจการอ่านข้อความที่กำหนดให้ ซึ่งต้องอาศัยการแปลความ คือความ ขยายความ และวิเคราะห์ข้อความ มาพิจารณาตัดสิน ความสามารถด้านนี้วัดด้วยแบบทดสอบความเข้าใจภาษา

1.2 ความสามารถด้านตัวเลข หมายถึง ความสามารถในการหาเหตุผลของตัวเลขความน่าจะเป็นหรือแนวโน้มที่อาจจะเกิดขึ้นหรือเป็นไปได้ โดยการคิดคำนวณอย่างมีเหตุผล ความสามารถด้านนี้วัดด้วยแบบทดสอบคณิตศาสตร์เหตุผล

1.3 ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ หมายถึง ความสามารถในการมองเห็นความสัมพันธ์ของรูปภาพที่เกิดจากเส้นต่าง ๆ ลากสัณฐาน ว่าจะมีภาพใดซ่อนอยู่ โดยกำหนดให้ภาพทั้งสองนั้นมีขนาดเท่ากันแต่ทิศทางตรงกันข้าม ความสามารถด้านนี้วัดด้วยแบบทดสอบซ่อนภาพ

1.4 ความสามารถด้านเหตุผล หมายถึง ความสามารถในการหาข้อสรุปของข้อความหรือสถานการณ์ที่กำหนดให้ว่าจะเป็นอย่างใด ความสามารถด้านนี้วัดด้วยแบบทดสอบสรุปความ

1.5 ความสามารถด้านการรับรู้ หมายถึง ความสามารถในการสังเกตและมองเห็นรายละเอียดความต่างกันได้อย่างรวดเร็วและถูกต้องในเวลาที่กำหนด ความสามารถด้านนี้วัดด้วยแบบทดสอบหาภาพต่างกัน

2. ความสามารถทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ หมายถึง ความสามารถในการตอบแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

3. ผู้เชี่ยวชาญ ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดผู้เชี่ยวชาญไว้ 2 กลุ่ม คือ

4.1 ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา หมายถึง ผู้ที่มีความรู้ความสามารถและประสบการณ์ในการสอนวิชาฟิสิกส์ อย่างน้อย 3 ปี จำนวน 3 ท่าน เพื่อเป็นผู้ตรวจสอบเนื้อหาวิชาฟิสิกส์

4.2 ผู้เชี่ยวชาญด้านการสร้างแบบทดสอบ หมายถึง ผู้ที่มีวุฒิปรินญาโททางการ
วัดผลการศึกษาจำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบรูปแบบและภาษาของแบบทดสอบที่ผู้วิจัย
สร้างขึ้น

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเนื้อหาดังต่อไปนี้

1. ความหมายและทฤษฎีเกี่ยวกับความสามารถทางสมอง
2. ลักษณะของวิชาฟิสิกส์
3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ความหมายและทฤษฎีเกี่ยวกับความสามารถทางสมอง

นักจิตวิทยาและนักการศึกษาได้ให้ความหมายของความสามารถทางสมอง (Mental Ability) ในหลายลักษณะตามรากศัพท์ภาษาอังกฤษ และสิ่งที่ต้องการศึกษา เช่น วิสัยสามารด (Capacity) เขาวนปัญญา หรือสติปัญญา (Intelligence) ศักยภาพ (Potential) ความถนัด (Aptitude) ซึ่งทุกข้อพยายามจะนิยามโครงสร้างอันหนึ่งให้ปรากฏเพื่อที่จะให้เป็นประโยชน์ในการพยากรณ์ พฤติกรรมชนิดต่าง ๆ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ 2527 : 23) ซึ่งส่วนใหญ่แล้วจะมีความหมายคล้ายกัน อาจจะแตกต่างกันบ้างในรายละเอียดปลีกย่อยดังต่อไปนี้

การ์เรทท์ (Garrett. 1959 : 131) ได้ให้ความหมายของ "ความถนัด" ไว้ว่า คือสิ่งที่ติดตัวมาแต่กำเนิด แต่ไม่ปรากฏออกมาให้เห็นในสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม

วอร์เรน (Warren. 1934 : 18) ได้กล่าวว่า ความถนัด เป็นสภาวะ หรือคุณลักษณะที่จะแสดงความสามารถของแต่ละบุคคลในการเรียนรู้ ซึ่งได้มาจากการฝึกฝนความรู้ ทักษะ หรือการตอบสนองต่อเรื่องหนึ่งเรื่องใดโดยเฉพาะ

ส่วนครอนบัค (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2527 : 25 ; อ้างอิงมาจาก Cronbach. 1963.) ได้ให้ความหมายของ "ความถนัด" ไว้ว่า เป็นกลุ่มความสามารถทางสมองที่ร่วมกันทำงานเพื่อเพิ่มพูนความสำเร็จในกิจกรรมทางปัญญา -

บราวน์ (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ. 2527 : 25 ; อ้างอิงมาจาก Brown. 1970) ได้ให้ความหมายของ "ความถนัด" ไว้ว่า เป็นพลังในการเรียนรู้ที่จะทำงานหนักได้นั้นคือความถนัด หมายถึง ประสิทธิภาพการเรียนรู้ที่กว้างขวางและอ้างอิงถึงสถานการณ์ในอนาคต

เพอร์คิน (เชดส์คัลล์ โฆวาลินส์. 2530 : 41 ; อ้างอิงมาจาก Perkins. 1986) เสนอแนวความคิดที่แปลกออกไปในเชิงโครงสร้างของสมรรถภาพสมอง โดยเพอร์คินเห็นว่าสมรรถภาพสมอง ประกอบด้วยส่วนที่เรียกว่า พลังสมอง (Powers) ส่วนนี้ หมายถึง ความสามารถของสมองในการที่จะประมวลข้อความจริงทั้งหลายโดยมีประสิทธิภาพเท่าที่ธรรมชาติจะกำหนดมาให้

- ขวาล แพร์ตกุล (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ. 2527 : 26 ; อ้างอิงมาจาก ขวาล แพร์ตกุล. 2513) ได้ให้ความหมายของ "ความถนัด" ไว้ว่า เป็นขีดระดับความสามารถขั้นสูงสุดของบุคคลที่เขาอาจมีอาจได้ต่อการเรียนรู้และการฝึกฝนในวิทยาการและทักษะต่าง ๆ ถ้าหากเขาได้รับการฝึกและได้รับประสบการณ์ที่เหมาะสม

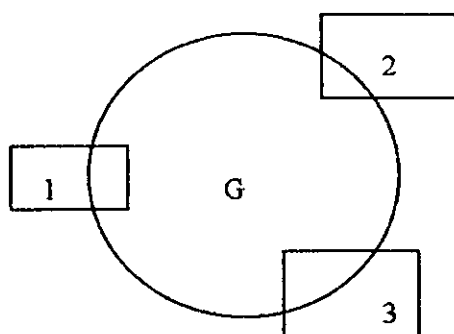
จากคำจำกัดความของบุคคลต่าง ๆ ที่กล่าวมาสรุปได้ว่า ความสามารถทางสมอง คือ ขีดระดับสูงสุดของการกระทำของบุคคลที่สร้างมาจากการเรียนรู้และประสบการณ์ ทำให้บุคคลนั้นมีความสามารถในการเรียน การประกอบงานอาชีพต่าง ๆ ตามความสามารถนั้น ๆ ให้ได้รับความสำเร็จตามจุดมุ่งหมายของตน

ทฤษฎีเบื้องต้นเกี่ยวกับความสามารถทางสมองของมนุษย์

1. ทฤษฎีองค์ประกอบเดี่ยว (Single Factor Theory) ผู้คิดทฤษฎีนี้ คือ บีเนต และ ซีมอน (Binet and Simon) ทฤษฎีเสนอโครงสร้างของเขาวนัปัญหาเป็นลักษณะอันหนึ่งอันเดียว สถิติปัญหาเป็นผลรวมของความจำ เหตุผลและความตั้งใจ ไม่แบ่งออกเป็นส่วนย่อย มักเรียกกันว่า ความสามารถทั่วไป

2. ทฤษฎีสององค์ประกอบ (Two Factor Theory) ทฤษฎีนี้นำโดยนักจิตวิทยาชาวอังกฤษชื่อชาร์ล สเปียร์แมน(Charles Spearman) เป็นทฤษฎีที่เกิดจากการวิเคราะห์คุณลักษณะทางสถิติ เขาพบว่าความสามารถทางสมองของคนเรามีองค์ประกอบอยู่ 2 ประการ คือ ความสามารถที่เป็นพื้นฐานทั่วไป หรือองค์ประกอบทั่วไป (General Factor) หรือเรียกย่อ ๆ ว่า G - Factors เนื่องจากเขาหาสหสัมพันธ์ภายในของข้อสอบแต่ละฉบับ (Intercorrelations) มีค่าสูง แต่ก็ไม่สูงอย่างสมบูรณ์แบบ เนื่องจากยังมีองค์ประกอบย่อย ๆ อื่น ๆ อีก เขาจึงให้องค์ประกอบอื่นย่อย ๆ นี้ว่าองค์ประกอบเฉพาะ (Specific Factors) เรียกย่อ ๆ ว่า S - Factors แต่ละองค์ประกอบเฉพาะนี้มีกิจกรรมเฉพาะตัวเป็นชนิดของมันเอง

องค์ประกอบที่เรียกว่า G - Factors นั้นจะมีสอดแทรกอยู่ในทุกอิริยาบถของความคิดและการกระทำของมนุษย์ และมนุษย์ทุก ๆ คนมีความสามารถทางสมองทั่วไปนี้แตกต่างกันออกไปเล็กน้อยตามแต่ละบุคคล ส่วนองค์ประกอบเฉพาะ หรือ S - Factors นั้นเป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่ทำให้มนุษย์มีความแตกต่างกันและเป็นความสามารถพิเศษที่มีอยู่ในแต่ละบุคคล เช่น ความสามารถในการคำนวณ คณิตศาสตร์ วาดเขียน เครื่องยนต์กลไก เหล่านี้เป็นต้น



ภาพประกอบ 1 แบบความสัมพันธ์ของสมรรถภาพทางสมองตามทฤษฎีสององค์ประกอบ

3. ทฤษฎีหลายองค์ประกอบ (Multiple Factors Theory) ผู้นำในการสร้างทฤษฎีนี้คือ เซอร์สโตน (Thurstone.1947 : 315) ได้ใช้หลักการวิเคราะห์ตัวประกอบ (Factor Analysis) เขาได้วิเคราะห์ความสามารถทางสมองพื้นฐาน (Primary Mental Ability) ของมนุษย์ออกเป็น 7 ประการ

3.1 องค์ประกอบด้านภาษา (Verbal Factors) หรือ V - Factor เป็นความสามารถในการใช้คำศัพท์ ข้อความ บทกวี หรือเรื่องราวต่าง ๆ ในด้านภาษา และเลือกใช้ภาษาได้อย่างเหมาะสม

3.2 องค์ประกอบในด้านความคล่องแคล่วในการใช้ถ้อยคำ (Word Fluency Factor) หรือ W - Factor เป็นความสามารถในการใช้ถ้อยคำต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้องและรวดเร็วในเวลาอันจำกัด ความสามารถในการด้านนี้จะส่งผลในด้านการเจรจา และการประพันธ์ทั้งร้อยแก้วและร้อยกรอง การตอบโต้ในทันทีทันใดอย่างที่เขาเรียกว่ามีปฏิภาณไหวพริบในการเจรจา ความสามารถในการด้านนี้ไม่เหมือนกับความสามารถที่ได้กล่าวมาแล้ว ข้อแรกมองความสามารถด้านภาษาในทางความคิดและความเข้าใจทางภาษา ส่วนข้อนี้มองผลในด้านการเจรจาเป็นสำคัญ ดังที่เราเคยเห็นว่าบางคนเก่ง (V) แต่พูดบรรยาย (W) ผู้ฟังไม่รู้เรื่อง

3.3 องค์ประกอบด้านจำนวน (Number Factor) หรือ N - Factor องค์ประกอบนี้จะส่งผลให้มีความเข้าใจในวิชาคณิตศาสตร์ต่างๆ ได้ดีมีความสามารถมองเห็นความสัมพันธ์และความหมายของจำนวนและมีความแม่นยำคล่องแคล่วในการบวกลบ คูณหารในวิชาเลขคณิตได้อย่างดี

3.4 องค์ประกอบด้านมิติสัมพันธ์ (Space Factor) หรือ S - Factor ความสามารถด้านนี้จะส่งผลให้คนเข้าใจถึงขนาดและมิติต่าง ๆ อันได้แก่ ความสั้น ยาว ใกล้เคียง และพื้นที่ หรือรูปทรงที่มีขนาดและปริมาตรแตกต่างกัน สามารถสร้างจินตนาการให้เห็นส่วนย่อยและส่วนผสมของวัตถุต่าง ๆ เมื่อนำมาซ้อนทับกันสามารถรู้ความสัมพันธ์ของรูปทรงเรขาคณิตเมื่อเปลี่ยนแปลงที่อยู่

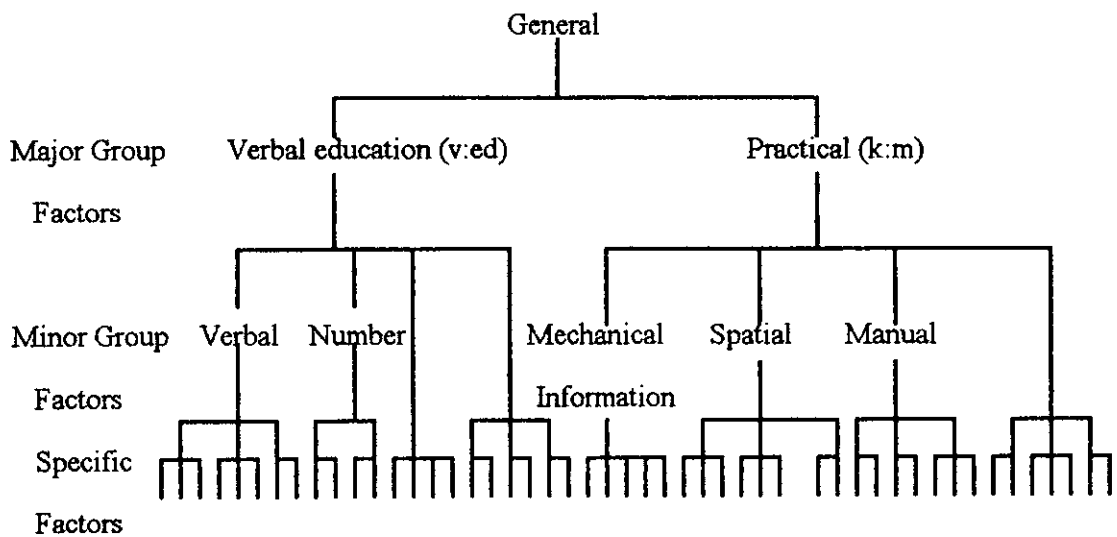
3.5 องค์ประกอบด้านความจำ (Memory Factor) หรือ M - Factor เป็นความสามารถด้านความจำเรื่องราว และมีสติระลึกจูนสามารถถ่ายทอดได้ ความจำในที่นี้อาจจะเป็นความจำแบบนกแก้วหรือจำโดยอาศัยสิ่งสัมพันธ์ก็ได้ซึ่งถือว่าเป็นความจำในองค์ประกอบนี้ทั้งนั้น

3.6 องค์ประกอบด้านสังเกตพิจารณา (Perceptual Speed Factor) หรือ P - Factor องค์ประกอบของสมองด้านนี้ได้แก่ความสามารถด้านเห็นรายละเอียด ความคล้อยคลึงหรือความแตกต่างระหว่างสิ่งของต่าง ๆ อย่างรวดเร็วและถูกต้อง

3.7 องค์ประกอบด้านเหตุผล (Reasoning Factor) หรือ R - Factor หรือบางทีก็ใช้ Induction หรือ General Reasoning องค์ประกอบนี้แสดงถึงความสามารถด้านวิจารณ์อนุมานหาเหตุผลค้นคว้าหาความสำคัญ ความสัมพันธ์ และหลักการทั้งหลายที่สร้างกฎหรือทฤษฎีตอนแรก ๆ เซอร์สโตน ให้ความหมายขององค์ประกอบนี้ไม่เด่นชัด เขามองในรูปอุปมาและอนุมานระยะหลังผู้ศึกษาด้านนี้มองเห็นว่าจะวัดเหตุผลทั่วไปได้ดีต้องวัดด้วยเลขคณิตเหตุผล (Arithmetic reasoning)

4. ทฤษฎีไฮราคัลลิส (Hierarchical Theory) มีนักจิตวิทยากลุ่มหนึ่งได้จัดรูปแบบการประกอบกันขององค์ประกอบอีกรูปหนึ่ง กลุ่มนี้คือ เบิร์ท (Burt) เวอร์นอน (Vernon) และฮัมเฟรย์ (Humphreys) โดยเฉพาะเวอร์นอน (Vernon) ได้เสนอโครงสร้างของเขาวนปีญญาในปี ค.ศ. 1960 โดยเริ่มต้นอธิบายตามแบบของสเปียร์แมน นั่นคือ G - Factor จากนั้นไปแบ่งออกเป็น 2 องค์ประกอบใหญ่ ๆ คือ Verbal - education (V : ed) และ Practical - mechanical (k : m) องค์ประกอบใหญ่ 2 อันนี้เรียกรวมว่า Major Group Factors องค์ประกอบใหญ่ 2 อันนี้

แบ่งย่อยออกไปอีก ด้านองค์ประกอบ Verbal - education แบ่งย่อยออกเป็นองค์ประกอบด้านภาษา (Verbal) และองค์ประกอบด้านตัวเลข (Numerical) และอื่น ๆ อีก ในทำนองเดียวกัน องค์ประกอบ Practical - mechanical แบ่งย่อยออกเป็น mechanical - information, Spatial และ Manual และยังมีอื่น ๆ อีก แต่ยังไม่กำหนด กลุ่มองค์ประกอบนี้เรียกว่า Minor Group Factors ระดับที่ต่ำที่สุดขององค์ประกอบในรูปแบบนี้ยังมีองค์ประกอบย่อย ๆ ไปอีก เรียกว่า องค์ประกอบเฉพาะ (Specific Factors) (ถ้วน สายยศ และอังคณา สายยศ 2527 : 47) ✓



ภาพประกอบ 2 โครงสร้างของความสามารถทางสมองตามทฤษฎีไฮราคัล

ฮัมเฟรย์ได้ให้ความเห็นว่าทฤษฎีนี้เป็นลักษณะการแพร่ขยายขององค์ประกอบจากส่วนใหญ่มากกว่าที่จะเป็นองค์ประกอบย่อยเริ่มตั้งแต่ต้น ดังทฤษฎีของเชอร์สโตนและยังเสนอแนะในการสร้างแบบทดสอบว่าผู้สร้างควรจะต้องเลือกระดับขั้นขององค์ประกอบตามจุดมุ่งหมายของแบบทดสอบนั้น นั่นคือแบบทดสอบบางชุดอาจใช้หลายระดับขององค์ประกอบก็ได้ เช่น จะวัดความสามารถด้านการแก้ปัญหาแบบอุปมาอุปไมยก็ควรใช้แบบทดสอบที่รวมด้านภาษา ตัวเลข ภาพ และอุปมาอุปไมยมิติ Spatial analogies หรือ ถ้าต้องการวัดความสามารถด้านภาษา ก็ควรจะใช้ข้อคำถามประเภทศัพท์ อุปมาอุปไมย และการเรียงลำดับ สมบูรณ์แบบซึ่งดูออกจะเป็นแบบผสมไม่เป็นอันหนึ่งอันเดียวกันเท่าไร

✓ 5. ทฤษฎีโครงสร้างสามมิติของปัญญา (Three Faces of intellect Model) ทฤษฎีนี้สร้างขึ้นโดยกิลฟอร์ด (Guilford) เมื่อ ค.ศ. 1967 โดยได้วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของ

คุณลักษณะโดยจัดระบบของคุณลักษณะให้อยู่ในรูปใหม่เป็นลูกบาศก์รวมกัน 120 ก้อน และนิยามคุณลักษณะของเขาวนัญปัญญาเป็น 3 มิติ ดังนี้

มิติที่ 1 ด้านกระบวนการหรือวิธีการของการคิด (Operations) มีส่วนประกอบย่อย 5 ส่วน

1. การรู้การเข้าใจ (Cognition) หมายถึงความสามารถที่เห็นสิ่งเร้าแล้วเกิดการรับรู้เข้าใจในสิ่งนั้น ๆ และบอกได้ว่าสิ่งนั้น คืออะไร

2. ความจำ (Memory) หมายถึงความสามารถในการเก็บสะสมความรู้แล้วสามารถระลึกนึกออกมาได้

3. การคิดออกนอกนัย (Divergent Production) เป็นความสามารถในการตอบสิ่งเร้าได้หลายแง่หลายมุมต่างกันไป ถ้าผู้ใดคิดได้มากและแปลกที่สุดมีเหตุผล ถือว่าเป็นผู้ที่มีความคิดแบบออกนอกนัย

4. การคิดแบบเอกนัย (Convergent Production) เป็นความสามารถในการคิดหาคำตอบที่ดีที่สุด หาเกณฑ์ที่เหมาะสมได้ดีที่สุด ดังนั้นคำตอบแบบนี้ต้องมีคำตอบเดียว

5. การคิดแบบประเมินค่า (Evaluation) เป็นความสามารถในการตีราคาลงสรุปโดยอาศัยเกณฑ์ที่ดีที่สุด

มิติที่ 2 ด้านเนื้อหา (Content) เป็นด้านที่ประกอบด้วยสิ่งเร้าและข้อมูลต่าง ๆ แบ่งออกได้ 4 อย่างคือ

1. ภาพ (Figural) หมายถึงสิ่งเร้าที่เป็นรูปธรรมหรือรูปที่แน่นอนสามารถจับต้องได้

2. สัญลักษณ์ (Symbolic) หมายถึงข้อมูลที่เป็นเครื่องหมายต่าง ๆ เช่น ตัวอักษร ตัวเลข เป็นต้น

3. ภาษา (Semantic) หมายถึงข้อมูลที่เป็นถ้อยคำหรือภาษาเขียนที่มีความหมายสามารถใช้ติดต่อกสื่อสารกันได้ แต่ส่วนใหญ่มักมองในด้านการคิด (Verbal thinking) มากกว่าการเขียน

4. พฤติกรรม (Behavioral) หมายถึง ข้อมูลที่เป็นการแสดงออก รวมถึง ทักษะ ความต้องการรับรู้ ความคิด ฯลฯ

มิติที่ 3 ผลของการคิด (Products) เป็นผลของกระบวนการจัดกระทำของความคิดกับข้อมูลจากเนื้อหา ผลผลิตของความคิดแยกได้เป็นรูปร่างต่าง ๆ กัน ซึ่งแบ่งออกได้ 6 อย่างคือ

1. หน่วย (Units) หมายถึง สิ่งที่มีคุณสมบัติเฉพาะตัวและแตกต่างไปจากสิ่งอื่น ๆ เช่น คน แมวเป็นต้น
 2. จำพวก (Classes) หมายถึงชุดของหน่วยที่มีคุณสมบัติร่วมกัน เช่น เป็นสัตว์ 4 เท้าเหมือนกัน
 3. ความสัมพันธ์ (Relations) หมายถึง ผลของการโยงความคิดสองประเภทหรือหลายประเภทเข้าด้วยกันโดยอาศัยลักษณะบางประการเป็นเกณฑ์อาจเป็นหน่วยกับหน่วย ระบบกับระบบ
 4. ระบบ (Systems) หมายถึงการจัดองค์การ จัดแบบแผน หรือจัดรวมโครงสร้างให้อยู่ในรูประบบว่าจะอะไรมาก่อนมาหลัง
 5. การแปลงรูป (Transformations) หมายถึงการเปลี่ยนแปลงสิ่งที่มีอยู่ให้มีรูปแบบใหม่การเปลี่ยนแปลงอาจจะมองในรูปแบบของข้อมูลหรือประโยชน์ก็ได้
 6. การประยุกต์ (Implication) หมายถึงความเข้าใจในการนำข้อมูลไปใช้ขยายความเพื่อการพยากรณ์หรือคาดคะเนข้อความในตรรกวิทยา ประเภท "ถ้า.....แล้ว" ก็เป็นพวกคาดคะเนโดยอาศัยเหตุและผล
6. ทฤษฎีความสามารถทางสมองสองระดับ (Two - level theory of Mental Ability) ทฤษฎีนี้เสนอโดย เจนเซน (Jensen) เมื่อปี ค.ศ. 1968 โดยเขาแบ่งความสามารถทางสมองออกเป็น 2 ระดับ คือ
- ระดับที่ 1 (Level 1) เป็นความสามารถด้านการเรียนรู้และจำข้อมูล สะสมข้อมูล และพร้อมที่จะระลึกออกมาใช้ได้ โดยไม่ต้องใช้การคิดที่เป็นระบบ
- ระดับที่ 2 (Level 2) เป็นระดับของการจัดกระทำทางสมองเป็นขั้นสร้างมโนภาพ เหตุผล และปัญหา
7. ทฤษฎีทาว์นปัญญาของคัทเทลล์ ทฤษฎีนี้คิดโดย อาร์ บี คัทเทลล์ (R. B Cattell) เสนอผลงานนี้เมื่อปี ค.ศ. 1963 โดยแบ่งโครงสร้างทางเชาว์ปัญญาออกเป็น 2 ส่วน คือ Fluid component กับ Crystallized component
- Fluid component** เป็นความสามารถทั่ว ๆ ไป ซึ่งความสามารถด้านนี้มักจะอยู่ในทุก ๆ อริยาบทของกิจกรรมทางสมองที่เป็นการคิดแก้ปัญหา ที่ไม่ใช่ด้านของภาษา หรือ วัฒนธรรม

Crystallized component เป็นความสามารถที่เชื่อมโยงกับวัฒนธรรมและสิ่งแวดล้อมอย่างใกล้ชิด เป็นความสามารถที่จะเข้าใจภาษา ความสามารถที่จะประเมินคุณค่า เป็นต้น จากทฤษฎีต่าง ๆ ที่กล่าวมาแล้วทำให้เราทราบว่าบุคคลมีความแตกต่างกัน ดังนั้น บุคคลย่อมมีความสามารถและความถนัดแตกต่างกันด้วย การรู้ความสามารถและความถนัดของบุคคล เช่น ครูรู้ความสามารถและเชาว์ปัญญาของเด็กก็จะสะดวกในการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาเด็กให้ตรงกับความสามารถที่เขา มีอยู่ ดังนั้น ประโยชน์ของแบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองจึงสามารถแบ่งได้ดังนี้

1. ใช้ในการสอบคัดเลือก
2. ใช้ในการแยกประเภทนักเรียน
3. ใช้ในการวินิจฉัยความสามารถ
4. ใช้ในการแนะแนวการศึกษาและอาชีพ
5. ใช้ในการพยากรณ์ความสำเร็จ
6. ใช้สำหรับวัดพัฒนาการ
7. ใช้สำหรับเปรียบเทียบสติปัญญา
8. ใช้ในการวิจัย
9. ใช้ในการประเมินผลการศึกษา

ในการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถทางสมอง ได้มีการจัดแบ่งออกเป็นประเภทต่าง ๆ ตามความต้องการในการศึกษาของผู้สร้างว่าต้องการจะศึกษาพฤติกรรมด้านใดบ้าง เช่นแบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองของ วิลเลียม (William) ที่ได้แบ่งแบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองออกเป็น 4 ประเภท คือ (William, 1959 : 4 -5)

1. แบบทดสอบวัดความถนัดทั่วไปเป็นรายบุคคล (Individual Administered Tests of General Aptitude) เป็นแบบทดสอบที่ใช้เป็นตัวทำนายความสำเร็จทางการเรียนในอนาคต เช่น แบบทดสอบมาตรฐานเชาว์ปัญญาผู้ใหญ่ของ เวชเลอร์ (Wechsler Adult Intelligence Scale)

2. แบบทดสอบวัดความถนัดทั่วไปเป็นกลุ่ม (Group Tests of General Aptitude) เป็นแบบทดสอบที่ใช้ในสถาบันการศึกษา เช่น แบบทดสอบความถนัดเชิงวิชาการของสภาการทดสอบคัดเลือกเข้ามหาวิทยาลัย (College Entrance Examination Board Scholastic Aptitude Test - SAT) เป็นต้น

3. แบบทดสอบวัดความถนัดพิเศษ (Special Aptitude Test) ความสามารถพิเศษเป็นความสามารถทางศักยภาพของแต่ละบุคคลในกิจกรรมต่าง ๆ แบบทดสอบวัดความถนัดพิเศษ ใช้ช่วยในการตัดสินใจหรือพิจารณาเกี่ยวกับการคัดเลือกทางอาชีพและการศึกษา เช่น แบบทดสอบเกี่ยวกับการมองเห็นและการได้ยิน (Tests of Visual and Hearing) แบบทดสอบความถนัดเชิงกล (Mechanical Aptitude Test) เป็นต้น

4. แบบทดสอบวัดความถนัดหลายองค์ประกอบ (Multifactor Aptitude Test) ไม่เห็นด้วยกับโครงสร้างทางสถิติปัญญา ที่ยืนยันว่าเชาวน์ปัญญาเป็นลักษณะทั่ว ๆ ไป และคะแนนชุดเดียวจะสามารถเป็นตัวแทนของเชาวน์ปัญญาของบุคคลที่มีอยู่ได้ จึงได้ทำการสร้างแบบทดสอบวัดความถนัดหลายองค์ประกอบ (Multifactor Aptitude Test) เพื่อให้คะแนนที่ได้จากการวัดสามารถใช้ทำนายได้ตรงมากยิ่งขึ้น ได้แก่ แบบทดสอบวัดความถนัดจำแนก (The Differential Aptitude Test - DAT)

แบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองได้มีผู้สร้างไว้หลายด้านและหลายชุดด้วยกัน เช่น แบบทดสอบวัดความสามารถด้านเหตุผลซึ่งความมีเหตุผลมิได้หมายความว่าเพียงการรู้ถึงสาเหตุ และผลที่จะเกิดตามมาเท่านั้น แต่คำว่าเหตุผล (Reasoning) ยังหมายความรวมถึงการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณ แล้ววินิจฉัยลงสรุปอย่างถูกต้องด้วย ดังนั้นแบบทดสอบมาตรฐานที่สร้างขึ้นมาเพื่อวัดความสามารถด้านนี้จึงมองกันหลายรูปแบบ แต่โดยทั่วไปแล้วมักจะเป็นข้อสอบที่ถามให้ผู้ตอบ จำแนกประเภท อุปมาอุปไมย และสรุปความ

1. การจำแนกประเภท (Classification) บางทีก็เรียกว่า การจัดประเภท ผู้ที่มีความสามารถด้านนี้จะต้องเป็นผู้ที่จัดจัดจำแนกแยกประเภทของสิ่งต่าง ๆ ที่กำหนดให้ได้อย่างฉลาด ผู้ตอบจะต้องใช้ความสามารถด้านการวิเคราะห์ด้วย เพราะจะจำแนกสิ่งใดสิ่งหนึ่งโดยอาศัยโครงสร้าง มโนภาพ หน้าที่ ฯลฯ เปรียบเทียบกับกลุ่มนั้นจะต้องแยกแยะให้ดีจึงจะมองเห็นความแตกต่างได้ การจำแนกประเภทนี้สามารถออกข้อสอบได้ทั้งด้านภาพและด้านภาษา

ก. การจำแนกประเภทแบบภาษา ส่วนใหญ่ใช้คำศัพท์ที่เป็นพื้น ๆ แต่มีสิ่งที่จำแนกได้ยากซึ่งอาจจะเป็นเพราะตัวร่วมบางประการในโครงสร้างและคุณสมบัติของคำนั้นก็ได้ การเขียนข้อสอบจะต้องให้ผู้ตอบคิดหลายแง่หลายมุมแต่ก็ให้มีโอกาสตอบถูกเพียงทางเดียว ถ้าแยกแยะแล้วมีส่วนถูกได้หลายแง่หลายมุมไม่ควรจะนำมาออกข้อสอบ

ข. การจำแนกประเภทแบบภาพ วิธีการคล้ายกับการจำแนกประเภทแบบภาษาที่ต่างกันเพียงแต่แปลภาษามาเป็นภาพเท่านั้น การออกข้อสอบการจำแนกประเภทแบบนี้

สามารถออกได้ 2 อย่าง คือ ภาพจริงหรือภาพเสมือน เช่นรูปนก รูปกา เป็นต้น กับภาพทรงเรขาคณิต ภาพแบบนี้จะเขียนอะไรก็ได้แต่จะต้องมีแนวความคิดเป็นเครื่องพิจารณาเพื่อจะได้ทราบว่าภาพใดไม่อยู่ในพวกเดียวกับเขา

2. แบบทดสอบอุปมาอุปไมย (Analogy) เป็นแบบทดสอบวัดความสามารถด้านการวิเคราะห์ โดยเฉพาะด้านวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ หลักการใหญ่ ๆ ของการอุปมาอุปไมยอยู่ที่ผู้ออกข้อสอบจะต้องวิเคราะห์หาความสำคัญของสิ่งต่าง ๆ ให้ได้เสียก่อน แล้วเอาความสำคัญมาสัมพันธ์กันให้เหมาะสมกันมากที่สุด ในการเขียนข้อสอบแบบอุปมาอุปไมยมิได้ทั้งภาษาและภาพ ส่วนทางภาพสามารถเขียนได้ทั้งภาพเสมือนและภาพทรงเรขาคณิต

2.1 อุปมาอุปไมยด้านภาษา อาศัยภาษาที่เป็นศัพท์ทั่ว ๆ ไป ที่มีมีโนภาพโครงสร้าง และหน้าที่ร่วมกัน โดยให้ผู้สอบวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ที่มีโอกาสใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด แบบทดสอบชนิดนี้ต้องการวัดความสามารถในการหาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งของและเรื่องราวต่าง ๆ แล้วให้ขยายหลักการนั้นออกไปสู่สิ่งอื่นหรือสถานการณ์อื่นที่มีความสัมพันธ์เป็นทำนองเดียวกันหรือลักษณะเดียวกันกับของเดิม

2.2 อุปมาอุปไมยด้านภาพ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือประเภทภาพเสมือน กับประเภทภาพทรงเรขาคณิต

ก. อุปมาอุปไมยภาพเสมือน วิธีการสร้างใช้หลักการเดียวกันกับอุปมาอุปไมยด้านภาษาเพียงแค่เปลี่ยนจากภาษาเป็นภาพ อุปมาอุปไมยภาพเสมือน ใช้ได้ดีกับเด็กอายุน้อย ๆ หรือระดับประถมลงไป

ข. อุปมาอุปไมยภาพทรงเรขาคณิต หลักการสร้างอาศัยความสัมพันธ์ในโครงสร้างมีโนภาพ เช่นเดียวกับการเขียนข้อสอบอุปมาอุปไมยที่กล่าวมาแล้ว สิ่งที่เปลี่ยนแปลงสำคัญก็คือการกำหนดภาพทรงเรขาคณิตในรูปแบบต่าง ๆ จะต้องมีตัวร่วมบางอย่างที่เกี่ยวข้องกันสองภาพแรกก่อนแล้วนำความคิดจากสองภาพแรกนั้นไปสร้างภาพที่เกี่ยวข้องกันอีกคู่หนึ่ง

3. แบบอนุกรมภาพ ข้อสอบในลักษณะนี้เป็นอนุกรมที่เป็นแบบภาพ ซึ่งคล้าย ๆ กับอนุกรมคณิตศาสตร์ อนุกรมแบบภาพธรรมดาจะเป็นไปในทิศทางเดียว แต่ก็ถือว่าเป็นการวัดเหตุผลเหมือนกัน

หลักการสร้างพยายามหาแนวโน้มของความเป็นไปของภาพไว้ในชุดแรกก่อน แล้วถามว่าต่อไปน่าจะเป็นภาพใด

อนุกรมภาพอีกแบบหนึ่งเป็นประเภทหาความสัมพันธ์ของอนุกรมภาพทั้งแนวตั้งและแนวนอน เมื่อสามารถจับแนวโน้มนำได้แล้วการหาคำตอบจะง่ายขึ้น เนื่องจากอนุกรมแบบนี้ต้องคิดหลายมิติ จึงเรียกว่า อนุกรมมิติ

4. แบบทดสอบสรุปความ การออกข้อสอบแบบนี้มุ่งวัดเหตุผลเป็นประการสำคัญ และเป็นข้อสอบที่ต้องอาศัยภาษาค่อนข้างมาก ข้อสอบแบบนี้เรียกตามภาษาทดสอบว่า Verbal Reasoning การเขียนข้อสอบแบบนี้จะประกอบด้วยเหตุใหญ่และเหตุย่อย เมื่อมีเหตุมาเป็นเครื่องพิจารณาแล้วก็สามารถประเมินลงสรุปว่าเป็นอย่างไร

5. ตัวร่วมหรือวิเคราะห์ ข้อสอบประเภทนี้จะยกสิ่งต่าง ๆ มาให้พิจารณา ส่วนใหญ่เป็นคำหรือจะไข่มโนภาพแทนก็ได้ แล้วให้ผู้สอบพิจารณาว่าตัวร่วมน่าจะเป็นอะไร วิธีการเขียนจึงออกได้ 2 วิธี คือ อาจจะให้หาตัวร่วมโดยตรง กับ หาตัวที่ทำให้สิ่งนั้นแตกต่างกัน

ก. หาตัวร่วม ให้พยายามหาว่าตัวหรือคำที่กำหนดให้มีอะไรที่ร่วมกัน ซึ่งผู้สอบจะต้องมีความสามารถสูงทั้งทางด้านภาษาและด้านการวิเคราะห์

ข. หาตัวต่าง ข้อสอบในลักษณะนี้นักไปในทางเหตุผลด้านภาษาเหมือนกัน เพราะมุ่งให้ผู้ตอบวิเคราะห์ความหมายหรือสิ่งที่เกี่ยวข้องว่าที่แตกต่างกันเพราะอะไร

ส่วนแบบทดสอบวัดความสามารถทางด้านภาษา จะประกอบด้วยแบบต่าง ๆ ดังนี้ (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ 2527 : 51 - 57)

1. แบบทดสอบประเภทคำตรงข้าม
2. แบบทดสอบประเภทคำที่มีความหมายใกล้เคียง
3. แบบทดสอบประเภทคำศัพท์สัมพันธ์
4. แบบทดสอบประเภทผิดความ
5. แบบทดสอบประเภทเข้าใจภาษา
6. แบบทดสอบประเภทความเข้าใจภาพ

ทองหล่อ วิภาวีน (2524 : 36 - 41) ได้กล่าวถึงลักษณะของแบบทดสอบวัดความสามารถทางด้านภาษาไว้ 5 แบบ ดังนี้

1. แบบทดสอบประเภทคำตรงข้าม
2. แบบทดสอบประเภทคำที่มีความหมายใกล้เคียง
3. แบบทดสอบประเภทคำศัพท์สัมพันธ์
4. แบบทดสอบประเภทความเข้าใจภาษา

5. แบบทดสอบประเภทความเข้าใจภาพ

บุญชม ศรีสะอาด (2526 : 33 - 36) ได้กล่าวถึงลักษณะของแบบทดสอบวัดความสามารถทางด้านภาษาไว้ 6 แบบ ดังนี้

1. แบบทดสอบหาศัพท์สัมพันธ์
2. แบบหาคำตรงข้าม
3. แบบหาความหมายใกล้เคียง
4. แบบหาที่ผิด
5. แบบเติมคำลงในช่องว่าง
6. แบบความเข้าใจ แยกเป็น ข้อความ โคลง กลอน บทสนทนา และรูปภาพ

สมบุญ ชิตพงศ์ และสำเริง บุญเรืองรัตน์ (2518 : 24 - 30) ได้กล่าวถึงแบบทดสอบวัดความสามารถทางด้านภาษาไว้ 5 แบบ ดังนี้

1. แบบหาคำตรงข้าม
2. แบบหาคำที่มีความหมายใกล้เคียงกัน
3. แบบหาคำที่เกี่ยวข้อง
4. แบบเติมคำลงในช่องว่าง
5. แบบความเข้าใจ ซึ่งแยกเป็น คำพูด ข้อความธรรมดา คำสนทนา คำประพันธ์และรูปภาพ

ในด้านของแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์ แบบทดสอบประเภทนี้มุ่งวัดความสามารถของบุคคลอันเกิดจากการจินตนาการถึงขนาด และ มิติต่าง ๆ ตลอดจนทรวงทรงที่มีรูปร่างลักษณะต่างกันทั้งอยู่ในระนาบเดียวกันและหลายระนาบ ความสามารถด้านนี้ยังครอบคลุมไปถึงการมองภาพรูปทรงต่าง ๆ ที่เคลื่อนไหว ซ้อนทับกัน หรือซ้อนอยู่ภายในตลอดจนการแยกภาพ ผสมภาพก็เป็นส่วนหนึ่งด้วย นอกจากนี้ความสามารถในการจำแนกสิ่งใดอยู่สูงกว่าหรือต่ำกว่า อันไหนอยู่ใกล้อยู่ไกลได้ ก็เป็นความสามารถด้านมิตีสัมพันธ์เหมือนกัน

ข้อสอบมิตีสัมพันธ์ที่นิยมใช้มีอยู่หลายแบบแต่ละแบบมีความเที่ยงตรงในตัวของมันเองคือ

1. แบบทดสอบซ้อนภาพ มุ่งวัดความสามารถในการค้นหาภาพที่กำหนดให้ว่า ไปซ้อนอยู่ ณ ที่ใดในภาพสถานการณ์อื่น ๆ คนที่มีความสามารถในด้านมิตีสัมพันธ์แบบซ้อน

ภาพจะค้นหาในสิ่งที่ต้องการได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ แบบทดสอบซ่อนภาพ แบ่งออกเป็น

ก. แบบซ่อนเดียว หมายความว่าข้อเดียวมีภาพที่กำหนดให้เพียงภาพเดียว แล้วนำภาพนั้นไปซ่อนในตัวเลือกตัวหนึ่งที่ถูก

ข. แบบตัวซ่อนคงที่ วิธีการออกข้อสอบแบบนี้กำหนดตัวแบบที่ต้องการจะซ่อนคงที่ 5 ตัว หรือ 4 ตัว แล้วเขียนข้อสอบเป็นชุด ๆ

2. แบบทดสอบซ่อนภาพ ข้อสอบแต่ละข้อมักจะใช้วิธีการกำหนดภาพให้ทางซ้ายมือ 2 ภาพ แล้วถามว่าถ้าเอาภาพ 2 ภาพนี้ซ้อนทับกันจะเป็นภาพอะไร การซ่อนภาพไม่นิยมซ่อนแบบบิดไปบิดมาเป็นมุมต่าง ๆ มักนิยมซ้อนกันตรงไปตรงมาตามตำแหน่งเดิม

3. แบบทดสอบแยกภาพ มุ่งวัดความสามารถในการพิจารณาแยกภาพที่กำหนดให้ว่าถ้าแยกแล้วจะได้แก่กลุ่มใด วิธีสร้างข้อสอบมักจะกำหนดภาพให้ทางซ้ายมือ 1 ภาพแล้วลากเส้นประไว้ให้ทราบว่าจะแยกตามเส้นนั้น ส่วนตัวเลือกจะเป็นส่วนประกอบที่แยกออกวางเรียงให้อยู่ในลักษณะต่าง ๆ กัน

4. แบบทดสอบต่อภาพ แนวความคิดของแบบทดสอบชนิดนี้จะคล้าย ๆ กับแบบทดสอบแยกภาพ แตกต่างกันที่ภาพที่กำหนดให้เป็นภาพที่ไม่สมบูรณ์แล้วให้ผู้ตอบเลือกภาพที่เป็นคำตอบมาต่อให้เป็นภาพที่สมบูรณ์ โดยที่ตัวแบบมักจะอยู่ในรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า หรือสี่เหลี่ยมจัตุรัส หรือวงกลมเป็นส่วนใหญ่

5. แบบทดสอบหมุนภาพ แบบทดสอบนี้จะกำหนดภาพมาให้ทางซ้ายมือแล้วสร้างเงื่อนไขว่าจะหมุนภาพไปทางใดต้องบอกให้ชัดเจนว่า ทวนเข็มนาฬิกาหรือตามเข็มนาฬิกา แบบทดสอบนี้เรอร์สโตน สามารถให้มีได้หลายคำตอบ

6. แบบทดสอบประกอบภาพตามมิติ แบบทดสอบนี้จะกำหนดภาพมาให้ทางซ้ายมือซึ่งจะเป็นแบบระนาบหรือมิติเดียวให้ดูก่อน ซึ่งส่วนใหญ่สมมุติให้เป็นแผ่นกระดาษแล้วให้ผู้ตอบพับเป็นรูปกล่องตามมิติ

7. แบบทดสอบหาคำตรงข้ามจากลูกบาศก์ เป็นแบบทดสอบที่ต้องอาศัยเหตุผลเข้าช่วยในการพิจารณาว่า ลูกบาศก์ที่ให้ไว้แต่ละหน้ามีสัญลักษณ์อะไร วิธีเขียนกำหนดลูกบาศก์ให้ไว้ก่อน 3 ลูก แล้วถามว่าคำตรงข้ามกับเครื่องหมายที่ให้ไว้เป็นเครื่องหมายอะไร

8. แบบทดสอบภาพตัดกระดาษ แบบทดสอบนี้ อาศัยจินตนาการจากการเอากระดาษซึ่งเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส หรือสี่เหลี่ยมผืนผ้า มาพับกลางแล้วตัดส่วนที่พับนั้นออก รู้ว่าเมื่อคลี่ออกมาแล้วน่าจะมีรูปแบบใด

9. แบบทดสอบการนับลูกบาศก์ แบบทดสอบประเภทนี้เป็นภาพแบบสามมิติจากการนำเอาลูกบาศก์มากองซ้อนทับกันโดยให้เห็นเป็นบางส่วน แล้วให้ผู้ตอบใช้จินตนาการนับลูกบาศก์นั้นตามความเป็นจริง

10. แบบทดสอบประกอบส่วนย่อย แบบทดสอบลักษณะนี้ โจทย์จะกำหนดส่วนประกอบย่อยมาให้แล้วถามว่าเมื่อนำส่วนประกอบย่อยมารวมกันโดยถูกวิธีแล้วจะได้ภาพเป็นรูปใด

ลักษณะความสำคัญของแบบทดสอบวัดความถนัดด้านการรับรู้ ตามแนวทฤษฎีหลายองค์ประกอบของเธอร์สโตน ได้มีผู้เสนอลักษณะของแบบทดสอบแยกออกเป็น 2 แบบ คือ ให้หาความแตกต่าง และให้หาความเหมือนกันของภาพ ตัวเลขหรือตัวอักษร (ล้วน สายยศ 2522 : 118-119) ส่วน วัณญา วิศาลภรณ์ (2522 : 76) ได้เสนอรูปแบบของแบบทดสอบวัดความถนัดด้านการรับรู้อีกรูปแบบหนึ่งคือ ให้หาตัวเลขหรือตัวอักษรที่กลับกัน

สำหรับในต่างประเทศ ได้มีแบบทดสอบวัดความถนัดที่สร้างขึ้นตามทฤษฎีของเธอร์สโตนขึ้นเป็นชุด ซึ่งในแต่ละชุดจะประกอบด้วยแบบทดสอบย่อยที่วัดความสามารถทางสมองหลาย ๆ ด้าน เช่น Differential Aptitude Test (DAT) ประกอบด้วยแบบทดสอบย่อยแปดฉบับ ซึ่งสร้างโดย Bennett, Seashore และ Wesman ในปี ค.ศ. 1947 และในแปดฉบับนี้มีอยู่ฉบับหนึ่งที่เป็นการวัดด้านการรับรู้ มีชื่อว่า Clerical Speed and Accuracy หลักการใหญ่ ๆ จะถามในลักษณะให้ตรวจว่า ในแต่ละข้อที่กำหนดชุดของตัวเลขหรือตัวอักษรที่สลับที่กันหัวข้อ ซึ่งจะมีชุดหนึ่งที่ขีดเส้นใต้ไว้ ให้หาว่าเป็นชุดใดในกระดาษคำตอบที่แตกต่างไปจากกลุ่ม ในปี ค.ศ. 1957 ฟลานาแกน (John C. Flanagan) ได้สร้างแบบทดสอบย่อยจำนวน 19 ฉบับ เพื่อใช้วัดความถนัดในการประกอบอาชีพต่าง ๆ ถึง 38 อาชีพ เรียกแบบทดสอบชุดนี้ว่า Flanagan Aptitude Classification Test หรือเรียกแบบย่อว่า FACT มีชุดหนึ่งที่วัดการรับรู้คือ ฉบับที่มีชื่อว่า Inspection วิธีการถามแต่ละข้อจะกำหนดภาพมาให้ แล้วให้หาว่าภาพใดแตกต่างไปจากภาพอื่น ๆ (ล้วน สายยศ 2522 : 57 - 66) แบบทดสอบอีกชุดหนึ่งคือ The General Aptitude Test Battery หรือเรียกชื่อย่อว่า GATB ซึ่งสร้างโดยกรมแรงงานของสหรัฐอเมริกา เพื่อใช้ในการให้คำปรึกษาเกี่ยวกับอาชีพ ประกอบด้วยแบบทดสอบที่เป็น

ข้อเขียนแปดฉบับ มีอยู่สองฉบับที่วัดการรับรู้ ฉบับแรกมีชื่อเรียกว่า Form Perception ประกอบด้วยชุดของรูปลายเส้นต่าง ๆ จำนวนสองชุด ให้ผู้สอบดูว่าในแต่ละรูปของชุดที่สอง เหมือนกับรูปใดในชุดแรก และอีกฉบับหนึ่งมีชื่อว่า Clerical Perception เป็นแบบทดสอบ ที่ให้ผู้ตอบเปรียบเทียบชื่อที่กำหนดให้เป็นคู่ ๆ ว่าเขียนหรือสะกดเหมือนกันหรือต่างกัน

แบบทดสอบที่ประกอบด้วยข้อสอบที่วัดความสามารถด้านการรับรู้โดยเฉพาะ ได้แก่แบบทดสอบ A.C.E.R. Speed and Accuracy Test สร้างในปี ค.ศ.1947 โดยสภาการ วิทยาลัยการศึกษาของออสเตรเลีย ประกอบด้วยแบบทดสอบคู่ขนานสองฉบับที่มีลักษณะ เหมือนกัน แบบให้สังเกตว่าคู่ที่กำหนดให้เหมือนหรือต่างกัน ชนิดของตัวเลขและบอกชื่อ จำนวนตอนละ 160 ข้อ โดยใช้เวลาทำเพียงตอนละ 6 นาทีเท่านั้น นอกจากนี้ยังมีแบบ ทดสอบ Clerical Aptitude Tests เรียกย่อว่า CAT เป็นแบบทดสอบที่ใช้ในการคัดเลือกคน เข้าทำงานเสมือนประกอบด้วยข้อสอบสองตอน คือ

ตอนที่หนึ่ง เป็นแบบตรวจสอบตัวเลข (Number Checking)

ตอนที่สอง เป็นแบบตรวจสอบชื่อ (Name Checking) (Karmel. 1978 : 222) ใน ลักษณะเดียวกัน ยังมีแบบทดสอบอื่นที่มีลักษณะเหมือนแบบทดสอบ CAT ได้แก่

1. The Minnesota Clerical Test
2. O'Rourke' Clerical Aptitude Tests
3. O'Connor Number Checking Test and Word Checking Test (Bingham.1937 :156-164)

ลักษณะของแบบทดสอบวัดด้านตัวเลขตามแนวทฤษฎีของเทอร์สโตนนั้นมีผู้คิด สร้างรูปแบบที่ต่างกันไปดังนี้ ล้วน สายยศ (2522 : 79-87) ได้กล่าวถึงลักษณะของแบบ ทดสอบวัดความถนัดทางด้านตัวเลขไว้สามแบบคือ แบบทดสอบอนุกรมทางเดียว แบบ ทดสอบอนุกรมหลายชั้น ซึ่งแยกเป็นอนุกรมหลายชั้นชนิดที่หาผิดตำแหน่งเดียว หาผิดสอง ตำแหน่งอนุกรมหลายมิติ และแบบทดสอบคณิตศาสตร์เชิงเหตุผล

สำหรับวิเชียร เกตุสิงห์ (2523: 12-13) เสนอว่าแบบทดสอบวัดความถนัดด้านตัวเลข สามารถแบ่งได้เป็นสองประเภทใหญ่ๆคือแบบโจทย์ปัญหา และแบบอนุกรมตัวเลข ส่วน บุญชม ศรีสะอาด (2521: 83 - 85) เสนอว่าแบบทดสอบวัดความถนัดด้านตัวเลขนั้นสามารถ แบ่งได้สี่แบบ ซึ่งสอดคล้องกับข้อเสนองานของสมบุรณ์ จิตพงศ์ และ สำเริง บุญเรืองรัตน์

(2524 :18-23) คือแบบทดสอบอนุกรมหรือแบบทดสอบเรียงลำดับ แบบทดสอบวัดทักษะ แบบทดสอบวัดสังเกต และแบบทดสอบวัดเจตคติปัญหา

ทองหล่อ วิภาวีน (2523 : 42-49) ได้กล่าวว่าการวัดความถนัดด้านตัวเลขสามารถแบ่งได้สองแบบ คือแบบทดสอบวัดคณิตศาสตร์เหตุผล และแบบทดสอบอนุกรม ซึ่งสามารถแยกย่อยไปอีกได้อีกสองลักษณะ คือแบบทดสอบอนุกรมหลายมิติ และอนุกรมหาที่ผิดแต่สำหรับ วิชา วิชาถาวรณ (2522 : 64-72) ได้แยกลักษณะของแบบทดสอบวัดความถนัดด้านตัวเลขไว้ห้าแบบดังนี้ แบบทดสอบอนุกรมธรรมดา แบบทดสอบคำนวณและแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ หวังพานิช (2523 : 192-195) ได้เสนอว่าความถนัดด้านตัวเลขสามารถวัดได้ด้วยแบบทดสอบสามลักษณะคือ แบบทดสอบวัดความสัมพันธ์ของจำนวนซึ่งแยกเป็น วัดค่าใกล้เคียงแบบอนุกรม แบบทดสอบพื้นฐานการคำนวณ และแบบทดสอบเจตคติปัญหา

การศึกษาเกี่ยวกับความถนัดทางด้านตัวเลขนั้น ชาวลา แพร์ดูลและคนอื่น ๆ ได้เขียนรายงานเกี่ยวกับโครงสร้างแบบทดสอบมาตรฐาน สำหรับวัดความถนัดทางการเรียนของวิทยาลัยวิชาการศึกษาประสานมิตรซึ่งเรียกย่อว่า CESAT (College of Education Scholastic Aptitude Test) โดยการใช้แบบทดสอบห้าฉบับคือ แบบทดสอบแบบจัดเข้าพวก แบบทดสอบตีความหมาย แบบทดสอบด้านตัวเลข แบบทดสอบสรุปความ แบบทดสอบมิติสัมพันธ์ สำหรับแบบทดสอบด้านตัวเลขนั้นเป็นการวัดความสามารถด้านจำนวนและปริมาณ มีข้อคำถาม 50 ข้อ ให้เวลาทำ 30 นาที ได้ค่าความเชื่อมั่นระหว่าง .71 - .75 และในปีต่อมาได้สร้างขึ้นมาใหม่โดยอาศัยการวิเคราะห์ข้อมูลจากปีที่แล้ว โดยการนำไปสอบคัดเลือกนิสิตชั้นปีที่หนึ่ง และปีที่สาม นิสิตวิชาเฉพาะและนิสิตปริญญาโทด้วย โดยเฉพาะแบบทดสอบความถนัดด้านคณิตศาสตร์เป็นการวัดมโนภาพทางตัวเลข มีข้อคำถาม 50 ข้อ ให้เวลาทำ 30 นาที ได้ค่าความเชื่อมั่นระหว่าง .77 - .81

ลักษณะของวิชาฟิสิกส์ ✓

ฟิสิกส์ โดยลักษณะเนื้อหาวิชาแล้วจะถูกแบ่งออกเป็นสาขาวิชาต่าง ๆ เช่น กลศาสตร์ ไฟฟ้า แสง เสียง เทอร์โมไดนามิกส์ คลื่น อะตอมฟิสิกส์ นิวเคลียร์ฟิสิกส์ เป็นต้น แต่การแบ่งสาขานี้เป็นเพียงการจัดกลุ่มเรื่องราวเท่านั้น ความจริง ในแต่ละสาขาวิชายังมี

ความสัมพันธ์กันในเนื้อเรื่อง และความเกี่ยวโยงในทฤษฎีต่าง ๆ (ไพโรจน์ ตีรณนากุล 2525 : 1)

ส่วนด้านการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ ปัจจุบันได้จัดตามความมุ่งหมายของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ โดยมีจุดประสงค์ดังนี้

1. เพื่อให้มีความเข้าใจในหลักการ และทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานของวิชาวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้มีความเข้าใจในลักษณะ ขอบเขตและข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้า และคิดค้นทางวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี
4. เพื่อให้มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์
5. เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์ และสภาพแวดล้อม ในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน
6. เพื่อนำความรู้ความเข้าใจในเรื่องของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ประโยชน์ต่อสังคม และการดำรงชีพอย่างมีคุณค่า (กรมวิชาการ 2535 : 111)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบวัดความถนัดแบบต่าง ๆ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีนักการศึกษาและนักจิตวิทยาทั้งในประเทศและต่างประเทศหลายท่านได้ทำการศึกษาไว้ ดังเช่น

สามารถ วีระสัมฤทธิ์ (2512 : 97-98) ได้หาความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพสมองบางประการกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 จำนวน 444 คน พบว่าแบบทดสอบมิติสัมพันธ์ชนิดซ้อนภาพ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์มีค่าสหสัมพันธ์ .2723

นคร เทพวรรณ (2521 : 26) ได้ศึกษาเกี่ยวกับสมรรถภาพสมองบางประการที่สัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเรขาคณิตชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า ความถนัดด้านเหตุผลแบบสรุปความและความถนัดด้านมิติสัมพันธ์แบบซ้อนภาพ มีค่าสหสัมพันธ์กับวิชาเรขาคณิต เท่ากับ .3676 และ .1873 ตามลำดับ

อรุณี เพชรเจริญ (2522 : 87-89) ได้ศึกษาตัวพยากรณ์บางตัวที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 368 คน โดยใช้แบบทดสอบความถนัด 5 ด้าน ได้แก่ ความจำ มิติสัมพันธ์ เหตุผล ภาษา และคณิตศาสตร์ สำหรับแบบทดสอบด้านมิติสัมพันธ์ประกอบด้วย หนูนาภาพ ซ่อนภาพ ประกอบภาพ และนับลูกบาศก์ พบว่า แบบทดสอบมิติสัมพันธ์สามารถเป็นตัวพยากรณ์ที่ดี

สวรรค์ อ่อนนาค (2511 : 38) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์กับสมรรถภาพสมองด้านเหตุผล พบว่า สมรรถภาพสมองทางด้านเหตุผลแบบสรุปความกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ มีค่าสหสัมพันธ์เท่ากับ .3524

พิบูล เกตุประดิษฐ์ (2522 : 70) ได้ใช้แบบทดสอบวัดความถนัด 12 ฉบับ ได้ทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ในเขตการศึกษา 12 จำนวน 934 คน เปรียบเทียบกับคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน พบว่า องค์กรประกอบความถนัดทางการเรียนคณิตศาสตร์ มี 3 องค์กรประกอบ คือ องค์กรประกอบด้านเหตุผล องค์กรประกอบด้านจำนวน และองค์กรประกอบด้านมิติสัมพันธ์

เชื่อว่าชาญ มีมาก (2525 : 68) ได้ศึกษาความสัมพันธ์แบบพหุคูณระหว่างความ
ถนัดด้านการรับรู้ตามทฤษฎีหลายองค์ประกอบ ของเรอร์สโคนกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในจังหวัดแพร่ ปีการศึกษา 2524 จำนวน 370 คน ได้สร้าง
แบบทดสอบวัดความถนัดหกฉบับ ได้แก่ ห้าภาพต่าง ห้าภาพเหมือน ห้าตัวเลขหรือตัวอักษร
เหมือนกัน ห้าตัวเลขหรือตัวอักษรกลับกัน ห้าตัวเหมือนสองชุด คู่เหมือน-คู่ต่าง กับผล
สัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ ภาษาไทย ภาษาอังกฤษ สังคมศึกษา
พบว่าค่า สหสัมพันธ์แบบพหุคูณระหว่างความถนัดด้านการรับรู้ทั้งหกฉบับกับผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนมีความสัมพันธ์แบบพหุคูณกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ สูง

สมศักดิ์ ลิลา (2522 : 33) ได้ทำการศึกษาห้วงค์ประกอบความสามารถทางช่างกลของนักเรียนมัธยมศึกษาในภาคกลาง โดยนำแบบทดสอบวัดความถนัดด้าน มิติสัมพันธ์ ความสามารถทางจักรกล ความสามารถทางด้านภาษา ความสามารถในการเรียงกราฟ ความสามารถในการรับรู้ ความสามารถในการลอกภาพ ความสามารถในการวางแผนควบคุมการใช้กล้ามเนื้อ ความสามารถในการวางแผนควบคุมการเคลื่อนไหวของนิ้วมือ ได้ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณระหว่างแบบทดสอบทั้งหมด กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ปลายภาคในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เท่ากับ .5060 องค์ประกอบที่ส่งผล ได้แก่ เหตุผล คณิตศาสตร์ การลอกภาพ เรื่องอัตราส่วน มิตีสัมพันธ์ เรื่องกราฟ และการรับรู้ ตามลำดับ

✓ สุวพร เข้มเฮง (2522 : 74) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความถนัดทางการเรียน กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนธุรกิจศึกษาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในเขตกรุงเทพมหานคร ปีการศึกษา 2521 ที่เลือกเรียนวิชาเอกธุรกิจศึกษา จำนวน 453 คน ได้สร้างแบบทดสอบวัดความถนัดจำนวนเจ็ดฉบับ ได้แก่ อ่านตาราง การรับรู้ อุปมาอุปไมย การใช้คำ มิตีสัมพันธ์ ความจำ และการคำนวณ พบว่าเฉพาะแบบทดสอบฉบับการรับรู้ ซึ่งเป็นแบบให้พิจารณาว่าเหมือนหรือต่างกัน จำนวน 48 ข้อ ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .8558

✓ ล้วน สายยศ (2511 : 59) ได้ศึกษาเพื่อค้นหาตัวพยากรณ์ที่ส่งผลต่อความสำเร็จในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักศึกษา ป.กศ. สูง โดยการใช้กลุ่มตัวอย่าง 573 คน จากวิทยาลัยครู 13 แห่ง พบว่า ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์ชนิดข้อรูปภาพกับแบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์มีค่าเท่ากับ .19

คำย เชิญฉวี (2519 : 18) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพทางสมองบางประการกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 318 คน โดยใช้แบบทดสอบความถนัดทางด้านจำนวนตัวเลข ภาษา เหตุผล มิตีสัมพันธ์ความจำ และการรับรู้ทางสายตา เกณฑ์คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ปรากฏว่าสมรรถภาพสมองทางด้านเหตุผล ภาษา จำนวนตัวเลข มิตีสัมพันธ์ เป็นตัวพยากรณ์ที่ดีในการพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรขาคณิต และยังพบว่าการเรียนวิชาเรขาคณิตในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ต้องอาศัยสมรรถภาพสมองทางด้านเหตุผลเป็นอันดับแรก และรองลงมา ได้แก่ ภาษา จำนวนตัวเลข และมิตีสัมพันธ์

สุธน สิทธิวิชาพร (2533 : 75) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง คะแนนจากแบบทดสอบวัดความถนัดด้านมิตีสัมพันธ์ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในจังหวัดตรัง จำนวน 382 คน ปรากฏว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีค่าเป็นบวกและมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สิริรัตน์ พงษ์พันธ์ (2513 : 42) ได้ศึกษาความเที่ยงตรงของแบบทดสอบคัดเลือกของนักเรียนช่าง กรมอาชีวศึกษา กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนช่างกลปทุมวัน กรุงเทพมหานคร 276 คนพบว่า แบบทดสอบด้านมิตีสัมพันธ์มีความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์ ต่อผลการเรียนทุกวิชา

จรินทร์ ประสงค์สม (2517 : 50 - 52) ได้ศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพสมองด้านรูปภาพกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 ในกรุงเทพ จำนวน 259 คน พบว่า สหสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบซ้อนภาพกับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มีค่าเท่ากับ .6375 และ .5298 ตามลำดับ

ภูเกียรติ เอี้ยวเจริญ (2528 : 99 - 100) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความถนัดทางการเรียนกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาวิทยาลัยพลศึกษาปีที่ 2 โดยใช้แบบทดสอบสมรรถภาพสมองตามแนวของเรอร์สโตน จำนวน 7 ฉบับ คือ ความจำเกี่ยวกับสัญลักษณ์ ความเข้าใจภาษา อุปมาอุปไมยภาพทรงเรขาคณิตทางเดียว ซ้อนภาพ ภาพเหมือน และ ความคล่องในการใช้คำ ผลการศึกษาพบว่า แบบทดสอบทุกฉบับมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

* สุชาติ ถีระกุล (2524 : 80) ได้ศึกษาองค์ประกอบบางประการที่สัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในจังหวัดนครสวรรค์ ปีการศึกษา 2523 จำนวน 422 คน โดยศึกษาถึงองค์ประกอบด้านสติปัญญา และองค์ประกอบด้านไม่ใช้สติปัญญา องค์ประกอบด้านสติปัญญา ได้ใช้แบบทดสอบวัดความถนัดจำนวน 9 ชุด ได้แก่ คำตรงข้าม ความเข้าใจภาษา อนุกรมตัวเลข จัดประเภทชนิดไม่เข้าพวก อุปมาอุปไมย สรุปความ ต่อภาพ ซ้อนภาพ การสังเกต พบว่าความถนัดที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ทุกชุดยกเว้นชุดต่อภาพ

วรนุช สิริภาพ (2524 : 61-65) ได้สร้างแบบทดสอบวัดความถนัดด้านเหตุผล ซึ่งประกอบด้วยแบบทดสอบ 6 ฉบับ คือ สรุปความ จัดประเภท อุปมาอุปไมย เรียงลำดับตัวอักษร เรียงลำดับตัวเลข และเรียงลำดับภาพ โดยใช้นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เป็นกลุ่มตัวอย่าง ผลจากการศึกษาพบว่า ค่าความยากเฉลี่ยอยู่ระหว่าง .5675 - .7823 และค่าความเชื่อมั่นอยู่ระหว่าง .7901 - .8858

สำหรับในต่างประเทศ บราวน์และจอห์นสัน (Brown and Johnson. 1952 : 3-4) ได้ใช้แบบทดสอบมาตรฐานหลายฉบับ เพื่อค้นหาองค์ประกอบที่ส่งผลต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์พบว่าผู้ที่จะเป็นนักวิทยาศาสตร์ได้จะต้องมีความสามารถในการอ่านและเข้าใจความหมายของภาษาได้ดีด้วย นอกจากนี้ยังพบว่า เหตุผลเชิงนามธรรม

(Abstract Reasoning) และเหตุผลเชิงภาษา (Verbal Reasoning) ก็เป็นองค์ประกอบสำคัญที่ส่งผลต่อการเรียนวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์

เนื่องจากภาษามีความสำคัญ ในรูปแบบทดสอบของ Flanagan Aptitude Classification Test (FACT) ที่ใช้ในการคัดเลือกนักฟิสิกส์จึงมีแบบทดสอบทางภาษารวมอยู่ด้วย (Flanagan. 1959 : 24)

สตินสัน (Stinson.1959:103-104) ได้ใช้แบบทดสอบวัดความถนัด ดี เอ ที (DAT) พยากรณ์เกรดเฉลี่ยของนักเรียน เมเปิลวูด (Maple Wood Missouri) จำนวน 69 คน พบว่าได้ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างเกรดเฉลี่ยกับแบบทดสอบ DAT เฉพาะด้านตัวเลขเพียงด้านเดียวมีค่าเท่ากับ .55 ซึ่งสูงกว่าด้านอื่น ๆ คือค่าสหสัมพันธ์ระหว่างเกรดเฉลี่ยกับความสามารถด้านภาษาเท่ากับ .45 ด้านมิติสัมพันธ์เท่ากับ .48 ด้านเหตุผลเท่ากับ .34

ในปี ค.ศ. 1961 กูดแมน (เกาเวนิช กุณาวัฒนาวุฒิ. 2517 : 18 ; อ้างอิงมาจาก Goodman. 1961) หาค่าความสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบความถนัดด้านการรับรู้ จำนวน ภาษา มิติสัมพันธ์ ความจำ เหตุผลแบบอุปมาน และเหตุผลแบบอนุมาน กับนักเรียนที่เรียนวิชาเคมี พบว่าค่าสหสัมพันธ์เท่ากับ .25 ถึง .46 ส่วนเลวิส (Lewis. 1967 : 2890) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความถนัด กับความสำเร็จในการเรียนและการประกอบอาชีพของนักเรียนที่สำเร็จจาก ไฮสกูลในรัฐเท็กซัส จำนวน 804 คน ใช้แบบทดสอบ GATB เป็นตัวพยากรณ์ พบว่า ความถนัดด้านตัวเลขและการรับรู้ สามารถพยากรณ์ความสำเร็จในการเรียนและการประกอบอาชีพได้ดีที่สุด ส่วนแมคคอร์ท (McCourt. 1967 : 4082) ได้ใช้แบบทดสอบความถนัด GATB ในการพยากรณ์ความสามารถในการจดตัวเลขของนักเรียนในโรงเรียนมัธยมแบบประสมในรัฐไอโอวา พบว่าความสามารถด้านภาษาและการรับรู้เป็นตัวพยากรณ์ที่ดีที่สุด

เวลล์แมน (ยรรยง ปักป้อง. 2534 : 43 ; อ้างอิงมาจาก Wellman. 1957) ได้ศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ด้านตัวเลขกับผลสัมฤทธิ์ในวิชาต่าง ๆ ศึกษาต่อกับกลุ่มตัวอย่าง 136 คน ที่ไอโอวา ฟอลล์ ไฮสกูล (Iowa Fall Highschool) ระดับเกรดสิบเอ็ดถึงระดับสิบสอง โดยใช้คะแนนจากแบบทดสอบ PMA พบว่าความสามารถด้านตัวเลขและความสามารถด้านภาษามีค่าสหสัมพันธ์กับวิชาวิทยาศาสตร์เท่ากับ .8127 ส่วนค่าสหสัมพันธ์ กับวิชาคณิตศาสตร์ นั้น องค์ประกอบด้านตัวเลขและด้านมิติสัมพันธ์ มีค่าสหสัมพันธ์กับวิชาคณิตศาสตร์ เท่ากับ .7559

คราวเดอร์ (Crowder. 1957 : 281 - 286) ได้ศึกษาผลการใช้แบบทดสอบ The Holzinger - Crowder Uni - Factor Test กับนักเรียนระดับปีที่ 3 และปีที่ 4 โดยมีแบบทดสอบจำนวน 9 ฉบับ แต่มีองค์ประกอบทางสมองเพียง 4 ด้านคือด้านภาษา (Verbal) มิติสัมพันธ์ (Spatial) ตัวเลข (Numerical) และเหตุผล (Reasoning) สำหรับความสามารถด้านตัวเลขนั้นสร้างอยู่ในแบบทดสอบฉบับที่ 5 และฉบับที่ 6 ซึ่งจะประกอบด้วยแบบอนุกรม แบบโจทย์ปัญหาที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์พื้นฐานเรื่อง การบวก ลบ คูณ หาร ในลักษณะการหาผลลัพธ์ที่เหลือจากการแบ่ง ความคล่องแคล่วในการเปลี่ยนแปลงตัวเลขง่าย ๆ พบว่า แบบทดสอบวัดความสามารถด้านตัวเลข มีค่าสหสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เท่ากับ .53 วิชาวิทยาศาสตร์เท่ากับ .33 วิชาสังคมศึกษาเท่ากับ .54 และคะแนนรวมทุกวิชาเท่ากับ .44

ในการใช้แบบทดสอบความถนัดพยากรณ์เกรดเฉลี่ยในการเรียนทางด้านวิชาชีพนั้น วัดเลย์ และ เมอร์วิน (ประเสริฐ ทิศกลาง. 2532 : 20 ; อ้างอิงมาจาก Watley and Merwin. 1964.) ได้ศึกษาโดยใช้แบบทดสอบวัดความถนัดทางการเรียน เอส เอ ที ด้านคณิตศาสตร์ และ ด้านภาษา (SAT:Mathematic-Verbal) พยากรณ์เกรดเฉลี่ยของนิสิตวิทยาลัยบริหารธุรกิจ (College of Business Administration) ที่มหาวิทยาลัยเคนเนดีย์ พบว่า แบบทดสอบวัดความถนัดทางด้านวิชาคณิตศาสตร์ได้ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณเป็น .45 ด้านภาษาเท่ากับ .28 ซึ่งจะเห็นว่าแบบทดสอบวัดความถนัดด้านคณิตศาสตร์ พยากรณ์เกรดเฉลี่ยได้ดีกว่าแบบทดสอบวัดความถนัดด้านภาษา ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ เลวิส (Lewis. 1967 : 2890) ซึ่งศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง ความถนัดกับความสำเร็จในการเรียนและการประกอบอาชีพที่สำเร็จจากไฮสกูลในรัฐเท็กซัส จำนวน 804 คน โดยใช้แบบทดสอบ จี เอ ที บี (GATB: General Aptitude Test Battery) เป็นตัวพยากรณ์พบว่าตัวพยากรณ์ความสำเร็จในการเรียนและการประกอบอาชีพได้ดีที่สุดคือ ความสามารถด้านตัวเลขและความคล่องแคล่วว่องไวในการรับรู้

ในปี ค.ศ. 1977 วินสตัน (Winston. 1978 : 6626-A) ได้นำแบบทดสอบวัดการรับรู้ด้านมอเตอร์จำนวน 6 ฉบับ กับแบบทดสอบของเวทเลอร์ ไปทดสอบกับนักเรียนอายุ 8 - 14 ปี จำนวน 105 คน พบว่า ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบด้านการรับรู้ทั้ง 6 ฉบับ กับแบบทดสอบของเวทเลอร์ มีค่าสูง

✓ เรอร์สโตน (Johnson. 1955 : 410 citing Thurstone) ได้ศึกษาค่าสหสัมพันธ์ของการคิดหาเหตุผลกับความสามารถด้านต่าง ๆ โดยศึกษากับเด็กอายุ 10 - 18 ปีจำนวน 1,000 คน โดยใช้แบบทดสอบการคิดหาเหตุผลประเภทเรียงลำดับอักษร และการจัดกลุ่มตัวอักษร พบว่าการคิดหาเหตุผลมีความสัมพันธ์กับความสามารถด้านจำนวน เท่ากับ .54 ด้านความคล่องแคล่วในการใช้คำเท่ากับ .48 ด้านภาษาเท่ากับ .54 ด้านมิติสัมพันธ์เท่ากับ .38 ด้านความจำเท่ากับ .39 และด้านความสามารถทั่วไป เท่ากับ .84

เบนเนตต์, ซีซอร์ และ เวสมัน (Bennett Seashore and Wesman. 1956 : 81 - 91) ได้ศึกษาความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ ดี เอ ที (DAT) ซึ่งเป็นแบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองประกอบด้วย แบบทดสอบชุดย่อย ๆ หลายชุด ปรากฏว่า แบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์เป็นองค์ประกอบที่มีความเที่ยงตรงสูงต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ชั้นสูงเท่ากับ 0.53 และพบว่าแบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ส่งผลต่อความสำเร็จในการเรียน ซึ่งประกอบด้วย แบบทดสอบความสามารถทางสมองย่อย ๆ และมีแบบทดสอบฉบับหนึ่งเป็นแบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ ปรากฏว่าแบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์มีความเที่ยงตรงต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เท่ากับ .35

แอคเคอร์สัน (Ackerson. 1966 : 44) ได้ศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งแยกเป็น ฟิสิกส์ เคมี และชีววิทยา โดยวิชาคณิตศาสตร์ใช้แบบทดสอบ SMSG วิชาฟิสิกส์ใช้แบบทดสอบ PSSC วิชาเคมี ใช้แบบทดสอบ CAB และวิชาชีววิทยาใช้แบบทดสอบ BSCS ผลปรากฏว่านักเรียนที่เรียนวิชาฟิสิกส์จำเป็นต้องมีพื้นฐานคณิตศาสตร์นั้นคือวิชาฟิสิกส์กับวิชาคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

✓ จากผลการศึกษางานวิจัยดังกล่าวข้างต้นจะเห็นได้ว่า ความสามารถทางสมองที่เกี่ยวข้องกับวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์นั้นประกอบด้วย ความสามารถด้านภาษาแบบความเข้าใจภาษา ความสามารถด้านตัวเลขแบบโจทย์ปัญหา ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์แบบซ้อนภาพ ความสามารถด้านเหตุผลแบบสรุปความ และความสามารถด้านการรับรู้แบบหาภาพต่างกัน ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงเลือกแบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองทั้ง 5 ด้านมาทำการศึกษาวิจัยเพื่อหาข้อสรุปต่อไป

สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า

1. ความสามารถทางสมองด้านภาษา ความสามารถทางสมองด้านตัวเลข ความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ ความสามารถทางสมองด้านเหตุผล และความสามารถทางสมองด้านการรับรู้ มีความสัมพันธ์กับความสามารถทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ทางบวก

2. มีความสามารถทางสมองบางด้าน ที่ส่งผลต่อความสามารถทางการเรียนวิชาฟิสิกส์

บทที่ 3

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2538 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา ในจังหวัดอ่างทอง จำนวน 8 โรงเรียน จำนวนนักเรียนทั้งหมด 468 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2538 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา ในจังหวัดอ่างทอง ซึ่งเลือกมาโดยการสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified random sampling) โดยใช้ขนาดโรงเรียนเป็นชั้น (Strata) และมีนักเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม (Sampling Unit) ได้จำนวนนักเรียน 222 คน ตามขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ประมาณขนาดกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ด้วยความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ ($\alpha = .05$) เมื่อเทียบจากตารางขนาดกลุ่มตัวอย่างที่ควรเลือกจากประชากร พบว่าจะต้องใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 222 คน (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ 2536 : 260)

ขั้นที่ 2 แบ่งโรงเรียนออกเป็น 2 ขนาด คือ โรงเรียนขนาดใหญ่ และโรงเรียนขนาดกลาง ซึ่งจากการสำรวจมีโรงเรียนขนาดใหญ่ 3 โรงเรียน มีนักเรียน 353 คน โรงเรียนขนาดกลาง 5 โรงเรียน มีนักเรียน 115 คน

ขั้นที่ 3 สุ่มนักเรียนจากโรงเรียนขนาดใหญ่และขนาดกลาง ด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยมีนักเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม (Sampling Unit) ด้วยอัตราส่วนประมาณ 50 % ได้จำนวนนักเรียน 222 คน ดังแสดงในตาราง 1

ตาราง 1 รายชื่อโรงเรียน ขนาดโรงเรียน และจำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

ลำดับที่	โรงเรียน	จำนวนนักเรียน
1	อ่างทองปัทมโรจน์วิทยาคม	86
2	สตรีอ่างทอง	38
3	วิเศษไชยชาญตันติวิทยานุกูล	43
4	โพธิ์ทองจินตคามณี	25
5	ป่าโมกษวิทยานุกูล	7
6	ราชสถิตย์วิทยา	9
7	แสวงหาวิทยาคม	7
8	สามโก้วิทยาคม	7
รวม		222

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. แบบทดสอบวัดความสามารถทางสมอง 5 ฉบับ ตามแนวทฤษฎีของเรอร์สโตนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น คือ
 - 1.1 แบบทดสอบความสามารถทางสมองด้านภาษา
 - 1.2 แบบทดสอบความสามารถทางสมองด้านตัวเลข
 - 1.3 แบบทดสอบความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์

1.4 แบบทดสอบความสามารถทางสมองด้านเหตุผล

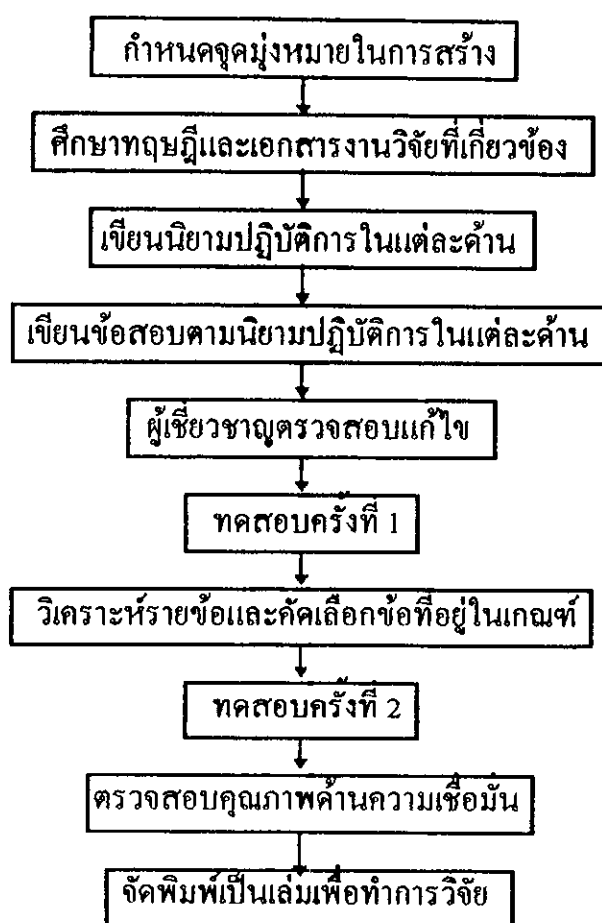
1.5 แบบทดสอบความสามารถทางสมองด้านการรับรู้

2. แบบทดสอบวัดความสามารถทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามเนื้อหา
ในแบบเรียนวิชาฟิสิกส์ เล่ม 3 (ว 022) และจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม จำนวน 40 ข้อ

ขั้นตอนในการดำเนินการสร้างเครื่องมือ

ผู้วิจัย ได้ดำเนินการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยแบ่งออกเป็น 2
แบบ คือ แบบทดสอบวัดความสามารถทางสมอง 5 ด้าน และแบบทดสอบวัดความสามารถ
ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ซึ่งมีลำดับขั้นตอนการสร้างดังนี้

1. แบบทดสอบวัดความสามารถทางสมอง 5 ด้าน มีขั้นตอนการสร้างดังนี้



ภาพประกอบ 3 ลำดับขั้นตอนในการดำเนินการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถทางสมอง

จากลำดับขั้นในการสร้างแบบทดสอบ โดยเริ่มต้นจาก

1. กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบทดสอบ

1.1 เพื่อสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถทางสมอง 5 ด้าน คือ ด้านภาษา ด้านจำนวน ด้านมิติสัมพันธ์ ด้านเหตุผล และด้านการรับรู้ ตามทฤษฎีของเรอร์สโตน

1.2 เพื่อนำคะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถทางสมอง 5 ด้าน มาหาความสัมพันธ์กับความสามารถทางการเรียนวิชาฟิสิกส์

1.3 เพื่อหา ความสามารถทางสมองที่ส่งผลต่อความสามารถทางการเรียนวิชาฟิสิกส์

2. ศึกษาทฤษฎีและเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยได้ศึกษาทฤษฎีความสามารถทางสมองของนักการศึกษาไว้หลายท่าน และยังได้ศึกษาเอกสาร ผลงานการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎีหลายองค์ประกอบของเรอร์สโตน เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบและการวิจัย

3. เขียนนิยามปฏิบัติการของความสามารถทางสมองในแต่ละด้าน ตามทฤษฎีของเรอร์-สโตน เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบ

4. การเขียนข้อสอบ

4.1 เขียนข้อสอบตามนิยามปฏิบัติการที่ได้กำหนดไว้ โดยใช้แบบทดสอบปรนัย ชนิดเลือกตอบ ซึ่งมีจำนวนข้อในแต่ละฉบับดังนี้

4.1.1 แบบทดสอบความสามารถด้านภาษา เป็นแบบทดสอบความเข้าใจภาษา โดยกำหนดข้อความมาให้แล้วให้ตอบคำถาม จำนวน 50 ข้อ

4.1.2 แบบทดสอบความสามารถด้านตัวเลขเป็นแบบทดสอบด้านคณิตศาสตร์เหตุผล จำนวน 50 ข้อ

4.1.3 แบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ เป็นแบบทดสอบที่ให้พิจารณาว่าภาพใดทางขวามือที่มีขนาดเท่ากัน แต่ทิศทางตรงกันข้ามกับภาพที่กำหนด จำนวน 50 ข้อ

4.1.4 แบบทดสอบความสามารถด้านเหตุผล เป็นแบบทดสอบที่ให้หาข้อสรุปโดยกำหนดข้อความหรือสถานการณ์มาให้ จำนวน 50 ข้อ

4.1.5 แบบทดสอบความสามารถด้านการรับรู้ เป็นแบบทดสอบที่ให้หาว่าภาพใดทางด้านขวามือไม่เหมือนกับภาพที่กำหนดให้ทางด้านซ้ายมือ จำนวน 50 ข้อ

4.2 นำแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเที่ยงตรง ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ ปรากฏว่าแบบทดสอบที่วัดในแต่ละด้านวัดได้ตรงตามนิยามที่ตั้งไว้ แต่มีข้อความและคำถามในแบบทดสอบความสามารถทางภาษาที่ต้องปรับปรุงแก้ไขเพื่อให้แบบทดสอบมีความชัดเจนยิ่งขึ้น ผู้วิจัยได้ทำการปรับปรุงแก้ไขข้อความให้เหมาะสมตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ แล้วจัดพิมพ์เป็นฉบับเพื่อนำไปทดสอบครั้งที่ 1

5. การทดลองแบบทดสอบ

5.1 นำแบบทดสอบทั้ง 5 ฉบับที่ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ โรงเรียนอยุธยาวิทยาลัย จำนวน 132 คน เพื่อนำผลมาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนก โดยใช้เทคนิค 27 % ได้ค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบแต่ละฉบับจากการเปิดตารางของ จุง เทห์ ฟาน (Chung - Teh- Fan) ดังรายละเอียดในตาราง 5 - 9 (ภาคผนวก) คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ .20 - .80 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้นไป และจากการวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อแล้วปรากฏว่าได้แบบทดสอบที่ผ่านเกณฑ์ โดยคัดเลือกไว้ฉบับละ 25 ข้อ ซึ่งมีค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนก ดังนี้

5.1.1 แบบทดสอบความสามารถทางสมองด้านภาษา มีค่าความยากง่ายระหว่าง 0.243 ถึง 0.757 และมีค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.209 ถึง 0.579

5.1.2 แบบทดสอบความสามารถทางสมองด้านตัวเลข มีค่าความยากง่ายระหว่าง 0.216 ถึง 0.754 และมีค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.215 ถึง 0.452

5.1.3 แบบทดสอบความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ มีค่าความยากง่ายระหว่าง 0.324 ถึง 0.784 และมีค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.286 ถึง 0.771

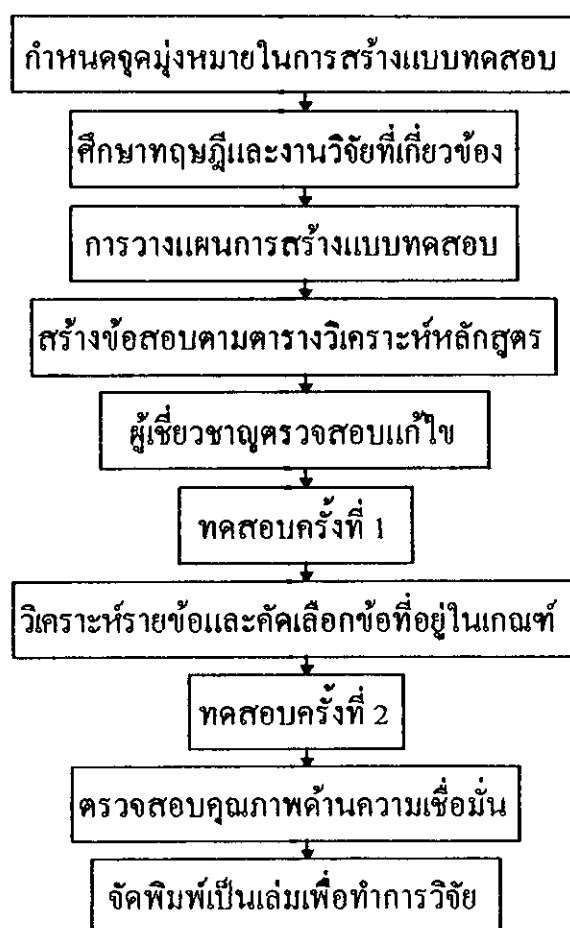
5.1.4 แบบทดสอบความสามารถทางสมองด้านเหตุผล มีค่าความยากง่ายระหว่าง 0.216 ถึง 0.730 และมีค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.203 ถึง 0.631

5.1.5 แบบทดสอบความสามารถทางสมองด้านการรับรู้ มีค่าความยากง่ายระหว่าง 0.633 ถึง 0.800 และมีค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.404 ถึง 0.706

5.2 นำแบบทดสอบที่ได้รับการคัดเลือกแล้วจากการทดลองครั้งที่ 1 ไปทดสอบครั้งที่ 2 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ โรงเรียนจอมสุรางค์อุปถัมภ์จำนวน 118 คน เพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบแต่ละฉบับ โดยใช้สูตรคูเดอร์ - ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson) KR-20 ปรากฏว่าได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความสามารถด้านภาษา ด้านตัวเลข ด้านมิติสัมพันธ์ ด้านเหตุผล และด้านการรับรู้ เท่ากับ 0.649, 0.792, 0.865, 0.769 และ 0.919 ตามลำดับ

6. จัดพิมพ์แบบทดสอบเป็นฉบับ เพื่อนำไปใช้เก็บข้อมูลในการทำวิจัย

2. แบบทดสอบวัดความสามารถทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ มีขั้นตอนการสร้างดังนี้



ภาพประกอบ 4 ลำดับขั้นในการดำเนินการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

จากแผนภาพในการสร้างแบบทดสอบ

1. กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบทดสอบ

1.1 เพื่อสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถทางการเรียนวิชาฟิสิกส์

1.2 เพื่อนำคะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ไปหาความสัมพันธ์กับความสามารถทางสมองทั้ง 5 ด้าน

2. ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

3. การวางแผนการสร้างแบบทดสอบ

3.1 ศึกษาจุดมุ่งหมายและเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ (ว 022) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) กระทรวงศึกษาธิการ ซึ่งมีลำดับบทและหัวข้อดังนี้

บทที่ 8 สมดุลกล

8.1 สมดุลกล

8.2 สมดุลต่อการเลื่อนที่

8.3 การหาแรงลัพธ์ และการรวมเวกเตอร์โดยวิธีสร้างรูป

8.4 การแยกแรงและการหาแรงลัพธ์โดยวิธีคำนวณ

8.5 แรงเสียดทาน

8.6 ศูนย์กลางมวลและศูนย์กลางถ่วง

8.7 สมดุลต่อการหมุน

8.8 สมดุลสัมบูรณ์

8.9 เสถียรภาพของสมดุล

8.10 การนำหลักการของสมดุลไปประยุกต์

บทที่ 9 งานและพลังงาน

9.1 งาน

9.2 การหางานด้วยวิธีคำนวณจากพื้นที่ใต้กราฟ

9.3 กำลัง

9.4 พลังงาน

9.5 พลังงานจลน์

9.6 พลังงานศักย์

9.7 กฎการอนุรักษ์พลังงาน

9.8 การใช้พลังงาน

9.9 เครื่องกล

บทที่ 10 การชนและโมเมนตัม

10.1 โมเมนตัมคืออะไร

10.2 แรงและการเปลี่ยนโมเมนตัม

10.3 การคลและแรงคล

10.4 การชน

10.5 กฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตันและกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม

3.2 สร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตรตามขั้นตอนดังนี้

3.2.1 ศึกษาจุดมุ่งหมายของหลักสูตร จุดมุ่งหมายทั่วไปของวิชาฟิสิกส์ เพื่อวิเคราะห์จุดมุ่งหมายทั่วไปเป็นจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยการพิจารณาร่วมกับคณะกรรมการวิเคราะห์หลักสูตรจำนวน 5 คน

3.2.2 คณะกรรมการวิเคราะห์หลักสูตร ร่วมกันวิเคราะห์หลักสูตรด้านเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ที่ต้องการจะวัดว่า แต่ละเนื้อหาจะวัดพฤติกรรมด้านใด เป็นจำนวนเท่าใด

4. สร้างข้อสอบตามตารางวิเคราะห์หลักสูตร โดยสร้างเป็นแบบทดสอบชนิด 5 ตัวเลือก จำนวน 60 ข้อ แล้วนำแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อหา ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญปรากฏว่า แบบทดสอบวัดได้ตรงตามเนื้อหาและจุดประสงค์ของหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) ของกระทรวงศึกษาธิการ แล้วนำไปพิมพ์เป็นฉบับ เพื่อนำไปทดสอบครั้งที่ 1

5. การทดลองแบบทดสอบ

5.1 นำแบบทดสอบที่ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ โรงเรียนอยุธยาวิทยาลัย จำนวน 132 คน เพื่อนำผลมาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนก โดยใช้เทคนิค 27 % ได้ค่าความ

ยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ จากการเปิดตารางของ จุง เตห์ ฟาน (Chung - Teh - Fan) ดังรายละเอียดในตาราง 15 (ภาคผนวก) คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่าย ตั้งแต่ .20 - .80 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้นไป และจากการวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ แล้ว ปรากฏว่าได้แบบทดสอบที่ผ่านเกณฑ์ โดยคัดเลือกไว้จำนวน 40 ข้อ มีค่าความยากง่าย ระหว่าง 0.211 ถึง 0.758 และมีค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.208 ถึง 0.593

5.2 นำแบบทดสอบที่ได้รับการคัดเลือกแล้วจากการทดลองครั้งที่ 1 ไปทดสอบ ครั้งที่ 2 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ โรงเรียนจอมสุรางค์อุปถัมภ์จำนวน 118 คน เพื่อหาค่าความเชื่อมั่น โดยใช้สูตร คูเดอร์ - ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson) KR-20 ปรากฏว่าได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความสามารถทางการเรียน วิชาฟิสิกส์เท่ากับ 0.754

6. จัดพิมพ์แบบทดสอบเป็นฉบับ เพื่อนำไปใช้เก็บข้อมูลในการทำวิจัย

ลักษณะของแบบทดสอบ

1. แบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองทั้ง 5 ฉบับ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีลักษณะดังนี้

1.1 แบบทดสอบความสามารถด้านภาษา เป็นแบบทดสอบความเข้าใจภาษาโดยกำหนดข้อความมาให้แล้วให้ตอบคำถาม ดังตัวอย่าง

“วันจะจรจากน้องสิบสองคำ	พอจวนย่ำรุ่งเร่งออกจากท่า
รำลึกถึงดวงจันทร์ครรโลลา	พื่อดังดาแลเลตามแพราย”

(๐) การเดินทางครั้งนี้ใช้พาหนะใด ?

ก. ม้า

ข. รถ

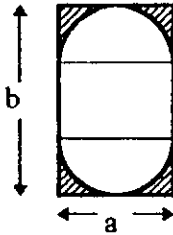
ค. แพ

(ง.) เรือ

จ. ข้าง

1.2 แบบทดสอบความสามารถด้านตัวเลข เป็นแบบทดสอบด้านคณิตศาสตร์
เหตุผล ดังตัวอย่าง

(0) จากรูป ส่วนที่แรเงามีพื้นที่เท่าไร ?



ก. ab

ข. πa^2

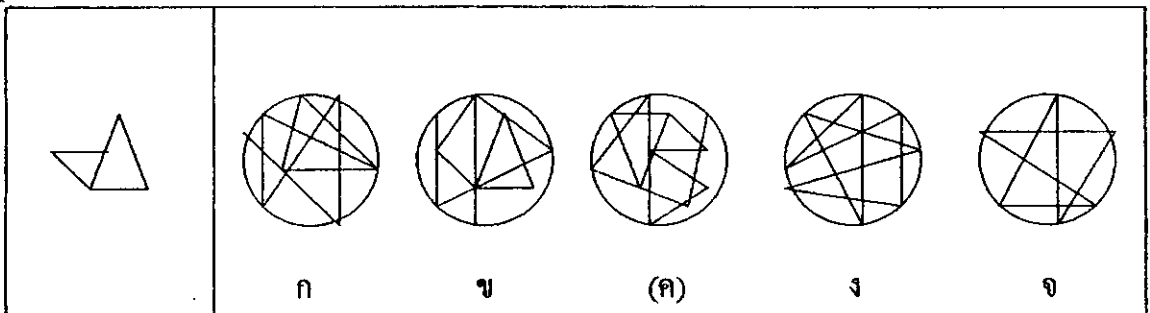
(ค.) $a^2(1 - \pi/4)$

ง. $ab + \pi a^2/4$

จ. $a^2 + ab + b^2$

1.3 แบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ เป็นแบบทดสอบที่ให้พิจารณาว่า
ภาพใดทางขวามือที่มีขนาดเท่ากัน แต่ทิศทางตรงกันข้าม ดังตัวอย่าง

(0)



1.4 แบบทดสอบความสามารถด้านเหตุผล เป็นแบบทดสอบที่ให้หาข้อสรุปโดย
กำหนดข้อความหรือสถานการณ์มาให้ ดังตัวอย่าง

(0) คนไทยเป็นคนใจบุญ พล เป็นคนไทยที่นับถือศาสนาพุทธ ส่วนศิริก
เป็นคนไทยที่นับถือศาสนาคริสต์ ฉะนั้น

ก. พล เป็นคนใจบุญ

ข. ศิริก เป็นคนใจบุญ

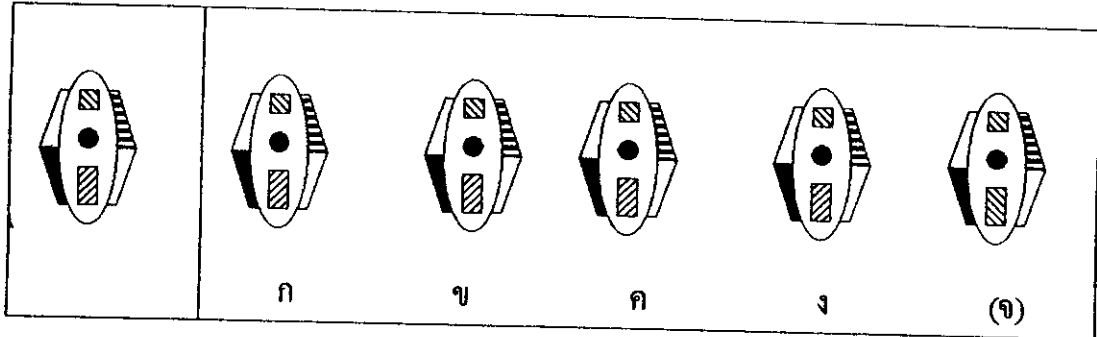
(ค.) พล และศิริก เป็นคนใจบุญ

ง. ผู้นับถือศาสนาพุทธ เป็นคนใจบุญ

จ. ผู้นับถือศาสนาคริสต์ เป็นคนใจบุญ

1.5 แบบทดสอบความสามารถด้านการรับรู้ เป็นแบบทดสอบที่ให้หาว่าภาพใดทางด้านขวามือ ไม่เหมือนกับภาพที่กำหนดให้ทางด้านซ้ายมือ ดังตัวอย่าง

(0)



2. แบบทดสอบวัดความสามารถทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามเนื้อหาในแบบเรียนวิชาฟิสิกส์ เล่ม 3 (ว 022) และจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ดังตัวอย่าง

(0) จากรูป งานที่ทำได้มีค่าเท่าไร ?

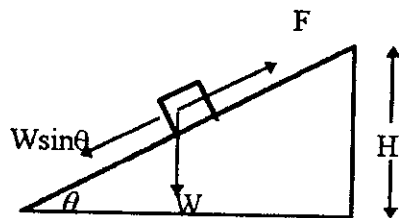
(ก.) $W.H$

ข. $F.H$

ค. $W \sin \theta . H$

ง. $(W - F).H$

จ. $(F - W \sin \theta).H$



วิธีดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยนำแบบทดสอบทั้งหมด ไปทดสอบกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง โดยมีวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลดังนี้

1. ติดต่อกับโรงเรียนที่ถูกเลือกเป็นกลุ่มตัวอย่าง โดยกำหนดวัน และเวลาอย่างชัดเจน

2. เตรียมข้อสอบให้เพียงพอกับจำนวนนักเรียนที่สอบในแต่ละครั้ง วางแผนดำเนินการสอบและผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอบเอง
3. อธิบายให้นักเรียนในกลุ่มตัวอย่างเข้าใจวัตถุประสงค์ และประโยชน์ที่ได้รับจากการทำแบบทดสอบ
4. อธิบายวิธีการตอบแบบทดสอบให้เข้าใจก่อนที่จะเริ่มทำ
5. นำกระดาษคำตอบมาตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้แล้วนำผลที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าสถิติ

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบคือ ค่าเฉลี่ย($\bar{X}$) ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน(S)
2. ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความสามารถทางสมอง โดยใช้สูตรคูเดอร์ - ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson) KR-20 (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ 2536 : 168)

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

r_{tt} แทน ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

n แทน จำนวนข้อในแบบทดสอบ

p แทน สัดส่วนของผู้ที่ตอบถูกในแต่ละข้อ

q แทน สัดส่วนของผู้ที่ตอบผิดในแต่ละข้อ ($1 - p$)

s_t^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนทั้งหมด

3. ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient) โดยใช้สูตร *Pearson Product Moment Correlation Coefficient*

$$r_{xy} = \frac{N \sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{[N \sum X^2 - (\sum X)^2][N \sum Y^2 - (\sum Y)^2]}}$$

r_{xy} แทน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

X แทน คะแนนของแบบทดสอบชุดแรก

Y แทน คะแนนของแบบทดสอบชุดหลัง

N แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่าง

4. สัมประสิทธิ์การกระจายการกระจายของคะแนน (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2531 : 117)

$$CV = \frac{S}{\bar{X}} \times 100$$

CV แทน สัมประสิทธิ์การกระจายของคะแนน

S แทน ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน

$\bar{X}$ แทน คะแนนเฉลี่ย

5. จำนวนค่าต่าง ๆ ได้แก่ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ พร้อมทั้งทดสอบนัยสำคัญทางสถิติ ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ พร้อมทั้งทดสอบนัยสำคัญทางสถิติ ค่าสัมประสิทธิ์ของการพยากรณ์ ค่าความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์แบบพหุคูณ ค่าคงที่ของสมการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ โดยใช้การคำนวณจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ SPSS /PC

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

เพื่อให้เข้าใจตรงกันในการแปลผลการวิเคราะห์ข้อมูลครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์และอักษรย่อต่าง ๆ ไว้ดังนี้

N	แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
n	แทน จำนวนข้อของแบบทดสอบ
$\bar{X}$	แทน คะแนนเฉลี่ย
S	แทน ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน
S^2	แทน ความแปรปรวนของคะแนน
SE_b	แทน ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของสัมประสิทธิ์ตัวพยากรณ์
CV	แทน สัมประสิทธิ์การกระจายของคะแนน
X_1	แทน คะแนนแบบทดสอบความสามารถทางสมองด้านตัวเลข
X_2	แทน คะแนนแบบทดสอบความสามารถทางสมองด้านภาษา
X_3	แทน คะแนนแบบทดสอบความสามารถทางสมองด้านเหตุผล
X_4	แทน คะแนนแบบทดสอบความสามารถทางสมองด้านการรับรู้
X_5	แทน คะแนนแบบทดสอบความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์
$\sum X$	แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบ
Y	แทน คะแนนแบบทดสอบความสามารถทางการเรียนวิชาฟิสิกส์
r_u	แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
R	แทน ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ
r_{xy}	แทน ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์
b	แทน น้ำหนักความสำคัญในรูปคะแนนดิบ
β	แทน น้ำหนักความสำคัญในรูปคะแนนมาตรฐาน

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เสนอเป็นลำดับดังนี้

1. ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนแบบทดสอบความสามารถทางสมองด้านต่าง ๆ และแบบทดสอบความสามารถทางการเรียนวิชาฟิสิกส์
2. ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในระหว่างความสามารถทางสมองด้านต่าง ๆ กับความสามารถทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ และสหสัมพันธ์พหุคูณระหว่างความสามารถทางสมองด้านต่าง ๆ กับความสามารถทางการเรียนวิชาฟิสิกส์
3. ค่าน้ำหนักความสำคัญ (Beta Weight) ของแบบทดสอบความสามารถทางสมองด้านต่าง ๆ กับความสามารถทางการเรียนวิชาฟิสิกส์

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนจากแบบทดสอบความสามารถทางสมองด้านตัวเลข ด้านภาษา ด้านเหตุผล ด้านการรับรู้ ด้านมิติสัมพันธ์ และแบบทดสอบความสามารถทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ จากการนำแบบทดสอบไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 222 คน ได้ค่าสถิติพื้นฐาน คือ คะแนนเฉลี่ย ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย ปรากฏผลดังตาราง 2

ตาราง 2 แสดงค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนแบบทดสอบความสามารถทางสมองด้านต่าง ๆ และแบบทดสอบความสามารถทางการเรียนวิชาฟิสิกส์

แบบทดสอบ	n	$\sum X$	$\bar{X}$	S	CV
ความสามารถทางสมองด้านตัวเลข	25	25	11.185	4.724	42.235
ความสามารถทางสมองด้านภาษา	25	25	15.032	3.573	23.769
ความสามารถทางสมองด้านเหตุผล	25	25	12.847	4.637	36.094
ความสามารถทางสมองด้านการรับรู้	25	25	21.617	4.797	22.191
ความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์	25	25	13.847	5.712	41.251
ความสามารถทางการเรียนวิชาฟิสิกส์	40	40	18.525	5.609	30.278

จากตาราง 2 แสดงให้เห็นว่า คะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบความสามารถทางสมองทั้ง 5 ฉบับ มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 11.185 ถึง 21.617 โดยแบบทดสอบความสามารถทางสมองด้านการรับรู้มีคะแนนเฉลี่ยสูงสุด รองลงมาคือ แบบทดสอบความสามารถทางสมองด้านภาษา แบบทดสอบความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ แบบทดสอบความสามารถทางสมองด้านเหตุผล และแบบทดสอบความสามารถทางสมองด้านตัวเลขมีคะแนนเฉลี่ยต่ำสุด เมื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบแต่ละฉบับกับครั้งหนึ่งของคะแนนเต็มแล้ว จะเห็นว่าแบบทดสอบความสามารถทางสมองด้านการรับรู้เป็นแบบทดสอบที่ค่อนข้างง่าย ส่วนแบบทดสอบความสามารถทางสมองด้านภาษา ด้านมิติสัมพันธ์ และด้านเหตุผลเป็นแบบทดสอบที่มีความยากง่ายในระดับปานกลาง ส่วนแบบทดสอบความสามารถทางสมองด้านตัวเลขเป็นแบบทดสอบที่ค่อนข้างยาก สำหรับแบบทดสอบความสามารถทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ มีคะแนนเฉลี่ย 18.525 ซึ่งมีค่าต่ำกว่าครั้งหนึ่งของคะแนนเต็ม เมื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบความสามารถทางการเรียนวิชาฟิสิกส์กับครั้งหนึ่งของคะแนนเต็มแล้ว จะเห็นว่าแบบทดสอบความสามารถทางการเรียนวิชาฟิสิกส์เป็นแบบทดสอบที่ค่อนข้างยาก

✓ สำหรับค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของแบบทดสอบความสามารถทางสมองทั้ง 5 ฉบับ พบว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 3.573 ถึง 5.712 และเมื่อเปรียบเทียบการกระจายของคะแนน

แบบทดสอบความสามารถทางสมองแต่ละฉบับ ซึ่งพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์การกระจายของคะแนนแบบทดสอบความสามารถทางสมองทั้ง 5 ฉบับ พบว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 22.191 ถึง 42.235 โดยแบบทดสอบความสามารถทางสมองด้านตัวเลข มีค่าสัมประสิทธิ์การกระจายสูงสุด และแบบทดสอบความสามารถทางสมองด้านการรับรู้ มีค่าสัมประสิทธิ์การกระจายต่ำสุด ส่วนแบบทดสอบความสามารถทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ พบว่ามีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 5.609 และมีค่าสัมประสิทธิ์การกระจายของคะแนน เท่ากับ 30.278 แสดงว่าเป็นแบบทดสอบที่มีการกระจายของคะแนนมากกว่าแบบทดสอบความสามารถทางสมองด้านภาษา และแบบทดสอบความสามารถทางสมองด้านการรับรู้ เท่ากับ 6.509 และ 8.087 ตามลำดับ และมีการกระจายของคะแนนน้อยกว่าแบบทดสอบความสามารถทางสมองด้านเหตุผล ด้านมิติสัมพันธ์ และด้านตัวเลข เท่ากับ 5.816, 10.973 และ 11.957 ตามลำดับ

2. ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในระหว่างความสามารถทางสมองด้านต่าง ๆ กับความสามารถทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ได้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในและสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ ผลปรากฏดังแสดงในตาราง 3

ตาราง 3 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในของคะแนนแบบทดสอบความสามารถทางสมอง
ด้านต่าง ๆ สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนแบบทดสอบความสามารถทาง
สมองด้านต่าง ๆ กับคะแนนแบบทดสอบความสามารถทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ และ
สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณระหว่างคะแนนแบบทดสอบความสามารถทางสมอง กับ
คะแนนแบบทดสอบความสามารถทางการเรียนวิชาฟิสิกส์

ตัวแปร	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	Y
X ₁	1.0000	.4008**	.4086**	.1930*	.3490**	.7286**
X ₂		1.0000	.4274**	.1217	.2494**	.4520**
X ₃			1.0000	.0466	.2902**	.5516**
X ₄				1.0000	.2595**	.2081**
X ₅					1.0000	.3194**
Y						1.0000
	R = .7886		F = 71.0723**		R ² = .6220	

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

✓จากตาราง 3 พบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างความสามารถทางสมองด้าน
ต่าง ๆ กับความสามารถทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ มีความสัมพันธ์กันทางบวกอย่างมีนัยสำคัญ
ทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกด้าน โดยีค่าตั้งแต่ .2081 ถึง .7286 ส่วนความสามารถทาง
สมองด้านการรับรู้กับความสามารถทางสมองด้านตัวเลขมีความสัมพันธ์กันทางบวกอย่างมี
นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สำหรับความสามารถทางสมองด้านภาษากับความสามารถ
ทางสมองด้านการรับรู้ และความสามารถทางสมองด้านเหตุผลกับความสามารถทางสมอง
ด้านการรับรู้มีความสัมพันธ์กันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อพิจารณาค่าสหสัมพันธ์
พหุคูณระหว่างความสามารถทางสมองด้านต่าง ๆ กับความสามารถทางการเรียนวิชาฟิสิกส์
พบว่ามีค่าสหสัมพันธ์พหุคูณเท่ากับ .7886 ซึ่งมีความสัมพันธ์กันทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทาง

สถิติที่ระดับ .01 แสดงว่า ความสามารถทางสมองด้านต่าง ๆ มีลักษณะที่วัดรวมกับความสามารถทางการเรียนวิชาฟิสิกส์และสามารถทำนายผลได้ถูกต้อง 62.20 %

3. คำนำน้หนักความสำคัญ (Beta Weight) ของแบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองด้านต่าง ๆ กับความสามารถทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ได้คำนำน้หนักความสำคัญ ดังแสดงในตาราง 4

ตาราง 4 น้หนักความสำคัญ (Beta Weight) ของแบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองด้านต่าง ๆ กับความสามารถทางการเรียนวิชาฟิสิกส์

ตัวแปร	β	b	SE _b	t
X ₁	.5615	.8427	.0741	11.372**
X ₂	.1001	.1986	.0959	2.071*
X ₃	.2763	.4223	.0749	5.642**
X ₄	.0750	.1012	.0591	1.713
X ₅	-.0011	-.0013	.0529	-0.024

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

✓ จากตาราง 4 พบว่าแบบทดสอบความสามารถทางสมองด้านตัวเลข แบบทดสอบความสามารถทางสมองด้านภาษา แบบทดสอบความสามารถทางสมองด้านเหตุผล แบบทดสอบความสามารถทางสมองด้านการรับรู้และแบบทดสอบความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์มีค่าน้หนักความสำคัญในรูปคะแนนมาตรฐานอยู่ระหว่าง -0.0011 ถึง 0.5615 และน้หนักความสำคัญในรูปคะแนนดิบมีค่าอยู่ระหว่าง -0.0013 ถึง 0.8427 โดยความสามารถทางสมองด้านตัวเลข และความสามารถทางสมองด้านเหตุผลมีน้หนักความสำคัญที่ส่งผลต่อความสามารถทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ✓ ส่วนความสามารถทางสมองด้านภาษามีน้หนักความสำคัญที่ส่งผลต่อความสามารถทางการเรียน

วิชาฟิสิกส์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05/และความสามารถทางสมองด้านตัวเลข ส่งผลต่อความสามารถทางการเรียนวิชาฟิสิกส์สูงสุด และรองลงมาได้แก่ ความสามารถทางสมองด้านเหตุผล และความสามารถทางสมองด้านภาษา ส่วนความสามารถทางสมองด้านการรับรู้และความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ ส่งผลต่อความสามารถทางการเรียนวิชาฟิสิกส์อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถทางสมองกับความสามารถทางการเรียนวิชาฟิสิกส์
2. เพื่อศึกษาว่าความสามารถทางสมองด้านใด ที่ส่งผลต่อความสามารถทางการเรียนวิชาฟิสิกส์

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2538 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา ในจังหวัดอ่างทอง ซึ่งเลือกมาโดยการสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified random sampling) โดยใช้ขนาดโรงเรียนเป็นชั้น (Strata) และมีนักเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม (Sampling Unit) ได้จำนวนนักเรียน 222 คน ตามขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ประมาณขนาดกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ด้วยความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ ($\alpha = .05$) เมื่อเทียบจากตารางขนาดกลุ่มตัวอย่างที่ควรเลือกจากประชากร พบว่าจะต้องใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 222 คน (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ 2536 : 260)

ขั้นที่ 2 แบ่งโรงเรียนออกเป็น 2 ขนาด คือ โรงเรียนขนาดใหญ่ และโรงเรียนขนาดกลาง ซึ่งจากการสำรวจมีโรงเรียนขนาดใหญ่ 3 โรงเรียน มีนักเรียน 353 คน โรงเรียนขนาดกลาง 5 โรงเรียน มีนักเรียน 115 คน

ขั้นที่ 3 สุ่มนักเรียนจากโรงเรียนขนาดใหญ่ และขนาดกลาง ด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยมีนักเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม (Sampling Unit) ด้วยอัตราส่วนประมาณ 50 % ได้จำนวนนักเรียน 222 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. แบบทดสอบวัดความสามารถทางสมอง 5 ฉบับ ตามแนวทฤษฎีของเธอร์สตันที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามนิยามปฏิบัติการและหาคุณภาพของเครื่องมือซึ่งประกอบด้วย

1.1 แบบทดสอบความสามารถทางสมองด้านภาษา จำนวน 25 ข้อ มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.243 ถึง 0.757 ค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.209 ถึง 0.579 และค่าความเชื่อมั่น 0.649

1.2 แบบทดสอบความสามารถทางสมองด้านตัวเลข จำนวน 25 ข้อ มีค่าความยากง่ายระหว่าง 0.216 ถึง 0.754 ค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.215 ถึง 0.452 และค่าความเชื่อมั่น 0.792

1.3 แบบทดสอบความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ จำนวน 25 ข้อ มีค่าความยากง่ายระหว่าง 0.324 ถึง 0.784 ค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.286 ถึง 0.771 และค่าความเชื่อมั่น 0.865

1.4 แบบทดสอบความสามารถทางสมองด้านเหตุผล จำนวน 25 ข้อ มีค่าความยากง่ายระหว่าง 0.216 ถึง 0.730 ค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.203 ถึง 0.631 และค่าความเชื่อมั่น 0.769

1.5 แบบทดสอบความสามารถทางสมองด้านการรับรู้ จำนวน 25 ข้อ มีค่าความยากง่ายระหว่าง 0.633 ถึง 0.800 ค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.404 ถึง 0.706 และค่าความเชื่อมั่น 0.919

2. แบบทดสอบวัดความสามารถทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามเนื้อหาในแบบเรียนวิชาฟิสิกส์ เล่ม 3 (ว 022) และจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม จำนวน 40 ข้อ มีค่าความยากง่ายระหว่าง 0.211 ถึง 0.758 ค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.208 ถึง 0.593 และค่าความเชื่อมั่น 0.754

วิธีดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยนำแบบทดสอบทั้งหมด ไปทดสอบกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง โดยมีวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลดังนี้

1. ติดต่อกับโรงเรียนที่ถูกเลือกเป็นกลุ่มตัวอย่าง กำหนดวัน และเวลาอย่างชัดเจน
2. เตรียมข้อสอบให้เพียงพอกับจำนวนนักเรียนที่สอบในแต่ละครั้ง วางแผนดำเนินการสอบ และผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอบเอง
3. อธิบายให้นักเรียนในกลุ่มตัวอย่างเข้าใจวัตถุประสงค์ และประโยชน์ที่ได้รับจากการทำแบบทดสอบ
4. อธิบายวิธีการตอบแบบทดสอบให้เข้าใจก่อนเริ่มทำ
5. นำกระดาษคำตอบมาตรวจให้คะแนน โดยใช้เกณฑ์ตอบถูกให้ 1 คะแนน ตอบผิดหรือไม่ตอบเลย หรือตอบมากกว่า 1 คำตอบ ให้ 0 คะแนน
6. นำผลที่ได้มาทำการวิเคราะห์หาค่าสถิติ และทดสอบสมมติฐาน

การวิเคราะห์ข้อมูล

หลังจากการเก็บรวบรวมข้อมูลแล้ว ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้ คือ

1. ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองด้านต่าง ๆ และแบบทดสอบความสามารถทางการเรียนวิชาฟิสิกส์
2. ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในระหว่างความสามารถทางสมองด้านต่าง ๆ กับความสามารถทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ และสหสัมพันธ์พหุคูณระหว่างความสามารถทางสมองด้านต่าง ๆ กับความสามารถทางการเรียนวิชาฟิสิกส์
3. คำนี้นักความสำคัญ (Beta Weight) ของแบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองด้านต่าง ๆ กับความสามารถทางการเรียนวิชาฟิสิกส์

สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. แบบทดสอบความสามารถทางสมองทั้ง 5 ฉบับ เมื่อนำไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างได้คะแนนเฉลี่ยทั้ง 5 ฉบับ มีค่าอยู่ระหว่าง 11.185 ถึง 21.847 โดยแบบทดสอบความสามารถทางสมองด้านการรับรู้มีคะแนนเฉลี่ยสูงสุด ซึ่งสูงกว่าครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็ม แสดงว่า แบบทดสอบความสามารถทางสมองด้านการรับรู้มีความยากไม่มากนัก ส่วนแบบทดสอบความสามารถทางสมองด้านภาษา แบบทดสอบความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ แบบทดสอบความสามารถทางสมองด้านเหตุผล และแบบทดสอบความสามารถทางสมองด้านตัวเลขมีความยากง่ายอยู่ในระดับปานกลาง สำหรับแบบทดสอบความสามารถทางการเรียนวิชาฟิสิกส์มีคะแนนเฉลี่ย 18.525 ซึ่งแสดงว่าแบบทดสอบฉบับนี้อยู่ในเกณฑ์ค่อนข้างยาก และเมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์การกระจายพบว่า แบบทดสอบความสามารถทางสมองด้านตัวเลขมีค่าการกระจายสูงสุด เท่ากับ 42.235 รองลงมาคือแบบทดสอบความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ แบบทดสอบความสามารถทางสมองด้านเหตุผล แบบทดสอบความสามารถทางสมองด้านภาษา และแบบทดสอบความสามารถทางสมองด้านการรับรู้ มีค่าสัมประสิทธิ์การกระจายของคะแนนต่ำสุด เท่ากับ 22.191

2. ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างความสามารถทางสมองด้านต่าง ๆ กับความสามารถทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ มีความสัมพันธ์กันทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกด้าน โดยมีค่าตั้งแต่ .2081 ถึง .7286 ส่วนความสามารถทางสมองด้านการรับรู้กับความสามารถทางสมองด้านตัวเลขมีความสัมพันธ์กันทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สำหรับความสามารถทางสมองด้านภาษากับความสามารถทางสมองด้านการรับรู้ และความสามารถทางสมองด้านเหตุผลกับความสามารถทางสมองด้านการรับรู้มีความสัมพันธ์กันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อพิจารณาค่าสหสัมพันธ์พหุคูณระหว่างความสามารถทางสมองด้านต่าง ๆ กับความสามารถทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ พบว่ามีค่าสหสัมพันธ์พหุคูณเท่ากับ .7886 ซึ่งมีความสัมพันธ์กันทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่า ความสามารถทางสมองด้านต่าง ๆ มีลักษณะที่วัดรวมกับความสามารถทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ และสามารถทำนายผลได้ถูกต้อง 62.20 %

3. นำหนักความสำคัญของแบบทดสอบความสามารถทางสมองที่ส่งผลทางบวกต่อความสามารถทางการเรียนวิชาฟิสิกส์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 คือ ความสามารถทางสมองด้านตัวเลข รองลงมาคือ แบบทดสอบความสามารถทางสมองด้านเหตุผล และแบบทดสอบความสามารถทางสมองด้านภาษาส่งผลทางบวกต่อความสามารถทางการเรียนวิชาฟิสิกส์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนแบบทดสอบความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์และแบบทดสอบความสามารถทางสมองด้านการรับรู้ไม่ส่งผลต่อความสามารถทางการเรียนวิชาฟิสิกส์

อภิปรายผล

1. ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ ระหว่างความสามารถทางสมองด้านตัวเลข ความสามารถทางสมองด้านภาษา ความสามารถทางสมองด้านเหตุผล ความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์และความสามารถทางสมองด้านการรับรู้ กับความสามารถทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ มีค่าเท่ากับ .7886 ซึ่งสัมพันธ์กันทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 แสดงว่า ความสามารถทางสมองทั้ง 5 ด้าน มีลักษณะที่วัดรวมกับความสามารถทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ และสามารถทำนายผลได้ถูกต้อง 62.20 % และยังสอดคล้องกับผลการวิจัยของบราวน์และจอห์นสัน (Brown and Johnson. 1952 : 3 - 4) ที่ได้ทำการวิเคราะห์องค์ประกอบที่ส่งผลต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ คือ ความเข้าใจภาษา เหตุผลเชิงนามธรรม และเหตุผลเชิงภาษา และแอกเคอร์สัน (Ackerson. 1966 : 44) ก็ได้ทำการวิจัยหาความสัมพันธ์ระหว่างวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งแยกเป็น ฟิสิกส์ เคมี และชีววิทยา ผลปรากฏว่านักเรียนที่เรียนวิชาฟิสิกส์จำเป็นต้องมีพื้นฐานคณิตศาสตร์ นอกจากนี้แล้วยังสอดคล้องกับผลการวิจัยของสวอร์ค อ่อนนาค(2511 : 38) ที่พบว่า สมรรถภาพสมองด้านเหตุผลแบบสรุปความมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และสอดคล้องกับผลการวิจัยของสามารดี วีระสัมฤทธิ์(2512 : 97 - 98) ที่พบว่า แบบทดสอบมิติสัมพันธ์ชนิดซ้อนภาพกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กัน

2. นำหนักความสำคัญของแบบทดสอบความสามารถทางสมองที่ส่งผลต่อ ความสามารถทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 คือ แบบทดสอบความ

สามารถทางสมองด้านตัวเลข และแบบทดสอบความสามารถทางสมองด้านเหตุผล ส่วนแบบทดสอบความสามารถทางสมองด้านภาษาส่งผลต่อ ความสามารถทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งผลการศึกษาที่ได้สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ในข้อ 2 คือ มีความสามารถทางสมองบางด้านที่ส่งผลต่อความสามารถทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ และจากการวิจัยครั้งนี้ จะเสนอแบบทดสอบความสามารถทางสมองด้านตัวเลข ด้านเหตุผล มีความสัมพันธ์กับความสามารถทางการเรียนวิชาฟิสิกส์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และความสามารถทางสมองด้านภาษา มีความสัมพันธ์กับความสามารถทางการเรียนวิชาฟิสิกส์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ค่อนข้างสูงคือ มีค่าอยู่ระหว่าง .4520 ถึง .7286 จึงเป็นเหตุให้น้ำหนักความสำคัญของแบบทดสอบความสามารถทางสมองทั้ง 3 ด้านส่งผลต่อความสามารถทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ซึ่งแสดงว่าแบบทดสอบความสามารถทางสมองด้านตัวเลข ด้านเหตุผล และด้านภาษาส่งผลต่อความสามารถทางการเรียนวิชาฟิสิกส์

จากผลการวิจัยที่พบว่าความสามารถทางสมองด้านตัวเลข ด้านเหตุผล และด้านภาษาส่งผลต่อความสามารถทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ สวรรค์ อ่อนนาค (2511 : 38) ที่พบว่า สมรรถภาพสมองด้านเหตุผลแบบสรุปความมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และสุชาติ ลีตระกูล (2524 : 80) ซึ่งได้ศึกษาองค์ประกอบบางประการที่สัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ พบว่าความถนัดที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ คือ ความเข้าใจ ภาษา ชื่อนภาพ สรุปความ อุปมาอุปไมย อนุกรมตัวเลข การสังเกต และยังสอดคล้องกับผลการวิจัยของแอกเคอร์สัน (Ackerson. 1966 : 44) ที่ได้ทำการวิจัยหาความสัมพันธ์ระหว่าง วิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งแยกเป็น ฟิสิกส์ เคมี และชีววิทยา ผลปรากฏว่านักเรียนที่เรียนวิชาฟิสิกส์จำเป็นต้องมีพื้นฐานคณิตศาสตร์

ข้อเสนอแนะ

1. ควรใช้แบบทดสอบความสามารถทางสมองด้านตัวเลข ด้านเหตุผลและด้านภาษา เพื่อคัดนักเรียนเข้าแผนการเรียนวิทยาศาสตร์
2. ควรมีการวิจัยในลักษณะการวิเคราะห์ห้วงค์ประกอบความสามารถทางสมองด้านต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับแผนการเรียนวิทยาศาสตร์
3. ควรมีการวิจัยในลักษณะเดียวกันนี้กับความสามารถทางการเรียนวิชาเคมี ชีววิทยา และวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- เกษม สุธอม. ระเบียบวิธีสอนทั่วไป กระดาษไทย พิษณุโลก 2516, 348 หน้า
- ✓ กรมวิชาการ. หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533).
กรุงเทพฯ 2533, 334 หน้า
- กู้เกียรติ เอื้อวเจริญ. ความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพสมองบางประการกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาวิทยาลัยพลศึกษา. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2526. อัดสำเนา.
- จรินทร์ ประสงค์สม. ความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพสมองทางรูปภาพกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร, 2517. อัดสำเนา.
- ขวาล แพร์ดกุล. การทดสอบเพื่อค้นและพัฒนาสมรรถภาพ. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2517, 107 หน้า
- ขวาล แพร์ดกุล และคนอื่น ๆ. รายงานความก้าวหน้าของโครงสร้างของแบบทดสอบมาตรฐานความถนัดทางการเรียน เอกสารการวิจัยฉบับที่ 1 สำนักงานทดสอบทางการศึกษา และจิตวิทยา วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร 2508, 69 หน้า
- ขวลิต วัฒนวงศ์. การศึกษาสถานภาพและปัญหาเกี่ยวกับการเรียนและการสอนวิชาฟิสิกส์ในระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาชั้นสูงของสถานฝึกหัดครู ปีการศึกษา 2516. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : วิทยาลัยวิชาการศึกษาประสานมิตร, 2517. อัดสำเนา.
- ชาญชัย ทิพนนคร. การสร้างแบบทดสอบวัดความถนัดด้านตัวเลขสำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในจังหวัดสุพรรณบุรี. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2525. อัดสำเนา.
- ✓ เชื้อวชาญ มีมาก. ความสัมพันธ์ระหว่างความถนัดด้านการรับรู้กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2525. อัดสำเนา.
- เชิดศักดิ์ โฉมวาทินธุ์. การฝึกสมรรถภาพสมองเพื่อพัฒนาคุณภาพการคิด. ปรินญานิพนธ์ กศ.ค. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2530. อัดสำเนา.

คำย เชื้องนี้. ความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพทางสมองบางประการกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่3. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ:

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2519. อัดสำเนา.

✓ทองหล่อ วิภาวีน. การวัดความถนัด. สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2523, 135 หน้า

นคร เทพวรรณ. สมรรถภาพสมองบางประการที่สัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเรขาคณิตชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในจังหวัดชลบุรี. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2521. อัดสำเนา.

✓บุญชม ศรีสะอาด. ศึกษาแบบต่าง ๆ (Styles) ของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์ ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร ,2513. อัดสำเนา.

_____ การวัดและการประเมินผลทางการศึกษา. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม 2521, 192 หน้า

_____ การวัดเชาว์ปัญญาและความถนัด. ภาควิชาพื้นฐานการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม 252๒, 145 หน้า

ประเสริฐ ทิศกลาง. การเปรียบเทียบคุณภาพของแบบทดสอบอนุกรมสัมพันธ์ที่มีรูปแบบต่างกัน. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสาน มิตร, 2532. อัดสำเนา.

พิกุล เกตุประดิษฐ์. การวิเคราะห์องค์ประกอบความถนัดที่สัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2522. อัดสำเนา.

ไพโรจน์ ธีรชนากุล. พิลึกส์ 1. อักษรประเสริฐ กรุงเทพฯ 2525, 349 หน้า

ไพศาล หวังพานิช. การวัดผลการศึกษา. สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2523, 293 หน้า

ล้วน สายยศ. การค้นหาดัวยภาพกรณ์บางชนิดที่ส่งผลต่อความสำเร็จในการเรียนวิชาเอกคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาชั้นสูง ปีการศึกษา2510 ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : วิทยาลัยวิชาการศึกษา, 2511. อัดสำเนา.

✓ _____ หลักการสร้างแบบทดสอบความถนัด. สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ 2522, 184 หน้า

✓ ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. หลักการสร้างแบบทดสอบวัดความถนัด. วัฒนาพานิช 2527, 145 หน้า

_____ หลักการวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : ศึกษาพร จำกัด, 2531.

วรรณข สิริภาพ. การสร้างแบบทดสอบวัดความถนัดด้านเหตุผล. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2524. อัดสำเนา.

วิญญา วิศาลาภรณ์. การวัดความถนัดเบื้องต้น. คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ สงขลา 2522, 101 หน้า

สุวรรณค์ อ่อนนาค. ความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนสอบปลายปีวิชาวิทยาศาสตร์กับสมรรถภาพสมองด้านเหตุผลและความเชื่อในคตินิชาตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร, 2511. อัดสำเนา.

สามารถ วีระสัมฤทธิ์. สมรรถภาพสมองบางประการที่สัมพันธ์กับความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 7. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2512. อัดสำเนา.

สมบัติ ชิตพงษ์ และสำเริง บุญเรืองรัตน์. การวัดความถนัด. ไทยวัฒนาพานิช 2518, 106 หน้า

สมศักดิ์ ลีลา. การวิเคราะห์องค์ประกอบความสามารถทางช่างกลของโรงเรียนมัธยมศึกษาในภาคกลาง. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2522. อัดสำเนา.

สิริรัตน์ พงศ์พันธ์. ความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์ของแบบทดสอบคัดเลือกรักเรียนช่างของกรมอาชีวศึกษา. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2513. อัดสำเนา.

เสาวณีย์ คุณาวัฒนาวุฒิ. การศึกษาเปรียบเทียบองค์ประกอบของสมรรถภาพทางสมองด้านความจำทางภาษาตามทฤษฎีของกิลฟอร์ดกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2517. อัดสำเนา.

สุชาติ ประสิทธิ์รัฐสินธุ์, ธวัชชัย อาทรธุระสุขและพิสิฐ สุกรีพิงค์. สถิติสำหรับสำหรับการวิจัยทางสังคมศาสตร์. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช จำกัด, 2523. 182 หน้า

✓ สุชาติ ลีตระกูล. องค์ประกอบบางประการที่สัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในจังหวัดนครสวรรค์. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2524. อัดสำเนา.

- สุธน สัทธิตวิชาวพร. ความสัมพันธ์ระหว่างความถนัดด้านมิติสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2533. อัดสำเนา.
- สุพันธ์ ศลโกสม. ความสัมพันธ์ระหว่างความถนัดทางการเรียน การปรับตัว ความตั้งใจเรียน ความวิตกกังวลในการเรียน ความมุ่งหวังของผู้ปกครอง และฐานะทางเศรษฐกิจของผู้ปกครองกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร, 2516. อัดสำเนา
- สุวพร เข้มสง. ความสัมพันธ์ระหว่างความถนัดทางการเรียนกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนธุรกิจศึกษาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในกรุงเทพมหานคร. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2522, อัดสำเนา.
- อนันต์ ศรีโสภา. ทฤษฎีการวัดและการทดสอบ. กรุงเทพฯ ไทยวัฒนาพานิช, 2525
- อรุณี เพชรเจริญ. ตัวพยากรณ์ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2520, อัดสำเนา.
- Ackerson, Paul Berndt. "A Study of the Relationship between Achievement in PSSC Physics and Experience in Recently Developed Courses in Science and Mathematic," Dissertation Abstracts International. 27 : 44 ; July - September, 1966.
- Anastasi, Anne. Psychological Testing. Macmillan Company, New York, 1961, 657 p.
- Barnett, W, Leslie. Readings in Psychological Tests and Measurements. revised edition, The Dersey Press, Homewood, 1968, 393 p.
- Bennett, George K., Seashore, Harold G., and Wesman Alexander G. "The Differential Aptitude Tests : an overview." The Personal and Guidance Journal. 2 (35):81-91; October, 1996. 1956
- Bingham, Walter Van Dyke. Aptitudes and Aptitude Testing. Harper & Brothers Publishers, New York, 1937, 390 p.
- Brown, Kenneth E. and Phillip G. Johnson. "Education for the Talented in Mathematics and Science," Bulletin Office of Education Washington. 15 : 3 - 4; 1952.

- ✓ Cronbach, Lee J. Essentials of Psychological Testing. 3 rd. edition, Harper & Row Publishers, New York 1970, 752 p.
- Crowder, Norman A. "The Holzinger Crowder Uni-Factor Test," The Personal and Guidance Journal. 8 : 512 - 517 ; April, 1957.
- Edwards, Allen Lovis. Statistical method for the behavioral science. New York : Rinehart, 1954.
- Elliot, Walter Earl. "Relationships Between High School Physics Teacher Characteristics and Teacher - Student Attitude Toward Physics," Dissertation Abstracts. 33 : 623; September, 1972.
- Flanagan, John C. Flanagan Aptitude Classification Test. Chicaco, Science Research Association Inc. , 1959. 70 p.
- Freeman, Frank N. Theory Practice of Psychological Testing. 3rd New York, Holt Rinehart and Winston Inc, 1966.
- Garrett, Henry Edward. Testing for teachers. New York, American Book Co. 1959. 262 p.
- Goodman. C.H. Introduction to Psychology. New York, McMillan, 1961. 576 p.
- Guilford, J.P. Field of Psychology. 3rd. Edition, D. Van Nostrand Company, London, 1966 350 p.
- Guilford, J.P. and Fruchter, Benjamin. Fundamental Statistics in Psychology and Education 6th ed. Tokyo : McGraw-Hill Kongakusha, 1978.
- Gulliksen, Harold. Theory of Mental Tests. John Wiley & Sons, Inc, New York, 1967. 486 p.
- Hay, E.N. "Comparative Validities in Clerical Testing." Journal of Applied Psychology. 38 : 299 - 301; 1954.
- ✓ Kerlinger, Fred N. and Elazer J. Pedhazur. Multiple Regression in Behavioral Research. New York : Holt Rinehart and Winston, Inc, 1973.
- Lewis, Harry Jackson. "The Relationship Between Aptitudes and Success in Vocational and educational Pursuits," Dissertation Abstracts. 27 : 2890 - A, March, 1967.
- McCourt Edward Leo. "An Examination of General Aptitude Test Battery as a predictor of Initial Stenographic Employment." Dissertation Abstracts. 27 : 4028; March, 1967.

- Moskowitz, Marles J., and Orgel, Arther R. General Psychology, Houghton Mifflin Company, Boston, 1969, 450 p.
- Nunnally, Jum C. Educational Measurement and Evaluation, McGraw - Hill Book Company, New York, 1864, 440 p.
- Pools, William F. "Factors Related to Enrollment in Secondary School Physics," Dissertation Abstracts. 30 : 1541; November, 1969.
- Rutledge, Alvin Winston, Sr. "Patterns of Perceptual - Motor and Intelligence Scores for Learning Disables Elementary Students," Dissertation Abstracts. 38:6626-A; May, 1978.
- SPSS, Inc. SPSS Statistical Algorithms. New York : SPSS Inc., 1985.
- Stinson, Pairlee J. "Sex Differences Among Hign School Seniors," The Journal of Education Research." 53 : 103 - 104; February, 1959.
- Stone Beth and Mary Carol Day. "A Developmental Study of the Processes Underlying Solution of Figural Matrices," Child Development, 52 : 359 - 362; 1981.
- Stround, James B., Blommers, Paul, and Lauber, Margarct. "Correlation Analysis of WISC and Achievement Tests." The Journal of Educational Psychology, 18 : 18-26 ; January, 1957.
- ✓Thurstone, L.L. Primary mental Abilities, Chicago, The University of Chicago Press, 1957. 121p.
- Warren, Haward C. Dictionary of Psychology. New York, Houghton Mifflin Company, 1934. 372 p.
- Watley, Donivan, J.and Jack, C.Merwin. "The Effectiveness of Variable for Prediction Academic Achievement for Business Students." The Journal of Experimental Education. 33 : 189 - 192 ; Winter, 1964.
- Wood, Donald A. and Lebol, William K. "Differential and Overall Prediction of Academic Success in Engineering," Educational and Psychological Measurement, 18 : 1223-1228 ; 1968.

ภาคผนวก

ตาราง 5 ค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกรายตัวเลือกของแบบทดสอบความสามารถทางสมองด้านตัวเลข

ข้อ	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ	ข้อ	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ
1	ก	0.068	0.226	ใช้ได้	6	ก	0.297	0.146	ใช้ไม่ได้
	ข	0.076	0.088			ข	0.122	0.173	
	ค	0.014	0.158			ค	0.284	0.018	
	ง	0.051	0.235			*ง	0.081	0.123	
	*จ	0.754	0.387			จ	0.216	0.238	
2	ก	0.027	0.157	ใช้ไม่ได้	7	ก	0.095	0.023	ใช้ไม่ได้
	ข	0.135	0.032			*ข	0.324	0.123	
	ค	0.135	0.051			ค	0.068	0.128	
	*ง	0.270	0.001			ง	0.392	0.039	
	จ	0.432	0.065			จ	0.108	0.067	
3	ก	0.243	0.018	ใช้ได้	8	ก	0.041	0.085	ใช้ได้
	*ข	0.216	0.274			ข	0.149	0.141	
	ค	0.270	0.212			*ค	0.703	0.260	
	ง	0.203	0.005			ง	0.027	0.037	
	จ	0.027	0.041			จ	0.081	0.169	
4	ก	0.041	0.197	ใช้ได้	9	ก	0.135	0.013	ใช้ได้
	ข	0.068	0.116			*ข	0.297	0.215	
	*ค	0.676	0.435			ค	0.257	0.183	
	ง	0.041	0.229			ง	0.189	0.050	
	จ	0.162	0.199			จ	0.081	0.042	
5	ก	0.108	0.087	ใช้ได้	10	ก	0.068	0.216	ใช้ได้
	ข	0.027	0.041			ข	0.122	0.039	
	ค	0.122	0.260			ค	0.095	0.109	
	*ง	0.703	0.295			ง	0.108	0.067	
	จ	0.041	0.149			*จ	0.595	0.265	

หมายเหตุ * เป็นตัวเลือกที่ถูก

ตาราง 5 ค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกรายตัวเลือกของแบบทดสอบความสามารถทางสมองด้านตัวเลข

ข้อ	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ	ข้อ	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ
11	ก	0.122	0.115	ควรปรับปรุง	16	ก	0.243	0.074	ใช้ได้
	ข	0.041	0.027			ข	0.162	0.276	
	ค	0.108	0.158			*ค	0.392	0.278	
	*ง	0.257	0.184			ง	0.176	0.018	
	จ	0.473	0.149			จ	0.027	0.056	
12	ก	0.054	0.206	ใช้ไม่ได้	17	ก	0.230	0.079	ใช้ได้
	ข	0.257	0.032			*ข	0.216	0.251	
	*ค	0.243	0.074			ค	0.189	0.010	
	ง	0.311	0.223			ง	0.122	0.183	
	จ	0.135	0.032			จ	0.230	0.057	
13	ก	0.095	0.163	ควรปรับปรุง	18	ก	0.054	0.164	ใช้ไม่ได้
	ข	0.203	0.037			ข	0.149	0.096	
	*ค	0.284	0.179			ค	0.446	0.046	
	ง	0.203	0.010			*ง	0.270	0.100	
	จ	0.216	0.055			จ	0.068	0.010	
14	ก	0.311	0.185	ใช้ได้	19	ก	0.338	0.125	ใช้ไม่ได้
	ข	0.095	0.216			ข	0.108	0.025	
	ค	0.027	0.095			ค	0.176	0.098	
	*ง	0.554	0.346			ง	0.216	0.016	
	จ	0.014	0.067			*จ	0.149	0.017	
15	ก	0.162	0.031	ใช้ได้	20	ก	0.324	0.177	ใช้ไม่ได้
	ข	0.081	0.054			*ข	0.270	0.107	
	*ค	0.284	0.256			ค	0.162	0.131	
	ง	0.162	0.063			ง	0.135	0.059	
	จ	0.311	0.192			จ	0.108	0.198	

หมายเหตุ * เป็นตัวเลือกที่ถูก

ตาราง 5 ค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกรายตัวเลือกของแบบทดสอบความสามารถทางสมองด้านตัวเลข

ข้อ	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ	ข้อ	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ
21	ก	0.365	0.327	ใช้ไม่ได้	26	ก	0.243	0.168	ใช้ได้
	ข	0.189	0.082			*ข	0.297	0.222	
	ค	0.149	0.265			ค	0.243	0.125	
	ง	0.203	0.170			ง	0.081	0.192	
	*จ	0.081	0.177			จ	0.135	0.198	
22	*ก	0.676	0.388	ใช้ได้	27	ก	0.068	0.040	ใช้ได้
	ข	0.081	0.146			ข	0.230	0.064	
	ค	0.095	0.087			ค	0.405	0.201	
	ง	0.081	0.227			*ง	0.284	0.291	
	จ	0.054	0.164			จ	0.014	0.042	
23	ก	0.041	0.058	ใช้ได้	28	ก	0.095	0.259	ใช้ได้
	ข	0.216	0.123			*ข	0.297	0.242	
	ค	0.189	0.227			ค	0.054	0.150	
	ง	0.176	0.026			ง	0.351	0.095	
	*จ	0.378	0.243			จ	0.203	0.115	
24	ก	0.216	0.207	ใช้ได้	29	*ก	0.162	0.040	ใช้ไม่ได้
	*ข	0.608	0.380			ข	0.108	0.077	
	ค	0.081	0.008			ค	0.270	0.092	
	ง	0.054	0.247			ง	0.392	0.194	
	จ	0.041	0.213			จ	0.068	0.178	
25	ก	0.176	0.064	ใช้ได้	30	*ก	0.270	0.107	ใช้ไม่ได้
	ข	0.095	0.087			ข	0.122	0.048	
	ค	0.149	0.185			ค	0.311	0.056	
	*ง	0.500	0.267			ง	0.216	0.062	
	จ	0.081	0.065			จ	0.068	0.135	

หมายเหตุ * เป็นตัวเลือกที่ถูก

ตาราง 5 ค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกรายตัวเลือกของแบบทดสอบความสามารถทางสมองด้านตัวเลข

ข้อ	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ	ข้อ	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ
31	ก	0.149	0.326	ควรปรับปรุง	36	ก	0.095	0.120	ใช้ได้
	ข	0.270	0.042			ข	0.216	0.070	
	*ค	0.257	0.169			ค	0.257	0.147	
	ง	0.203	0.104			ง	0.176	0.089	
	จ	0.108	0.106			*จ	0.243	0.411	
32	*ก	0.135	0.051	ใช้ไม่ได้	37	ก	0.189	0.006	ใช้ได้
	ข	0.257	0.241			ข	0.189	0.203	
	ค	0.338	0.119			ค	0.189	0.030	
	ง	0.162	0.142			*ง	0.270	0.205	
	จ	0.068	0.085			จ	0.135	0.042	
33	ก	0.216	0.055	ใช้ไม่ได้	38	ก	0.135	0.041	ใช้ได้
	*ข	0.270	0.171			*ข	0.338	0.345	
	ค	0.189	0.267			ค	0.203	0.084	
	ง	0.257	0.162			ง	0.189	0.014	
	จ	0.041	0.058			จ	0.095	0.249	
34	ก	0.176	0.076	ควรปรับปรุง	39	ก	0.068	0.159	ใช้ได้
	ข	0.257	0.234			ข	0.254	0.311	
	ค	0.216	0.007			ค	0.102	0.198	
	*ง	0.162	0.313			ง	0.297	0.110	
	จ	0.162	0.037			*จ	0.271	0.427	
35	ก	0.176	0.064	ใช้ได้	40	ก	0.176	0.056	ใช้ไม่ได้
	ข	0.122	0.087			ข	0.284	0.074	
	ค	0.176	0.040			*ค	0.257	0.090	
	*ง	0.284	0.207			ง	0.054	0.323	
	จ	0.216	0.014			จ	0.189	0.006	

หมายเหตุ * เป็นตัวเลือกที่ถูก

ตาราง 5 ค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกรายตัวเลือกของแบบทดสอบความสามารถทางสมองด้านตัวเลข

ข้อ	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ	ข้อ	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ
41	ก	0.149	0.070	ใช้ไม่ได้	46	ก	0.176	0.010	ใช้ไม่ได้
	ข	0.270	0.191			ข	0.351	0.128	
	ค	0.297	0.215			ค	0.203	0.060	
	ง	0.162	0.082			ง	0.108	0.055	
	*จ	0.081	0.107			*จ	0.122	0.029	
42	ก	0.149	0.035	ใช้ไม่ได้	47	ก	0.081	0.038	ใช้ได้
	ข	0.297	0.036			ข	0.324	0.119	
	*ค	0.216	0.152			*ค	0.288	0.270	
	ง	0.149	0.114			ง	0.216	0.022	
	จ	0.135	0.051			จ	0.135	0.014	
43	ก	0.068	0.015	ใช้ไม่ได้	48	ก	0.135	0.023	ใช้ได้
	ข	0.257	0.083			*ข	0.243	0.249	
	ค	0.203	0.034			ค	0.338	0.054	
	*ง	0.149	0.080			ง	0.162	0.114	
	จ	0.284	0.058			จ	0.068	0.085	
44	ก	0.068	0.103	ใช้ได้	49	*ก	0.135	0.088	ใช้ไม่ได้
	ข	0.176	0.304			ข	0.176	0.064	
	ค	0.176	0.026			ค	0.324	0.038	
	ง	0.162	0.157			ง	0.270	0.121	
	*จ	0.392	0.452			จ	0.054	0.031	
45	ก	0.162	0.199	ใช้ได้	50	*ก	0.176	0.068	ใช้ไม่ได้
	ข	0.257	0.112			ข	0.189	0.239	
	ค	0.270	0.070			ค	0.230	0.124	
	*ง	0.219	0.305			ง	0.176	0.101	
	จ	0.081	0.073			จ	0.189	0.147	

หมายเหตุ * เป็นตัวเลือกที่ถูก

ตาราง 6 ค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกรายตัวเลือกของแบบทดสอบความสามารถด้านภาษา

ข้อ	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ	ข้อ	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ
1	*ก	0.108	0.255	ใช้ไม่ได้	6	ก	0.027	0.152	ใช้ได้
	ข	0.000	0.000			*ข	0.662	0.358	
	ค	0.824	0.266			ค	0.108	0.153	
	ง	0.000	0.000			ง	0.054	0.030	
	จ	0.068	0.087			จ	0.149	0.241	
2	*ก	0.553	0.442	ใช้ได้	7	*ก	0.905	0.333	ใช้ไม่ได้
	ข	0.068	0.074			ข	0.041	0.228	
	ค	0.230	0.395			ค	0.014	0.098	
	ง	0.122	0.188			ง	0.041	0.286	
	จ	0.027	0.162			จ	0.000	0.000	
3	*ก	0.500	0.283	ใช้ได้	8	ก	0.000	0.000	ใช้ไม่ได้
	ข	0.027	0.228			*ข	0.068	0.112	
	ค	0.014	0.098			ค	0.041	0.192	
	ง	0.081	0.286			ง	0.851	0.134	
	จ	0.378	0.087			จ	0.041	0.192	
4	ก	0.159	0.081	ใช้ได้	9	ก	0.041	0.324	ใช้ได้
	ข	0.054	0.204			*ข	0.662	0.358	
	ค	0.014	0.143			ค	0.041	0.176	
	ง	0.041	0.286			ง	0.162	0.090	
	*จ	0.732	0.315			จ	0.122	0.159	
5	ก	0.108	0.091	ใช้ได้	10	ก	0.108	0.235	ใช้ได้
	ข	0.001	0.133			*ข	0.568	0.377	
	ค	0.068	0.036			ค	0.081	0.021	
	ง	0.161	0.167			ง	0.122	0.256	
	*จ	0.662	0.209			จ	0.108	0.122	

หมายเหตุ * เป็นตัวเลือกที่ถูก

ตาราง 6 ค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกรายตัวเลือกของแบบทดสอบความสามารถด้านภาษา

ข้อ	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ	ข้อ	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ
11	ก	0.162	0.074	ใช้ไม่ได้	16	*ก	0.297	0.160	ใช้ไม่ได้
	ข	0.081	0.294			ข	0.351	0.177	
	*ค	0.122	0.046			ค	0.270	0.110	
	ง	0.581	0.015			ง	0.054	0.302	
	จ	0.041	0.063			จ	0.000	0.000	
12	ก	0.017	0.036	ใช้ได้	17	ก	0.027	0.250	ใช้ได้
	ข	0.122	0.149			ข	0.054	0.161	
	ค	0.145	0.046			ค	0.081	0.061	
	*ง	0.608	0.343			*ง	0.757	0.271	
	จ	0.108	0.081			จ	0.081	0.154	
13	*ก	0.351	0.023	ใช้ไม่ได้	18	*ก	0.554	0.245	ใช้ได้
	ข	0.000	0.000			ข	0.054	0.162	
	ค	0.095	0.104			ค	0.189	0.017	
	ง	0.405	0.039			ง	0.189	0.155	
	จ	0.149	0.107			จ	0.014	0.096	
14	*ก	0.338	0.129	ใช้ไม่ได้	19	ก	0.027	0.230	ใช้ไม่ได้
	ข	0.122	0.056			*ข	0.405	0.169	
	ค	0.135	0.025			ค	0.284	0.026	
	ง	0.324	0.110			ง	0.189	0.123	
	จ	0.081	0.002			จ	0.095	0.048	
15	ก	0.041	0.163	ใช้ไม่ได้	20	ก	0.054	0.190	ใช้ไม่ได้
	ข	0.122	0.013			ข	0.000	0.000	
	ค	0.149	0.036			ค	0.027	0.073	
	ง	0.014	0.286			ง	0.000	0.000	
	*จ	0.662	0.149			*จ	0.919	0.200	

หมายเหตุ * เป็นตัวเลือกที่ถูก

ตาราง 6 ค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกรายตัวเลือกของแบบทดสอบความสามารถด้านภาษา

ข้อ	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ	ข้อ	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ
21	ก	0.135	0.025	ใช้ได้	26	ก	0.027	0.348	ใช้ได้
	ข	0.027	0.191			ข	0.014	0.018	
	*ค	0.611	0.220			ค	0.203	0.186	
	ง	0.122	0.032			ง	0.149	0.108	
	จ	0.105	0.228			*ด	0.608	0.343	
22	ก	0.027	0.132	ใช้ได้	27	ก	0.114	0.038	ใช้ได้
	ข	0.027	0.123			*ข	0.704	0.300	
	*ค	0.730	0.411			ค	0.054	0.358	
	ง	0.189	0.350			ง	0.098	0.073	
	จ	0.027	0.270			จ	0.030	0.093	
23	ก	0.000	0.000	ใช้ไม่ได้	28	ก	0.053	0.093	ใช้ได้
	*ข	0.081	0.056			ข	0.158	0.074	
	ค	0.189	0.204			ค	0.053	0.132	
	ง	0.041	0.179			ง	0.105	0.348	
	จ	0.689	0.216			*จ	0.632	0.313	
24	ก	0.419	0.279	ใช้ได้	29	ก	0.014	0.231	ใช้ไม่ได้
	*ข	0.527	0.362			ข	0.095	0.050	
	ค	0.027	0.045			ค	0.541	0.035	
	ง	0.014	0.148			ง	0.027	0.250	
	จ	0.014	0.286			*ด	0.324	0.138	
25	ก	0.081	0.142	ใช้ได้	30	*ก	0.635	0.422	ใช้ได้
	*ข	0.378	0.256			ข	0.162	0.262	
	ค	0.108	0.184			ค	0.189	0.302	
	ง	0.041	0.066			ง	0.014	0.100	
	จ	0.392	0.068			จ	0.000	0.000	

หมายเหตุ * เป็นตัวเลือกที่ถูก

ตาราง 6 ค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกรายตัวเลือกของแบบทดสอบความสามารถด้านภาษา

ข้อ	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ	ข้อ	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ
31	ก	0.216	0.231	ใช้ได้	36	ก	0.068	0.150	ใช้ไม่ได้
	ข	0.122	0.032			*ข	0.135	0.152	
	ค	0.027	0.211			ค	0.595	0.000	
	*ง	0.581	0.228			ง	0.095	0.137	
	จ	0.054	0.120			จ	0.108	0.083	
32	*ก	0.243	0.040	ใช้ไม่ได้	37	ก	0.554	0.045	ใช้ไม่ได้
	ข	0.135	0.124			ข	0.189	0.058	
	ค	0.797	0.004			*ค	0.176	0.128	
	ง	0.041	0.095			ง	0.068	0.116	
	จ	0.000	0.000			จ	0.014	0.286	
33	ก	0.149	0.108	ใช้ได้	38	ก	0.162	0.029	ใช้ไม่ได้
	ข	0.014	0.154			*ข	0.527	0.145	
	*ค	0.674	0.286			ค	0.108	0.050	
	ง	0.041	0.047			ง	0.203	0.115	
	จ	0.122	0.246			จ	0.000	0.000	
34	ก	0.108	0.009	ใช้ไม่ได้	39	*ก	0.622	0.579	ใช้ได้
	ข	0.230	0.009			ข	0.081	0.305	
	ค	0.405	0.052			ค	0.108	0.163	
	*ง	0.257	0.073			ง	0.068	0.150	
	จ	0.000	0.000			จ	0.122	0.334	
35	*ก	0.338	0.174	ใช้ไม่ได้	40	ก	0.068	0.315	ใช้ได้
	ข	0.027	0.073			ข	0.054	0.050	
	ค	0.216	0.006			ค	0.068	0.125	
	ง	0.189	0.220			*ง	0.716	0.280	
	จ	0.230	0.044			จ	0.095	0.093	

หมายเหตุ * เป็นตัวเลือกที่ถูก

ตาราง 6 ค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกรายตัวเลือกของแบบทดสอบความสามารถด้านภาษา

ข้อ	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ	ข้อ	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ
41	ก	0.459	0.035	ใช้ไม่ได้	46	ก	0.284	0.144	ใช้ไม่ได้
	ข	0.014	0.093			*ข	0.378	0.169	
	ค	0.041	0.276			ค	0.176	0.324	
	*ง	0.473	0.155			ง	0.014	0.286	
	จ	0.014	0.045			จ	0.149	0.027	
42	ก	0.027	0.152	ใช้ได้	47	ก	0.041	0.131	ใช้ไม่ได้
	ข	0.203	0.186			*ข	0.689	0.161	
	ค	0.432	0.015			ค	0.054	0.133	
	ง	0.027	0.270			ง	0.041	0.228	
	*จ	0.311	0.293			จ	0.176	0.069	
43	ก	0.554	0.006	ใช้ไม่ได้	48	ก	0.000	0.000	ใช้ไม่ได้
	ข	0.068	0.213			ข	0.189	0.090	
	*ค	0.189	0.017			*ค	0.419	0.134	
	ง	0.014	0.183			ง	0.351	0.017	
	จ	0.176	0.111			จ	0.027	0.152	
44	*ก	0.284	0.246	ใช้ได้	49	*ก	0.432	0.240	ใช้ได้
	ข	0.149	0.188			ข	0.419	0.254	
	ค	0.054	0.172			ค	0.000	0.000	
	ง	0.446	0.121			ง	0.095	0.115	
	จ	0.054	0.105			จ	0.054	0.177	
45	ก	0.216	0.308	ใช้ได้	50	ก	0.203	0.091	ใช้ได้
	*ข	0.595	0.330			ข	0.108	0.194	
	ค	0.068	0.112			ค	0.189	0.042	
	ง	0.108	0.050			*ง	0.243	0.233	
	จ	0.014	0.073			จ	0.257	0.138	

หมายเหตุ * เป็นตัวเลือกที่ถูก

ตาราง 7 ค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกรายตัวเลือกของแบบทดสอบความสามารถด้านเหตุผล

ข้อ	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ	ข้อ	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ
1	ก	0.041	0.256	ควรปรับปรุง	6	*ก	0.797	0.199	ควรปรับปรุง
	ข	0.041	0.064			ข	0.054	0.049	
	ค	0.014	0.158			ค	0.041	0.288	
	*ง	0.838	0.200			ง	0.054	0.294	
	จ	0.068	0.070			จ	0.054	0.142	
2	ก	0.014	0.085	ใช้ไม่ได้	7	ก	0.014	0.249	ใช้ได้
	ข	0.000	0.000			ข	0.027	0.147	
	ค	0.851	0.150			ค	0.054	0.155	
	ง	0.095	0.149			ง	0.297	0.137	
	*จ	0.041	0.000			*จ	0.608	0.308	
3	ก	0.054	0.090	ใช้ไม่ได้	8	ก	0.041	0.288	ควรปรับปรุง
	*ข	0.541	0.088			ข	0.027	0.056	
	ค	0.041	0.107			*ค	0.784	0.193	
	ง	0.014	0.030			ง	0.068	0.137	
	จ	0.351	0.002			จ	0.081	0.076	
4	ก	0.378	0.108	ใช้ไม่ได้	9	ก	0.730	0.021	ใช้ไม่ได้
	ข	0.000	0.000			ข	0.095	0.023	
	ค	0.081	0.162			ค	0.041	0.160	
	ง	0.432	0.247			ง	0.014	0.121	
	*จ	0.108	0.084			*จ	0.122	0.147	
5	ก	0.135	0.256	ใช้ไม่ได้	10	ก	0.365	0.195	ใช้ไม่ได้
	ข	0.514	0.048			ข	0.203	0.236	
	ค	0.000	0.000			ค	0.027	0.276	
	ง	0.041	0.213			ง	0.027	0.225	
	*จ	0.311	0.229			*จ	0.365	0.169	

หมายเหตุ * เป็นตัวเลือกที่ถูก

ตาราง 7 ค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกรายตัวเลือกของแบบทดสอบความสามารถด้านเหตุผล

ข้อ	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ	ข้อ	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ
11	*ก	0.730	0.546	ใช้ได้	16	ก	0.108	0.219	ใช้ได้
	ข	0.108	0.510			ข	0.203	0.105	
	ค	0.068	0.187			ค	0.027	0.108	
	ง	0.054	0.071			*ง	0.635	0.215	
	จ	0.041	0.107			จ	0.027	0.151	
12	ก	0.176	0.059	ใช้ได้	17	ก	0.662	0.150	ใช้ไม่ได้
	*ข	0.568	0.278			ข	0.162	0.171	
	ค	0.054	0.424			ค	0.041	0.320	
	ง	0.027	0.121			ง	0.000	0.000	
	จ	0.176	0.001			*จ	0.135	0.161	
13	ก	0.054	0.136	ใช้ได้	18	ก	0.257	0.110	ใช้ได้
	ข	0.095	0.213			ข	0.081	0.239	
	*ค	0.568	0.303			ค	0.068	0.122	
	ง	0.149	0.067			ง	0.122	0.058	
	จ	0.135	0.097			*จ	0.473	0.203	
14	ก	0.108	0.192	ใช้ได้	19	*ก	0.703	0.348	ใช้ได้
	ข	0.324	0.212			ข	0.054	0.007	
	*ค	0.324	0.416			ค	0.027	0.225	
	ง	0.122	0.238			ง	0.162	0.183	
	จ	0.122	0.128			จ	0.054	0.239	
15	*ก	0.579	0.462	ใช้ได้	20	ก	0.270	0.031	ใช้ไม่ได้
	ข	0.027	0.315			ข	0.014	0.194	
	ค	0.027	0.263			ค	0.122	0.200	
	ง	0.054	0.248			*ง	0.486	0.057	
	จ	0.054	0.090			จ	0.108	0.234	

หมายเหตุ * เป็นตัวเลือกที่ถูก

ตาราง 7 ค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกรายตัวเลือกของแบบทดสอบความสามารถด้านเหตุผล

ข้อ	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ	ข้อ	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ
21	*ก	0.676	0.225	ใช้ได้	26	*ก	0.446	0.294	ใช้ได้
	ข	0.135	0.051			ข	0.081	0.154	
	ค	0.054	0.341			ค	0.324	0.189	
	ง	0.068	0.012			ง	0.014	0.176	
	จ	0.068	0.170			จ	0.135	0.014	
22	ก	0.311	0.002	ใช้ได้	27	*ก	0.054	0.174	ใช้ไม่ได้
	ข	0.014	0.194			ข	0.081	0.416	
	ค	0.054	0.053			ค	0.054	0.313	
	ง	0.311	0.188			ง	0.176	0.153	
	*จ	0.311	0.265			จ	0.635	0.585	
23	ก	0.432	0.014	ใช้ได้	28	*ก	0.716	0.331	ใช้ได้
	ข	0.068	0.354			ข	0.054	0.201	
	ค	0.149	0.008			ค	0.041	0.234	
	ง	0.081	0.147			ง	0.135	0.103	
	*จ	0.270	0.281			จ	0.054	0.099	
24	*ก	0.576	0.495	ใช้ได้	29	ก	0.027	0.108	ใช้ได้
	ข	0.041	0.181			ข	0.338	0.133	
	ค	0.095	0.400			ค	0.095	0.292	
	ง	0.014	0.085			*ง	0.338	0.444	
	จ	0.027	0.160			จ	0.203	0.110	
25	ก	0.041	0.213	ใช้ไม่ได้	30	ก	0.378	0.026	ใช้ได้
	ข	0.081	0.285			ข	0.243	0.058	
	*ค	0.568	0.087			ค	0.122	0.424	
	ง	0.122	0.044			ง	0.041	0.108	
	จ	0.189	0.158			*จ	0.216	0.246	

หมายเหตุ * เป็นตัวเลือกที่ถูก

ตาราง 7 ค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกรายตัวเลือกของแบบทดสอบความสามารถด้านเหตุผล

ข้อ	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ	ข้อ	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ
31	*ก	0.662	0.342	ใช้ได้	36	ก	0.041	0.160	ใช้ไม่ได้
	ข	0.176	0.230			ข	0.230	0.122	
	ค	0.122	0.283			ค	0.541	0.051	
	ง	0.068	0.097			ง	0.108	0.139	
	จ	0.014	0.085			*จ	0.081	0.238	
32	ก	0.054	0.229	ใช้ไม่ได้	37	ก	0.149	0.026	ใช้ได้
	ข	0.122	0.109			ข	0.122	0.257	
	ค	0.216	0.274			ค	0.081	0.231	
	*ง	0.419	0.051			*ง	0.595	0.330	
	จ	0.189	0.265			จ	0.054	0.025	
33	ก	0.189	0.195	ใช้ได้	38	ก	0.054	0.183	ใช้ได้
	ข	0.108	0.280			ข	0.149	0.333	
	ค	0.068	0.262			ค	0.189	0.147	
	*ง	0.514	0.333			ง	0.324	0.017	
	จ	0.095	0.203			*จ	0.284	0.465	
34	ก	0.162	0.028	ใช้ได้	39	ก	0.108	0.246	ใช้ได้
	ข	0.135	0.091			ข	0.351	0.121	
	*ค	0.459	0.388			ค	0.270	0.239	
	ง	0.108	0.307			ง	0.054	0.031	
	จ	0.135	0.226			*จ	0.216	0.567	
35	ก	0.243	0.079	ใช้ได้	40	ก	0.135	0.318	ใช้ได้
	ข	0.176	0.021			*ข	0.662	0.417	
	ค	0.122	0.219			ค	0.095	0.113	
	ง	0.081	0.362			ง	0.081	0.147	
	*จ	0.378	0.437			จ	0.027	0.095	

หมายเหตุ * เป็นตัวเลือกที่ถูก

ตาราง 7 ค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกรายตัวเลือกของแบบทดสอบความสามารถด้านเหตุผล

ข้อ	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ	ข้อ	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ
41	ก	0.081	0.170	ใช้ได้	46	ก	0.176	0.247	ใช้ไม่ได้
	ข	0.176	0.214			ข	0.338	0.018	
	*ค	0.541	0.451			ค	0.270	0.234	
	ง	0.108	0.158			ง	0.081	0.023	
	จ	0.095	0.163			*ง	0.135	0.536	
42	ก	0.203	0.074	ใช้ได้	47	*ก	0.392	0.144	ใช้ไม่ได้
	ข	0.162	0.189			ข	0.081	0.116	
	ค	0.108	0.185			ค	0.122	0.097	
	ง	0.243	0.250			ง	0.081	0.270	
	*จ	0.270	0.631			จ	0.324	0.143	
43	ก	0.432	0.019	ใช้ไม่ได้	48	ก	0.270	0.045	ควรปรับปรุง
	ข	0.095	0.163			ข	0.270	0.286	
	ค	0.081	0.254			ค	0.095	0.027	
	ง	0.243	0.097			ง	0.176	0.032	
	*จ	0.149	0.186			*จ	0.189	0.426	
44	ก	0.189	0.163	ใช้ได้	49	ก	0.392	0.037	ควรปรับปรุง
	ข	0.243	0.236			ข	0.122	0.135	
	ค	0.108	0.097			ค	0.189	0.297	
	ง	0.203	0.105			ง	0.122	0.103	
	*จ	0.257	0.544			*จ	0.176	0.558	
45	ก	0.230	0.013	ใช้ไม่ได้	50	ก	0.054	0.109	ใช้ได้
	ข	0.108	0.287			ข	0.108	0.307	
	*ค	0.297	0.105			ค	0.054	0.136	
	ง	0.149	0.021			ง	0.122	0.174	
	จ	0.203	0.318			*จ	0.649	0.411	

หมายเหตุ * เป็นตัวเลือกที่ถูก

ตาราง 8 ค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกรายตัวเลือกของแบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์

ข้อ	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ	ข้อ	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ
1	ก	0.270	0.281	ใช้ได้	6	ก	0.054	0.195	ใช้ได้
	ข	0.108	0.228			ข	0.027	0.169	
	*ค	0.595	0.350			*ค	0.770	0.428	
	ง	0.000	0.000			ง	0.027	0.190	
	จ	0.027	0.149			จ	0.122	0.237	
2	*ก	0.405	0.184	ใช้ไม่ได้	7	*ก	0.662	0.401	ใช้ได้
	ข	0.378	0.013			ข	0.054	0.030	
	ค	0.027	0.055			ค	0.095	0.175	
	ง	0.000	0.000			ง	0.176	0.286	
	จ	0.189	0.238			จ	0.014	0.200	
3	ก	0.135	0.267	ใช้ได้	8	ก	0.041	0.214	ใช้ได้
	ข	0.203	0.025			*ข	0.595	0.328	
	ค	0.041	0.083			ค	0.054	0.087	
	*ง	0.541	0.233			ง	0.149	0.074	
	จ	0.081	0.069			จ	0.162	0.340	
4	ก	0.514	0.016	ใช้ได้	9	ก	0.014	0.058	ใช้ได้
	ข	0.122	0.126			ข	0.270	0.273	
	ค	0.095	0.195			ค	0.149	0.015	
	ง	0.041	0.238			*ง	0.486	0.258	
	*จ	0.216	0.330			จ	0.081	0.017	
5	ก	0.000	0.000	ใช้ได้	10	ก	0.068	0.151	ใช้ได้
	*ข	0.703	0.305			ข	0.014	0.220	
	ค	0.041	0.155			*ค	0.676	0.314	
	ง	0.081	0.249			ง	0.230	0.177	
	จ	0.176	0.107			จ	0.014	0.078	

หมายเหตุ * เป็นตัวเลือกที่ถูก

ตาราง 8 ค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกรายตัวเลือกของแบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์

ข้อ	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ	ข้อ	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ
11	ก	0.027	0.262	ใช้ได้	16	ก	0.081	0.108	ใช้ได้
	ข	0.324	0.016			ข	0.122	0.180	
	ค	0.135	0.270			ค	0.068	0.095	
	ง	0.054	0.149			ง	0.122	0.187	
	*จ	0.459	0.323			*จ	0.608	0.355	
12	*ก	0.203	0.313	ใช้ได้	17	ก	0.041	0.291	ใช้ได้
	ข	0.473	0.237			ข	0.014	0.179	
	ค	0.230	0.218			*ค	0.784	0.532	
	ง	0.068	0.212			ง	0.014	0.250	
	จ	0.027	-0.284			จ	0.149	-0.314	
13	ก	0.041	0.017	ใช้ได้	18	ก	0.054	0.195	ใช้ได้
	ข	0.122	0.208			ข	0.203	0.231	
	*ค	0.649	0.389			ค	0.230	0.169	
	ง	0.135	0.178			*ง	0.459	0.506	
	จ	0.054	0.268			จ	0.054	0.195	
14	ก	0.014	0.169	ใช้ได้	19	ก	0.081	0.365	ใช้ได้
	ข	0.027	0.039			*ข	0.595	0.364	
	ค	0.095	0.311			ค	0.054	0.175	
	*ง	0.473	0.342			ง	0.189	0.064	
	จ	0.392	0.110			จ	0.081	0.236	
15	*ก	0.824	0.344	ใช้ไม่ได้	20	*ก	0.932	0.408	ใช้ไม่ได้
	ข	0.014	0.200			ข	0.000	0.000	
	ค	0.027	0.277			ค	0.041	0.244	
	ง	0.054	0.012			ง	0.014	0.250	
	จ	0.081	0.241			จ	0.014	0.220	

หมายเหตุ * เป็นตัวเลือกที่ถูก

ตาราง 8 ค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกรายตัวเลือกของแบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์

ข้อ	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ	ข้อ	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ
21	*ก	0.743	0.506	ใช้ได้	26	ก	0.054	0.123	ใช้ไม่ได้
	ข	0.068	0.333			ข	0.027	0.111	
	ค	0.041	0.113			ค	0.068	0.398	
	ง	0.081	0.202			*ง	0.811	0.468	
	จ	0.068	0.240			จ	0.041	0.190	
22	ก	0.054	0.190	ใช้ได้	27	*ก	0.622	0.531	ใช้ได้
	ข	0.149	0.235			ข	0.081	0.026	
	ค	0.054	0.392			ค	0.176	0.486	
	*ง	0.649	0.637			ง	0.054	0.113	
	จ	0.095	0.303			จ	0.068	0.161	
23	ก	0.014	0.220	ใช้ไม่ได้	28	ก	0.068	0.184	ใช้ได้
	*ข	0.743	0.188			ข	0.149	0.255	
	ค	0.054	0.025			*ค	0.568	0.442	
	ง	0.054	0.216			ง	0.189	0.184	
	จ	0.135	0.006			จ	0.027	0.060	
24	*ก	0.730	0.495	ใช้ได้	29	ก	0.122	0.180	ใช้ได้
	ข	0.095	0.215			*ข	0.662	0.453	
	ค	0.095	0.155			ค	0.095	0.339	
	ง	0.014	0.179			ง	0.068	0.272	
	จ	0.068	0.361			จ	0.054	0.053	
25	ก	0.041	0.226	ใช้ได้	30	ก	0.014	0.169	ใช้ได้
	ข	0.135	0.441			ข	0.203	0.376	
	ค	0.135	0.427			ค	0.068	0.091	
	ง	0.054	0.069			ง	0.135	0.510	
	*จ	0.635	0.677			*จ	0.581	0.653	

หมายเหตุ * เป็นตัวเลือกที่ถูก

ตาราง 8 ค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกรายตัวเลือกของแบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์

ข้อ	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ	ข้อ	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ
31	ก	0.054	0.076	ใช้ไม่ได้	36	ก	0.122	0.144	ใช้ได้
	ข	0.068	0.347			ข	0.149	0.377	
	*ค	0.811	0.363			ค	0.351	0.083	
	ง	0.014	0.104			*ง	0.324	0.616	
	จ	0.054	0.221			จ	0.054	0.299	
32	ก	0.095	0.287	ใช้ได้	37	ก	0.068	0.333	ใช้ได้
	ข	0.041	0.226			*ข	0.689	0.591	
	ค	0.189	0.112			ค	0.108	0.431	
	*ง	0.459	0.466			ง	0.108	0.187	
	จ	0.216	0.145			จ	0.027	0.012	
33	*ก	0.662	0.565	ใช้ได้	38	*ก	0.662	0.673	ใช้ได้
	ข	0.081	0.365			ข	0.068	0.156	
	ค	0.054	0.159			ค	0.203	0.519	
	ง	0.081	0.301			ง	0.027	0.226	
	จ	0.122	0.151			จ	0.027	0.161	
34	ก	0.081	0.202	ใช้ได้	39	ก	0.027	0.299	ใช้ได้
	ข	0.135	0.397			ข	0.122	0.280	
	ค	0.122	0.208			ค	0.162	0.271	
	ง	0.122	0.140			*ง	0.676	0.554	
	*จ	0.541	0.611			จ	0.014	0.169	
35	ก	0.122	0.326	ใช้ได้	40	ก	0.162	0.169	ใช้ได้
	*ข	0.635	0.628			*ข	0.446	0.281	
	ค	0.122	0.255			ค	0.068	0.119	
	ง	0.068	0.328			ง	0.081	0.348	
	จ	0.041	0.208			จ	0.243	0.111	

หมายเหตุ * เป็นตัวเลือกที่ถูก

ตาราง 8 ค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกรายตัวเลือกของแบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์

ข้อ	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ	ข้อ	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ
41	*ก	0.527	0.542	ใช้ได้	46	ก	0.068	0.310	ใช้ได้
	ข	0.054	0.263			ข	0.108	0.254	
	ค	0.095	0.203			ค	0.149	0.249	
	ง	0.243	0.148			ง	0.216	0.082	
	จ	0.081	0.322			*ง	0.459	0.424	
42	ก	0.189	0.184	ใช้ได้	47	ก	0.054	0.294	ใช้ได้
	ข	0.243	0.105			*ข	0.676	0.286	
	*ค	0.486	0.265			ค	0.135	0.010	
	ง	0.068	0.356			ง	0.108	0.096	
	จ	0.014	0.139			จ	0.014	0.250	
43	*ก	0.676	0.601	ใช้ได้	48	ก	0.081	0.185	ใช้ได้
	ข	0.108	0.337			ข	0.095	0.067	
	ค	0.108	0.398			*ค	0.703	0.479	
	ง	0.041	0.011			ง	0.068	0.338	
	จ	0.068	0.221			จ	0.054	0.283	
44	ก	0.068	0.282	ใช้ได้	49	ก	0.135	0.342	ใช้ได้
	ข	0.054	0.138			ข	0.081	0.206	
	ค	0.203	0.452			ค	0.149	0.216	
	*ง	0.635	0.643			ง	0.095	0.211	
	จ	0.041	0.131			*จ	0.541	0.625	
45	*ก	0.486	0.771	ใช้ได้	50	*ก	0.514	0.493	ใช้ได้
	ข	0.216	0.512			ข	0.081	0.142	
	ค	0.216	0.233			ค	0.243	0.230	
	ง	0.068	0.296			ง	0.135	0.314	
	จ	0.014	0.037			จ	0.014	0.135	

หมายเหตุ * เป็นตัวเลือกที่ถูก

ตาราง 9 ค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกรายตัวเลือกของแบบทดสอบความสามารถด้านการรับรู้

ข้อ	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ	ข้อ	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ
1	ก	0.033	0.054	ใช้ได้	6	ก	0.041	0.542	ใช้ได้
	ข	0.168	0.244			ข	0.158	0.055	
	ค	0.066	0.002			*ค	0.781	0.623	
	*ง	0.719	0.434			ง	0.014	0.264	
	จ	0.014	0.479			จ	.006	0.024	
2	ก	0.027	0.078	ใช้ไม่ได้	7	ก	0.031	0.413	ใช้ได้
	*ข	0.932	0.490			ข	0.094	0.667	
	ค	0.027	0.542			ค	0.084	0.143	
	ง	0.014	0.194			*ง	0.781	0.706	
	จ	0.000	0.000			จ	0.010	0.098	
3	ก	0.014	0.055	ใช้ได้	8	ก	0.000	0.000	ใช้ไม่ได้
	ข	0.054	0.516			*ข	0.905	0.362	
	ค	0.000	0.000			ค	0.027	0.177	
	ง	0.000	0.000			ง	0.068	0.308	
	*จ	0.932	0.490			จ	0.000	0.000	
4	ก	0.027	0.542	ใช้ได้	9	ก	0.032	0.375	ใช้ได้
	ข	0.014	0.055			ข	0.161	0.574	
	ค	0.168	0.194			*ค	0.710	0.587	
	*ง	0.732	0.629			ง	0.065	0.072	
	จ	0.059	0.357			จ	0.032	0.012	
5	*ก	0.919	0.533	ใช้ไม่ได้	10	ก	0.053	0.497	ใช้ได้
	ข	0.081	0.533			ข	0.053	0.264	
	ค	0.000	0.000			ค	0.053	0.404	
	ง	0.000	0.000			*ง	0.782	0.682	
	จ	0.000	0.000			จ	0.060	0.177	

หมายเหตุ * เป็นตัวเลือกที่ถูก

ตาราง 9 ค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกรายตัวเลือกของแบบทดสอบความสามารถด้านการรับรู้

ข้อ	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ	ข้อ	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ
11	*ก	0.746	0.575	ใช้ได้	16	ก	0.000	0.000	ใช้ไม่ได้
	ข	0.064	0.404			ข	0.000	0.000	
	ค	0.114	0.038			*ค	0.986	0.497	
	ง	0.027	0.542			ง	0.000	0.000	
	จ	0.050	0.326			จ	0.000	0.000	
12	ก	0.053	0.031	ใช้ได้	17	ก	0.014	0.404	ใช้ได้
	ข	0.044	0.264			*ข	0.773	0.641	
	ค	0.105	0.326			ค	0.063	0.139	
	*ง	0.782	0.479			ง	0.100	0.315	
	จ	0.016	0.392			จ	0.051	0.098	
13	ก	0.017	0.051	ใช้ได้	18	*ก	0.784	0.532	ใช้ได้
	ข	0.042	0.108			ข	0.014	0.179	
	ค	0.117	0.098			ค	0.149	0.314	
	ง	0.025	0.021			ง	0.041	0.291	
	*จ	0.800	0.564			จ	0.014	0.250	
14	ก	0.067	0.273	ใช้ได้	19	ก	0.135	0.006	ใช้ได้
	ข	0.031	0.371			ข	0.054	0.216	
	*ค	0.767	0.453			ค	0.054	0.025	
	ง	0.100	0.129			ง	0.014	0.220	
	จ	0.035	0.207			*จ	0.743	0.506	
15	ก	0.025	0.343	ใช้ได้	20	*ก	0.774	0.404	ใช้ได้
	ข	0.108	0.394			ข	0.064	0.200	
	ค	0.033	0.237			ค	0.027	0.277	
	ง	0.017	0.038			ง	0.054	0.012	
	*จ	0.792	0.514			จ	0.081	0.241	

หมายเหตุ * เป็นตัวเลือกที่ถูก

ตาราง 9 ค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกรายตัวเลือกของแบบทดสอบความสามารถด้านการรับรู้

ข้อ	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ	ข้อ	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ
21	ก	0.047	0.370	ใช้ได้	26	ก	0.149	0.108	ใช้ได้
	ข	0.058	0.394			ข	0.014	0.286	
	*ค	0.787	0.625			ค	0.041	0.047	
	ง	0.033	0.256			*ง	0.797	0.532	
	จ	0.075	0.299			จ	0.000	0.000	
22	ก	0.041	0.028	ใช้ไม่ได้	27	ก	0.011	0.210	ใช้ไม่ได้
	*ข	0.919	0.355			ข	0.116	0.213	
	ค	0.014	0.031			ค	0.021	0.178	
	ง	0.000	0.000			ง	0.011	0.022	
	จ	0.027	0.542			*จ	0.842	0.192	
23	*ก	0.986	0.404	ใช้ไม่ได้	28	ก	0.041	0.288	
	ข	0.014	0.404			*ข	0.784	0.391	
	ค	0.000	0.000			ค	0.027	0.056	
	ง	0.000	0.000			ง	0.068	0.137	
	จ	0.000	0.000			จ	0.081	0.076	
24	ก	0.105	0.144	ใช้ได้	29	ก	0.000	0.000	ใช้ไม่ได้
	ข	0.053	0.404			*ข	0.986	0.357	
	*ค	0.737	0.672			ค	0.000	0.000	
	ง	0.053	0.198			ง	0.000	0.000	
	จ	0.053	0.404			จ	0.014	0.357	
25	*ก	0.973	0.310	ใช้ไม่ได้	30	ก	0.014	0.038	ใช้ไม่ได้
	ข	0.014	0.031			ข	0.000	0.000	
	ค	0.014	0.404			*ค	0.946	0.254	
	ง	0.000	0.000			ง	0.027	0.028	
	จ	0.000	0.000			จ	0.000	0.000	

หมายเหตุ * เป็นตัวเลือกที่ถูก

ตาราง 9 ค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกรายตัวเลือกของแบบทดสอบความสามารถด้านการรับรู้

ข้อ	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ	ข้อ	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ
31	ก	0.054	0.092	ใช้ได้	36	*ก	0.986	0.380	ใช้ไม่ได้
	ข	0.149	0.114			ข	0.000	0.000	
	ค	0.014	0.121			ค	0.014	0.380	
	*ง	0.770	0.259			ง	0.000	0.000	
	จ	0.000	0.000			จ	0.000	0.000	
32	*ก	0.797	0.199	ใช้ได้	37	ก	0.014	0.250	ใช้ได้
	ข	0.054	0.049			ข	0.149	0.015	
	ค	0.041	0.288			ค	0.014	0.200	
	ง	0.054	0.294			*ง	0.784	0.532	
	จ	0.054	0.142			จ	0.041	0.017	
33	ก	0.014	0.078	ใช้ได้	38	ก	0.014	0.031	ใช้ไม่ได้
	ข	0.027	0.525			*ข	0.973	0.210	
	*ค	0.759	0.478			ค	0.000	0.000	
	ง	0.095	0.335			ง	0.014	0.264	
	จ	0.105	0.046			จ	0.000	0.000	
34	ก	0.017	0.573	ใช้ได้	39	ก	0.000	0.000	ใช้ไม่ได้
	*ข	0.742	0.449			ข	0.000	0.000	
	ค	0.133	0.030			ค	0.000	0.000	
	ง	0.042	0.018			*ง	0.959	0.409	
	จ	0.033	0.382			จ	0.041	0.409	
35	ก	0.000	0.000	ใช้ไม่ได้	40	ก	0.054	0.123	ใช้ได้
	ข	0.000	0.000			ข	0.027	0.111	
	ค	0.041	0.013			*ค	0.743	0.468	
	*ง	0.959	0.013			ง	0.068	0.398	
	จ	0.000	0.000			จ	0.108	0.184	

หมายเหตุ * เป็นตัวเลือกที่ถูก

ตาราง 9 ค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกรายตัวเลือกของแบบทดสอบความสามารถด้านการรับรู้

ข้อ	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ	ข้อ	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ
41	ก	0.025	0.510	ใช้ได้	46	ก	0.027	0.028	ใช้ไม่ได้
	*ข	0.767	0.514			*ข	0.946	0.314	
	ค	0.067	0.017			ค	0.000	0.000	
	ง	0.017	0.003			ง	0.000	0.000	
	จ	0.067	0.118			จ	0.000	0.000	
42	ก	0.042	0.348	ใช้ได้	47	ก	0.025	0.210	ใช้ได้
	ข	0.017	0.302			ข	0.050	0.372	
	ค	0.067	0.017			*ค	0.675	0.579	
	*ง	0.742	0.598			ง	0.083	0.020	
	จ	0.042	0.003			จ	0.017	0.031	
43	ก	0.000	0.000	ใช้ไม่ได้	48	ก	0.008	0.394	ใช้ได้
	ข	0.000	0.000			ข	0.092	0.095	
	ค	0.027	0.525			ค	0.008	0.069	
	ง	0.000	0.000			ง	0.033	0.014	
	*จ	0.959	0.546			*จ	0.633	0.570	
44	ก	0.017	0.413	ใช้ได้	49	ก	0.025	0.343	ใช้ไม่ได้
	*ข	0.799	0.610			ข	0.008	0.394	
	ค	0.025	0.054			ค	0.033	0.237	
	ง	0.050	0.189			ง	0.017	0.038	
	จ	0.017	0.247			*จ	0.892	0.514	
45	ก	0.017	0.288	ใช้ได้	50	ก	0.017	0.329	ใช้ได้
	ข	0.025	0.288			ข	0.008	0.050	
	ค	0.025	0.087			*ค	0.683	0.614	
	*ง	0.792	0.579			ง	0.050	0.157	
	จ	0.025	0.043			จ	0.017	0.010	

หมายเหตุ * เป็นตัวเลือกที่ถูก

ตาราง 10 ค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกรายตัวเลือกของแบบทดสอบความสามารถทางการเรียน
วิชาฟิสิกส์

ข้อ	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ	ข้อ	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ
1	*ก	0.705	0.083	ใช้ไม่ได้	6	ก	0.036	0.178	ใช้ได้
	ข	0.095	0.097			*ข	0.734	0.371	
	ค	0.011	0.112			ค	0.041	0.117	
	ง	0.063	0.062			ง	0.144	0.216	
	จ	0.126	0.120			จ	0.045	0.152	
2	ก	0.032	0.196	ใช้ได้	7	ก	0.095	0.066	ใช้ได้
	*ข	0.558	0.390			*ข	0.558	0.296	
	ค	0.084	0.132			ค	0.074	0.096	
	ง	0.200	0.337			ง	0.063	0.197	
	จ	0.126	0.036			จ	0.211	0.134	
3	ก	0.042	0.132	ใช้ได้	8	*ก	0.221	0.266	ใช้ได้
	ข	0.105	0.038			ข	0.158	0.177	
	*ค	0.621	0.275			ค	0.358	0.020	
	ง	0.147	0.196			ง	0.168	0.199	
	จ	0.084	0.092			จ	0.084	0.006	
4	*ก	0.126	0.341	ใช้ไม่ได้	9	ก	0.116	0.179	ใช้ได้
	ข	0.116	0.063			*ข	0.242	0.357	
	ค	0.484	0.093			ค	0.189	0.123	
	ง	0.116	0.072			ง	0.326	0.186	
	จ	0.147	0.065			จ	0.126	0.119	
5	ก	0.021	0.003	ใช้ได้	10	ก	0.011	0.210	ใช้ได้
	ข	0.021	0.070			*ข	0.441	0.340	
	*ค	0.484	0.364			ค	0.116	0.213	
	ง	0.242	0.166			ง	0.021	0.178	
	จ	0.232	0.287			จ	0.011	0.022	

หมายเหตุ * เป็นตัวเลือกที่ถูก

ตาราง 10 ค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกรายตัวเลือกของแบบทดสอบความสามารถทางการเรียน
วิชาฟิสิกส์

ข้อ	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ	ข้อ	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ
11	ก	0.158	0.308	ใช้ได้	16	ก	0.095	0.117	ใช้ได้
	ข	0.242	0.042			*ข	0.347	0.277	
	*ค	0.505	0.269			ค	0.179	0.099	
	ง	0.042	0.016			ง	0.263	0.091	
	จ	0.053	0.164			จ	0.116	0.311	
12	ก	0.305	0.027	ใช้ได้	17	ก	0.053	0.188	ใช้ไม่ได้
	*ข	0.484	0.208			ข	0.242	0.268	
	ค	0.074	0.096			*ค	0.242	0.029	
	ง	0.063	0.141			ง	0.042	0.167	
	จ	0.063	0.152			จ	0.411	0.218	
13	ก	0.063	0.124	ใช้ได้	18	ก	0.189	0.217	ใช้ได้
	ข	0.063	0.175			ข	0.189	0.119	
	*ค	0.716	0.413			ค	0.126	0.173	
	ง	0.126	0.264			*ง	0.411	0.443	
	จ	0.032	0.149			จ	0.084	0.102	
14	ก	0.242	0.236	ใช้ได้	19	ก	0.168	0.207	ใช้ได้
	ข	0.017	0.083			*ข	0.347	0.343	
	ค	0.011	0.085			ค	0.284	0.125	
	*ง	0.726	0.291			ง	0.116	0.033	
	จ	0.021	0.140			จ	0.074	0.138	
15	*ก	0.642	0.265	ใช้ได้	20	*ก	0.053	0.185	ใช้ไม่ได้
	ข	0.053	0.029			ข	0.411	0.146	
	ค	0.053	0.032			ค	0.042	0.166	
	ง	0.074	0.170			ง	0.453	0.198	
	จ	0.179	0.217			จ	0.032	0.125	

หมายเหตุ * เป็นตัวเลือกที่ถูก

ตาราง 10 ค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกรายตัวเลือกของแบบทดสอบความสามารถทางการเรียน
วิชาฟิสิกส์

ข้อ	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ	ข้อ	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ
21	ก	0.063	0.309	ควรปรับปรุง	26	*ก	0.642	0.267	ใช้ได้
	*ข	0.453	0.182			ข	0.042	0.037	
	ค	0.116	0.179			ค	0.105	0.300	
	ง	0.347	0.185			ง	0.137	0.034	
	จ	0.021	0.149			จ	0.074	0.154	
22	ก	0.158	0.102	ใช้ได้	27	*ก	0.526	0.423	ใช้ได้
	*ข	0.326	0.391			ข	0.063	0.005	
	ค	0.379	0.100			ค	0.232	0.284	
	ง	0.084	0.260			ง	0.032	0.141	
	จ	0.053	0.115			จ	0.147	0.192	
23	ก	0.074	0.259	ใช้ได้	28	ก	0.579	0.188	ใช้ไม่ได้
	ข	0.105	0.259			ข	0.074	0.201	
	*ค	0.442	0.282			ค	0.063	0.163	
	ง	0.232	0.103			*ง	0.242	0.035	
	จ	0.147	0.151			จ	0.042	0.077	
24	ก	0.042	0.152	ใช้ได้	29	ก	0.200	0.149	ใช้ได้
	*ข	0.305	0.201			ข	0.053	0.231	
	ค	0.295	0.112			ค	0.032	0.133	
	ง	0.295	0.200			*ง	0.537	0.365	
	จ	0.053	0.017			จ	0.179	0.124	
25	ก	0.063	0.074	ใช้ได้	30	ก	0.232	0.064	ใช้ได้
	ข	0.084	0.235			ข	0.105	0.296	
	ค	0.084	0.329			ค	0.116	0.213	
	*ง	0.758	0.434			*ง	0.474	0.499	
	จ	0.011	0.112			จ	0.074	0.243	

หมายเหตุ * เป็นตัวเลือกที่ถูก

ตาราง 10 ค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกรายตัวเลือกของแบบทดสอบความสามารถทางการเรียน
วิชาฟิสิกส์

ข้อ	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ	ข้อ	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ
31	ก	0.295	0.356	ใช้ได้	36	ก	0.168	0.002	ใช้ไม่ได้
	*ข	0.526	0.541			ข	0.326	0.084	
	ค	0.095	0.155			ค	0.274	0.138	
	ง	0.084	0.225			ง	0.095	0.173	
	จ	0.036	0.133			*จ	0.126	0.110	
32	ก	0.137	0.073	ใช้ได้	37	ก	0.042	0.050	ใช้ได้
	ข	0.326	0.340			ข	0.179	0.039	
	*ค	0.326	0.415			ค	0.411	0.057	
	ง	0.095	0.047			*ง	0.284	0.241	
	จ	0.116	0.144			จ	0.084	0.201	
33	*ก	0.453	0.593	ใช้ได้	38	ก	0.232	0.017	ควรปรับปรุง
	ข	0.084	0.142			*ข	0.168	0.177	
	ค	0.053	0.231			ค	0.263	0.005	
	ง	0.242	0.211			ง	0.168	0.166	
	จ	0.168	0.305			จ	0.168	0.024	
34	ก	0.137	0.125	ควรปรับปรุง	39	*ก	0.158	0.106	ใช้ไม่ได้
	ข	0.200	0.002			ข	0.400	0.058	
	ค	0.232	0.051			ค	0.158	0.074	
	ง	0.232	0.161			ง	0.179	0.100	
	*จ	0.189	0.309			จ	0.105	0.180	
35	ก	0.126	0.071	ใช้ได้	40	ก	0.232	0.127	ใช้ไม่ได้
	*ข	0.274	0.260			ข	0.126	0.215	
	ค	0.211	0.157			*ค	0.189	0.076	
	ง	0.221	0.067			ง	0.389	0.014	
	จ	0.158	0.048			จ	0.063	0.023	

หมายเหตุ * เป็นตัวเลือกที่ถูก

ตาราง 10 ค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกรายตัวเลือกของแบบทดสอบความสามารถทางการเรียน
วิชาฟิสิกส์

ข้อ	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ	ข้อ	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ
41	ก	0.074	0.185	ใช้ได้	46	ก	0.105	0.100	ใช้ได้
	ข	0.179	0.117			ข	0.053	0.268	
	ค	0.200	0.057			ค	0.168	0.005	
	*ง	0.474	0.357			*ง	0.463	0.292	
	จ	0.074	0.238			จ	0.211	0.141	
42	ก	0.084	0.181	ใช้ได้	47	ก	0.053	0.047	ใช้ได้
	ข	0.168	0.192			ข	0.147	0.354	
	ค	0.189	0.151			*ค	0.442	0.345	
	*ง	0.411	0.493			ง	0.211	0.040	
	จ	0.147	0.173			จ	0.147	0.053	
43	ก	0.042	0.152	ใช้ได้	48	ก	0.158	0.207	ใช้ได้
	ข	0.042	0.200			ข	0.221	0.120	
	ค	0.063	0.242			ค	0.189	0.144	
	ง	0.053	0.109			*ง	0.400	0.407	
	*จ	0.613	0.330			จ	0.032	0.102	
44	*ก	0.253	0.307	ใช้ได้	49	ก	0.126	0.178	ใช้ได้
	ข	0.211	0.033			*ข	0.358	0.254	
	ค	0.295	0.206			ค	0.253	0.026	
	ง	0.137	0.054			ง	0.158	0.050	
	จ	0.105	0.145			จ	0.105	0.109	
45	ก	0.137	0.090	ใช้ได้	50	ก	0.137	0.022	ใช้ได้
	ข	0.084	0.260			ข	0.232	0.002	
	*ค	0.705	0.386			*ค	0.266	0.429	
	ง	0.053	0.206			ง	0.347	0.133	
	จ	0.021	0.187			จ	0.063	0.158	

หมายเหตุ * เป็นตัวเลือกที่ถูก

ตาราง 10 ค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกรายตัวเลือกของแบบทดสอบความสามารถทางการเรียน
วิชาฟิสิกส์

ข้อ	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ	ข้อ	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ
51	*ก	0.295	0.480	ใช้ได้	56	ก	0.042	0.071	ใช้ได้
	ข	0.095	0.295			ข	0.253	0.190	
	ค	0.105	0.020			ค	0.200	0.245	
	ง	0.074	0.143			ง	0.053	0.051	
	จ	0.432	0.180			*ง	0.453	0.368	
52	ก	0.105	0.122	ใช้ได้	57	ก	0.263	0.046	ใช้ได้
	*ข	0.242	0.262			ข	0.147	0.019	
	ค	0.147	0.265			ค	0.211	0.198	
	ง	0.232	0.092			*ง	0.316	0.275	
	จ	0.274	0.043			จ	0.063	0.085	
53	ก	0.116	0.209	ควรปรับปรุง	58	ก	0.063	0.179	ใช้ไม่ได้
	*ข	0.547	0.156			*ข	0.358	0.035	
	ค	0.253	0.090			ค	0.284	0.025	
	ง	0.063	0.158			ง	0.211	0.067	
	จ	0.021	0.083			จ	0.084	0.078	
54	ก	0.189	0.165	ใช้ไม่ได้	59	*ก	0.084	0.060	ใช้ไม่ได้
	ข	0.158	0.076			ข	0.442	0.224	
	ค	0.379	0.165			ค	0.211	0.120	
	*ง	0.158	0.093			ง	0.179	0.071	
	จ	0.116	0.068			จ	0.084	0.186	
55	ก	0.326	0.109	ควรปรับปรุง	60	*ก	0.147	0.023	ใช้ไม่ได้
	ข	0.200	0.245			ข	0.168	0.140	
	ค	0.274	0.037			ค	0.211	0.074	
	*ง	0.158	0.205			ง	0.316	0.048	
	จ	0.042	0.057			จ	0.158	0.022	

หมายเหตุ * เป็นตัวเลือกที่ถูก

ตาราง 11 ค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกราชข้อของแบบทดสอบความสามารถด้านตัวเลข

ข้อที่	ข้อเดิม	p	r	หมายเหตุ
1	1	0.754	0.387	คัดลอกไว้
2	4	0.676	0.435	คัดลอกไว้
3	3	0.216	0.274	คัดลอกไว้
4	10	0.595	0.265	คัดลอกไว้
5	5	0.703	0.295	คัดลอกไว้
6	8	0.703	0.260	คัดลอกไว้
7	9	0.297	0.215	คัดลอกไว้
8	14	0.544	0.346	คัดลอกไว้
9	15	0.284	0.256	คัดลอกไว้
10	16	0.392	0.278	คัดลอกไว้
11	17	0.216	0.251	คัดลอกไว้
12	25	0.500	0.267	คัดลอกไว้
13	26	0.297	0.222	คัดลอกไว้
14	27	0.284	0.291	คัดลอกไว้
15	22	0.676	.0388	คัดลอกไว้
16	23	0.378	0.243	คัดลอกไว้
17	24	0.608	0.380	คัดลอกไว้
18	28	0.297	0.242	คัดลอกไว้
19	36	0.243	0.411	คัดลอกไว้
20	38	0.338	0.345	คัดลอกไว้
21	39	0.271	0.427	คัดลอกไว้
22	44	0.392	0.452	คัดลอกไว้
23	47	0.288	0.270	คัดลอกไว้
24	48	0.243	0.249	คัดลอกไว้
25	45	0.219	0.305	คัดลอกไว้

ตาราง 12 ค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกรายข้อของแบบทดสอบความสามารถด้านภาษา

ข้อที่	ข้อเดิม	p	r	หมายเหตุ
1	2	0.553	0.442	คัดลอกไว้
2	3	0.500	0.283	คัดลอกไว้
3	4	0.732	0.315	คัดลอกไว้
4	5	0.662	0.209	คัดลอกไว้
5	6	0.662	0.358	คัดลอกไว้
6	17	0.757	0.271	คัดลอกไว้
7	18	0.554	0.245	คัดลอกไว้
8	9	0.662	0.358	คัดลอกไว้
9	10	0.568	0.377	คัดลอกไว้
10	12	0.608	0.343	คัดลอกไว้
11	21	0.611	0.220	คัดลอกไว้
12	22	0.730	0.411	คัดลอกไว้
13	24	0.527	0.362	คัดลอกไว้
14	25	0.378	0.256	คัดลอกไว้
15	26	0.608	0.343	คัดลอกไว้
16	27	0.704	0.300	คัดลอกไว้
17	28	0.632	0.313	คัดลอกไว้
18	31	0.581	0.228	คัดลอกไว้
19	33	0.674	0.286	คัดลอกไว้
20	39	0.622	0.579	คัดลอกไว้
21	40	0.716	0.280	คัดลอกไว้
22	44	0.284	0.246	คัดลอกไว้
23	45	0.595	0.330	คัดลอกไว้
24	49	0.432	0.240	คัดลอกไว้
25	50	0.243	0.233	คัดลอกไว้

ตาราง 13 ค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกรายข้อของแบบทดสอบความสามารถด้านเหตุผล

ข้อที่	ข้อเดิม	p	r	หมายเหตุ
1	7	0.608	0.308	คัดลอกไว้
2	13	0.568	0.303	คัดลอกไว้
3	14	0.324	0.416	คัดลอกไว้
4	11	0.730	0.546	คัดลอกไว้
5	16	0.635	0.215	คัดลอกไว้
6	18	0.473	0.203	คัดลอกไว้
7	15	0.579	0.462	คัดลอกไว้
8	19	0.703	0.348	คัดลอกไว้
9	21	0.676	0.225	คัดลอกไว้
10	22	0.311	0.265	คัดลอกไว้
11	23	0.270	0.281	คัดลอกไว้
12	24	0.576	0.495	คัดลอกไว้
13	26	0.446	0.294	คัดลอกไว้
14	28	0.716	0.331	คัดลอกไว้
15	29	0.338	0.444	คัดลอกไว้
16	30	0.216	0.246	คัดลอกไว้
17	34	0.459	0.388	คัดลอกไว้
18	35	0.378	0.437	คัดลอกไว้
19	37	0.595	0.330	คัดลอกไว้
20	40	0.662	0.417	คัดลอกไว้
21	42	0.270	0.631	คัดลอกไว้
22	41	0.541	0.451	คัดลอกไว้
23	44	0.257	0.544	คัดลอกไว้
24	50	0.649	0.411	คัดลอกไว้
25	33	0.514	0.333	คัดลอกไว้

ตาราง 14 ค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกรายข้อของแบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์

ข้อที่	ข้อเดิม	p	r	หมายเหตุ
1	6	0.770	0.428	คัดเลือกไว้
2	7	0.662	0.401	คัดเลือกไว้
3	10	0.676	0.314	คัดเลือกไว้
4	14	0.473	0.342	คัดเลือกไว้
5	16	0.608	0.355	คัดเลือกไว้
6	17	0.784	0.532	คัดเลือกไว้
7	18	0.459	0.506	คัดเลือกไว้
8	21	0.743	0.506	คัดเลือกไว้
9	22	0.649	0.637	คัดเลือกไว้
10	24	0.730	0.495	คัดเลือกไว้
11	27	0.622	0.531	คัดเลือกไว้
12	28	0.568	0.442	คัดเลือกไว้
13	33	0.662	0.565	คัดเลือกไว้
14	34	0.541	0.611	คัดเลือกไว้
15	35	0.635	0.628	คัดเลือกไว้
16	32	0.459	0.466	คัดเลือกไว้
17	36	0.324	0.616	คัดเลือกไว้
18	38	0.662	0.673	คัดเลือกไว้
19	39	0.676	0.554	คัดเลือกไว้
20	41	0.527	0.542	คัดเลือกไว้
21	44	0.635	0.643	คัดเลือกไว้
22	50	0.514	0.493	คัดเลือกไว้
23	45	0.486	0.771	คัดเลือกไว้
24	47	0.676	0.286	คัดเลือกไว้
25	49	0.541	0.625	คัดเลือกไว้

ตาราง 15 ค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกรายข้อของแบบทดสอบความสามารถด้านการรับรู้

ข้อที่	ข้อเดิม	p	r	หมายเหตุ
1	1	0.719	0.434	คัดลอกไว้
2	4	0.732	0.629	คัดลอกไว้
3	6	0.781	0.623	คัดลอกไว้
4	7	0.781	0.706	คัดลอกไว้
5	9	0.710	0.587	คัดลอกไว้
6	10	0.782	0.682	คัดลอกไว้
7	11	0.746	0.575	คัดลอกไว้
8	15	0.792	0.514	คัดลอกไว้
9	19	0.743	0.506	คัดลอกไว้
10	20	0.774	0.404	คัดลอกไว้
11	21	0.787	0.625	คัดลอกไว้
12	12	0.782	0.479	คัดลอกไว้
13	13	0.800	0.564	คัดลอกไว้
14	14	0.767	0.453	คัดลอกไว้
15	24	0.737	0.672	คัดลอกไว้
16	33	0.759	0.478	คัดลอกไว้
17	34	0.742	0.449	คัดลอกไว้
18	40	0.743	0.468	คัดลอกไว้
19	41	0.767	0.514	คัดลอกไว้
20	42	0.742	0.598	คัดลอกไว้
21	44	0.799	0.610	คัดลอกไว้
22	45	0.792	0.579	คัดลอกไว้
23	47	0.675	0.579	คัดลอกไว้
24	48	0.633	0.570	คัดลอกไว้
25	50	0.683	0.614	คัดลอกไว้

ตาราง 16 ค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกรายข้อของแบบทดสอบความสามารถทางการ
เรียนวิชาฟิสิกส์

ข้อที่	ข้อเดิม	p	r	หมายเหตุ	ข้อที่	ข้อเดิม	p	r	หมายเหตุ
1	2	0.558	0.390	คัดลอกไว้	21	29	0.537	0.365	คัดลอกไว้
2	3	0.621	0.275	คัดลอกไว้	22	30	0.474	0.499	คัดลอกไว้
3	5	0.484	0.364	คัดลอกไว้	23	31	0.526	0.541	คัดลอกไว้
4	6	0.734	0.371	คัดลอกไว้	24	32	0.326	0.415	คัดลอกไว้
5	7	0.558	0.296	คัดลอกไว้	25	37	0.284	0.241	คัดลอกไว้
6	8	0.221	0.266	คัดลอกไว้	26	33	0.453	0.593	คัดลอกไว้
7	9	0.242	0.357	คัดลอกไว้	27	41	0.474	0.357	คัดลอกไว้
8	10	0.441	0.340	คัดลอกไว้	28	42	0.411	0.493	คัดลอกไว้
9	11	0.505	0.269	คัดลอกไว้	29	43	0.613	0.330	คัดลอกไว้
10	12	0.484	0.208	คัดลอกไว้	30	44	0.253	0.307	คัดลอกไว้
11	13	0.716	0.413	คัดลอกไว้	31	45	0.705	0.386	คัดลอกไว้
12	14	0.726	0.291	คัดลอกไว้	32	46	0.463	0.292	คัดลอกไว้
13	15	0.642	0.265	คัดลอกไว้	33	50	0.266	0.429	คัดลอกไว้
14	16	0.347	0.277	คัดลอกไว้	34	47	0.442	0.345	คัดลอกไว้
15	18	0.411	0.443	คัดลอกไว้	35	48	0.400	0.407	คัดลอกไว้
16	19	0.347	0.343	คัดลอกไว้	36	49	0.358	0.254	คัดลอกไว้
17	22	0.326	0.391	คัดลอกไว้	37	51	0.295	0.480	คัดลอกไว้
18	23	0.442	0.282	คัดลอกไว้	38	52	0.242	0.262	คัดลอกไว้
19	25	0.758	0.434	คัดลอกไว้	39	56	0.453	0.368	คัดลอกไว้
20	26	0.642	0.267	คัดลอกไว้	40	57	0.316	0.275	คัดลอกไว้

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

1. รศ. วัลลภา วิชาลาภรณ์ ภาควิชาการวัดผลและการวิจัยการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
2. ศศ. เขาวนา ขวลิดธำรง ภาควิชาการวัดผลและการวิจัยการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
3. อาจารย์ขวลิต รวยอาจิม ภาควิชาการวัดผลและการวิจัยการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
4. ศศ. จันทิมา พรหมโชติกุล สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา
5. อาจารย์สุปราณี องค์กระชัย โรงเรียนปามอกซ์วิทยาภูมิ จังหวัดอ่างทอง
6. อาจารย์นิวัฒน์ วัฒนศรี โรงเรียนอ่างทองปัทมโรจน์วิทยาคม จังหวัดอ่างทอง

ประวัติย่อของผู้วิจัย

ชื่อ นายธานินทร์ เสนียังษ์ ณ อยุธยา

เกิดวันที่ 19 ธันวาคม 2495

สถานที่อยู่ปัจจุบัน บ้านเลขที่ 406/ค ตำบลป่าโมก อำเภอป่าโมก จังหวัดอ่างทอง

ตำแหน่งหน้าที่ปัจจุบัน อาจารย์ 2 ระดับ 6

สถานที่ทำงาน โรงเรียนป่าโมกษวิทยามณี อำเภอป่าโมก จังหวัดอ่างทอง

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2512 มัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนกวิทยาศาสตร์ จากโรงเรียนเกียรติกุลศึกษา
จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

พ.ศ. 2518 พ.ม. จากสนามสอบจังหวัดพระนครศรีอยุธยา

พ.ศ. 2522 กศ.บ (ฟิสิกส์ - คณิตศาสตร์)
จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ วิทยาเขตบางเขน

พ.ศ. 2539 กศ.ม (การวัดผลการศึกษา)
จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถทางสมองกับความสามารถทางการเรียนวิชาฟิสิกส์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในจังหวัดอ่างทอง

บทคัดย่อ
ของ
ธานินทร์ เสนีย์วงศ์ ณ อยุธยา

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการวัดผลการศึกษา

เมษายน 2539

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อ ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถทางสมอง กับความสามารถทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ และศึกษาว่าความสามารถทางสมองด้านใดที่ส่งผล ต่อความสามารถทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2538 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญ ศึกษา ในจังหวัดอ่างทอง ซึ่งเลือกมาโดยวิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้น จำนวน 222 คน เครื่องมือ ที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลคือ แบบทดสอบความสามารถทางสมองด้านภาษา ด้านตัวเลข ด้านมิติสัมพันธ์ ด้านการรับรู้ และแบบทดสอบความสามารถทางการเรียนวิชาฟิสิกส์

ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถทางสมองด้านภาษา ด้านตัวเลข ด้านมิติสัมพันธ์ ด้านเหตุผล และด้านการรับรู้ มีความสัมพันธ์กับความสามารถทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และความสามารถทางสมองด้านตัวเลขกับ ความสามารถทางสมองด้านเหตุผลมีน้ำหนักความสำคัญที่ส่งผลทางบวกต่อความสามารถ ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนความสามารถทางสมอง ด้านภาษา มีน้ำหนักความสำคัญที่ส่งผลทางบวกต่อความสามารถทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สำหรับความสามารถทางสมองด้านการรับรู้ และด้าน มิติสัมพันธ์ส่งผลต่อความสามารถทางการเรียนวิชาฟิสิกส์อย่างไม่มีนัยสำคัญ

THE RELATIONSHIP BETWEEN MENTAL ABILITIES AND LEARNING
ABILITIES IN PHYSICS OF MATHAYOM SUKSA V
STUDENTS IN CHANGWAT ANG THONG

AN ABSTRACT

BY

TANIN SANEEWONG NA AYUTHAYA

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

April 1996

The purposes of this study were to find the relationship between mental abilities and learning abilities in physics, and to study some mental abilities which contributed to learning abilities in physics. The sample consisted of 222 Mathayom Suksa 5 students in the science program of the Academic Year 1995 in Ang Thong, selected by the stratified random sampling. The instruments for collecting the data were the Mental Abilities Tests composing 5 subtests : Verbal Comprehension, Mathematics, Spatial Relation, Reasoning, Perception, and the Learning Abilities in Physics Test.

The result of this study showed that the correlation among five Mental Abilities Tests and Learning Abilities in Physics Test were positive and significantly related at .01. The beta-weight of Mental Abilities of Mathematics, and Reasoning were positive and significantly contributed to Learning Abilities in Physics at .01 and Verbal Comprehension was positive and significantly contributed to Learning Abilities in Physics at .05, but the beta-weight of Mental Abilities of Perception and Spatial Relation were not significantly contributed.